ウェアラブルデバイスを活用したスポーツオノマトペ学習支援環境

Learning Support Environment for Sports Onomatopoeia Using Wearable Device

石岡 匠也[*1], 後藤田 中[*1], 松浦 健二[*2], カルンガル ステファン[*2], 小林 雄志[*3], 林 敏浩[*1]
八重樫 理人[*1], 藤本 憲市[*1]
Takuya ISHIOKA*[1], Naka GOTODA*[1], Kenji MATSUURA[*2], Stephen KARUNGARU[*2],
Yuji KOBAYASHI[*3], Toshihiro HAYASHI[*1], Rihito YAEGASHI[*1], Kenichi FUJIMOTO[*1]
[*1] 香川大学, [*2] 徳島大学, [*3] 岡山大学
[*1]Kagawa University, [*2]Tokushima University, [*3]Okayama University
Email: s17g452@stu.kagawa-u.ac.jp

あらまし：スポーツオノマトペによって運動感覚を言語化でき，微妙な運動感覚を表現できる．しかし，オノマトペと運動の関連付けは直感的なものであるため人によって運動感覚から連想するオノマトペが変化することがある．本研究では，学習者の運動軌跡を記録可能なデバイスを作成しスポーツオノマトペと関連づけられた運動感覚を感覚的な指標に従って繰り返し体感することで，オノマトペと運動感覚の学習が可能な環境を提供する．

キーワード：運動教育，オノマトペ学習，再現支援，デバイス，感覚フィードバック

1. はじめに

スポーツの指導では微妙な体の動かし方や運動の感覚を指導者から学習者へ伝達することが重要であり，指導では“スポーツオノマトペ”（以下，オノマトペ）が用いられる．これにより動作感覚などを学習者へ伝達できる(1)．

オノマトペは擬音語や擬態語のことで，複雑な運動を直感的に表現可能であるが，学習者がその表現に不慣れな場合や，指導者との感性が違う場合はオノマトペの表す運動感覚がよく分からない場合がある．学習者にそのオノマトペが表す運動感覚を体験させることでその運動感覚の学習が可能だと考える．

他者の運動感覚を体験することで，自分と感性の近い指導者の選択や，学習者のグループ形成を可能にし，円滑な運動学習ができる可能性がある．

運動感覚の体験には運動再現が有効だと考える．そのため運動再現支援のためにポイントとなる動きの記録や再現のための指針を提示するためにセンサやアクチュエータを搭載したウェアラブルデバイス（以下，デバイス）を試作した．デバイスは体の任意の場所に装着可能で，例えばテニスのフォアハンドの場合は手首などに装着する．そして，再現する運動と自分の運動の差を提示し再現の支援を行う．

本研究では，作成したデバイスを用いることで運動再現し他者の微妙な運動感覚の体験するオノマトペ学習を支援する環境の構築とその環境を用いた学習の効果を実験とアンケートによって検証する．

2. 環境構築のための先行研究

2.1 運動学習におけるオノマトペの役割

藤野らの研究(2)では，柔道の技を学習する際，オノマトペを用いて力の強弱やタイミング，間合いをオノマトペで直感的に伝達するアプローチにニーズがあるとしている．本研究ではオノマトペで示す運動感覚には個人差があると考え，指導者が持つオノマトペの運動感覚を体験することによって力の強弱などの円滑な伝達が可能だと考える．

2.2 フォーム解析でのウェアラブルセンサの活用

増田らの研究ではフォアハンドスイングのフォームを分析する上で重要な部位の一つとして手首付近の動きを解析していた(3)．本研究では手首付近の加速度をデバイスで取得し，オノマトペごとのスイング速度の運動感覚として記録することで，運動感覚の体験用教材を作成する．

2.3 感覚を用いるフィードバック

本研究では運動再現をする際に聴覚，視覚，触覚といった感覚を用いたフィードバック（以下，感覚フィードバック）で運動の差を提示する．これにより運動再現を可能にし，運動感覚の体験ができると考える．中でも聴覚フィードバックは時間分解能が高い上に運動との干渉が少ないメリットを持つことが木村らの研究で指摘されている(4)．そのため，本研究で感覚フィードバックとして音を採用する．

3. スポーツオノマトペ体感のシナリオ

本研究では運動再現によりオノマトペの持つ運動感覚を体感する以下の学習シナリオを提案する．

1. 学習者は体感したいオノマトペを選択
2. 映像で動作の把握，日記でオノマトペの利用例を学習
3. デバイスを装着し運動を試行
4. デバイスが再現との差を感覚フィードバックで提示し，それを元に運動の再試行
5. 3，4 を反復し，運動再現．

本システムの教材は体感するオノマトペが示す運動の動画，オノマトペの利用例を示す日記，運動の重要な部位の加速度データからなる．

例えばテニスのフォアハンドに関するオノマトペ

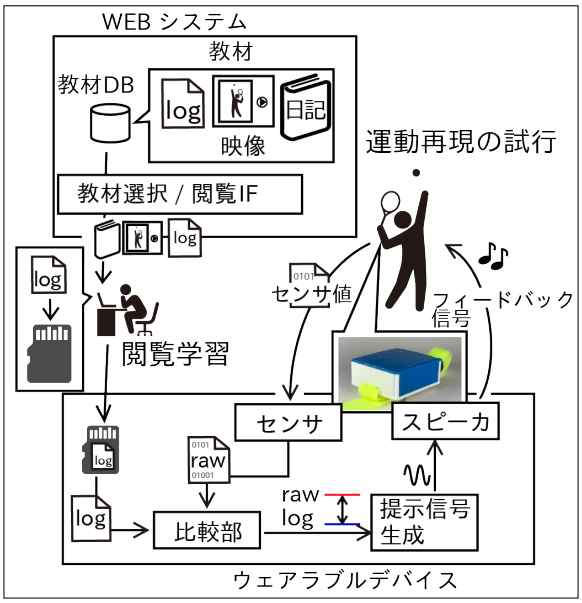


図 1「オノマトペ学習くん」の構成

が示す運動感覚の体験をする場合，学習者は 1.でオノマトペ教材からラケットを大きく振る動作を表す「シュッ」というオノマトペを選択する．2.では映像を見てラケットの振り方の概略を把握する．3.でデバイスを手首に装着し，素振りを試行する．4.では 3.でデバイスが検出した腕の振りの加速度を元に再現しようとする運動との差を学習者に音などで提示する．学習者はこの提示された差を元に運動再現を試行錯誤し，運動感覚の体験をする．

4.　スポーツオノマトペ学習システム

本研究では，図 1 に示す教材の選択，閲覧可能な web システムと身体運動の取得，感覚フィードバックが可能なウェアラブルデバイスからなるオノマトペ学習支援システム「オノマトペ学習くん」を試作した．

システムでは学習者は学習しようとするオノマトペ教材を教材選択/閲覧 IF で選択し，オノマトペの示す運動の映像と日記を閲覧できる．教材は事前に指導者が作成し，教材 DB に格納しておく．学習者は，運動再現のためのログデータをダウンロードし，メモリカードにデータを移動した後にウェアラブルデバイスに挿入する．デバイス装着部の運動を計測するセンサは 3 軸加速度センサを利用した．また，アクチュエータとしてスピーカを，制御用マイコンボードには SparkFun 社の Arduino Pro Mini を採用した．学習者がウェラブルデバイスを腕に取り付け素振り運動を行うとセンサが腕の加速度を検出し比較部が再現する素振りの腕の加速度と比較する．その差を増幅し，基準となる音との周波数の高低に変換して運動を再現するための差を提示する信号を生成する．この信号をスピーカで音に変換し学習者に再現したい運動との差を提示する．学習者はこの音を元に素振りの速さを調整し運動感覚の体験を行う．複数の運動感覚を体験することでオノマトペごとの感覚の微妙な違いも体感できる．

5.　基礎実験

5.1 実験概要

本システムを用いたオノマトペ学習で提案手法による学習に対して興味を持てるかについて実験を行い，アンケートを実施した．被験者は大学生 5 名（男性 5 名，テニス初心者 3 名，経験者 2 名）であった．実験ではフォアスイングで 2 つのオノマトペに対して腕の振りの速度の再現試行をした．提案シナリオの中の 4.のステップをするとき映像で動きを確認できる状態で感覚フィードバックありとなしの場合で運動再現を試行してもらい，実験後にアンケートでこの学習方法でオノマトペ学習に興味が持てたか，運動感覚の体験ができたかを調査した．

5.2 実験結果

再現の試行後フィードバックあり，なしの方法それぞれでこの方法でオノマトペ学習をしたいか 5 段階アンケートをとった結果，なしでは「やや思う」3 名，「どちらでもない」「やや思わない」が各 2 名，ありの場合は「思う」「どちらでもない」が各 1 名，「やや思う」が 2 名となり，提案手法での学習に興味を持たせることができた．また，感覚の違いについては感じさせにくいことがわかったが，アンケートで，感覚フィードバックの選択や組み合わせでシステムの改善可能なことを示唆する結果が得られた．また，差を提示する学習者の運動の習熟度を整理し，本システムの対象とすることで効果的に学習支援ができると考えられる．

6.　終わりに

本研究ではテニスのフォアスイングにおいて複数のオノマトペの持つ運動感覚を体験することでオノマトペ間の微妙な運動感覚の違いを体験，学習できるシステムを開発した．実験ではシステムを利用することで学習者にオノマトペ学習の興味を持ったことがわかった．今後は学習者が教材作成できる環境の構築や運動再現を可能にするためシステム，フィードバック法の改良に取り組みたい．

7.　謝辞

本研究の一部は，JSPS 科研費・若手研究(B)(16K16321)，基盤研究(C)(15K01072), 基盤研究(B)(16H03089)の助成による．

参考文献

(1) 藤野良孝，井上康生，吉川政夫，仁科エミ，山田恒夫:“運動学習のためのスポーツオノマトペデータベース”，日本教育工学会論文誌, Vol.29, pp.5-8(2005)
(2) 藤野良孝:“柔道の微妙な運動感覚を学習することを目的としたビデオデータベースシステムの開発”，情報学研究, Vol. 25, pp.9-15(2016)
(3) 増田大輝，田坂和之，大岸智彦，小花貞夫:“ウェアラブルセンサを用いたテニス上達支援システムの提案と考察”，第 76 回全国大会，Vol.2014，No.1, pp.91-92(2016)
(4) 木村聡貴，持田岳美，井尻哲也，柏野牧夫:“情報科学でスポーツパフォーマンス向上を支援する”，通信ソサエティマガジン，夏号, No.37, pp.23-28(2016)

Kinect を用いた癖の軽減支援システムの構築
Construction of support system to reduce the habit with Kinect

立石 光[*1], 稲留 広貴[*2], 曽我 真人[*3]
Hikaru Tateisi[*1], Hiroki Inadome[*2], Soga Masato[*3]
[*1] 和歌山大学大学院システム工学科
[*1] Graduate School of systems engineering, Wakayama University
[*2] 和歌山大学システム工学部
[*2*3] Faculty of systems engineering, Wakayama University
Email: s185020@center.wakayama-u.ac.jp

あらまし：現在、多くの人が無意識に行ってしまう癖に苦しんでいる．髪を触る、爪を噛む、貧乏ゆすりといった日常的なものから、髪を抜いてしまう、何度も手を洗うなどのような強迫性障害とされるものもある．それらの癖の治療方法の１つとして、習慣逆転法というものが存在する．これは行動療法である．具体的な行動目標を繰り返し実行することで自分をコントロールする力を身に着けていく．しかし、習慣逆転法には問題点がある．それは協力者の存在が不可欠であるという事だ．習慣逆転法を行うものの多くは無意識で癖を行っている．そのため、癖を指摘する協力者がいることが望ましいとされている．だが、四六時中監視することもできないため、どうしても無意識で癖は行われてしまい治療機会を失ってしまう．またそもそも、協力者がいない場合も考えられる．そのため、習慣逆転法を支援するシステムは必要だと考えられる．本研究では、習慣逆転法を、Kinect を用いてより効率的に治療を進めるために、音声による通知を使用者に行うことを目標としたシステムを構築する．また、そのシステムに対し評価実験を行いシステムの有用性について検証していく．
キーワード：通知，支援システム，癖，習慣逆転法，Kinect

1. 習慣逆転法について

習慣逆転法は、悪い習慣をコントロールする行動療法の１つである．習慣逆転法は細かく分けて４つの段階から成り立つ．①意識下練習②拮抗反応の学習③リラックス④偶然性の管理と汎化練習である．①は癖をしようとしたことを記録にとどめることである．②は癖をしたいという気持ちになった時に、癖を行う事を身体的に妨げる行動をとるよう自分に強制することである．③は腹式呼吸などでリラックスすることである．④の偶然性の管理は褒美を与えて習慣逆転法を継続させようという考え方である．④の汎化練習は、衝動を感じる場合のリストを作りその状況下で習慣逆転法が成功する様子をイメージすることである．④は習慣逆転法をサポートする意味合いの強い項目となっている．容易な習慣逆転法では④の段階を省略した形となっている．

2. 問題点

習慣逆転法には問題点がある．癖は無意識に行われる．習慣逆転法をはじめるには、自分が癖をしていることに気づく必要があるのだが、それが困難なため習慣逆転法を始めることが出来ない．そのため、癖をしていると指摘してくれる人が必要となってくる．しかし、協力者がずっと監視することは困難である．協力者なしで習慣逆転法を行ったとすると本当は癖をしているのに気づかない場面が多くみられると考えられる．その分、治療機会を失っていることになるため、治療効率が落ちてしまう．これが習慣逆転法の問題点である．

3. システム構成

本システムは習慣逆転法の支援を目標とする．無意識に行われる癖に対し、癖をしようとした時システム使用者に音による通知をすることで習慣逆転法を促す．動作は Kinect を用いてリアルタイムで随時取得する．また、本システムの対象動作は｛頭部を触る癖｝とする．以下の流れで支援する．

①癖をユーザーに気づかせる
②拮抗行動の学習
③意識下練習

使用者に癖をしたことを音による通知で気づかせ、①～③の習慣逆転法を促すシステムである．③の意識下練習は癖を行った時間などを記録することである．

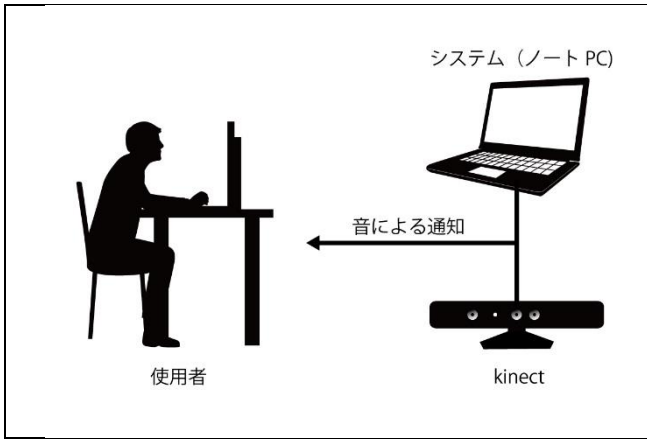


図 1 システム構成

システム使用者は何らかの作業をしていると想定する．使用者が所定の動き（頭部に手をもっていく）をした時に、システム（ノート PC）から音による通知を行う．

4.　評価実験について

本研究では評価実験を実施する．実験目的は習慣逆転法を Kinect で支援することは有効なのかどうか客観視するためである．具体的には以下の 2 つの点で評価する．

①癖の改善率=100-(事後調査/事前調査)×100
②癖の治療率=(実際に治療した回数/実際にした癖の回数)×100

この 2 つの点でシステムを使う実験群 3 名（男 2：女 1)、統制群 3 名（男 2：女 1）を実験する．被験者 6 名はもともと何らかの頭部を触る癖を持っており、またそれを改善したいと思っている．6 名は誰も習慣逆転法について知らなかった．最初に事前調査を行い、習慣逆転法をする前はどれくらい癖をするか調べる．その後、学習ステップに移る．実験群はシステムを使った習慣逆転法をしてもらい、統制群はシステムを使わずに普通に習慣逆転法をしてもらう．学習ステップを終えた後、実験群、統制群各々どれくらい癖の回数が変わったか調べる事後調査をする．全てのステップは撮影し、後に何回癖を行っているかをカウントする．

5.　実験結果

実験群の改善率の平均は６１.４６ 、統制群の改善率の平均は３１.１９ であった．この２つの平均値に有意差があるのか、ｔ検定を行ったところ、有意差は見られなかった．実験群の治療率の平均は６５.７２ 、統制群の治療率の平均は１２.２８ であった．この 2 つの平均値に有意差が見られるのか、ｔ検定を行ったところ有意差が見られた．

表１　実際にした癖の回数

段階 / 被験者		事前調査	学習	事後調査
実験群	a	51	9	33
	b	44	8	21
	c	53	41	2
統制群	d	44	54	41
	e	25	11	16
	f	65	108	32

表２　改善率・治療率一覧

被験者 / %		改善率	治療率
実験群	a	３５．３０	４４．４４
	b	５２．７３	６２．５０
	c	９６．８３	９０．２４
統制群	d	６．８２	３．７０
	e	３６.００	９．０９
	f	５０．７７	２４．０７

6.　まとめ

習慣逆転法は自分で癖をコントロールするための行動療法である．しかし、その習慣逆転法には問題点がある．それは癖を指摘する協力者が必要だという事だ．

本研究では、癖を行おうとしたら通知することで習慣逆転法を支援した．それにより、効率的な治療を目指し癖の頻度を減らすことを目標としてきた．システムによって支援することに意味があるか調べるため評価実験を行った．

改善率の項目では有意差が見られず、治療率の項目では有意差が見られた．改善率で有意差が出なかった理由として被験者の少なさが考えられる．また実験群がシステムを過度に意識してしまうことで、学習ステップ時に癖があまり行われなかった．それにより習慣逆転法の試行回数が減り改善率向上に繋がらなかったと考えられる．治療率の有意差が出た理由として実験群はシステムを使っていたため癖を行うたびに音声による通知がいく．これにより癖を見逃さずに治療ができたのではないだろうか．

治療率では有意差が見られたためシステムを使ったほうがより癖を見逃さず習慣逆転法に着手することができると考えられる．しかし、改善率では有意差が見られなかったためシステムを使ったほうが癖の回数が減るとは言えないという結果になった．

また、協力者による励ましなど、習慣逆転法を続けさせる面でシステムの支援がなかったことが，今後，解決すべき課題である．

7.　参考文献

参考文献

(1) リー・ベアー（超野好文・五十嵐透子・中谷英夫訳）：“強迫性障害からの脱出”，晶文社, pp.250-283（2000）
(2) 菊川真理子:“癖の矯正を目的とした通知手法の提案”，北陸先端科学技術大学院大学,（2012）
(3) 山岡俊樹:“ハード･ソフトウェアの人間工学講座”，武蔵野美術大学出版局, pp.307-308,（2002）
(4) 橋本智雄:“入門　統計学”，共立出版株式会社, pp.118-132,（1996）

手旗信号を題材としたスキル獲得プロセスの支援について

Support of Skill Acquisition Process for the Flag Signaling

岩根 典之
Noriyuki IWANE
広島市立大学
Hiroshima City University
Email: iwane@hiroshima-cu.ac.jp

あらまし： 手旗信号は通信手段のひとつであり，日本ではカタカナ文字を構成する部位を両手に持った旗で相手に伝える．手旗信号は身体動作で文章を表現することばであり，言語学習にも通じる興味深い題材である．本稿では手旗信号のスキル獲得を段階的に支援するためのアイデアについて述べる．
キーワード：スキル獲得，手旗信号，ゲーム，自動運動，マルチモーダル，マルチメディア

1. はじめに

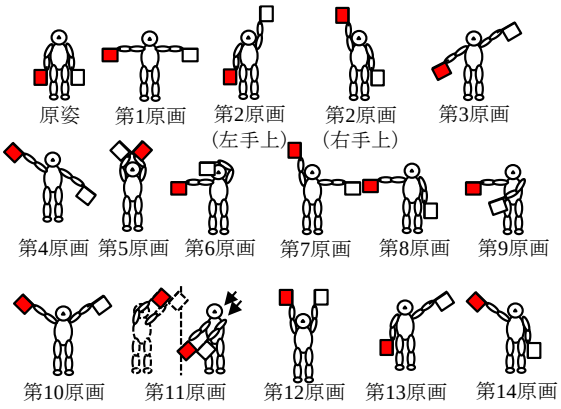
スキル獲得プロセスは，認知，連合，自動化の 3 つのステージに分けられる．暗黙知であるスキル（身体知）を伝達するため，自動化された身体動作は分節化される．その言語的説明を理解しつつ身体動作が訓練される．各動作が獲得されたらそれらを連動する訓練が行われる．各動作の結合が滑らかに（ぎくしゃくすることなく自然に）連動されるまで繰り返し訓練される．ここまでのステージは意識的に行われることが多く，安全性などからふつう訓練用の環境で学習される．この点で ICT 技術による仮想環境と相性がよい．一方，自動化は，特別に意識することなく運動できる段階であり，一般に実践を通じて獲得される．そのさらに先に匠と呼ばれる人たちの世界があると考えられる．すでに無意識どころか知の継承や保存すら容易でない領域である．これらプロセスは，自動車学校，特にマニュアル免許取得におけるクラッチ操作を想像すればわかりやすい．構内の仮想的な道路環境で教習し，仮免で現実の環境を体験し，基準をクリアしたら免許取得できる．そのあともスキル獲得は現実の道路環境で使用を通じて続けられる．

文献(1)の方法によれば，手旗信号の学習のためにモーションセンサを用いて連合段階までのスキル獲得を支援することができる．本稿では，その方法に基づいて，スキルの自動化を支援する方法について検討する．

2. 手旗信号のスキル獲得

日本の手旗信号は，図 1 に示すように左右の手で赤と白の旗をそれぞれ持ち，文字情報を手の形状で表現する．対象となる字種はカタカナで構造はシンプルである．漢字の書き順が画の順番で示されるように手旗の文字も原画と呼ばれる構成要素の組み合わせで表現される．構成要素は第 1 原画から第 14 原画までと文字の始まりや終わりを示す原姿からなる．基本的に原画は静止した手旗の形状であるが，第 11 原画のみ動作を伴う．カタカナを表現する原画の順番も図 1 に示す．例えば，カタカナの「ア」は第 9 原画に続いて第 3 原画の動作を行う．一方，区別できれば良いので効率的に伝達するため文字の形状を一部簡略化したものもある（第 11 原画の「ク」）．手旗は言語のひとつであり，図 1 はそのシンタクティクスとセマンティックスを示している．

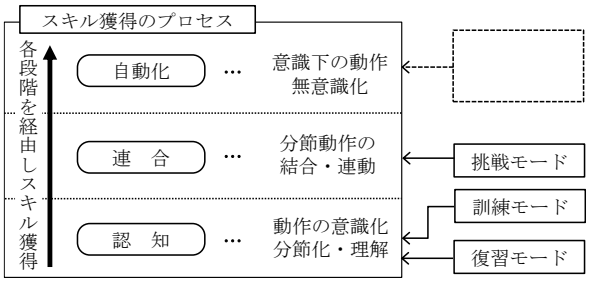
手旗信号の認知から連合段階までのスキル獲得支援は，図 2 に示されるように復習モードや訓練モード，挑戦モードなどで実現されている(1)．また，初めて訓練する学習者に図 1 のような基本的な説明も用意されている．このシステムはセルフトレーニングを支援するため，文字情報を伝える側と伝えられる側が同じである．鏡をみながらの学習になる．鏡に映った自分の姿を客観視できないと動作が混乱す



名称	原画の順番	名称	原画の順番
ア	9→3	ハ	10
イ	3→	ヒ	1→7
ウ	6→9	フ	9
エ	1→2^{L}→1	ヘ	4
オ	1→2^{R}→3	ホ	1→2^{R}→10
カ	8→3	マ	9→5
キ	6→ 2^{R}	ミ	6→1
ク	11	ム	7→5
ケ	7→3	メ	3→5

図 1 手旗信号

ることもあるが，刺激と反応のようなアクションゲームの要素を取り入れて楽しんで学べることを目指した．提示された文字や単語を手旗でオウム返し，正しいかどうか自動判定する機能が組み込まれた．



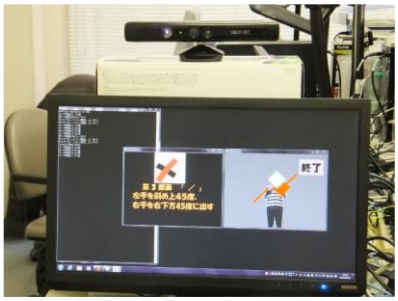


図 2　スキル獲得プロセスの支援

3.　スキル獲得における自動化の支援

外国語の学習もスキル獲得であるが，実際の場面やシーンでの言語使用を通じた無意識な学習がこれまでは不足していた．そのためネイティブスピーカである外国人補助教員の制度が導入されている．言語は本来手段なので伝えたいや知りたいという動機が重要である．興味ある対象であったり，楽しかったり面白かったりする題材や内容であることが重要である．それとともに，言語獲得が目的だとしてもそれを手段化できるような学習環境が必要である．さらに学習を継続できるような支援も必要である．学習とゲームの融合は，面白く楽しければ，継続の動機になりえる．以下，このような考えを実現できそうな方法を考案する．

3.1 目的の手段化

アクションゲームのような単純な身体動作のみでは言語学習的側面を持つスキルの自動化には不十分ではなかろうか．自動化の段階に知的な面白さが中心となるロールプレインゲームを取り入れることはできないであろうか．すでに楽しくて面白いロールプレインゲームは存在する．そのユーザインタフェースを手旗信号に置き換えるというアイデアである．スキルの概念が取り入れられたゲームはあるが，現実のスキル獲得を想定したものではない．ゲームをすることで仮想的にスキルが獲得されたとし，面白さ楽しさだけを目的とするゲームである．そのような本来面白く楽しいゲームに現実のスキル獲得を組み込むことでゲームに学習を融合しようということである．ゲームが中心なので学習は間接的で副次的に身体知が獲得されるはずである．たとえば，あるステージをクリアしたら自動車の運転スキルが獲得できたとするのではなく，実際に運転技術が一定基準を満たしたら次のステージに進めるなどである．このようなアイデアが有効か確かめるには，まず，従来のユーザインタフェースを想定した，楽しく面白いゲーム，やめられなくなるようなゲームを設計する必要がある．そのゲームがそのような要件を満たしていることが検証できたら，手旗信号の身体動作の認識部はできているので，そのユーザインタフェースを手旗信号に置き換えればよい．そうして学習部分を組み込んで当初の目的（自動化の促進）が達成されているか確かめる．

3.2 コミュニケーションの誘発

自動化のためには繰り返し訓練は重要であるが，単純で教育指導的，直接指示による繰り返しは面白くないであろう．退屈で飽きないようにゲームストーリの中で学習に役立つ間接的かつ自然に学習行為を誘発する．学習状況を反映した学習を促進するようにする．手旗信号のやり方や注意事項は決められている．認識部はその知識に基づいて実現されている．身体動作に対する許容範囲（判定条件）を緩和したり，厳密にしたりすることで身体動作の最終判定を制御することは可能である．そのため通常のコミュニケーションにおける方法を取り入れることが可能になる．例えば，何をいっているか定かでなければ聞き返すなどする．手旗でも反復を促すためあえて間違いやすい身体動作と誤認識したかのように反応させることができる．単純な対話なら記号処理・パタン処理により形式的・知的に進めることができるので学習者が手旗で対話したり，相手が手旗で返したりさせることもできる．あるいは，音声，文字，画像のメディアやその既存の認識技術など，様々に組み合わせることも可能である．さらに外国語でもよいし，相手は自分でなく，実世界の友人や異性，教師，あるいはゲームキャラクタなど，学習者との関係なども含めて様々に可能である．認識部があればメディア変換も可能であり，インターネット越しに相互に訓練することも可能であろう．

4.　おわりに

手旗信号を題材にスキルの自動化段階を支援するためのアイデアを述べた．今後，アイデアを実装して仮想環境で自動化が支援できるかどうか，すなわち実世界で使い物になるスキルが獲得できるのかどうか実験評価する必要がある．

謝辞　手旗信号の学習支援システムを構築した尾野弘賢氏，アイデアの一部を試作した岡和秀氏に感謝します．

参考文献

(1) Iwane, N.:“Arm Movement Recognition for Flag Signaling with Kinect Sensor”, VECIMS, Tianjin （2012）

ネットワークの体験的理解のための IchigoJam を利用した実験と教育プログラムの提案

Educational Program with IchigoJam for Computer Network Understanding through Experiential Learning

大崎　理乃[*1]，不破　泰[*2]，時田　真美乃[*2]，長谷川　理[*2]
Ayano OHSAKI[*1], Yasushi FUWA[*2], Mamino TOKITA[*2], Osamu HASEGAWA[*2]
[*1] 産業技術大学院大学　産業技術研究科
[*1]Industrial Technology Graduate Course, Advanced Institute of Industrial Technology
[*2] 信州大学 総合情報センター
[*2]Integrated Intelligence Center, Shinshu University
Email: ohsaki-ayano@aiit.ac.jp

あらまし：コンピュータネットワークに関する基礎的知識の重要性が増している．これまでの教育プログラムでは，ネットワークの下位層を扱うものは少ないほか，教室で１人１台の下位層の通信実験装置を実現させることは困難であった．本研究では、総合的なネットワークに関する体験的理解を促すことを目的として，IchigoJam を用いた物理層の通信実験を含む教育プログラムを提案し，実践を行った結果，プレ調査に対して，ポスト調査では回答数が増加したことが確認された．
キーワード：ネットワーク教育，専門教育，技術者教育，協調学習，高等教育，社会人教育

1. はじめに

社会におけるネットワークの重要性が高まっている．特に近年では，「様々なモノが，インターネットに繋がり，インターネットの一部を構成する」という概念である IoT（Internet of Things）が注目されている[(1)]. 一方, 大学などの専門教育機関においても，ネットワークに関する教育の重要性が指摘されており，仮想環境を用いた実習などの教育研究がなされている[(2)].

しかし，大学におけるネットワーク教育では，LAN 構築と TCP/IP 理論に関する学習が中心となっており，通信の基礎であり IoT 機器の設計にも重要となる物理層における通信を扱うことは少ない．さらに，教室にて，一人１台の実験装置を用いて準備することも困難であった．

そこで，本研究では，物理層から上位層までの総合的なコンピュータネットワークの体験的理解を促すことを目的とし，ワンチップボードコンピュータ IchigoJam を利用した物理層を扱う教育プログラムを提案し，実践を行った．

2. 提案する教育プログラム

本研究では，体験的理解として，コンピュータネットワークの不具合と解決方法を想定できるようになることを目標とした．評価は，実践後ポスト調査での，実践前プレ調査からの回答数の変化で行う．設問は，「(２台のコンピュータが接続されている状況で,) クライアントからの呼びかけに対して，以下の不具合が発生した時に, 物理層と TCP/IP アプリケーション層，それぞれで考えられる問題と解決策を述べよ．（１）サーバーからの応答がない，（２）サーバーからの応答データに異常がある」である．

演習に用いる実験機器は，大学生を対象にして一人１台の実験環境で通信実践を行った先行研究[(3)]を参考に，IchigoJam を採用した．IchigoJam は，BASIC 言語が動作するボードコンピュータであり，入出力ポートが標準で整っている[(4)]．通信実験は，２台の IchigoJam を用いて，一方の出力ポートをもう一方の入力ポートに接続し，それぞれ送信側機器，受信側機器として行う．

提案する教育プログラムは．本研究の目的である「物理層から上位層までの総合的なネットワークの理解」を目指して, IchigoJam を用いた課題アと, Java によるネットワークプログラミングである課題イとの２部構成の演習の一部とした．

課題アの課題と設問は，図１の通りである．課題と設問の内容は，活動前に参加者へドキュメント資料として LMS から提供した．資料には，課題のほか，IchigoJam の簡単な説明，インターネットから参照可能な参考資料，代表的なコマンド，各課題のソースコードを掲載している．

演習活動は,「生産的失敗」のデザイン原則を参考に，活動を「生成と探求」の第一段階から「知識定着と構築」の第二段階へ移行するように整理して設計した（表１）（表２）．生産的失敗とは，学習者が失敗を繰り返しながら学ぶ学習形式であり，教師による解説後に学習者が実践するよりも学習効果が高いことが報告されている[(5)]．本研究では，学習者の既有知識差が大きいため，クラス全体で一律に段階を移行させるのではなく，学習者の質問や課題実施状況に合わせて個々に移行した．そのため，学習者によっては，ポスト調査までに第二段階に移行していない者もいる．全員の移行は，第 15 回授業までに行うものとしている．

１．周辺機器の接続と LED 点灯による動作確認
２．２台の IchigoJam を用いた０から９までの数字送受信実験（正常版）
３．２台の IchigoJam を用いた０から９までの数字送受信実験（異常版）
＜第１問＞課題２と課題３のプログラムおよび実行結果から，正常な通信に必要な条件を考える
４．２台の IchigoJam を用いた文字の送受信実験（正常版）
＜第２問＞課題２，課題４のプログラムおよび実行結果から，正常な通信に必要な条件を考える

図１　提案教育プログラムにおける課題と設問

表１　第一段階における活動デザイン

デザイン原則	本研究でのデザイン
複雑な課題	・多様な要因が影響する通信実験課題
協調的な活動	・指定されたペアでの活動
安心・安全な環境	・演習の目的の提示 ・小さな気付きや質問を積極的に受け入れる雰囲気作り

表２　第二段階における活動デザイン

デザイン原則	本研究でのデザイン
対比・比較のある課題	・課題アと課題イの，活動と答えの比較 ・自分と他者の回答の比較
教師の解説	・教師による課題内容に関する解説
安心・安全な環境	・小さな気付きや質問を積極的に受け入れる雰囲気作り

3.　実践

実践は，専門職大学院の情報系専攻において，基礎科目の一部として行った．当該専攻は，在籍者の約９割が社会人であり，カリキュラムを社会人対象に構築していることを特徴としている．実践を行った科目は TCP/IP を中心としたネットワークの基礎的知識を獲得するための授業で，受講者数は 37 名である．一人１台の実験環境を整備するために，クラス全体を A と B の２グループに分割した．実践は，全 15 回の授業のうち，グループ A は第 10 回で，グループ B は第 12 回で実施した．一人の学習者が当該実践に使用した授業時間は，90 分である．授業の流れと概要，プレ調査，ポスト調査のタイミングを表３にて示す．

表３　授業の流れと調査のタイミング

授業回	授業の概要
１～７	ネットワークの基礎知識の講義 （階層モデル，ルーティングなど）
８～９	TCP/IP プロトコルの講義 ※第９回でグループ A のプレ調査を実施
10	演習（グループ A が課題アを実施，グループ B が課題イを実施） ※グループ A のポスト調査を実施 ※グループ B のプレ調査を実施
11	TCP/IP プロトコルの講義
12	演習（グループ B が課題アを実施，グループ A が課題イを実施） ※グループ B のポスト調査を実施
13～15	TCP/IP プロトコルの講義，授業のまとめ

なお，本研究では，演習参加者のうち各種データの研究利用への同意者 27 名を分析対象とする．対象者のプログラミング経験は，事前アンケートの結果，BASIC の経験者は８％，その他のプログラミング言語経験者は 77%，プログラミング未経験者は 15%であることが確認されており，演習のペアはプログラミング経験に大きな差がないように構成した．

4.　結果と考察

プレ調査に対する実践直後のポスト調査での回答増加件数は一人あたり 3.0±2.39 件(平均値±標準偏差)であった．有効回答者数は 22 名である．計算方法は，プレ調査時に書かれていなかったポスト調査回答を一人あたりで集計し，平均値を求めた．回答内容の正誤評価は行わず，回答のルールとして禁止したプログラミングミス以外は全て採用している．調査は LMS 上で行い，５分～10 分程度で回答するように案内した．ポスト調査時は，同一画面上にはプレ調査の結果は表示していないが，過去の回答はポートフォリオとして蓄積されているため，プレ調査回答を閲覧しながらポスト調査に回答することは可能である．

ポスト調査と同時期に実施した，実践を通した気付きや学びを問うアンケートには「通信の際は、途中の通信断や相手側の状態を判断できる仕組みを考えないと全く予期せぬデータが相手側に伝わることに気づきました」「実際に配線してみてプログラムコードを流すと仕組みが分かりやすいです」といった通信の学習に関する記述が確認された．さらに，「パートナーと一緒に議論し、考察する時間はとても貴重な時間となりました」といった協調学習の有用性に関する記述も確認された．

これらの結果から，提案した教育プログラムは，体験的理解を促すものとして，一定の効果が示唆されたと考えられる．今後，最終レポートにおける同設問への回答の分析のほか，課題イと当該実践である課題アとの学習成果に対する関連，課題アと課題イの学習順番の成果への影響などを検討していく予定である．

参考文献

(1) 総務省: “平成 27 年版情報通信白書”, (2015)
(2) 立岩佑一郎，安田孝美，横井茂樹：“仮想環境ソフトウェアに基づく LAN 構築技能と TCP/IP 理論の関連付け学習のためのネットワーク動作可視化システムの開発”，情報処理学会論文誌，Vol.48，No.4，pp.1684-1694（2007）
(3) 時田真美乃，長谷川理，不破泰：“はんだづけから始める大学生への情報の基礎的知識の教育効果~プログラミングの基礎的理解を含めた体験的学習~”，
(4) “こどもパソコン IchigoJam”，http://ichigojam.net/（2017 年 5 月 27 日確認）
(5) Kapur, M., and Bielaczyc, K.:“Designing for productive failure”. The Journal of the Learning Sciences, Vol.21, No.1, pp.45–83 (2012)

「情報の符号化」教材における教材基板とソフトウェアシミュレータの汎用性と拡張性を意識した改良

Re-design of electronic board and software simulation in a learning tool about information coding

大島 亨貴[*1]，香山 瑞恵[*2]，舘 伸幸[*1,3]
Koki Oshima[*1]，Mizue Kayama[*2]，Nobuyuki Tachi[*1,3]
[*1]信州大学大学院 [*2]信州大学工学部
[*3]名古屋大学大学院情報科学研究科付属組み込みシステム研究センター
[*1]Graduate school of Science & Technology, Shinshu University
[*2]Faculty of Engineering，Shinshu University
[*3]Center for Embedded Computing System，Nagoya University
Email: 17w2013g@shinshu-u. ac. jp

あらまし：本研究では，「情報の符号化」教材：Let's Go Go! マジカル・スプーンを，汎用性と拡張性を意識して改良することを目的としている．そのために，基盤の汎用化，クラウドを利用した情報の送受信機能の実装を図った．本稿では，既存教材の概要と，改良に関しての課題を述べたうえで，教材基板とソフトウェアシミュレータの改良の成果について述べる．
キーワード：ソフトウェアシミュレータ，IoT， 符号化， 教材， 学習プログラム，情報の科学

1. はじめに

近年，IoT(Internet of Things)への注目が高まっている．IoT とは「モノのインターネット」のことであり，従来情報発信の主体であったヒトではなくモノ自体が情報発信の主体になるしくみをさす．

本研究では，既存の「情報の符号化」に関する教材:Let's Go Go! マジカル・スプーン(以下 MS と称す)[1, 2]を IoT 環境で対応したものに改良することを目的としている．本稿では，MS の概要と，改良に関しての課題を示したうえで，教材基板とソフトウェアシミュレータの改良の成果について述べる．

2. 既存教材の概要

本章では，既存教材の概要と教材構成を述べた後で，既存教材のうち，教材基板とソフトウェアシミュレータの問題点を示す．

2.1 機能

本研究での対象教材である MS は，情報処理における符号化を体験的に学ぶための学習プログラムである．この学習プログラムの目的は，情報システムの構成，符号化，符号列の設計，システムの構成要素の制御などを実体験させ，情報の科学的な側面に対する関心と理解とを向上させることにある[2]．

教材構成は，金属スプーン，マジカル・ボックス（以下 MB と称す），飛行船，ソフトウェアシミュレータである．ソフトウェアシミュレータはコードセットの設計・登録，スプーン指令の入力練習，飛行計画の立案・検討に利用される．シミュレータ上の飛行船は，プロペラ動作を確認できるよう，飛行船後部の第 3 者視点のアニメーションで表現される．

2. 2 問題点

既存教材の問題点を以下に示す．

1. MB の汎用性
2. 通信範囲の制約
3. ソフトウェアシミュレータの動作

1. について，既存の MB は 78K マイコンを使用している．しかし，このマイコンは今や入手不可能であり，また，ユーザによるカスタマイズも不可能であるため，拡張性に乏しい．また，既存の MB は，ソフトウェアシミュレータ接続用と飛行船操作用で使用する基盤が異なる．また，どちらの MB もドライバが特定 OS 上でしか機能しない．2. について，既存の MB では，飛行船への動作コード送信手段として ZigBee 通信を採用しているため，通信距離が約 30m という制約を受ける．また，通信切断が生じる可能性も高い．3. について，既存のシミュレータは，プロペラの動きと飛行船動作コードの対応を確認するためのインタフェースのため，視点が飛行船後部からの第三者視点に固定されている．また，利用者

が実際にシミュレータ上の飛行船を操作する際，プロペラは動くが，背景に変化はなく，実機操作の際の運用イメージと合わなかった．

3．IoT 環境での利用を意識した改良

ここでは，2 章で挙げた 3 つの問題点に対する改良の成果について述べる．

3.1 MB の改良

まず，78K マイコンを使用していた 2 つの MB を汎用型マイコンである Arduino に変更した．これにより，利用者による MB の拡張や変更が可能となり，MB の汎用性が向上すると考える．さらに，WiFi モジュールと組み合わせることで，通信範囲の拡大と，接続の安定性を確保した．さらに，ソフトウェアシミュレータ接続用と飛行船操作用の MB を同一の基板で実現した．これにより，改良版 MB では，これまで実現しなかったシミュレータの遠隔操作も可能になる．

3.2 ソフトウェアシミュレータの改良

ソフトウェアシミュレータの問題点を解決するにあたり，実世界の地図を利用することで，実機操作のイメージと合うようにした．今回は，3D 地図作成オープンソースの JavaScript ライブラリ Cesium を利用することとした．Cesium は，WebGL を利用して高度な 3D 表現ができ，Web ブラウザ上でプラグインなしで利用可能である．

この Cesium を利用したソフトウェアシミュレータを実現することで，背景が 3D の実世界の地図にになる．これにより，実飛行船での操作に近づけることができたため，運用イメージにうまく合うようになる．また，その地図上に飛行船が配置されている．そのシミュレータと改良版 MB とを接続することにより，スプーン音からの入力によって送られてきた動作コードに対応して飛行船が 3D の地図上を動くシミュレータを作成する．図 2 に Cesium を利用したソフトウェアシミュレータの画面例を示す．

改良版ソフトウェアシミュレータの新機能は主に 2 点ある．まず 1 点目は，既存のシミュレータでは飛行船の位置を指定することが不可能であったが，実世界の地図を利用することで飛行船を配置する地名を指定できるようになった．2 点目は，既存のシミュレータでは飛行船後部の第三者目線のみであった視点を，任意の視点で飛行船を操作できるようになった．例えば，飛行船のパイロットの視点や，地上から飛行船を見上げる視点などの設定が可能である．これにより，利用者は様々な

図 2: ソフトウェアシミュレータ画面

視点から飛行船や地図を見ることができるため，拡張性も高まりさらなる現実感の提供を与えることに期待できる．

これらの機能の利用した学習課題例として，飛行船のフライト開始地と目的地を指定することが考えられる．例えば，「新宿駅から東京駅まで飛行船を移動させよう」などである．この場合，学習者はまずフライト開始地を新宿駅上空に指定する．そして，どのように飛行船を操作すればできるだけ短い距離で東京駅にたどり着くことができるかを考えさせたうえで，実際に操作させる．

4．おわりに

本稿では，MS の概要と改良に関しての課題を示したうえで，教材基板とソフトウェアシミュレータの改良の成果について述べた．

既存教材には，ソフトウェアシミュレータのみならず，実飛行船の問題点もある(3)．今後は，それらの問題点の解決を図り，教育実践を目指す．

謝辞　本研究は科研費 16H03074 の支援を受けた．

参考文献

(1) 香山瑞恵:“小型飛行船を使った初等中等教育向け情報教育”, 情報処理学会誌， 56(1), pp.77-79 (2016).
(2) 香山瑞恵, 二上貴夫:“Let’s Go Go! マジカル・スプーン:高等学校情報化における符号化と基礎概念学習用プログラムープログラム展開と教育成果ー”， 教育システム情報学会誌, 26(2)，pp.172-183 (2009).
(3) 大島亨貴, 香山瑞恵, 舘伸幸:“「情報の符号化」教材に対する IoT 環境での利用を意識した改良に関する考察”， 教育システム情報学会 2016 年度学生研究発表会，pp.19-20(2017).

内部通報を中心とした情報技術者倫理教育

Engineering ethics education focused on whistle-blowing

中西　通雄
Michio NAKANISHI
大阪工業大学　情報科学部　コンピュータ科学科
Department of Computer Science, Faculty of Information Science and Technology
Osaka Institute of Technology
Email: nakanishi.michio@gmail.com

あらまし：情報系の技術者倫理教育では、著作権、特許、個人情報、プライバシー、ヒューマンエラー、ユーザインタフェース、情報セキュリティ、安全性などに関して、事例をもとにした講義やグループ討議が行われることが多い。これらの事例のうち倫理の絡む問題をグループ討議するにあたっては、7 ステップガイドなどの手法や内部告発についても学習しておくべきである。本稿では、情報系の大学院生に対する技術者倫理教育の事例を紹介し、内部告発を中心とした教育方法を紹介する。
キーワード：**技術者倫理教育**，**内部通報**，**公益通報**，**内部告発**

1. はじめに

工学系学部において、技術者倫理に関する教育が必須となっている場合が多い。これは日本技術者教育認定機構 (JABEE) の認定を受けるための必要条件となっていることにもよるが、社会の要請に応えるためという意味も大きい。その教育内容としては、土木・機械・化学・電気など、専門分野ごとに関連する事例が中心にとりあげられている。情報系の学部・研究科におけるテーマとしては、著作権、特許、個人情報、プライバシー、ヒューマンエラー、ユーザインタフェース、情報セキュリティ、安全性などが挙げられる。これらのテーマについては、単に法令の解説にとどまらず、実際の事件あるいは仮想事例をとりあげて、個人またはグループで考えさせることで、理解が深まると考えられる。

大学における技術者倫理教育については、学部 1 年生ぐらいで「気づきのステージ」として一般授業で話題を提供し、学部専門科目の中で「育成のステージ」として事例に関して討議を交えた授業を行い、さらに大学院で「定着のステージ」として授業を用意することが提唱されている(2)。上述したようなテーマは、学生の成長に合わせて少しずつ深いところまで議論するようにして、繰り返しとりあげるのがよい(2)。また、授業方法には学生に討議・発表させることが有効であることは、ほぼどの文献でも共通して言われている(1)〜(4)。

一方、あまり知られていないが、2013 年度から大学教育としての消費者教育が義務化されている。しかしながら、実際に授業が行われている例は少ない。そこで筆者を含む研究メンバーは、情報系学部の受講者に対する消費者教育の内容を検討し、授業のモデルシラバスを提案している(6)(7)。ここには、スマートフォンやポイントカードといった身近なものから、技術者として直面する可能性のあるオープンソースやコンテンツの適切な利用、さらにアプリの安全性、プロシューマ教育といったことまで幅広くカバーするようにした。これは、特に「情報」を扱う場合、単に消費者にとどまらず、専門家としての立場も要求されることが多いからである。

筆者は、本務校だけでなく非常勤先などで、情報技術を専門とする学生を対象とした技術者倫理教育を 10 数年間担当してきた。とりあげる内容として新しい話題も徐々に取り入れ、授業方法も工夫を重ねてきている。ここ数年は、授業の宿題の小レポートに対するコメントや補助教材を Learning Management System を利用して閲覧可能にするなどし、授業内容も少し絞って学生によるグループ討議を増やすようにしている。

本稿では、筆者の担当する大阪大学大学院情報科学研究科の授業科目「情報技術と倫理」における内部告発をテーマとした実践内容を紹介する。皆様の忌憚のないご意見を賜れば幸いである。

2. 技術者倫理科目の内容構成

大阪大学基礎工学部や工学部では、学部 1 年生で PBL の一環として技術者倫理のテーマも含めている学科もあるが、全学科ではない。しかし、どの学科でも 3 年生あたりで「工学倫理」などの名称で技術者倫理の授業が行われている。2017 年度の受講者に対して、「技術者倫理ないし工学倫理に関する科目を、大学院入学までに履修したか」を、アンケートシステムを利用して調査した結果、次のとおりであった（有効回答数＝87）。

・2 単位科目	36 人
・90 分×２回以上	6 人
・90 分×1 回程度	5 人
・なし	40 人

2 単位科目として受講した学生は、バイオ情報工学専攻（大阪大学工学部応用自然科学科出身）が比

較的多かった。毎年ほぼ同じような傾向なので、筆者の担当する 90 分×5 回の授業では、技術者としての倫理的問題の考え方について教えている。残りの 10 回は、10 人の教員によりオムニバス形式で知的所有権、営業秘密、製造物責任、ヒューマンエラー、ユーザインタフェース、プライバシーなどが取り上げられている(5)。

3.　内部通報を中心とした実践事例

筆者の担当の 5 回は以下のように構成した。以前には、スペースシャトルチャレンジャー号爆発事件も扱っていたが、スペースシャトルを知らない学生が増えて興味を持たれなくなったため、題材から徐々に減らし、今年からはすべて外した。

第 1 回:技術者倫理教育を行う背景・意義を述べ、三菱自動車リコール隠し事件および 2016 年の燃費偽装事件について簡単に説明し、企業風土についてグループ討議を実施。

グループは、名簿順ではなく、複数の専攻の学生が混じるように編成した。2 年ほど前からこのような編成方法に変えたが、学生からは「いつものメンバーではない人と意見交換ができる」などと好評である。宿題は、グループ討議の結果を踏まえて個人の意見を短いレポート。

第 2 回：ビデオ教材「技術者の自律」を見せ、グループ討議。宿題は、グループ討議をふまえた個人の意見を書くことと、「ソーラーブラインド」のビデオを見て来ること。

第 3 回：7 ステップガイド、ディ・ジョージの内部告発の要件などを説明し、ソーラーブラインドについて 7 ステップガイドに基づいて、倫理的問題に対するアプローチ手法のグループで演習を行う。宿題は、学会の役割と学協会などの倫理綱領を調査して、内部告発に類する記述があるか、将来職業に就いたときに特に情報技術者として守るべき法律を調査レポート（これは公益通報者保護法につなげる）。

第 4 回：公益通報者保護法の内容、および「公益通報者保護制度の実効性の向上」の最終報告書(2015.12.18)のポイント解説。残り時間は、前回の続きでグループ討議を実施。グループ討議の結果を A4 版 1 枚上に 3 つ程度のキーワードあるいはキーフレーズにまとめさせ、オーバヘッドカメラで撮影して発表させた。

宿題は、2016 年の東亜建設工業の羽田空港滑走路の地盤改良工事の不正事件の報告書を読み、自分ならばどのように行動するかをレポート。

第 5 回：研究者倫理について、仮想事例をもとにグループ討議。このグループ討議では、ワールドカフェ方式を用いて、グループを超えた討論を活発に行わせることができた。

毎回の授業では、アンケートシステムを用いて、上記のような 300 文字程度書かせる質問を 2 問～3 問程度宿題として課している。書かせた宿題は、翌週に注目すべき解答(回答)を挙げて説明するほか、個人名を伏せてその全ての回答を大阪大学 CLE（Collaborative and Learning Environment、実態は Blackboard ベース）システム上に掲示している。これにより受講者は他の学生がどのように考えているかを見ることができるが、見ること自体は強制していない。

4.　まとめ

技術者倫理教育の事例として、内部告発を中心とした授業を紹介した。最初は勢いよく内部告発をすると言っていた学生も、会社の倒産事例、同僚からの恨み、扶養家族などの要件や、内部告発者の実際の処遇を見ていくと、いろいろ考えるようになる。また、内部告発をさせないような相互監視に近い事例を見ると、問題に立ち向かえる仲間を日頃から作っておくことや、風通しの良い企業風土の大切さが少しは理解してもらえたと思っている。内部告発をする・しないという議論ではなく、倫理的問題に対して多面的に考える演習の場を提供することが、技術者倫理教育として肝要であると考えている。

参考文献

(1) 札野順ほか：“新しい時代の技術者倫理”，放送大学教育振興会，東京（2015）
(2) 阿部隆夫：“技術者倫理意識の形成過程とそれに適した教育への取組”, 工学教育, 第 **57** 巻, 第 5 号, pp.67-72（2009）
(3) G.Hashemian, M.C.Loui : “Can Instruction in Engineering Ethics Change Students' Feelings about Professional Responsibility?”, Science and Engineering Ethics, **16**, 1, pp.201-215, Springer（2010）
(4) 中村収三：“新版 実践的工学倫理”，化学同人，東京（2008）
(5) 中西通雄：“情報系学生に対する技術者倫理教育”，教育システム情報学会全国大会論文集 (2014)
(6) 中西通雄，大谷卓史，越智徹，杉山典正：“大学における消費者教育カリキュラムおよびその技術者倫理教育との連携に関する検討”，情処研報 2015-CE-132, **9**, pp.1-6 (2015)
(7) 杉山典正，越智徹，大谷卓史，中西通雄：“情報系学部における消費者教育およびその技術者倫理教育に関する授業モデル”，信学技報 2017-IOT-36, **5**, pp.1-4 (2017)
(8) 三田村宏：”技術者にとって必要な技術力とその育成”, 信学誌、vol.100, no.5, pp.387-393 (2017)

対話タスクにおける脳波の分析

The EEG Analysis of Interactive Tasks

植野　雅之[†1]，和田　慎二郎[†2]，高見　友幸[†1]
UENO Masayuki[†1], WADA Shinjiro[†2], TAKAMI Tomoyuki[†1]

[*1] 大阪電気通信大学 総合情報学部
[*1]Osaka Electro Communication University, Faculty of Informatics
[*2] プール学院大学 短期大学部
[*2]Poole Gakuin Collage
Email: ueno@osakac.ac.jp

あらまし：ゲームなどを用いた高度インタラクティブ教育コンテンツにおける様々な演出の有効性を評価・分析するためには，プレーヤーの精神的ストレス状況や集中状態をその生理指標から抽出できると理想的である．脳波は脳の活動をその表皮上の電極からの電気的信号から捉えようとするものであり，有効に利用できれば認知的活動を正確に捉えることができる可能性がある．今回は，幾つかの対話的タスクを準備し，これらの対話的タスクにおける脳波の周波数成分比を観察した．また，対話的タスクの負荷を変化させ，脳波の周波数成分比がどのように変化するかを観察した．
キーワード：高度インタラクティブ教育コンテンツ，対話タスク，脳波

1.　序

ビデオゲームとは,「遊び」を目的とする対話的なコンテンツであって，様々なメディア技術により幾つかの演出が施されることにより成立していると考えることができる．逆に言えば，中心となる個々の「遊び」は他愛のないものであっても，演出がうまく機能すれば，教育要素を持つものでもビデオゲームとして成立する．

プレーヤーの状況・状態，すなわち，その対象に集中しているか，そうでないかは，様々な生理指標を統合することにより，分析できる可能性がある．このようなヒューマンデータをうまく収集･分析することができれば，これまでのアンケート等の評価方法とは比べものにならない精度でプレーヤーの行動，応答の時間的な変動を得ることが可能になると考えられる．

ここで用いる生理指標には心拍，脳波など様々なものがあるが，認知などの活動の中心は中枢神経系である脳が司ることから，脳波は，正確かつ時間遅れといった要素を考慮する必要のない情報が得られることが期待できる．一方で，多チャンネルで微弱な電気信号を扱うために, 眼球運動, 心拍, 汗など，また，その他電子機器が発生する信号といったアーチファクト（人工的信号）などの影響をどのように減らすか，脳波計の電極の取り扱いなどの実験上の運用面でのスキルが要求される，容易に計測がおこなえない，といった問題がある．

ここでは，複数の異質な対話的タスク下での脳波を計測し，周波数スペクトル分析を用いて，その分布を観察した．また，対話的タスクにおける負荷を変化させ，脳波の分布にどのような変動が観られるかを観察した．

2.　実験計画

2.1 安静閉眼時と対話的タスク

以下に示すように安静閉眼状況に加えて，4 種類の対話的タスク状況での脳波計測をおこなった．なお，これらの対話的タスクの操作状況は被験者の対話状況の挙動を記録するようにしている．

(1)安静閉眼状況	眼を閉じて座っている状況
(2)AddTwo	2 桁の数字の加算（暗算）30 問
(3)TargetClick	出現する円形標的をクリック
(4)TargetTracking	一定速度で移動する円形標的内にカーソルを 100 秒維持する

(2)AddTwo は，暗算であるので，内省的操作によるタスク，(3)TargetClick と(4)TargetTracking は，視覚認知及び手の協応行動によるタスクとなっている．

実験においては，それぞれのタスクについて，３セッション程度繰り返した後, 数分の休憩を置いて，別のタスクをおこなう形式で実施した．また，脳波データとしては，眼球運動によるアーチファクトを防ぐため，左右後頭部のデータ O1,O2 のデータを用いている．

また，各タスクの負荷については，(2)AddTwo では，与える数の桁数を 1 桁，2 桁，3 桁と変えておこなった．(4)TargetTracking では，ターゲットの移動速度を 3 段階で変化させた．

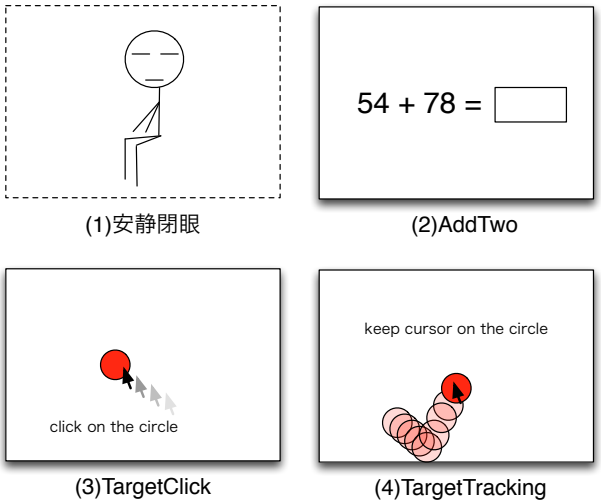


図 1. 用意したタスク・状況

3. 実験結果

3.1 α波成分・β＋γ波成分比

全体に対するα波成分，β+γ波成分の比は，複数の被験者の複数のセッションの計測結果を平均化しても，ほぼ一定の成分比となり，α波成分，β＋γ波成分をプロットすると図２のようになる．

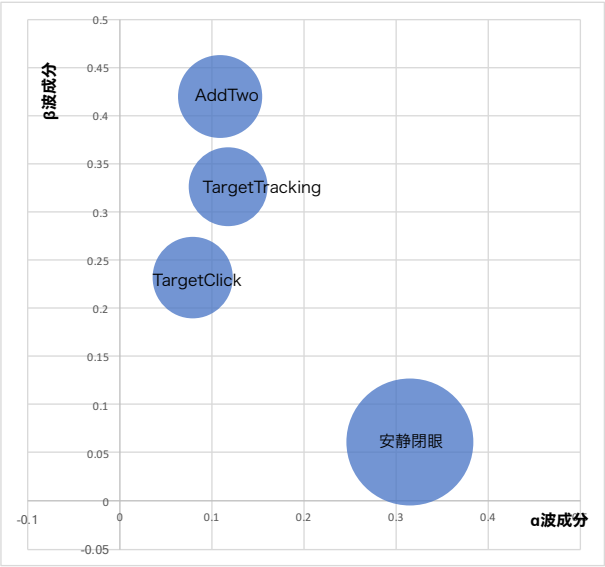


図 2. α波成分---β＋γ波成分プロット
（但し，円の大きさはβ波成分の標準誤差）

3.2 負荷の増減による成分比変化

各タスクにおける負荷(移動物体の速度, 桁数等)を変化した場合に脳波成分がどのように変化するかを求めた．(2)AddTwo において，桁数を 1,2,3 と変えた場合, 脳波成分の大きな変動は図３のようになり，ほとんど見られなかった．

一方, TargetTracking にて, 速度を変えた場合には，被験者による個人差が大きく，一定した傾向は見られなかった．

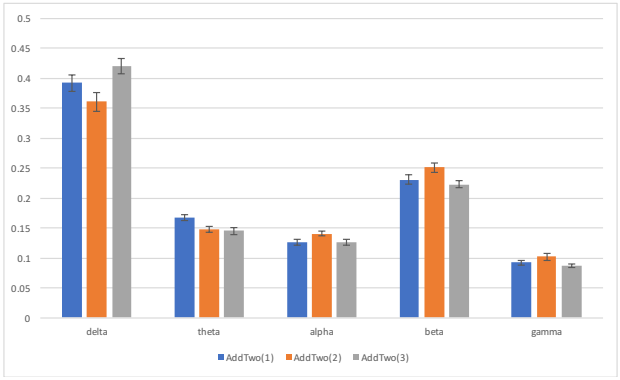


図 3. AddTwo の桁数(1,2,3)による脳波成分の変動

4. 展望

各タスク状況における脳波の周波数成分を比較した結果，一般的に言われているようにリラックス時にα波成分が増大し，暗算などの内省的思考を伴う作業ではβ+γ波成分が最大となった．一方でゲーム状況と一般的な認知的タスクとの差はβ+γ波成分では必ずしも明確とならない結果となった．

また，負荷を変えた際には，タスクの種類によって，脳波成分の変動の様子はかなり異なることが確認できた．(2)AddTwo では，桁数などを変化させても脳波成分の変動は見られなかった．これはタスクの性質として暗算が内省的な操作であり，桁数が変わっても情報処理過程に大きな差が出ないためと考えられる．一方で(4)TargetTracking においては，変動の様子は桁数の場合と異なり，大きく変動するが被験者間の個人差が大きく，概観する限りは一定の傾向が見られなかった．これは被験者の認知能力，情報処理能力といったものが反映している可能性がある．さらに区間を区切った分析や時系列的な分析，及びタスクのログに基づいた状況との突き合わせなどによって，被験者の個人差が何によるものかを突き止める必要がある．

謝辞

本研究は JSPS 科研費（26350293）の助成を受けたものです．

参考文献

(1) Masayuki Ueno, Shinjiro Wada and Tomoyuki Takami, Development of Game Player Analysis with Physiological Indexes, Proc. of The 4th 2015 IEEE Global Conference on Consumer Electronics (IEEE GCCE 2015),p.339-340,2015
(2) 植野雅之，和田慎二郎，高見友幸，対話的タスクにおける心拍緊張度指標の安定性の評価，ゲーム学会学会誌，2016（印刷中）
(3) 植野雅之，和田慎二郎，高見友幸，ゲームプレイ時における集中状態のモデルと生理指標，ゲーム学会合同研究会研究報告，Vol.14,No.1,p.6-7(2016)
(4) 植野，和田，高見，高度インタラクティブ教育コンテンツにおける集中状態の分析，教育システム情報学会全国大会論文集(2016)

シャトル型コミュニケーションを対象とした質的分析手法の提案と試行

Proposal and Trial of a Qualitative Analysis Method for Shuttle-type Communication

斐品 正照[*1*4],浅羽 修丈[*2],三池 克明[*3],大河 雄一[*4],三石 大[*5]
Masateru HISHINA[*1*4], Nobutake ASABA[*2], Katsuaki MIIKE[*3], Yuichi OHKAWA[*4], Takashi MITSUISHI [*5]
[*1] 東京国際大学 [*2] 北九州市立大学 [*3] 佐久大学信州短期大学部 [*4] 東北大学大学院 [*5] 東北大学
[*1] Tokyo International University [*2] The University of Kitakyushu [*3] Saku University
[*4] Graduate School of Educational Informatics, Tohoku University [*5] Tohoku University
Email: hishina@tiu.ac.jp, n-asaba@kitakyu-u.ac.jp, kuri@ei.tohoku.ac.jp, takashi.mitsuishi@cite.tohoku.ac.jp

あらまし：我々は，シャトル型コミュニケーション（SC）の言語データを対象とした質的分析手法を開発している．提案手法は，SC の言語データを，網羅的にかつ一貫した精度でキーワードと対話パターンに概念化する．我々は，大学の授業で採取した担当教員と受講生とのペアで交わされた SC の言語データを，複数ペア分に対して提案手法を試行した．本稿では，提案手法とその試行結果の概要を報告する．
キーワード：質的分析，テキストコミュニケーション，キーワード，対話パターン，SCAT

1. はじめに

我々は，現在，2 者が 1 対 1 で非同期にメッセージを交互に交わすシャトル型コミュニケーション（SC）の質的分析手法の開発を行っている．一般に，授業等における担当教員と受講生との間で交わされる SC は，学習意欲の向上が期待される(1)が，一方で，その方略は必ずしも明確になってない．

そこで，我々は，SC の具体的な方略の構築に向けて，主に面接型調査の言語データからその潜在的な意味を概念化する既存の質的分析手法である SCAT(2)をベースに，SC で交わされた言語データから当該メッセージの言及対象と発信者間の対話を概念化する質的分析手法の KeyPaSS (Keyword and dialogue Pattern of Shuttle-type communication analysis method based on SCAT)を開発した(3)．

2. 質的分析手法 KeyPaSS の提案

KeyPaSS では，SC で採取した言語データを網羅的かつ一貫した精度で概念化するために，図 1 に示す〈0〉～〈8〉の手続きを段階的に進める．なお，図 1 の手続きは，以下の 4 点で SCAT を改変している．

① 概念化の網羅性と一貫性の確保のために，分析過程を確認・修正できるように，各段階での手続きを逐一記録する「分析シート」（図 2）を利用．
② メッセージ間の空いた時間に発信者毎に起きた事象の影響を意識できるように，ステップ〈0〉で発信者や発信日を併記．
③ メッセージの中にある全ての言及対象に着目して，それらを網羅的かつ一貫した精度で，キーワードに概念化できるように，ステップ〈3〉-(i)で，カテゴリ名，特性，次元の枠組み(4)を用いて検討・記入する「確認シート」（図 3）を導入．
④ 複数メッセージを跨いで連続するテーマ等，対話中にある全てのテーマの連鎖に着目して，それらを網羅的かつ一貫した精度で，対話パターンに概念化できるように，まず，ステップ〈6〉と〈7〉の手続きを変更し，さらにステップ〈7〉で，連鎖回数，発信者の組合せ，シーケンスの 3 種類の連鎖構造を検討・記入する「確認シート」（図 4）を導入．

〈0〉セグメント化
全データを，1通のメッセージ毎，もしくは句点や改行で分割し，発信者や発信日等の情報も併記．
〈1〉着目する語句の明確化（SCAT と同様）
〈0〉の中から着目する語句を抜き出して記入．（言及対象と対話に関連しそうな全ての語句に着目）
〈2〉着目した語句の一般化（SCAT と同様）
〈1〉の語句を一般的概念（名詞句）に変換．
〈3〉データ外の概念による説明（2 段階に分解）
データ外の概念で〈2〉を説明する語句を記入．
(i)カテゴリ化と語句記述
全データ内で〈2〉の語句を比較しつつ，各語句をカテゴリ名，特性，次元の枠組みで捉え直して，それらを繋げた語句に変換．
(ii)フレーム・モデルを参照した検討
(i)の語句の全データ内での繋がりを，「現象→行為→帰結」の枠組みを参考に検討して，その要素を(i)に併記．
〈4〉浮上するテーマの記述（3 段階に分解）
〈1〉～〈3〉から浮上するテーマを記入．
(i)カテゴリ群化とキーワードの書き出し
1 通毎のメッセージ内で，〈3〉-(ii)の繋がりの中で，特に繋がりが強い語句群（1つの話題を形成）を1つのカテゴリ群にまとめておき，その中のカテゴリ名，特性，次元に該当する語（キーワード）を書き出す．
(ii)小さなストーリーラインの記述
(i)のカテゴリ群毎に，書き出したキーワードを紡ぎ合わせたストーリーラインを検討して記入．
(iii)要約するテーマ（話題）の記入
(ii)のストーリーライン毎に要約するテーマを検討して記入．
〈5〉疑問・課題（SCAT と同様）
〈1〉～〈4〉での疑問や課題を記入．
〈6〉話題の関連図の作成
〈4〉-(iii)の各テーマが，単独か複数メッセージを跨いだ連鎖かを検討して，単独のテーマや，連鎖の間を矢印で繋いだテーマ群を表す関連図を記入．
〈7〉パターンの記述
〈6〉の関連図に記載されている単独・連鎖する話題群ごとに，連鎖回数，発信者の組合せ，シーケンスの枠組み（対話パターン）で捉え直して，各テーマを抽象化した語（シーケンスの要素の語）に変換．
〈8〉追求すべき点・課題（SCAT と同様）
さらに追究すべき点・課題を記入．

図 1 新たな質的分析手法 KeyPaSS の手続き

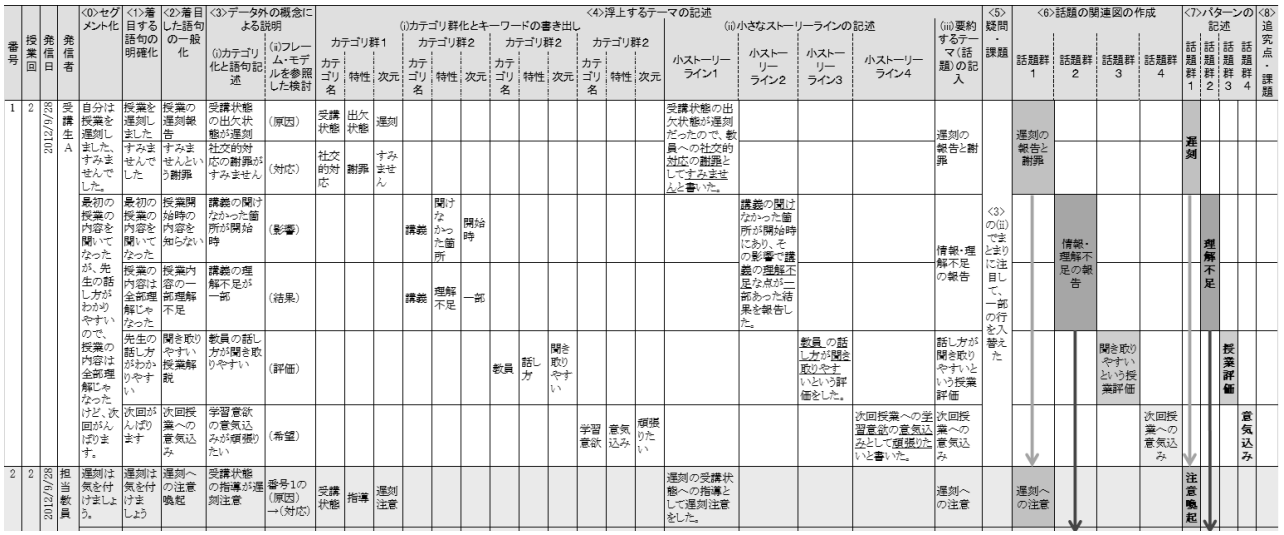


図 2　KeyPaSS の分析シートと記入例

カテゴリ名	特性	次元
受講状態	出欠状態	遅刻
	持参物	忘れた
学習意欲	意気込み	頑張りたい
	満足感	嬉しい、楽しい
	自信	不足
講義	理解した内容	アプリ操作
	理解不足	一部
	難易度	難しい

図 3　ステップ〈3〉−(i)の確認シートと記入例

連鎖回数	組合せ	シーケンス	
0	受講生	意気込み	−
		満足感	−
	担当教員	挨拶	−
		予告	−
1	受講生→担当教員	遅刻	注意喚起
		理解不足	教材提示
		達成	共感
		自信不足	激励

図 4　ステップ〈7〉の確認シートと記入例

表 1　生成するキーワードの例

記入者	メッセージで着目した語句（ステップ〈1〉より）	キーワード（ステップ〈4〉(i)と(3)(i)の確認シートより） カテゴリ名	特性	次元	カテゴリ名 件数
受講生A	授業を遅刻しました	受講状態	出欠状態	遅刻	1
	すみませんでした	社交的対応	謝罪	すみません	1
	最初の授業の内容を聞いてなった	講義	聞けなかった箇所	開始時	2
	授業の内容は全部理解じゃなった		理解不足	一部	
	先生の話し方がわかりやすい	教員	話し方	聞き取りやすい	1
	次回がんばります	学習意欲	意気込み	頑張りたい	1
			合計		6

表 2　生成する対話パターンの例

メッセージで着目した語句群の連鎖（ステップ〈1〉と〈4〉(i)より） 記入者：受講生A	記入者：担当教員	対話パターン（ステップ〈7〉と〈7〉の確認シートより） 連鎖回数	組合せ	シーケンス		シーケンス件数
授業を遅刻しました すみませんでした	遅刻は気を付けましょう	1	受講生→担当教員	遅刻	注意喚起	1
最初の授業の内容を聞いてなった 授業の内容は全部理解じゃなった	遅刻の分は、私のWebサイトを見て復習しておいてください			理解不足	教材提示	1
			合計			2

表 3　複数ペア分の比較例（カテゴリの割合）

カテゴリ名	受講生Aと担当教員 件数	割合(%)	受講生Bと担当教員 件数	割合(%)	受講生Cと担当教員 件数	割合(%)	全ペア合計 件数	割合(%)
社交的対応	32	43.2	21	24.7	7	24.1	60	31.9
非言語表現	9	12.2	22	25.9	4	13.8	35	18.6
講義	8	10.8	10	11.8	10	34.5	28	14.9
学習意欲	9	12.2	5	5.9	1	3.4	15	8.0
実習	4	5.4	4	4.7	6	20.7	14	7.4
受講状態	5	6.8	7	8.2	0	0.0	12	6.4
課題	1	1.4	9	10.6	0	0.0	10	5.3
(その他)	6	8.1	7	8.2	1	3.4	14	7.4
合計	74	100.0	85	100.0	29	100.0	188	100.0

3.　KeyPaSS の試行結果

大学の授業 1 クラス（担当教員 1 名，受講生 24 名，計 13 回授業）で採取した SC の言語データのうち，受講生 A と担当教員とのペアで交わされた言語データに KeyPaSS を適用した結果の一部（第 2 回）を抜粋・集計したものを表 1（受講生 A のみ）と表 2（1 回の連鎖のみ）に，また，これに加えて，ステップ〈3〉−(i)で作成した確認シートを一致させながら，受講生 B と担当教員，および受講生 C と担当教員からなる複数ペアの言語データに対して KeyPaSS を適用した結果を表 3 に示す（カテゴリ名のみ）．

表 1 では，着目した語句が網羅的に概念化され，表 2 では，着目した語句群（話題）の連鎖が網羅的に概念化されたことが確認できる．また，表 3 に示したように，KeyPaSS では，生成する概念を共通化することで複数ペア間での比較を可能としている．

一方で，表 2 では，ステップ〈4〉−(i)でまとめた 1 つの話題（「授業を遅刻しました」と「すみませんでした」）が 1 つのシーケンスの要素（「遅刻」）に概念化されたが，これを 2 つの話題と捉えた場合，2 つのシーケンスの要素に概念化される．すなわち，KeyPaSS が生成する概念の粒度と内容は，ステップ〈1〉や〈4〉−(i)における粒度や内容に依存するという課題があることも確認できる．

4.　まとめ

SC の言語データを対象にした質的分析手法の KeyPaSS を提案した．KeyPaSS を授業で採取した複数ペア分の言語データに試行し，概念化したキーワードと対話パターンの網羅性と一貫性を確認し，さらに可能性と限界を検証した．KeyPaSS は，分析で生成する概念の集計や比較を可能とする手法である．

謝辞　JSPS 科研費 26330405, 15K01012 の助成による．

参考文献

(1) 例えば，野崎真奈美ら：“計画・実施・評価を循環させる授業設計”，医学書院，東京 (2016)，など
(2) 大谷　尚：“SCAT : Steps for Coding and Theorization”，感性工学，Vol.10，No.3，pp.155-160(2011)
(3) 斐品正照ら：“シャトル型テキストコミュニケーションの質的分析手法の提案”，教育システム情報学会研究報告，Vol.31，No.6，pp.173-180（2017）
(4) Strauss, A.L., Corbin, J.M.: “ Basics of Qualitative Research”，SAGE Publications, Inc., California (1990)

瞬目センサーによる学習行動測定可能性の検証

Validation of learning behavior measurement by blink sensor

白澤 秀剛[*1], 及川 義道[*2]
Hidetaka SHIRASAWA[*1], Yoshimichi OIKAWA[*2]
[*1] 東海大学情報教育センター
[*1]ICT Education Center, Tokai University
[*2] 東海大学理学部基礎教育研究室
[*2]Laboratory of General Education for Science and Technology, Tokai University
Email: sirasawa@tokai-u.jp

あらまし：瞬目が認知状態と関連があることは明らかにされつつあり，課題中や作業中の瞬目の増減についての研究成果が発表されている．2015 年に発売が開始された眼鏡型の瞬目センサーは他のセンサーと比較して，装着時の違和感がほとんどなく，長時間の測定が可能であることに加え，非装着時と同様に頭部を自由に動かすことやノートテイクを行うことが可能である．眼鏡型センサー装着した被験者に，加算作業，ビデオ視聴，模擬授業の受講をしてもらったところ，瞬目頻度と集中度は単純な関係になっていないことが分かった．また，瞬目強度のばらつきがストレスと関係していることを示唆する結果を得た．
キーワード：瞬目，学習行動，集中，主体的学修

1. はじめに

これまで我々は，脳波センサーや近赤外光脳イメージング装置，唾液アミラーゼモニターを使用して，アクティブラーニングに分類される教育手法が学生の学修行動にどのような影響を与えているのかを測定しようとしてきた．生体情報による学習行動測定は，アンケート調査と比べて，時々刻々の状態を測定できる利点と，タテマエの回答のような理性の介入がしにくいため感じたままの反応を捉えることができるという利点がある．一方で，これまで我々が使用してきた脳波センサーや近赤外光脳イメージング装置は，頭部に装着するため，痛みはないが，無装着時と比べると違和感があることや，頭部の動きがある程度制限されるなどの制約がある．また，唾液アミラーゼモニターは唾液の採取時に舌下にチップを 30 秒程度挿入する必要があるため，集中を妨げないタイミングを選んで測定しなければならないなどの制約があった．

今回，我々が新たに使用したセンサーは，通常の眼鏡とほぼ同様の外観・重量で，瞬目と同時に頭部の動きを検出できるものである．このセンサーは，コンタクトレンズ利用者であっても使用可能で，眼鏡またはサングラスの装着経験のある被験者であれば，使用中の違和感はない．また，60 分～90 分の模擬授業時間中連続して装着しても不快感はない．

瞬目と認知状態に関連があることは，これまでの研究から明らかにされつつあり，集中や疲労などの人間の内部状態を推定するといった研究[(1)]も行われている．一般に，瞬目回数が多いと強く感情が動いている状態，瞬目回数が少ないと落ち着いている状態，であると言われている[(1)]．一方，これまでの研究事例では，外的注意の状態（対象物を見て操作している状態）と内的注意の状態（心に描いた対象物をイメージ内で操作している状態）では，瞬目振幅が変化することが示されている[(2)]．スポーツにおいても瞬目の研究は行われており，卓球ラリー中と剣道対峙中では瞬目回数に差があることが示されている[(3)]．これら先行研究から，一般に考えられているような瞬目回数と集中との関連は，実際には単純でないことが予想される．

授業中の学習行動は，実験環境やスポーツと異なり，教員や提示された講義資料を見つつ，心の中でイメージを作ったり，過去の知識や経験と結びつけたりなど，非常に複雑な行動をしているといえる．グループワークなどの場面では，より複雑な行動をしていると考えられる．そのため，集中している場面や主体的に学習している場面でも，その集中対象や主体的学習の種類によって瞬目の傾向が異なることが考えられる．本研究は，眼鏡型瞬目センサーと，脳波センサーや唾液アミラーゼモニター，アンケート調査結果との比較によって，眼鏡型瞬目センサーから学習行動の何が測定できるのかを検証することを目的とした．今回は，講義や演習場面を想定した，加算作業や動画視聴（講義形式の代替），電子黒板による模擬授業での測定結果について述べる．

2. 眼鏡型瞬目センサー

使用した眼鏡型瞬目センサーは，JINS Inc.社製の J!NS MEME ES を使用した．このセンサーは，3 点式眼電位センサー・3 軸加速度センサー・3 軸ジャイロセンサーを内蔵した眼鏡型で，通常の眼鏡と同様の装着方法で使用可能である．また，データは Bluetooth による無線通信で，顔を動かすなどの動作は自由に行うことができる．なお，瞬目は閉眼時に眼球が上転するベル現象を電極によって検出している．

図 1 眼鏡型瞬目センサー

表 1 眼鏡型瞬目センサーの仕様

3 点式眼電位センサー	電極ステンレス(SUS316L) 測定レンジ±1500[μV] 感度 1.37[LSB/μV] サンプリング 100[Hz]
3 軸加速度センサー	測定レンジ ±2, ±4, ±6, ±16 [g] サンプリング 100[Hz]
3 軸ジャイロセンサー	測定レンジ ±250, ±500, ±1000, ±2000 [deg/s] サンプリング 100[Hz]
データ転送方式	Bluetooth Low Energy
バッテリー持続時間	最長 16 時間
重量	約 36g（含ダミーレンズ）

3. 測定実験と結果・考察

3.1 加算作業

理系大学生の被験者が百ます計算（1 桁同士の加算）を 2 回（合計 200 問）連続で実施した際の瞬目頻度変化の例を図 2 に示す．被験者は，できるだけ早く問題を解くように指示され，目の前で計算時間を測定している状況で回答作業を行った．1 名の被験者を除き，5 名の被験者で瞬目回数が図 2 と同様に計算作業中減少する様子が観察された．このとき同時に脳波センサーで集中度も測定し，集中して計算作業をしていることを確認した．

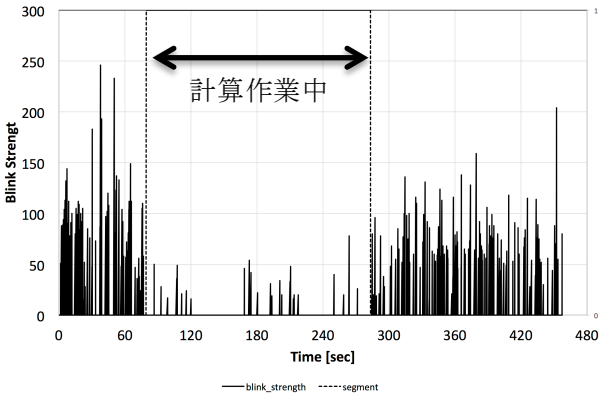


図 2 加算作業中の瞬目頻度の変化

3.2 動画視聴

集中と瞬目の関係を知る目的で，被験者が契約する動画サービス視聴中の瞬目を測定した．1 話完結型の連続ドラマを 1 話毎に吹替版と字幕版で計 6 話分を閲覧してもらった．吹替版も字幕版も被験者は集中度に違いはないとの自覚があったが，字幕版で瞬目頻度が少ない結果が得られた（図 3）．また，フランス語の知識が全くない被験者に日本語吹替版とフランス語吹替版で切り替えながら閲覧してもらった．その結果，瞬目頻度に大きな差は見られなかった．これらのことから，動画視聴においては，瞬目頻度は集中状態とは関連せず，文字を読むという行為が瞬目頻度を低下させることがわかった．

また，ホラー動画を閲覧した場合には，瞬目強度のバラツキが大きくなる傾向が見られた．この際，唾液アミラーゼモニターで高ストレス状態であったことも確認された．このことから，緊張やストレス状態では，瞬目強度のバラツキが大きくなることが示唆される．

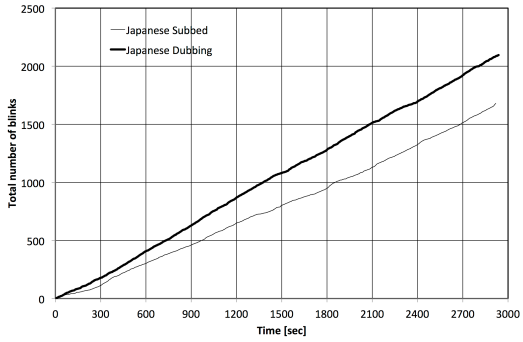


図 3 字幕と吹替による瞬目頻度の変化

4. おわりに

今回の測定結果より，集中と瞬目の関係は単純ではないことがわかった．瞬目センサーを学習行動測定に使用するには，測定を丁寧に積み重ね，新たなモデルを構築することが必要であるといえる．

5. 謝辞

本研究は，日本学術振興会の学術研究助成基金助成金基盤研究(C)「アクティブ・ラーニング導入による学生の主体性獲得プロセスのモデル化に関する研究」（課題番号 15K01036）の援助を受けたものである．記して感謝致します．

参考文献

(1) 水戸大輔, 副添孝明, 伊藤雅人, 渡邉睦: “人物内部状態推定のための瞬目度自動認識の研究”, 情報処理学会研究報告, 2005-CVIM-151, pp.83-90（2005）
(2) 小孫康平, 多田英興:“瞬目を指標とした「ハノイの塔」問題解決時の課題困難度と注意の評価”, 日本教育工学会論文誌, 24(1), pp.83-92（2000）
(3) 石垣尚男: “卓球ラリー中と剣道対峙中の瞬目”, 愛知工業大学研究報告, 第 40 号 B, pp.267-268（2005）

情報処理能力の向上と数理的学習の理解

金山　茂雄
Shigeo KANAYAMA
拓殖大学商学部
（経営経理研究所・言語文化研究所）
Faculty of Commerce , Takushoku University
Email: skanaya@ner.takushoku-u.ac.jp

あらまし：情報活用能力は、「収集、文責、整理・保管、表現、運用」である。そして、基盤力は、「論理」と「数理」の力及び「ＩＣＴ基礎知識」である。この基盤力がコアで、「情報活用力」「ビジネスフレームワーク」「モチベーション」「コミュニケーション」が「５つの基礎力」として社会人に求められる能力として位置づけられている。これらについて、検討・整理、分析を行い、考察した内容を報告する。

キーワード：学習者特性・行動分析　キャリア教育　連携型教育

１．ばじめに

世の中が先端的技術により高度化され企業のＩＣＴがより効率的な経営へとシフトした。それは情報化、国際化、グローバル化への対応である。その中心がＩＣＴであろう。また、今ではＩｏＴでもある。ＩＣＴの発達やデジタル化技術の進歩は、社会全体から個人に至るところまで影響を与え、広範囲に浸透している。高度な技術は、自分たちの身の回りにたくさん存在している。そして、その利便性だけでは計り知れない価値を生んでいる。

最近の話題には、「AI」が経営判断を支援することができるモノが開発された。2016 年 6 月 2 日、株式会社日立製作所が「企業の経営判断に活用できる人工知能（AI）を開発したと発表した」(2016 年 6 月 3 日朝刊､P.8)。20 世紀末にこのような情報システムが開発され話題になったことがある。それは DSS、MIS 等である。かつて、DSS は「企業経営者の判断支援」を行う一つとしての情報システムであったが、最終的には人間が判断することで、この情報システムは無意味な存在となった。同時に企業の業務システムが効率的に行い企業経営にとって助けとなる MIS も役に立たなくなり、今に至っている。

大学教育では、学術研究の高度化と人材育成・養成、社会の要請に適切に応えることが求められている。一般社会では、自分の人生において一生涯「生きていける力」が必要である。一般的にいわれている「キャリア教育」である。個人の能力の強化は、企業や国家、家庭の価値や社会倫理の後退を招く結果へと進んでいる。教育等高等機関も同様なことが言える。

2005 年からある調査を実施し、その結果から自己防衛や退避症候群の実態と状況等が分かりつつある。さらに、個人と社会の関係には、必要なコミュニケーションが必要である。最近の傾向では、コミュニケーションが以前より少ない。それは退避症候群に観られる情報を避けているからだと推察できる。また、コミュニケーションの欠如とも言える。「IT の活用と情報環境」に関する調査などの結果から「IT の活用と情報環境」の変化など、特に自己防衛や退避症候群の実態と状況等に対して、ある調査を実施し、その結果から「IT の活用と情報環境」の変化や、あるいはその中で、教育の質と量が問われていると考える。このことに関して、事例を含み報告するが、今回は、情報活用能力は「収集、文責、整理・保管、表現、運用」である。そして、基盤力は、「論理」と「数理」の力及び「ＩＣＴ基礎知識」である。この基盤力がコアで、「情報活用力」「ビジネスフレームワーク」「モチベーション」「コミュニケーション」が「５つの基礎力」として社会人に求められる能力として位置づけられている。これらについて、検討・整理、分析を行い、考察した内容を報告する。

２．　基礎的な力の向上と産業技術

現代の若者はこれからもコンピュータやその関連する道具を利用する機会が増えると推測される。今回は、社会と人間関係に的をあて、個人の存在と集団、さらに社会との関わりの中で個人のおかれている状況を把握（自己分析）するために、調査を実施し、その結果と前回までの関連性に関し、前々回報告した。そのなかで「プロジェクト組織形成の可能性」に関し、結論的ではないが、大学・高等教育機関や高等学校、特に、義務教育機関である小中学校には、いち早く「多機能性のあるプロジェクト組織」が必要である。それは、多様な社会、複雑化社会、様々な国の人たちといった項目と内容が挙げられる。もちろん、その国家のルールはあるが国際化となる

と国家のルールが変わる。いろいろな地域でいろいろなことが毎日起き、その対応に追われる社会なのである。そのために情報処理能力や活用能力等が必要である。

情報活用能力は、「収集、文責、整理・保管、表現（分かりやすく伝達する）、運用」である。そして、基盤力は、「論理」と「数理」の力及び「ＩＣＴ基礎知識」である。この基盤力がコアで、「情報活用力」「ビジネスフレームワーク」「モチベーション」「コミュニケーション」が「５つの基礎力」として社会人に求められる能力として位置づけられている。

企業事例からみると、大学等高等教育機関では社会で活躍し、あるいは貢献できる人材の育成に対し責任がある。そして大学が学生に対して「質の保証」は絶対的な重要なことである。だが、企業場合、「質」は「労働生産性＝仕事生産性」であり、「量」は「働き手の数」となる。つまり、教育の質を高めたその先は、実社会の仕事との関係となる。すなわち、仕事がどれだけできるか、に問われることになる。

日本企業にとっては、トップサイエンスによる新市場の開拓と製品開発への質的変化への対応に遅れが生じている。これはもはや企業組織の硬直化の現れであり、組織論の限界であろう。

独創的な技術に基づく新ビジネスの可能性は、経営陣、つまり組織が的確に様々な項目・内容に評価し行動する機会があまりにも少ないことである。自己成長への変革の必要性、想像力、創造性、独創性などや経済産業省が掲げる「社会人基礎力」が問われていることである。特に、企業社会では個人に対し強く求められ、能力の向上が必要とされている。社会が都市化され、周囲の環境が変化し「技術の進歩」の結集したものが多く見える。人の都市への憧れは、現実的に、都市の言葉のとおり、人間の過密状態を生み出している。このような都市環境は現代人のストレスなどの大きな要因、そして原因にもなっている。これらは情報としての産業構造の連関分析に大きく影響する。

３．様々な理解とその応用について

産業社会にとって、個人にとっても ICT は重要なものである。人間は知的な活動領域を拡げ、お互いの競争を通じて個人の能力を伸ばしている。個人の能力の強化は、企業や家庭の価値や社会に対する見方・考え方が変わる。また、経済の発展は情報社会にとって重要なものである。本研究のテーマに振り返ると文部科学省の「情報処理能力の向上」、経済産業省の「社会人基礎力」、双方の比較は難しいが「基礎力」をつけて「応用力」を養う。数理的処理は、様々な分野で利用されている。例えば、（１）企業経営（２）経済学（３）犯罪学など、である。

（１）　企業経営

企業経営では「在庫管理」「日程計画」「需要予測」、デパート・百貨店などである。

（２）　経済学

経済学では「経済成長」「景気変動」などある。

（３）犯罪学（）

犯罪学では「行動パターン」「興味度」「嗜好」などである。

その他には「気象現象」「交通渋滞」「分子生物」「遺伝子」「医療技術」にも利用されている。

そして、ほとんどが情報の処理である。空気のよう流れていく情報の獲得、整理、分類・分析、利用はこれからも欠かせないものであり、最重要な項目であり、分野であると考える。さらに、個人と社会の関係には、必要なコミュニケーションが必要である。最近の傾向では、コミュニケーションが以前より少ない。それは退避症候群に観られる情報を避けているからだと推察できる。これらが今後も増加の傾向であれば、そのための対策として利用されると考える。数理的処理の結果が表やグラフで描いたり、それを理解する力が必要と思われる。

数理的処理には、固有の価値基準をもち複数の基準の機能を使い、認識、種別するためのものでもある。また、画像処理やインターネット利用には十分に必要性があると考える。この点について、別途実施した実験調査などを利用して分析しその結果から論じたい。ただし、様々な分野・領域に数理的処理が利用され、何気なしに利用している我々は、真に数理的理論が社会全般に役立っているとは認識していないと思われる。

《参考文献》

（1）藪下,秋山他訳:”スティグリッツ　ミクロ経済学”,東洋済新社(2000)
（2）藪下,秋山他訳:”スティグリッツ　マクロ経済学”,東洋経済新社(2001)
（3）窪田,金山:”社会環境の変化と情報教育の対行動意識”平成 19 年度情報教育研究集会論文集,大阪大学(2007)
（4）窪田,金山：”情報教育と学部専門科目群との連携強化”,平成 18 年度情報教育研究集会論文集,広島大学(2006)
（5）漁田,真田他：”現代心理学”,酒井書店(1991)他
（6）経済産業省：http://www.meti.go.jp/policy/kisoryoku/kisoryoku_image.pdf
（7）読売新聞社：”厚生労働省調査”,読売新聞社,p.20,2007 年.
（8）窪田,金山:”情報処理能力育成と教育の質保証との関係”,教育システム情報学会全国大会(2011)

経理業務にむけた情報セキュリティ教育の考察
—クラウドサービスの利用に着目して—

Study of information security education for accounting operation
Focusing on the use of cloud services

木川　明彦[*1]
Akihiko KIGAWA[*1]
[*1] 宮城大学事業構想学研究科
[*1]Graduate School of Project Design, University of MIYAGI
Email: akihiko913@yahoo.co.jp

あらまし：近年、中小企業を中心とした経理関連業務におけるクラウドサービスの利用は一般化されつつある。それに伴い、情報セキュリティ上の課題も顕在化してきたように感じられる。考察の結果、使用する選択するネットワークや内部組織的な要因にクラウド運用の弊害があることが確認できた。また、こうしたことを考慮しつつ、学習内容を組み立てるべきだと結論付けた。
キーワード：クラウド，クラウド会計，ネットワーク，情報の公開と共有

1.　はじめに

近年、経理分野におけるクラウドサービス[1]の利用は一般的なものとなっている。クラウドの利用は、サービスの質や利便性を大きく高める一方で、未だに情報の漏えいや悪用といった様々なセキュリティ上の問題が指摘されている。そして、そうした問題の解決には、担当者の情報リテラシー能力が大きく関係していると考えられている。こうした観点から、大学教育の段階でどういった能力の育成が望まれるのか、考察したいと考えた。

従って、本稿では、クラウドサービスの利用者側の視点から、経理業務に関わる部分での情報セキュリティ上の問題点を整理し、大学教育への展開を考察する。具体的には、クラウドサービス利用に関する周辺環境を整理したのち、情報セキュリティ教育への考察に資するものとする。

2.　研究の対象

研究対象としては、中小規模の企業で利用されるAIS(会計情報システム)・クラウド会計ソフトに限定した議論を進めていくものとする。また、クラウド・API の利用に関しては、サービスの区分[2]は限定せず、包括的なサービスとして議論を進めていくものとする。

3.　クラウドの利用と分類

近年、会計業務とかく経理業務において、クラウドサービスの利用は、運用管理コストの削減の視点から、非常に好まれているように感じられる。

こうしたクラウドサービスを取り巻くネットワーク上の環境は大きく分けて以下の二つに大別される。（表 1）一つは、「自社でネットワークを有し、独自で個別性の高いシステムの利用」である。また、二つ目は「独自のネットワークは有せず、他社と共有し構築されたシステムの利用」である。特に、中小企業においては、パッケージ系のクラウド会計ソフトの利用が多く目立ち、最近良く耳にする‘Freee’や‘MF クラウド’といったサービスは後者に当たる。

表 1 クラウドの分類

	プライベート	パブリック
導入コスト	高い	低い
運用コスト	人材の確保が必要	運用コストはかからない
セキュリティ	高い	低い
事業規模	大規模	小・中規模

4.　クラウドの問題点と対応

クラウドの利用は、「情報という資産を外部に公開するという点」において、従来行われてきたアウトソーシングと形式として似た点がある。しかし、クラウドの利用は「ネットワーク上に情報がある」という点で、これまでの利用環境と大きな違いがある。言い換えるならば、パブリックであるならば、情報が手元から完全に離れてしまうということである。こうした中、サービス利用者は、自ら**公開している情報が、**適切に保護されているか、クラウド事業者がきちんと監査・監督しているかを確認しなければならない。

5.　中小企業が抱える問題点

パブリッククラウドは、クラウド事業者の管理下で、他の利用者とコンピュータ資源を共有するため、

[1]本稿では、クラウドを「サービスの区分は限定せず、ネットワークを通じ、情報処理サービスを必要に応じて利用する情報処理の仕組み」と定義する。また、クラウドサービス「クラウドコンピューティングを提供するサービス」と定義する。

[2] SaaS・IaaS・PaaS、などは区別せず、包括的に議論を進めていきたいと考える。

情報の機密性・完全性・可用性に関わる情報セキュリティについて一定の懸念がある。しかしながら、人が管理している以上、そこに介在する恣意性や故意といった疑惑は完全に排除できない。しかも、国内組織の情報セキュリティは、一定の規格[3]のもと運用され、情報セキュリティ対策については、自社対策よりも高度なセキュリティ環境にあると見ることもできる。しかし、そうした中、クラウドを導入できていない企業も少なからず存在していると耳にする。そうした企業の中には、自社のセキュリティポリシーとの不整合から機密性の高い財務情報を外部に預けられず、クラウドを導入できないという企業もあると報告されている[4]。こうしたことに対する経営者の理解は中小企業特有の議論になると考える。

6. セキュリティ上の課題

JIS Q 27002 は、ネットワークの企業内部構築と企業外部構築によって、潜在しているリスクが異なると報告している。前者の企業の場合は、自らリスクを認識し、それを直接的にコントロールすることができることに対し、後者の企業の場合は外部のクラウド事業者を介してリスクを認識し、間接的なコントロールしかできないということである。こうした手軽さが、クラウドのメリットであるが、一方では、自社においてセキュリティ対策を整える必要があると考える。具体的には、業務のうち基幹業務を自社内のネットワークで保管するなどの対策が必要であるということである。また、セキュリティの内容と少し異なるが、クラウド会計には、公開データの最終処分権に関しての議論も存在している。こうした場合の対策も必要である。このように、以前より円滑なクラウド運用がなされている現状にあるが、企業内部の取り組みも重要な課題であるように感じられる。

7. 本質的な課題

以上のことから、経理業務にむけたクラウドサービスの利用に関し、要点を整理できたと考える。要点を整理すると以下のようになる。
①情報の公開と共有に関する議論
②情報の操作性に関する議論
③データの不存在に関する議論
④ポリシーとの不整合に関する議論
である。①に、関してはクラウド固有の論点である。②に関しては、クラウドに関連したネットワークに関しての論点である。③に関しては、クラウドに限った議論ではない、一般的なエラーである。④に関しては、企業内部の組織的に要因である。以上のことを踏まえ、考察を進めていかなければならない。

8. 教育への展望

本章では、情報セキュリティ教育にむけての課題を考察する。一般的であるが、従事すべき仕事や役割によって、身につけなければならない能力に大きな違いがあると感じられる。また、現在のクラウドの利用を見てみれば、企業外部の課題より、企業内部の課題の方が大きいように感じられる。具体的に対策として、情報セキュリティポリシーを意識させる仕組みが必要だと考える。そうしたことからも大学教育においては、情報セキュリティ資格の取得やスタッフレベルに合わせた学習が有効であると考えられる。また、企業外部に関しては、クラウド事業者や公開対象に対する利害調整機能も考慮しなければならない。そうした視点も情報リテラシーとしてのセキュリティ教育の中で重要性が増してくるように感じられる。

9. 結語

以上のことから、クラウドの利用に関しての論点を整理できたと考える。現状、クラウド利用に関しては、ネットワークに大きな問題を含んでいないことを確認した。一方、利用者(企業内部や個人)の能力によってリスクが異なるという考察の結果である。とりわけ、クラウドの特性は「公開と共有」である、この課題に関しては今後も考察が必要であると考える。現在では、Fog コンピューティングや自立分散協調型のネットワークの構想も進んでいる昨今である。本稿では触れなかったが、クラウドのクロスボーダー化の議論もある。考察すべき対象は多岐にわたるが、今後の研究課題としたい。

主要参考文献

(1) (共)小泉直樹:“クラウド時代の著作権法”, 勁草書房, (2013)
(2) (共)梶田将司:“クラウド時代における教育学習支援環境の現状と課題”, 情報処理学会シンポジウム論文集 Vol.2014, No.2, pp.245 -252 (2014)
(3) 株式会社三菱総合研究所「中小企業等におけるクラウドの利用に関する実態調査　調査報告書」(平成 23 年 3 月，独立行政法人情報処理推進機構) www.ipa.go.jp/files/000014191.pdf
(4) 経済産業省「クラウドサービス利用のための情報セキュリティマネジメントガイドライン 2013 年度版」 http://www.meti.go.jp/press/2013/03/20140314004/20140314004-2.pdf

[3] JIS Q 27002（実践のための規範）
[4]株式会社三菱総合研究所「中小企業等におけるクラウドの利用に関する実態調査　調査報告書」

小中学生と保護者に対する携帯電話等の利用実態調査に関する研究

A Study on Actual Condition of Mobile Phone Usage for Elementary and Junior High School Students

阿濱　茂樹[*1], 阿濱 志保里[*2],天満　成志郎[*3],中田　充[*1]
Shigeki AHAMA[*1], Shihori AHAMA[*2], Seishiro TENMA[*3], Mitsuru NAKATA[*1]
[*1] 山口大学教育学部
[*1]Faculty of Education, Yamaguchi University
[*2] 山口県立大学
[*2] Yamaguchi Prefectural University
[*3] 山口大学大学院教育学研究科
[*3]Graduate School of Education, Yamaguchi University
Email: ahama@yamaguchi-u.ac.jp

あらまし：小中学生に対して情報安全教育を実施するために，小中学生とその保護者に対して携帯電話やスマートフォンなどの利用実態の調査を行った。調査は山口県内のある自治体の小中学校を対象とした全市的アンケートとして実施した。調査の結果，小学生および中学生の携帯電話等の利用実態は全国調査と類似した傾向であったが，保護者への啓発に関する実態などが地域ごとに特徴がみられることが明らかになった。
キーワード：情報モラル教育，利用実態調査，小中学生，保護者

1. はじめに

様々な情報メディアを利用した ICT 活用教育が広がりつつあるが，家庭生活や社会生活の中での利用に関する指導は十分に行き届いていないのが現状である。実際に，携帯電話やスマートフォンを用いた SNS（Social Networking Service）や動画投稿サイトの投稿記事に関わる児童・生徒のトラブルは日々の報道で取り上げられており，いじめや生活習慣の乱れなどの生徒指導における課題としても取り上げられている。そこで，児童・生徒の携帯電話等の利用実態の把握とともに，家庭における指導の実態を把握するために調査研究を試みた。

2. 調査方法

本研究における調査は，情報通信機器の利用実態を的確に把握することで情報モラル教育の充実を図り，児童・生徒に関わるトラブルを未然に防止することを目的として実施した。さらに，本調査では，児童･生徒の機器の所持や利用に関する実態に加え，児童・生徒の機器利用に対する保護者の認識，および，保護者自身の利用実態も把握することを試みた。

調査対象は山口県県央部に所在する市の市立小中学校に在籍する児童･生徒およびその保護者であり，各学校から小学校 2 年，5 年および中学校 2 年のクラスを 1 クラス抽出した。調査期間は平成 28 年 12 月から平成 29 年 1 月である。調査は，各調査対象群に合わせて作成した調査紙を，各学校の担任を通じて配布・回収する形で行った。なお調査紙作成にあたっては，内閣府の青少年のインターネット利用環境実態調査(1)やこれまでの防府市教育委員会実施の調査項目を参考にして項目を設定した。

3. 調査の結果と分析

本研究における調査結果のうち，携帯電話等の情報通信機器の所持率および利用時間，よく利用する機能の学年間比較をそれぞれ図 1 ～ 3 に示す。

図 1 に示すように，小学校 2 年生での携帯電話等の所持率は半数以下であるが，小学校 5 年生までの間に所持し始め，中学校 2 年生までに大半の生徒が所持していることが明らかになった。また利用時間については，小学校 2 年生の半数は 30 分未満が半数であるが，学年が上がるにつれて増える傾向が顕著であった。特に中学生になると 1 時間以上利用する生徒が半数以上になっていることが明らかになった。よく利用する機能については，いずれの学年でもゲームの割合が高く，メールや音楽・動画視聴やカメラ機能の利用なども利用されていることが明らかになった。また，インターネット検索や SNS は小学校 5 年生から利用始める児童が多いことが明らかになった。

保護者に対する調査結果として，下記のようなものが挙げられることが明らかになった。

- 子どもに持たせた理由は家族や友達との連絡用が一番多く，次いで防犯のために居場所などがわかり，安心できるが多く，子どもの安全・安心という理由である
- 利用時間や利用頻度の高い機能など把握している保護者が多い
- 多くの家庭でルールが決められている
- インターネットの危険性について説明を受けた経験は全国平均よりも低い
- 嫌がらせやトラブルなど困ったことがあった場合の相談先が明確に把握されていない

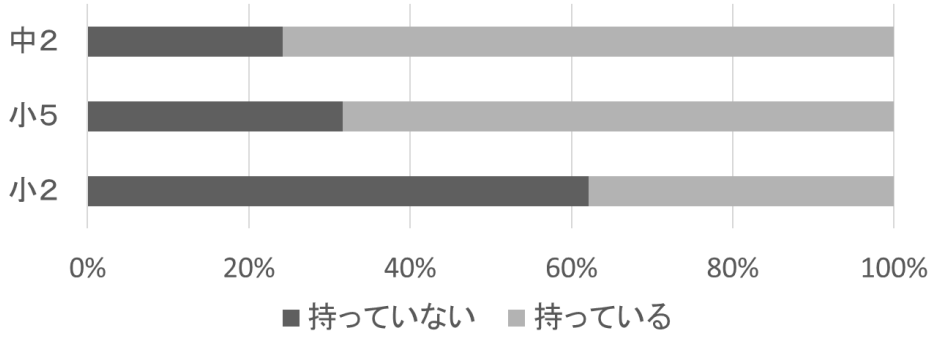


図１　携帯電話等の所持率の学年間比較

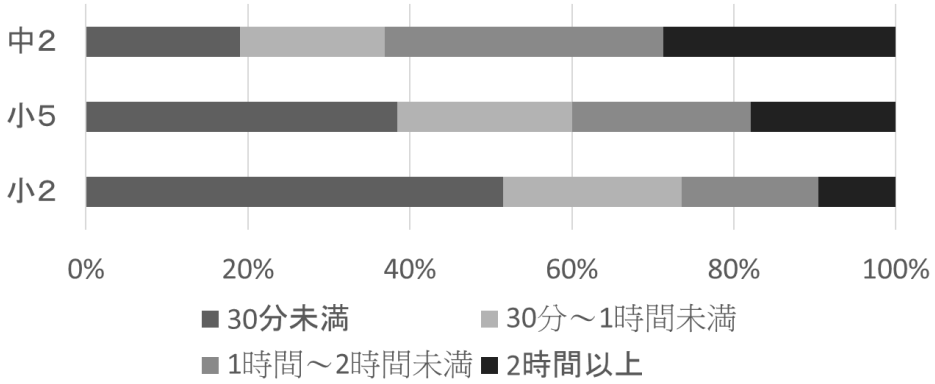
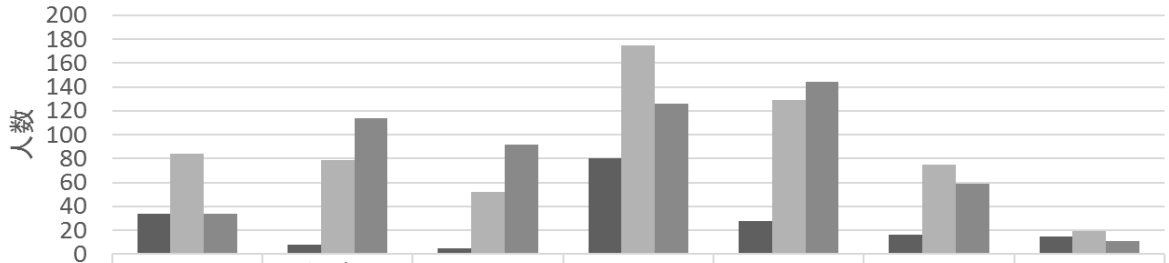


図２　携帯電話等の利用時間の学年間比較



	メール	インターネット検索	SNS	ゲーム	音楽・動画	カメラ	その他
小2	34	8	5	80	28	16	15
小5	84	79	52	175	129	75	19
中2	34	114	92	126	144	59	11

図３　よく利用する機能の学年間比較

4.　まとめ

児童・生徒および保護者の携帯電話等の利用実態調査を行い，児童・生徒の携帯電話等の所持率や利用時間は増加傾向にあり，その中でゲームや音楽・動画の視聴などが増加傾向にあることが明らかになった。また，保護者への調査結果から，子どもの利用実態の把握は進んでいるものの，情報安全に関する啓発活動が浸透していないことも明らかになった。

謝辞

本研究は，平成 28 年度委託研究（研究題目：情報モラル教育に関する委託事業）の一環で行われました。

参考文献

(1) 内閣府：青少年のインターネット利用環境実態調査 Web サイト（2017 年 3 月 5 日閲覧）
http://www8.cao.go.jp/youth/youth-harm/chousa/net-jittai_list.html

初年次の情報教育における リフレクションによる授業改善の試みとその効果

First- year Information Studies: A trial of the class improvement by the reflection and the effect

石野邦仁子[*1]，松山恵美子[*2]
Kuniko ISHINO[*1], Emiko MATSUYAMA[*2]
[*1*2] 淑徳大学総合福祉学部
[*1*2]Shukutoku University
Email:ishino@daijo.shukutoku.ac.jp

あらまし：淑徳大学千葉キャンパスでは，初年次の必修科目として情報教育を行っているが，国家試験受験，教員を志望する学生も多く，将来につながる情報教育の授業改善は必須の課題となっている．毎回の授業終了時に WEB アンケートシステムでリフレクションを行い，授業理解度について自己評価，学習内容の活用方法などをコメントさせ，より能動的な態度を養う授業改善を試みた．その結果と実際の成績を合わせて分析する．
キーワード：初年次教育，リフレクション，ルーブリック

1. はじめに

淑徳大学総合福祉学部の必修の初年次教育として，前期 2 単位の情報処理法（主に PC 基礎，Word 基礎），後期 2 単位の情報活用法（主に PowerPoint，Excel）を行っている．後期の授業を担当する筆者は，ルーブリック形式による事後学習課題評価表，WEB アンケートシステムを利用したリフレクションを実施してきた [(1)]．昨年の報告では，毎回の授業終了時にリフレクションすることで Excel の各機能の理解度を学生自身が自ら確認し，理解が足りない箇所を把握したうえで積極的に事後学習や改善策に取り組む効果がみられたが，同時に自己評価の低い学生へのサポートの必要性，Excel への苦手意識が払拭しづらい点が明らかになった．今回は，リフレクションの項目として，習得した Excel の機能を，自ら活用する具体例を記述させることで能動的な態度を養うなどの改善を試みた．さらに，課題のフィードバックの際には，理解できていないポイントについて個別にコメントを加える試みも行った．その効果について報告する．

2. リフレクションの実施

2.1 リフレクションの内容の改善

Excel の各機能の理解度について，「理解ができなかった」，「教科書を参照すればできる」，「資料を参照せずに自分なりに活用できる」，「機能や活用方法を他者に教えることができる」の 4 段階での自己評価を通したリフレクションを毎回の授業で行い，学生の理解度を把握し授業の進め方などに改善を試みてきたが，さらに授業での例題だけでなく学生自身の身近な生活のなかで，具体的に活用する内容を自由に記述させるという手法を取り入れた．実際に活用するイメージを持たせ，各機能を修得する必要性を感じることでより理解を定着させ，さらにはその記述内容により活用が的確であるか，理解が正しいかを教員が把握することも目的とした．また昨年までは，理解できなかったことを記述させていたが，「新たにわかったこと，できるようになったこと」を自分の言葉で記述させることを加えた．

2.2 リフレクションの方法

Google フォームを利用し，リフレクション項目となる選択肢を作成し，授業サポート用の WEB サイト内に公開した．授業サポートサイトは，各回の授業の事後課題，シラバス等の変更点の掲出，さらには授業での追加資料のダウンロード，質問フォーム等を備えており，欠席した学生にとっても閲覧できるスマートフォン対応で運用している．学生は，各回の授業終了時に，サイトにアクセスして回答を行う．授業時間内に回答ができなかった場合は，スマートフォンでアクセスし回答することも可能である．対象は 2016 年度後期の情報活用法を受講した 1 年生 4 クラス（約 100 名）である．

各回共通の設問として全体の理解度(10%～100%)とその理由，改善策，事後学習に要した時間は選択肢で，全体の感想などの回答欄は自由記述とした．

Google フォームには，テスト設問と採点機能も備わっているため Excel の機能を問う小テストなども含めた．採点結果は即時で表示され不正解の場合には，採点と同時に正解を示した．また模擬テストや小テストを行った際にはその正答率を自己評価させた．

3. リフレクションの結果

3.1 全体の理解度自己評価結果と実際の成績

授業全体の理解度の自己評価結果（15 回の授業の延べ数）と実際の成績の集計結果を以下に示す．

表 1 授業全体の理解度自己評価結果

N=1337	S	A	B	C	不可
理解度 10%	1	2	2	7	0
理解度 20%	3	9	4	10	0
理解度 30%	6	8	5	10	1
理解度 40%	25	24	24	20	1
理解度 50%	44	34	28	41	2
理解度 60%	56	44	26	46	1
理解度 70%	92	59	40	61	2
理解度 80%	96	66	40	51	1
理解度 90%	69	29	16	47	2
理解度 100%	43	25	37	54	0

成績評価は，毎回提出する課題と授業中の提出データが 6 割，授業最終回に行う実技テスト 4 割という配分で行っているが，前年との変化としては D（不可）評価が 1 名に減少した点である．

表２ 成績評価結果

成績	2016 年		2015 年	
S	34	30.36%	37	38.14%
A	24	21.43%	25	25.77%
B	19	16.96%	10	10.31%
C	34	30.36%	17	17.53%
D(不可)	1	0.89%	8	8.25%
合計	112	100.00%	97	100.00%

3.2 フリーコメントの分析

昨年度の結果から，Excel に対する苦手意識の払拭が課題となっていたが，今回フリーコメントの中からネガティブ表現とポジティブ表現を抽出，分類し集計を行った．

表３　フリーコメント集計結果

授業回数	主な学習内容	ポジティブ率
Excel1	基本操作(条件付き書式含む)	39.0%
Excel2	基本数式・基本関数・印刷	60.4%
Excel3	基本グラフ	62.0%
Excel4	応用グラフ(2 軸・複合グラフ)	60.2%
Excel5	復習テスト　データベースの基本	50.0%
Excel6	数式(絶対参照)	65.7%
Excel7	関数(Round・Rank 等)	68.0%
Excel8	関数(Countif・Sumif 等)	41.2%
Excel9	関数(IF・AND・OR 等)ネスト含む	23.4%
Excel10	関数(Vlookup 等)If ネスト	32.4%

ポジティブ表現の具体例としては，「理解度が高まった」「実用性があり面白い」「とても便利」「学べてよかった」「知れば知るほど楽しい」「集中して取り組めた」などである．

ネガティブな表現としては，「難しい」「ついていけない」「苦手」「進むのが早い」などである．

機能の便利さを感じてはいるものの、操作の面や問題のとらえ方（考え方）が難しいと感じる学生も多く，後半の授業で小テストなどを行うと，ポジティブな表現の割合が減少している．このことから Excel に対する苦手意識の払拭には，基本的な数的処理へのリメディアル教育を含めた手法が必要だと考える．

3.3 リフレクションの効果について

毎回の授業後のリフレクションで授業内容を再認識することにより，その後の授業や事後学習への取り組みに効果あったとする回答は 8 割以上に上った．

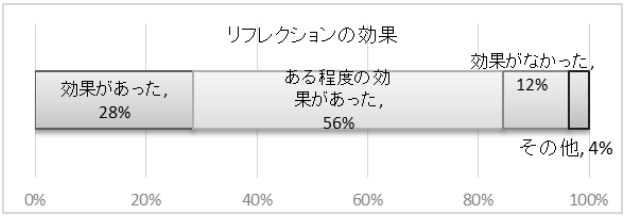


図１リフレクションの効果集計グラフ

PC 関連の資格取得に関する設問についても，8 割近くが取得を希望しており，意識の向上に繋がった．

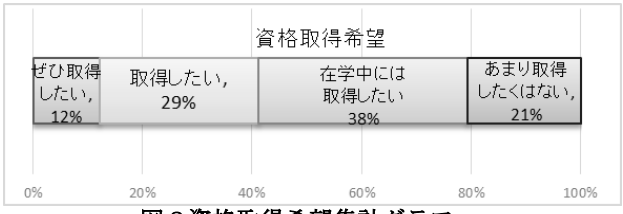


図２資格取得希望集計グラフ

4.　まとめ

毎回の授業終了時にリフレクションを行った結果をもとに，理解度の低かった機能や、自己評価の低い学生を把握し，事後学習課題のフィードバックの際には理解不足の点や誤って理解している機能について、個別のコメントを行うなどの改善を行った．授業に出席し課題提出をこなしている学生は，ほぼ全員単位を取得し，再履修者を最小限にとどめることとなり，初年次の必修科目として一定レベルのスキルを身に付けさせることができたと捉えている．

フリーコメントには Excel の機能に対して、自分なりに活用するイメージをもったコメントが多くみられているにも関わらず，PC が不得意であるとの回答は 7 割近く，Excel が苦手であるという回答も 5 割近くあり，今後さらに高度な内容のスキル，資格を目指せるカリキュラムを実施するなどの授業改善を進めていくうえで課題が残っている．スマートフォンの普及により学生にとっては日常生活では PC の必要性が低くなり，家庭での PC 所有率が下がっているなか，大学の授業でスキルアップを図るにはリメディアル教育の要素を含めた教育手法など，さらなる工夫が必要となると考える．

参考文献

石野邦仁子，松山恵美子，「初年次の情報教育におけるソフトウェアの理解度に関する自己評価」，『第 41 回教育システム情報学会全国大会　講演論文集』，2016 年

情報関連法改正と大学における情報セキュリティ教育の現状と課題

Problems of information security education at universities due to Revision of the Internet related Law

木川 裕
Yutaka KIGAWA
武蔵野学院大学国際コミュニケーション学部
Faculty of International Communication, Musashino Gakuin University
Email: yutaka.kigawa@u.musa.ac.jp

あらまし：情報系授業を学ぶ学生に対し，情報セキュリティ・情報法教育を行うことは一般的になってきており，以前と比べ，講義内容も随分と充実してきているようである．しかし，社会状況の変化に伴い，情報法の分野ではさまざまな法改正が行われており，それに対応した教育が行われているとは言い難い状況にある．本稿では，いくつかの大学でのアンケート調査をもとに，法改正への対応とそれに伴う情報セキュリティ教育のバージョンアップの必要性について検討するものである．
キーワード：情報法，個人情報保護法，法改正，情報セキュリティ，情報倫理

1. はじめに

コンピュータやインターネット，最近ではスマートフォン等の携帯型端末の爆発的な普及によって，我々の情報環境は大きく変わってきた．それまでの法律では対応できない状況も次々と明らかとなり，それに伴い，いくつかの法改正も行われてきた．

たとえば，平成 17 年 4 月に施行された個人情報の保護に関する法律（以下，個人情報保護法）も約 10 年ぶりに改正され，平成 29 年 5 月 30 日から全面施行される．

また，平成 26 年 11 月 27 日には，私事性的画像記録の提供等による被害の防止に関する法律，いわゆるリベンジポルノ防止法が施行されたことも記憶に新しい．加えて，凶悪犯罪に発展するケースが目立悪質なストーカー行為を防止するために，ストーカー行為等の規制等に関する法律（ストーカー規制法）が改正されている．この改正で，ストーカー行為の対象に SNS が付け加えられる等，一部[1]は平成 29 年 1 月 3 日より施行されている．

ところで，大学で情報系授業を学ぶ学生に対して，情報セキュリティや情報法教育を行うことは一般的になってきており，講義内容も随分と充実してきているようである．しかし，このように比較的短期間の間にいくつもの法改正が行われており，情報法の範囲を網羅して学習することは，法学部などで専門的に学習していく以外に対応することは非常に難しい．

これからも社会状況の変化は続いていき，それに伴い，情報法や情報セキュリティ等の学習範囲はさらに拡大していくだろう．そうだとすると，それらに対応した教育を一般的な情報科目の講義中で実施していくことは可能なのだろうか．

本稿では，法改正への対応やそれに伴う情報セキュリティ教育を一般的な情報科目で実施していくにはどうしたらよいか，いくつかの大学でのアンケート調査をもとに，その方法について検討するものである．

2. 最近の法改正

前述したように，この 2,3 年の間にもいくつかの法改正が実施されている．

2.1 個人情報保護法改正

平成 27 年 9 月 9 日に個人情報保護法の改正法が公布され，すでに 5 月 30 日より全面施行されている．

本来，個人情報保護法は，個人の権利保護と個人情報の有用性のバランスを図るための法律であるため，第 4 次産業革命により今後 AI，IoT の一層の普及が想定される中，パーソナルデータを含むビッグデータの適正な利活用のための環境整備の必要性も考慮され，本改正において一層情報の利活用が図られることとなった．

個人情報保護法では，個人情報，個人データ，保有個人データの 3 つについて，その扱いを定めているが，本改正では，今まで不明瞭であった個人情報の定義が 2 条で明確化され，身体的特徴等の「個人識別符号[2]」を含むものも個人情報と定義し，さらに

[1] 差し迫った危険がある場合，事前の警告がなくても公安委員会が加害者に禁止命令を出せるようにするなど，禁止命令の仕組みを見直すなどの改正は平成 29 年 6 月 14 日に施行される予定．

[2] たとえばオンラインサービスで氏名を登録せず ID で登録・利用している場合，当該 ID も特定個人を識別することができる情報となりうる．また，顔認証技術により，撮影された映像から抽出された顔認証データで管理されれば，氏名が不明であっても，特定個人を識別可能な情報に該当する．

「要配慮個人情報[3]」を新たに定義することで，その取扱いに関する規定を整備した．

また，これまでは過去 6 か月以内に 5,000 人を超えない個人情報しか持たない小規模取扱事業者は個人情報取扱事業者としての義務を負わなかったが，この規定が廃止され，扱う個人情報の規模に関わらず適用されることとなった．

2.2 リベンジポルノ防止法の施行

プライベートに撮影した裸体写真が流出し，問題となるケースが後を絶たない．過去の交際相手が，嫌がらせ目的で写真を公開する「リベンジポルノ」と呼ばれる行為も問題となっている．

平成 25 年 10 月 8 日に，三鷹市の女子高生が元交際相手にストーカー行為を受け，殺害された事件[4]を契機に，平成 26 年 11 月 27 日には，私事性的画像記録の提供等による被害の防止に関する法律（リベンジポルノ防止法）が施行されている．

2.3 ストーカー規制法改正

ストーカー規制法は埼玉県桶川市で女子大生が殺害された事件を機に成立し，平成 12 年 11 月に施行され，新しい事件が起こるたびに改正されてきた．

たとえば，芸能活動をしていた女子大生が東京都小金井市で刺され重体となった事件では，逮捕されたファンの男が Twitter で執拗にメッセージを送っていたことが明らかとなり，SNS を利用したストーカー行為について法改正が行われている．

改正前は，執拗な面会の要求や電話・メール送信など 8 つの行為について警察が相手にやめるように警告することができ，また，逮捕することもできるが，Twitter や Facebook など SNS への書き込みは規制法には明記されておらず，これについては法の不備も指摘されていたが，この事件を受け，法改正が行われ，平成 29 年より施行されている．

この改正法では，対象行為を確認した場合，警察の警告なしで行為の禁止を命令できる制度も設けている．また，罰則の上限を「懲役 6 月または罰金 50 万円」から「懲役 1 年または罰金 100 万円」へ引き上げ，被害者の告訴がなくても起訴できる「非親告罪」とすることも定めている．

3. アンケート結果

情報法及び情報セキュリティ教育に関するアンケートを，4 年生大学の学生 168 人を対象に実施した．学部内訳は，法学部 89 名，文学部 79 名である．

設問は現在までに受講した情報セキュリティ等の講義の状況と改正法等に関する知識，さらに現状の情報セキュリティ教育等に関する意見等である．

今回の調査では，改正等に関して正確に理解している学生は非常に少なかった．特に，個人情報保護法については最近の改正でもあり，ほとんどの学生が知らなかった．

それぞれ学生は，すでに情報セキュリティ等の教育を受けているが，安全に利用するためのネチケット等を中心としたものであり，細かい法律や改正等の知識を一般の情報教育講義内で扱うことには無理がありそうである。学生の自由回答にも，「情報系授業外で，情報法や情報倫理を扱う時間を増やしてほしい．現在の法学部のテキストですら情報倫理を取り扱うのはせいぜい 3,4 ページほどであり，十分に理解するのは難しい」，「法学部以外の学生が，一般の情報倫理教育などで，法律を理解することには限界がある」などの意見や，「法律は難しいので，ネットを学ぶ上での最低限のマナーだけを学べればいいと思う」という意見があった．

4. 今後の課題

今回の調査では，情報倫理等のネチケット部分については現行の講義の中での説明やその他の e ラーニング教材等による学習である程度の効果が期待できることがわかった．

しかし、法学部の学生を含めても，特に専門ではない法律の法改正には対応しておらず，改正等に伴うバージョンアップ方法の必要性を感じた．学生として直接的には必要性は感じない情報法であっても，社会に出て，実務的に取り扱うケースもあるだろう．また，法を知ることが，犯罪抑止効果を生み出すこともあるだろう．

今回の調査を参考に，今後は効果的な教育方法を検討していきたい．

参考文献

(1) 小川久仁子: “改正個人情報保護法の施行に向けた最新動向”，JIPDEC シンポジウム講演レポート，(2016)，https://www.jipdec.or.jp/library/report/
(2) 稲毛翼，岡本桃香，岩田滉城,久保木涼太,木川裕: “ストーカー規制法改正案と代替的アプローチの必要性”，国際 ICT 利用研究学会第 1 回全国大会論文集，(2016)

[3] 「人種，信条，社会的身分，病歴，前科・前歴，犯罪被害情報」，「その他本人に対する不当な差別，偏見が生じないように特に配慮を要するものとして政令で定めるもの」を規定し，取得及び第三者提供について原則として本人の同意を得ることを義務化している．

[4] 2016 年 3 月 15 日に東京地裁により懲役 22 年の判決が下されている．

血液透析における穿刺技術の教示システムに関する研究

Training System for Dialysis Puncture Technique in Hemodialysis

金平 蓮[*1], 大橋 篤[*1], 山崎 一徳[*1], 藤本 英雄[*2]
Ren KANEHIRA[*1], Atsushi OHASHI[*1], Hideo FUJIMOTO[*2]
[*1] 藤田保健衛生大学・医療科学部
[*1] School of Health Sciences, FUJITA Health University
[*2] 名古屋工業大学
[*2] Nagoya Institute of Technology
Email: kanehira@fujita-hu.ac.jp

あらまし：本研究では臨床工学の学生を対象として穿刺技術の操作教示に着目した。人工透析の治療において、穿刺針を患者の血管に刺すとき、針の持ち方や入針角度や軌跡および操作力の確実さが要求される。しかし、授業と実習での限られた時間の中ではこれらをすべて習熟するのは困難である。本論文では操作力の定量化を行い、力覚フィードバック装置を用いて実際の穿刺に近い感覚を PC 上に再現し、繰り返し訓練できるシステム環境を構成した。学習者が穿刺力を体験することによって、入針速度や操作力等の理解を深め、繰り返し練習でき、リアルタイムで操作評価を受け、訓練効果の向上を図った。
キーワード：教育訓練システム、マルチメディア支援、スキル学習、動作教示、臨床工学

1. はじめに

近年 ICT 技術を中心としたマルチメディアを用いた e-ラーニングシステムの開発と応用が注目されている(1)。また、臨床医学において、情報と工学の先端技術を活用した臨床工学への支援も検討されつつある。本研究では、医療機器の操作法提示を中心とした教育訓練支援システムの構築を目指している(2)-(3)。しかし、操作訓練において一般的な E-learning を利用した知識の学習に対して、操作訓練の支援方法はまだ確立されず、しかも操作という経験知、身体知は，形式知に比べ，言語で知識を共有することが難しいという特徴がある(4)。そこで、本論文では、臨床工学の学生を対象として穿刺技術の操作教示に着目した。人工透析の治療において、穿刺針を患者の血管に刺すとき、針の持ち方や入針角度や軌跡および操作力の確実さが要求される。本論文では操作力の定量化を行い、力覚フィードバック装置を用いて実際の穿刺に近い感覚を PC 上に再現し、訓練システムの環境を構成した。学習者が穿刺力を体験することによって、入針速度や深さ及び操作力等の理解を深め、繰り返し練習でき、リアルタイムで評価を受け、訓練効果の向上を図った。

2. 人工透析及び穿刺操作

人工透析とは、腎臓が使えなくなった人の為に血液を体外循環し、ダイアライザー(dialyzer)を通して、血液を浄化することで、通常一日置きに 4 時間かけて血液を浄化する。

透析治療には血管に針を刺す“穿刺”(puncture)と呼ばれる作業が伴う。穿刺は脱血用と返血用の穿刺針がそれぞれの特別血管シャント(shunt)に挿入することである。血管は皮下を走行し、位置や形は様々で、直接目視できない状況で血管を把握し、穿刺角度や深さなどを判断しなければならない。そのため、穿刺は注射よりも危険度が高く、刺しどころを誤ると出血が止まらなくなり、医療事故になることもあり得るので、穿刺技法は透析治療において重要な操作技術の一つである。

上述のように透析業務において、穿刺技術は正確さ、熟練度などが要求される。しかし、臨床工学科の臨床実習において学生が人に対し、穿刺を行うことは不可能である。臨床現場でも穿刺を行うことに対し、不安を感じ、穿刺用教育支援システムを活用したい人が多いが、このような支援システムはまだないのが現状である。本研究ではこれらの問題を解決するため、穿刺用教育支援システムを提案し、穿刺技術が練習できるような「操作法教示」支援システムを試みた。

3. 穿刺技術の教育訓練システム

3.1 システム構築のアプローチ

本研究の先行研究では、穿刺角度や入針軌跡の教示システムが提案され、教育訓練の効果が確認されたが、穿刺の操作感覚を提示できるシステムがまだできていない。本論文では穿刺感覚(反力)が体験できる「操作力教示」システムをターゲットとした。そこでコンピュータの VR(virtual Reality)空間において学習訓練の環境を構成し、実機なしでも穿刺の操作感覚(反力)を繰り返し練習できる教育訓練システムを作成した。力覚フィードバックできるデバイス Phantom を利用できる PC 環境を設定し、VR 腕モデルと穿刺システムが作成された後に、教示指標として反力教示データを設定した。そこで操作感覚、入針角度、挿入方向及び深さの提示を行い、穿刺技術の教示支援システムを構成した。

3.2 操作力教師データの設定

学習者にリアルタイムで正誤判断を提示できるシ

ステム構築にあたって教示用教師データが必要である。そこで、まず熟練技士の操作を記録と解析および定量化することによって、操作訓練の指標を決定した。穿刺操作感の抵抗値として皮膚の反力を 0.3N、血管壁を 0.2N~0.6N、下部の血管外を 0.4N と設定した(図 1)。

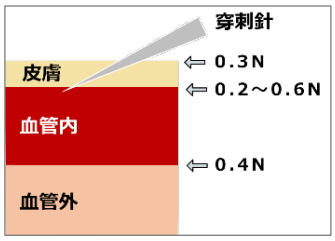


図 1　操作反力の設定

実空間の穿刺操作と対応している VR 空間での穿刺針の角度や距離の判定を分かりやすくするため、VR 空間において簡易な腕のモデルを作成し、皮膚、血管内、血管外の３層を作り、その中で反力を加えた。老若男女の血管、人工血管などを再現するために、３層それぞれで反力や血管径を変更できるように設定し、実際の穿刺に近い感覚のフィードバックを実現した。

3.3　教育支援システムの構成

本研究では Phantom を使用するにあたって OS は ROS(ロボットオペレーションシステム)に適用できる Ubuntu を選択した。作成された教示データおよび穿刺用 VR 腕モデルを用いて、穿刺技術の教育支援システムを構成した。図 2 にシステムの構成図及び操作と情報の流れを示している。

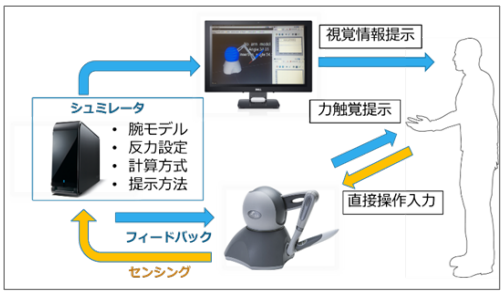


図 2　教示システムの構成と情報の流れ

本システムを利用する際、穿刺動作の一連の流れを電子教本で学習者に教示を行う。その後、学習者が練習用デバイス Phantom を用いて PC 空間にある腕モデルに穿刺操作を行う。学習者の直接操作に対して、Phantom から穿刺の反力感覚を提示する。同時に入針角を数値とグラフで表示し、穿刺過程でどの層まで到達しているかを文字と色で表示することで、自分の穿刺操作を確認することができる (図 3)。このように入針距離、入針角度を確認しながら操作力を繰り返し体験することで、穿刺技術の向上とつながる。

3.4　システムの検証実験

本システムの有用性を検証するために、本学科の教員 1 名、男生 11 名、女性 4 名、計 16 名に協力してもらい、構成されたシステムを用いて検証実験を行った(図 4)。それぞれの受験者が実操作の後アンケート調査を回答してもらった。

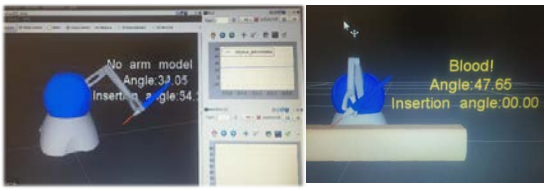


図 3　穿刺操作の教示画面

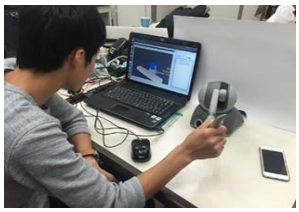


図 4　操作訓練の検証実験

アンケート調査において、穿刺体験ができたか？臨床に出る前に本システムを利用したいか？などの設問があり、用意されたそれぞれの質問に対して 5 段階評価をしてもらった。教員に実際の穿刺感覚を再現できていると評価して頂いた。90%の学生からは穿刺感覚の体験ができ、技術の向上につながるなどのポジティブな意見を得ることができた。

4.　まとめ

本論文では、人工透析における穿刺操作を取り上げ、操作法の教示を中心とした教育支援システムの構成を行った。本研究では今までなかった穿刺の感覚(操作力)を体験できるシステムを構成し、穿刺の操作力及び入針角を確認しながら繰り返し練習できることを実現した。また検証実験によってシステムの有効性を確認した。

今後の課題としては腕モデルをシャントや血管の走行まで忠実に再現、反力提示を 3 層だけではなくもっと細かく設定し、感覚フィードバックを実際の穿刺に限りなく近づけて、より有用性の高い教示支援システムにすることである。

謝辞 : 本研究の一部は JSPS 科研費 17K01441 の助成を受けたものである。

参考文献

(1) Education IT Solutions EXPO, (2017) http://www.edix-expo.jp/
(2) Kanehira, R. et al.: Education and training environments for skill mastery, Multimedia and Signal Processing, Springer, pp.451-458 (2012)
(3) Ren Kanehira, Kazinori Kawaguchi and Hideo Fujimoto: Research in the training system for operation of Heart-lung machine, Proceedings of 12th International Conference on Fuzzy Systems and Knowledge Discovery, ISBN: 978-1-4673-7681-5 IEEE, pp.2512-2516, (2015)
(4) K. Furukawa, (Science of knowledge) Skills Science Introduction: Approach to the elucidation of human skill, Ohmsha (2009)

介護士のコミュニケーション・スキル向上を目的とした リフレクション方法の検討

A Reflection Method for the Communication Skills Improvement of the Care Staff

町島希美絵[*1]，大島千佳[*1]　中山功一[*1]
Kimie MACHISHIMA[*1], Chika OSHIMA[*1], Koichi NAKAYAMA[*1]
[*1]佐賀大学大学院工学系研究科
[*1]Graduate School of science and engineering, University of Saga

Email: knakayama@is.saga-u.ac.jp

あらまし：介護老人保健施設で働く介護士のコミュニケーション・スキル向上を目的とする．自己リフレクションを促すシステムを提案し，それを用いた介入事例を報告する．介護士が利用者の居室にいる間のやり取りを自動録音する．介護士は，録音された音声を勤務時間中に再生する．介護士は，約 3 か月間，音声の録音と再生を行った．介護士は，自己の音声を聞くことで，日頃の会話傾向に気づくことができた．
キーワード：リフレクション，継続教育，コミュニケーション・スキル

1.　はじめに

高齢者の介護施設においては，専門性を高める基盤となる人手や人材が不足しており [1]，資格や経験がないまま利用者の世話を行っているスタッフは少なくない．そのため，入職後，個々の施設での現任教育制度のもとで，働きながら必要なスキルを獲得することが必要である．そのような OJT(On the Job Training)を支援する情報システムが求められている．

本研究では，支援者/介護者側に必要なスキルのうち，コミュニケーション･スキル [2]に焦点を当てる．このスキルは，対人サービスを行うすべての職において共通な，基盤となるスキルである．感情や表情から相手の意向を推測するスキルや，相手に伝わるように簡潔にわかりやすく説明するスキルなどが含まれる．

今回，ひとりの介護職員に利用者とのやり取りを録音したものを繰り返し再生し，リフレクション [3]を促すことで，他者から指摘される場合と比べて，自己の学習力を高められ，コミュニケーション・スキルの向上につながるのではないかと考えた．介護職員が時間の経過とともに自分で実感し気づいた点について報告する．

2.　研究方法

2.1 被験者

A 市にある介護老人保健施設 B で働く 20 代の男性介護職員 1 名である．

2.2 調査方法

特定の利用者 1 名と被験者とのやりとりを録音し，業務時間中に，被験者はひとりで音声を再生する．

被験者は，フェイスシート（質 1）および自記式質問紙調査（1：あてはまらない～4：あてはまる）に音声録音前後/再生前（質 2），音声再生後（質 3）に回答する．筆者が被験者に半構成的面接調査を行う．

2.3 調査期間

被験者単独による録音・再生は 2017 年 2 月 4 日～2017 年 4 月 20 日に行われ，面接は 3 月 24 日（1 回目）と 4 月 22 日（2 回目）に行った．質問紙調査は，1 月 28 日・2 月 4 日・2 月 24 日・4 月 22 日に計 6 回行った．

2.4 実験方法

被験者が利用者の個室に入室してから退室するまでの音声を自動的にスマートフォンで録音する（図 1）．入退室の検知にはドアの上に取り付けたビーコンを用いる（図 2）．

図 1 実験の様子の概念

図 2 ビーコン設置例

被験者は，ヘッドセットを装着し，録音した音声

を勤務時間中の都合の良い時に再生する．被験者の音声は合計 18 日録音され，初回のテスト再生を除き，被験者は夜間勤務時に，1 回 30 分程度で，計 7 回聴いた．なお，本研究は，佐賀大学倫理審査委員会にて，承認を得て実施した．

3.　結果

3.1　質問紙調査の結果

11 項目は，すべて 1~4 の自己評価得点として点数化した．11 項目のうち，あてはまらない方が好ましい「指示語をよく使う」「医療用語をよく使う」「略語をよく使う」の 3 項目は，1:あてはまる～4:あてはまらないとし，それ以外の 8 項目は，1:あてはまらない～4 : あてはまるとした．質問紙項目の自己評価得点を表に示す（図 3）．これらの結果から，11 項目のうち, 4 項目において, 自己評価得点が下がった．特に，音声再生前-後で得点が下がった項目は，「適切な早さ」「利用者の発言を引き出そうとする」の 2 項目であった. 逆に, 調査開始時と終了時において, 4 項目が上昇した．また，3 項目に変化がみられなかった．

3.2　面接およびリフレクションの結果

筆者は，面接時に，被験者が他者評価により影響を受けないように，筆者が感じたことや考えたことについては伝えなかった．

1 回目の面接では，その場での再生は行わず，被験者が今まで再生した中で気づいた点を挙げてもらった．被験者は，自分が思ったよりも早口であることに気づいたが，早口にならないよう気をつけようと思っても，時間が経つと忘れてしまうと発言した．

2 回目の面接では，9，18 回目の音声を 2 度聴き比べた．まず被験者は，以前の再生で早口である点に気づいたため，早くならないように心がけていたと発言した．4 月 22 日の 1 度目の再生時にはそのまま聴き，2 度目の再生時には質問紙の項目を見ながら聴いたところ，「適切な早さ」において，1 度目と 2 度目の自己評価に相違点がみられた（図 3）．

4.　考察

被験者単独の再生/リフレクションでは，無言であったかどうか，言葉の中に指示語が含まれていないか等の音声を聴きながら，質問紙に基づいて比較的容易にチェックできる項目と，聞き取りやすさ・適切な音量や声の高さ等，基準が明確でなければ自己評価につながらない項目があることがわかった．また，「親しみを込めた口調」「利用者の発言を引き出そうとする」等の自己のリフレクションだけでは正確な自己評価につながりにくい項目があることがわかった．しかし，音声再生時に，被験者が自ら気がつき，改善しようと考えた項目については，再生－リフレクションを繰り返す度に，自己評価に影響を与えやすいことがわかった．

以上の点を踏まえ，自己リフレクションを促すためには，コミュニケーション・スキルの自己評価基準でチェックしながら音声を再生する．また，利用者の特徴を考慮した話し方モデルと自己の話し方を比較できるような分析ツールを作成し，定期的に評価する．さらに，被験者が自己リフレクションで気づいた点を忘れずに，次回の利用者との会話に生かすためには，気づき内容を表示し，視覚的/聴覚的に訴えるような工夫が必要である．

5.　おわりに

音声再生時に気づいた点を活かし，継続的，かつ効果的なリフレクションを促せる方法として，コミュニケーション・スキルの自己評価基準を作成すること，話し方のモデルと自己とを比較できるような分析ツールについて検討した．

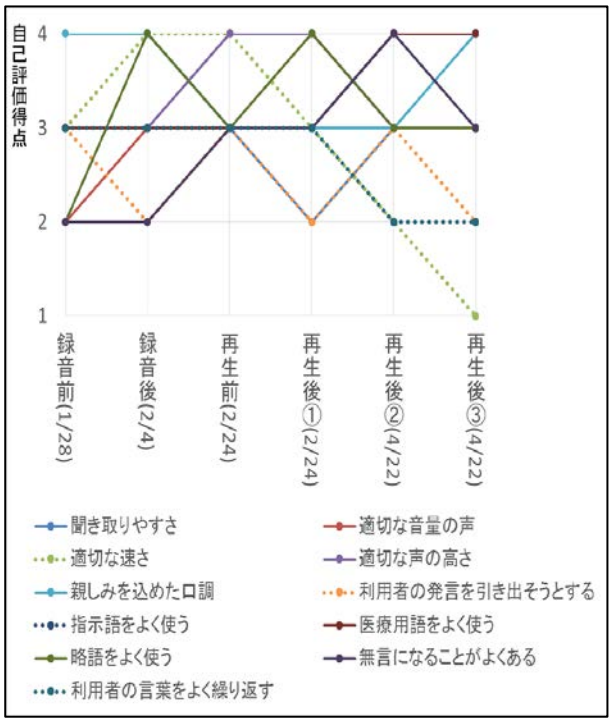


図 3 調査期間中の質問紙項目自己評価得点

6.　参考文献

(1) 大竹恵子：介護福祉士の介護分野での就業に関する現状と課題，同志社政策科学研究，第 18 巻，1 号，pp39-52,（2016）

(2) 宮堀真澄，澤井セイ子，佐藤怜他：特別養護老人ホームにおける介護職員の社会的スキルに関する研究，日本赤十字秋田短期大学紀要 第 8 号，pp.31-39,（2003）

(3) 小森谷浩志：内省の作法：生命的躍動感に満ちた個人と組織を目指して，企業と人材，第 45 巻，996 号，pp.62-64,（2012）

注射技術評価の数理モデル化と看護教育への応用

Mathematical Modeling of Injection Technique Evaluation and Its Application to Nursing Education

松田 健[*1], 真嶋 由貴恵[*2], 大谷 康介[*3]
Takeshi MATSUDA[*1], Yukie MAJIMA[*2], Kousuke Ootani
[*1] 長崎県立大学情報システム学部情報セキュリティ学科
[*1]Department of Information Security, University of Nagasaki
[*2] 大阪府立大学
[*2]Osaka Prefecture University
[*3] 合同会社 binary lab
[*2]Osaka Prefecture University
Email: tmatsuda@sun.ac.jp

あらまし：注射技術を解説する教育コンテンツは，従来通りの教科書による解説のほか，動画を用いたものも公開されており，技術のコツを分かりやすく解説する様々な試みが行われている．しかしながら，襲来のコンテンツを用いて，誰にでも分かりやすい手技を評価するための指標を作ることは困難である．本研究では，実データに基づいた注射技術における手技を評価する数理モデルについて検討する．
キーワード：注射技術，評価，教育コンテンツ，数理モデル

1. はじめに

厚生労働省がまとめている医療事故情報[(1)]によれば，与薬（点滴・注射）に関する事例が重要事例情報として最も多かったことが報告されている．注射技術については，職場復帰をする医療従事者の中にも不安を抱える方もいるため，日本看護協会[(2)]などの施設においてシミュレーターを用いた練習メニューが提供されている．教育現場に目を向けると，注射技術教育に関する研究は皮下注射や静脈注射，筋肉注射など，様々な報告が存在する．このような注射技術を文章で説明することは困難であり，動画による解説でさえも細かな技術までコンテンツを見るだけで習得することは容易ではない．著者らは，このような注射技術のコツを，手技実施時の注射器を持つ手の指骨の 3 次元座標データを取得したり[(3)]，刺入時の血管固定のための皮膚伸展の圧力分布を計測したりする[(4)]などして，データとして表現する方法について検討している．本研究は，文献[(3), (4)]のデータ取得の様子を記録した動画データの中から，腕モデルに対して採血技術の手技を行なっている時の刺入時の画像データを切り出すことで，実務経験のある熟練者と，注射技術実施手順を習得済みの学生のデータを比較し，それぞれのデータに現れる特徴について報告する．なお，刺入時の注射針の状態の特徴については文献[(5)]で報告しているが，本研究では注射針の付近の皮膚における特徴について考察し，今後の数理モデル化について検討する．

2. 対象データ

本研究では，腕モデルを用いて採血の手技をシミュレーションしている際の画像データを分析する．分析にしようする画像データは図 1, 2 のようなものである．

図 1 刺入時の画像 1 [文献(5)より引用]

図 2 刺入時の画像 2 [文献(5)より引用]

図 1 と図 2 の違いは，この 2 つの画像を比較することで分からなくもないが，次に示す図 3 と図 4 を見

ればその違いが明確に区別できるものと考えられる．

図 3 刺入時の 2 値画像 1 [文献(5)より引用]

図 4 刺入時の 2 値画像 2 [文献(5)より引用]

図 3, 4 は，それぞれ図 1, 2 の 2 値化画像である．図 1 と図 2 の画像を見比べて，図 1 が学生の画像で，図 2 が熟練者の画像であることを見抜くことよりも，図 3 が学生の 2 値化画像で，図 4 が熟練者の 2 値化画像であることを説明される方が自然であると言える．図 3 と図 4 を比較すると，図 3 は針がしなっていて図 4 は針がほとんど直線の形状をしていることがわかる．この観点で図 1 と図 2 を見るとそのように見えるかもしれない．文献(5)では，図 3 と図 4 で示した 2 値化画像の針のしなり具合を算出する手法を提案している．本研究は，文献(3), (4), (5)の結果をまとめて手技のスキルを評価する方法について検討する．以下の 2 つ項目は，静脈採血の実施手順のうち，感覚的にしか理解できないものであると著者らは考えている．

(a) 穿刺時には穿刺部位の 3 ~5cm 下あたりを皮膚伸展させて静脈を固定する
(b) 採血針の角度は皮膚に対して 15~20 度として，血管に 3mm 程度刺入する

3~5cm や 15~20 度という表現は大まかな目安であり，手技がケースバイケースで異なるためのものであるが，このような微妙な感覚を必要とする部分について新たな視点から高度な技術習得を目指す医療従事者を支援する方法を考えることが本研究の目的である．上述の(a)と(b)の項目については，図 3 と図 4 の 2 値化画像のデータからも考察が可能である．明らかに分かることは(b)の刺入の角度を測るには図 3 のような事例が頻発する環境においては，手技の実施手順に基づきながらも別の観点からの指導が必要であると考えられる．図 3 のようなデータが得られる理由は様々であると推察されるが，本研究では，手技実施時の録画記録から，腕モデルに対する採血を行うことを重視していて，例えば，注射器を持つ手の力加減に気を回す余裕がないケースも見られると主観的ではあるが推察している．なお，文献(3)では手技の実施項目をどれだけ守りながら作業をしたかというデータを収集したところ，学生の場合は(a)の項目の皮膚伸展をしなかったり，(b)の刺入角度もばらつきがあったりするケースが多数発生していた．このようなことが観測されるのも腕モデルを用いた実験であるからということも考えられるが，得られた知見を基にして，実施手順を行いやすく工夫する手法を考えることも今後の重要な課題であると言える．

3. まとめと今後の課題

本研究では，注射技術における手技実施者のスキルを定量的に評価するためのデータについて検討した．収集したデータを分析することで，手技を解説するコンテンツを補うべき観点が発見される可能性についても指摘した．今後は，図 3 や図 4 に示した 2 値化画像には手技のスキルの差を測るための要素が含まれていると考えられるため，それらの情報に基づいた数理モデルを構築して，初学者も含めてあらゆる人がより高度な技術力を習得できるような技術習得のための学習支援システムについて検討していく．

参考文献

(1) 厚生労働省:“重要事例情報の分析について”，http://www.mhlw.go.jp/topics/2001/0110/tp1030-1p2-4.html（2017.5.24 確認）
(2) 日本看護協会: http://www.nurse.or.jp/home/group/index.html（2017.5.24 確認）
(3) 吉田優多朗，松田　健，真嶋由貴恵，大谷康介，野口俊樹:“注射技術における手指運動の数理的解析と考察”，第 79 回情報処理学会全国大会（2017）
(4) 松田健，真嶋由貴恵:“注射技術実施時における腕モデルに対する皮膚伸展の圧力分布の考察”，第 36 回医療情報学連合大会（2016）
(5) T. Matsuda and Y. Majima: “Consideration on Feature Extraction of Skill Level by Insertion Angle of Injection Technique”, 23rd Int'l Conf on Parallel and Distributed Processing Techniques and Applications (Accepted)

e-learning による院内研修の学習効果と学習傾向との関係

The Relationship between effect and trend for a Hospital Training via e-Learning

讃岐 勝[*1, *2]
Masaru SANUKI [*1, *2]
[*1] 筑波大学医学医療系
[*1] Faculty of Medicine, University of Tsukuba
[*2] 筑波大学附属病院総合臨床教育センター
[*2] Center for Medical Education and Training, University of Tsukuba Hospital
Email: sanuki@md.tsukuba.ac.jp

あらまし：院内研修においては，確認テストなしの出席のみで受講としていることがある．参加できなかった対象者においては，その後に行う e-learning ではコンテンツをそれほどに視聴することなく確認テストを実施している場合もあり，学習効果については差が生じることがある．本稿では，どのような場合に差異が発生するのか，いくつかの統計量および相関関係より解析を行う．
キーワード：院内研修，e-learning，学習傾向，相関関係

1. はじめに

病院においては全職員対象に実施される研修（法定研修も含む）について，勤務時間の調整ができないことから，実際の講習（ライブ講習）を収録したコンテンツを研修時間外に DVD やインターネットを介した講習（オンデマンド講習）を用いて研修させることが多い．ここで，ライブ講習とオンデマンド講習の学習効果について検討をする必要がある．

学校教育におけるいくつかの調査研究を見ると，いずれの学習においても有意な差がないことが指摘されているが [(1)]，病院における研修においては有意な差がでた [(2)]．本稿ではなぜ結果に差が出たのかについて，ユーザの学習傾向から合格までの受講回数の多いユーザを“学習意欲のないユーザ”という仮説を立てて検討を行った．学習意欲のあるユーザはライブ講習と変わらない学習効果が期待できるという結果を得た．

2. 学習の方法

2.1 研修の実施方法

本稿では，2015 年 8 月～2016 年 9 月に筑波大学で実施した「医の倫理講習」を対象にする [(3)]．本研修は筑波大学で臨床研究を実施するうえで受講を必須としている研修であり，次の流れで実施された．

- 科目数は 3 個： Level 1-1, 1-2, 1-3
- ライブ講習は出席をもって受講完了であるが，出席確認のため確認テストを実施
- オンデマンド講習はインターネット上に公開された LMS を利用して実施される．確認テストと同内容のテストを受講し 8 割以上で合格（合格点に達するまで何度でも受講可能）．
- 確認テストは各 10 問出題で 100 点満点（各 10 点）．各設問は○×問題である．

2.2 LMS の説明

LMS は認証におけるトラブルを避けるため，性質の異なるシステムを 2 つ用意した．1 つは筑波大学教職員・学生が利用できる朝日ネット社開発の“manaba”であり，ログインのためにはユーザアカウントが必要になる．

もう 1 つは“WordPress” (以下，WP)を用いた簡易的なシステムであり，ユーザ情報などは受講のたびに入力させる（図 1）．LMS で一番問題となるログインの問題を 2 つのシステムの併用によって解消し，ストレスなく受講できる仕組みを構築した．

図 1　認証なしの受講画面

コンテンツはライブ講習を収録したものをインターネット上でストリーミング配信する（Mediasite 社 Mediasite Server を利用）．回答のために，視聴は必須ではなく，補助教材として提供している．

3. 受講状況と解析

3.1 受講者について

受講者は，筑波大学・他大学の教員・学生および医師, 看護師や薬剤師などのコメディカルに加えて，研究所・企業・製薬会社などがいる．表 1 は受講者の受講した研修の内訳である．

表１　受講者数内訳

セミナー	ライブ＆ビデオ		e-learning
	参加者	回答者	
Level 1-1	154	158	597
Level 1-2	179	177	563
Level 1-3	195	193	655

e-learningの受講者は2つの両システムで受講完了したユーザも存在し，ユニークなユーザは444名であった.

3.2 各受講方式における点数の比較

各受講方式による点数を比較する．e-learningについては1回目の受講の点数を用いて，統計量を求めた.次の表は各方法における平均と標準偏差を表す.

表２　各受講方式における点数の分布

	ライブ	manaba	WP
Level 1-1	92.2±13.9	85.0±7.11	83.1±9.74
Level 1-2	88.2±12.4	86.1±7.38	81.9±9.64
Level 1-3	82.3±10.8	86.1±7.48	77.5±8.91

各受講方法について、それぞれ有意な差を認めた（ $p<0.05$ ）.

3.3 e-learningにおける合格までの回数

e-learningの特徴として，合格まで受講可能なことがある．表３は合格までに要した受講回数である.

表３：合格までに要した受講回数

		1回	2回	≧ 3回
Level 1-1	Manaba	383	93	8
	WP	193	23	20
Level 1-2	Manaba	396	78	6
	WP	163	45	23
Level 1-3	Manaba	324	104	35
	WP	136	50	50

なお,合格までに要した最大受講回数は20回であった（1名のみ）.

表３を見ると，ほとんどのユーザは1回で受講を完了しており，2回目ともなるとLevel 1-3のWP以外で90%以上の受講完了が確認できた．Level 1-3のWPについては合格できず5回以上受講したユーザが22名，10回以上受講したユーザが10名もいるなど○×問題について理解して解いているとは考えられないユーザも見られた.

そこで，コンテンツを視聴して受講したとは考えづらい“合格までに3回以上受講”したユーザを除き，3.2と同様の方法で比較を行った結果が表４になる.

表４　各受講方式における点数の分布

	ライブ	manaba	WP
Level 1-1	92.2±13.9	92.5±7.96	85.8±11.5
Level 1-2	88.2±12.4	90.4±8.38	84.6±11.2
Level 1-3	82.3±10.8	89.1±9.05	81.2±13.1

ライブと manaba の受講において有意な差は認められなかったが（ $p<0.05$ ），WPとの比較において有意な差が認められた（ $p<0.05$ ）.

3.4 解析結果から

研修に対して，意欲のないと推測されるユーザを外すと，ライブ講習とオンデマンド講習に対する学習効果に有意な差が認められない以上に，オンデマンド講習の方が何度も視聴しながら確認テストが受講できることから学習効果が高い傾向が manaba を利用したユーザに関しては見られる.

一方，認証以外は同様の方式でサービスを提供している WP に関しては manaba ほどの学習効果は見られず学習効果に有意な差を認める結果になってしまった.

manaba と WP の違いは専用のログイン ID を利用するか否かのみである．大学所属のユーザに関してはどちらを利用してもよいというルールにしたが，実際には manaba を利用するユーザが圧倒的に多かった（表３）．アンケートを取っていないため，確証はできないが「ログイン履歴がきちんと残る」ということで manaba を利用した，パスワードを覚えていないので利用しなかったという，ログイン ID を覚えていることが学習意欲に何らかの影響を与えていると推測されるが，また，本稿には記していないが WP の方はユーザの年齢層が高かったことも要因として考えなければいけず，更なる調査が必要である.

参考文献

(1) 糟谷咲子: “Moodle の利用による学習効果の評価”, 岐阜聖徳学園大学短期大学部紀要 42, 107-116 (2010)
(2) 讃岐勝:“e-learning による院内研修における評価の妥当性の調査”, JSiSE Research Report, VOL.32, No.1, pp.59-63 (2017)
(3) 筑波大学つくば臨床医学研究開発機構 T-CReDO http://www.hosp.tsukuba.ac.jp/t-credo/ (2017年5月30日確認)

院内学級における日本とベトナムを結んだ異文化理解授業の試み

Cultural Education in Hospital shcools between Japan and Vietnam

山本裕一[*1], 佐藤修[*2],小柳千佳子[*3],伊藤かおり[*4], 濱田和[*4], 佐藤聖子[*5], 西牧謙吾[*6]

[*1]北海道大学情報基盤センター, [*2]国際交流基金ベトナム日本文化交流センター, [*3]札幌市立北辰中学校, [*4]大阪大学医学部附属病院分教室,[*5]関西医科大学総合医療センター分教室,[*6]国立障害者リハビリテーションセンター病院

[*1]Information Initiative Center, Hokkaido University

Email:sierra@iic.hokudai.ac.jp

あらまし：病院内病院内に設置された院内学級では、様々な学年の子供達にたいして、個々の病状に応じて入院や治療などが行われる。このため子供達は空間的にも心理的にも閉鎖的な状況に置かれがちである。そこで、我々外界との接触が困難な子供達が容易にコミュニケーションをとるためのツールとして双方向遠隔通信環境による遠隔教育を行っている。本稿では北大院内学級と刀根山支援学級と共同で総合学習の一環として行ったベトナムとの異文化交流授業等について報告する。

キーワード：院内学級、異文化交流、テレビ会議システム、初・中等教育教育実践

1. はじめに

院内学級とは病院内に設置された病気の子供達が療養しながら学習する教室であり、長期や短期の入院のため生じる学習の遅れを少しでも解消することが第一義的な目的である。また入院や治療などで、空間的にも心理的にも閉鎖的、抑圧的な状況に置かれやすい病気療養児にとって、「気持ちの開放を図り、外に開かれた友人との交流を図る」ことは回復へ向けての意欲を育てることにつながる。北大病院院内学級ひまわりではテレビ会議システムやSNSなどを用いて海外のさまざまな人々と異文化交流をはかっている[1,2]。現在、定期的に異文化学習授業を行える拠点としては、2015年に閉鎖された北大北京オフィスに代り吉林省長春市にある東北師範大学がある[3]。これまで交流を企画した中での問題点は、講師の確保の問題がある。これまでもそうであるが、ボランティアベースでお願いしているため、必ずしもこちらの都合で授業を行える訳にはいかない。また授業を行えた場合でも病気療養児の容態により参加できない場合が多い事もある。そこで、今年度から、授業機会を増やす事と、他のアジア諸国との異文化交流も考え、ベトナム・ハノイ市にあるベトナム日本文化交流センターからの遠隔授業を企画した。これまで、テスト的にベトナム、北大ひまわりとの遠隔授業を行ってきたが、6月にはこれまで連携して遠隔授業を行ってきた大学医学部附属病院分教室、関西医科大学総合医療センター分教室も参加する予定である。

2. 各拠点のネットワーク環境

北大病院には医療用LANの他に北大の学内LANであるHIENSにも接続している。院内学級には数台のPCを設置し、HIENSに直接接続している。児童はSNSやメールにより友人や教員、家族などコミュニケーションを日常的にとることができる。また北大院内学級ではHINESの他に札幌市教育ネットワークにも接続している。北大院内に設置されているテレビ会議システムはPolycom社のHDX7000-720である。携帯電話などのような低帯域からHDTVなどの広帯域までの利用を想定されているビデオ規格H.264/H.263等と、音声規格H.323等を採用することによりHD720pによる双方向通信が可能であり、多地点接続機能により4地点まで接続可能である。また、ベッドサイドティーチングや屋外からの遠隔授業を行うために、ノート型PCにテレビ会議ソフトウェアPolycomPVXをインストールし、無線LANやモバイルネットワークを通して利用している。

ベトナム日本文化交流センターではベトナム最大手の電気通信事業者であるVietnam Posts and Telecommunications Group（ベトナム郵電公社）の

商用回線を利用している。またベトナムは 2016 年より運用を開始しているアジア域内を結ぶ新たな大容量光海底ケーブル Asia Pacific Gateway(APG)に参加しており、以前より安定性が増しているようである。

現在、連携して遠隔授業を行っている大阪大学医学部付属病院分教室（以下、阪大院内）は、2007 年より教室にインターネット環境が整備され、2008 年からは病室（個室）に無線 LAN 環境も整備され、更に 2012 年には全ての病室で無線 LAN が利用可能となっている。なお、教室ではノート PC、タブレット、テレビ会議システムは SD 画質に対応している Polycom VSX6000 が利用できる[4]。

2014 年から阪大院内学級に加え、テレビ会議システムを持たない関西医科大学院内学級も遠隔授業に参加してもらっている。当初は授業の様子を TwitCasting や Ustream などのライブ配信サイトにより配信し、iPad や PC 等の端末で視聴してもらった。授業を視聴するだけの一方通行では、当然ながら子供達が飽きてしまう問題があったが、Polycom の映像を Skype を通してやり取りすることにより双方向性を確保している。

3. 複数の院内学級が参加する異文化学習

これまで我々は、総合学習の一環としてアラスカ大学，国立天文台ハワイ観測所、サウジアラビアキングサウド大学、北大北京オフィス、中国東北師範大学とテレビ会議システムで結んできた。「異文化理解・コミュニケーション、各教科の発展的補完の総合的な取り組みと位置づけるとともに、各教科の今後の学習の動機付けとなるべく授業を行ってきた。これらの海外からの遠隔授業は講師の都合等により定期的に行えない場合が多い上に、はじめに述べたが、授業を行えた場合でも病気療養児の容態により参加できる児童がわずかになってしまい、数少ない遠隔授業の機会を生かせない場合もあった。そこで Polycom の多地点接続機能を利用し、大阪大学院内学級にも参加してもらう事によって児童の不参加による授業の中止という事態を回避している[4]。更に不定期になりがちな海外からの遠隔授業を補うために、互いの教室で行われる異文化学習等をテレビ会議システムにより結んでいる。

4. ベトナムからの遠隔授業

2 月にハノイ-北大ひまわり間で遠隔授業を行った。内容は 45 分間でハノイの紹介、ベトナムの地理、国旗、ベトナムの文字、数字などに関する事柄をクイズ形式で紹介してもらうというものである。当初、テレビ会議システムがテストの度に片方向通信しか出来なくなったりしたので（現在は解消）、ベトナムでも利用できる Skype も用意しておいた。テレビ会議システムの通信速度は 384kbps とした。512kbps では packet lost が 10-20%となり映像、音声とも不安定であったが、テスト期間、回数ともに少ないのでこの状態が定常的なものかは判断出来きず、今後の検討課題である。尚、6 月以降、他の院内学級も参加を予定しているので、改めて大会で報告したい。

図 1 画面右にベトナム・ハノイ

参考文献

(1) 山本裕一、西堀ゆり、吉田徹、『掲示板型ツール「コラボード」と「コラボード広場」による院内学級での協調学習―院内学級での遠隔協調学習におけるシステム構築―』、教育システム情報学会第２９回全国大会講演論文集、55-56(2004)

(2) 山本裕一,吉田徹,西堀ゆり、『院内学級における学習者・教授者間コミュニケーションの活性化』、『平成１７年度情報処理教育研究集会講演論文集』64-65(2005)

(3) 山本裕一, 黄松愛, 佐藤修, 小柳千佳子, 霜村耕一, 伊藤かおり, 濱田和, 佐藤聖子, 西牧謙吾「院内学級におけるテレビ会議システムを用いた日中異文化交流授業」,『教育システム情報学会第 41 回全国大会講演論文集(H5-4)』, 1-2(2016)

(4) 横山強「特別支援学校の分教室における ICT 等の活用実践例について」，『特別支援教育』，No.58,28-3(2015)

職業訓練指導員養成のための e ラーニング環境の設計
－職業能力開発総合大学校の導入教育事例－

Design of e-learning environment for training vocational training instructor
- Polytechnic university practice case -

藤田　紀勝[*1]，星野　実[*2]，堀内　淑子[*3]
Norikatsu FUJITA[*1], Minoru HOSHINO[*2], Yoshiko HORIUCHI[*3]
[*1]職業能力開発総合大学校
[*1]Polytechnic University
[*3]職業能力開発総合大学校　（元）客員教授
Email: fujita@uitec.ac.jp

あらまし：本稿は，2015 年 4 月に開講された職業訓練指導員養成のための e ラーニング環境設計の概要について述べる．本コースは，職業能力開発指導力養成コース，キャリア・コンサルティング力養成コース，訓練コーディネート力養成コースの 3 コースを柱としたものである．本コースの特徴は，単なる知識付与ではなく，実際の場面で知識を活用する能力までを育成する点にある．3 年目の運用を迎え，職業訓練における Web 活用の推進と注意点について報告する．
キーワード：ID，職業訓練，e ラーニング

1. はじめに

筆者らが所属する職業能力開発総合大学校は,(独)高齢・障害・求職者雇用支援機構が運営する厚生労働省の所管であり，職業訓練指導員の養成・研修，職業能力開発に関する調査・研究を行っている．指導員養成訓練の一つとして短期養成課程があり，Web で受講できる短期養成課程（Web コース）（以下，Web 訓練という）が 2015 年 4 月に開講された．昨今の職業訓練指導員不足は深刻であり，特定の時期に特定の場所に行かなくても指導員免許の取得ができる環境は職業訓練指導員不足解消にも寄与すると期待されている．Web コースは，実務経験や各種資格を所持した方等を対象に，短期間（144H）で職業訓練指導員に必要な能力を習得でき，短期養成課程修了後，職業訓練指導員試験の受験資格を有する者は，能力審査（普通課程資格審査）を受験し，合格者は各都道府県知事への申請により，職業訓練指導員免許が交付される．

現在は，職業能力開発指導力養成コース，キャリア・コンサルティング力養成コース，訓練コーディネート力養成コースの 3 コースを開講している．国家資格であるため，Web 訓練であっても対面と同等の品質を保証していかなければならない．

本稿では，職業訓練における Web 活用の推進と注意点について報告する．

2. Web 訓練教材の形態

表 1 に科目一覧を示す．各コースは，4 つの科目から構成されている．職業訓練指導員の仕事は，対人間であり,ヒューマンスキルが要求される.また，単に知識を知っているだけでなく，実際の場面で知識を活用する能力も要求される．そのため知識習得を主目的とするこれまでの e ラーニングとは違った考えで e ラーニング環境を設計しなければならない．

表1　短期養成課程の科目一覧

職業能力開発指導力養成コース		訓練コーディネート力養成コース	
授業計画法	教材開発法	施設外訓練支援論	人材育成支援論
受講者支援法	技能指導法	コース開発・運営法	コーディネート演習
キャリア・コンサルティング力養成コース			
キャリア・コンサルティング概論		キャリア・コンサルティング技法	
キャリア・コンサルティング理論		キャリア・コンサルティング応用	

表 2　Web 訓練教材の形態

(1)資料提供
(2)Web 会議（Live 授業）
(3)レポート提出
(4)Scorm 教材
(5)Web テスト
(6)ビデオファイル提出
(7)その他（掲示板，質問等の付加的な利用）

本 Web 訓練は，熊本大学の事例[(1) (2)]などを参考に e ラーニング環境を設計した．

表 2 に Web 訓練教材の形態を示す．現在の情報通信技術でストレスなく学習できることが重要である．これまでの実施において,(1)(3)(7)の組み合わせで問題は生じていない．資料提供して，Web 検索しながらレポートを提出する学習形態が歴史的にこなれた形であることがわかる．(5)も知識の定着に有効であり，問題は生じていない．一方で，(4)Scorm 教材において，ビデオを挿入した場合，受講者のコンピュータ性能，回線の品質でクレームが出ることがあった．(2)Web 会議では，更に，コンピュータ性能と回線の品質が厳しくなる．(6)ビデオファイル提出は，模擬授業などをアップロードしてもらう．模擬授業の撮影やアップロードに戸惑う受講生にサポートセンターが対応する場面もあった．特に，職業能力開発指導力養成コースは，これまでの指導方法だけで

なく，新しい方法を体験してもらうことも重要と思われる．そのため,「学習がスムーズに進むこと」だけでなく「どのような使用感か，現時点でのメリット・デメリット」,「今後の動向」といった観点を明確にして Web 訓練教材の形態を増やしていく必要がある．

3. Web 訓練教材の設計

Web 訓練教材の品質を保証するため，すべての科目において，UNIKIDS を用いた ID による目標分析を実施している．本章では，Web 訓練教材の設計のポイントについて，教材内容から知識付与型，実習型，思考型の 3 つに分類して述べる．

知識付与型とは，用語が正しく使えるようになり，基礎的な理論や手順を単純なレベルで説明できるようになるレベルを目標とする訓練である．このような訓練の e ラーニング化により，学習者の前提条件を活かした効率の良い学習が可能となる．学習者はすでに知っていることについて余分な時間を消費しなくてよい．知識付与型の授業は必要な学習時間について個人差が大きいと想定されるため，有効と考えられる．今回の教材における工夫としては次のような工夫を行なった．

・Scorm 教材中にクイズを埋め込む
・教材の冒頭で最後に課される課題を説明
・映像の埋め込み
・イラストや図示の活用
・教材学習終了後のテスト問題

次に，実習型を述べる．実習型は，知識付与型で学んだ知識が活用できることを目標とする訓練である．Web が活用できる範囲を事前に明確化することが大切である．例えば，実習に入る前の手順や準備，注意事項などを習得するために利用するなどが考えられる．今回のケースでは，模擬授業をビデオ撮りして提出する課題が課せられたが，課題設定から録画，提出，評価に至る中で無理が見られ，クレームの原因となった．事前の詳細な説明が必要である．その他として，

・実習に関連した注意事項や手順を示し，なぜそのように行うべきか背景や一般論も合わせて説明する．
・危険なこと，してはいけないこと，間違ったやり方などを入念に説明する．などが考えられる．

などが考えられる．

最後に思考型を述べる．思考型とは，考え方を伝えて，それが自分でも使えるようになることを目標とする授業である．例えば，訓練コーディネート力養成コースでは，Cudbas の考え方に従って能力分析を行う内容を Scorm 教材化した．手順及び考え方を伝え，課題で適用してもらう．これについて，独習では習得が困難と予想された．そのため指導者の考え方を要素に分解して，学習者に学習項目の漏れなく伝える教材を設計した．具体的には，執筆者の他に，内容には詳しくない担当者がインストラクショナルデザイナーとして学習者視点から意見を述べ，原稿の行間を埋め，図示に努めた．その結果，普段の対面授業で説明しているより充実した内容となり，対面授業で行われる場合にもこの教材を使用し，実習を行っている．

対面授業においては，複数の受講者に対応するため，理解の遅速，そのときの状況において必要な説明を飛ばしてしまうことがあったが，Scorm 化することで漏れなく必要事項を伝えることができた．学習者は必要なだけの時間をかけてじっくり視聴し，自分ができそうだと思えるようになるまで考えてから課題に取り組んで，成果を上げることができたと推測される．この型の授業にも適用して効果が上げられることがわかった．引き続き教材を発展させる必要がある．例えば，

・何が困難点か，わかりにくい点かについては情報収集していく
・例題を追加する
・QA を用意する

などが考えられる．

4. おわりに

本稿では，職業訓練における Web 活用の推進と注意点について述べた．Web 訓練教材の品質向上には，①想定した対象者に提供されているか，②想定した成果は挙げられているか，③学習者，実施側に不都合はないか，④教材としての正しさ，⑤わかりやすさ，⑥使いやすさの面から PDCA サイクルを回すことが重要である．職業能力開発総合大学校では，授業担当者以外のメンバーが入り，コースの訓練の質を評価している．訓練評価は Web 訓練教材の品質向上のために訓練担当者にフィードバックしている．職業訓練指導員を育成する立場で，新しい技術を追いかけつつ，広く訓練を提供していく必要がある．

参考文献

(1) Junko Nemoto, Shin-Ichiro Kubota, Masahiro Migita, Takayuki Nagai, Shirou Kitamura, Toshihiro Kita, and Katsuaki Suzuki:”Design-Based Research of Authentic Learning:Lessons Learned From Improving an Online E-learnig Specialist Graduate Program”, Information and Systems in Education, Vol.9, pp.57-68 (2010)
(2) 鈴木克明：“e ラーニング活用による教授法の再構築に向けて”,工学教育，pp.15-19(2013)

フルオンライン大学におけるプログラミング導入教育の実践

Teaching "What Programming is" at Cyber University

田中 頼人[*1], 川原 洋[*1]
Yorihito TANAKA[*1], Hiroshi KAWAHARA[*1]
[*1] サイバー大学 IT 総合学部
[*1] Faculty of IT and Business, Cyber University
Email: yorihito_tanaka@cyber-u.ac.jp

あらまし: オンラインで利用できるプログラミングの教材は普及しつつあるが，成績評価を伴う正規大学でのプログラミング科目をオンラインで運営する実践例は未だ多くない．本発表では，サイバー大学 IT 総合学部におけるプログラミング導入教育の実践について，カリキュラム，システム，評価，支援体制の観点から報告する．
キーワード：遠隔教育，e-Learning，初学者，ビジュアルプログラミング

1. はじめに

サイバー大学は教室を持たず, 全ての講義・演習・試験等を遠隔で行うフルオンライン大学である．2 つの学部で構成され収容定員は 2500 名,「IT (情報技術)とビジネス」を教育の柱としている．

オンライン学習のため全ての学習者は自己所有のパーソナル・コンピュータを持ち，本学の各科目に時間や場所の制約なくアクセスできる．経歴や関心領域を限定せず多様な学習者を受け入れるため，入学選考時には学力試験を課していない．また業務の傍ら学習を行う社会人学生が約 7 割と多く，学習者の年齢層が 10 代～80 代と幅広いことも特徴である．

これらの特性を持つ本学では，他大学と異なる教育上の困難さとして「学習者の顔や身振りが見えない」「演習の際，学習者の画面を見られない」「スキルやモチベーションの程度が異なる多くの学習者に対応する必要がある」が挙げられる．本発表ではこれらの状況に対処するための工夫を中心に，プログラミング導入教育の科目運営方法について述べる．

2. 導入教育としての「プログラミング入門」

本学には 7 つのプログラミング科目があり，本発表で述べる「プログラミング入門」(以降『本科目』とする) はそれらの導入部として位置づけられる．

本学の 2 つの学期である春学期，秋学期のどちらにも開講され，1 学期あたりの履修者数は約 200～360 名，プログラミング経験を持たない初学者を主な対象とし，講師 1 名，ティーチング・アシスタント (TA) 1 名で運営を行っている．

本科目の目的はプログラム作成を通した情報技術の基礎理解を図ることで，学習者が履修を終えると「C プログラミング演習」「UNIX サーバ構築 I 」「ソフトウェア工学」等の，より専門性の高い，目的志向の強い後続科目と進んでいく．

3. カリキュラム

本科目では身につける内容を制御構造の「逐次実行，繰り返し，条件分岐」とし，初学者を単位修得のレベルにまで導くため, 全 15 回の構成を以下のように分割している．

・ 第 1 段階 (第 1 回～第 5 回)…ゲーム型教材による制御構造の概念獲得
・ 第 2 段階 (第 6 回～第 10 回)…ブロック型教材による制御構造の応用
・ 第 3 段階 (第 11 回～第 15 回)…JavaScript による実用的プログラムの記述

3 つの段階のそれぞれで使う教材は異なるが, 第 1 段階のゲーム型教材と第 2 段階のブロック型教材では GUI のの操作方法が同一である．そのため，学習者が第 2 段階に進む際に，教材の操作を新たに学ぶ必要がない．また第 2 段階から第 3 段階に進む際にはブロックから JavaScript のコードへ変換した結果を用い，ビジュアルプログラミングからテキスト記述への移行を容易にしている．この移行手法には松澤ら(1)の実践例がある．上記 3 段階による足場かけ (Scaffolding) が，本科目のカリキュラムの特徴である．

また本科目は導入科目のため概念上，文法上の高度な内容には踏み込まない．具体的には 2 次元以上の配列は扱わない，変数のスコープは扱わない，探索や整列のアルゴリズムは扱わない, JavaScript に固有の機能は極力扱わない，としている．

導入科目として範囲は限定しているが，その一方で「逐次実行，繰り返し，条件分岐」を上記の第 1 段階から第 3 段階の全ての場面で意識させるように, 演習課題の内容を設定している．例として，情報系大学の卒業生でも記述できない者が多いと言われる「Fizz Buzz 問題」を演習第 7 回の課題として課している．

4. 演習用システム

カリキュラムの第 1 段階，および第 2 段階では Google による教材 "Blockly" を採用した．その理由は全ての操作を Web ブラウザ上で行えインストー

ルの必要がないこと，全てのソースコードを入手できカスタマイズが可能なこと，無料で導入できること，の 3 点である．

その中で，第 1 段階のゲーム型教材は "Blockly-Games" と呼ばれ，学習者は画面上の迷路からの脱出や鳥への飛行方向指示等，次々に示される要求に応えることで自学自習できる．第 2 段階のブロック型教材は GUI を持つビジュアルエディタであり，学習者は講師からの指示によって要件を満たすプログラムを記述する．要件を満たせたか否かはブロック型教材と連携するオンラインジャッジで判定され，自動で採点される．プログラミング教育におけるオンラインジャッジの活用は松永(2)や長尾ら(3)の試みにあるように，その有用性が確認されている．

また，3 種いずれの教材も学習者が記述したコードは本学演習用サーバに保存される．教員や TA は学習者の演習画面を直接見ることはできないが，学習者のコードを閲覧して演習の状態を再現できるため，必要に応じて学習者の理解度に応じた助言を行える．本科目では履修者約 200～360 名に対して TA の数が 1 名と少ない体制だが，TA が全履修者のコードや課題達成日時，達成レベルを一覧できるシステムを有するため，少数の TA でも質問対応や課題集計，受講奨励等の学習支援が可能となっている．

5.　成績評価

学習者は演習だけでなく 1 回あたり 8 問からなる小テスト，学期の最後に行われる期末試験，および学期の中盤に設置されたディベート課題に取り組み，それらの総合的な評価が一定レベルを超えることで単位を修得できる．試験では遠隔での本人確認のため，本学独自の顔認証システム(4)を用いる．

ディベート課題では Papert による「LOGO タートル」(5) を模したプログラミング環境を用い，学習者は視覚的な作品の制作・発表を行う．優秀作品に対する表彰制度があり，また技術力の高い作品や独自性のある作品には他の学習者からのコメントが寄せられる．見せる楽しさ，伝える喜びをディベート課題に取り込むことで，スキルの高い学習者の意欲を失わせないように配慮している．

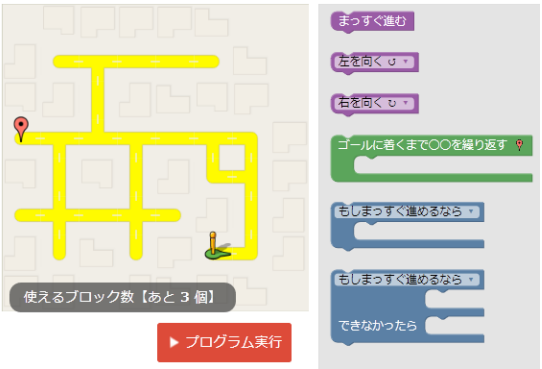


図 1　ゲーム型教材 “Blockly-Games”

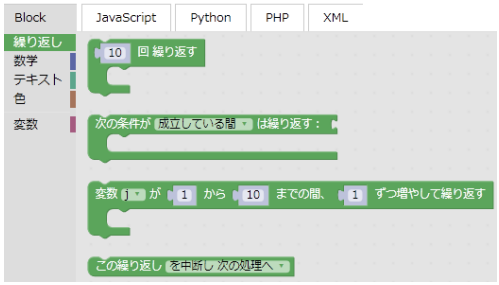


図 2　ブロック型教材 “Blockly”

6.　支援体制

本科目は 2016 年 4 月に開講された，本学でも比較的新しい科目である．新規科目の提案からカリキュラムの作成，学習目標の策定，教材の導入とカスタマイズ，動画教材の収録等は本学のコンテンツ制作センターによる組織的な支援を受けた．特に科目の企画段階では専任の Instructional Designer 2 名が演習の分量やレベルについて講師と議論し，科目の目標を達成できるように制作を進めた．

またプログラミング初学者の中にはコンピュータの操作に不慣れな者も含まれるため，OS や Web ブラウザの操作，LMS の利用方法等を扱うシステムサポートセンターが電話での相談を受け付けている．

その他，学期終了後の授業改善，動画教材の改修，他科目との連携や学習履歴の分析等においても本学内に支援体制があり，学習者・教員双方の経験を強化するための環境が整備されている．

7.　おわりに

本発表ではサイバー大学におけるプログラミング導入教育について，カリキュラムとシステムを中心に報告した．今後は多様な学習者の状況に合わせられる個別適応学習の導入や，モバイル機器から利用できる簡便なプログラミング環境の検討を進めたい．また本科目では実行の成否によらない全てのプログラム実行履歴を取得しており，学習者が困難に直面するタイミングを適切に検知する手法は今後の教育・研究の両面における重要な課題である．

参考文献

(1) 松澤,保井,杉浦,酒井: "ビジュアル-Java 相互変換によるシームレスな言語移行を指向したプログラミング学習環境の提案と評価", 情報処理学会論文誌, Vol.55, No.1, pp.57-71 (2014)
(2) 松永: "導入プログラミング教育におけるオンラインジャッジシステムの活用の試み", 情報科学研究(31), pp.25-41 (2010)
(3) 長尾,古谷: "JUnit に対応したオンラインジャッジシステムの開発", 教育システム情報学会全国大会, pp.255-256 (2015)
(4) 川原,尾形,新垣: "e ラーニングにおける本人確認システム確立への取組み", 教育システム情報学会全国大会, pp.164-165 (2009)
(5) Papert: "Introduction: What is Logo? And Who Needs It?", http://www.microworlds.com/support/logo-philosophy-papert.html

ビジュアルプログラミング環境 AT による Wi-Fi を用いた外部ハードウェア制御機能の開発

Development of the Functionalities for Controlling External Hardware Using Wi-Fi from a Visual Programming Environment: AT

上島　駿[*1], 國宗　永佳[*2], 新村　正明[*3]
Shun KAMIJIMA[*1], Hisayoshi KUNIMUNE[*2], Masaaki NIIMURA[*3]
[*1]信州大学大学院総合理工学研究科
[*1]Graduate School of Science and Technology, Shinshu University
[*2]千葉工業大学情報科学部
[*2]Faculty of Information and Computer Science, Chiba Institute of Technology
[*3]信州大学学術研究院工学系
[*3]Institute of Engineering, Shinshu University
Email: kamijima@seclab.shinshu-u.ac.jp

あらまし：筆者らはビジュアルプログラミング環境 AT を開発している．AT では，変数の値の変化と出力の値を画面内に表示することで，プログラムの動作を示していた．本研究では，プログラムの動作を実世界に反映し，直感的な理解を促すことを目的として，外部ハードウェア制御機能を開発している．これまで開発してきた制御機能は，USB による有線通信を行うものであった．本研究では有線による制約を解消するために Wi-Fi を用いた外部ハードウェア制御機能の実装について述べる．
キーワード：プログラミング教育，マイコン，ビジュアルプログラミング環境

1. はじめに

筆者らは，ビジュアルプログラミング環境 AT を開発している [(1)]．AT は，各プログラミング言語に特有な文法規則の知識なしに，アルゴリズム的思考法（目的を達するための処理を分解・整理する思考法）を学習するための学習・授業支援システムである．また，使用可能なプログラム構成要素（ブロック）・機能の制限，課題の作成・提示，解答の分析といった授業支援機能を持ち，PC 端末だけでなくタブレット端末でも動作する．

AT ではプログラムの動作を，変数の値の変化や出力される値を数値や文字列として画面内に表示するという形で学習者に提示しており，その内容は比較的抽象度が高い．これに対し，LED を点灯させる，車の模型を操作するというように，外界の物を動かす，あるいは，明暗や温度を計測するなど，外界の情報を取得し画面に反映する形でのプログラム動作の提示は抽象度が低いといえる．本研究では，プログラムの動作をコンピュータ外部のハードウェアにも反映させ，また，外部のハードウェアから外界の情報を取得し，プログラムの変数の値などに反映することによって，学習者のより直感的なプログラムの動作理解を促すことを目的として，AT による外部ハードウェア制御機能を開発している [(2)]．

これまで開発してきた制御機能は USB による有線通信で Arduino [(3)] を制御するもので，USB 通信のためのプログラムである通信ヘルパアプリケーションを別途起動する必要がある．さらに，開発した通信ヘルパアプリケーションは iOS や Android といったタブレット端末には対応しておらず，対応させるには環境ごとに別途プログラムを開発する必要がある．本研究では，これらの問題を解消するため，Wi-Fi を用いた制御機能を開発する．本稿では，AT と外部ハードウェア制御機能の概要について述べる．

2. AT の概要

AT は Web アプリケーションとして実装されたビジュアルプログラミング環境であり，Web ブラウザ上で利用できるプログラム作成画面と，サーバ側で提供する授業支援機能からなる．授業支援機能では，使用可能なブロックの制限やプログラムの編集・実行機能の制限，課題の作成・提示，解答の採点・分析が可能である．

AT のプログラム作成画面は，エディタ部と情報提示部からなる．エディタ部では，ブロックを組み合わせることでプログラムを作成する．情報提示部では，作成したプログラムの実行・停止，または提出や保存といった操作を行い，プログラムの変数の値や出力などの情報が提示される．AT はプログラムの実行を，ブロック 1 個または任意の複数個ごとに中断しつつ行うステップ実行機能を有する．また，ステップ実行中は，動作しているブロックを強調表示させ，その際の各変数の値や出力を表示させることで，プログラムの動作状況を学習者に提示する．

AT では，ステップ実行とステップ実行中の変数の値や出力の表示を実現するために，JS-Interpreter [(4)] というブラウザのインタプリタ上で動作し，ステップ実行機能を持つ JavaScript インタプリタを利用している．よって，AT におけるプログラムの実行は，ブロックの組み合わせから JavaScript のプログラムを生成し，ブラウザ上の JS-Interpreter で実行する形で実装されている．

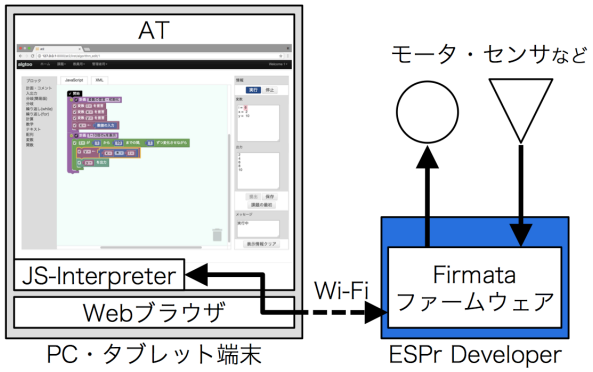


図 1 AT による外部ハードウェア制御

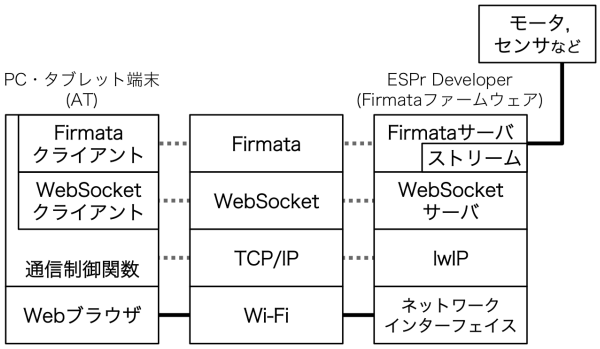


図 2 プロトコルと機能の対応

3.　外部ハードウェア制御機能の実装

本研究では AT でセンサやモータなどの機器を制御し，画面外にプログラムの動作を具体的に提示するため，外部ハードウェア（マイコンボード）を制御するプログラムを作成・実行する機能を実装している．AT が提供しているステップ実行中のブロックの強調表示や，変数の値や出力の表示と，マイコンボードに接続した機器の制御を両立しつつ，以前の実装での通信ヘルパアプリケーションの問題を解決するために，次の要件を設定した．(1) プログラムの実行は AT で行う，(2) ブラウザ上で動作する AT から直接外部ハードウェアを制御する，(3) 外部ハードウェアから取得した情報を AT に反映する，(4)AT の動作する Web ブラウザと同一の PC・タブレット端末上で別途動作するプログラムを必要としない．これらの要件を満たすために，図 1 に示す構成で実装を行った．これまで開発してきた機能では，制御するマイコンボードは Arduino であったが，Wi-Fi 通信を行うために ESPr Developer [5] に変更している．ESPr Developer は Wi-Fi モジュールを備えた非常に安価なマイコンボードであり，Arduino のようにセンサやモータといった機器を接続して利用できる．また，Arduino と同様に ArduinoIDE を用いたファームウェアの開発も可能である．

Web ブラウザ上の AT と ESPr Developer が Wi-Fi を介して直接データの送受信を行うため，WebSocket [6] を用いる．また，送受信するデータは Firmata プロトコル [7] に従う．Firmata は，PC 端末とマイコンで通信を行うためによく用いられるプロトコルで，制御命令や取得した情報のやり取りが可能となる．既存の Firmata ファームウェアには，WebSocket に対応したものが無かったため，ESPr Developer の Wi-Fi 通信に対応したファームウェアである StandardFirmataWiFi [8] を元に新たに開発した．また，JS-Interpreter には，WebSocket 通信を行い，Firmata のデータをやり取りする通信制御関数を追加した．各プロトコルと機能の対応は図 2 のようになる．図 2 中のストリームとは，Firmata サーバが下の階層のプロトコルの通信に対応するためのものであり，同図中の lwIP [9] とは TCP/IP スタックである．

AT の外部ハードウェアを制御するブロックは，これまでに開発していた機能の Arduino を制御するブロックを流用した．このブロックを使用すると，AT では，外部ハードウェアの制御命令を含むプログラムを生成する．JS-Interpreter では制御命令の部分を読み込むと，通信制御関数を呼び出し，制御命令を外部ハードウェア(ESPr Developer)へ送信する．その後，ESPr Developer の Firmata ファームウェアで制御命令が実行され，接続された機器の制御や情報の取得が行われる．取得した情報は，反対の経路で AT に転送され，画面上に反映される．

4.　おわりに

本稿ではビジュアルプログラミング環境 AT において，マイコンボードを制御するプログラムを作成・実行する機能の開発について述べた．現時点では，基本的な制御の実行と情報の取得について実装を行った．今後は，実際の教育現場での使用を目指し，機能の改良を行う．

謝辞　本研究は JSPS 科研費 15K01023, 26350284, 16H03074 の助成を受けたものです．

参考文献

(1) 國宗永佳, 大浦真暉, 香山瑞恵, 新村正明: “授業支援機能を有するビジュアルプログラミング環境 AT の開発”, 教育システム情報学会第 39 回全国大会講演論文集, I1-09, pp.17-18 （2014）
(2) 國宗永佳, 河野直, 新村正明: “ビジュアルプログラミング環境 AT における Arduino 制御機能の開発”, 教育システム情報学会第 41 回全国大会講演論文集, B4-1, pp.287-288 （2016）
(3) “Arduino”, https://www.arduino.cc/
(4) N. Fraser:“JS-Interpreter”, https://github.com/NeilFraser/JS-Interpreter/
(5) “ESPr Developer”, https://www.switch-science.com/catalog/2500/
(6) “WebSocket”, https://triple-underscore.github.io/RFC6455-ja.html
(7) “Firmata”, https://github.com/firmata/protocol
(8) “StandardFirmataWiFi”, https://github.com/firmata/arduino/tree/master/examples/StandardFirmataWiFi
(9) “lwIP”, https://savannah.nongnu.org/projects/lwip/
(文献(3)~(9)は 2017 年 5 月 17 日に閲覧した)

唇検出による英語発音指導教材への適応の可能性

Development of English pronunciation materials utilizing shape detection of learners' lips

伊藤 敏[*1], 大石 晴美[*2], 鷲野 嘉映[*3]
Satoshi ITOU[*1], Harumi OISHI[*2], Kaei WASHINO[*3]
[*1] 岐阜聖徳学園大学経済情報学部
[*1]Department of Economics and Information, Gifu Shotoku Gakuen University
[*2] 岐阜聖徳学園大学教育学部
[*2] Department of Education, Gifu Shotoku Gakuen University
[*3] 岐阜聖徳学園大学看護学部
[*3] Department of Nursing, Gifu Shotoku Gakuen University

Email: itous@gifu.shotoku.ac.jp

あらまし：口唇の形状は英語発音時の重要な要素の一つである．そこで，音読時の口唇の形状を取得し，学習者へフィードバックする教材を目指す. 口唇形状の検出には, 顔の特徴点検出が可能である RealSense SDK を用いた．口唇形状の把握には口唇の位置座標を指標として用い，その指標が教材適応に有効であるかの検討を行った．結果，単一の単語発音レベルでは位置座標の指標が有効であることを確認した．
キーワード：唇形状検出，英単語発音，RealSense SDK，行動解析

1. はじめに

学習者の負荷時の行動を観測し，その結果を学習者へフィードバックすることが学習効果の向上につながると考えられる．我々は学習者にセンサを装着して，学習者の行動を観測する試みを行った [1]．課題中の頭部の動きや，脈波，呼吸数を取得することで負荷の状態などを推測した．しかし，検出装置を装着することによる学習者への負担の問題がある．よって、非接触で学習負荷時の行動を記録・解析する方法の検討も重要であると考える．

学習者の行動情報を非接触で取得する手段として，Kinect[2]と Leap Motion[3]が知られている．これらのデバイスは，学習者に装置を装着するのではなく，非接触で行動を観測可能である．また、ゲームなどの入力デバイスとしても盛んに利用されている．Kinect は全身骨格の位置や形状や動き検出が可能であり，スキル学習支援やその他多方面への適応研究が行われている. Leap Motion は手や指の位置や形状や動きを検出可能である．本研究で用いる Intel の RealSense SDK[4]は Kinect と Leap Motion の中間距離領域の検出範囲を持ち，座位学習者の観測に適した検出範囲を持つ．観測可能な量は顔の検出，顔の特徴点座標，傾き，表情などである．

今回我々は，RealSense SDK を用いた正面からの録画画像から得られる口唇の形状把握に着目した．学習者の英単語発音時の口唇の形状を検出し，その結果を提示し，正しい発音に必要な口唇形状との差を提示することで，発音の修正に寄与可能な教材開発を目指す．そのための第一歩として，口唇の形状を検出する方法の開発と検証を行う．

英語発音学習では，母音と子音の特徴を把握することが必要である．音声学の基準では，母音は，唇の形，舌の位置と形，顎の開閉度で分類される [5]．唇が丸い場合を円唇母音，そうでない場合を非円唇母音と言う．口の中で，舌の上がり方で舌の頂上が前にあるものを前舌母音，中位にあるものを中舌母音，後方にあるものを後舌母音と呼ぶ．

また，子音は，舌，歯，唇，声門を使用して口の中で空気の流れを調節することによって発する音である．舌の位置(両唇音，歯茎音，硬口蓋音，軟口蓋音）と調音法（閉鎖音，破裂音，摩擦音，破擦音，鼻音，側音）によって，音が決められる．

本研究では，母音発音時の唇の形と顎の開閉度に限定した．唇の開き具合と舌の位置を模式的に表した International Phonetic Alphabet (IPA)を参考に, 円唇母音，非円唇音母音，顎の開き度合いで，学習者が発する音の判別をする．

本稿では，2 章で口唇検出の方法開発と検証を行い，3 章で英語音読時の発音指導教材としての可能性を検討し，4 章でまとめる．

2. 方法

2.1 RealSense SDK の唇検出への適用

RealSense SDK は，カメラによる顔検出機能を持ち，顔の特徴点として顔の輪郭や口唇の位置など 78 点を抽出することが可能な仕様である [4]．カメラ SR300 を用いた口唇の検出において，図 1 に示すように唇の位置に 20 個の特徴点表示が可能であり, 仕様通りに唇位置座標が検出可能であることを確かめた．さらに，音読中の学習者の顔面を録画し，その

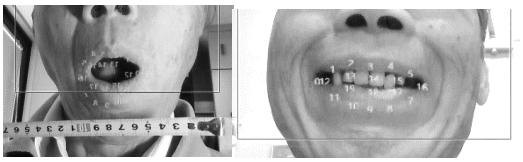


図 1.　RealSense SDK による唇の index 表示

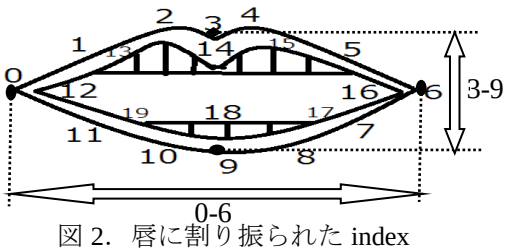


図 2.　唇に割り振られた index

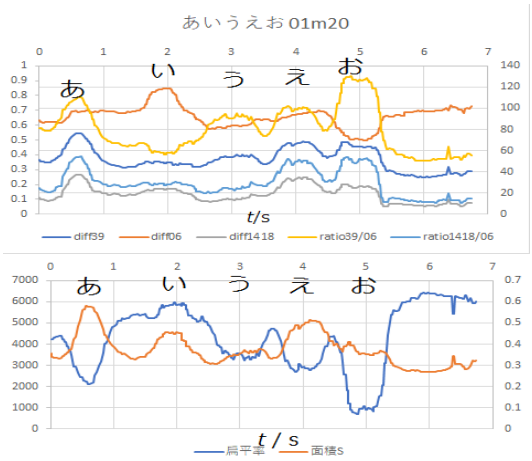


図 3.「あいうえお」の音読による index 座標と比

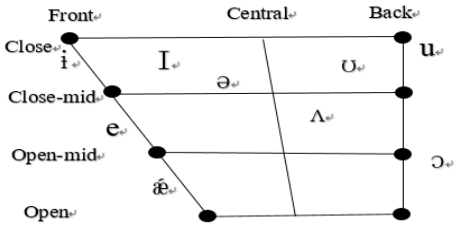


図 4.　International Phonetic Alphabet

動画から同様の唇座標検出が可能であることを確かめた.

図 2 に示すように唇の位置を 20 個の index に割振り，各 index の位置座標と，口唇の横幅を示す index 0-6 から，以下の指標を解析に用いた. diff39, diff06, diff1418 は，それぞれ二点の位置座標の差であり，ratio39/06 と ratio1418/06 は，二点の位置座標の差を口唇の横幅に対応する dif06 で除した指標である. Area は口唇の面積，oblate は口唇の扁平率を示す.

2.2 日本語発音への適用

「あいうえお」を区切りながら音読した結果を，

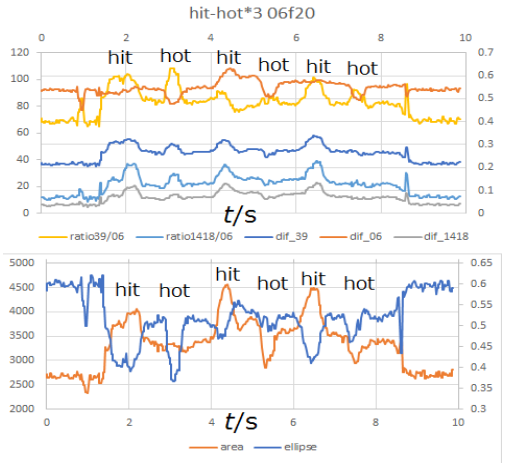


図 5.　hit-hot を発音時の口唇の形状

経時変化として図 3 に示す.「あ」では縦横ともに大きく広がり，「い」は横へ広がるなど，発音と検出した唇の形状は対応する結果が得られた．実験した 8 名に同じ傾向がみられた．一文字ずつ区切りながら発音をする方法では，日本語に関しては発音と唇の形状は対応関係を持つことが示された.

3.　英単語発音への適用の可能性

英単語を発音し，母音部分の唇形状を調べた．音読する単語の選定は図 4 に示す IPA の唇の開き具合（縦軸）を参考に，唇形状が遠，中，近距離の次の単語群を選定した．唇形状が近い母音ほど発音区別難易度が上がる．（遠距離：hit [hit] - hot [hɔt]，中距離：hit [hit] – hat [hæt]，近距離：hat [hæt] – hut [hʌt]）

円唇と非円唇母音を含む hit-hot を区切りながら 3 回発音をした結果を図 5 に示す．hit と hot 発音時の口唇形状の違いが検出できている.

4.　まとめ

本方法により音読中の口唇の位置座標を非接触で検出可能であり，日本語及び英語の発音する単語により口唇座標が異なることを確かめた．英語の発音指導教材に活用できる可能性を見出した.

本研究の一部は科研費（16K01083）の助成を受けたものである。

参考文献

(1)　伊藤敏，王琳琳，鷲野嘉映，井上祥史:“慣性センサを用いた行動検出試行”，教育システム情報学会 2016 年度第 2 回研究会, pp9-13（2016）
(2)　https://developer.microsoft.com/ja-jp/windows/kinect/develop　2017 年 5 月 23 日確認
(3)　https://developer.leapmotion.com/ 2017 年 5 月 23 日確認
(4)　https://software.intel.com/en-us/intel-realsense-sdk　2017 年 5 月 23 日確認
(5)　Peter Rosh：”English Phonetics and Phonology: A Practical Course”,4th ed. (2010) http://assets.cambridge.org/97805217/17403/excerpt/9780521717403_excerpt.pdf

chibi:bit を用いた M2M への理解を狙うプログラミング実習の実践

Programming Practice with the “chibi:bit” Aimed at Understanding of M2M

山川 広人[*1]，小松川 浩[*1]
Hiroto YAMAKAWA[*1], Hiroshi KOMATSUGAWA[*1]
[*1] 千歳科学技術大学 理工学部
[*1] Faculty of Science and Technology, Chitose Institute of Science and Technology
Email: yamakawa@photon.chitose.ac.jp

あらまし： BBC micro:bit の国内向け互換機である chibi:bit を用い，大学の情報系カリキュラムでの実用性を検討する．この一環として，chibi:bit の仕様から，学生が BLE 通信をベースとした M2M のスモールケースを試作し，M2M への理解を促すことを狙うプログラミング実習を提案し，実践結果を報告する．
キーワード： chibi:bit，micro:bit，BLE, プログラミング教育

1. はじめに

プログラミングやデータ通信への理解を狙い，マイコンやシングルボードコンピュータを利用した授業実践が行われている．本研究は，教育用マイコンボード chibi:bit を用いた，大学の情報系カリキュラムでの実用性の検討を目的とする. 本稿では chibi:bit の仕様を述べ， Bluetooth Low Energy（以後，BLE と記す）通信を用いて，学生の Machine To Machine（以後，M2M と記す）への理解を促すことを狙った実習を提案し，授業での実践結果を報告する．

2. chibi:bit の仕様と動作方法

chibi:bit は，英国放送協会が主体となって提供している教育用マイコンボード BBC micro:bit の，日本国内むけ互換機である．そのためまず，micro:bit の仕様・動作方法を述べ, chibi:bit について補足する．

micro:bit は，12 歳前後の子どもからプログラミングの概念（逐次処理，変数，条件分岐，繰り返しなど）を学習できるよう，利用の敷居を低く，しかしながらアプリケーションを作成するために十分な機器となるよう狙って開発されたマイコンボードである[(1-3)]．CPU に ARM Cortex-M0 を用い，フラッシュメモリに書き込まれたプログラムを動作させられる. 入出力装置には, ボタンスイッチ, 5×5 マスの LED, GPIO ピン，3v 電源出力ポート，無線通信モジュール，加速度・地磁気・光センサを備えている．

micro:bit 用の代表的なプログラム開発環境には，Web 上でブラウザから利用できる JavaScript Blocks Editor がある[(4)]. これはブロックベースのビジュアルプログラミングと，Java Script を直接用いるテキストベースプログラミングの両方を開発に用いることができ，エミュレーターでの実行結果の確認もできる．コンパイルされたプログラムは Intel Hex 形式のファイルとしてダウンロードでき, PC に接続することで USB メモリとして認識された micro:bit に hex ファイルを複製すれば, 書き込み・実行が行われる．

micro:bit は国外製の無線通信機器にあたり，日本国内での使用には電波法令上の問題がある．これを解決する互換機として，株式会社スイッチサイエンスが chibi:bit を提供している．chibi:bit は，BLE 無線通信モジュールが工事設計認証（技適）済みのものであるほかは，micro:bit と同等の仕様である[(5)]. 日本語化が進められた JavaScript Blocks Editor（chibi:bit IDE と呼ぶ）も提供されており[(6)]，国内で micro:bit と同様の機器・開発環境を利用できる．

3. chibi:bit を用いる実習の設計

大学の情報系カリキュラムで chibi:bit の利用シーンを考える．元となる micro:bit の特徴からも，初めてプログラミングに触れる学生への基礎教育が用途に挙げられる．さらに，プログラミングを習得した学生むけに，chibi:bit に搭載されているセンサや通信モジュールを用いて，入出力装置の動作が物理的に見える形で，プログラミングとセンシング，データ通信組み合わせた応用例の体験的な理解を促す用途も考えられる．本稿は，後者の用途の観点で，chibi:bit の BLE 無線通信モジュールを用いたデータ通信をベースに，あるデバイスのセンシング情報・内部状態に応じて他のデバイスが自動的に動作する M2M への理解を促せると仮定し，実習を提案する．

3.1 実習の到達目標

現代の情報インフラを担う技術として，M2M や IoT に注目が集まっている． M2M は，複数のデバイスがデータ通信を用いて連係し，人間の介在がなくても情報のやりとりに応じて自動的に制御を行うシステムとして捉えられている．本提案では，情報系基礎教育の中で，学生が M2M への概念的理解を得られることを目標に据える．具体的には「学生が chibi:bit を用いて BLE 通信ベースの M2M のスモールケースを作成し, M2M の定義を述べられるようになること」と定める．

3.2 BLE 通信のプログラム作成を体験する実習

第 1 段階の実習では，後述する第 2 段階にむけ，BLE の仕様や特徴への理解を学生に促す狙いのもと，学生は chibi:bit を用いて BLE 通信プログラムの作成を体験する．実習内容は，①BLE の仕様や特徴を教

員が解説する,②学生が受信用プログラムを作成し,教員が教卓からマルチキャストで送信したマークを教室内各所の chibi:bit の LED で確認し, BLE による送受信や通信可能距離を体験する,③ 学生が送信側プログラムの作成も行い，ボタン押下によって互いの chibi:bit の LED への表示マークを Peer-to-Peer で送受信できるプログラムを作成する, の 3 つとする.

3.3 M2M のスモールケースの作成を体験する実習

授業の第 2 段階では，学生が chibi:bit を用いて M2M のスモールケースとなる送受信プログラムを作成する．送信側は，光センサの測定値を定期的・自動的に送信し，受信側は受信した値の変化に呼応して，直前の値との比較結果を上昇・下降・安定の 3 段階で LED に示す仕様とする．プログラムが完成した学生は，他の学生と送信側・受信側のペアを組み，実行結果を確認する．ここで，教員は敢えて実習の前後に M2M の定義を説明せず，人間の操作により駆動する 3.2 のプログラムと, chibi:bit のセンシング情報を自動的に他方の chibi:bit の動作に反映させる本節のプログラムの動作の違いをもとに，M2M の定義を学生に考察させる.

4. 実践結果と考察

3 章で提案した授業をある大学の授業で実践した. 図 1 は実践中の様子である．受講者は情報系の学部 2 年生 55 名で，C プログラミングを別の授業で平行して習得している．教員は，学生がブロックベースもしくは Java Script のコード手本を元に 3.2〜3.3 のプログラミングに取り組めるようテキストを準備し, TA を 4 名配置した上で，90 分 2 コマの授業で実施した．なお，chibi:bit の総数は 40 台だったため，2 人に 1 台の割り当てとなる場合は，プログラムの動作確認を交代で行う形にした.

評価は，学生に 3.3 で作成したプログラムの動作の流れと, M2M の定義の考察を記述させる課題を実施し，これを元に行った．表 1 に，担当教員による課題の採点結果を示す．動作の流れの記述で A 判定が多い理由には，ブロックベースのプログラミングにより，学生がフローを正確に読み取りやすい状態であった可能性が高い．裏付けともなるように，実践と併せて収集したアンケートでは，9 割以上の学生が「ブロックベースの方が Java Script よりも動作がわかりやすい」と好意的に答えた．M2M の定義の記述では，あるデバイスのセンシング情報・内部状態が他のデバイスと自動的に通信される点に言及できれば B 判定，加えて，通信の内容に呼応したデバイスが連係的に制御や処理を行う点に言及できれば A 判定とした．3.3 の課題の送信側に着目し，自動的なデータ通信部分に言及できた学生は多かったが，それをイベントとして連係的に動作する受信側の特徴を言及できた学生は少ない結果となった．これには，最終的な教員による解説を前提としつつも，3.3

図 1 chibi:bit を利用した授業の実践の様子

表 1 課題の採点結果（単位：人）

内容	A	B	C
3.3 の動作の流れの解説を記述	23	9	23
M2M の定義の考察を記述	11	20	24

※B を合格基準，A は記述十分，C は記述不足と判定

の課題について，受信側の chibi:bit を電子部品などと組み合わせ，デバイス間の連係的な動作のイメージを思い描きやすくすることや，課題後に学生間のディスカッションを盛り込むことで，要点・特徴への気づきや実感を補う改善の余地があろう.

なお，付随的な結果ではあるが，特に 3.2 の BLE 通信の体験では，BLE でのデータ受信が成功した学生達が感嘆の声を上げていた．BLE は学生が日常的に使う機器にも採用されているが，改めて体験的に目の当たりにする機会として，技術的な深みへの興味を引き出すきっかけとなる可能性も感じられた.

5. おわりに

教育用マイコンボード chibi:bit を用いて，学生が BLE 通信や M2M を体験的に学習する授業を実践し, 実践結果や改善点について検討した．今後はブロックベースからテキストベースへのプログラミングへの橋渡し効果などの観点からも，chibi:bit の情報系カリキュラムでの実用性を追求していきたい.

参考文献

(1) Schmidt, A. : Increasing Computer Literacy with the BBC micro:bit，IEEE Pervasive Computing, Vol.15, No.2, pp.5-7 (2016)
(2) Ball, T., et al. : The BBC micro:bit Coded by Microsoft Touch Develop, Proceedings of the 38th International Conference on Software Engineering Companion, pp.637-640 (2016)
(3) Hardware All the bits and pieces that make up your BBC micro:bit, http://microbit.org/hardware/（2017 年 5 月 28 日確認）
(4) Power your imagination with code, http://microbit.org/code/（2017 年 5 月 28 日確認）
(5) イギリスの教育向けマイコンボード BBC micro:bit の互換機「chibi:bit」を開発しました, https://www.switch-science.com/pressrelease/20160802_chibibit/（2017 年 5 月 28 日確認）
(6) chibi:bit IDE, http://chibibit.io/ide/（2017 年 5 月 28 日確認）

物理模型と仮想環境をマッピングした ネットワーク教育プラットフォームの一提案

A Unified Study Platform for Computer Networking Using Miniature Devices and Private Cloud

中川　泰宏[*1]
Yasuhiro NAKAGAWA [*1]
[*1] 千葉工業大学情報科学部情報ネットワーク学科
[*1]Chiba Institute of Technology
Email: nakagawa@net.it-chiba.ac.jp

あらまし: コンピュータの仮想化技術は, ソフトウェア的にコンピュータの資源を管理できる手軽さから, 教育の現場において LAN や WAN の管理学習などに利用されている．しかし，実際には形状の違いや設置方法など物理的な面での知識・理解も重要である．本研究では，このギャップを埋めるために物理的な装置に見立てた模型を用意し，仮想化された学習環境と連動させることで，仮想化の手軽さを生かしつつ物理的な側面の学習を支援する LAN/WAN 学習のためのプラットフォームについて提案を行う．
キーワード： LAN，WAN，教育支援システム，プライベートクラウド，模型，箱庭ネットワーク

1. はじめに

一つのコンピュータ上で複数の仮想的なコンピュータを動作させる仮想化技術は，コンピュータの資源をソフトウェア的に分割して再配分できる手軽さから，クラウド上のサーバ運用などに利用されている．また，スナップショットなどの機能により，利用後の復元も容易なことから，仮想化技術は LAN や WAN の構築学習[(1)]にも利用されている．一般にネットワークの構築は物理構成図と論理構成図を基に行われるが，現在普及しているクラウドを利用したネットワークの構築は論理構成図を基にした作業工程が主体となる．しかしインフラの構築による物理的なシステムの構築機会も少なくないことから，物理的な側面の知識や技能の修得も必要である．

そこで本研究では，物理的な装置に見立てた模型を用意して仮想化された環境と連動させ，実際に動くミニチュア化した箱庭ネットワークを作ることで，仮想化環境の優れたメリットを生かしつつ，物理的な側面の学習を支援する LAN/WAN 学習のためのネットワーク教育プラットフォームの提案を行う．

2. 物理的側面を考慮したネットワーク学習

ネットワークの基本要素には，サーバやクライアントなど通信の主体となる「ホスト」，ネットワーク内でホスト同士をつなげる「スイッチ」，そしてネットワーク同士をつなげる「ルータ」などがある．構築に関わる作業工程は表 1 のように物理的な側面と論理的な側面に分けられる．この物理的な工程に必要な仕様を一つの図にまとめたものが物理構成図（設計図），論理的な工程に必要な仕様を一つの図にまとめたものが論理構成図（設計図）となる．これらすべての工程を学習するためには物理的な機材を取り揃えることが望ましいが，学習者が占有する機材が多くなればなるほど大規模な設備とそれを収容する大きな空間が必要となる．また，学習を終えた後，物理的な装置を初期化するには機材ごとに初期化操作をする必要があり，環境の復元・保全に多くの時間を要する．

そこで本研究では，この空間的コストと時間的コストが削減できる仮想化環境（スナップショット機能等）のメリットを活かしながら，物理的側面の学習が可能なプラットフォームの開発を行う．具体的にはホスト，スイッチ，ルータ等の模型を作成し，ポスターサイズの物理構成図上に展開するミニチュア化された箱庭学習環境を作る．ここで用意される模型はすべてクラウド上で実際に動作する仮想計算機にマッピングされ，模型に用意された LAN ポート，電源ボタン，リセットボタン等への操作が仮想計算機と連動される．例えば，1 台のスイッチの模型に 2 台のサーバの模型を LAN ケーブルでつなげると，クラウド上の対応する仮想デバイスが同じ構成で接続される．この環境を利用することで，学習者は実際の機器に見立てた物理接続に始まり，装置の設定に至る論理的肯定まで総合的に学習することができる． 本研究では，物理的な装置に見立てたこの模型をデバイス模型と呼び，この模型にマッピングされる仮想計算機を仮想デバイスと呼ぶ．

表 1　ネットワーク構築時に必要な作業工程の一例

分類	作業工程
物理的側面	・機器の設置場所を決定 ・機器のスペックや形状を決定 （ラックマウント型，デスクトップ型，ノートブック型等） ・配線の取り回しを決定 ・機器の設置 ・ケーブリングと配線の接続
論理的側面	・OS のインストール ・各種設定（スイッチ，ルータ，サーバ，クライアント等）

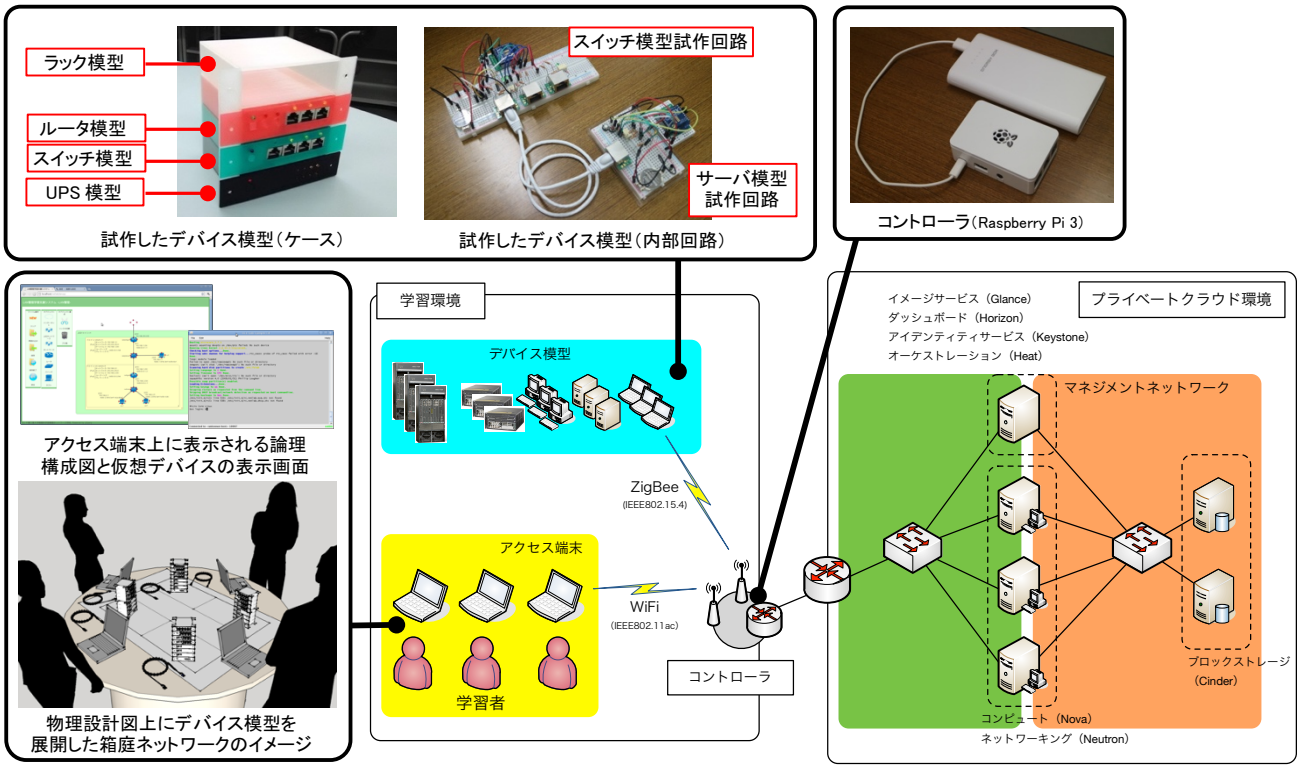


図 1 デバイス模型とクラウド環境を連動した LAN/WAN 学習のための箱庭学習環境

3. LAN/WAN 学習のための箱庭学習環境

3.1 システム構成

本稿で提案する教育プラットフォームは図 1 に示すように学習者が箱庭ネットワークとして利用する「学習環境」，仮想デバイスが実行される「プライベートクラウド環境」，そしてこれらを連携する「コントローラ」の三つから構成される．

学習環境では，テーブル上へ展開された大判ポスターサイズの物理構成図上にデバイス模型や LAN ケーブル等が箱庭環境として用意されている．さらに各学習者はアクセス端末と呼ばれるノート PC を利用し，その画面に表示される論理構成図を通して，ホスト，スイッチ，ルータ等の仮想デバイスの画面にアクセスする．ここでデバイス模型同士の接続には実物の LAN ケーブルを利用する．デバイス模型には電源・リセットボタン，アクセスランプなどが装備されており，省電力通信の ZigBee を利用し，後述のコントローラ経由で仮想デバイスと連動する．

プライベートクラウド環境は，デバイス模型とマッピングされる仮想デバイスの実行環境となっており，そのプラットフォームにはクラウド OS と呼ばれる OpenStack を利用している．この環境上では仮想サーバ，仮想クライアントに加え，Open vSwitch を利用した仮想スイッチ，VyOS を利用した仮想ルータなどが動作する．

コントローラは箱庭学習環境を支える 3 つのネットワークを中継する役割を持っている．一つ目はデバイス模型と通信するための ZigBee を利用した省電力通信ネットワーク，二つ目はプライベートクラウド環境と接続するための有線ネットワーク，三つ目はアクセス端末と接続するための無線ネットワークである．また，コントローラはデバイス模型と仮想デバイスのステータス管理と連動も行っている．

3.2 箱庭ネットワークを利用したロールプレイ学習

各々の学習者はアクセス端末 1 台とデバイス模型複数台を利用して，物理構成図と論理構成図を基に IT 技術者としてロールプレイを行う．ネットワーク導入の現場に見立て，自身の役割が明確になるよう大判プリンタで印刷された物理設計図から学習者間で管理分担を決め，デバイス模型を配置していく．そして配線計画を元に LAN ケーブルを作成し，構築現場に見立てた物理構成図上に敷設をする．また，設計図に地図を利用することで題材を WAN へと拡張することができるため，これらのロールプレイを通して LAN から WAN に至るネットワークについて物理設計から実際の設定に至る一連の流れがこの箱庭ネットワーク上で学習することができる．

4. まとめ

本稿では，プライベートクラウドと模型を利用した箱庭ネットワークによる学習手法の提案を行った．現在はまだ試作の段階ではあるが，今後システム評価ならびに学習者による利用評価を経て発展的にシステムの改善を行う予定である．

参考文献

(1) 中川泰宏, 浮貝雅裕, "LAN 管理者教育におけるクラウド型学習支援環境の開発,"信学会技報, ET109(82), pp.27-32, Jan.2012

問題解決工程を学ぶための問題解決シミュレーションの提案
Proposition of Simulator to Learn Problem Solving Processes

高橋　B.　徹[*1], 高橋　聡[*1],　吉川　厚[*2]
Toru B. TAKAHASHI[*1], Satoshi TAKAHASHI[*1], Atsushi YOSHIKAWA[*2]
[*1] 東京理科大学
[*1]Tokyo University of Tokyo
[*2] 東京工業大学
[*2]Tokyo Institute of Technology
Email: takahashi.toru@rs.tus.ac.jp

あらまし：問題解決が社会において求められており，それを学ぶための方法として Project / Problem Based Learning(PBL)が実施されている．しかし，PBL に参加はするが学びを得ているとは言いがたい事例も出ている. その要因の一つとして学習者は問題発見ができず, 学びの機会を喪失していることがあげられる．そこで, 本稿は問題発見の仕方と重要さを学ぶための問題解決シミュレーションを開発する．本シミュレーションを通して問題解決がうまくいかないのは問題発見にあることがわかり，学習者が PBL に参加する用意を構成できると考えている．
キーワード：問題解決学習，問題発見

1. はじめに

問題解決能力は実社会で求められる重要なスキルである. OECD でも 21 世紀型スキルの中でその必要性を指摘している [(1)]．これらが指し示している問題とは正答があるような問題ではなく，実社会に存在があるような答の決まっていないものである．問題解決能力はこういった問題の中で検討と評価を重ねより良い解決策を出していく能力である．

問題解決を行うにあたって様々な重要な要素があるが，その中でもとりわけ重要なものの一つに問題発見があげられる．問題発見とは対象となる問題の分析を行い，解くべき問題を見極めることである．解くべき問題を誤って認識したうえで立案した解決策では効果を上げることが難しい．そもそも，解決策の根拠は，問題発見にて発見された問題である．しかし，そこが十分に行えていないと，解決策として信用のないものになってしまう．そういう意味では問題発見は解決策を立てることよりも重要であるといえる．

問題発見ではその重要性の一方で非常に難しいことからいくつかの補助ツールが提案されている．例えばトヨタの改善方式として有名ななぜなぜ分析では起きた問題に対して 5 回「なぜ」を繰り返すことで問題を深くまで分析を行う[(2)]．イシューツリーでは問題をツリー状に分析していくことで網羅的な問題の分析を行っている [(3)]．いずれにしても表層的な問題に対して，分析を重ねることにより解くべき問題を発見しようというものである．しかし，これらの方法を使っても問題を MECE に分析できていなかったり，問題の大枠から外れてしまったりすることがある [(4)]．

近年，問題解決能力を身に着けるための学習方法として Project / Problem Based Learning（PBL）が挙げられる[(5)] [(6)]．これは実際に問題解決に取り組むことで問題解決能力を身に着ける実践的な方法である．これも問題解決である以上，問題発見の工程は欠かせない．例えば文献[(7)]では『問題発見シート』を使用することを挙げている．

一方で，PBL がうまくいかないケースも報告されている．文献[(8)]では企業と連携で行う PBL において「当該企業への強い愛着が生まれ，その結果，価値観の固定化が促進されてしまうことになる」という状況になったことを挙げている．すなわち，外からの視点というよりは，当該企業の中の視点と変わらない状況あるいは，一度見方を決めてしまった後見直す機会の損失につながっており, そのことが結果, 本質的に PBL で行う課題を見いだすきっかけの喪失につながると考えられる. 一方, 文献[(8)]は加えてこういった状態を放置すると「学生間の議論があまり行われない状況を作る」,「学生間で「この程度で構わない」というパフォーマンスの低下を生み出す」という事態が発生すると指摘している．すなわち学習の停滞状況が起こる．PBL は実施コストが高いため，この状況に陥らない工夫が必要となる．

そこで考えられるのは実践の PBL に向けて事前学習を行うというものである．しかし，座学にて問題解決を教えてもその効果自体も限定的であることが分かっている．文献[(9)]では問題解決の講義を行った後に一人で問題解決に取り組ませたが，多くが挙げられた問題と解決策に整合性がとれていない結果となった．これは問題発見の工程を盛り込ませたものの，結局解決策をすぐに求めてしまう結果となった．これらの原因として，問題発見が習慣化されておらず，どうしても与えられた表層的な課題に対する思いつきの解決案という形でしか捉えられないことが考えられる．そこで，習慣化する仕組みを考える必要がある．

本稿では問題解決の際に問題発見を行う仕組みを

取り入れた問題解決シミュレーションを提案する．これを行うことで問題解決の手順が身につくようになると同時に，プロセスを踏襲しないとうまく解決に至らないことを理解させる．特に問題発見の手法を実践的に学びながら，その手順を理解し，問題解決の PDCA を回すことによって，段階的に問題発見ができるようになることを目的としている．

2. 問題解決シミュレーション

問題解決シミュレーションでは,『目標設定フェイズ』,『問題分析フェイズ』,『解決策フェイズ』,『評価方法設定フェイズ』,『実行・結果確認フェイズ』の 5 つのフェイズからなる．

目標設定フェイズでは設定した課題をむしろ大枠に拡大して捉え直すことを期待している．これは見えている課題を目標として課題設定し解決策を考えると，むしろ局所解を探すことになってしまい,問題が解決しない場合がある．そのため，目標を大きく設定捉え直す訓練をする設定になっている．具体的には解決策を含む（つまり手段を目標化する）目標等複数の選択肢が提示され，学習者はその中から一つを選ぶことを行う．もし，解決策を目標としてしまうと次の『問題分析フェイズ』での検討範囲が限定される．

問題分析フェイズでは問題のツリー分析を取り入れている．ツリー分析は、タテとヨコの２方向の分析を行う。タテの分析とは問題の『原因』を深く分析する．ヨコの分析は『他の可能性』を探ることである．タテの分析を怠れば解かねばならない問題を見落とし，ヨコの分析を怠れば他の問題の可能性を見落とす．具体的には，学習者は問題を分析するのではなくタテに分析するかヨコに分析するかのいずれかを選択し,それに併せて分析結果が表示される．ただし，分析にはコストが設定されており最初からすべての分析を行うことはできない．また，問題を分析しても何も分からなかったり，分析した結果，問題がないことが判明したりする場合もある．

解決策フェイズでは問題に対して解決策を選択するフェイズである．発見した問題に即した解決策を選ぶことが期待される．しかし,必ずしも発見した問題の解決策ではなく,それらしい解決策を選択すると問題が解決されないという仕組みになっている．

評価方法設定フェイズでは解決策に対してどのような評価方法を設定するかを決めるフェイズである．評価は問題発見を重ねるうえで重要である．解決策の実施後にその解決策が問題に対して有効であったかを評価することにより，さらなる問題発見につなげる．シミュレーションでは解決策に基づき評価を設定できるようになっている．

実行・結果確認フェイズでは評価方法設定フェイズで設定した評価方法に基づき解決策の実行結果が示される．この実施結果にもとづきさらなる問題の分析が行うといういわば PDCA を回していくことが重要である．シミュレーションでは 実行・結果確認フェイズにて評価が示された後に再び目標設定フェイズに戻り，これを任意の回数繰り返す．この繰り返しで目標設定を見直したり，分析を広く深く検討したりすることにより問題発見を深化させ問題解決に導いていく．ただし，評価設定を十分に行わないとさらなる問題の所在が分かりづらくなり，結果的に分析が行いづらいという状態になる．

この手段により，本シミュレーションは問題解決の中でも特に重要な問題発見について学べるようになっている．

3. おわりに

本稿では問題解決シミュレーションの提案を行った．これは問題解決の中でも重要な問題発見を学ぶためのものである．これを行うことにより座学からの実践の PBL へ向けた足場がけを行う．今後は実際に開発を行い，その効果の評価を行っていくものである．

参考文献

(1) Griffin, P., McGaw, B. and Care, E.（ed.）: "Assessment and Teaching of 21st Century Skills", (2012)
(2) 大野耐一：“トヨタ生産方式: 脱規模の経営をめざして”，ダイヤモンド社，（1978）
(3) 河瀬誠 :“戦略思考コンプリートブック”，日本実業出版社，（2003）
(4) 高橋 B.徹，高橋聡，吉川厚：“問題発見工程におけるつまずきの分析 ”，平成 27 年度日本科学教育学会第 3 回研究会，pp. 65-70，（2015）
(5) Barrows, H. S.: A taxonomy of problem‐based learning methods. Medical education, 20(6), pp.481-486, (1986)
(6) Blumenfeld, P. C., Soloway, E., Marx, R. W., Krajcik, J. S., Guzdial, M., & Palincsar, A.: Motivating project-based learning: Sustaining the doing, supporting the learning. Educational psychologist, 26(3-4), pp.369-398, (1991)
(7) 金川めぐみ：“問題解決型学習の具体例 ： 三重大学・PBL セミナーの取り組みから”，和歌山大学経済学会研究年報，pp.141-150，（2015）
(8) 東海Aチーム：”アクティブラーニング失敗事例ハンドブック”，http://www.nucba.ac.jp/archives/151/201507/ALshippaiJireiHandBook.pdf，（2014）（2017 年 6 月アクセス）.
(9) 高橋 B.徹，高橋聡，吉川厚：“問題解決工程におけるつまずきを分析するためのワークシートの提案”，教育システム情報学会 2016 年度第 1 回研究会，B2-1，（2006）

マンガケース教材によるハイブリッド型 PBL 教材の開発

A Proposal of Manga Case Hybrid PBL System

高橋　聡[*1], 高橋　B.　徹[*1], 吉川　厚[*2]
Satoshi TAKAHASHI[*1], Toru B. TAKAHASHI[*1], Atsushi YOSHIKAWA[*2]
[*1] 東京理科大学
[*1]Tokyo University of Science
[*2] 東京工業大学
[*2]Tokyo Institute of Technology
Email: satoshi-takahashi@rs.tus.ac.jp

あらまし：オフラインおよびオンライン両者の特性を活かしたハイブリッド型 PBL 教材を開発した．本教材では PBL 教材として導入コストが低いマンガケース教材を利用している．オフライン学習の特徴は“学習者の没入感が高まるが，観点の多様性が下がること”である．一方で，オンライン学習の特徴は“学習者の観点の多様性が高まるが，没入感が下がること”であり，それぞれ相反する特徴を持っている．そのため，開発した教材では両学習形式の組み合わせ方を工夫することにより，学習者の多様な観点を引き出しながら，積極的なディスカッションを生み出すことに特徴がある．本論では，開発した教材およびその実践結果を報告する．

キーワード：マンガ, Moodle, LMS, Hybrid learning, Project based learning, Problem based learning

1.　はじめに

学校教育において PBL(Project / Problem based learning)の導入が進んでいる．一方で，教授者側の準備コストが高いといった課題や，その準備コストの高さから学生に思考錯誤を繰り返させることが難しいといった課題が存在する．それに対し，仮想的な PBL 学習教材として，マンガケース教材が開発されている [(1)]．マンガケース教材では，学習者に対し様々な問題が埋め込まれた状況設定を提示し，その状況における適切な意思決定を考えさせる [(2)]．マンガケース教材では，PBL における状況設定と設問セットが既に用意されているため，教授者の準備コストを抑えることができる．さらに，マンガ世界の仮想的な PBL であるため，何度も失敗しながら，試行錯誤を繰り返すことができる．

これまでに，マンガケース教材を利用した PBL 教材として，オンライン教材およびオフライン教材が開発されており，それぞれにメリット・デメリットが存在することがわかっている．オフライン教材のメリットは，学習者の没入感が高まることにあり，デメリットは観点の多様性が下がることにある．一方で，オンライン教材のメリットは学習者の観点の多様性が高まることにあり，デメリットは没入感が下がることにある．

そこで，本研究ではオフライン型およびオンライン型両者のメリット・デメリットを活かした，ハイブリッド型 PBL 教材を提案し，その効果を確認する実験を実施した．

2.　マンガケース教材を利用した PBL 教材

これまでに，マンガケース教材を利用した PBL 教材として，オンライン教材およびオフライン教材が開発されている．オフライン教材のメリットは，学習者の没入感が高まることにある．学習者同士で顔を突き合わせてディスカッションをするうちに，マンガのキャラクターがあたかも実在の人物であるかのように扱われるようになる．そして，学習者はキャラクターの立場になって考え，その感情について語るようになる．デメリットは，その没入感の高さから，キャラクターへ着目しすぎてしまう点にある．そのため，第三者的な観点からの意見を生み出しづらくなってしまう．

一方で，オンライン教材のメリットは，学習者の観点の多様性が高まることにある．オンライン上での非同期型ディスカッションのため，学習者が自分の考えをまとめたり調べたりする時間が増え，様々な観点からの意見を生み出すことができる．デメリットは，没入感が下がってしまうことにある．オフラインでのディスカッションと異なり，オンライン上の掲示板を使ったディスカッションでは，キャラクターへ感情移入した会話が発生しない．あくまで，教材から読み取ることができる事実についての意見交換のみが行われる．

3.　実験方法

ハイブリッド化にあたり，代表的な LMS の一つである Moodle(Modular Object-Oriented Dynamic Learning Environment)を用いた [(3)]．設定した課題および実施方法を表 1,2 に示す．提案手法では，まずオンラインでのディスカッションにより，学習者の観点の多様性を引き出す(表 2 No.4, 8)．その上で，オフラインでのディスカッションにより，学習者の没入感を高める(表 2 No.5, 9)．これらの流れで，学習を行うことにより，オフラインおよびオンライン

表 1 課題設定

設問番号	課題
Q1	「企業における役割」,「ネットの利用に対するスタンス」を整理してください.
Q2	このストーリーにおける「大和葵という人物がソーシャルメディアを利用することのメリット/デメリット」は何ですか？
Q3	マンガで学んだことを踏まえ，企業における社員向けにネット利用のルールを作成してください.

表 2　実施方法

No.	実施週	実施環境	実施内容
1	第一週	オフライン	Q1 について個人で考える 20 分間
2			Q1 についてグループディスカッション内 20 分間
3			Q2 について個人で考える 10 分間
4		オンライン	Q2 についてグループディスカッション
5	第二週	オフライン	Q2 についてグループ内ディスカッション 20 分間
6			Q2 についてグループ間ディスカッション 20 分間
7			Q3 について個人で考える 10 分間
8		オンライン	Q3 についてグループ内ディスカッション
9	第三週	オフライン	Q3 についてグループ内ディスカッション内 20 分間
10			Q3 についてグループ間ディスカッション 20 分間

両者の特性を活かした学習を実現することができる．なお，Q1 はアイスブレークもかねて，オフライン環境で実施している．

マンガケース教材としては「ヤマトアオイ」を用いた．「ヤマトアオイ」には，IT 企業におけるソーシャルメディアを使った情報共有のメリット・デメリットの情報が埋め込まれている．本教材を利用したディスカッションを行うことで，SNS 上のトラブルを発生させないための施策や，発生したあとの対応など戦術レベルの意思決定に関する観点を学ぶことができる．

マンガケース自体は，Moodle 上でブック機能を利用して，閲覧可能にした(図 1)．また，個人での印刷の手間を省くため，実験者側で印刷して配布も行った．グループ課題では，Moodle のフォーラム機能でディスカッションを行わせ，Moodle の課題機能で課題提出を行わせた(図 2)．

Q1 は，学習者にマンガケース教材の状況整理を行わせるための課題である．この課題により，基本的な情報の勘違いを防ぐ．Q2 は，学習者の観点整理を行わせるための課題である．この課題により，自分

図 1　Moodle 上に公開したマンガケース教材

図 2　Moodle 上での課題例

の立場を明確化し，その多様性を引き出すことを目的としている．Q3 は，学習者同士の観点をぶつけ合わせ，その上で意思決定を行わせるための課題である．そのディスカッション過程において，学習者に自身の知識を整理させたり，他者の観点を学ばせたり，まったく新しい観点を発見させたりすることを目的としている．

参加者は経営学を専攻とする学部1年生30名である．1 グループは 4~5 人とし，全部で 7 グループとした．

4.　おわりに

本論文では，オフライン教材およびオンライン教材両者の特性を活かすために，ハイブリッド型 PBL 教材を提案した．そして，その効果を確認するために，30 名の実験協力者に対する実験を行った．

5.　参考文献

参考文献

(1)　高橋聡・高橋 B.徹・吉川厚: PBL の事前学習教材としてのマンガケース教材の提案, 科学教育研究, 科学教育研究, Vol.40 No.2 (2017) (in press)
(2)　吉川厚 ： 獲得した知識を活用するトレーニング ：Situated Intelligence Training, システム/制御/情報 システム制御情報学会誌, Vol.51, No.2, pp.102-108 (2007)
(3)　Moodle (https://moodle.org/ 2017 年 5 月 30 日参照)

試行錯誤型理科教育プログラムのための思考支援システムの開発
Development of Thinking Support System for Science Education Program based on Heuristic Approach

千田 和範[*1]，野口 孝文[*1]，稲守 栄[*2]
Kazunori CHIDA[*1]，Takafumi NOGUCHI[*1]，Sakae INAMORI[*2]
*1 釧路工業高等専門学校 電気工学科
*2 釧路工業高等専門学校 教育研究支援センター

*1 Department of Electrical Engineering, National Institute of Technology, Kushiro College
*2 Education and Research Support Center, National Institute of Technology, Kushiro College
Email: chida@kushiro-ct.ac.jp

あらまし：初学者に対し様々な知識に対する興味や意欲を持続させながら学習させるには様々な工夫が必要になる．我々はこれまで試行錯誤を伴う協調学習をベースとした複数校横断型理科教育プログラムを開発し，小学校で実践してきた．本研究では，この試行錯誤による発見的解決を学習者に効率的に行なわせるための ICT を用いた思考支援システムについて報告する．

キーワード：協調学習，競争原理，問題解決型学習，教育機関連携，ICT 利用

1. はじめに

近年，様々な教育機関において，課題の発見と解決に向けて主体的・協働的に学ぶ学習が取り入れられてきている．本校の授業や実験においても「動機づけ」,「満足感」などを考慮し，問題解決型学習を拡張したコンテスト型式の学習方法を取り入れ，関連学会で成果報告を行ってきた(1)．これらの活動から，複数校で授業や実験を同時展開することでクラス単位では得られなかった学習の広がりを目指し，小学校向け理科教育用グループ学習プログラムを 2013 年度から行なっている．その中で実験記録の取り方とその活用の仕方により実験の展開に大きな違いがあることが分かった．そこで試行錯誤型学習の学習過程の記録と提示を ICT 機器により簡単かつ効率よく行うことができるシステムの開発を行なった．

本研究ではこの試行錯誤型実験の思考支援システムの概要について報告する．

2. 複数校横断型理科教育プログラム概要

まず提案システムを運用する複数校横断型理科教育プログラムは小学校 5 年生を対象として構成されており，試行錯誤による電磁石製作を通して,電磁石の特徴や性質を深く学んでいく．なお，このプログラムは図 1 の 3 つの活動によって構成されている．

第1回 電磁石の基本特性に関する全員体験型実験
第2回 コンテストに向けた試行錯誤型グループ学習
（高専対応 90 分，小学校教諭対応約 2 週間）
第3回 複数校による電磁石の性能コンテスト

特にコンテストによる競争原理を導入することで，課題達成のために試行錯誤を伴う問題解決学習が自発的に行われる．ここで思考支援システムを運用する第 2 回目とその結果となる第 3 回目のコンテストの内容を説明する．

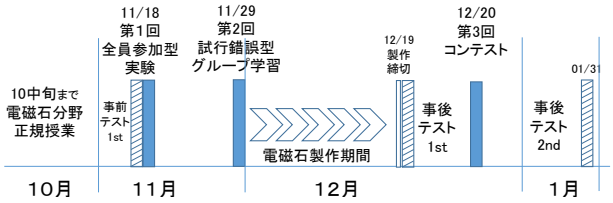


図 1. 2016 年度の教育プログラムのスケジュール

2.1 試行錯誤型実験によるグループ学習

一般に，学習者は失敗などを含む試行錯誤を通して事象の理解を深めることができる．しかし学習に対する動機付けが不十分な児童は，反復が必要な試行錯誤過程を避ける傾向が見られる．ここで，筆者らはこれまで高専における学生実験において，自発的な試行錯誤を促すために競争原理とトレードオフ課題を導入することで効果をあげてきた(2)．本プログラムでも同様に，実験用材料に材質や寸法形状などトレードオフとなる条件を設定すると同時にクラス対抗の電磁石コンテストを実施することで効果を上げている．なお，この試行錯誤型実験では，実験過程の記録内容とその活用が実験の成否に大きく影響する．そこで ICT 機器を活用した学習過程記録システムを開発した．この概要は次章で説明する．

2.2 複数校参加による電磁石性能コンテスト

ここで行うコンテストについても，トレードオフとなる様に競技課題としてクリップと異形状の金属を持ち上げる力を競う競技課題を設定している．

なお，本教育プログラムはコンテストの勝利が目的ではなく，試行錯誤を通して知識の深化を実現することにある．したがって，コンテストを契機に，仮説をたて，試行錯誤しながら様々なアイデアを試すアクティブな学習活動を期待している．

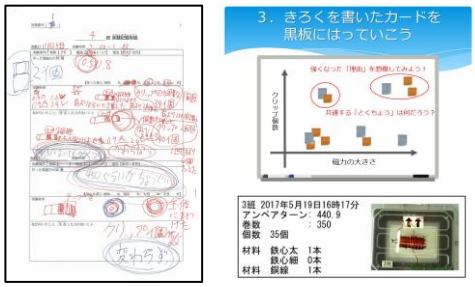


図 2. 以前の実験まとめシート(左)と今期の記録カード

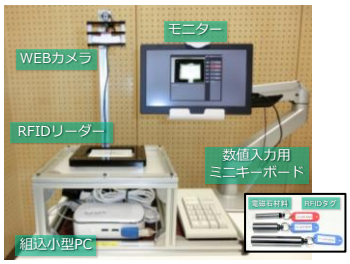


図 3. 学習過程記録装置と RFID タグ付き実験材料

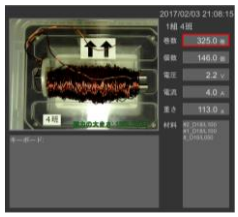


図 4. 改良型学習過程記録システムのモニタ

3.　試行錯誤型実験の思考支援システム

3.1　2 次元マトリクスによる実験結果の分類手法

前々年度は，教育プログラム第 2 回の試行錯誤型グループ学習の段階で図 2 左の実験まとめシートに実験結果を記入し，次の試作に有効利用してもらうことを考えていた．しかし，このまとめシートは実験に集中するあまり乱雑だったり記入漏れがあったりと事後活用が困難な場合が多かった．またトレードオフ課題では有効な組み合わせ条件を探索する必要があるが，第 2 回のグループ学習は日程的に小学校教諭が主導することになるため，専門的なアドバイスができない状況であった．そこで専門家による指導無しに効果的な組み合わせを児童に発見してもらうことを考える．まず事前に用意した図 2 右上の 2 次元マトリクスに図 2 右下の様な電磁石の製作条件を記入したカードを貼り付け分類を行なう手法を導入する．ここでマトリクスは横軸に性能指標，縦軸に実験結果とした．児童はこのマトリクスの右上に位置するカードの共通する特徴を試行錯誤しながら見つけ出すことになる．この手法は実験を繰り返すほど，カードがクラスター化していくため，知識や経験の少ない児童でも電磁石の性能を上げるための条件が見つけやすくなると考えられる．また学校間でこのマトリクスを共有することで，実験から得られる知識の共有も可能となると考えられる．

3.2　思考支援のための学習過程記録装置の構成

3.1 節で示した様に，試行錯誤実験の結果の分類と事後活用も考慮すると，カードは統一されたフォーマットかつ紛失しない形態が望ましい．そこで記録カードは扱いやすさと保管を考慮し 60×15mm のシールとすることを前提に，記録カードを製作するための実験データを収集しつつ記録カードを出力する学習過程記録する装置を開発した．このシステムの概観を図 3 に，入力画面を図 4 に示す．この学習過程記録装置は，これまで手書きしていた実験諸元などの様々な情報を自動的に収集することを目的としている．そのため，電磁石製作に用いた鉄心等の材料には図 3 の右下の様に RFID タグを付加し，学習過程記録装置に搭載された RFID リーダにかざす事で諸元を取り込める様にした．なお，RFID タグにはその材料の物性値を書き込んでいる．また巻数などの測定値は小学校の担当教諭から事前打合せにて意見聴取し，キーボード入力を採用した．この学習過程記録装置は次の様に使用する．

表 1. 測定値記録データフォーマット

```
{"date201705103@190115":["CLS":"1 組 4 班",
"巻数":"325.0","個数":"146.0","電圧":"2.2",
"電流":"4.0","重さ":"113.0",
"材料":[
  "No1":"#2_D18/L100",
  "No2":"#1_D18/L100",
  "No3":"#0_D18/L100",]}
```

まず準備として，班ごとに鉄心種別や銅線径を決めた上で電磁石を作成し，巻き数，クリップ吸着個数，コイルの電圧電流値，重量の測定を完了しておく必要がある．その上で次の手順で作業を行う．

1. キーボートを用いて各測定値を入力する
2. 使用した全ての材料の各種 RFID タグをシステムの RFID リーダにかざす
3. 作成したコイルを撮影する
4. 記録カードをプリンターから出力する．

なお，今後の知識継承過程の自動解析を見据えて作品の写真撮影と同時に表 1 の JSON 形式のテキストデータも PC 上に保存している．

4.　まとめ

本研究では，試行錯誤を通して学習の幅を広げるグループ学習を伴う教育プログラムにおいて，試行錯誤に必要な思考過程を支援するためのシステムを開発した．今年度も，本教育プログラムを 1 月から 3 月に実施することが決定したため，プログラムの運用を通して今回開発したシステムの評価と改良を行なっていく予定である．

謝辞

本研究は科学研究費基盤研究 (C) 課題番号 16K01151 の助成を受けたものである．ここに記して謝意を表す．

参考文献

(1) 千田和範，稲守栄，野口孝文，複数校横断型理科教育プログラムの効果を向上させるための実験支援システムの開発,教育システム情報学会第 41 回全国大会，D2-2, (2016)
(2) 千田和範，佐藤英樹，野口孝文，稲守栄，荒井誠，梶原秀一，風力発電用翼設計を通した試行錯誤型実験における課題設定とその作品との関係，工学教育，56-5, pp.103-110, (2008)

相互評価支援システムを活用したルーブリック評価と学習効果の可視化

Rubric Assessment and Visualization of Learning Effects using Peer-Assessment Support System

小西　啓佑，國枝　孝之，中野　楓子
Keisuke KONISHI, Takayuki KUNIEDA, Fuuko NAKANO
株式会社リコー
RICOH Company, LTD
Email: Keisuke.konishi@nts.ricoh.co.jp

あらまし：客観的視点を向上させる手段として学習者同士での相互評価活動がある．指導者の手間を削減すべく，これまで ICT を活用した事例が報告されてきたが，学習効果や学習者の成長までは確認できていなかった．そこで我々は評価結果を継続的に記録・可視化する評価支援システムを開発し，ルーブリック評価による検証活動を行った．検証結果から，本システムを活用した評価活動と履歴による学習効果の可視化によって，授業改善だけでなく，学習効果・取組み姿勢の変化があることがわかった．
キーワード：相互評価，ルーブリック，可視化，学習効果，支援システム

1.　はじめに

近年，教育現場では学習指導要領の改訂に伴い，ICT の導入による『主体的・対話的で深い学び』の実現を目指す授業改善が求められており，その学習活動の 1 つとして，客観的視点での内省や学習動機を高める『相互評価活動』が注目されている．

しかし従来の相互評価活動では，答案の回収や匿名性の確保といった指導者の手間によって，学習者が得られる評価数が少なく，期待された学習効果が得られないという課題があった．この現状に対し，これまで ICT を活用した事例[(1)]が報告されているが，ツールの評価に留まり，PBL 等の継続的な実施による効果までは確認できていない．

そこで本稿では，評価結果を継続的に記録・可視化する相互評価支援システムを開発し，ルーブリック評価による検証活動を実施したので，その検証結果と学習効果について報告する．

2.　相互評価支援システムの開発

本システムは，学内のどの端末からでも操作出来るよう，学内 NW 上にサーバを持つ Web アプリケーションとして開発した．本システムのシーケンス図を図 1 に記す．

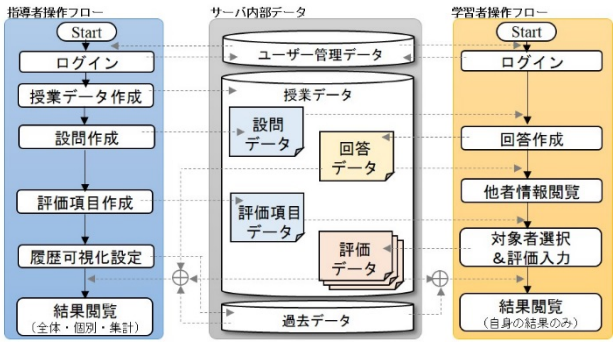


図 1　シーケンス図

システム操作は指導者・学習者を想定しており，ユーザー識別 ID により判別している．また設問・回答は授業ごとに記録・管理されているため，履歴の可視化による学習効果の把握を可能にしている．さらに学習者が入力した結果はリアルタイムに反映され，指導者は全員分，学習者は自身の結果を閲覧することができる．本システムの特徴を表 1 に示す．

表 1　システムの特徴

操作フェーズ	特徴	対象
授業管理	授業ごとに設問・回答を記録・管理できる	共通
設問・評価項目作成	過去の設問・評価項目をコピーでき，同じ内容で作成できる	指導者
回答・評価	回答・評価結果は匿名で表示される	学習者
結果閲覧	結果がリアルタイムに反映される	共通
	過去の結果との比較・可視化ができる	共通
	全員分の結果を集計・保存できる	指導者

3.　連携授業による実証

2016 年度，公立高校 1 校に本システムを導入し，これまでメールによる評価活動を実施していた 1 年生(全 4 クラス)の『情報の科学』の授業を対象に，連携授業を 1 年間実施した．そのなかで，4 週にわたる PBL 授業と，計 3 回の相互評価活動を実施した．

連携授業では毎授業のリフレクションと，相互評価活動に本システムを運用した．連携先での運用方法を表 2 に示す．

表 2　連携先でのシステム運用方法

実施名	頻度	運用方法
リフレクション	毎授業	授業終了時に，その授業への理解度・態度を，ルーブリックによる自己評価をさせる
相互評価	不定期（進捗次第）	学習者に記述式の設問を回答させ，自己評価と，他者の回答への評価（相互評価）をさせる

4.　学習効果の可視化と検証結果

連携授業で得られる結果をもとに，以下の 3 つの項目を検証した．

4.1 システム活用による学習者への効果

最終授業にて，システムに対するユーザー評価を自由記述にて実施した．その内容を分析することでシステムの活用による学習者への効果を検証した．検証結果を図 2 に示す．

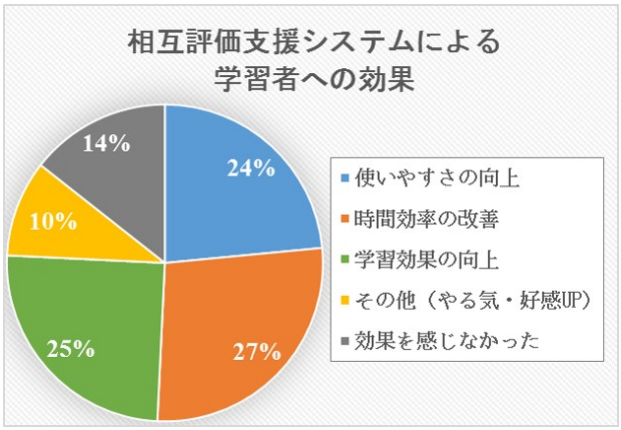


図 2 システムによる学習者への効果

図 2 より学習者全体の 86%が効果を感じており，その内容の中には，『メール操作よりも使いやすい』『時間効率が改善された』といった授業の改善や，『過去の履歴により振返りができた』といった学習動機の向上に効果があったことが確認できた．

4.2 PBL 授業による学習効果の可視化

同じ課題に対し計 4 週取組む PBL 授業を実施し，全ての回で同じルーブリックによるリフレクションを行った．この PBL 授業での評価履歴を可視化することで学習者の成長を分析した．

なお，このときの評価項目は 21 世紀型スキルの 4 つの領域を対象にしており，評価基準は態度に関する 4 段階評価によって実施した．評価項目と評価基準を表 3，表 4 に，検証結果を図 3 に示す．

表 3 21 世紀スキルに基づく評価項目

評価項目	評価対象
思考の方法	情報の収集・整理・分析・統合・発信
仕事の方法	コンセプトに基づいた制作物の作成とクオリティ
仕事のツール	グループ内外との協力による学習活動
社会生活	役割に応じた学習活動と，成果最大化への貢献

表 4 評価スコアと評価基準

評価スコア	評価基準	態度
4	自ら取組み，改善できた	持続的態度
3	自ら取組むことができた	生成的態度
2	課題に（言われて）取組むことができた	受容的態度
1	未達・不参加	—

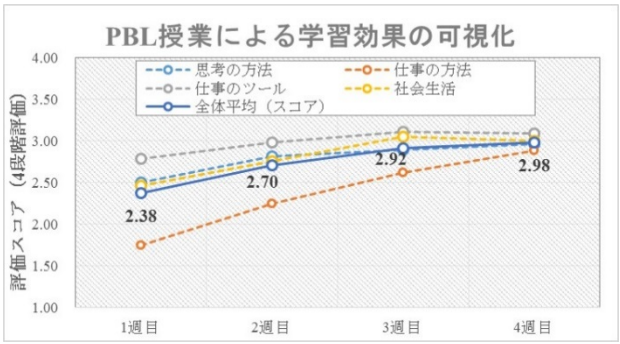


図 3 履歴による学習効果の可視化

図 3 に示す通り，同じルーブリックで継続的に実施することで学習効果の可視化を実現できた．

また回を重ねる度に自己評価結果が上がっていることから，繰返し授業での評価履歴の可視化とその活用は，学習者の取組み姿勢・態度の改善と，自己肯定感の向上に貢献できたと考えられる．

4.3 相互評価活動による客観的視点の変化

相互評価活動は計 3 回実施し，各回の自己評価と相互評価の差異をもとに学習者の客観的視点の変化を分析した．検証結果を図 4 に示す．

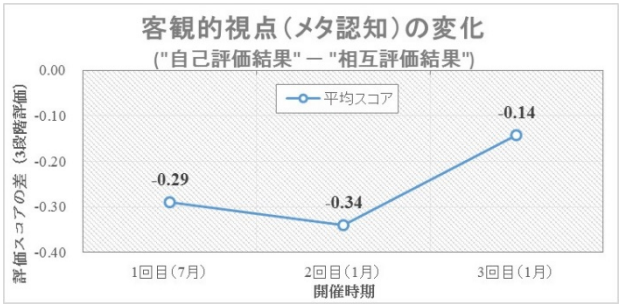


図 4 相互評価活動による客観的視点の変化

実施時期が 1-2 回目では期間が空いたため，効果は確認できなかったが，2-3 回目のように継続して相互評価活動を実施することで，客観的視点での評価（メタ認知）が向上することを確認できた．

5.　おわりに

本システムを活用した評価活動と履歴による学習効果の可視化によって，授業改善だけでなく，学習効果・取組み姿勢の変化に効果があったといえる．

また連携先の指導者からも，『周囲に気を配り，他グループにも教えあうようになり学習者の姿勢が変わった』との所感を頂いた．このことからも本システムの活用は有効であったといえる．

参考文献

(1)　高橋暁子,金西計英,松浦健二,吉田博,和田卓人:“自己評価と相互評価の差異を可視化するための携帯端末用ルーブリック評価ツールの開発と試用”,教育システム情報学会誌,Vol.33,No.2, pp.120-125(2016)

デジタル教科書と Moodle を用いた大学の授業の検討
－初心者向けプログラミング教育における実践－

A Study on Teaching Using Digital Textbooks and Moodle in Higher Education
- Practice of Programming Education for Beginners -

岩﨑 日出夫[*1]
Hideo IWASAKI[*1]
[*1] 東海大学札幌教養教育センター
[*1] Liberal Arts Education Center, Sapporo Campus, Tokai University
Email: hideo.iwasaki@tsc.u-tokai.ac.jp

あらまし：プログラミング実習科目のデジタル教科書を作成，それを用いて授業を行った．デジタル教科書を使用した授業と使用しなかった授業について，授業満足度（5 点法）と定期試験の平均値を比較した．その結果，デジタル教科書を使用した授業は，使用しなかった授業より授業満足度が上がった一方，定期試験の結果には変化が見られないことがわかった．更に，デジタル教科書と Moodle の小テスト（多肢選択問題など）を併用した授業との比較を行った．その結果，Moodle の小テストを併用した授業では，授業満足度においてよい評価を保ったまま，定期試験の平均値を上げることができた．
キーワード：デジタル教科書，Moodle，高等教育，プログラミング教育，授業実践

1. はじめに

筆者はこれまで，情報リテラシ，プログラミングなどの授業におけるタブレット端末（iPad）の利用法を検討してきた．まず，タブレット端末を LMS（Moodle）の端末として使用する授業を行った．LMS の端末としては，PC やスマートフォンよりも入力が困難であると考える学生が多いことがわかった[(1)]．次にその点を踏まえ，表計算入門の授業（PC と iPad の併用授業）において iPad を動画ビューワとして用いた．表計算やグラフ作成の課題に対する解法例の動画を作成して iPad に組み込み，授業中の個別実技指導の代替措置とした（学生のその他の活動，Excel 及び Moodle 利用などは PC で行われた）．学生アンケートの結果，解法例の動画は好評であり，妥当な使い方の 1 つであると認識するに至った[(2)]．本稿ではこれらの活動の延長線として，デジタル教科書を取り上げる．初等・中等教育では当面，紙教科書と同一内容のデジタル教科書を併用する方針である[(3)]が，何はデジタル教科書による学びが定着し，それが自然体の学生が入学してくる。一方，大学教育におけるデジタル教科書の授業実践はまだ始まったばかりである．デジタル教科書をどう作ればよいのか，授業において非デジタル要素（ICT を使わない教育）をどう組み合わせればよいのか，大学生を対象とするデジタル教科書の制作と授業実践に関する具体的な知見を集積していく必要がある．筆者はその一助となることを目指し，読み手である大学生の意見を取り入れながら，デジタル教科書を作成し，それを用いた授業を実践している．2015 年度秋学期にはその第 1 段として，筆者の担当科目であるプログラミング関連 3 科目のデジタル教科書を自作，授業で用いた．学生アンケートの結果，「デジタル教科書の使用に楽しさを感じている」，「学習意欲・理解度が増した」，「デジタル教科書は必要である」など，好評を得た[(4)]．本稿では，デジタル教科書の使用／不使用， Moodle 小テストの使用／不使用による授業満足度（5 点法），成績（GPA，定期試験）の違いなど，授業改善効果について報告する．

2. 授業とデジタル教科書の内容

WEB クリエイション入門（HTML・CSS 入門），WEB クリエイション（JavaScript 入門），プログラミング基礎（Java 言語によるプログラミング入門）に対して，iBooks Author を用いて，iBooks 形式のデジタル教科書を自作した。2015 年度秋学期，2016 年度春学期の毎回の授業において，学生一人ひとりにそれぞれ一台 iPad を貸与して，デジタル教科書を使用させた。授業は文法等についての説明，例題（解法実演），学生による課題取組みの 3 パートを終了時間まで繰り返す。デジタル教科書も基本的には，この流れに沿うように構成されている。デジタル教科書の利用以外の活動（プログラミングや Moodle の利用）はすべて PC で行われた。

3. 授業の満足度と成績

以下，科目別に授業改善効果を報告する。

3.1 WEB クリエイション入門

Web クリエイション入門は 2015 年度春学期と秋学期，2016 年度春学期でほぼ同一の授業内容（担当は何も筆者）であり，ほぼ同等の試験問題（100 点満点）を用いて定期試験を行った。それら 3 回の定期試験は，Moodle の小テスト機能による多肢選択問題等によって構成される自動採点方式のオンライン試験（PC 室実施）であり，採点のあいまいさは存在しない。違いは，2015 年度春学期の授業では Moodle 上の PDF 教科書（内容はデジタル教科書と同一）を

用い，秋学期の授業では iPad のデジタル教科書を用いたこと，2016 年度春学期はデジタル教科書の使用に加え Moodle 上の小テストを学期中 7 回実施したことである。3 学期の授業の満足度評価，定期試験の平均値について表 3.1 の結果を得た。授業の満足度評価の平均値は，質問「総合的に評価すると，この授業を受けて満足した」への 5 点法による回答の平均値である。結果として，デジタル教科書を使用したクラス（2015 秋，2016 春）は，使用しなかったクラス（2015 春）よりも，授業満足度の平均値が有意に高い値であったが，Moodle 小テスト不実施のクラス（2015 春，秋）間では，定期試験の平均値に有意差は認められなかった。一方，デジタル教科書と Moodle 小テストを併用したクラス（2016 春）は，デジタル教科書不使用のクラス（2015 春）よりも授業満足度が有意に高く，Moodle 小テスト不実施のクラス（2015 春，2015 秋）よりも定期試験の平均値が有意に高い値であった。

3.2 WEB クリエイション

Web クリエイションは 2015 年度春学期とそれ以降で授業内容が異なる。また，2015 年度春学期はデジタル教科書を使用していないが，2015 年度秋学期はデジタル教科書を使用した。また，どちらの学期も Moodle の小テストは実施していない。授業の満足度の平均値と科目 GPA（S=4, S=3, B=2, C=1, D=0, E=0 として算出）を表 3.2 に示す。デジタル教科書を使用したクラス（2015 秋）は，使用しなかったクラス（2015 春）よりも授業満足度が有意に高い値であったが，科目 GPA に有意差は認められなかった。

3.3 プログラミング基礎

プログラミング基礎は，2015 年度秋学期と 2016 年度春学期で，ほぼ同一の授業内容（担当は何も筆者）であり，ほぼ同等の試験問題（100 点満点）であった。定期試験は，Moodle の小テスト機能による多肢選択問題等によって構成される自動採点方式のオンライン試験（PC 室実施）である。Moodle の小テストは，2016 年度春学期のみ，学期中に 7 回実施された。授業満足度と定期試験の平均値を表 3.3 に示す。デジタル教科書と Moodle 小テストを併用したクラス（2016 春）とデジタル教科書のみのクラス（2015 秋）の授業満足度には，有意差は認められなかったが，定期試験の平均値は併用したクラス（2016 春）が有意に高い値であった。

4. まとめ

以上は，文献(4)の内容の一部を本発表用にまとめたものである。以下の 1），2）の可能性が示唆されたことが結論である。1）デジタル教科書の使用は授業の満足度を上げるが，必ずしも学習効果が期待できるわけではない．2）Moodle 小テストを併用した場合には，授業満足度を保ちながら，成績をアップさせ得る．発表当日は，最新（2017 年度春学期）の実践結果を加えて発表を行う．

表 3.1　WEB クリエイション入門における授業の満足度と定期試験の平均値

学期	2015 春	2015 秋	2016 春
授業内容と試験問題	同一		
デジタル教科書	不使用	使用	使用
授業の満足度平均値	3.79（n=42）	4.50（n=28）	4.51（n=45）
Moodle 小テスト	不実施	実施	実施
定期試験平均値	54.44（n=45）	54.65（n=40）	75.94（n=48）

表 3.2　WEB クリエイションにおける授業の満足度の平均値と科目 GPA

学期	2015 春	2015 秋
授業内容と試験問題	別々	
デジタル教科書	不使用	使用
授業の満足度平均値	4.03（n=38）	4.62（n=21）
Moodle 小テスト	不実施	
科目 GPA（定期試験欠席者を除く）	3.09（n=43）	2.75（n=28）

表 3.3　プログラミング基礎における授業の満足度と定期試験の平均値

学期	2015 秋	2016 春
授業内容と試験問題	同一	
デジタル教科書	使用	使用
授業の満足度平均値	4.28（n=29）	4.35（n=43）
Moodle 小テスト	不実施	実施
定期試験平均値	58.48（n=40）	65.69（n=47）

参考文献

(1) 岩﨑日出夫:“iPad と Moodle を用いた大学授業の試行”, 東海大学高等教育研究（北海道キャンパス），No.11, pp.30-45（2014）
(2) 岩﨑日出夫:“タブレット端末と LMS を用いた授業の試行－大学の情報教育における利用法を求めて－”，第 39 回教育システム情報学会全国大会講演論文集, pp.41-42（2014）
(3) 文部科学省:“「デジタル教科書」の位置付けに関する検討会議　最終まとめ”，（2016）http://www.mext.go.jp/b_menu/shingi/chousa/shotou/110/houkoku/1380531.htm（2017.5.31 閲覧）
(4) 岩﨑日出夫:“デジタル教科書を用いた授業に関する検討”，東海大学高等教育研究（北海道キャンパス），No.16, pp.23-34（2017）

電子黒板や電子教科書等の技術を応用した視覚障害者の家庭学習システムの開発

Prototype of home learning system for visual impairment students by applied technology of media board and digital textbook

村上 佳久
Yoshihisa MURAKAMI
筑波技術大学 障害者高等教育研究支援センター
Tsukuba University of Technology
Email: pata_2000@yahoo.co.jp

あらまし：本研究は、視覚障害を有する児童・生徒らが、タブレット PC 等の情報機器や電子教科書・電子黒板などのデジタルメディアを利用し、e-Learning や反転学習などの家庭学習を行う際の教育・学習環境の構築と教授方法に関する研究である。昨今、学校現場において電子教科書や電子黒板が一般化しつつあり、タブレット PC 等を利用した家庭学習への活用も普及し始めている。しかし、視覚障害者にとってはこれからの課題であり、特に全盲や強度弱視にとっては、タブレット PC 等の画面を利用した電子化教材では対応できず、音声や点字の補助が必要となる。アクティブラーニングや反転学習等が家庭で実施されるためには、点字や音声、拡大表示等の様々な視覚障害補償と言った学習環境の整備が必要不可欠である。

キーワード：**家庭学習**，電子教科書，電子黒板，視覚障害

1. はじめに

最近、一般の晴眼者の児童や生徒は、アクティブラーニングや反転学習などをタブレット型 PC やノート PC などで行い、家庭学習と学校教育をフレキシブルに接続して、学習効果を向上させている。特に、インターネット経由のクラウド接続で学習の進行度合いや達成度などが容易に確認でき、目標設定と共に、児童・生徒の個々の能力に合致した最適な学習方法を模索することが可能となり、学習意欲の維持に貢献している。

しかし、盲学校などでは、全盲や強度弱視、軽度弱視などその視覚障害の多様性故に、個々の生徒・児童向けの教材を個別に用意する必要があり、学校での学習以外に、家庭学習用教材を再編成することは容易ではない。根本的な問題として全盲と弱視では、点字と拡大文字と音声図書と言った教材が異なるからである。

そこで、本研究では、電子黒板や電子教科書などのデジタルメディアを活用して、視覚障害者の家庭学習を可能とする教育・学習環境の構築を目指したシステムの試作を行う。特に、様々な視覚障害者の個々の眼の状況に対応させるため、様々な視覚障害補償方法を取り込んだシステムとする。

さらに、このシステムを活用することにより、全盲と弱視を一つの教材で教育することが可能な画期的なものとすべく、盲学校等での学校現場でも利用可能なように、教授方法の改善や実証実験も含めて検証を進めていく。

2. 視覚障害者の電子教科書の利用

視覚障害者の利用する教科書は 4 つに大別される。

・点字：主として全盲が利用
・拡大文字：中度・重度弱視など
・普通文字：軽度弱視など
・音声教科書：重度弱視・全盲など(DAISY 等)

これらを電子化し、電子教科書として利用すると、普通文字と拡大文字は、iPad 等の Tablet PC、パソコンなどで統合される。

点字は、点字ディスプレイ（１行だけ点字が出力可能な機器）で統合される。

音声教科書は、データ化され、携帯型 DAISY 端末、スマートフォンなどで統合される。[1]

しかし実際には、障害の程度に合わせて２つ以上の種類の教科書を併用する場合もあり、これらの機器とは別に、パソコンに視覚障害補償ソフトを組み合わせて利用する場合など、様々な利用体系がある。

3. 視覚障害者の電子黒板の利用

視覚障害者が教室の黒板の文字を読むことは、かなりの困難を伴う。従来は、単眼鏡や双眼鏡などで黒板の文字を必死に読むことが常識であった。しかし、電子黒板の活用により生徒の手元の端末にリアルタイムでデータを無線 LAN で送信し、文字を拡大し、合成音声で読ませることで、黒板の内容を容易に把握にするシステムを開発し報告した。[2][3]

また、盲学校などでは全盲の教員も多数在籍しているため、全盲の教員が黒板に板書を行うことは事実上不可能であり、教科書の読み上げが板書の代用であったため、教授方法が著しく制限された。これ

らが電子黒板を利用することで大幅に改善し、教員が予め板書する内容をパソコンで用意して、場面毎に電子黒板に配信することにより、教員側の教授内容の把握と生徒側の板書の理解が技術的に可能となった。一方、全盲に対して点字ディスプレイ等を利用した電子点字黒板の利用については、技術的問題も含めてこれからの課題である。

4.　視覚障害者の家庭学習システム

既述の電子教科書と電子黒板の機能を家庭学習用のシステムに応用して、学習教材を提示するための学習者の視力状況に合わせた最適な小型の電子黒板と電子教科書を組み合わせる。晴眼者では一つにまとめることは容易であるが、視覚障害者の場合は、教材を参照しやすいように、教科書と教材を別途提示して提供することが望ましい。

教材の提供方法としては、

①インターネット経由でクラウドに接続して提供

②USB メモリなどのオフラインで提供

③学校で、機器に直接転送し提供

などを検討した。

学習内容は、学校の授業の復習内容と反転学習用の教材とし、盲学校教員の協力を得て精査した。

4.1 弱視向け学習システム

弱視の場合、軽度弱視と重度弱視ではシステムは別物となった。軽度弱視の場合は、視力だけでなく視野も問題となるため、スマートフォンでの利用も考慮する。一方で、スマートフォンサイズで利用できない場合は、10 インチクラスのタブレットや 12 インチクラスの 2in1 タイプの PC を考慮した。[4]

一方で重度弱視の場合は、12 インチ以上のタブレットや 14 インチ以上のノートパソコンなどを考慮し、場合により合成音声の補助を考えた。

4.2 全盲向け学習システム

全盲の場合は、点字が利用できるかどうかでシステムを分けた。合成音声ではなく、点字を希望する全盲も多いため､点字ディスプレイは必須であった。場合により、点字と合成音声を併用して利用する。

5.　試行

試行に当たっての教材は、盲学校の専攻科や本学で行われている､鍼師、灸師、あん摩･マッサージ･指圧師などで利用される科目を中心に選択した。

試行は教材の提供方法から、

①PowerPoint のデータで提供

②Word の箇条書きデータで提供

③HTML5 の e-Learning データで提供

の 3 種類で行い、その利用状況の感想や意見などを視覚障害の教員等から伺ったところ、視覚障害者が利用する場合は、HTML5 による e-Learning 教材と PowerPoint 教材との差がほとんどないと言うことである。視覚障害補償のため、画面に一部を大きくしたり、配色を変更したりするため、見えやすさが優先する。従って、HTML5 を利用して作製された本格的な e-Learning でなくとも､Word の箇条書きやメモ帳でも十分に教材になり得るとの感想を頂いた。図 1 と 2 に、クイズ教材を表示している例を示す。文字、音声、点字の 3 つが同時に出力されており、様々な視覚障害者の状況に対応が可能となった。

図 1 小型タブレットと 16 セル点字ディスプレイ

図 2 ノートパソコンと 46 セル点字ディスプレイ

6.　おわりに

視覚障害者のための拡大文字・音声・点字の 3 つの補償を同時に行い、多様な視覚障害に対応した、家庭学習システムを試作した。このシステムを利用して、視覚障害者の家庭学習が定着し、学習意欲の向上に結びつくことが望まれる。

参考文献

(1) 村上佳久:“視覚障害者の学習環境の整備と電子図書”, 筑波技術大学テクノレポート, Vol.18, No.1, pp.54-58（2010）

(2) 村上佳久: “視覚障害者のための電子黒板”, 筑波技術大学テクノレポート, Vol.20,No.2, pp.29-33 （2013）

(3) 村上佳久: “電子黒板と手元型電子黒板の活用”, 筑波技術大学テクノレポート, Vol.22,No.2, pp.1-6（2015）

(4) 村上佳久:“視覚障害者の電子黒板と電子教科書の活用”, 教育システム情報学会講演論文集, pp.33-34（2014）

クリティカルシンキングの適応型テスト開発のシミュレーション

Simulation for critical thinking adaptive test development

若山 昇[*1]
Noboru WAKAYAMA[*1]
[*1] 帝京大学/CRET

宮澤 芳光[*2]
Yoshimitsu MIYAZAWA[*2]
[*2] 東京学芸大学

梶谷 真司[*3]
Shinji KAJITANI[*3]
[*3] 東京大学

植野 真臣[*4]
Maomi UENO[*4]
[*4] 電気通信大学

[*1]Teikyo University/CRET [*2]Tokyo Gakugei University
[*3]The University of Tokyo [*4]The University of Electro-Communications
Email: Wakayama.class@pobox.com

概要：クリティカルシンキングは現代社会を生きるうえで必須の能力になっている．本研究の目的は，クリティカルシンキングの適応型テストの開発のために，シミュレーションを試みるものである．クリティカルシンキングの 3 尺度（分析，推論，読解）について設問をランダムに選択した場合と，適応型テストで行った場合を比較したところ，適応型テストの方がテスト情報量が大きくなった．この結果，適応型テストの方が短時間で正確に測定可能であること，および本試験の設問項目の有用性が確認された．

キーワード：クリティカルシンキング，適応型テスト，シミュレーション，項目反応理論，試験

1. はじめに

21 世紀型スキル [(1)] においてもクリティカルシンキング(以下「CT」という)の重要性が謳われているように, CT は現代社会を生きるうえで必須の能力になっている．クリティカルシンキングとは，先入観に囚われず，論理的に考え，合理的な決定を導き出す能力と意思である [(2)].

現在 CT を評価する試験は数多く提案されている．CT の試験は，受験者に長い思考時間を要するので，多くの項目を出題することは難しい. したがって CT の能力全体を網羅して，かつ，できるだけ少ない項目数で CT の能力を測定できる試験が必要となる．さらに，CT の重要性の高まりとともに，学生・社会人の CT 能力を測定する必要性が高まっている．

本研究の目的は, CT の適応型テスト(以下「CAT」という)開発で作成した試験のシミュレーションを行ない，CAT の優位性及び本試験の設問項目の有用性を検討するものである．

2. 項目反応理論、適応型テスト

短時間で効率的に能力を測定するためには，CT においても項目反応理論 [(3)] (以下「IRT」という)による CAT の開発が必要となる．

既存のテストでは，同じテストを受検した者同士でしか能力を比較することができないが, IRT では，異なる項目で構成されたテストでも同一の尺度上で受検者を評価できることになる．さらに CAT では，受検者の解答履歴を瞬時に分析し最適な設問を提示できることになり，測定精度を落とさず，時間を短縮できる．

3. 研究方法

CT の能力評価には, 行動観察や口頭試問などもあるが，本研究では多肢選択型試験で測定できるものと仮定した．先行尺度の設問を分析したところ，①分析的思考力，②論理・推論能力，③読解・理解能力の 3 つの尺度が浮かび上がってきた．

設問の作成の際は, CT の定義にできるだけ沿って, 独自に作成したもの及び公務員試験など既存の問題の中から CT に必要となる①分析的思考力, ②論理・推論能力，③読解・理解能力を測る 3 尺度で構成した．大学教員かつ博士号を持ち教育に関する研究を行う 4 人の研究者が議論を重ね，問題を策定した．

各尺度毎に，5 問を共通問題とし 15 問の試験を 5〜6 組作成し，各組毎に 50 人程度から解答を得た．データを IRTPRO 及び SPSS を用い, IRT により各尺度毎に同一基準で困難度と識別力のパラメータの推定した．さらに，シミュレーションでは，能力値の平均 0，分散 1 として 1,000 人分受検者を発生させ，各尺度を受検したときの，項目数，情報量，能力値の関係を解析した．

4. 結果と考察

試験において出題する項目数が増加するにつれて, テスト情報量が増加する. この変化を CAT による出題項目の選択と，乱数による出題項目の選択を比較した結果を示す（図 1）．乱数による情報量変化は比例的な増加となった．一方，CAT の情報量は凸型グラフとなり，開始時から 1 問あたりの増加量が大きくなった．情報量は全項目終了時には，CAT でも乱数でも一致することになるが, 試験可能な項目数(10〜15 項目程度)では，CAT の方が，かなり情報量が多くなった．CAT は，受験者の正誤解答履歴に基づき最も情報量の大きい設問を選んでいることによる情報量の増加効果が確認された．さらに，想定通り CAT の凸型グラフ，乱数の比例型グラフが確認できたことは，テスト項目の内容が有用であることによると考えられた．

加えて，3 尺度について真の能力値別によるテスト情報量を，CAT による項目選択と乱数による項目選択で比較した．項目数を 10 項目から+10 項目ごとに真の能力値とテスト情報量の散布図を分析したところ，3 尺度とも類似の傾向を示した．尺度 1 の分析的能力の例を図 2 に示す．

この結果，どの尺度でも，どの能力値でも，出題項目数によらずに，CAT の項目選択による情報量は乱数による項目選択の情報量以上であった．また，項目数が全体の半分程度(20-30 項目)までは，乱数の情報量は CAT の半分以下の場合がかなり存在している．なお，各尺度の項目数は①54，②71，③54 である．

項目数が十分に多くなると，乱数による選択の情報量は，CAT によるものに接近するものの，乱数では情報量のバラつきがかなり大きい．情報量のバラつきは問題数の増加により，相対的には減少するものの，絶対的には 2-3 程度であった．この結果，CAT を用いないで，画一的な古典的試験を作成し能力を測定すると，情報量のバラつきが大きく，正確に測定することが難しくなることが示唆された．

5.　おわりに

これらの結果から，CAT の方が短時間で正確に測定可能であること，さらに設問項目の有用性が確認された．今後は，実際に試験を実施し実データを分析する必要があろう．

なお，本研究は科研費(A)15H01772，(C)15K01088 及び CRET(教育テスト研究センター)の助成を受けている．

参考文献

(1) Griffin, P. et al. :“Assessment and Teaching of 21st Century Skills”Springer, New York, pp.17-66 (2011)
(2) 若山昇:“大学におけるクリティカルシンキング演習授業の効果 -クリティカルシンキングに対する志向性と認知欲求の変化から-”，大学教育学会，Vol.31, No.1, pp.145-153 (2009)
(3) Robert L. Linn, 池田央ら(訳) “教育測定学” 上下巻, 学習評価研究所 (1992)

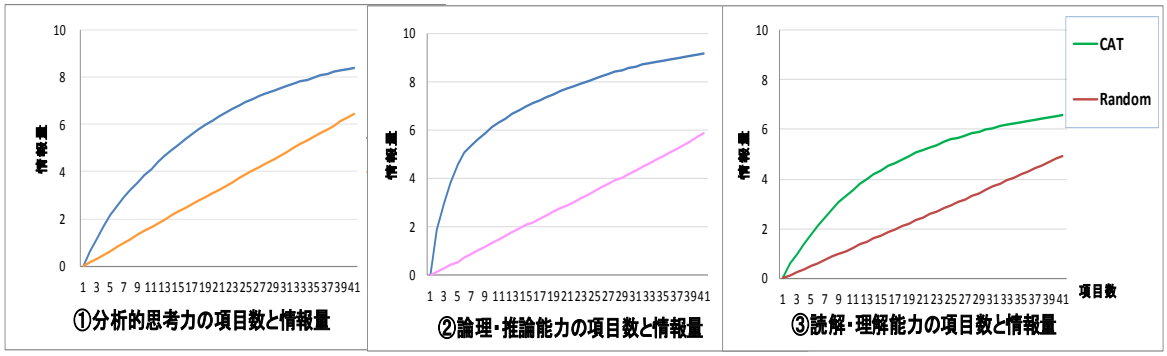


図 1：CAT と乱数により項目を選択との比較，尺度毎の項目数と情報量の平均

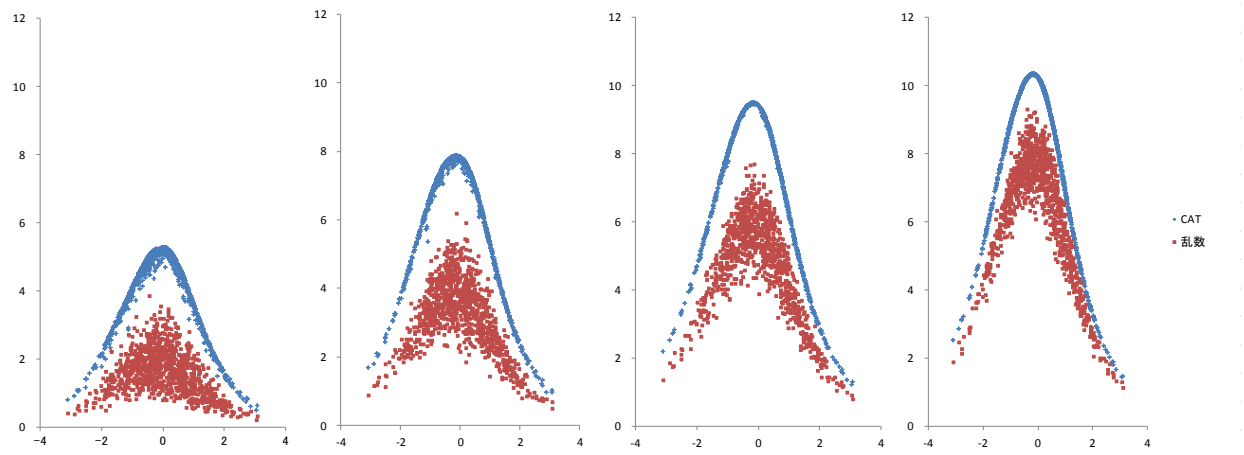


図 2：CAT による項目を選択と乱数による項目選択の比較による，真の能力値とテスト情報量

（尺度 1：分析的思考力，左から 10 項目，20 項目，30 項目，40 項目）

情報メディアを用いた授業での質問行動
－質問されない要因－

Question behavior using information media in a programming exercise class
-factors of hesitation to ask questions-

進藤 俊孝 [*1], 山崎 治[*1]
Toshitaka SHINDO[*1], Osamu YAMAZAKI[*1]
[*1] 千葉工業大学
[*1]Chiba Institute of Technology
Email: s1332074dh@s.chibakoudai.jp

あらまし：本研究では，プログラミング演習の授業における学生の質問行動の分析を行った．学生には，チャットシステム(Slack)を授業内外での質問の手段として提供し，利用するように教示した．そして，「個人の特性」と「質問表出がしにくい要因」に関する質問紙調査を行った．因子分析の結果得られた「質問表出がしにくい要因」を「個人の特性」によってどの程度説明ができるのかを重回帰分析を行った．その結果，ハンドルネームを使ったチャットにおいても，他者からどのように思われているのかを気にする点や，チャットでは質問内容を文章で表現することが難しく，それが抵抗感に繋がることが分かった．
キーワード：質問行動，プログラミング演習，チャットシステム，

1. はじめに

学習中のつまずきに対する解決行動として「インターネットや本で調べる」「友人に聞く」「先生や TA に聞く」ことが挙げられる．授業についていくことができなかった学生は，自身で調べたが解決できず，質問することもできなかったと考えられる．

講義室での一斉授業において，藤井・山口 (1) は，大学生を対象として質問紙調査を行った．調査の結果「他の学生のまなざしを気にかけるため」「自分の能力が露見するのを懸念するため」「授業状況の雰囲気を気にかけるため」といった要因が明らかにされた．質問がしにくい環境において学習することは「つまずきの解決手段の損失」「質問による成長の機会の損失」であると考えられる．よって，質問がしやすい環境を整備することが重要であると考えた．

このような「質問のしやすい環境」の一つとして，情報メディアを用いた掲示板やチャットが考えられる．そこで本研究では，授業中に情報メディアの利用を促しやすいプログラミング演習授業において，チャットを質問の手段として提供したことによる学生の質問行動に着目した．特に，机間巡視中の教員・TA に対する「直接的な質問」と，チャット(Slack)による「情報メディアを用いた質問」に着目した．

2. 目的

本研究の目的は，「直接的な質問」と「情報メディアを用いた質問」において「質問表出がしにくい要因」が異なるかを明らかにすることである．さらに，それらの要因に対して学習者の「個人特性」がどのように影響するのかを分析する．ここでは，「個人の特性」として，「性格特性」「社会的感受性」「動機づけ」を取り上げる．

3. チャットを利用した授業実践

3.1 対象の授業について

情報系学部 1 年生対象の後期に開講された C 言語の演習授業において実践を行った．演習授業はコンピュータ演習室で実施され，履修者一人に対して一台の PC が割り当てられていた．また，全ての学生は iPad mini を所持していた．授業は「演習前の解説パート」「演習パート」「演習後の解説パート」に分かれていた．まず，その日の演習内容について教師が解説を行い，その後履修者は演習を行った．演習中に数名の教師と TA が机間巡視を行い，質問に対して対応を行った．また，チャット(Slack)においても質問を受け付けていた．Slack とはチャット形式のコミュニケーションツールの一つである．利用者は登録時に名前を自由に決めることができる．この授業ではハンドルネームを利用することで，実名を明かすことなく書き込みをすることができる．「演習パート」終了後，教員によって演習後の解説が行われる．第一回の授業時に Slack の説明と調査の概要を説明し登録を依頼した．

3.2 Slack の利用について

参加者は二通りの手段で質問をすることができる．一つ目は「Channel」と呼ばれる掲示板のようにすべての参加者が閲覧できる場所に書き込みを行うこと．二つ目は質問者と応答者のみが閲覧できるダイレクトメッセージである．利用者は授業内外問わず，質問をすることができる．質問への対応は演習授業の担当者が行った．Slack に登録をした人数は 135 人であった．

4. 方法

質問紙：質問紙は「個人の特性に関する調査」と「質

問表出がしにくい要因の調査」の 2 つを作成した．「個人の特性に関する調査」として，藤井・山口 (1) による「性格特性」「社会的感受性」と西岡 (2) による「動機づけ」が作成した質問紙と構成概念を利用した．次に「質問表出がしにくい要因の調査」は，藤井・山口 (1) が作成した質問紙を一部利用し，独自の項目を追加したものを作成した．

調査期間：調査は 2016 年度情報系学部 1 年生対象に開講された C 言語の演習授業の時間内に実施した．「個人の特性に関する調査」は 2016 年 9 月 26 日，「質問行動に関する調査」は 2016 年 12 月 19 日に実施した．

調査対象者：対象の授業の履修者であった．「個人の特性に関する調査」の調査対象者は 154 名，「質問行動に関する調査」の調査対象者は 131 名であった．

手続き：調査には放送大学で提供・運用しているリアルタイム評価支援システム REAS を用い Web アンケートとして実施した．演習授業の時間内に，研究の内容および調査の目的と方法，注意事項の説明をおこなった．その後，参加者は学内の授業支援システム上で発信された URL に，演習室端末の Web ブラウザでアクセスし，アンケートページにアクセスをして回答を行った．

5.　結果

5.1 Slack の利用状況

15 週の授業を終えた時点で Channel での質問は 11 件，ダイレクトメッセージでの質問は 10 件であった．

5.2 直接的に質問がしにくい要因と個人の特性

複数の大問ですべて同じ回答を選択したもの，片方の調査しか回答しなかったものは分析の対象から除外した．その結果，有効回答数は 115 名となった．この 115 名に対して分析を行った．

まず，直接的に「質問表出がしにくい要因」について因子分析を行った結果，「A1：周囲を気にする」「A2：質問の内容を気にする」「A3：質問の機会が作れない」という因子が得られた．そして，「個人の特性」によって，「質問表出がしにくい要因」をどの程度説明ができるか重回帰分析を行った．その結果を図 1 に示す．

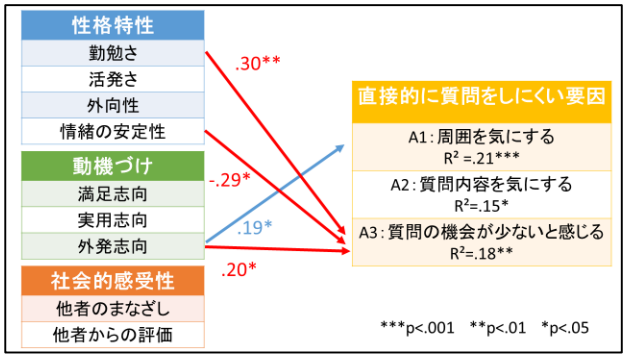


図 1 直接的に「質問表出がしにくい要因」と「個人の特性」の関係

A1 に関しては「外発志向」，A3 に関しては「勤勉さ」「情緒の安定性」「外発志向」が有意であった．標準偏回帰係数，決定係数は図 1 の通りである．

5.3 チャット上で質問がしにくい要因と個人の特性

次に，チャット(Slack)において，「質問表出がしにくい要因」について因子分析を行った結果，「C1：質問の内容を気にする」「C2：チャットという仕組みに対する抵抗感」という因子が得られた．そして，「個人の特性」によって，「質問表出がしにくい要因」をどの程度説明できるか重回帰分析を行った．その結果を図 2 に示す．

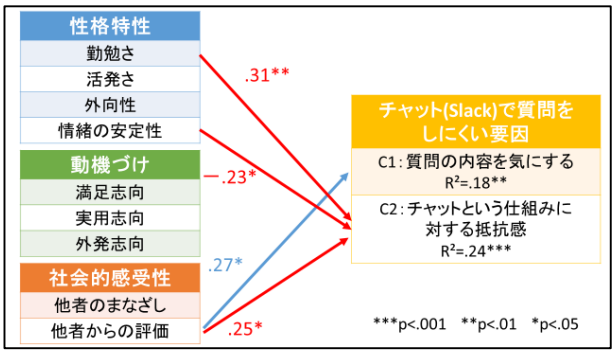


図 2 チャットにおいて「質問表出がしにくい要因」と「個人の特性」の関係

C1 に関しては「他者からの評価」が有意であった．C2 の因子は「質問を文章で表現することが難しい」「自分の書き込みが他の人に見られるのがイヤ」という要素を含んでいる．これに対しては「勤勉さ」「情緒安定性」「他者からの評価」で有意であった．

6.　おわりに

本研究では，プログラミング演習において「質問表出がしにくい要因」に対する「個人の特性」の影響を分析した．特にチャットを用いた質問行動については，次のことが考えられる．一つ目は，「他者からの評価」が有意なことから，ハンドルネームを用いたチャットにおいても，他者からどのように思われているのかを気にすることである．二つ目は，「勤勉さ」「他者からの評価」が有意なことから，質問の内容を正確に伝えようとするあまり，文章で表現することが難しいと感じているのだと考えた．

今回の試みでは，質問の数が 22 件とそれほど多くはなかったが増やすことができた．今回の結果を考慮して今後も分析を続けていこうと考えている．

参考文献

(1) 藤井利江，山口裕幸:“大学生の授業中の質問行動に関する研究―学生はなぜ授業中に質問しないのか？―”，九州大学心理学研究，第 4 巻，pp135-148　(2003)

(2) 西岡秀:“動機づけに着目したプログラミング学習の支援”，千葉工業大学大学院情報科学専攻 2013 年度修士論文 未刊行　(2014)

シナリオ型教材作成のための Moodle レッスン用プラグインとテンプレートの開発

Moodle lesson plug-in and template development for creating scenario type teaching materials

北川　周子[*1], 喜多　敏博[*1*2], 松葉　龍一[*1*2], 中野　裕司[*1*2]
Noriko KITAGAWA[*1*2], Toshihiro KITA[*1], Ryuichi MATSUBA[*1], Hiroshi NAKANO[*1]
[*1] 熊本大学 教授システム学研究センター
[*2] 熊本大学大学院　教授システム学専攻
*1Kumamoto University Research Center for Instructional Systems
[*2]Kumamoto University Graduate School of Instructional Systems
Email: kitagawa@kumadai.jp

あらまし: 本稿では，シナリオ型教材作成を簡便に作成できるプラグインとテンプレートの開発を行なった．プラグインとテンプレートを併用して利用することにより，シナリオ型教材を効率的に作成できることが確認できた．
キーワード：シナリオ型教材，LMS，Moodle，教材開発, プラグイン, テンプレート

1. はじめに

シナリオ型教材は，理論的な知識の応用や，実際の問題に対する学生の対応力を測定できる特徴があるため，判断や行動を促す教材としては効果的である(1)．そこで学生が自律的に学習できるシナリオ型教材を，Moodle を用いて提供することを考えた．Moodle にはレッスンモジュール(2)と呼ばれる機能が搭載されており、シナリオ型教材が作成できるようになっている．

このレッスンモジュールは複数のページで構成され，各ページにはコンテンツもしくは問題を設定することが出来る．この設定したコンテンツや問題に対して，次に表示する選択肢を設定する必要がある．これを選択することにより，あらかじめ設定した別のコンテンツに遷移することができる．

Moodle のレッスンでシナリオ型教材を作ることは可能であるが，手間がかかる．この手間を減らすことができれば，オープンソースのシステム上でシナリオ型教材を容易に作成でき，教育効果の高いシナリオ型教材の普及に役立つと考える．

そこで本稿では，効率的にシナリオ型教材を作成できるための Moodle のレッスンモジュール用のプラグインとシナリオ型教材テンプレートを開発した．

2. Moodle レッスンモジュール用プラグイン開発

Moodle レッスンモジュール用プラグインは，先行研究である石井ら(2015)の研究(3)で開発された「statemachine for lesson」をベースに開発を行なった．「statemachine for lesson」は作成したレッスンの全体像を確認することができる.また，遷移先の変更も行なえる．しかし Moodle レッスンの編集機能を使用して教材を作成する必要があるため，シナリオ型教材を作成するには煩雑な操作が伴う．今回開発したプラグインは，作成するシナリオ型教材の全体像を確認しながら，コンテンツページ作成，問題ページ作成，ページ編集，ページ削除機能を開発した．また，各ページに機能ボタンを設定することにより,ページを編集や削除する際, Moodle レッスンの編集ページ上で探すことなく，ダイレクトに編集や削除したいページにたどり着ける．開発したプラグインの全体画面を図 1 に示す．

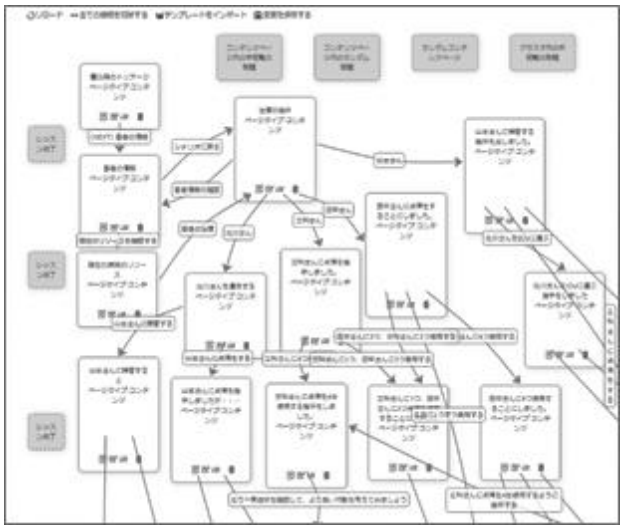


図 1 開発したプラグインの全体画面

3. シナリオ型教材テンプレート開発

Moodle レッスンの初期作成画面では，「最初に何をしますか？」と表示され，「問題をインポートする」，「コンテンツページを追加する」，「クラスタ

を追加する」,「問題ページを追加する」と表示される. 初めて操作する人は何を操作すればいいのか困惑してしまうことが多い. ユーザがシナリオ型教材を Moodle に搭載する手助けになるシナリオ型教材のテンプレートを開発した. 必要に応じたテンプレートをユーザーが選択できるようにすることにより, ユーザーはシナリオ型教材を作成しやすくなると考えられる.

様々な職種の方が使用出来るよう, 6 種類のシナリオ型教材をテンプレート化した. Moodle レッスンに搭載したシナリオ型テンプレートの例を図 2 に示す.

図 2 Moodle レッスンに搭載した
シナリオ型テンプレートの例

4. 効果検証

開発したプラグインとテンプレートを利用し, シナリオ型教材の作成する実証実験を行なった.

被験者は Moodle ユーザーであるが, Moodle レッスンは未使用の者であり, Moodle 利用歴 3 年以上の者を選定した. 開発したプラグイン, テンプレートを搭載した Moodle3.0.6 を提供し, また, シナリオ型教材のフローチャートを提供した.

実証実験は A,B,C,D の 4 つのタイプに分けた.

・タイプ A とタイプ C : 1 回目 : Moodle レッスン編集機能のみで作成, 2 回目 : テンプレートとプラグインを使用して作成, 各被験者:3 名
・タイプ B とタイプ D : 1 回目 : テンプレートとプラグインを使用して作成, 2 回目 : Moodle レッスン編集機能のみで作成, 各被験者:3 名

タイプ A, タイプ B はフローチャートで作成したシナリオ型教材, タイプ C, タイプ D は Excel で作成したシナリオ型教材を提供した. 被験者は 2 種類のシナリオ型教材で試行した. 実証実験結果を表 1 に示す. プラグイン, テンプレート未使用時からプラグイン, テンプレート使用時の時間を差し引いた時間を短縮時間として表す。全体のレベルを合わせるため, 全体の短縮率を表記した. 短縮率は 1-(プラグイン, テンプレート使用時の時間÷プラグイン, テンプレート未使用時間の時間)として計算した.

2 名を除き, プラグインとテンプレートを利用することで, シナリオ型教材作成時間が短縮された. 2 名の作業時間が多くなっている原因として考えられるのは, Excel で作成したシナリオ教材を利用したため, プラグイン上で作成するページの場所との関連を探すのが困難になったためである. フローチャートで作成したシナリオ型教材で試行した被験者のデータはすべて作業時間が短縮されている.

表 1 シナリオ型教材作成時間と短縮率

実験タイプ	被験者	1 回目 (分)	2 回目 (分)	短縮時間 (分)	短縮率(%)
A	1	16	14	2	12.5
	2	14	13	1	7.8
	3	45	15	30	66.7
B	4	40	110	70	63.7
	5	22	25	3	12.0
	6	22	32	10	31.3
C	7	13	22	-9	-69.0
	8	52	33	19	36.6
	9	15	13	2	13.3
D	10	10	16	6	37.5
	11	36	25	-11	-44.0
	12	13	14	1	7.1

3. まとめ

Moodle レッスンモジュールのプラグインとテンプレートを開発し, 実証実験を行なった結果, シナリオ型教材を効率的に作成できることが確認できた.

今回の被験者から, 開発したプラグインは非常に有用であると評価を頂いた. しかし, 新規作成ページの位置が不明確であること, 全体図をみやすく配置後の場所の固定等, 今後の課題となる意見を頂戴した. テンプレートについては, すでにシナリオ型教材が完成しているテンプレートは, 修正することが手間である, テンプレートと分岐の選択肢やコンテンツが違うので, 同じ型のシナリオ型教材でないと使用しにくいので実用的ではない, という意見を頂いた. 今後,プラグインとテンプレートの改良を加え,Moodle 初心者の方でも使用できるようにしたい.

参考文献

(1) 山内祐平ほか :”学習者の状況に対応したシナリオ型防災教育教材の開発.”日本教育工学会, 第 29 回全国大会発表論文集, P3a-1-301-10
(2) moodledocs - Lesson module https://docs.moodle.org/29/en/Lesson_module
(3) 石井 嘉明, 藤田 豊, 淺田 義和:”アダプティブラーニングにおける状態遷移設計支援機能の開発．” 日本教育工学会　第 31 回全国大会（電気通信大学）発表論文集, 371-372

ヒートマップによる PC を用いた授業における活動状況可視化

Visualizing activities in classes using PC with heat maps

大盛 将[*1]，垣内 洋介[*2]，松本慎平[*2]
Sho OHMORI[*1], Yosuke KAKIUCHI[*2], Shimpei MATSUMOTO[*2],
[*1] 広島工業大学大学院
[*1]Graduate School of Hiroshima Institute of Technology
[*2] 広島工業大学情報学部
[*2] Hiroshima Institute of Technology，Faculty of Applied Information Science
Email: md16005@cc.it-hiroshima.ac.jp

あらまし：近年の学校教育においては，PC を用いた授業形態が一般的なものとして取り入れられつつあるが，従来の授業形態にはない問題が幾つか存在する．本稿ではその問題のうち，PC を用いた授業における学習者の活動状況を教員が把握し辛いという点に着目し，これを改善する方法を提案する．その方法として，学習者が PC を操作する上で発生するマウスのクリック・移動とキーボード入力を検知・収集し，ヒートマップで可視化し提示する．また，実験として模擬授業を行い，指定した時間の範囲内における学習者の入力量を表したヒートマップが得られた．
キーワード：学習履歴分析，ヒートマップ，可視化，教員補助，入力情報

1. はじめに

社会の情報化に対応するために，義務教育段階において最低限のコンピュータリテラシを修得することが求められている．学校教育においてもこのことは重要視されており、コンピュータリテラシの習得を目的とした授業が行われている．

一般的な PC を用いた授業においては，学習者の卓上にはディスプレイや筐体が設置されている．これらは教室を巡視する教員の視線の妨げとなり，教員は授業内容に対する学習者の表情や反応，活動状況を把握しにくい．このことは教員にとって無視できない問題であり，これを改善することは教員のより良い授業づくりへの貢献であると考えられる．

PC を用いた授業における学習者の活動状況の把握に関する研究として，長瀧らは，学生と教員のやりとりを支援するシステムを提案し，その運用報告を行っている(1)．この研究では，学習者と教員の間で行う質問・応答を支援し，記録するシステムが提案されている．このシステムでは，入力フォーム以外の操作，例えば，課題に取り組んでいる際のマウスのクリックやキーボード入力はログの対象となっていない．学習者の入力フォームへの入力は学習以外の負担となるため，本研究では，これらの操作のような教員への発信を意識しない操作も，学習者の活動状況を判断する情報と成りうると考える．

本研究では，学習活動の過程で発生する入力操作のうち，マウスのクリック，マウスの移動，キーボードの押下を学習者の発動状況の指標とし，それらを可視化して教員に提示する方法を提案する．これにより，学習者自らの意識的な操作を必要とすることなく，学習者の活動に関するデータを収集することが可能である．可視化の方法は，教員に提示する上で，多くの学習者の情報を即時かつ直観的に把握できるものが適していると考え，ヒートマップを採用する．

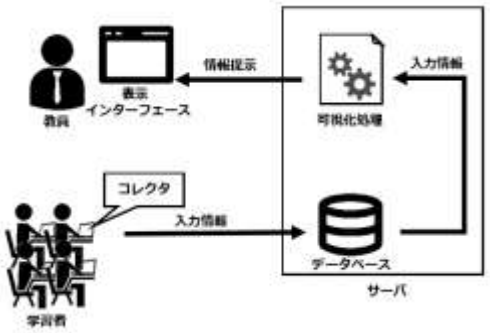


図 1：活動状況可視化システム概要図

2. 活動状況可視化システムの構成

図 1 に本稿で提案する活動状況可視化システムの概要を示す．学習者の PC で入力操作が検知されると，そのデータはコレクタによってサーバに送信され，サーバ内のデータベースに登録される．登録されたデータは可視化処理後，表示インターフェースを通じて教員に提示される．

コレクタは学習者の PC での入力操作に関するデータをサーバに送信する役割をもつ．コレクタが稼働している状態で学習者が入力操作を行うと，コレクタが検知し，必要なデータを抽出する．それをもとに入力情報をデータベースに登録するためのクエリを生成し，ネットワークを介してサーバに対して送信する．サーバは受け取ったクエリに基づき，データベースへの登録処理を行う．

表 1：活動度 A に対するヒートマップ表示

A	5	10	20	30	40	50
表示						

データベースにはコレクタから受け取った学習者の入力操作に関するデータが蓄積されていく．本稿で提案するシステムでは，マウスクリック，マウス移動，キーボード入力のデータが主に蓄積される．

可視化処理では，データベースから提供される学習者の入力操作に関するデータもとに，それを図式化して教員に提示する．これを参考に教員が授業を改善することを想定していることから，可視化方法は内容を即時かつ直観的に把握しやすく，教員の負担とならないものが望ましい．そこで，本研究ではヒートマップを採用した．

3. ヒートマップ生成

本稿では「マウスクリック 1 回」「キーボード入力 1 回」「マウス移動 100 ドット」を 1 単位の活動として考え，ある時間範囲の活動度をヒートマップで表現する．ヒートマップの生成には，「指定した時間の範囲で」「どの座席から」「どのくらいの回数」入力が行われたかというデータが必要である．データベースから提供される，時刻tにおける座席番号s_i（$i = 1,2,\dots,n$ ； nは座席数）の学習者の入力操作に関するデータを$x(s_i,t)$で表す．すなわち，活動が認められた時刻tにおいて，$x(s_i,t) = 1$となる．このとき，座席s_p における時刻t_bから時刻t_eまでの活動度$A(s_p,t_b,t_e)$は以下の式で定義する．

$$A(s_p,t_b,t_e) = min\left(50, \sum_{t_b \le t \le t_e} x(s_i,t)\right)$$

活動度Aに対するヒートマップ表示を表 1 に示す．

4. 可視化実験

4.1 実験概要

提案するシステムを用いて 60 分の模擬授業を実施し，学習者の入力操作に関するデータの記録を行った．また，そのデータをもとに学習者の活動状況を可視化した．学習者にはコレクタが導入された PC が 1 人 1 台割り当てられている．授業の進行に応じて学習者は PC を操作し，実際に資料を作成する．この過程で生じるマウスクリック，マウス移動，キーボード入力のデータを取得し可視化する．

4.2 可視化結果

収集した学習者のデータから，学習者の入力量を表すヒートマップが得られた．図 2 に，得られたヒートマップの一例を示す．図 2 は，授業開始から 20 分間におけるキーボード入力を対象としたヒートマップである．ここでは学習者には PC を操作する指示を与えていないため，ヒートマップ上に変化が見られないことが予想される．しかし，座席番号 1 番と 7 番の学習者に注目すると，明らかなキーボード入力が見て取れる．このことから，学習者が指示外のキーボード入力操作を行っていたことがわかる．

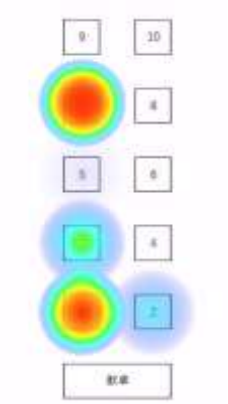


図 2：可視化結果

5. 考察と課題

実験では，提案システムで収集したデータを用いて生成したヒートマップから，学習者の入力操作の種類と活動度を即時かつ直観的に把握できることがわかった．一方で，収集された入力操作データが何を意図した操作によるものであるかの判別は難しい．図 2 で顕在化した 1 番と 7 番の学習者の指示外の入力操作は，学習者の自発的な学習活動によるものであるのか，授業と全く関係の無い活動によるものであるのかの区別ができない．このことは学習活動の可視化をする上で重要な課題であると考える．そこで，課題の解決手法として，本研究で開発したシステムに，入力データ発生時に学習者が使用していたソフトウェア名を判別する機能を追加することが考えられる．この機能により，学習者が授業で扱うソフトウェアを操作していたのか，または指示外のソフトウェアの操作をしていたのかが判別可能になると考えられる．

6. おわりに

本稿では，PC を用いた授業における学習者の活動状況を可視化するシステムを考案し，ヒートマップを採用した可視化方法を提案した．さらに，模擬授業において提案システムを試用し，有用性の検討を行った．今後は操作ソフトウェア名判別機能の有用性の検証や，他の入力意図判別方法の検討，他の可視化方法の検討を行う予定である．

参考文献

(1) 長瀧寛之，永井孝幸，都倉信樹: “授業内の学生の反応を記録・解析するシステムの運用報告”，情報処理学会研究報告コンピュータと教育，第 2003 巻，第 13 号，pp.47-54 （2003）

数理パズルを題材とした情報教育の実践

A Practice of Information Education Using Mathematical Puzzles as Teaching Materials

山田　耕太郎，有吉　優菜
Kotaro YAMADA, Yuna ARIYOSHI
比治山大学現代文化学部
Faculty of Contemporary Culture, Hijiyama University
Email: kyamada@hijiyama-u.ac.jp

あらまし：2 進数は単にコンピュータの中だけのものではなく，思考の整理や作業の効率化に役立つものであることを学生が体験的に学べるよう，数理パズルの「ハノイの塔」「ジェルゴンのトランプマジック」「石取りゲーム」を情報教育の授業に取り入れることとした．これらのパズルは 2 進数だけでなく，3 進数や 4 進数で手順や戦略を整理することができる．我々は授業実践によって，その教育効果を明らかにすることを目的としている．
キーワード：数理パズル，アルゴリズム，情報教育，ハノイの塔，石取りゲーム

1. はじめに

筆者は文系学生を対象とした情報教育を行っているが，2 進数によって文字も音声も画像も全て符号化されている，という内容は学生にとって理解が難しいトピックのひとつである．

また，近年は問題解決能力や論理的思考力の育成が課題となっていることから，プログラミングやアルゴリズム教育に重点を置いている．特にアルゴリズム教育ではソートや探索（二分探索・線形探索）をアンプラグドメソッド(1)で実施し，学生の興味と理解を促す授業展開を行ってきた．

しかし，2 進数による符号化もソートも探索もコンピュータの中で行われている処理であり，ヒトが日常生活の中で行う作業や手順との差異の方が印象として残るため，教育効果は限定的であった．

そこで，2 進数がコンピュータに特有のものではなく，思考の整理や日常で行う作業の効率化（アルゴリズム化）に役立つ道具となり得ることを体験的に学べるよう，数理パズルを教材として取り入れた．

2. 教材としての数理パズル

アンプラグドメソッドのように，ゲーム性やパズル性を取り入れた授業は学生の興味喚起とモチベーション維持に有効である．この有効性に着目し，昨年度の授業で数理パズルのひとつであるハノイの塔を採り上げ，その移動規則を 2 進数で整理できることを示した．今年度はハノイの塔に加え，ジェルゴンのトランプマジック(2)と石取りゲーム(3)を加えた．これらの数理パズルと情報教育との関連は以下の通りである．

2.1 ハノイの塔

ハノイの塔は単純なルールに従って円盤を移動させていくパズルの一種であり，プログラミングにおいては再帰的アルゴリズムの例として採り上げられることが多い．最小の手数で円盤の移動が完成するパターンは，円盤の移動回数を 2 進数表記したものと 1 対 1 で対応していることが知られているため，移動規則を 2 進数で整理して理解することができる．

授業では最初，2 進数との関連には触れずに移動する円盤を順番に列記させる．このとき，小さい円盤から順に A，B，C，…と名付けると 2 枚のハノイの塔の場合 ABA で移動が完成する．同様に 3 枚の場合には ABACABA となり，4 枚の場合には ABACABADABACABA となることを，小銭やカードなどの実物をハノイの塔に見立てて試行錯誤的に見出す学生が出てくる．ここまで来ると再帰的な構造が見えるため，それをヒントとして与えると 5 枚の場合は機械的に答えを導き出すことができる．

ここまで理解できたら 2 進数との対応を考える．その手始めとして，どの円盤が移動するのかを 2 進数から読み解き，それができれば，移動先を読み解く作業に移る．例えば 5 枚のハノイの塔で 20 回目の移動後が図 1 の状態になっていたとする．21 回目に円盤 A が移動するのであるが，移動先としては C の上と D の上があり，ハノイの塔のルールとしてはどちらに移動しても構わないため迷いが生じる．しかし，最小の手数で全ての移動を終えるには D の上に移動するのが正解である．これは移動回数の 21 を 2 進数表記した 10101 と円盤の名前を対応付けて $^{EDCBA}_{10101}$とし，下位ビットから上位ビットへ走査したときに，最初に 1 のビットが立っている円盤が移動する円盤で，2 番目に 1 のビットが立っている円盤が移動先候補となることと，それらのビット間に 0 が偶数個あるか奇数個あるかで，移動の可否が決まることを理解できれば，移動で迷うことは無くなる．上記の場合，0 が奇数個あるため，「A は C の上に移動できない」と読み解くことで「A は D の上に移動する」と判断できる．

このようなビット走査での情報の読み取りは，CD や DVD からデータを読み取る仕組みと類似してい

るため，コンピュータがデータを読み取り・解釈していることを体験的に学ぶ効果が期待できる．

図 1 ハノイの塔の状態

また，2 進数表記を上位ビットから下位ビットへ走査し，円盤の移動パターンと組み合わせることで，ハノイの塔の状態を再現することもでき，授業ではここまでをハノイの塔の到達目標としている．

2.2 ジェルゴンのトランプマジック

ジェルゴンのトランプマジックは 27 枚のトランプカードから特定の 1 枚を当てるマジックであり，その手順は次の通りである．

- 27 枚のカードから特定の 1 枚を受講生に選んで覚えてもらう．
- 受講生に「1 から 27 までの数字をひとつ決めて教えてください」と言う（ここで 16 と言ったとする）．
- 27 枚のカードを 3 つの山に分ける，どの山に選んだカードがあるのかを教えてもらう．
- 選んだカードがある山が一番上になるように 3 つの山を束ね，もう一度 3 つの山に分ける．
- 再び，どの山に選んだカードがあるかを教えてもらい，その山が一番上になるように 3 つの山を束ね，再度 3 つの山に分ける．
- もう一度だけどの山に選んだカードがあるのかを教えてもらい，今度はその山が真ん中になるように 3 つの山を束ねる．
- この束の上から 16 枚目に選んだカードがあるため，結果的にカードを言い当てることになる．

このマジックは 3 進数で整理することができ，上記の例の場合 16 から 1 を引いた 15 を 3 進数に直した 120 を逆順に並べて 021 とし，各桁に 1 を加えた 132 を「カードを束ねるときに，最初は 1 番上に，次は下から 3 番目（つまり一番上）に，最後に 2 番目（真ん中）に」と読み解くことで特定のカードを 16 枚目に移動することが可能となる．

ただし，この手順を頭の中で行うには複雑すぎるため，教材としては不向きである．そこで我々は 3 の倍数の性質を使って簡略化した手順を使う．上記の例の場合 16 の各桁の和(7)を 3 で割った余りから 1 回目に束ねる場所を，次に 7 が 6 より大きいか 3 以下なのかで 2 回目の場所を，3 回目は 16 が 18 より大きいか 9 以下なのかで束ねる場所を決める．一般的な手順については発表時に紹介する．

2.3 石取りゲーム

石取りゲームは別名「三山くずし」と呼ばれているもので，2 人で交互に 3 つの山に分けた石の取り合いをし，最後に石を取り切った人が勝ちとなるゲームである．ただし，石は 1 度に幾つ取っても構わないが，3 つの山のうち 1 つの山から取らなければならない．

このゲームには必勝法があることが知られており，3 つの山の石の個数をそれぞれ x, y, z とするとき，

$$x \oplus y \oplus z = 0 \quad \cdots ①$$

を満たすよう相手に引き渡していけば必ず勝てる．ただし，ここで⊕記号は排他的論理和を表しており，石の数が最も少ない状態は(x, y, z) = (1, 2, 3)である．

この必勝法は 2 進数による説明が主になされているが，我々は 4 進数の導入が教育的であると考えている．その理由の一つは，①式を満たす x, y, z の組み合わせを表にしたとき（表 1），4×4 のマトリックスが周期的に現れることである．この表は 1 行目が x，1 列目が y を表しており，x の値を下に，y の値を右に見たときにクロスする値が z となっている．周期性は各セルを 4 で割ったときの余りを調べるとより明確になる．

表 1 ①式を満たす組み合せ表

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1	0	3	2	5	4	7	6	9	8	11	10	13	12	15	14
2	3	0	1	6	7	4	5	10	11	8	9	14	15	12	13
3	2	1	0	7	6	5	4	11	10	9	8	15	14	13	12
4	5	6	7	0	1	2	3	12	13	14	15	8	9	10	11
5	4	7	6	1	0	3	2	13	12	15	14	9	8	11	10
6	7	4	5	2	3	0	1	14	15	12	13	10	11	8	9
7	6	5	4	3	2	1	0	15	14	13	12	11	10	9	8
8	9	10	11	12	13	14	15	0	1	2	3	4	5	6	7
9	8	11	10	13	12	15	14	1	0	3	2	5	4	7	6
10	11	8	9	14	15	12	13	2	3	0	1	6	7	4	5
11	10	9	8	15	14	13	12	3	2	1	0	7	6	5	4
12	13	14	15	8	9	10	11	4	5	6	7	0	1	2	3
13	12	15	14	9	8	11	10	5	4	7	6	1	0	3	2
14	15	12	13	10	11	8	9	6	7	4	5	2	3	0	1
15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0

また(x, y, z)を座標に見立て，x > y の条件で 3 次元プロットしたとき，図 2 のようにシェルピンスキーのギャスケットと呼ばれるフラクタル構造が現れることも教育的である．

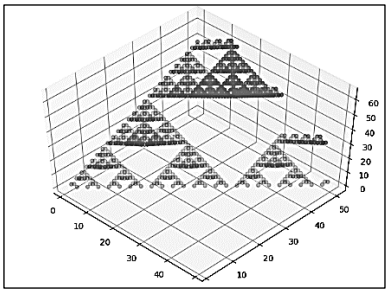


図 2 ①式を満たす座標点の 3 次元プロット

3. まとめ

数理パズルとして「ハノイの塔」「ジェルゴンのトランプマジック」「石取りゲーム」を採り上げ，教材としての位置付けを示した．なお，本稿執筆時点ではこの教材による授業実践を行っているところであるため，教育効果については発表時に紹介する．

参考文献

(1) Tim Bell, Ian H.Witten, Mike Fellows, 兼宗進：“コンピュータを使わない情報教育　アンプラグドコンピュータサイエンス”，イーテキスト研究所（2007）
(2) 上野富美夫:“数学マジック辞典”，東京堂出版（2015）
(3) 一松信：“石とりゲームの数理”，森北出版（2003）

テキストマイニングによる学習者の特性と理解度の分析

Analysis of Relationship between Learner's Characteristics and Level of Understanding using Text-mining

東 るみ子
Rumiko AZUMA
日本大学商学部
College of Commerce, Nihon University
Email: azuma.rumiko@nihon-u.ac.jp

あらまし：近年初等教育向けに，AI やビッグデータを活用することで，学習者のつまずきを分析し，学習者のレベルに合わせた教育支援ができるシステムが開発されている．一方大学教育では，統一された指導要領が存在しない為，システムの導入が難しい状況にある．本稿では，大学で利用されているリアクションペーパーなどの学生の自由記述の文章から，授業に対する姿勢，理解度など学習者特性を定量的に分析することで，成績に関連する要因を探る．
キーワード：テキストマイニング，学習分析，リアクションペーパー

1. はじめに

現在多くの大学では，授業改善を目的とした授業評価アンケートが実施されている．しかし授業評価アンケートでは，選択肢による回答が中心となっているため，各項目に対する多くの情報が捨象されてしまうことがデメリットとなる．そこで大学の講義では，学生の学びを把握するために，担当教員が積極的に自由記述を中心とするリアクションペーパーなどを利用するケースが増えてきている．

学習者のつまずきや理解度を把握する手法として，近年機械学習を使った分析も進んでおり，多くの学習データを用いることで，学習者の理解度を予測することが可能となっている．しかしながら，大学の一講義において機械学習を利用するにはハードルが高く大量のデータを集めることも容易ではない．

そこで本稿では，大学で利用されているリアクションペーパー等の自由記述を定量的に分析し，記述内容のどのような要素が学生の理解度と深い関連があるのかを分析する．本稿では，学生の記述内容をより細かく分類し，成績との関連を分析することで，学生の記述から理解度を把握することを目的とする．

2. LMS を使った学習の振り返りシート

リアクションペーパーに関する先行研究では，その機能を検討した研究や，使用することによる効果を明らかにした研究が多く存在する[(1)]．一方，リアクションペーパーから得られる情報と学生の理解度の関連を分析している研究は少ない．本稿では，カリフォルニア大学バークレー校で実施された Minute Paper[(2)]（「今日学んだことで一番大切なことは何か．今日の講義における疑問点は何か．」を 1 分間で書かせるもの）をベースにし，学生の主観的評価項目を加えた学習の振り返りシートを用いて分析を行った[(3)]．シートの内容は次の通りである．

設問 1：本日の講義の理解度（5 段階評価）
設問 2：予備知識（予習）（5 段階評価）
設問 3：講義に関する「振り返り」（その日に学んだ内容，理解した内容，分からなかったこと，質問など）（自由記述）

3. 分析方法

首都圏の私大文系学部で 1 年生向けに開講されている科目「統計入門（必修）」の中で，学習の振り返りシートを使用した．シートの配布と回収には，LMS（Learning Management System）を利用し，学生には毎回講義終了前に入力を促した．学生が LMS にアクセスする際，学生自身の ID でログインが必要となるため，各学生の識別には，回答に付随するログイン ID を使用した．シートの設問 1〜3 の内容に加え，受講生の定期試験の得点，小テストの得点も合わせて分析を行った．

4. 分析結果

4.1 理解度と予備知識度合いに関する集計

講義 13 回分（2 回は中間試験と解説のため除く）の理解度と予備知識の集計を行ったところ，理解度は 5 段階評価で平均 3.79，標準偏差 0.58，予備知識は平均 2.48, 標準偏差 0.72 であった. このことから，学生は授業内容をある程度理解していると主観的に感じており，予備知識としては単語程度を聞いたことがあるレベルであることが分かった．

4.2 講義に関する「振り返り」記述の分析

自由記述の文章を定量的に分析するために，テキストマイニングのソフトウェア KHCoder[(4)]を用いた．その際，頻度は多いがそれ自体意味を持たない一般的な語は分析からはずした（例：ある，いる，なる）．また，複合語としてまとめられる語（例：標準偏差，相関分析）は 1 つにまとめた．分析の対象となる文書数は 783（学生 66 名分），語の数は 1592，出現回数の平均は 9.47 であった．

本稿では，振り返りの内容により学生の理解度が

異なるのではないかと考え，振り返り内容を表 1 のように分類し，各文書にタグ付けを行った.「軽い振り返り」「深い振り返り」に関しては，コメントの文字数なども考慮した．また，「軽い振り返り」「深い振り返り」「授業内容」「感想」「未分類」タグは，各文書にいずれか 1 つ付与されており，複数のタグが付与されている文書に関しては，人間が直接目視で確認することで分類の修正を行った.

表 1　分類の種類

タグ名	分類内容	文書数
軽い振り返り	自分の理解に関する単純な記述．単に「～を理解した」「～が分かった」「～を知った」「分からなかった」などの記述.	455
深い振り返り	自分の理解度に関する記述で，理解した理由やどのようなところが理解できたのか，なぜ分からなかったのかなど，内容の記述が詳しく書かれているケース.	187
授業内容	単にその日学んだ内容のみが書かれている記述.	24
感想	「～頑張りたい」「もっと復習したい」「計算が面倒くさい」など感想のみの記述.	115
未分類	上記 4 つの分類に当てはまらない内容.	2
要望	授業や説明に対する要望の記述.	23
疑問	具体的にどの部分が，と指定した上で「"なぜ"そうなるのかがわからない」とか「～に疑問を感じた」などの記述.	88
質問	具体的に書いた内容の後で「～でしょうか？」「～知りたい」などの記述.	11

4.3 テストの得点との関連分析

はじめに，学生の主観的な理解度および予備知識と中間・期末試験・小テストの得点の相関を調べた（表 2）．理解度と小テストの得点では，中程度の正の相関がみられた．また，理解度は中間試験とも弱い正の相関がみられた.

表 2　主観的評価と各テストの得点の相関係数

	期末試験	中間試験	小テスト
理解度	0.167	0.270 *	0.477 ***
予備知識	-0.177	0.091	0.122

* p<.05, ** p<.01, *** p<.001

次に，学生の自由記述に対する各分類のタグ数と各テストの得点の相関を調べた．その結果を表 3 に示す.「深い振り返り」は，期末試験と小テストにおいて弱い正の相関を示した．また「疑問」タグに関しても，同様に弱い正の相関がみられた.

さらに，期末試験の得点を予測するのに最適な項目を分析するために，期末試験の得点を目的変数，理解度，予備知識および各分類タグの集計数を説明変数とし，ステップワイズ法による重回帰分析を行った. その結果,「軽い振り返り」(β=0.422, p<.001）と「深い振り返り」（ β=0.570, p<.001）を説明変数としたときが，AIC が最も小さく最適なモデルとなった. 一方, 決定係数は 0.211 (p<.001) と低かった.

以上の結果から, 学生の主観的な理解度と同様に, 自由記述に関しても,「深い振り返り」「疑問」の記述内容が，試験やテストの得点と関連があることが分かった．すなわち,「深い振り返り」を行う学生ほど，講義内容をより理解しようとしており，その結果得点も高くなる傾向にあった．このことから，学生自身が行う評価だけではなく，自由記述の内容も定量的に分析をすることで，学生の真の理解度をより精度が高いかたちで測ることが出来るのではないかと考える．さらに興味深い結果として,「感想」のみ多く述べている学生ほど，中間試験や小テストの得点が低くなる傾向にあった. これは,「難しかった」や「簡単だった」などの単純な授業感想が，授業内容に深くコミットしていないことを表しており，その結果として試験や小テストの得点との間に負の相関が表れたのではないかと考える.

表 3　自由記述の分類と各テストの得点の相関係数

	期末試験	中間試験	小テスト
軽い理解	0.076	0.223	-0.096
深い理解	0.314 *	0.090	0.432 ***
授業内容	-0.062	-0.191	0.004
感想	-0.367	-0.319 *	-0.466 ***
要望	0.030	0.150	0.116
疑問	0.272 *	0.091	0.431 ***
質問	0.210	0.111	0.192

* p<.05, ** p<.01, *** p<.001

5.　おわりに

本稿では，中間試験までの 7 回分のデータと中間試験の得点の関係, および全 13 回分のデータと期末試験，小テストの得点の関係を分析した．今後の課題として，期間ごとの集計データだけではなく，毎回の講義ごとのデータを使って分析を行う必要がある．また，自由記述の分類に関しても，本稿で使用したタグとは別の観点から分類を行うことで，学生の理解度と関連の深い要素を見つけることができないかの検討を行う.

参考文献

(1) 須田昴宏: “リアクションペーパーの記述内容をデータとしてどう活用するか－研究動向の検討を中心に－”, 教育論叢, 58, pp.19-34 (2015)
(2) B.G. Davis, R. Wilson, L. Wood: 授業をどうする!―カリフォルニア大学バークレー校の授業改善のためのアイデア集”，東海大学出版会（1995）
(3) 東るみ子: “振り返りシートを用いた学習者理解度の分析”, 教育システム情報学会第 41 回全国大会, pp.263-264 (2016)
(4) 樋口耕一: “社会調査のための計量テキスト分析”, ナカニシヤ出版, (2014)

圃場で撮影された人感センサ検知画像への農作業情報自動付与システムの開発と評価

Development and Evaluation of an Automatic Tagging Function of Farming Activities to Image Data Taken by Motion Sensor Camera in Farm

平野 竜， 高木正則，山田敬三，佐々木 淳
Ryu HIRANO, Masanori TAKAGI, Keizo YAMADA, Jun SASAKI
岩手県立大学大学院
Iwate Prefectural University
Email: g231p019@s.iwate-pu.ac.jp

あらまし：我々は農地に Web カメラやフィールドサーバを設置して農地の様子を観察できる農地モニタリングシステムを開発し，小学校で実施されている農業体験学習で活用してきた．本システムにより教室内で農地の様子が確認できるようになったが，撮影されたセンサ検知画像は年間 5 万枚を超えるため，教員が授業に活用できる農作業画像を検索することが困難であった．そこで，センサ検知画像から農作業画像の検索容易性の向上を目的とし，センサ検知画像への農作業情報自動付与システムを開発した．本稿では，本システムの概要を述べ，本システムにより推定された農作業内容の精度を評価する．

1. はじめに

我々は農地に Web カメラやフィールドサーバを設置して作物や農作業の様子を遠隔地から観察できる農地モニタリングシステム(http://kansatu.net)を開発・運用している[1]．本システムでは毎日 5 時から 18 時までの間, 1 時間に 1 枚農作物を自動撮影する．また，人感センサ付き Web カメラを開発し，人感センサが検知した際に次の検知まで 100 枚自動撮影することにより，農作業の様子も記録している．さらに，農地の環境モニタリングや映像監視等を行うフィールドサーバも設置し，環境データ（気温，日射量，土壌温度など）も収集している．平成 23 年度からは岩手県内の小学校で実施されているリンゴの農業体験学習で本システムを活用し，児童のリンゴへの興味喚起などの効果が示唆された. 平成 25 年度には本システムで撮影された画像や環境データ（以下，圃場データ）を活用した理科や社会科の学習教材（作物の生育過程と気温との関係等）を開発し，小学校 3 年生の授業で活用した．その結果，圃場データを活用した学習教材が農作物の成長や農作業を学ぶために役立つことが示唆された[2].

しかし，人感センサ検知時に撮影される画像（以下，センサ検知画像）は年間 5 万枚を超え，農作業者が写っていない画像も含まれるため，センサ検知画像から授業に活用できる農作業画像を検索することが困難であった．そのため，教員がセンサ検知画像を活用した学習教材を作成することはなく，圃場データのほとんどは学習のために活用されていなかった．そこで，センサ検知画像から農作業画像の検索容易性の向上を目的とし，センサ検知画像へ農作業に関するメタ情報を付与する農作業情報自動付与システムを開発した．本システムでは，画像処理技術を用いて作物の変化や農業用機械を検出することなどにより，農作業内容を推定する．

2. 関連研究

農作業情報を記録する関連研究としては, RFID を用いた農作業自動認識システム(南石ら)[3]，GPS を利用した農作業記録の自動化に関する研究(神谷ら)[4]などがあり，どちらの研究においても，農作業記録の自動認識を目的としている．

しかしながら，いずれの研究においても農家にウェアラブル端末をつけることによる位置情報の取得が前提のため，端末の付け忘れや農家への負担がかかるという問題がある．本研究で提案する農作業内容の判別手法は普段の農作業に特別な行為を必要とせずに，判別精度の向上を試みている点に特徴がある．

3. センサ検知画像に撮影された農作業判別手法

図 1 にセンサ検知画像に付与する農作業情報の決定手順を示す．農作業情報自動付与システムでは，センサ検知画像に写っている農作業の内容を自動的に判断するため，(1) 農作業者の有無の判定，(2) 撮影時期による判定，(3) 作物変化による判定，(4) 機械・道具による判定，の 4 つの判定によって，画像に付与する農作業情報を決定する．農作業情報は過去のセンサ検知画像を分析して確認できた 10 種類の作業項目（剪定，施肥，摘花など）とする．また，センサ検知画像は 1 日単位で管理され，1 日に 1 つの農作業情報を付与することとする．

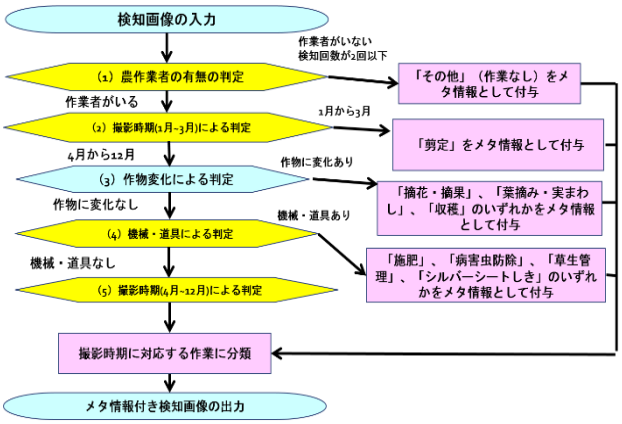


図 1 センサ検知画像へ付与する農作業情報の決定手順

4.　システム開発

図 1(1)，(2)，(3)に関しては先行研究[2]で開発された．(1)，(2)については以下のように判定の基準を追加し，農作業の判定の精度を高めることを目指した．本研究では，(1)農作業者有無の判定の際に検知回数が 2 回以下の画像に対して，「その他」のメタ情報を付与する．(2)撮影時期による判定では，実際のりんご農家の方からいただいたスケジュールをもとに 1 月から 3 月の農作業には「剪定」 のメタ情報を付与する．(4)機械・道具による判定機能では，圃場で撮影されたセンサ検知画像の中から機械や道具を用いた農作業の様子を撮影した画像を目視で抽出し，農作業ごとに分類した．

本研究では，OpenCV のテンプレートマッチングによって，農作業時に利用される農業用機械の判定を行う．図 2 にテンプレートマッチングにより抽出された農業用機械の例を示す．本研究では農作業機械のテンプレート画像を事前に用意し，撮影された人感センサ検知画像の中から農業機械を抽出する．しかし，記録される画像は農作業中の画像のため，単純なテンプレートマッチングによる判定は難しいと考えた．そのため，異なる年度に撮影された様々な向きの農作業機械の画像を用意して学習させることで，より精度の高い判定を目指した．また，センサ付きカメラは屋外に設置しているため，レンズに雨やほこりが付着していることもあり，鮮明な画像ではない．そのため，テンプレートマッチングにおけるしきい値の調整を行い，その中で認識精度の高かったものを採用した．

図 2　テンプレートマッチングによって抽出された農薬散布車の例

5.　評価実験

過去 5 年間で撮影されたセンサ検知画像の中で機械が含まれている画像を手動で判別した場合と本研究で開発した機能によって判別した場合での再現率と適合率により評価を行った．平成 28 年度のセンサ検知画像のうち農業機械が含まれている 4 月から 9 月の画像においてテンプレートマッチングを行い再現率と適合率を測定した．再現率は 100%となり機械を用いた作業の分類は行うことができたが，適合率は 35.8%と低い値となった．先行研究[2]では機械での分類を行った場合では 15.6%となっていたため，20.2%の向上が見られた．

6.　おわりに

本稿では，膨大なセンサ検知画像から農作業画像の検索容易性の向上を目的とし，OpenCV を用いて画像処理を行った結果から農作業情報を判定する手法を提案した．また，農薬散布車が撮影されている画像を対象にテンプレートマッチングを行った．今後はそのほかの機械や道具活用時の画像でも特徴を抽出し，農作業内容の判定に活用可能かどうか検討する．また，農家でない人がセンサ検知画像を目視で農作業情報を付与した場合にかかる時間と本機能によって付与した場合で作業時間を比較し，農作業情報付与への時間短縮を示す．さらに，付与された農作業情報の正確性を検証する．将来的には，大量の画像データや，環境データを活用した新規就農者支援ツールとしての応用を実現させる．

参考文献

(1) 高木正則，吉田昌平，中村武道，山田敬三，佐々木淳：児童を対象とした農業体験学習支援システムの開発と評価，情報処理学会情報教育シンポジウム(SSS2012)論文集，pp.233-240，2012.8
(2) 阿部勇人，佐々木淳，高木正則，山田敬三，中村武道，加藤裕美，山本晃大，吉田理穂：定点カメラ画像を利用したりんごの成長過程用学習コンテンツの試作と評価，第 76 回情報処理学会全国大会，2ZE-4，2014.3，
(3) 南石晃明，菅原幸治，深津時広：RFID を用いた農作業自動認識システム，農業情報研究　Vol. 16 (2007) No. 3 P 132-140
(4) 神谷貴広，町田武美：GPS を利用した農作業記録の自動化に関する研究（第 2 報）-ファジィ推論による作業同定-，農業情報研究 11(3)，2002，263-272

学生の成績評価インターフェイスの開発

Development of new grading interface

島倉宏典[*1]
Hironori SHIMAKURA[*1]
[*1] 新潟薬科大学
[*1]Niigata University of pharmacy and applied life sciences
Email: shimakura@nupals.ac.jp

あらまし：本研究では、低学年次の成績データから高学年次の成績を予測することを目的とし、その第一段階として、6 年分の成績データを系統的に解析する手法の開発を行った。低学年次の学生の成績データは規格化された 2 次元マップを採用し、高学年次はナンバリングを用いることで教科レベルでの傾向を取り出すことができた。
キーワード：成績解析、二次元マップ、画像解析

1. はじめに

大学では入学時から多くの講義、実習、演習が行われており、それらに対する成績評価のデータは卒業時には膨大な量となっている。これらのデータは学習上の学生のキャラクターを決定する上で十分な量のデータとなることが期待されているものであり、そのキャラクター分析は学習指導を行う上で教員にとって有用な情報を与えることが考えられる。

その一方で、大学における多くの教科はその独立性が担保されていることが多く、系統的な解析を行うことは不向きとなるデータとなる。もちろんどの大学においても、教科数や内容はカリキュラムポリシーなどの一定の基準に従い決められているものではあるが、試験やレポートにより成績評価を行う時点で、教科の垣根を越えたユニバーサルな価値基準にすることは難しい。異なる教員による異なる教科であればその差は大きくなり得、さらに、同一教員の同一科目に対しても学生が変化することによって、その差異は少なからず生じる。これは、学生に合った講義や演習を行おうとするほど各年度に最適化され年度間での差異がやむを得ず生じることとなる。

このように、成績データはそれ自身に独立性をはらんでいるため、これまで大学において講義の成績データを用いた解析やそれが基となる学生のカテゴライズが行われた例は少ない。そこで、多くの成績データを用いた解析を学生の学習指導の基礎情報とすることを目的とし、成績評価インターフェイスの開発を行う。

2. 解析の目的

薬学部における講義、実習、演習には学生が広い見識を持ち、科学的事象に対して自立して結論を導くことができるようになるという目的がある一方で、薬剤師国家試験やそれにまつわる模擬試験に対応することができるようになるという学生の要請を満足させる必要がある。後者の要請は学生だけでなく、その保護者にとっても重要な問題でもあり、大学で行われる講義が、当然包括的に国家試験や模擬試験などを解く力をつける要素を持っていることが期待されている。また、薬学部のカリキュラムは基礎的教養と専門的講義が行われる低学年次(1～3 年次)と卒業研究、病院、薬局実習が行われる高学年次(4～6 年次)と大まかに構成されている。このうち高学年次においては実習や研究の傍ら、総合的な知識を問うような試験が行われている。

これらの学生、保護者の要請および実際のカリキュラム構成から、成績解析インターフェイスの 1 つの解析の方針として、1～3 年次の成績データが 4～6 年次に行われる総合的な試験の成績データにどのような影響を与えるのかについて取り扱うこととする。

3. 解析手法

3.1 高学年次の成績解析

高学年次には、低学年次に学んだ事項を総合的に問うような試験が行われている。本校では、4 年次に基礎的事項を主に扱う試験が 2 回行われ、6 年次には総合的な学力評価を行うために試験が行われている。これらの成績データを基に学生のナンバリングを行う。

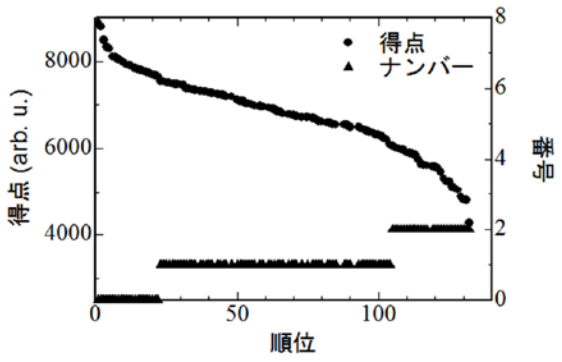


図 1. 総括演習Ⅱ単位認定試験とナンバリング

図 1 にある年度に入学した学生に対して行った 6 年次の試験の成績データを示す。横軸に順位、縦軸に得点を規格化した値をとっている。順位に対する得点を見ると、中央付近に直線的領域があり、その両端で異なる傾向を見せる。一般に学生の得点率が連続的で、十分な学生数がいる場合、順位に対する得点率は右下がりの直線になる。中央付近の直線がこの傾向を表していると考えられる。しかし、順位の高い学生と順位の低い学生はこの直線からずれるように分布しており、このことは、1.　その得点をとれる学生数が少ない、2.　中央層の学生と明確な違いがある　のいずれかもしくは両方の原因を有すると考えられる。いずれにせよ傾向の差異が現れていることが期待できるため、順位の高い学生からナンバー　0、1、2 というように学生のナンバリングを行う。同様のナンバリングを 4 年次の試験についても行った。

次に 4 年次から 6 年次までにどのようにナンバーが遷移したかについて、(4 年次 1 回目, 4 年次 2 回目,6 年次)のように表現する。これを 1 つのカテゴリーと考え、学生のカテゴライズを行う。表 1 に各カテゴリーに属する学生数を示す。

表 1.　カテゴリーの人数

	人数		人数
(0,0,0)	5	(1,1,2)	14
(1,0,0)	7	(1,2,1)	7
(1,0,1)	7	(1,2,2)	7
(1,0,2)	1	(2,1,1)	2
(1,1,0)	10	(2,1,2)	2
(1,1,1)	66	(2,2,2)	4

3.2 低学年次の成績解析

低学年次に行う単位認定試験の結果は前述のように教科、年度間の独立性が考慮されるべきである。そのため、学生が取得した得点をその科目の平均値で除した値をとり、この指数をもとに解析を行う。解析対象は必修科目とし、演習や実習も含んでいる。表 2 のように下段が 1 年前期となるように科目を並べ、その教科の指数をマッピングし、等高線を描く。等高線を描いたものを図 2 に示す。

表 2. 科目表

3 年後期	教科 3SA	教科 3SB	教科 3SC
⋮			
1 年後期	教科 1SA	教科 1SB	教科 1SC
1 年前期	教科 1FA	教科 1FB	教科 1FC

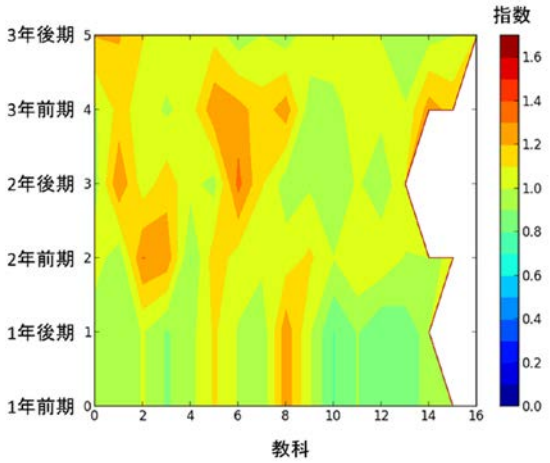


図 2. 指数の等高線図

4.　解析例

表 1 のカテゴリー(1,2,1)の学生及び(1,2,2)の学生の比較を行った。各カテゴリーに対して平均的指数マップを計算し、マップ間の差をとることで、カテゴリー間の差異がどの教科の影響を受けているかを調査する。

図 3 に指数差マップを示す。座標(6,2)付近に強く赤い領域が出ていることが分かり、6 年次で得点率を下げた学生が当時この教科に問題を抱えていたことが示唆される。このようにマッピングを行うことでどの教科に問題を抱えていたかを可視化することができる。

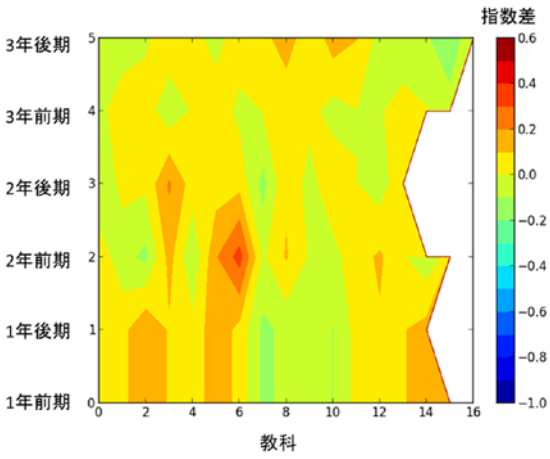


図 3. 指数差の等高線図

5.　今後の課題と展望

本解析の目的の 1 つは学生の低学年次のマップから高学年次の成績を予測し、適切な学習指導を行うことにある。そのため、指数マップとナンバー遷移との間の関連付けの精度を上げる必要があり、より多くの学生に対して同様の解析を行う必要がある。今後データ解析がしやすい環境の構築と予測手法について研究を行っていく。

ティーチング･ポートフォリオの作成と更新に対する組織的な支援の初期検討

Initial Study on Organizational Support for Writing and Updating Teaching Portfolios

高井 久美子[*1], 渡辺 博芳[*1], 溝口 佳宏[*1]
Kumiko TAKAI[*1], Hiroyoshi WATANABE[*1], Yoshihiro MIZOGUCHI[*1]
[*1] 帝京大学
[*1]Teikyo University
Email: kumiko@ics.teikyo-u.ac.jp

あらまし：近年，高等教育においてティーチングポートフォリオ（TP）が広がりつつあり，TP の組織的な導入が増える可能性がある．本研究は組織的に TP を導入する状況において，教員による TP の作成・更新に対する支援の体系を提案することを目的とする．その初期段階として，前提とする状況設定について検討し，教育活動と TP との関連，組織的な導入における TP に関連するアクターを洗い出した．
キーワード：高等教育，ティーチング・ポートフォリオ，ファカルティ・デベロップメント

1. はじめに

ティーチング・ポートフォリオ（TP）は「自らの教育活動について振り返り，自らの言葉で記し，多様なエビデンスによってこれらの記述を裏づけた教育業績についての厳選された記録」(1)である．また，TP を作成するだけでなく，更新することの意義も指摘されている(2)．近年，TP は高等教育において広がりつつある．実際にファカルティ・デベロップメント(FD)の一環で TP を作成して Web などにより公開している事例や昇任審査の際の資料として利用される事例が散見される．今後，組織的・全学的に TP を導入するケースも増える可能性がある．

組織的に導入をする際には，TP を作成・更新する教員が支援を必要とするときに，適切な支援を受けられることが重要だと考えられる．これは，たとえば，学習管理システム(LMS)を全学的に導入する際に，教員や学生への支援が行われるのと同様である．こうした支援は，組織内の支援部署が実施したり，ユーザとしての教員同士・学生同士で相互に行われたりする．

そこで，我々は組織的に TP を導入する状況を想定して，TP の作成と更新に対して，どのような支援が必要となるか，どのような支援が可能なのかを明らかにして，支援の体系を提案したいと考えている．本発表では，初期の検討として，本研究が前提とする状況設定について報告する．

2. 研究の方法

本研究全体としては，次の手順で進める．

(1)本研究が前提とする状況設定を整理する．

(2)その状況における TP の作成と更新の過程をイメージし，TP を作成した教員へのヒアリングなどを通して困難な作業を特定する．

(3)それぞれの作業について可能な支援を挙げる

(4)TP の作成・更新の過程における支援の体系を提案する．

(5)具体的な支援の実装方法を検討する．支援の実装方法としては，支援部署による支援，教員ボランティアグループによる支援，あるいは支援用情報システムの開発などが考えられるので，これらを視野に入れて検討する．

まず，前提となる状況設定のために，TP の構成要素を確認し，TP と日常的な教育活動の関連について整理をした．その上で，TP の組織的な導入において想定されるアクターを洗い出した．アクターは，TP に関して特定の目的や役割を持つ個人や組織を表す．

3. ティーチング・ポートフォリオの構成要素

一般に，TP は A4 で 10 ページ程度の TP 本文(厳選された記述)と根拠資料(エビデンス)の 2 つから構成される．本研究では TP 本文に含まれる構成要素を以下のように表現する．ただし，これらは TP の本文の章構成自体ではない．

- 教育の責任
- 教育の理念
- 教育の方法
- 教育の成果
- 今後の目標

実際には，TP を作成する際に特定の形式を強制されることはなく，作成者が自由な構成をとることが多い．複数の書籍や Web 上で公開されている TP を調査したところ，表現は異なるものの，上記の要素が含まれていた．たとえば，「教育の理念」は「授業哲学」と表記されたり，「教育の目的」や「対象とする学生像」を別に記述したりするケースもあった．また「教育の方法」と「教育の成果」の部分は，担当する科目毎に「授業実践事例」としてまとめるケースや，「教育の成果」を「学習の成果」と「学生からの授業評価」などに分けてまとめるケースなど，多様である．いずれにしてもこれらのケースでは内容としては上記に対応する項目が含まれている．

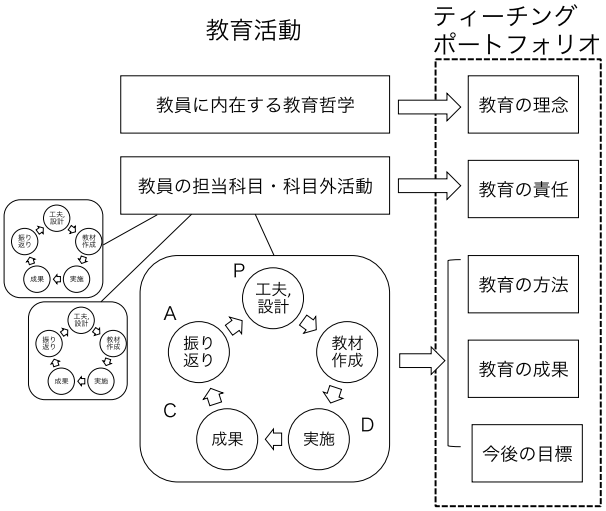


図 1 教育活動と TP 本文の関連

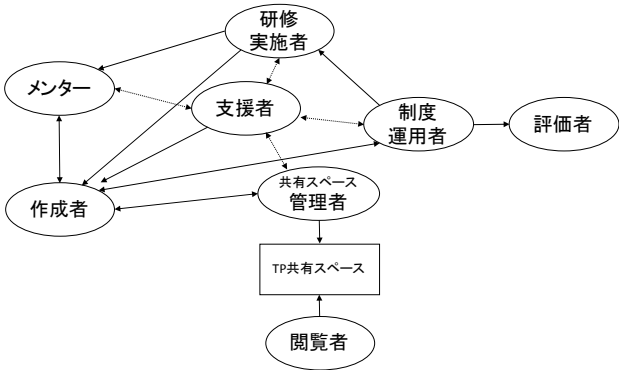


図 2　TP に関連するアクター

4.　教育活動とティーチング・ポートフォリオの関連

前述の TP の構成要素を前提とした上で，我々は日常の教育活動と TP 本文の関連を図 1 のように対応付けた.

TP の「教育の理念」は教員に内在する教育哲学を外化して記述したものであり,「教育の責任」には担当する科目や割り当てられた科目外活動などが記述される. 教員はそれらの科目や科目外活動に対して, 日常的に Plan-Do-Check-Action のサイクルに沿った教育活動を行っている．大まかに言えば，これらの活動の工夫・授業設計，教材作成，授業実施から「教育の方法」，成果の確認により「教育の成果」，振り返りから「今後の目標」の各項目に記述する内容を選考する．ただし,「今後の目標」は各科目と言うよりは「教育の責任」の範囲全般に関して記述されることが多い.

5.　ティーチング・ポートフォリオに関連するアクターとその関係

以下がこれまでの検討によって洗い出した TP に関連するアクターである. 図 2 にはその関連を示す.

- **作成者**：TP を作成・更新する教員.
- **メンター**：TP 作成者に対するメンター．TP 作成研修や更新研修において，作成者を担当するメンターを想定している.
- **制度運用者**：組織的な導入において TP 活用の制度を運用する部署，あるいは係.
- **研修実施者**:TP 作成研修や更新研修を実施する部署，あるいは係.
- **共有スペース管理者**：作成した TP を教員間でお互いに参照し合うための共有スペースの管理者．TP を教育改善のために活用する際には，たとえば，作成した TP を Web で学内外に公開するなど，TP の共有スペースが必要である.
- **閲覧者**：共有スペースを通して他の教員が作成した TP を閲覧する個人. 教育改善に役立てるため, あるいは自分が TP を作成する際に参考にするために参照する教員などが想定される.
- **評価者**：提出された TP を評価する主体．昇任人事の際に TP が利用されるケースにおいて存在するアクターである.
- **支援者**：作成者を支援する主体．支援部署，同僚教員，支援システムなどが想定される．TP 作成・更新研修におけるメンターとは異なり，TP 作成・更新への動機付けから日常的な教育活動における TP 作成・更新の準備作業，ヘルプデスクなどの役割を想定している．本研究ではこの支援者の支援活動，あるいは支援機能を検討する予定である.

組織的な導入において，提出された TP を共有しなければ，TP 共有スペース管理者，閲覧者は存在しないし，昇任人事での審査資料として TP を使わなければ，評価者は存在しない．また，一般には，研修実施者，共有スペース管理者，支援者の役割は制度運用者となる部署が担当すると予想される.

6.　おわりに

本稿では, TP の組織的な導入における教員への支援の初期的な検討結果として，組織的な導入の状況設定について述べた．今後，TP の作成と更新における困難な作業を特定し，支援の体系を検討する予定である.

なお，本研究の一部は JSPS 科研費 JP16K01077 の助成を受けた.

参考文献

(1) 栗田佳代子:“ティーチング･ポートフォリオとは”, 評価結果を教育研究の質の改善･向上に結びつける活動に関する調査研究会報告書「日本におけるティーチング・ポートフォリオの可能性と課題−ワークショップから得られた知見と展望−」，大学評価・学位授与機構，pp.1-6 （2009）
(2) 皆川晃弥:“ティーチング・ポートフォリオ導入・活用ガイド”，近代科学社 （2012）

VR とフィードバック法による加・被害者の体験を通した情報モラル教育システムの開発と評価

Implementation and Evaluation of an information moral education system through the experience of an assailant and a victim by VR and Feedback method

瀧島 大地[*1], 中山 洋[*1], 松田 稔樹[*2]
Daichi Takishima[*1], Hiroshi Nakayama[*1], Toshiki Matsuda[*2]
[*1] 東京電機大学
[*1] Tokyo Denki University
[*2] 東京工業大学大学院
[*2] Tokyo Institute of Technology
Email: 16rmd20@ms.dendai.ac.jp

あらまし：情報化の進展に伴い、情報モラル教育の重要性はますます高まっている。既存の情報モラル教育の指導法では日々変化する情報文化に対応できないという問題がある。そこで、この研究ではバーチャルリアリティ技術(以下：VR と呼ぶ)を用いて学習する情報モラル教育システムの開発を行っている。本研究では、3D 空間上でモラル教育を行わせるシステムを開発することを目的とする。具体的には、学習者自身の自発的行動が反映される手段によって実現できる考えのもと、実際に学習者の身体の動きが VR システム上の学習者（アバター）に反映される仕組みとフィードバック法(詳細は 3.2)による加・被害者体験によるシステムを構築した。これにより、物体を「触る」、「どかす」などのアクションを行うことで、VR システム上に存在する物体に対して行動ができる。それにより、直感的に操作を行うことができ、より没入感のあるシステム構築を行うことができた。そして、そのシステムを用い学習者に体験してもらい、アンケートを収集・解析を行った結果、モラルの改善に可能性が示唆された。
キーワード： 情報リテラシー，情報モラル，ユーザインタフェース，仮想現実(VR)

1. 背景

情報化の進展に伴い、情報モラル教育の重要性はますます高まっている [(1)]。情報モラル教育の指導法は紙面上で行われることが多く、日々変化する情報文化に対応できないという問題がある。それに対して、VR を用いて、この問題に対する対応を検討した。

まず中浜 [(2)] は、複数のセンサー機能を導入することで学習者の行動を詳細に取得し、モラル意識を判定する研究を行った。しかし、その研究では意図的に個人情報を見ても見ていないと回答する学習者への対応や、操作性が悪いなど現実と同じように行動するのは難しいシステムとなっていた。

2. 目的

そこで本研究では、VR とフィードバック法による加・被害者の体験を通したシステムの開発をすることで、情報モラルが低い学習者に対して、これまでのシステムの改善を行うことで、情報モラル意識を改善することを目的とする。

具体的には、学習者が Kinect を用いて、システム内の 3D 空間でモラルに適応した行動がとれるか判断する。その後、モラル違反をした被験者に対してフィードバック法(詳細は 3.2)を用いてシステムを行い、再教育を行う。それによりフィードバック法の有無によるシステム内に記録されるデータに基づいてシステムの有用性を検証する。

3. システム概要

本システムは、センサー機能(詳細は 3.1)と 2 つの状況設定で構成されている。これに加え Kinectv2 を用いて被験者の直感的な動作を交えている。

3.1 開発環境

旧システムでは、“VRML”を用いて開発が行われていた。しかしシステム評価アンケートにおいて、グラフィックが粗い、視点移動が遅く操作性が悪いという問題があった。そこで新たな開発環境として“Unity”というゲームエンジンを活用して、システムを再構築した。センサー機能とは、学習者の行動を距離センサー、人感センサー、タッチセンサー、足跡記録の 4 つを用いて収集することができる機能である。特にセンサー機能では、Microsoft 社が開発したジェスチャーデバイス(Kinectv2)を用いて、学習者の身体の動きが VR システム上の学習者（アバター）に反映される仕組みを構築した。また、状況設定では、様々な条件下での「情報の覗き見」をテーマにした学習者の情報モラルを測定するための状況設定を設けた。具体的には、“電車内での携帯電話”，“会議室内の PC”，の 2 つをチェックして情報モラルに反していないか確認を行う。情報モラルに違反した場合、追加で“電車内での覗き見”を体験させ、モラルが改善したか判断する。

また、センサーに触れた場合にはのデータをシステム内でログとして残すことで、被験者の行動を把

握できるようにしている。

図 1. システム画面

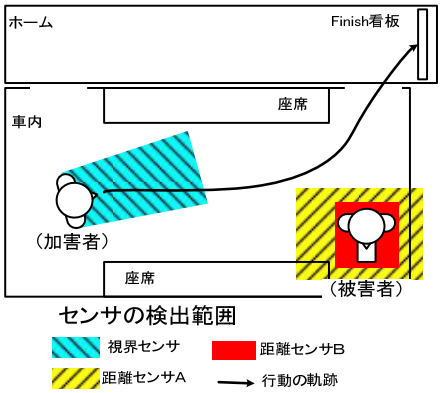


図２．電車内での移動経路

3.2 フィードバック法

フィードバック法とは、道徳的規範知識が低い群に対して、学習者が行った不適切な行動と、本人が他人の行為を「非道徳的」と評価した例との類似性を指摘することである。本研究では、情報モラルの意識が低い学習者に対し､「加害者の立場→被害者の立場→加害者の立場」の順に体験させる。その際、被害者の立場を体験させる時に、学習者自身の顔画像を貼り付け、自分自身と似た行動を取るアバターを設置する。そして、学習者は被害者の立場から自分の行為が他の被害者にどう見えるのかをふり返らせる。これによって、情報モラルに反した行為が他者に与える影響を、自発的に理解できるよう働きかけている。

4. 実験概要

フィードバック法の有無で比較実験を行った。最初の加害者体験は、学習者の情報モラル意識の測定を行う。そこで、モラル意識の低い学習者はさらにフィードバック法を行う群と行わない群で、学習者の意識がどれだけ改善されたかを比較検証する。これら一連の流れの後､操作性と臨場感の評価を行い、システムの効果について検証する。

5. 実験結果

対象は、大学の文化祭に来場した訪問者 103 名を対象に行った。その中で最終的にフィードバック法有り 8 名､無し 6 名のアンケートデータを活用した。アンケートでは 5 件法を用い、学習者の感情を評価した。以下にアンケートの一部を記載する。

表 1 アンケート項目

質問	質問事項
1#	人のスマートフォンの画面に興味をもたなかった
2#	人のスマートフォンの画面を見ようと試みなかった
3#	人のスマートフォンの画面を見ても問題があると思う
4#	人のスマートフォンの画面が見られる状態でも見ないと思う
5	人のスマートフォンの画面を見る行為は他人の気分を害すると思う
6	人のスマートフォンの画面を見る行為はよくないと思う

(*)質問の末尾に#がついている項目は、実際に回答を求めた時には、反転項目の形で調査した。

結果として、電車内での携帯電話でアンケートの 2 番の項目で有意差が見られた。また、電車内での覗き見ではフィードバック法の有無でセンサーのログに有意差が見られた。

6. まとめと今後の課題

システムの評価実験の結果、本システム内で学習者の行動を反映させる機能を用いることで、モラル意識の改善の可能性が示唆された。今後の課題として、モラル違反者が少なかったため、被験者を増やしてデータの有用性を高めることが主な課題となる。また課題への誘導、自覚、改善というポイントに心理学的な要素を加味することが考えられる。これを達成することにより本システムの効果の検証を実施する。

参考文献

(1) 中央教育審議会(2008)　幼稚園，小学校，中学校，高等学校及び特別支援学校の学習指導要領等の改善について（答申）
http://www.mext.go.jp/a_menu/shotou/new-cs/news/20080117.pdf (参照日 2014.3.15)

(2) 中山　洋、中浜　ちひろ：VR とフィードバック法による加・被害者の体験を通じた情報モラル指導教材の実現と評価. 教育システム情報学会講演論文集, Sep. 2013： pp91-92

日本の大学における ICT 環境とサービスが ICT 導入の効果に与える影響
Impact of ICT environment and services at Japanese universities on ICT utilization effects

辻 靖彦[*1]，稲葉 利江子[*2]，高比良美詠子[*3]，田口 真奈[*4]
Yasuhiko TSUJI[*1], Rieko INABA[*2], Mieko TAKAHIRA[*2], Mana TAGUCHI[*2]
[*1] 放送大学, [*2] 津田塾大学, [*3] 立正大学, [*4] 京都大学
[*1]The Open University of Japan, [*2]Tsuda University, [*3]Rissho University, [*4] Kyoto University
Email: tsuji@ouj.ac.jp

あらまし：日本の高等教育において ICT 活用教育の推進は重要な課題の一つである．本稿では，2015 年 11 月に行った日本の全高等教育機関を対象に行ったアンケート調査の回答を基に，大学における，ICT 導入によって得られた効果に着目した．初めに得られた効果の設問から抽出した 4 因子の尺度得点に対して，大学規模ごとの違いを分析した．その結果，「教育方法改善」の効果に関して規模が大きな大学ほどより効果が得られている傾向がみられた．続いて，大学に導入されている ICT 環境やサービスが効果に与えた影響を重回帰分析により調べた．全回答と大学規模別に 3 群に分けた場合とそれぞれ因果関係を求めた結果，①「教育方法改善」因子の尺度得点に対しては「入学予定者向けサービス」や「全学 LMS の導入」など 4 つの項目が関与していること，②「e ポートフォリオ」，「講義教材・ビデオの一般公開」，「公式 SNS」が広く 2 因子に寄与していること，③「教育方法改善」因子と「大学のブランド力向上」の因子において特に小規模校が ICT 環境とサービスの影響を大きく受けていること，が分かった．
キーワード：ICT 活用教育，e ラーニング，高等教育，悉皆調査，ICT 環境

1. はじめに

大学等における ICT を活用した教育の推進は重要な課題の一つと考えられる．その実態を把握するために，大学 ICT 推進協議会 ICT 利活用調査部会では全国の高等教育機関を対象に ICT 活用教育や e ラーニングの推進に関する悉皆調査（以下，本調査とする）を 2015 年 11 月に行った．調査の結果より，日本の大学等における ICT 活用教育に関する具体的かつ俯瞰的な状況が明らかになった（AXIES 2016）．これまでに，大学規模別で行った分析（酒井ほか, 2016）では，大学が小規模であるほど ICT 活用教育の全学的な推進組織が無く，LMS の導入も進んでおらず，技術的または教育的な支援体制も不足しているなどの現状が報告されている．また，ICT 活用教育の導入により「得られた効果」の具体的内容の各項目を因子分析した結果，「大学のブランド力向上」「教育方法改善」「教育効果」「コスト削減」の 4 つの因子が得られている（辻ほか 2016）．

しかしその一方で，ICT 活用教育の成果がそのような要因に基づいているのか，といった因果関係の分析はあまり行われていない．そこで本稿では，「ICT 導入によって得られた効果」に着目した．初めに得られた効果の設問から抽出した 4 因子の尺度得点に対して，大学規模別の違いを調べた．続いて，大学に導入されている ICT 環境や ICT に関連するサービスが効果に対して与えた影響を重回帰分析を用いて調べた．

2. ICT の導入により得られた効果から抽出した因子の規模別分析

大学の規模により ICT 導入の効果がどのように異なるのかを明らかにするために，「得られた効果」の詳細項目の回答から抽出した 4 つの因子の尺度得点に対して大学規模別の違いを分析した．大学の規模は酒井ほか（2015）を基に，以下の 5 つのカテゴリを設定した．

・カテゴリ A：学生数 10001 名以上
・カテゴリ B：学生数 5001～10000 名
・カテゴリ C：学生数 3001～5000 名
・カテゴリ D：学生数 1001～3000 名
・カテゴリ E：学生数 1000 名以下

図 1 に，「得られた効果」から抽出した 4 因子の尺度得点の，大学規模別の平均点を示す．ここで，加算平均を行った各回答項目は 4 段階尺度であることから，それぞれの尺度得点は 1 から 4 の値を取る．図 1 より，「大学のブランド力向上」と「コスト削減」の尺度得点はいずれも規模に関係なく一定の値を取っていることが伺える．

それに対して，「教育方法改善」と「教育効果」の 2 因子の尺度得点は図 1 より，大学の規模が大きいほど尺度得点も大きな値となっている傾向が伺える．

一元配置の分散分析と多重比較を用いて大学規模

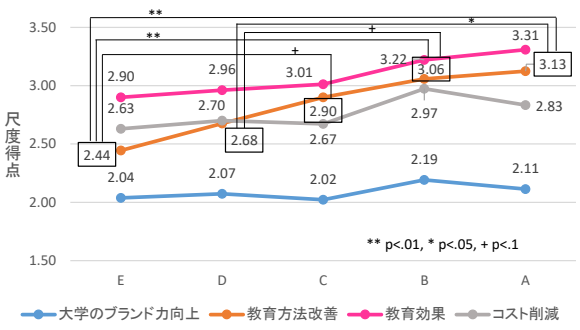


図 1　大学規模別の 4 因子の尺度得点

における各因子の尺度得点の違いを求めた所,
「教育効果」では有意な違いが確認できなかったものの,「教育方法改善」の尺度得点ではカテゴリ A⇔D+, A⇔E**, B⇔D+, B⇔E**, そして C⇔E+の間に有意な違いもしくは有意な傾向が確認できた（F(4,192)=6.454, p<.001）. すなわち, 規模が大きな大学ほどより「教育方法改善」の効果が得られている可能性が示唆された.

表 1　ステップワイズ法による重回帰分析の結果（大学事務局全体）

従属変数	教育方法改善		教育効果		大学のブランド力向上		コスト削減	
	独立変数	β	独立変数	β	独立変数	β	独立変数	β
1	全学LMS	.193	講義教材・ビデオの一般公開	.221	講義教材・ビデオの一般公開	.266	履修登録システム	.198
2	入学予定者向けサービス	.213	eポートフォリオ	.214	公式SNS	.187	顧客管理システム	.164
3	eポートフォリオ	.173						
4	公式SNS	.152						
R2	.23***		.11***		.13***		.08***	

*** p<.001

表 2　重回帰分析の結果（規模別）

	従属変数	大学のブランド力向上		教育方法改善	
群		独立変数	β	独立変数	β
E	1	講義教材・ビデオの一般公開	.532	eポートフォリオ	.441
	2	ヘルプデスクの設置	.295	入学予定者向けサービス	.305
	3	シラバスの公開	−.291	電子教科書の作成・提供	.240
	4	履修登録システム	.240		
	R2	.47***		.44***	
D	1	講義教材・ビデオの一般公開	.372	公式SNS	.302
	R2	.14*		.09*	

*** p<.001, * p<.05

3.　ICT 環境とサービスが効果に与える影響

3.1 大学事務局全体における因果関係

前節で示した ICT 導入の効果の 4 因子がどのような要因から得られたものかを明らかにするための第一段階として, ICT 環境が 4 因子の尺度得点に与える影響を調べた. 大学事務局の回答を対象に 4 因子のそれぞれの尺度得点を従属変数,「全学 LMS の導入の有無」と ICT 環境とサービスの導入状況の設問における 16 の小項目を独立変数とし, ステップワイズ法による重回帰分析を行った.

その結果を表 1 に示す. 表 1 より,「教育方法改善」因子の R2 乗の値が.23 と最も大きく, それ以外は.08～.12 と小さな値となった. これより, いずれの因子も ICT 環境による影響はそれほど大きくないことが分かった. その理由として, ICT 活用教育の中期計画の記述や推進組織, そして支援体制など, ICT 環境以外の要素が影響している可能性が考えられる.

因果関係を因子ごとに見ていくと,「教育方法改善」は「入学予定者向けサービス」,「全学 LMS」,「e ポートフォリオ（以下 eP）」,「公式 SNS」の順に寄与率が大きな結果となった. これより, リメディアルなどの入学予定者に対する取り組みや, 全学 LMS や e ポートフォリオの導入がアクティブラーニングや PBL などの効果へ繋がっている可能性が示唆された.

その一方で,「eP」は「教育方法改善」に加えて「教育効果」の要因となっており, また,「講義教材・ビデオの一般公開」は「教育効果」と「大学のブランド力向上」の要因,「公式 SNS」は「教育方法改善」と「大学のブランド力向上」の要因となっており, 汎用的に広く効果に影響する可能性が示された.

3.2 大学規模別の因果関係

前節でも述べたように, ICT 導入の効果はその大学の規模によって異なる可能性が考えられる. そこで, 大学事務局の回答を規模別に分割した上で ICT 環境が 4 因子の尺度得点に与える影響を調べた. 具体的には, 前節と同様の従属変数及び独立変数に対してステップワイズ法による重回帰分析を行った. なお, 大学規模は母数 N のバランスを考慮して以下の 3 群を設定した.

・E 群：学生数 1000 名以下（N=53～69）
・D 群：1001～3000 名（N=64～82）
・A-C 群：3001 名以上（N=60～89）

従属変数が「教育方法改善」と「大学のブランド力向上」設定した場合の重回帰分析の結果を表 2 に示す. これより, 特に小規模校の E 群においては R^2 値が「教育方法改善」では.44,「大学のブランド力向上」では.47 であることから中規模校や大規模校よりも ICT 環境による影響を大きく受けていることが分かった. この結果を前節の結果と比べると, 特に小規模校においては ICT 環境やサービスの影響をより強く受けていると考えられ, 全体の結果では抽出されなかった「電子教科書の作成・提供」や「ヘルプデスクの設置」が特に小規模校において有効な可能性が示唆された.

4.　今後の課題

今後の課題としては, ICT 活用教育の中期計画の記述の有無や推進組織, OER や MOOC の提供・利用状況, 支援体制など「ICT 環境やサービス」以外の調査項目が「得られた効果」に与える因果関係の分析が考えられる.

参考文献

(1) 大学 ICT 推進協議会（AXIES）ICT 利活用調査部会（2016）高等教育機関における ICT の利活用に関する調査研究結果報告書
(2) 酒井博之, 辻靖彦, 稲葉利江子（2016）高等教育における ICT 活用実態と大学の規模の関係. 日本教育工学会論文誌, 39(Supple):69-72
(3) 辻・酒井・稲葉・平岡・重田　(2016) 大学における ICT 活用教育により得られた効果の分析～ICT 活用教育の悉皆調査を基に～, 日本教育工学会第 32 回全国大会講演論文集, pp.947-948

日本と中国（新疆）の食生活への意識の改善を目的とした食育支援システムの開発

Development of the food education support system is aimed at improving awareness of dietary habits in Japan and China(Xinjiang)

清水 佑起[*1]，中山 洋[*1]，藤倉 純子[*2]
Yuuki Shimizu[*1], Hiroshi Nakayama[*1], Junko Fujikura[*2]
[*1] 東京電機大学
[*1] Tokyo Denki University
[*2] 女子栄養大学
[*2] Women Nutrition University
Email: 16rmd15@ms.dendai.ac.jp

日本では，平成 17 年 7 月に制定された食育基本法によって子どもたちに対する食育が重視され，教育関係者が積極的に子どもに食育を推進するよう努められるようになった．しかし，世界的な状況においては肥満大国が多数存在しており，食生活の改善を行う必要性が高まっている．そこで本研究は，食育支援システムを開発し食育授業を行うことで，日本と中国（新疆）における食生活の違いを明らかにし，比較させることで意識の改善を行うことを目的とする．具体的には，両国の被験者に対して，本システムを用いて個人の朝食情報を入力させ，それを基に年齢と性別に対応した適切な栄養素の標準摂取量や具体的な食事の方法を提示することで助言を行った．また，両国の栄養摂取量を比較させ，食生活の違いを明らかにした．その結果，両国共に食生活に対する親子との会話の増加や関心の高まりを通じて，食生活に対する意識の改善を促すことができた．さらに， 中国（新疆）料理では，日本料理に比べカリウムやビタミン C の摂取量が少ないことが明らかになった．

キーワード：教育方法，グループ学習，地域連携，食育，新疆ウイグル自治区

1. はじめに

日本では，平成 17 年 7 月に制定された食育基本法によって子どもたちに対する食育が重視され，教育関係者が積極的に子どもに食育を推進するよう努められるようになった．しかし，学校教育において生徒だけを対象とした食育を実施するだけでは，生徒の食生活を改善することは困難であると考えられる．

それに対する研究として，母親に対して食に関する正しい知識と改善の方法を提供する食育を行うことで，その子どもの食事や食環境を改善させるための食育教室の研究が報告されている[(1)]．また，中山らは，日本の児童とその保護者を対象に食育支援システムを用いた食育授業を行うことで，食生活や食事内容に対する意識の向上がみられた[(2)]．

これまでの研究報告を踏まえて，日本人のみならず外国人に対してもシステムを用いた食育の効果，さらには，外国の食文化に応じたデータ収集と食育実施が可能だと考えられる．現在，中国の新疆ウイグル自治区（以下，新疆とする）では，肥満が増加している．その原因として，高カロリーの食事や栄養バランスの偏りが肥満の原因になるなどの知識が不足しているため，その地域の食事がいかに生活習慣病の原因となっているかを指し示す必要があると考えられる．

そこで本研究は，日本と外国に対応した食育支援システムを開発し食育授業を行うことで，日本と中国（新疆）による食生活の違いを明らかにし，比較させることで両国の人々に食生活に対する意識の改善を促すことを目的とする．

2. システム

日本の小学校高学年を対象とした食育用ソフト「なにたべよう」[(3)]のシステムを前提に中国（新疆）に対応するように改良した（以後，本システムと称する）．また，本システムを製作するにあたり，どこの国の環境でも使用できる事が望ましいと考え，MySQL，PHP を使用し，Web ブラウザ上で動くシステムを製作した．

図 1 食品設定画面

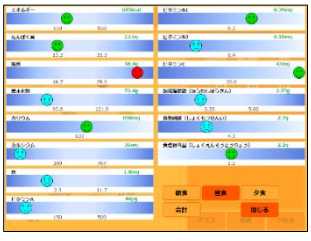


図 2 栄養評価画面

図 3 アドバイス画面

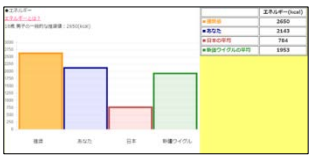


図 4 集計結果表示画面

3.　評価実験

3.1 実験方法

日本と中国（新疆）における実験は，毎年一般的に行われている授業参観日に実施した. 具体的には，事前に用意した個人 ID を児童と保護者に振り分け，その個人 ID を使ってコンピュータによる食育授業を行った．さらに，食育授業から 1 週間後にアンケートを実施し, 食生活の違いがみられるか調査した.

なお，評価項目に関するものは 5 段階評価とし，食育授業前後で比較するために統計分析（t 検定）をおこなった.

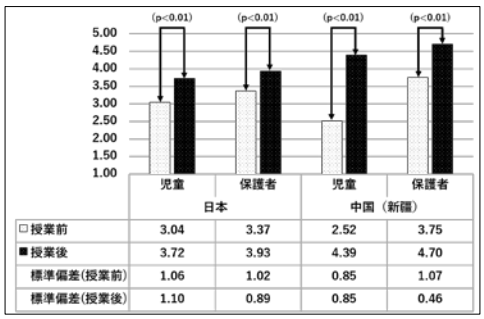
3.2 実験対象

【日本】
学校名：関東地方 H 市の公立 S 小学校
対象者：児童 45 名（小学校 5 年）と保護者 30 名
【中国（新疆）】
学校名：新疆 I 地区 D 小学校
対象者：児童 46 名（小学校 5 年）と保護者 41 名

4.　結果と考察

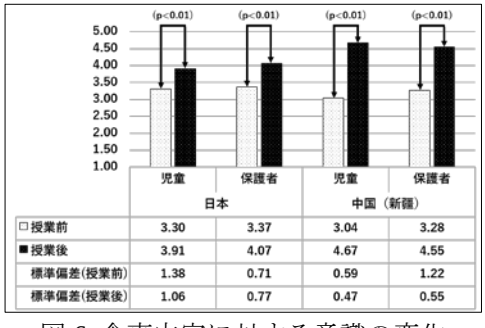
4.1 アンケートの結果と考察

「家族と食事について話していますか.」と質問した結果（図 5），両国の児童と保護者共に授業前より授業後の評価が有意に高かった．これは，本実験を通じて，健康的な朝食に対して関心が高まり，家族とより活発に会話するようになったためと考えられる．さらに,「食事内容（栄養素，カロリーなど）に対する意識はどうですか.」と質問した結果（図 6），両国の児童と保護者共に授業前より授業後の評価が有意に高かった．これは，日本も中国（新疆）共に，食事内容や栄養バランスに対する意識の改善につながったと考えられる．



	日本 児童	日本 保護者	中国（新疆） 児童	中国（新疆） 保護者
□授業前	3.04	3.37	2.52	3.75
■授業後	3.72	3.93	4.39	4.70
標準偏差(授業前)	1.06	1.02	0.85	1.07
標準偏差(授業後)	1.10	0.89	0.85	0.46

図 5 食事に関する家族との会話の変化



	日本 児童	日本 保護者	中国（新疆） 児童	中国（新疆） 保護者
□授業前	3.30	3.37	3.04	3.28
■授業後	3.91	4.07	4.67	4.55
標準偏差(授業前)	1.38	0.71	0.59	1.22
標準偏差(授業後)	1.06	0.77	0.47	0.55

図 6 食事内容に対する意識の変化

4.2 栄養素量の結果と考察

両国の各栄養素の平均摂取量を比較した結果（表１），カリウムとビタミン B1，ビタミン C において日本が有意に高く，食塩相当量においては中国（新疆）が有意に高かった．また，カリウムとビタミン C は日本よりも大幅に不足していることが示唆された．これらのことから，特に中国（新疆）では，カリウムとビタミン C の栄養素を多く含んでいる野菜や果物が摂取不足であると考えられる.

表 1 両国の各栄養素の平均摂取量

	エネルギー	タンパク質	脂質	炭水化物	カリウム	カルシウム	鉄
	kcal	g	g	g	mg	mg	mg
日本	474.73	18.26	13.18	69.56	610.28	170.56	1.77
中国（新疆）	548.72	18.80	14.03	83.32	313.56	150.51	1.83
t検定					＊＊		

	ビタミンA	ビタミンB1	ビタミンB2	ビタミンC	飽和脂肪酸	食物繊維	食塩相当量
	μg	mg	mg	mg	g	g	g
日本	252.78	0.24	0.38	38.64	4.47	3.22	2.35
中国（新疆）	274.62	0.17	0.40	1.19	4.27	3.18	1.47
t検定		＊		＊＊			++

※t 検定で検証（日本有意では，5%有意は“*”，1%有意は“**”とした．また，中国（新疆）有意では，5%有意は“+”，1%有意は“++”とした.）

5.　まとめと今後の課題

本研究は，日本と外国に対応した食育支援システムを開発し食育授業を行うことで，日本と中国（新疆）による食生活の違いを明らかにし，比較させることで両国の人々に食生活に対する意識の改善を促すことを目的とした.

その検証の結果，両国共に健康的な朝食に対する関心が高まりや家族との会話が活発になった. また，中国（新疆）では，本研究を通して中国（新疆）料理の栄養バランスに偏りがあることを認識させることができた．このことから，本システムを用いた食育授業により，意識改善効果が期待できることが示唆された.

今後の課題として，今回の実験では本システムに朝食のみ登録し，情報収集した．今後は，1 日 3 食分の栄養素摂取情報を収集し比較することで，地域による食生活の違いをより明確にすることができるのではないかと考えられる.

参考文献

(1) 塩田二三子, 山本明美, 豊原容子:“就学前の子どもを育てる母親に対する継続食育教室の効果”，日本食育学会誌, Vol.6, No.2, pp.183-196 (2012)
(2) 中山洋，高濱有志:“食育支援システムの開発と効果 児童と保護者双方の食生活の改善”，東京電機大学学士卒業論文(2014)
(3) 高橋寛子，武藤志真子，藤倉純子，中山洋，千野恭平:“小学校高学年を対象とした食育用ソフト「なにたべよう」の開発”，日本健康科学学会誌，Vol.27，No.4, pp.274-282 (2011)

プレゼン設計課題による行間読み取り姿勢の診断法

Diagnosing Reading between the Lines Attitudes Based on Presentation Design Tasks

油谷 知岐[*1], 瀬田 和久[*1], 林 佑樹[*1], 池田 満[*2]
Tomoki ABURATANI[*1], Kazuhisa SETA[*1], Yuki HAYASHI[*1], Mitsuru IKEDA[*2]
[*1] 大阪府立大学大学院人間社会システム科学研究科, [*2] 北陸先端科学技術大学院大学
[*1]Graduate School of Humanities and Sustainable System Sciences, [*2]JAIST
Email: aburatani@ksm.kis.osakafu-u.ac.jp

あらまし：教材の行間を読み取り，明示的には書かれていない潜在的な知識まで得ようとする学習が望ましい一方で,そのような学習への姿勢を外部から観測し,変容を支援することは容易ではない.本稿では，予めパーツとして用意されたスライドとそのスライドを用いて，何を，なぜ説明するのかを表す意図を選択・系列化することによってプレゼンを設計する活動を題材として，行間を読み取ろうとしているか，という姿勢を診断する手法を提案する.
キーワード：理解態度，メタ学習，潜在的知識，学習環境デザイン，学習者モデル

1. はじめに

自身の学習プロセスを内省し，より良い学びへ向かうことを意識する態度が望ましい．そうした態度で学ぶことが，対象領域についてのより深い理解や体系的な理解を形成する契機となることを考えると，態度を改善していくことは意義深い．しかし，学習者が積極的に自身の学習態度を振り返り，より良い方向へと自分自身で変容させていくことは必ずしも容易ではない．学びの態度は潜在的な学習スキルであり外部から観測できないため，その変容を支援することも難しい(1).

本稿では，そのような学習態度の一つである，行間を読み取りながら学ぼうとする姿勢を診断し，より望ましい方向への変容を促す学習デザインと助言を与えるシステムを提案する.

2. 行間読み取り姿勢の診断方針

教材に明示的に記述されている知識をそのまま頭に入れることに留まらず，教材の作成者が本当に伝えたいことは何かを考え，行間を読み取り潜在的な知識まで意識的に学ぼうと努めることが，対象の理解を深める契機となる．しかし，このような行間を読み取ろうとする姿勢は，学習者が自律的に意識することも，他者が把握し，変容を支援することも容易ではない.

学校教育における達成度評価では，問題を解くことが重視され，学習者はそれができれば学習目標が達成されたと考えてしまい，行間を読み取る学びの契機とはなりにくい.

自らの学習を振り返り，さらに理解を深めようとすることは，学習者自身がその領域において達成すべきと考える学習目標をまだ達成できていないのではないかと考えていることである.

本研究では，教材に書かれていない潜在的なことを積極的に読み取ろうとする姿勢を高い目標設定であると捉え，こうした潜在的な学習目標を，プレゼン設計課題を与えることで自然な形で表出化させ，行間読み取り姿勢を診断する機構を開発する.

さらに，診断結果に基づいて，より望ましい姿勢への変容を促す助言を与える．このとき，学習者により高い目標の設定を促す助言を与えるとともに，望ましい学びを行えている場合には，自己効力感(2)の向上を狙いとした好意的な助言を与えることで，望ましい学びの姿勢の維持，洗練に向けた動機付けを高めることを目的としている.

3. プレゼン設計を題材とした学習デザイン

本研究では，谷口らのスライド選択型のプレゼン設計学習スキーム(3)を発展させ，学習者のプレゼン設計の内容から行間読み取り姿勢を捉え，適応的に助言を与える学習支援システムを実現する.

本研究では，プレゼンスライドと，それらを用いて他者に何を理解させることを目指すのかというプレゼン設計意図が用意されている（図 1 (A)）．学習者はそれらの選択・系列化によってプレゼンを設計する（図 1①）.

このとき学習者が表明する設計意図は，その学習者が学習目標の達成のために何を理解する必要があると捉えているかを表現したものである．スライドは，対象領域において理解するべき知識の一部を明示的に書き表したものであり，学習者は設計意図の下でこれを系列化する.

システムは，学習者が設計したプレゼンから，その学習者があるスライドに明示的に書かれたことだけを説明しようとしているのか，潜在的なことを読み取り，説明しようとしているのかを，システム内部に持つデータと比較，診断し（図 1②），態度変容を促すことを狙いとした助言を提示する（図 1 ③）.

これらを通して，自身の理解不足や，望ましい姿勢での学びの重要性に意識を向けるきっかけを与え，より良い変容を促すことを狙いとしている.

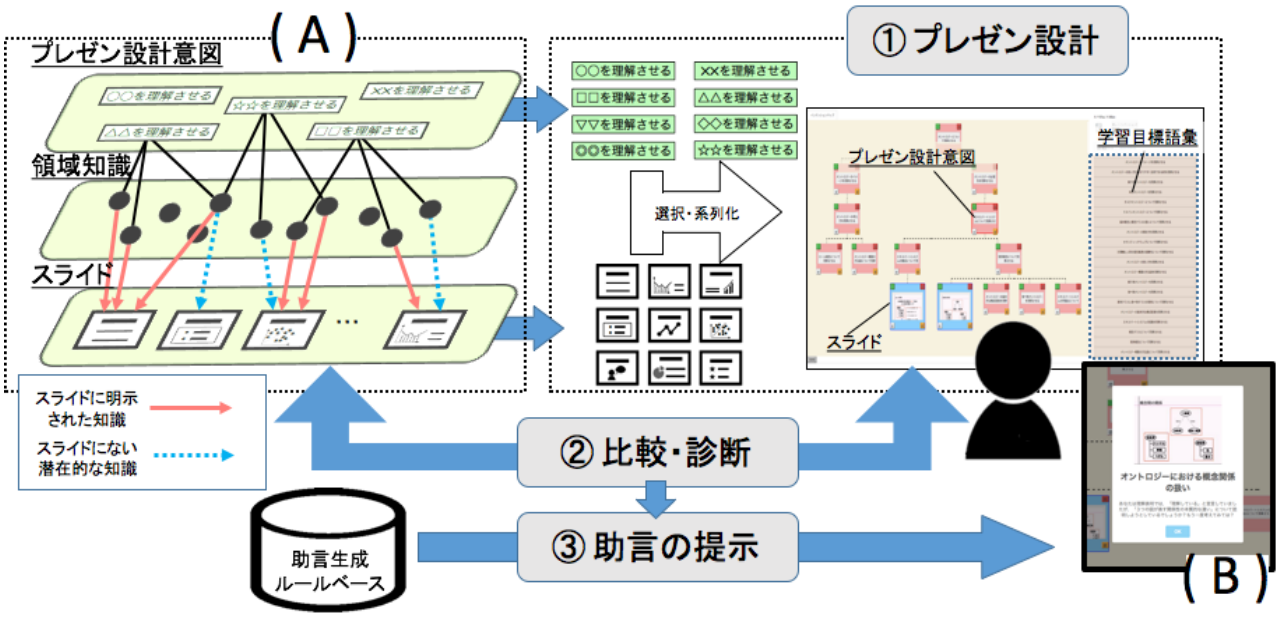


図 1　行間読み取り姿勢診断機構

4.　行間読み取り姿勢の診断と助言生成

4.1 メタ情報を用いた診断

システムが内部で保持する情報は「プレゼン設計意図層」,「領域知識層」,「スライド層」の大きく 3 層に分けて組織化されており，これらに基づいて学習者の行間読み取り姿勢を診断する．

図 1 (A)に示す領域知識とスライドの間に結ばれた赤の実線は，ある知識がスライドに明示的に書かれたものであることを表し，青の破線は，そのスライドを用いて説明することが望ましい潜在的な知識であることを表している．

プレゼン設計意図は，学習目標を表す語彙を用いて表現する．システム内部では，その語彙が対象領域におけるどの知識に関係するものかを規定している．

システムはこれらの情報から，あるプレゼン意図がどのスライドを用いて達成され得るかを，領域知識を介して認識できる．

学習者が設計したプレゼン構造と，スライドのメタ情報を比較することで，スライドに明示的に書かれていない潜在的な内容を理解させることが必要と考えているかという行間読み取り姿勢を診断する．

4.2 診断に基づく助言生成

システムは，行間読み取り姿勢の診断結果をもとに，ルールベースを参照し，より望ましい姿勢への変容を促すことを狙いとした助言を学習者に与える（図 1(B)）．

例えば，学習者がスライドに陽に書かれていないことには言及していない場合，「そのスライドから，今説明しようとしている以上のことが説明できる可能性がある」といった助言を行う．このように，直接間違いや不十分な理由を指摘する助言ではなく，何について考えるべきかという，学びを振り返る際の観点を示唆することで，学習者が自身の学びの姿勢について批判的に振り返ることを狙いとしている．

学習者が暗黙的な知識を十分に読み取り，説明しようとするプレゼンを設計できているときには,「それだけのことを読み取れているということは，よく理解できている証なので，これからもそのような姿勢で学ぶべきだ」といった，その学習者の行間読み取り姿勢の良さについて好意的なコメントを与える．行間読み取りの成功体験を与えることで，学びに対する自己効力感の向上を促し，望ましい学びの姿勢の持続的洗練に向けて動機付けを高める契機とすることを意図している．

5.　結論と今後の課題

本稿では，暗黙的で観測が難しい行間読み取り姿勢をどのように診断するか，という問いに対するアプローチとして，教材に明示的に書かれた知識と，書かれていない潜在的な知識をシステムが判別する仕組みを実現することによって，学習者の行間読み取り姿勢を診断する機構を実現した．

今後は，システムを実際に利用することによって学習効果を検証するとともに，どのような状況で，どのような助言を行うことが望ましいのかを考察していく予定である．

参考文献

(1) 尾崎由佳：“接近・回避行動の反復による潜在的態度の変容”, 実験社会心理学研究, Vol.45, No.2, pp.98-110, (2005)
(2) 中西良文：“成功/失敗の方略帰属が自己効力感に与える影響”, 日本教育心理学会 教育心理学研究, No.52, pp.127-138, (2004)
(3) 谷口雄紀，瀬田和久，池田満：“プレゼン設計活動に基づく学習者モデル構成法”, 電子情報通信学会 教育工学研究会 信学技報, Vol. 113, No. 482, pp. 1-6, (2014)

短期大学の保育者養成課程における情報教育カリキュラムの検討
－幼稚園現場の ICT 活用に関する実態調査から－

A Study on Curriculum for Information Technology Education in Early Childhood Education Training Course of College
-A Survey of Use of Information and Communication Technology at Kindergarten-

中島 千恵子
Chieko NAKAJIMA
星美学園短期大学
Seibi Gakuen College
Email: nakajima@seibi.ac.jp

あらまし：本研究では，短期大学の保育者養成課程における情報教育カリキュラムを検討するために，幼稚園現場の ICT 活用状況を調査した．この報告では，昨年，幼稚園現場の管理職を対象に実施した調査結果を基に，短期大学の保育者養成課程に必要な情報教育の課題について考察する．
キーワード：**短期大学**，保育者養成課程，情報教育，カリキュラム，ICT 機器活用

1. はじめに

近年の急速な高度情報化の進展により，高度情報通信ネットワーク社会推進戦略本部（IT 総合戦略本部）は，平成 13 年 1 月に高度情報通信ネットワーク社会基本法（最終改正：平成 28 年 12 月 14 日法律第 103 号）を施行し(1)，文部科学省は，平成 23 年 4 月に「教育の情報化ビジョン」を示し(2)，平成 28 年 7 月には「教育の情報化加速化プラン」を示している(3). 但し，これらの教育の情報化は，主として，小学校，中学校及び高等学校等の学校教育が対象とされており，幼稚園における教育の情報化については，具体的に言及されていない．

そのなかで，幼稚園現場での ICT 活用調査の先行研究として，鷲尾（2000）は，三重県における全幼稚園を対象にコンピュータ利用の状況と意識に関する調査を実施し(4)，宮川（2008）は，福井県越前市における全幼稚園を対象にコンピュータの利用状況やコンピュータに対する幼稚園教諭の関心・意見に関する調査を実施している(5). また，森田ら（2012）は，全国の幼稚園のうち無作為に抽出された 500 園を対象に園務の情報化への不安や，導入に際し，必要と考える支援等に関する調査を実施している(6).

調査方法は，いずれもアンケート用紙を幼稚園に送付して，記述した回答を返送してもらう方式である．本研究では，幼稚園現場の ICT 活用状況をより具体的に把握するために，現場を訪園して，インタビュー形式で調査を実施した．

2. 研究の目的と方法

2.1 研究の目的

本研究では，幼稚園現場の ICT 活用状況を調査し，教育職員免許法施行規則第 66 条の 6 で定められている「情報機器の操作」および第 6 条の教育課程及び指導法に関する科目に定められている「教育の方法及び技術（情報機器及び教材の活用を含む）」(7) などの授業科目を中心に，短期大学の保育者養成課程における情報教育カリキュラムの課題を検討することを目的とする．

2.2 研究の方法

調査は，2016 年 6 月中旬と 11 月中旬にかけて，幼稚園 11 園を訪園し，園長（または主任）等の管理職を対象に個人面接を実施した．訪園した幼稚園は，東京都が 4 園，埼玉県が 7 園で，全て私立幼稚園である．調査項目は，幼稚園でのコンピュータをはじめとする ICT 機器の活用状況である．

3. 幼稚園現場の ICT 活用に関する調査

3.1 幼稚園における ICT 機器の保有状況

コンピュータの保有率は 100%であり，全ての幼稚園でコンピュータが導入されていた. その他，ICT 機器として，デジタルカメラについても全ての幼稚園が保有していた．

3.2 幼稚園における ICT 機器の利用目的

幼稚園における ICT 機器の主な利用目的として，「一般事務」「保護者対応」「広報活動」「保育活動」の４つのカテゴリについて調査した．調査結果を表 1 に示す．

利用目的の上位カテゴリは「一般事務」で，経理管理や園時の基本情報管理などの業務については，事務職員が担当しているところが多かった．但し，年間行事の作成や行政機関への業務，「保護者対応」カテゴリに関連する業務については，園長（または理事長や主任）などの管理職が担当しているところが多かった．

また，パンフレット作成やウェブ作成など，「広

報活動」カテゴリに関連する業務については，園長が自ら担当しているところは 1 園のみで，他は，外部の専門機関に委託しているところが多かった．

なお，「保育活動」カテゴリの指導計画の作成や保育活動の記録については，保育者が担当しているところが多かった．但し，園児にコンピュータを利用させている幼稚園については，ICT の専門員が担当しているとのことだった．

表 1 ICT 機器の利用目的

項目	内容	実践園
一般事務	園児の基本情報管理	8
	年間行事の作成	8
	行政機関への書類作成	8
	行政機関へのメール送受信	7
	経理管理	11
保護者対応	園だよりの作成	8
	保護者への連絡メール	6
	保護者会用プレゼン資料作成	3
広報活動	パンフレットの作成	3
	ウェブの作成	2
保育活動	指導計画の作成	1
	保育活動の記録	5
	園児が利用	1

4. 短期大学の保育者養成課程における情報教育カリキュラムの課題

4.1 保育者に求められる ICT スキル

短期大学の保育者養成課程における情報教育カリキュラムを検討するために，保育者に求められる ICT スキルについて自由に述べてもらい，調査したところ，以下のような意見が挙げられた．

(1) 一般事務や保護者対応については，専門の事務職員や管理職が担当しているが，保育者も必要に応じて，ワープロ，表計算，プレゼン用スライド作成，メールの送受信，ブラウザ（インターネット検索）など，基本的なソフトウェアの活用ができる必要がある．

(2) 広報活動については，専門機関に委託しているが，企画などについては，保育者自らが提案できるようになってもらいたい．

(3) 情報発信のための技術も身につけてもらえるとよいが，それ以上に，情報モラルなどの知識について身につけておいてほしい．

(4) 保育活動については，デジタルカメラで園児の様子を記録し，その写真を園だよりや，広報で活用できる技術を身につけてほしい．

(5) 保育活動で，どのようなメディアを活用すれば保育に有効なのかを見極める力を身につけてほしい．

なお，平成 29 年 3 月に文部科学省より告示された『幼稚園教育要領』[8]第 1 章総則「第 4 指導計画の作成と幼児理解に基づいた評価」のなかでは，「幼児期は直接的な体験が重要であることを踏まえ，視聴覚教材やコンピュータなど情報機器を活用する際には，幼稚園生活では得難い体験を補完するなど，幼児の体験との関連を考慮すること」とされている．

今後は，これらのことを踏まえて，具体的な情報教育カリキュラムの内容を検討していきたいと考えている．

謝辞

東京都，埼玉県内の幼稚園の皆様には，調査にご協力をいただき，有り難うございました．ここに記して感謝いたします．

参考文献

(1) 文部科学省：“教育の情報化ビジョン”，http://www.mext.go.jp/b_menu/houdou/23/04/1305484.htm （参照 2017.5.14）

(2) 文部科学省：“教育の情報化加速化プラン”，http://www.mext.go.jp/b_menu/houdou/28/07/__icsFiles/afieldfile/2016/07/29/1375100_02_1.pdf （参照 2017.5.14）

(3) 高度情報通信ネットワーク社会推進戦略本部:“高度情報通信ネットワーク社会基本法”，http://law.e-gov.go.jp/htmldata/H12/H12HO144.html（参照 2017.5.14）

(4) 鷲尾敦：“三重県における幼稚園のコンピュータ利用調査―幼児教育者のコンピュータマインドと情報教育の課題”，日本教育工学会誌第 24 巻増刊号，pp.19-24（2000）

(5) 宮川祐一：“幼稚園教育現場でのパソコン利用と課題―越前市の幼稚園を対象とした実態調査（2008 年）と 2000 年の実態調査の比較から―”，仁愛大学研究紀要第 7 号，pp.99-111（2008）

(6) 森田健宏，堀田博史，上椙英之，川瀬基寛：“幼稚園の園務情報化の現状と今後の課題”，日本教育工学会論文誌第 36 号増刊号，pp.5-8（2012）

(7) 文部科学省：“教育職員免許法及び教育職員免許法施行規則（教員免許課程認定関係条文抜粋）”，http://www.mext.go.jp/a_menu/koutou/kyoin/1268593.htm （参照 2017.5.14）

(8) 文部科学省：“幼稚園教育要領”，http://www.mext.go.jp/component/a_menu/education/micro_detail/__icsFiles/afieldfile/2017/05/12/1384661_3_2.pdf （参照 2017.5.14）

学習者間の情報・学習リソースの共有を支援するシステム SharedPanel の LINE への対応

Designing and Development of an Information Sharing Tool SharedPanel
-Customization to connect LINE-

長岡 千香子[*1], 喜多 敏博[*1*], 平岡 斉士[*1], 中野 裕司[*1], 鈴木 克明[*1]
Chikako NAGAOKA[*1], Toshihiro KITA[*1*], Naoshi HIRAOKA[*1], Hiroshi NAKANO[*1], Katsuaki SUZUKI[*1],
[*1] 熊本大学教授システム学研究センター
[*1]Research Center for Instructional Systems, Kumamoto University
Email: cnagaoka@kumamoto-u.ac.jp

あらまし：筆者らは，Facebook や Twitter，Evernote，メールといったツール，もしくは Moodle で入力（送信・投稿）した情報が集約・保存され，カード形式で一覧表示される Moodle アドオン SharedPanel の設計・開発を行っている．本システムを利用することで，学習者はスマートフォンなどでツールのいずれかを使用できれば，学習と関連するアイデアやリソースを他の学習者と容易に共有することが可能となる．本稿では，このシステムで多くの大学生が利用しているツールである LINE との連携を実現したことについて報告する．
キーワード：モバイル端末，SNS，LMS，情報共有

1. はじめに

学習活動を行う上で，ICT を利用して，個人の意見や発見，知識を学習者間で共有させることを用いた教育実践が行われている．例えば，小学生に教室の外で観察したものをカメラ付き携帯電話で撮影・共有させる取り組み[(1)]や作成したプログラムを学習支援システム上で共有させる取り組み[(2)]，大学の OB・OG に仕事に関する情報を SNS 上で共有させ，就職活動中の学生の参考にさせる取り組み[(3)]などが行われている．

筆者らはこれまで学習者が日常的に利用しているツール（Facebook，Twitter，Evernote，メール）で入力（送信・投稿）した情報や Moodle へログインなしで入力した情報が自動的に収集され，カード形式で一覧表示される Moodle アドオン SharedPanel[(4)]を開発，運用してきた．しかし，20 代の 73%が利用しているツールである LINE[(5)]の連携ができていなかったため，ユーザーがもっとも使用するツールが使えないという状況になり得ていた．そこで SharedPanel と LINE を連携させた（**図 1**）．

2. SharedPanel の強みと利用事例

SharedPanel の強みは「情報の保存性」，「SNS との連携」，「連携しているツールの多様性」，「モバイル端末への対応」であり，それぞれの強みを活かした利用事例は**表 1** の通りである．

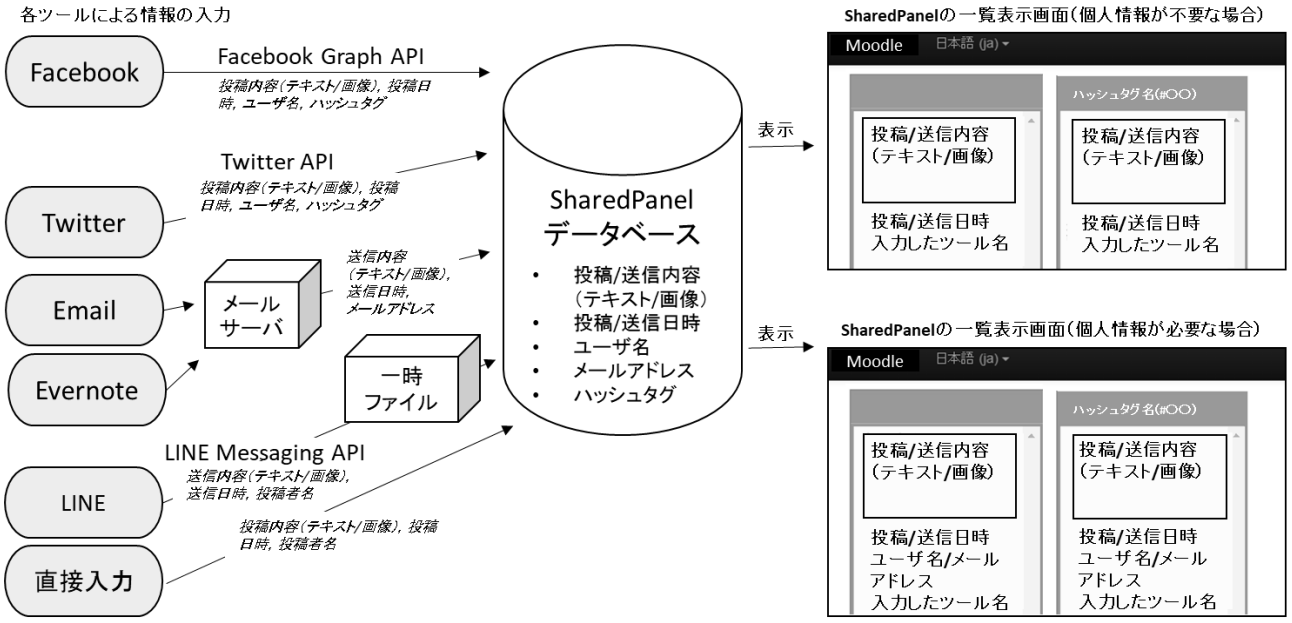


図 1：学習者間の情報・学習リソースの共有を支援する SharedPanel の構造

表１：SharedPanel の強みとその強みを活かす利用方法

本システムの強み	強みを活かす利用事例
＜情報の保存性＞共有された情報は全てLMSのデータベースへ保持されるため，学習者が元の投稿を誤って削除しても，サービスが停止しても情報を失うことはない．	学習成果を保存するために，入力された情報をSharedPanelを用いて一覧表示・保存する．
＜SNSとの連携＞FacebookやTwitterといったツールと連携しているので，ソーシャルメディア上の情報をシェアするなど，容易にリソースを共有することができる．	授業やゼミのテーマと関連するニュースなどのリソースを，学生が日常生活の中でよく利用するツールで，授業内外で入力・共有させる．
＜ツールの多様性＞様々なツールと連携しているので，各学習者にとってもっとも利用しやすいツールを利用して，情報などの共有をすることができる．	多様な参加者が参加する単発の講習などで，各参加者にとって最も使いやすいツールでコメントやアイデアを入力・共有させる．
＜モバイル端末への対応＞PCがなくても，連携している各ツール（Facebookなど）が提供しているモバイル端末向けのアプリなどを通じて，スマートフォンなどから容易に情報などの共有が可能である．	フィールドワーク中にスマートフォンを用いて写真やメモなどを入力・共有させ，教室などで一覧で確認するために利用する．

2.1 連携方法

LINE からの情報の取得は，（１）LINE Messaging API [6] の Webhook の設定を行い，データを受け取る PHP スクリプトを呼び出す，（２）PHP スクリプトを用いて受け取ったデータを一時ファイルとしてメッセージ/画像の形式で保存するという手順で行う．SharedPanel の一覧表示画面でカードを読み込む段階で，一時ファイルに保存されているデータが Moodle のデータベースへ登録され，カードとして表示される．

2.2 設定方法（教員側に必要な作業）

教員はLINEのユーザー登録をした上でMessaging API の管理画面上で授業や講習ごとにアカウントを作成し，「channel_id」，「channel_accesstoken」，「channel_secret」などの情報を取得する．取得した情報を SharedPanel の設定画面上で入力し，学生にアカウントの QR コードを伝える．

2.3 学生側に必要な作業

学習者は教員から教えられた QR コードを，LINE アプリの「QR コードリーダー機能」で読み込み，そのアカウントを「友だち追加」する．その後，共有したいテキストもしくは画像を送信する（**図２**）．

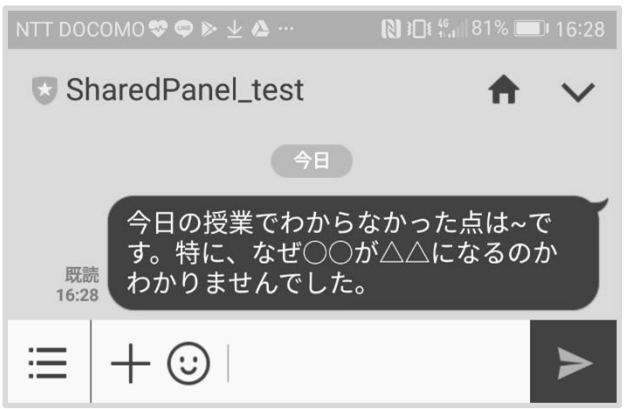


図２：LINE 入力画面

3. 期待される効果と今後の予定

20 代の 73%が利用している LINE からの入力が可能となることで，授業内外の活動での ShardPanel 活用がより容易になると考えられる．

本研究では今後，本システムを活用した情報共有を中心に据えた学習活動の設計及び実践を行う予定である．また，誰でも本システムと連携するツールを増やすことができるように，各種ツールとの連携部分について標準化を行う予定である．

謝辞

本研究は JSPS 科研費 16K16323 の助成を受けたものです．

参考文献

(1). 大久保正彦，稲垣成哲，竹中真希子，黒田秀子，土井捷三：“カメラ付き携帯電話を利用した協調学習支援システムの開発と評価”，日本教育工学会論文誌，vol.28(suppl), pp.189-192 (2005)
(2). 谷口るり子：“作品情報の共有による協調学習とその評価”．教育システム情報学会誌，vol.27(4)，pp.283-291 (2010)
(3). 長谷川忍，高橋咲江，柏原昭博：“インフォーマルな経験情報の共有に基づく就職活動支援 SNS の開発”．教育システム情報学会誌, vol.27(2), pp.199-210 (2010)
(4). 長岡千香子，喜多敏博，平岡斉士，中野裕司，鈴木克明：“学習者間の情報共有を促す Moodle アドオン「SharedPanel」の形成的評価”．教育システム情報学会 第 41 回全国大会（帝京大学）発表論文集，pp.9-10 (2016)
(5). 総務省平成 28 年度情報通信白書 http://www.soumu.go.jp/johotsusintokei/whitepaper/ja/h28/html/nc132220.html
(6). LINE BUSINESS CENTER: LINE Messaging API https://business.line.me/ja/services/bot

2in1 パソコンの配布・運用と課題

Overview of the Distribution and Use of Tablet PCs

津森 伸一
Shin'ichi TSUMORI
聖隷クリストファー大学
Seirei Christopher University
Email: shinichi-t@seirei.ac.jp

あらまし：アクティブラーニングの更なる推進を目指し，2017 年度新入生を対象とした PC の配布を実施した．動画撮影や文書作成などの多様な利用方法を想定し，配布 PC として機動性に優れる 2in1 型のタブレット PC を採用した．PC の運用スキルの養成も PC 配布の目的の一つであるため，配布前の設定や導入時の指導は必要最小限に止めた．運用を開始してみると，ネットワークの切断や Windows の自動更新による授業への影響などの課題が散見するようになり対処を講じる必要性を感じている．本稿では，PC 配布の経緯と実施方法，運用における問題点と今後の課題について報告する．
キーワード：パソコン貸与，2in1 パソコン，アクティブラーニング

1. はじめに

聖隷クリストファー大学リハビリテーション学部は理学療法士，作業療法士及び言語聴覚士を養成する学部であり，実習や演習を伴う科目が多く配置されている．アクティブラーニングの実践に力を入れており，タブレットやノート PC を利用する科目も多い[1-3]．一方，学生が利用できる情報端末は，演習室常設の PC と貸出用の PC に限られ，台数や利用方法などに対する不満が学生，教員の双方から挙げられていた．また，アプリケーションソフトの操作スキルは比較的高いものの，Windows や周辺機器の使用に係る設定などのスキルを有する学生は少数であり，情報教育内容の再考も求められる．

さて，近年入学生に情報端末を配布し成果を挙げる大学が増加している[4][5]．本学部においても，アクティブラーニングの更なる推進と PC の運用スキルの向上を目的とし，2017 年度の入学生全員に 2in1 型のタブレット PC を配布 (費用の一部は学生負担，在学中は貸与) した．学内外で積極的に活用される一方で，授業中のトラブル発生などの課題も散見し，新たな対策が求められている．

本稿では，PC 配布の経緯や狙い，配布に係る指導内容や課題について報告する．

2. 従来の PC 環境と PC 配布の経緯

聖隷クリストファー大学は 3 つの学部を有し，1 学年の総定員数は 350 名である．なお，2017 年度の PC の配布はリハビリテーション学部の入学生 107 名が対象であった．

表 1 学内の PC 環境

利用環境	PC 種類	台数
演習室	デスクトップ (Windows)	116
貸出し用	ノート (Windows)	60
	タブレット (iPad)	40

表 1 に本学が有する PC 環境を示す．演習室の PC は主に情報処理の授業で使用される．それとは別に貸出し用の PC が用意されており，授業時にクラス全体にまとめて貸出すほか，所定の手続きを経た個人利用のための貸出しを行っている．しかし，PC の貸出しに関しては以下のような問題があった．

・PC 台数の不足：
　授業での PC 利用機会やレポート作成のための個人利用機会の増加により台数が不足している．
・作成したデータの保存：
　返却時に PC に保存したデータを消去するため，作成したファイルを都度他の PC やクラウドなどに移動して保存する必要がある．
・PC の運用スキルの不足：
　Windows の設定や周辺機器の接続などの運用スキルが不足している学生が多い．

これらの問題を解決するため，本学部では 2017 年度入学生の全員に PC の配布を行うことにした．

3. PC 配布の概要

3.1 PC の概要

配布する PC として，日本 HP の HP x2 210 G2(図 1) を選択した．同機は，キーボードが着脱可能な

図 1 配布 PC (HP x2 210 G2) の外観

表 2 HP x2 210 G2 の主な仕様

OS	Windows 10 Pro (64bit)
CPU	Atom x5 Z8300 (4 コア)
メモリ	4GB
ストレージ	64GB SSD
ディスプレイ	10.1 インチワイド WXGA
カメラ	前面／背面各 1
質量	1139g (キーボード装着時)
バッテリ駆動	約 10 時間

2in1 型のタブレット PC である．同機の主な仕様を表 2 に示す．2in1 型を選択した理由は，軽量・省電力な仕様であることに加え，以下のような活用が事前に想定されキーボードを容易に着脱できる機動性を重視したためである．

・LMS(Moodle)の利用：
　教員が作成した教材の閲覧, 課題の授受, アンケートや小テストの実施, 資格試験対策学習, 反転授業のための授業関連動画の視聴などに利用する．
・動画の撮影と評価：
　実技審査やロールプレイング時の動画を撮影し，自己評価や相互評価に利用する．
・ドキュメントの作成：
　実習報告書や卒業論文，図表の作成に用いる．

3.2 配布方法と指導内容

1 章で述べたように，PC 配布の目的の一つに運用スキルの向上が挙げられる．このため，学生には不明点を自分で調査, 解決させるように指導している．一方，多くの授業科目で早期から PC を利用するため，当面の設定やソフトウェアの導入を急ぐ必要もあった．このため，以下のような必要最小限の設定を行った上で PC を配布した．

・無線 LAN の接続(Mac アドレスとパスワードにより制限)
・セキュリティ対策ソフトの導入
・Windows のアップデート

また，筆者が担当する情報処理の授業において，初期設定やソフトウェアのインストールに関する指導を行った (80 分授業 1.5 コマ程度)．指導内容は概ね以下の通りである．

・授業に臨む前に各自実施しておくこと：
　自宅での充電，Windows やセキュリティ対策ソフトの更新
・Windows の設定，トラブルシューティング：
　バッテリ消費軽減のための設定，スリープの意味と操作, 自宅での Wi-fi 利用, パスワードの変更, PC 動作異常時の対処
・ソフトウェアのインストール：
　Office 2016，Google chrome のインストール方法 (インストールは授業時間外に各自が実施)
・その他：
　クラウドストレージ (Google ドライブ)，Moodle の利用方法，動画視聴のためのプラグインの導入，PC 破損・紛失時の手続き

また, 多くの科目で Moodle を使用することから，希望する教員に Moodle の基本操作を指導する研修会を開催している (年 3 回程度).

4. 運用上の課題

今回の PC 配布においては，学生の経済的な負担を軽減するため, 比較的安価な PC を選択した．CPU やメモリなどのスペックによる影響は事前に想定していたが, 他にも以下のような問題が起こっている．

・Windows の自動更新による問題：
　Windows の更新により，シャットダウンに時間が掛かり次の授業への教室移動ができない，授業開始時になかなかログインができないなどの問題がある．
・ネットワーク断による問題：
　時間的な要件の高い利用(例えば Moodle を用いた小テスト)時に帯域不足や PC の異常によるネットワークの切断頻度が比較的多い．

これらは学生が自身で対処できる問題ではないため，対処方法を今後検討する必要がある．

5. おわりに

2in1 パソコンの配布と運用方法, 利活用における課題等について報告した．

入学生のパソコン運用スキルに大きな個人差があり当初は戸惑う学生も多かったが，授業時間以外でも積極的に活用する学生が増え，一定の成果はあったものと実感している．一方で，Windows の更新や Wi-fi 接続断などによる授業の中断や遅延の問題も表出しているため，円滑な授業実施のための対策を講じる必要があり，今後の課題としたい．

なお，前期授業の終了段階において学生・教員の双方に対するアンケート調査を実施することを予定しているため，利活用状況や効果については全国大会において報告したい．

参考文献

(1) 根地嶋誠: “理学療法士養成課程における ICT を活用した理学療法技術習得への取り組み”, 私立大学情報教育協会平成 27 年度教育改革 ICT 戦略大会, C-5 （2015）
(2) 石津希代子: “反転学習を促進するための授業展開”, 私立大学情報教育協会平成 28 年度教育改革 ICT 戦略大会, A-16 （2016）
(3) 津森伸一: “「基礎物理学」反転授業の試行”, 日本リメディアル教育学会第 12 回全国大会, B-31（2016）
(4) 長谷川旭, 佐原理, 山住富也: “iPad の教育的な利活用”, 私立大学情報教育協会平成 23 年度教育改革 ICT 戦略大会, D-5 （2011）
(5) 西端律子:“畿央大学における Surface Pro 貸与の試み”, 情報コミュニケーション学会第 17 回研究会 （2015）

町おこしを目指したプロジェクションマッピングの制作
—— 金沢市内灘町の粟ヶ崎遊園を題材にして ———

Projection Mapping Creation that Targets Town Revitalization
—— Using Awagasaki Amusement Park in Uchinada Town in Kanazawa ——

吉田一誠[*1]，高田伸彦[*2]，辻合秀一[*3]
Issei Yoshida[*1], Nobuhiko Takada[*2], Hidekazu Tsujiai[*3]
[*1*2]金沢学院大学
[*1:2]KanazawaGgakuin University
[*3]富山大学
[*3]Toyama University
Email: {i-yoshida,ntakada}@kanazawa-gu.ac.jp

あらまし：今回は、石川県にある内灘町の歴史イメージを表現する媒体として、当初無彩色な映像表現を行うことを検討していた。しかし、内灘の町の歴史をより鮮明に印象付ける表現媒体として色彩を施したプロジェクションマッピングを取り入れた。それにより、レトロ調の中に、先端技術による表現で、当時のイメージをより印象づけることを試みた。その結果、2 つの融合による相乗的な表現が面白い効果を醸し出したのでここに報告する。
キーワード：町おこし，プロジェクションマッピング，アニメーション，マルチメディア

1. はじめに

現在、大学の役割として、今までのように、研究、教育という分野に加え地域貢献という分野もクローズアップされている。本学の場合、地方の活性化という命題に取り組む体制は、年々充実してきている。特に、地方では過疎化の問題が深刻になっており、町おこしという命題が大きな意味を持つようになっている。しかし、財政難や技術的なスキルが十分でないケースが多く、これらの町や村との協同作業は有意義な活動といえる。特に、昔栄えていた場所に居住する人々の町おこしの思いは、ノスタルジアの思いとともに、かなり強い。今回は、我々がもつ、プロジェクションマッピングの技術を基盤として、大正末期から戦前まで栄えた内灘町の歴史イメージを象徴する粟ヶ崎遊園遺構のプロジェクションマッピングに挑戦した[(1)]。

2. 対象とする町の歴史と活動

制作の対象となる内灘町（図１参照）は石川県の海沿いに位置する人口約２万 7000 人(H26 年２月)の中小規模都市である[(2)]。海辺には鳥取砂丘、猿ヶ森砂丘に次ぐ日本第三位の規模をもつ内灘砂丘を背景に発展してきた。大正時代に、実業家小林一三の創立した宝塚歌劇団を参考にして、材木商の平沢嘉太郎が内灘町の粟ヶ崎遊園にも同様の少女歌劇団を創立した。「タカラジェンヌ」に対抗し「アワジェンヌ」と呼ばれる少女歌劇団をはじめとする粟ヶ崎遊園の事業を試みた。現在、毎年５月には「アカシアロマンチック祭」と題し内灘町文化協会に加盟する各団体教会が発表活動を行う芸術文化イベントを開催し、積極的に町づくりを進めている。今回、このイベントの中で、プロジェクションマッピングを導入した形で開催することとなった。

図１石川県金沢市内灘町の所在地

3. 制作の目的と工程

3.1 目的

今回の制作の目的は、主に、次の３項目とした。
・第一に、表現内容は、「粟ヶ崎遊園とアワジェンヌ」を主要テーマにして、内灘町がアピールしたい事柄をプロジェクションマッピングによる表現の中心に置く
・第二に、資料館に保存されているモノトーンの静止画像で残された約 80 年前の資料を、生命をもたせた動的なプロジェクションマッピングでの表現に昇華すること
・第三に、学生らが一連の制作プロセスを通してデジタルメディア映像を活用した地域活動に取り組み地域と一体化になること、とした。

３.２制作工程

・テーマと方向性を決定する。(3.1 参照)
・ロケーションハンティング:プロジェクションマッピングの実施にあたりスクリーンとなる物体の形状を調査し投影する対象を決定する。
・投影が可能な距離を確保できるロケーションにおいて、スクリーンとなる建造物と全体としてロケーションが安定するかを確認する。
・映像コンテンツ制作の前提として計測した投影対象の建造物の形状面積に基づくテンプレートの作成
・投影可能なプロジェクションマッピングの作成
・第一段階としてマッピング完了後のコンピュータ画面を記録し、その光景をデジタルカメラで撮影する。(これにより､実際の映像の出来栄えを判定可能)
・歪み分を含ませて調整したテンプレートを用いて映像コンテンツを制作する（投影映像本体と実際に見る映像との歪の調整)
・この両方の映像から歪み分を含ませて調整したテンプレートを用いて映像コンテンツを制作
・第二試験投影は、こうして出来たテンプレートに写真・グラフィック・テキストを暫定的に配置したテスト用静止画像を用いて調整の後完成。
・この後、本格的な制作作業に入り、実際に投影するプロジェクションマッピング映像の制作を行う。

4.　成果

今回の粟ヶ崎遊園遺構におけるプロジェクションマッピングの成果は以下の通りである。

・現在は剥げ落ちてしまった遺構の過去の姿・色彩をプロジェクションマッピングで再現できたこと

・忘れられた遺構を人々の記憶に甦らせるために、実際の歴史資料に基づいたノスタルジックなビジュアル表現による演出形式で表現できた。

・モノトーンでしかなかった歴史資料をカラー化して映像作品に取り入れた。

図２　粟ヶ崎公園遺構のプロジェクションマッピング例

・女優の署名をアニメーション化して組み込むことで当時の趣を演出した

・スクリーンとなる遺構自体と、映し出される内容が、視聴者へ印象付けたい事象そのものであり、イベントの記録映像として平面スクリーンに映し出される動画として観られたとしても、自治体側の目的に適うこと

・自治体及び地域住民と密に情報交換できる制作体制をとり、相互理解を進める過程で地域に関する周辺的知識を得られるようにしたこと

これらは、プロジェクションマッピング表現を、中小規模の自治体とどのように展開し、地域振興に活用していくことができるかを考えた結果であり、いろいろな面で、効果的であり、今後の展開にいくつか繋がると考えている。

図３　アワジェンヌのプロジェクションマッピング例

５．まとめと今後

今回の金沢市の内灘町の粟ヶ崎遊園遺構のプロジェクションマッピングの制作・実演を通し、地域の歴史資源をプロジェクションマッピングという技術で表現できた。80 年前の内灘を表現するには、ビジュアル的な資料がモノクロの写真でしか残されていない場合が多かった。しかし､現代に生きる我々は、現実味あるものとしては、カラー化が、必要であると判明した。今後プロジェクションマッピングを展開する場合は、次のことに踏まえて対応したい。

・全体的に正確な測量なども含めデジタル化をさらに進めるとともに、建物などの構造分析の精度向上を図る

・平面的なグラフィックが多くなったので､3DCG を取り入れさらなる奥行き表現に挑戦する

＜参考文献＞
(1) 東京工芸大学「プロジェクションマッピングに関する調査」東京都：https://www.t-kougei.ac.jp/static/file/research_projection.pdf (2015)
(2) 「内灘町地区別世帯・人口（平成 28 年 9 月末)」http://www.town.uchinada.lg.jp/webapps/openimgs/info/0000025708.pdf (2016)
(3)「内灘町人口ビジョン概要（現状の分析)」, http://www3.town.uchinada.lg.jp/DL/sousei/publiccomment/271026_uchinada_gy_pc.pdf(2016)

学習者相互の知識活用を促す知識マップ利用型学習支援システムの開発

Development of Learning Support System using Knowledge Map for Promoting Knowledge Utilization through Learners' Interaction

塚田 尚幸[*1], 辻 慶子[*2], 上野 春毅[*1], 山川 広人[*3], 小松川 浩[*1]
Naoyuki TSUKADA[*1], Keiko TSUJI[*2], Haruki UENO[*1], Hiroto YAMAKAWA[*3], Hiroshi KOMATSUGAWA[*1]
[*1]千歳科学技術大学大学院 光科学研究科
[*1]Graduate School of Photonics Science, Chitose Institute of Science and Technology
[*2]産業医科大学産業保健学部看護学科
[*2]Nursing Science and Arts, School of Health Sciences, University of Occupational and Environmental Health
[*3]千歳科学技術大学 理工学部
[*3]Faculty of Science and Technology, Chitose Institute of Science and Technology
Email: tsukada212@kklab.spub.chitose.ac.jp

あらまし：我々は、学習者が領域知識やレベルを意識しながら知識修得を図れるeラーニングシステムの実証研究を進めてきた. 特に本研究では, 知識マップを起点に, 学習者がレベルを意識して作問でき, 学習者が相互にその作問を評価できるシステムの開発をした．本学の情報系講義(アルゴリズムを問う講義)にシステムを適用し, 評価を行った.
キーワード：知識マップ, 作問, 情報科目

1. はじめに

教育改革の流れに呼応して，能動的な学習の重要性が指摘されている. 一方, 理系や資格系等の知識体系が明確な学問領域では，知識の積み上げが必要であり，領域知識を着実に踏まえた上での能力養成の観点が重要となる. 本研究グループでは, 反転学習を用いて，情報や看護を対象とした知識マップを起点に，知識に紐付く演習問題をで解くことを予習とした. その上で, 予習の成果を確かめる確認テストを講義の最初に行った. こうした中で, 学習者が領域知識やレベルを意識しながら知識修得を図れるeラーニングシステムの実証研究を進めてきた(1). さらに, 学習者がeラーニング上に無い演習問題を作問し, 知識マップ上に紐付けさせることで，知識の活用を図れる可能性を検証してきた(2). しかし, 先行研究(2)では, 問題のレベルを意識しながらの作問ができなかった. そこで本研究では, 知識マップを起点に, 学習者がレベルを意識して作問でき，学習者が相互にその作問を評価できるシステムの開発をした．学習モデルと本研究の用語を定義し，本システムを前提とした授業設計の提案と実践によるシステムの評価を試みた.

2. 本研究の定義

2.1 学習モデル

本研究の学習モデルは，反転学習に作問を取り入れた学習モデルである(図1). 予習では，レベル別に用意された演習問題を解く．確認テストで学習者はレベルを確認することができる．レベルを踏まえた上で作問を行うこととした．作成は3.1，解く・評価は3.2, 学習者が作問の評価を確認するのは3.3で開発した機能について述べる.

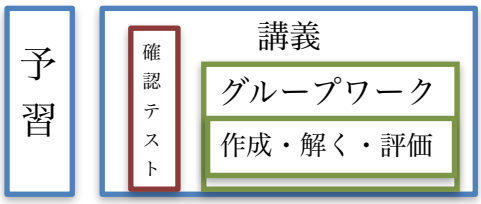


図1 作問を取り入れたモデル

2.2 知識マップと問題のレベル

本研究での「知識マップ」(図2)は「学問領域の知識の体系性を明示的に定義したもの」を指す．知識には学問領域の中で取り上げられるキーワード(例:フローチャート,スタックとキュー)を抽出して用いる. また, 本研究では, 演習問題の難易度を7段階に定義し, レベル1~7とした. レベル7に近づくにつれて問題の難易度が難しいことを表す.

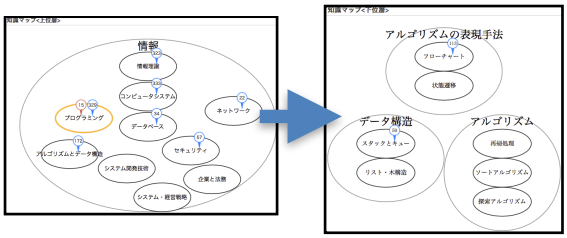


図2 知識マップ上位層と知識マップ下位層

3.　システム概要説明

3.1 レベルを設定できる作問機能

学生が知識マップ上に作問を作るための機能である. 先行研究ではレベルを設定できなかったが, 本機能では, 知識を選ぶ画面に, レベルを設定する項目を実装した. 図3では, 作問をする流れと知識マップ上に緑のピンで場所と数を表示している様子を示す.

図3 作問機能の画面遷移

3.2 作問評価機能

学生が他の学生が作った作問に対して、評価を行うための機能である. 評価の仕方は2種類あり、ボタンを押して評価する方法(図4)と, フォームを利用した方法(図5)がある.

図4 作問に対するボタンでの評価機能

図5 細かい評価をするための評価機能

3.3 作問評価一覧機能

作問をした学生が、他の学生からもらった評価を確認するための機能である. 図6では, 他の学習者から受信した評価を一覧で表示しているものを示す.

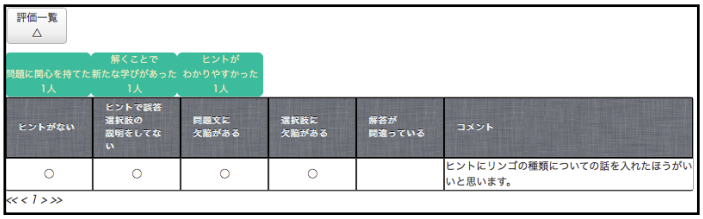


図6 受信した評価一覧

4.　検証

知識の活用を行うためには、活用できるよう知識修得が必要となる. そのため, 知識の修得は反転で予習として実施し, 授業中は知識の活用に関わる課題学習を行った. 共通課題はグループワークで行い, 最終課題は個人で実施した. 例として, 本研究の検証フィールドであるアルゴリズムを扱う情報系講義の中で, アルゴリズムの基礎であるフローチャートの演習問題を予習課題として解かせ(知識の修得), 講義の時間の中で, 自分で好きな課題を設定して、eラーニングの問題には無いフローチャートを書かせた（知識の活用）. その上で, これを活用した演習問題を作問させ、学習者間での評価を行った.

5.　結果

先行研究では, 作問の質や策問活動の意義付けの難しさが課題となっていた. 本研究では2.1の反転型の学習モデルの最終確認で作問を行わせた. このため, 作問の質向上が確認された. また, 最終課題の振り返りとしての意識付けを作問という形で図られたと考える. 詳細は当日にて述べる.

6.　まとめ

先行研究では, 問題のレベルを意識した作問を実施できなかった. 本研究では, 知識マップを起点に, レベルを意識した作問を学習者間で評価する機能を実装した. 開発した機能を前提とした学習モデルを検証フィールドに適応し, 検証を行った. 結果として, 受講者70名で, 作問数が68問であった. 作問に対して学習者相互に評価を行うことができた. 分析結果については当日の発表にて述べる.

参考文献

(1) 上野 春毅, 加藤　巽, 塚田 尚幸, 吉田 史也, 立野 仁, 山川　広人,小松川　浩 :”知識マップを介して知識習得を図る学習システムの研究”,2016年度第79回情報処理学会全国大会(2017)

(2) 塚田 尚幸, 辻 慶子, 上野 春毅, 山川 広人,小松川 浩 :” 知識マップを用いた学習支援システムの試作と評価”,2016年度第41回教育システム情報学会全国大会ポスター発表

質問対応のための Q&A データベース活用研修の改善

―企業における導入教育研修改善のための産学連携の取り組み―

Improvement of Q & A Database Utilization Training for Question Correspondence

- Industry-University Collaboration to Improve Introduction Training for New Employees –

平岡 斉士[*1*2]，上野奈津子[*3]，天野 慧[*1*2]，久米匡[*3]
Naoshi HIRAOKA, Kei AMANO, Natsuko UENO, Tadashi KUME
[*1] 熊本大学教授システム学研究センター, [*2] 熊本大学大学院教授システム学専攻
[*1]Research Center for Instructional Systems, Kumamoto University
[*2]Graduate School of Instructional Systems, Kumamoto University
[*2] 大塚製薬株式会社　学術部
[*3]Product Training and Medical Science Department, Otsuka Pharmaceutical Co., Ltd.
Email: naoshi@kumamoto-u.ac.jp

あらまし：企業の研修担当者と大学のインストラクショナル・デザイン専門家とが連携して、企業内研修の改善を行った。対象としたのは、製品に関する Q&A 検索システム活用についての研修であった。ID 専門家によるアドバイスに即して、研修担当者が設計した研修により、Q&A 検索システム活用の成果が見られた。研修担当者自身が ID の知識と技能を修得したことによって、ID 専門家によるアドバイスが効果的・効率的に活かされたことが示された。

キーワード：研修改善，インストラクショナル・デザイン，産学連携

1. はじめに

熊本大学教授システム学研究センターは大塚製薬と連携研究を行っている。その一環として、インストラクショナル・デザイン（ID）を活用して大塚製薬の社員研修の改善を行う取り組みを行ってきた。

この取り組みでは 2015 年度から設計を開始し、2016 年度に改善された研修による 1 回目の実践を行った。本稿では産学連携研究の一例として、本連携研究における研修改善のプロセスと改善した研修の実践の一部ならびに結果を報告する。

2. 連携研究の体制とプロセス

2.1 連携研究の体制

連携研究グループは大学側 2 名（以降、ID 専門家）と企業側 2 名（研修担当者）で構成された。ID 専門家は ID の研究や実践を行っており、研修設計経験は豊富である。研修担当者は企業内の研修設計・運営・講師・e ラーニング設計・運営などを担当している。研修改善のためのミーティングは 2 ヶ月に 1 回程度行われた。2015 年 10―12 月は研修担当者が研修の現状や問題点を示し、ID 専門家が ID に基づいたアドバイスをして設計の方針を提案した。その後、研修担当者は 2015 年 12 月の熊本大学公開講座の「ID 入門講座」を受講し、ID の知識と技能を修得した。その結果、2016 年 1―3 月には研修担当者自身が ID を活用して研修改善を行い、それに対して ID 専門家がアドバイスする形に移行していった。

2.2 対象とした研修

連携研究の対象は新入社員の医薬情報担当者（medical representative、MR）を対象とした導入教育研修（以下、導入教育研修）であった。

2016 年度の導入教育研修の受講者数は 67 名（男 43 名、女 24 名）、研修期間は 4 月 8 日～8 月 11 日であった。学習目標は「自己学習の習慣と、自律の精神を身につける」「現場で即活動出来る MR に必要な心構え、知識と行動力を身に付ける」「リサーチ手段（R）を習得し、創意工夫（PDCA）ができる」、学習カテゴリは社会人スキル・マナー、製品教育、基礎教育であった。

本発表では、導入教育研修全体の改善のうち、配属後の業務に必要となる「Q&A 検索システム」の研修の改善について報告する。

3. Q&A 検索システム研修の改善

3.1 Q&A 検索システムの概要

Q&A 検索システムとは顧客から製品に関する問い合わせがあった場合などに、参照できるデータベースシステムである。新入社員には、配属後、迅速・的確な対応をすることで顧客と信頼関係を築くことが求められるが、その際、Q&A 検索システムを用いて質問に関わる情報を検索し、質問等へ対応ができるようになることが期待されている。

3.2 従来の Q&A 検索システム研修の概要

2015 年度までの Q&A 検索システム研修では、Q&A 検索システムの使用方法の説明のみを行っていた。その理由は、使い方を知ってさえいれば必要になれば使うだろうと考えられていたからであった。しかし、実際に質問を受けたときの Q&A 検索システムの活用は十分ではなかった。

3.3 ID 専門家から研修担当者へのアドバイス内容

研修担当者から状況説明を受け、ID 専門家が主に次の 2 点のアドバイスを行った。このアドバイスを受け、研修担当者が行った設計内容を表 1 に示した。

ID 専門家からのアドバイス概要

・学習目標を明確化する

Q&A 検索システムの使い方の知識を得ることよりも、Q&A 検索システムを用いた質問対応ができることを目指す学習目標を設定するべきである。

・現実的な課題を用いる

学習目標が「Q&A 検索システムを使って顧客からの質問対応ができること」であったが、従来は Q&A 検索システムの操作方法を教えるのみだった。そこで、実際に起こり得る状況を模した課題を用いて練習をさせることを勧める。具体的には「学んだ製品に関する顧客からの質問」を提示して、Q&A 検索システムのデータを用いて、質問への回答文案を作成させる。回答文案は研修参加者同士にチェックポイントリストを用いて相互レビューをさせることで、回答する側と質問する側の観点から「適切な回答となっているかどうか」をチェックさせるとよい。

（下線は知識と経験のない新入社員には難しいだろうと判断され、今回の研修には適用されなかった部分）

4.　研修担当者による観察とアンケート結果

研修担当者による観察結果

研修参加者の自習に任せたこともあって、全 7 回の最初の方では、回答期限の直前に行う者が多かった。Q&A 検索システムの練習の問題として、その直前に学んだ製品に関する質問を扱ったことで復習になることに気がついた研修参加者は、製品の研修終了後すぐにやるようになった。Q&A 検索システムを使う習慣を身に着けて欲しいと思っていたので、質問対応課題による研修の復習は、想定以上の効果だった。

受講者へのアンケートの結果

研修終了時ならびに配属 4 ヶ月後に Q&A 検索システムについてのアンケートを実施した結果が図 2 と図 3 である（提供:大塚製薬）。研修終了後は Q&A 検索システム使用に肯定的な回答が 89%であり、配属 4 ヶ月後は 91%が Q&A 検索システムを使えていると回答した。研修の目的は「Q&A 検索システムの活用を習慣づけること」であり、配属後も活用されていることから、研修目的は達成できたと言える。

5.　考察

ID 専門家と研修担当者の連携により、研修が効率よく改善され、期待された効果が得られた。ID 専門家からのアドバイス回数は数回程度であるにも関わらず、研修内容が大きく修正され、学習目標の達成につながった要因として、研修担当者が ID の知識と技能を修得したことで、アドバイスを現状に即して適用できたことが挙げられる。このことは研修改善における ID 専門家の関与の有効性だけでなく、研修担当者が ID の知識と技能を修得することによって効果と効率が向上することを示唆している。

表 1. 改善された研修内容（2016 年度）

学習目標	Q&A 検索システムを使って質問への対応文書案を作成できる
学習期間	特定製品（7 製品）に関する各研修後から 1 週間
学習形態	LMS を用いて自習する
課題	Q&A 検索システムを用いて、特定製品に関する顧客からよくある質問に対する回答文案を作成する。回答は Q&A 検索システムの対応するデータ番号を示した上で、それを用いた対応文面案を作成することで行う。実際の対応を想定し、実際の対応内容（話し言葉）で書かせる（検索結果のコピペは不可）
問題（質問）	各製品に関してよくある質問（3 問）。設問は医薬情報センターの Q&A ランキング上位から抜粋する。Q&A 検索システムの「Q」の文面ではなく、実際の問い合わせのような文章とする。
問題数	7 つの製品に対して、各 6～8 問からランダムに 3 つの問題を課した
評価方法	適切な Q&A の No.が回答できていること。質問に対する対応文面が適切であること。不適切な場合のみ研修担当者がフィードバックする。
情報共有	特定製品に関する研修終了後 1 週間を回答期限とし、期日の夕方に回答のポイントを公開し、必要に応じて回答を修正させる。その後、回答例と研修生の回答の一覧を公開する。

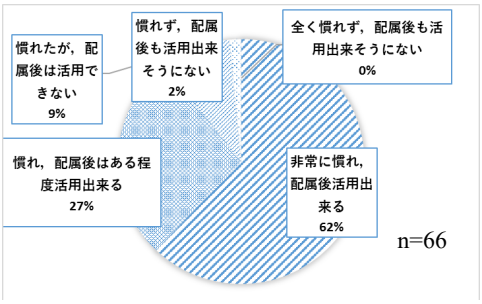


図 2. Q&A 検索システムを使えそうか（研修終了時）

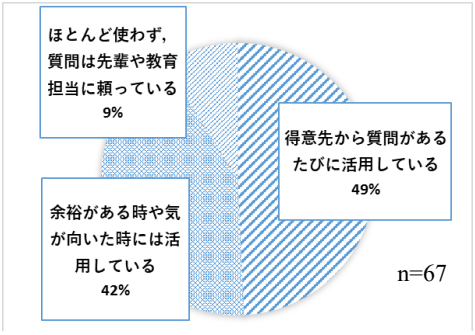


図 3.　Q&A 検索システムを使用状況（配属 4 ヶ月後）

成功的教育観に基づく授業リフレクションと授業改善

Lesson Reflection based on the Teaching Outcome and Improving the Lesson

茅島　路子[*1], 宇井　美代子[*1], 林 雄介[*2], 平嶋　宗[*2]
Michiko KAYASHIMA[*1], Miyoko UI[*1], Yusuke HAYASHI[*2], Tsukasa HIRASHIMA[*2]
[*1] 玉川大学文学部
[*1] College of Humanities, Tamagawa University
[*2] 広島大学大学院工学研究科
[*2] Graduate School of Engineering, Hiroshima University
Email: kayasima@lit.tamagawa.ac.jp

あらまし：Kit-build 方式概念マップを用いた授業実践を 2 年間にわたって高等教育機関で行った．結果として，1 年目の学習者マップに基づく授業リフレクションと，2 年目の授業における教授者マップと授業構成の改善および学習者の授業内容の受容度が向上したことが観測された．
キーワード：Kit-build 方式概念マップ，成功的教育観，授業リフレクション，授業内容の受容

1. はじめに

授業改善には授業リフレクションが有効であるといわれている．授業リフレクションを支援するツールがさまざま提案されているが，それらは主に授業活動の振り返りを支援するものである．我々は，授業目標に対する学習者の達成度を基にした「成功的教育観に基づく授業リフレクション」を提案している(2). 授業目標には複数のレベルがあるが，どのレベルの前提にも学習者が授業内容を正確に受容することが挙げられる．そこで本研究では，Kit-build 方式概念マップ(1)(以下，KB 概念マップと略記)を利用し，学習者の授業内容の受容度を用いた「成功的教育観に基づく授業リフレクション」を対象にしている．

KB 概念マップでは，教授者が学習者に授業で伝えたい内容の要旨を構造化して概念マップ(以下，教授者マップと略記)の形式で作成し，それをノードとリンクに分解し，学習者に提供する．学習者はそれらを再構成する(以下，学習者マップと略記)．クラス全員の学習者マップを重畳したものと教授者マップとの一致度(以下，KB 概念マップの一致度と略記)は，学習者たちが授業内容をどれだけ受容できたかを表している．この KB 概念マップの一致度を教授者に提示することで，教授者は，KB 概念マップの一致度が低い部分，つまり受容度が低い部分を特定でき，その部分の自らの授業活動を振り返ることができる．茅島らは KB 概念マップを大学の授業に導入し，KB 概念マップの一致率を提示しながら教授者へインタビューを行い，教授者に「成功的教育観に基づく授業リフレクション」が生じたことを示している(2).

授業内容の理解は，音声と文字という伝達手段の違いはあるが文章理解と類似していると考えられる．キンチ(3)によると，文章理解の過程で形成される表象には，複数のレベル：表層的表象，テキストベース，状況モデルがある．表層的表象はテキストの単語や句の表象である．テキストベースはテキストの意味的，修辞的な構造の表象であり，長文であれば，命題群を一貫性のあるものとして構造化したものである．これは文章内容をどれだけ受容できているかのバロメータとなるといえる．一方，状況モデルは，テキストから得られた情報を既存の知識と統合した表象であり，各個人が文章の内容と既存知識とをどの程度関連づけられたかを示す，既存知識はテキストベースの形成にも状況モデルの形成にも用いられるが，状況モデルの形成における役割が大きい(3). 授業内容の理解もまた，文章理解と同様な表象を形成しながら進行すると考えられる．学習者の授業内容の理解のレベルを規定する要因は学習者側の要因と教授者側の要因とに大別できるが，テキストベースの形成は教授者の教授内容や教授方法で伝えたい内容が学習者にどの程度受容されたかを，状況モデルは学習者が授業内容を自分の既存知識とどの程度関連づけることができたかを示すと考えられる．

本研究の目的は，学習者のテキストベースの形成，特に学習者が授業内容をどの程度構造化した形で受容できるかに焦点を当て，KB 概念マップを用いた「成功的教育観に基づく授業リフレクション」と授業改善との関連を検討することである．本稿では，大学の授業に 2 年間にわたり KB 概念マップを導入して得られた，KB 概念マップの一致率，KB 概念マップの命題ごとの再認テストの得点率，そして教授者へのインタビューを基に，「成功的教育観に基づく授業リフレクション」と授業改善との関連を検討する．

2. 方法

2.1 分析対象者と手続き

A 大学において，2015 年度と 2016 年度に貧困と支援というテーマの集中授業を行った．授業は宗教学，社会学，法学，倫理学の専門家の講義，現場支援者，地方自治体の職員の講義，そして 2 日間のフィールドワークから構成されている．2015 年度の受講生は 18 名，2016 年度は 14 名であった．両年度とも宗教学，社会学，法学，倫理学の教授者に授業前

表 1　KB 概念マップ一致率と再認テストの得点率

	年度	平均	標準偏差	*t* 値(*df*)
KB 概念マップの一致率	2015	0.63	0.27	4.58(20.98)
	2016	0.93	0.08	**
再認テストの得点率	2015	0.94	0.12	1.22(28.87)
	2016	0.90	0.11	n.s.

に教授者マップの作成を求めた．授業後には，受講生に授業の復習として教授者マップの各命題の再認テストと教授者マップの再構成を課した．再認テストは，2015 年度が各命題のノードを，2016 年度がリンクを選択肢とした．

2.2　分析

本稿では 4 名の専門家の講義から宗教学の専門家による社会福祉の授業を取り上げて分析をする．KB 概念マップは教授者マップと学習者マップの一致率を算出した．再認テストは得点率を算出した．2015 年度の授業終了後に，KB 概念マップの一致率を提示しながら教授者にインタビューした．

3.　結果と考察

2015 年度と 2016 年度の教授者マップはともに 15 命題から構成される．2015 年度から 2016 年度への教授者マップの変更は，2015 年度の教授者マップから 2 命題が削除され，新たに 2 命題が追加された．残りの 13 命題中，ノードの変更が 1 命題，リンクの変更が 2 命題であった．

表 1 に示すように，2015 年度と 2016 年度の KB 概念マップの一致率の平均は，0.63 から 0.93 へと大きく向上し，かつウェルチの検定の結果，有意差が見られた．命題ごとでは，追加と削除命題を除く 13 命題中 10 命題(76.9%)において一致率が向上し，ウェルチの検定の結果，5%あるいは 1%水準の有意な差が見られた．再認テストの選択肢は 2015 年度がノード，2016 年度がリンクと異なるが，両年度の再認テストの得点率の平均には，ウェルチの検定の結果，有意差が見られなかった．

次に，各年度で KB 概念マップの一致率と再認テストの得点率を比較する．2015 年度は再認テストの得点率の方が有意に高く($t(17)=-6.32$, $p<.01$)，2016 年度は有意な差が見られなかった($t(13)=0.94$, n.s.)．KB 概念マップの一致率と再認テストの得点率との散布図を図 1 に示す．2015 年度は再認テストの得点が高いが KB 概念マップの一致率にばらつきが見られる．2016 年度は KB 概念マップの一致率と再認テストの得点率が高い方へ集約されている．

再認テストの得点率は，授業内容の命題としての受容状態を表し，KB 概念マップの一致率は各命題の構造化状態を表していることから，2015 年度と 2016 年度は，受講生の授業内容の命題としての受容度合いに差が見られないが，それらの構造化が大きく向上したと言える．このことは，教授者が意識して受講生が授業内容を構造化できるように授業改善

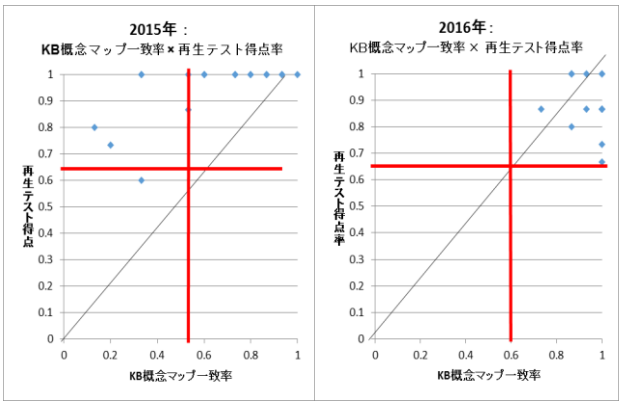


図 1　KB 概念マップの一致率と再認テスト得点率との散布図

をしたことを示唆する．これを裏づけるように，2015 年度の授業後のインタビューにおいて，教授者が授業内容の概念マップの作成が授業の順序等を見直す機会となったこと，そして，2013 年度の試行的に導入した KB 概念マップの一致率から「他者には必ずしも自分の期待したとおりに伝わってない部分がある」ことを認識し，KB 概念マップを基に再度「自分の講義の構成を変更した」と述べている．

> A:　概念マップを作るということ自体、学生がいるいない関係なくまず概念マップを作るという作業で、自分の授業の構成とか構造がはっきり見えてくるというのがありますよね。<中略> 概念マップという形で一つの面にある意味で、目次の場合は順序ですけど、これだと平面に前後の関係性まで見えるということがあるので、そういうことを通してもう 1 回自分の考えている授業の順序とかを見直すための一つのツールとして使えると思いますね。プラスこれを学生にやらせてみたときの成果を見て、特に自分ではこういう構造で授業をつくって、今言った作業を自分ではやったつもりで整理してると思ったけど、それを他者に伝えたときに、他者には必ずしも自分の期待したとおりに伝わってない部分があるということが他者を通して分かるので、第二段階目として今度は他者を通してもう 1 回自分の講義の構成を変更するという二段階ですかね、多分。それをしたということだと思います。

以上から，この発言に基づけば，2016 年度の授業においても，　2015 年度の KB 概念マップの一致度が教授者に「成功的教育観に基づく授業リフレクション」を促し，　2016 年度の授業を学習者が授業内容を構造化できるように改善したと推測される．

本稿では，1 名の専門家の授業のみを取り上げた．今後の課題は，残りの 3 名の専門家の授業についても同様の分析を行い，KB 概念マップを用いた「成功的教育観に基づく授業リフレクション」と授業改善との関連を検討することである．

謝辞　本研究は JSPS 科研費 16K01129 の助成を受けた．

参考文献

(1) T. Hirashima, et al.: “Framework of kit-build concept map for automatic diagnosis and its preliminary use”, Research and Practice in Technology Enhanced Learning,10(17), pp.1-21 (2015)
(2) 茅島 路子, 宇井 美代子,林 雄介,平嶋 宗: “成功的教育観に基づく授業間リフレクション”，教育システム情報学会第 41 回全国大会講演集，pp.43-44 (2016)
(3) W. Kintsch: “Text Comprehension, Memory, and Learning”, American Psychologist, 49(4):294-303. (1994)

CBTを有する適応型学習支援システムの開発と評価
Experimental Development of Adaptive Learning System with CBT

吉田 史也[*1], 上野 春毅[*1] ,光永 悠彦[*2], 山川 広人[*3], 小松川 浩[*1]
[*1]千歳科学技術大学大学院光科学研究科
[*2]島根大学 教育・学生支援機構
[*3]千歳科学技術大学 理工学部

Fumiya YOSHIDA[*1], Haruki UENO[*1], Haruhiko MITSUNAGA[*2], Hiroto YAMAKAWA[*3], Hiroshi KOMATSUGAWA[*1]
[*1]Graduate School of Photonics Science Chitose Institute of Science and Technology
[*2]Shimane University
[*3]Faculty of Science and Technology, Chitose Institute of Science and Technology

あらまし： 複数の知識を組み合わせた特定知識領域を対象とする講義を対象に, 各知識の理解度を CBT（Computer Based Testing） で測定し, 学習支援を行えるシステムを開発した. 特に授業の進行に応じて修得知識を柔軟に増やしながら, 一元的にCBTで能力測定を図れるシステムの実現を目指し, プログラミング授業に適用して評価を行った.
キーワード：CBT, 項目反応理論, eラーニングシステム, 適応的支援

1. はじめに

大学講義では, 講義全体で複数の知識を教え, テストを通じて最後に理解度を測ることが一般的である. 本研究チームでは, 講義で学んできた複数の知識における理解度を授業の最後に纏めて（期末試験を想定して）測定し, 学習支援を行えるシステムを開発してきた(1). このシステムは, 項目反応理論（以降, IRT）によって複数の知識の理解状況を一度のCBTで測定できる機能を有する.これに対して本研究では, 毎回の授業で能力の測定を行うことを想定し, 講義で学習する複数の知識を講義の進行に合わせて理解度を測定する適応型学習支援システム（以降, 開発システム）を開発した. 本稿では, 開発システムの概要とプログラミング科目で適用した実践事例について報告する.

2. 適応型学習支援システムの概要

千歳科学技術大学（以降, 本学）で開発されたeラーニングシステムを拡張して, 開発システムを開発した.本システムは, 以下の機能を有している.

2.1. 知識の領域

開発システムは, 授業科目の特定知識領域を網羅する複数の知識群を, 章・節・項の4階層分類で定義したデータ構造を持つ. そして当該知識群毎に成績評価・学習させる範囲を定め, 能力の判定や学習に利用できる仕様になっている. 項にあたる知識は, テストで得られる評価と同じく7段階ごとに問題群を構成している(1).

2.2. CBT設定機能

本研究では, 講義の進行に合わせて知識群に相当する項を組み合わせて, コース設定できる機能を開発した. 出題する項と項ごとの出題数を設定することができる. 本コース設定により, 講義の進行状況をCBTに反映できるようになった.

2.3. CBT

CBTを活用することで, 1レベルから7レベルの7段階の理解度に呼応した学習の到達状況を学生と教員間で共有できるようにした. また, テスト結果は, 問題群の正否情報とプレビューからテストで提示された問題内容を見返すことが可能である(図1). 問題の出題手法は, IRTに準拠している(2).

2.4. 適応型学習支援機能

適応型学習支援機能は, 模擬テスト機能・復習機能の2つがある. 以下に機能の特徴を述べる.

1. 模擬テスト機能

模擬テストは, 項にあたる知識の理解度を学習者自らが確認するための学習機能である. 本機能は, CBTと同一の出題手法を持ち, 10問出題して理解度を測ることができる.

2. 復習機能

復習機能は, 適応型演習機能(2)を改変して開発した. 問題を提示する上で, 効率よく学習が行えるように, 以下のロジックを入れている. 1. 過去10問分の学習中の項に当たる知識範囲内の学習履歴をもとにレベルを判定し, 項で構成された問題群と同一レベルの問題セットを構築する. 2. 構築した問題セットから,

解かれていない問題を出題する．3．構築した問題セットから解かれていない問題がない場合は，解いてから最も時間が経過している問題を出題する．

図1 CBTによる学修結果確認画面の一部

3.　検証フィールド

本学で開講している情報系の授業「Cプログラミング（学部2年生, 受講者数84名）」に開発システムを適用した．本授業は，反転授業をベースとしており，授業外に，開発システムで予習・復習を課した．そして, 授業内では, 授業開始段階で，CBTの確認テストを実施し, 知識の理解度を測った．

4.　検証結果

本稿執筆時点までのCプログラミングの結果を述べる．授業は, 第1回から第6回まで開講している．本授業におけるCBTで設定した知識の実施範囲は, 表1の通りである．第4週以前は，C言語（基礎）の節に該当する項でCBTを設定した．第5週以降は，C言語（応用）の節で構成されている．C言語（応用）は，関数・ポインタ・構造体が該当する項である．関数はC言語（基礎）を修得したことを前提とし，CBTを実施しており，第1週から4週の内容を含んでいることを前提としている．CBTの難易度は，1~2レベルは知識（用語）理解で，3~5レベルは基本構文に関する知識活用で，6~7レベルが授業課題程度の知識活用で，簡単なアルゴリズムと組み合わせた内容となっている．

第1週から第6週で得られたCBTの能力値の変化を図2に示す. 2週ごとに同一範囲内で実施した. この範囲での能力値変化から, 1週目より2週目の方が, 着実に能力値が向上しており，開発した機能を活用して反復的に授業外学習を行うことの効果を確認できた．特に模擬テストの利用状況について確認したところ, 第5週から第6週の範囲について, 模擬テストを利用していた8割の学生が上位となる結果が得られた．

さらに1週〜6週まで継続的に実施を行ったことで,知識領域が随時増えても，CBTで知識を追加しながら、継続的にテストの実施を行えた．

以上の結果より，授業の進行に応じて修得知識を柔軟に増やしながら，一元的にCBTで能力測定を図れるシステムの実現をある程度図れると考える．

表1 各週のCBT実施範囲

実施週	実施時に含まれる知識	出題数
第1週	変数の扱い、条件式、繰り返し文	12
第2週	変数の扱い、条件式、繰り返し文	12
第3週	変数の扱い、条件式、繰り返し文、配列	16
第4週	変数の扱い、条件式、繰り返し文、配列	16
第5週	関数	10
第6週	関数	10

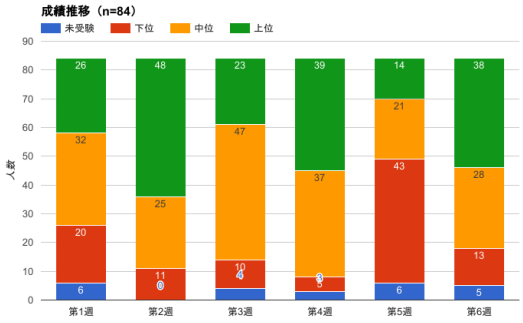


図2 各週CBTによる成績の変遷

5.　おわりに

本研究は，本学で開発されたeラーニングシステムを拡張し，適応型支援システムを開発した．そして，情報系の授業に適用し，検証を図っている段階である．今後，検証データを分析し，適応型学習支援システムの評価結果を示していく．

本研究は，科研（基盤C：17K00492）の一環で行われている．

参考文献

(1)　上野春毅, 加藤巽, 塚田尚幸, 吉田史也, 立野仁, 山川広人, 小松川浩: “知識マップを介して知識修得を図る学習システムの研究”
2017 年度 情報処理学会 第79回全国大会 (2017)

(2)　吉田史也, 光永悠彦, 山川広人, 小松川 浩: “IRTベースのWBTシステムの試作と情報系授業への適用実験”,
2016 年度 JSiSE 第41回全国大会 (2016)

目標・計画づくりを促すストーリー型授業の開発

Development of a story-centered course that encourages to make feasible plans

竹岡 篤永[*1]
Atsue TAKEOKA[*1]
[*1] 明石工業高等専門学校
[*1]National Institute of Technology, Akashi College
Email: atakeoka@akashi.ac.jp

あらまし：大学新入生を対象とし、在学期間中に実行可能な目標・計画づくりを促すためのフルｅラーニングのストーリー型授業を開発した。本授業では、ストーリーを通じて受講者が学内外のさまざまなリソースに現実に触れることができ、また、大学４年間の体験を授業実施期間の半年で疑似体験できる。これらの疑似体験を基礎として、目標・計画づくりを促す。本授業のデザインと実施結果を報告する。
キーワード：初年次教育，ストーリー中心型カリキュラム，ｅラーニング，疑似体験

1. はじめに

大学生の学力低下が問題となっている。それに伴い、文章作成や論理的思考、課題発見・解決能力などを補うための授業を提供する大学が増えてきている。また、学習意欲の低下や目的意識の希薄化なども顕著になってきている。「大学でやりたいことが見つからない」という学生も少なからずおり、大学教育やキャリアデザインに対する動機づけなどへの取り組みもなされてきている (1)。本稿で報告する授業もこれらの背景、特に目的意識の低下に呼応するものである。本稿で報告する授業は、新入生が実行可能な目標・計画づくりを促すことを目的としたキャリア支援科目の一つである。本稿ではこの目的を達するためにデザインした授業「大学生活入門」の概要と実施結果について報告する[1]。

2. 授業の概要

2.1 目的と到達目標

本授業の目的は新入生が実行可能な目標・計画づくりを促すことにあり、次の２つを到達目標とした。

1）大学卒業後の自分の姿を思い描き、その実現のため、大学期間中に実行可能な目標・計画を立てることができる。

2）自らが立てた目標・計画を実行するために必要な大学内外のリソースに触れ、それらの役割・自分にとっての意味について説明することができる。

本授業は、新入生を対象としているが、どの学年の学生でも受講できる選択科目である。また、開講１年目で、教員からのフィードバック量が十分に見積もれなかったため、履修者は最大で 40 人程度の制限をかけた。開講時期は前期（４月～８月）である。

[1] なお、本授業は前職での実践である。

2.2 特徴

本授業の大きな特徴は２つある。１つはフルｅラーニングであることである。到達目標２を達成させるために、受講生が学内外のリソースに現実に触れる機会を設けたいと考えた。座学（講義）と学外学習との組み合わせも考えられるが、講義があると講義の進行に合わせる必要も出てくるため、場合によっては学外リソースに触れにくくなると考えられた。そこで、自由に動けるようにフルｅラーニングとした。

もう１つの特徴はストーリー中心型カリキュラムであることである。ストーリー中心型カリキュラム（SCC：Story Centered Curriculum)」は、教授設計理論の GBS（Goal-Based Scenarios）をカリキュラム設計に応用したものであり、複数科目の学習にひとつのストーリー性のあるシナリオを導入し、そのストーリーに沿って学習を進めていくタイプのカリキュラムである[2]。到達目標１を達成させるために、大学４年間で起こりうる重要なことを疑似体験させ、それを踏まえて実行可能な目標・計画を立てさせることを意図した。シナリオの導入し、そのシナリオに沿って行動することにより、近未来に起こる出来事を無理なく体験できると考えたからである。

3. 授業の構成

3.1 GBS から見た本授業の構成

GBS とは、現実的な文脈の中で「失敗することにより学ぶ経験を擬似的に与えるための学習環境として物語を構築するための理論である。GBS は７つの構成要素からなる (2)。図１は本授業を GBS の７つの要素に当てはめた図である。

[2] 本授業は複数科目の学習に使われるものではなことから、ストーリー中心型カリキュラムとは呼ばず、ストーリー型授業とた。

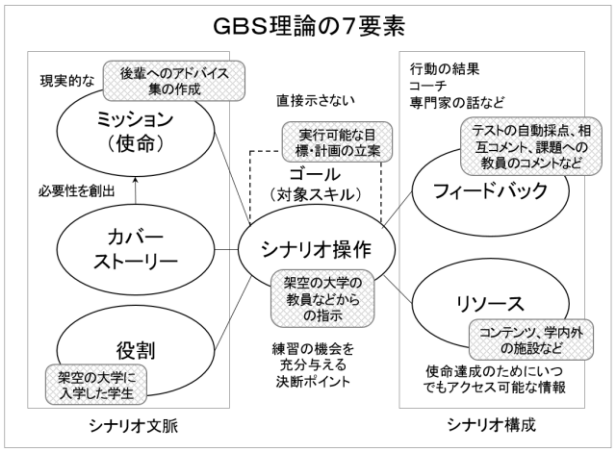


図 1 GBS7 要素に「大学生活入門」例を付加

3.2 全体の構成

本授業の冒頭には、学習ガイドを置いた。これには、授業の特徴、評価基準、スケジュール（開講日時・締切日時)、学習の進め方を示した。

本編はカバーストーリーから始まる。カバーストーリーでは､架空の大学に入学したことを示した。さらに、架空の大学の特徴を紹介し、この大学を卒業するにあたっては、卒論だけでなく、後輩へのアドバイス集を書く必要があることを示した。

１ブロックは、入学したての時期、２ブロックは１年生でよく起こること、３ブロックは２～４年生で体験すること、４ブロックは卒論と卒業間際に起こることとした。表１に全体の構成を示す。

表１ 全体の構成

学習ガイド		
カバーストーリー		
1ブロック	第１回	入学おめでとう！
	第２回	新しい環境の探索
	第３回	先輩の話
2ブロック	第４回	正課外活動に取り組みたい
	第５回	ディスカッションのできる場所はどこ？
	第６回	友人の訪問（1）
	第７回	ノートをコピーさせて欲しいという依頼
3ブロック	第８回	インターン活動へのアクセス
	第９回	図書館からのメール
	第10回	友人の訪問（2）
	第11回	研究室を決めないと
	第12回	就職支援室で情報収集
4ブロック	第13回	卒論の準備（1）
	第14回	卒論の準備（2）
	第15回	後輩へのアドバイス
5ブロック	まとめ回	ストーリーから離れ自分自身の目標･計画を立てる

3.3 各回の構成

各回には１～３回のタスクを置いた。タスクは成績評価の対象ではなく、学習活動の証拠を示すものとした。例えば、第１回には３つのタスクを設定した。１つめでは、架空の学長の講話を読んで学長が期待しているものが何かを読み取り、掲示板に投稿する。２つめは大学生活で何を得たいのかを確認するクイズ､３つめは大学生活への期待の投稿である。

また、例えば「別科目でグループワークをすることになったため、ディスカッションができる場所を探す（第５回)」のように、実際にどこかへ出向いて行う活動については、そこへ行ったという証拠となる写真を添えて、掲示板に提出することとした。このようなタスクと、第５回ではディスカッション経験の掲示板への投稿、連絡を取り合うツールの投票などを組み合わせて１回分の活動とした。

７～８割が県外出身者であることから、その地域についてよりよく知るために､「友人の訪問(第６回、第 11 回)」では、学外へ出向く回とした。それぞれ歴史好きの友だち、自然好きの友だちが来ることとし、紹介できる場所を下調べするようにした。また、「卒論の準備（第 13 回、第 14 回)」では、デジタルツールを使った情報管理の仕方などを扱った。

成績評価は３つの課題で行った。課題１は１ブロック終了時点で提出する「目標・計画の立案（最初)」、課題２は「第４回～第 15 回の活動実績（タスク）の合計」、課題３は「目標と計画の立案（疑似体験を踏まえて改訂したもの)」とした。

4. 実施結果とまとめ

本授業には 13 人の学生が履修登録をした。新入生を対象としていたが、１年生が３人、２年生以上が 10 人であった。その内、11 人の学生が少なくとも１回はアクセスをした。課題１の提出は９人、課題２の完了が７人、課題３の提出は６人であった。どこかへ出向くタスクが多く、難しくはないがそれなりに時間がかかるにも関わらず、最後に集中して行う受講者もいた。結果として上級生では、かつて行ったことのある場所の写真を用いたり、借りてもいない本を借りたことにするなどと判断せざるを得ないタスクもあり、実際に行ったかどうかをどう担保するかという改善点が見えてきた。

他方、第２回に設けた不安・心配について投稿するタスクでは､「昔から人見知りが激しく、初対面の人と会っても何を話せばよいのか分からなくなり（１年生)」など、大学生活への不安・心配を正直に述べた受講生もいた。入学段階での学生生活への不安の言語化に役だったものと思われる。今後、到達目標に対応させた各課題の分析にも取り組みたい。

謝辞：本研究は JSPS 科研費 16K00479 の助成を受けた。

参考文献

(1) 中央教育審議会：“学士課程教育の構築に向けて（答申）”, http://www.mext.go.jp/component/b_menu/shingi/toushin/__icsFiles/afieldfile/2008/12/26/1217067_001.pdf（2017/5/20 閲覧）（2008）

(2) 根本淳子・鈴木克明：“（2005）ゴールベーストーリー（GBS）理論の適応度チェックリストの開発”, 日本教育工学会論文誌, 29(3), pp.309-318（2005）

Wix サービスを用いた Web サイト構築課題による地域連携授業の実践と課題

Practice and Issues of Class with Community Collaboration by Web Site Construction Task Using Wix Service

鷲尾　敦
Atsushi WASHIO
高田短期大学
Takada Junior College
Email:washio@takada-jc.ac.jp

あらまし：高田短期大学は、真宗高田派の本山専修寺の寺内町である一身田寺内町との連携事業を進めている。筆者が担当する科目「ネットワーク活用」においては、平成 27 年度は一身田寺内町の紹介サイト、28 年度は一身田寺内町にある商店の Web サイトの構築を課題として、学生と一身田寺内町との連携を行った。サイト作りは、Wix サービスを用いた。地域連携の具体的な課題と Wix サービスを用いることで、現実の世界で実際に採用しえもらえるレベルの作品ができるリアルな実践課題となった。一方で、課題が単発的であり、運用という継続的な支援をいかにしていくか、評価をどうするかが課題となった。
キーワード：地域連携，Wix，クラウドサービス，ネットワーク活用、サービスラーニング

1.　はじめに

大学の 7 つの機能に社会貢献機能がある(1)。高等教育機関が大学の持つ知財を地域に還元、地域の発展や問題解決に貢献することが求められ、各大学がそれぞれの特徴を活かし積極的に貢献事業やプロジェクトを進めそれが活発化している(2)。筆者の所属短大においても、学科・コースや研究センターが地域連携を進め、企業や自治体と包括的連携協定をむずびながら、個々の連携事業を強化しようとしている。その一つに一身田寺内町との連携事業がある。真宗高田派本山専修寺の寺内町である一身田地域との連携で、「一身田印」ブランドの立ち上げに教員や学生が取り組んでいる。

2.　「ネットワーク活用」

学生が学んでいることを地域貢献に活かすことにより、専門能力の実践力を身につけ、学習課題を発見し、さらに専門能力を活かす汎用力を身に付けることができる貢献学習、いわゆるサービスラーニングが多くの大学で進められている。

「ネットワーク活用」は、キャリア育成学科オフィスワークコースの 2 年生を対象とした科目で、「クラウドサービスを活用してネットライフを高め」ることを目指し、「①インターネット上の各種クラウドサービスでできる機能と効用を理解し、利用することができる。②インターネット上のサービスを活用するにあたって、情報セキュリティや情報モラルについての理解と正しい利用姿勢を身につける。③ネット上のサービスを学業、生活、将来の仕事に活用できる能力と態度を身につける」を到達目標としている。2016 年度開講した 15 回の内容は表 1 の通りである。

この授業は、2014 年度より開講し、2016 年度から 2 年生前期に開講となった。今後の学習活動、とりわけ卒業研究で役立つものや社会生活を送る上で役立つと思われるネットサービスを取り上げて、活用できる内容にしている。アカウント取得を実際にさせ、情報セキュリティやマナーについての学習もネット上の教材を用いて行っている。

表 1　2016 年度「ネットワーク活用」の流れ

回	授業内容	備考（利用サイト、他）
1	ガイダンス ネット活用のセキュリティ、ネットモラル	IPA 情報セキュリティ普及啓発映像（YouTube）
2	グループウェアサイトの活用 ネット活用のセキュリティ、ネットモラル	サイボウズ Live
3	サイボウズ Live でのグループ活動実践	サイボウズ Live
4	Google 検索機能と情報ハンティング課題	Google 検索
5	GoogleChrome の設定と活用	Google アカウントサービス
6	GoogleChrome の設定と活用	Google アカウントサービス
7	EverNote の活用	EverNote
8	ストレージサービスの活用	Google ドライブ
9	ネットアプリの活用 CMS の利用　Wix サービスの使い方	Google ドキュメント
10	CMS の活用課題 一身田寺内町の店舗 Web サイトの構築 ページ作りのための店主とのディスカッション	Wix 各グループで店舗取材
11	Wix の使い方	
12	Wix での課題制作	
13	Wix での課題制作	
14	仮完成・公開・相互評価 Google フォームによるアンケート作成・実施	Google フォーム
15	Google アンケート結果整理報告	Google スプレッドシート 宿題で Web 試験

2016 年度は、9 回目の後半から、CMS サービス Wix を使って、一身田寺内町にある 4 つの商店の Web サイト構築を課題とした。10 回目の授業では、店主が来学し、どのような Web サイトを希望するかを学生に説明した。それを受けて学生が作りたい商店を選び店舗ごとにグループとなり、店主とサイトの内容やデザイン等についてディスカッションした。取材等の情報収集は一緒に行うが、サイト構築は、一人で行う。完成した作品の中で店主が一つを商店の正式なサイトとして採用することを当初は検討していたが、学生のすばらしい作品群を前にして、学生と一身田商工振興会の連携こそ地域に知ってほしいということで、完成した学生作品すべてを掲載することとし、継続的な連携ができることを考えた。

3.　Wix システムについて

3.1 Wix サービスの優位点

Wix は CMS サービスの一つである。Web サイトの目的によって分類されたテンプレートから選び、タイトルやメニュー構成、文章、色、画像などを変更するだけで、素晴らしいデザインの Web サイトが構築できる。カスタマイズするツールも使いやすく、Facebook や Instagram などの SNS との連携や、GoogleMap、メール送信やブログなどの機能を手軽に加えられる。デザインと機能的にも優れたサイトが HTML や CMS の知識がなくとも構築できる。

3.2 授業での利用

当コースでは、HTML や CSS などについて、学生は 1 年次科目「Web デザイン」で学ぶ。Web デザインを専門とする学科コースではないので、本学的な Web 制作技能を身につけるのではない。仕組みを学び制作の体験は無駄ではなく、様々な種類のファイルを扱いネットを活用することが、情報活用能力を高める。しかし、学生には難しいという印象が残り、学修に対する達成感や充実感は乏しい。それが Wix を使った Web 作品制作は、学生の達成感は高い。

今後もネットサービスは多様で高度なものが提供されていくだろう。学生が卒業してから自立して情報社会の中で活躍していくには、ネットサービスを自ら活用できる能力は必須であろう。新たなサービスをどう活用するかを考えることができる力を身につけるには、ネットサービスを活用するリアルな体験を積むことが有効であろう。

2014 年度は、学生に自由な作品を作らせた。2015 年度からは連携課題を与えることができた。2015 年度は、一身田寺内町や高田専修寺お七夜の様子の広報サイトを課題とした。2016 年度は一身田寺内町にある 4 つの店舗の Web サイト構築を課題とした。

4.　成果

完成した学生の作品を図 1 の各年度のトップページから参照できるようにしている。図 2 は、学生作品のトップページ例である。コースの情報教育は、コンピュータを実践的に活用できる能力育成を目指しているが、コンピュータの課題が、課題のための課題では、単位をとることだけを目的とした意欲の低い学生も出てくる。地域で求められるものを作成し実際に使ってもらえるというリアルな課題、そしてそれが地域の貢献につながるということが学生の取り組み意欲を高める。毎回の授業後の振り返りアンケートのコメント（表 2）からも確認できた。

表 2　学生の声（抜粋）

- 新しくホームページを作った、取材に行ったりすることになったので楽しみです。
- これから田中屋さんと協力して良いホームページが作れるといいなと思いました。田中屋さんも自分たちも納得のいくものが作りたいです！
- Wix は・・・、テンプレートが用意されていてとても作りやすいと思った。web デザインが苦手な私でもやりやすいなと感じた。
- ホームページをほぼ完成させることができた。間違いがないかしっかり確認して、細かいところも修正していきたいと思った。
- もう少しで出来上がりそうです。ホームページを作るの初めてですが、とても楽しいです！！

図 1　作品サイトへのトップページ
※左 2015 年度 http://isshinden.wixsite.com/2015work
右 2016 年度 http://isshinden.wixsite.com/work2016

図 2　2016 学生の作品（トップ）例

5.　今後の検討課題

今回は、地域連携継続の視点に立ち完成作品全ての公開をした。地域の視点にたてば、商店のサイトは日常業務で運営されてこそ役に立つが、年に一度の地域貢献課題では日常的な支援はできない。商店サイトが学生作品をベースに自立して運用できるまでの支援ができ、それが学生の学習にもなる方法（ゼミ活動や複数科目の連携など）を検討したい。

また、学生の作品群に対する評価を商店の店主にお願いしたが時間的な制約があり学生へのフィードバックができなかった。学生同士が Google フォームを使って互いに評価をする試みもしたが、こちらも評価の視点がばらばらで有効に機能しなかった。

サービスラーニングにおけるルーブリック評価について、地域ボランティアによる学生評価や学生の自己評価を進めている(3)。この活動におけるルーブリックを開発し、店主による評価や自己評価ができるよう検討を進めたいと考えている。

参考文献

(1)　文部科学省中教審：“将来像答申”（2005）
(2)　内閣府経済社会総合研究所：“大学等の知と人材を活用した持続可能な地方の創生に関する研究会報告書”，研究会報告書等，No74（2016）
(3)　白井,鷲尾,原田：“サービスラーニングにおける COMMON　RUBRIC の検討”，名古屋女子大学紀要，63 巻，pp.75-87（2017）

大学体育授業を活用した理系基礎科目教育のための e ラーニング教材開発

Development of E-learning Material for Acquisition of Basic Science Knowledge in Physical Education Class

小林 雄志[*1], 楢崎 兼司[*2], 赤木 亮太[*3], 小笠原 理紀[*4]
Yuji KOBAYASHI[*1], Kenji NARAZAKI[*2], Ryota AKAGI[*3], Riki OGASAWARA[*4]
[*1] 岡山大学, [*2] 福岡工業大学, [*3] 芝浦工業大学, [*4] 名古屋工業大学
[*1]Okayama University, [*2]Fukuoka Institute of Technology,
[*3]Shibaura Institute of Technology, [*4]Nagoya Institute of Technology
Email: y-kbys@okayama-u.ac.jp

あらまし：大学体育授業は，理系基礎科目の教育に結びつく要素を多数持ち，教材や授業を工夫することで，理系基礎科目に対する興味や学習意欲を引き出す可能性を秘めている．しかしながら，こうした観点から設計がなされた体育授業を実施している例はほとんど見られないのが現状である．そこで本研究では，既存の体育授業に理系基礎科目の教育内容を効果・効率的に取り入れるための e ラーニング教材を検討・開発し，実際の体育授業においての活用を試みた．
キーワード：e ラーニング，インストラクショナルデザイン，反転授業，身体教育，科学教育

1. はじめに

近年の教育においては「理科離れ」が問題視されているが [(1)]，理科離れの原因の一つとして，自然科学（物理，化学，生物等）の教育が我々の実際の生活と結びつきにくい内容を題材としている場合が多いことなどが考えられる．例えば物理の「力学」の学習では，単に物体の運動の仕組みを学習しても，具体的に自分の生活にどう役立っていくかが理解しづらく，興味も持ちにくい．高校や大学教養課程の学習における理系の基礎的な科目は学部後期（大学 3～4 年生）での専門的で実践的な学びと異なり，「実際に何の役立つか」がわからないまま，ひとまず計算方法等を覚えていくなど，無味乾燥な内容になりがちである．こうした状況を改善していくためには，学習内容が実際にどう役立つかを学生に理解できるような教材を作成し，学生の学習意欲を高めることが極めて重要と考えられる．

一方，スポーツを含む身体運動は我々にとって身近であり，「力学」の学習例でいうと「学習者にある運動をしてもらってその時の速度や仕事量等を計算する」といった実際の運動と力学で習った知識の活用を結び付けた内容の教材の作成が可能で，力学の例以外にも，生体内でのエネルギー代謝を化学の学習に結び付ける等，さまざまな応用が可能である．このようにスポーツを題材にすることにより，知識中心の科学教育を「実体験を通した学び」に変換できるため，体育科目の授業内容や教材を工夫することで，理系基礎科目に対する興味や学習意欲を引き出ことができる可能性がある．しかしながら，こうした観点から設計がなされた体育授業を実施している例はほとんど見られないのが現状である．ただ，理系基礎科目の学習内容を追加することによって，体育科目本来の学習内容や学習時間が縮小してしまっては本末転倒であり，内容を追加する場合は，例えば自習用 e ラーニング教材を提供して，授業外時間に基礎知識を学習しておく等の工夫が必要となってくる．

そこで本研究では，実際にこれまでに行っている体育科目の授業内容・時間を確保しつつ，理系基礎科目の教育内容を反転授業形式にて既存の授業の中に組み込むための e ラーニング教材を検討･開発し，実際の体育授業において活用を試みた．

2. コンテンツ開発の概要

2.1 事前アンケート調査

まず，理系の大学生に対して，事前アンケート調査を実施し，「体育授業での科学教育」に関する受講者ニーズの把握・分析を行った．また，既存の体育授業において，理系科目の授業と関連する内容を整理し，どの部分に関する e ラーニングコンテンツを作成するかを選定した．その結果，物理（力学）の基礎的な内容を学習の対象とし，体育実技の題材としては，体力測定等で頻繁に行われている「垂直跳び」を扱うこととした．

2.2 コンテンツの開発

上記の調査結果に基づき，e ラーニングコンテンツの開発を進めた．コンテンツは，学習用テキスト，事前学習用動画，確認テストの 3 つを開発した．開発したコンテンツは学内で使用されている Learning Management System（LMS）上で配信し，授業時間外にいつでも学習できるようにした．

2.3 コンテンツの概要

学習目標として「①垂直跳びの測定方法を複数挙げることができる」，「②滞空時間により垂直跳びの跳躍高が算出可能な理由を，物理の法則を用いて説明できる」「③滞空時間式による垂直跳び測定の概要を説明できる」の 3 つを掲げ，その基礎的内容を学

習できるように学習コンテンツを構築した．具体的には，①に対応した学習内容として「垂直跳び測定の種類」,「各測定方法で計測される跳躍高の違い」,「各測定法のメリット・デメリット」,②に対応する内容として「滞空時間から跳躍高を算出する具体的方法」,③に対応する内容として「滞空時間式による垂直跳び測定の実際」という学習用テキストおよびその内容をまとめたスライド（まとめスライド）を作成した．事前学習用動画については，まとめスライドに音声をつける形で作成した．また，確認テストについては学習用テキストの内容に沿った多肢選択方式の問題を LMS 上に作成した．

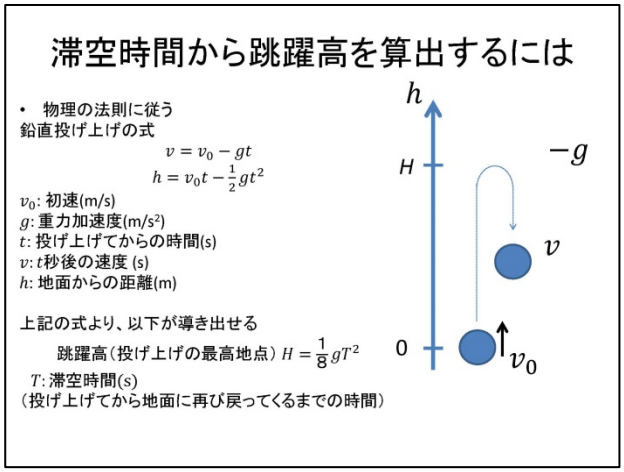


図 1 まとめスライドの例

3.　授業での活用

3.1 授業の実施概要

受講生に事前学習を指示した後に，それらの内容を確認・発展させるための授業を実施した．実施内容は大きく分けて「基礎知識の応用」と「学習内容に関連する実習」の 2 つであった．

3.2 基礎知識の応用

授業では，冒頭に基礎知識の確認を行った後に，それらを応用するグループワークを実施した．内容は,「滞空時間により垂直跳びの跳躍高が算出可能な理由を, 数式を用いて説明する」というものであり，図 2 で省略されている跳躍高算出式の導出過程を，適宜ヒントを与えながら考えさせるものであった．個人での検討を 3 分間行った後に，グループごとでも検討を 10 分程度行ってもらい, その結果をまとめてホワイトボードへ記入するように指示した．グループワーク終了後，まとめた内容に関するプレゼンテーションをグループごとに実施した．

3.3 学習内容に関連した実習

上記グループワークを行った後に，実際に垂直跳びの跳躍高を計測する実習をグループ単位で行った．まず, グループ内の 1 名に垂直跳びを行ってもらい，その様子のスローモーション映像を，ipad を用いて撮影した．撮影後，記録された動画において垂直跳び実施者のつま先が離地する局面から接地する局面までのコマ数を，コマ送りの出来る専用アプリを用いて計測し，そこから得られた滞空時間を跳躍高算出式に代入して，跳躍高を求めた

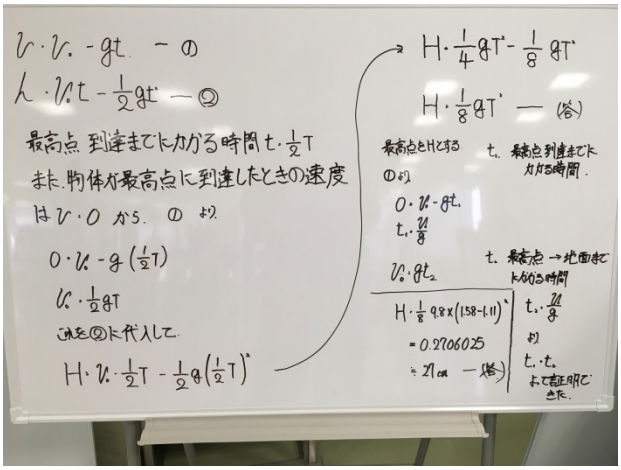


図 2 グループワークにおける学生の解答例

4.　今後に向けて

大学体育を通じて，コミュニケーション能力などを向上させることにより，理系人材・理系研究者の教育に活かす試みはなされているが，体育を理系科目の内容そのものの教育に活用する試みはこれまでにほとんど実施されていないものと思われる. また, ICT を活用した体育授業は数多く行われているものの,「科学教育」,「理系科目の教育」と結びつけている点について，本研究は新規性・独自性がある取り組みであり, 大学体育が科学教育にも役立つという，新たな価値を示すものとしての意義もあるだろう．さらには，運動が得意でなく，体育があまり好きでない理系の学生に対しても，自分の興味のある「科学」を通じて体育授業の新たな楽しさ・面白さを感じさせ,「運動」への興味を喚起できる可能性もあり，体育科目と理系科目の双方にとってもメリットがあると思われる. 本研究にて実施した授業においても，受講者の多くが「理科や数学の知識がスポーツに活用されている事例について、もっと知りたい」と回答していることから，今回開発した教材のバリエーションを広げ，高校・大学教養課程で普及していくことが,「理科離れ」の解消に寄与するではないかと考えられる．

謝辞

本研究は，平成 28 年度 全国大学体育連合大学体育研究助成金により実施された．ここに感謝の意を表します．

参考文献

(1) 名越清家: “「理科離れ」問題に関する研究(I) —「理科離れ」問題をめぐる高校生の意識を基軸として—”, 福井工業大学研究紀要，第 41 号, pp497-508.（2011）

テキスト読み上げソフトを用いた講義ビデオ収録システムによる反転授業向けビデオ教材作成に関する一検討

A Trial Study which Developed a Lecture Video for Flipped Classrooms by a Text-based Video Recording System Using Text-To-Speech Software

村山　淳[*1]，金子　豊久[*1]
Jun MURAYAMA[*1], Toyohisa KANEKO[*1]
[*1] 産業技術短期大学
[*1] College of Industrial Technology

Email: murayama@cit.sangitan.ac.jp

あらまし：2016 年度後期にプログラミング演習 I において反転授業を実施した．その際，反転授業に使用したビデオを，我々が開発したテキスト読み上げソフトを用いた講義ビデオ収録システムによって収録し，学生に公開した．本稿では開発したシステムによって収録したビデオとあらかじめ収録をした講義を編集したビデオを比較し，開発したシステムで収録した講義ビデオで受講者が学習する際の実効性や理解度について検討する．
キーワード：反転授業，講義ビデオ，TTS

1. はじめに

反転授業は，授業前に予習で知識の習得を行い，授業中では実習や演習を主に行う授業方法である．反転授業においては，多くの場合講義を収録したビデオを用いて事前学習を行う．

反転授業で用いる講義ビデオに着目すると，いくつかの研究では反転授業を行う講師側が，既存の教材を使用することが検討されている．たとえば，山内は大規模なオンライン大学講座である MOOCs を使った反転授業について検討している(1)．これらの教材で反転授業を構成すれば，講師は教材を作る負担は大幅に軽減される．しかしながら，学習者に合わせた教材を探すことが困難である．また，いくつかの教材を組み合わせて講義を実施しようとすると，受講者はその分多くのビデオの視聴をするなどの事前学習に多くの時間を費やす．

学生にとっては，まとめられた情報を提示された方が学習には効果的であることから，反転授業の事前学習ビデオ教材は講師が授業計画に沿ってカスタマイズする方が好ましい．筆者は，このような問題を解決するために既存のコンテンツを有効に利用しつつ，学生に合わせた反転授業の教材を小規模の設備で構築することを考慮した講義収録システムを提案している(2)．提案システムの特徴は２点あり一つは，テキストで書かれた台詞から音声を合成するシステム（TTS: Text-to-Speech Software ）を用いていることである．もう一つは，オフィスソフトである Microsoft Excel を用いていることである．日頃慣れ親しんだ PC と Microsoft Office の操作環境で，大規模なスタジオなどを必要とせず，講義収録ビデオをどこでも収録ができる．また，教材に不備があった場合，既存の講義ビデオを容易に修正できることもメリットである．

TTS を反転授業のビデオ教材に用いることは否定的な意見があるが，多くの場合，その中では話し方や，発話スピードが速いなどが問題とされている．一方で，講義ビデオの視聴に着目すると多くの動画プレイヤーは，速度調整機能を持つうえ，自在に再生巻き戻しができるなど，視聴者が快適に視聴できる機能が整えられている．TTS による話し方に着目すると，旧来は機械的で不自然な印象の音声が生成されていたが，近年，性能が向上しており，人間によるアナウンスと遜色ないものが多い．そのため，筆者は，TTS による話し方のデメリットが軽減されていると考え，修正ができることによる正確性や，一定した速さで講義の視聴ができることの効率性のメリットが高いと考えられる．

本研究では，2016 年度後期に本学において開講された科目において反転授業を実施する際に，あらかじめ撮影された講義収録ビデオを用いた講義ビデオと提案システムによって開発した講義ビデオを作成した．その際のビデオの収録時間やスライド枚数により，その効率性を検討した．また，学生へ反転授業が終了した際にビデオについて簡単なアンケートを実施して，講師が発話することと TTS で発話することについて，理解の差があるかどうか検討した．

2. 反転授業の内容とビデオ作成の方法

反転授業の講義ビデオを作成した科目の詳細を以下に示す．科目名は，プログラミング演習 I で 1 年次の科目である．この科目で対象とするプログラミング言語は C 言語である．この科目は教員 2 人によって行われており，TA は配置されていない．表 1 に 2016 年度のプログラミング演習 1 において反転授業を実施した内容を示す．授業全体の流れとしては，講義 15 回の中の前半 9 回は C 言語の文法やその題目に対する簡単なアルゴリズムの習得を行う．その後中間テストをはさみ，後半の 5 回で PBL をベース

表 1　反転授業を実施した内容

	題目
1 回目	フローチャートの作成
2 回目	基礎復習(1) -分岐-
3 回目	基礎復習(2) -繰返し-
4 回目	1 次元配列
5 回目	2 次元配列
6 回目	文字配列
7 回目	関数の使い方
8 回目	関数の作成
9 回目	関数と配列

表 2　作成したビデオの収録時間とスライド枚

	スライド枚数	収録時間	1 枚当たりの所要時間
2 回目	20	26 分 34 秒	01 分 20 秒
3 回目	13	20 分 52 秒	01 分 36 秒
4 回目	10	17 分 27 秒	01 分 45 秒
5 回目	4	09 分 08 秒	02 分 17 秒
6 回目	9	06 分 04 秒	00 分 40 秒
7 回目	17	05 分 58 秒	00 分 21 秒
8 回目	20	07 分 02 秒	00 分 21 秒
9 回目	17	06 分 00 秒	00 分 21 秒

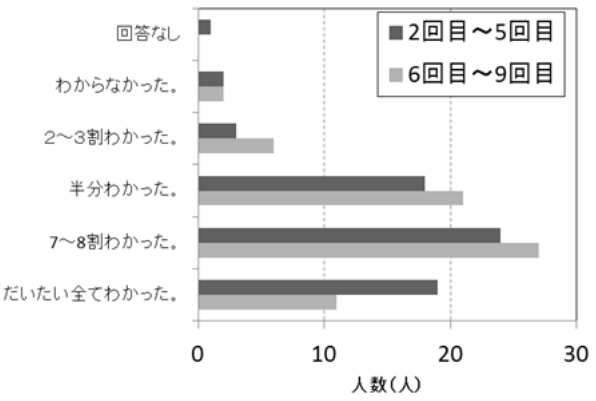


図 1　理解度を問うアンケートの結果

とした演習を行った．1 回目はガイダンスで，フローチャートの書き方や反転授業の行い方を講義した．

本研究においては前半 2 回から 9 回の内容である C 言語の習得について，反転授業の講義ビデオを作成している．前半 2 回目から 5 回目までの講義ビデオは，前年度収録した授業収録ビデオから解説箇所を抜出し，タイトルの挿入や無音部分の削除などの編集をすることで作成している．後半 6 回目から 9 回目までは, 前年度使用した講義スライドを参考に，開発したシステムを用いて台詞を文字入力して音声を合成し，スライドに解説音声がついた動画を作成している．いずれのビデオの内容も担当教員 2 人で議論しながら作成することで正確性の向上に努めた．

後半の講義ビデオの収録で用いた TTS エンジンは, AI Talk4 SDK(株式会社エーアイ製)と声色を指定するための話者パックに「たいち」(株式会社エーアイ製)を用いた．

収録した講義ビデオは，10 分以上のものは単元ごとに 2 分から 9 分に分割して学内の映像サーバにて配信した．

3.　作成したビデオの特徴による考察

3.1 収録時間とスライド枚数

表 2 にプログラミング演習 I で作成した講義ビデオの収録時間と講義ビデオで用いたスライドの枚数を示す．授業収録ビデオから抜き出した 2 回目から 5 回目の講義ビデオに比べ, 6 回目から 9 回目の TTS を用いた講義ビデオ収録システムによる講義ビデオの収録時間の方が短いことがわかる．またスライド 1 枚当たりの収録時間も後者の方が短い．前年度の授業収録ビデオでは，学生の理解を深めるための短い「間」や説明の繰り返しがあり, また話し方も TTS に比べると遅いことが原因かと思われる．

3.2 理解度を問うアンケートの結果

9 回目の授業終了後，受講者 66 名に対して LMS(Leaning Management System)を通じて「講義ビデオの内容はわかりやすかったですか」という項目で前年度の授業収録を用いた講義ビデオと TTS を用いた講義ビデオとで印象の違いについてアンケートを行った．図 1 はその結果であるが前半・後半通じて「7 割〜8 割程度わかった」が多く似たような分布となった．TTS を用いた後半，理解度は若干下がっている印象がみられるものの，一般的に後半の文字配列や関数など理解の難しい内容を扱っていることが考えられるので，前半の講義内容についても TTS を用いた講義ビデオを作成して比較するなど更なる検討が必要である．

4.　まとめ

TTS による授業収録システムにおいて，収録時間を短くすることができた．一方で理解度のアンケート結果は，ほぼ同様の傾向であったが，若干教員が発話する方が学生の理解度が高かったので，継続的に検討していきたい．

参考文献

(1) 重田勝介，布施泉，岡部成玄:「オープン教材を用いた反転授業の実践と分析」日本教育工学会第 29 回全国大会講演論文集, pp. 223-226 (2013)
(2) 村山　淳：「反転授業のためのテキスト読み上げソフトを用いた講義ビデオ開発システムについての一検討」,電気学会次世代産業システム研究会,No.IIS-14-4 (2014)

H5P インタラクティブコンテンツ共有サイトの構築

Construction of H5P Interactive Content Sharing Site

篭谷 隆弘
Takahiro KAGOYA
仁愛大学人間生活学部子ども教育学科
Faculty of Human Life, Department of Child Education, Jin-ai University
Email: kagoya@jindai.ac.jp

あらまし：H5P は，LMS や CMS 上でインタラクティブなコンテンツを容易に作成・配信・共有可能にするプラットフォームである．しかし現在は日本語情報の不足などもあり国内での利用例は少ない．今後の国内での普及には，関連文字列の翻訳や利用者に向けた情報提供，さらに日本語コンテンツ例の充実などが必要と思われる．そこで，そのような目的のサイトを構築することとした．さらにコンテンツを自身のサイトで作成できない日本語ユーザが自由に作成し公開・共有できるコンテンツハブとして，そのサイトが役割を担うようにした．今後 OSS の利点を生かし，コミュニティでの普及を目指したい．
キーワード：H5P，Moodle，**インタラクティブ**，**コンテンツ共有**

1. はじめに

近年，教育・学習において Web 上のコンテンツを利活用することが一般的なものとなってきている．また，それらのコンテンツは文章や画像を静的に配置するだけのものから，動画を用いたりブラウザ上でスクリプト言語を用いたりするなどし，双方向的（インタラクティブ）な処理を可能にするものにいたる幅広い形態のものが充実してきている．またこれらのコンテンツの構成を管理するものとしてコンテンツ管理システム（CMS）や学習管理システム（LMS）も広く利用されている．特に LMS において学習者は教師が提供するコンテンツを学習活動の中で利用し，教師はそれを評価することでコース内での学習者の学習を支援していくことになる．なお CMS や LMS は市販のものを含め様々存在するが，オープンソースソフトウェア（OSS）の CMS としては，WordPress(1)や Drupal(2)，OSS の LMS としては Moodle(3)などが国内外で広く用いられている．

異なる LMS 上で利用できるコンテンツをパッケージ化し互換性を高める標準規格として SCORM や学習ツールの相互運用性を高めるための規格として LTI などが標準化されてきている．また Web ページ記述言語である HTML5 は，従来の HTML と比較して動画や音声の埋め込みや，文書構造の表現などより高度な技術仕様として勧告されている．

2. H5P とその利用について

このような背景のなか，フリーな OSS のコンテンツ共有フレームワークとして H5P(4)が開発され，利用が広がりつつある．H5P は，インタラクティブな HTML5 コンテンツの作成，共有，再利用を誰でもが簡単に行えるようにすることを目的に，コミュニティにて開発・運用がされてきている．このフレームワークは，Web ベースのコンテンツエディタ，コンテンツタイプを共有する Web サイト，既存の CMS/LMS のプラグイン，HTML5 リソースをバンドルするためのファイルフォーマットで構成されている．Web ベースのエディタは，デフォルトでは，マルチメディアファイルやテキストコンテンツを追加したり置換したりすることで，様々な種類の H5P コンテンツタイプを作成できる．

コンテンツタイプとして，本稿執筆時 34 種があり，ゲーム的な要素を取り入れたものや，マルチメディアを活かすもの，クイズ的なもの，ソーシャルメディアと連携するもの，それらの複数の特徴を組み合わせるようなものとなっている．特に動画に対しその途中で解説やクイズを埋め込みインタラクティブな視聴を可能にするインタラクティブビデオは，非常に高機能なコンテンツでありながら，その利用方法も容易であり，利便性が高い．

コンテンツは H5P サイトで作成出来る他，Drupal，WordPress，Moodle 等のプラットフォームとの統合が進められており，H5P をプラグインとして組み込めば，いずれかの CMS 上でも作成でき，また作成した H5P コンテンツを他方の CMS にインポートして利用することが可能となっている．あるいは，H5P サイトで作成したコンテンツを iframe タグで埋め込む形式であれば，静的な Web ページでも利用可能である．またそれらの H5P のコンテンツタイプは，すべての H5P 互換 Web サイトで同じように機能する．またモバイル端末を含む HTML5 互換のブラウザで利用可能となっている．

3. H5P 関連文字列の翻訳

H5P の多機能性から，今後の日本国内での利用者も徐々に増えると予想されるが，現在は日本語情報

の不足などもあり国内での利用例が少ない状況である．LMS 等が普及してきている高等教育機関のみならず今後多様な学習者を考える場合，普及した CMS 上や埋め込みによるコンテンツ共有が進むことで，社会人のマイクロラーニングや小中学校などでの Web 教材としての利用も広がると思われる．

そこで，H5P のコンテンツタイプ毎のインターフェイス文字列，Moodle・WordPress の H5P プラグインの文字列，H5P 関連ドキュメントなどの翻訳を行った．

インターフェイス文字列は JSON 形式のファイルを GitHub[5]上で共有しており，英語文字列を収めた en.json をベースに，様々な言語への翻訳を行う．日本語は ja.json に記載した．しかし可読性の悪い JSON 形式のファイルを直接テキストエディタで編集する作業は入力ミスを誘発し，対訳の管理も効率が悪い．また複数の翻訳者がいる場合の訳案の採択決定が難しい面があるため，今後はローカリゼーション管理プラットフォームである crowdin[6]への移行が検討されている．

Moodle の H5P プラグインの文字列は，翻訳後 AMOS[7]に投稿し ja 保守者の承認を得た．WordPress の PHP プラグインの文字列は，.po ファイルおよび.mo ファイルとして作成し，GitHub 上で共有している．

翻訳作業における課題点として，各プラットフォーム間での対訳の揺らぎをどうするかという点，現時点で日本語翻訳者が一人であるため，査読・監訳が十分に行えていない点が挙げられる．

4.　日本語 H5P コミュニティサイト

H5P の有用性を示すためには，日本語ドキュメントの充実のみならず，動作するコンテンツタイプの日本語での実例を示すことが求められる．(現在 H5P サイトでは動画等を含む英語版による実例は存在するが，日本語ユーザを対象として適したものを充実させる．)

また，H5P サイトはユーザが自身のコンテンツを作成し，他の Web ページで埋め込んで利用できるコンテンツハブとしての機能も有している．しかし現時点ではサイトの多言語化はなされておらず，コンテンツ作成のためのエディタのメニュー文字列等も英語となる．

これらのことから独自に日本語を用いるユーザを中心とした H5P コミュニティサイトを構築することとした．CMS として WordPress を用い，基本的な解説およびコンテンツタイプの紹介，質問・ディスカッション用のフォーラムを設置した．また，Moodle によるサイトも設け，登録ユーザがコース内のアクティビティとして H5P コンテンツの動作確認を行えるようにした．(本稿執筆時，一般公開に向けて準備中である．)

サイト公開後には，一般ユーザが当サイトに登録し，自身のコンテンツを作成でき，またそれらを公開・共有できるようにする．これらのコンテンツとしては，小中学校等の教科において利用できるような汎用的なもの，ICT に関連する用語や基本的な操作を説明するようなもの，語学に関連した解説やクイズなどを想定している．

図 1　日本語 H5P コミュニティサイト

5.　まとめと課題点

本稿では H5P の日本語での利用を支援するため翻訳と，情報交換やコンテンツ共有を目的としたコミュニティサイト構築について述べた．しかし H5P サイトそのものの多言語化が行われる方が情報の一元化という点で好ましいと思われるので，開発チームと検討を進めたいと考えている．

また本稿では H5P の機能性についての課題点については取り上げていないが，今後それらについても改善に向けて提案を計画している．

謝辞

本研究は，平成 29 年度仁愛大学共同研究費の助成を受けており，関係各位に感謝します．

参考文献

(1)　WordPress, https://ja.wordpress.org/
(2)　Drupal, https://www.drupal.org
(3)　Moodle, https://moodle.org
(4)　H5P, https://h5p.org
(5)　GitHub, https://github.com
(6)　crowdin, https://crowdin.com
(7)　AMOS, https://lang.moodle.com

因果関係に基づく批判的思考スキルの育成支援に関する考察

Cultivating Critical Thinking Skills Based on Building Causal Relationships

橋本 陽生，林 佑樹，瀬田 和久
Haruki HASHIMOTO, Yuki HAYASHI, Kazuhisa SETA
大阪府立大学大学院 人間社会システム科学研究科
Graduate School of Humanities and Sustainable System Sciences, Osaka Prefecture University
Email: hashimoto@ksm.kis.osakafu-u.ac.jp

あらまし:批判的思考能力は,これからの社会を生き抜くために必要なジェネリックスキルの一つである．批判的思考は，自身の思考プロセスを内省しながら行う論理的な思考である． 本研究では，物事の因果関係を意識的に捉える活動には，論理的，内省的，熟慮的な思考態度が求められると考え，文章に含まれる因果関係を考察させることで批判的思考スキルを発揮させる学習デザインを考察する．
キーワード：批判的思考，内省，論理的思考，因果関係，学習デザイン

1. はじめに

これからの社会を生き抜くために必要な能力が国内外で様々に挙げられている．年齢・職業にかかわらず必要とされるこれらの能力はジェネリックスキル（汎用的技能）とも呼ばれており，特に日本では高等教育段階で獲得するべき・させるべき能力として注目されている．この能力の内，登場頻度の最も高いものの一つが批判的思考スキルである．批判的思考とは，より良い思考のために，自身の思考プロセスを内省しながら行う論理的な思考である(1)．

我々のまわりに溢れる情報の正誤，良し悪しを判断する際にもこの批判的思考が求められる．またこのような問題には唯一の正解が存在しないこともあり，その中で最適な解を導くことが必要とされる．

ポールは，社会的問題のような解が一意に定まらない多元論理問題を，様々な視点や価値観から複数人で討論する探求活動によって批判的思考を涵養する教育指導を提案した(2)(3)．本研究では，ポールの教育実践を教育システムの枠組みに導入することを目的とし，社会的問題を題材に因果関係を読み取り，その問題に対する学習者の立場を考察させ，また他者の思考との比較，統合活動を通して，批判的思考スキルの発揮，育成を支援するための学習デザインを考察する．

2. 批判的思考の発揮を目掛けた学習デザイン

2.1 学習題材

本研究では，批判的思考スキルの中でも，情報に含まれる物事の原因を論理的に吟味し，因果関係を批判的に捉える思考活動に焦点を当てる．学習者各々で異なる背景知識,価値観を有する前提のもと，批判的思考スキルの発揮を目掛けた学習教材として

教材内容以外に専門的知識を必要とせず，学習題材から因果関係を読み取ることができること，そして，視点や価値観の違いにより，異なる複数の解を導けることが重要だと考える．

本研究では，以下の 2 点を学習題材における要件として挙げる．

題材要件 1：因果関係を捉えるために専門的なリソースを要しない題材

題材要件 2：複数の視点からの見解や，暗黙の前提を内在している題材

2.2 学習活動

批判的思考スキルを高めるためには，課題が内在する領域知識そのものを獲得するのではなく，批判的思考を直接的に実践していることを学習者自身が自覚しながら，知識間の因果関係を論理的に読み取ることのできる活動であることに加え，学習者の思考過程の再構築を促進できることが求められる．我々は，以下の 2 点を学習者の活動要件として掲げる．

活動要件 1：題材に含まれる要素間の因果関係を読み取り，論理的に整理する活動

活動要件 2：自身の思考過程の産出結果が妥当なものであるか内省，再構築できる活動

以上の題材要件と活動要件を満たす学習活動を以下の 2 つの活動としてデザインした．

学習活動 1：因果関係の構築と立場の表明

多元論理問題に関する正しい説明文を学習者に，与え，説明文から読み取れる要素間の因果関係を，「A が○○するならば B が△△する」という形で規定させる．その際，学習者に因果関係の構築のための枠組みとパーツをあらかじめ設定しておく．このパーツ群から何が原因でどのような結果をもたらすのかという因果関係を構築させる（例．*雇用が増加したら，税収が増加する*）．

学習者には，説明文から読み取れるすべての因果関係を十分に読み取れたと判断するまで，因果関係構築活動を続けさせる．そして，構築した因果関係から，題材に対して学習者はどのような立場であるのかを表明させる．

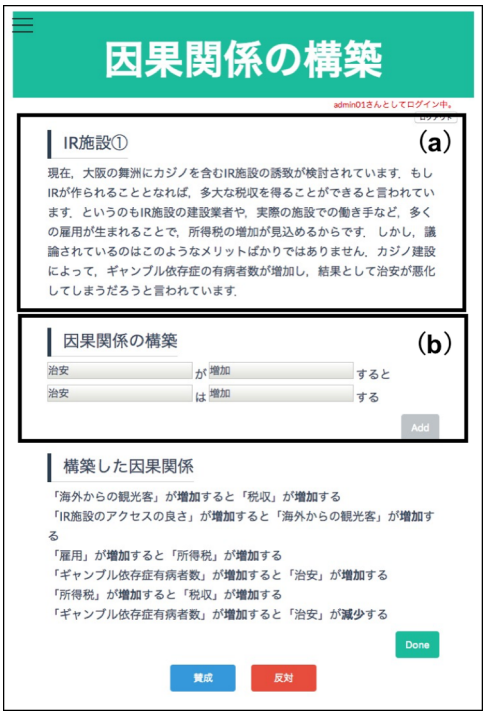


図 1 ：因果関係構築インターフェース

学習活動 2：自身/他者思考の吟味と思考の再構築

同一の題材に関して，異なる見解から構成された他者の因果関係および立場を理解し，学習者自身が作成した因果関係や，表明した立場の相違について，なぜその違いが生まれたのかを批判的に考察させる．そして，多様な見解に触れた後に，自身が導出した解と他者の解の双方を踏まえた新たな解を考えさせる．この結果を受けて，活動 1 で構築した自身の考え方に変化がある場合は因果関係や立場の再構築を行う活動を求める．

ポール理論では他者との直接的な対話・討論の場を設けることにより，多様な見方，解の探求を学習者に行わせている[(2)(3)]．本研究では，情報システムに蓄積された因果関係と表明された立場に基づき，システムが異なる見解を提示する．これにより，学習者の自己内対話を通して他者思考との相違を吟味させ，思考の再構築に向けた気づきを与える．

3.　提案システム

2 章の要件を満たす学習システムの考察と，想定している学習活動の実践法について説明する．

3.1 因果関係の構築

因果関係の構築時のインターフェースを図 1 に示す．図 1（a）には，題材に関する正しいとされる説明文が表示されており，説明文の中から読み取れる因果関係を図 1（b）の因果関係構築エリアで規定する．原因となる要素，結果となる要素を規定する際，ドロップダウンの入力フォームによって，「どの要素」が「増加または減少」するのかを選択していく．例えば，「雇用が増加すると税収も増加する」というものである．このとき，説明文には陽に書かれていない潜在的な因果関係をも読み取ることが求められる．学習者が作成した因果関係は，画面下部に表示される．学習者は，すべての因果関係を規定できたと思うまでこの活動を続ける．ここで定義された因果関係は，学習者ルールとして保存される．また，考えているテーマ（今回なら日本への IR 施設の誘致）に関して賛成か反対か立場を表明させる．

表 1：構造化されたポールの問いのカテゴリ

一論証の合理的な構築・評価	1. 明瞭化の問い
	2. 理由・根拠の問い
	3. 仮定の問い
	4. 含意・結果の問い
複数論証の拡散・統合	5. 観点・見方の問い
その他	6. 問いを吟味する問い
	7. 起源・拠り所の問い

3.2 因果関係の吟味

システムは，題材に関する学習者ルールと学習者の立場のマッチングを行い，異なる立場のものや，同じ立場であるが，因果関係が大きく異なる学習者の因果関係を提示する．それを受けて学習者は，立場が逆であることの原因や，同じ立場であるのに，事象の因果関係の捉え方が異なっている理由，暗黙の前提について考察する．

この時，システムが表 1 に示す「構造化されたポールの問いのカテゴリ [(3)]」に基づき，学習者の思考を揺さぶる刺激を与えることを想定している．そして，構築した因果関係と題材に対する立場に変化があれば再構築し，自身の堅い考えであっても，絶対視すべきでないことへの気づきを促す．

4.　まとめと今後の課題

本稿では，批判的思考の発揮・向上のための学習デザインとシステムについて述べた．

今後，活動 2 においてシステムから問いを提示する際に，学習者の思考の状態をシステムが把握して内省やより深い思考を促す知的な仕組みを具体的に考えていく．

参考文献

(1) 楠見，子安，道田: “批判的思考力を育む–学士力と社会人基礎力の基盤形成”，有斐閣，東京 (2011).
(2) 酒井: “クリティカル・シンキング教育–探究型の思考力と態度を育む–”，早稲田大学出版部，東京 (2017).
(3) Paul, R.: “Critical Thinking Hand-book; 4th-6th Grades. A Guide for Remodeling Lesson Plans in Language Arts, Social Studies & Science”, 3rd edit., The Foundation for Critical Thinking (1997).

ワークショップ型授業におけるプロセスの定量的分析・評価の可能性
―オーガナイザーの振る舞い分析を例に―

Challenges for Quantitate Analysis and Reputation of Processes of Workshop-style Class
- An Example of Pattern Analysis of Organizers' Behavior -

久富 望[*1], 坂口 智洋[*1], 北 雄介[*2]
Nozomu KUTOMI[*1], Tomohiro SAKAGUCHI[*1], Yusuke KITA[*2]
[*1] 京都大学大学院情報学研究科
[*1]Graduate School of Informatics, Kyoto University
[*2] 京都大学学際融合教育研究推進センターデザイン学ユニット
[*2] Unit of Design, C-PIER, Kyoto University
Email: kutomi.nozomu.83e@kyoto-u.jp

あらまし：教育現場ではアクティブ・ラーニングなどを通じてワークショップ（WS）的手法を取り入れた授業が増えている．日々の実践を我々はどのように把握すればよいだろうか．本研究では「WS オーガナイザーの振る舞いが WS の成否を左右する」という仮説に基づいて行なわれた，WS のオーガナイザーの振る舞いの解析を紹介する．簡易なアンケートから，各 WS のプロセスや WS 群の全容を可視化できるこの手法は，アンケート項目を変えることで幅広い応用が可能である．手法そのものがもつ制限は学校教育の授業への適用にあたって大きな弊害とならない．この解析は定量的な解析結果を伴うため，評価との関係も踏まえて議論を行い，授業改善に繋がる知見を得る可能性もある．
キーワード：ワークショップ，アクティブ・ラーニング，プロセスの記録，定量化，パターン分析

1. はじめに

教育現場においてワークショップ（以下，WS と略記）的手法を取り入れた授業が増えている．このような授業において教師は，生徒の自主性に任せてワークを見守れば良いのだろうか．生徒と同じ目線でワークに参加するべきなのだろうか. この問題は，多数の WS 的手法を一つの評価軸で評価することが困難である以上，議論すること自体が難しい．

本研究は，簡易なアンケート結果から多数の WS プロセスを定量的に可視化する手法を紹介し，評価との関連付けも取り上げる．そのうえで，この手法の学校教育の授業群への応用について考察する．

2. 振る舞いプロセスのパターン化と分析

筆者らは2016年9月に行われた京都大学サマーデザインスクール 2016（以下 SDS2016 と記す）を対象にオーガナイザーの振る舞いプロセスのデータを取得し，パターン解析し，評価との関係を見た[(2)]. ここでは 3 章以降の考察で必要な範囲で概略を紹介する．

2.1 振る舞いプロセスのデータ取得

SDS2016 は 3 日間集中で行われる WS イベントであり，37 の WS が並行して行われた．テーマ設定や 3 日間の進行は WS のオーガナイザーに一任される．

筆者らはオーガナイザーに対し，3 日間の 7 つの時間帯において 14 項目の各振る舞いを行ったかどうか，SDS2016 の最後に回答を求めた(図 1).

図 1 SDS2016 の振る舞い記入フォーム

2.2 オーガナイザーの振る舞いによるパターン抽出

筆者らは，WS オーガナイザーの振る舞いが複数の要素(以下「(振る舞い）パターン」と記す)を組み合わせた結果であると考え，図 1 から得られた全 WS の全時間帯のデータに対し，機械学習の技術の一つである非負値行列因子分解(Non-negative Matrix Factorization, NMF)[(3)]を用いて振る舞いパターンを抽出した（図 2）．パターン 0 は「参加者と同じ立場で議論をする」「参加者の議論に入ってリード」の割合が大きいため「議論参加型」の振る舞いを表すと考えられる．他，パターン 1「議論観察型」，2「知識提供型」，3「参加者支援型」，4「意見提供型」と解釈できる．

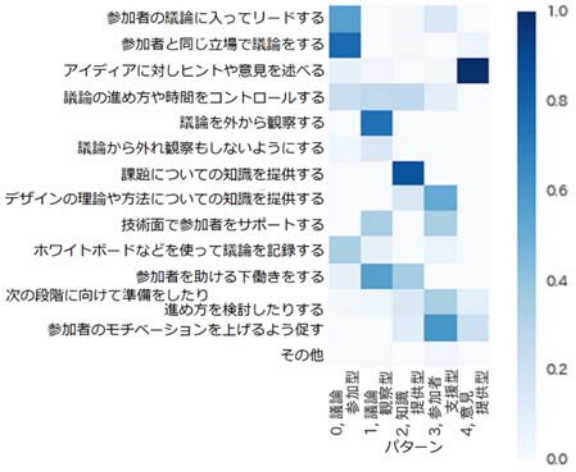


図 2 振る舞いパターン

全 WS の全時間帯には，図 2 で得られたパターンにどの程度適合していたかを表す数値が得られている（以下，これを「重み係数」と記す）．図 3 はある WS における振る舞いパターンの重み係数の時間遷移を表す．この WS は 1 日目に 2「知識提供型」が強く，2 日目は 0「議論参加型」，4「意見提供型」も強い．最終日は一転して 1「議論観察型」3「参加者支援型」の重み係数が大きい．このように各 WS のプロセスの傾向を大づかみに理解できる．

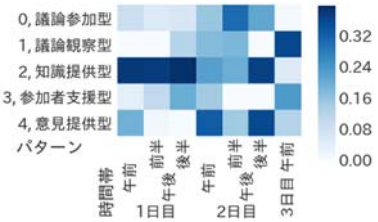


図 3 ある WS のパターン別の重み係数の時間遷移

一方，あるパターンに関する重み係数の時間遷移を用い，全 WS のパターンごとの可視化もできる．

2.3 プロセスの評価に用いたデータ

重み係数の値と評価との関係を見ることも可能である．たとえば，各 WS の 2「知識提供型」の重み係数を全時間帯で合計した値は，WS 当事者であるオーガナイザー・参加者の双方から満足度と強い相関を得た一方，SDS2016 の最後に行われた WS 当事者でない人による投票結果とは相関が見られなかった．知識習得によって WS 当事者の満足度には繋がったが，必ずしも当事者以外からの評価には繋がらなかった可能性を示唆している．このように評価データも併せることで，今後の WS 実施に向けた知見を得ることができる．

3. 学校教育に資する事を目的とした本手法の可能性についての考察

3.1 学校教育における本手法の応用可能性

2 節の手法の適用には SDS2016 の WS 群のように実施時間が統一されていることが必要である．

日本全国の初等中等教育では，それぞれの校種でほぼ同じ長さの授業が日々なされている．このため，本手法の制限である実施時間の統一性は，学校教育の授業群へ応用する際に大きな問題とならない．2 節では 2 日半ほどの日程を 7 つの時間単位で分割してデータを収集したが，たとえば 50 分の授業を 5 分割してデータを収集する方法などが考えられる．

一般に，学校における数十の授業を比較・検討することは大きな困難を伴う．とりわけ，アクティブ・ラーニングの試みが増加すると共に，授業の形態は多様性を増し，授業の特徴をとらえる困難さは増している．この点，本手法を用いれば，図 3 のように各授業の特徴の時間推移を大づかみに可視化することが可能である．

3.2 仮説の設定とアンケート項目の作成

本手法は図 1 に示したアンケートの変更により，幅広い内容へ応用可能である．たとえば，SDS2016 の参加者に振る舞い記入フォームを配布しデータを収集・解析すれば，SDS2016 の参加者の振る舞い分析が可能になる．

学校教育への導入であれば，教育者の授業へのかかわりはもちろん，学習者の側に焦点を当て，学習者の授業へのかかわり方の変遷を可視化・分析することも可能である．このように，教育者の自己評価，学生の自己評価，他者からの客観的評価，テストの点数，などのいずれにも本手法を使うことができる．

2 節の解析の目的は「WS オーガナイザーの振る舞いが WS の成否を左右する」という仮説を考察することであった．この仮説によってオーガナイザーの振る舞いに焦点を絞り，前年度までの実施経験を元に 14 項目のアンケート項目を設計することができた．本手法を学校教育に導入する際も，知りたい対象に関する仮説を立て，理論や経験などに基づいた適切なアンケート項目を立てる必要がある．

3.3 解析結果の利用可能性

本手法を学校教育の授業群に適用したとき，2.3 節のように評価との関連を踏まえた解析を行なうことにより，以後の学校教育の授業をより良いするための知見を得ることも可能である．

たとえば，2 つの大都市圏の学校の授業群に対する解析結果を比較し，その共通点や相違点から 2 つの大都市圏の特徴について比較・検討し，以後の授業設計の参考にするような可能性も考えられる．

参考文献

(1) 北雄介, 坂口智洋, 佐藤那央, 久富望: “社会課題型ワークショップにおけるオーガナイザーの役割に関する研究”, Design シンポジウム 2016 発表梗概集（2016）
(2) 久富望, 坂口智洋, 北雄介: “ワークショップにおけるオーガナイザーの振る舞いパターン分析”, 日本デザイン学会研究発表大会概要集（2017）
(3) Cichocki, A. et. al. : “Nonnegative Matrix and Tensor Factorizations”, Wiley（2009）

教学 IR における LMS ログデータ活用の試み

A Trial for Application of LMS Log Data on Institutional Research

近藤 伸彦[*1]，畠中 利治[*2]
Nobuhiko KONDO[*1], Toshiharu HATANAKA[*2]
[*1] 首都大学東京大学教育センター
[*1] University Education Center, Tokyo Metropolitan University
[*2] 大阪大学大学院情報科学研究科
[*2] Graduate School of Information Science and Technology, Osaka University
Email: kondo@tmu.ac.jp

あらまし：近年，教育機関において大規模なデータがリアルタイムに蓄積されるようになるとともに，ラーニングアナリティクスなどの分野が大きく発展している．同時に教育の質保証の観点から教学 IR の重要性が認識されてきているが，こうした大規模な教育データ分析をいかに教学 IR に融合させるかは大きな課題である．本発表では，LMS ログデータを用いた教学 IR へのアプローチについてまとめ，教育機関レベルでの修学支援や教育改善へ大規模データを活用する可能性と今後のありかたについて議論する．
キーワード：教学 IR，大規模教育データ，ラーニングアナリティクス，LMS，ログデータ

1. はじめに

大学教育の質保証の文脈から，教学 IR（Institutional Research）の重要性が認識されるようになって久しい．教学 IR はエンロールメント・マネジメントと関連が深く，学習成果の可視化や適応的な修学支援は教学 IR における重要なトピックとなっている．

一方，テクノロジーの発展にともなって，教育に関する大規模でマルチモーダルなデータがリアルタイムに蓄積できるようになり，ラーニングアナリティクスやエデュケーショナル・データマイニングなどの分野が大きく発展している．

本稿では，こうした大規模な教育データ分析と教学 IR の統合という課題に焦点をあてる．とくに LMS ログデータを用いた予測モデルを教学 IR の一環として活用することについて考察し，教育機関レベルでの修学支援や教育改善へ大規模データを活用する可能性について議論する．

2. 教学 IR における LMS ログデータ活用

2.1 さまざま粒度のデータの統合的な活用

ラーニングアナリティクスでは，学習者への介入等のアクションを行うために，学習者に関する予測モデル（predictive model）の構築が行われることが多い[(1)]．予測モデルは統計的手法や機械学習によりデータに基いて構築される．ここで用いられるデータは，主に授業や e ラーニングコースなどの単位で収集された粒度の細かいデータであることが多い．

これに対して，教学 IR で用いられるデータは，個人属性や，出席などの行動データ，成績などの学習成果データといった，定期・不定期に得られる粒度の荒いデータが多い．

ラーニングアナリティクスで用いられるような粒度の細かいデータをミクロレベル，教学 IR で用いられるような粒度の荒いデータをマクロレベルとして，これらを統合したマルチレベルな教育ビッグデータ分析が必要であることも言及されつつある[(2)]，教学 IR からみれば，教育機関においてさまざまな形で蓄積されつつある粒度の細かいミクロレベルデータを用いた予測モデルを活用することで，リアルタイムな学習支援や修学状態のモニタリング・予測などが可能になり，学生個々に応じたきめ細かな分析や修学支援を行うことにつながると考えられる．

2.2 教学 IR における LMS ログデータ活用の例

著者らはこれまで，教学 IR において学生のデータを整理するための概念として，学内に散在する大規模なデータを一元集約し学生ごとに時系列に整理した「学修ライフログ」を考えてきた[(3)]．これにより，時間進行にしたがってライフログのように教学データが蓄積されていくさまを模式的に表わし，教育機関の修学プロセス全体にわたる修学状態やその変化を把握しやすくしようとしている．従来的な教学 IR においては粒度の荒いデータが扱われることが多いが，学修ライフログではデータの粒度は問わず，いかに粒度の異なるデータを統合的に扱うかが重要となる．

著者らはこれまでに，LMS ログデータを用いて修学状態を予測する試みを行ってきた．たとえば，隠れマルコフモデルを用いて学生の潜在的な修学状態を確率的に推定する手法[(4)]や，LMS ログデータから抽出した特徴量から機械学習を用いて GPA を予測する手法[(5)]などを提案してきた．前者においては，日ごとの LMS 操作回数について隠れマルコフモデルを構築し，修学へのコミットメントに関する潜在的な状態を推定しており，実際の授業への出席状況との関連が示唆されている．後者においては，X 大学における初年次前期の LMS ログデータを用いて同学期の成績を 2 値予測する問題を取り扱っている．目的変数を GPA レベル（全学生の GPA 平均から標

準偏差を減じた値を閾値とする 2 値）とし，説明変数は LMS ログデータから抽出した，プレイヤー起動数（player），夜間操作数（night），ログイン総数（login），学習活動開始回数（start），学習活動完了回数（submission），総ログイン秒数（time）の各変数としている．入学時オリエンテーションの週に前期の授業週 15 週を加えた 16 週間について，各週までの全ログデータをもとに上述の説明変数・目的変数をもつ機械学習モデルを用いて予測を行っている．ランダムフォレストモデルを用いた場合，それぞれの週における「at-risk（成績が良くない）」な学生に関する予測性能は図 1 のようになっている．ここで Precision は予測ラベルが正解している割合, Recall は真のラベルを正しく分類している割合, F-measure は Precision と Recall の調和平均である. またこのとき，モデルにおいて計算される説明変数の相対的重要度の変化は図 2 のようになり，予測性能の時間変化と説明変数の相対的重要度の時間変化には関連がみられると考えられる．

これらの例から，LMS ログデータを用いることで，授業への出席に相当するような学生の修学状態に関する情報が扱えることが期待される．また，粒度の細かな時系列データを扱うことから，修学状態や予測性能の変化を一定の時間分解能で検出することができると考えられる．きめ細かな修学支援や，教育者への教育支援，施策やカリキュラムの検討など，より精緻な教学 IR に向けて LMS ログのようなミクロレベルのデータが果たす役割は大きいと思われる．

2.3 予測結果の精査

予測モデルが用いられる研究および実践においては, モデルの予測性能に関心がもたれることが多い. 高い予測性能が望ましいことは論を俟たないが，精度の向上をめざすとともに，予測が成功・失敗したケースを個別に精査することも重要であると思われる．たとえば予測が外れたデータに該当する学生について，実際の学生に対応している教職員の生の感覚と照らし合わせることで，現存するデータのみでの予測と現実的な印象とのギャップを明らかにするなどである．このようなデータの精査は，今後 IR において取得すべきデータや予測モデルの構造・変数などに対する知見の獲得につながる可能性がある．LMS ログなどの粒度の細かいデータについては，ローデータからの特徴量抽出の妥当性や，データの可視化にもとづく検討が必要である．

3. おわりに

本稿では, 粒度の細かいデータを教学 IR に活用することについて, LMS ログデータの活用例を中心に検討した．

他の教学データ同様，LMS は種類も使われ方も機関によってさまざまであり，ある機関での数値例をそのまま参考にすることが困難なことも多いと考えられる．今後は，教学 IR においてマクロとミクロを統合した予測モデルの構築と評価に関する汎用的な枠組みを作り，さまざまな機関の事例を共有するしくみが必要と考える．

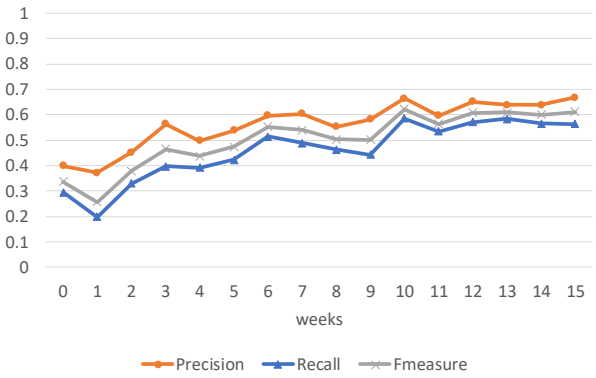


図 1　各週における予測性能（(5)より引用）

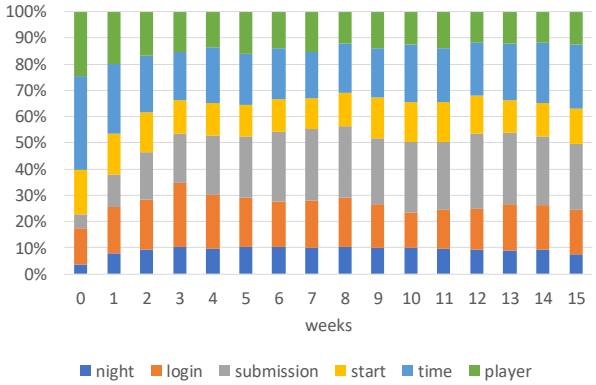


図 2　説明変数の重要度の変化（(5)より引用）

謝辞

本研究の一部は JSPS 科研費 JP16K16331 および JP16H03082，ならびに首都大学東京傾斜的研究費の助成を受けた．

参考文献

(1) C. Brooks and C. Thompson: “Predictive Modelling in Teaching and Learning”, Handbook of Learning Analytics, pp. 61-68 (2017)
(2) 船守美穂: “デジタル技術は高等教育のマス化問題を救えるか？—MOOCs，教育のビッグデータ，教学 IR の模索”，情報知識学会誌，Vol.24，No.4，pp.424-436 (2014)
(3) 近藤伸彦, 畠中利治: “学士課程における大規模データに基づく学修状態のモデル化”，教育システム情報学会誌，Vol.33，No.2，pp.94-103 (2016)
(4) 近藤伸彦，畠中利治: “LMS ログデータからの修学モデル構築”，教育システム情報学会第 41 回全国大会講演論文集, pp.401-402 (2016)
(5) Nobuhiko Kondo, Midori Okubo, and Toshiharu Hatanaka: “Early Detection of At-Risk Students Using Machine Learning Based on LMS Log Data”, 6th International Conference on Data Science and Institutional Research (2017, accepted)

GPA 高群を利用した授業評価手法の検討

Discussion for Detecting Problematic Courses or Students Based on Analyzing GP of Students in GPA High-group

久保田 真一郎, 杉谷賢一, 中野裕司
Shin–Ichiro Kubota, Kenichi Sugitani, Hiroshi Nakano
熊本大学
Kumamoto University
email: kubota@cc.kumamoto-u.ac.jp

選択科目のみで GPA を計算し，GPA が高い学習者が履修する必修科目の評価点のばらつきを考察することで，浅い学習を行っている可能性のある学生を見つけることや各授業科目において GPA が高い学習者の評価点にばらつきがないか考察することで評価手法に問題があるかもしれない授業を見つける手法について，そのコンセプトとアルゴリズムについて述べる．

キーワード：GPA, GPC, IR, FD

1. 背景および問題点

GPA(Grade Point Average) は，授業科目における評価点から算出される GP(Grade Point) をもとに，GP と単位数を掛け合わせ，受講した科目すべてについて平均をとった値として定義される．そして，この GPA は高等教育における学習者の成績指標として多くの大学で利用されている．GPA は学習者の成績指標であるため，GPA によって成績優秀な学生を特定したり，GPA を用いて成績不振の学習者を数値的に特定した上で，履修指導を行う取り組みに利用できる[1)]．さらに，1 つの授業における全学習者の GP の平均値は GPC(Grade Point Class average) として定義され，授業での成績評価状況を表す指標として利用されている．GPA や GPC のように学習者の成績や授業を指標化することで，状況の一部ではあるが数値として扱うことができるため，分析により問題となる候補を絞り込み，それらの候補を詳しく考察するという手順で，学習者や授業の状況分析を行うことができる．

GPA が学習者の成績を表す指標であることから，奨学金や研究室配属の際に用いられることもあり，学生の中には，高い GPA を保つためにカリキュラム内で高評価を受けやすい科目を選び受講するといった意見を耳にする．一方で，教職を目指す理系学生は教職科目など一般に理系学生が習得を苦手とする科目を履修せねばならず，GPA が下がる傾向がある．同一カリキュラム内で GPA の高い学習者が特定の専門必修科目で成績が悪い場合には，小手先の学習により高い GPA を保っていた可能性があり，教育の質，学習者の質という面において改善がなされるべきであろう．

そこで，我々は，改善の必要な授業や学習者を GPA を用いて探し出す手法について検討を行うことにした．この取り組みは数値的に授業または学習者を見つけるため，システム化も可能であり，FD 活動支援にも有用であると考えている．

本報告では，実際のデータは扱わず，改善が必要な授業や学習者を見つけ出すコンセプトについてまとめ，サンプルデータを用いて意図する授業または学習者を見つけ出すことができるか確かめる．

2. 分析手法のコンセプト

必修科目であれば同一カリキュラムの学生全員が必ず同じ科目を受講するので学習者による恣意的な選択は及ばないと考えられる．そこで，学習者の恣意的選択が入る可能性のある選択科目のみで GPA を算出し，GPA が高い学習者群（GPA 高群）を定義した上で，GPA 高群に属する学習者が受講する必修科目の評価点のばらつき具合を考察することで，問題のある授業または学習者を見つけることができるのではないかと考えた．例えば，選択科目の GPA 高群に属する学習者が受講する必修科目の評価点にばらつきがある場合，評価点の低い学習者が浅い学習を行っている可能性がある．また，選択科目の GPA 高群に属する学習者の成績点を各必修科目ごとに見て，その成績点にばらつきがある場合，選択科目の成績の良い人が得点できていないと考えられ，その必修科目の評価手法に問題があるか，選択科目との関連性の低い必修科目であるか等確認することができる．さらに，浅い学習の可能性のある学習者が履修した科目について成績分布や GPC を考察することで評価に問題のあると考えられる選択科目を特定できる可能性がある．

ここまで選択科目の GPA 高群をもとにしたコンセプトについて述べたが，対して必修科目の GPA 高群についても同様に分析できると考えられる．あるカリキュラムの必修科目のみで学習者の GPA を算出し，GPA 高群に属する学習者が受講する科目の評価点のばらつき具合を考察することで，問題のある授業または学習者を見つけることができると考えた．例えば，必修科目の GPA 高群に属する学習者が受講する科目の評価点にばらつきがある場合，評価点の低い科目を苦手とする可能性がある．また，必修科目の GPA 高群に属する学習者の成績点を各科目ごとに見て，その成績点にばらつきがある場合，必修科目の成績の良い人が得点できていないと考えられ，その科目の評価手法に問題があるか，その科目と必修科目との関連性が低い可能性がある．

浅い学習を行う学習者および苦手科目の発見は新たな学習支援手法を検討するきっかけとなり，評価手法

表 1　分析手法のコンセプト

	必修科目		選択科目	
	評価点のばらつきが大きい授業	評価点のばらつきが大きい学習者	評価点のばらつきが大きい授業	評価点のばらつきが大きい学習者
必修科目の GPA 高群	評価手法の問題	苦手科目	評価手法の問題	苦手科目
選択科目の GPA 高群	評価手法の問題	浅い学習	評価手法の問題	苦手科目

の問題は授業改善へと繋がり，科目間の関連性についてはカリキュラム見直しなどの活動に繋がると考えている．

本節で述べた分析のコンセプトを表 1 にまとめた．

3. 分析手順

本節では具体的な分析を行う手順について記述する．GP は表 2 に基づいて算出する．換算表を元に算出した GP をもとに次式により各学生の GPA を算出する．

$$GPA = \frac{\sum_i (\text{履修登録した授業科目 } i \text{ の単位数} \times \text{授業科目 } i \text{ の GP})}{\sum_i (\text{履修登録した授業科目 } i \text{ の単位数})}$$

上記式では履修登録した授業科目すべてに対して総和をとっているが，本分析のためには，履修登録した必修の授業科目に対して総和をとった $\mathrm{GPA_{req}}$ および選択の授業科目に対して総和をとった $\mathrm{GPA_{ele}}$ を算出する．$\mathrm{GPA_{req}}$ の分布により GPA 高群を定義する．$\mathrm{GPA_{req}}$ の分布のうち第 3 四分位数以上の GPA となる学生の集合を GPA 高群と定義し，H_{req} で表す．$\mathrm{GPA_{ele}}$ に対しても同様に GPA 高群 H_{ele} を定義する．続いて，GPA 高群の学生が履修した授業科目の評価点のばらつきを考察するために，GPA 高群の学生の評価点をもとに各授業科目ごとに標準偏差 $\mathrm{SD_C}(i)(i = 1, 2, \cdots)$ を算出する．また，GPA 高群に属する学生ひとりひとりの標準偏差 $\mathrm{SD}(p)(p \in H)$ を算出する．標準偏差が閾値より大きい場合，ばらつきが大きい授業または学習者であると判定され，授業であれば評価手法やカリキュラム編成の問題，学習者であれば苦手科目や浅い学習の可能性がある．いま標準偏差 $\mathrm{SD_C}(i)$ に対する閾値を α とし，標準偏差 $\mathrm{SD}(p)(p \in H)$ に対する閾値を β とすると，右に示すアルゴリズムにより判定が行われる．

4. 研究方法

本来であれば実際のデータを用いて検証を行うところであるが，成績データというセンシティブな情報であるため，本研究ではサンプルデータを用いて検証を行った．

5. まとめ

本研究では，高い GPA を目指すあまり本来の学習能力を身につけず，浅い学習を行ってしまう学習者を発見するために GPA を利用するという着想から始まり，GPA 高群をセンサのように利用し，評価手法に問題の可能性のある授業科目や授業科目間の関係性という視点からはカリキュラム設計，学生の苦手科目などを検知する手法について議論した．この手法によって発見できるものもあると考えられるが，誤検知もあると考えられる．誤検知を減らすには別の学習者や授業科目の情報を利用するなど，アルゴリズムをブラッシュアップする必要がある．また，検知内容については未だ議論の余地を残しており，FD/SD の専門家らと議論するべきであると考えている．苦手科目や浅い学習を行う学生を発見した後の学習支援手法を検討することで，システム化も可能と考えている．

```
for i ∈ 全学生 do
  for j ∈ 学生 i が履修したすべての授業科目 do
    GP(i, j)
    授業科目 j の単位数 n(j)
    n_SUM = n_SUM + n(j)
    GP_SUM(i) = GP_SUM(i) + GP(i, j) × n(j)
  end for
  GPA(i) = GP_SUM(i) / n_SUM,  GP_SUM(i) = 0,  n_SUM = 0
end for

for j ∈ すべての授業科目 |i ∈ H_ele do
   標準偏差 SD_C(j) を算出
  if SD(j) > α then
    評価手法やカリキュラムに問題がある可能性あり
  end if
end for

for i ∈ H_ele do
   標準偏差 SD(i) を算出
  if SD(i) > β then
    浅い学習の可能性あり
  end if
end for
```

参考文献

(1) 豊川和治: “データアナリティックスを用いる大学教育支援環境の検討”, 教育システム情報学会研究報告, 第 30 巻, 第 1 号, pp.3–6 (2015)

表 2　GP の換算表

成績評価点	GP
100–90	4
89–80	3
79–70	2
69–60	1
59–0	3

ファシリテータの協働のための多国間 CSCL 支援システムのデザインと開発

Design and Development of Global CSCL Support System for Facilitators' Collaboration

合田　美子[*1], 山田　政寛[*2], 石毛　弓[*3], 半田　純子[*4], 金子 晃介[*2]
Yoshiko GODA[*1], Masanori YAMADA[*2], Yumi ISHIGE[*3], Junko HANDA[*4], Kosuke KANEKO[*2]
[*1] 熊本大学教授システム学研究センター
[*1]Research Center for Instructional Systems, Kumamoto University
[*2] 九州大学
[*2] Kyushu University
[*3] 大手前大学現代社会学部
[*3]Faculty of Modern Social Studies, Otemae University
[*4] 明治大学サービス創新研究所
[*4]Institute for Service Innovation Studies of Meiji University
Email: ygoda@kumamoto-u.ac.jp

あらまし：本研究では，複数のファシリテータの協働を促進するための多国間 CSCL 支援システムのデザインと開発について報告する．本システムでは高等教育におけるグローバル人材育成のために真性で学習プロセスを重視した，ICT を活用した多国間協調学習を支援することを目指している．多国からの複数のファシリテータの協働と業務の負荷を，授業準備段階と学生のディスカッションへのフィードバックと教育的介入段階で軽減し，ファシリテーションの効果を向上することを主眼にデザインし開発した．
キーワード：多国間 CSCL，ファシリテーション，ファシリテータ，グローバルラーニング

1. はじめに

我が国において，高等教育における国際的な人材育成の必要性が高まっている．語学力・コミュニケーション能力，主体性・積極性や協調性・柔軟性などの前向きな態度，異文化理解と日本人としてのアイデンティティがグローバル人材としての 3 要素として挙げられている(1)．グローバル人材育成のためには，知識レベルを測るだけではなく，真正な活動に参加することを 通じた，学習プロセスを重視した学習形態が必要である(2)．例えば，大学在籍中から国際プロジェクトに参加し，積極的な態度や異文化理解を深めていく必要がある．

そこで授業の一環として多国間の共同授業，プロジェクトやコンピュータ支援協調学習(CSCL)の導入が有効な方法と考えられる．しかし，327 名の学生の ICT 活用グローバルラーニングに関する調査では，オンラインで海外の学生と交流したことがある学生は2名のみであった(3)．多国間CSCLの実施を困難にする要因の 1 つにファシリテーションに関する問題が挙げられる．これは教員の役割変化に関係し，通常の対面授業でのプロジェクト型学習に関しても大きな課題となっている(4)．多国間 CSCL を実施する場合，学生の外国語運用能力の不足だけでなく，コミュニケーションスタイルの違いや意見調整の難しさが問題とされ(5)，語学以外においてもファシリテーションが必要である．

ファシリテーション技法はファシリテーションの実施前， 実施中，実施後のプロセスによって方略が整理され提案されてきた(6)(7)が，多くの場合は対面で行われる授業や研修を想定している．

多国間 CSCL では，ファシリテーションに各国の文化や多様性を考慮する必要がある．また，教育機関で多国間 CSCL を行う際には各国でコーディネートする教員がおり複数の教員がファシリテーションを協働しながら行うことになる．これまで CSCL を支援するシステムが開発されてきたが，多くは教員 1 名(または数名の TA を含む)と複数の学習者が使用することを想定されたものであり，多国からの複数のファシリテータが協働することは考慮されていない．

多国間における協調学習を促進するために，著者らはこれまで複数のファシリテータの役割とプロセスを整理し，効率的に協働し効果的な教育介入を行うためのモデルを探求の共同体(8)をベースに整理してきた(9)．これまでの研究を統合し，複数のファシリテータの協働を支援する多国間 CSCL 支援システムをデザインし開発したので，ここに報告する．なお開発については，2 段階での開発を計画しており，本報告では第 1 段階の開発について紹介する．

2. システムのデザイン概要

本システム(Global Collaborative Learning Support System: GLoCL)では，主に，ファシリテータの協働に関する機能と学生の自主的な協調学習に関する機能をデザインし実装した．本システムは一般に広く普及することを目指し Moodle のモジュールとして開発した．本報告では，ファシリテータの協働に焦

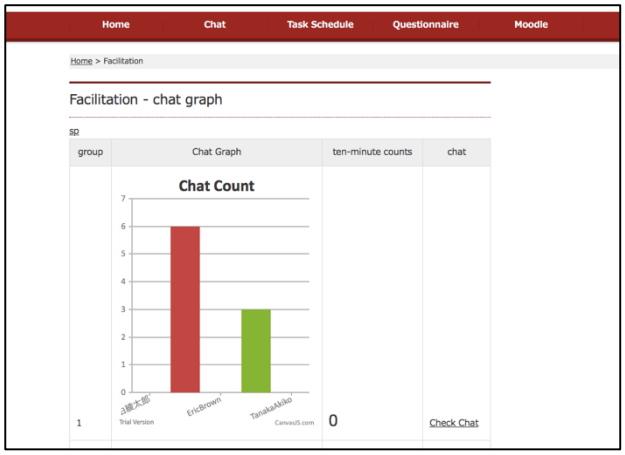


図 1 グループ毎の個人の発言数

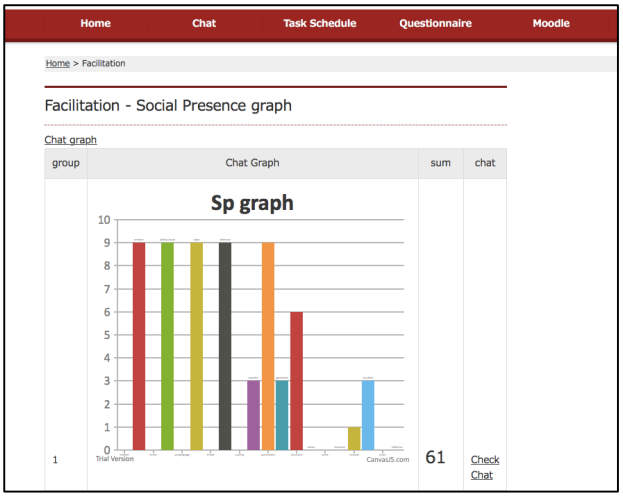


図 2 グループ毎の社会的存在感に関する発言数

点化し，関連する機能を紹介する．ファシリテータ用の機能として，主に(1) Questionnaire Manager, (2) Group Manager, (3) Log, (4)Facilitation, (5) Project Design が挙げられる．

(1)では，グループ分けに使うための質問紙を管理することができる．これは，(2)にも関連するが，例えば，社会的スキルによってグルーピングを行いたいなどのケースで利用が可能である．(2)効率的で効果的な協調学習を実施する上で，活発に発言が促されるようなグルーピングを，(1)の結果をもとに自動的に行ったり，手動で行ったりできる．(3)学生の学習プロセスを確認するためにも学生の学習行動，質問紙への回答，スケジュールの調整などをログとしてダウンロードすることができる．これにより，学生の学習プロセスを容易にモニターすることが可能である．(4)では，グループ毎に構成メンバの発言数をグラフ化し(図 1)，発言数が極端に少ない，または多い学生を把握することができる．また，探求の共同体モデル[8]を適用し，グループ毎の学生のディスカッションにおける社会的存在感と認知的存在感について，学生の発言内容から各項目を数値化し可視化し表示する(図 2)．これにより．これらの存在感について明らかに他のグループと違う傾向を示し，ファシリテーションが必要なグループを即座に把握することができる．また，ディスカッションの認知的存在感の各項目の出現頻度から，ファシリテーションの必要なグループのチャットへ移動し，フィードバックを作成する際に，ファシリテーションにおける定型文[9]をすぐに活用できるよう工夫した．(5)多国からの複数のファシリテータが協働してプロジェクトベーストラーニング(PBL)の授業設計を行い易いようにフォーマットを作成し，google spreadsheet を援用して，個人の情報の共有と共通の PBL のデザインを協働して行える環境を整えた．

3. 今後の展開

システムの形成的評価およびパイロット調査をふまえ，第 2 期の開発のためのデザインを行ったところである．第 2 期では，学生の協調学習の活性化にフォーカスし，異文化コミュニケーション，多国間のスケジューリングを支援する機能を実装する予定である．また，ファシリテータ間で起こりそうな問題を想定し，ファシリテーションガイドラインおよびアクションプランを表示する機能を追加する予定である．

謝辞

本研究は科研費（26284079）の助成を受けたものである．

参考文献

(1) グローバル人材育成推進会議: グローバル人材育成戦略（グローバル人材育成推進会議 審議まとめ）. (http://www.kantei.go.jp/jp/singi/global/1206011matome.pdf) (2012)
(2) Scardamalia, M.: Knowledge building environments: Extending the limits of the possible in education and knowledge work. In A. DiStefano, K. E. Rudestam, & R. Silverman (Eds.), Encyclopedia of distributed learning (pp. 269-272). Thousand Oaks, CA: Sage Publications. (2003)
(3) Goda,Y., Yamada,M., Ishige, Y. and Handa, J.: Survey on Japanese University Students' Learning Experiences with ICT and Open Sources for International Collaboration, Proceedings of ICCE 2014, pp.827-829. (2014)
(4) Marx et al, 1997 Marx, R. W., Blumenfeld, P.C., Krajcik, J. S., and Soloway, E. Enacting project-based science: Challenges for practice and policy. Elementary School Journal, 97, pp.341-358. (1997)
(5) 小林登志生, デービッド・キャンノン, 山地弘起, 永岡慶三: "2 .3 日米協調学習実験スタンフォード大学との共同研究 (2001) ", Report on multimedia education 50, pp.24-31, (2004-03)
(6) Schwarz R. The secretes of facilitation. San Francisco: Jossey-Bass; 2002.
(7) Wilkinson M. The secrets of facilitation. San Francisco: Jossey-Bass; 2004.
(8) Garrison, D.R. and Arbaugh, J.B.: Researching the community of Inquiry Framework: Review, Issues, and Future Directions. The Internet and Higher Education, 10(3), pp.157-172. (2007)
(9) 石毛弓, 合田美子, 山田政寛, 半田純子.: "CSCL のファシリテーションにおける定型メッセージの作成", 大手前大学 CELL 教育論集, 6, pp.1-10. (2016).

社会的ネットワークの親密度と社会的スキルとの関連

The Relationships between Intimacy in Social Network and Social Skills

河野 稔[*1]
Minoru KAWANO[*1]
[*1] 兵庫大学健康科学部
[*1]Faculty of Healthy Science, Hyogo University
Email: kawano@hyogo-dai.ac.jp

あらまし：情報モラルなどに関する教育への活用を目指し，円滑に維持できる人間関係の規模をあらわすダンバー数をもとに，社会的ネットワークにおける親密度を測定するための調査を開発した．本稿では，調査項目を再検討するとともに，社会的スキルやソーシャルメディアの交流状況との関連を分析した．その結果，社会的スキルの高い者はより規模の大きい信頼感のある関係を構築していることが示された．
キーワード：情報モラル教育，社会的ネットワーク，社会的スキル，ソーシャルメディア

1. はじめに

ソーシャルメディアでは多くの相手との交流が行われている．しかし，その規模は対面による人間関係よりも規模が大きく，見ず知らずの人物ともつながることなどが問題視されている．

人間関係の規模について，類人猿の大脳新皮質の脳全体に占める割合と群れの平均的な個体数との関係から，人が円滑な人間関係を維持できる規模は約150 人との仮説を Dunbar は提唱し，「ダンバー数」と名付けた(1)．また，人の社会的ネットワークの親密度は 5 人，15 人，50 人，150 人と約 3 倍ずつの同心円状になっているとも指摘している．

本研究では，ダンバー数のような社会的ネットワークにおける親密度を社会性の発達の指標として捉えることが，情報モラルや情報コミュニケーションに関する系統的な教育に有用ではないかと考え，高校生や大学生への調査を実施し，社会的ネットワークの親密度に関する尺度を開発した(2)．そこで本稿では，これまでの社会的ネットワークにおける親密度の尺度を再検討し，ほかの社会性の指標として社会的スキル（対人関係を円滑に運ぶための技能）との関連を検討した．さらに，ソーシャルメディアにおける交流との関連性についても報告する．

2. 方法

2.1 調査時期および方法

2017 年 5 月に，授業時間を利用して質問紙調査を実施した．調査は無記名で，インターネット上で Google ドライブによる回答フォームを利用した．

2.2 調査対象者

調査対象者は，関西圏の A 大学 1〜4 年生であった．回答者は 126 名（男性 35 名，女性 91 名）で，平均年齢は 18.55 歳（SD= .74）あった．

2.3 調査項目

社会的ネットワークにおける親密度（27 項目）

実生活の多様な場面における人づきあいに関係する人数を尋ねる 20 項目で構成された尺度を再検討し，「あなたが，あだ名や呼び捨てで呼ぶ人の数は？」などの項目を追加して，27 項目を用意した．「あてはまる人数を選択欄の中から一つだけ選んでください」と教示した．なお，質問における「人」は，芸能人のように一方的に知っているだけで会話をしたことがない人物は含めないよう指示した．

選択肢は，人の社会的ネットワークが約 3 倍ずつ大きくなることに着目し，数学的な整合性をもたせるため，10 の平方根（約 3.16）を社会的ネットワークの親密度の倍率とした．各親密度における人数の概数を 1.5 人，4.7 人，15 人，47 人，150 人，474 人などとして，10 の 4 乗根（約 1.78）を用いて各概数を中心とする範囲を選択肢とした．「0 人（0 点）」，「1〜2 人（1 点）」から「844〜2667 人（7 点）」，「2668 人〜（8 点）」の 9 件法で回答を求めた．

社会的スキル（18 項目）

対人関係を円滑に運ぶために役立つスキルである社会的スキルについて，KiSS-18(3)を用いた．「いつもそうでない（1 点）」から「いつもそうだ（5 点）」の 5 件法で回答を求めた．

ソーシャルメディアにおける交流（9 項目）

LINE，Twitter，Facebook の各ソーシャルメディアに関して，対面で会ったことがない人も含めて「友人」として登録している人数を，社会的ネットワークの親密度と同じ 9 件の選択肢に「使っていない」を加えた 10 件法で回答を求めた．

また，各ソーシャルメディアについて，使用する頻度，ソーシャルメディア上での人のつながりの重要度をそれぞれ 5 段階で評定させた．

3. 結果と考察

3.1 社会的ネットワークにおける親密度の再構成

社会的ネットワークの親密度に関する 27 項目について，因子分析（重み付け最小二乗法，プロマックス回転）を行った．固有値の推移および解釈可能

性から 2 因子を仮定し，負荷量が .40 に満たない項目を除外して，最終的に 2 因子 22 項目が得られた．因子分析の結果を表 1 に示す．

第 1 因子は，個人的に嬉しいことや悲しいことの告白や金品の貸し借りについての 14 項目で構成されていることから,「信頼感のある関係」と命名した．第 2 因子は，名前や顔がわかる程度の広く浅い付き合いについての 8 項目で構成されており,「気兼ねのない関係」と命名した．なお，Mann-Whitney の U 検定の結果，2 因子とも男性の親密度が女性より高かった（$p < .01$）

3.2 社会的スキルとの関係

社会的スキルの全 18 項目を合算した尺度得点の平均値（55.19 点）以上の者を上位群（67 名），平均値未満の者を下位群（59 名）に分類し，社会的ネットワークの親密度の各因子との関連を分析した．Mann-Whitney の U 検定の結果，上位群での「信頼感のある関係」因子の親密度が有意に高いことがわかった（$p < .05$）．また，Pearson の相関係数を求めたが有意な相関はみられなかった．つまり，社会的スキルが高い者については信頼感のある人間関係の規模がより大きい傾向にあることが示唆された．

3.3 ソーシャルメディアにおける交流との関係

Pearson の相関係数を算出したところ，2 因子とも LINE とは中程度または弱い正の相関が認められた（$p < .01$）が，Twitter では「気兼ねない関係」との弱い正の相関のみ示された（$p < .05$）．したがって，社会的ネットワークの親密度は LINE での他者とのつながりと関連があることが示された．

4. まとめ

今後は，小学生や中高生にも調査を実施して各発達段階における親密度の質的・量的な発達について検討するとともに，集団形成に関わる社会性の尺度との関連性を明らかにしたい．

参考文献

(1) Dunbar R.: “”How Many Friends Does One Person Need?”, Faber and Faber （2010）
(2) 河野稔,村田育也，阿濱茂樹,長谷川元洋: “社会的ネットワーク親密度の尺度構成の試み”, 教育システム情報学会 2016 年度第 6 回研究会研究報告，pp. 159-166（2017）
(3) 菊池章夫: “思いやりを科学する”, 川島書店，東京（1988）

表 1 社会的ネットワークにおける親密度に対する因子分析の結果（プロマックス回転後）

項目	F1	F2	M	SD	概数
第 1 因子：信頼感のある関係（α = .940 ）					
今年一番にうれしいことがあったときに，そのことをあなたに伝えてくれる人の数は？	**.973**	-.186	2.39	1.19	7.42
失敗をしたとき（テストで悪い成績をとったときなど），それをあなたに打ち明けてくれる人の数は？	**.876**	-.010	2.33	1.17	6.96
あなたに迷惑をかけてはいけないと思ってくれる人の数は？	**.874**	-.141	2.14	1.19	5.59
ほかの人から借りた授業のノートをなくした人がいます．そのことをあなたに打ち明けてくれる人の数は？	**.848**	.004	2.13	1.09	5.54
今年一番にうれしいことがあったときに，そのことを伝えたいと思う人の数は？	**.843**	-.190	2.33	1.26	6.96
あなたが失敗したときに，あなたをかばってくれると思う人の数は？	**.775**	.054	2.20	1.22	5.96
ほかの人から借りた授業のノートをなくてしまいました．そのことを打ち明けられる人の数は？	**.694**	-.031	2.07	1.10	5.15
失敗をしたとき（テストで悪い成績をとったときなど），それを打ち明けることができる人の数は？	**.638**	.043	2.25	1.26	6.30
将来の夢をあなたに打ち明けてくれる人の数は？	**.624**	.181	2.38	1.14	7.35
ジュースを買おうと思いますが，財布を忘れました．その場に一緒にいたら，お金を貸してと頼める人の数は？	**.615**	.224	2.24	1.20	6.24
あなたがハンカチを忘れたときに，ハンカチを貸してくれる人の数は？	**.595**	.218	2.52	1.31	8.67
自分の将来の夢を相談できる人の数は？	**.593**	.069	2.33	1.25	6.96
あなたは，好きな人ができて，どうしたらよいか悩んでいます．そのことを，相談できる人の数は？	**.568**	.065	1.89	0.85	4.17
好きな人ができて，どうしたらよいか悩んでいる人がいます．そのことを，あなたに相談してくれる人の数は？	**.568**	.233	2.16	0.93	5.69
第 2 因子：気兼ねのない関係（α = .918 ）					
相手の顔を見たら，名前（愛称なども可）がわかる人の数は？	-.273	**.900**	4.00	1.31	47.43
顔を見たら，今までに会ったことがあるとわかる人の数は？	-.155	**.881**	4.55	1.40	89.10
あなたの顔を見たら，名前（愛称なども可）を思い出してくれる人の数は？	.073	**.763**	3.59	1.32	29.49
あなたを，あだ名や呼び捨てで呼んでくる人の数は？	.052	**.737**	3.56	1.24	28.44
会ったとき，どのような話し方をすればよいかがすぐにわかる人の数は？	.087	**.717**	3.59	1.35	29.49
あなたが，あだ名や呼び捨てで呼ぶ人の数は？	.049	**.706**	3.60	1.20	29.77
偶然，ある人を見かけました．その人はまだあなたに気付いていません．そのとき，あなたから声をかける人の数は？	.202	**.632**	2.79	1.13	11.83
偶然，ある人があなたを見かけました．あなたはまだその人に気付いていません．そのとき，あなたに声をかけてくれる人の数は？	.277	**.619**	2.90	1.03	13.32
因子間相関		.652			

意図共有スキルの向上を指向した思考整理支援システム

Support System for Organizing Thoughts to Cultivate Intention Sharing Skills

森 夏実，林 佑樹，瀬田 和久
Natsumi MORI, Yuki HAYASHI, Kazuhisa SETA
大阪府立大学大学院 人間社会システム科学研究科
Graduate School of Humanities and Sustainable System Sciences, Osaka Prefecture University
Email: mori@ksm.kis.osakafu-u.ac.jp

あらまし：有意義な創造的議論を達成するために，話し手は発言意図を正しく認識し，それを聞き手と適切に共有するスキルが重要である．本研究では，このスキルを高める機会として学術研究ミーティングに着目した．本稿では，議論へのレディネスを高める活動として自己内対話が重要であると考えている．これを支援するために，ドメインの構造を捉えた問いを組み入れて開発した思考整理支援システムについて説明する．
キーワード：意図共有スキル，研究ミーティング，問いの構造化，思考整理支援システム

1. はじめに

対人コミュニケーションでは，話し手の発言内容そのものに留まらず，非言語情報や聞き手の既有知識に基づいた補完，推論による暗黙情報のやり取りがなされる．その中でも，話し手の意図の聞き手による理解は，発言内容の解釈，意味づけを与えるため，円滑なコミュニケーションを支える重要な要素となる．話し手自身が発言意図を正しく認識し，それを明示的に共有するスキル(意図共有スキル)は，単なる事実伝達だけでなく，自分の考えを他者と共有することが必要な議論の場において特に求められる．このスキルが十分に備わっていない場合，話し手の考えが誤解されて議論が紛糾する，あるいは本来議論すべき内容まで辿り着かず，参加者からの創造的な意見が得られないといったことが生じる可能性がある．

本研究では，創造的議論への発展が期待される高次なコミュニケーションの場としての学術研究ミーティング（以下，研究 MT）を，意図共有スキルを高める合理的な場と捉える．研究 MT で自身の意図を正しく共有するためには，議論前の思考を整理し，議論へのレディネスを高めることが重要であると考える．本稿では，議論での意図共有の達成を目掛けた自己内対話活動に着目し，自己内対話を活性化させる「問い」をベースとして開発した思考整理支援システムの機能と初期運用について述べる．

2. アプローチ

研究 MT を機会とした意図共有スキルの学習モデルを概説する[1]．提案モデルは意図共有スキルの段階的な向上を狙いとしており，議論で意図を共有すべき内容について，予め研究 MT 前に深掘りする①思考の整理活動を実施し，これを踏まえて②MT 資料を作成する．そして③議論に望み，④議論内容を踏まえた質の高い振り返りを次に活かすという，4 つのフェーズから構成されるサイクル活動である．

2.1 意図共有スキル向上のための思考整理活動

議論へのレディネスを高める活動として，思考の整理フェーズ（①）では，学習者自身の研究課題における暗黙的な思考プロセスを自己内対話を通して言語化し，それを論理的に整理する活動を求める．

思考を整理する表現方法として，ミントのピラミッド原則[2](PP)に着目する．PP は考えの構造を階層的に整理し，考えの背後にある意図（なぜそう考えるのか，いかに考えを導いたのかなど）を明確化することに役立つ構造化原則である．構造化指針や演習書はある一方で，自身の思考文脈（研究内容）にその知識を適応することは，研究初学者にとって容易でない．そこで，学習者の思考文脈に沿った「問い」を刺激として与えることで，思考整理活動での意図の言語化を促すことを目的とする．

2.2 意図の言語化を促す「問い」

PP を用いた思考整理において，自己内対話で問いとその回答を繰り返すことによる思考の深掘りを促すために「問い」を用意する．問いの有用性を検証するために実施した初期実験では，問いが学習者の自己内対話活動を活性化させ，さらに意図共有スキルの向上に寄与することを確認している[1]．

学習者の思考文脈を汲み取り，考えるべき問いを適応的に呈示するためには，アドホックな形で列挙するのではなく，研究領域の一般性あるいは固有性を踏まえた形で体系的に問いが構造化されていることが望ましい．問い間の関係性をシステムが把握できることにより，学習者が言語化した思考について，思考意図の深掘りを促す有用な問いを動的に選別して呈示できると考えた．これを実現するため，本研究ではオントロジー工学的手法に従い，問いの関係性を構造化している．

3. 思考整理支援システム

意図共有スキルの向上に向け，研究活動の実文脈で用いる思考整理支援システムを開発した(図 1 左)．

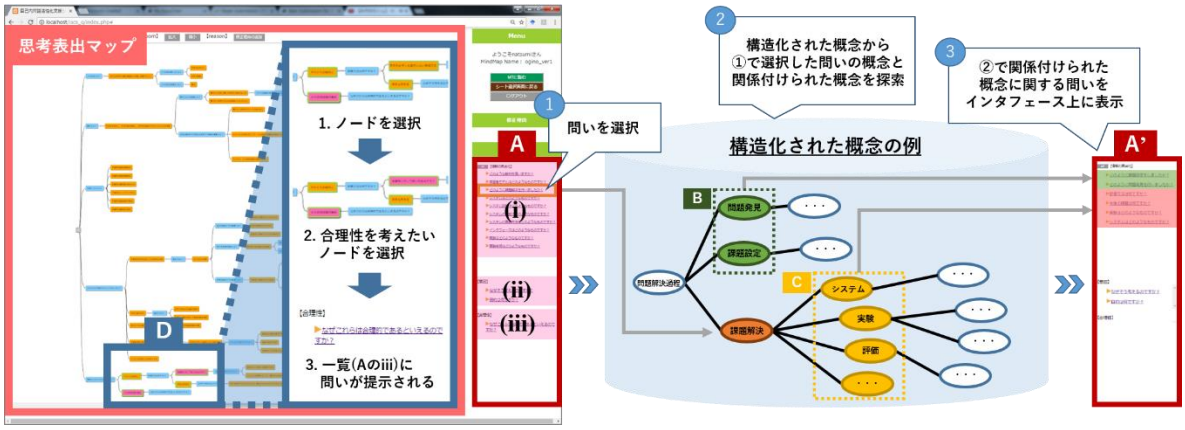


図 1　思考整理支援システム

3.1 思考整理支援システムの機能

本システムでは，ミントのピラミッド原則[2]を参考に，問い（青色ノード）とその回答（橙色ノード）を連鎖構造で表現し，思考プロセスを段階的に言語化していく表現形式を採っている．問い一覧エリアには，構造化された問いが表示される（図 1A）．

学習者は，図 1(i)に表示された問いから自身の思考文脈に合致するものを選択することで，思考表出マップに追加できる．それぞれの問いは，概念のインスタンスとしての関係を持っている（図 1 右）．選択した問いの概念と兄弟関係（図 1B），あるいは親子関係（図 1C）にある概念のインスタンス（問い）に絞って呈示することで，研究構造の深い理解を促す（図 1A'）．

図 1(ii)のエリアでは,「なぜそう考えるのか？」「目的は何か？」の 2 つの問いが常に呈示されている．これらは，思考を整理する上で常に意識する必要がある問いとして設定している．

問い間の関係を批判的に吟味させ，その合理性を考えさせる問いを呈示する．合理性を考えるべき問い間の関係は予め規定されている（例.「実験目的」⇔「実験仮説」⇔「実験手順」）．思考表出マップ上に問いとその回答が言語化されている状況において，いずれかの回答ノードのクリックを起点に，合理性を考えるべき回答ノードが緑枠で呈示され，学習者の思考を問い間の合理的な関係を吟味することへと誘導する（図 1D）．ここで，学習者がどのノードに対して合理性を考えるか選択することで，当該選択ノードがピンク色でハイライトされ,「なぜこれらは合理的であると考えるのか？」という問いが表示される（図 1(iii)）．

3.2 初期運用

本研究が支援対象としている意図共有スキルは，長期的な鍛錬の積み重ねが必要なスキルであり，即時的な実験によりその効果を測ることは難しい．本システムが研究活動の枠組みの中で耐えうるものか，また，学習者の意図共有スキルが今後の長期的なシステム運用を通してどのように成長していくのかを追従調査するための第一歩として，研究室内のサーバに思考整理支援システムを組込み，2017 年 4 月から運用している．

運用開始段階ではあるものの，システムが働きかける問いに基づき，以下の初期結果を得ている．

- **問いの呈示効果**：呈示された問いが刺激となり，学習者独自の問いが思考表出マップ上に追加されており，構造化された問いに基づく問いの自己内対話を助長する効果が示されている．
- **思考整理活動の学習効果**：システム利用を通して新たに学んだ内容を調査した結果，「思考を表出するプロセスを通して，自分の思考を論理的かつ正確に言語化することは容易ではないことを再確認できた」,「具体例が書きづらいところがあり，十分考え切れていないことを再認識した」等のコメントが得られた．意図共有を指向した思考の深掘り活動を意識的に行うことにより，普段の研究活動で潜在的であった認識が顕在化される可能性が示唆された．
- **システムの可用性**：ユーザビリティに関する改善要望は何件か挙げられたものの，研究 MT を機会として，本システムは全ての学習者に継続的に実践利用されており，研究活動の枠組みの中で本システムが学習者の活動に介在できるという感触を得た．

4.　まとめと今後の課題

研究 MT を機会とした意図共有スキルの向上を目的として，自己内対話活性化のための問いを組み込んだ思考整理支援システムを開発した．今後，継続的にシステム運用を続け，学習者の意図共有スキルの成長過程を詳細に分析する予定である．

参考文献

(1) 森, 林, 瀬田: “創造的議論へのレディネスを高める問いの構造化”, 電子情報通信学会　教育工学研究会（ET）, 信学技報, Vol.116, No.314, pp.11-16 (2016)
(2) Minto, B.: “The pyramid principle: logic in writing and thinking”, Pearson Education, (2009).

数学的表現変換と能動的操作の誤り可視化機能を有する学習支援システムの評価

Evaluation of a Learning Support System for Visualization Function of Active Operation Error-Awareness using Conversion Function of Mathematics Expressions

黒川 魁[*1], 東本 崇仁[*2]
Kai KUROKAWA[*1], Takahito TOMOTO[*2]
[*1] 東京工芸大学院 工学研究科
[*1] Graduate School of Tokyo Polytechnic University of Institute of Engineering
[*2] 東京工芸大学
[*2]Tokyo Polytechnic University
Email: m1765003@st.t-kougei.ac.jp

あらまし：数学学習において，公式や参考書等の例示通りの解答手続きを機械的暗記に頼った学習を行った学習者は，自身の解答の理由等を表記することが難しい．そこで，数学の問題中の記号的表現と図形的表現の関係性を明確にして，学習者に分かりやすい表現解釈を身に着け数学理解向上を目的としたシステムを開発した．本稿では．その効果検証を実験により行ったので結果と考察を報告する．
キーワード：誤りからの学習，誤り可視化，学習支援システム，数学表現

1. はじめに

学習者が取り組む数学科目は国際比較調査(PISA, TIMSS)により，見えてきた課題として，概念的理解を要する記述形式の出題で，判断の理由などを自分の言葉や図式で説明する課題の正答率が低いことや，このようなタイプの出題では，全く考えを書かない割合(無回答率)が高い[1]．これらの原因に，目先のテストや課題遂行のために原理を考えず機械的暗記に頼ってしまう学習(ごまかし学習[2])にあると著者は考える．公式暗記や簡略的な計算の暗記を行うことで効率化を図るのは当然だが，後からその原理を学習せずに，他の問題とどう関係するのか，どのように応用していくのかがわからないということになる．結果，教科書通りの言葉でしか汎用ができず，問われ方の違う問題に対しては全く対応できない．

この解決策として，各々の問題で学習者に問われていることが，他の問題とどう違うのか同じなのかを学習者のわかりやすい表現で理解する必要がある．

そこで本稿は，学習者数学における理解の向上を目的とし，数学における記号的表現と図形的表現間の関係性を明らかにする記号文から図形への変換と図の操作を可能とするシステムを提案した．

2. 表現の変換

本研究は，数学問題理解向上のために記号的表現，図形的表現[3]に着目する．数学の問い毎に記号文の表し方が違うため，問題間の接点や，その記号文と図示化したものとの関係性が図りづらい．その解決方法として本稿では，表現の変換を用いる．

2.1 記号的表現から図形的表現への変換

記号的表現から図形的表現に変換する際は，自然言語(生活の中で使用しているような言葉)で入力された内容をシステムで診断し，図形的表現に変換することは極めて難しいため，本研究では，記号的表現の文で用意された短文の解答テンプレートを用いた解答形式を採用した．

2.2 変換図の操作

2.1 節の変換を行った後，変換して生成された図は解答途中までの文から規定される制約の範囲で操作可能とする．例で，学習者が「点 P をとる」と入力しただけでは点 P は XY 平面上を操作可能とする．これに対して，「AP=BP なので」の文を追加した後は，点 P は A と B から等距離な区間のみ操作可能となる．図を操作可能とすることで，自分の想定する図と解答間の差を意識し操作しながら自発的にその制約を体験・確認することが可能となる．

3. 提案システム概要

本稿で提案するシステムは，学習者が能動的に記述・描画した記号文と図形の相互変換を行い，図の操作を通し学習者に自身の解答でおきている図への影響や誤りを観察，体験させることで，数学の理解向上をねらう．システム画面を図 1 に示す

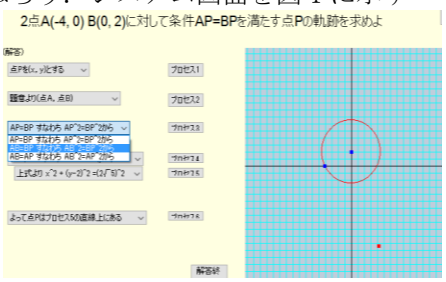


図 1 システム画面

4.　評価実験

本研究で開発したシステムが学習者の数学理解向上にどれだけ貢献できるかの評価をするための実験を行った.

4.1 目的

本システムが用意した解答文テンプレートを基に生成した図形的表現の妥当性・有効性を検証した評価実験について報告する．今回の実験対象は数学Ⅱを履修もしくは学習したことのある人に限る.

4.2 方法

数学Ⅱを一度でも学習したことのある理系大学生18人を被験者とした．被験者には，システムを使用する前に，実験手順を説明し，練習問題を使用し，被験者とともにシステムの操作方法を確認した.

実験の手順は，実験の流れを説明後に，システムを一度も触れていない状態で，事前テスト（10 分）に解答してもらった．その後，前半のシステムによる学習活動（30 分）を行ってもらい，事後テスト 1（10 分）に回答してもらった．続いて，後半のシステムによる学習活動 (30 分)，事後テスト 2 (10 分) に回答してもらった．実験終了後に 6 件法(6 : とても思う, 5 : 思う, 4 : やや思う, 3 : あまり思わない, 2 : 思わない, 1 : まったく思わない)でアンケートに答えてもらった.

4.3 結果

被験者 18 人にシステムの使用前後で行ったテストとアンケート一部の結果を表 1，表 2 に示す.

表 1 より，変換機能無しのシステムを利用したときよりも大きくその平均正答数を上げていることから，本システムで扱った記号表現から図形表現への変換手法の有効性が示唆された.

表 2 より，システムが学習に有効であったかの評価で，(1)表現の変換について高い評価を得られた．(2)，(3)のように変換を行うことで数学理解向上に繋がるかについてやその方法についても高評価を得られた．実験を通して数学表現についての重要性を感じることができたかという(5)に関しても評価を得られ，本手法による数学理解向上について効果があるということが示唆された.

表 1　テスト平均正答数

平均正答数		グループ A	グループ B
事前テスト	大問 1	2.0	2.1
	大問 2	2.6	3.0
	大問 3	0	0
	合計	4.6.	5.1
システム学習 1		表現変換機能無し	表現変換機能有り
	大問 1	2.4	3.4
事後テスト 1	大問 2	2.8	3.3
	大問 3	0.1	0.1
	合計	5.3	6.9
システム学習 2		表現変換機能有り	表現変換機能無し
事後テスト 2	大問 1	2.9	3.6
	大問 2	3.7	3.7
	大問 3	0.6	0
	合計	7.1	7.6

表 2　アンケート内容と評価(一部)

1) 表現の変換は数学理解につながるか	4.7
2) 文から図形への変換能力は理解に重要か	5.8
3) 図の提示や操作が学習理解に繋がるか	5.2
4) システムを用いた数学学習は有効か	5.2
5) 数学記号と図形表現の重要性を感じたか	5.3

5.　おわりに

本稿は，数学の問題における問題文や解法に該当する記号的表現と，それが意味する図形的表現の関係性の理解を促進する手法と，記号的表現を単に図に変換するだけでは，その記号的表現の制約を十分に理解できるとは限らないと考え，図を制約の範囲で操作可能にする機能を提案した.

効果検証のため，本研究で開発したシステムが学習者の数学理解向上にどれだけ貢献できるかの評価をするための実験を行った．そして実験後アンケートにより，システムが行う記号表現から図形表現への変換や図の操作の妥当性，数学理解の有効性が示唆された.

今後は，実験評価を基に，必要な機能や手法をさらに検討し，この表現変換による学習がより学習者に数学理解向上を促せるよう機能の充足，問題解答がより試行錯誤しやすいよう機能修正を行う.

■　謝辞

本研究の一部は科研費・基盤研究(C)(15K00492) 基盤研究(B)(K15H02931)　基盤研究(B)(K26280127)の助成による.

参考文献

(1) 藤村宣之: “知識の獲得・利用とメタ認知，三宮真智子 (編)メタ認知-学習力を支える高次認知機能”，京都，北大路書房，京都，(2008)
(2) 藤澤伸介: “ごまかし勉強-学力低下の助長するシステム”，新曜社，(2002)
(3) 中原忠男: “算数・数学における構成的アプローチの研究”，聖文社，(1995)

卓球ゲームリアルタイム記録・分析アプリの試用による ゲーム分析と今後の課題

Trial Match Analysis and Future Issues in Recording and Analysis Application for Table Tennis

岡崎 泰久[*1]，筒井 隆文[*1]
Yasuhisa OKAZAKI[*1],Takafumi TSUTSUI[*1]
[*1] 佐賀大学大学院工学系研究科
[*1]Graduate School of Science and Engineering, Saga University
Email: okaz@cc.saga-u.ac.jp

あらまし：本研究では，我々が研究開発を行っている卓球ゲーム記録・分析アプリを試用してその機能評価を行うとともに，今後の改良点を考察する．本アプリは，HTML5 ハイブリットアプリとして開発されている．利用者が，サービス権と得失点の情報を入力することにより，得点推移，サービス・レシーブごとの得失点率をゲーム分析データとして提示する．フリック入力に対応した実際の得点板を模したシンプルな画面により，試合中に容易にリアルタイムでの記録を実現している．実際の試合データによる分析を行い，本アプリの機能評価を行うとともに，今後，本アプリをアドバイスに活用するために必要となる機能の追加について考察する．
キーワード：卓球，ゲーム分析，スポーツパフォーマンス分析，HTML5，ハイブリットアプリ

1. はじめに

近年，スポーツ競技のパフォーマンス分析に ICT の利活用が進んでいる．卓球競技においても，玉城らによって卓球のパフォーマンス分析ソフトウエアが開発されている [(1)]．このシステムは，トップ選手の詳細分析用のシステムで，試合内容の詳細な分析機能を備えている一方，情報入力にやや手間がかかり，誰もが容易に利用できるとは言えない．

我々は，スマートフォンに代表される携帯デバイスの普及に着目し，誰でも手軽に入力を行い，卓球の試合の記録と分析を行うことができることを目指して，卓球ゲームリアルタイム記録・分析アプリケーション（以下本アプリ）の研究開発を行っている [(2)]．

本研究では，これまでに開発した本アプリを用いて実際の試合のデータ分析を行い，入力や分析に関する機能評価を行うとともに，実際に卓球競技のゲーム間のアドバイスや試合後の反省に活用できることを目指して，今後の機能拡張に向けた考察を行う．

2. アプリの概要

本アプリは，アシアル株式会社の提供するアプリ開発プラットフォーム Monaca を用いて，HTML5 ハイブリットアプリとして開発されている．画面の開発に jQuery Mobile，分析結果の表示に Chart.js を用いている．

本アプリは，大会・選手情報記録機能，試合情報記録機能，ゲーム分析機能の三つの機能を持つ．

まず，試合前に大会・選手情報記録画面で，記録を行う大会の名称と日付，対戦する選手名・所属の入力を行う．その後試合情報記録に移行し，第 1 ゲーム開始時のサービスを設定する．その後のサービス権は，ルールに従い自動的に設定され記録される．図 1 に試合情報記録画面の例を示す．ユーザは，実際のスコアボードをめくるように，フリック入力でスコアを更新していく．これにより，自動的にスコア情報が記録されていく．本アプリで記録される情報は，現在のところ，各ゲームごとに，すべてのラリーにおける，サーバー・レシーバーとそのラリーの得点者・失点者，および，ゲームの取得状況である．

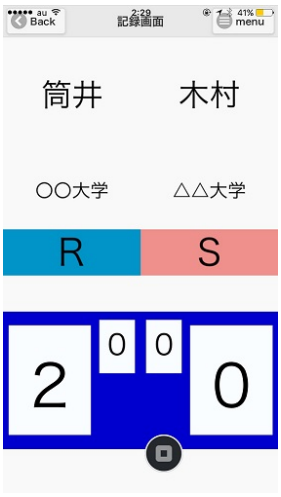


図 1 試合情報記録画面の例

3. 試合の分析例

分析例として 2012 年のロンドンオリンピック卓球競技･男子シングルスにおける試合を取り上げる．これは，文献(1)で分析例が示されている試合である．試合形式は 11 点 7 ゲームマッチで，ゲームカウント

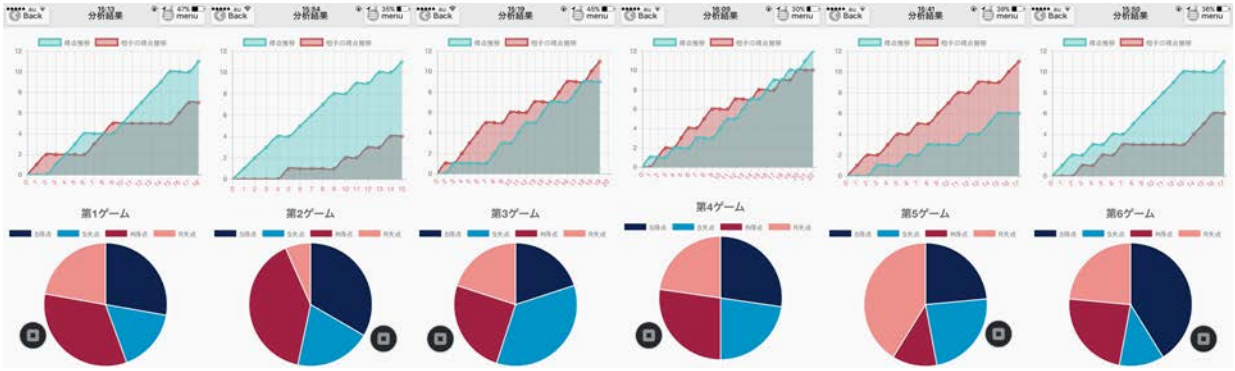


図 2 得点推移（ランニングスコア）と得失点率グラフ

4-2 で終了している．勝利した選手（選手 1）を分析対象とした得点推移と得失点グラフを図 2 に示す．得点推移グラフより，第 2，5，6 ゲームは一方的であり，第 1 ゲームは中盤で選手 1 が逆転して突き放し，また第 3，4 ゲームは終盤までもつれていることがわかる．サービス／レシーブ時の得失点率を見てみると，一方的だった第 2 ゲームと第 5，6 ゲームの違いがよくわかる．前者では，選手 1 のレシーブ得点率が極めて高く，レシーブがうまくいったことがわかる一方，第 5 ゲームでは，選手 1 のレシーブ失点率が高く、逆に第 6 ゲームではサービス得点率が高く，この 2 ゲームはお互いのサービスが有効であったことがわかる．

4.　考察

玉城らの卓球パフォーマンス分析システムは，詳細な技術評価を行う詳細分析とは別に，短時間で分析を行う簡易分析機能を実装しいている [1]．記録される情報のうち，ゲームスコア，ポイントスコア，得点選手，失点選手，サービス選手，レシーブ選手は，本アプリと同じである．大きな違いは，打球回数である．玉城らのシステムでは，ラリー中に打球に合わせてボタンのクリックによる入力を行う．これにより，ラリーの平均ストローク数のデータを得ることができる一方，卓球のラリーは高速であり，打球のタイミングに合わせてすべてのストロークを入力することは必ずしも容易ではない．

本アプリでは，ストロークの情報は扱わない代わりに，実際の試合の審判と同様，ラリー終了時に得点版をめくることと同様の操作により，容易な入力を実装している．この方式が，初めて使用する人でも容易に入力可能であることが実験によって確かめられており，シンプルかつ慣れている操作に基づいたインタフェースは有用であると考えている [2]．

一方で，実際の試合中におけるアドバイスや試合後の反省に利用することを考えた場合，現在の得点推移やサービス／レシーブ時の得失点率だけの情報では，十分とは言えない．玉城らは，撮影したビデオ映像を見ながら，詳細なデータを入力していくことにより，実用的な精度で技術的詳細データを記録可能としている．さらにそのコスト軽減のためにビジョン技術による映像分析の自動化を試みている [1]．

我々が対象としているのは，トップ選手ではなく一般の選手であり，そこに求められるデータの種類や精度は異なると考えられる．どのような技術でポイントが決まったかという得失点の具体的内容，打球コースと得失点の関係，ミスの種類など多様な情報が候補としてあげられるが，多様な情報すべてをリアルタイムに詳細に記録していくことは難しい．シンプルなインタフェースにより，誰でも容易にリアルタイム入力可能であることを保ちながら，一般選手が，ゲーム間のアドバイスや，試合後の反省に必要とする情報を提供できるように機能拡張を行うために，アンケート調査などを通じて，扱うデータを精選する必要がある．

5.　まとめと今後の課題

本研究では，開発した卓球ゲームリアルタイム記録･分析アプリを用いて実際に試合の分析を行った．その結果，シンプルな入力によりデータ入力が可能であり，ゲームの流れを視覚的に理解する得点推移と，サービス／レシーブの有効性を判断する得失点率グラフが，リアルタイムに提示できることを確認した．

今後の課題として，一般の選手が実際の試合中におけるアドバイスや試合後の反省に利用することを目指し，必要なデータを精選し，シンプルなインタフェースでの入力と，直感的でわかりやすい出力を実装していくことが挙げられる．

参考文献

(1) 玉城将，斎藤英雄，吉田和人，山田耕司，尾崎宏樹: “卓球のパフォーマンス分析とビジョン技術”,ビジョン技術の実利用ワークショップ ViEW2012,OS3-O4 (2012)

(2) 筒井隆文，田中久治，岡崎泰久: “HTML5 を用いた卓球ゲームリアルタイム記録・分析アプリの開発”，教育システム情報学会 2016 年度学生研究発表会，pp.231-232 (2017)

オープンラーニングによる登山者の学び支援方法の検討

Systematization and Acquisition Support of Practical Knowledge Collected with Videos

嶌田 聡
Satoshi SHIMADA
日本大学工学部
College of Engineering, Nihon University
Email: shimadas@ee.ce.nihon-u.ac.jp

あらまし:本稿では山岳会に所属していない未組織登山者の学びを支援する方法を提案する。提案方法は、まず、登山行動記録と関連付けたヒヤリハット体験をデータベース化する。次に、ヒヤリハット体験に対してリスクの回避や低減について振り返り、対策レポートを作成する。最後に、対策方法を登山現場で検証し、その結果を対策レポートに反映させる。提案方法のコンセプトを実現したサイトを構築し、提案方法の妥当性を確認した結果を報告する。
キーワード：技能伝承，e ラーニング，オープンエデュケーション，登山技術

1. はじめに

近年、登山が一般的なレジャーやスポーツになってきているが、山岳事故や遭難が多発しており、社会的にも大きな問題となっている。警察庁による山岳遭難のまとめによると、最近の傾向は初心者向けの登山コースでの道迷い、滑落や転倒などによる事故が増えていることが特徴である[1]。登山の継続的な発展のためには、入門者や初心者向けの登山者育成環境を構築することが極めて重要である。

最近は、山岳会に所属していない未組織登山者が増加していて、ネットや書籍等を用いた自己学習で登山について学んでいる人が多い[2]。本稿ではこのような登山者を支援するための学習方法を提案する。

2. 登山者育成の要件

様々な志向に対応した山岳会が数多く存在しているが、山岳会に所属しない登山者が多いことや登山経験者の高齢化が進んでいるという現状がある。従って、学習環境の観点からは、要件１：各登山者が自分のペースで行える自己学習をベースにする必要があることと、要件２：入門者から初級の大多数の学習者がいるのに対し、指導できる専門家が少ない状況で現実的に対応できる方法が求められる。

登山は、競技スポーツと異なり、共通の目的やルールがなく、個人の志向や主義に基づいて正しいと思われる方法を選択することが求められる。登山は自分でコントロールできない自然のなかでの活動なので想定外のことが起こり得ることを前提に対応できる知識、技能、状況判断などを学ぶ必要がある。また、資格取得などのように一定の期間に成果を出さなければならない制約はない。従って、学習内容の観点からは、要件３：正解が定まらない問題を解決する実践知や経験知が伝承できること、要件４：学びのモチベーションを継続的に誘導させることが必要である。

3. 学習支援の考え方

最近では高速なネットワークや情報処理システムを活用したオープンラーニングが盛んである。大学の講義映像を無料で配信するオープンコースウエアの活動はその代表的な例である。専門家からの情報発信だけでは限界があることから多くの人に偏在する知識を集約し、それらを学習素材として活用することも有効である。Q&A サイトやウィキペディアなど、参加者による協働活動で集合知として集約された知識を用いて学習を行うソーシャルラーニングも普及している。そこで、要件１と２に対してはこのようなオープンラーニングの適用で解決する。

著者らが行った登山者の学びに関する調査[2]によると、登山の計画や直前での準備を行うときに他人の登山報告記事の閲覧が習慣になっていること、リスクに関する意識が高く遭難事故報告書も閲覧していること、登山の基本的な知識の獲得は書籍やネットでの自己学習で行えていることを確認している。このような背景を考慮して、要件４に対しては、登山活動の記録と関連付けた遭難・ヒヤリハット体験を収集し、それらを教材に用いることとする。要件３については PBL のような課題解決型の学びを支援する方法を適用する。ただし、要件１があるので、基本的には自己学習とし、疎な関係の登山者間の相互作用で学習を支援する。

4. 提案方法

学習支援の考え方に基づいて、図１に示す４つのステップで登山者の育成を実現する。step1:登山報告記事と関連付けて、その山で実際に発生した遭難・ヒヤリハット体験をデータベース化する。step2:ヒヤリハット体験を教材としてリスクの回避や低減について振り返る課題解決型の学習を行う。そのアウトプットとしてヒヤリハット対策レポートを作成する。step3:自分が作成した対策の検証を目的に自己学習としての現場検証や上級者や専門家からの実技指導

を実施して対策レポートに反映させる。step4:ヒヤリハット体験と対策レポートのセットと登山報告記事を関連付けて提示し、登山報告記事を起点にヒヤリハット体験やその対策方法にアクセスできるようにする。

対策レポートは、ヒヤリハットが発生した要因分析と、対策についてまとめる。レポート作成を支援するために 3×４分析表を導入する。これは登山活動の工程を計画時／出発直前／行動中に分割し、リスクマネジメント対象をヒューマンファクター（登山者の知識、技術、経験、体調など）／装備／登山コース／山の状況（気象、崩壊、積雪など）の４つに分割した 3×４の表である。この表を提示し、要因分析や対策を検討する観点を明示する。

5.　実験

提案方法の step1 から step3 を実現したサイトを構築し、以下の実験を行う。

5.1 方法

(1) ヒヤリハット体験データベースの構築

登山コミュニティサイトの会員に Web アンケートを依頼し、ヒヤリハット体験を収集する。体験の様子が第三者にも伝わるように具体的にエピソードを記載するように依頼した（それ以外は特に指定しなかった）。同時に対策レポートの作成も依頼した。収集したヒヤリハット体験と体験した本人が作成した対策レポートを合わせて実験サイトに登録する。

(2)対策レポート作成による学び

登山者 4 人に対して、step2 の対策レポート作成による自己学習と、step3 の実技講習による現場検証を実施する。

5.2 結果

(1) ヒヤリハット体験データベース

ヒヤリハット体験の収集については 2 週間の間に 200 文字以上で記載された体験が 202 件投稿された。そのなかで、登山活動やヒヤリハットの状況が把握でき、役に立つ内容であると山岳ガイドが判定したのは 178 件である。178 件のヒヤリハットの平均文字数は 424 であった。要因分析で 3×４分析表の各項目に記載された件数を表 1 に示す。工程では計画時と行動中が、管理対象ではヒューマンファクターが多く、すべての項目について 10%以上の体験で記載されていた。対策が記載されている体験は 142 件で、それらの平均文字数は 86 であった。上記の通り、回答に対する報酬がなくても登山者の主体的な行動により、ヒヤリハット体験やその要因分析と対策がコンパクトに要約された有効な情報を収集できることが分かった。

（2）ヒヤリハット体験記事による学習

登山者 4 人による step2 の自己学習で合計 12 件の対策レポートが投稿された。自己学習における 3×４分析法の効果を調査した結果、他人が記載したヒヤリハットや、要因分析と対策を把握しやすくなること、自分が要因分析や対策を検討するときに考えやすくなることが分かった。また、ヒヤリハット体験は学習者と同じ目線での体験が描写されているので取り組みやすく、他人の要因分析や対策を閲覧することで発想が拡大し、登山について学ぶことができたという意見を確認できた。

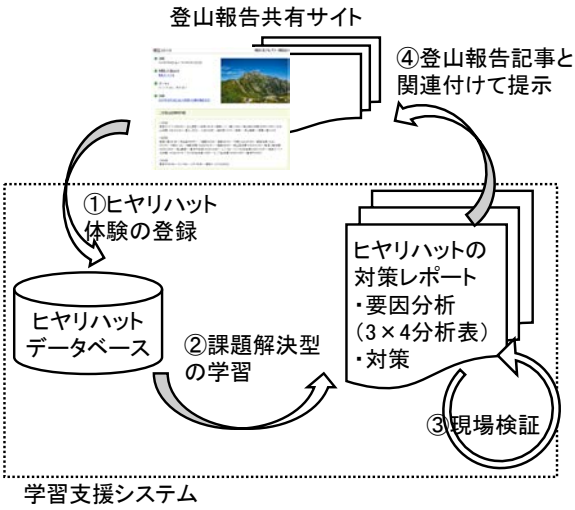


図1　提案システム

表１　３×４分析表の各項目が記載された件数

工程	ヒューマンファクター	装備	登山コース	山の状況
計画時	85(48%)	60(31%)	56(31%)	31(17%)
出発直前	39(22%)	26(15%)	17(10%)	26(15%)
行動中	97(54%)	40(22%)	42(24%)	37(21%)

step3 の実技講習では、事後に参加者に調査し、以下を確認した。step2 で要因分析や対策を考えたことでテーマが明確になり、問題意識をもって講習に参加でき、講習を通じて、他人のヒヤリハット体験に対する要因や対策を現実的な解決方法として掘り下げて思考できた。その結果、実技講習の前に作成したレポートの「対策」が深まることや事前に気づかなかった新しい発見があった。

6.　まとめ

登山報告記事と関連付けた遭難・ヒヤリハット体験を教材として登山者を育成する方法を提案した。要因分析や対策の振り返りの共有において 3×４分析表が効果的であることを確認した。今後は、提案方法の全工程を実現したシステム開発と、その運用を検討する。本研究は JSPS 科研費 17K00496 の助成を受けたものである。

参考文献

(1)警察庁生活安全局地域課：平成２７年中における山岳遭難の概要、2016 年 6 月.
(2)ヤマケイオンライン：みんなの登山白書 - 登山技術の学びと山岳遭難に関するアンケート調査、http://www.yamakei-online.com/research/hiyari_0.php

求人情報の検索履歴に基づく大学生の就職活動の可視化

Visualization on the Job Hunting of a University Student from Search Logs of Help Wanted Information

石川 貴彦
Takahiko ISHIKAWA
名寄市立大学保健福祉学部
Faculty of Health and Welfare Science, Nayoro City University
Email: ishikawata@nayoro.ac.jp

あらまし：大学生の適切な就職支援の方法を検討するための資料を得るため、本研究では、求人検索システムに蓄積された履歴と、対象とした就活生からの聞き取り調査との照合によって時系列プロットを作成し、就活生の動きや就活中に起きた困難さを読み取ることを試みた。
キーワード：キャリア教育，就職活動，検索履歴，求人検索システム、時系列プロット

1. はじめに

中教審が 2011 年に「今後の学校におけるキャリア教育・職業教育の在り方について（答申）」[(1)]を示して以来、キャリア教育の更なる充実が求められた。各大学は、アクティブラーニングに代表される新たな学習方法の試みや就職支援組織の整備を進め、現在では、どの大学でもキャリア教育は一般的な取組になった。しかしながら、キャリア教育がどんなに充実しても、最終的には学生自身が納得できる就職先や進路をみつけることが第一である。教育の工夫によって専門的な知識・技能や問題解決力を育成したところで、学生本人が望む仕事内容や勤務希望地、待遇などといったあらゆる条件のクリアと、さらに求人先の募集のタイミングの一致という両方を満たさなければ、キャリア教育で育成した能力は十分に発揮されないだろうと筆者は考える。

大学におけるキャリア教育や就職支援の工夫を述べた、教育者側の研究や事例が様々紹介されているのに対し、就活中の行動等を明らかにしたような就活生側の研究は多くない。そのなかでも吉田ら[(2)]は、進路志望の変化や決定時期等について、大学３年生対象のアンケートから調査し、また、高橋・松井[(3)]は就活に対する不安や大学が提供したキャリア教育の有益性、就職先への価値基準等について、卒業生対象に調査を行った。このような就活前や就活後の実態調査が手段の１つとなっているが、さらに新たな手段で就活の状況を捉えることが可能ならば、就活生側の研究のバラエティが増し、それは適切なキャリア教育や就職支援の方法を検討するための判断材料が増加していくと予想する。

そこで本研究では、新たな調査手段として Web 上の求人検索システムに蓄積された閲覧履歴に注目した。履歴からアクセスログやクリックして閲覧した職種等を取得し、さらに就活生からの聞き取り調査を組み合わせて、時系列プロットを作成した。このプロットを用いて就活生の行動を時系列で表し、就活開始から決定までの動きや、そこで生じる就活の困難さを読み取ることを目的とした。

2. 検索履歴の取得と可視化

2.1 求人検索システムでの履歴の記録

筆者が独自に開発したシステムを用い、本学就職支援室の職員が大学に届いた求人票を随時入力し学生に公開する（**図１**）。学生は、ログイン後に所属学科、勤務地（北海道内・道外・すべて）、職種を検索条件として与え、条件に一致した求人先が一覧表示される。この一覧にそれぞれ付帯する詳細表示をクリックすることで、職務内容や雇用形態、試験情報等を閲覧できる。履歴の取得ポイントは、ログインと詳細表示のボタンの２箇所に設け、就活生がボタンをクリックする毎にユーザ ID や時間、職種をデータベースに記録する。なお、求人検索システムは自身が所有するスマホからアクセスできる。

2.2 対象となる就活生

管理栄養士かつ札幌近郊での就職を希望する大学４年生１名を対象とした。本人はハローワークや民間の就職サイトにも登録したが、検索は求人検索システムのみと述べた。また、履歴を取得していたことは就活中に本人には知らせず、就職決定後に筆者から告知し、履歴使用と聞き取り調査の承諾を得た。

調査では各検索履歴について、受験を考えている求人先（A）、職種が該当し取りあえず見た求人先（B）、

図１ 求人検索システムの一覧表示画面

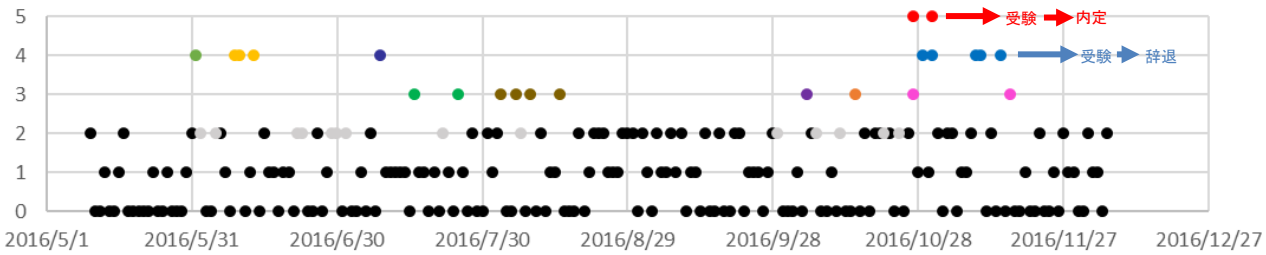


図２　閲覧履歴と聞き取り調査から作成した時系列プロット
（※　同色は同一の求人先、②の黒は B、灰色は C の分類を表す）

所在地や知人の就職先など就活以外の興味で見た求人先（C）、クリックミス等の誤操作で開いた求人先（D）の４つを定め、本人に分類させた。さらに、A のうち実際に受験した求人先および結果を聞いた。

2.3 時系列プロットの作成

初回ログインの５月から就職決定の 12 月までの期間において、1 日毎にどの段階かをプロットして、就活生の行動を時系列で表した。そして、就活を以下の段階に分け、プロットの位置を定義した。

第５段階（⑤）：就職決定の段階
第４段階（④）：受験の段階（説明会参加も含む）
第３段階（③）：求人先候補の選定の段階
第２段階（②）：求人検索の段階
第１段階（①）：ログインの段階
第０段階（⓪）：ログインせず

⓪→①はログイン履歴から判定し、①→②は詳細表示の閲覧履歴と分類 B、C の該当で判定した。そして、②→③は分類 A に該当するかどうか、③→④、④→⑤は聞き取り調査によって分別した。なお、１日に複数回ログインし、履歴に A と B が混在した場合は、A の該当を優先し③にプロットした。

3.　時系列プロットからの分析

図２より、ログイン開始の５月は、⓪にプロットが連続しており、積極的に検索していない様子を表している。６月は①②が増えたが候補が少ないため、②でも C が多かった。そして初めて④に達し、**表１**の網掛けで示した委託会社と病院の説明会に参加した。７月では⓪①に連続箇所があり、求人なしを見込んでログインしなかったか、ログインしても候補がなかったことを表している。８月は⓪と②が多く、夏休み中は行動をあまり起こさず、徐々に増え始めた B から候補を見定めていた時期であった。９月と 10 月は臨地実習や卒論のため⓪が連続したが、②③は一定に分布している。11 月前半は②以上に達した日が増え、候補を掛け持ちで受験し、後半は掛け持ちのどちらかに決定することを見込んで⓪が増えた。結果として、候補の１つである病院が 11 月末に内定し、もう１つの候補であった保育園は 12 月に途中辞退したことで就活が終了した。

表１　A・B に該当した月毎の求人数と受験状況

	福祉	委託	病院	保育園	計
５月	3	2	0	0	5
６月	1	3	2	0	6
７月	1	1	1	1	4
８月	7	0	1	1	9
９月	1	2	1	1	5
10 月	3	0	3	4	10
11 月	1	1	2	0	4
12 月	0	0	1	0	1

※　該当月に１つでも④に達した場合に網掛けした

このように、時系列プロットで活動を表し、さらにプロットを示し再度本人から詳細を確認したことで、就活開始が決して遅かった訳ではないことや、求人種や数が、募集時期に依存することも明らかにできた。今後の就職支援では、個別面談に加えプロットを活用できれば、就活生の希望と、動き・募集時期等を双方考慮した指導が期待される。

4.　まとめ

本研究では、閲覧履歴を活用して就活生の行動を可視化し、さらに詳細を聞き取ることで、開始から決定までの動きや、栄養士職特有の就活の困難さを読み取ることができた。就活前半は、４年生なので就活しなければという自覚を持って検索したが、候補はあまりないという現実だった。しかし、後半の秋頃には希望の求人が来て受験し、就職が決定した得た結果となり、時系列プロットは約７か月間の動きを直に表現した手段になったと結論づける。

今後の課題としては、様々な就活生の事例の分析からプロットをパターン化し、就活のモデルを確立するとともに、実際の就職支援の場面で利用できるような体制を整えていきたいと考える。

参考文献

(1) 中央教育審議会: “今後の学校におけるキャリア教育・職業教育の在り方について（答申）”, http://www.mext.go.jp/b_menu/shingi/chukyo/chukyo0/toushin/1301877.htm, 参照日 2017.1.13,（2011）
(2) 吉田文, 牧野智和, 河野志穂, 内野恵子, 前田崇, 堀谷有史, 御手洗明佳:”「就活」に翻弄される大学生―進路意識の形成過程に着目して”, 日本教育社会学会大会発表要旨集録, Vol.62, 282-287（2010）
(3) 高橋桂子, 松井賢二:”大学における就職支援の在り方に関する考察―大学の就職支援に対する学生の評価”, キャリア教育研究, Vol.24, No.2, 21-27（2006）

ライフスタイルと学習スタイルで自分の学びを点検する

Checking Own Learning by Life Style and Learning Style

鈴木 克明[*1]
Katsuaki Suzuki[*1]
[*1] 熊本大学教授システム学研究センター
[*1] Research Center for Instructional Systems
Email: ksuzuki@kumamoto-u.ac.jp

美馬 のゆり[*2]
Noyuri Mima[*2]
[*2] 公立はこだて未来大学
[*2]Future University Hakodate
Email: noyuri@fun.ac.jp

あらまし：大学生や新入社員を主たる読者層に想定し、自分の学びにインストラクショナルデザインの研究成果を活用する基礎を教えるためのテキスト『学習設計マニュアル』を準備している。本稿では、自分の学びを点検する一環として設定した第 2 章「自分の学習スタイルを把握する」の内容を紹介する。ライフスタイルとしては、アドラー心理学の能動・受動と対人・課題の 2 次元 4 種類を紹介した。学習スタイルは VAKT の分類枠とコルブの経験学習理論を紹介し、後者を拡充していく必要性を指摘した。
キーワード：学習スキル，高等教育，企業内教育，インストラクショナルデザイン

1. はじめに

インストラクショナルデザイン（以下、ID）は教育の効果・効率・魅力を高めるための知見を提案している領域で、半世紀の間に数多くのモデルや理論が提案されてきた(1)。学習目標の明確化と一致した評価方法や、それを支援するための教育活動の構成方法等の ID の基礎を教えるためのテキストをシリーズ化し、刊行してきた。独学支援のための印刷教材の設計開発を扱った『教材設計マニュアル』(2)、初等中等教育の授業設計を扱った『授業設計マニュアル』(3)、社会人向けの組織における教育研修を扱った『研修設計マニュアル』(4)に続く第 4 弾として大学生や新入社員を主たる読者層に想定し、自分の学びに ID の研究成果を活用する基礎を教えるためのテキスト『学習設計マニュアル』を準備している。

大学教育への転換を図る入学生向け科目として、スタディスキルの育成や自己主導学習者への変容を促す試みは各地で試みられている。一方で、新入社員教育の段階でも学習者が受け身であり主体性に欠けていることが問題視され続けている。ID は教育提供者側の設計プロセスを支援するために応用され、例えば大学教員向け FD セミナー等でも紹介されてきた。教育の質改善を行うことは重要であるが、最終的には、自律的主体的な学び手を育てるためには、学び手自身に ID の素養を持たせることが不可欠になる。そこで、ID の成果を転用して学習スキル育成に資する手立てにできないかと発想したのが、このテキストである。

本稿では、自分の学びを点検する一環として設定した第 2 章「自分の学習スタイルを把握する」の内容を紹介する。

2. 第 2 章の概要

第 2 章「自分の学習スタイルを把握する」は、表 1 のように構成されている。章の位置づけ図に続いて、章の冒頭に以下の 3 つの学習目標を掲げている。

第 2 章の学習目標

1．ライフスタイルの違いについて、能動・受動と対人・課題の 2 次元に整理し、それぞれ例を挙げて説明できる
2．学習スタイルの違いについて、VAKT などの分類枠を活用して、自分の傾向と学習への活かし方について例を挙げて説明できる
3．学習スタイルを拡張する方法について、コルブの学習スタイルの 4 タイプと 3 段階を使って、これまでの経験を振り返り、今後の計画を立案できる．

表 1：第 2 章の章構成

章の位置づけ図
学習目標
「自分の学びと向き合う：最初に考えてみよう！」
1．ライフスタイルを 4 つに分けてみよう
1.1　10 歳までにライフスタイルは決まる：2 つの軸で整理する
1.2　ライフスタイルを 4 つに分けて考える:アドラー心理学の分類
2．学習スタイルを調べてみよう
2.1　学習スタイルの VAKT モデル
3．学習スタイルを拡充・成長させる
3.1　コルブの経験学習理論と学習スタイル
3.2　学習スタイルを広げることが学び方を学ぶこと
「考えてみよう！」
事例
学ぶ側―佐藤さんの場合：
教える側―高橋君の場合：
練習
フィードバック
参考文献

注：暫定使用版であり、出版時には異なる可能性がある

学習目標の直後には、これまでの経験を振り返って章の内容を学習する方向づけを行う「自分の学びと向き合う：最初に考えてみよう！」があり、本文に続く。本文の後には、読んで考えたことの省察を促す「考えてみよう！」があり、学ぶ側と教える側で何を考えたかを示す事例に続いて練習問題と解説（フィードバック）が配置されている。各章の構成はこれまでのシリーズで採用してきたものを踏襲し、全章共通となっている。

3. ライフスタイル：アドラー心理学

学習スタイルへの導入的な位置づけで、第 2 章ではアドラー心理学の能動・受動と対人・課題の 2 次元 4 種類を紹介した（図１）[5]。ライフスタイルは 10 歳までに決まっているとする説を紹介し、自己のライフスタイルはどの側面が強いかを認識してもらう。それと同時に、自分とは異なることを重視するライフスタイルも存在することに気づかせ、対人関係の基礎を得てもらうのがねらいである。

4. 学習スタイル：VAKT からコルブへ

学習スタイルについては様々な分類があり、これまでもいくつかが紹介されてきた[6]。本章では、まず、どのような学び方を好むかによって、視覚型（V）・聴覚型（A）・運動感覚型（K）・触覚型（T）に学習者をタイプ化する VAKT 分類[7]を取り上げた。それぞれのタイプの学習者にはどのような学習へのヒントがあるかを紹介し、学習スタイルを知ることで自分なりの学び方の糸口になることを述べた。

次に、コルブの経験学習モデルに基づく学習スタイルについて紹介した。コルブは、学習とは知識を受動的に覚えることではなく、自分の経験から独自の考え方を紡ぎだすこと、つまり「経験を変換することで知識を創りだすプロセス」であると捉え、①具体的な経験をし、②その内容を振り返って内省することで、③そこから得られた教訓を抽象的な仮説や概念に落とし込み、④それを新たな状況に適用するという 4 つのステップにモデル化した。学習サイクルとして紹介され、大きな影響を与えてきた [8]。

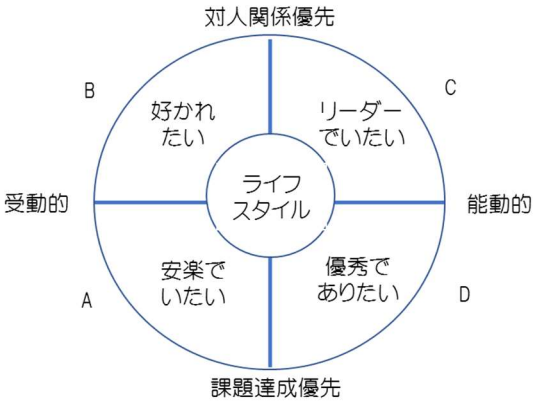


図１：４つのライフスタイル[5]

他方で、コルブの経験学習モデルの 4 つのステップは、学習スタイルを見極める枠組みにもなっている[9]。図２に示すように、発散型・同化型・収束型・適応型のどのタイプを得意とするかで学習スタイルが定まり、これまでに蓄積してきた学習経験や仕事として求められることの種類により、現在の得意・不得意が決まっているとする。さらに、この枠組みの不得意領域を身につけていくことで学習スタイルを拡充していくことこそが学びのプロセスであるとする段階説もあり[9]、学習スタイルから学び手としての成長を展望する課題に結びつけることにも活用した。

謝辞

本研究は JSPS 科研費 15H02932 の助成を受けている。

参考文献

(1) 市川尚・根本淳子（編著）（2016）『インストラクショナルデザインの道具箱 101』北大路書房
(2) 鈴木克明（2002）『教材設計マニュアル』北大路書房
(3) 稲垣忠・鈴木克明（編著）（2014）『授業設計マニュアル ver.2』北大路書房
(4) 鈴木克明（2015）『研修設計マニュアル』北大路書房
(5) 向後千春（2015）『アドラー“実践"講義 幸せに生きる』技術評論社
(6) 鈴木克明・根本淳子（2011.9）「米国の大学で用いている学習スキルの教科書に見られる工夫：多様性と個性伸長に関する章を中心に」日本教育工学会第 27 回全国大会（首都大学東京）発表論文集 849-850
(7) タンブリン・ウォード、植野真臣ほか訳（2009）『大学生のための学習マニュアル』培風館
(8) 松尾睦（2006）『経験からの学習―プロフェッショナル への成長プロセス』同文舘出版
(9) 青木久美子（2005）学習スタイルの概念と理論―欧米の研究から学ぶ. メディア教育研究:2(1), 197－212

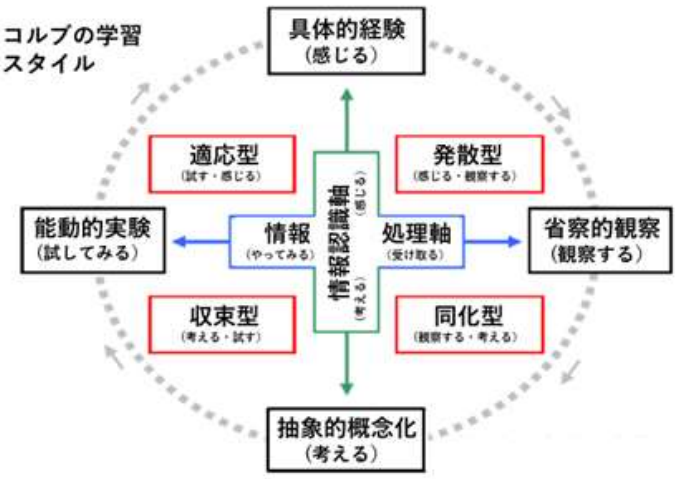


図２：コルブの経験学習サイクルと学習スタイル

注：http://www.businessballs.com/kolblearningstyles.htm を筆者らが和訳した。

学生チューターのアンケート分析に基づくヒント集の作成

Creating tips based on questionnaire analysis of student tutors

渡邊 浩之[*1*2], 鈴木 克明[*1], 戸田 真志 [*1], 合田 美子[*1]
Hiroyuki WATANABE[*1*2], Katsuaki SUZUKI [*1], Masashi TODA[*1], Yoshiko GODA [*1]
[*1] 熊本大学大学院教授システム学専攻
[*1]Graduate School of Instructional Systems, Kumamoto University
[*2] 西南学院大学
[*2]Seinan Gakuin University
Email: hwatanabe@st.gsis.kumamoto-u.ac.jp

あらまし:本研究では,学生チューターが,自分のチュータリング活動を振り返るためのアンケートから,後輩チューターのために役立つと思われる内容を抽出し,後輩チューターのためのヒント集の作成を試みる．まず，自由記述である回答データについて，計量テキスト分析をするために KHCoder を使用した．出現回数の上位 54 回以上の頻出語 21 語をリストアップし，それらが含まれるテキストデータについて，ひとつひとつ内容分析をおこなう．
キーワード：学生チューター，チュータリング，ティップス，ヒント集，内容分析，計量テキスト分析

1. はじめに

本研究では，現在高等教育機関で欠かすことのできない学習支援者を補完する学生チューター（以下「チューター」という.）の人材育成に焦点をあてるものとする.

研究全体の主題は,「チューターの質の保証をおこなうためのツールの作成と評価」である．ここでの質の保証とは，学習者が，どのチューターからでも同様の指導を受けられるということ，すなわち，チューターによる差がないということである.

筆者らは，これまでに育成ツールとしてチュータリングガイドラインを開発し,一定の効果を得た[(1)]．さらにガイドラインに記述されている事項を事前練習するためにオンラインチュータートレーニングを開発した[(2)]．これらは，現在も改訂を続けている.

チューターは,主に学部生と大学院生が担当する．前者は，2 年生から 4 年生まで勤務しても 3 年間が最長であり，やっと慣れてきた頃に不在となる．このように大学では，会社での人材育成とは異なり，制度上，継続性に欠けるシステムとなっている．つまり，せっかく培った技能や知識を継承できないという問題が生じる.

そこで，この問題を改善するためのツールとして学生チューターのためのヒント集（ティップス）を作成することにする.

2. 先行研究

まず，ティップスは，全学的なスタディティップスとして，名古屋大学をはじめ岡山大学，長崎大学等で作成している．これらは，主に学生（新入生）を対象にしており，いずれも平易な文章で親しみやすく作成されている．他方，チューターに関しての知識の継承は，はこだて未来大学のように集中研修の中で，培ったノウハウを後輩に残す（卒業チューター）というセッションがおこなわれている事例もあるが，日本においては，スタディティップスほどは，まとめられていない.

そこで，本研究では，チューターアンケートのデータに基づいて，チューターが困ったときに役立つヒント集を作成し，実践で活用して，その効果を明らかにすることを目的とする．コンセプトは,「チューター側からの視点によるヒント集」である.

3. 研究方法

3.1 研究対象者

対象とするのは，私立 A 大学法学部のチュータリングプログラムである．同プログラムは，2004 年度から実施されているが，当時は，学習支援センター等の組織がなかったため，学部が独自に立ち上げて運営してきた．内容は,「基礎演習等の補助」「導入科目，専門科目の学習会」「課題の添削」と大きく 3 つのカテゴリーに分かれている.

①「基礎演習等の補助」は，新入生が受講する基礎演習や演習に参加し，教員の指導のもと，ゼミやディベートの補助をおこなう.

②「導入科目，専門科目の学習会」は，授業の復習をおこなう.

③「課題の添削」は，授業での課題を 1 対 1 の添削の形でおこなう．②③の運営方法は，各チューターに任せられており，人数に応じて 1 対 1 またはグループ学習をおこなう場合が多い．このように一口でチュータリングといっても多様な形態がある．前述のガイドラインは，どの形態でも汎用的に使えるものとなっているため，これらのどの形態でも使用可能である.

さて，チューターの内訳だが，2017 年度前期の実績は，2 年生から 4 年生までの学部生が 59 名，法科大学院生が 1 名の計 60 名である. なお, 同学部では，チューターを「SA」と呼称しているが，ここでは，「チューター」と呼称する.

表１　自由記述データの頻出語（54 回以上）

番号	抽出語	出現回数
1	思う	295
2	勉強	235
3	自分	161
4	質問	157
5	授業	122
6	研修	118
7	内容	115
8	説明	101
9	教える	92
10	考える	91
11	添削	91
12	学習	82
13	理解	82
14	分かる	75
15	ゼミ	60
16	感じる	60
17	人	57
18	受講	56
19	法律	56
20	行う	54
21	時間	54

3.2 研究の方法

研究の方法は，まず，テキスト型（文章型）データを統計的に分析するためのソフトウェアである KHCoder を用いて頻出語を抽出し，テキストデータに戻って，質的研究で用いられている代表的な分析である内容分析（content analysis）をおこなう．これは,「テキストのある特定の属性を客観的，体系的に同定し，推論をおこなうための方法」[(3)] である．

3.3 データ収集

対象としたデータは，2013 年度後期から 2016 年度後期まで約 4 年間に渡り，チュータリングセッション終了時に Moodle で実施したものである．延べ 141 人から回答を得ており, 回収率は, 62.7%である．

アンケートは，自己評価シートと質問に自由記述する方式である，特に後者は，①「一番重点をおいたこと」，②「何をどう改善したか」，③「学習者が成長したと思うこと」，④「研修や教材について」，⑤「自分で工夫したこと」，⑥「困ったことをどうやって解決したか」，⑦「何を学んだのか」，⑧「運営において良いアイディアがあるか」，⑨「スタッフの手助けを受けた内容」の 9 項目である．

3.4 データ分析

本研究のデータ分析は，次のとおりである．アンケートの自由回答は，当初 1,000 件であったが,「すらすら回答できる様になった」「特にありません」等のヒント集に関係ない項目も含まれていたのでこれらを削除したところ，898 件となった．

次に頻出語を抽出した．これは，頻出語が，キーワードになっている可能性が高いからである．抽出には前述の KHCoder を用いたところ, 総抽出語数は 32,513（使用語数 12,451）であった．この場合の頻出語数の設定だが，北村ら [(4)] は，頻出語を上位 20 語として分析をおこなっている．そこで，本研究もこれにならって抽出した. その結果が, 表 1 である．ただし，No.20「行う」と No.21「時間」の出現回数が 54 回と同数のため 21 語となった．（表１）

さらに頻出語のテキストデータに戻って内容を分析する．例えば，No.21「時間」のテキストデータは「時間を必ず守ることが大事」「時間中にセッションを終えるのが難しい」「確認のための小テストを作る時間がなかった」というように同じ「時間」という抽出語でも「心得」「時間管理」「事前準備」とカテゴリーが異なっていることが分かる. よって「時間」は，更に小分類する必要がある．場合によっては，他の頻出語の分類への移管もでてくるだろう．

また，頻出語が出現しないテキストデータにもヒント集に有用なものが含まれていることがある．例えば，「一つの用語も身近な例を使用して掘り下げる」というデータがあるが，これは，頻出語を含んでいない．このような場合は，No.9「教える」に準じて分類する．よって，全てのデータについてチェックすることにした．

3.5 今後の展開

このような手順で，頻出語をもとに小分類を含んだより詳しいリストを作成していく．作成後，海外の Tutoring tips との相違について，また，これまでにおこなったガイドラインがどの程度浸透していたのか，逆に浸透していないのは，どの部分なのかを検証したうえで, 親しみやすいヒント集を作成する．完成後，学生チューターおよびスタッフにご協力いただき，形成的評価をおこなう予定である．

謝辞

本研究は科研費（17H00225）の助成を受けたものである．

参考文献

(1) 渡邊浩之, 鈴木克明，戸田真志，合田美子：“チュータリングガイドラインの開発と形成的評価について”, リメディアル教育研究, Vol.9, No.2, pp. 161-172（2014）
(2) 渡邊浩之，鈴木克明，戸田真志，合田美子：“学生チューターの成長を促すチュータートレーニングの開発と形成的評価”，日本教育工学会第 31 回全国大会（電気通信大学）発表論文集, pp. 821-822 （2015）
(3) 寺下貴美：“質的研究方法論 ： 質的データを科学的に分析するために”，日本放射線技術學會雜誌, Vol.67, No.4, pp.413-417 （2011）
(4) 北村瑞穂, 鍛治谷静, 榊原和子：“授業アンケート結果に対する教員の受け止めと課題 ―テキストマイニングを使った分析―”，日本教育心理学会第 58 回総会発表論文集, pp. 303（2016）

レポート作成指導のための統計データ言語表現のデータベース化の試み

An Approach to Constructing a Database of Example Sentences that Explains Statistical Data for Report Writing Instruction

吉根 勝美[*1]
Katsumi YOSHINE[*1]
[*1] 南山大学経済学部
[*1]Faculty of Economics, Nanzan University

Email: kyoshine@nanzan-u.ac.jp

あらまし：数値データを根拠とするレポート作成では，データをグラフで表現したり，適切に要約した文章を書いたりする必要がある．公的な統計データを利用してレポートを作成する課題を大学生に課すとき，グラフ作成のための表計算ソフトの操作指導はよく行われるが，データの文章表現の指導方法が確立されているとは言いがたい．本研究では，統計データの言語表現をデータベース化して，これをレポート作成指導に役立てる方法を検討する．
キーワード：レポート作成，統計データ，データの言語化，穴埋め問題

1. はじめに

大学の授業では，理解度の確認や成績評価のために学生にレポートを課すことが多い．このとき，一般的に行われる指導内容は，テーマの見つけ方やレポートの構成の仕方，さらに，剽窃は許されないというような倫理的な注意事項であることが多い．

筆者が所属する経済学部では，統計データを根拠としたレポートを課すことが多いので，データを適切に要約した文章を書くという指導も必要となる．この指導の目標は，経済紙誌などに掲載されている統計表やグラフから読み取ったことを，文章として適切に表現できるようにすることである．

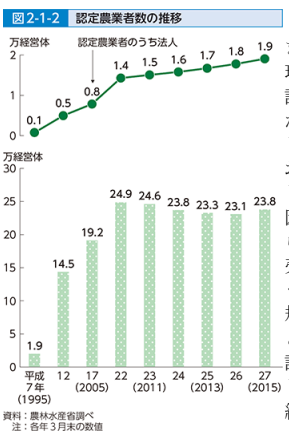
ただし，データからテキストを自動生成する研究は従来から行われている．例えば，小林ら[(1)]は，日経平均株価の動向を説明するテキストを，動的に生成するシステムを開発している．このシステムでは，同期間のニュースを要約したり，チャートの形状を認識して言語化したりする機能を有している．また，加藤ら[(2)]は，テキスト中に現れる時系列情報の値やその変化に関する言語表現コーパスを構築している．さらに，日本経済新聞社が 2017 年 1 月 25 日に配信開始した『決算サマリー』の記事は，上場企業の開示資料や決算データから人工知能が文章を作成し，配信まで完全自動化されている[(3)]．

このように，データからテキストの自動生成は一部実用化も進んでいるが，大学卒業時に求められる学士力の一部をなす汎用的技能を向上させるために，統計データを活用して根拠としたレポートを書くという作業は相変わらず必要であろう．しかし，この指導方法が確立されているとは言いがたい．そこで，本稿では，実際の授業で筆者が行っている指導例をもとにして，統計データに関わる文章をデータベース化して，これをレポート作成指導に役立てる方法を検討する．

2. 統計データを含むレポートの指導

経済統計データを根拠とするレポート作成指導では，データに簡単な分析を施して，グラフを作成するという表計算ソフトの操作手順の指導が主となり，統計データを適切に要約した文章を書くという指導は，どうしても後回しになる．本章では，統計データを文章で表現する事前練習として作成した穴埋め問題を紹介する．

農林水産省刊行『平成 27 年度 食料・農業・農村白書』の 99 ページに記載されているグラフと文章を題材にして作成した穴埋め問題を図 1 に示す．実際には，WebClass のアンケート機能を使って出題した．



認定農業者数は平成 22（2010）年までは【 (1) 】してきたが、高齢等を理由に 5 年間の計画期間終了後に再認定申請を行わない者がいること等から、平成 23（2011）年より【 (2) 】。しかしながら、平成 27（2015）年においては、前年に比べ【 (3) 】%増加し、【 (4) 】経営体となった。この要因としては、平成 27（2015）年産からは、経営所得安定対策が、全ての販売農家を一律に対象とするのではなく、認定農業者等の担い手を対象に規模要件を課さずに実施されることとなったこと等が考えられる。また、認定農業者のうち法人の数は【 (5) 】しており、平成 27(2015)年は、【 (6) 】経営体となっている。

図 1　穴埋め問題の例

この問題の(3),(4),(6)には，グラフから読み取った数値，あるいは増加率の計算結果を回答する．

(1),(2),(5)には，白書の原文通りなら「一貫して増加」あるいは「減少に転じた」が正解となるが，単に「増加」「減少した」と書いても，統計グラフの説明として間違いではない．ただし，データを適切に要約するのなら，単なる増加・減少ではなく，データの動向をより適切に表現するような語彙を使いこなせるような指導が必要である．

3.　レポート指導支援のシステム化

２章で示した穴埋め問題の題材は，教員が実際に目を通して探しているのが現状である．このままでは，作成できる問題量が圧倒的に不足するため，統計データに関わる文章をデータベース化することを検討する．

各省庁が刊行する白書，年次報告等には，統計表やグラフが豊富に掲載されており，それを説明する文章が書かれている．これらの白書類のほとんどはウェブで公開されているので，これをデータベース化し，レポート指導支援のシステム化を図りたい．

データベースの構成を図 2 に示す．白書に含まれる文章は文章データベースに，図表はグラフデータベースにそれぞれ格納する．また，グラフと文章の対応表を別途作成する．さらに，統計データの説明文に特有な表現集を随時蓄積していく．例えば，前章の穴埋め問題の指導例で示したように,「一貫して増加」,「減少に転じた」のような表現を，表現集データベースに格納しておく．

中小企業庁刊行『2016 年版中小企業白書』を例に試作しているデータベースで,「転じ」をキーワードとして検索すると，図 3 の検索結果が得られる．

この検索結果を利用した指導例として，以下が考えられる．

・検索結果を学習者に提示して,「転じ」の用例を読ませる．

・「転じ」た時期を空欄にした穴埋め問題を作成する．

(例)【　】より再び減少に転じた。

【　】から全業種で不足に転じて

・「転じ」と合わせて使う用語を穴埋め問題にする．

(例)2012 年より再び【　】に転じた。

2013 年第 4 四半期から全業種で【　】に転じて

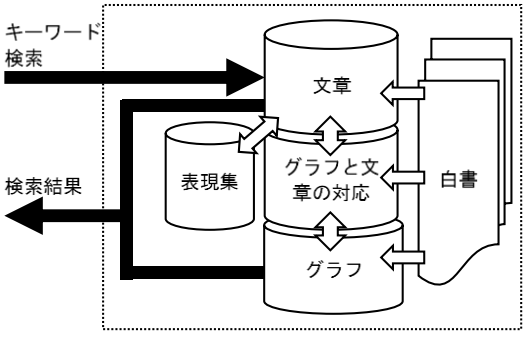
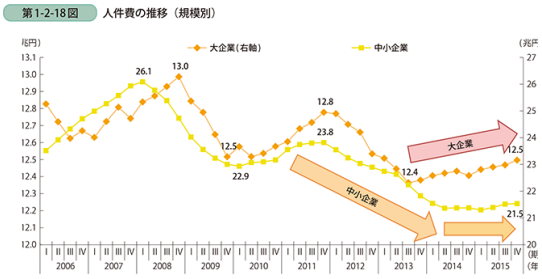
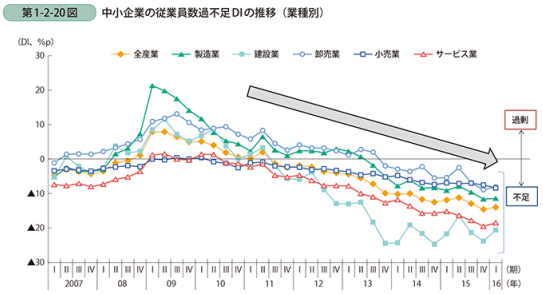


図 2　データベースの構成の概要



人件費の推移を規模別に見ていくと、大企業・中小企業共に 2008 年後半から 2010 年前半にかけて低下し、翌年に上昇したものの、2012 年より再び減少に転じた（第 1-2-18 図）。



中小企業の従業員過不足 DI の推移を確認すると、2013 年第 4 四半期から全業種で不足に転じており、特に建設業、サービス業では不足感が強い（第 1-2-20 図）。

図 3　検索結果の例

4.　おわりに

本稿では，大学生に対して，統計データを根拠としたレポートを課すときに，データを適切に要約する指導方法を確立することを目的として，統計データに関わる文章を多く含む白書をデータベース化して，これをレポート作成指導に役立てる方法を検討した．

昨今は，人工知能が作成した新聞記事が見られるようになっているものの，統計データをよく観察して，特徴を見つけ出し，レポートの文章にまとめる能力自体は，人工知能の進展に関わらず，大学生・社会人に必要であろう．本研究では，大量の統計データとその文章表現をデータベース化し，大学生にその能力を育成するための指導を支援することを目標としている．

今後は，このデータベースを活用して，穴埋め問題の自動生成や，学生が書いた文章の評価への応用について検討したい．

参考文献

(1)　小林一郎，渡邉千明，奥村奈穂子：“グラフとテキストの協調による知的な情報提示手法―日経平均株価テキストとグラフの提示を例にして”，情報処理学会論文誌, vol.48, no.3, pp.1058-1070 (2007)

(2)　加藤恒昭，松下光範，神門典子：“時系列情報の値と変化に関する言語表現コーパスの構築”，人工知能学会論文誌, vol.25, no.5, pp.637-650 (2010)

(3)　日本経済新聞社，言語理解研究所，東京大学：“完全自動「決算サマリー」ベータ版(試用版)”, http://pr.nikkei.com/qreports-ai/ (2017 年 5 月 29 日確認)

NIRS とインタビューに基づく解決タスクと作問タスクの思考負荷の差異の分析
―算数文章題を対象として―

Analysis of Difference in Thinking Load of Problem-solving Task and Problem-posing Task by NIRS and Interview
-The Case of Arithmetic Word Problem-

山元 翔[*1], 平嶋 宗[*2]
Sho YAMAMOTO[*1], Tsukasa HIRASHIMA[*2]
[*1] 近畿大学工学部
[*1]Faculty of Engineering, Kindai University
[*2] 広島大学大学院工学研究科
[*2]Graduate School of Engineering, Hiroshima University
Email: yamamoto@hiro.kindai.ac.jp

あらまし: 筆者らは算数文章題を対象として単文統合型の作問を提案しており，演習支援システムの実践利用から，従来の演習より学習効果が高いことを確認している．本研究ではこの効果のより詳細な分析のため，従来演習である問題解決演習，作問，本提案演習について，NIRS による脳機能の計測と被験者のインタビューを実施した．その結果から，各演習の学習関連負荷の違いと，本研究で提案する算数文章題のモデルの妥当性について検証した．
キーワード：算数文章題，認知負荷，問題解決，作問，NIRS

1. はじめに

筆者らはこれまでに算数文章題を対象とした単文統合型の作問学習支援システムを開発してきている．システムは小学校等での実践利用から，問題解決能力の向上や，過剰問題解決課題により問題の構造を捉える能力を向上できることを確認している(1)．

ここで，システムは提案した算数文章題のモデルに基づき開発されており，従来の演習である問題解決などと比較も行っている．しかし実践利用の結果は，問題解決や過剰問題解決といった課題解決の成績で確認できたものであり，各演習の学習プロセスについて詳細な検証が行えているわけではない．

そこで本研究では, NIRS 脳機能計測装置を用いて, 問題解決演習，従来の作問演習，本研究で提案している単文統合型の作問学習における脳血流の変化を調べることで, それぞれの演習の思考負荷の差異を, モデルに基づいて分析する．この結果から，各演習の学習関連の負荷の違いや，本研究で提案するモデル検証の可能性を検討する．

2. 問題解決タスクと作問タスクの差異

対象とするのは算数文章題でも一回の和差で解決できる文章題の, 問題解決, 従来作問, 提案作問（単文統合型の作問）である．まず一般的な問題解決は，「りんごが３個あります．りんごを５つもらいました．りんごはいくつあるでしょう」のような問題の未知数を求める課題である．これは一般的に，初学者はキーワードに着目して解決すると言われる．例えば,「もらう」という単語があれば，たし算で解決できるという思考である．これはキーワードが反転する（もらう，だがひき算で解決する）問題も同様であると考えられる．

一方，従来作問は「○±△で計算できるいろんな問題を作ろう」のように，制約に基づいて問題を作る課題である．よって問題解決よりは問題の構造を思考する必要があるが，オブジェクトや数量の設定に負荷がかかる．また，色々な問題というのを，オブジェクトの異なる課題と考えると，非常に容易な課題になってしまう側面もある．

最後に本研究で提案している単文統合型の作問は, 数量と物語を制約として，与えられる単文カードを選択，並び替えて問題を作る．カードにはダミーも混ざっているため，オブジェクトや数量の対応，三文構成などを詳細に考えさせることが可能である．課題には例示した問題を作成する順思考順演算,「３＋？＝８」でりんごをもらった数が未知数の逆思考問題を作成する順思考逆演算，そして「８－３」で逆思考問題を作成する逆思考の３種類の課題がある．従ってこの順番で思考の負荷は高くなるといえる．

3. 評価実験

3.1 実験環境

実験機器は日立製作所のウェアラブル光トポグラフィ WOT-220 を用いた．被験者はテーブルに座り，機器を装着して各演習を行う．問題解決と従来作問は紙で，単文統合型の作問は開発システムを用いてタブレット上で行った．なお，演習スペースには事前に書見台のような傾斜のある台を用意した．これ

により被験者は台に問題用紙やタブレットを置いて演習を行えるため，頭部の移動による血流の変化を低減した．また，脳部位が賦活した場合，その時の演習問題をインタビューで振り返るため，被験者の背後から，演習スペースが映るようにビデオ撮影も行っている．前頭前野（額のあたり）の計測を行った理由は，この部位がワーキングメモリー，プラニング，推論といった認知・実行機能を担っていると考えられており[(2)]，学習という性質上適切だと判断したためである．

3.2 実験手順

被験者は大学 4 年生 4 名で，事前に算数が得意かどうかを 5 件法で回答してもらった．その後，レストの時間として，WOT-220 を接続した上で，深呼吸と数字のカウントを行ってもらった．各演習の合間には，必ずこの作業を設けた．演習は，まず問題解決演習として，順思考問題 8 問，逆思考問題 8 問に取り組ませた．次に従来作問として 8 問の作問を行い，単文統合型の作問として，順思考順演算 12 問，順思考逆演算 12 問，逆思考 12 問，の計 6 つの演習を行った．なお，レストは酸化ヘモグロビン変化が落ち着くのを目視で確認できるまで行わせた．計測が終わると，全体的に賦活した箇所に該当する演習での思考を，ビデオを見ながらインタビューした．

3.3 NIRS による計測結果

特に変化の大きかったチャンネルの 1 つとして，CH7 の酸素化ヘモグロビンの濃度について述べる．図 1 は算数の苦手なある被験者の各時間に取得した値を，加算平均してグラフ化したものである．縦軸が変化量で，横軸が時間（秒）を表す．薄く色を付けているのがレストの時間帯である．CH7 は脳としては左脳に位置する．

グラフから，より難度の高い演習になるにつれ，徐々に値が増加している．また，各演習における酸素化ヘモグロビン濃度の加算平均を取り，各演習の直前のレストの加算平均との差を取ることで，ベースからの変化量も確認した．その結果，逆思考，順思考逆演算，順思考問題，従来作問，順思考順演算，逆思考問題，順思考問題の順に数値が高かった．これは概ね仮定と一致する．他に，算数が得意と答えた被験者は常に一定量で，時折躓いた課題で増加が見られた．これは被験者が既にスキーマを持っているため，いずれの課題も同一の思考を用いたためであると考えられる．

図 1 酸素化ヘモグロビン濃度の変化例

また，従来作問の CH16 の値でレストとの差分をとった値を確認すると，3 名の学生は値が下がっていた．これらの学生はいずれもオブジェクトの選定などに思考を費やしている．唯一値の上昇した学生は，どのような分類がありうるかを思考していたため，課題外の思考も検出できる可能性がある．

3.4 インタビューの結果

全被験者に対するインタビューをまとめた結果について述べる．インタビューは各演習における基本思考と，特に値の増加した課題の思考に対して行った．まず基本思考として，順思考の問題解決についてはほぼ自動的に，キーワードに基づく解決を行っていた．逆思考もほぼ同様で，演算を逆にすることで解けると考えている被験者もいた．特に値の増加した課題を確認したところ，一般的に困難とされる比較の問題であった．

従来作問については思いつく問題を作る程度で，特に詳細には考えていなかった．賦活した箇所については，全ての学生がオブジェクトの決定など学習に関係のない内容に思考を割いていた．他にも物語としておかしくないか，現実的なお話になっているかを確認していた．

最後に単文統合型の作問は，順思考問題は課題の設計上，2 名が逆思考と同程度の値だった．順思考逆演算では，「？」の位置の変化を考察したり，時系列を意識して解決したりしていたため，多少高い値を保っている．逆思考は問題の場面を強く考えたということで，大きく値が増加していた．

4. まとめ

本研究のモデルの検証のため生体情報を用いて検証するという手法を試みた. NIRS を用いて従来演習との比較を行ったところ，CH7 の酸素化ヘモグロビンの変化量を確認することで，各演習タスクにおける思考の程度や種類の検出や，モデルの妥当性を検証できる可能性が示唆された．また，CH16 のような右脳に位置するチャンネルも分析を進めることで，より厳密にモデルに即した説明が可能になる可能性も確認できた．今後は他のチャネルのデータの検証によるより詳細な分析や，今回生データに近い形で分析したため，アーティファクト除去などのデータ処理により，より正確な分析を行う．

参考文献

(1) 山元翔, 神戸健寛, 吉田祐太, 前田一誠, 平嶋宗:“教室授業との融合を目的とした単文統合型作問学習支援システムモンサクン Touch の開発と実践利用”, 電子情報通信学会論文誌 D, Vol.96, No.10, pp.2440-2451 (2013)

(2) 渡邊正孝:“脳科学辞典（前頭前野）”, https://bsd.neuroinf.jp/wiki/前頭前野 (Accessed on 30 May 2017)

三角ロジックモデルに基づく論理的思考課題の分析

Analysis of logical thinking tasks based on triangle logic model

北村 拓也[*1], 林 雄介[*1], 平嶋 宗[*1]
Takuya KITAMURA[*1], Yusuke HAYASHI[*1], Tsukasa HIRASHIMA[*1]
[*1] 広島大学大学院工学研究科
[*1]Graduate School of Engineering Hiroshima University

Email: kitamura@lel.hiroshima-u.ac.jp

あらまし：筆者らは論理構造の三角ロジックモデルを提案し、これを組み立てることによる論理構造学習支援システムを開発、大学生を対象とした実験的利用を行い，国立教育政策研究所が開発した論理的思考課題を用いてその学習効果を確認した. しかしながらこの論理的思考課題が含んでいる論理構造と三角ロジックモデルの関係の分析が十分とは言えなかった．本研究では，三角ロジックモデルをベースとしたこの論理的思考課題の分析について報告する．
キーワード：Toulmin モデル，三角ロジックモデル，論理的思考力,論理構造

1. はじめに

筆者らは, 先行研究として, 対象を情報構造化し，その情報構造を操作する活動を通じて対象について学ぶという情報構造指向アプローチに基づいて，論理の構造を組み立てる活動を通して論理的思考力についての学習を行う演習支援システムを設計開発した[1]．論理の構造の情報構造化としては， Toulmin モデルの三要素モデルを採用している．これを三角ロジックモデルと呼び，さらに，表現する論理の構造を三段論法に限定することにより，正誤判定と判定に基づくフィードバックを実現した．この演習環境の評価として，(1)実験群：プレテスト，システムを用いた演習，ポストテスト，(2)統制群：プレテスト，ポストテスト，の二つのグループを設けて比較を行ったところ，実験群でプレテストに対してポストテストの成績が有意（効果量大）に向上し，統制群において有意差がみられなかったことから，本演習の有効性が示唆された．なお，プレテスト，ポストテストとしては，国立教育政策研究所が実施した「特定の課題に関する調査（論理的な思考）」[2]を構成する,「特定の教科の内容に依らない論理的な思考に関する調査（調査Ⅰ）」および「数学的な表現形式を用いた論理的な思考に関する調査（調査Ⅱ）」のうち，調査 I を用いている．調査 II が「数学的表現形式による問題」とされているのに対して，調査 I は「一般的な表現形式による問題」とされており，自然言語を基本とし，グラフや表などが援用された問題表現となっている．本演習の有効性が示唆された一方で，今回用いた調査問題にはいくつかの種類の論理構造が含まれていることから，それらの論理構造を分析し，本演習がどのような問題に対して有効であったのかを分析することが課題となっていた. 本研究では，調査問題の論理構造を三角ロジックモデルに基づいて分析し，演習システムと調査問題の関係について考察したので報告する．

2. 三角ロジックモデル

Bryan は Toulmin モデルの六要素のうちの主張・理由づけ・根拠の 3 つが論理構造の本質であり，この三つだけでも論理構造とみなせるとの主張を行っている [3]. 井上も, Toulmin の示した 6 項目のうち，「根拠」と「理由づけ」と「主張」が論の骨組みであり,「裏付け」「反証」「限定」の三つは一括して但し書きと考えた方が実際的に扱いやすいとしている [4]．筆者らの研究も，この三つの要素だけで構成できる論理構造に限定した上で，その演習化を試みている．本論文では，この三要素を三角形の頂点に配置し，それぞれの要素を他の要素と結んだ構造的表現を三角ロジックモデルと呼んでいるが，その具体例を図 1 に示した（この事例は Toulmin モデルで標準的に用いられている例である). 三角形の各頂点は, それぞれ論理構造の特定の要素が割り当てられており，底辺左の頂点に「根拠」，底辺右の頂点に「理由づけ」，底辺の対頂点に「主張」が割り当てられる．このモデルを学習者が身に付けた場合の効果に対して説明する．一般的な議論では，相手の主張を理解し，その上で自分の主張を組み立てる必要がある．文章表現から三角ロジックモデルを組み立てることは，相手の主張を理解すること(共感的理解)に対応する．それを踏まえた上で自分の主張を組み立てること(創造)が重要となる．

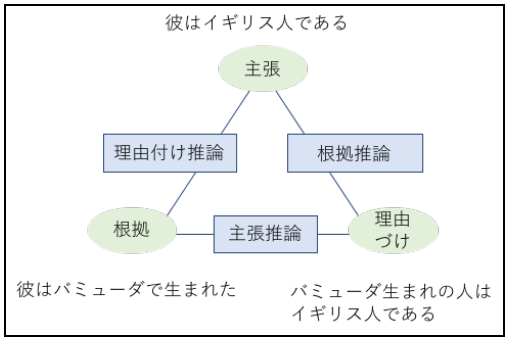


図 1 三角ロジックモデル

3.　調査問題の分析

調査問題の分析を行った．分析の観点は，調査問題を解くために，問題の文章表現から何に変換する必要があるか(以下，変換先と呼ぶ)，という点である．変換先を大きく，三角ロジックモデルか，その他の 2 つに分類した．変換先が三角ロジックモデルとなる対象の問題数は 13 問(22 問中)であった．これは全問題の内 59%を占める．13 問の内、3 問が直接表現，10 問が間接表現の問題と分類した．直接表現，間接表現の定義は以下である．「直接表現」: 問題文章中に，三角ロジックモデルの命題が載っている例．「間接表現」: 直接ではないが，言い換えなどがされた命題が載っている例．また，三角ロジックモデルに，他の要素を加えて表現できる例．その他に分類される問題は 9 問で，「手続き化」が 3 問，「制約充足」が 2 問，「数学」が 2 問，「分類」が 2 問である．ただし，本分類は調査問題作成元の資料に基づいておらず，筆者らが分類を行った．三角ロジックモデルを変換先とする 13 問は，必ずしも三角ロジックモデル単体で表現できるわけではなかった．よって三角ロジックモデルに基づき，以下の 2 つに分類した．

3.1 直接表現

直接表現に該当する調査問題の例を図 2 に示した．

これを三角ロジックモデルで表現すると，図 3 になる．

問：次の空欄[]を埋めて，三段論法による推論を完成させなさい
金属は電気を通す。
水銀は[]
ゆえに，水銀は電気を通す。

図 2 直接表現の問題例

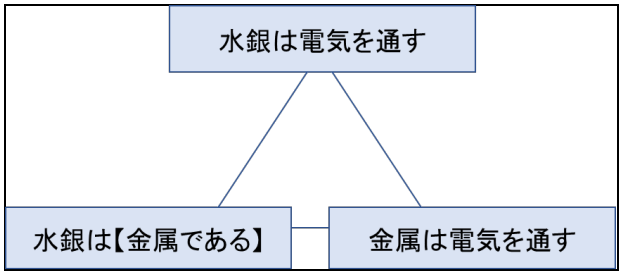


図 3 三角ブロックモデルで表現した例(図 2)

3.2 間接表現

間接表現に該当する調査問題の例を図 4 に示した．問題文の括弧内の注釈は筆者が入れたものである．本問題ではグラフが付随していたが，省略した．

図 4 を三角ロジックモデルで表現すると，図 5 になる．図 5 の(ア)は，問題文から直接抜き出した命題要素である．(イ)で，正解を導くための三角ロジックを示している．この正解の三角ロジックを導くには，(ア)の明示された要素だけでは足りず，常識を使った部品の生成と置き換えが必要となる．間接表現は，三角ロジックの部品が，必ずしも問題文に全て表現されておらず，部品を自分で作る必要がある問題である．

B さん : 私は,この 30 年間で販売されてきた自動車の台数と品質に関係があると思います。つまり，[①]ので事故件数と負傷者数はなかなか減らなかったけれども, [②]ので死者数は減ってきたということです.
(2000 年まで自己件数・負傷者数は上昇
,1990 年以降死者数が減少)
問題 : B さんは,「つまり」以下で,どのような事実関係を述べることになるか.
空欄[①][②]に当てはまる言葉をそれぞれ書きなさい.

図 4 間接表現の問題例

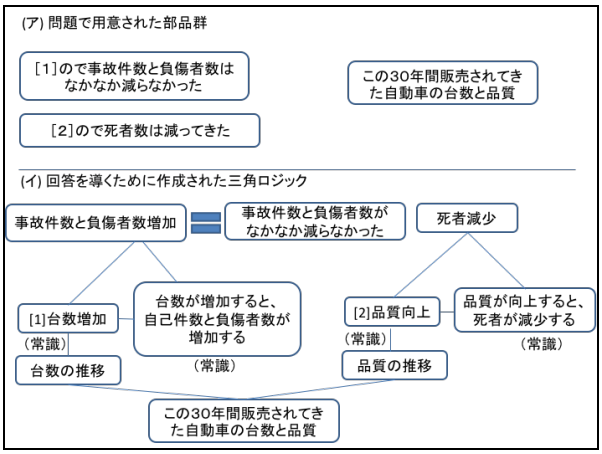


図 5 三角ブロックモデルで表現した例(図 4)

4.　まとめと今後

論理的思考課題(国立教育政策研究所)を三角ロジックモデルに基づいて分析した．課題において，59%が三角ロジックで表現される問題であり，それらの問題は直接表現と関節表現に分けられることがわかった．また，演習システムで扱うべき論理構造は，三段論法だけでなく，モーダスポネンス形式の論理構造も必要となることがわかった．今後，文章表現から命題を抜き出す演習を実装する予定である．

参考文献

(1) 北村拓也，長谷浩也，前田 一誠，林 雄介，平嶋 宗：三角ロジックモデルを用いた三段論法の直接操作型学習環境,人工知能学会 先進的学習科学と工学研究会(ALST)第 79 回,(2017.3.8)
(2) 特定の課題に関する調査（論理的な思考），http://www.nier.go.jp/kaihatsu/tokutei_ronri/(閲覧日:2017 年 5 月 29 日)
(3) Bryan, H.J.，et al.: A NEW LEARNING PROGRESSION FOR STUDENT ARGUMENTATION IN SCIENTIFIC CONTEXTS (2014)
(4) 井上 尚美 :言語論理教育入門一国語科 における思考，明治図書 p.86-1(1989)

シリアスゲームと教科書の習熟度比較に用いる試験問題の質評価

Quality Evaluation of Exam Questions for Proficiency Level Comparison between Serious Game and Textbook

橋本 力[*1]，中出 知成[*1]，若山 大輝[*1]，中島 智晴[*1]，前川 泰子[*2]，藤井 嵩敬[*3]，山本 美輪[*4]，
Riki HASHIMOTO[*1]，Tomonari NAKADE[*1]，Daiki WAKAYAMA[*1]，Tomoharu NAKASHIMA[*1]
Yasuko MAEKAWA[*2]，Takayuki FUJII[*3]，Miwa YAMAMOTO[*4]
[*1] 大阪府立大学，[*2] 関西福祉大学，
[*1] Osaka Prefecture University，[*2] Kansai University of Social Welfare，
[*3] 神戸大学医学部付属病院，[*4] 鳥取大学
[*3] Kobe University Hospital，[*4] Tottori University
Email: sya01214@edu.osakafu-u.ac.jp，tomoharu.nakashima@kis.osakafu-u.ac.jp

あらまし：本稿では，シリアスゲームと教科書の正確な比較を行うための試験問題を解答結果から質評価を行う．文献[3]の試験結果から 5 つの評価指標を用いて良問であるかを判定し，いくつかの評価指標を組み合わせて問題を評価した．その結果，問題が簡単すぎる，選択肢が少なすぎる，といったことが明らかになった．
キーワード：実習，シリアスゲーム，認知症，質評価，二者択一問題

1. はじめに

近年，認知症患者の数は増加の傾向にあることが知られている．一方で，医療技術の変化や多様な医療ニーズにより，看護の需要が高まり，供給が追い付いていない(1)．よって，一人一人の認知症ケアの理解を深める必要がある．認知症ケアには，非常に高い個別性が求められ，患者によってケアの方法が異なる(2)．そのため，教科書で得られる形式知ではなく，実習の積み重ねで得られる経験知が必要となる．しかし，限りある実習の中では十分に経験知を得ることが難しい．そのため，実習以外の時間でも経験知を習得する機会が必要である．経験知を習得するための手法としてシリアスゲームがある．シリアスゲームとは，社会問題の解決や学習を主目的とするゲームのことである．そこでシミュレーションによる学習で経験知を習得し，いつでも学習することが可能となるシリアスゲームが提案された(3)．

提案されたシリアスゲームの内容は，プレイヤーが看護師となり，認知症患者と会話を行っていく．シーンごとに適切な対応を選択していくことで，認知症ケアへの理解を深める内容となっている．

提案されたシリアスゲームでは，実際にケアを体験できるノベルゲーム形式となっており，経験知の習得に適している．実際に学習できているかは他の学習方法と比較しなければ分からない．そこで従来の学習方法である教科書との比較が行われた(3)．しかし，検証に使われる問題自体が質の良い問題でなければ正確な比較を行えているかがわからない．

本論文では文献[3]の実験によるシリアスゲームと教科書の比較に用いられたテストを評価する．難易度，識別指数，注意係数の 3 つを合わせた評価方法(4)を参考に，今回では 5 つの評価指標を組み合わせた試験問題の質評価を行う．

2. 問題の質評価

文献[3]では，看護大学の 3 回生，4 回生（計 57 名）を被験者とする．シリアスゲーム学習グループと教科書学習グループに分割し，それぞれで認知症の学習を行う．その後，認知症に関する内容の 2 者択一問題（40 問）を解き，その結果を 5 つの評価指標を用いて，問題の質評価を行う．この実験で得られた解答を用いて，各評価指標の値は一般的な数値に設定した．

2.1 信頼性係数

信頼性係数は式（1）で与えられる．Kは項目数，L_iはi番目の問題における分散，S^2は合計得点の分散を表す．

$$\text{信頼性係数} = \frac{K}{K-1} \times \left(1 - \frac{\sum_{i=1}^{K} L_i}{S^2}\right) \quad (1)$$

各問題の信頼性は次のように求める．まずテスト全体の信頼性係数を求める．次に i 番目の問題を取り除いたときの残りのテストの信頼性係数を求める．そして，テスト全体の信頼性係数と i 番目の問題を取り除いたときの残りのテストの信頼性係数を比較する．もしテスト全体の信頼性係数の方が低ければ，その問題は信頼性が低いと定義する．

2.2 点双列相関係数

点双列相関係数は式（2）で与えられる．p は各問題の正答率，q は各問題の誤答率，X は各問題の正答者における合計の平均，Y は各問題の誤答者における合計の平均，σは全問題の標準偏差を表す．各問題で 0.3 以上の数値になるとき良問と定義する．

$$\text{点双列相関係数} = \frac{\sqrt{p \times q} \times (X - Y)}{\sigma} \quad (2)$$

2.3 注意係数

注意係数は S-P 表を用いて計算される．S-P 表と

はテストの高得点順，問題の正答者数が多い順に被験者と問題を並び替えた表である．そこでは S 曲線と P 曲線と呼ばれるものを使用する．本研究では問題の評価を行うため，P 曲線のみを使用する．S 曲線は生徒の評価を行うものであるため使用しない．図 1 は P 曲線の例を表している．青線が P 曲線であり，上から見たときの問題の正答率の分布を示している．また 1 は正解を表しており，0 は不正解を表している．

	Question 3	Question 2	Question 1	Question 4	Total score
No.2	1	1	1	1	4
No.3	1	1	1	0	3
No.4	1	1	0	1	3
No.9	1	1	0	0	2
No.7	1	0	1	0	2
Number of correct answer	5	4	3	2	

図 1: Example of P curve

注意係数は式（3）で与えられる．a は各問題の P 曲線から上の 0 に対応する合計得点の和，b は各問題の P 曲線から下の 1 に対応する合計得点の和，c は問題の P 曲線から上の学生の合計得点の和，d は各問題の正答者数，e は平均得点を表す．各問題で 0.5 未満の数値になるとき良問と定義する．

$$\text{注意係数} = \frac{a - b}{c - d \times e} \qquad (3)$$

2.4 難易度

難易度は式（4）で与えられる． p は各問題の正答率を表す. 各問題で 0.4 以上 0.9 未満の数値になるとき良問と定義する．

$$\text{難易度} = p \qquad (4)$$

2.5 識別指数

識別指数は式（5）で与えられる． A は上位 50%の正答者数，B は下位 50%の正答者数，P は全正答者数，Q は全誤答者数を表す．各問題で 0.2 以上の数値になるとき良問と定義する．

$$\text{識別指数} = \frac{A - B}{\sqrt{P \times Q}} \qquad (5)$$

3. 評価結果

各問題における指数分析の結果と各評価指数の良問数を表 1 にまとめた. 表 1 は 40 個ある問題の一部を表している．表 1 における○は各評価指標において値を満たしている良問を表しており，×は値を満たしていない悪問を表している．良問数の列は各評価指標の良問数を表している．

表 1: Results of index analysis in each problem and number of good question（Excerpt）

問題番号	1	2	3	…	40	良問数
信頼性係数	×	○	○	…	○	24
点双列相関係数	×	○	○	…	×	13
注意係数	×	○	○	…	×	11
難易度	○	×	×	…	×	22
識別指数	×	○	○	…	×	18

4. 考察

まず，各問題の評価指標を合わせてみた場合の課題を挙げる．

- 難易度が 0.9 以上で易問，かつ識別指数と点双列相関係数において悪問である問題は難易度が簡単すぎたため，上位と下位の差が出にくくなった問題である．そのため難易度を上げる必要がある．
- 信頼性係数と難易度が良問，かつ注意係数が悪問である問題は，上位による書き間違いか，その問題の知識が抜けていたと思われるため，記述式にする必要がある．

このように問題評価を行った結果，二つの重要な問題点が見つかった．

1 つ目は問題の難易度が簡単すぎる事である．平均点は 33 点と高くなっており, 正答率が 9 割を超える問題が多かった．問題の難易度が低かったことにより, 上位と下位との差が出にくくなってしまった．2 つ目は 2 者択一問題により，偶然による正解が多くなってしまったことである．偶然による正解が多いと，学習者が本当に理解しているかが分かりにくくなってしまう．また，この形式は偶然による正答により，正答率の高さにも影響していると考えられる．

この 2 点により，各評価指標の良問数が少なくなったと考えられ，これらを改善したテスト問題に作り直す必要があることがわかる．

5. おわりに

本稿では，過去に行われたシリアスゲームと教科書を比較するために用いられたテストの結果から 5 つの評価指標を使い，いくつかの評価指標を合わせた質評価を行った．今回の質評価から，問題の正答率が高くなりすぎないように難易度を調整すること，偶然による正答を減少させる問題形式に変更することが重要な課題ということがわかった．

今後，難易度調整と選択肢の増加に取り組むとともに，この質評価方法を他のテストにも応用していきたい．

参考文献

(1) 関口 恵子: “多様化する看護職世界と看護教育の未来”，法政大学,（2016）
(2) 小山 尚美，流石 ゆり子，渡邊 裕子，森田 裕代，萩原 理恵子: “一般病棟で集中的な医療を要する認知症高齢者のケアにおける看護師の困難”，日本認知症ケア学会誌，第 13 巻，第 2 号，pp.408-418（2013）
(3) 若山 大輝，中島 智晴，前川 泰子，藤井 崇敬，山本 美輪: “シリアスゲームを用いた認知症教育用教材の開発と評価”，システム制御情報学会研究発表講演会講演論文集，第 60 巻，（2016）
(4) 林 貴史，高木 正則，山田 敬三，佐々木 淳: “テスト理論に基づいた項目分析支援システムの開発と評価”，情報教育シンポジウム，pp.146-150（2016）

高等学校におけるラーニングアナリティックスに基づいた授業の試行

Trial Class Based on Learning Analytics Research Findings in High School

山田 政寛[*1] 大久保 文哉[*1] 谷口 雄太[*1] 毛利 考佑[*2] 島田 敬士[*1] 大井 京[*1] 緒方 広明[*3]
井上 功一[*4] 木實 新一[*1]

Masanori YAMADA[*1] Fumiya OKUBO[*1] Yuta TANIGUCHI[*1] Kosuke MOURI[*2] Atsushi SHIMADA[*1]
Misato OI[*1] Hiroaki OGATA[*3] Koichi INOUE[*4] Shin'ichi KONOMI[*1]

九州大学基幹教育院ラーニングアナリティックスセンター[*1]

Learning Analytics Center, Kyushu University

東京農工大学　工学研究院[*2]

Department of Computer and Information Sciences, Tokyo University of Agriculture and Technology

京都大学学術情報メディアセンター[*3]

Academic Center for Computing and Media Studies, Kyoto University

福岡県立糸島高等学校[*4]

Itoshima High school

＜あらまし＞　近年、学習管理システム等に蓄積された学習活動ログ、成績や授業評価アンケートなどデータを横断的に分析するなど、ラーニングアナリティックスが注目されている。本稿では九州大学におけるラーニングアナリティックス研究の知見を高等学校における授業へ試行的に平行展開した実施事例について紹介する。

＜キーワード＞　ラーニングアナリティックス、デジタル教科書、授業運営、授業デザイン

１．はじめに

近年、我が国では 2020 年を目処にデジタル教科書を初等中等教育へ導入していくなど教育情報化を促進させていく指針が示された。デジタル教科書の導入により、マルチメディアを活用した授業の展開などで生徒の教育内容理解の促進など教育効果が期待されているが、生徒によるデジタル教科書利用の軌跡である学習活動ログについて議論は深くされている状況ではない。

一方、授業改善や学習支援サービスの創出を目的に、学習管理システムに蓄積された学習活動ログを分析・活用するラーニングアナリティックス（Learning Analytics: 以下 LA）が注目されている。九州大学では学習支援システム群である M2B（みつば）システムを導入し、教育ビッグデータ分析の研究が進められている。M2B システムは学習管理システム”Moodle”、e ポートフォリオシステム”Mahara”、電子教材ビューワー”BookRoll”の総称である。平成 27 年にはラーニングアナリティックスセンターを設立し、教育ビッグデータに基づく LA 研究を行っている。学期中においては、1 日約 18 万件のログが収集され、これまで約 4000 万レコードの学習活動ログが蓄積されている。これらのログの分析をし、その結果を可視化することで学習支援・教育改善を支援するプラグインの開発・評価を行っている(1)。

本稿では九州大学で運用中の M2B システムを県内公立高等学校へ展開し、LA の研究知見に基づいた授業実践の試行事例について紹介する。

２．高等学校における授業

2017 年 3 月に高校 1 年生の授業「生物基礎」において、M2B システムを利用した授業を試行した。実施期間は 3 週間（2 クラス 3 回）であった。受講者は 81 名（クラス 1: 39 名、クラス 2: 42 名）であった。2 クラスとも同じ教員が担当し、同様の内容について授業を行った。使用した端末は NEXUS 7 であった。1 回目の授業において、M2B システムのインストラクションを行い、その後、M2B システムを使用しながら、授業が行われた。下記は授業の流れの例である。

1:前回の振り返り
2:M2B システムにログイン
3:昨日の操作の復習
4:主教材のあるページまでを読み、意味が取れない用語にマーカーを引く
5:読み終えたらページにしおりを付ける
6:続きのページを読み、分からない箇所に黄色マーカーを引く。内容的に重要だと思う箇所に赤色マーカーを引く
7:Mahara を開き、Mahara にあらかじめ登録してある、授業内容に関する質問１～３に答える
早く終わった生徒にはクイズに取組ませる

8：振り返り（地球環境問題と環境保全の取組み）
9：次回の授業に関わるアンケートを実施

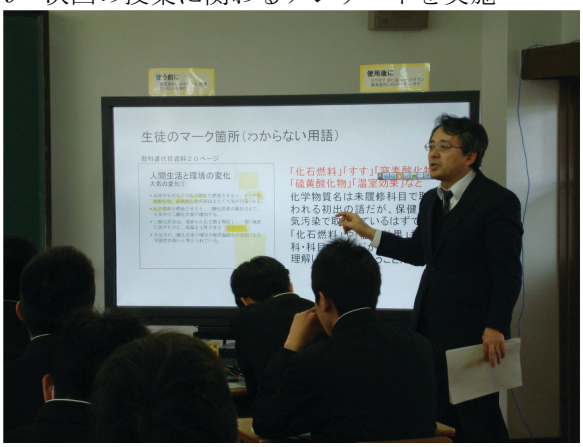


図 1：BookRoll のログを活用した授業の様子

3 回目の授業では、BookRoll に蓄積された、わからない箇所に引かれたマーカーのログを解析し、「生徒がわからない用語リスト」を作成した。用語はテーマ別に色分けされており、そのテーマと用語を説明する時間を設けるなど、生徒の学習活動ログの結果に基づいた授業運営がなされた。

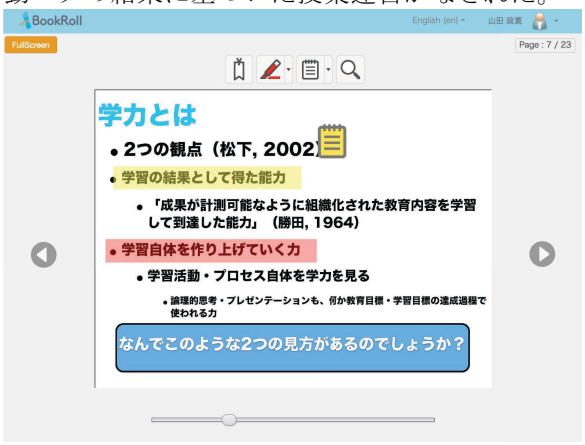


図 2：BookRoll のインターフェース

3．試行の結果

3.1. 生徒からの評価

高等学校における M2B システム、特に BookRoll と Mahara を利用した授業の試行として、両システムの使用感、学習意識などについて 5 段階にて回答を求める質問紙調査を実施した。その結果を表 1 に示す。質問紙調査の結果、BookRoll では教材閲覧自体には問題がないことが推察されるが、線やメモなど学習方略に関する使用感について改善点があることが示された。しかし、学習活動ログに基づいて授業が運営されていたことについて生徒は認識していることが示された。Mahara については平均値が 3 点付近であり、特に問題がある点は示されなかった。

3.2. 教員へのインタビュー

授業運用上で M2B システムの改善点を把握するために授業担当教員に対して、インタビューを実施した。その結果、10.1 インチのタブレット上では M2B システムの操作感に問題があることや、生徒の多様な学習スタイルに対応しきれないことが指摘された。授業運営においては、生徒が引いたマーカーを集約して、生徒に見せながら授業をすることで、生徒の授業内容に対する理解が促進されているように感じるといったポジティブな指摘がなされた。また、Mahara 上に書かれた内容を見ることで、教材の修正点を把握することができるメリットであることが指摘された。

表 1：BookRoll の使用感・使用による学習意識

質問	Ave.	SD
BookRoll では文章が読みやすかった	3.444	1.000
BookRoll で、線は引きやすかった	1.877	0.857
BookRoll ではメモを残しやすかった	2.469	0.989
BookRoll は自分の学習に役に立ちそうだ	3.222	1.012
BookRoll があると自宅でも学習しやすいと思う	3.383	1.135
先生は BookRoll で生徒が引いた線やメモに応じて授業を進めていた	3.704	1.018
Mahara は使いやすかった	3.049	0.986
Mahara にわかったこと、わからなかったことを書いたおかげで授業内容の理解が進んだ	3.037	0.955
Mahara にわかったこと、わからなかったことを書くことで自分に足りていない知識が何か把握できた	3.272	0.922

4．まとめと課題

本実践では九州大学で運用している M2B システムを高等学校へ展開し、LA 研究の知見に基づき、試行授業を行った。その結果、授業運営上、有効性が示されたが、システムの使用感などに課題があることが示された。今後はシステムの使用感、タブレット対応、学習方略支援に関わる機能開発を進めていきたい。

<謝辞>
本研究は日本学術振興会 科学技術研究費補助金(課題番号 16H06304), 情報通信研究機構 ソーシャル・ビッグデータ利活用・基盤技術の研究開発 課題 A「ソーシャル・ビッグデータ利活用アプリケーションの研究開発」(178A03)の助成を受けている

<引用文献>
(1) Ogata, H., Yin, C., Oi,M., Okubo, F., Shimada, F., Kojima, K. and Yamada, M. (2015). e-Book-based Learning Analytics in University Education, Proceedings of the 23th International Conference on Computers in Education, 401-406.

メンタルローテーション課題を学ぶための AR 型学習支援システム

AR based Learning Support System for Mental Rotation

中野 美登里[*1]，松原 行宏[*1]，岡本 勝[*1]，岩根 典之[*1]
Midori NAKANO[*1], Yukihiro MATSUBARA[*1], Masaru OKAMOTO[*1] and Noriyuki IWANE[*1]
[*1] 広島市立大学大学院情報科学研究科
[*1]Graduate School of Information Sciences, Hiroshima City University
Email: lnakano@lake.info.hiroshima-cu.ac.jp

あらまし：中学校で取り扱われる図形の分野では，学習者の主体的な「操作」が学習者の数学に対する興味関心を高め，学習定着度が向上するといわれる．一方，空間図形の問題を解くための能力として，空間認知能力やメンタルローテーション能力が考えられる．本研究では自分でマーカを操作し，メンタルローテーション課題を学習できるシステムを構築する．提案システムでは立体的な AR マーカを用いることによって，学習者の主体的な操作を実現した．学習者は立体的なマーカを操作することによって，さまざまな角度から空間図形を確認することができる．
キーワード：メンタルローテーション，Augmented Reality，空間図形

1. はじめに

中学校で取り扱われる図形の分野では，「観察」，「操作」，「実験」が重要だとされている(1)．中でも学習者による主体的な「操作」は，学習者の数学に対する興味関心を高め，学習定着度が向上するといわれている(2)．中学校数学の単元では，展開図や投影図，回転体の見取り図などが扱われている．これらの空間図形の問題を解くための能力として，空間認知能力やメンタルローテーション(3)能力などが考えられる．メンタルローテーション能力は，積み木やブロックなど立体的な物体を用いて学習を行うことで身につけることができる．しかしながら，実際の教育現場では教科書等の紙媒体を用いた学習が多く，3 次元物体を用いた学習者の操作を伴う学習は行われていない場合が多い．このような問題を解決するために，中野らは AR を用いることで仮想的に 3 次元図形を観察できるメンタルローテーション課題に関する学習支援を行った(4)．しかし，中野らのシステムでは，机上に貼り付けた AR マーカを認識しているため，学習者が手を動かすことによる主体的な操作は不可能である．

そこで，本研究では自分でマーカを操作して空間図形を学習できるシステムを構築する．本システムでは立体的な AR マーカを用いることにより，学習者の主体的な操作を実現し，様々な角度から図形を見ることを可能にした．提案システムでは，学習者が対象物である 2 種類のマーカを操作する様子をスマートフォンで撮影し，その映像に 3 次元物体の CG を重ね合わせてスマートフォンの画面に出力する．

2. 提案システム

図 1 に提案システムの外観とシステムの画面を示す．提案システムは，スマートフォンとマーカから構築される．図 2 に本システムで用いるマーカを示す．マーカは問題を選択するセレクトマーカと，仮想物体を操作するコントロールマーカの 2 種類がある．コントロールマーカは台紙の一辺が 4.5cm，マーカ部の一辺が 4cm のマーカを立方体のように組み立てたマーカである．スマートフォンの画面には，認識したコントロールマーカに対応する仮想物体が図 1 の右側のように表示される．立体的なマーカであるコントロールマーカを回転させることで，スマート

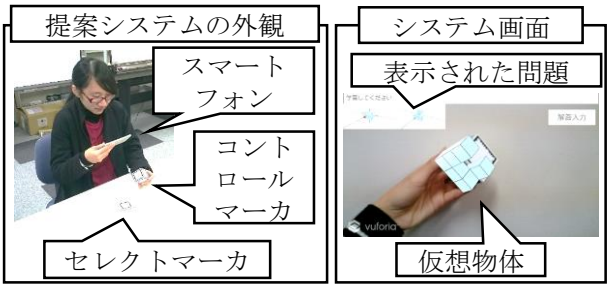
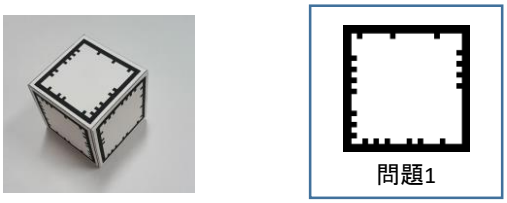


図 1　提案システムの外観とシステムの画面



(a) コントロールマーカ　　(b) セレクトマーカ

図 2 提案システムで用いるマーカ

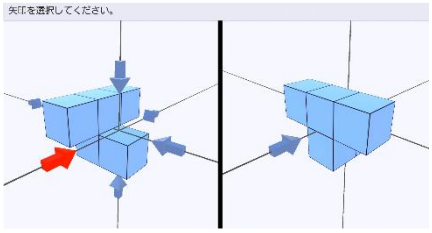
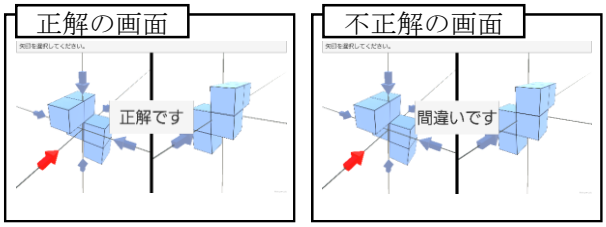


図 3 問題が出題された際のシステム画面



(a) 正答時　　(b) 誤答時

図 4 正誤判定のフィードバック例

フォンの画面上に表示される仮想物体を回転させることができる. セレクトマーカは 20 題分用意されており，学習者はセレクトマーカをコントロールマーカに近づけることによって問題を切り替えることができる．問題が出題された際の画面の例を図 3 に示す．学習者は画面上の矢印を選択することで問題に対する解答の予想を入力できる．予想の入力後，出題された問題は画面の左上部に表示され，学習者は画面に表示されている問題と仮想物体を確認しながら解答を行う．正解した場合はその問題への解答を終了し，次の問題へ学習を進める．また，不正解の場合は，予想の入力へ戻る．このようにコントロールマーカとセレクトマーカを用いることで，学習者は主体的な「操作」を伴った学習を行うことが可能となる.

3. 検証実験

検証実験では，本システムを用いることでメンタルローテーション能力が身につくか確認するため，提案システムを使った学習を指示し評価を行った．被験者は大学生 6 人 (A~F)であり, そのうち被験者 A, B, C の 3 人を提案システムを用いるグループ 1（実験群），D, E, F の 3 人を問題の提示と解答の正誤判定のみを行うシステムを用いるグループ 2（統制群）にわけて実験を行った. グループ 2 のシステムでは，画面に問題が表示され, 学習者が問題に解答すると，図 4 のように「正解です」または，「間違いです」というフィードバックを返す．検証ではまず両グループに事前テストとしてメンタルローテーションの問題を 20 問解答させ, その後各グループに割り当てたシステムを用いて学習を行わせた．システムを用いた学習の後，事前テストと同様の問題を解かせ，その後，事後アンケートを行った．図 5 に各被験者の学習時間の合計を示す．図 5 を見るとグループ 1 の被験者の方が，グループ 2 の被験者よりも学習時間が長くなっている．これは，グループ 1 の被験者はマーカを用いて図形の向きや形状をじっくりと観察しているためと考えられる．事前テストよりも事後テストで所要時間が短くなった問題の数を表 1 に示す．表に示したとおり，グループ 1 の多くの被験者が，グループ 2 の被験者よりも，所要時間の短くなった問題の数が多くなっている．以上の結果からシステムを用いて学習した場合の結果は悪化しておらず，誤学習が生じないことが示された.

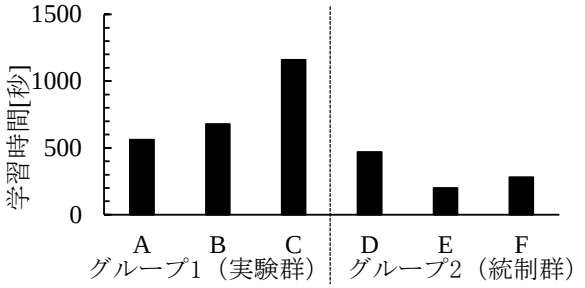


図 5　各被験者の学習時間の合計

表 1　所要時間が短くなった問題の数

グループ	被験者	問題数[問]
1（実験群）	A	6
	B	9
	C	3
2（統制群）	D	3
	E	5
	F	3

事後アンケートでは，システムを使用した感想として,「最初分からなかった問題も学習することで分かるようになった」,「操作がシンプルでわかりやすい」などの意見があった．一方で「マーカが指で隠れると認識が途切れて図形が表示されない」,「片手がふさがることが不便」といった意見もあり，操作する立体的な AR マーカに関する課題も見つかった.

4. まとめと今後の課題

本研究では，学習者の主体的な操作を目的とし，立体的な AR マーカを用いたメンタルローテーション課題の学習支援システムを構築した. 立体的な AR マーカを用いて仮想空間内の空間図形を操作可能としたことにより, 学習者の主体的な操作を実現した. 検証実験ではシステムを用いて学習した場合でも誤学習が生じないことが確認できた．今後の課題としては，AR マーカの操作方法などのユーザインタフェースの改善や，主体的な操作を伴うことによった学習効果の検証などが挙げられる.

なお本研究の一部は科学研究費補助金（No.15K01084）による.

参考文献

(1) 文部科学省: 中学校学習指導要領解説　数学編，pp. 16-30 （2008）
(2) 木原裕紀，若杉祥太，林徳治：“学習者の主体性向上を目的とした授業実践”，日本教育情報学会論文集, Vol. 29, pp. 408-409 （2013）
(3) 土屋俊，中島秀之，中川裕志，橋田浩一，松原仁，大澤幸生, 高間康史:AI 事典　第 2 版, 共立出版（2003）
(4) 中野渓，渡邊伸行：“拡張現実感による物体提示が心的回転に及ぼす影響の検討”，電子情報通信学会技術研究報告，Vol. 113, No. 462, pp. 39-44 （2014）

複数の AR マーカを用いた漢字学習ソフトウェアの開発

Development of Kanji learning software using multiple AR markers

舩木 英岳[*1],藤本 雄生[*1],丹下 裕[*1]
HIdetake FUNAKI[*1], Yuki FUJIMOTO[*1], Yutaka TANGE[*1]
[*1] 舞鶴工業高等専門学校　電気情報工学科
[*1]National Institute of Technology, Maizuru College
Email: funaki@maizuru-ct.ac.jp

あらまし：筆者らは，平成 25 年度から地元の特別支援学校からの要望に基づき，タブレット端末を用いた教育支援ツールの開発に取り組んでいる．本研究では，視覚的な指示・表現が効果的と言われる自閉症児童に対して，複数の AR マーカの組み合わせで漢字の学習を視覚的に表現できる漢字学習ソフトウェアを開発した．今後は，特別支援学校教員と意見交換を行いながら，実際に子供の教育に導入することで教育の質の向上を図る．
キーワード：AR，複数 AR マーカ，漢字学習ソフトウェア，教育支援ツール

1. はじめに

筆者らは, 平成 25 年度から京都府立舞鶴支援学校と連携してタブレット端末を用いた教育支援ツールの開発に取り組み，最近では，AR 技術を用いた視覚的指示を取り入れたソフトウェアを開発した[1]．このソフトウェアは，単純に AR マーカに応じた 3DCG を表示させるものではなく，選択した複数の AR マーカを組み合わせることで，漢字や算数の学習が行えるものである．本ソフトウェアは，特別支援学校教員に好評であり，教育教材に AR 技術を導入することで支援学校の教育の質を改善できると考えられる．

本研究では，視覚的な指示・表現が効果的と言われる自閉症児童に対して，複数の AR マーカの組み合わせで漢字の学習を視覚的に表現できる漢字学習ソフトウェアを開発した．複数 AR マーカの組み合わせを増やし，ユーザが手軽に漢字パターンを追加できるように実用的な機能拡張も行っている．今後は，特別支援学校教員と意見交換を行いながら，実際に子供の教育に導入することで教育の質の向上を図る．

2. AR(Augmented Reality)

AR とは，人が知覚する現実環境をコンピュータにより拡張する技術，およびコンピュータにより拡張された現実環境そのものを指す

2.1 ARToolkit

ARToolKit は，奈良先端科学技術大学院大学の加藤博一教授によって, AR 研究のために開発された C 言語ライブラリである．ARToolKit では，マーカに描かれた模様を認識し，マーカとカメラの位置関係やマーカとカメラの向きを計算し，処理する関数を提供する．ARtoolkit では表示されているパターンをカメラで読み取り，その上に 3D オブジェクトを表示するアプリケーションを作成することができる．

2.2 AR マーカ

ARToolKit では，図 1 のような AR マーカを使用する．AR マーカを検出・認識した場合，それぞれの AR マーカに対応した CG を描画する（図 2）．

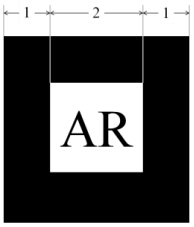


図 1　AR マーカ

図 2　CG の表示

3. 漢字学習ソフトウェア

3.1 漢字の表示

漢字学習ソフトウェアでは，漢字の部首 AR マーカ（以後，部首マーカと呼ぶ）上に，対応した CG を表示する．複数の部首マーカが正しい位置に配置した場合は，それらの部首を組み合わせてできる漢字の CG をマーカ上に表示させる．部首マーカが正しい位置に配置されるまでは，それぞれの部首マーカに対応した CG を表示する．

以下に，複数マーカからなる漢字の CG についての実行結果を示す．図 3 では「立」「木」「見」の部首マーカが正しく配置されており，その場合は図 4 のように「親」の CG が表示される．

図 3　各部首マーカ

図 4　正しい配置時の CG

図 5 のように「立」「木」「見」の部首マーカを正しくない配置にした場合は，図 6 のように「立」「木」「見」それぞれの CG が表示される．このようにして，複数の部首マーカが決まった形に並ぶと新しい漢字になることを，CG を用いて視覚的に学ぶことができる．現在，42 種類の部首マーカと 38 種類の漢字の組み合わせが表示可能である．

図 5　各部首マーカ

図 6　間違った配置時の CG

3.2　データ追加用インターフェース

本ソフトウェアでは，部首マーカ・CG・漢字の組合せのデータ等を外部ファイルにして，プログラム立ち上げ時にデータを読み込ませるようにしている．以前は，これらのデータはプログラム中に記述していたが，特別支援学校側から「自分たちで新しい CG を追加したい」という要望があったため，データを外部ファイルにまとめるとともに，表示 CG の追加や変換，新しいパターンの登録など，外部ファイルを編集するためのインターフェースを作成した．このインターフェースではデータの閲覧と追加・変更・削除及びその反映が可能である．図 7 にインターフェースの編集画面を示す．

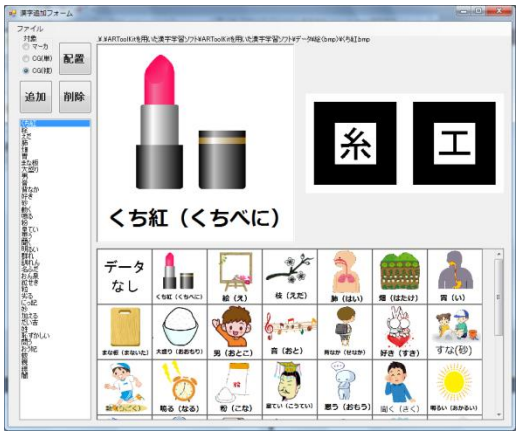


図 7　インターフェースのデータ編集画面

左上の追加ボタンを押すことで新たな CG やマーカを登録できる．登録直後の CG データはマーカの種類や配置が設定されていないため，左上の配置ボタンを押して下に表示される一覧から配置パターンを選択し(図 8)，その後右上の各マーカを選択して下の一覧から変更したいマーカを選択する(図 9)．これで，新たな CG とマーカの種類・配置の登録が完了する(図 10)．

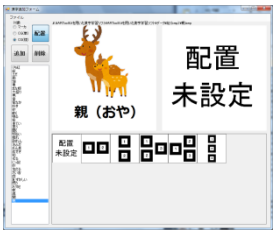


図 8　配置設定前

図 9　部首マーカ設定前

図 10　部首マーカ設定後

3.3　開発環境

本研究では，漢字学習ソフトウェアを開発するに当たり，表 1 のような環境を構築した．

表 1　開発環境

OS	Windows 7 Home Premium
使用言語	C 言語
使用ソフト	Visual C++ Express Edition 2010
	ARToolKit 2.72.1 Windows(32bit)
	Metasequoia 4.5.4 Windows(32bit)

4.　教育教材としての評価

支援学校教員に，本ソフトウェアの教育面から評価を依頼した．視覚的な操作ができるソフトウェアであるため児童の興味を引き，学習意欲を引き出す可能性が高いことが分かった．本ソフトウェアは導入教育に効果があり，すべての学年の漢字を含める必要はないというアドバイスをいただいた．

【支援学校教員の意見】
・意欲を盛り上げられそう
・ゲーム感覚で漢字の学習ができる
・イラストとひらがなの読みが出ていて良い
・漢字のへん・つくりの学習に良い

5.　おわりに

本研究では，複数 AR マーカを用いて漢字学習ができるソフトウェアを開発した．また，支援学校教員の要望に応じて，新しいパターンを追加するためのデータ編集用インターフェースを作成した．今後は支援学校の教育現場に本ソフトウェアを導入する．

参考文献

(1)　舩木英岳,大中優輝,古林達哉,木下博美,丹下裕:“AR 技術を用いた視覚的指示を取り入れたソフトウェアの開発”,教育システム情報学会第 40 回全国大会，pp. 67-68，(2015.9)

スマートフォンの通信機能を活用したHMD型無機化学学習支援環境の開発

Development of HMD-based Inorganic Chemistry Learning Support Environment using Smartphone

岡本 勝[*1], 松原 行宏[*1]
Masaru OKAMOTO[*1], Yukihiro MATSUBARA[*1]
[*1] 広島市立大学大学院情報科学研究科
[*1]Graduate School of Information Sciences, Hiroshima City University
Email: okamoto@hiroshima-cu.ac.jp

あらまし: 本稿では拡張現実型の仮想環境で無機化学について体験的に学習を行える支援環境の開発を行う．スマートフォンをマーカ撮影・認識および拡張現実型仮想環境表示に活用し，スマートフォンとVRビューアを組み合わせることでHMD型の拡張現実環境投影機器を実現する．さらに使用したスマートフォンの通信機能を用いて複数端末間で共有可能な仮想環境の実現を行った. 本稿では開発システムを通じて仮想実験を行えることを示す.
キーワード：拡張現実感，スマートフォン，無機化学，体験学習

1. はじめに

高校化学では実験を通じた学習が重要視されているが，安全性の観点から学生が授業時間外に実験を伴う学習を行うことは困難である. 岡本らはAR（拡張現実感）技術を用いて計算機上で仮想的に無機化学の実験が行えるシステムを開発した(1). このシステムではカメラで撮影した学習者のマーカ操作の映像をもとに仮想環境を構築し，ディスプレイに表示する．AR技術の視覚ディスプレイの1つとしてHMDがあり(2), HMDを用いることで仮想と現実がよりシームレスな仮想実験が可能になると考えられる．しかし，HMDの表示領域はディスプレイに比べ狭いため，仮想化学実験を行うための補助情報の全てを常時表示させるのは困難である.

そこで本研究では, HMDを用いたAR型無機化学仮想実験環境のための情報提示方法の検討を行う．HMDの限られた表示領域にビーカー内の状態を表示するために，アイコンを用いてビーカー内の状態を可視化する．さらに，HMD装着時に実験を行いやすいよう，頭の向きを入力インタフェースの1つとして用いる．提案システムではHMDの表示部としてスマートフォンを用いたビデオシースルー型HMDを使用する.

2. 提案システム

図1に提案システムの外観を示す．提案システムはマーカ，VRビューワー，スマートフォンから構成される．VRビューワーはスマートフォンをHMDとして使うための器具であり，学習者は図のようにHMDを装着して仮想実験を行う．図2に構築された仮想環境を示す．仮想環境はスマートフォンのカメラで撮影されたマーカ操作の映像をもとに構築される．マーカは実験器具や試薬等と対応しており，学習者はこのマーカを操作することで実験を進めることができる．図中の仮想環境にはビーカー，Na+, H_2S のCGが表示されており，構築された仮想環境はスマートフォンの画面に表示される.

提案システムでは誤った実験操作を防ぐためにビーカー内の液性，イオン，試薬，沈殿物の状態を可視化する．ビーカー内の状態が不明なまま実験を進めた場合，誤った実験操作を行い，誤学習に繋がる可能性がある．HMDの限られた表示領域に常時ビーカー内の状態を表示させると実験の妨げになると考えられる．そのため図2のようにビーカーマーカ認識時にのみにアイコンを用いてビーカー内の状態を可視化する. 図2中のビーカーは液性が中性で Ag^+ と $Fe2^+$ が投入されていることが分かる．アイコンはマーカを認識している方向に関係なく学習者に見えるように表示される．この可視化機能によりHMD装着時でもビーカー内の状態が確認できると考えられる.

図1 システム外観

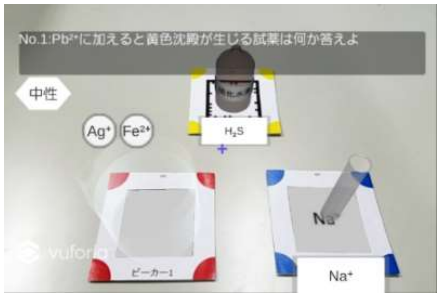


図2 仮想環境例

また学習者に目的を持って実験を行わせるために，図 2 のように仮想環境の上部に設問が提示される．学習者は頭の向きを用いて提示された設問の回答を行える．スマートフォンの角度センサーから学習者の頭の向きを取得できるため，提案システムでは頭の向きを入力インタフェースの 1 つとして用いる．

複数人で仮想実験を行う場合，学習者一人一人が HMD を装着しマーカ操作を行う．このとき，ビーカーの状態を端末同士で同期する必要があり，Bluetooth を用いて通信を行う．提案システムでは端末をホスト端末とゲスト端末に分け，ホスト端末は全てのゲスト端末（最大 7 台）と接続する．

複数人型仮想実験環境で仮想実験を行う場合，ビーカー状態更新部で検出したビーカー状態の更新情報は通信部に送られる．ホスト端末は更新情報を取得したとき，更新情報を全てのゲスト端末に送る．その後，各端末は更新情報をもとにビーカーの状態を更新する．更新情報を検出したゲスト端末は，その更新情報をホスト端末に送る．ホスト端末は更新情報を全てのゲスト端末に送る．その後，各端末は更新情報をもとにビーカーの状態を更新する．図 3 に更新例を示す．図右側のユーザーが実験を進めている中で，左側のユーザーはもう一人のユーザーの実験状況を見ている状況である．この状況でビーカー内で化学反応が起きており，実験を行ったユーザーと確認しているユーザー両方の端末上の仮想環境で実験が進行していることが確認できる．以上の方法でビーカーの状態の同期を行い，複数人型仮想実験が可能な仮想環境を構築する．

図 3　複数人型仮想実験環境での演習例

3.　検証実験

本検証では複数人型仮想実験環境で実験が行えるか検証する．被験者は出題された 6 問の設問に回答する仮想実験を 2 回行い，1 回目では全員回答方式，2 回目では個人回答方式を用いる．全員回答方式では全員が回答を行ってから次の設問に進み，個人回答方式では誰か一人が回答すると次の設問に進む．仮想実験中に 2 人の実験操作の役割分担や発話による意見交換があったか確認する．実験後回答方法の違いについて聞き取り調査を行う．

図 4，5 に 1 回目，2 回目の設問ごとのマーカ操作の回数を示す．1 回目の実験では被験者 A は被験者 B より多くのマーカ操作を行っているが，2 回目の実験ではマーカ操作回数がほぼ同じ程度になっている．システムに慣れることで役割分担しながらの仮想実験が可能になると考えられる．また，被験者 A, B は実験中「H_2S ならたぶん黒色沈殿が発生する」，「この試薬はさっき試したとき白色だった」などの会話をしながら実験を進めていた．このように複数人で仮想実験を行うことで，お互いの意見を共有しながら実験を行う傾向を確認できた．また，どちらの回答方式でも実験を進められることを確認できた．

以上より，被験者間でビーカー内の同期行えており，複数人型仮想実験環境で実験が行えることを確認した

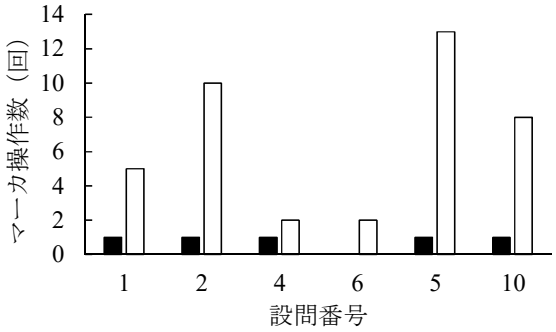


図 4　実験結果（1 回目）

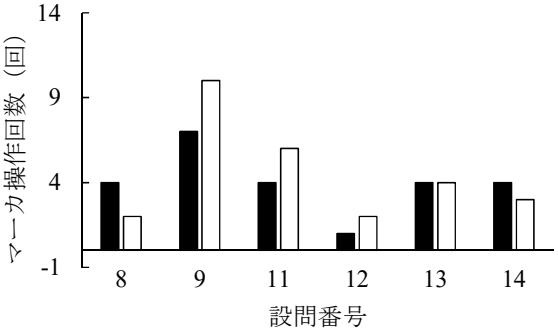


図 5　実験結果（2 回目）

4.　おわりに

本稿では，スマートフォンを用いた HMD 型 AR 型無機化学学習支援システムを構築し，複数人での仮想環境共有機能を実装した．端末間通信を Bluetooth で実現し，各端末で確認できた化学実験操作を全端末に送信し同時に化学反応の状況を更新することで，化学実験反応の閲覧有無によらず同様の仮想実験状況を共有できる．実験より，開発システムを用いた複数人での無機化学反応に関する知識共有の可能性を確認できた．今後は HMD を用いたことによる学習効果の調査を行う．

なお，本研究は科研費基盤研究（C）（16K01072）の助成を受けたものである．

参考文献

(1) 岡本勝，隅田竜矢，松原行宏：“拡張現実型マーカを用いた無機化学学習支援システム”，電子情報通信学会論文誌，第 J98-D 巻，第 1 号，pp. 83-93（2015）
(2) 蔵田武志，清川清　監修，清川清：“第 2 章基礎編その 2”，AR（拡張現実）技術の基礎・発展・実践，科学情報出版株式会社，pp. 59（2015）

知識と行動の不一致の自覚を促す情報モラル教育 －大学初年次生を対象とした実践と評価－

Education program to raise awareness of the knowledge-to-action gap in information ethics -Application and evaluation for the first-year university students-

三輪 穂乃美[*1], 田中 孝治[*2], 池田 満[*2], 堀 雅洋[*1],
Honomi MIWA [*1], Koji TANAKA [*2], Mitsuru IKEDA[*2], Masahiro HORI[*1]
[*1] 関西大学大学院総合情報学研究科
[*1] Graduate School of Informatics, Kansai University
[*2] 北陸先端科学技術大学院大学知識科学系
[*2] School of Knowledge Science, Japan Advance Institute of Science and Technology
Email: k124397@kansai-u.ac.jp

あらまし：筆者らは，情報モラルに反する行動をとらせる心の動きを，その行動主体である学習者が認識することが，適切な判断についての考え方を育成する一助となると考えている．本研究では，前報（田中他，2017）で提案した知識と行動の不一致の自覚を促す学習支援方式を，大学初年次生の多人数講義に適用可能な教育プログラムとして試行した．試行後に実施したレポート課題について分析し，本プログラムの有効性について検討を加える．
キーワード：知識と行動の不一致，情報モラル，大学初年次生向け教育プログラム

1. はじめに

学習した情報モラルに関する知識を行動として具現化しようとする意志（行動意図）が形成されなければ，実効的な意味で情報モラルを習得したとは言えない．筆者らは，知識を理解する学習活動だけでなく，情報モラルに反する行動（以下，不遵守行動）をとる学習者自身の心の動きを，その行動主体である学習者本人に認識させることが重要と考えている．

前報[(1)]では，学習者に知識と行動の不一致の自覚を促すために，情報モラル行動が求められる状況における原則としての知識と実際場面で自身がとる行動について思考し選択する段階（判断過程），およびその結果をグラフ化することによって顕在化される知識と行動の不一致を読み取る段階（確認過程）からなる学習支援方式を提案した．大学初年次生の多人数講義で実施したところ，学習者が知識と行動の不一致を自覚することで，情報モラル学習への動機づけが高まることが示唆された．本研究では，本方式の効果をさらに高める教育プログラムの構築を目指している．筆者らは，本教育プログラムを，広範囲の基礎的学習内容を対象とする大学初年次の教育と位置付けて，多人数クラスでも効率的に実施可能な教育プログラムを開発した．本稿では開発した教育プログラムの構成について報告し，教育プログラムの一部として実施したレポート課題の記述内容について学習効果の観点から検討を加える．

2. 情報モラル教育プログラムの構成

本教育プログラムは，判断過程，確認過程，再具体化過程，外化過程の四段階から構成される（図 1）．前報で提案した学習支援方式を採用している前半の段階（判断過程，確認過程）では，心の動きを顕在化するために認知心理学的実験を援用した．定量的な指標として得られる実験結果については，現象が抽象化され，学習者によっては内容が具体性に乏しいとみなされる可能性がある．本プログラムでは，確認過程で提示される抽象化された学習課題の結果を現実課題と関連付けながら再度自分ごととして具体化を促すための再具体化過程を設けた．また，学習者が学習内容を振り返りながら，知識と行動の不一致の生起要因や解決策を思考し外化するための外化過程を設けた．以下では，四つの段階ごとに教育意図および学習活動について紹介する．

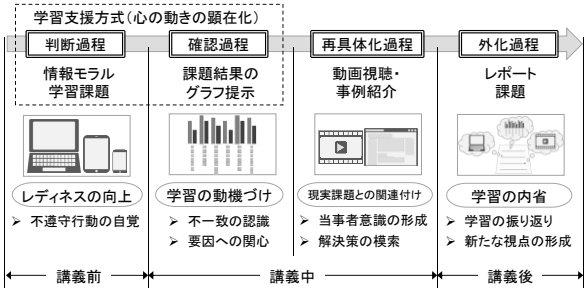


図 1　教育プログラムの概要

2.1 情報モラル学習課題（判断過程）

情報モラル学習課題は，行動選択課題と行動評価課題からなる[(1)]．行動選択課題では，情報モラル行動が求められる状況において，原則として正しい知識と自身が実際にとる行動について 2 択で回答する．行動評価課題では，行動意図を形成する要因（行動

に対する態度，主観的規範，制御感）について，自分の考えにどのぐらい当てはまるを 7 段階で回答する．これらの課題は，講義前課題として Web 上で提供される．これらの課題に取り組むことで，不遵守行動の自覚が促され，不一致の生起要因や解決策について効果的に学習するためのレディネスを高める段階として機能することを期待している．

2.2　課題結果のグラフ提示（確認過程）

情報モラル学習課題についてのデブリーフィングを行った後に，行動選択課題の結果から作成した不一致を表すグラフ（不一致グラフ）と，行動評価課題の結果から作成した行動意図の生起要因の傾向を表すグラフ（要因グラフ）を提示する．学習課題のフィードバックと，その課題の結果を視覚的に読み取る活動を通して，知識と行動の不一致の認識が促され，生起要因について関心を持つようになる段階として機能することを期待している．

2.3　動画視聴・事例紹介（再具体化過程）

IPA 等が提供する不遵守行動に関連する映像教材と，受講生と関連深い情報モラル行動が求められる状況の実例を提示する．大学生の場合，これまでに情報モラルに関する多くの映像教材を目にした経験を有するが，知識と行動の不一致を認識した学習者は「知っている」から「自分は適切に行動をとれるのか」に見方を変えて視聴することを期待している．また，受講生と関連深い具体的な事例を紹介することで，現実場面での自身の行動を思い起こし，より具体的な解決策を模索するようになる段階として機能することを期待している．

2.4　レポート課題（外化過程）

外化の方法は，多人数講義への適用を念頭に，講義後のレポート作成を採用するが，クラスの学生数や講義スケジュールによってグループディスカッションでの外化も可能である．過去や現在の情報モラル遵守における自身の取り組み方について再考することを通して,「適切な行動を知っていてもその行動をとれていない」といった観点を学習者自身の思考や判断に取り入れ，今後に向けてどのような取り組みが必要であるかを整理するようになる段階として機能することを期待している．

3.　プログラムの実践とレポート課題の分析

本プログラムを，2017 年春学期に情報系学部の大学一年生の必修科目として開講された情報処理に関する講義の一部で試行した．事前課題の平均遂行時間は 11 分 29 秒（最短 2 分 44 秒，最長 28 分 11 秒，30 分以上は外れ値として計算から除外）であった．課題結果のグラフ提示は約 45 分，動画視聴（標的型サイバー攻撃メール）・事例紹介（未承認時間割アプリ，フィッシングメール）は約 35 分であった．レポート課題提出期限は，講義終了後から一週間以内であった．レポート課題では，①情報モラルに関する課題からあなたが学んだこと，②情報モラルの実例からあなたが学んだこと，③講義の感想について，A4 サイズ一枚以内で記述するように求めた．

表 1 レポート記述の抜粋（下線は筆者）

	記述文
①情報モラルに関する課題から学んだこと［判断過程・確認過程］	アンケート課題で，自分自身，知識はあるが実際の行動はなかなか知識に伴っていないことが分かった．他の学生の回答と比較して，やはり知識と意図に関しての遵守行動の差が大きいところほど自分にも当てはまっていたので，客観的な視点で自分と他の学生とを比較することができた．
②情報モラルの実例から学んだこと［再具体化過程］	個人を標的に重要な情報や知的財産などを不正に取得しようとするサイバー攻撃の標的型攻撃は日常生活の些細のところに潜んでいるのだと学ぶことができた．自分の身を守るためにも怪しいメールなどの添付ファイルは安易に開かないことが大切であり，標的型攻撃は先ほど学んだ「態度」「主観的規範」「制御感」これらを利用することで成り立っているようなので自分の能力を過信せず慢心しないことが必要であるということを理解することができた．
③教育プログラムの感想	情報モラルの行動を実践するためには，自分で冷静になって考えることや，自分の好奇心や自分が制御することが第一歩だと思う．SNS の利用が増えて，個人情報を自らお店や人に教えることがあるので，個人情報を相手に渡すときも，しっかり考えて，本当に必要があるのかを，もう一度考えようと思う．高校生までは，保護されてきた部分も多かったが，これからはよりいっそう注意深く行動するよう心がけようと思う．

本教育プログラムの有効性を検討するために，レポートの記述内容について分析を行った．分析対象者は，講義出席者のうち情報モラル学習課題を提出した一年生 406 名とした．レポートの記述内容の一部を表 1 に示す．これらの記述から，学習者は判断過程と確認過程を通して知識と行動の不一致を自覚していることが窺えた．また，再具体化過程では，当事者意識を持ちながら確認過程で学習した生起要因を踏まえて理解を深めていることが窺えた．教育プログラム全体については，三つの過程を通して得た気づきを基に，自分なりに今後どのような取り組みが必要であるかを思考していることが窺えた．

4.　おわりに

多くのレポート記述から，学習者が不一致を自分ごとと捉え，情報モラル行動への認識を深めると同時に，学習内容を日常生活の情報モラル行動の判断に適用しようと試みていることが確認できている．今後，現状の著者による主観的な分析に加えて，内容分析などの量的分析も実施し，教育プログラムの効果について多角的に検討することが必要である．

謝辞

本研究の一部は科研費 16K12782 の助成を受けた．

参考文献

(1) 田中孝治，三輪穂乃美，池田満，堀雅洋: “情報モラル行動における知識と行動意図の不一致の自覚を促す教育プログラムの提案と評価”，教育システム情報学会 2016 年度特集論文研究会，(2017)

セキュアコーディングを学習させるためのオンラインコンパイラの開発

Development of Online Execution Environment to Learn Secure Coding

森田 浩平[*1], 松本 慎平[*1]
Kohei MORITA[*1], Shimpei MATSUMOTO[*1]
[*1] 広島工業大学情報学部
[*1]Faculty of Applied Information Science, Hiroshima Institute of Technology.
Email: {b214205, s.matsumoto.gk}@cc.it-hiroshima.ac.jp

あらまし: 本稿では，セキュアなコーディングを学習させるためのオンラインコンパイラの詳細を報告することを目的とする．著者らはこれまで，デバッガ機能，コーディング過程の自動記録機能，オンラインジャッジメント機能を備えたオンラインコンパイラを開発しており，提案システムは，これを拡張した仕組みである．提案システムでは，Web 開発で最も一般的な技術である PHP，JavaScript を対象とする．提案システムを用いることで，学習者は，Web ブラウザさえあれば，問題の提示やコーディング，自動採点を受けることができる．提案システムでは，学習者から提出されたコードに対して，静的解析ツールとテストツールを使用してコードの精査を行うことで，自動採点を実現させている．
キーワード: プログラミング，Web，開発環境，セキュアコーディング，学習支援

1. はじめに

現在日本国内では，10 秒に 1 人の被害者が出るほどの数のサイバー攻撃が行われている．シマンテック社は, 2015 年に検出されたマルウェアが 4 億 3000 万を超えたと発表している．WEB に対する攻撃も，1 年で 2 倍以上に増加している(1)と言われているが，既に数値では想像が出来ない規模のサイバー攻撃が日々行われているのが現状である．

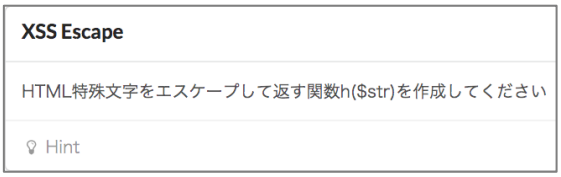
サイバー攻撃が世界規模で猛火を振るう一方で，それに対応するセキュリティ人材不足が深刻化している．IT 専門家の 82%がセキュリティの人材不足を認識し，危機感を持っている．事実，国内でもセキュリティ人材が不足していることが IPA の試算により明らかにされている．セキュリティ人材不足の主な要因として，以下の 3 点があげられる．

- ✓ セキュリティ教育の困難さ
- ✓ セキュリティ人材の能力判定の困難さ
- ✓ セキュリティ知識の更新の早さ

セキュリティに関する知識は多岐にわたるが，業務形態や水準に応じて異なったセキュリティの知識が必要とされる．ソフトウェア開発に一番近いところでは，セキュアなアプリケーションを開発する知識，技能が重要となる．しかし，セキュアなコーディングを手軽に学習できる機会は少なく，また，高等教育機関においても十分に教育できていないのが現状である．そこで本稿では，セキュアなコーディングを学習させるためのオンラインコンパイラを提案すること, その詳細を報告することを目的とする．著者らはこれまで，デバッガ機能，コーディング過程の自動記録機能，オンラインジャッジメント機能を備えたオンラインコンパイラを開発しており(2)，提案システムである CureVuln は，これを拡張した仕組みである．提案システムでは，セキュリティに関する知識が強く求められる Web エンジニアリングの中で広く用いられている PHP, JavaScript を対象とする．提案システムを用いることで, 学習者は，Web ブラウザさえあれば，問題の提示やコーディング，自動採点まで受けることができるようになる．提案システムでは，学習者から提出されたコードに対して，静的解析ツールとテストツールを使用してコードの精査を行うことで, 自動採点を実現させている．テストツールでは，攻撃コードを含んだ値を入力値として渡し，戻り値が適切にエスケープされているかをチェックする．テストを実行した結果，すべてのテストケースを passing できた場合は正解，できなかった場合は不正解として，フィードバックを学習者に提示することで，セキュアコーディングの学習環境を実現している．

2. セキュアコーディング学習システム

頑健なソフトウェアを開発するための技能は非常に重要である(3,4)．ソフトウェアの頑健性を評価することを目的とした研究は，既にいくつか進められている．児島らは，Java アプレットが悪用される問題に対処するためのソースコード監査支援ツールを開発している(5)．鈴木らは，Self-Protecting 技術を用いて，DOM based XSS を防止するガイドラインに対する本方式の適用および有用性を検証した(6)．本研究と同様に，セキュアなアプリケーションを開発できる技能を養成することを目的とした取り組みもある．菱田らは, Java のセキュアコーディングを対象とし，インスタンスの状態を変更できないという特徴をもつ不変クラスのセキュアコーディングを利用した学習支援システム及びコードのチェッカを設計・実装した(7)．しかしながら，PHP，JavaScript のセキュアコーディングを学習させる仕組みについては，十分に行われていない．PHP，JavaScript は，Web システム開発で最も利用される言語であるものの，デザイナなど専門家以外も開発に携わることが多くあるた



リスト 1 問題例

```php
<?php

    require "php_xss_problem_good.php";
    assert_options(ASSERT_CALLBACK, 'assert_failure');

    function assert_failure($file, $line, $code, $desc = null) {
        $output = array(
            'success' => 'fail',
            'detail' => $desc,
        );
        echo json_encode($output, JSON_UNESCAPED_UNICODE);
        exit(1);
    }

    function check() {
        assert('h(">") === "&gt;"', ">がエスケープされていません");
        assert('h("<") === "&lt;"', "<がエスケープされていません");
        assert('h(\'"\') === "&quot;"', '"が安全にエスケープされていません');
        assert('h("\'") === "&#039;"', "'が安全にエスケープされていません");
        assert('h("&") === "&amp;"', "&がエスケープされていません");
    }

    check();
?>
```

リスト 2　リスト 1 の問題に対するテストの例

め，提案システムの有用性は高いと考えられる．

3.　CureVuln の提案と実装

CureVuln は，PHP と JavaScript のセキュアコーディングを Web ブラウザのみで実際にコーディングを行いながら学習できるプラットフォームである．CureVuln は，Django REST Framework 3.3.3，NodeJS 4.2.6，Vuejs 1.0.24，Electron 1.3.8 を用いて開発されている．学習者は，提示された問題に対して，解答コードを記述し，実行ボタンを押下することで，そのコードをシステムに送信できる．送信されたコードは LXC コンテナへと転送され，問題に対応した攻撃コードを含む Unit テストを行う．例えば，リスト 1 で示した問題例に対し，リスト 2 の Unit テストが実行される．安全でない関数を使用していないかなどを確認するために，Lint を実行している．JavaScript の Lint には ESLint を採用し，主に DOM Based XSS を検知するために eslint-plugin-domxss を実装している．　ESLint は，JavaScript コードを文字列として読み込み，AST にパース後，定義したルールを実行することができる．eslint-plugin-domxss では，DOM Based XSS を引き起こす可能性があるシンクやソースを定義したルールを記述することで，DOM Based XSS の検知を行っている．

自動採点機能については，Unit テストによる動的検査と Lint による静的解析の双方が passing すれば正解とし，できなければ対応したフィードバックを返すことで実現している．例えば，リスト 1 の問題にて「&」を「&」にエスケープできていない場合は，リスト 3 のようなフィードバックが返る．

CureVuln は，学習者が問題に対してどのような解答をしたかの過程を記録できるため，言語やフレームワークごとに，どのような脆弱性を作り込みやすいかを分析することが可能となる．

リスト 3 フィードバックの例

4.　おわりに

本稿では，セキュアなコーディングを学習させるためのオンラインコンパイラ CureVuln を提案し，その詳細を報告した．デバッガ機能，コーディング過程の自動記録機能，オンラインジャッジメント機能を CureVuln に実装した．試験運用及び評価結果の詳細については，当日報告において明らかにする．なお，入力されたコードの詳細な評価方法については，今後検討すべき課題であると考えている．たとえば，プログラマにコーディング規約や規則に従わせることを目的とし，違反しているコードの構造を木パタンで表現し，ソースコード中からパタンにマッチする箇所を探すことで違反を検出するツールが提案されている[8]．こういった知見を踏まえて，いくつかの方法の有効性を比較・検証する予定である．

謝辞

本研究は，独立行政法人日本学術振興会科学研究費助成事業(基盤研究(C)16K01147, 17K01164)の助成を受けて実施した成果の一部である．ここに記して謝意を表します．

参考文献

(1) シマンテック, インターネットセキュリティ脅威レポート 第 21 号 (2016).
(2) K. Morita, S Matsumoto, Developing a Cloud-Based Programming Learning Support Tool - Aiming to the Most Accessible Development Environment for University Students -, Proc. of AROB 2017, GS6-2, pp.143-146 (2017).
(3) 久保正樹，脆弱性を作りこまないーC/C++セキュアコーディングプラクティス, 研究報告コンピュータセキュリティ，No.19，pp.1 (2009).
(4) 村上正志, In Detail サイバー攻撃に強い制御システムを構築するには(Part6)攻撃側のスキルと高セキュアコーディングについて，計装, Vol.56, No.5, pp. 74-83 (2013).
(5) 児島尚，中山裕子，川島悟，藤川亮子，セキュアな Java プログラム作成のためのソースコード監査支援ツール，情報処理学会研究報告．マルチメディア通信と分散処理研究会報告，Vol. 2003, No. 18, pp.83-88 (2003).
(6) 鈴木富明，白井丈晴，小林真也，川端秀明，西垣正勝，セキュリティガイドラインに準拠したアプリケーション作成支援に関する一提案，研究報告コンピュータセキュリティ, Vol. 2015, No. 8, pp.1-8 (2015).
(7) 菱田昂宏，早川智一，疋田輝雄, Java セキュアコーディングを促進する不変クラスチェッカの提案と実装，第 76 回全国大会講演論文集, pp.537-539 (2014).
(8) 中村真也，鵜川始陽，馬谷誠二，則違反コードの構造を反映した木パタンを用いるコード検査器，情報処理学会論文誌プログラミング，Vol.9, No.4, pp.1-15 (2016).

プレゼンテーションの改訂を指向したリハーサルデータ活用の検討と提案

Consideration and Proposal of Presentation Rehearsal Data Utilization for Revising Presentation

小池 柾伎[*1], 岡本 竜[*1], 柏原 昭博[*2]
Masaki KOIKE[*1], Ryo OKAMOTO[*1], Akihiro KASHIHARA[*2]
[*1]高知大学理工学部
[*1]Faculty of Science and Technology, Kochi University
[*2]電気通信大学 大学院情報理工学研究科
[*2]Graduate School of Informatics and Engineering, The University of Electro-Communications
Email: maskoike@is.kochi-u.ac.jp

あらまし：筆者らは，プレゼンテーション・リハーサルを対象としたレビュー支援環境の構築・運用を行っている．本支援環境では，リハーサルで得られた指摘や議論などを含むレビュー結果をプレゼンタにフィードバックし，プレゼンテーションの改訂作業を通じた知識洗練化を目的としている．そこで本稿では，効果的な改訂作業を実現するための検討および支援モデルの提案，さらに試作の現状について述べる．
キーワード：プレゼンテーション・リハーサル，改訂作業，知識洗練化

1. はじめに

プレゼンテーションは，プレゼンタ自らの知識を他者へと外化する手段である．そのリハーサルにおいて，プレゼンタは仲間・同僚からの指摘をもとに改訂作業を行い，自らの知識の不十分・不適切さに関する気付きを得る(1)ことで，プレゼンテーションの改善を図る．したがって，リハーサルにおける改訂作業は，プレゼンテーションの改善を検討すると同時に，知識洗練化を促進できる重要な過程であり，得られた指摘や議論などを含むレビュー結果を効果的に活用する必要がある．

筆者らは，これまでにリハーサルを対象としたレビュー支援環境の構築・運用を行っている(2)．本支援環境により，プレゼンタは改訂作業での利用を考慮したレビュー結果の獲得が十分に可能となったため，今後は，得られたレビュー結果をプレゼンタにフィードバックし，改訂作業による洗練化の効果を高める支援を検討する必要がある．そこで本稿では，効果的な改訂作業を実現するための検討および支援方法について提案し，さらに試作の現状を述べる．

2. リハーサルにおける改訂作業

本研究におけるリハーサルは図 1 に示すような方法により実行される．まず(1)の過程では，プレゼンタが発表の準備として，スライドに加え口頭説明の台本作成を行う．なお，本研究ではこの作業を「発表資料」の作成と定義している．次に(2)の過程では，プレゼンタが発表を行い，レビュアが発表に対するレビューコメントの作成および精緻化を行う．そして(3)の過程では，(2)において作成したレビューコメントにもとづき，発表に対するコメント内容の補完や改訂案作成のためのディスカッションを行う．これらの過程により，プレゼンタはレビューコメントや改訂案などを含めたレビュー結果を獲得し，それらを参照することで，プレゼンテーションの改善を図る．筆者らはこの改訂作業を「レビュー結果を見返す」という意味で(4)バックレビューとよんでいる．

以上の作業を繰り返すことで，プレゼンタは発表資料の修正を行うとともに，自身の知識洗練化を促す．その上でリハーサルによる洗練化の効果を高めるには，バックレビュー過程において，以下に述べるような作業を効果的に行い，次回のリハーサルにレビュー結果を反映させることが重要である．

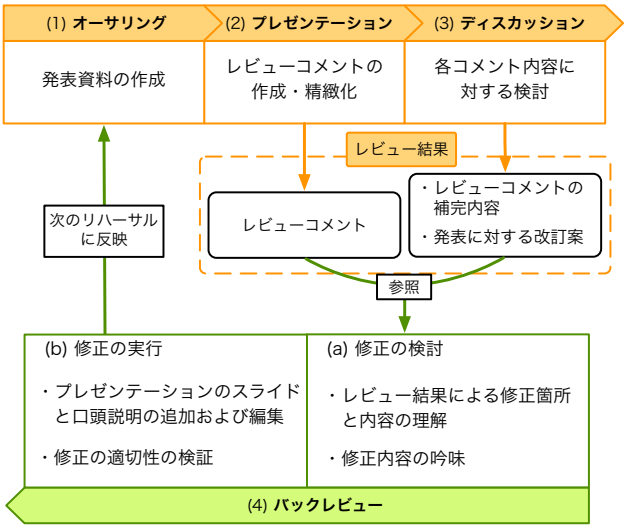


図 1 レビュー支援環境におけるリハーサルの方法

(a) 修正の検討

プレゼンタは発表資料の修正を検討する際，獲得したレビュー結果の指摘や議論内容から，具体的な修正箇所・内容を正しく理解することで，適切な修正作業を行う．また，確認したレビュー結果を吟味し，実際に修正を行うべきかを十分に検討することで，プレゼンタは修正の理由や原因を正しく認識し，知識の改善と同時に改訂作業を実施する．

(b) 修正の実行

(a)において検討した内容をもとに，プレゼンタは修正内容を発表資料へと円滑に反映させる必要がある．また修正の完了後，反映させた内容を再確認することで，プレゼンタ自身の修正が適切であったかについて検証する．

3. リハーサルデータ活用による改訂作業の支援方法

本研究では，前章を踏まえた発表資料の改訂作業支援の実現を目的とする．本章では，そのためのアプローチと試作について述べる．

3.1 改訂作業支援のアプローチ

バックレビューにおいて効果的な改訂作業を行うには，リハーサルにより獲得したレビュー結果を十分に活用し，円滑に発表資料に反映させることが重要である．そのためには次のリハーサルへの連携を考慮した支援を考える必要がある．そこで本研究では，以下に示すような改訂作業を支援するためのアプローチについて検討した．

(1) 改訂によるリハーサルデータ遷移の提示

改訂作業による知識改善の効果を高めるには，プレゼンタが自身の改訂状況を把握し，その改訂が適切であるか十分に検討する必要がある．そこで本研究では，リハーサルごとにプレゼンタが作成した発表資料とレビュー結果を保存・蓄積し，改訂前後の差分や改訂までの過程を抽出・可視化する，リハーサルデータ遷移の提示を検討している．これにより，プレゼンタは修正を検討する際，現在のリハーサルデータと今まで蓄積してきたデータとを参照・比較しながら改訂作業を行いやすく，また，プレゼンタ自身がどのような修正を行ったのか把握することが容易になると考えられる．

(2) 各リハーサル支援ツールとの連携

筆者らは，スライドコンテンツと口頭説明の対応関係を視覚的に提示したプレゼンテーション・マップ[(3)]を提案し，それにもとづく独自のプレゼンテーション･ツールによる発表資料の作成を行っている．また先行研究では，ディスカッション支援として，議論進行における操作履歴の記録・参照方式の提案とそれにもとづく支援ツール[(4)]を検討・開発中である．本研究では，これらのリハーサル支援ツールと連携することで，ディスカッションが終了したと同時にレビュー結果を円滑に利用し，改訂作業が行えるようにする，また，発表資料の修正を検討しながらスライドおよび口頭説明の追加・編集を行えることが望ましい．

以上の検討を踏まえ，本研究では，リハーサルデータ活用と各リハーサル支援ツールと連携した改訂作業支援により，プレゼンテーションの改善と同時に効果的な知識洗練化の実現を目指す．また，改訂によるデータ遷移を次回のリハーサルに利用することで，改訂作業以外においても支援が可能になると考えている．

3.2 改訂支援ツールの試作

前節の検討にもとづき，本研究では以下に示すような機能を持つ改訂支援ツールの試作を行っている．

(1) リハーサルデータの参照機能

作成したプレゼンテーション・マップや獲得したレビュー結果の指摘・議論データを関連付けることで，スライドコンテンツや口頭説明の単位でのデータ遷移の提示を実現する．プレゼンタは，これらを参照しながら，自身の修正の状況把握や適切性の検証を行うことができる．

(2) プレゼンテーション・マップの追加・編集機能

(1)により提示されたデータを参照しながら，レビュー対象であるプレゼンテーション・マップを追加・編集し，次回のリハーサルに使用する発表資料として保存・蓄積できるようにする．また，マップの編集履歴から，改訂によるデータ遷移を保存し，後の改訂作業での利用を可能とする．

4. おわりに

本報告では，リハーサルデータを活用した改訂作業の支援方法と試作について述べた．今後は，改訂作業の支援モデルを改めて提案し，それにもとづくバックレビュー支援ツールの開発を進める予定である．また，複数回のリハーサルを行った場合，本ツールを用いて改訂作業を行ったことにより，プレゼンタの知識洗練化にどのような影響を与えているかの検証も予定している．

謝辞

本研究は JSPS 科研費 JP17K01131 の援助による．

参考文献

(1) A.Kashihara,S.Hasegawa:“LearningBench:ASelf-Directed Learning Environment on the Web”, Proc. of ED-MEDIA 2003, pp. 1032-1039 (2003)

(2) 渡邉悠人，岡本竜，柏原昭博: “プレゼンテーション･リハーサルにおける視覚的なアノテーション手法を指向したレビュー支援環境の構築と評価”，電子情報通信学会教育工学研究会技術研究報告，Vol.113, No.482, pp.7-12 (2014)

(3) 谷川晃大，岡本竜，柏原昭博: “プレゼンテーション･リハーサルを対象としたプレゼンテーション再構成手法にもとづくピアレビュー支援の検討”，電子情報通信学会教育工学研究会技術研究報告，Vol.114, No.305, pp.25-30 (2014)

(4) 中林誉登，岡本竜，柏原昭博: “プレゼンテーション・リハーサルを対象としたバックレビュー支援–議論進行におけるユーザ操作とその履歴の活用方法–”，電機情報通信学会教育工学研究会技術研究報告，Vol.115, No492, pp.279-284 (2016)

キーボード入力速度の長期調査と教育環境との関係

A long-term Investigation into Keyboard Input Speed and Relations with the Education Environment

小堺光芳[*1]，佐久間貴士[*2]，　三好善彦[*1]
Mitsuyoshi KOZAKAI[*1], Takashi SAKUMA[*2]
[*1] 埼玉女子短期大学
[*1] Saitama Women's Junior College
[*2] 高崎商科大学
[*2] Takasaki University of Commerce
Email: kozakai-mitsuyoshi@saijo.ac.jp

あらまし：キーボードの入力速度はキーボードに触れている時間にある程度比例し．コンピュータ操作の習熟度を簡易的に測ることができると考え．入学後 4 月時点で 10 分入力を行い．その文字数のカウントを開始した．10 年以上の長期間にわたり全く同じ問題による入力速度の測定を実施した．本発表では入力速度分布の変化．さらに情報ツール・教育環境の発展がキーボード操作修得にいかなる影響を与えたのか関係性を明らかにすることを試みる．
キーワード：**キーボード入力**，長期調査，学習環境

1.　はじめに

キーボード入力の習熟度を測るため．2006 年より調査を開始した．この 11 年間でキーボード入力の習熟度はどのように推移しているのか報告したい．

現在．高校の教育現場における情報教育における取り組みは様々である．大学入学時におけるコンピュータリテラシの習熟度のばらつきは大きく授業計画に影響を与えている．キーボードの入力速度はキーボードに触れている時間にある程度比例し．コンピュータ操作の習熟度を簡易的ではあるが測ることができると考えた．学生のキーボードの習熟度にばらつきがみられ，二極化の傾向にある．それでも，学生の大学入学時のキーボードへの習熟度は少しずつ高まる傾向にあると思われてきた．そして大学 1 年時の情報教育においては今後の大学生活に欠かせないレポート，論文作成で必須となる参考文献の示し方や引用方法，適切な図表作成の方法などに，これまで以上に力を入れていくことができるようになると考えられてきた．

しかし，情報リテラシとしてコンピュータ基礎科目を担当している実感としては，学生のコンピュータ操作能力が過去に期待していたように向上しているようには感じられない．そこで再度キーボード操作による日本語入力速度の測定を行い，2006 年からどのように変化しているのか調査を行った．

2.　日本語入力速度の測定結果

2-1.　　調査対象全体の分布

習熟度を測定するため，10 分間の日本語入力[1]の速度を測定した．入力ミスはノーカウントとした．

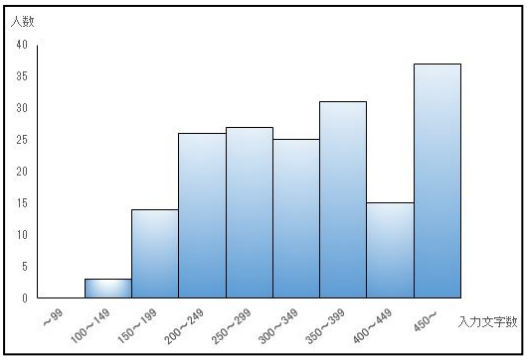


図 1　文字入力数の全体分布（2017 年）
調査対象：大学生（n=178）[2]
測定日時：2017 年 4 月 17 日・18 日
使用ソフト：MS-Word
入力時間：10 分間

2006 年，2010 年，2017 年では調査対象の大学が異なる．そのため直接的な比較はできないが，大きな傾向は読み取れると考えた．2006 年と 2010 年のデータを比較すると入力数は増えているが同時に二極化も進んでいる．これは同じ講義内容でも授業の速度に対する感じ方が学生によって大きく異なる可能性が高くなっていることを表していた．2010 年と 2017 年のデータを比較すると二極化の傾向は解決されているとは言えない．むしろ二極化の傾向が悪化しているようにも読み取れる．

[1] 2006 年の入力文書と同じ．参考文献，小堺・山下（2006）

[2] 4 年生大学 1 年生 70 名．短期大学 1 年生 108 名

2-2.　日本語入力速度，4 大と短大の分布

次に 4 大生と短大生の入学時点における日本語入力速度を比較してみたい．

図 2（4 大生）と図 3（短大生）を比較してみるとどちらも二極化している．短大生の分布は 2010 年の分布と似ているが分布上はキーボードの習熟状況は改善されてきていると読み取れる．一方 4 大生の分布は見ると二極化が悪化していると読み取れる．今回の調査では 4 大生よりも短大生の方が少なくとも入学時におけるキーボード習熟度は高いことがわかった．調査前は 4 大生と短大生で分布に違いはないと予想していたので興味深い結果となった．

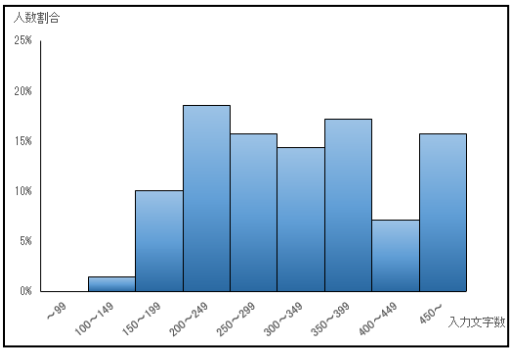


図 2　文字入力数の分布 4 大生（2017 年）
調査対象：大学生（n=70）[3]

2006 年と 2010 年の測定結果をみると二極化が進んでいるがキーボード操作への習熟度は向上していた．だが 2010 年と 2017 年の結果をみるとキーボード操作の習熟度は向上しているは言えず，入力速度が落ちている学生が増えている可能性もある．

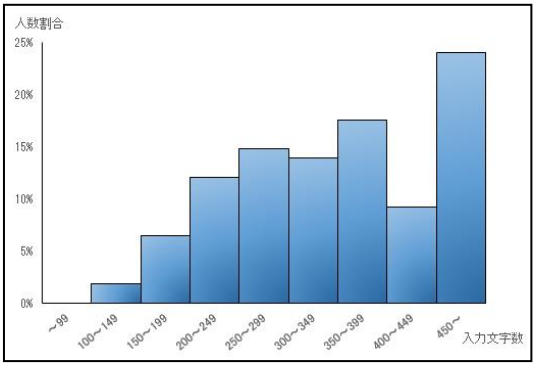


図 3　文字入力数の分布 短大生（2017 年）
調査対象：大学生（n=108）[4]

[3] 測定日時．使用ソフト．入力時間は図 1 と同じ
y 軸変数は人数の割合

[4] 測定日時．使用ソフト．入力時間は図 1 と同じ
y 軸変数は人数の割合

2-3.　過去の調査結果

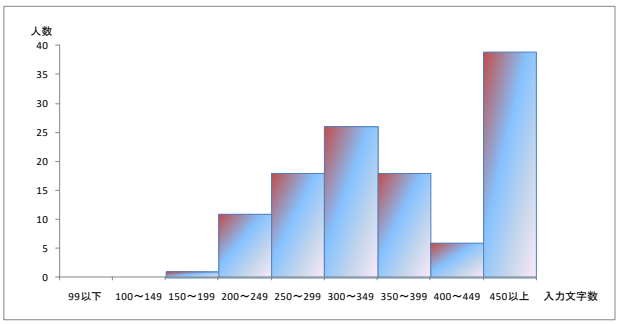


図 4　文字入力数の分布（2010 年）[5]

判定することができる．

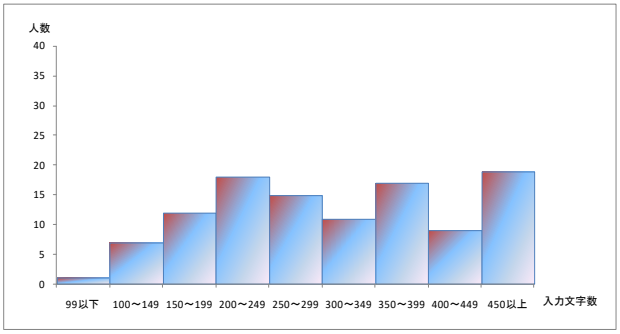


図 5　文字入力数の分布（2006 年）

3.　考察

2010 年まではキーボード操作の習熟度は向上しているが，2017 年のデータでは向上は見られなかった．スマートフォンの普及が要因の一つである可能性が高い．iPhone の発売が 2008 年であり 2010 年・11 年あたりから若年層を中心に普及すると同時にスマートフォンアプリの利用率が上がるにつれてキーボードを操作する機会が減少したとも考えられる．キーボード操作能力を代替するように学生のスマートフォン利用能力は期待以上に向上している．

4.　おわりに

2006 年にキーボード操作による日本語入力速度の調査を開始し 11 年が経過した．同じ大学での追跡調査が望ましかったが，実施することはできなかった．だが，傾向は読み取れると考え今後の定期的に調査を重ね．数年おきに発表していく予定である．

参考文献

(1) 佐久間貴士，小堺光芳，山下倫範：“レポート作成における情報教育の試みと評価”，平成 22 年度教育改革 ICT 戦略大会予稿集，pp.278-279（2010.9.3）

(2) 小堺光芳，山下倫範：“パソコン操作における二極化現象問題”，第 14 回情報文化学会全国大会講演予稿集，pp.36-39（2006.9.30）

[5] 使用ソフト．入力時間は図 1 と同じ（n=119）

自己調整学習を支援する Self-Regulator の開発と評価

Development and Evaluation of the 'Self-Regulator' that Promotes SRL

松田 岳士[*1], 加藤 浩[*2], 山田 政寛[*3], 合田 美子[*4], 齋藤 裕[*5], 宮川 裕之[*6]
Takeshi MATSUDA[*1], Hiroshi KATO[*2], Masanori YAMADA[*3], Yoshiko GODA[*4], Yutaka SAITO[*5], Hiroyuki MIYAGAWA[*6]
[*1] 首都大学東京 [*2] 放送大学 [*3] 九州大学
[*1]Tokyo Metropolitan University [*2]The Open University of Japan [*3]Kyusyu University
[*4] 熊本大学 [*5] 富士電機 IT ソリューション [*6] 青山学院大学
[*4]Kumamoto University [*5]Fuji Electric IT Solutions [*6]Aoyama Gakuin University
Email: mat@tmu.ac.jp

あらまし：非同期分散型の e ラーニングにおいて，学習者の自己調整学習，とりわけ計画フェーズを支援する Self-Regulator（SR）を開発し，複数の授業で用いて．コンテンツの受講パターンを検討した．その結果，受講期間と受講スケジュール登録期間が異なる授業と同一である授業では，受講期間に違いがみとめられ，SR の設定に応じて，自己調整への支援（介入）方法を変えることが有効であると推測できた．
キーワード：自己調整学習，計画フェーズ，受講パターン，駆け込み受講

1. はじめに

e ラーニングやモバイルラーニングの多くは，いつでもどこでも学習できる非同期分散タイプのコンテンツ提供を行っており，受講者は自己調整学習（Self-Regulated Learning）を求められることになる．しかし，自己調整学習のスキルが自然に身につくことは少なく，自己調整学習者を育成するには，何らかの介入が必要である．報告者らは自己調整学習のサイクル[(1)]のうち計画フェーズに注目して，学習者自身が計画を立て，さらに，その計画を守ることを支援する機能を備えたシステム Self-Regulator （以下，SR）の試作版を開発し，形成的評価を通じて，機能やインターフェースを改善してきた[(2, 3)]．

本報告では，SR の改善版を用いた 2016 年度の授業におけるコンテンツ受講の進捗から SR の効果を評価する．

2. 研究方法

2.1 開発したシステム

学習者からみた SR の主要な機能は，三つである．

（1）受講計画設定機能

教員が設定した期間内に自らの受講予定時間を登録する機能である．受講計画は最低でも一回変更可能であり，変更する場合にも同じ機能を用いる．

（2）受講時間リマインドメール設定機能

学習者自身に受講設定した時間を知らせる e メールを自動送付する設定機能である．受講予定の何時間前にメールを送付するかを 1 時間刻みで 48 時間まで設定できる．この設定による通知が不要と考える学習者は，この機能を使わなくてよい．

（3）受講スケジュール確認機能

自分が設定した受講スケジュールを確認できる機能である．この機能経由で受講することもできる．

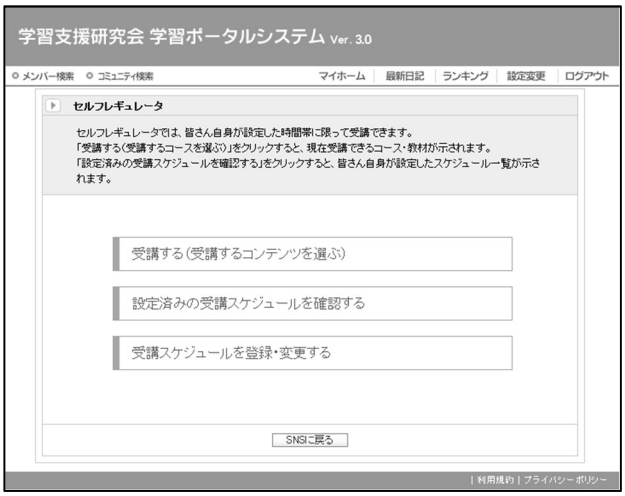


図 1 SR 学生メニュー画面

2.2 対象とした授業と分析方法

本報告では，2 つの授業における SR の使われ方を受講履歴から検討し，SR の設定の差異がもたらした受講への影響と介入方法を検討する．

授業 A は，関東地方の公立大学で 2016 年度前期に開講された選択必修科目であり，1 年生 22 名が受講した．授業 B は，中国地方の国立大学における教職科目の集中講義で 2017 年の 2 月中旬に 1 週間開講され，1 年生から 4 年生までの 27 名が受講した．

e ラーニングコンテンツはいずれも一本 15 分から 20 分程度の長さの VOD 教材で，反転形式を取っている授業の予習用として作成・配信された．授業 A において SR を使用した e ラーニングは前半 6 本と後半 5 本であり，スケジュール設定可能な期間が受講可能な期間のうち最初の 1 週間に限定されていたのに対して，授業 B の受講期間は授業開始（2 月 12 日）までの約 1 か月に設定され，スケジュール設定可能期間と同じであった（表 1）．

表 1　SR を用いた授業

授業	開講時期	受講者数	教材数	計画入力と受講期間
A	2016 前期	22	13	一部重複
B	2 月集中	27	10	完全重複

3.　結果と考察

表 2 は，受講期間を 4 分割して，四半期あたりの累計受講コンテンツ数と最終的な受講コンテンツ数に対する割合(%)を示したものである．また，図２，３は授業Ａ後半と，授業Ｂの累積受講コンテンツ数の時系列推移である．授業Ａの後半では，期間の中盤に受講する学生，すなわち，その期間に受講を計画した学生が多いことが分かる．一方，授業Ｂは授業Ａより受講可能な期間が長いにもかかわらず，締切直前に受講する学生が多く，前日から直前にかけて最も多くなる．したがって，SR を使わないケースと同じような受講状況であった．このような差異がみられたのには，いくつかの原因が考えられる．

表 2　コンテンツ受講状況

授業	1Q	2Q	3Q	最終
A前	10(8.8)	44(38.9)	77(68.1)	113
A後	39(37.1)	84(80.0)	103(98.1)	105
B	14(6.4)	49(22.5)	90(41.3)	218

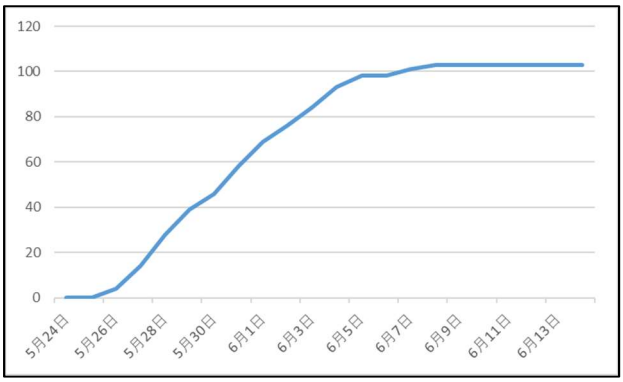


図 2　授業Ａ後半の累積受講コンテンツ数

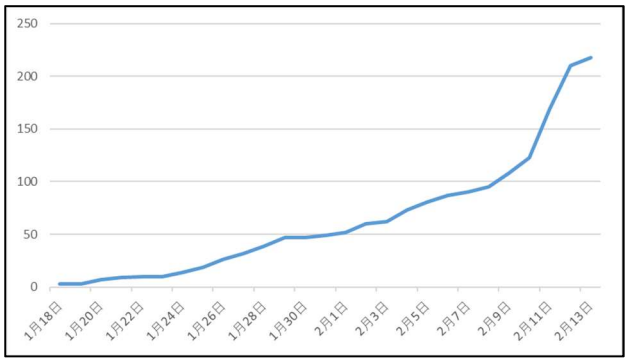


図 3　授業Ｂの累積受講コンテンツ数

まず，授業Ａでは，SR によるスケジュール設定期間と受講期間のずれから，多くの学生はスケジュールを立てることと受講することを別の活動として意識し，受講計画を慎重に立てた可能性がある．その結果，駆け込み受講を避けて，受講可能期間の中盤までに学ぶスケジュールを立てていたと考えられる．前半と後半を比較すると，後半に早めの受講傾向がみられることからも，駆け込み受講を避けようとする傾向は，SR に慣れてくるにつれて高まった．

一方，授業Ｂではスケジュール設定期間＝受講期間であったため，思い立った時に直後に受講するスケジュールを入力して受講すればいいという発想があり，結局，元々計画的な学生以外，SR 自体の効果は限定的であったと考えられる．これは計画登録時間と受講時間の感覚が 30 分以内の学生が 1 コンテンツ平均で 13.7 名であったことからも推測できる．しかも，授業Ｂは受講可能期間の中盤に後期の期末試験期間が含まれたため，受講を後回しする傾向が強まったと考えられる．

これらを勘案すると，受講・スケジュール設定期間に応じて，支援（あるいは介入）方法を変えることが有効であると推測できる．授業Ａタイプであれば，受講ケジュールを忘れないようにする方法や，変更する場合の注意点を知らせることが有効であろう．授業Ｂタイプであれば，修正可能であることを意識させ，最初は学習者の日常生活に合った形で計画させてみるといった支援が効果的であろう．

4.　今後の課題

本報告において取り上げた 2 科目は，受講者属性や開講期間など多くの条件が異なっており，データを単純に比較しても，その結果の妥当性，信頼性は限定的である．そこで，2017 年度前期の A 授業では，2016 年度と比較可能なデータを収集している．

また，開発時に重視していたスキャフォルディングの実施方法や効果の検証も重要な課題である．今後の実践では，SR に備わっている足場外し機能の有効活用も試みたい．

謝辞

本研究は，科学研究費（課題番号 15H02935）の支援を受けている．

参考文献

(1)　Schunk, D. H. and Zimmerman, B. J.:" Motivation and Self-Regulated Learning: Theory, Research, and Applications". Routledge, New York (2007)
(2)　松田岳士，合田美子，山田政寛，加藤浩，宮川裕之: "自己調整学習を支援するセルフ・レギュレータの開発へ向けて－要件と活用法の検討－". 日本教育工学会第 31 回全国大会論文集, pp.377-378 (2015)
(3)　松田岳士，山田政寛，合田美子，加藤浩，宮川裕之: "自己調整学習を支援するセルフ・レギュレータの開発と形成的評価" 日本教育工学会論文誌，Vol.40, Suppl., pp.137-140 (2017)

反転授業における学習デザインの影響についての分析

Analysis of Instructional Design Issue for Flipped Classroom

金西 計英[*1]，高橋 暁子[*1]，戸川 聡[*2]
Kazuhide KANENISHI[*1], Akiko TAKAHASHI[*1] and Satoshi TOGAWA[*2]
[*1] 徳島大学
[*1]The University of Tokushima
[*2] 四国大学
[*2]Shikoku University
Email: marukin@cue.tokushima-u.ac.jp

あらまし：2013 年以降、国内の大学で反転授業の実践が広がりつつある．反転授業では、浅い学習において一定の学習効果のあることが分かっている．学習に関する研究の知見から、浅い学習と深い学習を分けて考えるようになってきた．我々は、反転授業のデザインについての研究をおこなっている．2014 年より反転授業の事例収集に取り組んでいる．反転授業における対面授業の設計の違いを、我々が得た学習者からのアンケートと比較から検討した．反転授業を受けた学習者は e ラーニングを肯定的に捉えることが確認された．また、授業デザインの違いによって、学習経験に違いがあることが示唆された．反転授業のデザインにおいて、影響を与えるものと考える．本稿では、結果の概要について述べる．
キーワード：反転授業，ブレンド型授業，e ラーニング，メタ認知，ディープラーニング

1. はじめに

アクティブラーニングの広がりとともに、国内の高等教育機関では授業への反転授業（Flipped Classroom）の採用が広まってきた．反転授業は北米から導入され、2013 年ごろより MOOCs とセットで話題になってきた．多くの大学で実践が進み始、国内でが知見の蓄積が進んでいる．反転授業の実施によって教育効果が得られることは明らかになりつつある．ただし、アクティブラーニングの研究が進む中、学習効果を深い学習と浅い学習に分けることが指摘された．知識の伝達の成否を学習の中心に捉える浅い学習と、学習戦略の獲得やリフレクションの洗練化といった、学習の中心にメタレベルの学習を据える深い学習を分類した．まずは、反転授業において、浅い学習の効果は存在が明らかになっている．一方、深い学習の効果についても、一定の効果は示されているものと考えられる．

反転授業の学習効果について、浅い学習が多くの研究から存在は明らかになっている．反転授業の枠組みは、オンライン学習による予習と、知識の定着を目指す対面授業による復習の組み合わせであることから、単純に考えて学習時間が対面授業に比べて保たれる．学習時間が延びるということは、学習に大きな影響を与えることは明かである．浅い学習の源泉として直観的に理解される．一方、深い学習については、メタレベルの学習という枠組みそのものの複雑さから、明確にはなっていない。メタレベルの学習は、直接計測することは困難である．間接的なデータを集め、総合的に分析することからしか、その存在を明らかにすることはできない．つまり、存在を示唆する形になる．

反転授業の実践において、教員は対面授業をデザインし、実施しなければならない．反転授業の広がりとともに、様々な実践事例が蓄積されている．授業のデザインについて、明確な示唆が得られるには至っていないと言える．教員の授業に対するスキルも様々であり、反転授業の実施に不安を感じる教員も多い．講義式で授業をおこなってきた教員が、形態を転換するのは、心理的な大きな障壁が存在している．

本稿では，反転授業の幾つかの実践事例を取り上げ、そこに存在する特徴等の分類を試みる．反転授業のデザインに資する情報になると考えるからである．本研究において、得られたデータから授業による特徴について示唆が得られた．以下に報告をおこなうものである．

2. 反転授業実践の蓄積

ここでは、我々が取り組んでいる反転授業の事例の収集について述べる． 2014 年度より学内の幾つかの科目で、反転授業を実施している．2014 年度は 6 科目、2015 年度は 7 科目、2016 年度は 6 科目と、反転授業を実施している（これらは授業開発のために協力を依頼した科目であり、これ以外の本学の科目において、反転授業の実施は各教員が自主的におこなっている）．

科目の内容は、一般教養（共通教育科目）の科目、各部局で開講している専門科目等である．授業の規模はいろいろな科目で実施したため、履修者の数は 20 名から 100 名である（専門の科目は、学科やコースの規模に依存し、比較的少人数であり、共通教育科目は数十から百名程度である）．

我々が実施した反転授業の枠組みは、簡単なものである．授業担当者の負担を減らすため、e ラーニングによる予習と対面で復習をおこなうという枠組のみを授業実施者間で共通に確認した． e ラーニン

グコンテンツの詳細、授業のデザインは、教員の自由とした．基本的には、オンデマンドによる講義ビデオをコンテンツとして想定したが、実際のｅラーニングコンテンツにはいろいろなものがあった．各教員は、コンテンツを独自に作成した．パワーポイントのスライドに音声を加えたもの、ビデオを収録したもの、PDF 等の資料と Moodle の練習問題を作成したもの等が作成された. 対面授業のデザインも、学生の発表や討議をおこなうもの、主に演習に取り組むものといろいろであった．また、反転授業の実施も可能なかぎりとしたため、15 回の講義中の中で 10 回以上実施した科目もあれば、3 回程度の科目もあった．

なお、学生からの情報の収集は、主に質問紙による調査をおこなった．授業の初回と最後に、調査票を配布し学生に答えてもらった．医療系の部局においては、質問紙調査をおこなうことから、部局の研究倫理委員会の了承を得た．

表 1 に調査結果の一部を示す. これは､学習者が、反転授業によって自らがおこなった学習経験をどのように受け止めたかを聞いたもので､2016 年度に実施したある科目の結果を示したものである．

表 1．2016 年度のアンケートの結果

質　問　項　目	平均	SD
1.この授業の授業細目（シラバス）をよく読んだ	3.58	0.99
2.この授業に関し、授業外での勉強を十分行った	3.76	1.08
3.自分の受講態度を自己採点すると何点ですか？	7.82	1.59
4.この授業の内容理解度を自己採点すると何点ですか？	7.62	1.34
5.この授業の学習目標に対する達成度を自己採点すると何点ですか？	7.72	1.10
6.この授業に対する満足度は何点ですか？	7.62	1.71
7.この授業に関する教室外で学習した平均時間／週を答えてください	1.51	0.94

※問 1 と問 2 は 5 件法、問 3 から問 6 は 10 件法　　N=50

3.　反転授業実施の考察

我々は，授業開始回と授業終了回の 2 回，質問紙による調査をおこなった．質問紙の回答を集計し、分析した．

本稿では我々が集めたデータから、３つの科目に注目し考察をおこなう．３つの科目は、知識の定着を目指した専門科目（完全習得型)、学生による発表と全体討議をおこなった一般教養科目(高次能力型)、実験の予習のために反転授業をおこなった専門科目（完全習得と高次能力の中間型）である．

我々が調査した内容は、基本的に学習者の主観を問うものである．授業の満足度や、体験について質問した．主観に基づく回答ではあるが、一定数の回答を得られれば、内容には客観性はあると考える．質問の中には授業の満足度を問うたものがあるが、３つの科目いずれにおいても授業の満足度は高かった．10 段階で答えてもらい、平均 8 点に近い値となっている。また、授業の充足感についての質問も、3 つの科目とも事前より事後の値が高くなっており、差が認められた．このことから、反転授業をおこなった学生は、学習をおこなったという感覚を持つこと、また授業に対する満足感も高いことが分かる．

また、ｅラーニングの有用性についての幾つかの質問について､3 科目とも､すべての質問において、事前と事後で、事後の値が高くなった．今回おこなった質問の中で、ｅラーニングの有用性に対する回答が最も顕著な変化を示した．授業の形態にかかわらず、反転授業一般において、ｅラーニングを用いることは、学習者に有益であるといった感覚を抱かせることが分かった．反転授業の構成の中でオンライン学習の重要性が確認された．

本調査ではメタ学習を調べるため、立正大学で開発されたメタ認知尺度を用いた．メタ認知尺度に対する質問において、授業形態によって結果に差が見られた．事前と事後の値の変化が、単純に事後に値が高くなるもの、そうはならないものが見られた．この結果は、完全習得型、高次能力型という学習形態の差が、メタ認知の学習に何らかの差をもたらしていることを示しているのではないかと考える．回答で、事後の値が高くなれば、肯定的な変化を認めることができる．つまり、反転授業はメタ学習を促進していると言える．しかし、高次能力型の授業では、回答の値が、事後で下がった．このことは、学習者がメタ認知尺度に答える際、事後では事前に比べ基準そのものが変化したことを示している．自分自身に対する見方が厳しくなったことを示している．これは､結果的にメタな学習が示唆されると考える．

4.　まとめ

本稿では、反転授業の授業デザインに関する考察をおこなった．まず、我々の反転授業の事例の収集について述べた．次に、本稿では我々の得たデータから、3 種類の科目を取り上げ分析をおこなった．その結果、反転授業においてオンライン学習の重要性が確認された．また、授業の満足度が高くなることも確認された．一方で、メタ学習の促進については、メタ学習の促進は示唆されるものの、データの解釈が一様では無いことが分かった．今後、深い学習の効果について一層検証を進める予定である．

謝　辞

本研究の一部は，科学研究費補助金基盤研究(C)（課題番号 16K01115）の支援を受けた．

参考文献

[1] 金西 計英, 高橋 暁子“医療系教育への反転授業の応用”,教育システム情報学会第 41 回全国大会論文集, pp.371-372,（2016）.

[2] 金西 計英, 高橋 暁子“反転授業におけるｅラーニングのデザインが与える影響,”第 23 回大学教育研究フォーラム発表論文集, 172-173, (2017).

プログラミング演習における反転授業の実施の一例

A Trial Study by the Flipped Classroom on a seminar for Programming

村山　淳[*1], 金子 豊久[*1], 佐藤 清次[*1], 廣瀬 健一[*1], 廣田 正行[*1], 豊田 信一[*1]
Jun Murayama[*1], Toyohisa KANEKO[*1], Kiyotsugu SATO[*1], Kenichi HIROSE[*1],
Masayuki HIROTA[*1], Shin-ichi TOYODA[*1]
[*1] 産業技術短期大学
[*1] College of Industrial Technology
Email: murayama@cit.sangitan.ac.jp

あらまし：2016 年度後期に反転授業を実施した．学生は，事前学習では，ビデオの視聴によるノートのまとめと例題の実施を行い，授業では，はじめに事前学習で知識が定着しているかを確認するための小テストを行った後に実習課題に取り組んだ．本稿では提出された課題の実施状況や，授業評価アンケートの結果から，従来本学で問題とされた授業に対する学生のモチベーションに関して考察を行う．
キーワード：反転授業，プログラミング

1. はじめに

本学 1 年次後期に行われるプログラミング演習 I の実習においては，従来，学生が授業中に教員の講義を聴講したのち，2 人一組でフローチャートとプログラムを作成しその指導をグループごとに個別で行ってきた．個別の指導は，大多数の学生について授業時間内に行い，時間外には補助的に行うことを想定していたが，学生は，授業時間中は課題を作成することを主に行ってしまうため，教員へのアプローチが少なく，授業時間外に課題を教員に見せに来ることがほとんどであった. このことから, 学生は, 学生自身のスケジュールや課題提出の失念などにより，課題提出ができなくモチベーションが下がり科目放棄につながることが観られた．また，教員は学生の課題完成までの対面指導に要する時間が増大し，授業時間外での負担が非常に大きかった．

表 1　反転授業を実施した内容

	題目
1 回目	フローチャートの作成
2 回目	基礎復習(1) -分岐-
3 回目	基礎復習(2) -繰返し-
4 回目	1 次元配列
5 回目	2 次元配列
6 回目	文字配列
7 回目	関数の使い方
8 回目	関数の作成
9 回目	関数と配列

反転授業の大きな特徴は，授業時間前に知識の習得を済ませ授業中に実習を行うものである(1)．反転授業では，事前の学習や授業内に課題を行うことにより，自発的な学習を促すことができる．また，教員は授業時間中に学生の質問をうけるなど個別的な指導がしやすくなる．本研究では，前述のプログラミング演習 I が抱える問題を解決するために，2016 年度後期に本科目を反転授業として試行した．その結果，反転授業によって学生が課題を行う時間を確保しつつ，モチベーションを維持できることを確認した．

2. 実施方法

2.1 授業全体の設計

本学プログラミング演習 I で対象とするコンピュータ言語は C 言語である．本科目は教員 2 人によって行われている. 表 1 に 2016 年度のプログラミング演習 I において反転授業を実施した内容を示す．授業全体の流れとしては, 講義 15 回の中の前半 9 回は C 言語の文法やその題目に対する簡単なアルゴリズムの習得を行う．その後中間テストをはさみ，後半の 5 回で PBL(Problem Based Learning)をベースとした演習を行う．

反転授業を行う 1 回目から 9 回目のうち，1 回目のガイダンスでは，講義ビデオに慣れるため，この科目の前段階として 1 年前期に行われたプログラミング基礎演習で行ったフローチャートの書き方をビデオで示した．ビデオの内容をノートにまとめる課題を行ったのち，2 回目以降の講義で表 1 に示す内容で反転授業を行った．

2.2 授業 1 回に対して学生が行う学習

学生は授業開始までに 2.3 の事前学習に示すノート作成課題を行い，授業に持参した．また，同時にノート作成課題に関連するサンプルプログラムを読

みコードを実行した．

授業中，学生は事前に作成したノート作成の理解を確認するための 2.4 に示す小テストを受験した．

小テスト終了後，点数を確認しその解説を聴講した後，2.5 に示す授業内課題を作成した．同時に，学生は持参したノート作成課題に検印を受けた．授業内課題は，学生 2 人一組で行い，課題に対するレポートを 1 通作成した．作成したレポートは教員によるチェックを受けコメントをもらった後，修正して再度提出することで提出とみなした．レポート提出の締め切りは講義日当日中とした．

2.3 事前学習の内容

事前学習課題は，ノート作成課題とサンプルプログラムの実行である．

ノート作成課題は 5 分~20 分程度の講義ビデオを視聴し，課題文に記された内容に基づきノートを作成するものである．講義ビデオは 1 週間前までに学内でのみ視聴可能な映像配信サーバへアップロードした．課題文は PDF で講義ビデオのアップロードと同時に学内の LMS(Learning Management System)にアップロードした．

サンプルプログラムは，そのフローチャートとプログラムリストを用意した．これらもノート作成課題と同時に学内の LMS へアップロードした．

2.4 小テストの内容

小テストは，事前に作成したノート作成課題の理解を確認するために行った．小テストは，LMS 上で行われる CBT(Computer Based Testing)テストで，解答時間は 10 分程度とした．小テストは終了後，学生がテストの点数と誤答箇所を即時に確認できるようにした．テストの終了後，教員はその内容について更に解説を加えている．

2.5 授業内課題の内容

授業内課題は，予習で行った講義ノートの作成に関連する内容で，各回 1 問用意した．授業内課題では，2 回目から 5 回目においてはコーディングに対する慣れを重視するため，課題の内容は問題文とフローチャートを示しそれに対するソースコードと実行結果を答えさせるものとした．6 回目から 9 回目においては，プログラミングに加え，アルゴリズムを重視し，課題の内容は問題文のみ提示し，フローチャート・ソースコード・実行結果を提出させるものとした．

教員が行う，授業内課題の指導は一組ずつ個別に行い，書かれたソースコードやフローチャートが正しいかだけのレベルではなく，字下げやコメントの記述など，プログラミングの作法についても行った．

3.　実施結果の分析

本講義の登録者数は 73 名であった．事前学習の提出物であるノート課題の提出率を図 1 に示す．2~9 回にわたっておおよそ 8 割近くと高い提出率を得た．図 2 は授業内課題のレポート提出率である．反転授業を行わなかった年度との比較のため，同科目において，2014 年度(受講者数 68 人)と 2015 年度(受講者数 45 人)で提出された授業内課題レポートの提出率を併記している．反転授業を行った 2016 年度では，事前学習の提出物であるノート課題と同様に 8 割から 9 割の間の提出率となっている．一方で，反転授業を行わなかった 2014 年度においては 2 回目から，2015 年度においては中盤の 4 回目から提出率が下がる傾向にある．このことから，反転授業の実施において学生は，課題の実施に対する意識を維持できたことがわかる．

4.　まとめ

2016 年度後期に本科目を反転授業として試行した．ノート課題および授業内課題のレポート提出率が，8 割程度と高い割合で提出されていることから，課題の提出に関しては，反転授業を行うことによりやる気の維持ができることを確認した．

今後は，小テスト結果や LMS 学習履歴などを分析し，学生自身に任せていた事前学習課題の実施方法に対して，学生が実効性のある学びができるような方法をアドバイスできるように検討したい．

参考文献

(1)重田 勝介: “反転授業 ICT による教育改革の進展”，情報管理 , vol. 56, No. 10, pp.677-684 (2014)

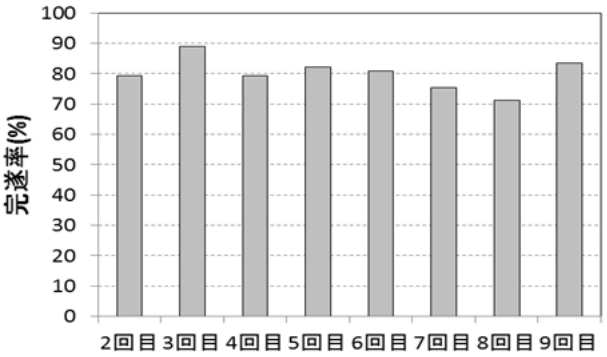


図 1 ノート課題の提出率

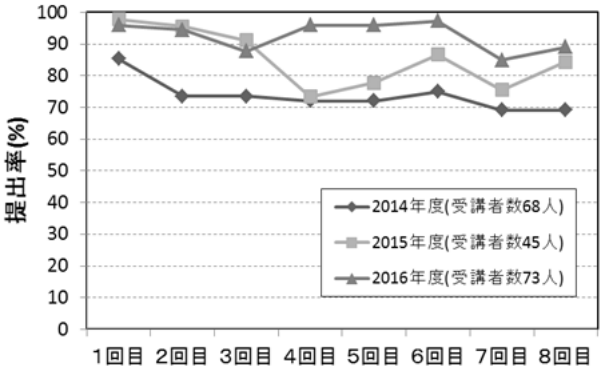


図 2 授業内課題の提出率

IoT 技術者育成のための PBL を用いた教育プログラムの開発

Development of Education Program Using PBL to Bring Up IoT Engineer

千田 和範*, 土江田 織枝*, 赤堀 匡俊*, 稲守 栄*, 髙 義礼*
Kazunori CHIDA*, Orie DOEDA*, Masatoshi AKAHORI*, Sakae INAMORI*, Yoshinori TAKA*
*釧路工業高等専門学校
*1 National Institute of Technology, Kushiro College

Email: chida@kushiro-ct.ac.jp

あらまし：平成 31 年度から釧路高専において複数分野教員の連携でおこなわれる PBL 型演習（4 年次，複合融合演習という）の実施が予定されている．同演習において筆者らが提案する演習テーマは，今後益々重要となる IoT を支える技術者育成を目的とし，複数分野の教員で授業チームが構成されることを利用して，IoT 技術における基礎事項を分野横断的に網羅した PBL 課題を提供できることが特徴である．本課題はセンサ等の大量の情報（ビッグデータ）を効果的に活用するスキルを身に着けさせることが狙いであり，過去にはない演習課題といえる．授業では，学生がより意欲的に取り組める工夫としてコンテスト方式を導入する．これは，学生たちの意欲や能力に応じた製作物が出来上がることをねらったものであり，カリキュラム上の特徴である．本稿では，演習（教育プログラム）の内容とその実施計画について紹介する．

キーワード：IoT, 技術者育成，ビッグデータ, PBL, 競争原理，協調学習，ジェネリックスキル，教材

1. はじめに

釧路工業高等専門学校では，平成 28 年度より，従来の 5 学科（機械・電気・電子・情報工学科，建築学科）から 1 学科(創造工学科)3 コース制(スマートメカニクスコース・エレクトロニクスコース・建築デザインコース)へと改組が行われた.創造工学科では，既存の 5 学科の専門分野の知識を学ぶだけではなく,関連する他分野の知識をも学ぶことにより，より高い問題解決能力を身に付けた人材育成を目指している.それらを踏まえ平成 31 年度より分野横断的な共通教育による PBL(Project-Based-Learning)型演習授業(以降，複合融合演習と呼ぶ)の実施が予定されている．本授業の特徴は，複数分野の教員が一つの授業グループを構成し，より実際の製品開発の状況に近い課題提供をおこなえることである．この複合融合演習[1]は 4 年次通年の必修科目で，週 4 時間で実施する．複合融合演習の教員構成を図 1 に示す．5 分野のうち関連性の深い隣り合った 3 分野から 5 分野に所属する教員が一つの授業チームを構成する．おおよその演習内容の分類により A から D の 4 種類に分けられる．筆者らのグループはそれぞれ機械，情報，電子，電気分野の教員で構成されており，複合融合 D（ロボティクス）に所属する一つの授業チーム（１テーマ分）となる．一方，昨今 IoT[2]（Internet of Things：物のインターネット）の可能性について様々な研究がおこなわれるようになってきており，IoT 技術を発展させるための技術者育成が求められるようになってきた．このような背景から，筆者らのグループでは IoT 技術者を育成するための PBL 型演習テーマの提案を目指して教材とカリキュラム開発をおこなっている．本稿では学生に学ばせたい内容，教材，カリキュラムについて詳しく述べる．

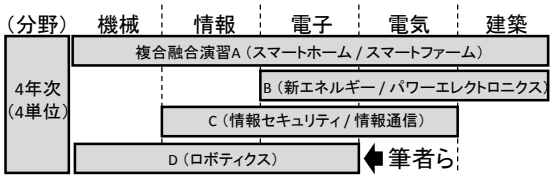


図1 複合融合演習の分野構成

2. IoT 技術者育成教育プログラムの概要

筆者らのグループで提供する演習のテーマ名は「IoT 創発型セルフドライビングローバープロジェクト」(以降，教育プログラムと呼ぶ)である．これは IoT 技術者育成が目的であり，本プログラムでは IoT に必要な要素（センサ，カメラ，通信，情報分析と活用等）における基本的技術の修得を目指す．上記目的のための教材としてはローバー（自動車）の作成を取り入れた．ローバーを作成し，センサ情報や周囲環境情報の活用，加えて，ローバー間の情報共有により車を遠隔で制御することを課題としている．ここではセンサ等から大量の情報（ビッグデータ）がもたらされるが，これを効果的に活用できるスキルを獲得させることを目指しており，筆者らの知る限り過去にはない教育プログラムである．本プログラム内の課題としては３～４名程度でグループを作り，製作したローバーを用いて決められたコースでタイムレース等をおこなう．

3. 教育プログラムの特徴

3.1 カリキュラム

本プログラムは週 4 時間，通年で実施される．は

じめに機械部品の構造や機能，電子回路の構成やモータ制御，基本的なマイコンプログラミングを学んだ後，ローバー製作にとりかかる．本プログラムの年間を通した授業展開は図２に示す通りで，PV（プロモーションビデオ）による発表＋レースとローバーの改良を３段階程度でおこなう．PV を利用する理由は，情報を分かりやすく伝えるためのスキルが獲得でき，同時に他グループに対しては知識や技術の共有を効果的に促進することが可能となるからである．演習での多くの作業はメンバーで話し合いながら進めるが，基本的にはグループ内で各担当を決めて各自が調査・開発を行う．必要に応じて，ジグソー法[3]などを活用し，知識の共有をはかる．本プログラムでは意欲的に演習課題に取り組む動機付けができるように，コンテスト（レース）を取り入れたカリキュラムとする．通常，コンテストを行うと，勝つことだけに拘るあまり，一番性能の良いチームの製作物を真似た，同じような製作物ばかりになることが多い．本プログラムでは，コンテスト結果から得られるポイントにより，その後のコンテストで使用できる機材が変化してく．これにより本プログラムは「能力に応じて発想をより拡げさせ，自ら思考しながら問題解決にあたる」ジェネリックスキルを獲得できる実践的カリキュラムとなっており，これがカリキュラムの特徴である．ちなみに，獲得できる機材として，各種タイヤ，高出力のモータ，距離センサ（超音波，PSD），加速度センサ，ジャイロセンサ，カメラや Wi-Fi モジュールなどを用意する．ポイント獲得のチャンスはコンテスト以外に，複数回の PV 発表による成績も反映できることとした．この獲得ポイントが最終評価に大きく反映される．なお本プログラムは，３段階程度（基礎，応用，発展）でレベルが上がるように設定し，応用レベルまではモータ制御，センサ信号取得，プログラミングの基礎を，発展レベルで時間をかけて IoT 技術としての通信，ネットワーク等の要素を学習する．詳細については今後検討を行う．

3.2 教育プログラムにおける教材

本プログラムの教材としてローバー製作を導入する．プログラムでは，まず基礎編として最低限の基本的な機能を搭載した車の製作をおこなう．ローバーの基本的な構造は，アクリル板にマイコンボード（Intel 社製 Edison）とモータシールド（モータドライバ）を配置する．Edison のマイコンプログラムを作成し，Edison と距離センサ，モータ，電池のみを

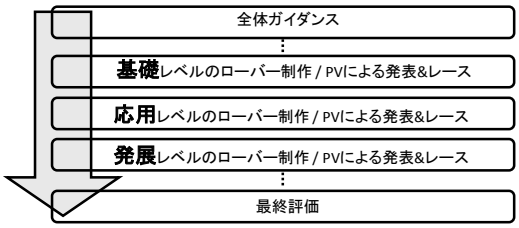


図2　複合融合演習の流れ

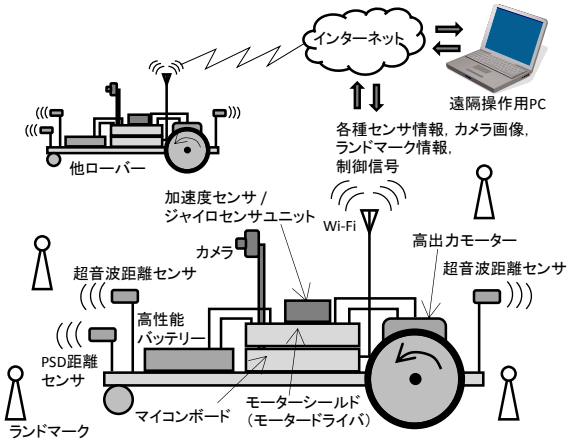


図3　遠隔制御されるローバーのイメージ

載せたような簡単な構造の車を製作し，簡単なコースでレースをおこなう．モータシールドからモータへはパルス信号を送信し，PWM(Pulse Width Modulation)で回転速度制御をおこなう．次に，応用編として，距離センサ（PSD センサ，超音波センサ 他）を複数個所に付加し，それらから得られた情報を使って自動車のモータ速度制御ならびに方向制御をおこなうことを学習する．この時点から，各チームで使えるアイテムが異なっているため，ローバーの性能に違いが生じる．本プログラムでは最終的に遠隔でのローバーの走行制御を目指す．このため，発展編ではローバーに Web カメラを搭載し，動画情報を Wi-Fi を使ってインターネットに送信する課題を課す．また追加のセンサとしてジャイロや加速度センサなども搭載し，これらを含めたセンサ情報をネットワーク経由で PC に送信させる．さらに，ローバーが走行するコース上に配置されたランドマークからの位置情報や他のローバーからもたらされるセンサ情報等の取得も行い，これら大量のデータを効果的に活用して遠隔制御できる高性能なローバーを作る．発展編のローバーの概略を図３に示す．

4.　まとめ

IoT 技術者育成のための PBL 型教育プログラムの開発についてその特徴と実施計画について述べた．筆者らが計画している教育プログラムは，自らの内部センサ情報のみを使用した機器の製作ではなく，これに加えて機器周辺の環境情報や他の機器からもたらされる大量の情報を取得・利用する IoT 基礎技術の習得を目指した内容となっている．今後は教育プログラム実施に向けて学習効果の計測方法を検討することが課題である．

参考文献

[1] 例えば，四ツ柳隆夫他，15 歳から学士水準までの高専学生に対する複合融合型創造性教育，工学教育（J. of JSEE），54-2, pp.62-68(2006)
[2] 例えば，岡野原大輔，IoT と人工知能に基づく新しい社会，IEICE 学会誌，Vol.100, No.1, pp.19-24(2017)
[3] 友野清文，ジグソー法の背景と思想，学苑 総合教育センター・国際学科特集，No. 895, pp.1-14(2015)

Scratch と picoboard による教育実践報告

Student Design Project with Scratch and Picoboard

堀 良彰[*1], 松前 あかね[*2], 松前 進[*3]
Yoshiaki HORI [*1], Akane MATSUMAE [*2], Susumu MATSUMAE [*3]
[*1] 佐賀大学全学教育機構
[*1]Organization for General Education, Saga University
[*2] 佐賀大学芸術地域デザイン学部
[*2]Faculty of Art and Regional Design, Saga University
[*3] 佐賀大学総合情報基盤センター
[*3]Computer and Network Center, Saga University
Email: horiyo@cc.saga-u.ac.jp

あらまし：本稿では，Scratch と picoboard を用いたプログラミング表現教育を実施したので報告する．picoboard をインタフェースとして用いることで，物理的な操作等に対応する表現を容易に体験させることができた．
キーワード：Scratch, picoboard，デザイン思考

1. はじめに

アントレプレナーシップⅢ（平成 27 年度前期～）において, Scratch と picoboard を用いたプログラミング表現演習を実施した. デザイン思考においては，創出しようとするモノやコトをプロトタイプとして表現・試作し，具現化されたモノやコトについて，それに関わる人の観点からよりよい実現方法を追求するという手法を用いる．

情報通信技術（ICT）は，表現のための新たな道具であり，そのような観点からのプログラミング教育が注目を集めている．ここでは，MIT のミッチェル・レズニックらが開発した子どもでも使えるビジュアルプログラミング環境 Scratch [(1)] について学び，Scratch を使った表現を体験する．

2. Scratch と picoboard

2.1 プログラミング環境の準備

Scratch はプログラミング経験のない人にも，プログラミングを導入しようとするもので，子どもでも学習しやすいように設計されている．ブロックを並べることで，プログラミング（動作指示）を行う．図 1 は Scratch のプログラム例である．

Scratch は，動きのあるストーリー，ゲーム，メッセージカード，科学的プロジェクト，シミュレーション，センサーによるアート等さまざまなプロジェクトの作成に利用できる．

2.2 picoboard

picoboard [(2)]は, Scratch のインタフェースを実世界に拡張するハードウェアである. Scratch は単体では，キーボードやマウスからの操作しかできないが，USB ケーブルで picoboard を接続することにより，音，光，スライダ，ボタン，電気抵抗（4 回路）による入力を実現する（図 2）．

picoboard の設計資料は公開されており[(3)]同様の機能を持つ互換品が複数作成されてある．

3. 演習の進め方

アントレプレナーシップⅢ（平成 27 年度前期）の一部の時間を使い，希望者 5 名がプログラミング表現の演習を行った．演習は，90 分×3 コマの 270 分を連続して使い，集中講義形式で実施した．

なお，受講者の所属学部は様々であり，彼らは，コンピュータリテラシ科目は受講しているが，プログラミング科目の教育は受けていない．

3.1 プログラミング環境の準備

受講者は，Windows のノートパソコンを持参し，ウェブブラウザを用いて Scratch プログラミング環境を動作させた．

受講者には, スライド 27 ページの資料を配布するとともに，Scratch プログラミングの参考書[(4)]を貸与した．

3.2 Scratch の体験

Scratch についての概論説明を 30～40 分行った後，用意された単純ないくつかの例題を自分のノートパソコン上で動かし, Scratch によるプログラミング環境を体験した．

3.3 picoboard の接続とテスト

各自のノートパソコンに USB ケーブルで picoboard を接続し，動作確認を行うとともに，picoboard を使った単純な例題を動かした. picoboard のインストールには，USB シリアルドライバのインストールおよびブラウザプラグインのインストールが必要で，手間取ったものもいた．

3.4 各自での課題作成

その後, picoboard のセンサーを入力として利用し，動作するプロジェクト（＝アプリケーション）を作成する課題に，それぞれが取り組んだ．

4.　課題の作成と成果

受講者全員が時間内に, picoboard を入力インタフェースとして利用する何らかのアプリケーションを作成した. みな時間いっぱい熱心に取り組んでおり, 途中で「適宜休憩を取りながら進めよう」と注意を与えるほどであった.

中には，シューティングゲームの基本形を作成したものもあった（図 3）. picoboard のスライダを動かすことによって，シュータを移動させ，picoboard のボタンを押すことで弾が発射されるゲームとしては古典的なものである.

5.　宿題

90 分×3 コマの限られた時間では，一通りの基本形は作成できたが，もう少し制作に時間をかけたいという状況であったので，さらなるブラッシュアップ作業は宿題とした. picoboard のスライダおよびボタンを利用するバージョンと, picoboard を使用せずパソコンのキーボードで操作するバージョンの 2 種類の版を作成し，ユーザインタフェースの違いについて比較したという報告もなされた.

後日楽しく製作ができたという報告もあった．自分が構想したものが，一定の形になることで，より興味がわき，さらなる学びのきっかけとなることが期待される.

図 1 Scratch のプログラム例

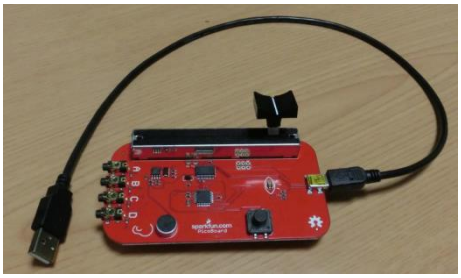


図 2(a) picoboard の外観

図 2 (b) picoboard の搭載センサー

図 3 作品例（大谷浩輝氏によるもの）

6.　さいごに

子どもでも学習しやすいように設計されている Scratch のプログラミング環境は, もちろん大学生にとっても短時間に学習できる．平成 29 年度は 90 分×2 コマで実施し，「楽しかった」「もっと複雑なものが作りたい」「どういう順序で何が動いているか理解できた」「感覚的に理解できる」「今後のプロトタイピングに活用したい」とのコメントが寄せられた.

アイデアや概念を表現するため，ストーリーボードやコンセプト実証等に利用できるツールとして今後の利用が期待される．本演習は，当初，指導側が想定した以上の内容のものとなった.

参考文献

(1) J. Maloney,, M. Resnick, N. Rusk, B. Silverman, E. Eastmond, “The Scratch Programming Language and Environment”, ACM Trans. on Computer Education, Vol. 10, No. 4 Article 16, ACM (2010)
(2) Sparkfun, PicoBoard (product description), <URL: https://www.sparkfun.com/products/11888> (access 2017-05-30)
(3) Sparkfun, PicoBoard (design files), <URL: https://github.com/sparkfun/PicoBoard>(access 2017-05-30)
(4) 石原正雄，スクラッチではじめるプログラミング，カットシステム (2014)

「I2C ブロック」の開発と提供
～小型ハードウェアと電子工作による教育システムの提供に向けて～

Development and Deployment of “I2C Blocks” for Education

大 野 浩 之　　森 祥 寛
Hiroyuki OHNO,　Yoshihiro MORI
金沢大学 総合メディア基盤センター
Information Media Center, Kanazawa University
Email: hohno@ohnolab.org

あらまし： 著者らは「ものグラミング」というコンセプトの下，小型ハードウェアを用いた電子工作を支援する環境を構築中である．この環境は，当初は IoT 時代を意識したセンサやアクチュエータの操作支援を目的としていたが，教育への適用の重要性に気づき，最近は教育分野での展開にも注力している．今回は，その一環で作られた小型モジュール「I2C ブロック」と，大学教育への導入について報告する．
キーワード： 小型ハードウェア, 電子工作, ものづくり, I2C

1　はじめに

近年，自らの手で何かを作る「ものづくり」を愛好する者が増えている．この風潮は「メイカー・ムーブメント」とも称される．ものづくり愛好者（メイカーとも呼ばれる）の製作対象，そのための手法は多岐に及ぶが，ものづくりの過程あるいは対象に電子回路が含まれる場合，これを電子工作と呼び，ものづくりの大きなジャンルを形成している．近年，電子工作の分野においてマイクロコントローラ（以下，マイコン）を利用する場合，Raspberry Pi に代表される「UNIX 系の OS を搭載した手のひらサイズの高機能マイコン」を使うことが増えている．

しかし，フルセットの UNIX が利用できるにも関わらず，OS の持つ優れた基本機能や多種多様なコマンド群を利用し尽くす状態にはなっておらず，C 言語でプログラムを書いてコンパイルして動作させるという 8 ビットマイコン時代の延長に留まっている事例や，既存のコマンドで直ちに処理できるデータであっても python や ruby といったスクリプト言語でスクリプトを書いて処理している事例が散見される．

そこで著者らは「ものづくり愛好者のためのプログラミング」を意味する「ものグラミング」というコンセプトの下，UNIX 系 OS が動く小型マイコンと，それらと連携する小型ハードウェアを用いた電子工作支援環境を構築してきた [1]．この環境は，センサやアクチュエータを UNIX 系 OS 上で手間暇かけずに簡単に操作することを当初の目的としていたが，教育分野への応用の重要性と可能性に気づき，最近は大学教育等への適用にも注力している．今回は，その一環で作られた小型モジュール「I2C ブロック」を活用した普及啓発について報告する．

2　ものづくりと「ものグラミング」

ものグラミング (Mono-gramming) は，著者らが「ものづくりの，ものづくりによる，ものづくりのためのプログラミング」を掲げて 2015 年に提唱した考え方で，OS の基本機能や標準コマンドを活用したシェルスクリプトを使うことで，ものづくりにおけるプログラミングを極力単純にしつつ，情報セキュリティ面での安全と安心も同時に確保するアプローチである．「ものづくり愛好者は OS が提供する基本機能と OS 上の既存のツール類を最大限に活用すべし」という，ものグラミングの基本姿勢を維持すると，電子回路を活用したものづくりを行なう者それぞれにとっての核心部分が明確になり，それに多くの時間を割けるようになる．

3　I2C を中心に据えた，小型ハードウェアを活用した電子工作環境の開発

Raspberry Pi を例にとると，同機がボード上のピンヘッダを介して提供している入出力インタフェースには，GPIO（デジタル入出力），UART，I2C，SPI 等がある．今回著者らは，これらのうち I2C を中心に据え，センサやアクチュエータといった小型のハードウェアを Raspberry Pi 上の OS のシェルやシェルスクリプトから利用する環境を整備した．

幸い，OS 上から I2C スレーブデバイス（以下 I2C スレーブあるいは I2C 素子）とやり取りする i2cset, i2cget, i2cdetect といった I2C 関連コマンド群や，GPIO

ポートや UART を操作する gpio コマンド [2] が利用可能なので，これらを積極的に活用することにした．

4　I2C Block の開発

I2C インタフェースを持つ素子は多種多様なものが市販されているが，I2C 素子そのものはただの機能素子であり，トランジスタや IC のような他の能動素子と同じく品種が違えば形状も異なる．これらの素子を実際に利用するにはプリント基板に実装するなどした上で，制御する側のマイコンとともにホストとスレーブの関係を構成する．

I2C 素子を業務用途に使う場合は，ホストとスレーブを同一基板上に構成したり，別の基板や筐体にあっても専用の接続ケーブルで接続することになるが，本報告が主眼を置く研究開発や試作レベルであれば，I2C 素子は一つ一つ別の小型のモジュールとして作られ，それぞれが必要な時に必要な数だけ相互に簡単に接続できることが望ましい．I2C はシリアルバスをなのでこのような利用形態は本来の趣旨にもあっている．

実際，このような趣旨で製品化された I2C モジュールが数多く製造されている．しかし，これらは相互接続が保証されているわけではなく，製品系統が異なれば，コネクタの形状，ピン配置（SCL, SDA, Vcc, GND の並び），電源電圧（5V, 3.3V, 1.8V）等の違いが問題になる場合がある．

今回著者らは，中国深センに拠点を構える Seeed Studio 社の Grove I2C 製品群に着目し，これらと混用可能な I2C モジュール群を設計・実装し，このモジュール群を “I2C Blocks” と名付けた (図 1)．既製品と互換性を保ち混用可能にしつつも独自に製作したのは，Grove I2C 製品群が全ての I2C 素子をサポートしているわけではなく，今後同社の I2C 製品群のラインナップがより充実したとしても，自分たちにとって必要な素子が全て製品化されるとは考え難いので，自分たちの利用に適した I2C モジュールを自作する技術を用意しておいた方がよいと判断したためである．

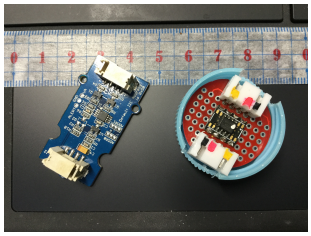


図 1: Seeed Grove I2C モジュール（左）と I2C Blocks

Grove I2C 製品群とは異なり，I2C Blocks は，円形をしている．試作においては，円形のユニバーサル基板に I2C 素子をはんだづけして手作りした．I2C Blocks は，(1) ペットボトルキャップに収める前提で円形をしている，(2) 底面が露出していないので電気的に安全，(3) ブレッドボード等に挿して利用することも可能，(4)QR コード等を用いた機材情報管理を導入，といった特徴を持つが，必要量が多くなると手作業での配線作業には無理が生じる．そこで，一定量の消費が見込める基板については，自ら行なうのは基板データの設計までとし，製造は海外のプリント基板製造会社に依頼した．特注基板の費用は 1 枚あたりわずか数 10 円で済んだ．

5　I2C Blocks の教育現場への導入

I2C Blocks の最初期の試作は，ものグラミングを提唱した 2015 年には完成したが，当初は「プリント基板 CAD を用いてプリント基板データを生成して海外に基板を発注する」という流れにはなっていなかった．その後 2016 年度から，著者らの勤務先の金沢大学や，石川県内の高等教育機関が加盟する大学コンソーシアム石川，ものグラミング関連の教育を開始する体制になった．そのため，まとまった数の独自のプリント基板を簡単かつ安価に製造する流れを整備し，2017 年度からは実際の教育現場への導入が可能になった．

6　おわりに

本報告では，「ものグラミング」環境での利用を念頭に Seeed 社の Grove I2C モジュール群と混用が可能な I2C Blocks を設計・実装したこと，I2C Blocks が実際に利用可能であること，金沢大学や，大学コンソーシアム石川での講義での利用を開始したことを報告した．また，近年のメイカー・ムーブメントがプリント基板の小量生産にかかる費用を大幅に削減したため，I2C Blocks の製作にあたってが手配線から解放されたことを述べた．今後は，I2C Blocks の本格的な教育システムへの投入とその結果について報告したい．

なお，本報告に関連した資料，情報は以下の URL からいつでも参照できる．https://goo.gl/gtYpBH

謝辞

今回報告した試みは，著者のひとりが主宰する電子工作愛好者の集いである「木いちごの会」におけるものづくりの関する議論がきっかけとなって始まった．それぞれ異なる技術的背景と好奇心を持って同会に集う，実行力あふれる電子工作愛好者各位に感謝する．なお，本研究のうち I2C ブロックの開発に係る部分は科研費（課題番号：15K00119）の助成を受けている．

参考文献

[1] 大野浩之，森祥寛，北口善明，中村和敬，松浦智之，石山雅三，and 當仲寛哲．　7A-3 ものづくりのための「ものグラミング」と実践的教育環境の構築．*DICOMO2016* **講演論文集**，Jul 2016．

[2] Wiring Pi - GPIO Interface library for the Raspberry Pi．　http://wiringpi.com/ (2016 年 1 月 7 日閲覧)．

デジタルファブリケーションと CPLD 学習ボードを用いた 商品開発プロセスを疑似体験する PBL の試み

A Project Based Learning to Experience Manufacture Development Process Using Digital Fabrication and CPLD Learning Board

松原 裕之
Hiroyuki MATSUBARA
福岡工業大学
Fukuoka Institute of Technology
Email: h-matsubara@fit.ac.jp

あらまし：近年，レーザ加工機，3D プリンタ，カッティングプロッタなどのデジタルファブリケーションが教育現場で取り入れられている．本発表では，CPLD 学習ボードを用いて学生に電機メーカの開発プロセスを 7 ないし 9 週間の限られた期間の学生実験で疑似体験させる PBL に加えて，電子工作と筐体（外装）のデジタルファブリケーションを取り入れた試みを報告する．
キーワード：Project Based Learning (PBL)，インターンシップ，CPLD，デジタルファブリケーション

1. はじめに

大学等の教育現場の「ものづくり」において，3D プリンタやレーザカッタなどのデジタル加工機が普及しつつある．これら加工機を用いて CAD などで生成したデジタルデータを元に製造する手法をデジタルファブリケーション [(1)] という．本報告では，著者が 2016 年度に学部 3 年生 100 名に対して，組込み分野の学生実験にデジタルファブリケーションを取り入れた Project Based Learning (PBL)の実施例について述べる．

2. 商品開発プロセスを疑似体験する PBL

2.1 PBL の概要

著者は 2006 年から，組込み分野の学生実験を電機メーカの開発プロセス [(2)] を 7 ないし 9 週間の限られた期間で疑似体験できる PBL として実施してきた．複数人からなるチームのメンバにリーダ職，技術職，デザイナ職，などの一職種を履修生に割り当てる．その特長 [(2)] は，プロジェクト開発を学生実験で疑似体験 [(3)] させる点である．PBL を通じて，プログラム開発だけでなく，筐体設計，進捗管理，納品，プロジェクトの振り返り，までを実施している．

11 年目となる 2016 年度では，学部 3 年生 100 名を 33 ないし 34 名からなる 3 グループに分けた．各グループに対して表 1 に示す 9 週のスケジュールで PBL を実施した．各グループの 2 週目のチームビルディングは，まず 30 名を 5 名からなる 6 チーム(リーダ兼営業職，デザイナ職，テクニカルライタ，技術職 2 名)に割り当てた．残りの 3 ないし 4 名の志願者に 6 チームの進捗管理やデジタルファブリケーションなどを間接支援する特別課題職とした．

表 1　PBL の実施スケジュール(2016 年度)

	3限目(13:00−14:30)	4限目(14:40−16:10)
1週目	ガイダンス	新人研修
2週目	チームビルディング	職種毎の作業
3週目	職種毎の作業	
4週目	職種毎の作業	
5週目	中間発表 （投票と順位発表）	
6週目	職種毎の作業	
7週目	職種毎の作業	
8週目	最終発表 （投票と順位発表）	
9週目	デザインレビュー	プロジェクト振り返り

リーダ兼営業職はチームの進捗管理，商品企画等を担当する．デザイナ職は開発商品の外装設計(例として図 1)，技術職は CPLD 学習ボード [(3)] (図 1)に対して開発商品のプログラミングを Verilog HDL で行い，テクニカルライタ職はそのユーザーマニュアルの執筆を担当する．

2.2 デジタルファブリケーション

PBL において，履修者が原則自由に使用可能なデジタル加工機について、その使用頻度順に述べる．

・ カッティングプロッタ　ローランド DG 社 SV-8

最大 A4 縦サイズのカッティングシートを切断するプロッタで，PBL では 10 色のバリエーションを準備した．主な用途は，筐体のデザイン用シール，塗装用のマスキング，などである．

・ レーザーカッタ　オーレーザ社 Hajime

ワークサイズが 500mmx300mm まで，厚さ 5mm までの合板，アクリル板等の素材の切断，加えてゴムやコルクシートの彫刻ができる．PBL の外装設計では，フリーの Web サイトの Box Designer で 6 面の箱の展開図を作成し，得られたデータから Adobe

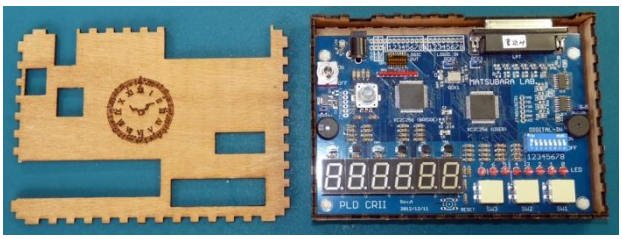


図 1 CPLD 学習ボードと外装設計の例

イラストレータで詳細を設計する．素材をレーザ加工機で切断・彫刻をする．

・　3D プリンタ　MakerBot Replicator 2, 2X 及びその互換機

フィラメントの素材は PLA と ABS の 2 種類である．PBL では，履修者が所望する商品開発をヒアリングして，常備していない素材や色を提供した．また，複数チームの 3D プリントの要求が同時に発生することを見越して，最大 5 台同時に利用できる環境を準備した．

2.3 その他の特記事項

・　ペーパークラフト

2015 年度以前の外装設計では，段ボール，厚さ 0.8mm のボール紙，等を主に用いていた．2016 年度も所望するデザイナ職に対して，従来通りペーパークラフトの手法を許可した．

・　木工加工

当初はレーザ加工のために 2.5 ないし 4mm 厚のラワン板を準備していた．手ノコ(ゼットソー)，テーブルソー，電動ドリルなどによる木工加工も許可した．また，学内の CNC ルータによる厚みのある木材の加工も履修者が講習済みであれば許可した．

・　ハンズオン

製品開発に不足している電子部品，金具，木材，塗料，手芸用品等を近くのホームセンタ，100 円ショップ等で立て替えて調達することを許可した．

・　塗装

アクリル塗料のスプレーに加えて，絵の具，水性塗料，ニスなどの塗料を提供した．

3.　適用結果

2016 年度の 21 チームの内，デジタルファブリケーションを適用して外装を設計したチームの商品開発例を図 2，図 3 に 6 例示す．図 2 左上は透明アクリル板をレーザ加工で切断し，カッティングシートの組み合わせたもの，右上は複数のラワン板をレーザ加工で切断して重ねたもの，左下は，アクリル板をレーザ加工で切断したもの，右下はレーザ加工によるコルクの彫刻である．図 3 上は 3D プリンタでカメラの筐体を印刷し，小物をレジンとプラスティック樹脂の「おゆまる」で飾ったもの，下は，塩ビパイプを手ノコで切断し塗装したフレームに CPLD 学習ボードのケースを搭載したもの，である．

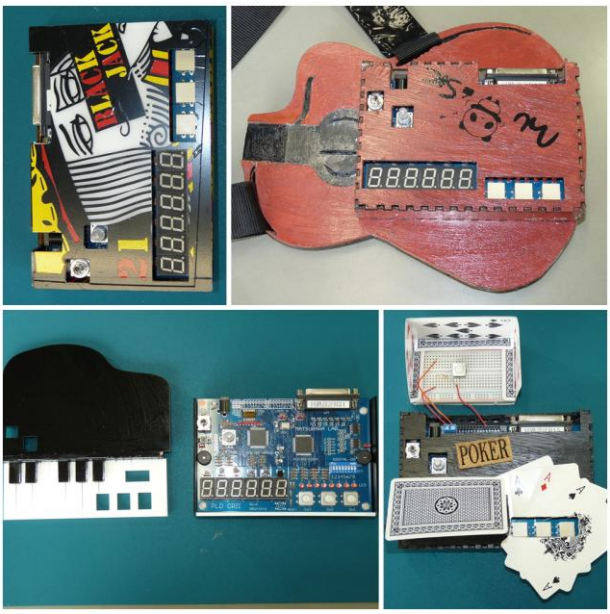


図 2 外装設計の例その 1 左上:ブラックジャック，右上:ギター，左下:ピアノ，右下:ポーカー

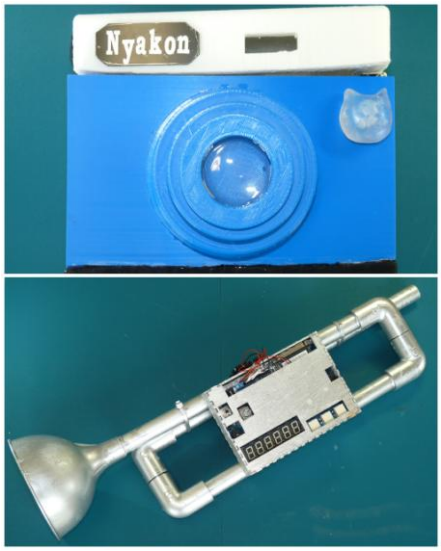


図 3 外装設計の例その 2　上:カメラ，下:楽器

考察を述べる．従来のペーパークラフトと比較すると，導入したデジタルファブリケーションで加工の精度が向上し，学生達の所望するデザインが容易に設計できるようになった．学生達の商品開発に対する満足度も向上した．一方，1 週の実験内の 3 時間では，CAD 設計もデジタルファブリケーションの時間も不足がちであった．8 週目の最終発表直前の履修生や SA の時間外の対応工数も激増した．

4.　まとめ

組込み分野の学生実験にデジタルファブリケーションを取り入れた PBL の試みについて述べた．今後の課題は，履修生のデジタルファブリケーションに対応工数を削減するため，必要な作業時間や精度などが一目で理解できるレシピ集などの教材を作成すること，また，デジタルファブリケーションの学習効果の測定，の 2 点である．

参考文献

(1)　田中 浩也:“FabLife ―デジタルファブリケーションから生まれる「つくりかたの未来」”，オライリージャパン，東京　(2012)

(2)　松原 裕之:“メーカの開発プロセスを適用した組込み分野の教育プログラム”，情報処理学会論文誌，第 55 巻，第 2 号, pp.1037-1047　(2014)

(3)　松原 裕之:“学生実験で製品開発プロジェクトを疑似体験するバーチャルインターンシップ研修”，工学教育，第 62 巻，第 4 号, pp.39-44　(2014)

自己調整学習を主題とする授業における 受講者の学習に関するメタ認知的な気付きの分析

Analysis on Learners' Metacognitive Awareness on Their Learning Process in a Lesson on the Subject of Self-regulated Learning

仲林 清[*1]
Kiyoshi NAKABAYASHI[*1]
[*1] 千葉工業大学 情報科学部
[*1] Faculty of Information and Computer Science, Chiba Institute of Technology
Email: knaka@net.it-chiba.ac.jp

あらまし：自己調整学習の概念や方略を，学習者が意識して活用することを促進するための授業実践を行った．大学 1 年生の学生を対象に，学習理論や自己調整学習に関する知識を与えたのち，これらの理論の観点から，中学生の学習の様子を描いたドキュメンタリービデオを視聴させた．その後，自らの学習経験とビデオの内容を対比したレポートを提出させた．授業後に学習に対する意識変化に関する自由記述を行わせ，内容に含まれるメタ認知的な気付きの分析を行った．
キーワード：自己調整学習，ドキュメンタリービデオ，学び方の学習，既有知識の活用

1. はじめに

自律的に学び続ける能力が，社会の急速な変化に対応するために重要となっており，“Learning to Learn and Metacognition”が 21 世紀型スキルの中にも位置付けられている(1)．本稿では，大学生を対象に，自らの学習経験を自己調整学習(2)などの学習に関する学術的・体系的知識と結びつけて内省・概念化させ，以後の学習活動におけるメタ認知や学習方略の活用促を意図した授業実践について述べる(3)．

2. 学習主題

授業では，自己調整学習(2)を中心に学習理論や学習の動機づけを取り上げた．自己調整とは，教育目標の達成を目指して学習者が自ら作り出す思考・感情・行為であり，学習過程において，自身のメタ認知・動機付け・行動に能動的に関与することを自己調整と呼ぶ．特に，自己調整学習方略・自己効力感・目標への関与が重要とされている．自己調整学習は，予見段階，遂行段階，自己内省段階からなる個人的フィードバック・ループとしてモデル化される．本授業実践では，以下を具体的な学習主題とした(3)．

(1) 予見段階での目標設定・動機付け・自己効力感
(2) 遂行過程のセルフ・モニタリング
(3) 自己内省段階における自己評価や原因帰属，それによる適応的／防衛的反応
(4) 自己調整学習を促進するための教師の介入

3. 授業設計

授業対象の大学生は，メタ認知や自己調整学習の能力を誰もが身につけているわけではないが，小中等の学習者に比べれば，前節に示した学術的・体系的知識を理解するのに十分な知的水準を有していると仮定できる．また，学習過程に関する経験があり，経験を客観的に振り返る能力も有していると期待できる．そこで，これらの学術的・体系的知識と学習者自身の経験・既有知識とを結びつけさせて内省・概念化を促進する．

前章の学習主題は，かなり複雑な内容であり，知識付与型の学習手法では，学習者の興味を引き出すことが難しい．そこで，筆者が組織における問題解決などの学習に適用して効果を確認したドキュメンタリービデオとオンラインレポート提出を組み合わせた授業設計の枠組み(4)を適用する．この枠組みを図 1 に示す．学習の主題に即したドキュメンタリーをビデオを視聴させ，これに関するレポートを課す．次の授業直前までにレポートをオンラインで集約して授業で配布し，教員が内容を適宜紹介する．これを必要に応じて繰り返す．

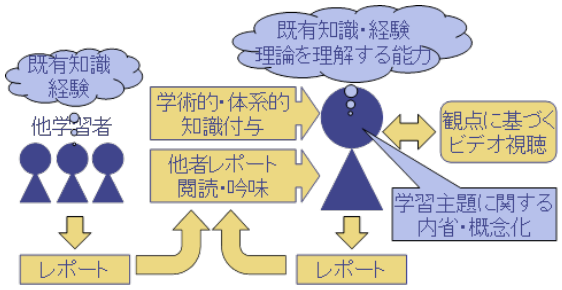


図 1 授業設計の枠組み

本授業では 2 本のビデオを使用した．うち 1 本は，NHK の「あしたをつかめ」というシリーズの「#33 塾講師」（以下．塾講師）である．女子中学生，塾講師，講師の上司が主な登場人物である．中学生は数学が苦手で成績が伸びずやる気を失っている．講師との面談では「周りが天才だから」と発言する．講師は，努力すれば成績が伸びることを伝えたいと上司に相談し，自発的に勉強させる施策が大事だ，とアドバ

イスを得る．講師は自習ノートを生徒に渡し，科目を自分で選んで目標を決めて自習するように告げる．生徒は，科目を数学に決め，「その日間違ったところを復習する」という目標を定める．この結果，次回の小テストに 1 回で合格する

上記の生徒の言動は，自己調整学習の観点から以下のように解釈できる．生徒は，数学に苦手意識があり，自己効力感がない．「周りが天才だから」という発言から，成績の悪さを能力に原因帰属していることがうかがえる．また，間違えたところを振り返ることもしておらず，防衛的な感情が出ていて，適応的な決定ができていない．それに対して講師は，適応的決定を促すために，自習する科目・目標を自分で決めるように告げて，予見段階における目標設定を促し，また自習ノートによる努力の可視化の仕組みを作っている．これに対して生徒は，「数学でその日間違ったところを復習する」という近時的で具体的な学習目標を自分で決め，この結果，小テストに合格し，プラスの感情を得ることができた．

授業では，1 コマ目に学習方略に関するビデオと解説，2 コマ目，3 コマ目に「塾講師」のビデオを視聴させて，授業内で適宜解説した自己調整学習理論の観点からレポートを提出させた．「塾講師」のビデオは理論を解説した教材ではないので，学習者は，理論，自身の経験，他学習者のレポートを能動的に結び付けて考察し，レポートを提出する必要がある．

4. 評価

2016 年の前期に授業を実施した．調査対象者は情報系学科の 1 年生 103 名である．授業後に授業内容，および，学習意識変化に関するアンケートを行った．

表 1　学習意識変化の記述例

抽象的 ○学び方によって身につく度合いの違いが理解できた ●これまでの学習スタイルについてどこが良いのか悪いのかを改めて認識しました．
抽象的自己調整 ○意味を考えないで行った勉強にはほとんど意味がないということを知った。 ●学ぶという意味を理解する。やってればできるという暗記的な学び方ではダメだ。内容ややり方を覚えてこそ学びは発展するという考えが深まった。
基礎 ○テストの解答があっているかどうか確認するだけでなく、解説をしっかり理解することの大切さがよくわかった。 ●今まではできたことに満足していたが、ビデオを見てからできなかったことに関して対策を考えることが重要だと考えるようになった。
自己調整 ●自分の動機付けがどれくらい勉強に影響を及ぼすのか理解したので、今後勉強をする教科には自分なりの動機を考えて学習したいと思います。

○：メタ認知的内容なし，●：メタ認知的内容あり

学習意識変化の記述例を表 1 に示す．記述内容をカテゴリー[4]に分け，さらにメタ認知的な内容が含まれるか否かで分類した[3]．判断の基準は，自身の過去の思考に関するモニタリングや，今後の行動に関するコントロールの有無に依った．

メタ認知的記述をした群としなかった群で，授業内容アンケートの比較を行った．結果を表 2 に示す．全体的に，7 件法で 5 以上の高い評価になっているが，特に，記述有りの群の方が全般的に高い評価を与えていることがわかる．記述無しの群は，「内容は役に立った」，「今後の大学での学習を進めるうえで参考になった」などが特に低い値となっている．また，「このような内容を今後も学んでみたい」は両群とも低い値となった．

謝辞

本研究は JSPS 科研費 26560127 の助成を受けた．

参考文献

(1) P.グリフィン，他（編），三宅なほみ，他（監訳）：“21 世紀型スキル: 学びと評価の新たなかたち”，北大路書房 (2014)
(2) Schunk, D. H. and Zimmerman, B. J.: “Self-Regulated Learning: From Teaching to Self-Reflective Practice”, Guilford Press (1998)
(3) 仲林 清：“自己調整学習を主題とする授業実践における受講者の学習に関する意識変化”，教育システム情報学会研究報告, 31(6), pp.167-172 (2017)
(4) 仲林 清：“組織における問題解決を主題とする ビデオとオンラインレポートを活用した授業実践”，教育システム情報学会誌，Vol.32, No.2, pp.171-185 (2015)
(5) 伊藤崇達：“自己調整学習の成立過程”，北大路書房 (2009)

表 2　授業内容評価の比較（7 件法，103 名）

質問	平均（標準偏差） メタ認知記述 なし 38 名	 あり 65 名	有意差
内容は理解できた	5.42 (0.95)	5.82 (0.75)	*
内容は役に立った	5.11 (0.98)	5.71 (1.01)	**
内容に納得した	5.26 (0.95)	5.63 (0.86)	*
自分の経験と結びついた	5.29 (1.01)	5.60 (0.86)	n.s.
このような内容を今後も学んでみたい	4.68 (1.21)	4.94 (0.95)	n.s.
今後の大学での学習を進めるうえで参考になった	4.82 (1.27)	5.25 (1.02)	+
社会に出てからもこのような考え方は参考になると思った	5.30 (1.09)	5.54 (1.02)	n.s.
「学び方」に関する考え方が深まった	5.18 (1.16)	5.50 (0.81)	n.s.
「学び方」に関する考え方が変わった	4.82 (1.29)	5.15 (1.09)	n.s.

データベース正規化の分析課題に関する学習手法

A Learning Technique about an Analysis Problem of Data base Normalization

加藤 涼[*1], 仲林 清[*2]
Ryo KATO[*1], Kiyoshi NAKABAYASHI[*2]
[*1] 千葉工業大学大学院
[*1]Chiba Institute of Technology graduate school
[*2] 千葉工業大学
[*2]Chiba Institute of Technology
Email: s1332042QU@s.chibakoudai.jp

あらまし: 学習者が思考過程を意識してデータベース正規化の問題を考えることによって，ブルームのタキソノミーで定義される応用・分析レベルの能力を獲得するための学習手法を行った．学習者に応用・分析レベルの能力を必要とする問題を解いてもらい，その能力獲得を目的として行った．大学 4 年生を対象に，正規化の基礎知識を与えた上で，正規化に関する応用・分析レベルの記述式問題に解答させた．その時，学習者には問題を解く上で必要となる思考過程を意識して解答してもらった．実験の結果，能力を獲得するような結果は得られなかったが，意識に変化のある学生とない学生の傾向がみられた．
キーワード: ブルームのタキソノミー，正規化，思考過程，記述式問題

1. はじめに

正規化はデータベース設計を行う上で重要な概念の 1 つである(1)(2)．しかし，正規化の知識があり，理解をしているだけでは，正しくデータベースを設計することは困難である．これは現実の問題では，問題の性質に応じて，正規化の必要性を判断する必要があるためである．そこで本研究では，正規化の必要性を現実の問題の性質に応じて，適切に判断できるようにする学習手法を研究する．

2. 学習目標

本研究では，データベース正規化の分野とブルームのタキソノミー(3)の認知的領域のレベルを対応させて考えている．表 1 はブルームのタキソノミーの認知的領域の各レベルとデータベース正規化の分野の学習課題の対応を表したものである．

表 1 ブルームのタキソノミーと学習内容の対応

レベル	学習内容
(6)評価	自分または他者からの視点から作成したデータベースを見直すことができる．
(5)結合	定義や概念，分析の結果から実際にデータベースを自分で作成することができる．
(4)分析	現実の問題の性質に応じて，正規化の必要性を判断することができる．
(3)応用	与えられた表を正しく正規化することができる．
(2)理解	正規化や関数従属の意味を説明することができる．
(1)知識	正規化や関数従属の定義を言うことができる．

本研究の目的は，学習者が思考過程を意識してデータベース正規化の問題を考えることによって，ブルームのタキソノミーの応用・分析レベルの能力を獲得することである．よって，分析レベルの「現実の問題の性質に応じて，正規化の必要性を判断することができる」ことを学習目標としている．

3. 学習手法

3.1 学習手法の概要

本研究では，学習者に応用情報技術者試験の記述式問題を解いてもらい，その後解けなかった問題に対して思考過程の一部を学習者に与える．このとき学習者には自身で考えたことを整理して書き出してもらう．そして再度解けなかった問題を解いてもらい，その結果から能力が獲得できているのかをみる．その後，アンケートを行い，学習者が指摘を与える前後で意識や考えにどのような変化があるのかを確認する．実験には使用した問題は，基礎知識を問う記号選択式穴埋め問題の設問 1 と，本研究の目的の分析が必要だと考えられる記述式の設問 2(1)(2)の形式である．

3.2 想定する思考過程

本研究では，問題を解く上で必要となる思考過程を設問ごとに想定している．そのうち，最初の段階である「第 2 正規形で発生する一般的問題とはなにか」,「第 3 正規形で発生する一般的な問題とは何か」というような投げかけを指導側から行う．表 2 は記述式問題の設問 2(1)の思考過程を表したものである．ただし，あまり指摘をしすぎると学習者の考える余地がなくなってしまう恐れがある．そこで指摘は必要最低限のため一言だけ指摘するようにする．

表 2 設問 2(1)の思考過程

段階 1	一般的な問題とは何かという問いかけ(疑問)
段階 2	一般的な問題を考える．列挙する．
段階 3	その問題が発生しない状況を，仮定して考える．
段階 4	仮定した場合と解く場合を，比較して考える．

4. 結果

実験は情報系学科の大学 3 年生 6 名を対象に行った．全体として，指摘前より指摘後の方が学習者の解答に多少の改善がみられる傾向であった．しかし，問題に正しく解答できた学習者はいない結果となった．表 3 は解答例の一部である．指摘によって解答に改善はみられるが正答には至っていない．

表 3 記述式問題の解答例

A さん	設問 2(1) 1 回目	ツアーコードが同じでも，出発日が異なるため，重複しない．
	設問 2(1) 2 回目	出発日がわかったとしても，日数や価格によってツアーコードが変わるから行の無駄ができない．
	設問 2(2) 1 回目	重複するコードが出てしまう．
	設問 2(2) 2 回目	顧客番号から郵便番号はわかるが，顧客番号から支店がわからない．郵便番号から支店が決まるため，支店が重複する．推移関数従属が発生する．
B さん	設問 2(1) 1 回目	記述なし
	設問 2(1) 2 回目	第一正規形の時点で重複が発生しないから，ツアーコードを申し込みテーブルで使うため．
	設問 2(2) 1 回目	記述なし
	設問 2(2) 2 回目	郵便番号から支店コードが出せなくなり，どこの支店が担当するのか決められなくなってしまう．

また，アンケートの結果から学習者の中で問題を解く上で意識に変化のある学習者とない学習者に分類することができた．

指摘の前後で意識に変化のあった学習者は，指摘を受けて自分で考えをまとめるときに，できるだけ具体的な表現や内容の記述をする傾向がみられた．「一般的な問題」という指摘に対して「設問の状況」という具体的な場面と関連付けて考えたといえる．

指摘の前後で意識に変化のなかった学習者は，指摘の後も抽象的記述をする傾向がみられた．指摘によって自分の考えを深めることができず，それが，抽象的な説明につながったと考えられる．

5. 考察

5.1 学習者の意識や考え方についての考察

本実験では，正答できなかった記述式問題に対してそれぞれ必要となる思考過程の一部を指摘した．それによって一部の学習者には意識に変化が起き，具体的に問題を考えようとしている傾向がみられた．意識に変化のあった学習者は，指導側からの指摘に対して，指導側が意識させていないプロセスまで意識して考えていることがアンケート結果からわかる．アンケートの自由記述欄にも「一般的な問題の部分を少し考えて解きました.」,「テーブルの具体例を実際に書いて問題を解いた.」のような指摘された点を意識して考えたと読み取れる記述があった．これらのことから意識に変化のある学習者は，指導側から考え方のきっかけを与えられたことによって設問の状況を考えやすくなったといえる．つまり，学習者は思考の流れを意識することで物事を深く具体的に考えやすくなったと考えられる．

一方，意識に変化のなかった学習者は，指導側から指摘したこと以上のことを考えずに問題に解答していることがアンケート結果からわかる．指摘に対する記述も，「重複が発生する.」,「矛盾が発生する可能性がある.」のような抽象的な部分までしか記述されていないことがわかる．これらのことから意識に変化のない学習者は，指導側から考え方のきっかけを与えられても深く考えず，抽象的・表面的な部分までしか考えていないことがいえる．

5.2 応用・分析レベルの能力獲得の学習効果

本実験では，学習者に思考過程を意識させてデータベース正規化の問題を解かせることによって，ブルームのタキソノミーの応用・分析レベルの能力を獲得し実行できているのかをみた．本実験の結果から，応用・分析レベルの能力を獲得するような学習効果はなかった．このような結果になった原因として

(1)指摘する点にわかりにくい部分があった．
(2)学習者のデータベースの基礎知識が不十分であった．

の 2 点が考えられる．

これらの課題を改善することでより学習者が能力獲得しやすい学習手法になると考える．

参考文献

(1) 増永良文:“リレーショナルデータベース入門[新訂版]~データモデル・SQL・管理システム~”，サイエンス社 （2003）
(2) 植村俊亮:“データベースシステムの基礎”，オーム社（1979）
(3) 稲垣忠，鈴木克明(編):“授業設計マニュアル 教師のためのインストラクショナルデザイン”，北大路書房（2011）

実務教育プログラムにおける質保証の検討

Consideration of quality assurance in practical education program

川田　博美
Hiromi　KAWADA[*1]

名古屋女子大学短期大学部
College of Nagoya Women's University

あらまし：短期大学において教育改革や特色作りや強みづくりに向けたプログラムの展開が進んでいる。それに伴い資格教育課程の有用性や質保証の検討の必要性にも迫られている。いわゆる「卒業と同時に得られる資格」を認定する実務教育プログラム提供側では、資格のルーブリックによる質保証制度の導入を推進し、それと既存の各校のカリキュラムとの整合性の検討が急務である。そこで、資格のルーブリックによる質保証制度の内容を検討し方向性を探る。
キーワード：短大教育，質保証，ルーブリック，卒業と同時に得られる資格

1.　はじめに

今後の短期大学士課程の在り方を検討する日本私立短期大学協会振興対策特別委員会の提言をもとに本短期大学部生活学科の教育プログラムの現状を検討してみる[(1)]と、
①教育課程全体として育成する能力、知識技術、技能と個々の授業科目の関連性を考慮した教育課程の体系化に努め育成すべき明確な人材像に向けて教育課程を編成している。
②専門と教養を身につけ、社会生活をうまくとりなしていく実際生活に必要な能力を身につける教育の場として、専門教育と教養教育が一体となり、カリキュラムや学生生活の随所に展開し、この能力と社会の中で貢献できるコミュニケーション力を持った人材を養成。
③教員と学生とが意思疎通を図りつつ、学生が相互に刺激を与えながら主体的に参加し、知的に成長する課題解決型の教育を実践していて、育成すべき明確な人材像に向けての教職員の一体性が高い。
④教職員全体の参画と、教職員間の連携と協力により入学から卒業までの組織的な教育を実施し、正課以外の学園祭、学外研修、校外実習指導、就職指導、マナー講座なども充実している。
⑤ＰＤＣＡサイクルが機能しており、特に、正課授業以外にも入学前ガイダンス、オリエンテーション、行事等について見直し改善が図っている。
⑥教育プログラムが２年間に集約されているので中だるみがなく密度が濃い。
⑦３つの方針（入学者受入方針、教育課程編成・実施の方針、学位授与方針）があり学修成果が明確。
⑧人材育成の目的が明確であるので、タイトなプログラムであっても、短期間に効率よく運営。
⑨校外実習指導などの実践型教育プログラムは、非正規授業との併用によって教育の質を向上させている。
⑩校外実習指導などの実践型教育プログラムは、非正規授業との併用によって教育の質を向上させている。
⑪女性の高等教育の場として、社会進出・自立の支援をしている。
と、11 項目において本学科が短期大学としてのあるべき姿としての教育プログラムを展開している。

本学科ではそうした教育プログラムに資格取得、地域貢献などのプログラムを加え、さらに特徴づけを展開している[(2)～(7)]。資格取得プログラムでは、各資格試験合格のためのバックアップの他、6 種類の「卒業と同時に得られる資格」を設定している。そのうち 3 種類を認定する全国大学実務教育協会では、その資格に関して質保証をする取り組みを始めた。それに伴い、本学科でもその資格を認定するにあたりその是非を検討することになる。

2. 短期大学における質保証

平成 16 年度から始まった第三者評価制度により、大学は、文部科学大臣の認証を受けた機関（認証評価機関）による評価（認証評価）を受けることが義務付けられたが、私立短期大学のほとんどが評価を受ける短期大学基準協会の学習成果に関する評価基準では、基準Ⅰとして「建学の精神と教育の効果」を基準Ⅱ として「教育課程と学生支援」を定め、それぞれ次の項目によりなる[(8)]。
基準Ⅰ：教育の効果、学習成果、教育の質の保証。
基準Ⅱ：学習成果の査定（アセスメント）。

特に教育の質の保証の評価基準の詳細は、学習成果を焦点とする査定（アセスメント）の手法を有することとし、それは、

（1）学科・専攻課程の教育課程の学習成果に具体性がある。

（2）学科・専攻課程の教育課程の学習成果は達成可能である。

（3）学科・専攻課程の教育課程の学習成果は一定期間内で達成可能である。

（4）学科・専攻課程の教育課程の学習成果に実際的な価値がある。

(5) 学科・専攻課程の教育課程の学習成果は測定可能であることにより査定される。

この中で、卒業と同時に得られる資格に関する質保証もすべてに関して査定が必要であるが、現状では、全国大学実務教育協会が設定する規定とガイドラインに基づき指定した該当科目の単位取得をもって、「上級情報処理士」「情報処理士」「秘書士」の認定を卒業学年後期において協会への申請により各学生の資格認定を受けている。

3. 卒業と同時に得られる資格の質保証

全国大学実務教育協会では「実践キャリア実務士」教育課程から到達目標達成度評価表(ルーブリック)による新たな質保証方法を開始した。「実社会の変化に対応する実務教育・キャリア教育に関わる認定事業を推進し、その質保証をはかる」ため、平成 25 年度から中長期視点にたった資格改革に取組み、「実践キャリア実務士」教育課程から始める到達目標達成度評価表による新たな質保証方法について検討し、試行期間を経て平成 30 年度から、義務化を目指す[(9)]。

その背景には高等教育機関における学修成果の質保証が求められ、同協会の資格に対しても学修成果を質保証し社会的通用性を高めることが必要になってきたことがある。教育課程の質保証を行っているが、一人ひとりの教育課程修了者の学修成果について質保証するに至っていない。そこで、「実践キャリア実務士教育課程」の資格を対象に、学修成果を単位取得による量的データと到達目標達成度評価表による質的データによる質保証で一人ひとりの学生を総合的に評価して、資格の認定を行う。

その方法は、実践キャリア実務士の教育課程の学修成果を総合的に評価するために、量的データと質的データで総合的に評価し、量的データによる評価としては、会員校の授業担当者による成績評価をこれにあてている。質的データによる評価としては、ルーブリックに基づく実践キャリア実務士到達目標達成度評価表「これまでの学修成果の評価と今後の私のキャリア」を導入する。到達目標をもとにしたルーブリックを活用し、学生が実践キャリア実務士教育課程の総合的なまとめの時間で到達目標達成度評価表により自己評価する。その後、学生の自己評価を参考にして教員が到達目標の到達度を総合的に評価して資格の合否を認定する。

各大学・短期大学が到達目標達成度評価表の評価結果を協会に提出し協会が資格を認定する。また、協会が質保証の実情を把握し、修了生の一人ひとりの学びの質を保証して学修成果を担保するとともに、総合的に資格の質保証を行い、資格の社会的通用性を高める。

4. おわりに

本学科では、平成 30 年度入学生より全国大学実務教育協会により資格認定受けている 3 資格に加え、「上級ビジネス実務士」「ビジネス実務士」の 2 資格を卒業と同時に得られる資格として追加する。それに伴い同協会のルーブリックによる到達目標達成度評価制度を導入することとなる。その運用は①毎年度のルーブリックをもとに学生による自己評価の記入②毎年度到達目標達成度評価表をもとに到達目標達成度評価結果一覧表を作成③個表と一覧表をもとに資格の認定という流れとなる。②においては、学生個々の評価の根拠と総合的な自己評価および終了レポートが必要で教員は総合的な評価を記入するとともに学生と面談を行う。③においては、F 評価（59 点以下）の学生につき、補習授業を行いその概要を報告する。これらの質保証運用を 100 名程度の当該学生に展開することになる。また、既存 3 種類の資格についても展開することになれば、のべ 250 名の学生が対象となる。現状の教育体制での実現可能性についての検討が急がれる。

参考文献

(1) 日本私立短期大学協会振興対策特別委員会(2014):『短期大学教育の振興について』
http://www.mext.go.jp/b_menu/shingi/chukyo/chukyo4/037/siryo/__icsFiles/afieldfile/2014/03/07/1343984_1.pdf

(2) 川田博美（2013）：“協働型サービスラーニングにより「社会人基礎力」養成をめざす教科における「選択パターン」の導入”、名古屋女子大学紀要（人文・社会編）第 59 号

(3) 川田博美、稲吉由味子、千葉みどり（2014）:“「社会人基礎力」の育成を目的とする教科『地域貢献演習』の展開”、日本教育情報学会　第 30 回年会演論文集

(4) 川田博美、稲吉由味子、千葉みどり（2014）：“短大における街なかキャンパスでのアクティブラーニングの試み”、教育システム情報学会第 39 回全国大会講演論文集

(5) 川田博美、稲吉由味子、千葉みどり（2015）：“「社会人基礎力」育成のための「協働型サービスラーニング」の実践”、教育システム情報学会第 40 回全国大会講演論文集

(6) 川田博美（2016）：“地域団体と連携して行う街なかキャンパスでの評価”、教育システム情報学会第 41 回全国大会講演論文集

(7) 川田博美（2016）：“アクティブ・ラーニングプログラムとして実践する地域貢献演習の展開”、教育システム情報学会第 41 回全国大会講演論文集

(8) 文部科学省（2015）:『大学教育の質保証に関する参考資料』
http://www.mext.go.jp/b_menu/shingi/chukyo/chukyo4/015/gijiroku/__icsFiles/afieldfile/2015/12/25/1365312_10.pdf

(9) 一般財団法人全国大学実務教育協会（2015）:『「実践キャリア実務士」教育課程から始める到達目標達成度評価表(ルーブリック)による新たな質保証方法について』
http://www.jaucb.gr.jp/kanri/upload/news/000120_02.pdf

積極的アプローチによる，多様な学習者に対応した学習者支援環境の研究
－複数授業での連携に向けて－

Behavioral approach on Leaner Support Environment for Various Learners
-Toword cooperation in many lessons-

坪倉 篤志[*1]，高橋淳一郎[*1]，坂井美穂[*1]，福島学[*1]，鈴木秀男[*1]
Atsushi TSUBOKURA[*1], Junichiro TAKAHASHI[*1], Miho SAKAI[*1], Manabu FUKUSHIA[*1], Hideo SUZUKI[*1],
[*1] 日本文理大学
[*1]Nippon Bunri University
Email: tsubo@atlab.org

あらまし：多様な学習者が，同じ教室で授業を受ける状況が増えてきた.学習者の中には問題を解決できず,授業についていけないが,質問もできず授業を受け続ける学習者がいる.本研究では,授業への取り組み記録から,要支援学習者を特定し積極的に対応を行う「積極的アプローチ」に取り組んでいる．これまでは特定の授業でのみ試行であったが，一定の成果を確認できた．今回，複数授業での試行に向け，取り組み計画について報告する．
キーワード：課題取り組み状況，対応記録，積極的アプローチ，ラーニングアナリティクス

1. はじめに

Learning Analytics をはじめとした、学習データを用いた分析で、学習者特性の把握や学習者に適合した学習者支援の研究が多く取り組まれている。また、大学生のユニバーサル化に伴い，教職員は様々な学習者に対し，柔軟な対応が求められている．障害者差別解消法の施行により，さらに様々な学習者への柔軟な対応も求められている．しかし個人特性が明らかでない学習者もおり，大学に入学してから，明らかになるケースも増えてきた．特に生活環境の変化(個人別の時間割，一人暮らし)や社会に出る準備期(就職活動やインターンシップ)，卒業研究に取り組む時期に，個人特性が明らかになる場合が多い．これら個人特性は，程度にかかわらず，早期に明らかにすることで，改善に向けた取り組みが可能になる．また，支援が必要な学習者に対しては，早期に適切な対応を講ずる可能性が高まる．

特性の気づきは，各学習者の日々の取り組みを捉えることで,変化への気づきと対応可能性が高まる．小中高等学校では，担任が受け持ちの学生と毎日顔を合わせる．しかし大学では，このような体制は少ない．本学でもクラス担任制度を行なっているが，クラス授業は週一であり，他授業の出席状況や取り組み状況をリアルタイムに捉えることは難しい．また授業担当の教員も，特定の授業のみで学生に会う場合もあり，学習者特性を正確に把握できるまでに時間を要する場合がある．そのため学習者の変化に気づくのは，遅れてしまう傾向にある．特に特徴的な学習者に関しては，教職員間で情報共有される場合がある．しかし限定的になりがちである．また複数回の授業の取り組み比較から，気づく事項に関しては，気づきが遅くなり，場合によっては成績をつける時点で気づく場合もある．大学の教職員は，臨床心理士やスクールカウンセラーなどの専門知識を持たないため，気づきや見立てが難しい．そのため授業だけでなく，部活動等を含めた教職員間での，事実（欠席，遅刻等）や対応記録による情報共有と学習者の特徴からの自動検出が望ましい．

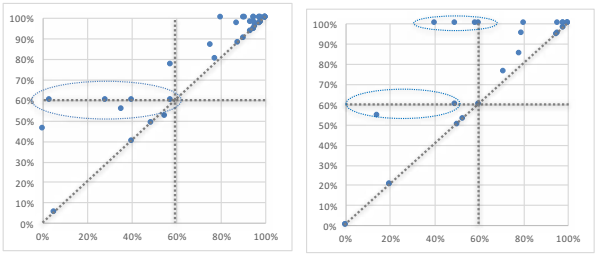
本学でも，全学や学科単位で教育改善，学力の改善に向け，学習への取り組み改善に，様々な取り組みを行ってきた [4]．一定の成果は確認できたが，改善に至らない場合が増えてきた．演習系科目では，課題を通して学習を深める．課題に対する提出物は，教授者が，提出物を元に学習者の取り組みを評価する．この評価結果を，学習者が閲覧し，自身の取り組みに足りなかったところを捉え,改善に取り組む．しかし，同様の誤りを繰り返し，改善が見られない学習者が後を絶たなかった．これらの改善に向け，相互評価や，発表会，振り返り学習などを取り入れてみた [2~4]．いずれの手法も，クラス全体では効果的な結果が見られた．しかし詳細な分析から，効果は限定的であり，特に成績の下位層には，有効に機能しない傾向が見られた．

そこで演習系科目にて課題に対する取り組みで，要改善事項があり，改善が見られず，対応記録も無い学習者に対し，授業スタッフ（教授者と TA,SA）から積極的に声かけを行う積極的アプローチを試行した [1]．これにより，学習者からの質問が増え，また課題への取り組み状況にも改善が見られた．改善傾向は，振り返り学習や相互評価よりも，積極的アプローチが最も効果的であった．

これら取り組みは特定の授業での試行であった．そのため，たまたま試行授業が苦手な科目である場

表１，積極的アプローチ：ターゲット層

課題評点	質問行動	対応可能性
上位	自らできる	○
	できない	遅れがち
下位	自らできる	○
	できない	遅れがち



2014 年度(振り返り学習)　2015 年度(積極アプローチ)
図２，課題評点の変化

合もある．そこで，複数授業での連携について検討した．本稿ではこれらについて報告を行う．

2.　積極的アプローチ（演習系・単独）

要支援学習者の検出は，「課題取り組み状況」，「出席状況」，「学習者対応記録」を用いる．これまで積極的アプローチを試行してきた授業は，演習系の科目である．そのために，毎授業にて課題を課し，翌授業日までに提出させ，翌授業回の直前に評価し，学習者に評価結果を開示してきた．

まずは，「課題取り組み状況」である．課題取り組み状況は課題に対する提出物の評価と，評点に不足点がある場合，要改善項目として再提出を促している．評価項目はルーブリックで定義し，授業での到達目標に対する学習項目において，最低限習得が必要な事項と，さらに加点できる評価項目の２種類を用意した．最低限習得が必要な事項は，評価項目における評価者依存特性の無い評価項目とし，加点法で評価をつけた．さらなる加点については，提出物の質で評価をし，評価者依存特性のある評価項目とした．そのため，学習者は評価項目と評点を確認することで，要改善事項を把握できるようにした．具体的には，Web 制作をテーマとする授業であれば，評価者依存特性の無い評価項目は，課題で設定したタグの利用，指定素材内の写真素材の利用，URL などである．なお，未提出であれば，評点は０点である．また再提出があった場合，再評価を行う．

次に「学習者対応記録」である．授業中において授業スタッフ（教授者，SA/TA）が学習者に対応した場合，全ての対応を記録している．対応記録は，学習者からの質問と，授業スタッフからの声かけである．さらに，学習者対応の詳細も記録している．

この「課題取り組み状況」から評点に不足のある（要改善事項のある）学習者に対し声かけを行う．また「学習者対応記録」から，要改善事項があるにもかかわらず，学習者対応記録の無い学習者を優先して対応を行った．また，要改善事項のある学習者へは，継続して対応を行った．

3.　複数授業での取り組みに向けて

現在，実証を検討している授業は基礎学力系（数学・座学，数学：計算問題あり），コンピュータリテラシー系の授業である．いずれも課題や宿題に対して，ルーブリックを定量的尺度として設定でき，改善事項を把握できる科目とした．

基礎学力系は，小テストか宿題の評点に対し，基準点を用意．基準点を下回る場合に，要改善事項があるとする，ことを検討している．

4.　まとめ

本研究では，授業内における学習者の自立した取り組みと，評点に対する受容，さらに自立した改善に対する取り組み特性に注目している．今回，これまで特定の科目にて取り組んできた積極的アプローチについてまとめた．さらに複数科目での試行に向け，検討中の科目についてもまとめた．現段階で，対応記録は，moodle のフォーラム，課題評点は moodle に追加した evPoints で管理を行い，要支援学習者の検出は，表計算ソフトにデータ移して計算している．今後は，対応記録，評点を統合したデータベースシステムを構築し，手軽に管理でき，要支援学習者を自動検出できる統合システムの構築が必要である．

現在、追加で検討しているのは、コンピュータを用いた演習における、入力装置に対する学習者の行動履歴である。演習形式である場合、クラス全体での取り組み量やタイミングには、ある程度の同期性があると考えている。これらから特徴的な学習者と要支援学習者の関係についても、計測と分析が必要だと考えている。

複数の授業で連携した取り組みにより，学習者特性を多角的な視点で捉えることが可能になる．これにより前習科目における学習者の取り組みから，現在履修している授業での対応方針の検討も可能になる．さらに複数授業による多角的な継続記録と経過観測により、学習者特性の把握を高めることができる．これらの記録と分析，さらに検出と対応状況の変化から，学習者の特性に合わせた対応が可能になる．また専門の医療機関との連携が必要になった場合も，スムーズになると考えている．

参考文献

1),　坪倉篤志，高橋淳一郎，福島学，鈴木秀男，積極的アプローチによる,多様な学習者に対応した学習者支援環境の研究 ： 試行報告, 電子情報通信学会技術研究報告　信学技報 116(266), 33-38, 2016-10-22
2),　坪倉篤志，金娜玲，振り返り学習が課題取り組みに与える影響と学習者支援方法の検討，日本文理大学紀要 43(2), 95-105, 2015-10
3),　坪倉篤志，松原伸人，林敏浩，足立元，西野和典，制作課題における評価者視点の学習のための相互評価システムの研究，JSiSE research report 29(7), 21-28, 2015-03
4),　坪倉篤志，足立元，伊藤研，主体的 PDCA プロセスを導入したキャリア教育の試み，日本文理大学紀要第 41 巻第 2 号，pp52-62,(2013,9)
5),　木村周，キャリアコンサルティング理論と実際，雇用問題研究会,(2016,5)

訓練複合戦略に基づく統合運動スキル学習支援

Learning Support for Development of Integrated Motor-skill under Combining Trainings

菅原　宏太[*1]，吉川　健彦[*1]，松浦　健二[*1]，カルンガル　ステファン[*1]，後藤田　中[*2]
Kohta SUGAWARA[*1], Takehiko YOSHIKAWA[*1], Kenji MATSUURA[*1], Stephen KARUNGARU[*1], Naka GOTODA[*2]
[*1] 徳島大学
[*1]Tokushima University
[*2] 香川大学
[*2]Kagawa University
Email: ma2@tokushima-u.ac.jp

あらまし：統合運動は複数の要素運動を組み合わせ，それぞれを相互に調節する能力が求められる．中でも縄跳び運動は，道具を用いた統合運動のひとつであり，広く親しまれる運動として，本研究の支援対象とする．縄跳び運動の技の中で二重跳びは，高い運動効果が期待出来る反面，高度な調節能力を要するため，習得の困難性がある．そこで本研究では，学習者の現状に応じた訓練を提供しステップアップを目指す，訓練の複合戦略に着目した支援システムについて述べる．
キーワード：学習支援，運動スキル，統合化，段階訓練，フィードバック

1.　はじめに

本研究は統合運動として縄跳び運動に注目する．統合運動は，複数の身体部位を協調的に動作させることで表現できる運動である．縄跳び運動は統合運動の一つであり，主に手の回旋と跳躍という運動スキルの協調動作により成り立つ(1)．この統合運動スキルの獲得には個人差が存在し，その差は一般的に，動作の難易度が高くなるにつれて広がりをみせる．そこで本研究は難易度が比較的高い運動に着目する．初学者がその運動における統合運動スキルを獲得するために，そのスキルを基本運動に分解し，基本運動と統合運動双方への学習支援システムを構築する．

2.　縄跳び戦略

縄跳び運動は手の回旋と跳躍の運動スキルの組み合わせ方やその強弱により，様々な技が表現出来る運動である．ARSA (Australian Rope Skipping Association)はその技やそのスキル獲得について，総合的に指南している．その縄跳び運動の技を 1 跳躍 1 回旋・1 跳躍 2 回旋と二つに分類し，難易度の高い 1 跳躍 2 回旋の技の中で基本となる二重跳び運動に本研究は注目する．二重跳び運動は，手の回旋を構成する基本運動が 3 つ，跳躍を構成する基本運動が 3 つあると解釈される．そして二重跳び運動の体現のためは，これら基本運動とその協調動作を訓練する必要があり，その訓練は難易度に応じて段階を設定できる．

3.　提案手法

本研究では ARSA の方略を基に，訓練段階を設ける．ステージ 1，2 は基本運動を独立的に訓練する基礎的なステージであるのに対し，ステージ 3，4 は基本運動の協調動作を訓練する応用的なステージと位置付ける．また，ステージ 1，2，3 は縄を用いず，二重跳びフォームを獲得するための訓練，ステージ 4 は縄を用いた実践的な訓練である．訓練の実施に際し，スキルの獲得には，繰り返し練習により，技の動作を身体に記憶させる必要があることを考慮する(2)．ここで，ステージ 3，4 の違いに注目する．共に協調動作を訓練するステージであるが，縄の有無が異なる．この違いにより，ステージ 4 へ初めて取り組む初学者は，縄を用いた手の回旋動作，連続跳躍による訓練，手の回旋と跳躍のタイミングという点で困難に直面する可能性が懸念される．そこで，以上 3 点を補うために，ステージ 3，4 を繋ぐステージ 3’を設計する．このステージ 3’では，ステージ 3 で協調動作が達成された初学者が，細工を施した縄を用いて，連続跳躍による二重跳びを仮想的に体現することにより，身体の協調動作を訓練する．ステージ 3’を導入した訓練の流れを図 1 に示す．

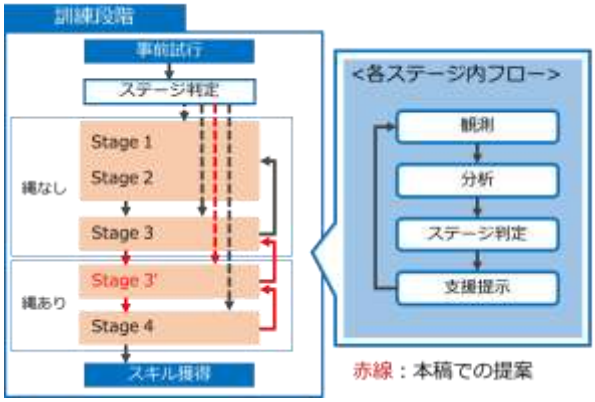


図 1：ARSA に基づいた訓練の流れ

4.　システム開発

4.1 観測

二重跳び運動において，手の回旋動作は，身体の側面から注目すると円運動とみなせ，跳躍動作は垂直運動とみなせるため，二次元座標の時系列データとして取り出すことで特徴点の追跡が可能となる．そこで本研究では，ビデオカメラにより訓練動作を観測する．また，身体特徴点の抽出は，身体の各部位にカラーマーカーを装着し，画像処理技術(OpenCV)の導入による色認識を適用する．さらに，ステージ3'における訓練の観測として，縄先のデータの取得が必要になる．しかし二重跳びにおける縄先の移動速度は身体のそれよりも速く，また，色認識は観測環境の影響を受けやすいため特徴点の抽出が難しい場合がある．そこで背景差分により変化を抽出し，パーティクルフィルタにより縄先特徴点の追跡を試みる[3]．これにより身体と縄先の特徴点から手の回旋と跳躍運動のタイミングの判定を行う．その例を図2に示す．着地時において，縄が2回旋の後に通過し終えているかどうかの判定を行う．

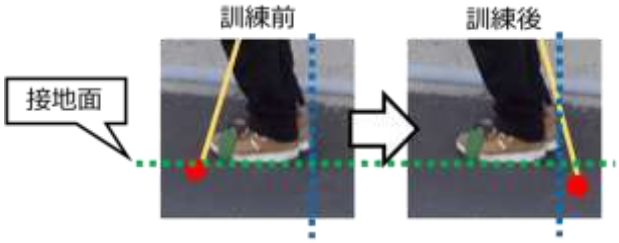


図 2：着地時におけるタイミング判定

4.2 分析・判定

本研究では，ステージ内での訓練が達成されたかどうかをパラメータ的に判定する．基本運動ごとに二重跳び体現可能な範囲を，熟練者データより信頼区間を統計的に算出する．その範囲の内外判定により，達成判定を行う．また，ステージ3'では図2のように，手の回旋と跳躍のタイミング判定を行う．その判定結果に応じ，次回の訓練ステージをシステムが決定し，直後・同じ・直前のいずれかのステージへ遷移する．

4.3 支援提示

学習には，学習者が動作を体現すると，その動作がどうであったかの情報が必要となる．二重跳び運動においては，視界に縄が通過する様子や旋回する音などを直接的に知覚する．これは内在的フィードバックと位置付けられ，行為の結果として提供される情報である[4]．これに加え，人工的手段によって客観的な情報を学習者に提供される外在的フィードバックがある．本研究では学習者の動作の様子やそれに基づく分析結果，目標とするモデル動作などを含む，視覚的な情報を付与したフィードバックを，学習者に提供する支援システムを設計する．

また，運動を効果的に学習するためには運動特徴に合わせた支援タイミングを考える必要がある．小坂ら[5]は同期的支援と非同期的支援の特徴について述べている．同期的支援は個々の動作の改善に適しているが，瞬間的な動作への支援は難しい．これに対し非同期的支援は，パフォーマンス全体の評価を提供できる上，多くの情報を盛り込むことができる．本研究は，二重跳びスキル初学者を対象とした，基本運動(個々の動作)とその協調運動(全体のパフォーマンス)の習得を目指すため，非同期的支援とする．

5.　まとめ

本研究では縄跳び運動の技のうち，高度な統合運動スキルが要求される二重跳びに注目した学習支援システムの構築に取り組んでいる．支援対象である二重跳び初学者が，難易度の異なる複数の訓練段階を経てスキルを獲得できることを目指す．その訓練段階に関し，ARSA では基本運動とその協調運動の習得と，縄の有無による訓練段階を設け，技の体現に向けたプロセスを指南している．しかし，訓練段階間の難易度に比較的大きな差があり，その差を埋める必要性から，中間段階を提案する．その中間段階では，細工を施した縄を用いることで，仮想的に二重跳びを体現でき，それを繰り返し訓練することで，縄を用いた身体の協調動作の習得を目指す．また，本研究における観測手法は，縄跳び運動に必要な身体・縄特徴点を取得できるため，熟練者や初学者の動作やスキル習得の過程を特徴として分析する．これにより，統合運動スキルの改善・向上支援として，初学者以外の支援対象や，二重跳び以外の技や他の運動への適用可能性を今後模索していく．

謝辞

本研究はJSPS科研費15K01072の助成を受けたものです．視覚的支援システムの設計・開発に助力した本学修了生の吉岡真也氏に感謝します．

参考文献

(1) Sugawara, K., Toyooka, H., Matsuura, K., Karungaru, S.G., and Gotoda, N.: "Development of a gross motor skill by combining primitive motions in repetitive exercise", Proceedings of the 2016 IEEE 5th Global Conference on Consumer Electronics, pp.488-492. (2016).

(2) 古川康一(編), "スキルサイエンス入門–身体知の解析へのアプローチ–", オーム社(2009)

(3) Karungaru, S.G., Matsuura, K. and Gotoda, N.: "Feature Tracking using Particle Filter in Rope Skipping for Gross Motor Skill Development", Proceedings of 2nd ICKE2016 (2016)

(4) リチャード・A・シュミット著, 調枝孝治訳: "運動学習とパフォーマンス-理論から実践へ", 大修館出版, 東京 (1994)

(5) Kosaka, M., Matsuura, K., Gotoda, N., Ogara, H., Tanaka, T., Kanenishi, K., Yano, Y., "System Design to Improve Running-form with Motion-capture", Proceedings of ICISS2011, pp.260-264, (2011).

描画プロセスを意識させる美術入門者向けドローイング学習支援機能の設計

A Design of Drawing Learning Support for Novice Learners using an Awareness of the Drawing Process

永井　孝[*1]，香山　瑞恵[*2]
Takashi NAGAI[*1], Mizue KAYAMA[*2]
[*1]信州大学大学院総合工学系研究科
[*1]Interdisciplinary Graduate School of Science and Technology, Shinshu University
[*2]信州大学工学部
[*2]Faculty of Engineering, Shinshu University
Email: ngi644@gmail.com

あらまし：ドローイングは，美術教育における基本的な技法であり，入門者が最初に学ぶべき内容とされる．本研究の目的は美術入門者に対するドローイング学習支援システムの構築である．本システムを 2013 年から海外美術大学への留学を目指す専門校に導入している．本稿では，熟練者のドローイングプロセスデータから，描画領域の時間変化特徴について概観し，学習者に描画プロセスを意識させるドローイング学習支援機能の設計をする．
キーワード：ドローイング，学習支援システム，美術教育，デジタルペン

1.　はじめに

ドローイングは，美術教育における基本的な技法と位置づけられ[1]，入門者が最初に学ぶべき内容とされる[2]．ドローイングの学習は，描いては誤りを修正し，再び描くことを何度も繰り返しながら正しい手法を身につけていくスキル学習である[3-6]．個人で学習を進める場合，自分の癖や弱点に自ら気付くのは困難である．ドローイングのスキル獲得は，誤りの時点での指導に効果がある．

本研究の目的は，美術入門者に対するドローイング学習支援環境を構築することである．学習支援環境をネットワーク環境に置くことで，学習者は場所と時間に制約を受けることなく指導者からアドバイスや評価が得られる．我々は本システムを，2013 年から海外美術大学への留学を目指す専門校に導入している．

本稿では，熟練者のドローイングプロセスデータから，描画領域の時間変化特徴について概観し，学習者に描画プロセスを意識させるドローイング学習支援機能の設計をする

2.　ドローイング学習支援システム

本研究におけるドローイング学習支援環境は，筆記具としてデジタルペンを，プラットフォームとして LMS（Learning Management System）を利用する．デジタルペンが記録したドローイングプロセスデータを LMS に蓄積し，学習者および指導者らがドローイングプロセスを閲覧できるようにする[7]．これにより，ドローイングプロセスを時間と場所とに制約を受けず再生が可能になる．指導者が全学習者のドローイングの指導が可能となり，学習者らのドローイングの習得度合いをより細かく把握することができる．また，学習者は，他学習者のドローイングプロセスを再生が可能となり，気になる学習者のプロセスが閲覧できる．

2.1 ドローイング課題

ドローイング課題として，モチーフを机上に構成し，A3 サイズの用紙へ 20 分間でドローイングをする．モチーフには，“紙箱”と“紙袋”を選択した．

2.2 ドローイングプロセスビューワ

ドローイングプロセスの再生には，ドローイングプロセスビューワ[8]を用いて行う．ドローイングプロセスビューワは，プロセスの再生のほかに，学習者のドローイングプロセスデータから，描画時間，総ストローク数，単位時間における幾何的特徴（線の種類や筆圧，ストローク数など）を示すことが可能である．

3.　描画領域の時間変化による特徴変化

我々は，これまでドローイングプロセスビューワを用いた学習支援においてストローク数を意識した指導を行ってきた．ストローク数を意識させることで，学習者はモチーフをより観察するようになり，手を動かすようになった．指導者は，具体的な数値目標を伝えることができる．指導者からは導入前と比べると確実に学習者のスキル獲得が早くなっているとのコメントを得た．しかしながら，構図やパース取りがまだ未熟なドローイングも多い．

3.1 ３区間の特徴

熟練者２名に学習者と同じモチーフでドローイングしてもらい，ドローイングプロセスを取得した．そして，ドローイングプロセスデータの時間変化による幾何的特徴を見た．特に外包描画面積の増加に着目した．面積は描画開始から一気に増加する．しばらく増加せず，その後一度増加し，また増加しなくなる．３つの区間に分割できることを見出した．熟練者のドローイング初期，中期，後期とした．

これら領域について熟練者にヒアリングしたところ，初期・中期の区間は，観察に基づく描画を行う区間で，後期は作品とするために描きこむ区間とコメントを得た．描画特徴として，初期区間では，構図やパース取り決め，筆圧を抑えた線で，あたりを取り，アウトラインを描いく．中期区間では，トーン及びディティールを描く．初期で描いたアウトラインの領域内をハッチングにより描いてく，このとき筆圧は徐々に上げて行く．後期区間では，作品として高めるために描きこむ．描画区間の幾何的特徴項目として，外包領域の増加，新規描画率，筆圧についてまとめた．表 1 に示す．外包描画領域は，多い/少ないの 2 段階，新規描画率は，多い/少ないの 2 段階，筆圧は低中高の 3 段階とした．

表 1. 3 区間の特徴

区間	外包領域増加	新規描画率	筆圧
前期	多い	多い	低・中
中期	少ない	多い	低・中
後期	少ない	少ない	低・中・高

4. ドローイングプロセスグラフ

ドローイングプロセスグラフは，プロセスを 30 秒間隔で区間の特徴を色で表現したものである．これを従来のドローイングプロセスビューワ及び，ポートフォリオに表示することで学習者への気づきの促進，指導者の指導負担軽減を目指す．表 2 は 3 つの描画特徴に対する色をまとめたものである．前期は緑で表し，中期は青，後期はグレーで表示する．筆圧に関して学習者にわかるように描く区間のベースカラーの濃度を上げて表示する．なお，熟練者に見られない特徴は，“出現しない”として赤または黒で表現する．

表 2. 描画特徴に対するカラー対応表

		描画特徴		
区間	区間 Code	外包領域増加	新規描画率	筆圧レベル
前期	AP1	多い	多い	低
	AP2			中
出現しない	AP3			高
	AS		少ない	低・中・高
中期	BP1	少ない	多い	低
	BP2			中
	BP3			高
後期	CP1	少ない	少ない	低
	CP2			中
	CP3			高
出現しない	N	ストロークなし		

4.1 ドローイングプロセスビューワへの適用

図 1 は，ドローイングプロセスビューワへプロセスグラフを適用したものである．学習者はタイムラインにおいて，自分の描画プロセスがどの区間の特徴なのかを知ることができ，早期に気づきを生む．

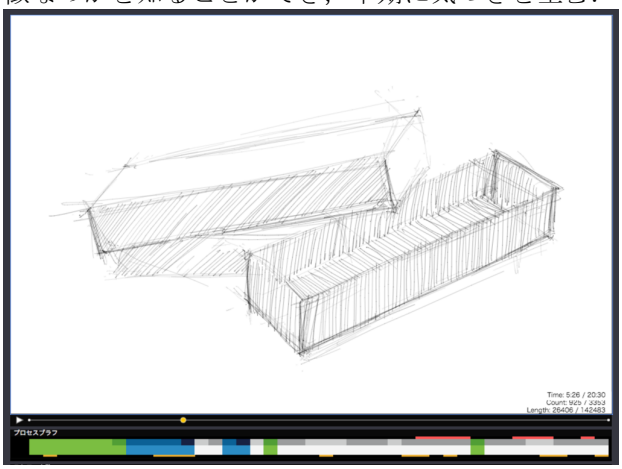


図 1. プロセスグラフ

5. おわりに

本稿では，熟練者のドローイングプロセスデータの描画領域の時間変化による特徴について，3 区間で分割できることを見出した．そして，その特徴をカラーバーで表現し，学習者に描画プロセスが熟練者と比較して，どのように変化していたのかを知らせる手法を設計した．

今後は，本機能を 4 月からシステムに適用し運用をしているので効果について検証していきたい．

参考文献

(1) 佐藤聖徳 ： 美術・デザイン系大学におけるデッサン指導の発展的試み,静岡文化芸術大学研究紀要, Vol.4, pp.153-162 (2004).
(2) 関根英二 ： 美術体系の試み,美術教育学会大学美術教科教育研究会報告, No.6, pp.89-100 (1984).
(3) Bernstein, N. : The Co-ordination and Regulation of Movements, Pergamon Press, New York (1967).
(4) Latash, M. L. : Progress in Motor Control, Vol.1, Bernstein's Traditions in Movement Studies, Human Kinetics: Urbana, IL (1998).
(5) Latash, M.L. : Progress in Motor Control, Vol.2, Structure-Function Relation in Voluntary Movement, Human Kinetics: Urbana, IL (2002).
(6) 古川康一 ： スキルサイエンス，人工知能学会誌, Vol.19, No.3, pp.355-364 (2004) .
(7) 永井孝・香山瑞恵・伊東一典 ： 遠隔ドローイング学習支援の可能性とドローイングプロセスの再利用に関する検討，教育システム情報学会研究報告，23(4), pp.54-61 (2008).
(8) 永井孝・香山瑞恵・伊東一典 ： 美術入門者がドローイングスキル獲得のための意識向上を促すドローイングプロセスビューワ，教育システム情報学会 第 38 回全国大会, pp.311-312(2013).

適応的なデジタル色識別能力トレーニングシステムの開発と評価

Development and Evaluation of Adaptive Training System for Digital Color Recognition Skill

大坪 誠[*1]，長谷川 忍[*2, *1]
Makoto OOTSUBO[*1], Shinobu HASEGAWA[*2]
[*1] 北陸先端科学技術大学院大学 情報科学研究科
[*1] School of Information Science, JAIST
[*2] 北陸先端科学技術大学院大学 情報社会基盤研究センター
[*2] Research Center for Advanced Computing Infrastructure, JAIST
Email: {s1510065, hasegawa}@jaist.ac.jp

あらまし：近年，デジタル環境においてコンテンツを作成・利用する機会が増加しており，一般のユーザがデジタル環境上で目的の色を識別・選択するスキルの重要性が高まっている．本研究では，こうしたデジタル環境における色識別能力を効率よく向上させるため，色識別に関するトレーニング領域を色の三属性と RGB 色系統を組み合わせたオーバレイモデルで表現し，学習者の不得意な部分を優先度の高いトレーニング課題として提供する適応的なシステムの開発を行った．また，大学院生を対象とした評価実験を行った結果，提案システムによって提示された課題と学習効果に一定の関連があることが示された．
キーワード：デジタル色識別能力，スキル学習，オーバレイモデル，適応的トレーニング

1. はじめに

デジタルデバイス及びネットワークの普及に伴い，一般ユーザがコンテンツの作成・発信を行うコンシューマ・ジェネレイテッド・メディア（CGM）が身近なものとなっている．デジタル環境でのコンテンツは，ディスプレイに再現できる範囲で色を自由に利用できるため，豊富な色を活用したコンテンツの作成が行いやすいという利点がある．一方で，こうした一般ユーザがデジタル環境においてコンテンツを作成する際に，目的の色を識別・選択する能力の必要性も高くなっている(1)．

しかしながら，一般ユーザが色識別能力を向上するためのトレーニング環境は十分に普及しているとは言い難い．既存のトレーニングツール(2),(3)は道具として要素が強く，どのようにトレーニングを行うかは学習者に任せられていた．このため，自身の能力を把握して適切なトレーニングを行うことは容易ではない．

こうした問題に対して，本研究では一般ユーザを対象に，見た色を理解しそれを再現できるようになるための第一歩として，デジタル環境下で個人が行う色識別能力を効率よくトレーニングするための適応的なシステムを開発する．つまり，少ないトレーニング回数で色識別能力が向上できるようなシステムを実現することを目指す．

2. 色識別モデル

デジタル環境における表色系としては，RGB モデルや HSV モデルが一般によく利用されているが，本研究では人の色認識の感覚に近く(4)，既存ツール(3)でも利用されている，マンセル・カラー・システムに注目する．マンセル・カラー・システムにおいては，色の性質は色相，明度，彩度の 3 属性から構成されている．さらに，人間の網膜にある錐体細胞の特性から(5)，光の三原色である RGB 色系統も色識別において重要な役割を果たしていると考えられる．

そこで本研究では，図 1 に示すように，これらの要素を組み合わせた色識別モデルを提案する．色識別モデルをユーザのトレーニング履歴と組み合わせたオーバレイモデルとすることで，学習者の不得意な課題をより多く、得意な問題をより少なくするといったトレーニングを実現することが可能となる．

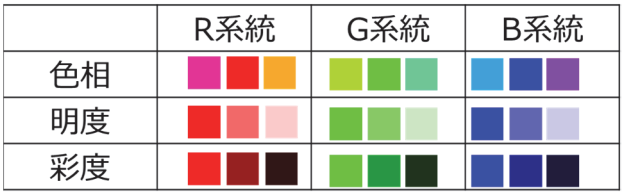


図 1．色識別モデル

3. 色識別トレーニングシステム

プロトタイプとして開発した色識別トレーニングシステムのインタフェースを図 2 に示す．トレーニングでは，ある色と要素が異なる色の 2 つを提示し，回答は「色相」，「彩度」，「明度」，「同じ」，「わからない」から選択する．また，トレーニング結果は学習者毎のオーバレイモデルに反映され，最も達成度の低い要素が次の課題として優先して提示される．

4. 評価実験

色識別トレーニングによる「スキルの伸び」と学習プロセスを記録し，学習者の不得意な部分を優先してトレーニングする提案手法の有用性について考察する．

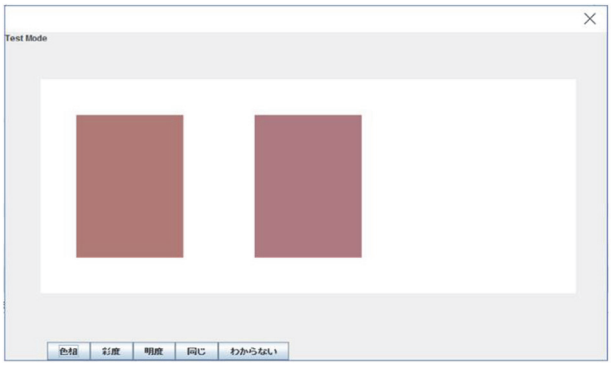


図 2. 色識別トレーニングシステム

4.1 方法

被験者は，色識別能力に関するトレーニングを行ったことがなく，色覚異常によって色の識別が困難でない大学院生 20 名を対象として，提案システムと既存ツール[3]の 2 群に分けトレーニングを実施した．なお，ディスプレイの違いによる影響を避けるため，実験は全て同一の PC（TOSHIBA dynabook KIRA V73/PS）を利用した．また，プレ・ポストテストおよびトレーニング課題で利用した色セットは既存ツールで出題される色の組み合わせと同一にした．

具体的な手順は以下の通りである．

(1) プレテスト【7 分】
RGB3 系統と色相・明度・彩度を組み合わせたトレーニング課題と同様の 27 問をランダム順に出題した．

(2) トレーニング【60 分】
それぞれのグループで，課題 20 問を 5 分間で回答するトレーニング 3 セットを，休憩を挟んで 3 回繰り返した．なお，提案システムでは学習者毎にプレテストを初期状態とするオーバレイモデルに基づいたトレーニングが，既存ツールではすべての被験者で規定内容のトレーニングがそれぞれ行われた．

(3) ポストテスト【7 分】
プレテストと同一の課題をランダム順で出題し，能力の伸びを測定した．

4.2 結果・考察

表 1，2 に要素毎のプレ・ポストテストの平均正解数（左：プレ，右，ポスト，全て正解の場合は 3.0）を示す．プレテストからポストテストで向上した全体の正解数は提案システム，既存システムいずれも平均 6.0 問であり，条件間で差は見られなかった．

しかしながら，提案システムが B 系統の明度を除く要素でまんべんなく結果が向上していることと比較して，既存システムでは要素による向上度合にばらつきがあることがわかる．これは，規定のトレーニング課題に要素間の偏りがあったためであると考えられる．このため，色識別モデルの要素毎のスキル向上の観点からは，適応的なトレーニングの提供が一定の効果があることが示唆された．

表 1. 提案システムによる結果 (n=10)

	R系統	G系統	B系統
色相	2.4 | 2.9	2.2 | 2.7	2.3 | 2.7
明度	1.7 | 2.2	1.5 | 2.6	1.5 | 1.8
彩度	1.4 | 2.3	1.3 | 2.4	1.8 | 2.4

表 2. 既存システムによる結果 (n=10)

	R系統	G系統	B系統
色相	1.3 | 2.5	2.4 | 2.9	2.1 | 3.0
明度	1.4 | 2.4	1.7 | 1.9	0.6 | 1.8
彩度	2.0 | 2.1	1.4 | 1.7	1.4 | 2.0

5. おわりに

本研究では色識別のトレーニングにおける学習要素を RGB 色系統と色相・彩度・明度からなる色の三属性を組み合わせたオーバレイモデルで表現し，学習者の達成状況と重ねることで不得意部分の特定と不得意部分の要素を持つトレーニング課題を提示する適応的な色識別能力トレーニングシステムを開発した．また，実装したプロトタイプと既存ツールを利用したトレーニングを比較した評価実験を行うことで有効性を調査した．その結果，提案システムと既存ツールでトレーニング後に向上した正解数には差が見られなかったものの，要素毎に比較すると提案システムの方がより均一な正解数の向上が見られた．このことから，適応的なトレーニング課題の提示手法について一定の妥当性が示唆された．

今後の課題としては，回答率に応じて難易度の異なる課題を提示する機能を実装することや，異なる種類の課題を実装し，どういった課題に挑戦すればよいのかといったことまで提示できるようにシステムを拡張することを目指していきたい．

参考文献

(1) 大坪誠, 長谷川忍: “デジタル環境下での効率的な色識別能力向上支援システムの研究”，教育システム情報学会研究報告，Vol.31，No.4，pp.13-20，(2016).
(2) 日本色彩研究所: “＜改訂版＞HVC 色感トレーニングカード”, http://www.jcri.jp/JCRI/seihin/KYOUZAI/hvc2/hvc2-1.htm (2016 年 8 月 10 日確認).
(3) 日本色彩研究所: “デジタル版ＨＶＣカラートレーニング”，http://www.jcri.jp/JCRI/seihin/KYOUZAI/digtal-HVCtr/dhvctr-1.htm (2016 年 8 月 10 日確認).
(4) John C. Russ: “The IMAGE PROCESSING Handbook Third Edition”, CRC Press, Boca Raton, (1998).
(5) 目黒光彦，高橋千紘，古閑敏夫: “混同色線理論と色覚モデルに基づくカラー画像からの弁別困難色の検出と弁別しやすい色への変換の研究”，電子情報通信学会技術研究報告，IE，画像工学 104(367)，pp.19-24，(2004).

立体視映像と非立体視映像の認識時における NIRS を用いた脳血流量の比較

Comparison of cerebral blood flow using NIRS during watching identical contents by stereoscopic view or non-stereoscopic view

山本 明依[*1], 東野 利貴[*1], 曽我 真人[*2], 瀧 寛和[*3]
Ai YAMAMOTO[*1], Toshitaka HIGASHINO[*1], Masato SOGA[*2], Hirokazu TAKI[*3]
[*1] 和歌山大学大学院システム工学研究科
[*1]Graduate School of Systems Engineering, Wakayama University
[*2] 和歌山大学システム工学部
[*2]Faculty of Systems Engineering, Wakayama University
[*3] 和歌山大学
[*3]Wakayama University
Email: s175043@center.wakayama-u.ac.jp

あらまし：昨今の学習支援システムでは，様々な形で情報を提示している．しかし，非立体視映像と立体視映像による支援では，脳の情報処理の負荷が異なると考えられる．そこで本研究では，脳の情報処理の負荷を調べるため，同一の映像コンテンツについて非立体視で提示した場合と，立体視で提示した場合とで，NIRS を用いて脳血流量の比較を行った．その結果，非立体視時と立体視時とでは，個人毎に異なった傾向があることが得られた．
キーワード：コミュニケーション支援，立体視，非立体視，脳血流量，NIRS

1. はじめに

近年，コミュニケーション能力の低下が問題視[(1)]されている．同時に，コミュニケーション能力を向上させるための取り組みが重要視され始めている．

コミュニケーション能力を向上させるためには練習をする相手役を用意し，様々な場面での会話を想定して実践訓練をする必要がある．具体的には，対話者の表情や身振りの観察，発話内容の聞き取り，適切な応答を行うなどが必要である．しかし，相手役が用意できなかった場合は，イメージトレーニングや書籍を読むなどおよそ実践的ではない手法を取らざるを得ないため，単独での練習は困難であった．

そこで仮想空間上に用意したアバタと対話し，コミュニケーションスキルの学習を支援するシステムが開発された[(2)(3)]．しかし，コミュニケーション能力の向上を学習者自身が自覚することは難しい．また，学習者の能力を第三者が客観的目線で評価したとしても，それは第三者の主観評価でしかなく，評価の精度は安定しない．そこで，評価基準に個人差をなくし普遍性を持たせるために，生理指標による客観的な推定が必要ではないかと考えた．

本稿では，コミュニケーションを取る上で大きく影響していると考えられる視覚情報に焦点を当て，脳活動計測を行い，その結果を検証することでコミュニケーション能力の向上を支援するシステムの仕様を検討する．

2. 関連研究

大櫃[(2)]は，学習者が仮想空間上の相手との対話を通して，相手の発話内容を理解し，相手の表情や振る舞いを認識し，そこから相手の意図を推測し，それに適合する応答を選択し，発話するスキルを獲得することが可能な相互コミュニケーションスキル学習支援環境を構築した．学習者とアバタが交互に発言する，実際にコミュニケーションに酷似したシステムである．

山本[(3)]は，大櫃の研究を踏まえて，複数人との対話を想定したコミュニケーションスキル学習支援環境を構築した．この先行研究では，システムの有用性を検証する評価実験において，学習者による主観評価と第三者による客観評価の双方において高い評価を得，仮想空間上に存在するアバタとの対話が実空間上の人間との対話の練習になる可能性を示した．

そのほか，木寺ら[(4)]の開発した英語コミュニケーションスキル向上に必要な知識の枠組みを創出したシステムなど，コミュニケーションスキルに関する研究は数多く存在する．

また，生理指標を用いた客観的な評価手法の例として，阪本ら[(5)]は，心拍や呼吸，脳波，皮膚電気活動などの生理指標を用いることで感情状態を客観的に推定する手法を採用し，TV 視聴時の没入感を推測した．その結果，生理指標が感情を推測する客観的な指標になりうる可能性が示唆された．

3. 研究目的

本研究では，仮想空間上のアバタとの対話によるコミュニケーションスキル学習支援環境の有用性を示すために生理指標，脳血流量変化を用いた検証を行う．メラビアンの法則より，人間同士のコミュニケーションにおける最も重要な要素は視覚であると推定されている．そのため，まず，NIRS(Near-Infrared Spectroscopy)脳機能計測装置を用いて，立体視時と非立体視時の脳血流量変化の違いを検証する．そして，立体視時と非立体視時の没入感の差異を調べた

上で，コミュニケーションスキル学習支援システムによる能力の向上との相関を検証する．

4.　実験

本研究では，立体視映像によるコミュニケーションスキル学習支援環境と，非立体視映像によるコミュニケーションスキル学習支援環境の有用性の差異を検証するため，携帯型 NIRS 脳機能計測装置を用いて脳血流計測実験を行う．

本稿では，予備実験として行った立体視映像閲覧時と非立体視映像閲覧時の脳血流計測実験について述べる．

予備実験として，立体視映像閲覧時と非立体視映像閲覧時の脳血流量の変化の差異を検証した．予備実験に用いた映像は，国立天文台 4 次元デジタル宇宙プロジェクトソフトウェア Mitaka による球状星団 M13 を回転させ，視覚刺激とした．計測機器はウェアラブル光トポグラフィ WOT-100 を用いた．計測箇所は前額部を中心に 7～16 チャンネルの計 10 箇所．実験の被験者は健常な男性 4 名と女性 3 名の合計 7 名．被験者には椅子に着席した状態で眼前のプロジェクターに投影される映像を注視するよう指示し，その際の脳血流を計測した．なお，立体視映像閲覧時に被験者は 3D 眼鏡を装着した．

図 1 では，実際の NIRS で計測されたトータルヘモグロビン量を示している．図 1 で示しているグラフは，被験者 7 名の全チャンネル（１０箇所）のデータを加算平均し，移動平均，バンドパスフィルタといった信号処理を行ったものである．なお，実線で示されているグラフは，立体視映像閲覧時（３D）であり，破線は，非立体視映像閲覧時（２D）のグラフである．また，縦軸は，トータルヘモグロビン量を示し，横軸は，時間（秒）を示している．

以上より，予備実験の結果，立体視映像閲覧時と非立体視映像閲覧時では脳血流量の変化に差があることがわかった．

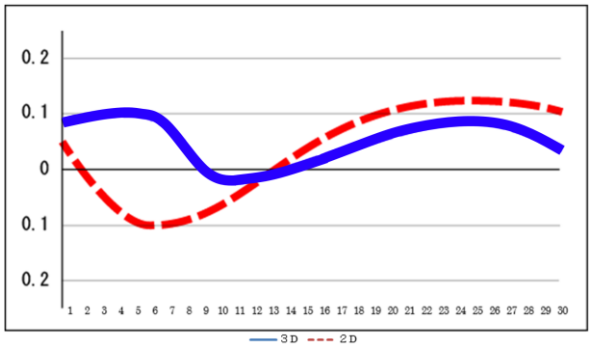


図１　計測結果

5.　考察

予備実験の結果から，実験開始１２秒後から前頭葉において非立体視映像閲覧時の方が，立体視映像閲覧時に比べて脳血流量が多いことが分かった．この結果から考察を行う．

脳には機能局在が存在する．本稿で NIRS 実験を行った前頭葉では集中・判断といった機能を有している．本実験で得られた結果から，非立体視映像閲覧時の方が活性化していることから，立体視映像閲覧時に比べて集中状態であったと推定できる．

このことから，学習支援環境はヘッドマウントディスプレイ等を用いず，非立体視で実装した方がより高いパフォーマンスを発揮するのではないかと考えている．

次に別の観点から本実験の結果を考えたい．本実験では，立体視映像閲覧時に比べて非立体視映像閲覧時の方が前頭葉に脳血流が集中していたことを述べたが，仮説として，立体視映像閲覧時には今回測定できていない後頭部から頭頂部にかけて脳血流が集中していたのではないかと考えている．ヒトが立体視映像や画像を視覚した際，その両眼視差を検出するために 1 次視覚野(V1)で行われ，処理が進むにつれて頭頂部へと処理が移動することが知られている[6]．よって，立体視映像を処理するために，後頭部から頭頂部に血流が集中していたと考えられる．その結果，非立体視映像閲覧時に比べて前頭葉の脳血流量が減少していたと考えることができる．今後，この仮説についても実験を行い学習効果にどのような影響を与えるのかについて検証していきたいと考えている．

6.　まとめ

本研究では，コミュニケーションスキル学習支援環境の有用性を示すため生理指標を用いた検証実験を行う．本稿では，その予備実験として立体視時と非立体視時の脳血流計測を行った．予備実験の結果，立体視映像閲覧時と非立体視映像閲覧時では脳血流量の変化に差異があることがわかった．今後計測データを詳細に分析し，分析結果を元に，再検討したコミュニケーションスキル学習支援環境を構築する．

参考文献

(1) 大久保智生，澤邉 潤，赤塚 佑果: “A Study on the Discourse of Decreasing of Communication Skill”，香川大学教育実践総合研究，pp.93-105　(2014)
(2) 大櫃 梨衣: “Development of a Learning Support System for Communication Skill in Case of an Apparel Retailer”，インタラクション 2015 論文集(情報処理学会 2015)，pp.672-676　(2015)
(3) 山本 明依，曽我 真人，瀧 寛和: “教員志望者のコミュニケーションスキル自主学習支援環境の構築”，第４２回教育システム情報学会全国大会，pp.285-286 (2016)
(4) 木寺 敦則，桐山 伸也，堀内 裕晃，竹林 洋一: “Education Support System for Improvement of Knowledge and Communicative Skills in English”，人工知能学会全国大会論文集 JSAI04，pp.233-233　(2004)
(5) 阪本 清美，浅原 重夫，坂下 誠司，山下 久仁子，岡田 明: “Emotional state estimation using physiological and psychological measurements during 3DTV viewing”，電子情報通信学会技術報告，pp.121-126　(2012)
(6) 藤田一郎: “両眼立体視の脳内メカニズム : 両眼視差から奥行き知覚へ”，日本視能訓練士協会誌，Vol. 40 pp. 20-21　(2011)

動く算額としてのタブレットの活用事例について

Dynamic Objects of Sangaku Problems

高木和久
Kazuhisa TAKAGI
高知工業高等専門学校
Kochi college, National Institute of Technology
Email: ktakagi@ge.kochi-ct.ac.jp

あらまし：算額は江戸時代に木製の額に和算の問題や解法を記して神社や仏閣に奉納したものある。タブレット端末も形状は長方形の板であるので、これを１枚の算額に見立て、学生に１台ずつタブレット端末を渡して算額の問題を解かせた。タブレット端末上の図形は学生が指でドラッグしてその形状を自由に変える事ができ、図を見ながらの学習よりもより深い学びを実現することができた。

キーワード：タブレット、算額、数学、動的オブジェクト

1. はじめに

小学校、中学校の次期学習指導要領では、主体的・対話的で深い学びに焦点が置かれており、ICT の積極的な利用も求められている。そして、全国の小学校、中学校にはタブレット端末が次々と導入され、様々な実践が行われている。

本校には 45 台の iPad mini があり、これを利用して算額の図形問題に関する数学の授業を行った。

算額は江戸時代に木製の額に和算の問題や解法を記して神社や仏閣に奉納したもので 1000 枚弱の算額が現存している。タブレット端末も形状は長方形の板であるので、これを１枚の算額に見立て、学生に１台ずつタブレット端末を渡して算額の問題を少し改良したものをアクティブラーニングの形式で解かせた。

算額の図形は板に彫ったものであるからもちろん動かないが、タブレット端末上の図形は学生が指でドラッグしてその形状を自由に変える事ができ、図を見ながらの学習よりもより深い学びを実現することができた。

2. 教材の例

半径rの円が三角形ABCに内接しているとき、円の半径を求める公式 $r = \frac{2\times面積}{周の長さ}$ を学生に発見させる授業を行った。図 1 はこの授業で使用したアプリである。3 つの頂点は学生が指でドラッグして位置を変える事ができ、またrの値は自由に設定することができる。学生にはrの値を色々変えて面積と周囲の長さを比較するよう指示し、内接円の半径を求める公式を発見させた。

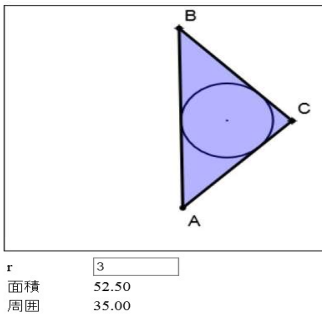


図 1. 内接円の半径に関する教材

図 2 は内接円の半径を求める問題で、栃木県の琴平神社に奉納された算額の図形と同じ（厳密には相似）である。下の内接円の半径は前述の公式で求めることができる。上の円は図 3 のように補助線を引くと三角形ADFの内接円になっているので半径を求めることができる。タブレット上で自由に動かせる直角三角形CEFを与えて学生にこの問題を解かせた。

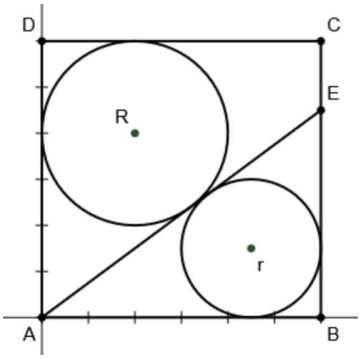


図 2.　2 つの円の半径を求める問題

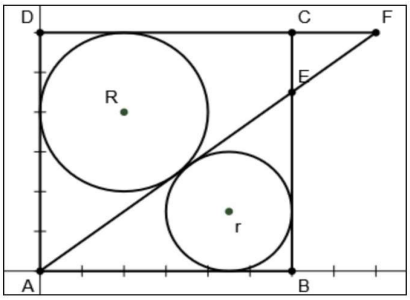


図 3.　補助線を引いて三角形を作る

算額の問題では、図 4 のような同一の直線に接する円が数多く登場する。そこで、3 つの円の半径を自由に変えられるようにし、円もドラッグで動かせるようにして 3 円が同一の直線に接するときの円の半径の間に成り立つ関係式を調べさせた。

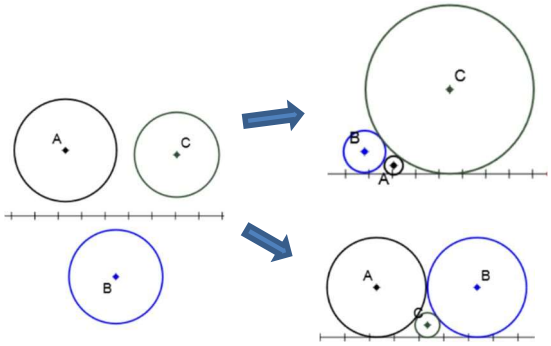


図 4. 同じ直線に接する 3 つの円

算額の問題では、図 5 のような接し方の円もたびたび登場する。円 B の半径は円 A の半径と円 C の半径の相乗平均となっている。この関係を利用して 2 次関数のグラフを描くアプリを作成した。

点 B をドラッグして円の半径を変えると 2 点 P、Q がそれに連動して座標平面上に $y = ax^2$のグラフが描かれる。

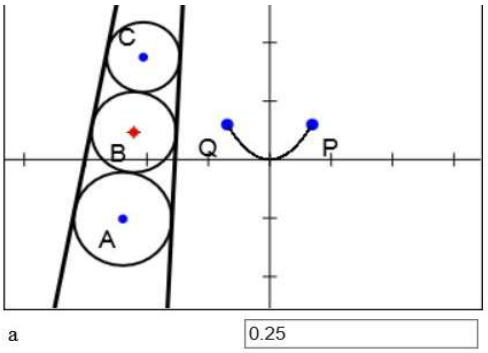


図 5.　$y = ax^2$のグラフを描く

図 6 は正三角形の中に 2 つの円を接するように入れたものである。円の半径をx, yとし、座標が(x, y)である点をRとするとRの描く軌跡はだ円の一部となる。これには学生も強く興味を惹かれたようで、その理由に興味を持ったり、だ円の中心や焦点の座標を考えたりしていた。

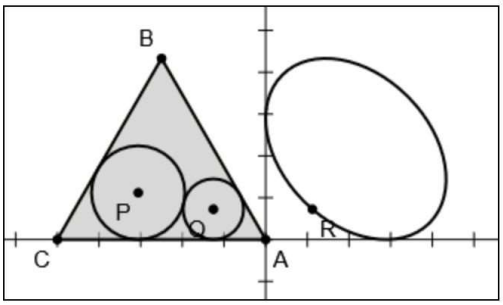


図 6.　正三角形の中の 2 つの円の半径

3.　教材の配布方法について

この授業で使用したアプリは Javascript を用いて記述されたもので、HTML5 に対応するブラウザ上で作動する。授業の直前まで教材のアプリを改良しているので 45 台のタブレットに事前に教材をインストールしておく時間的余裕がない。そこで価格が 3000 円程度の WiFi ストレージを 5 台購入し、授業が始まってから学生が自分で WiFi ストレージにアクセスし、その日の授業で使用するアプリをダウンロードする方式を考案した。アプリのファイルサイズは 100 キロバイト程度と小さいため、大きなトラブルもなくスムーズに授業に使用する事ができた。

JavaScript を使った 1Day プログラミング教室用教材の開発と試用 II

Development and trial use of a lesson plan for a one-day programing class with Java Script II

室谷 心[*1]，矢野口聡[*2]，浅見（林）大輔[*3]
Shin MUROYA[*1], Satoshi YANOKUCHI[*2] and Daisuke Hayashi ASAMI[*3]
[*1] 松本大学総合経営学部
[*1]Department of comprehensive Management, Matsumoto University
[*2] 松本大学松商短期大学部
[*2]Matsusho Gakuen Junior College
[*3] 長野県諏訪実業高等学校
*3 Suwa Vocational High School
Email: muroya@matsu.ac.jp

あらまし：本論文では，松本広域ものづくりフェアにおいて実施した，中高校生むけプログラミング教室について報告する．中高生の興味を引く題材として，スマホで動くゲームの作成を選んだ．現状のスマホの普及率から考えて，参加者全員が自分のスマホで動すためには iPhone と Android のどちらでも動かせる必要がある．そこで HTML5 と Java Script を利用することにし，ゲームを簡単に作れるライブラリーである Enchant.js を使用した．
キーワード：アルゴリズム理解，オブジェクト指向教育，地域イベント

1. はじめに

松本広域ものづくりフェアは，松本市を中心とした中信地区の市町村，広域連合，及び商工会議所などが主催するイベントであり，“ものづくり”をキーワードに地元企業や県内の大学，高専，高校などがブースや講座を開き，子供たちにものづくりに親しんでもらおうというイベントである．

従来，Scratch を用いた「キッズプログラミング教室」を開催してきたが[(1)]，2016 年には主催者側から，「プログラミング教室を中高生向けにしてほしい」という要望を受け，ヤングプログラミング教室という名前で開催した．商工会議所の担当者の要望は，“中高生の受講者が帰宅後，家族や友達に見せて自慢でき，さらに発展的な内容を自習できるような内容”というものであった．したがって，教材は講座終了後持ち帰りが前提で受講生の実費負担となり，高価なデバイスを使うことは好ましくない．この条件を満たすプログラミング環境として，今回はソフトウェアに絞り，JavaScript によるプログラミングを行うこととした[(2)]．

中高生の興味を引く題材として，スマホで動くゲームの作成とした．その場限り終わらず，帰宅後つづきができることを考えると free soft だけですべての作業ができるシステムが望ましい．さらに現状の普及率から考えて，iPhone と Android のどちらでも動かせる必要がある．そこで HTML5 と Java Script を利用することにし，ゲームを簡単に作れるライブラリーである Enchant.js を使用した．

2. 利用システム

学内ＬＡＮと電源のある教室を利用し，パソコン（Sony VAIO core i5 4200 1.60GHz 4GB メモリー，タッチパネル画面）を受講者人数分用意した．OS は 64Bit Windows 8.1 であった．エディターは TeraPad を使い，Java Script の実行ブラウザは Google Chrome を利用した．Google Chrome には開発モードがあり，Java Script の基本的な文法エラーに関しては，メッセージを出すことができる．

受講生が作ったプログラムにスマホからアクセスする URL は，帰宅後家族や友達に見せられるように，無料のサイトを利用してＱＲコードを作成して写真に撮ることにした．

3. 授業の構成

プログラム作成のスタートファイルとして，web ページの基本設定に加え Enchant 関連ライブラリーの読み込み設定，加速度センサーの準備，game.rootScene 設定のしてあるファイルを配布しテンプレートとして利用した．ここで JavaScrip プログラムを単に解説するのではなく，コードの一部をコメントアウトしたりパラメータを変えてみたりして，「エディターでのエディット⇒保存⇒ブラウザでの再読み込み」という一連の作業に慣れるとともに，プログラムの内容理解と受講者ごとのカスタマイズを行った．

受講者の反応を見ていると，キャラクターや背景色をカスタマイズできることは，単純なことではあっても受講者の充足感を高める重要なポイントであった．講座のこれ以降のプロセスでは，それぞれのステップでブロック化したプログラム文を挿入して，html ファイルを更新していくように，教材をデザインした．

タイルプログラムではなく，エディターを使うスタイルをとったのは，“言語の学習”の意味も含めた教育効果を狙って，受講生のキー入力を想定したものであった．しかしながら，実際に受講生に入力をさせてみたところ，キー入力が遅いばかりでなく，英語理解の不足からか，語単位でなく文字単位での入力確認動作となり，時間がかかり学習意欲も見るからに下がってしまった. そこで, 今回は途中から，サンプルプログラムの該当部分をコピー&ペーストで挿入させることにした．GUI によるマウスを使ったコピー&ペースト作業には，受講生は良く慣れているようであった．

4.　受講者の反応

中高生を対象とした当日募集のオープンな講座であり，参加者についてはこちらではコントロールできない．結果として 2 日間とも高校生の参加者はなく，全員が中学生で，さらに約半分が一年生であった．参加者の 1/3 が女子学生であった．この参加者の学年構成のために，英語に対する素養が不十分であったのか，プログラム入力の際に語単位ではなく文字単位での作業をしているように見え，コード入力とデバッグ作業に時間をとられた．キー入力からコピー&ペースト式の作業に切り替えた以降は，特に問題なく授業を進めることができ，受講者全員がゲームを完成させてアップロードし，プレイ用 URL の QR コード作成まで終了することができた．

終了時にとったアンケートの結果が表 1 である．回収数は 2 日間の総計 17 枚で, うちの一枚は女子生徒の隣で授業参加していた父親のものであった．アンケートの結果は総じて好評であり，難易度も分量も良い評価であった. 難易度について「難しすぎる」という唯一の回答は父親のものであった．

題材として「家で続きをやるようなもの」をというのが主催者側からの要望であったが，アンケートを見る限り, 受講生の意欲は十分に見られる. ただ，実際に家でプログラム作成の続きを行ったかどうかは，今回は追跡調査を行ってはいない．

受講生の様子からキー入力を断念し，コピー&ペーストでプログラムの作成を進めたので，文法や具体的な命令を覚えるような言語教育という面では効果は期待できない．キー入力によるプログラム作成に問題があったのは，中高生ということで募集したが，実際には中学生，それも一年生が多く，キー入力に慣れていなかったためだと考えられる．実際著者の一人（浅見）は，同様の内容を本務校商業科 3 年生対象の選択科目で授業に使ってみたが，キー入力による問題は特に現れなかった．中学入学から高校 3 年までの 6 年間に身に付けた，キー入力や英単語のリテラシーの成果と考えられる．

以上は 2016 年の結果であるが，講演においては，2017 年の実践結果も合わせて報告する予定である．

本研究は松本大学 COC「地（知）の拠点」活動の補助を受けている．

参考文献

(1) 室谷心：地域イベントで子供に教える機会を利用した情報科教職課程学生の教育，日本情報科教育学会誌，Vol.8, No.1, pp.61-69（2015）
(2) 室谷心, 矢野口聡, 浅見(林)大輔 : “JavaScript を使った 1Day プログラミング教室用教材の開発と試用, JSiSE Research Report vol.31, No.7 (2017-3) , pp.189-194（2017）

表 1 アンケート結果

Q1．楽しかったですか？	5. 楽しかった	4 まあまあ楽しかった	3. まあまあだった	2. あんまし	1. 期待はずれ
	17	0	0	0	0
Q2．家で続きを？	5. 絶対やる	4 できればやる	3. わからない	2. あんまし	1. やらない
	5	12	0	0	0
Q3．説明は	5. グッド	4. まあまあグッド	3. こんなもん	2. あんまし	1. 判らない
	13	3	1	0	0
Q4．内容は？	5. ちょうど良い	4. まあまあ	3. 少ない	2. 多すぎ	1. 物足りない
	6	6	4	0	0
Q5．難易度は？	5. ちょうど良い	4. まあまあ良い	3. こんなもん	2. 難しすぎ	1. 物足りない
	6	6	4	1	0

小学校におけるプログラミング教育の授業の現状分析とプログラミング教育用授業実践データベースの提案
An Analysis of Programming Education for Elementary School and a Proposal of a Database for Programming Education

尾藤 菜摘[*1], 森本 康彦[*1], 宮寺 庸造[*1]
Natsumi BITO[*1], Yasuhiko MORIMOTO[*1], Youzou MIYADERA[*1]
[*1] 東京学芸大学
[*1]Tokyo Gakugei University

あらまし： 2020 年から小学校においてプログラミング教育が必修化されることになった．しかし，小学校プログラミング教育は，まだ始まったばかりで，授業実践の蓄積やその普及が，今まさに求められている．そこで，本研究では，授業におけるプログラミングの扱いや育成すべき資質・能力の視点から，プログラミング教育の授業実践例を蓄積・活用することを可能にするデータベースを開発することを目的とした．具体的には，小学校におけるプログラミング教育の現状を，実際の授業実践から分析し，授業におけるプログラミングの扱いに着目して授業タイプを分類した．そして，分類した授業タイプとその授業で育成される資質・能力に注目した，プログラミング教育用授業実践データベースを提案した．
キーワード: プログラミング教育，プログラミング的思考，プログラミング教育用授業実践データベース

1. はじめに

2020 年から小学校においてプログラミング教育が必修化されることになった．プログラミング教育における授業を実施するにあたっては，教員は，他の授業と同様に，指導上のねらいを明確にし，「どのように学ぶか」という学習過程の在り方や「何ができるようになるか」という資質・能力の在り方を明確にすることが求められている．しかし，小学校プログラミング教育は，まだ始まったばかりで，育成すべき資質・能力や授業方法など，まだ不確定な部分が多く，現段階では，教員がプログラミング教育の授業を行うことは容易ではないと考えられる．

これらの現状を踏まえ，プログラミング教育の円滑な実施のための条件の一つとして，授業実践例の蓄積や普及を進めることが挙げられており [(1)]，プログラミング教育の授業実践例をまとめたインターネットサイト（例えば，Computer Science for ALL [(2)]）の取り組み等が行われている．しかし，これらは，学年や教科，使用するプログラミング言語などから実践例を見つけることはできるが，プログラミングが授業のなかでどのように扱われるのか，育成される資質・能力は何か，といった観点から授業実践例を見つけることは難しい．

そこで, 本研究では, 先の課題を解決するために，授業中でのプログラミングの扱いや育成すべき資質・能力の視点から，プログラミング教育の実践例を蓄積・活用することを可能にするデータベースを開発することを目的とする．具体的には，小学校におけるプログラミング教育の現状を，実際に行われた授業実践から分析して，授業タイプを分類するとともに，分類した授業タイプとその授業で育成される資質・能力の視点から，授業実践例を蓄積・活用することができる，プログラミング教育用授業実践データベースを提案した．

2. プログラミング教育の授業の現状分析

本研究では，授業中のプログラミングの扱いに着目して，小学校において実際に行われているプログラミング教育の授業実践例から分析を行った．具体的には，2014 年以降のプログラミング教育の実践に関する書籍（小林ら 2017）から 12 件，Web 上の学習指導案や実践報告（例えば，文部科学省 2014 や Computer Science for ALL 2017）から 84 件，プログラミング教育に関する実践研究（例えば，山本ら 2016）から 9 件，計 105 件を分析対象とした．

各授業実践事例から授業者，学年，教科等，時間数，使用教材，授業内容を抽出した．抽出した実践例を，その授業においてプログラミングをどのように扱っているかに焦点を当て，分析を行った結果，以下の 3 つの授業タイプに分類された（表 1）．

一つ目は，プログラミングを用いて，学習内容の手順等を思考させる授業であり, 抽出より 53 件得られた．この授業タイプ名を「考える」とした．この授業タイプの例としては，算数の筆算の流れや，ゲームをつくるための過程を熟考させるものが挙げられる．

二つ目は，プログラミングを用いて，表現したいことを創作していく授業であり, 抽出より 23 件得られた．この授業タイプ名を「つくる」とした．この授業タイプの例としては，図工において描いたものやつくったものを実際に動かしてみる，音楽で曲を創作する，国語において物語の続きをつくる，などが挙げられる．

三つ目は，プログラミングをすることでできた成果物を, ツール（教材）として活用する授業であり，抽出から 21 件得られた．この授業タイプ名を「活用する」とした．この授業タイプの例としては，得た知識を発表するための視覚的，聴覚的なツールとしたり，シミュレーションとして試すことを通して，理解を深めたりするものが挙げられる．

表 1　プログラミング教育における授業タイプ

授業タイプ	説明	教科等と学習活動の例
考える	プログラミングを用いて，学習内容の手順，順次や条件分岐，繰り返しを考える授業	算数：筆算の手順を考える 総合：ゲームをつくる過程を考える 総合：意図した動きをするようロボットを動かす
つくる	自分が表現したいことを，プログラミングを用いた創作活動を通して表現する授業	図工：描いたものやつくったものを動かす 国語：物語の続きをつくる 音楽：表現したいリズムや旋律をつくる
活用する	プログラミングをツール（教材）として活用し，学習活動を行う授業	総合：お気に入りの本を紹介する動画をつくり，それを活用し発表する 社会：学んだことを活かしてクイズをつくり解き合う 算数：素数を求めるシミュレーションを試す

なお，例えば，算数において文章題をアニメーション化したり，理科の実験の結果をあらわすといった，プログラミングによって動きを与え，それをみることでイメージを膨らませるようとする授業が 8 件得られたが，文部科学省の「小学校段階におけるプログラミング教育の在り方について（議論の取りまとめ）」[(1)]にもあるように，これらを，プログラミングをすることによりあらわすことは，教科の本質的な学びにならないと捉え，プログラミング教育における授業タイプの分類として取り扱わないこととした．

3. プログラミング教育用授業実践データベースの提案

本研究では，プログラミング教育の授業におけるプログラミングの扱いに着目して分類された授業タイプとその授業で育成すべき資質・能力の視点を取り入れたプログラミング教育用授業実践データベースを提案する（図 1）．

本データベースは，教員が授業を通し，児童に育成したい資質・能力を指定することで，指定した資質･能力に対応する授業実践例の一覧が提示される．または，プログラミング教育の授業タイプを指定することで，指定した授業タイプに対応する授業実践例の一覧が提示される．

教員は自身の授業実践を授業タイプや育成される資質･能力を指定して登録し，公開することができ，登録されたデータはデータベース上に蓄積される．なお，指定する授業タイプは，前章で分類した「考える」，「つくる」，「活用する」の 3 つから選択ができる．また，指定する資質・能力に関しては，本研究では，文部科学省により資質・能力の 3 つの柱とされている，「知識・技能」，「思考力・判断力・表現力」，「学びに向かう力・人間性等」に沿って作成された，ベネッセコーポレーションによる「プログラミングで育成する資質・能力の評価規準」を採用した[(6)]．これにより，「知識・技能」として 1 つ，「思考・判断・表現」として 6 つ，「学びに向かう力・人間性等」として 5 つ，の 12 個のカテゴリーから，プログラミングで育成すべき資質・能力を複数選択することになる．

教員は，本データベースを使用することで，自らが行いたい授業の授業タイプや育成したい資質・能力から，プログラミング教育の授業実践例を見つけ出すことができるため，自分がイメージしたプログラミング教育の授業についての情報をより的確に入手することができると考えられる．特に，プログラミングを授業内でどう扱いたいか，想定した資質・能力を育成するための授業をどうデザインしたらよいか，について悩んでいる教員にとっては，本データベースが効果的に機能すると思われる．

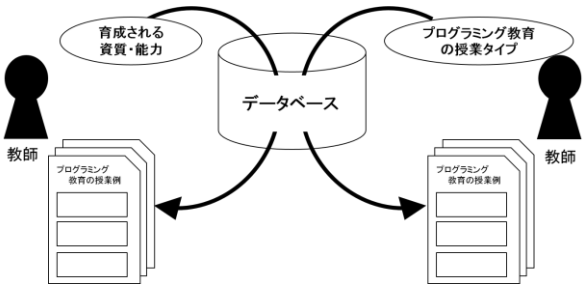


図 1　プログラミング教育用授業実践データベース

4. おわりに

本研究では，小学校におけるプログラミング教育の授業の現状分析を行い，授業タイプと育成される資質・能力の視点を取り入れた実践例の蓄積・活用を可能にするプログラミング教育用授業実践データベースの提案を行った．今後は提案したデータベースを開発し，運用を通してその効果を検証していく．

参考文献

(1) 文部科学省:“小学校段階におけるプログラミング教育の在り方について（議論の取りまとめ）”（2016），http://www.mext.go.jp/b_menu/shingi/chousa/shotou/122/attach/1372525.htm（参照日 2017.05.28）
(2) NPO 法人 CANVAS 主催:“Computer Science for ALL”，http://csforall.jp/（参照日 2017.05.28）
(3) 小林祐紀，兼宗進:“コンピューターを使わない小学校プログラミング教育”，翔泳社（2017）
(4) 文部科学省:“プログラミング教育実践ガイド”（2014），http://jouhouka.mext.go.jp/school/pdf/programing_guide.pdf（参照日 2017.05.28）
(5) 山本朋弘，藪田挙美:“小学校でのプログラミング学習における中学校技術教員との共同指導による段階的な課題設定の一考察”，日本教育工学会論文誌，第 40 巻，第 3 号，pp.175-185（2016）
(6) ㈱ベネッセコーポレーション:“プログラミングで育成する資質・能力の評価規準”（2017），http://benes.se/keyc（参照日 2017.05.28）

ピアアセスメントの精度を最適化する自動グループ構成システム

Automated grouping system to maximize peer assessment accuracy

宇都雅輝 *1，Nguyen Duc Thien*1，植野真臣 *1
Masaki Uto*1, Nguyen Duc Thien*1，Maomi Ueno*1
*1 電気通信大学
*1The University of Electro-Communications
Email: uto@ai.lab.uec.ac.jp

あらまし： 近年，MOOCs に代表される大規模 e ラーニングの普及に伴い，ピアアセスメントを学習者の能力測定に用いるニーズが高まっている．一般に，MOOCs のように学習者数が多い場合のピアアセスメントは，評価の負担を軽減するために学習者を複数のグループに分割してグループ内のメンバ同士で行わせることが多い．しかし，この場合，学習者の能力測定精度がグループ構成の仕方に依存する問題が残る．この問題を解決するために，本研究では，項目反応理論を用いて，学習者の能力測定精度を最大化するようにグループを構成するシステムを提案する．しかし，実験の結果，ランダムにグループを構成した場合と比べ，提案法が必ずしも高い能力測定精度を示すとは限らないことが明らかとなった．そこで，本研究では，グループ内の学習者同士でのみ評価を行うという制約を緩和し，各学習者に対して少数のグループ外評価者を割り当てる外部評価者選択システムを提案する．本システムにより外部評価者を数名追加することで，能力測定精度を大幅に改善できることを実験から示す．

キーワード： ピアアセスメント，項目反応理論，グループ構成，評価者選択，能力測定精度，最適化問題．

1 はじめに

近年，社会構成主義に基づく学習評価法として，学習者同士の相互評価法を表すピアアセスメントが注目されている．これまで，学習場面におけるピアアセスメントは，学習者同士でフィードバックを行わせることによる学習支援ツールとして活用されることが一般的であった．一方，近年では，MOOCs に代表される大規模 e ラーニングの普及に伴い，ピアアセスメントを学習者の能力測定に用いるニーズが高まっている．学習者数が大幅に増加すると，少数の教師がすべての学習者を評価することは困難になる．しかし，ピアアセスメントでは，学習者を複数のグループに分割してグループ内のメンバ同士で評価を行わせることで，教師や学習者の負担を大幅に増加させることなく評価を実施できる．また，社会構成主義の考え方に基づくと，能力とは，同一コミュニティのメンバが判断するものと解釈できるため，ピアアセスメントによる能力測定は妥当であるといえる．以上から，本研究では，ピアアセスメントを学習者の能力測定に用いる場合に着目する．

ピアアセスメントに基づく能力測定の課題として，その測定精度が評価者の特性（評価の厳しさ等）に依存する問題が知られている [1]．この問題を解決する手法の一つとして，数理モデルを用いたテスト理論の一つである項目反応理論（Item Response Theory: IRT）に対し，評価者特性を表すパラメータを付与したモデルが多数提案されてきた [2]．これらの IRT モデルでは評価者特性を考慮して学習者の能力を推定できるため，素点の合計や平均といった単純な得点化法に比べて高精度な能力測定が可能である [1, 2]．

一方で，上述のように，学習者数が多い場合のピアアセスメントは，評価の負担を軽減するために学習者を複数のグループに分割してグループ内のメンバ同士で行わせることが多い．しかし，この場合，IRT による能力測定精度がグループ構成の仕方に依存する問題が残る．例えば，評価の一貫性が低い評価者で構成されたグループでは，そのグループ内の学習者に対して高精度な能力測定は期待できない．

この問題を解決するために，本論文では，評価者特性パラメータを付与した IRT モデルを用いて，各学習者に対する能力測定精度を最大化するようにグループを構成するシステムを提案する．しかし，実験の結果，ランダムにグループを構成した場合と比べて，提案システムが必ずしも能力測定精度を改善できるとは限らないことが明らかとなった．これは，グループ内の学習者同士でのみ評価を行う場合，全ての学習者に情報量の高い評価者を割り当てるグループ構成は困難であることを示唆する．

そこで，本論文では，この制約を緩和し，グループ外から数名の外部評価者を導入し各学習者に割り当てる外部評価者選択システムを提案する．具体的には，学習者に対する外部評価者のフィッシャー情報量の下限を最大化する整理計画問題として外部評価者選択問題を定式化する．実験から，提案システムを用いて外部評価者を数名追加することで，グループ内の学習者のみによる評価に比べて，学習者の能力測定精度が大幅に改善されることが示された．一般に，外部評価は，評価の精度や客観性の改善に有効であることが知られており，本研究の結果もそれを支持したと解釈できる．

2 ピアアセスメントデータ

本研究では，講義開講期間中に I 個の課題 $i \in \{1, \cdots, I\}$ が提示され，個々の課題が完了する度にピアアセスメントを実施する場合を考える．ピアアセスメントは，学習者を G 個のグループ $g \in \{1, \cdots, G\}$ に分割して行うとし，グルーピングは課題 i ごとに変更すると仮定する．ここで，x_{igjr} を，課題 i において学習者 $j \in \{1, \cdots, J\}$ と評価者 $r \in \{1, \cdots, J\}$ が同一のグループ g に属する場合に 1，そうでない場合に 0 をとるダミー変数とすると，課題 i におけるグループは $\boldsymbol{X}_i = \{x_{igjr} \mid x_{igjr} \in \{0, 1\}\}$ と定義できる．

また，ピアアセスメントデータ $\boldsymbol{U}$ は，課題 i における学習者 j の成果物に評価者 r が与える評価カテゴリ $u_{ijr} \in \{1, ..., K\}$ で構成され，$\boldsymbol{U} = \{u_{ijr} | u_{ijr} \in \{-1, 1, \cdots, K\}\}$ と定義できる．ここで，$u_{ijr} = -1$ は欠測データを表し，グループ内の学習者同士でのみ評価を行う場合，$\sum_{g=1}^{G} x_{igjr} = 0$ となる j と r に対応する評価データは欠測データとなる．

本研究では，評価データ $\boldsymbol{U}$ から IRT により高精度に学習者の能力を測定できるように，グループ $\boldsymbol{X} = \{\boldsymbol{X}_1, \cdots, \boldsymbol{X}_N\}$ を最適化することを目指す．

3 ピアアセスメントにおける項目反応理論

本研究では，ピアアセスメントにおける IRT モデルとして，最も能力測定精度が高いことが報告されている Uto and Ueno[1] のモデルを用いる．このモデルでは，課題 i における学習者 j の成果物に，評価者 r が評価カテゴリー k を与える確率 P_{ijrk} を次式で定義する．

$$P_{ijrk} = P^*_{ijrk-1} - P^*_{ijrk} \tag{1}$$

$$P^*_{ijrk} = [1 + exp[-\alpha_i\alpha_r(\theta_j - \beta_{ik} - \epsilon_r)]]^{-1} \quad (2)$$

ただし，$P^*_{ijr0} = 1$，$P^*_{ijrK} = 0$ とする．ここで，θ_j は学習者 j の能力，α_i は課題 i の識別力，β_{ik} は課題 i においてカテゴリ k を得る困難度（ただし，$\beta_{i1} < \cdots < \beta_{iK-1}$ と制約），α_r は評価者 r の評価の一貫性，ϵ_r は評価者 r の厳しさを表す．パラメータの識別性のために $\alpha_{r=1} = 1$ と $\varepsilon_1 = 0$ を仮定する．

IRT における能力測定精度は，フィッシャー情報量により評価されることが多い．ここで，課題 i において，能力 θ_j の学習者 j に対して評価者 r が与えるフィッシャー情報量を $I_{ir}(\theta_j)$ とすると，$I_{ir}(\theta_j)$ が大きくなる評価者 r は学習者 j を精度よく評価できると解釈できる．複数の評価者による情報量は，個々の評価者による情報量の和として計算できる．すなわち，各学習者に対する，同一グループ内の評価者情報量の総和が最大になるようにグループを構成することで，グループで行うピアアセスメントの能力測定精度を最適化できると期待できる．

4　グループ構成最適化手法

本研究では，各課題 i におけるグループ構成の最適化問題を，学習者に対する情報量の下限 y_i を最大化する以下の整数計画問題として定式化する．

$$\begin{aligned}
\text{maximize :} \quad & y_i \\
\text{subject to :} \quad & \sum_{\substack{r=1 \\ r\neq j}}^{J}\sum_{g=1}^{G} I_{ir}(\theta_j)x_{igjr} \geq y_i && \forall j \\
& \sum_{g=1}^{G} x_{igjj} = 1 && \forall j \\
& \sum_{g=1}^{G}(1 - x_{igjj})\sum_{r=1}^{J} x_{igjr} = 0 && \forall j \\
& n_l \leq \sum_{j=1}^{J} x_{igjj} \leq n_u && \forall j \\
& n_l \leq \sum_{g=1}^{G} x_{igjj}\sum_{r=1}^{J} x_{igjr} \leq n_u && \forall j
\end{aligned}$$

ここで，提案システムの有効性を確認するために，次のシミュレーション実験を行った．1）$J = 30$, $K = 5$, $I \in \{3, 5\}$ として，発生させた IRT モデルの真パラメータを所与として評価データをサンプリングした．2）$G \in \{4, 5\}$ について，提案法（*OptG* と呼ぶ）とランダム法（*RndG* と呼ぶ）でグループを構成し，異なるグループに属する学習者間の評価データを欠測させた．3）評価者と課題パラメータの真値を所与として，欠測データから学習者の能力を推定し，能力真値との RMSE を計算した．4）以上を 10 回繰り返し，RMSE の平均を求めた．

表 1　シミュレーション実験による能力測定精度の比較結果

				$n^R = 1$		$n^R = 2$	
I	G	*RndG*	*OptG*	*RndEx*	*OptEx*	*RndEx*	*OptEx*
3	4	0.368	0.360	0.343	0.297	0.325	0.287
	5	0.438	0.408	0.374	0.321	0.333	0.304
5	4	0.252	0.264	0.253	0.235	0.230	0.216
	5	0.298	0.307	0.299	0.253	0.259	0.241

結果を表 1 に示す．表より，提案システムが必ずしも能力測定精度を改善できていないことがわかる．これは，グループ内の学習者同士でのみ評価を行う場合，全ての学習者に情報量の高い評価者を割り当てるようなグループ構成は困難であることを示唆する．そこで，本研究ではさらに，この制約を緩和し，グループ外から数名の外部評価者を導入し各学習者に割り当てる外部評価者選択手法を提案する．

5　外部評価者選択手法

本研究では，外部評価者選択問題を，課題 i におけるグループ構成 $\boldsymbol{X}_i$ を所与として，各学習者に対する情報量の下限を最大化する整数計画問題として次のように定式化する．

$$\begin{aligned}
\text{maximize :} \quad & y_i \\
\text{subject to :} \quad & \sum_{r\in\boldsymbol{C}_{ij}} I_{ir}(\theta_j)z_{ijr} \geq y_i && \forall j \\
& \sum_{r\in\boldsymbol{C}_{ij}} z_{ijr} = n^R && \forall j \\
& \sum_{j=1}^{J} z_{ijr} \leq n^J && \forall r \\
& z_{ijj} = 0 && \forall j
\end{aligned}$$

ここで，z_{ijr} は，課題 i において学習者 j に評価者 r が割り当てられた場合に 1，そうでない場合に 0 をとる変数である．$\boldsymbol{C}_{ij}$ は課題 i における学習者 j の外部評価者集合を表す．また，n^R は各学習者に割り当てる外部評価者数，n^J は一人の評価者が担当するグループ外学習者数の上限を表す．

提案手法の有効性を評価するために，4 章と同様のシミュレーション実験を行った．ただし，本実験では，4 章の実験手順 2 において *OptG* で構成されたグループを所与とし，$n^R = \{1, 2\}$ 人の外部評価者を，提案法（*OptEx* と呼ぶ）とランダム法（*RndEx* と呼ぶ）で割り当てた．

実験結果を表 1 に示す．表 1 から，提案システムを用いて少数の外部評価者を導入することで，外部評価者を導入しない場合（*OptG*）やランダムに導入した場合（*RndEx*）に比べて測定誤差を大幅に減らすことができたことがわかる．

6　実データ実験

本研究では，被験者実験により収集した実際のピアアセスメントデータを用いて，シミュレーションと同様の実験を行った．ここでは，被験者数 $J = 34$，課題数 $I = 4$，カテゴリ数 $K = 5$ とした．なお，本実験ではパラメータ真値は未知のため，真値の代わりに完全データを用いた推定値を用いた．

表 2　実データ実験による能力測定精度の比較結果

			$n^R = 1$		$n^R = 2$	
G	*RndG*	*OptG*	*RndEx*	*OptEx*	*RndEx*	*OptEx*
4	0.241	0.259	0.236	0.210	0.226	0.197
5	0.287	0.323	0.295	0.255	0.272	0.206

結果を表 2 に示す．表 2 から，シミュレーション実験と同様の傾向が確認できる．すなわち，内部評価のみではグループ構成を最適化しても能力測定精度は必ずしも改善できないが，提案システムにより最適な外部評価者を導入することで精度を大幅に改善できた．

7　まとめ

紙面の都合上割愛したが，本研究では，学習者あたりの評価者数が一定となるように外部評価者を導入する手法や真パラメータが未知の場合の運用法なども開発し，より詳細な実験も行なっている．これらの詳細は [3] を参照されたい．

参考文献

[1] Masaki Uto and Maomi Ueno. Item response theory for peer assessment. *IEEE Transactions on Learning Technologies*, Vol. 9, No. 2, pp. 157–170, 2016.

[2] 宇都雅輝, 植野真臣. パフォーマンス評価のため項目反応モデルの比較と展望. 日本テスト学会誌, Vol. 12, No. 1, pp. 55–75, 2016.

[3] Masaki Uto, Nguyen Duc Thien, and Maomi Ueno. Group optimization to maximize peer assessment accuracy using item response theory. In *Proc. International Conference on Artificial Intelligence in Education*, 2017.

KPT を用いた PBL 週報の分析と PBL 振り返り支援の試み

Analysis Reports by Using KPT and Support of Reflection in PBL

岩見 建汰[*1]，伊藤 恵[*1]，冨永 敦子[*2]，大場みち子[*1]
Kenta IWAMI[*1], Kei ITO[*1], Atsuko TOMINAGA[*2], Michiko OBA[*1]
[*1] 公立はこだて未来大学 システム情報科学研究科
[*2] 公立はこだて未来大学 メタ学習センター
[*1]Future University Hakodate, Graduate School of Systems Information Science
[*2]Future University Hakodate, Center for Meta-Learning
Email: g2117009@fun.ac.jp

あらまし：本研究は PBL（Project Based Learning）における振り返り時の学びや気づきをより効果的に引き出すことを目的とする．舘野ら(1)の他にも振り返りの手法を工夫した結果を検証した研究や，加藤ら(2)による振り返り易さに焦点をあてた研究などが盛んに行われてきた．本稿では，研究参加者らが記述した週報における単語の頻出度と文章の類似性に着目して分析を行い，分析結果を振り返り時に提供した取り組みを報告する．

キーワード：PBL，振り返り，KPT，テキストマイニング

1. はじめに

PBL は実践的教育として注目度が高まり，多くの大学で取り組まれている．近年，その活動中に取り組まれる振り返りが重要視されている．振り返りは学習者の内省を促進しメタ認知を促すことができる．今日までに，振り返りの手法を工夫して実践した研究や振り返り易さに焦点を当てた研究が盛んに行われてきた．舘野らは質問を活用した振り返りを行い，その後のグループワークに貢献できたかを調査している．その結果，質問を活用した振り返りはグループワークの改善に役立つことが示唆された(1)と報告している．加藤らはホワイトボードの書き込み内容にリンク付けを行い，議論の結論に至る思考プロセスの振り返りを支援するシステムを提案している．実験の結果，リンク情報を提示することで思考プロセスの振り返りを支援することが明らかになった(2)と報告している．

本稿では，振り返り時に学習者が参照する情報が学びや気づきへ影響を与えると考え，研究参加者らが記述した週報の分析結果を提供した振り返りを実施した結果を報告する．対象は，著者ら所属大学（以下，本学）の学部 3 年生が通年で取り組む必修 PBL 科目（以下，プロジェクト学習）を受講していた 16 名であった．

2. プロジェクト学習

本学のプロジェクト学習の目的は，実社会で役立つ力を養成することである．学部 3 年生は問題の発見，解決，報告に通年で取り組む．活動は週 2 回の計 6 時間行う．その週の活動報告として図 1 に示す「週報」を LMS（Learning Management System）に提出する．週報の記述は「活動内容」「教員からの指示アドバイス」「次週の課題」の 3 項目に基づいて行う．

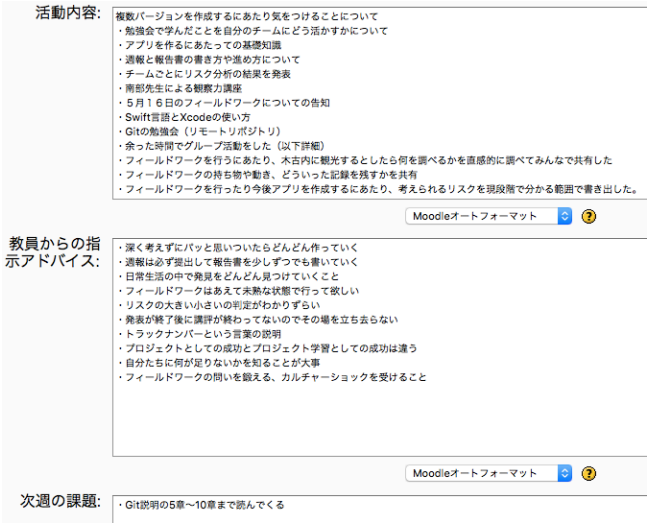


図 1 週報

3. 手法

3.1 対象

研究参加者は 2016 年度にプロジェクト学習を受講した学部 3 年生のうち 3 チーム 16 名（うち 2 チームは各 5 名，他 1 チームは 6 名）であった．

3.2 データ収集

Google スプレッドシートを活用し，振り返りを行うためのフレームワークである KPT（Keep:良い点，Problem:問題点，Try:改善したいこと）に沿って図 2 に示す KPT 週報を著者が作成した．Google スプレッドシートを活用したのは，データを効率的に収集することができる，前週の内容を閲覧しつつ記述できる，フィードバックコメントの把握が容易になるといった理由からである．研究参加者に対して，週報の記述は KPT に基づいて記述してもらうようにプロジェクト学習の開始時期に著者がアナウンスした．K と P は週報の「活動内容」，T は「次週の課題」に記述してもらった．

通年で収集することができたデータ量は，前期（4月～8月）が12週分で計78,832文字，後期（9月～翌年3月）が16週分で計49,152文字であった．

活動内容	Keep（良かったこと）	当日の活動内容をみんながわかりやすいようにスライドにまとめてきた．まとめたスライドをプロジェクターを使ってみんなに見えるようにした．
		チームがバラバラになっているように感じたので，グループ活動の問題点とその対策をスライドにまとめて提示した．
	Problem（良くなかったこと，改善したいこと）	活動の手順を間違えてしまった．具体的には，問題と機能の整理をした後に実際に体験する場を設けてしまった．TAさんに言われてから実際に体験してから整理したほうがいいということに気がついた．
		学生Aくんが FW の反省会をしてよかったと言っていたので，自分たちもやるべきだったと後悔した．
次週の課題	Try（試したいこと）	司会進行を自分だけでやろうと思っていたが，メンバーで回そうと思う．
		5/30 までにこちらから確認したいことをまとめた文書を作成してくる．
教員やTAからの指示アドバイス	自分たちが大事だと思った機能についても深めてもいいのではないだろうか． 背景からアプリ概要への繋がりがない．	

図2 作成したKPT週報

3.3 データ分析

分析にはKH Coder[(i)]の「品詞別 出現順 リスト」および「文書のクラスター分析」を使用した．前者を用いて名詞，動詞，形容詞など計15種類の品詞を抽出した．それらのうち具体的な単語である名詞，サ変名詞，人名，単語のみでは抽象的である動詞を残し，その他は結果から除外した．その後，週ごとに品詞別で単語の出現回数の分析を行った（以下，キーワード推移）．なお，キーワード推移は個人ごとの分析である．

文書のクラスター分析を用いて，文章をクラスターごとにまとめた（以下，類似文章の分類表）．クラスター内に異なるカテゴリに属するべき文書が含まれていた場合は，目視にてクラスター数の調整を行った．なお，類似文章の分類表は，チームごとの分析である．

3.4 振り返り

データ分析の結果を用いて，チームごとに分かれて振り返りを行ってもらった．時間は振り返り後の発表を含め180分間であった．付箋には書き出す際に参考にした媒体を別途記入してもらった．振り返りの流れを以下に示す．

1. 小さい模造紙に前期のKPTをまとめる．
2. マイルストーンごとに模造紙に線を引く．
3. チームや個人で取り組んだこと，その時に考えていたこと，そのように思った要因を書き出す．
4. 全体の見直しをする．
5. 発表に向けてまとめる．

分析した結果を振り返り時にWeb上で提供した．図3はWeb上にて提供したキーワード推移と類似文章の分類表の表示部分である．画面左には選択されている品詞のキーワード推移，画面右には研究参加者が属しているチームの類似文章の分類表が表示されている．研究参加者には図3の分析結果を参考にしつつ振り返りを行ってもらうようにアナウンスした．

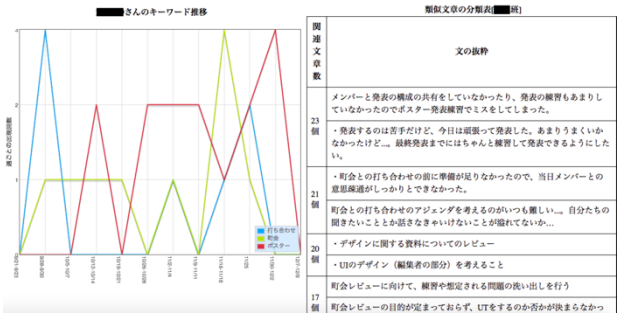


図3 Web上にて提供した分析結果

4. 結果と考察

アンケートを用いて，提供した分析結果が振り返りを行うにあたり参考になったかを問いた．回答人数は13名（81.3%）であった．1を参考にならなかった，4を参考になったとして集計した結果，キーワード推移は平均2.9，類似文章の分類表は平均3.0となった．また，全チームの付箋の個数を調査した結果，記憶が61.8%，分析結果が0.0%であった．以上から，個人としてどのような事象が起きたかを把握することには貢献できたが，チームの振り返りには貢献できなかったと言える．今後は学習者の記憶や作成したドキュメントなどから容易に読み取ることが困難な観点からの分析を行う必要があると考えられる．

5. おわりに

本学のプロジェクト学習を受講していた学部3年生16名を対象に週報の収集・分析を行い，学びや気づきを引き出すことを狙いとして，振り返り時に分析結果を提供することを行った．結果として，個々が事象を把握することには貢献できたが，チームの振り返りには貢献することができなかった．今後は，学習者が容易に発見することが困難な情報を提供していく必要があると考えられる．

参考文献

(1) 舘野泰一，森永雄太:“産学連携型PBL授業における質問を活用した振り返り手法の検討”，日本教育工学会論文誌，Vol.39, No.Suppl, pp.97-100　(2015)
(2) 加藤圭吾，小林智也，西本一志:“書き込み内容のリンク機能を有するホワイトボードを用いた思考プロセスの振り返り支援”，インタラクション2011論文集，Vol.2011, No.3, pp.207-210　(2011)

[i] KH Coder http://khc.sourceforge.net

高校生の情報活用能力を測る
―2015 年度「情報活用能力調査」に見る CBT の結果とその分析―

Measuring the information literacy of high school students
-Some outcomes of the CBT for the 2015 information literacy survey-

篠原　真子[*1]，松本　博幸[*2]，小泉　カー[*3]
Masako SHINOHARA[*1], Hiroyuki MATSUMOTO[*2], Rikiichi KOIZUMI[*3]
[*1] 国立教育政策研究所研究企画開発部
[*1]Department of Research Planning and Development, NIER
[*2] 国際大学グローバル・コミュニケーション・センター
[*2]Center for Global Communications, International University of Japan
[*3] 尚美学園大学芸術情報学部情報表現学科
[*3]Department of Information Expression, Faculty of Informatics for Arts, Shobi University
[*1]Email: masako@nier.go.jp
[*2]Email: hiro@matu.jp
[*3]Email: r-koizumi@s.shobi-u.ac.jp

あらまし：2015 年度に実施した文部科学省「情報活用能力調査」は，コンピュータ使用型調査（CBT）として実施され，項目反応理論（IRT）を用いた結果の分析が行われた．このような調査で CBT を用いることの意義と調査問題例を示すとともに，高校生の情報活用能力を測る際に求められるものを考察する．
キーワード：情報活用能力，情報活用能力調査，CBT，項目反応理論，習熟度レベル

1.　コンピュータ使用型調査の意義

文部科学省は，高校生が「情報活用能力」をどの程度身に付けているのかを測定するために「情報活用能力調査」を実施した．調査対象は高等学校本科全日制課程及び中等教育学校後期課程の第 2 学年の生徒で，全国の学校・学科（国公私）から生徒を学級単位で抽出し，2015 年 12 月～2016 年 3 月にかけて行われた．

調査に参加した生徒は，学校で普段使っているコンピュータを使用して，「コンピュータ使用型調査（CBT）」の形で調査問題に取り組んだ．なお，事前に診断ソフトを用いて，学校のコンピュータで調査が実施可能かどうか確認された．最終的には 135 学科，4,552 人の有効データを得ることができた．

今回の調査を CBT で実施した理由の 1 つに，情報を得る手段として，印刷された紙媒体以上に，コンピュータを用いた情報の検索，収集が広く一般的になっていることがあげられる．コンピュータを用いて課題に取り組むことは，現代人にとって必須と言える．ただし，この調査は ICT スキルを測定することを目的としていないため，アプリケーションの操作を伴う問題（表計算や画像処理等）も多く出題したが，これらはマウス操作のような基本的スキルがあれば解答可能なものとした．また，調査開始前のガイダンスでは，「操作ガイド」を生徒に配布し，調査で使用する表計算ソフトで数式等の入力練習を行った．これは，操作を知っているかどうかによる影響をできるだけ排除するためである．内容の面でも，現実の社会で接する，あるいは得られる情報は，ICT に関わらないものもあるため，紙媒体でも出題できるような調査問題も含めて CBT を行った．

また，CBT の意義は，出題という観点からだけでなく，生徒の解答がすべてデータ化されるため，自動採点が可能になり，その分のコストダウンが期待できる点もあげられる．ただし今のところ，記述式の問題は，予め決められた採点基準に照らして，採点者が判断しなければならないため，記述式の問題が多くなればその分コストが掛かることになる．

2.　問題例～アルゴリズムのフローチャート

調査では全 87 の小問中 24 問が，アプリケーションの操作，すなわち表計算ソフトやブラウザの操作，画像処理，シミュレーション等によって解答させる，CBT ならではの問題であった．それらによって，どのような能力を「情報活用能力」として測ったのか．1 例として「ロボット掃除機」と題する大問から，小問の 1 つを取り上げる．ただしこの問題は非公開とされたため，同様の問題である，中学生対象の 2013 年度情報活用能力調査で使用された「自動制御のフローチャート」の問題を示す（図 1）．

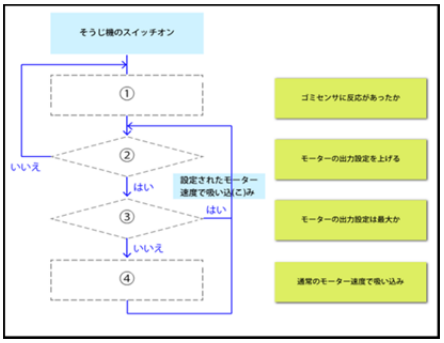


図 1　情報活用能力調査（中学校）の問題：「自動制御のフローチャート」

この問題は,「あなたは，部屋のそうじをするために，そうじ機のスイッチをオンにしました．そうじ機の中のセンサーとコンピュータは，ごみの状況を把握して，出力を調整しています．そうじ機はどのような作業をしているのでしょうか．作業の流れに合うように，カードをドラッグして入れましょう」と問い，ロボット掃除機の動作を示した要素をドラッグして，フローチャート（視覚的な流れ図）を完成させるものとなっている．基本的なアルゴリズム（順次，条件分岐）を理解し， 4 つの空欄に動作を示した 4 つの要素（カード）をドラッグし，フローチャートとして正しく表現する必要がある．

「ロボット掃除機」の問題に対する高校生の正答率は 46%であり，若干難しい問題であったといえる．問いの中に制御に関する説明がなされているが，カードにあるような細かい手順が表現されている訳ではないため，生徒自身が 4 つの要素に分解しなければならない．単に手順をフローチャートに落とし込むのではなく，掃除機がどのような制御になっているのか，何を処理していくのかを理解し，制御の流れを考えることが必要となる．問題を解くために処理手順をフローチャートで表現する問題であるが，条件分岐のところに疑問形となっている動作を示した要素がくることを，理解できるかどうかが鍵となる．誤答のほとんどが，この条件分岐という選択構造を理解できていないことを示していた．

なお，2013 年実施の中学生対象の調査では，図 1 の問題の正答率は 18%であった．まったく同じ問題ではないため厳密な比較にはならないが，高校生は中学生に比べ，設問文の情報を要素に分解し，制御の流れを理解できていると考えられる．

3.　項目反応理論による能力の得点化

「ロボット掃除機」の問題の正答率が 46%であると述べたが,「ある問題の正答率が何%であった」というだけでは，生徒の能力を測れたとは言えない．知りたいのは，どのような能力を持った生徒がどの程度いたのかということである．そこで今回の情報活用能力調査では，OECD 生徒の学習到達度調査（PISA）などの国際的な学力調査で用いられている「項目反応理論」を使って，生徒の能力と問題の難易度を得点化し（生徒の平均得点が 500，標準偏差が 100 になるよう調整），さらに「習熟度レベル」と呼ばれる一定の得点間隔（80 点間隔）で生徒と調査問題を分類して，あるレベルの生徒の能力を同じレベルに含まれる調査問題の特徴から説明することを試みた（表 1）．

「ロボット掃除機」の問題の難易度は 572 点で（能力が 572 点とされる生徒が正答する確率が 60%の問題），習熟度レベル 5 に属する．この層に属する生徒は,「見慣れた状況」で「複雑な情報」を「明確な条件」に合わせて，分類して説明することができると考えられる．また，このレベルよりも上位の層（レベル 7 以上とレベル 6）に該当する約 1 割の生徒は,「見慣れない状況」で「複雑な情報」を「複数の条件」に合わせて分析的に捉え，評価できると考えられる．さらに，平均得点は 500 であるため，平均的な高校生（レベル 4）は,「見慣れた状況」で「いくつかの情報（複雑ではないが，単純に整理されているわけではない）」を「1 つ程度の条件」に合わせて，関連付けや整理・判断ができると言える．一方，レベル 3 と 2 の生徒は,「見慣れた状況」で「単純に整理された情報」を「明確な 1 つの条件に合わせる」ことができるが，言い換えれば，こうした能力を身に付けていないレベル 1 以下を含め，複数の情報の活用に困難を感じている生徒が約 3 割いると言える．

表 1　習熟度レベルから見た生徒の特徴

レベル	得点	生徒割合	生徒の特徴
7以上	700以上	1%	見慣れない状況で，複雑な情報を，複数の条件に合わせ，分析的に捉え，評価することができる．
6	700～620	10%	
5	620～540	26%	見慣れた状況で，複雑な情報を，明確な条件に合わせ，比較・分類して説明することができる．
4	540～460	31%	見慣れた状況で，いくつかの情報を，1つ程度の条件に合わせ，関連付けて整理・判断することができる．
3	460～380	19%	見慣れた状況で，単純で整理された情報を，明確な1つの条件に合わせて用いることができる．
2	380～300	9%	
1以下	300未満	3%	（※レベル2以上の能力を身に付けていない）

CBT や項目反応理論を用いた情報活用能力の測定は，まだ始まったばかりである．この調査で使用された問題を用いて，成人，中学生，小学生といった別の年代の能力を測定したり，高校生についても経年変化を見るための継続調査を行ったりすることが期待される．そのような調査を通して，測定のための調査問題が蓄積され，調査実施や分析の経験が積み重なっていくことで，さらに精度の高い情報活用能力の測定が可能になってくると考えられる．

参考文献

(1) 文部科学省:“高等学校 情報活用能力調査 調査結果” (2017)
(2) 篠原真子:“「情報活用能力」を「測る」とは”“高校生「情報活用能力」の特徴と課題”“「情報の科学的な理解」などの問題例”，内外教育，第 6570・6571・6573 号, 時事通信社, pp.8-11・pp.16-18・pp.14-15　(2017)
(3) 小泉力一：“高等学校情報活用能力調査の概要”，日本情報科教育学会誌，Vol.9 No.1, pp.9-16　(2017)

遠隔授業支援のための電子黒板への教師シルエット表示機能の試作

Displaying Overlaid Silhouette on the Interactive Whiteboard to Support Distance Education

三好 康夫[*1], 小松 聖[*2], 岡本 竜[*1]
Yasuo MIYOSHI[*1], Satoru KOMATSU[*2], Ryo OKAMOTO[*1]

[*1] 高知大学理工学部
[*1] Faculty of Science and Technology, Kochi University
[*2] 高知大学理学部
[*2] Faculty of Science, Kochi University
Email: miyoshi@is.kochi-u.ac.jp

あらまし：遠隔授業での受信側の教室には，教師を引きで映したモニタと板書を寄りで映したモニタの 2 台の大型モニタが並べて置かれていることが多い。しかし，教師の動きや表情に注目したい時と板書の文字を読み取りたい時とで左右のモニタを交互に目線を切り替えながら見なければならず，生徒の授業に対する集中を妨げている可能性が危惧される。そこで，電子黒板を映したモニタ上に，電子黒板の前に立つ教師のシルエットを重ねて表示する機能を試作した。
キーワード：遠隔教育, Kinect, 電子黒板, 目線

1. はじめに

高知県教育委員会では，文部科学省指定委託事業（多様な学習を支援する高等学校の推進事業）として，「遠隔教育における学校体制の構築と生徒の能動的な学習を支援する汎用的な学習指導方法の研究」というテーマで，平成 27 年度から研究に取り組んでいる(1)。これは，本県では今後 10 年間で県立高等学校の 36 校のうちの 1/3 の 13 校程度が，「1 学年 1 学級 20 名以上」という規模（最低規模の特例として認められる規模）の小ささとなる恐れがあることから，生徒の進路希望に応じた選択科目の設置が困難である等の喫緊の課題を抱えており，その課題への対応としての取り組みである。具体的には，本校による分校支援や，小規模校間の連携，さらには大規模校と小規模校の連携を目的として，図 1 に示すシステム構成にて遠隔授業の実施を行っている。

教育委員会の研究目標が遠隔教育における学習指導方法の確立と単位認定にあるのに対し，本研究では技術面からの遠隔授業の支援を目的として，遠隔授業における受信教室側の生徒の目線に着目する。本稿では，遠隔配信された電子黒板の内容を読み取りながら教師の話を聞く際に，話に集中しやすくするための教師シルエット表示機能について述べる。

2. 遠隔授業における生徒の目線の問題

遠隔授業において受信側の教室には，教師の動きや教室の雰囲気等を見るための「引き」のカメラ映像用の大型モニタと，板書を見るための「寄り」のカメラ映像用の大型モニタが 2 台並べて置かれていることが多い。配信側の教室に生徒がいない場合は，教師は立ち位置を移動する必要がほとんどないため，寄りのカメラ映像用のモニタ 1 台のみでも対応可能

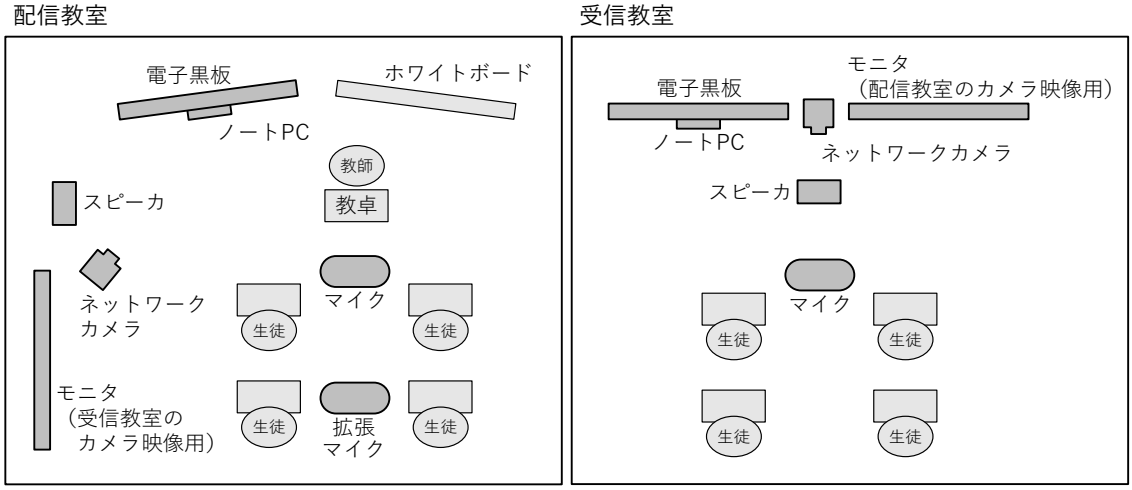


図 1　高知県の遠隔授業システムの構成と機器の配置例
（機器の配置は小規模校間の遠隔授業における例）

であるが，配信側の教室にも生徒がいる場合は引きのカメラ映像も重要となるため，2 台のモニタが必要となる。

この時，通常の黒板やホワイトボードを使用した遠隔授業の場合は，寄りのカメラ映像にも教師の姿は映り込むが，スライドや電子黒板を使用した遠隔授業の場合は，寄りのカメラ映像ではなくコンピュータの画面を直接受信教室側に配信して表示させるため，モニタに教師の姿が映らない。寄りのモニタに教師の姿が映らないと，教師の動きや表情等に注目したい時と板書の文字を読み取りたい時とで 2 台のモニタを交互に目線を切り替えながら見なければならず，生徒の授業に対する集中を妨げている可能性が危惧される。

高知県で実施している遠隔授業は，配信側の教室にも生徒がいて，電子黒板を使用する（通常の黒板やホワイトボードも併用する場合もある）ため，著者は実際に遠隔授業の授業参観にて，生徒が 2 台の大型モニタを交互に目線を切り替えながら見ている様子を確認した。

なお，教室に大型モニタを 2 台並べるのではなく，引きの映像のみを大画面に映し，配布資料等を個々に配付したタブレット端末で見られるようにする方法もあるが，この場合も教師の姿はタブレット端末上に映らないため，目線の問題は解決しない。

3.　教師シルエット表示機能の試作

前章で述べた目線の問題は，寄りのモニタ（高知県の遠隔授業システムにおいては電子黒板）に教師の姿が映らないことに原因がある。そこで，電子黒板を映したモニタ上に，電子黒板の前に立つ教師のシルエットを重ねて表示する機能を試作した。本機能は，マイクロソフト社製の Kinect センサを配信教室の電子黒板の前に設置することで電子黒板の前に立つ人を検出し，そのシルエットをクロマキー合成のように切り抜いた上で，半透明にして電子黒板の画面上に重ねて表示することができる。例として，教師シルエットを表示した画面キャプチャを図 2 に示す。このように教師シルエットを重ねて表示した電子黒板の画面を受信教室と共有することで，受信教室の生徒は寄りのモニタでも教師の姿を見ることができる。

図 2　教師シルエットの表示

同様の先行研究として，福井ら[2]や岩田ら[3]によるアバタを表示するアプローチがある。これらは立ち位置検出マットと電磁誘導式のペンを用いて電子黒板の前にいる人の状況をアバタとして遠隔地の電子黒板上に表示することができる。しかしながら，これらはアバタに「板書する動作」「指し示す動作」「板書を消す動作」の 3 種類の動作を行わせることしかできない。また，位置を指し示す際にペン先を電子黒板の画面に近づける必要がある。一方，本研究の手法では，身振り手振りや顔の表情等といったノンバーバル情報をそのまま伝えることができ，位置を指し示す際にペンが不要なため，指を使って指し示すこともできる。したがって，より自然に授業を実施することが可能になると期待している。

高知県の遠隔授業で使用しているパイオニア VC 社製の遠隔授業用電子黒板システム xSync Prime は，配信教室の電子黒板の画面を受信教室の電子黒板に画面転送する仕様となっている。このシステム上で受信教室側の電子黒板に教師のシルエットを表示できるか動作確認を行ったところ，シルエットが重ね表示された配信教室の電子黒板の画面を受信教室の電子黒板に画面転送することで問題なく動作した。

4.　おわりに

本稿では，遠隔教室の電子黒板に教師シルエットを表示する機能について述べた。今後，実際の遠隔授業の場にて評価実験を行う予定である。

本手法では，配信教室の電子黒板の画面を受信側に転送している状況においては，受信教室の方にも Kinect を置いても，文献(3)のように受信側の電子黒板の前に立つ人の状況を配信側の電子黒板に表示することはできない。例えば受信教室の生徒が電子黒板に問題の解答を書き込む様子のシルエットを配信教室に送るには，何らかの工夫が必要となる。

謝辞

本研究は JSPS 科研費 JP17K01131 の助成を受けた。

参考文献

(1) 高知県教育委員会事務局高等学校課: “遠隔教育の取組 (文部科学省指定委託事業)”, http://www.pref.kochi.lg.jp/soshiki/311701/2016060600102.html (2016)
(2) 福井賢二, 石田準, 坂東宏和, 加藤直樹, 中川正樹: “対話型電子白板と立ち位置検出装置を用いた遠隔授業支援システムの設計と試作”, 情報処理学会第 43 回プログラミング・シンポジウム報告集, pp.61-68 (2002)
(3) 岩田陽子, 加藤直樹, 中川正樹: “対話型電子白板を用いた電子化授業への遠隔受講者参加方式の試作”, 情報処理学会研究報告 (CE-67), Vol.2002, No.119, pp.33-40 (2002)

力覚及び擬似力覚提示機能を持つ漢字学習支援システム

Kanji Learning Support System using Feedback based on Real-haptic and Pseudo-haptic

河野 貴範[*1], 松原 行宏[*1], 岡本 勝[*1]
Takanori KONO[*1], Yukihiro MATSUBARA[*2], and Masaru OKAMOTO[*2]
[*1] 広島市立大学大学院情報科学研究科
[*1]Graduate School of Informatics, University of Educational Systems
Email: lkono@lake.info.hiroshima-cu.ac.jp

あらまし：力覚提示を用いた学習支援システムの研究が行われている．また視覚情報から力覚を錯覚する擬似力覚提示という手法があり，学習支援システムに擬似力覚提示を取り入れた研究も行われている．本稿では力覚と擬似力覚による学習効果の特性の比較を行うことを目的とし，それらを取り入れた漢字学習支援システムを開発した．検証実験では力覚提示，擬似力覚提示，音声提示の 3 つの提示方法の違いによる学習効果の特性の調査を行った．

キーワード：力覚提示，擬似力覚提示，漢字学習，タブレット

1. はじめに

ユーザに力のフィードバックを与えられる力覚提示デバイスを用いた学習支援システムの研究が行われている(1),(2)．檜谷らは力覚提示デバイスである SPIDAR-tablet を用いて滑車を学習題材とした力覚を伴う仮想実験環境を開発した(1)．檜谷らのシステムでは滑車の組み合わせによる糸を引く際の重さの変化を SPIDAR-tablet により体感できる．また視覚情報から力覚を錯覚させる擬似力覚という手法がある．擬似力覚提示は特別な装置を必要とせず，視覚情報のみで行えるため力覚提示の代替方法としての利用可能性がある．柏原らは概念マップ作成過程に擬似力覚提示を行うシステムを開発し、擬似力覚が学習に及ぼす効果の検証を行った(3)．柏原らのシステムでは重要な概念や，概念間の関係を示すことを目的に擬似力覚提示を用いた．力覚提示，擬似力覚提示を用いた学習支援システムの開発は行われているが，それら両者の学習効果や学習に用いた場合の差異についての研究はなされていない．

そこで本研究では学習支援に力覚提示，擬似力覚提示を用いた際の学習効果や特性を比較する．そのため，力覚提示，擬似力覚提示，比較用に音声提示を同一の学習支援システムに適用し評価実験を行う．本研究では学習支援システムの題材に漢字の筆順を選択した．

2. システム概要

本システムは学習者に正しい筆順を認識させるための学習支援システムである．図 1 に本システムの外観を示す．本システムはタブレット端末，2 次元的な力覚提示が行える SPIDAR-tablet から構成される．ただし SPIDAR-tablet は誤り指摘が力覚提示の場合のみ使用する．学習者はタブレット端末の画面上に表示された漢字をなぞる事で，漢字の筆順の入力を行う．システムは学習者が誤った筆順で漢字を

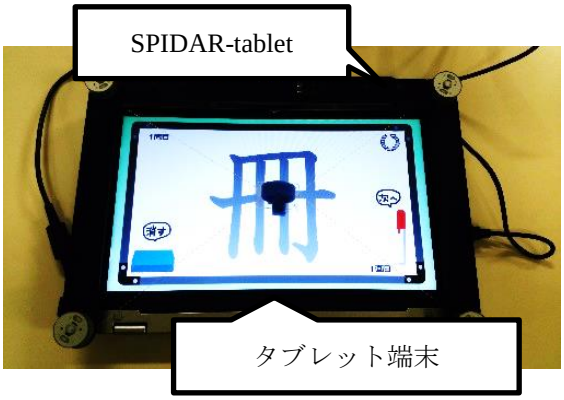


図 1 システムの外観

なぞった場合のみ，力覚提示，擬似力覚提示，または音声提示により誤りの指摘を行う．学習者は提示された情報をもとに筆順の誤り方を認識し，正しい筆順を学ぶことができる．本システムでは，漢字の筆順の正誤判定をタッチ座標と予め用意した漢字の画の始点，節点，終点の座標から行う．正しい始点範囲からなぞり始め，各節点を通り正しい終点範囲で指を離した場合のみ正しい画を入力したと判定する．

本システムでは筆順の誤りを (1)「画の順番を間違う」，(2)「画の途中で離す」，(3)「次の画を続けて書く」，(4)「画を逆の方向から書く」の 4 つに分類し，学習者が誤りの判別を行えるよう指摘を行う．ただし本システムでは，誤り(1)と誤り(4)の指摘は同様の方法で行うため，学習者はシステムによる指摘から 3 種類の誤りを判別できる．

表 1 に具体的な誤り指摘方法を示す．誤り指摘はシステムが誤りと判別した際，事前に選択された提示方法に応じて力，重さ，ブザー音の提示により行う．擬似力覚提示は実際の指の移動量より画面上のポインタの移動量を減少させることで重さの提示を行う．提示方法が音声の場合，誤り指摘は全て同一

表 1 各提示方法による誤り指摘

	力覚	擬似力覚	音声
誤り(1)	タッチ後始点方向へ力を提示	タッチ後重さを提示	タッチ後ブザー音
誤り(2)	指を離した際始点方向へ力を提示	指を離した際ポインタを始点方向へ動かす	指を離した際ブザー音
誤り(3)	終点から離れた際に終点方向へ力を提示	終点から離れた際に重さを提示	終点から離れた際にブザー音
誤り(4)	タッチ後始点方向へ力を提示	タッチ後重さを提示	タッチ後ブザー音

のブザー音で行うが，学習者は音が鳴りだしたタイミングで誤りの判別を行うことができる．

3. 評価実験

本システムを用いて各提示方法による学習結果，学習支援における各提示方法の特性の調査を行った．被験者は 9 名 (大学生 4 名，大学院生 5 名) とし，被験者には事前テストとして筆順の誤りやすい漢字 24 字の筆順を回答させた．その後被験者に本システムを用いた学習を提示方法ごとに 8 字ずつ行わせ，事後テストを行った．事前テストと事後テストはペーパーテストにより行った．事前テストと事後テストの正答率を図 2 に示す．図 2 から力覚提示，擬似力覚提示，音声提示の学習結果に差が見られないことが分かる．図 3 に学習者が次の画を続けて書く誤りをした後，正しい画を書けるまでの平均タッチ回数を示す．図 3 から，音声提示による誤り指摘方法では，筆順を誤った際に正しい画がかけるまでのタッチ回数が他の提示方法より多いことが確認できた．また，アンケート結果から音声提示による誤り指摘は力覚提示，擬似力覚提示に比べ被験者が筆順をどのように間違えたのかが分からなかったという傾向も見られた．これらの結果から，音声提示による誤り指摘方法では学習者が誤りの種類の判別を他の手法よりも困難に感じることが確認できた．またアンケート結果から擬似力覚提示は力覚提示よりも力を感じられる度合に個人差が見られ，感じられない人は誤りの判別が行いにくいことが分かった．ただし擬似力覚を感じられなかった人でも提示を視覚効果として捉え誤りの判別が行えた人もいた．

今回学習題材とした漢字の筆順では，各提示方法での学習結果に差は見られなかった．本システムは学習者の誤った筆順の知識を修正するものである．こうした誤った知識の修正を行う場合，音声提示を用いても力覚，擬似力覚提示を用いても学習者は誤りを認識，修正し同様の学習効果を得ることができると考えられる．

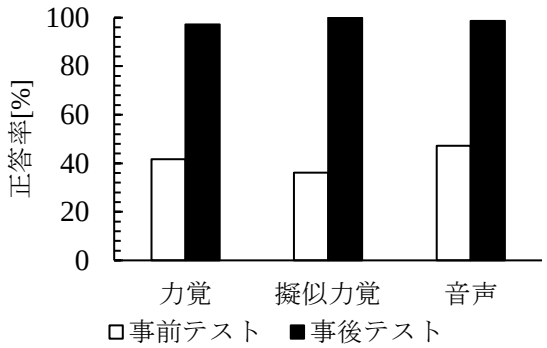


図 2 事前テストと事後テストの正答率

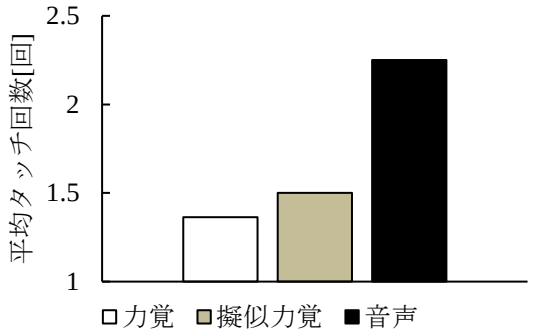


図 3 次の画を続けて書く誤りをした際の正しい画が書けるまでの平均タッチ回数

4. まとめと今後の課題

本研究では，力覚，擬似力覚提示機能を持つ漢字学習支援システムを構築した．構築したシステムを用いた実験から音声による誤り指摘方法では学習者が誤りの種類の判別が困難だと感じることがあることが確認できた．また，力覚提示と比べ擬似力覚提示は力を感じられる度合いに違いが見られることが分かった．今後の課題としては一定期間空けた際の学習効果や，力覚提示と擬似力覚提示による学習効果の差が出ると考えられる学習題材の検討などが挙げられる．なお，本研究の一部は，科学研究費補助金(No.15K01084)による．

参考文献

(1) 檜谷直樹，岡本勝，松原行宏:“タブレット端末を用いた力覚提示を伴う滑車の学習支援システム”，教育システム情報学会誌, Vol.32, No.3, pp.220-225, （2015）
(2) 一色正晴，河上朋弥，赤羽克仁，橋本直己，佐藤誠:“力覚インタラクションを用いた文強勢学習支援システムの開発について”，映像情報メディア学会技術報告, Vol.33, No.21, pp.49-54, （2009）
(3) 柏原昭博，塩田剛:“擬似力覚呈示による知識構築支援”，電子情報通信学会論文誌，Vol.J-98-D, No.1, pp.104-116 （2015）

学習者自ら気づく思考プロセスのデザイン

Designing Thinking Process with Cognitive Awareness from Pseudo-Haptic Feedback

柏原 昭博，梅津 和朗，堀口 匠
Akihiro KASHIHARA, Kazuaki UMETSU, Takumi HORIGUCHI
電気通信大学大学院情報理工学研究科情報学専攻
Graduate School of Informatics and Engineering, The University of Electro-Communications
Email: akihiro.kashihara@inf.uec.ac.jp

あらまし：教材を学ぶ上で，学習者自ら気づきを得ようとすることは極めて重要である．そのためには，教材を学ぼうとするプロセスに学習者が積極的に関与する必要がある．これまで，このような積極的関与を高める仕組みとして擬似力覚を呈示する手法を提案してきた．本稿では，擬似力覚呈示を前提に，学習者自ら考えて気づこうとするプロセスをデザインし，そのプロセスを具現化するタブレットツールについて述べる．

キーワード：認知的気づき，Engagement，タブレットメディア，思考デザイン

1. はじめに

主体的に学ぶこと（Self-directed learning）が求められる文脈では，学習教材に対して学習者自ら考え，自ら気づきを得ることが必要であり，それは学習効果を高める上でも極めて重要な認知的活動となる．その原動力は，考えるプロセスへの積極的な関与（Engagement）にあると言える．一方，学習支援システムでは，こうした関与は学習者から得られることを前提としている場合が多く，システム利用時に学習者は安易にヒントを得る，回答と正誤判定を繰り返すなど自ら深く考えようとしないことも少なくない．こうした問題に対して，学習者による積極的な関与を促すことは，主体的学習だけに止まらず，学習支援システム研究における解決すべき根本的課題の一つと考えられる．

本研究では，学習者自ら考えて気づきを得ようとするきっかけを意図的に作りだし，考えるプロセスへの関与を高める手法を検討している．特に，そのきっかけを作るためには，学習者の注意を喚起する必要があり，かつその意図を探究したくなるような注意喚起の与え方が重要になる．筆者らは，このような観点から，タブレットメディアにおいて教材の一部のオブジェクトに対するタッチ操作に，重さや張力などの擬似力覚を伴わせることで違和感を作りだし，その擬似力覚呈示の意図を探究するように仕向けることで，教材（知識の重要度や関連度など）や教材を学ぶ方略について気づきを得る思考プロセスをデザインしてきた[1]．また，いくつかの題材を取り上げて，その足場を築く（Scaffolding）タブレットツールを開発してきた[2],[3]．

本稿では，学習者から積極的関与を引き出すという観点からデザインした思考プロセスについて論じるとともに，タブレットツールとして開発した物語意図に気づかせるツールと，歴史事象間の因果関係に気づかせるツールについて述べる．

2. 自ら気づくプロセス

学習教材における重要な知識や知識間の重要な関係に，あるいは教材について誤って理解した内容に学習者自ら気づかせるためには，教材について考えるプロセスに積極的に関与させることが必須である．さらに，積極的関与を引き出すためには，その考えるプロセスに学習者の注意を喚起することが有効であり，かつ注意喚起の意図を探りたくなるような喚起の仕方が望まれる．

このような観点から，本研究ではテキスト教材を題材に，自ら考えるプロセスへの積極的な関与から自ら気づきを得るプロセスをデザインしている．特に，学習者の積極的関与を引き出すために，教材について考えた内容を知識マップ（教材に内在する個々の知識を表すノードと知識間の関係を表すリンクから構成）として作成させ，そのマップ作成操作の一部に擬似力覚を呈示することで注意喚起し，その擬似力覚呈示意図を探究させる点が特徴となっている．

ここで擬似力覚とは，視覚から力覚が生じる錯覚のことであり，操作対象となるオブジェクトの視覚的な動きが主体の感覚に整合せずに違和感を感じることで起こる．例えば，タッチ操作でオブジェクトを移動しようとする際に指の動きに追従せず遅れて移動させると，オブジェクトを重く感じることが知られている．学習者がタッチ操作したオブジェクトから得られるこうした違和感が，擬似力覚呈示の意図を探究するきっかけとなり，学習者自ら気づくプロセスを生み出すことができると考えている．

また，呈示された擬似力覚から認知的気づきを得させるためには，気づきにつながるような違和感を与えることが重要となる．例えば，知識マップ中のあるノードを操作した際にノードに重みを感じさせる擬似力覚を呈示すれば，対応する知識が教材の中でも重要な知識であることに気づかせることができると考えられる．また，あるリンクを操作した際に，

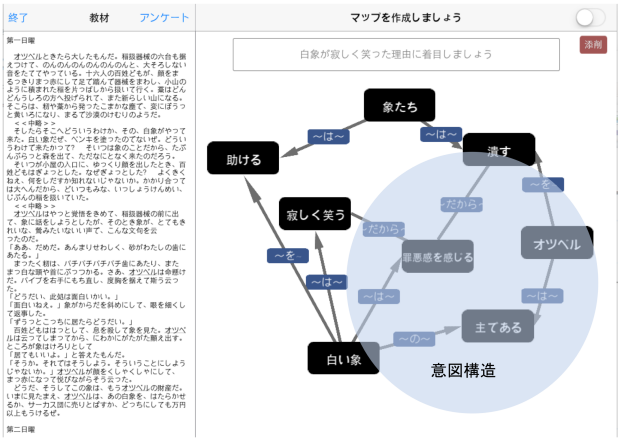


図 1 物語マップにおける物語意図の気づき

リンクに張力を感じさせることで，リンクにつながるノード（知識）間の関係が強いことに気づかせることができる．このような気づきを可能とするためには，教材ごとに，認知的気づきにつながる擬似力覚と，その呈示によって期待される呈示意図の探究プロセスおよび得られる気づきを対応づけるモデルを構築しておくことが肝要となる(1)．

3. タブレットツール

本節では，学習者の積極的関与を引き出し，認知的気づきを得させる足場を提供する２つのタブレットツールについて述べる．いずれのツールも，モデル通りに，認知的気づきを期待するマップ箇所に擬似力覚情報を事前に埋め込んでおき，学習者がその箇所を操作した際に擬似力覚を呈示するようになっている．

3.1 物語意図の気づき

物語の読解では，物語に内在する行間概念とそれを含む物語の意図に気づくことが重要である．本ツールでは，物語文を読解するプロセスへの積極的関与を引き出すために，物語文から図１に示すような物語マップ（物語に登場する人物やその行為や感情などをノードとするマップ）を作成させる．その際，行間概念を表すノードと，意図を表す部分構造（通常物語マップの部分構造として表現される）に対する学習者の操作に擬似力覚を呈示する(2)．

具体的には，行間概念ノードの操作には重さを感じさせ，意図構造に対する操作には構造に含まれるノード群全体が一緒になって移動するような動きを見せ，ノード間をつなぐリンクの硬化を感じさせる．これらを通して，行間概念の重要性，ノード群が物語上意味を有していることに気づかせ，その意味が何であるかの探究として，物語文の見直しが促されることを期待している．そして，物語文の見直しを通して，ノード群が物語意図を表すことに気づくことを促す．

このように，本ツールでは物語マップの部分構造の視覚的動きの違和感から，物語意図の探究を促し，積極的関与を高めようとしている．

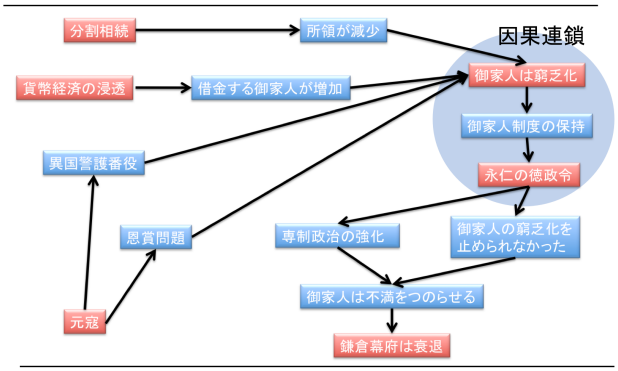


図 2 歴史マップにおける因果連鎖の気づき

3.2 歴史事象の因果的関係の気づき

歴史学習では，主要な事象間の因果関係を理解することが重要である．本ツールでは，こうした因果理解プロセスへの積極的関与を引き出すために，歴史テキストから図２に示す歴史マップ（主要事象およびそれらの因果をつなぐ媒介事象からなるマップ）を作成させる．その際，主要な事象ノードと，主要な事象間の因果関係を媒介事象の連鎖として表現した部分（因果連鎖）に対する操作に擬似力覚を呈示する．特に，媒介事象ノード間に順次操作の影響が伝播するような動きを見せて，力の伝播を感じさせる．この動きの違和感から，歴史テキストの見直しが促され，主要事象間の因果的連鎖に気づくことが期待される(3)．

このように，本ツールでは歴史マップの因果連鎖における視覚的違和感から，主要事象間の因果関係の探究を促し，積極的関与を高めようとしている．

4. まとめ

昨今，自学自修向けの道具として可能性を秘めたタブレットメディアの教育利用が盛んになりつつあるが，考えるプロセスへの主体的・積極的関与を促し，自ら気づく支援を実現することこそ，その可能性を拡く重要な鍵となると考えられる．本稿で述べた積極的関与を促す擬似力覚呈示は，そのための有望な手法といえる．今後，開発ツールの有効性を見極めて手法の洗練を図りたい．

謝辞

本研究の一部は，JSPS 科研費挑戦的萌芽研究(No.15K12408)の助成による．

参考文献

(1) 柏原昭博，塩田剛：擬似力覚呈示による知識構築支援，電子情報通信学会論文誌 Vol.J98-D, No.1, pp.104-116 (2015).
(2) 梅津和朗,柏原昭博：物語文における意図理解支援のための擬似力覚呈示とその評価，教育システム情報学会研究報告，Vol. 31, No. 4, pp.25-32 (2016).
(3) Takumi Horiguchi, and Akihiro Kashihara: Pseudo-Haptics Presentation for Promoting Historical Understanding, LNCS 9753, pp.156-164, Springer (2016).

アドヒアランスの困難さに着目した 服薬指導プログラムの開発とロボットの活用

Development of Medication Guidance Program and Utilization of Robot Focusing on Difficulty of Adherence

石黒 圭太朗[*1], 真嶋 由貴惠[*1], 川原 淳[*2], 南野 早芸[*2], 金谷 崇志[*2]
Keitaro ISHIGURO[*1], Yukie MAJIMA[*2], Jun KAWAHARA[*2], Saki MINAMINO [*2], Takashi KANATANI [*2]
[*1] 大阪府立大学大学院 人間社会システム科学研究科 現代システム科学専攻 知識情報システム学分野
[*1] School of Humanities and Social Sciences, Osaka Prefecture University
[*2] 株式会社共和コーポレーション
[*2] Kyowa Corporation CO.,LTD
Email: ishiguro@mis.cs.osakafu-u.ac.jp

あらまし：近年，投薬期間が長くなること，服用する薬の種類が増えることにより，飲み残しが多くなる傾向にある．残薬や重複投薬により，医療費の増大や，副作用や相互作用による身体への悪影響が想定され，医療費削減および効果的な症状緩和を図るために，服薬アドヒアランスを向上させ，患者が薬剤投与を正しく理解し服用できる教育方法の検討が必要である．そこで，本研究では服薬アドヒアランスを効果的に向上させるための指導プログラムとして，コミュニケーションロボットの活用を提案する．
キーワード：アドヒアランス，服薬指導プログラム，コミュニケーションロボット，気管支喘息患者

1. はじめに

近年，投薬期間が長くなること，服用する薬の種類が増えることにより，飲み残しが多くなる傾向にある [(1)]．残薬や重複投薬により，医療費の増大や，副作用や相互作用による身体への悪影響が想定され，医療費削減および効果的な症状緩和を図るために，服薬アドヒアランスを向上させ，患者が薬剤投与を正しく理解し服用できる教育方法の検討が必要である．そこで，本研究では服薬アドヒアランスを効果的に向上させるための指導プログラムとして，コミュニケーションロボット（以下，ロボット）の活用を提案する．

最近ではロボットの医療・介護分野への活用研究が行われるようになった．その効果として，医療従事者の負担軽減などが期待されている．その他，ロボットのコミュニケーションは，人からの評価を恐れることなく，プライベートなことや症状の相談など発言をしやすくなることが期待できる．

2. 服薬指導プログラムの開発

2.1 医療分野でのロボットの活用

ロボットでは人間ほど高度な会話はできないが，先行研究 [(2)] によると，医療関係者とあまり会話をしない高齢者でも，積極的にコミュニケーションをとろうと行動すると述べられている．

そこで，ロボットでも人間の注意を引きコミュニケーションを創出できる性質を活かした教育プログラムを開発する．

2.2 Pepper の活用

数あるロボットの中で，次の 3 点からコミュニケーションロボット“Pepper (Aldebaran/ ソフトバンクロボティクス)”を選択した．

1. 人型で愛着を持ちやすい
2. 双方向コミュニケーションが可能
3. タブレット PC で視覚的な理解がしやすい

1 点目は，Pepper は人型であり多くの日本人に受け入れやすく愛着を持たれやすいという点である．2 点目は，ただ教育内容を音声で伝えるのではなく，声を認識し，その状況に応じた説明ができることから，双方向でのコミュニケーションが可能になるという点である． 3 点目は，タブレット PC が装備されており，ロボットの声が聞き取れない場合でも文字で表示された画面を見ることで視覚的にも理解ができるという点である．

2.3 開発

今回，「効果的なロボットの振る舞い」と「学習意欲を持たせる工夫」の 2 点に留意し開発を行った．

効果的なロボットの振る舞いについては先行研究 [(3)] を参考に表 1 を満たす指導プログラムを考案した．

また，対象者の学習意欲を高めるために，学習意欲を 4 つに分類した ARCS モデル [(4) (5)] に基づいてプログラムを設計した．

- Attention：注意を引きつける
- Relevance：対象者との関連を持たせる
- Confidence：自信を持たせる
- Satisfaction：満足させる

2.4 服薬指導プログラムの概要

開発した服薬支援プログラムは図 1 の通りである．今回は，気管支喘息患者を対象に，正しい吸入器の使用方法を動画にし，ロボットがガイドしながら指導するようにした．

表 1 ロボットの振る舞いの留意点

振る舞い	内容
動き	関連度の高いジェスチャーを用いることで認知負荷が軽減され，学習負担が低くなることが期待される
目線	目線を固定するのではなく，目線を合わせることで親密感を与えることができる
声	速さ・大きさ・高さが違和感のない声が望ましい
触れ合い	直接ロボットに触れることは相手の信用度と関係が深い

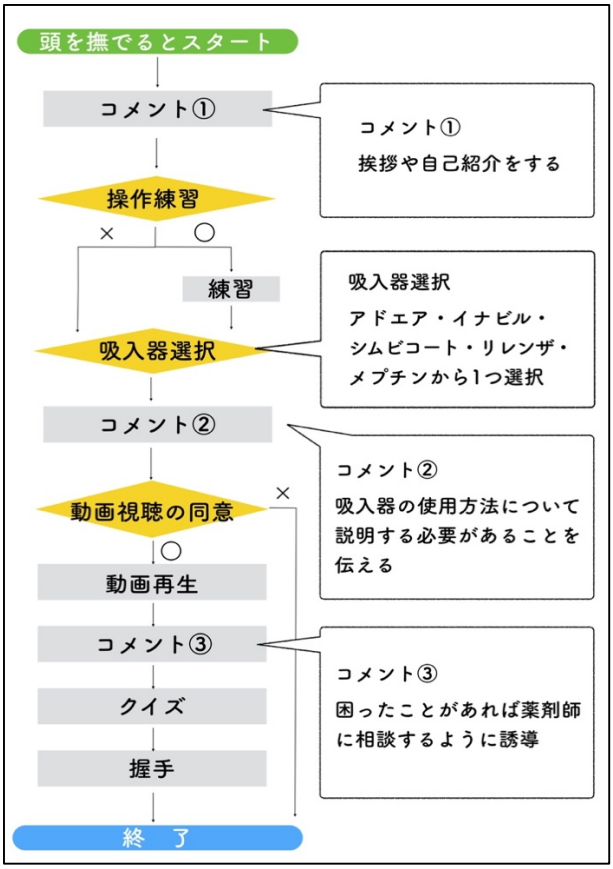


図 1 気管支喘息患者対象のインタラクション

3. 検証

3.1 方法

図 2 のように，対象者を薬剤師による吸入指導をする群（以下，薬剤師群）とロボットを活用した吸入指導をする群（以下，ロボット群）に分け，比較を行う．なお，対象者が不利益を被ることのないように，使用方法の説明は薬剤師とロボットともに教育用動画を用いて，指導内容に偏りがないように配慮する．本研究は大阪府立大学大学院人間社会システム科学研究科の研究倫理委員会の承認を受け，現在，近畿の A 薬局で協力を得て実施中である．

3.2 評価方法

指導前後，さらに指導から 1 週間後にアンケートを行うことで，薬剤師群とロボット群を比較する．アンケートにより評価する項目は「服薬アドヒアランス」「自己効力感」「患者満足度」「プログラムの機能品質」「症状の改善度」の 5 点である．

検証終了後，薬剤師群とロボット群の比較，各項目の相関性の明確化，症状や意識の改善度の推定を行うことで，開発したプログラムを評価する．

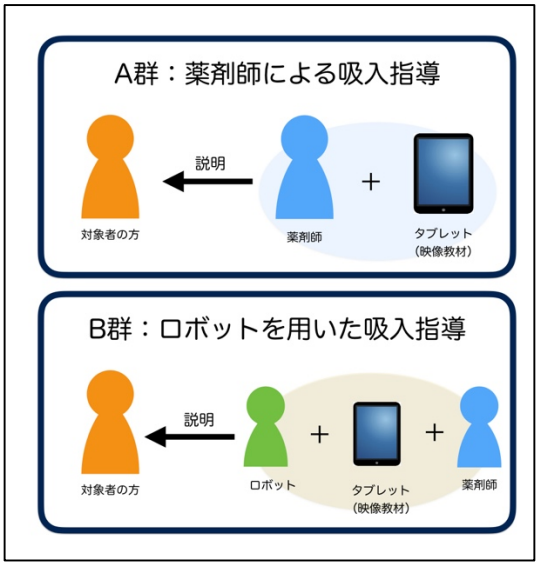


図 2 対照群別介入方法

4. まとめと今後の課題

効果的な服薬指導を行うために，まず，気管支喘息患者を対象にロボットを活用した指導プログラムの開発を行った．今後の課題として，今回の検証結果の分析と考察を行い，薬剤師と共に開発した服薬指導プログラムを形成的に評価し改善する．そして，最終的にはロボットを活用した場合の服薬アドヒアランス向上要因を一般化し，モデルを構築することを目指す．

参考文献

(1) 厚生労働省，個別事項：薬剤使用の適正化等について（2015）
(2) 和田一義，柴田崇徳，谷江和雄.介護老人保健施設におけるロボット・セラピー —実験一年目における効果の評価—，計測自動制御学会論文，Vol.42，No.4，pp.386-392（2006）
(3) James Kennedy, Paul Baxter and Tony Belpaeme, “Nonverbal Immediacy as a Characterisation of Social Behaviour for Human–Robot Interaction”, Int J of Soc Robotics, pp.109-128 (2016)
(4) J.M.Keller，鈴木克明.学習意欲をデザインする.北大路書店，pp.45-78（2010）
(5) Keller, J.M. An integrative theory of motivation, volition, and performance, Technology, Instruction, Cognition, and Learning, 6(2), pp.79-104, (2008)

医療通訳オンラインコースの構築と実践
ー学習履歴と成績等の関係性ー

Development and practice of a Medical Interpreter Online Course
-The relation between a learning history and results-

岡部 純子[*1], 大野 直子[*2]
Junko OKABE[*1], Naoko ONO[*2]
[*1] 大阪大学外国語学部
[*1]School of Foreign Studies, Osaka University
[*2] 順天堂大学国際教養学部
[*2]Faculty of International Liberal Arts, Juntendo University
Email: okaju2017@gmail.com

あらまし：本研究では，医療通訳者を育成することにより医療環境の整備に貢献することを目指し，Moodle で医療通訳オンラインコースを構築した．学習者は模擬通訳，用語集，テスト，ゲーム，解剖学入門などの画面で医療通訳に必要な技能と知識を習得できる. 社会人や大学の学部生がこのコースを使ってブレンディッドラーニングを受けた場合の学習履歴やテスト成績等の関係性を明らかにした.
キーワード：ICT 教育，医療通訳，e-learning，Moodle

1. はじめに

近年，日本における外国人人口と労働力人口が増加している．日本への「外国人入国者」の数は 1986 年に約 200 万人，1991 年に約 400 万人，2015 年に約 1,969 万人に達している（法務省「平成 27 年速報値」）. 日本国内の「在留外国人」の数は 2016 年 6 月末に約 230 万に達している．2013 年 6 月末からの年間で 25 万人の増加である（法務省「在留外国人統計」）.

このように日本に入国または在留する外国人が増えつつある現在,「通訳を提供できる体制」を備えた病院は 35%しかない．外国人が理解できる「案内表示」を備えている病院は 16%で,「説明書」や「同意書」を備えた病院は 16%である（厚生労働省「厚生労働省における医療の国際展開に関する取組」）. 診察，検査，治療などの際にコミュニケーションのうえで弱者になりがちな外国人を支援する一環として医療通訳の養成が必要とされている.

しかし，日本の医療通訳講座の多くは大都市での有償での集合研修に限られている．また，大学で実施されている医療通訳教育のほとんどは大学院生対象か公開講座で，大学学部での医療通訳教育はほとんどない．そのため，本研究では医療通訳に必要なスキルを明確化し, Moodle をプラットフォームとして医療通訳オンラインコースを構築し，教育を実践した. Moodle は日本の大学のうち約 4 割で採用されているが,「学習効果の把握」についてはまだ十分に行われているとは言えないため, Moodle を活用した場合の学習効果を把握し，検証した [(1)].

2. 方法

大野（2003）が文献調査で明らかにした医療通訳に必要なスキルは 1）正確な通訳，2）医療用語や人体に関する知識，3）医療通訳倫理， 4）非言語コミュニケーションスキル，5）異文化コミュニケーションスキルである．この 5 つのスキルを身につけるために，Moodle で学習項目と学習順を学習モデル [(2)] として提示し，学習資源を提供した.

このオンラインコースでは文字を読んだり音声を聞いたりするだけでなく，声に出して話す，対応する用語の訳語や身体の図を動かすなどの活動をしながら，医療通訳に必要な技能と知識を習得できる.

模擬通訳画面では患者と医療者の間で声に出して練習を行う．この画面は双方向型のコンテンツとなっているため, 受講者は自分の必要に応じて「助け」としての反応を出すことができる.「助け」としての音声や文字を再生させなくても正確に短時間で通訳できるようになることが目標となっている．相手がいない場合に不足しがちなロールプレイをすることができ，自分の発話を（Web または教室で）録音・提出することができる.

医療用語の画面では受講者が自分で抽出した用語を出題範囲として音声を聞き，テストやゲームの画面で反応を見て，医療用語の定着を確認できる.

Moodle の「レッスン」画面では医学知識は自主的に学び，自分の進捗率を確かめつつ，確認テストで理解と記憶を確認できる.

異文化コミュニケーションや医療通訳倫理の画面では動画や文書を参照し，医療通訳の仕事をするうえでどのような注意点や配慮が必要なのかを知り，考えることができるようになっている．学習者が考えた結果は, オンラインで提出することが可能だが, 対面授業との組み合わせができるならば，教室でのディスカッションを行い，自分の考えを伝えることができる．対面授業であれば，一人の考えだけではなく，ほかの受講者や講師などのさまざまな考えを聞くことができるため，自分の考えたことが妥当な

のかどうかを考え直し, 調整することが可能となる.

このオンラインコースを活用し，社会人や大学生を対象として教育を実践し，学習効果を把握した.

3. 結果

社会人や大学の学部生を対象として本オンラインコースでの自習と集合研修を実施した場合の受講者の属性（実務歴等）とアンケート回答，学習履歴とテスト成績との関連性を以下のように確かめた.

3.1 社会人の集合研修とオンライン学習の場合

一般市民を対象とした「医療と言語」に関する講座（大阪）には 34 名が出席した（20 代から 60 代, 男性 5 名，女性 28 名，不明 1 名）. 集合研修の会場では問診票を使ったロールプレイなどを実施し，その後オンラインでの自習期間を提供した.

出席者のうち医療通訳経験者は 11 名で, 出席者の約 32%を占めていた. オンラインで学習するかしないかは受講者の任意としたところ，医療通訳経験者 11 名のうち 6 名がオンラインで自主的に学習を進めていた. 最長アクセスは 3 ヵ月間で約 21 時間だった. この受講者は医療通訳者で，海外経験がないながらも，平均すると 1 ヵ月に約 7 時間（10 日間に約 2 時間 20 分）自主的に学習していたことが把握できた.

学習後のアンケートでは模擬通訳画面については「重点的に繰り返せる」などの回答があり，医療用語画面については「ゲーム感覚で覚えられた」などの回答があった（改善案はコースに反映した）.

3.2 大学生によるオンライン学習と反転授業の場合

大学の学部生を対象とした私立大学での授業（東京）の参加者は英文学科の 3〜4 年生，11 名だった（女性 11 名）. 学習者は事前に指定された範囲をオンラインで自習した. 自習期間終了後には教室での反転授業を実施し，診療場面のロールプレイ，異文化コミュニケーションに関するディスカッション（アクティブ・ラーニング）を実施した.

学習前後のテストを受けたのは 11 名のうち 10 名だった. 指定範囲のパフォーマンスを受講前後に録音し，エラー分析を行った結果，すべての項目で受講後に改善が見られた.

Moodle での学習履歴からは以下のことが把握できた. オンライン学習の機会を得た 11 名は全員がオンラインでの自習をした（うち 1 名は反転授業に参加せず，未受験）. 参加者のうち 60%の受講者が 10 日間の間に約 1 時間〜2 時間の自習をした. 参加者のうち 40%の受講者が約 15 分から 45 分の自習をした. 約 1 時間〜2 時間のオンライン自習をした 6 名のうち 5 名はエラーが 0 回になった. オンラインで約 15 分から 45 分の自習をした 4 名のうち 4 名はエラーが 1 回〜3 回に減った.

3.3 他のセミナーへの参加とオンライン学習の場合

医療通訳に関するその他のセミナーへの参加後に個人でオンライン学習をした例がある. 例えばオンラインで 10 日間に約 64 分の自習をした例がある. またオンラインで 10 日間に約 50 分の自習をした例がある.

上記の例を見ると，大学の学部生が 10 日間で約 1 時間から 2 時間のオンライン学習を行うならば，その自習時間は妥当で, 学習効果もあると評価できる.

4. 今後の課題

今後の課題の 1 つ目は適切な学習時間の提示である. 現在の日本国内の医療通訳教育（対面授業）では 112.5 時間の学習時間が平均とされている. 本オンラインコースを活用した場合には, 約 40 時間（米国教育システム標準）で学習できる可能性がある. 上記の「3-1」で見た医療通訳者のように，3 ヵ月で約 20 時間のオンライン学習をするならば, 6 ヵ月で約 40 時間でのコース修了が可能となる. 今後も受講者の学習時間を参考にして，学習項目ごとに「学習目標時間」を表示し，学習者が自習を進め，スキルを向上できるように促すことが必要である.

2 つ目の課題は,（オンライン上の学習者の真の姿は把握できないとしても）アクセスログから学習者の行動を想定し，コース設定の改善や対面授業の指導に役立てることである.

3 つ目の課題は，本コースの模擬通訳画面と同様の学習画面を用いて教育を実践した場合の「処置群」と「対照群」で学習効果を検証することである（現在検証中）. あるいは, 教室環境では対照群を設置することが困難であるという理由により処置群のみで事前テスト，事後テストを実施する場合には，コース内の設定や年度ごとの授業形態を改善させた場合のテスト結果等のデータを収集し，学習効果のさらなる把握（検証）を行うことである.

5. 結論

以上のように医療通訳に必要な 5 つのスキルを向上するためには, Moodle を使ったオンラインコースで学習資源を提供することが有用であることを確かめた. 目安としては 10 日間に 1 時間から 2 時間のオンライン学習で効果が顕著であることを確かめた.

6. 謝辞

本研究は平成 26 年度科学研究費補助金･研究活動スタート支援「在日・訪日外国人のための医療通訳養成システム構築に関する研究」（課題番号 26893276，代表：大野直子）の支援を受けた. 現在も科学研究費補助金により研究開発を継続している.

参考文献

(1) 大澤真也, 中西大輔編: “e ラーニングは教育を変えるか : Moodle を中心とした LMS の導入から評価まで”, 海文堂出版, 東京 （2015）
(2) 教育工学会監修，矢野米雄，平嶋宗編著: “教育工学とシステム開発”，ミネルヴァ書房, 京都 （2012）
(3) Rockart, J. F. and Morton, M.S.S.:“Computers and the Learning Process in Higher Education”, McGraw Hill, New York （1975）

多視点カメラを用いた机上での看護技術に対する教材映像の生成
Simple creation method of learning video for a clinical nursing skill on the desk

嶌田 聡[1)]、真嶋 由貴恵[2)]、 石亀 篤司[2)]
Satoshi SHIMADA
1)日本大学工学部 2)大阪府立大学
1) College of Engineering, Nihon University, 2) Osaka Prefecture University
Email: shimadas@ee.ce.nihon-u.ac.jp

あらまし：看護技術は手順が決まっているが、各手順では様々なケースがあるので、現場で実践されている看護技術を容易に教材化できれば、状況に応じて適切に対応する実践知や経験知の発掘と共有が推進できる。本稿では机上で行う看護技術を対象として看護現場での実践的な作業から教材映像を簡易に作成する方法を提案する。提案方法は編集シナリオを事前に設定しておき、複数の固定カメラで撮影した映像から工程判別、カメラ選択とエリア選択を行うことで教材映像を自動編集する。6 件の看護技術を対象に行った実験により提案方法の妥当性検証した。
キーワード：技能伝承，e ラーニング，教材作成，映像編集

1. はじめに

技能伝承やスキル獲得等の学習には映像がよく利用されている。教材映像の制作にはコストがかかるので、作業の様子を記録したわかりやすい映像が自前で簡易に制作できれば多くのノウハウ映像を共有することができる。看護技術は手順(工程)が決まっているが、各手順では様々なケースがあることが多い。現場で実践されている看護技術を容易に教材化できれば状況に応じて適切に対応する実践知や経験知を発掘して共有できるのでそのメリットは大きい。本稿では机上で行う看護技術を対象として、看護現場での実践的な作業から教材映像を簡易に作成する方法を提案する。

2. 基本的考え方

技能映像の活用において重要なシーンが隠れてしまうことは致命的な問題である。１つのアングルだけでは死角が発生しやすいので複数アングルからの映像が必要である。また、作業内容を把握するには全体の俯瞰映像と細部のアップ映像が必要となる。さらに、病院スタッフだけで業務中に運用することを考慮すると撮影の都度、カメラマンや三脚を配置することは現実的ではない。

そこで、作業対象を確実に記録でき、必要に応じてアップ映像を後処理で生成できるように、広角で高解像度（4K）の固定した複数のビデオカメラを常設しておく。取得した複数視点映像を素材とし、どの視点映像を採用するかのカメラ選択と、ショットサイズを決めるエリア選択を編集シナリオとして規定しおくことで映像編集を自動化する[1,2]。

3. 提案方法

3.1 作業工程単位でのカット編集

本研究では、注射のときの患者の腕のようにメインの作業対象が机上やベッド上にあって移動しない看護技術を対象とする。このような看護技術はメインの作業を行っている手元作業と全体作業の繰り返しになる。手元作業と全体作業の工程判別を行い、工程単位にカット編集を行う。

手元作業を行っているかの判別は、天井に設置したカメラで真上から撮影した映像において手元作業の領域を設定し､その範囲内での動きの有無で行う。オプティカルフローで動き量を検出し、その動き量がしきい値を超えた場合は手元作業であるとする。

3.2 カメラ選択とエリア選択

手元作業は作業範囲が限定的で狭いことから作業の詳細を把握できるようにアップ映像とし、全体作業は広範囲になることもあるので俯瞰映像とする。

カメラ選択については、手元作業は天井カメラを採用する。全体作業の適切な撮影アングルは、作業対象が移動しないことから看護技術によって定まっていることが多い。全体作業の様子が把握しやすいアングルのカメラを事前に選定しておく。

教材映像でのショットサイズになるエリア選択は、手元作業については天井カメラ映像において作業対象や手の移動範囲を囲むエリアを事前に設定しておく。全体作業は選定したアングルのカメラ映像から作業全体の様子が分かる範囲を事前に設定しておく。

3.3 編集シナリオによる教材映像の生成

以上に述べた工程判別、カメラ選択とエリア選択を編集シナリオに規定しておく。必要な設定を表１に示す。提案方法は､自動撮影で素材映像を取得し、素材映像のプレビュー時に簡単な表１の設定を行うだけで教材映像を自動編集する。編集の原理を図１に示す。

4. 実験

4.1 実験方法

対象とする看護技術は、CV（中心静脈）ポート穿刺、エンゼルメイク、褥瘡ケア、点滴静脈内注射、CV 挿入介助、ストレッチャー移送の６件とする。総

合病院看護部の協力を得て看護研修室の四隅と天井にカメラを設置して５方向から撮影した。５つの素材映像を画面分割で同時にプレビューして、表１のカメラ選択とエリア選択に関する設定を行う。工程判別のための手元作業領域の設定例を図２に示す。

4.2 実験結果

(1)生成した教材映像

自動編集した教材映像の例を図３に示す。工程判別が有効に機能して、アップシーンと俯瞰シーンが切り替えられている。また、４K のビデオカメラで撮影しているのでアップ映像でも画像品質がよく、カメラ選択とエリア選択は概ね良好であったことからどのシーンでも作業内容を把握することができた。

工程判別については手元作業を行っている区間を目視で判定した結果を正解として精度評価を行った。正解の工程切り替え数は 6 件の看護技術で 98 カットであった。表２に示す通り、提案方法で検出された切り替え数は 99 カットで、未検出 2 カット、誤検出 3 カットであり、精度よく工程判別が行えた。

(2)教材映像の主観評価

生成した映像が技能習得の教材として有効であるかを検証するため看護師２名による主観評価を行った。提案方法で検出した 99 カットについて、アップと全体の切り替え(Q1)、カメラアングル(Q2)、ショットサイズ(Q3)が、作業の手順や詳細を確認する教材映像として適切であるかを 5 件法（1: とても悪い,2: 悪い,3 普通,4 良い,5 とても良い）で評価してもらった。その結果、評価スコア 5 のカットは Q1 が全体の 91%、Q2 は 100%、Q3 は 97%と高く評価された。Q1 で評価 3 が 7 個、評価 2 が 6 個のカットは工程判別を誤ったカットや、全体シーンであったがアップシーンの方が見やすい意見があった。Q3 で評価 3 が 3 件あったが、ショットサイズが少し小さく看護シーンがフレームアウトすることが原因であった。

5. まとめ

机上での看護技術を対象に複数の固定カメラで撮影した映像を自動編集する方法を提案した。初期設定として、手元作業のエリア選択、全体作業のカメラ選択とエリア選択、工程判別のための手元作業範囲の設定を行う必要があるが、いずれも簡易に行え、自動編集した映像は教材として利用できる見通しを得た。

謝辞

映像撮影にご協力頂いた大阪府立成人病センター看護部の皆様に感謝いたします。本研究は JSPS 科研費 26293451 の助成を受けたものである。

参考文献

(1) 嶌田,他:看護実践知データベース構築のための技能映像の簡易生成法、第 49 回 ME 学会東北支部大会 A4-2
(2) 真嶋,他:他施設との共有を前提とした臨床看護技術映像の簡易作成方法の提案と検証,Jsise2016 年第 1 回研究会 B1-5,2016

表１　編集シナリオでの設定項目

種別	メインの手元作業	全体作業
工程判別	天井カメラ映像での手元作業範囲を設定	
カメラ選択	天井カメラを選定	採用するカメラを1つ選定
エリア選択	映像全体で1つの範囲を設定	

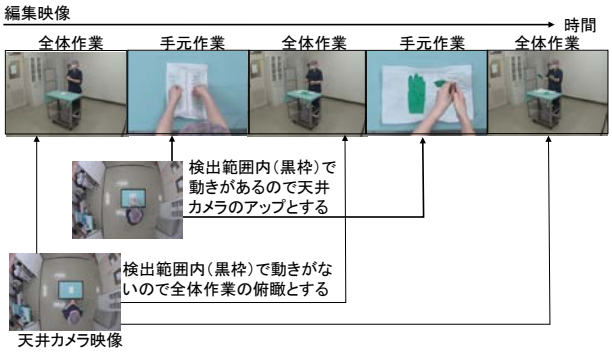


図1 提案方法による教材映像の生成

図２　工程判別のための作業領域の設定例

図3 自動生成した教材の例

表２　行程判別の結果

看護技術	正解	未検出	誤検出	再現率	適合率	F値
CVポート穿刺	23	0	3	1.0	0.87	0.93
エンゼルメイク	38	1	0	0.98	1.0	0.99
褥瘡ケア	6	0	0	1.0	1.0	1.0
点滴静脈内注射	11	1	0	0.92	1.0	0.96
CV挿入介助	12	0	0	1.0	1.0	1.0
ストレッチャー移送	8	0	0	1.0	1.0	1.0
計	98	2	3	–	–	–

医療におけるチーム制診療支援としてのグループウェア・LMS 活用方法

How to use groupware and learning management systems as supporting medical team in the hospital

杉木大輔[*1*2], 鈴木克明[*2], 喜多敏博[*2], 都竹茂樹[*2], 松島久雄[*1]
Daisuke Sugiki [*1*2], Katsuaki Suzuki [*2], Toshihiro Kita [*2], Shigeki Tsuzuku[*2], Hisao Matsushima[*1]
[*1] 獨協医科大学越谷病院救急医療科
[*1] Dokkyo Medical University Koshigaya Hospital , Department of Emergency and Critical Care
[*2] 熊本大学大学院社会文化科学研究科教授システム学専攻
[*2] Graduate School of Instructional Systems, Kumamoto University
Email: dsugiki@st.gsis.kumamoto-u.ac.jp

あらまし:医療におけるチーム制(グループ制)での診療は働き方の改革の一つとして挙げられているが、なかなか機能しないケースも多い。その理由にグループ内の伝達が不十分になることや診療支援ツールの不足などが問題点として挙げられる。そこで情報を共有し、診療を支援するツールを提供できる環境をグループウェアで構築することに取り組んだ。それらを活用しながら学習管理システム（LMS）を用いて職場での学習を促進させる工夫も実践してきたので報告する。
キーワード:チーム制、グループウェア、学習管理システム、学習環境

1. はじめに

長時間勤務や主治医制による心理的負担の大きさなどから医療現場における働き方改革の一つとして、チーム制(グループ制)での診療が提案されている。中でも救急医療は特に不規則な勤務や多くの重症患者を抱える心理的負担が大きく、1 週間当たりの実勤務時間も各診療科の中では最も多くなっているため(1)、チーム制の導入が望まれる。松尾は働き方の改革により長期的に仕事を続けられる環境づくりのために重要であると指摘している(2)。一方、木下らは実際にチーム制を実行してみると、指示出しが速くなり、仕事の漏れは減り、業務の効率化が見られたとその結果を報告している(3)。その中でグループ内の伝達が不十分、責任の所在があいまい、家族説明で細かいニュアンスが変わるなどの問題点も指摘している。2010 年から当救命救急センターでは、人手不足もあり、診療体制を主治医制からチーム制に移行した。チーム制の導入によりシフト勤務、休日の増加、長時間労働の減少、責任の分担による心理的負担の軽減など働き方に変化が生まれた。しかし徐々に情報伝達が不十分な面や診療上の漏れや抜け、診療のバラつきといった問題が表面化してきた。そこでチーム全員で問題を共有した後、情報共有と診療の質の標準化を促進する仕組みを導入することとした。医療における業務や看護へのナレッジマネジメント(4)や情報共有の方法(5)を参考にし、導入しやすいグループウェアを採用した。そして蓄積されたナレッジを新入職の若手医師や初期臨床研修医が学習できる場として学習管理システム（LMS）を活用することとした。こうした救急医療現場における職場環境の改善が職場の学習環境にも良い影響を与えている。その取り組みについて報告する。

2. 救急医療におけるグループウェアの活用

在宅医療における情報共有にグループウェアを活用し、参加メンバーの業務負担は少なくなり、情報共有により単なる連携からチームと呼べる一体感が生まれる(5)とした報告や個人の暗黙知をチームで共有することを可能にするツールとなる(6)という報告から医療現場でのグループウェアの活用は妥当と判断した。機能として掲示板、フォルダの共有、資料のバージョン管理や情報のタグ付けも可能な無料のグループウェアを採用した。

グループウェアでは一般的な病院内の連絡事項やマニュアルなどを共有する以外にも、他職種から当センターへの要望や連絡事項、スタッフからの報告、などを共有した。またガイドラインへのリンクや当センター内でのルールも掲載し、新入職医師へのオリエンテーションに活用できるナレッジとして蓄積していくこととした。また診療プロトコルという診療の標準化の成果物をグループウェアで共有することとした。これは担当者が診療プロトコル案を作成し、グループウェアの掲示板と対面の検討会でディスカッションを重ね、修正し、全員の合意を得たものだけを現場で活用していく仕組みとしたものである（図１）。このディスカッションの場と診療プロトコルの共有をグループウェア上で行った。チームメンバーである初期臨床研修医もこの診療プロトコルをグループウェアで共有し、ジョブエイドとして現場で活用することができるようなった。現在診療プロトコルは 49 個策定され、グループウェア上で共有し、診療現場で研修医もジョブエイドとして利用している。アンケート調査では、診療プロトコルの導入により診療の標準化が進み、現場で非常に役立つという意見が多く得られた。また実際に現場での活用により行動変容につながった事例も経験した。

3.　救急医療における学習管理システム

研修医は救急医療研修開始前にかなりの不安を抱えており、こうした不安を払拭するため業務の概要や基本的な姿勢、事前に必要な知的スキルを提示することが e ラーニングで可能である。また研修は業務遂行と併行しているため、前述した診療の標準化を推進するための診療プロトコルを臨床現場で応用できることが必要である。そのため診療プロトコルに関連する言語情報の習得と知的スキルの獲得を目的として学習管理システム（LMS）を活用することとした。試験運用では Moodle を用い、運用方法については試行錯誤を繰り返した。現在は LMS を dotCampus に移行し、コンテンツを一部リニューアルした。e ラーニングの学習目標として 1）実際の現場で必要な知識を説明できる、 2）得た知識を現場の問題解決に適用できる、とした。救急研修前には研修の心得や業務内容の把握というコンテンツと入職時トレーニングで獲得した知的スキルの確認テストという 2 項目の受講を必修とした。コンテンツは研修開始前に実施すべき内容と救急医療研修中に自主的に学習できるもの、それぞれの冒頭には臨床で遭遇するシナリオを示し、臨床上の問題解決に役立つ内容であることを受講者に明示した。そのテーマに関連する資料には診療プロトコルとその根拠の文献などを活用した。また診療プロトコルや業務を進める上で最低限必要な知識は選択式問題で確認することとした。初期臨床研修医からは知識の整理や実際の現場で役立つと概ね好評であるが、画面構成が見にくい、記述式の解答が文字化けする、などデザイン上の問題を指摘され、改善した。

4.　考察

チーム制における情報共有と診療の標準化には、診療の標準化の仕組みとグループウェアによる情報共有、意見交換、知識の蓄積が重要なポイントであった。またこうした取り組みを職場学習につなげるためには、それぞれに設定された学習の機会を上手く活用することである。診療の標準化の仕組みを各人の学びの機会とするには掲示板の書き込みを促すことが一つと考えた。開始当初は一つのテーマ当り平均 2.3 件のコメントと低迷していた。その後の半年間は平均 5.1 件、直近 5 回の平均書き込み数は 8.4 件と上昇してきている。診療プロトコルの内容を確認し、学習の機会としている可能性が高く、掲示板へ書き込むことや意見を表出することへの抵抗がなくなり、自由に意見を言える場になってきたことが示唆される。また LMS は新入職の医師や初期臨床研修医にとって救急初期診療の基礎知識や診療プロトコルの活用について学習する機会として有用である可能性が高い。グループウェアと LMS の医療現場における活用方法と課題のまとめを表 1 に示す。職場環境の改善と学習環境の整備は職場における学びの機会の創出という点で考えると常にリンクしていると言える。毎年チーム制を構成するメンバーは変化していくため、今後もその時々にフィットしたチーム制の運営やそこで発生した問題解決に取り組み、学習環境のデザインにつなげていきたいと考えている。

5.　まとめ

医療におけるチーム制診療支援としてのグループウェアと LMS の活用方法を示した。

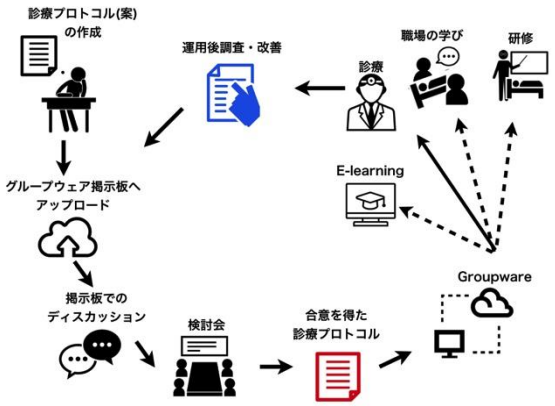


図 1 診療の標準化を推進する合意形成システム

	グループウェア	学習管理システム
活用方法	情報や経験の共有 他職種の意見交換 診療プロトコルの作成や検討、共有 患者情報の共有 ジョブエイドの共有	診療に必要な基礎事項の確認 自己評価 研修医用ポートフォリオ
課題	情報セキュリティ	アクセス数

表 1 医療現場におけるグループウェアと学習管理システムの活用方法と課題

参考文献

(1) 厚生労働省中医協：“病院医療従事者の負担軽減について（その２）”, http://www.mhlw.go.jp/stf/shingi/2r98520000018toj-att/2r98520000019ok5.pdf（参照 2017.5.30）
(2) 松尾睦：“救急医の熟達と経験学習”，國民經濟雜誌, Vol.202, No.4, pp. 13-44（2010）
(3) 木下竜太郎, 瀬戸上貴資, 堤信：“新生児医療に携わる医師確保のための新しい試み”, 日本小児科学会雑誌, Vol.113, No.11, pp. 1739-1743（2009）
(4) 鎌田剛：“知識創造としての情報システム開発 ： 特別医療法人財団董仙会のケース・スタディ”，日本医療経済学会会報, Vol.23, No.1, pp. 11-30（2004）
(5) 朝比奈完：“クラウド上のグループウェア・サイボウズ Live を用いた在宅医療における情報共有の試み”，癌と化学療法, Vol.38, Suppl.I, pp.17-19（2011）
(6) Househ M.S., Lau F.Y.: “Collaborative Technology Use by Healthcare Teams.”, Journal of Medical Systems, Vol.29, Issue 5, pp. 449-61（2005）

大学専門基礎数学における反転学習用動画教材の開発と LMS の活用

On the Development of Video Materials for College Mathematics and Their Applications with LMS

吉冨 賢太郎
Kentaro YOSHITOMI
大阪府立大学 高等教育推進機構
Faculty of Liberal Arts and Sciences, Osaka Prefecture University
Email: yositomi@las.osakafu-u.ac.jp

あらまし：大学初年次「線形代数」は，前期においては高校から履修対象でなくなった行列を導入し,後期においては抽象度の高い内容となり，数学系以外の学生には敷居の高い科目の 1 つと考えられる．3 年前から後期内容について動画教材開発を行い，2 年間後期授業のみであるが，反転授業の展開を試みた．また、視聴確認を含めた LMS 上の小テストを開発し，アンケート結果による教材の改良を継続して行ってきた．さらに，今年度は前期内容に対応して，行列について動画と問題の開発を行い，反転授業を試みている．動画教材開発における留意点や視聴させる工夫について報告する．
キーワード：数学教育，e ラーニング，動画教材, LMS 活用

1. はじめに

よく知られているように, 反転授業（Flipped Class)は，動画教材を中心とする自習教材によって事前学習を行い，実際の授業(対面授業)においてより理解を深めるための学習活動を行う授業形態であり，このような学習を反転学習（Flipped Learning）と呼ぶ．ここでは，総称して反転形式と呼ぶことにする．

本稿では，大学専門基礎数学科目の線形代数において，2 年間，後期の抽象度の高い内容に関する授業を反転形式により展開した事例と，今年度進めている前期の行列に関する内容の動画開発と LMS を利用した活用について経過報告し，問題点と今後の改善のポイントについて考察したい．

2. 先行事例と動機

日本における反転授業は，初等中等教育においては広まりつつあり，また，高等教育においても数学以外では報告事例が散見されるようになった．しかし，大学専門基礎数学においては，海外を含めてもまだ事例が多いとは言えない．

特に日本における線形代数での運用事例については皆無であり，全学で反転授業に取り組んでいることが知られている金沢工業大学においても線形代数は 2015 年度以前においては実施されていない．

一方，これまで線形代数を担当してきた実感として，線形代数の特に抽象的な内容については，学生の理解度は不十分であり，計算技能においてのみ試験をパスすることだけに専念しているように見られ，理論的な理解が不足していると思われる．

上述のように先行事例が皆無である線形代数の反転授業であるが，より深い理解を伴う学習のためには，検討する必要があると考えた．本学では後期の履修内容である抽象的な内容，例えば，部分空間の定義や線形写像の核・像の基底や次元，基底と表現行列，対角化が登場する場合には概念理解が重要であり，反転形式には有効性があると予想した．以上が本研究の動機である．

3. これまでの事例

以下に年度毎の事例を紹介する. 各事例において，動画の作成は主に TeX+beamer によるスライド（図 1）を用い, TechSmith 社の Camtasia Studio を使用した．ただし，例題解説については，iPad Pro 9.2 の画面を QuickTime 経由で録画し，同ソフトで編集した．また，本学の LMS は Moodle ベース（図 2）であり，小テストは一部多肢選択問題を含む STACK による問題を随時開発して利用した．

3.1 事例 1 (2014 年度後期・工学域対象)

2014 年度後期から動画開発を開始, 反転形式での授業展開はできなかったが, 復習に使える教材として開発を行い, YouTube にアップして利用した [(1)].

結果として,「疑問のある解説だけを見た」が 37%, どれも 1〜2 回見たが 37%，半分程度見たが 16%であった．また，視聴目的調査でも，実数で復習のみが 32，予習のみが 6，両方が 11 であり，予習利用には至っていないことがわかる．

3.2 事例 2(2015 年度・知識情報システム学類対象)

2015 年度においては, それまで工学域(旧工学部)対象のみであったのが, 現代システム科学域知識情報学類 2 回生向けクラスとなった．そのため，非常に学力が読み辛く，また，前期の担当者が別ということもあり, 反転形式の導入には困難が予想された．

実際，動画について，最初からわからないという学生が多く，一般には反転形式として本来あまり行わないダブルティーチング(対面授業においても同じことをもう一度教える)スタイルをとらざるを得なかった．また，視聴を促すための課題の分量が多過ぎるという意見が多く，学生の履修授業数との関

連もあったと思われるが，授業進行は困難を極めた．

この事例から，一般論の解説から始めると学生の視聴意欲が低下し，学力によっては殆ど視聴しなくなるケースがあり，視聴確認問題の設置も効果を持たないことがわかった [(2)]．また，毎回の後半の動画ほどやはり「よくわからない」と答えた場合が多く，同じ章の内容でも後半に同様の傾向が見られることから，内容が進行して行くと動画だけでの理解度は急速に低下していくことが明らかとなった．

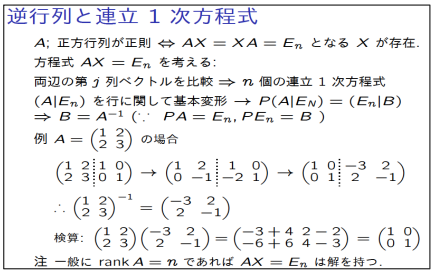


図 1　スライドの例

図 2　授業支援システム (Moodle) の一画面

3.3 事例 3(2016 年度後期・自然科学類対象)

事例 2 に続き担当経験のないクラスが対象で，生命環境科学域自然科学類の 1 回生を担当した．このクラスの学生は「前期が非常に”楽勝”だったので，後期も楽にとれると思って履修した」という学生や後期のみ再履修の学生も含まれるなど，前期の履修内容について，想定できる理解度が事例 2 以上に深刻な事例であった．また，授業支援システム(LMS)へのアクセス自体が低調な学生が当初から相当数存在し，初回 1 題目の視聴確認問題を期間内に完了した者は 22%，最後まで未完了だったものが 16%，1 ヶ月以上かかったものが 36%，中には年が明けてから完了という者もいた．

また，動画に関するアンケートでは視聴時間(分)，および理解度(「1.よくわかった」～「5.全くわからない」)について，反転形式を利用した 10 回目までの授業でほぼ共通して，動画の視聴時間は 1 本あたり約 11 分，理解度平均は 2.2～3.2(後半)であった．一方で視聴しない学生も多く，動画利用の最後の回(10 回目)では，履修学生の約 45%が視聴しなかった．

本事例では，毎回の動画構成として最初は具体例，後半は抽象的な説明と推移するよう多くを改訂した．が，上述のように最初から見ない学生が多く，改訂による実効性は検証できなかった．

3.4 事例 4(2017 年度前期・工学域機械系対象)

今年度は工学域を通年で担当することになった．前期内容の動画教材を新規に開発中である．抽象的な内容は少ないが，一般的な記述は極力避け，具体的な例を先行して示すように配慮している．定義や性質は最後にまとめ，授業で同じ内容を確認することを想定している．また，動画視聴を促す試みとして，成績評価に組み入れるポイント制を導入した．評価対象のうち平常点を重視し，動画視聴やオンラインテスト実施によりポイントで稼ぐという形にすることによって，授業時間外学習を促進させる試みである．現在のところ積極的な学生も相当おり，その成果については大会当日報告したい．

4.　今後の課題

今年度の動画作成により線形代数の概説については通年の内容が一通り揃う．今後は，具体例が優先していない動画の改訂を随時行っていく．また，問題を解くことによって，理解が深まることも事実であり，計算技能の習熟というよりは論理的な説明に重点を置いた例題解説の動画を拡充していきたいと考えている．また，本研究においてはスマートフォンの活用を重視した教材開発を行っているが，学生のコメントからも，計算や思考過程において紙媒体の利用も必須であり，「紙・動画・視聴確認用の LMS 小テスト・発展演習・授業での解説」を一連の流れとする履修目標毎の教材の枠組みを設計していくことが重要であると考えられる．学生が授業支援システムを利用するときに感じる煩雑さを避けるような工夫が必要である．

今年度から導入したポイント制は学生に一定のモチベーションを与えたと思われるが，一方で出遅れた学生も少なからずおり，課題に関する上述のような工夫や利用可能時間をシステムで適切に制御することで，授業時間外学習を木目細かに支援するような教材設計を検討していきたい．

謝辞

本研究は JSPS 科研費 15K00926 の助成を受けたものです．

参考文献

(1) 吉冨　賢太郎: “線形代数の自作解説動画の授業利用と効果検証”，日本数学教育学会第 97 回全国算数・数学教育研究（北海道）大会，(2015)

(2) 吉冨　賢太郎: “大学専門基礎数学における反転授業に向けた動画教材開発”，JSiSE Research Report vol.31, no.1(2016-5), pp.107-113

多文化共生のための視聴覚メディアを活用した地域日本人への情報発信の検討

Consideration of Information Diffusion to the Regional Japanese by Using the Audiovisual Media for Multicultural Symbiosis

竹上 瑞穂
Mizuho TAKEGAMI
宇都宮大学大学院国際研究科
Graduate School of International Studies, Utsunomiya University
Email: mt1106a@gmail.com

あらまし：今日，多くの国からの外国人が多数日本で生活している．これまでの地域日本語教室による日本語指導だけでなく，地域社会における多文化共生への取り組みが必須となっている．筆者は地域に在住する外国人と日本人とのコミュニケーション構築に着目し，これまでに，群馬県玉村町で在住外国人による日本語スピーチの会を開催，そのスピーチの映像を編集し，映像情報として地域に在住する日本人へ情報発信するという手法による異文化相互理解を支援する取り組みを検討している．本報では，実践結果に基づいて支援の状況を報告する．
キーワード：異文化相互理解，多文化共生，地域日本語教室，映像媒体活用

1. 研究背景及び目的

地域社会における外国人在住者に対し，生活や日本語習得の支援を行う団体の一つに「国際交流協会」があり，その活動の一つに「地域日本語教室」がある．地域日本語教室は各地域における外国人と日本人との交流拠点や異文化相互理解の発信拠点の役割を持つとされているが，地域日本語教室の活動実態は在住外国人への日本語指導である「学校型日本語教育」が中心となってしまっており，多文化共生に向けた相互理解活動である「社会型日本語教育」の現状は芳しくない現状がある．また，異文化相互理解や多文化共生の地域全体への展開や浸透させる活動はさほど多くなく，「地域社会の多文化共生」は多くの課題が残されている．

本研究では地域日本語教室の活動において地域に向けた活動である「日本語発表会」の活動に着目し，発表会を映像メディアを用いて支援すると共に，発表会の映像を地域に発信することで地域社会の多文化共生の拡充について検討するものである．

2. 在住外国人支援に関する先行研究

池上（2007）は，行政が主体的に果たすべき地域日本語教育支援活動を地域のボランティアが肩代わりして行うことで，行政の対応の遅れを招いているという矛盾を「ねじれ」と称して，専門家の役割をもボランティアが担っている状況を指摘し、社会型日本語教育が遅れる要因の一つとしている [(1)]．

米勢（2006）もボランティアに対する役割過多として，教室の活動目的の対にあたる異文化相互理解や多文化共生を目的とした交流活動の形骸化について論じている [(2)]．また，支援は言語支援にとどまり，日本語教室はあくまで特定の在住外国人と特定の在住日本人同士が交流している場で，限定的空間内だけの多文化共生に留まり，地域全体への反映，浸透は芳しくはない．

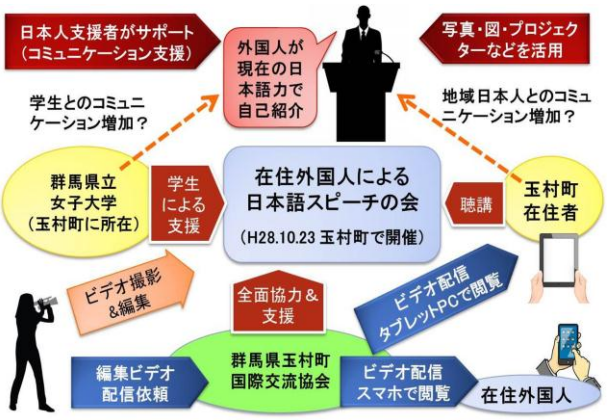


図 1 在住外国人による日本語スピーチの会概要

3. 在住外国人による日本語スピーチの会

日本語教育からスタートしていた在住外国人支援と並行して，日本における生活支援，異文化相互理解，多文化共生を目指し「在住外国人による日本語スピーチの会（開催名：玉村町に住む外国人の日本語発表会）」を企画，実施した．図 1 に，在住外国人による日本語スピーチの会概要を示す．これは，群馬県玉村町国際交流協会主催で，平成 28 年 10 月 23 日（日）に玉村町勤労者センターで開催されたもので，在住外国人のすでに備わっている日本語能力や学習能力を活用して，地域社会とのコミュニケーション向上を目的としたものであり，群馬県玉村町の地域日本語教室に通っている在住外国人 16 名が，地域住民を前にして，日本語で自己紹介などを行ったものである [(3)]．

4. 多文化共生のための映像媒体の活用

佐藤（1997）は，コミュニケーション情報の提示という観点から，①視覚・聴覚情報を伴うため，語学力が不十分での内容把握が容易である，②短時間で大量の情報を伝達できる，③臨場感があり，登場

人物の立場から物事を考えることが容易になりやすい，④一つの場面を視覚イメージとして共有でき，共通の土台に立っての考察が可能，と大きく 4 つの利点を述べている [4].

4.1 プロジェクター投影によるスピーチ支援

日本語スピーチの支援として, スピーチの際には, プロジェクターを利用して，スピーチ内容に合った図や絵や日本語を投影して聴講者の理解支援を行った．また，発表者のスナップ写真も映し，母国での生活の様子なども紹介した．

4.2 地域の人々への情報発信を目的とした映像編集

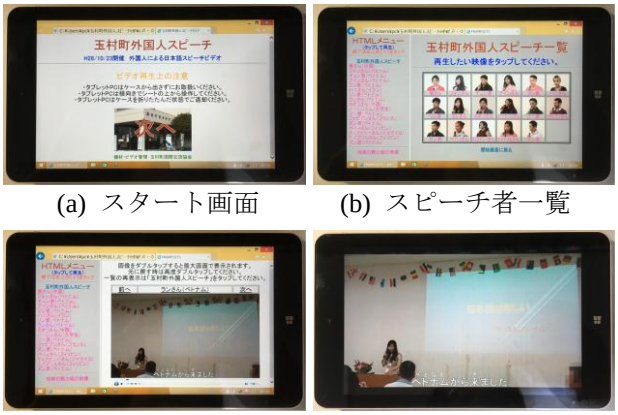
スピーチの状況は，①在住外国人について理解を高めてもらうための日本人地域在住者への情報発信, ②日本語スピーチの会のことを知ってもらうための地域在住外国人への情報発信，③スピーチした在住外国人学習者の日本語スピーチの振り返り資料として，ビデオ編集を行っている．編集に際してはタイトルやクレジットに発表者名，テーマ，開催場所や日時などの情報を含ませ，外国人学習者の日本語学習支援を前提として，漢字・カタカナに振り仮名を振った日本語字幕を表示させている．

4.3 地域在住者を対象とした編集ビデオの上映

スピーチビデオの編集後，プロジェクター投影によるビデオ上映会を玉村町で開催し，上映会後にアンケートによる評価を行った．スピーチしなった者を含む外国人 11 名と日本人スタッフ 13 名の回答結果はほぼ同様の傾向にあった．結果を大きくまとめると，①映像があると内容が分かりやすい，②日本語発表会を継続して行うと，外国人・日本人のコミュニケーションが増えると考えられている，③スマホやパソコンなどで日本語の勉強をしたい, であり，スピーチの会開催や紹介ビデオ視聴などを継続できれば，外国人・日本人のコミュニケーションが増大できる可能性が確認できた．

4.4 DVD・タブレット PC による個別情報配信

ビデオ上映会とは別に，DVD やタブレット PC を用意して各家庭でもビデオ視聴を行ってもらった．図 2 に，タブレット PC によるスピーチの視聴を示す．これは家庭に映像再生装置がない方々へ対応したもので，タブレット PC10 台を用意して日本人在住者に貸し出した．電源投入後しばらくすると，図 2(a)のスタート画面まで自動的に進み，注意書き確認後に「次へ」をタップすれば，(b)のスピーチ者一覧が表示される．視聴したい発表者の写真をタップすれば，(c) のスピーチ再生画面ように，スピーチ映像が再生される．このとき映像を 2 回タップすれば，(d)の再生画面の拡大に示すように，画面全体での映像再生となり，再度 2 回タップすればもと画面に戻る. 操作支援のため簡単な HTML で動作させているが，高齢者には操作の理解が難しいようであった．アンケート評価の結果，視聴方法によるスピーチの理解度への影響はほとんど無いと判断され，映像情報であることが理解度向上へつながることが確認された．また，DVD やタブレット PC などでの視聴は自由な時間で視聴できることが，情報へのアクセスしやすさの点で優位という結果も確認できた．



(a) スタート画面　(b) スピーチ者一覧

(c) スピーチ再生画面　(d) 再生画面の拡大

図 2　タブレット PC によるスピーチの視聴

5.　まとめと今後

在住外国人による日本語スピーチの会では，その時だけでなく，開催後にも編集したスピーチ映像を視聴してもらうことで，外国人在住者の日本における状況を日本人在住者が知ることができ，在住外国人への支援を考えるようになったことが確認できた. 視聴の効果は映像を再生するメディアの違いの影響は少なく，映像として視聴できることが最大の要素である．とはいえ，高齢者にとってはタブレット PC の操作は苦手のようであった．編集したスピーチ映像には振り仮名付き日本語字幕を映像下部に固定表示させ，外国人の日本語理解向上にも配慮し，地域の外国人学習者や留学生対象の日本語学習にも活用できるものである．今後は，今回編集したスピーチ映像を活用して近隣地域の日本語教室にも情報発信を行い，一つの国際交流協会だけでの閉ざされた活動から地域を拡大した多文化共生を目指していく予定である．

参考文献

(1) 池上摩希子:“『地域日本語教育』という課題”，早稲田大学日本語教育研究センター紀要，第 20 号，pp.105-117（2007）
(2) 佐藤勢紀子:“異文化教育における映像教材の利用法：外国人の日本文化適応のために”，放送教育開発センター研究紀要，第 14 号, pp.1-20（1997）
(3) 竹上瑞穂:“地域社会の異文化交流拡充を目的とした、視聴覚メディアの活用と情報発信に関する研究―玉村町国際交流協会の地域日本語教室での実践例―”，宇都宮大学国際学部附属多文化公共圏センター年報，第 9 号, pp.69-82（2017）
(4) 米勢治子:“『地域日本語教室』の現状と相互学習の可能性―愛知県の活動を通して見えてきたこと―”，名古屋市立大学院人間文化研究科人間文化研究，第 6 号，pp.105-119（2006）

金沢大学における情報教育の変遷と e ラーニング教材作成の簡便化
Evolution of information education and simplification of creation of e-learning materials at Kanazawa University

森祥寛 [*1], 佐藤正英 [*1]
MORI Yoshihiro[*1], SATO Masahide[*1]
[*1]金沢大学総合メディア基盤センター
[*1] Informational Media Center, Kanazawa University
Email: mori4416@staff.kanazawa-u.ac.jp

あらまし：金沢大学では，ノートパソコンを新入学時に準備させるようになって 12 年が経過した．その間，ノートパソコンをキャンパス内で安全安心に使用させるためのセキュリティ教育や情報倫理教育を行ってきた．その教育内容の変遷と e ラーニング教材作成の簡便化について発表する．
キーワード： e ラーニング授業利用，情報倫理，情報モラル

1. はじめに

金沢大学では，人文社会・理工・医薬保健系を問わず「高度情報化社会に対応できる情報処理の基礎能力・総合力を持った人材育成」を謳った取組の一環として，2006 年度から新入学生全員に入学時にノートパソコンの準備をさせ始めてから 10 年以上が経過した．その間，学内での情報活用環境の整備（大学キャンパス内の無線 LAN 整備(1)，大教室への情報コンセントの設置，ポータルサイトの導入と生涯 ID の配布等(2)(3)）を進めてきた．さらに，学生がノートパソコンやキャンパス内 ICT 環境を，より積極的に活用可能とするために，全大学 1 年生を対象とした必修授業「情報処理基礎」を開講した．この授業は，ICT に関する基礎的な内容を，実習を主として学ばせ，金沢大学学生として最低限の ICT 活用能力を身につけさせることを目的としている．この授業を開講して今年度で 12 年目となり，その間，金沢大学における最初の情報教育として，その内容や課題，教授方法が変化してきている．本発表では，それらについてとりまとめ，紹介していく．

2. 「情報処理基礎」の授業の変遷

2.1 授業の枠組みの変遷

情報処理基礎の授業は，その学習内容の枠組みとして，①金沢大学学生として学生生活を送るために必要なパソコン操作等の学習，②図書館の使い方と文献検索等の学習，③学類毎に必要とされるパソコン操作等に関するリテラシー学習の 3 つに分かれている．それぞれ，①を本講著者らが所属する総合メディア基盤センター教員が担当し，②を金沢大学図書館職員が担当し，③を各学類教員が担当している．

この枠組みに関して，授業が開始されて 12 年間で，2 回，大きな変更があった．1 回目が 2008 年度から開始された学域学類制である．ここでは，これまでの学部学科から学域学類に変わることで，専門課程等の教育課程の枠組みが大きく組替えられた．しかし教養科目の 1 つで，入学直後全学共通で行われる科目である情報処理基礎においては，時間割等が変更された程度で，授業内容そのものに大きな変化は無かった．アンケート調査結果のデータが 2008 年を境に使いにくくなったくらいである．2 回目が 2016 年度から開始されたクォーター制である．金沢大学のクォーター制は，セメスター制のもと 2 単位 15 回＋1 回で行われていた授業を，1 単位 8 回としたもので，授業自体は週に 1 回ずつ行われている．これによって情報処理基礎の授業は全 8 回に変更され，前述の①が 4 回から 3 回に，②が 2 回から 1 回に（学類によっては，元より 1 回のところもあった），③が 9 回から 4 回にそれぞれ変更された．

2.2 授業内容の変遷

ここからは，情報処理基礎において，金沢大学学類 1 年生（新入学生）全体への情報教育の変遷という観点から，総合メディア基盤センター教員が担当している前述①に焦点を当てて行く．

①では，「(A)金沢大学全学共通で行われる金沢大学特有のネットワークとサービスの利用方法の学習」と「(B)普遍的な情報倫理とネットワークセキュリティに関する学習」という 2 つの内容を持つ．前者(A)については，大学内のネットワーク関連設備やサービスの更新にあわせて内容が更新される．特に金沢大学入学直後から必要となる金沢大学キャンパス内での無線 LAN を使用するための設定方法，金沢大学のポータルサイト「アカンサスポータル」へのアクセスから使用方法，学生に対して与えられるメールアドレスとメールサービスの使用方法の 3 つの内容については実習と合わせた学習内容を構築しており，その詳細はその時々の更新状況や整備状況に応じて更新が行われている．また，ここでの学習内容と学生の学修状況は，ネットワーク設計やサービス構築にフィードバックされ，一般的な技術的進歩と合わせて，学生にとって容易に扱うことのできる操作方法や設定方法が構築されている．これは，①の担当教員が金沢大学内のネットワーク構築や管理運用を担当する総合メディア基盤センターの教員が行っている利点であるといえる．後者(B)については，情報モラルやマナーについての情報倫理教育とネットワークセキュリティについて，現代社会で広く一般的に普及している内容を解説している．これは ICT に係る社会的情勢や技術的進歩に合わせて内容の追加修正が必要な以外，大筋での変更はない．

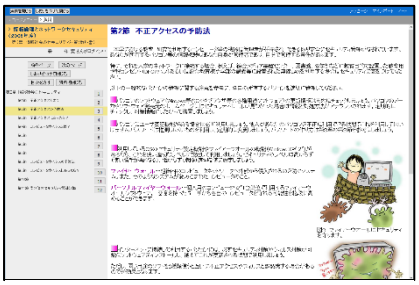


図 1　2008 年度教科書

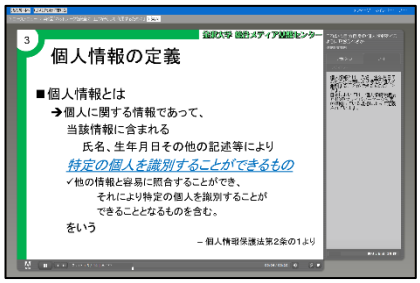


図 2 2011 年度 e ラーニング教材

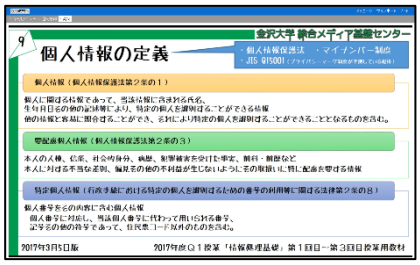


図 3 2017 年度 e ラーニング教材

2.3 学習方法の変遷

①の授業内容は，所属する学域学類に関わりなく，学生として等しく学ぶべき内容であり，金沢大学の新 1 年生約 1,800 名に対して同等内容の授業を行う必要がある．従って，8 名の教員が分担して 23 の該当授業を担当するにあたって，担当教員は，その授業内容と学習方法（対面形式による講義と実習）を事前に確認しなくてはならない（現在では，既に 10 年以上実施していることもあり，その内容は全教員が把握しているため，昨年から修正された内容のみを申し送るだけですんでいる）．しかし，対面形式の講義で，全教員が“全く”同じ内容で授業を行うのは不可能であるため（さらに言うなら面白味にも欠けるため），授業開講当初から，教材の統一と合わせて，実習を伴わない解説部分（前副節の後者部分）をビデオ教材（音声とスライドを同期させたもの）化して授業時間中に視聴させた．この結果，知識面では統一化された学習が可能となったが，ビデオ教材の内容更新に伴い，視聴時間が増え，実習時間が圧迫されてしまった．そこで 2011 年度からは，ビデオ教材を e ラーニングで授業時間外に学習することとし，授業時間中は，実習を伴う前副節の前者部分のみを行うこととした．なお，授業時間中の実習では，教員の他，約 3 名の TA（ティーチングアシスタント）をサポート要員としてつけている．

2.4 学習用教材の変遷

学習方法の変遷に伴い，学習用教材も変わっていった．実習部分については，TA のサポートの元で，授業時間中に教員が行うため，教材は授業中にプロジェクターで投影をおこなうスライド資料と紙による配付資料で大きな変化はない．解説部分については，開講当初は独自作成の教科書を LMS で読んで学習できるようにしたもの（図 1）と，それをオーサリングソフト（CyberLink 社 StreamAuthor）を用いてビデオ教材とし，教室での視聴及び自宅での学習を可能にした．これは 2011 年度には e ラーニング用教材として図 2 のような形（Adobe 社 Presenter を使用）となり，教科書とも統合された．図 2 の教材では，途中で 0.2 秒間キーワードが表示されそれを集めると学習修了を確認するためのテストを受検できる等の工夫がされ，e ラーニングであっても学習したことを証明するデータを得られるようにしていった．2016 年度には SCORM 教材化まで行ったが，オーサリングソフトで作成した SCORM 教材が金沢大学で運用している LMS 上では期待した動作を得ることができず（オーサリングソフト，LMS ともに正しく利用できているが，データ連携等で著者が望んだ動作までできなかったということで，それぞれのソフト／システムを貶めるものでは無い），学生の学習活動やデータ処理にさまざまな影響を及ぼした．これを受けて 2017 年度は e ラーニング教材を OfficeMIX で作成することで，動画ファイルとして出力し，Youtube に掲載する等して，教材としての機能面で大幅に簡略化した（図 3）．

2.5 学生の変遷

ICT 活用という観点から学生の変化は，情報処理基礎の授業で実施してきたアンケート調査でできるかぎり詳細に分析してきた．紙面の都合上，詳細は省略するが，ここ 10 年間で高等学校における教科「情報」の授業が定着していったことを背景としてみても，ICT 活用能力，パソコンやスマートフォンといった機器への好悪等について大きな変化は見られない．しかし，一般的な ICT 関連技術等について項目を挙げて大学で学びたいかどうかを聞いて見ると，全体として学びたいという意見の減少傾向が見られた．これが，ICT 関連技術が大学で学ぶまでもないものとして社会に浸透したことによる結果なのかは，より詳細な調査が求められる．

3. まとめ

12 年間にわたる取組についてその変遷の概要から，ここまでの情報教育はパソコン操作とインターネットの取扱いにおける注意点が中心であったようだ．一方で近年のスマートフォンの浸透や，小型で安価な IoT 機器等の登場，AI やビックデータへのアプローチ等を考えると，学生には，新しい情報への学びが要求されてくると考える．これまでの 10 年を踏まえて，これからの 10 年の情報教育を如何に設計し実施していくかが重要となってくるだろう．

参考文献

(1) 井町智彦，松本豊司，車古正樹 他：“金沢大学認証無線ネットワークシステムの構築と評価”，学術情報処理研究 (9), 5-13, 2005, 学術情報処理研究編集委員会
(2) 二木恵，東昭孝，笠原禎也，高田良宏，松平拓也：“全学ポータルを用いた学生・教職員間多機能連絡システムの開発”，学術情報処理研究 (16), 15-24, 2012
(3) 東昭孝，笠原禎也，高田良宏，二木恵，松平拓也，森祥寛：“金沢大学全ポータルシステム(アカンサスポータル) の開発思想と運用状況”，大学情報システム環境研究 16, 23-34, 2013-07

遠隔合同授業において学習者間をつなげる協調学習支援ツールの開発

Development of Collaborative Learning Support Tool for Remote Joint Lesson

横山 誠[*1,2], 鷹岡 亮[*3], 義永 涼太[*4]
Makoto YOKOYAMA[*1,2], Ryo TAKAOKA[*3], Ryota YOSHINAGA[*4]
[*1] 山口大学大学院東アジア研究科
[*1]Graduate School of East Asian Studies, Yamaguchi University
[*2] 株式会社エスブレイン
[*2]ESBrain, Inc.
[*3] 山口大学教育学部
[*3]Department of Education, Yamaguchi University
[*4] 北九州市立日明小学校
[*4]Hiakari Elementary School
Email: yokoyama@esbrain.com

あらまし：過去 2 年に渡り，（極）小規模校向けの遠隔合同授業を ICT で支援するツールを設計・開発してきた．協調学習支援ツールを活用した実践を通じて，児童が多様な意見や考えに触れる機会の創出は達成できた．しかし，遠隔合同授業の交流を通じて，「児童が他者の意見や考えを踏まえた思考活動が行えているのか？」，また「他者とのコミュニケーションの質が向上しているのか？」という問いは解決されている状況にない．さらに，通常の授業と比較して遠隔合同授業における教師の負荷は高く，ツールによる授業支援が必要とされている．本稿では，これらの課題を解決するために，思考活動を外化するための「ラベリング機能」とコミュニケーションの流れを可視化する「プランニング機能」について提案する．
キーワード：遠隔合同授業，思考スキル，ラベリング機能，話型，プランニング機能，ICT 道具箱

1. はじめに

人口構成の変化に伴い，地方においては学校の（極）小規模化が進行している．（極）小規模校では，児童生徒がきめ細やかな指導を受けることが可能で，児童生徒の人間関係が深まりやすいなどの利点が存在するが，その一方で，集団のなかで多様な意見や考え方に触れる機会や切磋琢磨する機会が少なくなりやすくなり，人間関係や相互の評価が固定化されやすいなどの問題もある．これらの問題を解決する方策として合同授業が実施されているが，移動経費や時間の問題により実施回数が制限されている現状にある．

このような状況のなかで ICT を活用した遠隔合同授業が期待され，年間を通じて ICT を活用した合同授業や学習を実施し，指導方法の開発や有効性の検証を実証的に行う文部科学省の「人口減少社会における ICT の活用による教育の質の維持向上に係る実証事業 (1)」など実証研究も進められている．我々は，この実証研究に参加している山口県萩市教育委員会と連携して，遠隔合同授業を支援する協調学習支援ツール「つながる授業アプリ（以下，アプリ）」の設計・開発を行ってきている．

2 年間にわたる遠隔合同授業の実践から児童の思考活動やコミュニケーションに課題があり，その課題を解決する必要が生じた．本稿では，これらの課題解決を行うべく，アプリの機能として思考活動を外化するための「ラベリング機能」とコミュニケーションの流れを可視化する「プランニング機能」の 2 つの機能について提案する．

2. 遠隔合同授業を支援する 2 つのつながり

我々は，2 つの学級を ICT で結ぶ遠隔合同授業では，「学級としてのつながり」と「個としてのつながり」の 2 種類のつながりが必要であると考えている．今回の実証研究では，「学級としてのつながり」は，テレビ会議システムを導入し，「個としてのつながり」を実現するために「つながる授業アプリ」を開発した．遠隔合同授業では，会話相手の表情など会話に潜む細かいニュアンスが伝わりにくいため，初期の段階では，話型（「話すとき」「聞くとき」の言い方

や，会話の約束）を導入して児童間のコミュニケーションを支援する手だてとしている．

3.　遠隔合同授業における 2 つの課題

昨年度の遠隔合同授業に対する生徒や教師のアンケート結果[(2)]から，次の 2 つの課題が見えてきた．

課題 1：他者の意見や考えを踏まえて児童自身の意見や考えを深めているのか？

アンケート結果から，多くの児童が「自分が思いつかない意見を知ること」について同意している．しかし，「比較」や「関連づけ」に関して気づきのある児童は少なく，自分の考えが深まるレベルまでには達していないと思われる．そこで，「比較」「関連づけ」等を児童に意識させる手立てを準備して，思考を深めることが必要である．

課題 2：他者とのコミュニケーションが話型ベースとなり形式的なやりとりになっていないか？

遠隔合同授業において，設定した話型によって対話が進んでいることが確認できている．一方で，対話が話型に沿った作業となり，窮屈さややりにくさを感じたという意見も得られた．そこで，お互いの会話の意図を確かめながら対話を進められる環境を準備することが必要である．

4.　課題を解決する 2 つの学習支援機能

学校では「道具箱」のなかに学習で活用することができる様々な道具が収められている．「つながる授業アプリ」の利用当初は，児童全員に画一的な機能を提供することで，利用方法がわからないというトラブルを最小限にすることができる．しかし利用方法が理解できてしまえば，児童ごとにカスタマイズされる動的なアプリである方が，児童はアプリに対する興味を継続・拡張でき，独自に利用方法を考えるまでに至ることができるであろう．

そこで，鉛筆や定規など，支援ツール上のノートに記述する際の機能を道具と見たて，児童各自に用意した仮想の ICT 道具箱に追加できる機能を提案する．画一的な枠から外す機能を提供することで，各児童はそれぞれが道具を活用する方法を考え，応用していくと考える．道具は単純なものから，複雑なものまで適宜追加できる仕様であることが望ましい．当初は児童用の道具箱を教師が準備しておく．児童がアプリを使い慣れるに従い，各児童は自分の道具箱をカスタマイズしていく．「こんな道具があるなら，こういう使い方をしてみよう」という思考活動を促すことができると考える．ただし，本機能は児童側の機能の自由度が増すため，使い方を誤るとむしろトラブルが増えてしまう可能性がある．習熟度に応じて，本機能を活用していくことが肝要である．

4.1 ラベリング機能

アプリを使用した交流時に，各児童が今の状況をラベルという形で貼り付けることができる機能を提供する．教師が，授業に合った状況を示すラベルを，予め作製しておく．ラベルは，児童が「比較」や「関連づけ」を行うためのヒントになり，思考活動を促すことができる．教師用支援ツールの，各児童のノートを確認する画面において，各児童が付けたラベルを一覧で見ることができれば，教師の見とりの支援にもなり，教師の負荷低減にもつながる．

4.2 プランニング機能

遠隔合同授業の課題を設定する際に，授業の流れを列挙できる機能を提供する．授業の流れの項目は，そのまま話型としても設定でき，話型のカスタマイズを可能とする．交流中にはいつでも児童は流れを把握することが出来るため，「比較」や「関連づけ」に関する項目を把握して，それぞれの行動を促すことができる．また各項目には児童自身が完了チェックをつけられるようにすることで，進捗が教師用支援ツールにも報告される．教師は全児童の進捗状況を把握することができ，進捗の遅い児童の抽出も可能となるので，教師の負荷低減にもつながる．

5.　おわりに

教師の負荷を低減し，児童の知識構築を手だてできれば，遠隔合同授業のメリットが拡大されていくと考える．今後、本提案に基づいた機能をつながる授業アプリに実装し，効果について検証を行いたい．

参考文献

(1) 文部科学省：“人口減少社会における ICT の活用による教育の質の維持向上に係る実証事業”，http://www.mext.go.jp/a_menu/shotou/zyouhou/1364592.htm (参照 2017.05.30)
(2) 義永涼太:“遠隔合同授業をより効果的な学びにするための学習方法と支援に関する研究”，平成 28 年度山口大学教育学部小学校教育コース卒業論文, 2017

松葉杖訓練支援のための動作推定システムの開発

Development of Motion Estimation System for Crutch Training

越智　洋司
Youji Ochi
近畿大学理工学部
Faculty of Science and Engineering, Kindai University
ochi@kindai.ac.jp

あらまし:怪我の治療中やリハビリテーション中に一時的に用いられる歩行補助具の一つに松葉杖がある．急遽使用を余儀なくされた患者は十分な歩行方法の指導を受ける機会が少ないため, 歩行獲得のための指導に苦慮するケースがみられる．本研究では松葉杖の動きを加速度センサ，ジャイロセンサ，測距センサを用いて検知し, 松葉杖を使用しながら正しい使用方法を学ぶことができるシステムの開発を目的とする．
キーワード：松葉杖，動作推定，センサ利用

1. はじめに

怪我の治療中やリハビリテーション中に一時的に用いられる歩行補助具の一つに松葉杖がある．しかし，急遽使用を余儀なくされた患者は十分な歩行方法の指導を受ける機会が少ないため，歩行獲得のための指導に苦慮するケースが見られる．また，松葉杖の 3 点歩行 は不安定な歩行形態であることから, 松葉杖の正しい使用方法の知識がない者はバランスの悪い使い方になり、さらなる怪我につながる可能性がある．そこで，センサ類を用いて状態を検出して支援する研究がある[(1)(2)]. 本研究も同様なアプローチを採用し，リアルタイムで松葉杖の使用方法を学ぶシステムの開発を目的とする．本稿では，松葉杖の動きを加速度センサ，ジャイロセンサ，測距センサを用いた検知・推定方法について述べる．

2. 本研究のアプローチ

2.1 本研究のアプローチ

本システムでは, 加速度センサ, ジャイロセンサ, 赤外線測距センサを松葉杖に取り付けることで前後に振った時の縦幅角度，松葉杖を内側・外側に振った時の横幅 角度, 松葉杖が地面を突いているかどうか(接地判定とする)を検知し，松葉杖の状態を把握することで上記動作判定を実現する．下記に，松葉杖の縦幅角度，横幅角度，接地判定の原理について述べる．

2.2 松葉杖の縦幅角度，横幅角度の検出

松葉杖の縦幅角度，横幅角度の検出には加速度センサ，ジャイロセンサを用いた．加速度センサの位置と取得する重力加速度の方向から加速度センサから得られる松葉杖の縦幅角度，横幅角度はそれぞれ式(1)，式(2)より得られる．縦幅角度を accYangle, 横幅角度を accXangle，X 軸方向の重力加速度を accX，Y 軸方向の 重力加速度を accY，Z 軸方向の重力加速度を accZ とする．

$$\mathrm{accYangle} = \tan^{-1}(\mathrm{accZ} - \mathrm{accY}) \div \pi \times 180 \quad (1)$$

$$\mathrm{accXangle} = \tan^{-1}(\mathrm{accX} - \mathrm{accY}) \div \pi \times 180 \quad (2)$$

ジャイロセンサの位置と取得する角速度の方向から松葉杖の縦幅角度は式(3)より得られる．また，松葉杖の横幅角度は式(4)より得られる．(縦幅角度を gyroYangle，横幅角度を gyroYangle，X 軸方 向の重力加速度を gyroX，Y 軸方向の重力加速度を gyroY，Z 軸方向の重力加速度を gyroZ，時間 を t とする)

$$\mathrm{gyroYangle} = \int \mathrm{gyroZ}\, dt \quad (3)$$

$$\mathrm{gyroXangle} = \int \mathrm{gyroY}\, dt \quad (4)$$

式(1), 式(2)より加速度センサで得られる松葉杖の縦幅角度，横幅角度は外部加速度が加わる際に誤差が発生する．また，式(3)，式(4)よりジャイロセンサで得られる松葉杖の縦幅角度, 横 幅角度は積分によるドリフト誤差が発生する．これらの誤差をなくすため，本研究では加速度センサ，ジャイロセンサより得られる松葉杖の縦幅角度，横幅角度を用いて，カルマンフィルターを実装した．タイムステップが進むたびに，システムは観測(測定)値を入手し，その前のステップで予測した値と比較して予測値を補正(更新)する．そして，その都度次のステップの状態の測定を行う．次のステップでは, 新たな観測(測定)値を入手してその予測値を補正する．

2.3 松葉杖の接地判定の検出

本研究では接地判定において，
・松葉杖が地面に突いている状態 → 接地状態
・松葉杖が地面に突いていない状態 → 非接地状態
と定義する．松葉杖の接地判定の検出では，赤外線測距センサを用いた．原理として松葉杖の先端付近に赤外線測距センサを取り付け, 松葉杖の縦幅角度, 横幅角度が 0°付近であり, 接地状態である場合の地面と赤外線測距センサとの距離 X を測定しておく．松葉杖が非接地状態の場合，地面と赤外線測距センサとの距離は距離 X より大きくなり，松葉杖が接地状態 の場合, 地面と赤外線測距センサとの距離は距離 X と近似値となる．このことから，松葉杖使

用時の地面と赤外線測距センサとの距離を随時測定し，その値が距離 X の近似値(今回は距離 X の +0.5[cm]~-2.0[cm]の範囲を近似値とした)であれば松葉杖は接地状態，距離 X の近似値より大きい値であれば松葉杖は非接地状態と判定する．

3. 試作システム

3.1 システム構成

試作システムは下記の機器により構成する。

・松葉杖
・Arduino Uno
・3 軸加速度センサモジュール(KXR94-2050)
・3 軸ジャイロセンサモジュール(AE-L3GD20)
・赤外線測距センサモジュール(GP2Y0E02A)
・I2C バス用双方向電圧レベル変換モジュール (PCA9306)

センサで検出したデータは，Arduino に集められ，USB 経由で動作推定システムへ転送する。

3.2 動作推定システム

本システムは，センサから得られたデータを元に，2 章で述べた手法により動作推定を行う．Windows アプリケーションとして実装しており，最終的にはタブレット端末でのブルートゥース接続での稼働を想定している．ユーザインタフェースを図 2 に示す．

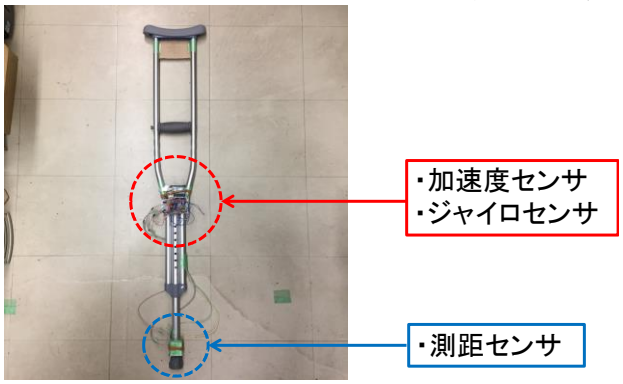


図 1 センサの配置

4. 評価実験

4.1 評価方法

動作推定の精度評価を目的に，研究室所属の四肢が健常な学生 4 名を対象とした評価実験を行った．被験者には実際に松葉杖を使用して，「静止」「前進」「右方向転換」「左方向転換」「階段上り」 「階段下り」の動作をそれぞれ 20 回ずつ行い，システムが正しい動作を判定した回数とシステムが判定した正答率を測定した．評価は以下の 3 つの方法に分けて行った．

(1)「静止」「前進」「右方向転換」「左方向転換」
それぞれの動作をランダムに行い，それぞれ 20 回ずつ行うまで続けた．

(2)「階段上り」
「階段上り」のみの動作を 20 回連続で行った．

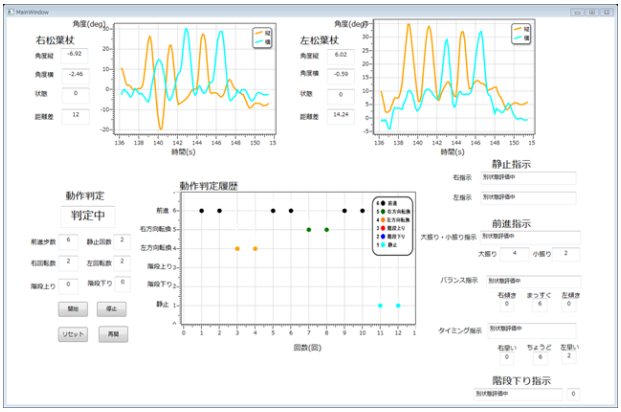


図 2 動作推定システム

表 1 評価結果 (認識成功率)

動作パターン	平均
静止	90.0
前進	91.3
右方向転換	60.0
左方向転換	52.5
階段上り	65.0
階段下り	83.8

(3)「階段下り」
「階段下り」のみの動作を 20 回連続で行った．

4.2 評価結果と考察

表 1 の結果から各動作の正答率の平均値を比較すると他の動作と比べて右方向転換・左方向転換の精度が低いことがわかる．この理由として測距センサを精度に原因があると考えられる．ユーザーによって方向転換時の非接地状態の松葉杖と地面との距離は接地状態の 場合と比べて 1.0[cm]~2.0[cm]しか変化しない場合があった．しかし，今回使用した赤外線測距センサは-0.5[cm]~+0.5[cm]の範囲で誤差が発生していた．そのため，赤外線測距センサの出力した値の誤差から誤った接地判定がなされたことが原因であると考えられる．

5. おわりに

本稿では赤外線測距センサによる接地判定機能と加速度センサ・ジャイロセンサによる松葉杖の縦幅角度・横幅角度の検知手法について述べた．動作判定の精度はユーザーによってばらつきがあるため，精度を向上する必要がある．本研究は JSPS 科研費 JP17K01098 の助成を受けたものである．

参考文献

(1) 富永浩太，津田尚明，加藤典彦，野村由司彦： “松葉杖三点歩行訓練器の開発”，生体医工学，Vol. 47，No. 2，pp. 209-214(2009)

(2) 津田 尚明，林 明 音，東 内 基，加藤 典彦，野村 由司彦：“松葉杖歩行訓練器における転倒予測のための加速度推定”， 生体医工学，Vol. 47， No. 6， pp.549-553 (2009)

Raspberry Pi とソリッドステートリレーによる 家電製品の制御を利用したユビキタス植生ハウスの開発

Development of the Ubiquitous Greenhouse Using Control of Home Appliances with Raspberry Pi and Solid State Relay

吉原 和明[*1], 藤森 貴子[*2], 渡辺 健次[*1]
Kazuaki YOSHIHARA[*1], Kiko FUJIMORI[*2], Kenzi WATANABE[*1]
[*1] 広島大学大学院教育学研究科
[*1]Graduate School of Education, Hiroshima University
[*2] 広島大学大学院生物圏科学研究科
[*2]Graduate School of Biosphere Science, Hiroshima University
Email: d173863@hiroshima-u.ac.jp

あらまし：電子部品を利用した制御教材は多く存在するが，生活で身近に使用している家電製品を制御する教材はあまりみられない．そこで我々は，Raspberry Pi とソリッドステートリレーを利用し，複数の家電製品を同時に制御できるシステムを開発した．また，インターネットを介して様々な情報を取得することができる Raspberry Pi の特徴を利用し，遠隔地の気象環境をリアルタイムで再現するユビキタス植生ハウスを開発した．
キーワード：Raspbeery Pi，ソリッドステートリレー，家電の制御，ユビキタス植生ハウス

1. はじめに

中学校技術・家庭科における技術分野（以下，技術科）において，コンピュータを利用した計測・制御について基本的な仕組みを知る内容が含まれている(1)．また，実践的・体験的なものづくり活動を通した学習を目標としており，計測・制御の学習内容においても多くの実践的・体験的な授業実践が行われている．計測・制御の教材の多くは，LED などの電子部品や，モータなどを制御するセンサカーなど，生活にあまり身近にない製品を教材として利用している．

そこで，我々は普段身の回りで利用している家電製品に着目し，家電製品を制御する教材を開発した．家電製品の制御をするためにソリッドステートリレーで回路を構築し，Raspberry Pi による汎用入出力の On/Off 制御により，家電製品の制御を実現した．また，これらの家電製品の制御を利用したユビキタス植生ハウス教材の製作を行い，開発した教材を用いた植物育成実験を行った．

2. 家電製品の制御

2.1 Raspberry Pi

Raspberry Pi は Raspberry 財団が販売している高性能シングルボードコンピュータで，USB や LAN ポート，40 本の汎用入出力ピンが搭載されている．本研究では，ソリッドステートリレーへの家電制御のための入力や，ユビキタス植生ハウスのシステムとして利用した．

2.2 ソリッドステートリレー

ソリッドステートリレーは，半導体スイッチング素子を用いた無接点のリレーである．コイルを用いた通常のリレーとは異なり，可動する部分や接点がないので応答速度が速く，機械的衝撃に強いので，長寿命である(2)．また，誘導起電力が発生しないため，マイコン等の出力から容易に AC100V をコントロールすることができる．ソリッドっステートリレーの回路図を図 1 に掲載する．

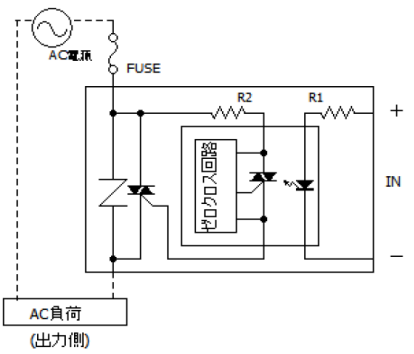


図 1　ソリッドステートリレー回路図

2.3 家電製品の制御

本研究では，Raspberry Pi とソリッドステートリレーを用いた家電制御を行った．家電製品を制御するために，Raspberry Pi と家電製品の間に，ソリッドステートリレー回路を作成し，Raspberry Pi の汎用入出力ピンとソリッドステートリレーの入力端子，出力端子と家電製品の電源コンセントを接続した．本研究では，半導体スイッチング素子にトライアックを利用したソリッドステートリレーキットを使用した．

ソリッドステートリレーの基板に抵抗や IC ソケットをはんだ付けし，ソリッドっステートリレーを完成し，次に，ソリッドステートリレーと家電製品を接続するために必要な電源延長コードを作成した．

電源延長コードは，平型ビニルコードを 7cm ほど裂いて単線にし，ワイヤストリッパで被覆を 4cm 剥がし，銅線をむき出しにする．コネクタボディ，ベター小型キャップのケースを開けて中のネジに銅線を巻き付け，ネジを締めなおし，ケースを閉じて作成する．ソリッドステートリレーとの接続には，差込型接続端子を用い，圧着ペンチで取り付けた．また，銅線の接続部分は，ビニルテープで絶縁処理を行った．実際に家電製品とソリッドステートリレーと Raspberry Pi の汎用入出力ピンを配線した様子を図 2 に示す．

図 2　家電製品と接続した様子

3.　ユビキタス植生ハウス

本研究では，前節で述べたソリッドステートリレーと Raspberry Pi による家電製品の制御を利用した，ユビキタス植生ハウスを開発した．また，ユビキタス植生ハウスを用いて，植物育成の比較実験を行った．

3.1 ユビキタス植生ハウスの概要

ユビキタス植生ハウスとは，遠隔地の気象データを用いてハウスを制御し，遠隔地の環境をリアルタイムに再現する植生ハウスのことである．植生ハウスには，家電製品の冷蔵庫，ヒータ，除湿器，加湿器の家電製品を使用した．それぞれの家電製品にソリッドステートリレー回路を作成し,Raspberry Pi の汎用入出力ピンにソリッドステートリレーの入力用ジャンパー線を配線した．

植生ハウスの計測データや遠隔地の気象データの取得は，家電制御同様，Raspberry Pi を利用した．植生ハウス内の温度・湿度の計測には，DHT11 温湿度モジュールを使用し, Raspberry Pi の汎用入出力ピンに接続し，Python プログラムによってデータ取得を行った．遠隔地の気温・湿度のデータ取得には，Web 上で公開されている気象庁の最新のアメダスのデータを Python プログラムによってウェブスクレイピングすることで実現した．

Raspberry Pi が取得した遠隔地の温度・湿度データと，植生ハウス内の温度・湿度データを比較し，植生ハウス内の温度と湿度を遠隔地の温度と湿度に近づけるように家電の制御を行った．

Raspberry Pi 開発したユビキタス植生ハウスを図 3 に示す．

図 3　ユビキタス植生ハウス

3.2 植物育成実験

開発したユビキタス植生ハウスを用いて，植物育成実験を行った．気象を再現する遠隔地には沖縄県那覇市を選択した．育成した植物は，ハツカダイコンとカイワレダイコンの 2 種類の植物の育成を行った．また，ユビキタス植生ハウスとの比較を行うため，東広島市の外気での育成を同時に行った．

結果として，東広島市の外気で育成した植物は発芽しなかったが，ユビキタス植生ハウスで育成した植物は発芽し，植物の育成に明確な差が現れた．

4.　おわりに

本研究では Raspberry Pi とソリッドステートリレーを用いた家電制御システムを利用し，技術科のための学習教材としてユビキタス植生ハウスの開発を行った．生徒たちは，普段の生活に身近な家電製品を利用したユビキタス植生ハウスを製作していくことで，計測・制御を身近に捉え，現代の生活を支えている，計測・制御技術を適切に評価し活用していく態度を育てることに貢献すると考える．

今後は，本教材を用いて中学校第 3 学年を対象に授業実践をする予定である．

謝辞

本研究は JSPS 科研費 JP15K00481 の助成を受けたものです．

参考文献

(1) 文部科学省:“中学校学習指導要領解説　技術・家庭編”，教育図書，東京（2008）
(2) オムロン株式会社:“ソリッドステート・リレー概要”，http://www.fa.omron.co.jp/guide/technicalguide/18/77/ (2017 年 5 月 27 日アクセス)
(3) Ryan Mitchell:“Python による Web スクレイピング”，オライリージャパン，（2016）

遠隔合同授業における俯瞰撮影のための教室用バルーン型ドローンの提案

Proposal and Prototyping of Balloon-type Drone for Overhead Shot in Shared Instruction Classroom

岡本 竜[*1], 三好 康夫[*1], 森 雄一郎[*1]
Ryo OKAMOTO[*1], Yasuo MIYOSHI[*1], Yuichiro MORI[*1]
[*1]高知大学 理工学部 情報科学科
[*1]Department of Information Science,
Faculty of Science and Technology, Kochi University
Email: ryooka@is.kochi-u.ac.jp

あらまし：中山間地域における遠隔合同授業では，授業者が遠隔教室における生徒の状況を把握するために，生徒の正面からのカメラ撮影やサポート教員を配置することが多い．しかし，問題演習の解答時などにおいては，机間巡視が行えず，サポート教員による対応は可能であるが，授業者自身による直接的な生徒の状況把握は困難である．そこで，本研究では俯瞰による撮影方法の検討を行い，教室用バルーン型ドローンを提案する．
キーワード：遠隔合同授業，生徒カメラ，俯瞰撮影，ドローン

1. はじめに

高知県では少子化の影響による学校の小規模化が顕著であり，今後 10 年間で県立高等学校 36 校のうち 3 分の 1 にあたる 13 校が，実質的に「1 学年 1 学級 20 名以上」として，特例により維持される小規模校となることが予想されている。この対策として高知県教育委員会では，平成 27 年度より TV 会議システム導入による中山間地域の小規模校間の遠隔合同授業の調査研究を行なっている(1)．これに対し筆者らも研究協力として研究授業への参観や教育委員会との議論を通じて技術面からの支援を行なっている．

現在，導入されている遠隔講義システムは，遠隔教室の生徒の様子を正面から撮影して授業者がモニタリングする方式を用いており，授業者はネットワークを介した対話を通じて授業を行う．しかし，問題演習時などに行われる机間巡視による生徒の観察には対応できず，従来の授業と同様に生徒の状態を把握することは難しい．また，遠隔教室にはサポート教員 1 名が配置されているが，教材の配布などの作業を行う以外に，授業中に授業者とコミュニケーションをとることが困難であるため，授業者に生徒の状況を細かく報告し，連携した指導を行うことは容易ではない．したがって，本研究では遠隔教室における生徒の状況を授業者が常時より詳細に把握し，サポート教員との連携による指導を円滑に行うことを目的として俯瞰による撮影方法の検討と試作について述べる．

2. 遠隔教室における撮影方法の現状と問題点

現在，遠隔教室には生徒を正面から捉えるネットワークカメラが 1 台（図 1 参照）とサポート教員が使用可能なハンディーカメラが導入されている．しかし，ハンディーカメラは用途が明確でなくグループワークの評価など一部にしか使用されていない．また，生徒カメラには制御卓が備わっており，サポート教員により撮影アングルを変更することが可能である．しかし，実際の授業において使われることは極めて稀である．また，生徒数 10 名程度の授業では，カメラのフレームに収まることを考慮し，机の配置は横方向に２～３名ずつ，奥行き方向に３～４列となることが多い．この場合，たとえアングル調整を行なったとしても，カメラ位置は固定であるため，最前列の生徒以外の様子は極めて把握しづらい．また，撮影方向は生徒の正面に限定されているため，問題解答中の手元の状況などを確認することも不可能である．この点を補完するため，サポート教員による巡視と対応が行われることがあるが，授業者には対象となる生徒の解答状況や，その対応内容をリアルタイムに把握することは出来ず，授業後の協議にて概要を知るだけで，即時にその授業に対してフィードバックを与えることは出来ない．

図 1 遠隔教室における生徒カメラの映像

また，図 1 の状況が示す様に，特定の生徒が指名されて電子黒板に書き込みを行う場合，生徒は一旦

フレームアウトし，生徒が電子黒板上に書き込む筆跡のみが授業者に伝わる状態になっており，ノンバーバル情報を含めた生徒のリアルな様子を伺い知ることはできない．

以上の２つの問題は，共に１台の固定カメラによる撮影方法に起因しており，より円滑な授業進行を行うために改善すべき課題である．

3.　俯瞰による撮影方法の検討

前章で述べた問題を解決するためには，既存のカメラに加えて位置が固定的でなくかつ生徒上方からの撮影が可能なネットワークカメラを遠隔授業システムに追加することが有効と考えられる．その具体的な方法としては，サポート教員用の手持ちカメラの活用や，天井へカメラの設置[(2)]などが考えられる．しかし，後者には監視カメラのような位置が固定される形態のものは適さず，移動可能なものとしてはレール式の撮影装置なども撮影スタジオなどに存在するが，一般的な教室における導入を考えるとコスト面からも実現性に乏しい．一方，近年一般にドローンと呼ばれるクアッドコプターが比較的手軽な空撮手段として注目を集めている．したがって本研究では，前述の問題を解決するために空撮装置を用いた教室における空撮によるアプローチを検討する．

4.　バルーン型ドローンの提案

前章までの検討を踏まえ，本研究では遠隔教室における生徒の状況を俯瞰により撮影することを目的としたバルーン型ドローンの検討を行う．

4.1 一般的なクワッドコプターによる撮影

トイクワッドと呼ばれる様な数十グラム程度のラジコン玩具クラスの機体でも撮影対象の1～2m上を飛行する際の下方への風は机上のプリント用紙を吹き飛ばす程であり，高速で回転するプロペラから発生する騒音も授業中における利用の範疇を逸脱している．したがって，一般的なクワッドコプターを授業中に飛行させることは明らかに現実的でない．

4.2 撮影装置に求められる条件

教育現場での利用を考慮すると（1）経済性，(2) 安全性，(3) 静粛性，(4) 機能・操作性の各条件をクリアする必要がある．特に(2)は絶対条件であり，機体の落下事故やそれに伴うドローンの法規制などは記憶に新しい．また（4）は教育用である以上，授業者に余計な負担を強いるものであってはならない．

4.3 バルーン型ドローンの提案

前節までの考察から，本研究ではヘリウムガスを充填したバルーンにより浮力を得て天井近くに位置し，必要に応じて専用のプログラムにより自律的な水平方向への移動が可能なバルーン型ドローンの開発を目指す．本ドローンは一般のクワッドコプターなどとは異なり上空に留まるための浮力をバルーンにより得るためプロペラの回転に頼る必要がなく，静粛性を大幅に向上させることができる．また，モーターの故障などにより動作停止したとしても落下することがないため安全性にも優れている．

現在，IoT に関する研究の広がりと共に Raspberry Pi やクラウドなどを用いた小型装置による処理系の開発が盛んであり，各種センサー技術や画像認識技術などを合わせて高度な支援機能の実装が可能である．したがって，本研究では教室における教育的利用を目的として，ある程度の自律性を備えた教育用ドローンの試作に取り組んでいる．

4.4 バルーン型ドローンの試作

現在試作中のドローンの構成を図 2 に示す．機体は主に（1）バルーン，(2) フレーム，(3) 撮影モジュール，(4) 機体制御モジュールにより構成される．

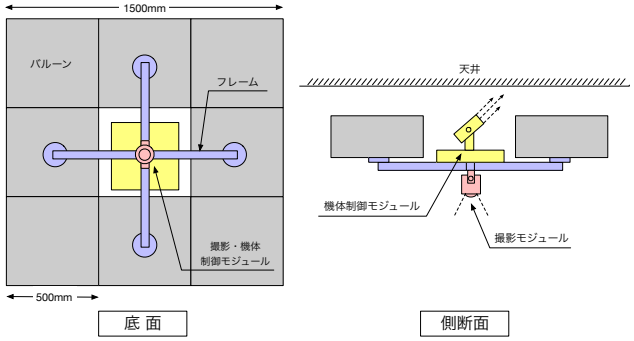


図 2　教室用バルーン型ドローンの構成

バルーン型機体の開発において最も留意すべき点は搭載する機材の重量である．バルーンの浮力は思いの他少なく，使用するバルーンの素材にもよるが，実験によると一片 50cm の正方形を重ね合わせて作成した場合の浮力は 12g 程度であり図 2 の構成での場合，フレームを含めて 96g 以下で設計する必要がある．これを考慮し，現在は軽量な Raspberry Pi Zero を制御に用いた撮影・移動機能の実装を試行錯誤している段階である．

5.　おわりに

本研究は着手間もない研究であり，これから多くの課題を解決していく必要がある．まずはバルーン型の機体を実用レベルで実現させることが必須である．その後は，生徒の状態を把握して自動撮影を行い画像解析による教育的な支援機能を実現するための自律制御方式を検討する予定である．

謝　辞
本研究は JSPS 科研費 JP17K01131 の援助による．

参考文献

(1) 高知県教育委員会事務局高等学校課: “遠隔教育の取組 (文部科学省指定委託事業)”, http://www.pref.kochi.lg.jp/soshiki/311701/2016060600102.html (2016)
(2) 水越駿，豊浦正広，茅暁陽，塙雅典，村上正行，“アクティブラーニング型授業の分析-グループ活動評価と可視化”，教育システム情報学会全国大会，B5-4 (2016)

ポータブルサーバを用いた教室内空気環境のマルチポイント同期計測システムの開発

Development of a Multipoint Synchronous Measuring System of Indoor Air Quality, Using Portable Server in a Classroom

森　菜穂子*[1], 佐藤　ゆかり*[2], 小山　智史*[3]
Naoko MORI*[1], Yukari SATO*[2], Satoshi KOYAMA*[3]
*[1] 弘前大学大学院地域社会研究科
*[2] 東北コンピューター専門学校
*[3] 弘前大学教育学部
E-mail: *[1]na-mori@hirosaki-u.ac.jp, *[2]sato@tcomp.ac.jp, *[3]koyama@hirosaki-u.ac.jp

あらまし：教室内の空気環境は，冷暖房の使用や換気の有無などによって変化し，子どもの健康や学習意欲に及ぼす影響も少なくない．筆者らは，空気環境の指標である温度・湿度・CO2 濃度の分布や経時的変化を明らかにするために，ポータブルサーバを用いたマルチポイント同期計測システムを開発した．サーバを含むシステム全体を持ち運ぶことが容易となり様々な教室の調査が可能となった．本報告では，システムの概要と計測結果について述べる．
キーワード：教室，空気環境，CO2 濃度，換気，同期計測

1. はじめに

学習活動の過半の時間を過ごす教室内の温熱環境・空気環境は，児童生徒等の健康・快適さ・学習意欲に影響を及ぼすことが懸念され，適切な室温，清浄な空気を保つために注意を払う必要がある[(1)]．学校保健安全法（2009 年 4 月施行）により定められた「学校環境衛生基準」では，学校教室等の環境に係る基準のうち，換気基準は，二酸化炭素濃度（以下，CO2 濃度）が 1500ppm 以下であること，温度は 10 度以上 30 度以下であること，相対湿度（以下，湿度）は 30%以上 80%以下であることが望ましいとされている[(2)]．中でも CO2 濃度は室内空気汚染に対する総合的な指標とされているが，学校の CO2 濃度等の不適率が年々増加傾向であることが指摘されている[(3)(4)]．様々な環境条件の教室で，どのようにすれば基準値を守ることができるのか，適切な換気方法を検討する必要がある．

筆者らは，生徒が日常の学習活動を行っている普通教室内において，複数の計測位置における温度・湿度・CO2 濃度を同期計測するシステムを開発したが[(5)]，LAN やサーバなどが整備された大学構内に利用範囲が限られたため，ポータブルなマルチポイント同期計測システムを開発した．以下にシステムの概要と計測結果の例を示す．

2. システムの概要

システムの構成を図 1 に，ポータブルサーバの主な仕様を表 1 に示す(センサの仕様は文献(5)参照)．

センサは，Wi-Fi アクセスポイントに接続した後，内部時刻を NTP サーバに同期させる．初回電源投入時はただちに，その後は所定の時刻まで待ち，温度・湿度・CO2 濃度の計測を行いサーバにデータを送信する．サーバの PHP プログラムがこれを受け取り，ログファイル(CSV 形式)に記録する．その後サーバから次回計測時刻を受け取り保存した後 Sleep する．計測の時間間隔はブラウザから操作することにより正 1 分から設定可能である．データは Web ブラウザにより，正しく計測されていることを確認することができる．データのフォーマットは，年月日，計測時刻，場所コード，温度，湿度，CO2 濃度で，以下はその例である．

2017/5/18,8:00:00,1,21.8,51.3,19,822
2017/5/18,8:01:00,1,21.9,51.3,19,883

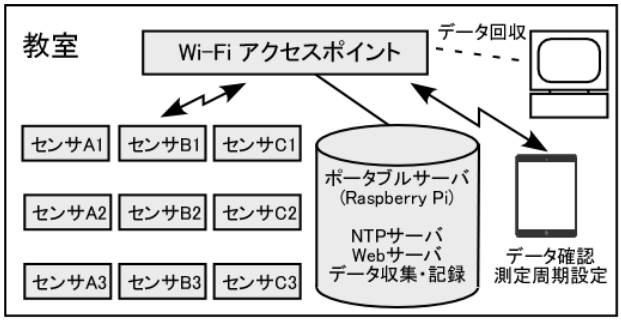


図 1　システムの構成

表 1　ポータブルサーバの主な仕様

大きさ・重さ	10cm×6.5cm×3.5cm　135g
電　　源	DC 5V(AC アダプタ使用)
マ イ コ ン	Raspberry Pi 3 model B(メモリ 16GB)
O　　S	Raspbian Jessie Lite
ﾘｱﾙﾀｲﾑｸﾛｯｸ	DS3231(Wi-Fi ルータを WAN 接続することにより外部 NTP サーバに同期)
サ ー バ 機 能	NTP サーバ・Web サーバ センサからのデータを収集・記録
測 定 間 隔	パソコンやタブレットのブラウザで 1 分単位
デ ー タ 閲 覧 グラフ表示	パソコンやタブレットのブラウザでリアルタイム表示
データ回収	csv ファイルをパソコンのブラウザ操作で回収

3.　教室内空気環境の計測例

3.1 計測日時・場所

2017 年 5 月 18 日 8：00～17：00，弘前大学教育学部附属中学校において，日常の学習活動を行う普通教室内 9 箇所の生徒用机の前面（床上 65cm）にセンサを設置した．センサは電池で動作し，小型であるため，教室内の生徒の机に違和感なく設置できる．

対象とした教室は RC 構造 3 階建て校舎の 3 階中央部にあたる．教室の南側は床上 90 ㎝以上が全面ガラス窓であり，暑さや眩しさを軽減するためブラインド調節している．教室には暖房設備や機械換気設備が設置されているが，4 月から稼働していない．在室人数は，生徒 32 名及び教師 1～2 名で最大 34 名であった

3.2 計測方法

教室内 9 箇所に設置された各センサは，温度・湿度・CO2 濃度の値を 1 分おきに自動計測するよう設定した． 生徒と教師の在室状況や，廊下側出入口・窓の開閉状況は，教室前方にカメラを設置して記録した．

3.3 計測結果

計測終了後にサーバのログファイルをダウンロードし，表計算ソフトを用いて解析した．温度・湿度・CO2 濃度の計測位置別日平均値を表 2 に示す．

表 2　温度・湿度・CO2 濃度の計測位置別日平均値

計測項目		温　度（℃）		相対湿度（%）		CO2 濃度（ppm）	
計測位置		AVE	SD	AVE	SD	AVE	SD
廊下側	A1	23.8	±0.7	46.3	±2.5	792	±216
	A2	24.5	±0.7	45.4	±2.7	698	±212
	A3	24.6	±0.8	45.6	±2.8	778	±228
廊下側平均		24.3	±0.8	45.8	±2.7	756	±222
中　央	B1	24.4	±0.8	45.9	±2.7	758	±193
	B2	24.7	±0.9	45.1	±2.7	805	±200
	B3	24.9	±0.9	44.8	±3.0	713	±214
中央平均		24.7	±0.9	45.3	±2.8	759	±205
外窓側	C1	24.6	±0.9	45.0	±2.7	742	±191
	C2	24.5	±1.2	45.0	±3.3	745	±211
	C3	25.0	±1.1	44.2	±3.2	673	±244
外窓側平均		24.7	±1.1	44.8	±3.1	724	±216
教室全体		24.5	±1.0	45.3	±2.9	747	±215

気象庁によると計測実施日の弘前市の天候は晴，日中の最高気温は 21.4℃，最多風向は北北東，平均風速 2.2m/s であった(6).

計測位置による 1 日の CO2 濃度の経時的変化と教室の在室人数の関係を図 2 のグラフに示す．

計測日は，生徒が登校し，在室人数の増加に伴って CO2 濃度は上昇を始めたが，朝学活時，授業 1 の開始時に教師が段階的に窓を開けたため下降し，授業 2 では生徒が不在になったため大きく下降した．窓や廊下側出入口は授業 2 から生徒下校まで開放した．CO2 濃度が最も上昇したのは，朝学活の生徒在室時で，廊下側前列（A1）の 1467ppm であった．冬季暖房時は，生徒が 30 人以上在室している時刻には，すべての計測位置で常に 1500ppm を上回っていたが[5]，今回の計測では，窓と廊下側出入口を開放したことにより換気回数が満たされ，1500ppm を超えることはなかった．計測位置による CO2 濃度の経時的変化を比較すると，開放した窓に最も近い外窓側後列（C3）が低い値を推移し，教室中央（B2）は比較的高い値で推移していた．

以上のように，今回の計測では，温度・湿度・CO2 濃度がいずれも基準を満たしていた．

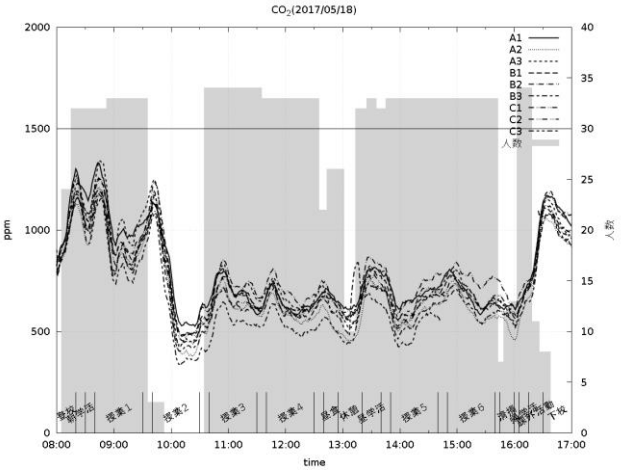


図 2　計測位置別 CO2 濃度の経時的変化

4.　おわりに

ポータブルサーバを用いたマルチポイント同期計測システムを開発し，これを用いて温度・湿度・CO2 濃度の室内分布や経時的変化を詳細に検討できることを示した．センサ 9 台とサーバを含むシステム全体の重量は約 2.5kg であり，様々な場所に持ち運んで計測することが可能となった．

今後は，条件の異なる教室において空気環境の実態を明らかにし，効果的な換気方法の検討を行うと共に，保健教育教材として授業に活用することも検討していきたい。

参考文献

(1) 石井仁：“総説：学校建築の教室内温熱環境・空気環境”，日本生気象学会雑誌，Vol.48，NO.2，pp.47‐56（2011）
(2) 文部科学省：“［改訂版］学校環境衛生管理マニュアル「学校環境衛生基準」の理論と実践”（2010）
(3) 東賢一，池田耕一，大澤元毅,他：“建築物における衛生環境とその維持管理の実態に関する調査解析”，空気調和・衛生工学会論文集，No.179，PP.19-26（2012）
(4) 中川晋也，木原真隆，高橋佳代子，他：“特定建築物における二酸化炭素濃度不適率上昇原因と対策”，東京都健康安全研究センター研究年報，第 62 号，pp.247-251（2011）
(5) 森菜穂子，佐藤ゆかり，小山智史：〝教室内温熱・空気環境のマルチポイント同期計測システムの開発”，電子情報通信学会技術研究報告，ET2016-91，pp.69-73（2017）
(6) 気象庁：“過去の気象データ検索〞，http://www.data.jma.go.jp/obd/stats/etrn/（2017）

文系学生を対象にしたプログラミング学習
－Web API を活用した授業実践報告－

Programming Education for Students in Liberal Arts
- A Class Practice Report by Utilizing Web API -

新井　正一
Masakazu　ARAI
目白大学
Mejiro University
Email: m.arai@mejiro.ac.jp

あらまし：文系学生を対象に，Web API を活用し Web アプリケーションの作成を目標としたプログラミング学習を試みた。API を利用することによって，画像認識，自然言語処理，音声合成など専門的な知識がなくても，実用的なアプリケーション作成につながると共に，ユーザーインターフェースや複数の API を組み合わせるなど学習者自身の工夫が要求され，単にプログラム言語やアルゴリズムを学ぶ学習とは異なった教材として有用である。
キーワード：プログラミング学習，Web アプリケーション，Web API，授業実践，文系学生

1. はじめに

2013 年 6 月閣議決定された『世界最先端 IT 国家創造宣言』では，国民一人ひとりが IT の恩恵を実感できる世界最高水準の IT 国家を目指し，その達成に向けて必要となる取り組みがまとめられている。この創造宣言から 3 年が経過し，2016 年度には行政情報システム改革，農業の IT 化，安全・安心なデータ流通などの取り組みで成果をあげている。[1] 今後，創造宣言に則って情報資源立国を目指すには，IT 社会を牽引する人材，支える人材，さらに IT を享受し豊かに生活する人材の育成が欠かせない。

人材育成にあたっては，長期的な視点に立った学校教育が重要な役割を担っている。初等教育から高等教育に至る 10 数年間の教育成果は，社会を変える大きな力となる。具体的な施策として，早い段階から IT 技術に興味関心を向けさせるための小学校でのプログラミング必修化や，高度な IT 技術者や研究者の育成に向けた高大連携など，将来を担う子ども達に向けた試みが進んでいる。しかし，現時点ではこれらの施策は，世界に通用する高度な IT 技術を牽引する人材育成に重点が置かれているものの，IT 社会を支える人材，技術を享受し活用できる人材の育成向けには不十分のように思える。学校教育の最終段階にある高等教育に在籍する学生の中で文系と呼ばれる学生の多くは，IT を支えるまたは享受する人材として社会への貢献が期待される。しかし，急速に発展する IT 社会にあって，これらの学生に向けて何をどう教えるか，定まっていないように思える。

本稿でテーマとしている文系学生を対象にしたプログラミング学習は，IT 技術への理解を可能な限り深めると共に，より実践的な題材を扱うことで広い視野を養うことを目標としている。目の前の課題解決に向けてプログラミング能力の向上を図ることより，解決のためにどんなデータが必要で，そのデータを分析するためにはどんな機能を持ったプログラムが必要なのかを考えられる力の育成を狙っている。実際の授業では，オープンデータの活用 [2] にもつながる Web API を利用できる力を養うことに的を絞って，そのためのプログラミング学習を試みた。

Web API の授業での活用は，井田らが [3] 社会科学系の学生を対象にオープンデータ分析を目的におこなっている。その結果，Web API を自由に活用できる技術力を養うことが，最も柔軟にデータの利用が可能であるが，現実には短時間の授業でこのレベルまでのプログラミング能力を養うことは難しく，プログラミングの複雑性を軽減する方策が必要としている。本稿の試みの一つは，この複雑性の軽減をどう図り，如何にして Web API の利便性の理解を深めるかにもある。

久野 [4] は専門家および一般の人にとって，なぜプログラミングなのか，必要性と学習効果を 12 のカテゴリーに分類し論じている。ソフトウェア開発者の育成，コンピュータ原理の理解，もの作りと創造力の育成，さらには，楽しく熱中してできる題材などを挙げ，各学校段階でプログラミング学習の理念を述べている。この中で高等教育機関については，情報系，理工系，文系学生が該当する一般の 3 つに分け，一般のプログラミング学習の理念として，自己表現やもの作りの体験の手段など，汎用的スキルの育成を挙げている。さらに，どの段階にあっても理念を実効あるものにするために欠かせないことは，『離陸する』こととしている。離陸とは自分の手でコードを書いて動かし，結果を見て手直しができる，すなわち，主体的に学ぶ姿勢を身につけることを意味している。

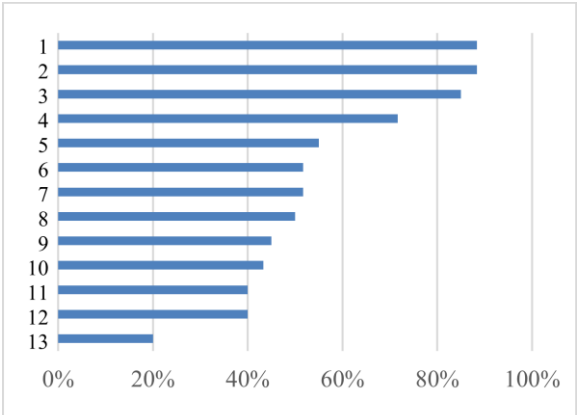
より高度な IT 技術が社会に広がるにつれ，文系学生に対するプログラミング学習も汎用的スキルの枠を超えて，より専門性の高い能力が要求されること

が予想される。必要とされる専門性の程度は時代と共に変化するであろうが，常に IT 社会を支える人材として対応できる力を養うには，離陸できる力が基盤となる。このような現状を考えると，文系の学生を対象にしたプログラミング学習は，如何に興味関心を失わせることなく，視野を広げ離陸できる人材の育成を目指すことではないかと考えられる。

本稿は，この視点に立ち本学社会学部社会情報学科の 3,4 年生を対象に開講されている『Web コミュニケーション演習』の授業で Web API を活用した 2 年間の授業実践報告である。

2.　学科の学生と授業方針

図 1 は受講学生が所属する学科の 1 年生 60 名を対象に実施した情報スキルに関するアンケートの一部で，今後，学ぶべき項目を複数選択で尋ねた結果である。選択肢 1,2,3 は Office 関連のアプリケーションの操作に関するもので，90%近い学生がその必要性を感じている。これに比べて，学科の専門性を活かすことになるであろうデータの可視化，ビッグデータの収集処理，ICT 環境を積極的に活用できる力を選択した学生は約半数程度に留まる。さらに，これらの基礎になるプログラミング能力については



1	Word
2	Exel
3	PowerPoint
4	自宅ネットワークの管理
5	IoT
6	Webページの作成
7	データの可視化
8	ビッグデータの収集処理
9	コンピュータやネットワークの理解
10	動画の制作、編集、発信
11	プログラムミング能力
12	ICT環境を積極的に活用できる力
13	人工知能を必要に応じて活用できる能力

図 1　アンケート結果

【質問】情報に関する能力を充実させるためには，どんなことを学ぶ必要があると思いますか。(複数選択)

40%程度と，学科の専門に必要なスキルに対する意識が低いことが伺われる。なお，このアンケートではプログラムミング経験の有無も尋ねているが，経験のある学生は 60 名中 4 名のみで，毎年，プログラミング経験者は極めて少ない。

このような学科の現状を鑑み Web API の導入にあたって，以下のことを基本方針として授業を進めている。

- ✓ 実用性のあるプログラム作成を目的とし，常にゴールを明確にする。
- ✓ プログラムに必要な知識は，その必要性が発生したときに必要なことのみを教え，早い段階で『離陸』できることを第一とする。
- ✓ 学習者の進度に応じて API の送受信の部分をラッピングし，ブラックボックス化する。
- ✓ 開発環境をすべて Web ブラウザーで完結するように整え，操作上の負担を軽減する。
- ✓ 作成したプログラムは，いつでも受講者間で閲覧できる環境を提供する。

3.　授業の流れ

授業は 2016，2017 年の 2 回に渡って実施されている。ここでは，本年度（2017 年）の流れを示す。

① Web API とはなにか。なぜ，学ぶのか。どんな機能を持った API がネット上に提供されているのかの調査。
② ビジュアルプログラミングか可能な『docomo Developer support Repl-AI』を使ったシナリオ BOT の作成。
③ 『livedoor お天気情報』を使った天気予報 Web アプリケーションの作成。
④ 各自『docomo Developer support』の提供する Web API から興味あるものを選択し，Web アプリケーションの作成。

4.　学習効果

Web API の活用によって実用化につながるアプリケーションの作成が可能で，学びの意欲を削ぐことなく継続させることができている。従来のプログラミング学習と比較すると，言語に関する文法やアルゴリズムなど扱った内容は一部に過ぎない。しかし，自ら考え学ぶ基礎となる『離陸』を促す効果的な教材となることは期待できる。

参考文献

(1) 高度情報通信ネットワーク社会推進戦略本部:“世界最先端 IT 国家創造宣言”,2013.6
(2) 阿部　秀尚：“オープンデータ利活用に向けた情報システム開発人材育成の動向”，情報システム学会誌, Vol.12　No1, pp.42-49（2016）
(3) 井田　正明, 高萩　栄一郎:“社会科学系における Web API を用いたオープンデータ分析教育”，FIT2016，第 3 分冊，pp.489 – 490 (2016)
(4) 久野　靖:“プログラミング教育/学習の理念・特質・目標”，情報処理, Vol　57 No4, pp.340-343　（2016）

QR コードを活用した教材開発に関する授業実践

A Case Study on the Development of Teaching Materials using QR-code

高橋　朋子
Tomoko Takahashi
大和大学教育学部
Yamato University
Email:takahashi.tomoko@yamato-u.ac.jp

あらまし：変化の激しい社会において，これからの教員は課題の発見と解決に向けた主体的・対話的で深い学びをデザインすることが求められている．同時に，効果的な ICT の活用についても絶えず研究する必要がある．このように，従来の学校教育で行われてきた学び方とは異なる学びをデザインする技術を養っていく必要があるが，学習者が設計する授業はたいていの場合自らが体験したことをもとにデザインされる．そのため，教職課程の教職における科目では，自ら経験してきた学習を振り返る機会や ICT 活用のメリットやデメリットを考え，学習者が主体的・対話的に学ぶことができる授業設計の過程を経験しておくことが必要である．本研究では，Web 上にある知識を QR コードを用いることで教材として活用し，学びをデザインする授業を設計し実践した．本稿では，2016 年度の実践結果を振り返り次年度に向けての改善点を整理する．

キーワード：教材開発，教育方法，授業実践，ICT の活用，QR コード

1. はじめに

変化の激しい社会を生き抜く子どもたちを育成するためには，中央協教育審議会（答申)「これからの学校教育を担う教員の資質能力の向上」にも示されているとおり，課題の発見と解決に向けた主体的・対話的で深い学びをデザインすることが求められている．また，全ての教科指導の数多くの指導場面で ICT 活用が実施可能であると示されているとおり，これからの教員は専門性に関係なく，情報手段の特性を理解し指導効果を高める方法や授業について絶えず研究することが求められている．

教職課程の教職における科目においては，自ら経験してきた学習を振り返る機会や ICT 活用のメリットやデメリットを考える機会，学習者が主体的・対話的に学ぶことができる授業設計の過程を経験しておくことが必要である．しかしながら，限られた時間数の中で多人数を対象とした授業においては，教材を初めから開発して授業設計を行うことは困難である．そこで，Web 上にある知識を QR コードを用いて教材として活用して，学びをデザインする授業を設計し実践した．

本研究では，専攻の異なる多人数の学習集団において，授業設計の技術を養うための効果的な教育方法を明らかにすることを目的とする．本稿では，2016 年度の実践結果を振り返り，次年度に向けての改善点を整理する．

2. 授業の概要

教育方法・技術論（中等）の授業では，15 回のうち 7 回分を用いて QR コードを用いた教材開発と学びのデザインを行っている．本授業は，他者と協働しながら学ぶ協働自律学習 (1) を採用しており，学習の見通しを持つために全授業の学習活動の流れや課題を示した学習ガイドブックを授業初回時に配布している．受講者は，2016 年度は 2，3 年次生合わせて 74 名であり，教育学科の国語，英語，数学の各専攻ごとに 5 名から 6 名のチーム分けを行った．

本授業では，教科における ICT 活用をチームでデザインすることを通して，ICT の活用方法や意義，および情報発信の課題等について理解し，授業設計や教育方法に関する基礎的能力を養うことをねらいとする．学習テーマは，各教科において，学習者自ら主体的に学習し，思考力・判断力を高めることを目的とした ICT 活用を具体的に提案することである．表 1 に，授業計画を示す．

表 1　授業計画

週	学習テーマ	概要
1	オリエンテーション（学習目標，チーム分け）	学習集団の土台を築く．知識基盤社会の特徴と，メリットデメリットを確認する．
2	知識基盤社会での学び方と ICT 活用	知識基盤社会で求められる能力，ICT 活用と教育の変化を考える．
3	情報メディアの特徴と学習活動	情報メディアの特徴や機能を調べ，新たな学習活動を提案する．
4	ICT を活用した学びの提案	学習者が主体的に学ぶことができる学びを提案する．
5	QR コードを取り入れた教材の開発	4週目の学びに関連するワークシートを作成する．
6	資料作成	発表資料や原稿を作成する．
7	構想発表会と相互評価，学習評価	教材のトライアウトを行う．学習の振り返りを行う．

3. QR コードを用いた教材

学習テーマに QR コードを用いることで，授業における ICT 活用について必然的に議論することができる．また，将来的にはタブレット配備など学習環境が変わる学校現場で活用できる教材であると考える．以下に，学習者が開発した教材例を紹介する．

(1) 学習者が開発した教材（国語）

構想された学びは，中学生 1 年生を対象とした故事成語を漫画にしてみようである．故事成語の意味や成り立ちを調べ自分たちなりに漫画で表現し，漢文の前段階としての故事成語に親しむことをねらいとした．開発したワークシートには，調べ学習の際に成り立ちや意味，使い方を記入して用いるものである．動画教材“NHK for school 10min 古文・漢文”[(2)]の故事成語の映像資料が QR コードで添付されており，調べ学習を支援するものである．

(2) 学習者が開発した教材（英語）

構想された学びは，中学 3 年生を対象としたプレゼンテーション“which is better, outdoor or indoor play?”である．開発したワークシートはプレゼンテーションを聞く際に用いるものであり，聞き取り用メモ欄と，自己評価や相互評価を行うための QR コードが添付されている．自己評価と相互評価は，あらかじめ，アンケート作成サイトを用いて作成しておき，ワークシートには QR コードで提示される．評価の結果は，自動集計されることにより学習者は即時共有することができる．

(3) 学習者が開発した教材（数学）

構想された学びは，中学 1 年生を対象とした空間図形の導入部分である．空間図形を学ぶ際に図形のイメージを持つことが必要であるが，黒板上で補えない場合や，複雑で立体図形を活用することができない場合もある．そこで動画教材を活用し，立体図形の形成を確認する．開発したワークシートは練習問題になっており，学習者は問いに対する予想を立ててから QR コードの動画教材（教育用画像素材集[(3)]）で答えを確認するものである．

これらの教材を実際に学校等で活用できるかは精査していく必要があるが，ICT を活用するメリットとデメリットを踏まえた上で設計した授業に紐づけ，どのような場面でどのように活用するのかを検討することができた．また，学びに合わせて必要となる Web サイトを見つけることができた．

4.　学習の成果と次年度に向けての課題

2016 年度の実践においては，学習者同士が活発に議論しながら活動するチームとチームが活性化せずに議論ができず課題が進まないチームが見られた．行き詰まるチームを解消するために他チームに情報を収集する機会も取り入れたが，機能していないチームは，別の作業をする，チームの輪に入らない，欠席者が多いなどの問題が見られた．

学習評価の違いを検討するため，チームが機能した学生 A と機能しなかった学生 B の最終レポートでの振り返りを分析する（表 2）． A，B はどちらも同じ専攻の 3 年次生である．

A と B とでは学習評価において，大きな差が見られた．A はチームへの貢献を常に考え活動に取り組んでおり，結果今後の目標までを見通すことができた．一方，B はチームが機能しなかった原因がメンバーや教員にあるとし，学びに対する依存が強い．結果，学習評価も学びが浅く知識も深まらなかったとしている．

表 2　最終レポートでの振り返り内容

	振り返りでの気づき
チームが機能したA	知識基盤社会を生き抜く人材を育てるために情報教育の果たす役割は大きい．学校現場での ICT の利用方法について調べ沢山知った．**【学んだ知識】** 授業構想でのアンケート機能とQRコードは，今後も活用したい．子どもが主体的に学ぶ効果的なワークシートが作成できた．**【学んだ技術と今後の目標】** 自分が果たすべき役割や，メンバーとの接し方をよく考えて取り組んだ．将来，職員室で同僚とコミュニケーションすることを意識した．私は 3 回生なので，発言の内容やタイミングは気を付けた．実習など1年間長く学んでいるからこそわかることは，話したいと思い自分なりに努力した． チームの中で自分が果たせる役割や周りに与える影響を考えて行動することは将来も必要になる．授業をきっかけに，普段から考えて行動することを心がけたい．このような考えは小中学生には難しい．役割分担により一人ひとりが学習活動に関われることを実感した．将来，班別活動を取り入れる際は取り入れていきたい．**【チームへの貢献と今後の目標】**
チームが機能しなかったB	知識が深まったとは思えない．前半の調べ学習の意味がわからなかった．ICT を用いることによるメリットが感じられなかった．ICT に関する技術は QR コードを作成するだけであった．インターネット上に便利だと思うものはたくさんあることが分かった． チームに連携がなかったからか，学びが浅かった．授業作りにおいては，全く協力的な環境になかったため，一人で開発している方が自由にできて，他の人の意見も取り入れやすいのではないかと感じた．この授業での目標は達成できていない．私自身はやる気があっても．チームで協力する雰囲気や，多様な意見がでるような先生の配慮も少なかったこともその原因であると感じた．**【チームへの不満と依存】**

5.　おわりに

本授業は，同じ専攻ごとにチームを組んだこともあり，オリエンテーションにおいて十分な学習集団を築く仕掛けができていなかったといえる．また，学習テーマに取り組む意味や協働開発する意義が十分に伝わっていないと考える．今年度は全てのチームが機能するように，学習の意味付けに検討を加え，再設計したい．

参考文献

(1) 西之園晴夫編著：「教える」から「学ぶ」への自己変革．Kindle 版，(2014)．
(2) NHK for school 10min 古文・漢文: http://www.nhk.or.jp/kokugo/10min_kobun/
(3) 独立行政法人情報処理推進機構「約 17,000 点の教育用画像素材集」: https://www2.edu.ipa.go.jp/

学習者状態を考慮したフィードバックを与える Moodle 用クイズモジュールの開発

Development of Moodle Quiz Module for Providing Feedback Considering Learner's State

八木 秀文[*1, *2]，喜多 敏博[*1]，合田 美子[*1]，鈴木 克明[*1]
Hidefumi YAGI[*1, *2], Toshihiro KITA [*1], Yoshiko GODA [*1], Katsuaki SUZUKI [*1]
[*1] 熊本大学大学院教授システム学専攻
[*1]Graduate School of Instructional Systems, Kumamoto University
[*2] 東北大学オープンオンライン教育開発推進センター
[*2]Center for the Advancement of Open Online Education, Tohoku University
Email: hyagi@st.gsis.kumamoto-u.ac.jp

あらまし：受験時の学習者状態を回答させる補助回答システムを持ち，その回答に対応したフィードバックを提供できる Moodle 用多肢選択クイズモジュールを開発した．これにより，問題に対する解答と学習者状態の回答の組み合わせに応じて，受験者毎に異なるフィードバックを与えることが可能となる．また，補助回答の質問と選択肢は自由に設定できるため，利用者のアイデア次第で多様な活用が期待できる．
キーワード：事前テスト，フィードバック，学習者状態，Moodle，プラグイン

1. はじめに

筆者らは，事前テスト時に学習者の状態に応じたフィードバックを与えることの有用性を確認するための実験をおこない，その結果，学習者状態に応じてフィードバックを適切にコントロールすることによる学習効果の向上および学習継続性の向上が示唆された[(1)]．ここでの学習者状態とは，解答に対する確信度や学習経験などであり，例えば，「学習したことがあり，解答にも自信がある」「未学習だが，自分なりに考えて解答した」といったものである．しかし，同実験は Moodle（Ver.1.9）の標準機能のみで実施したため，筆者らが意図しているフィードバック機能を完全に満たすことができていなかった．その後，Moodle の標準機能も拡充されてはきたが，最新バージョン（Ver.3.2）においても標準機能のみでは実現できない．そこで，学習者状態を考慮したフィードバックを与える機能を付加することを目的として，Moodle 用クイズモジュールの開発をおこなった．

2. 主機能の設計

本プラグインで実現するのは，クイズ解答時の学習者状態に対応したフィードバックの提示である．学習者は，問題と一緒に示される複数の学習者状態のなかから自分が該当するものを選択することで，解答後には，選択した学習者状態に対応したフィードバックを得ることができる（図 1, 2 参照）．

筆者らが進めている事前テストでの活用を前提とした研究では，解答の正／誤と学習者状態により異なるフィードバックを提供するため，学習者状態の数（x）に対し，2x 個のフィードバックを設定できればよい．しかし，学習者状態を問う質問は自由に設定可能であることから事前テストのみでの利用にとどまらず，中間テストや期末テスト（事後テスト）での利用も可能である．その際，利用者によっては，いずれの解答選択肢で不正解となったかで，異なるフィードバックを与えたい場合も考えられる．そのため，解答選択肢の数（y）に対しては，最大 xy 個のフィードバックを設定できるようにした．図 3 は，解答選択肢数 4，学習者状態を問う選択肢数 5 とした場合のフィードバック設定画面である．

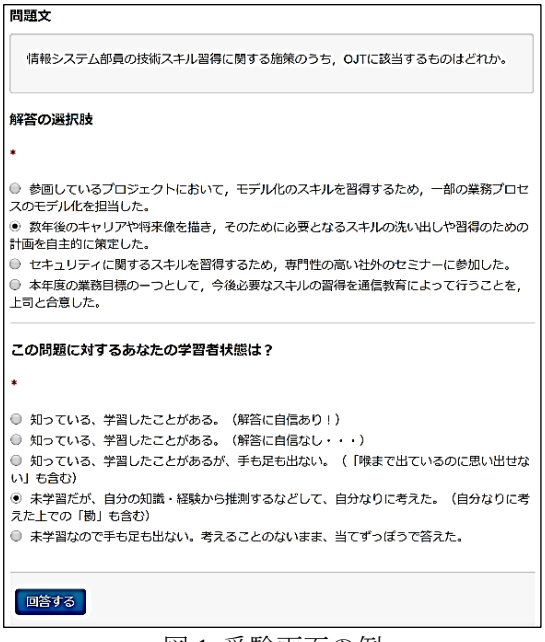


図 1 受験画面の例
（図中の問題は IT パスポート試験公開過去問[(2)] より）

3. 集計機能

本プラグインには，学習者の受験結果を集計し，教授者に対して可視化して提示する機能が実装されている．クイズ・テストとして一般的に必要となる，

最高点，最低点，平均点，個別の成績などのほかに，設問毎の学習者状態の分布（全体および正解者／不正解者別），学習者毎の設問解答・学習者状態回答状況一覧である．これにより，事前テスト時の得点のみならず，受験者がどのような学習者状態にあるかを把握することができる．例えば，既に学習経験があり，解答に自信がある受験者が多いにも関わらず正答率が低い場合などは，当該項目の授業での説明をより工夫するといったことにも活用できるだろう．

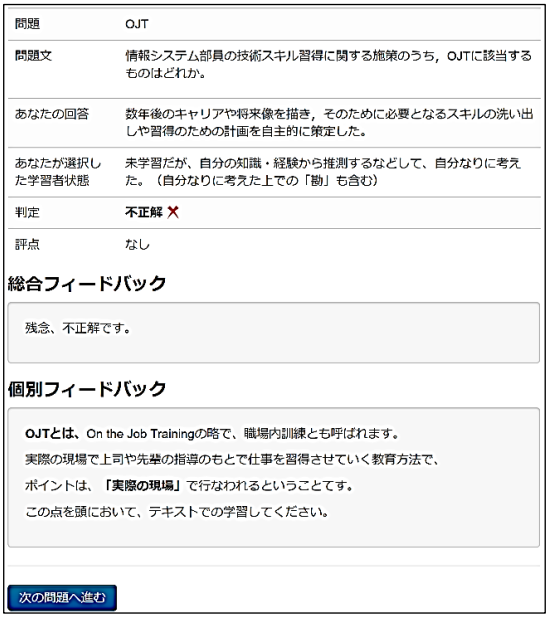


図 2 フィードバック画面の例

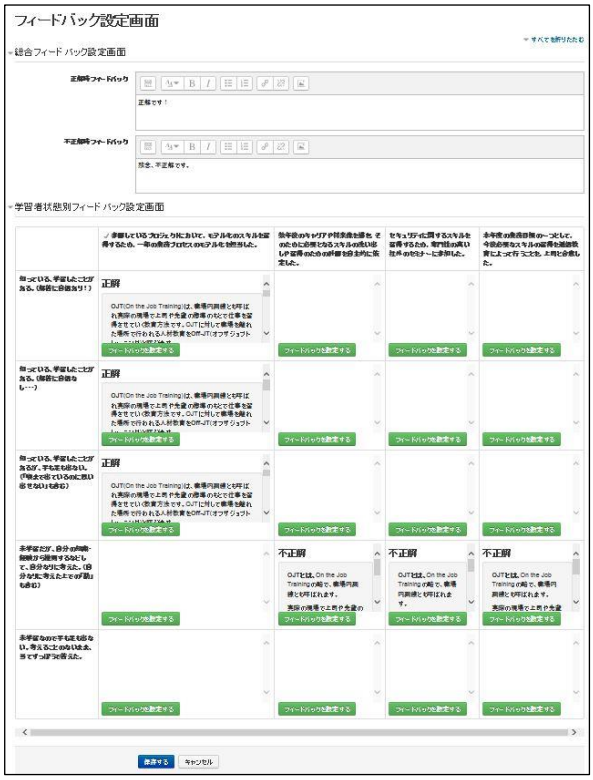


図 3 フィードバック入力画面

4.　事前テスト以外での活用

本稿では，本プラグインを事前テストで活用することを想定しているが，汎用的なクイズモジュールであるため，その利用は事前テストに限定されない．また，学習者状態を問う質問と回答項目は固定されておらず，利用者が自由に設定できる．そのため，アイデア次第で，多様な利用方法が期待される．

例えば，学習に費やした時間や問題に対して感じる難易度を問い，それに応じたフィードバックを与える方法が考えられる．また，設問の類題を提示し，この問題であれば解けるというものを回答させる，あるいは，問題のどこまでが解けているかを問うことなども可能であろう．そして，これらに対するフィードバックは，異なる解説とするだけではなく，個別の学習指針やアドバイスを示すことも有効になると思われる．それぞれの学習者状態に応じて最適と考えられる Web 上の学習リソースへのリンクを設定したり，誤答に対しては，復習すべき事項や手順を示すこともよいだろう．

また，教育場面ではなく，フィードバックを使わずに教材開発段階の形成的評価で利用することも考えられる．解答に対する自信の度合い（確信度）を問い，教材での学習がどの程度確かなものであったかを知ることもできる．

いずれにしても，本クイズモジュールで設定する学習者状態（補助回答項目）は，実際に受験者に聞かなければ分からない点を問うことにより，その利用価値が高くなるものである．

5.　おわりに

受験時の学習者状態を回答させる補助回答システムを持ち，解答の正／誤と学習者状態に対応して異なるフィードバックを提供できる Moodle 用多肢選択式クイズモジュールを開発した．筆者らは，事前テストでの活用を想定して研究しているが，開発したモジュール自体は汎用性が高く，利用者のアイデア次第で中間テストや期末テスト等での利用も可能である．今後は，ユーザビリティ評価を行い，より利用しやすいモジュールへ改善した後に一般公開することとしたい．

謝辞

本プラグインの開発にあたっては，不破崇行氏（こだまリサーチ株式会社，札幌市）の協力をいただきました．

参考文献

(1) 八木秀文，喜多敏博，根本淳子，合田美子，鈴木克明：“ｅラーニングにおける事前テストの効果的活用－学習者状態を考慮したフィードバックによる学習効果向上－”，日本 e-Learning 学会誌，Vol.11，pp.18-33（2011）

(2) IT パスポート試験公開情報過去問題 https://www3.jitec.ipa.go.jp/JitesCbt/html/openinfo/questions.html

統合反復運動を学習支援するための装着型システム

A Wearable System for Learning Support on Integrative and Repetitive Exercise

吉川　健彦[*1], 菅原　宏太[*1], 松浦　健二[*1], カルンガル　ステファン[*1], 後藤田　中[*2]
Takehiko YOSHIKAWA[*1], Kohta SUGAWARA[*1], Kenji MATSUURA[*1], Stephen KARUNGARU[*1], Naka GOTODA[*2]
[*1] 徳島大学
[*1]Tokushima University
[*2] 香川大学
[*2]Kagawa University
Email: ma2@tokushima-u.ac.jp

あらまし：複数の身体部位による統合運動においては，それらの協調的な動作が必要である．統合反復運動の中でも，本研究は前二重跳びを取り上げ，その学習支援環境の設計を行う．本研究では，複数身体動作の統合に求められる要素の一つであるタイミングに着目する．複数の身体部位計測のための装着型システムを提案し，動的に支援内容を決定する機構を設計する．
キーワード：運動スキル，統合反復運動，学習支援，装着型システム

1. はじめに

本研究は，適切な身体制御によって達成される運動スキルに着目する．運動は，その特性によって，遂行するために必要なスキルが異なる．縄跳びやフラフープのような開始と終了が明確でない運動には，連続スキル(1)が必要である．その中で，時間によって区切られた同様の運動パターンを繰り返す運動に必要なスキルを，反復スキルと呼ぶ．このスキルが必要な運動として，本研究では，前二重跳びに焦点を当てる．前二重跳びは，大きく分けて，手の回旋と跳躍の複数動作からなる統合運動でもある．

統合運動において，運動を構成する動作の開始タイミングが異なることがある．前二重跳びには，手の回旋と跳躍の動作タイミングには差が存在する．この差は，前二重跳びスキルが熟達するにつれて，毎回の体現におけるばらつきが縮小すると想定する．その結果，前二重飛びは安定する．そのため，本研究では，このタイミング差のばらつきに注目する．そして，安定化の支援をすることで，前二重飛びの熟達を図るシステムを提案する．

2. 学習支援要件

運動学習において，まず学習者は運動の固定化を行い，運動パターンの自由度を狭める(1)．これは，前二重跳びでは，タイミング差のばらつきを減少させることに他ならない．しかし，熟達するにつれて，その自由度は解放される．本研究における対象としては，自由度の固定化を行う段階の学習者である．

反復運動には特に運動のリズムが生じる．前二重飛びのリズムは，一跳躍二回旋の運動パターンによるものである．複数の身体部位運動の統合化がなされた前二重跳びは，安定的，つまり運動がリズミカルに行われることが重要である．そのため，学習者は，タイミング差がバラつかないように，体現する必要がある．

本提案では，学習者の体現と同期的に支援を行う．前二重跳びは，オープンスキル(1)が必要な運動である側面が強いが，それは動作が縄の動きに依存するからである．同期的支援において，学習者の体現を予測することは必要である．前二重跳びは，反復運動であるが，運動制御は動的に調整しながら行われることから，運動軌跡やその制御のためのフォームは毎回多少異なるものになる．そのため，予測は動的に行うことが望まれる．観察された現在や過去のデータから，提案システムは動的に予測する．

タイミング差を観察するには，複数の動作を計測することが必要となる．本研究では，前二重飛びを二つの動作に分けているため，二つの身体部位を計測する．タイミング差は，一方の基準となるタイミングと他方の相対的なタイミングとの時間間隔である．本研究において，基準は跳躍タイミングである．ここで，手の回旋タイミングを，腕を振り下ろして足の下に縄を通す動作の開始点と定義する．これは前二重跳びにおいて，その時点の縄の速度が速いためである(2)．二つの動作はセンサによって計測される．跳躍運動は加速度によって現象を観測するのに対し，手の回旋運動は筋電位によって筋活動を観察する．これは，動作開始タイミングの同定において，運動を観察するよりも，より人間の内部状態に近いからである．

センサで計測する場合，システムは装着型となるが，計測データの処理や蓄積を考え，汎用コンピュータとの通信を行う．その際，有線による通信では，使用者の運動への影響が少なからず存在するため，無線通信が望ましい．また，装着型デバイスにおいて，サイズや重さも考慮しなければならない．かつ，

システムは学習者に対して教示するための機能を有する必要がある．以上の要件より，システムフローを図 1 に示す．これらのサイクルは，学習者の体現と同時に行われる．

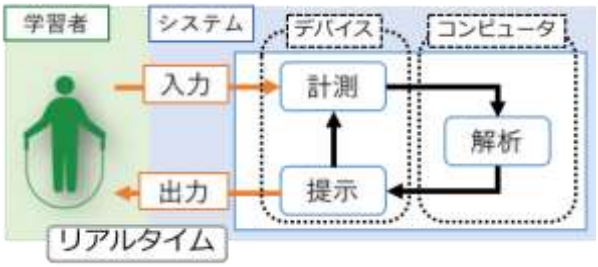


図 1 システムフロー

3. システム設計

3.1 計測システム

本研究では，跳躍を観察するために加速度を，手の回旋を観察するために筋電位を計測する．手の回旋は手首の屈曲によってなされる運動である．そのため，前腕にある筋肉を筋電センサで計測することでタイミングの同定を行う．また，無線通信とフィードバックの機能を有する必要がある．マイコンと複数センサを組み合わせて構成すると単体でも動作可能なシステムとなるため，一次評価を実施している．一方で，汎用コンピュータを導入して，異なる機能実現や，データ処理を実現することも可能である．後者の実装では，筋電センサ・アクチュエータを統合利用可能な，Myo と汎用コンピュータで試行している．Myo は，Bluetooth で 8 チャネルの筋電情報を伝達できる他，触覚へのフィードバックであるバイブレーション機能を有し，本提案の要件を満たすデバイスである．

跳躍に対しては, センサによる加速度を計測する．その際，無線通信を実現するために，XBee とそれらを制御するための小型マイコンを採用する. また，フィードバックのために，小型スピーカを付け加える．これを足の甲もしくは足首に固定することで計測を行う．

3.2 動的周期予測

支援のために，基準である跳躍の加速度データにおける周期を予測する．予測を含めた解析を行うのはデータが送られた汎用コンピュータである．動的予測の実現として，まず内部モデルを保有しなければならない．ここで，本研究では回帰分析を提案する．比較的単純なモデルとして，自己回帰モデルがあるが，正確性によっては，このモデルを発展させたものを作成し，動的予測に利用する．

このモデルは，学習者が体現し，データが蓄積されるごとに更新される．それによって，より正確な予測が可能となるモデルへと書き換えられる．この更新は，学習者の体現が終了し，正しくデータが蓄積された際に行われる．

3.3 フィードバック

データが送られた汎用コンピュータはモデルによって次の動作を予測するが，支援タイミングも同様である．加速度データから予測された次の跳躍タイミングよりタイミング差の分ずれたタイミングが支援タイミングである．ここでの予測は，固定値で静的予測を行う．この固定値は適切な間隔でなければならない．これは，支援がタイミング差のばらつきを減少させることを目的としているからである．

手の回旋タイミングを支援の対象としているが，前二重跳びのリズムを考慮すると，提示するタイミングは運動パターンにつき複数回である．これには手の回旋のみならず，跳躍のタイミングの教示も含まれる. 前二重跳びには, 特徴的な風切り音があり，その直接的なイメージに近づけるためでもある．これらは音によって教示される．一般的なフィードバック方法として，視覚もしくは聴覚への刺激が考えられるが，認識時間は聴覚の方が早い(3)．同期的支援において，教示から反応までの時間差は短い方が好ましいため，KP（Knowledge of Performance）として音による教示を行う．

また，音に対して正確なタイミングで体現できたかを，KR（Knowledge of Result）としてフィードバックする必要がある．これは KP を提示しない側のデバイスによって行われる．Myo においては，バイブレーションによる触覚への刺激によって実現する. 認識時間は視覚もよりも早く，聴覚ともさほどわからない(3)．これにより，学習者は，より自然に自身の体現の正確性を振り返ることができると考える．

4. まとめ

本研究では，統合反復運動として，前二重跳びに着目し，その支援システムの設計を行った．システムは複数の身体部位運動を計測するデバイスと計測データを解析する計算機によって構成される. また，計測デバイスはセンシングとアクチュエータの機能も合わせ持つ.

今後は，本システム実装を試行評価する予定である．動的予測や支援のためのパラメタを求めるために，さらなるデータの計測を行う必要がある．加えて，計測デバイスの装着部位は，より運動に影響を与えないように考察を行っていく．

謝辞

本研究は JSPS 科研費 15K01072 の助成を受けたものです.

参考文献

(1) 古川康一編:“スキルサイエンス入門 - 身体知の解明へのアプローチ”，オーム社，東京 (2009)
(2) Karungaru, S.G.，Matuura, K. and Gotoda, N.:“Feature Tracking using Particle Filter in Rope Skipping for Gross Motor Skill Development”, Proceedings of 2nd ICKE2016 (2016)
(3) 調枝孝治:“タイミングの心理”，不昧堂出版，東京 (1972)

PDCA に基づいた身体スキル獲得支援環境の提案

Framework of Motor Skill Acquisition Support Environment Based on PDCA

詫間 風人[*1], 小尻 智子[*2]
Kazato TAKUMA[*1], Tomoko KOJIRI[*2]
[*1] 関西大学大学院理工学研究科
[*1]Graduate School of Science and Engineering, Kansai University
[*2] 関西大学システム理工学部
[*2]Faculty of Engineering Science, Kansai University
Email: k849934@kansai-u.ac.jp

あらまし: 身体スキルの獲得には, 獲得したい身体目標に対し, 実際に体を動かして得た気づきを反映し, 身体動作を改善していく必要がある. 本研究では目標・計画の策定, 身体動作の実行, 目標・計画の評価, 改善を PDCA サイクルと捉え, このサイクルに沿って身体スキルを管理・改善できる環境を構築する. 本発表では身体スキル獲得における PDCA の個々のフェーズの内容を具体的に定義するとともに, PDCA サイクルを促進するための支援方法を提案する.
キーワード: 身体スキル, PDCA サイクル, 暗黙知

1. 序論

スポーツなどの身体動作を伴う活動において, 動作のパフォーマンスを向上させるためには身体スキルの獲得が必要である[1]. 身体の動かし方は個人の経験や体格によって異なるため, 身体スキルの獲得方法は競技者によって異なる. そのため, 繰り返し動作をしながらパフォーマンスの変化を吟味することで, 自身に応じた体の使い方を試行錯誤的に獲得していくことが一般的である. しかし, 改善すべき点を明確に意識せず, 感覚的に動作を繰り返している場合, 積み上げ形式で身体スキルを獲得することができない.

身体を動かして良い感覚や改善すべきと感じた点を言語化することは, 身体スキルの獲得に有効であると言われている[2]. 言語化をすることは, 自身の動作の振り返りにつながり, 改善すべき点を意識することができる. しかし, 言語化の手法や感じた点を次の動作に活かすための方法は確立されていない. 感じた点を言語化するだけでなく, 改善すべき点を克服するような身体の動かし方を考え, その動かし方に基づいて動作をして, 再び感じた点を言語化するというサイクルは, 段階的な身体スキルの獲得に重要である. この過程は身体スキルの獲得を対象とした PDCA サイクル[3]とみなすことができる. そこで本研究では PDCA サイクルの効果的な実施を促進することによる, 身体スキル獲得支援を試みる. 本稿では, 身体スキル獲得における PDCA の各フェーズを定義するとともに, それらを支援するための手法を提案する.

2. 対象とする身体スキル

本研究ではサッカーのシュートや縄跳びように, 競技者が一人で動作し, 自身の身体の動きを試行錯誤できる身体スキルを対象とする. このような動作では, 目標を達成するために意識すべき身体部位の動かし方は複数存在する[4]. サッカーのシュートの例を図 1 に示す. 図 1 では, 「強いシュートを打つ」といった目標を達成するために, 「軸足を強く踏み込む」, 「けり足を速く振る」, 「腰を回す」が意識すべき身体部位の動かし方として挙げられている. これらの中で目標を達成するために意識すべき動かし方は競技者の経験や体格によって異なる.

また, 意識すべき身体の動かし方自体ができない競技者も存在する. それらの競技者にとっては, その動かし方を達成することが次の目標になる. すなわち, 身体の動かし方は目標を達成するための手段かつ目標となり, 階層関係で表現される. 例えば, 「腰を回す」ができない競技者が, 「お腹に力を入れる」という身体の動かし方を考えることが該当する.

図 1 目標と意識すべき身体の動かし方の例

身体スキルを獲得することは, このような階層関係を競技者自身で構築していくことである. すなわち, 目標を達成するために意識すべき動作を設定し, それらの達成度合いに応じて新たな目標および意識すべき動作を設定していく, というサイクルを繰り返すことである.

3. 身体スキル獲得における PDCA サイクル

PDCA とは, 製造工程の不具合, 品質改善に用いられる手法で, 「企画を組み立て(Plan), 実行し(Do), 結果を検証して (Check), 自分のやり方や考え方を修正する (Action)」という 4 つのフェーズで構成されたサイクルである[3]. 身体スキル獲得の過程を意識すべき動作の階層の構築と捉えときの, PDCA の各フェーズの定義を以下に示す.

Plan : 達成したい身体の動かし方を動作目標として, 動作目標を達成するために意識すべき体の動かし方を動作計画として策定する.

Do：Plan で設定した動作計画を意識しながら，動作する．動作中に感じたことを動感と呼ぶ．
Check：動感に基づいて，動作計画および動作目標が達成できたか評価する．また，動作計画が動作目標を達成するために効果的であったかを評価する．
Action：動作計画および動作目標の達成状況に応じて，次の Plan において動作計画を考える対象となる動作目標を決定する．

このサイクルは，最初に設定した動作目標（階層の最上位にある動作）が達成できた時点で終了する．

具体例を示す．競技者が「ボールをまっすぐける（動作 A）」ための身体スキルを獲得しようとしているとする．Plan では，図 2 のように動作 A を学習目標と設定し，動作 A を達成するために意識すべき動作を動作計画として策定する．この例では「蹴り足をまっすぐ振る(動作 B)」と「軸足の膝を曲げる（動作 C）」を動作計画として挙げている．次に，Do で実際に動作した結果，良い動感として「蹴り足はまっすぐ振れた（動感 1）」，悪い動感として「ボールは右に飛んだ（動感 2）」，「軸足の膝は意識できなかった（動感 3）」，「上半身が揺れた（動感 4）」が感じられたとする．Check では動感 1～4 に基づいて，動作 A～C の達成度を評価する．動感 1 より動作 B は達成できたと評価できる．しかし，動感 2 より動作 A が，動感 3 より動作 C が達成できなかったことがわかる．また，どの動作にも対応していない悪い動感 4 は，動作目標である動作 A を達成するために解決すべき新たな問題点とみなすことができる．これらの評価より，Action では次の動作目標を決定する．例えば，動作 C を新たな動作目標とした場合，次の Plan では，動作に対する動作計画を策定することとなる．

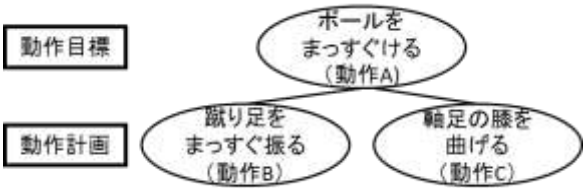


図 2　Plan フェーズ

4.　PDCA サイクルの支援方法

多くの競技者はこれまで PDCA サイクルを意識してトレーニングを行ってはこなかった．したがって，PDCA サイクルを促進するためには，個々のフェーズを意識させるとともに，それらを容易に行えるような支援が必要となる．本研究では支援方法の一例として，以下の機能を提案する．

Plan：動作目標と動作計画を階層構造で表出化できる環境を構築する．動作目標に対する動作計画を意識できるため，PDCA の以降のフェーズが促進される．また，過去の動作目標・動作計画の振り返りが可能となるため，自身の経験や体格に適した動作計画を策定できる．
Do：自身の動作を映像で振り返りながら，良かった点・悪かった点を動感として整理できる環境を提供する．動感を良し悪しの観点から整理させることで，Check での評価につなげる．
Check：動感と動作目標・計画を相互に比較可能な環境を構築する．動感を対応づけながら動作目標・計画を評価可能とすることで，達成できた／できなかった動作目標・計画を明確にするとともに，新たに出現した問題をそれらと区別して意識することが容易になる．
Action：次の Plan において動作目標となる候補を提示する．評価結果に応じた動作目標の設定には，以下の 3 パターンが存在すると考える．これらのパターンと，それぞれの場合に動作目標となる候補を示すことで，次の Plan で計画を考えるべき動作目標を明確にする．

i) 達成できなかった動作計画が存在
達成できなかった動作計画を達成する．次の Plan では，達成できなかった動作計画が動作目標になり，競技者はその動作目標を達成するための動作計画を策定する．

ii)動作計画は達成できたが動作目標が未達成
設定した動作計画が不十分であったため，動作計画を修正する．次の Plan では，動作目標はそのままで，既存の動作計画を修正したり，新たな動作計画を追加したりする．

iii)動作計画と対応付けができなかった悪い動感（新たに問題が出現）
悪い動感を解決する．このとき，その時点の悪い動感を直すことで動作目標が達成できるとみなす．次の Plan では，動作目標をそのままで，競技者は悪い動感を解決するための動作計画をたて，目標の動作計画として策定する．

5.　結論

本稿では，身体スキル獲得の過程を PDCA サイクルと捉え，PDCA サイクルの個々のフェーズにおける活動を定義し，それらを促進するための支援方法を提案した．今後は，提案した支援方法に基づいた身体スキル獲得支援システムを構築し，その有効性について評価する．

謝辞

本研究の一部は JSPS 科研費(16H03089)の助成による．

参考文献

(1) 古川康一：“スキルサイエンス入門：身体知解明の入門”，オーム社 (2009)
(2) 諏訪正樹：“身体性としてのシンボル創発”，計測と制御，Vol. 48，No. 1，pp. 76-82 (2009)
(3) 稲田将人，“PDCA プロフェッショナル―トヨタの現場×マッキンゼーの企画=最強の実践力”，東洋経済新報社 (2016)
(4) 藤井久司，小尻智子：“アドバイス・レポジトリを用いた身体スキル獲得支援環境の構築”，電子情報通信学会技術研究報告，Vol. 116，No. 517，pp. 31-36 (2017)

自動車修理塗装業のための技術者育成用 e ラーニングコンテンツ作成

Creation of Educational e-Learning Contents for Auto Repair Painting

高井　由佳[*1], 池元　茂[*2]
Yuka TAKAI[*1], Shigeru IKEMOTO[*2]
[*1] 大阪産業大学
[*1]Osaka Sangyo University
[*2] 京都工芸繊維大学大学院工芸科学研究科
[*2] Graduate School of Science and Technology, Kyoto Institute of Technology
Email: takai@ise.osaka-sandai.ac.jp

あらまし：本稿では，自動車修理塗装に携わる若手技術者の技術習得支援のための自習支援システムの構築を目的とし，熟練技術者のソリッド塗料を用いたブロック塗装における動作解析データを用いて e ラーニングコンテンツの作成を行い，自動車修理技術者よりコンテンツ視聴の感想の聴取を行った．また，同様のデータを使用した業界誌記事の記述と比較を行った．
キーワード：自動車修理，塗装，技術継承，e ラーニング，動作解析

1. はじめに

自動車修理業界における塗装作業は個別の対応が必要となるため, 人の手による作業が不可欠である．また，技術者のスキルが仕上がりに大きく影響を及ぼす仕事でもあり，技術の習得には多くの経験と時間を要する．しかしながら，少子化，若者の車離れの進展，職業選択肢の多様化などにより，自動車整備士や自動車修理業に就く若者が激減している(1)．同時に，整備士や修理技術者の高齢化が進展しており，平均年齢は年々上昇傾向にある．近い将来，業界を支える人材不足が顕在化する可能性が高い．

そこで本研究では，経験の浅い修理技術者のための塗装作業における自習支援システムの開発を目的とした．まず，動作解析装置を用いて，長年に渡って自動車修理に従事してきた熟練技術者の作業を解析し，技の可視化を行った(2)．さらに，動作解析より得られたデータから具体的な教授内容の選定を行った(3)．本報では，教授手法として e ラーニングを選択し，数値データを用いた動画コンテンツの内容を検討し，同等の内容の自動車修理業向け雑誌記事と比較することで仕上がった動画の効果を検証した．e ラーニングは, 医療分野の新人教育において, 既に一定の成果が得られている(4), (5)ことから，自動車修理業の技術者育成においても成果を得ることが期待できると考える．

2. e ラーニングコンテンツの作成

2.1 e ラーニングコンテンツの内容

ドアパネルへのソリッド塗料を用いたブロック塗装を対象とした動作解析より得られたデータから選定した「1.熟練者が塗装を行っている動画」「2.塗装中の背面，側面からの姿勢とスプレーガンの軌跡」「3.ドアと体の位置関係」「4.スプレーガンの運行速度」「5.脇と肘の角度」のデータを用い e ラーニングの作成にあたった．動画作成には，有限会社 BOND の開発した動画作成ソフトウェア Smartavatar Creator を用いた．Smartavatar Creator は，音声合成にアバター（分身となるキャラクター）を伴わせることで動画教材を作成することができる．e ラーニング教材のターゲット層は経験の浅い技術者であり，20 代から 30 代の男性が大多数を占めることから，親しみやすさを考慮し，アバターは女の子のアニメキャラクターを使用した．1 つの e ラーニング用動画は 10 分程度にまとめることとした．

選定された各データは，熟練者と非熟練者とを比較して見せた．特に重要となる作業のポイントは，画面いっぱいにテロップを表示し強調した．テロップを表示した際の画面を図 1 に示す．テロップで取り上げた熟練者の作業の特徴は下記の 7 点であった．

1. 作業の際, あまり足を動かさずに同じ場所に立つ
2. 肩をあまり傾けず, 極力水平を保つ
3. ドアと腰の距離が近く, ドアに接近している
4. スプレーガンの動きが速く, また作業を重ねるにつれて遅くなる
5. スプレーガンの吐出量を調整するレバーを引く力が強いが, 左右の端では緩めている
6. ドア左右の端部ではスプレーガンを動かす速度が遅くなる
7. 塗膜が薄く, また膜厚の厚みの最大値と最小値の差分が小さく, パネル全体を均一な厚みで仕上げている

e ラーニング用動画の最後には，熟練者と非熟練者の作業動画を表示した．作業動画の画面を図 2 に示す．作業動画は何度も途中で止め，熟練者と非熟練者の動きの違いを再度説明し，視聴者がふりかえりを行えるようにした．

2.2 e ラーニングコンテンツの評価

仕上がった動画は，自動車修理に携わる技術者に視聴していただいた．動画の感想は，概ね好評を得

た.『まったくの素人ではなく，少し経験を積み，ある程度の知識を持ってから見るほうが有益ではないか』という意見も寄せられた.

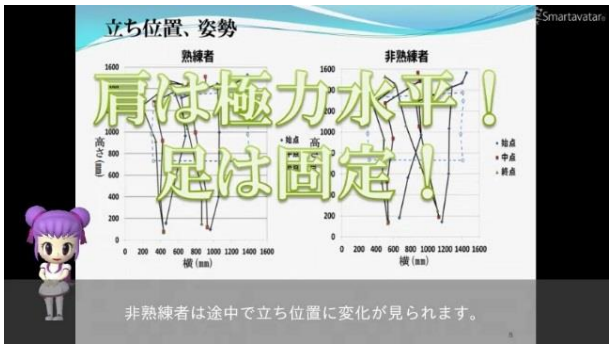


図 1 テロップを表示した画面

図 2 作業動画の画面

3. 雑誌記事の内容

自動車修理業の業界誌を発行する株式会社プロトリオスより，2 章で示した e ラーニングコンテンツと同様の実験結果を紹介した特集記事が組まれ，発刊された[6]．我々は特集記事に対してデータ提供のみを行った．データの解釈や記述の一切は，株式会社プロトリオスの記者が行った. 記事において, 我々が行ってきた解析手法と異なっている点は，塗料の使用量について言及していることであった．記事では『塗装テクニックとともにコスト意識も求められる』と指摘をしていた．e ラーニング動画においても，コストに関わる内容を盛り込むことを検討したい．また，記者のまとめのコメントにおいては,『すべての動きを数字に置き換え，可視化することによって、色濃く違いが浮かび上がった．その点から，新人技術者への教育には有効な手段となるだろう.』と提言していた.

記事の後半には，実験参加者，技術指導を行う専門学校の教員，塗料メーカーからのコメントが掲載され，実験の重要性と今後業界を担う若手技術者向けの指導についての意見を各人が述べていた．数字や理論を見える化し，技の可視化による育成の在り方の重要性を語っていた．非熟練者として実験に参加した技術者は『的確な数値で裏付けされたマニュアルを基に，短期間で集中的に教えてもらいたい』と述べており，本実験の妥当性を表していると言える.

4. まとめ

本研究では，熟練技術者の塗装作業の特徴を数値や動画とともにまとめた e ラーニングコンテンツを作成し，同様の内容を扱った雑誌記事との比較を行った．e ラーニング用動画は自動車修理技術者から概ね好評を得られた．雑誌記事では塗料の使用量を示しコスト意識の重要性を述べていた.

本研究に関わる実験の解析作業は現在も続いており，本報の e ラーニング用動画には収録されていないデータが得られている．今回作成した動画を雛形とし，今後も新たに分かったことを継続的に配信していくことで，内容の充実と若手技術者の技術力向上に寄与できるものと考える.

また，業界関係者からは，実験そのものを好意的に捉えられており，更なる解析をという声もある．本研究では塗装作業のみに着目したが，塗装する前段階の下処理作業や，塗料の色を実車に合わせる調色作業など，技術者の技に頼っている作業は他にもある．業界の支援も大きいことから，今後更なるコンテンツの充実を図っていく予定である.

謝辞

本研究は JSPS 科研費（16K16329）の助成を受けたものです．また，本研究の遂行にあたり，近畿自動車車体整備協同組合連合会 池宮氏, 奈良自動車車体整備協同組合 浮田氏，大阪府自動車車体整備協同組合 田井氏，株式会社プロトリオス 長谷川氏・大黒氏，株式会社日本ペイント 蛭子氏, 有限会社 BOND 古川氏にご協力をいただきました．ここに感謝の意を表します.

参考文献

(1) 国土交通省:“自動車整備人材の確保・育成に関する検討会〈検討会報告書〉”,（2016）
(2) Shigeru Ikemoto, Yuka Takai, Hiroyuki Hamada: “Expert’s common factor of painting motion in auto repair painting process”, Advances in Ergonomics of Manufacturing: Managing the Enterprise of the Future, vol.490, pp.23-33 (2016)
(3) 高井由佳，池元茂，濱田泰以: “動作解析を利用した自動車塗装修理の自習支援システム”, 教育システム情報学会第 41 回全国大会予稿集，pp.171-172 （2016）
(4) 伊津美孝子，真嶋由貴恵，蔦田聡: “e ラーニングを活用した新人看護師研修プログラムの開発と評価”, 教育システム情報学会誌, Vol.31, No.2, pp.57-68（2014）
(5) 真嶋由貴恵: “看護技術のスキル学習とノウハウ集約における映像活用”, 映像情報メディア学会誌, Vol.66, No.8，pp.645-649（2012）
(6) 株式会社プロトリオス: “ボデーショップレポート”, 2017 年 6 月号，pp.26-36（2017）

自動作に参照動作が自動追従する動作比較学習支援環境

Motion Comparison Learning Support Environment with Automatic Tracking to Learners' Motion by Reference Motion

吉永　稔拓[*1]，曽我　真人[*2]
Toshihiro YOSHINAGA[*1], Masato SOGA[*2]
[*1] 和歌山大学大学院システム工学研究科
[*1]Graduate School of Systems Engineering, Wakayama University
[*2] 和歌山大学
[*2]Wakayama University
Email: soga@sys.wakayama-u.ac.jp

あらまし：本研究においては，手本動作の速さを自動かつリアルタイムで学習者の動作の速さに合わせるための DP マッチングを元にしたアルゴリズムを提案し，機能を実装した．評価実験は，スピード同期機能の有用性の評価を主な目的とし，評価を行なった．アンケートにおいては，スピード同期機能はおおむね肯定的な評価を獲得しており，特に各タイミングにおける姿勢の学習や継続的な学習活動に対して有益である可能性が高いことが分かった．
キーワード：動作学習，動作スピード，同期，スポーツ

1. はじめに

近年，モーションキャプチャデバイスを用いて身体動作を取得し，初心者の動作学習を支援しようとする研究が盛んに行なわれている．例えば，仮想空間内において熟練者の動作を学習者の動作に重畳表示し，効果的な自主練習を支援するようなシステムが構築されている．ただし，従来のシステムには，仮想空間内で再生される手本動作に学習者が必死に追従するという仕様のものが多かった．本研究では，手本動作の速さをリアルタイムで学習者の動作の速さに合わせる機能を提案し，実際に，スピード自動同期機能を搭載した動作学習支援システムを構築した．

2. 機能の概要

手本動作が学習者の動作に自動でシンクロする機能である．すなわち，学習者の動作スピードが手本動作よりも速い場合は，手本動作のスピードもまた学習者に合わせて速くなり，学習者の動作スピードが手本動作よりも遅い場合は，手本動作のスピードもまた学習者に合わせて遅くなる．また，学習者が任意の時点で身体を静止した場合，手本動作もその対応時点の姿勢を維持したまま一時停止状態となる．以上の処理はリアルタイムに行なわれ，一連の動作の中に速い期間と遅い期間とが交互に現れたとしても対応可能である．さらに，簡単な動きから構成された対象動作ならば，学習者が現在姿勢からそのまま逆再生のように過去の姿勢に戻るだけで，手本動作も連動して該当時点まで巻き戻り，その時点からのやり直しが可能である．

利用場面として，各タイミングにおける姿勢の学習をするために利用することを想定している．従来，学習者は所与の手本動作を追従することによって学習を行なっていたが，この機能では手本動作のほうが学習者のスピードに合わせようとしてくるため，各タイミングにおける姿勢の学習が容易であるといえる．問題点として，機能の仕様上，動作の間合いやタイミングを学習する場面には適さない．

3. アルゴリズム

DP マッチング (Dynamic Programming Matching) を利用して学習者動作の時系列と手本動作の時系列との対応関係を求め，その都度学習者の姿勢に対応する手本動作の姿勢を提示する．

大まかな流れとしては，まず関節ごとのマッチング結果を求め，つぎにそれらの結果を総合して全身としてのマッチング結果を求める．

3.1 関節ごとのマッチング結果の導出

ある学習者動作時刻における学習者動作の関節と，ある手本動作時刻における手本動作の関節との間の距離を求めるための式を立てる（式 1）．

$$d(s,S)=\sqrt{(x_s-X_S)^2+(y_s-Y_S)^2+(z_s-Z_S)^2} \quad \text{（式 1）}$$

ただし，学習者動作のサンプリング時刻を s，手本動作のサンプリング時刻を S，サンプリング時刻 s における学習者動作の特徴関節の座標を(x_s, y_s, z_s)，サンプリング時刻 S における手本動作の特徴関節の座標を(X_S, Y_S, Z_S)とする．式 1 は式 2 の中で使用される．

$$D=\min\begin{cases}\frac{w_a}{m}\sum_{j=1}^{m} d(t,T+j) & \text{── (2.a)}\\ w_b\, d(t+1,T) & \text{── (2.b)}\\ \frac{w_c}{m}\sum_{j=1}^{m} d(t+1,T+j) & \text{── (2.c)}\\ \frac{w_d}{m}\sum_{j=1}^{m} d(t,T-j) & \text{── (2.d)}\end{cases} \quad \text{（式 2）}$$

ただし，前回マッチング終了時点における学習者動作のサンプリング時刻を t, 前回マッチング終了時点における手本動作のサンプリング時刻（前回マッチング終了時点での式 3 の U に相当）を T とし，w_a，w_b，w_c および w_d を重み付け係数，m をマッチング処理に柔軟性をもたせるための定数とする．

3.2 全身としてのマッチング結果の導出

各関節について現在の学習者サンプリング時刻に対応する手本動作サンプリング時刻を求めた後，全身としての現在の学習者サンプリング時刻に対応する手本動作サンプリング時刻を求める．式 3 の U が求める値となる．

$$U = \frac{\Sigma_{i=1}^{n}(v_i T_i)}{\Sigma_{i=1}^{n} v_i} \qquad \text{(式 3)}$$

ただし，v_i は関節iの角度変化の大きさ，T_i は関節 i に注目したときの現在の学習者サンプリング時刻に対応する手本動作サンプリング時刻，n は全身の骨の数である．

また，対象動作の特徴に応じて，無視すべき関節などを設定するとマッチング精度が向上する．

図 1 に実装したシステムの画面を示す．

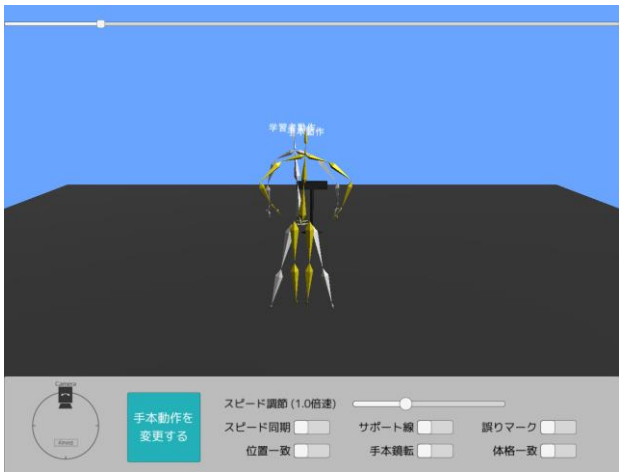


図 1　試作システムの画面

4.　評価実験

スピード同期機能の有用性を評価するために，スキル向上値の定量評価およびアンケートを実施した．

アンケートは，被験者が両システムおよびスピード同期機能を含む各機能を主観評価することによって行なった．

被験者は 12 人とし学習時間は 30 分程度，対象動作は弓道の射法八節（弓を引く一連の動作）とした．

実験群は以下①～⑥の順に，統制群はこのうち③と⑤を入れ替えた順によって実験を行なった．

① 動作の簡易レクチャー
② BVH 形式による事前動作の取得
③ システム A の操作
④ BVH 形式による事後動作取得
⑤ システム B の操作
⑥ アンケート

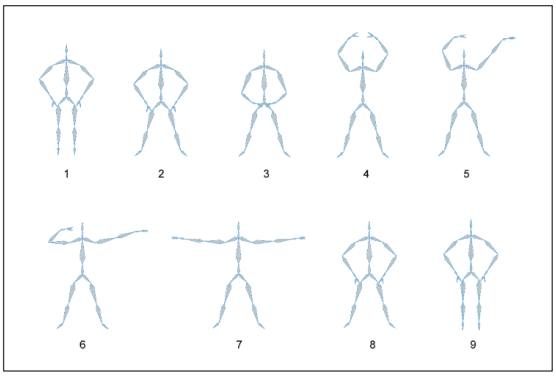


図 2　対象動作（弓道の射法八節）

5.　実験結果

統制群と実験群とを比較した場合，定量的なスキル向上値に有意な差は現れなかったが，アンケートにおいては，スピード同期機能は全体的に肯定的な評価を獲得した．「両システムを比較する 7 段階評価」の設問によって得られた結果を表 1 に示す．ここでは，「システム A」が 3,「システム B」が-3 となるように各目盛に数値を割り当てた．

表 1　両システムを比較する 7 段階評価

設問	平均	標準偏差	中央値	最頻値
どちらのシステムがより各瞬間における姿勢の比較学習に有益であると思いましたか	1.9	1.1	2.0	3
どちらのシステムがより動作手順の学習に有益であると思いましたか	0.6	1.4	1.0	1
今後，自分が何らかの動作を学ぶ場合，どちらのシステムをより使いたいと思いましたか	1.4	1.5	1.5	3

6.　おわりに

本研究では，手本動作スピードの同期提示が可能な動作学習支援システムを構築し，評価実験を行なった．統制群と実験群とを比較した場合，定量的なスキル向上値に有意な差は現れなかったが，アンケートにおいては，スピード同期機能は全体的に肯定的な評価を獲得した．

参考文献

[1] 西野友泰, 曽我真人, 瀧寛和: “学習者が熟練者の視点で熟練者の動作を追従できる拡張現実感を用いたモーションナビゲータ”, 教育システム情報学会第 36 回全国大会講演論文集, pp. 492-493, 2011

[2] 越智洋司: “Kinect を利用した縄跳び運動認識システムの開発”, 信学技報, Vol. 113, No. 67, pp. 51-54, 2013

[3] 佐藤優太, 廣田一樹, 曽我真人, 瀧寛和:“全身動作と手指動作を統合表示可能なモーションナビゲータ II”, 教育システム情報学会関西支部学生研究発表会, pp. 33-34, 2013

高校生を対象としたロボットプログラミングによる体験型ワークショップに関する研究

Study on Experiential Workshop of Robot-Programming for High School Students

楠口 志織[*1] 宇佐 圭輔[*1] 田中 沙季[*1] 徳永 里彩子[*1]
Shiori KUSUGUCHI[*1] Keisuke USA[*1] Saki TANAKA[*1] Risako TOKUNAGA[*1]
野中 美海[*1] 松田 結衣[*1] 切通 優希[*2] 飯村 伊智郎[*1]
Marina NONAKA[*1] Yui MATSUDA[*1] Yuki KIRIDOSHI[*2] Ichiro IIMURA[*1]

[*1]熊本県立大学総合管理学部 [*2]熊本県立大学大学院アドミニストレーション研究科
[*1]Faculty of Administrative Studies, Prefectural University of Kumamoto
[*2]Graduate School of Administrative Studies, Prefectural University of Kumamoto

Email: {s-kusuguchi, k-usa, s-tanaka, r-tokunaga, m-nonaka, y-matsuda, yukiri, iiimura}@ilab.pu-kumamoto.ac.jp

あらまし：政府や文部科学省が，小学校や中学校でのプログラミング教育を含む IT 教育を必修化する方針であると発表したことから，我が国でプログラミング教育が重要視されはじめている．そこで筆者らは，熊本県内の高校生を対象とし，プログラミングを題材としたワークショップを実施してきた．また近年，インターネットを様々なモノに接続する IoT の概念が波及しているため，コンピュータの動く仕組みを知り，ICT との関わり方について考える必要性があるといえる．以上から専門的な知識を用いずブロックを組み合わせることでプログラミングを行えるブロックプログラミング環境でワークショップを実施し，「プログラミング学習機会の提供」，「プログラミングへの興味・関心の創出」，「ICT との関わり方を考えるきっかけ作り」，加えて「熊本県立大学総合管理学部の周知」を目指した．本稿ではその概要について述べ，アンケートによる主観的評価をもとに考察を加える．

キーワード：ワークショップ，プログラミング教育，Sphero，IT，IoT，ICT，高校生

1. はじめに

アメリカでは, 2013 年にプログラミング教育の推進を図る NPO 団体である Code.org が創設された．その Code.org の活動の一環として，バラク・オバマ元大統領やビル･ゲイツ氏らが IT 教育の必要性を訴えた映像を公開したことを皮切りに，プログラミング教育への関心が高まり，急激に浸透してきた．一方，日本でも 2012 年度の中学校の新学習指導要領[(1)]や 2013 年度の政府の成長戦略[(2)]において，プログラミング教育を推進する動きがあった．加えて，2020 年度には小学校でプログラミング教育が必修化される方針であり，我が国においてもプログラミング教育は重要視され始めている．さらに，都市部への偏りはあるものの，プログラミング学習塾が増加し，習わせたい習い事ランキング[(3)]の小学校高学年の部で“パソコン関連（プログラミング）”が第 7 位にランクインするなどプログラミング教育の需要も増加していることが分かる．また，近年の IT の発達に伴い，IoT の概念や ICT が今後さらに波及していくにつれ, よりコンピュータの動く仕組みを知り, ICT との関わり方について考える必要性があるといえる．

このような背景のもと，本研究では「プログラミング学習機会の提供」，「プログラミングへの興味・関心の創出」，「ICT との関わり方を考えるきっかけ作り」，加えて「熊本県立大学総合管理学部の周知」を目指した．

2. 本ワークショップの概要

本研究で開催したワークショップでは，参加者がプログラミングを行うための開発環境として後述する「Sphero」,「SPRK Lightning Lab」を採用する．またプログラミングの学習環境として，ブロックプログラミングの手法を導入することで容易に開発が行えるものとし，2 人 1 組でコミュニケーションを取りながら学習することで理解度向上の効果を狙う．また，ワークショップの進行には筆者らが作成した教科書と動画を使用し，各過程において筆者らがメンターとして参加者を補助するものとする．

ワークショップの主な流れとして，まずはアイスブレイクで緊張をほぐした後，リモート操作で Sphero を動かし，Sphero に慣れてもらう．次に教科書と動画を使用しながら，簡単なプログラムを作成してもらう．レベルを徐々に上げながらプログラミングをするが, その際には光を放つ Sphero の軌跡を撮影し確認しながら課題を解いてもらう．少ないコードで簡潔に書くことが良しとされているプログラミングの通説に則り，本ワークショップでもより少ないブロックでプログラミングをしたペアを表彰する．ワークショップの終わりにはリフレクションを行うことで，ICT との関わり方を考えてもらう．

2.1 Sphero

Sphero とは，スマートフォンやタブレットの様々なアプリでコントロールすることが可能なボール型ロボットである．

今回はその Sphero の中でも教育用の Sphero SPRK Edition を採用した．こちらはボディが透明になっており内部構造を見ることが可能であるため，より参加者の興味・関心の創出が期待できる．また，自分でプログラミングした通りに Sphero が動作するため視覚的でわかりやすく，より学習意欲が高まると考えた．

2.2 SPRK Lightning Lab

SPRK Lightning Lab とは Sphero の操作に使用するアプリである．ブロックベースのプログラミングを活用するため，初心者にも分かりやすいシンプルな開発環境で学習がしやすいと考えた．

3. 本ワークショップの実施

第 1 回を 2016 年 6 月 26 日（日），第 2 回を同年 7 月 2 日（土），第 3 回を同年 7 月 3 日（日）に開催した．なお第 1 回は 10 名，第 2 回は 9 名，第 3 回は 21 名の高校生に参加してもらった．筆者らがメンターとして各グループのサポートに入ることにより，プログラミング初心者の参加者でも無理なく参加できていた．最初に行ったアイスブレイクでは，参加者の緊張がほぐれるように会話をしながらできる内容にしたことで，他校の生徒同士でも分け隔てなく親交を深めている様子が見受けられた．参加者の多くがプログラミング初心者であったが，休憩時間を惜しんで教科書の問題に取り組み，筆者らがあらかじめ用意しておいたレベル以上の課題にも積極的に取り組んでいた．図 1 及び図 2 は，ワークショップ当日の様子の一例である．

図 1 当日の様子①

図 2 当日の様子②

また事前に，より少ないブロック数でプログラミングを完成させたグループを表彰するとアナウンスしていたことで，一度完成させたプログラムを納得いくまで何度も考え直すなど，それぞれ向上心を持って取り組む姿勢が見受けられた．ワークショップは終始和やかな雰囲気で進み，プログラミングに対する興味・関心の創出だけでなく，参加者同士や参加者とメンター（筆者ら）の親交も深めることができた．

4. アンケートによる主観的評価及び考察

本研究では，ワークショップ参加前と参加後の意識の変化について，参加者にアンケート調査を行った．まずプログラミングに対する興味をワークショップ参加前と参加後で比較すると，参加後に興味が減少した参加者はおらず，増大した参加者は 40 名中 26 名であった．また，ICT との関わり方に対する考えとして，「コンピュータが動く仕組みを理解しておきたい.」，「ICT について積極的に学習したい.」という記述回答が数多く見られた．総合管理学部に対しての興味は，参加前と参加後で比較すると，減少した参加者はおらず，増大した参加者は 40 名中 32 名であった．

これにより，本ワークショップは「プログラミング学習機会の提供」,「プログラミングへの興味・関心の創出」,「ICT との関わり方を考えるきっかけ作り」,「熊本県立大学総合管理学部の周知」という当初の目的を達成できたと同時に，「高校生の進路選択の一助」という副次効果も得られたことから意義のあるものであったといえる．

5. おわりに

参加した高校生からは,「グループで協力することができ，楽しかった.」,「情報やプログラミングの重要性，必要性を知ることができて良かった.」,「次回も参加したい.」といった肯定的な意見が多く寄せられた．また「プログラミングと聞くと難しいイメージしかなかったが，今回のワークショップでは初心者の私でもプログラミングをすることができたのでうれしかった.」というように一部の参加者へのプログラミングに対する苦手意識の改善が可能であったことが本ワークショップで示された．以上のことから，本研究は参加した高校生にとっても，筆者らにとっても意義のあるものであったといえる．また 2016 年 8 月 20 日（土）に，筆者らの研究グループと熊日生涯学習プラザ様との協同プロジェクトとして，本研究の内容を小学生向けに変更し，小学 4 年生から 6 年生を対象としたプログラミングワークショップを実施した．2017 年 2 月 18 日（土）にも同様のワークショップを実施予定である．このことから，社会的にもプログラミングが重要視され始めており，教育機会の需要が増加していることがうかがえる．

謝辞

本研究は平成 27 年度熊本県立大学後援会共同自主研究推進助成事業の助成によるものである．本学の宮園博光教授には高等学校への広報に関してご支援をいただいた．ここに記して謝意を表す．

参考文献

(1) 文部科学省: “現行学習指導要領・生きる力”, http://www.mext.go.jp/a_menu/shotou/new-cs/youryou/chu/gika.htm（参照 2015.10.28）
(2) 首相官邸: “日本再興戦略 –JAPAN is BACK-”, http://www.kantei.go.jp/jp/singi/keizaisaisei/pdf/saikou_jpn.pdf（参照 2015.10.28）
(3) 株式会社リクルートライフスタイル: “2014年上半期子どもの習い事ランキング”, https://www.recruit-lifestyle.co.jp/uploads/2014/10/RecruitLifestyle_keikotomanabu_20141003.pdf（参照 2015.10.28）

プログラム手順学習と手順生成システム開発

Development of program procedure learning and procedure generation system

椎名 広光[*1]，小林 伸行[*2]
Hiromitsu SHIINA[*1], Nobuyuki KOBAYASHI[*2]
[*1] 岡山理科大学　総合情報学部　情報科学科
[*1]Faculty of Informatics, Okayama University of Science
[*2] 山陽学園大学
[*2]Faculty of Human Sciences, Sanyo Gakuen University
Email: shiina@mis.ous.ac.jp

あらまし:プログラム作成ができるようになるには,その処理の手順の作成できるようになる必要がある．本研究では，手順学習として，手順の並べ替えによる学習システムを構築した．また，学習システムで使う手順を，すべて人間の手で構築するには，手間が大きく膨大の時間が必要となる．そこで本研究では，プログラムリストを学習し,自然言語処理技術の要約技術によってプログラムの手順の自動生成を行っている．
キーワード：アルゴリズム学習，手順生成，要約技術

1.　はじめに

情報化社会の進展の中で，情報活用能力の育成が求められており，学校教育においてプログラミング学習などの ICT 教育のすべての教育段階で充実化が必要となってきている．既に，平成 32 年度より小学校においては，プログラミング教育が必修化され，小・中・高校においての準備が始められており，生徒向けの専門技術向上のための講座開発や教員向けの指導法の研究や研修の実施が求められている．

そこで，大学生向けのプログラミング教育と小・中・高校での ICT 教育の接続も考慮する必要性からプログラミング学習用コンテンツ作成とその補助システムの研究が必要であると考えている．ICT 教育においては，コンピュータでプログラムを直接動作することも大切ではあるが，プログラム作成では，プログラムの文法学習よりも，処理の分割や順序や処理の併合の論理的な思考が重要である．

プログラム開発現場におけるコードレビューや協調学習の場面で，プログラムの説明の実施が行われており，プログラミング場面での論理的な思考力の養成にも有効であると考えられる．特に，プログラムの手順の分割や併合を思考段階から自然言語での説明ができることが重要で，逆に言語運用部分の補助が重要である．

研究の目標としては，問題を解決するためのプログラム教育として，問題を解決するための手順を気が付かせるための補助として，プログラミング手続きの説明を利用したコンテンツ作成を目標としおり，現段階では，手順学習システムと手順生成するシステムの構築を行っている．手順学習システムについては，アルゴリズムの手順を並べ替える学習をタブレット PC 上に開発した．

しかし，手順の生成には，問題作成者の手間が大きいため，手順を自動的にコンピュータで生成するシステムが必要である．そこで，手順の自動生成として，講義で使用されるプログラムリストのコメントを，言語処理技術の要約技術 (1) で使われる並列性の評価，併合，部分削除の処理を用いている．関連研究としてプログラムのコメントからプログラム中に出現する名詞の単語についての説明文を作成する研究 (2) が行われているが，プログラムの内容すべてを説明する文章の生成は行われていない．また，本研究では，最後に手順生成については，学生のアンケートで妥当性を評価している．

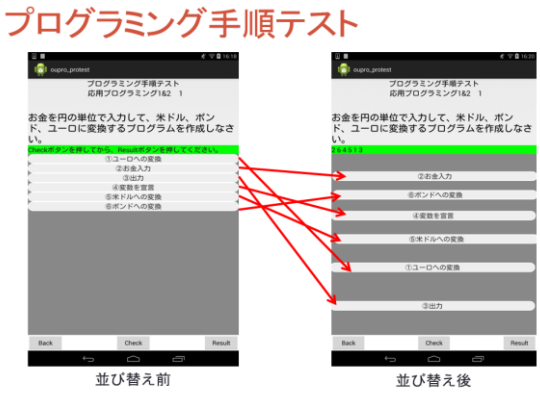


図 1　手順学習

2.　手順学習システム

プログラミングには，変数の宣言，値の入力，計算,結果の出力などのようにいくつかの手順がある．このプログラミング手順テストは，プログラミングを手順化し，その手順をいくつかに分ける．そして分けられた手順をプログラミングの流れに合うように上から順に並び替えるテストである．このテストでは，講義に対する学習状況の把握に利用する．

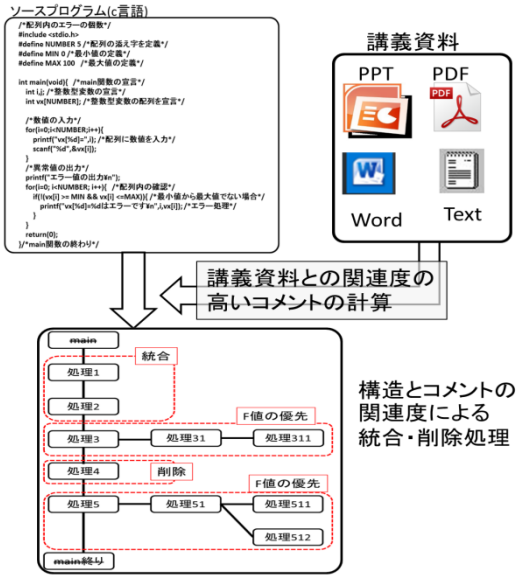


図 2　手順生成

例えば，為替の変換の問題「お金を円の単位で入力して，米ドル，ポンド，ユーロに変換するプログラムに変換するプログラムを作成しなさい.」の場合，本研究では，問題を解く手続きを図 1 のように分解し，その手順を並べ替える問題をテストするシステムを開発している．

3.　手順の生成処理

アルゴリズムの手順生成については，現段階ではプログラムのコメントを利用している．コメント内の単語と講義資料との関連度，及び，プログラムの構造から手続きの生成を行っている(図 2)．

3.1 コメントの重要度の評価

コメントの重要度の評価を以下の手順で求める．

(1)講義資料の単語の TF-IDF を求め，重要度とする．

(2)講義資料の重要語とプログラムのコメントの単語の F 値を求める．

(3)コメント内の単語の F 値の合計をコメントの評価値とする．コメントの評価値を閾値値以上であるものを残す．

3.2 プログラムの構造を利用したコメントの結合

コメントの削除後，残ったコメントの結合を行う．結合の条件を次に示す．また，コメントの生成例を表 1 に示す．

(1)関数を利用していない場合，main 関数の始まりと終わりのコメントがあれば，削除する．

(2)並列の統合:プログラムコード上の同じ階層のコメントは，文末が同じ名詞なら，１文にまとめる．

(3)F 値による削除:F 値の小さいコメントを削除．

(4)F 値の優先:F 値の大きいコメントの上位階層のコメントを残す

4.　手順評価

評価用に抽出したプログラムのコメントの削除率は，評価用に抽出したプログラムのコメントの削除

表 1 コメントの生成例

階層	コメント	生成手続き	処理
1	配列の添え字を定義	配列の添え字，最小値，最大値の定義	並列の統合
1	最小値の定義		
1	最大値の定義		
1	main 関数の宣言		削除
2	整数型変数の宣言	変数の宣言	並列の統合
2	整数型変数の配列を宣言		
2	数値の入力	配列に数値の入力	F 値の優先
3	配列に数値を入力		
2	異常値の出力		F 値による削除
2	配列内の確認	配列内の確認	F 値の優先
3	最小値から最大値でない場合	最小値から最大値でない場合	
4	エラー処理	エラー処理	
1	main 関数の終わり		削除

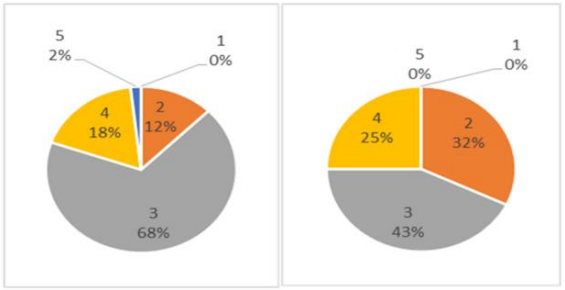


図 3 アンケート

率は 60%であった．

また，プログラムを学習している 9 人に対して，(1)手続きの文評価，(2)手順に対するプログラムの理解の 2 項目でアンケートを 5 段階評価で行った（1：悪～5：良）．手続き文としての評価では半分以上が「普通」の手続き文であるという評価だったが，手続き文からプログラムの内容の理解については，割合でみると 2 の「少し悪い」という評価が多くなっている．

5.　今後の課題

手順生成については，閾値の設定やヒューリスティックスが強く、改良の余地が多い．重要な要素を講義との関連に応じて取り出せるようにしたい．

参考文献

(1)　奥村学，難波英嗣: “テキスト要約に関する最近の話題”, 自然言語処理「自動要約」特集号, vol. 9, no. 4, , pp. 97-116, 2002.

(2)　藤木哲也，井上克郎，早瀬康裕: “コメント文によるプログラム中に出現する名詞の説明文生成”，信学技報, vol. 110, no. 169, SS2010-27, pp. 65-69, 2010.

ボトムアップ型アプローチを用いたプログラミング学習手法の提案

Proposal of Method with Bottom-Up Approach for Learning on Programming

古池 謙人[*1]，東本 崇仁[*1]
Kento KOIKE[*1], Takahito TOMOTO[*2]
[*1] 東京工芸大学工学部
[*1]Faculty of Engineering, Tokyo Polytechnic University
Email: c1418030@st.t-kougei.ac.jp

あらまし：プログラミング学習において，目的を細分化していき学習を行うトップダウン型学習は多く行われているものの，ステートメントから抽象化していき学習を行うボトムアップ型学習は少ない．加えて従来のボトムアップ型アプローチでは，上位の概念を構築しようとすると大量の試行が必要となる．そこで本研究では，従来のボトムアップ型アプローチに詳細化された目的を加えることで，大量の試行を必要としないボトムアップ型学習を提案する．
キーワード：チャンキング，構造的理解，トップダウン，ボトムアップ，段階的な思考

1. はじめに

ヒトによる情報の認識は，知識を基に高次なレベルから低次なレベルへ情報を処理するトップダウン型情報処理と，入力刺激を基に低次なレベルから高次なレベルへ情報を処理するボトムアップ型情報処理の相互作用によって実現されていることが知られている(1)．また，スキル学習においては，「A ならば B をする」といった宣言的知識を大量に獲得した後に手続き型知識が獲得された事例が報告されている(2)が，一方で宣言的知識を大量に獲得することなく，「車を運転する」などといった複雑な手続き型知識を獲得することが可能であることも報告されている(3)．しかし，プログラミング学習における学習手法の多くは，用途について思考できない状態で if 文や for 文など細かな事例が提示されているか，もしくは目的に対して段階的に詳細化を行うトップダウン型学習を用いて行われていることが多い（図 1）．このようなトップダウン型学習にみられる問題点として，詳細化を行なっていく先の項目そのものを知らないと，ブラックボックスを対象にして詳細化を行う必要があるということが挙げられる．このような問題点を避けるために，詳細化した先の末端の項目について学習する必要が生じる．その学習手法として，

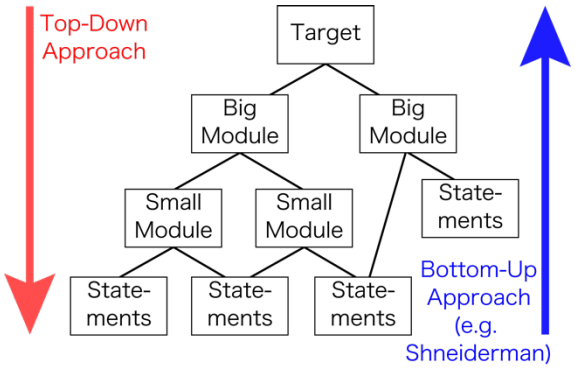


図 1 トップダウン型アプローチとボトムアップ型アプローチによるプログラミングの学習モデル

末端の項目を組み合わせて達成できる上位の項目を考えるという，Shneiderman によるボトムアップ型学習の手法がある(4)（図 1）．しかし，トップダウン型学習に見られる問題点と同様に，上位の概念を知らずに行うと上位の概念に辿り着くまで必要以上に多くの試行錯誤を繰り返すことが求められる．

そこで，著者らはこれらの問題点を解決するために，新たにプログラミング学習におけるボトムアップ型アプローチを提案する．

2. 提案手法

1 章で述べたように，Shneiderman による手法(4)を実際に行うためには，多くの試行錯誤を要する．そこで，著者らはこの手法に細分化された目的を加えることで必要以上に生ずる試行錯誤の低減を図り，最小単位ではトップダウン型アプローチとなるような手法を提案する（図 2）．具体的には，まず小さなモジュールを作ることを目的に，ステートメントの組み合わせを学習者の課題とする．小さなモジュールが完成したら，その後に大きなモジュールを作るために小さなモジュールやステートメントの組み合わせを課題とする．このようにして，より上位のモジュールの構築，もしくは目的を達成するために学習者は課題の遂行を行う．こうすることで，トップダウン型アプローチに見られた詳細化した先で生じるブラックボックスを最小限に留めることもできると著者らは考える．著者らはこれまでに同様の手法を用いて，プログラミング学習の支援を行ってきた(5)．そこでは，既に実験で出題する範囲の学習が講義にて修了している学習者に対して，ボトムアップ学習を行わせることで一定の学習効果を確認することができた．

しかし一方で，これまでの研究では，目的に対して一定の作業の組み合わせ，もしくは一定の作業を組み合わせて達成できる目的がひとつと定めて考えてきたが，実際には目的を満たす作業の組み合わせ

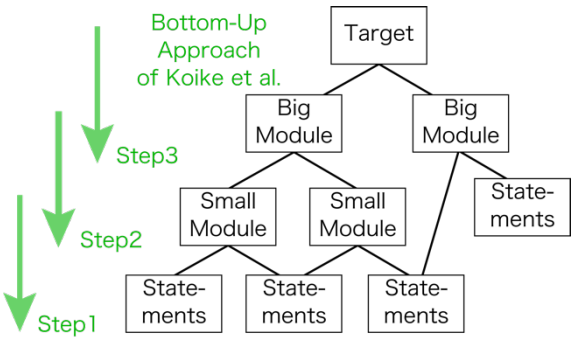


図 2　提案するボトムアップ型アプローチを用いたプログラミングの学習モデル

は多様であり，同様に一定の作業を組みわせて達成できる目的も複数存在するといえる．このような，一定のコードが持つ多様性や，一つの目的を満たす複数の手段というのは，通常の学習では気づきにくく，また，実際にこれらの多様性を理解することはプログラミング学習において一定の価値を持つのではないかと著者らは考える．そこで本研究では，提案手法を用いた学習を行うことで，プログラムの多様性を理解するのに効果がみられるのかを試験的に調査した．

3.　予備実験

被験者はプログラミングの講義で 3 年間プログラミングを学んだ大学 4 年生と修士 1 年生の計 5 名であり，for 文，if 文などの基本的な構文や，ソートなどのアルゴリズム，関数の学習については既修得のものである．被験者らには，2 種類の課題を，事前，中間，事後に分けて提示した．事前と中間の間では，提案手法を用いた学習を行なってもらい，中間と事後の間では，提案手法を用いた学習に加えて，従来のトップダウンの学習を提示した．課題の内容は，問題ごとに仕様が記載され，その仕様に当てはまるコードをリストから選択するボトムアップの思考を要する課題（基礎課題 5 問，転移課題 2 問）がひとつ，もうひとつは，問題ごとに仕様が記載され，その仕様を満たすコードを自ら作成するトップダウンの思考を要する課題（基礎課題 3 問，転移課題 3 問）を提示した．具体的な課題は，紙面の都合上割愛させていただく．

予備実験の結果，ボトムアップの思考を要する課題については事前テストから中間テストにかけて基礎課題（計 5 点満点）の平均上昇値が 2.44 点，転移課題（計 2 点満点）の平均上昇値が 0.86 点と点数の伸びがみられたものの，中間テストから事後テストにかけては，基礎課題の平均上昇値が 0.00 点，転移課題の平均上昇値が-0.02 点と点数の伸びがみられなかった．一方，トップダウンの思考を要する課題では，事前テストから中間テストにかけて課題（有効解答 1 つにつき 1 点）の合計平均上昇値が 2.80 点と伸びており，中間テストから事後テストにかけても課題の合計平均上昇値が 3.20 点と伸びが確認できた．しかし，トップダウンの思考を要する課題では，同じ問題に対してできる限り複数種類の回答を用意するよう指示した結果，転移課題にたどり着いた被験者は 1 名のみだった．そのため，転移課題については今後検討が必要である．また，アンケートでは 1 回目の学習より，2 回目の学習のほうが有効だと考える被験者が 2 名，どちらの学習も同程度だと考える被験者が 3 名確認された．

被験者数の少ない予備調査であるものの，ボトムアップの思考を要する課題では，1 回目の「提案手法を用いたボトムアップ学習」について有効な傾向が示唆され，トップダウンの思考を要する課題では，1 回目，2 回目の学習ともに有効な傾向が示唆された．

4.　まとめと今後の課題

本研究では，プログラミング学習において，目的を細分化していき学習を行うトップダウン型アプローチは多く行われているものの，ステートメントから抽象化していき学習を行うボトムアップ型アプローチは少ないことに着目した．また，従来のボトムアップ型アプローチでは，上位の概念を構築しようとすると大量の試行が必要となるという問題点が生じる．そのため，本研究では，ボトムアップ型アプローチに詳細化された目的を加えることで，大量の試行を必要としないボトムアップ型アプローチの提案を行なった．予備調査では，被験者数が少なく効果を断定するには至らないものの，提案手法の効果と，また提案手法に加えてトップダウンの学習を行うことによる一定の学習効果が示唆された．しかし，特にトップダウンの思考を要する課題において，転移課題の解答に時間の都合などの問題でたどり着かない結果が多く見られた為，今後実験手法の再考が必要である．

今後の課題としては，本実験による詳細な調査に加えて，提案手法とトップダウン学習の組み合わせを促すためのシステムの開発が挙げられる．

参考文献

(1) W. Kintsch, Comprehension: A paradigm for cognition. Cambridge university press, 1998.
(2) R. Sun, T. Peterson, “Some experiments with a hybrid model for learning sequential decision making,” Inf. Sci. (Ny)., vol. 111, no. 1–4, pp. 83–107, (1998).
(3) R. Sun, E. Merrill, T. Peterson, “From implicit skills to explicit knowledge: A bottom-up model of skill learning,” Cogn. Sci., vol. 25, no. 2, pp. 203–244, (2001).
(4) B. Shneiderman, R. Mayer, “Syntactic/semantic interactions in programmer behavior: A model and experimental results,” Int. J. Parallel Program., vol. 8, no. 3, pp. 219–238, (1979).
(5) 古池謙人，東本崇仁，“プログラムにおける構造的理解のための部品の段階的拡張手法の提案とそのシステムの開発,” 教育システム情報学会特集論文研究会研究報告= JSiSE Res. Rep., vol. 8, pp. 211‐218, (2016).

アクティブラーニング型授業の分析のための深層学習
Deep Learning for Analysis of Active Learning Classes

阪口 真也人[*1], 豊浦 正広[*1], 赤穂 大樹[*1], 茅 暁陽[*1], 西口 敏司[*2], 塙 雅典[*1], 村上 正行[*3]
Mayato SAKAGUCHI[*1], Masahiro TOYOURA[*1], Daiki AKOH[*1], Xiaoyang MAO[*1],
Satoshi NISHIGUCHI[*2], Masanori HANAWA[*1], Masayuki MURAKAMI[*3]
[*1] 山梨大学 [*2] 大阪工業大学 [*3] 京都外国語大学
[*1] University of Yamanashi [*2] Osaka Institute of Technology [*3]Kyoto University of Foreign Studies
Email: g16tk007@yamanashi.ac.jp

あらまし：我々はこれまでに，機械学習による授業状況推定を行い，授業全体の状況を俯瞰できる画像を合成して可視化することによって，アクティブラーニング型授業の振り返りの支援を行ってきた．本研究ではさらに，メディア認識の課題に対して大きな成果を挙げてきた**深層学習を用いて状況推定精度の向上**を実現した．深層学習に合わせて授業映像データを整形し，授業状況解析に適したネットワーク構造を設計することで，従来よりも高い推定精度を得た．
キーワード：アクティブラーニング，可視化，授業改善，映像解析，深層学習，ニューラルネットワーク

1. 背景

アクティブラーニング型授業は講師が一方的に知識伝達を行わず，学生が能動的に学習することにより，認知的，倫理的，社会的能力，教養，知識，経験を含めた汎用的能力の育成を図ることを目的としている．課題研究や PBL(Problem Based Learning, Project Based Learning)，ディスカッション，プレゼンテーションなどが積極的に取り入れられる．アクティブラーニング型授業の実施に関しては，経験的または理論的な知識が共有されてきてはいるものの，多くの講師にとってはその授業スタイルが確立してはいない．また，議題の提案や学生の誘導といった従来形式の授業では必要なかった指導法が講師に要求されるが，講師自身が授業の成否を客観的に認識することは難しい．授業の振り返り方法としては，撮影された授業映像を見ることが有効であるとされているが，長時間の動画視聴の負担を強いることになり，授業へのフィードバックまでのサイクルを短期間で回すのは難しい．これらのことからアクティブラーニング型授業の客観的で即時的な分析の必要性は高い．

他方で，映像認識の技術としては，人工知能を用いた人間の行動解析や状況推定が，近年になって注目を集めている．中でも生物の脳を模した神経ネットワークを最適化することによって学習を行う**深層学習**では，認識に必要な特徴を自動で抽出でき，多くの分野に渡って，従来の認識精度を大きく越える結果が得られてきている．特に生物が認識を得意とする言語・音声・画像などのメディアに関わる問題対しては，深層学習との親和性が高いことがわかっている．

本研究では**深層学習をアクティブラーニング型授業の解析に適用する**ことで，授業の高精度な分析結果を得ることを目指す．

2. 既存手法と問題点

我々はこれまでに機械学習の一種である Bag-of-Words を用いて，アクティブラーニング型授業の状況推定を行ってきた[1]．授業映像から得られる音声や動作の特徴から，移動，各自作業，解説，発表，グループワークの 5 カテゴリの推定を可能にした．さらに，授業映像ごとの授業状況の推移や各カテゴリの所要時間を可視化し，アクティブラーニング型授業の分析の手掛かりとすることを提案した．既存手法の推定精度は約 73%を示しているが，分析に十分な推定精度であるとは言えない．講師が自身の授業の客観的な振り返りをするためには，さらに推定精度を高める必要があった．

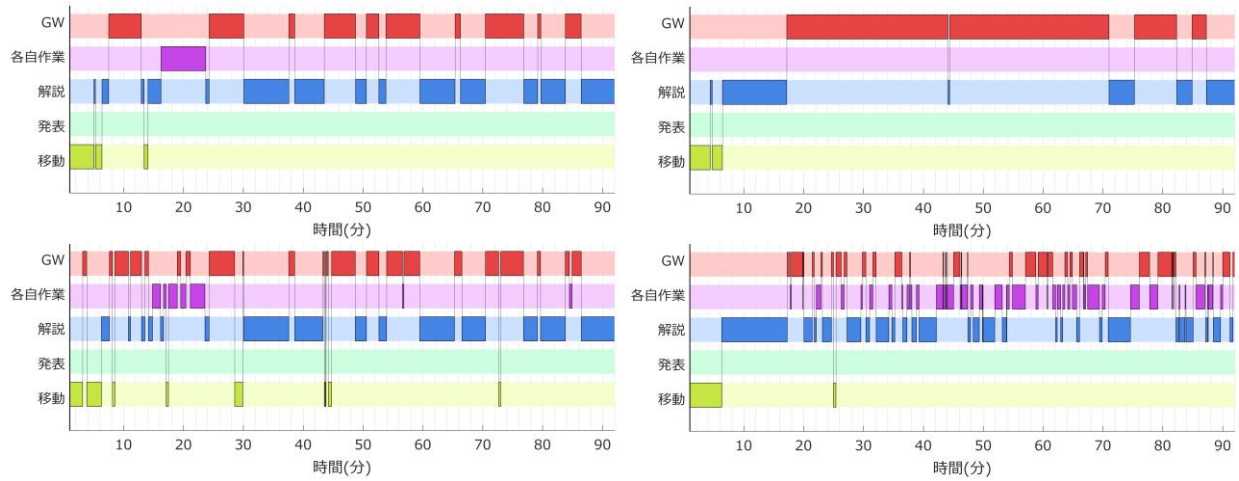
3. 深層学習による授業状況認識

本研究では，授業状況の推定精度を高めるために，深層学習を実現する畳み込みニューラルネットワーク(CNN) ，時系列データの学習に利用される再帰型ニューラルネットワーク(RNN) を利用する[2]．CNN では画像中で特定の周波数や方向を持つ領域に強く反応するように畳み込み層が設定される．RNN では，系列データをよく表現するために LSTM (Long short-term memory) 層が設定される．両者を含むネットワークは C-RNN と呼ばれる．

以降，どのようにしてこれらのネットワークモデルが利用可能な形式に授業映像データを**整形**し，さらに，どのような**構造**を取れば高精度な認識が実現されるかについて，説明する．

3.1 授業映像データセットの整形

アクティブラーニング型授業の状況を認識するためには，ある 1 時刻だけでは状況は把握することはできず，その前後の時刻の状況を合わせて考える必要がある．そこで，入力信号として任意時刻 n の画像・音声の特徴に加え，前後時刻の特徴と合わせて 1 入力とするデータセットを構築する．既存手法と同様に 1 秒ごとのフレーム間差分，環境音，マイク音の 3 種類の特徴を，前後 2n+1 秒分まとめて 1 入力とする．教師信号となる出力は，認識対象時刻で



(a)推定結果 I （講師 A，推定率 85.5%）　(b) 推定結果 II （講師 B，推定率 50.3%）

図 1　CNN を用いた推定結果例．上段は真値を表す．

ある中央の n 秒目のものとし，人手によって正解を与える．アクティブラーニング型授業映像を視聴することで各時刻に何が行われているかを決定した．正解は移動，発表，解説，各自作業，グループワークの 5 種類のいずれかとする．

3.2 ネットワークの構築

深層学習のフレームワークである Caffe に RNN を合わせて実装した．CNN で用いる畳み込みフィルタでは，画像・音声の情報が互いに混じることがないように，時間方向にのみ畳み込みを行うフィルタを設定した．

ネットワークに含む層の内容や数を用意した学習用・評価用データで高い精度を出すようにチューニングを繰り返した．最終的に得られたネットワーク構成の CNN, RNN, C-RNN のネットワークを表 1 に示す．

表 1 最終的に得たネットワーク構成

CNN		RNN		C-RNN	
畳み込み	16×1×15			畳み込み	16×1×15
プーリング	1×6			プーリング	1×6
畳み込み	32×1×5			畳み込み	32×1×15
		LSTM	15	LSTM	15
全結合	125	全結合	125	全結合	125
全結合	25	全結合	25	全結合	25
全結合	5	全結合	5	全結合	5
Softmax		Softmax		Softmax	

4.　評価

各ネットワークにおける推定精度を Leave-one-out 交差検証(LOOCV)で評価し，比較を行った．標本には講師二人のアクティブラーニング型授業映像を使用した．各講師とも認識の対象とした授業数は 10 であり，授業時間は約 90 分である．表 2 に各ネットワークによる推定結果を示す．

CNN を用いたネットワークが最も高い推定率を示した．また RNN と C-RNN においても，既存手法を上回る推定精度が得られた．CNN における推定結果の一部を図 1 に示す．縦軸に分類された 5 種類のカテゴリ，横軸に授業の経過時間を示すタイムラインとして可視化したグラフである．図の上段は正解(真値)を示し，図 1(a)の授業は推定率 85.5%，図 1(b)は 50.3%である．最小推定率となった図 1(b)の授業では，グループワークと各自作業のカテゴリで誤分類が多く発生している．これは講師 B が各自作業中にコメントを入れる場面が多く，グループワークとの区別がつきにくかったためであると考える．

表 2 推定結果

手法		講師A	講師B	2講師平均
既存手法	Bag-of-Words	77.60%	67.80%	72.70%
提案手法	C-RNN	80.30%	71.70%	76.00%
	CNN	80.90%	72.60%	76.80%
	RNN	79.40%	64.80%	72.10%

5.　まとめ

アクティブラーニング型授業に深層学習による分析のために，データの整形方法とネットワークの具体的な構築方法を示した．CNN を用いる手法において既存手法を上回る推定率を得ることができた．入力信号により多くの情報を含めることで，さらに推定精度を向上させられると考えている．

謝辞

本研究の一部は，JSPS 科研費 JP16K12784, JP26282062, JP15K00499 の助成を受けたものである．

参考文献

(1) M. Toyoura, M. Sakaguchi, X. Mao, M. Hanawa, Masayuki Murakami, “Visualizing the Lesson Process in Active Learning Classes,” IEEE FIE, 2016.
(2) J. Donahue, L. A. Hendricks, S. Guadarrama, M. Rohrbach, S. Venugopalan, K. Saenko, T. Darrell, “Long-term recurrent convolutional networks for visual recognition and description, ” Proc. CVPR, pp. 2625 -2634, 2015.

機械学習を用いた学習者の生体情報からの心的状態推定の試み

Trial Study on Prediction of Leaner's Mental States from Physiological Indexes by Machine Learning

松居 辰則[*1], 宇野 達朗[*1], 岡崎 桂太[*1], 田和辻 可昌[*1]
Tatsunori Matsui[*1], Tatsuro Uno[*1], Keita Okazaki[*1], Yoshimasa Tawatsuji[*1]
[*1] 早稲田大学
[*1]Waseda University
Email: matsui-t@waseda.jp

あらまし：本研究では，機械学習を用いて教師の発話および学習者の生理指標と心的状態の関係の抽出を試みた．学習者の生理指標については，NIRS，脳波，呼吸，皮膚コンダクタンス，容積脈波計を取得した．一方，学習者の心的状態は Achievement Emotions Questionnaire：AEQ を用いて，9 つの感情状態についての内省報告を求めた．中間層を 2 層とする深層学習を用いることで，高い精度で教師の発話と学習者の生体情報から心的状態の推定が可能であることが示唆された．
キーワード：深層学習，学習者の心的状態，生体計測，インタラクション，リアルタイム処理

1. はじめに

教授・学習過程において学習者の心的状態を把握することは教育効果・学習効果の観点から極めて重要である．著者らは，教師と学習者のインタラクションにおいて教師の発話と学習者の生理データ，および学習者の心的状態との関係の形式化を試みてきている(1)．そこでは，生体情報，発話情報，内省報告等，学習に関わる情報を多面的に用い相関ルールにより関係の形式化を試みている．一方，機械学習アルゴリズムの学習支援を含めて様々な分野への応用可能性も示されてきている．そこで，本研究では，文献(1)と同様の学習に関わる多面的情報から Deep Learning（以下，DL）を用いて学習者の心的状態の推定の可能性を検討した，

2. 学習に関わる多面的情報の取得

学習に関わる多面的情報の取得を目的として生体計測機器を用いた計測を中心に実環境での実験を行った．被験者は個別指導塾（教師 1 名，学習者 1 名の個別学習）に通う中学生 1 名であった（本実験の実施にあたっては当該塾の講師を通して被験者（生徒）および保護者の許可を得ている）．学習者の生理指標については，NIRS，脳波，呼吸，皮膚コンダクタンス，容積脈波計を取得した．一方，学習者の心的状態は Achievement Emotions Questionnaire：AEQ(2)を用いて，9 つの感情状態についての内省報告を求めた．詳細については文献(1)を参照されたい．

3. DL を用いた心的状態推定の試み

3.1 リアルタイム性処理と時間的側面の検討

著者らの先行研究(3)では，ある一つの単位時刻における生体情報と心的状態に関する入出力の写像関係を三層のニューラルネットワークを用いて学習させた．その結果，90%以上の精度で学習者の生体情報から心的状態の推定が可能であるとの結果を得た．しかし，このニューラルネットワークでは，以下の二点において課題が残っていた．一点目は，リアルタイム処理への対応である．リアルタイム性の高い処理が求められる状況では，NIRS などから得られた情報に対して大域平均基準化や，生体情報に対する標準化を適用することが困難である．したがって，リアルタイムに入力される NIRS などの生体情報データをそのまま使用する必要がある．二点目は，生体情報の表出および教師の発話があった時刻から心的状態の認知に至るまでの時刻遅れへの対応である．したがって，入力から出力に至るまでの時間遅れを考慮した入出力の関係を学習する必要がある．

3.2 データ構造とネットワーク構造

入力データは文献(3)と同様，インタラクションが多く確認できた 63 秒間に存在する①NIRS，②呼吸(32Hz)，③皮膚コンダクタンス(32Hz)，④教師の発話であった．ただし，DL での学習においては，生体情報に関するデータの標準化は行わっていない．また，出力データは⑤内省報告であった．ネットワーク構造は，入力層・中間層（2 層）・出力層の 4 層ニューラルネットワークとした．時間遅れを表現するために，入力層では時刻 t-τ から時刻 t までの①②③④のデータを，また，出力層では時刻 t-τ の心的状態を出力することで時間遅れを表現した（図 1）．なお，中間層のユニット数は中間層 1 と中間層 2 のユニット数を変化させながらシミュレーションを行い，Loss 値と Accuracy 値を比較することで，一層目 19 次元，二層目を 20 次元と決定した．図 2 に，中間層 2 のユニット数を 20 として，中間層 1 のユニット数を段階的に変化（10～19）させながら，シミュレーションを行った際の Loss 値と Accuracy 値を示す．また，本シミュレーションでは，3 および 10 ステップ，つまり τ=2, 9 でシミュレーションを行ったが，τ=2 のときは，中間層 1 のユニット数を変化させても，Accuracy が τ=9 のときを超えることがなか

った．したがって，以降本シミュレーションでは，τ=9 の場合について述べる．

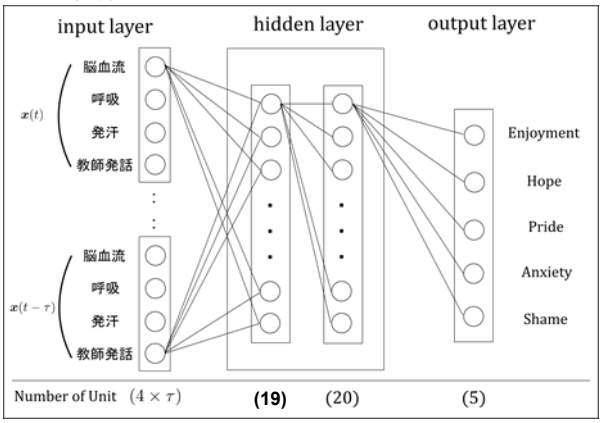


図 1 ネットワーク構造

3.3 シミュレーション方法と結果

Python3.5，Tensorflow（ver 0.12.1）[4]で実装した．中間層の活性化関数は二層とも tanh 関数を，出力層ではソフトマックス関数を用いた．また，損失関数にはクロスエントロピー誤差関数，オプティマイザには Gradient Descent（最急降下法）を用いた．学習率は 0.05 とした．中間層 1 のユニット数 19，中間層 2 のユニット数 20 でシミュレーションを行った．対象データ（2049 データ）を 6:4 で分割し，6 割のデータを学習データ，4 割のデータを評価データとして 10 回の交差検定（Cross-Validation）を行った．また，学習にあたっては 5000 回繰り返し学習させた．学習では交差エントロピーが最小になるように学習させた．その一部を図 3 に示す．早い段階で学習が収束していることがわかる．また，10 回の交差検定において Accuracy を算出（小数点第 4 位で四捨五入）した結果，「0.799，0.842，0.797，0.793，0.764，0.811，0.789, 0.829, 0.768, 0.808」となり，平均 0.8，標準偏差±0.023 となった．このことから，入力データを標準化していなくとも 8 割程度の精度で生体情報から心的状態の推定が可能であることが示唆された．

3.4 シミュレーション結果の考察

DL を用いた本シミュレーションから、標準化していない生体情報から 8 割近くの心的状態が推定で可能であることが実験的に確認された．このような高い推定可能性の要因として，本シミュレーションで取り扱った該当シーンに存在する感情状態が 5 つの状態と，推定する対象が少なかったこと，が考えられる．実際に，シミュレーションの学習に伴う Accuracy の値は極めて速く収束している．すなわち，今回のシミュレーションでは，過学習が起こっている可能性が否定できない．

4. まとめと今後の課題

本研究では，DL を用いて学習時の生体情報と心的状態の関係のシミュレーションを行った．この結果として，計測機器から得られるデータに対して標準化などの処理を行わずとも，8 割程度心的状態が推定されることがシミュレーションから示唆された．一方で，本シミュレーションでは，学習データにおける感情状態の少なさから，過学習が起こっていることが示唆された．したがって，今後は今回の 63 秒のデータに加え，実験によって取得した全体のデータを使用することや，感情の分類にその程度を設定することも検討する必要がある．さらに，今回の結果から機械学習による心的状態の推定の可能性が示唆されたが，学習・教育文脈でのデータの解釈には因果関係に関する説明が必要である．この観点からは，DL の中間層や重みの状態の可視化と解釈が重要な課題である．

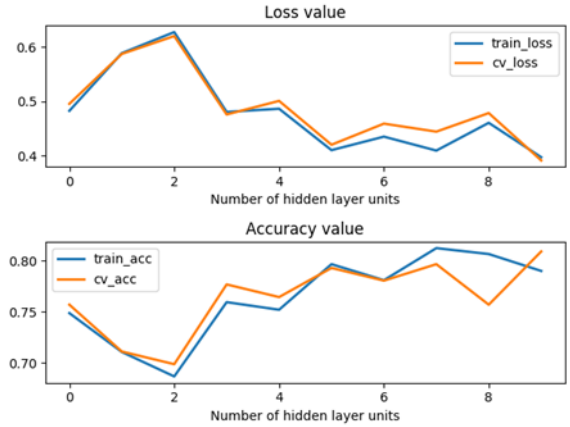


図 2 中間層 1 のユニット数を 10 から 19 まで段階的に変化させたときの Loss 値と Accuracy 値

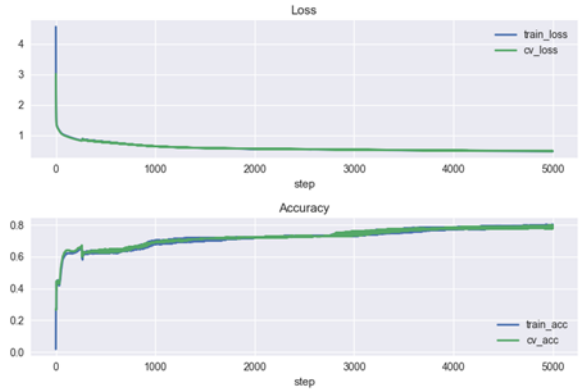


図 3 5000 回学習時の Loss 値と Accuracy 値の変化

参考文献

(1) Takehana, K. & Matsui, T.: "Association Rules on Relationships Between Learner's Physiological Information and Mental States During Learning Process", In Proceedings of HCI International (HCII2016), LNCS 9735, 209-219 (2016)

(2) Pekrun, R., Goetz, Frenzel, A. C., Barchfeld, P. & Perry, R. P.: "Measuring Emotions in Students' Learning and Performance: The Achievement Emotions Questionnaire (AEQ)", Contemporary Educational Psychology, 36(1), 36-48 (2011)

(3) 松居辰則，田和辻可昌: "機械学習を用いた学習者の生体情報と心的状態の関係性抽出の試み", 第 31 回人工知能学会全国大会, 1F2-OS-26b-2 (2017)

(4) Tesorflow. https://www.tensorflow.org (2016.3.7 参照)

リフレクションの記述に関する指導の前後における教職ｅポートフォリオの記述内容の比較分析の試み

A Pilot Study on Comparison of Description of Professional e-Portfolios before and after Guidance on Reflective Description

谷塚 光典[*1,*2], 森下 孟[*1], 東原 義訓[*1], 喜多 敏博[*2], 戸田 真志[*2], 鈴木 克明[*2]
Mitsunori YATSUKA[*1,*2], Takeshi MORISHITA[*1], Yoshinori HIGASHIBARA[*1],
Toshihiro KITA[*2], Masashi TODA[*2], Katsuaki SUZUKI[*2]
[*1] 信州大学学術研究院教育学系
[*1]Institute of Education, Shinshu University
[*2] 熊本大学教授システム学研究センター
[*2]Research Center for Instructional Systems, Kumamoto University
Email: yatsuka@shinshu-u.ac.jp

あらまし：本研究では，教員養成初期段階にある教育学部１年次生を対象に，附属学校園における活動についてのリフレクションの記述に関する指導を行い，その効果を明らかにするための手がかりを得ることを目的とした．その結果，活動記録を実際に見ながら記録の書き方とふり返り方の指導を行うことによって，指導以前の記述と指導後の記述が量的・質的に変化していることが明らかになった．
キーワード：ｅポートフォリオ，履修カルテ，教員養成，教育実習，教師教育

1. はじめに

信州大学教育学部では，「臨床の知」をスローガンに，入学時から卒業時までのさまざまな臨床経験科目を体系的にカリキュラムに整備しつつ，体験的な学びと学問的な学びを往還する教育を重視している．そして，教職ｅポートフォリオ（履修カルテ）の継続的な作成を通して，自己の教育経験を研究的にリフレクションし，次の活動への課題を見いだすこととしている[1)2)]．これまでの研究では，自己総合評価，観点別自己評価，学生間の相互コメントのそれぞれの記述に特定のキーワードがどれくらい含まれているかを学年別に分析することによって，学生の成長過程の様相を明らかにしてきた[3)4)5)]．また，学生自身も，相互コメントによって，自分が気づかなかったことを気づく契機を感じていたり，他者からのコメントに反発・反論するのではなく素直に受け止めて自己の成長につなげようとしたりしているという効果が明らかになってきている[6)7)]．しかしながら，教職ｅポートフォリオの作成やリフレクションの記述に関する指導が定期的にかつ十分に行われているとは必ずしも言いがたい状況であった．

そこで，本研究では，教員養成初期段階にある教育学部１年次生を対象に，附属学校園における活動についてのリフレクションの記述に関する指導を行い，その効果を明らかにするための手がかりを得ることを目的とする．

2. 研究の対象と方法

2.1 研究の対象

本研究の対象となる学生は，2016 年度に信州大学教育学部に入学し，2016 年度に「教育臨床入門」を受講している学校教育教員養成課程の１年次生 250 名である．

「教育臨床入門」は，１年次生の必修科目であり，教育職員免許法施行規則第６条第二欄の「教職の意義等に関する科目」((1) 教職の意義及び教員の役割，(2) 教員の職務内容（研修，服務及び身分保障等を含む．），(3) 進路選択に資する各種の機会の提供等）として開講されている．ねらいとして，「教職の意義及び教員の役割について理解し，自分のめざす教師像を描き始める．」「子どもの学びを観察する意義とその方法および留意点を理解し，授業参観記録のとり方や学習指導案の読み方など教育実習のための基礎的な能力を身につける．」等を挙げている．

2.2 研究の方法

「教育臨床入門」の履修により，学生は，信州大学教育学部附属松本学校園（以下，「附属学校園」）における教育活動に日常的・継続的に参加することを中心に，具体的な学びの場（教室等）における観察実習や参加実習を通して，観察者である自分のものの見方・考え方を鍛えていくことになる．附属学校園における教育活動に年間８～10 回程度参加することになるが，参加の都度，信州大学の全学 e-Learning システムである「eALPS」に，活動記録を蓄積していく．

2016 年 10 月 25 日（火）の「教育臨床入門」の授業時に，学生が持参したノート PC，タブレット，スマートフォン等を用いて eALPS にアクセスし，Moodle の小テスト機能を用いて記入された「附属学校園活動記録」を見て，記録の書き方とふり返り方の指導を行った．そこで，この日より前の記述とこの日より後の記述を量的・質的に比較することによって，リフレクションの記述指導の効果を検証する

こととした.

3.　リフレクションの記述指導の効果

3.1 記述量の変化

「附属学校園活動記録」に記入された活動記録は計 2,328 件あった．このうち，リフレクションの記述に関する指導の前に記入されたものが 1,292 件，指導の後に記入されたものが 1,036 件であった.

自由記述で記入する回答のうち,「附属学校園で行った「活動の概要」を箇条書きで書きましょう.」の平均文字数は，指導前の記入が 30.5 文字であったことに対して，指導後の記入は 22.6 文字であった．また,「附属学校園で行った「活動から学んだこと」を書きましょう.」の平均文字数は，指導前の記入が 163.4 文字であったことに対して，指導後の記入は 175.6 文字であった.

このことから,「活動の概要」の記述については文字数が減っているものの,「活動から学んだこと」の記述は若干増加していることがわかった.

なお，ここでの文字数とは，Microsoft Excel の関数で文字列の長さ（文字数）を返す「LEN」による.

3.2 記述内容の変化

2016 年 10 月 25 日（火）の「教育臨床入門」の授業時には,「附属学校園活動記録」のポイントとして，次の３点を指導した.

○具体的な活動（子どもや教師の姿，様子，ノート，発言）から,「学んだこと」を書く
○「今回のねらい・注目点」を決めて，それについてのふり返りを書く
○次回の課題を明確に持つ

その結果，ある学生が附属幼稚園での日常保育に参加したときの「活動から学んだこと」の記述が，次のように記述されるようになった.

＜指導前＞
ＡさんとＢさん, 両方から遊ぼうと言われた時に，例えば先に声をかけてくれた方から遊んで，その後，もう片方と遊ぶというように，いっぺんにではなく, 順番に遊んであげるということが大切だということを学びました.

＜指導後＞
「子どもと遊ぶ時に何を気を付けるか」というのをねらいとして, ＡさんとＢさんの両方から遊ぼうといわれたときに, いっぺんに遊ぶのではなく, 約束をして順番に遊んであげることが大切だと学べた．また，当たり前のことではあるけれど, 約束をしたら必ず守ることも大切だと学べました.
子どもが遊んでいるときに, その子の遊びを妨げるような行動をしないように, 周りを見てその子が次にどんな行動をとるかなど, 想定していくことも大切だと思いました.

このように，実習に臨む際の各自のねらいを明確にすることによって，そのねらいの達成状況とそれにまつわるエピソードが記述されるようになっている.

4.　おわりに

本研究では，教員養成初期段階にある教育学部 1 年次生を対象に，附属学校園における活動についてのリフレクションの記述に関する指導を行い，その効果を明らかにするための手がかりを得ることを目的とした．その結果，活動記録を実際に見ながら記録の書き方とふり返り方の指導を行うことによって，指導以前の記述と指導後の記述が量的・質的に変化していることが明らかになった.

今後の課題としては，記述内容の詳細な分析を行うことによって，リフレクションの記述に関する指導効果を明らかにすることと合わせて，より効果的な指導方法を検討していく必要がある.

付記

本研究の一部は, JSPS 科学研究費・基盤研究(C) 課題番号 25350325「教職キャリア志向向上と目指す教員像構築のための教職ｅポートフォリオの活用」(研究代表者：谷塚光典)，及び同・基盤研究(C) 課題番号 16K01107「協働的問題解決のための省察を促進する教職ｅポートフォリオシステムの開発」(研究代表者：谷塚光典）の助成を受けたものである.

参考文献

(1) 谷塚光典：“信州大学におけるｅポートフォリオの運用と工夫－自己評価と相互評価による「目指す教師像」の構築を目指して－”，SYNAPSE，Vol.23，pp.12-15（2013）
(2) 谷塚光典, 東原義訓, 喜多敏博, 戸田真志, 鈴木克明：“教職実践演習に対応した教職ｅポートフォリオシステムの開発と評価”，教育システム情報学会研究報告，29(6)，pp.97-102（2015）
(3) 谷塚光典, 東原義訓, 喜多敏博, 戸田真志, 鈴木克明：“教職 e ポートフォリオを活用した観点別自己評価に見る学生の成長過程分析の試み”，日本教育工学会研究報告集，JSET16-2，pp.55-60（2016）
(4) 谷塚光典, 東原義訓, 喜多敏博, 戸田真志, 鈴木克明：“教職 e ポートフォリオを活用した自己総合評価に見る学生の成長過程分析の試み”，日本教育工学会第 32 回全国大会論文集，pp.895-896（2016）
(5) 谷塚光典, 東原義訓, 喜多敏博, 戸田真志, 鈴木克明：“教職 e ポートフォリオを活用した相互コメントに見る学生の成長過程分析の試み”，日本教育工学会研究報告集，JSET16-4，pp.155-158（2016）
(6) 谷塚光典, 東原義訓, 喜多敏博, 戸田真志, 鈴木克明：“教職ｅポートフォリオの活用による教育実習生の自己評価および相互コメントの効果”，日本教育工学会論文誌，39(3)，pp.235-248（2015）
(7) 谷塚光典，東原義訓，喜多敏博，戸田真志，鈴木克明：“教職志望学生が感じている教職ｅポートフォリオ活用の効果”，教育システム情報学会第 41 回全国大会論文集，pp.133-134（2016）

自己評価の縦断データによる学習者のパターン分析

Extracting Patterns of Learners from Longitudinal Data of Self-Evaluations

久富 望[*1], 寺澤 孝文[*2], 田中 利幸[*1]
Nozomu KUTOMI[*1], Takafumi TERASAWA[*2], Toshiyuki TANAKA[*1]
[*1] 京都大学大学院情報学研究科
[*1]Graduate School of Informatics, Kyoto University
[*2] 岡山大学大学院教育学研究科
[*2] Graduate School of Education, Okayama University
Email: kutomi.nozomu.83e@kyoto-u.jp

あらまし：ラーニング・アナリティクスの分野において中心的な課題の一つである学習モデリングにおいて，従来手法では生徒の反応値をそのまま用いることが一般的である．本研究では，出題日の間隔が調整されたマイクロステップ計測技術を用いて収集された学習者の自己評価の縦断データに対し，生徒の反応値の変遷を用いて解析した．遷移頻度をまとめ，非負値タッカー分解を用いてパターン分析した結果，全学習者に見られる典型的な遷移パターンと，各パターンに対する学習者ごとの適合度が得られた．本研究における数理モデルは，今年度中に複数の小学校から得られる縦断データに対して適用し，教師と学習者へのフィードバックに用いる予定である．
キーワード：非負値タッカー分解，マイクロステップ，生徒モデリング，パターン分析，縦断データ

1. はじめに

ラーニング・アナリティクス（LA）の分野において，学習者が何らかの課題を行ったとき，その実施回数や，実施における課題の正誤などの情報から，学習者の学習状態を推測しようとする試みは生徒モデリング（Student Modeling）として重要な課題の一つである．その代表的な数理モデルとして Additive Factors Model[(1)]，Performance Factors Analysis[(2)]，Bayesian Knowledge Tracing[(3)]などがあり，収集された学習者の回答データをそのまま用い，学習者の知識, 技能, テスト成績の見積もり等を目指している．

本研究では，学習者の自己評価の縦断データに対して，学習者の回答データを直接用いるのでなく，回答の変遷に着目した解析に取り組む．

2. データ

本研究では数理モデルを検討するための解析対象として，12-13 歳 118 人に対し，193 種類の漢字の読みについての自己評価（4 件法）がおよそ 12 週間，1 日 104 問（金曜 44 問）ずつ集められた合計約 350000 件のデータを用いた．収集にあたってはマイクロステップ計測技術 [(4)]によって出題日が調整され，出題日の不均一による誤差が抑えられている．また，いくつかの漢字に対しては生徒は 1 日に 4 回または 2 回の自己評価が求められる．

生徒は図 1 に示すような，漢字とその読みが記された回答用紙に対し，現在の自分の実力を 0「全然だめ」，1「だめ」，2「もう少し」，3「よい」のいずれかで答える．表示される漢字が 10-12 歳に学習するものでもあるため，3「よい」がデータの 84%と大多数を占め，2「もう少し」(5%)，1「だめ」(3%)，0「全然だめ」（8%）となっている．

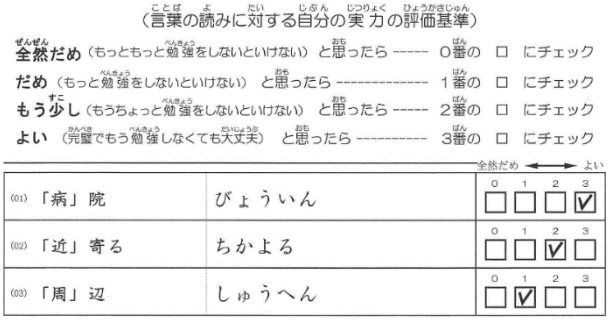


図 1 学習者に配られる回答用紙の例
（右下のチェックは，学習者自らが行う）

3. 解析と結果の解釈

3.1 遷移頻度テンソル

筆者らはまず, 各生徒nについて, 回答$p(=0,1,2,3)$であった問題に対し，同じ日の次の自己評価において回答 $q(=0,1,2,3)$と答えた回数を(p,q)成分とする 4×4の行列$A^{(n)}$を作成した．たとえば，2 つの漢字が同じ日にそれぞれ 2 回出題され，生徒nは一方には順に 2,3 と，他方には 3,3 と答えたならば，$A^{(n)}$の (2,3)成分, (3,3)成分がそれぞれ 1 ずつ増える（図 2）．

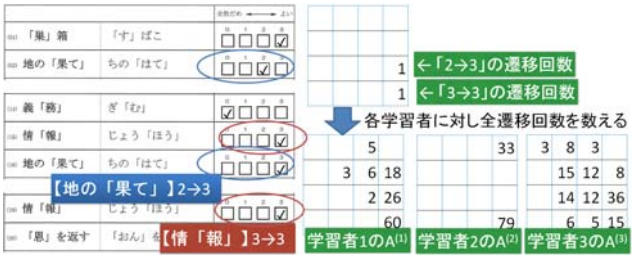


図 2 $A^{(n)}$の作成例

同様に，生徒nが回答pであった漢字に対し，週を

超えない翌日以降の次の自己評価でqと回答した回数を$B^{(n)}$の(p,q)成分とする．

これら$A^{(n)}, B^{(n)}$のいずれかについて，全成分の和が 100 未満である場合は，十分にサンプルがないものとして除外し，結果的に 80 個の$A^{(n)}, B^{(n)}$を解析対象とした．そして，(n,p,q)成分が$A_{pq}^{(n)} / \sum_{p,q=0}^{3} A_{pq}^{(n)}$となるようテンソル$\underline{A} \in [0,1]^{80\times4\times4}$を作成し，これを遷移頻度テンソルと定義した．また$B^{(n)}$からも遷移頻度テンソル$\underline{B} \in [0,1]^{80\times4\times4}$を同様に求めた．

3.2 非負値タッカー分解(NTD)

NTD(Non-negative Tucker Decomposition)は，非負値のテンソルを非負値の行列やテンソルの積に分解する手法であり，Q-matrix[5]で用いられる非負値行列因子分解(Non-negative Matrix Factorization)の拡張である．いくつかの NTD のモデルのうち，本研究では Tucker1 モデルを用い，$\underline{A}$を非負値のテンソル$\underline{W_A}$と非負値の行列H_Aの積に近似的に分解する．

$$\underline{A} \approx \underline{W_A} \times_A H_A \Leftrightarrow \underline{A}_{nij} \approx \sum_{k=0}^{k_A-1} \left(\underline{W_A}\right)_{kij} (H_A)_{nk} \quad \ldots(1)$$

ここで，$\sum_{i,j=0}^{3} \left(\underline{W_A}\right)_{kij} = 1, \sum_{k=0}^{k_A-1} (H_A)_{nk} = 1$である．$\underline{W_A^k} = \left(\left(\underline{W_A}\right)_{kij}\right)_{i,j=0,1,2,3}$は$\{A^{(n)}\}$の$k_A$個のパターンを表し（以後，この各パターンを「遷移パターン」と記す），$(H_A)_{nk}$はk番目の遷移パターン$\underline{W_A^k}$に生徒nの遷移がどの程度一致したかを表している（以後，この値を「適合度」と記す）．同様に，$\{B^{(n)}\}$の遷移パターン数をk_Bとし，$\underline{B} \approx \underline{W_B} \times_B H_B$となるよう分解した．この結果，$k_B$個の遷移パターンである非負値のテンソル$\underline{W_B}$と，各遷移パターンに対する全生徒の適合度を表す非負値の行列H_Bを得た．

3.3 結果の解釈

筆者らは，$\underline{A}$を NTD で分解するため，Multiplicative updating[6]を用いてl_2正則化のもとでの 2 乗誤差

$$\left\|\underline{A} - \underline{W_A} \times_A H_A\right\|_2^2 + \lambda_A \left(\left\|\underline{W_A}\right\|_2^2 + \|H_A\|_2^2\right) \quad \ldots(2)$$

を最小化した．$\underline{B}$に対しても同様である．図 3，4 は$(\lambda_A, k_A) = (0{,}01, 5), (\lambda_B, k_B) = (0{,}03, 6)$における結果である．$k_A \geq 6, k_B \geq 7$においては$\underline{W_A^0}$のようなパターンが複数現れたため，$k_A = 5, k_B = 6$がもっとも相応しいと判断した．

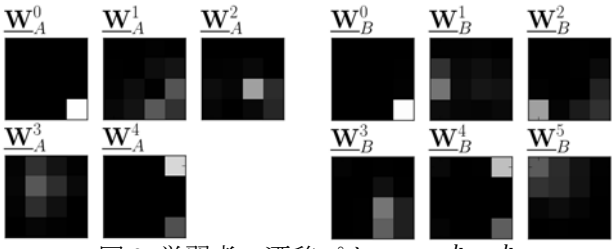


図 3 学習者の遷移パターン$\underline{W_A^k}, \underline{W_B^k}$
（白：1，黒：0）

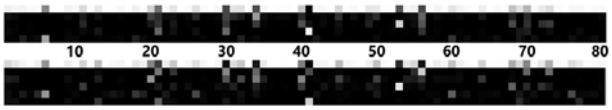


図 4　80 人の学習者の適合度（白：1，黒：0，
上 5 行：上から$\underline{W_A^0}, \underline{W_A^1}, \underline{W_A^2}, \underline{W_A^3}, \underline{W_A^4}$との適合度，
下 6 行:上から$\underline{W_B^0}, \underline{W_B^1}, \underline{W_B^2}, \underline{W_B^3}, \underline{W_B^4}, \underline{W_B^5}$との適合度）

$\underline{W_A^0}, \underline{W_B^0}$はいずれも(3,3)要素がほとんど 1 であり（図 3），この 2 つの遷移パターンに対し多くの生徒が高い適合度を示している（図 4）．これは，生徒の回答の多く（84%）が 3 であったためである．

$\underline{W_B^2}$は(3,0)要素が多く，ある日は 3「よい」を付けた漢字に，日が変わると 0「全然だめ」を付けた傾向の強い遷移パターンである．これは 20，30，32，34，40 番などの生徒に強く見られ，何らかの復習課題を与える等の対策を教師に示唆している．

53 番の生徒は他の生徒と異なり，2「もう少し」を含む遷移が多い$\underline{W_A^2}, \underline{W_B^3}$の適合度が高い．この生徒は自己効力感が低下している可能性を示唆しており，教師の適切な指導にとって有用な情報となりうる．

4.　今後の課題と応用

今回提案した数理モデルは，今年度中に複数の公立小学校において収集される縦断データに対して適用し，その結果を元に教師と学習者に対してフィードバックを行う予定である．また，この数理モデルは，学習者の正誤など，他の値の変遷にも適用可能であり，幅広い応用の可能性がある．

今後の課題として，パラメータ$\lambda_A, k_A, \lambda_B, k_B$を統計的な手法で見積もることが挙げられる．

.

参考文献

(1) Cen, H., Koedinger, K. R. and Junker, B.: “Is over practice necessary? - improving learning efficiency with the cognitive tutor through educational data mining”, In Proceedings of the 2007 Conference on Artificial Intelligence in Education: Building Technology Rich Learning Contexts That Work, pp.511-518（2007）

(2) Pavlik, P. I., Cen, H. and Koedinger, K. R.: “Performance factors analysis - a new alternative to knowledge tracing”, In Proceedings of the 2009 Conference on Artificial Intelligence in Education: Building Learning Systems That Care: From Knowledge Representation to Affective Modelling, pp.531-538（2009）

(3) Corbett, A. T. and Anderson, J. R.: “Knowledge tracing: Modeling the acquisition of procedural knowledge”, User Modeling and User-Adapted Interaction, Vol.4, No.4,:pp.253-278（1994）

(4) 寺澤孝文: “スケジュールの作成方法及びそのプログラム並びにスケジュールの作成方法のプログラムを記憶した記憶媒体”，特許第 3764456（2006）

(5) Desmarais, M. C.: “Mapping question items to skills with non-negative matrix factorization”, SIGKDD Explor. Newsl., Vol.13 No.2, pp.30-36（2012）

(6) Cichocki, A., Zdunek, R., Phan, A. H., and Amari, S.: “Nonnegative Matrix and Tensor Factorizations: Applications to Exploratory Multi-way Data Analysis and Blind Source Separation”. Wiley（2009）

タブレット端末を用いた都市部における野外防災学習の取り組み

A Report of Outdoor Disaster Prevention Learning in Urban District Using Tablet Device

畠山 久[*1,2], 永井 正洋[*3,1], 室田 真男[*4]
Hisashi HATAKEYAMA[*1], Masahiro NAGAI[*2], Masao MUROTA[*2]
[*1] 首都大学東京学術情報基盤センター
[*1]Library and Academic Information Center, Tokyo Metropolitan University
[*2] 東京工業大学大学院社会理工学研究科
[*2]Graduate School of Decision Science and Technology, Tokyo Institute of Technology
[*3] 首都大学東京大学教育センター
[*3]University Education Center, Tokyo Metropolitan University
[*4] 東京工業大学リベラルアーツ研究教育院
[*4]Institute for Liberal Arts, Tokyo Institute of Technology
Email: hatak@tmu.ac.jp

あらまし：他地域からの通学者が多い都市部の学校において，都市防災をテーマとした防災学習を課外授業として実施した．地域の平常時の備えを知り災害時の都市部をイメージすることを目的として，学校周辺を探索しタブレット端末を用いて防災マップを作成する学習活動を行った．システムを用いた野外学習が地域の様子をあまり知らない学習者を補助し，地域と地域の防災を理解する一助となった．
キーワード：防災学習，地域学習，野外学習，モバイルデバイス，位置情報活用

1. はじめに

都市部は日中，通勤・通学者といった他地域からの来訪者が多く滞在している．災害発生時，来訪者は帰宅困難者となる可能性がある．東京都では，対策として「東京都帰宅困難者対策条例」を制定し，事業者等と地域で連携した取り組みを進めている(1)．個人にも「むやみに移動を開始しない」という基本原則に沿った行動が求められているが，来訪者が事前に地域の様子を知っておくことも，むやみな移動や屋外での滞留を防ぐことに繋がると考えられる．

防災をテーマとした地域学習の一例として，学校周辺地域における防災マップ作成活動がある．著者らは野外学習を通じて防災マップを作成するタブレット端末用学習支援システム"FaLAS"を開発し，これまで都市近郊の高等学校で授業実践してきた(2)．本研究では，同システムを用いた授業実践を行い，都市部においても学習者が地域の様子を学ぶ方法として有効であるかを検証する．

2. 授業実践

本研究では 2017 年 3 月に，豊島区内の私立中学校・高等学校に在籍する中学３年生から高校２年生までの希望者 20 名を対象に課外授業として実施した．本対象校は池袋駅の徒歩圏内に位置し，教員へのヒアリングでは，繁華街の近くに立地するため安全管理上学校周辺での活動の機会が少なく，地域とのつながりが薄いことが課題として挙げられた．そこで，学校周辺地域の調査を通じて都市部における地震災害への備えを知り，災害発生時の都市部をイメージすることを授業のテーマとした．課外授業の時間が限られているため，本授業実践は反転学習形式で実施した．東京都の作成した防災読本(3)(4)に準拠した内容のビデオ教材を独自に作成し，学習者に事前に視聴するよう指示した．そして授業当日は午前にインストラクションを含めた野外学習（２時間），午後に振り返り活動（２時間）と実習主体の学習内容とした．

授業当日の活動は共に２～３人のグループ学習形式とし，全員に Android タブレットを１台ずつ貸与した．タブレットには FaLAS クライアントアプリがインストールされている．クライアントアプリでは周辺の地図が表示され，地図中にタブレットの現在位置がプロットされる．学習者がクライアントアプリ上で観察情報を記録すると，位置情報と共にサーバにアップロードされ，全員の情報を集約した振り返り用地図として閲覧できる．なお，本端末は単独でモバイルネットワークに接続できないため，グループごとにポータブル Wi-Fi ルータを貸与し，野外でも常時サーバに接続できる環境とした．

野外学習の対象地域は，学校と相談の上で池袋駅の南東に設定した．東西 800m，南北 1.3km ほどの範囲であるが，駅に近い北側や幹線道路沿いはオフィスビルや店舗が並ぶ地区である一方，南側は学校や住宅が並ぶ住宅街となり変化に富んだ地域である．学習者にはタブレット端末を携帯させ，グループ毎に自由に探索し防災マップに情報を記録するよう指示した．また，安全を確保する方法の一つとして，FaLAS を介して端末の現在位置を取得し，教員がリアルタイムに学習者の位置を確認できるようにした．これを参考に，地域内を教員が巡回し学習者の安全

を確保すると共に，学習活動を支援した．

振り返りでは各学習者の観察記録を集約した地図を用いて，地域の特徴や備えを整理した．そして，災害発生時を想定しどのように行動するかを紙上訓練として考える活動を行った．

3. 結果

野外学習ではいずれのグループも迷うことなく設定された地域内を巡回し，学校まで戻ってくることができた．課外授業後，学習者にアンケートを実施した（N = 20）．結果を表 1 に示す．各項目は 5 件法（1：全くあてはまらない～5：よくあてはまる）としたが，いずれも平均 4 以上と高い評価を示している．

表 1 学習者アンケートの結果

	M	SD
今回の学習活動は興味深かった	4.85	0.366
今回の学習活動をもっとやりたかった	4.70	0.470
野外学習は防災・減災の理解に役立った	4.70	0.470
今回の学習を通じて，地震発生時の地域の状況がイメージできた	4.20	0.523
今回の学習を通じて，地震災害の危険性に気づいた	4.70	0.657
今回の学習を通じて，地震災害における都市部の問題点に気づいた	4.50	0.761
今回の学習を通じて，地震災害への都市部の備えに気づいた	4.50	0.761

アンケートの自由記述では「実際に外に出て活動したことで理解が深まった」「実際に学校の外に出て防災の観点から池袋の街を見て回ることで、狭い道や古い建物などの危険な場所や、反対に区役所や小学校などの安全な場所を把握できました」など，野外学習への肯定的な意見が述べられていた．このほか,「探索範囲に対して時間が少なかった」など野外学習時間の不足を指摘する意見が多くあった．タブレットの利用については，利便性についての肯定的な意見がある一方で,「地図の現在地があちらこちら行く」といった意見も認められた．

また，授業実践後の教員へのヒアリングでは，生徒の現在位置がリアルタイムに把握できることへの肯定的な評価が多かった．

4. 考察

4.1 野外学習の有効性

アンケートの結果から，学校周辺地域で実際に活動する事が地域理解の助けになったと考えられる．また,「地震災害における都市部の問題点に気づいた」「地震災害への都市部の備えに気づいた」といった項目が高い評価であり，授業テーマである都市部における地震災害とその備えについても学べたことが示唆される．

今回の野外学習にあたり，他地域における実践を参考に活動範囲と時間を設定したが，学習者からは時間不足の指摘が多かった．この原因として，今回の野外学習範囲に初めて訪れた学習者が多く，地図だけで判断したため時間配分が難しかった可能性が考えられる．効率的な野外学習を支援する方法を検討する必要がある．

4.2 都市部における GPS の利用

今回の野外学習では，現在位置表示がずれるケースも多く認められた．FaLAS では Google Maps Geolocation API [(5)] を用いて端末位置を測位し，現在位置として地図上に表示する．Geolocation のログからは accuracy の半径が大きいレスポンスが多く記録されていることから，野外学習において位置情報の精度が低いタイミングが多く存在したことが推測される．原因として，都市部で高層建築が多く GPS 単独の精度が上がりづらいこと，ポータブル Wi-Fi ルータを経由したリクエストとなることで過去のルータの位置が利用されている可能性などが考えられる．

5. まとめ

都市部の学校において，学校周辺を探索しタブレット端末を用いて防災マップを作成する学習活動を含む防災学習プログラムを実施した．野外学習への学習者の評価は高く，実際に活動することで地域と地域防災を理解する一助になったと考えられる．支援システムにより迷わず安全に野外学習を進められた一方で, 今後の課題として野外学習の範囲設定や, GPS の精度といった点が挙げられる．

授業実践にあたり，ご協力いただいた豊島岡女子学園中学校・高等学校の皆様に深謝いたします．本研究の一部は，JSPS 科研費 15H02933，16K21262 の助成を受けたものです．

参考文献

(1) 東京都：“東京都帰宅困難者対策ハンドブック”，http://www.bousai.metro.tokyo.jp/_res/projects/default_project/_page_/001/001/369/2803.pdf（参照 2017.05.30）
(2) 畠山久，永井正洋，室田真男:“防災マップ作成支援システム "FaLAS" を利用した授業実践とその評価”，日本教育工学会研究報告集，Vol.15，No.1，pp.1-6（2015）
(3) 東京都教育庁指導部指導企画課編:“平成 28 年度版 地震と安全（中学校）”，東京都教育委員会，東京（2016）
(4) 東京都教育庁指導部指導企画課編:“平成 28 年度版 地震と安全（高等学校）”，東京都教育委員会，東京（2016）
(5) Google：“Google Maps Geolocation API”，https://developers.google.com/maps/documentation/geolocation/intro（参照 2017.05.30）

新技術に基づくメディア／デバイスを活用した学習支援環境
－ＰＯＳＩＸ中心主義からのアプローチ－

Learning support environment utilizing media / device based on new technology
- Approach from POSIX centralism -

森祥寛[*1]，大野浩之[*1]，北口善明[*2]，中村和敬[*3]，松浦智之[*3]
MORI Yoshihiro[*1], OHNO Hiroyuki[*1], KITAGUCHI Yoshiaki[*2],
NAKAMURA Kazutaka[*3], MATSUURA Tomoyuki[*3]
[*1] 金沢大学総合メディア基盤センター
[*1] Informational Media Center, Kanazawa University
[*2] 東京工業大学学術国際情報センター
[*2] Global Scientific Information and Computing Center, Tokyo Institute of Technology
[*3] ユニバーサル・シェル・プログラミング研究所
[*3] Universal Shell Programming Laboratory Ltd.
Email: mori4416@staff.kanazawa-u.ac.jp

あらまし：近年，数多くの小型で安価なメディア・デバイスが生まれている．このことは電子工作を始めとするメイカー・ムーブメントという新しい潮流からも理解でできる．これを背景として，我々は「POSIX 文書の仕様を踏まえたシェルスクリプトコマンド群を使用する」というアプローチで教育等を行っている．本発表では，我々の取組について紹介する．
キーワード：メイカームーブメント，POSIX，シェルスクリプト

1. はじめに

近年，情報科学技術はさまざまな分野で活用されている．それは，マイコン（マイクロコントローラー）を使った計測制御系を組みこんだ機器を個人が気軽に設計製作する環境の整備や，個人向けの 3D プリンターやレーザーカッターの普及と合わさり，電子回路を活用した「ものづくり」を，趣味もしくは小規模事業とするものが増加し，その制作物が多様化している事からもよく分かる．このような「ものづくり」の当事者を Maker と呼び，Maker による新たな物作りの潮流は新たな分化であるとして，クリス・アンダーソンによって「メイカー・ムーブメント(1)」と名付けられている．

Maker が制作に使用するマイコン類は，PIC マイコンや，AVR マイコンを搭載した Arduino などに加え，2012 年頃からは Raspberry Pi に代表される「Linux を搭載する小型で高機能なマイコン（以下，Linux マイコンという．）」が安価に供給されるようになるなど多種多様である．特に Linux マイコンが登場してからは，これを積極的に採用する傾向が見られる．しかし，ものづくりの中ではマルチユーザー・マルチタスクの本格的な Linux OS が利用可能になったことを十分に生かしきれていないように見える．例えば「OS が提供するような基本機能」や「OS インストール時点で利用可能な多数の基本コマンド群」を活用すれば簡単に目的を達成できる局面であっても，C や C++などの言語を用いてプログラミングを行ったり，Ruby や Python のようなスクリプト言語を追加インストールした上で，これらの動作環境を常に最新状態に更新しつつ利用したりしているのである．これらの手法を否定しないが，固定観念に縛られて，既存の方法しか試さなくなっている場合はないだろうか．Maker を始めとして，情報科学技術に触れ，それを活かしていく人材であれば，情報科学技術に関して広い知見を持ち，状況に応じて，固定観念に囚われず問題解決できることが必要となる．そういった人材の需要は，今後高くなり，そのような人材を育成するための教育プログラムと学習支援環境が求められていく．

このような状況に対して，我々は「ものグラミング」という「ものづくりに適したシンプルなプログラミング」という意味を込めて名付けた造語を核とした取組を行っている(2)．そこでは，「UNIX 系 OS インストール時点が提供する優れた基本機能」と「UNIX 哲学(3)」に基づいて作られた「それぞれは単機能だが組み合わせることで様々な機能を提供できる多種多様な POSIX コマンド群」を積極的に活用したシェルスクリプトでものづくりを推進することで，20 年後でも使用できる情報技術やシステム，プログラミングの在り方について構築を目指している．

本稿では情報教育の学習支援環境として，これらの取組について Linux マイコン等を POSIX 中心主義というアプローチからの活用方法について紹介する．

2. POSIX 中心主義からのアプローチ

POSIX 中心主義とは，ソフトウェアの互換性や長期持続性を高めるために大野，當中，松浦らが提唱するソフトウェアのプログラミング指針であり，その名のとおり POSIX（IEEE Std 1003.1）文書に記されている仕様を中心にプログラミングをすることで

ある．これによってソフトウェアの高い互換性と長い持続性を目指している(4)．なお「中心」とは，規格に「極力準拠」という意味である．この POSIX の仕様に準拠したプログラムを作成することにすると，開発言語はシェルスクリプトまたは C 言語（C99）を利用することになるが，我々のアプローチでは，主にシェルスクリプトを利用する．C 言語は低水準言語であり，バイトオーダ等のハードウェア構造を意識しなければならず, シェルスクリプトであれば，そのようなハードウェア依存は POSIX コマンドが吸収しており，意識せずにプログラミングできるためである. したがって POSIX 中心主義プログラミングとは，POSIX の仕様に準拠したシェルスクリプトを中心としたプログラミングと考えて良い．

POSIX 中心主義プログラミングによって，「開発効率と処理効率の両立」「互換性の増加」「インストール・メンテナンスコストの抑制」という利点を得ることができる．処理効率の低さについてはシェルスクリプトでよく言われていることだが，これは分岐やループを極力使用しないというプログラミングで十分回避でき，これを回避できればシェルスクリプト自体のテキスト処理の容易性等から開発効率を得ることができる. また POSIX で規定されている範囲内のシェルスクリプトであれば全ての UNIX 系 OS で稼働するプログラミングが可能で有る. あわせて POSIX 準拠を謳っている OS であれば必要なソフトウェアは予めインストールされているためインストール作業やそれにともなうメンテナンス作業等によるトラブルも抑えられる．

これらの利点を得るために POSIX 中心主義のアプローチでは「POSIX 準拠」「交換可能性の担保」「W3C 勧告準拠」という 3 つの小指針を踏まえてプログラミングする．POSIX 準拠とは，POSIX で規定されている仕様に準拠するという事であり，交換可能性とは「今利用している依存ソフトウェア A と同等機能を有する別の実装 B が存在し，何らかの事情による A が使えなくなったときでも，B に交換することで A を利用していたソフトウェアを継続して使える性質」と定義する．つまり交換可能性の担保とは，プログラミングをする際に，POSIX に準拠していないシェルスクリプトコマンドを使わなくてはならない場合，同等の機能を有するコマンドを複数用意し，必ずそのどれかのコマンドが使用できるようにすることである．W3C 勧告準拠は，クライアントサーバ構成をとるクライアント側アプリケーション開発のための指針で，いわばブラウザの互換性を担保するための指針と言える．

3. 実習機器と授業の構築・実践

POSIX 中心主義からのアプローチのために，2016 年度の授業では，小型の電子基板とセンサー群として Aruduino，ESP-WROOM-02，Raspberry Pi2 に，エレキットセンサー活用入門(5)，モーター・リレー・ブザー制御入門(6)等，1 台辺りの値段が 3,000 円から 5,000 円程度となる機器を主に使用している．なお，これらの機器はさまざまな形で，次々と新しいものが登場するため，その授業が開始される時点で準備が整えることができたものを使用している．

これらを授業用教材として，受講者に授業期間中の貸与をし，それらで使用可能な Linux 等の UNIX 系 OS およびシェルスクリプトを使用していく授業を，2015 年度後期から 3 種類用意した．1 つが，金沢大学における数学と物理学の学部 3 年生向けの教職免許取得のための授業「計算科学特論」．もう 2 つが，大学コンソーシアム石川において，基本的には石川県内の高等教育機関に所属する学生向けに開講される授業（希望があれば県民なども受講可能）「クラウド時代の「ものグラミング」概論」「シェルスクリプト言語論」である．

2015 年度には，計算科学特論の授業の担当を開始し，授業内容の骨子を固め，それを踏まえた上で 2016 年度に他 2 つの授業を実施した．これらの授業では，授業内容の確立と授業用教材の準備が同時に進められており，教育内容の精査と授業による学生の学習成果の質的・量的評価が，本講執筆時点では未着手である．2016 年度までの授業実践によって，学生の反応などの情報が得られたので，これを踏まえた授業内容の整理とルーブリックの作成，学習効果の評価方法の確立をしていきたい．なお，授業内容の整理では，情報処理学会が策定し，公開する，情報専門学科におけるカリキュラム標準 J07(9)のコンピュータ科学領域(J07-CS)への準拠も視野に入れている．

併せてこれらの授業や教育等の実施先の開拓も進めて行く予定である．JMOOC を始めとした各国 MOOCs への講義の公開等を通じて，海外，企業研修，生涯学習などへの展開も計画している．

参考文献

(1) Chris Anderson : “Makers : the new industrial revolution”, “Random House Business Books”, 2012
(2) 森祥寛，大野浩之，北口善明，中村和敬，石山雅三，松浦智之 : “IoT 時代に資する「ものグラミング」教育のための授業開発と実践”，教育システム情報学会 2016 年度特集論文研究会（2016）
(3) Mika Gancarz, 芳尾桂（監訳）: “UNIX という考え方”，オーム社, 2001 年
(4) 松浦智之，當仲寛哲，大野浩之 : “ソフトウェアの高い互換性と長い持続性を目指す POSIX 中心主義プログラミング”, デジタルプラクティス 32, 2017-10 掲載予定
(5) エレキット，センサー活用入門 [SU-1203], https://www.elekit.co.jp/product/SU-1203 （2017 年 5 月 24 日接続確認）
(6) エレキット, モーター・リレー・ブザー制御入門 [SU-1204]，https://www.elekit.co.jp/product/SU-1204 （2017 年 5 月 24 日接続確認）

3D プリンタで印刷した簡易金型を用いた成形プロセスの可視化

A Visualization of Molding Process Using Simplified Mold by 3D Printer

松原 裕之，岡藤 真幸，森山 貴規
Hiroyuki MATSUBARA, Masayuki OKAFUJI, Takanori MORIYAMA
福岡工業大学
Fukuoka Institute of Technology
Email: h-matsubara@fit.ac.jp

あらまし：3D プリンタで印刷した簡易金型を用いて，LEGO 互換ブロックの成形プロセスを可視化する教材を報告する．樹脂を湯煎で軟化させ，簡易金型を用いて成型する．工夫として簡易金型のコア型，キャビティ型に NTC サーミスタを取り付けて，Arduino で成形時の温度変化を可視化する．学習者に，簡易金型の印刷時の ABS 樹脂の熱収縮誤差の考察，ブレッドボード上の温度の計測回路の実装とプログラミング，などを教材化した．
キーワード：簡易金型，プラスティック成形，3D プリンタ，デジタルファブリケーション

1. はじめに

近年の ICT (Information and Communication Technology)化された「ものづくり」において，3D プリンタやレーザカッタなどのデジタル加工機を用いたデジタルファブリケーション[(1)]が注目されている．従来，主に工業製品の試作用途やラピッドプロタイピングなどに活用されてきた．一方，量産時には金型を用いて，量産費用の低減，高精度化，などのすみわけがされている．

本報告では両者の中間の特徴をもった簡易金型[(2)]に着目する．産業界では，多品種少量生産に適した簡易金型が広く用いられている．本報告では，3D プリンタを用いた簡易金型を題材とする．デジタルファブリケーションや ICT などのリテラシを有する金型技術者の育成を目的とする入門教材を開発する．

2. 簡易金型

図 1 に取り上げる簡易金型を示す．題材として，2x2 サイズの LEGO 互換ブロックの型とする．図 1 左に金型の凹部となるキャビティ型，図 1 右に凸部となるコア型を示す. 簡易金型の素材は ABS(ガラス転移点:105℃)，LEGO 互換ブロックの素材はプラスティック樹脂の一種であるヒノデワシ社のおゆまる(湯煎 80℃で軟化)として，簡易金型の素材が相対的に熱に強い組み合わせとする．図 1 中のコア型の上部に，桃色のおゆまるで成形した LEGO 互換ブロックを示す．なお，成形したブロックは凸部，凹部とも本物の LEGO ブロックと接合できる精度を持つ．

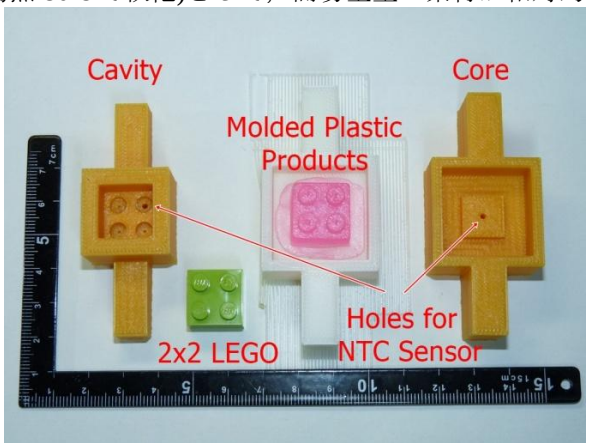


図 1 2x2LEGO 互換ブロックの簡易金型

3. 教材の概要

本教材は金型技術の間口を広げるため，金型に関する入門的な内容とする．加えて，近年のデジタルファブリケーション，ICT，組込み開発などのリテラシの要素を選択して学習できる構成とする．

3.1 教材の構成

・ 簡易金型の設計 CAD の操作マニュアル

積層型 3D プリンタの印刷を前提とする簡易金型のキャビティ型とコア型の設計(図 2(a))を体験できる内容である．設計 CAD はフリーソフトの Blender とした．工夫点は 2 点あり，1 点目は，成型時の冷却状況を可視化するため，温度センサの一種である NTC サーミスタを差し込む穴(図 1)をキャビティ型とコア型にそれぞれ設ける．2 点目は，設計データ

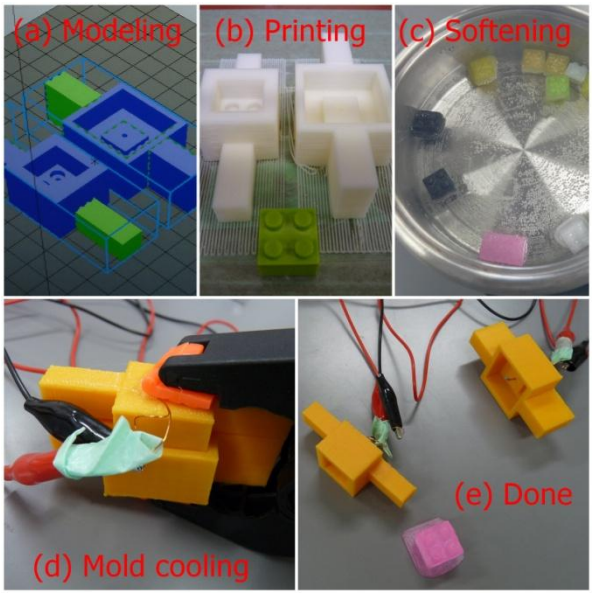


図 2 簡易金型の試作と成形プロセス

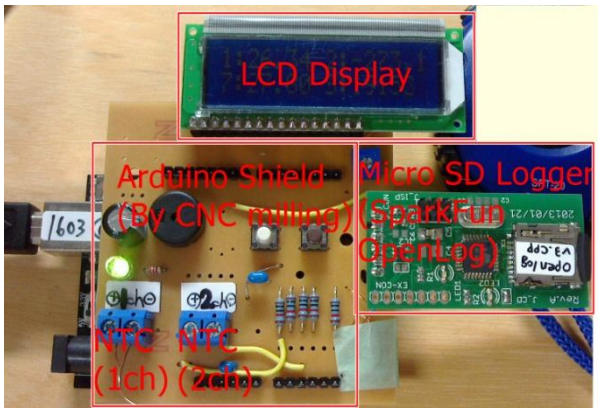


図 3 温度測定記録用の Arduino shield

の実寸法を 100%としたとき，印刷時の ABS 樹脂の熱収縮が 5～10%あることを考慮して，学習者が寸法を決定できる記載とした. 設計の実寸法を小(95%), 中(100%)，大(105%)，を例示として記載した.

・　3D プリンタの操作方法

印刷時の ABS 樹脂の印刷条件(ホットエンド 230℃，ベッド 110℃，積層ピッチ 0.2mm など)，データ変換や操作方法の手順，注意点を記載した.

・成形プロセスの可視化

印刷後の金型(図 2(b))を用いて，素材のおゆまるを湯煎(図 2(c))して軟化させ, キャビティ型に押し込む．その後，コア型と組み合わせて，おゆまるの冷却(図 2(d))を概ね 15 分待つ．LEGO 互換ブロックに成形したおゆまるを取り出せば完成(図 2(e))である.

3.2 成形プロセスの可視化

温度変化を可視化する．簡易金型に組み込んだ NTC サーミスタの抵抗値から温度にリアルタイムに変換する．組込みマイコンの Arduino Uno に対して，図 3 に示すシールドの周辺回路を切削加工し，温度表示用の LCD や温度のログを記録するマイクロ SD カードを取り付けた．ログの温度変化の可視化は表計算ソフトを用いた．図 4 に例を示す.

4.　教材の評価

学部 4 年生の 6 名に対して，3.に示した教材一式を示した．4 月下旬の就職活動の隙間時間に簡易金型の設計，3D プリンタの印刷，成形プロセスの可視化までを体験させた.

体験の結果，6 名とも簡易金型の設計(約 1 時間)と印刷(約 2 時間)は手戻りなく完了した. 6 名とも熱収縮の影響を理解した．ブレッドボードを用いた温度計測用の回路実装とプログラミング(計 30 分)も卒なくこなした. 一方, 温度計測のログ(約 30 分)から，成形プロセス時のトラブルの有無が可視化された．計測例を図 5 に示す．(A)では，学習者が温度センサの反応を見るためにセンサに手を触れて確認している. (B)では, 一旦キャビティにおゆまるを入れたが，絶対量が不足していたため, すぐに取り外している. (C)では, 正常に冷却を待っている状態, などである.

今後の課題は，成形プロセスの正常や異常の自動判定，学習者の成形プロセス実施のライフログの蓄積，センサノードの IoT 化による異なるサイズの簡易金型の組み合わせの利用判定，などである.

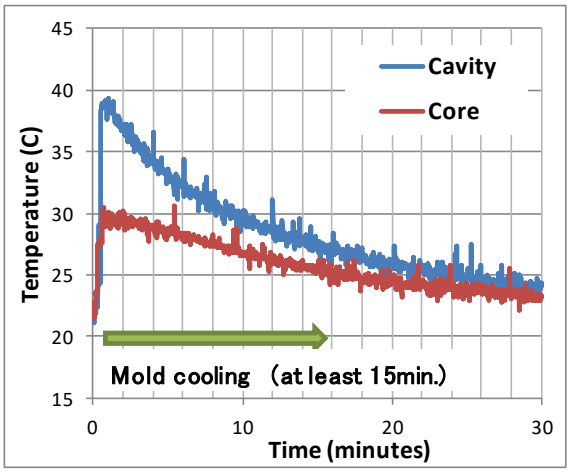


図 4 成形プロセス時の温度変化の可視化

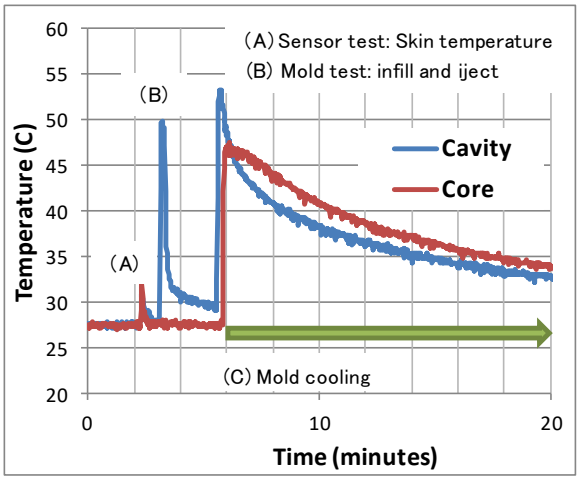


図 5 成形プロセスの温度計測の例

5.　おわりに

本報告では，デジタルファブリケーションや ICT などのリテラシを有する金型技術者の育成を目的とする入門教材を開発した．評価の結果，金型試作の入門として手戻りなく実施できた．一方，課題は成形プロセス時のおゆまるの詰め方，温度計測の注意点などをマニュアル化し，手戻りの削減である.

今後は，得られた知見をもとに，主に，中学や高校の教諭を対象とした教員免許更新講習会の実施，地域の児童や生徒を対象とした体験イベントの実施，などを通じた啓蒙活動を続けていきたい.

謝辞

本研究の一部は平成 27 年度の三井金型振興財団の研究助成を受けたものです.

参考文献

(1) 田中 浩也: “FabLife ―デジタルファブリケーションから生まれる「つくりかたの未来」”，オライリージャパン，東京 (2012)

(2) 吉田 弘美: “よくわかる金型のできるまで―製造工程の流れを追って解説”，日刊工業新聞社，東京 (2004)

医療事務の学習支援を目的とした診療報酬算定フローチャート教材の導入

Introduction for the Medical Fee Calculation Flowchart Aimed to the Medical Treatment Learning Support

藤井 厚紀[*1], 石橋 慶一[*1]
Atsunori FUJII[*1], Keiichi ISHIBASHI[*1]
[*1] 福岡工業大学短期大学部
[*1]Fukuoka Institute of Technology, Junior College
Email: fujii@fit.ac.jp

あらまし：本研究では，医療事務の学習教材として診療報酬算定ルールのフローチャートを導入することが当該学習にどの程度有効であるかについて検討した. 医事会計システムの学習を目的とした授業において各学生は，診療報酬点数表にある「薬剤情報提供料」の算定ルールを表すフローチャートを作成し，一定期間を設けた後，教員は当該フローチャートの模範解答を解説した．フローチャートの作成前後に行われた当該算定ルールに関するテストの成績を比較した結果，80%の学生の成績が向上したことが認められた．また，当該授業のフローチャートの作成演習に対して，90%の学生が肯定的な評価をしていたことがわかった．以上の結果から，診療報酬算定フローチャートの導入によって医療事務の学習が促進される可能性が示唆された．
キーワード：医療事務，フローチャート，診療報酬，算定ルール

1. はじめに

近年，医療現場において医事会計システムや電子カルテシステムが着実に普及し，医療事務職における診療報酬請求業務の効率化が進んでいる(1)．こうした医療の IT 化に対応した医療事務職として求められる知識やスキルは，今後ますます高度になることが予想される(2).

ところで，医療事務を学ぶ学生に着目した研究報告(3)では，学習者がしばしば困難を抱える学習対象として，診療報酬項目の算定ルールが挙げられている．診療報酬区分全体でみた診療報酬算定ルールの数は極めて膨大であるため，学習者は繰り返しによる記憶（リハーサル）によって学習を遂行するだけでなく，算定ルールの構造に関する論理的な学習を深めていくことが必要と考えられる. しかしながら，そのような視点から医療事務の授業方法や教材のあり方について検討した研究はこれまでほとんど見当たらない.

これらの課題に対して，筆者らは情報工学の分野で用いられている「フローチャート」を医療事務の学習教材として導入することに着目した．各診療報酬項目の算定ルールを表現するフローチャートを学習者自らが作成することによって，ルールの構造や算定を判断するポイントの理解の促進につなげることが可能になるのではないかと考えた.

そこで本研究では，医療事務の学習支援を目的として，診療報酬項目のひとつである「薬剤情報提供料」の算定ルールをフローチャート化する演習授業を行った．事前・事後テストの成績比較および授業アンケート結果を通して，医療事務の学習に対する有効性について検討を行ったので，その概要について報告する.

2. 研究方法

2.1 授業科目と対象者

本研究では，診療報酬に関する知識と医療事務の IT スキルの双方の向上を図るために，フローチャートの作成の演習を「医事コンピュータ」という科目名の授業において実施することとした．この授業では，医事会計システムの使用法を学ぶとともに，これまでの講義で学んだ内容の定着を図ることを目的としている．具体的には，10 症例のカルテから算定可能な診療報酬項目を医事会計システムに入力し，レセプトを作成することを演習形式により行った.

本研究を実施した 2016 年度において「医事コンピュータ」を履修した学生は，16 名であった．そのうち，医療事務に関して当該科目から初めて履修した学生（初学者）は 9 名であった．授業開講早期に履修放棄した学生や試験を欠席した学生（全て再履修）を除いた 10 名（初学者 5 名，経験者 5 名）を本研究における調査対象とした.

2.2 「医事コンピュータ」の授業計画

「医事コンピュータ」の授業の第 9 週目において「薬剤情報提供料」の算定ルールに関する事前テストを実施した．次に，第 11 週授業においてフローチャート作成の演習を行った．まず，「初診料」の算定ルールのフローチャートを配付し，フローチャートの概要について説明した．その後，診療報酬点数表を参照しながら「薬剤情報提供料」算定ルールのフローチャートの作成を行った．学生が作成したフローチャートは授業終了後に回収し，コピーして翌週（第 12 週目）に返却した. 更に第 13 週目において，教員は当該フローチャートの模範解答を配付し，その内容について解説を行った．その後，各学生は自

分が作成したフローチャートの整合性の確認を行った．最後に，第 15 週目において「薬剤情報提供料」の算定ルールに関する事後テストを実施した．

2.3 事前・事後テストとアンケート

フローチャート作成演習の前後において,「薬剤情報提供料」の算定ルールに関する試験を実施した．試験は，それぞれ中間テスト（第 9 週目）および理解度確認テスト（第 15 週目）の問題の一部として組み込んだ．そこでは,「薬剤情報提供料」の算定ルールの知識を問う記述式問題を設定した．配点は 15 点満点として，学生が記述した内容と各条件文とを照合し減点方式により採点した．

第 15 週目の理解度確認テストの中でフローチャート作成の演習に関するアンケートを実施した．その内容は,「作成したフローチャートの整合性の確認をしたことによって算定ルールの理解に役立ちましたか」という質問に対して 5 件法により回答してもらった．

3. 結果

第 9 週目（事前）と第 15 週目（事後）で行われた「薬剤情報提供料」算定ルールに関する記述テストの得点の比較を図 1 に示す．図中，学生ＡからＥの 5 名が初学者であり，ＦからＪまでの 5 名が経験者である．

この図から，事前テストに比べ事後テストの得点が増加している学生の多いことがわかる．具体的には，初学者については 5 名中 4 名（80%）が，事前テストよりも事後テストにおいて得点が高かった．また，経験者についても 5 名中 4 名（80%）の得点が事後テストにおいて上昇しており，全体として 80%の学生の成績が向上したことが認められた．とりわけ，初学者の学生Ｂについては成績の上昇幅は顕著であり，11 点も増加していた．反対に，事後テストにより得点が著しく減少した学生はいなかったが，初学者 1 名（学生Ｅ）について 1 点の減少があった．

事前テストと事後テストについて，初学者と経験者の点数の平均を求めると，初学者では事前：3.0 点，事後：7.6 点，経験者では事前：10 点，事後：12 点となり，全体を平均した場合は事前 6.5 点，事後：9.8 点であった．

第 15 週目に行われた理解度確認テストにおけるフローチャート作成演習に関するアンケート結果を図 2 に示す.「フローチャートの作成と整合性の確認作業が「薬剤情報提供料」の算定ルールの理解に役立ったか」について質問した結果，否定的な回答をした学生は存在せず,「まあまあ楽しかった」または「とても楽しかった」と回答した学生の割合は 90%とほとんどの学生が肯定的に評価していた．

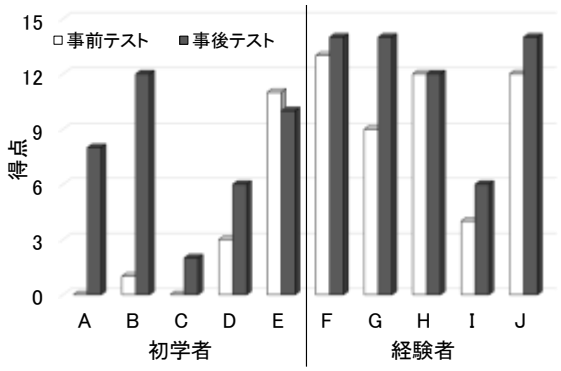


図 1 事前・事後テストの得点の比較

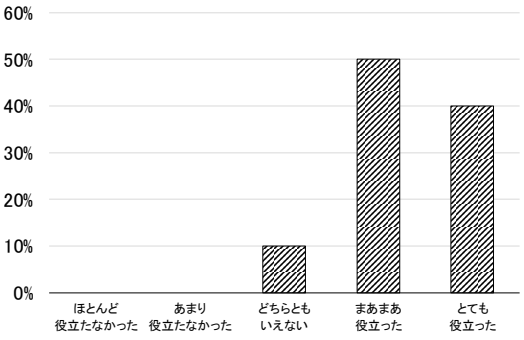


図 2　アンケートの結果

4. まとめと今後の課題

本研究では，医療事務の授業における診療報酬算定ルールのフローチャートの作成や活用が，医療事務の学習の促進にどの程度有効であるかについて検討した．フローチャートの作成前後に行われた，診療報酬算定ルールに関する知識テストの成績を比較した結果，80%の学生の成績が向上し，特に初学者においてその向上が顕著に認められた．また，授業アンケートの結果から 90%以上の学生がフローチャートの作成の演習について，肯定的な印象を持っていたことが示された．以上の結果から，医療事務の授業における診療報酬算定フローチャートの導入は，当該学習の促進に有効である可能性が示唆された．今後は，フローチャート化する項目を増やした上で同様に効果を検証することや，学習成果アセスメントツールとしてフローチャートを活用することについて検討していくことが課題である．

参考文献

(1) 厚生労働省：診療報酬情報提供サービス，http://www.iryohoken.go.jp/shinryohoshu/（参照 2017.4.18）

(2) 小野洋子，伊藤敦:“医療事務職に求められる能力と教育カリキュラムー自由が丘産能短期大学のカリキュラム設計の視点からー”，自由が丘産能短期大学紀要，第 43 号, pp.69-84（2010）

(3) 西山良子，堀初子，中楠登志子:“診療報酬関連科目の指導方法における課題―アンケート調査結果から―”，医療秘書実務論集，第 5 号, pp.41-49 （2015）

看護基礎教育での知識マップを用いた作問学習の実証評価

Experimental evaluation of question-posing learning using knowledge map in basic nursing education

辻 慶子[*1], 塚田 尚幸[*2], 上野 春毅[*2], 山川 広人[*3], 小松川 浩[*2]
Yasuomi TAKANO[*1], Keiko TSUJI[*2], Haruki UENO[*2], Hiroto YAMAKAWA[*3], Hiroshi KOMATSUGAWA[*2]
[*1] 産業医科大学産業保健学部看護学科
[*1]Nursing Science and Arts, School of Health Sciences, University of Occupational and Environmental Health
[*2] 千歳科学技術大学大学院光科学研究科,
[*2]Graduate School of Photonics Science Chitose Institute of Science and Technology
[*3] 千歳科学技術大学工学部,
[*4] Faculty of Science and Technology Chitose Institute of Science and Technology
Email: takano210@kklab.spub.chitose.ac.jp

あらまし：**本研究では，著者らが開発した知識可視化機能と作問機能を有した e ラーニングシステムの作問学習を強化した．作問システムの**相互に解き合うことでの学習理解度を深めるために，作問を書く授業ごとに課し，その中から学習者がよい問題と思うものを一題選択し，作問システムに登録する．登録された作問をグループメンバーが解き，作問の難易度と問題内容の評価を行う．評価内容から作問内容の修正を行い，作問内容のレベルアップをめざした．この作問活動を知識の習得と知識の活用から評価を行う．

キーワード：看護過程，知識マップ，作問学習

1. はじめに

中央審議会では，大学の授業について講義前の事前の準備として，e ラーニング教材を使って授業外で知識の獲得を行う予習が前提であり，それにより学修時間が増加する，加えて，授業では知識の確認やディスカッションなどの演習方法を用いることにより知識が定着し，知識を活用できる指導の工夫を求めている(1)．看護教育における看護過程は，知識の修得だけでなく，知識の活用をねらいとしている科目である．そのため，本研究チームでは，知識の定着や活用，創発などを一元的に行うことを目指した作問機能などを有する e ラーニングシステムを開発し、看護基礎教育への適用を図ってきた．知識の定着および活用の観点で評価を行った結果，先行研究にて作問学習の有効性が一定程度示された．しかし，先行研究では，作問学習機能システムの特徴である相互に解き合う特徴を十分に生かしきれておらず，知識の活用の観点では課題が残っていた．

そこで本研究では，グループでの作問学習に焦点を当てた授業実践を図るために，学習モデルを定義し、授業に適用した。そうした上で、知識活用状況の観点から評価を行うこととする．

2. 学習モデル

作問学習において、学習者は作問を行うが、相互に解き合うことがない理由として、授業外での作業が大きな原因と考えられる。そこで、授業内で作問の登録、相互に作問を解き合い、評価とコメントを行う。そして、作問の修正を行うことが出来るように学習モデルを改善した（図 1)。

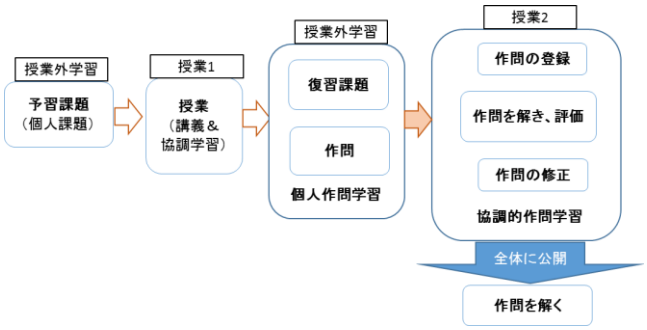


図 1　学習モデル

3. システムの概要

3.1 知識可視化機能と作問機能

本研究チームでは，e ラーニングシステム上に学問領域の知識を体系的に学習できる知識可視化機能と学習者が演習問題を作成し，相互に解き合うことができる作問機能の開発を行ってきた(2)．今年度は,看護師国家試験出題基準を基にマップを作成したこと(図 2)，見本となる演習問題をレベル別に整備した。

3.2 作問機能の知識選択画面

作問機能は学習者が自身の作成する演習問題に知識を付与する機能を有しており，知識選択画面は知識可視化機能と同じユーザーインターフェースを用いている(1)．本研究では，教員が作成した演習問題や他の学習者が作成した演習問題を含む知識に目印となるピンを付ける機能を追加した.ピンには作問数を記載し，評価することで，ピンの作問数が減少する仕組みになっている（図 3）．

作問は問題の難易度を設定した．レベル 1~7 まであり，レベル 1 が最も簡単で，レベル 7 が最も難しいことを意味している．

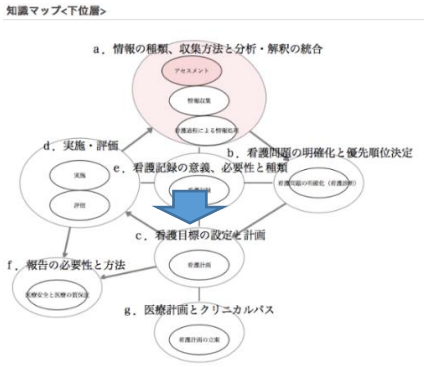


図 2　2017 年度知識可視化機能マップ

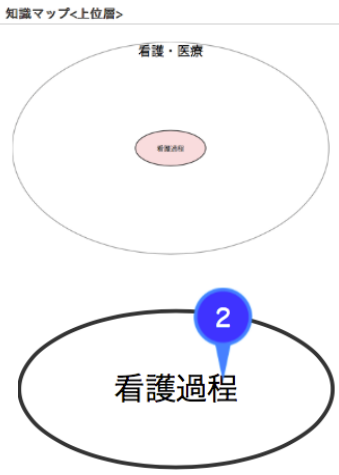


図 3　マップに示されている作問数

4.　検証

A 大学の看護学科における授業「看護過程演習」の自己学習の予習・復習に e ラーニングを用いている．この授業は，2 年生前期の必修科目であり，90 分 1 コマの 15 回の授業である．授業構成は，看護過程のアセスメント，全体像，看護問題，看護計画の段階ごとに一斉授業とグループワークの組み合わせである．「看護過程演習」に本研究で定義した学習モデルを適用した。そうした上で、事前学習として e ラーニングでの予習と課題レポートを課している．e ラーニングでは，専門用語の説明や課題の取り組みがわかりやすいように事例を用い看護過程の展開の説明を提示している．学習者は，さらにレベル 3 の演習問題に取り組み予習内容の理解度を確認する．これらの予習を行い，授業では，予習を補う説明と課題レポートを基にグループで話し合いを行う（図 3）．この学習方法で学習目標の理解ができているか作問学習で確認を行う．作問学習は，15 回の授業の中で 5 回目，7 回目，10 回目，14 回目に行う．作問学習を行う手順は次の通りである．1.各授業後に授業内容の作問 1 題を課している．2.授業ごとの作問から授業構成内容の一題を作問システムに登録する．登録する時に作問内容がグループ内で重複しないようにグループメンバーで調整するように指示する．3.グループ内の他の学習者の作成した問題を解き，評価とコメントを記載する．4.自身の作問にグループの他の学習者が記載した評価とコメントから，作問を修正する．5.修正した作問は，クラス全員に公開し，全員が相互に解きあう．
復習内容は，課題レポートの解答例を e ラーニングで閲覧できるようになっている．また，授業内容の理解度を確認するための演習問題レベル 7 を解答する．

図 3　授業概要

5.　評価

知識の定着に関しては作問レベルと期末試験の結果から評価を行い，知識の活用に関しては作問レベルとレポート課題の評価点より評価を行う．

さらに作問内容について，修正前後を比較し，作問のレベルの変化を評価する．

6.　まとめ

本研究では，知識可視化機能と作問機能を有した e ラーニングシステムの作問学習の改善を行った．改善した作問学習を活用し，反転学習を意識した授業設計に基づく作問活動を通じた知識活用の効果検証については、当日発表で述べる。

参考文献

(1)　中央教育審議会：新しい時代にふさわしい高大接続の実現に向けた高等学校教育，大学教育，大学入学者選抜の一体的改革について（答申），文部科学省(2014)
(2)　高野　泰臣，辻　慶子，金子大輔，山川　広人,小松川　浩: “可視化と作問機能を用いた知識定着と活用に関する研究”，第 40 回教育システム情報学会全国大会(2016)

社会福祉士養成教育における相談援助実習指導支援システムの提案

Proposal of a system to support guidance of social work practice in social worker training

坂本 毅啓[*1], 佐藤 貴之[*1], 中原 大介[*2]
Takeharu SAKAMOTO [*1], Takayuki SATO[*1], Daisuke NAKAHARA[*2]
[*1] 北九州市立大学
[*1] University of Kitakyushu
[*2] 福山平成大学
[*2] Fukuyama Heisei University
Email: s-takeharu@kitakyu-u.ac.jp

あらまし：本稿では、社会福祉士養成教育における相談援助実習と相談援助実習指導を実務的、教育的観点からの課題を提示し、その課題解決に向けた ICT を活用した支援システムに求められる機能と、それによって期待できる効果について検討を行い、どのような支援システムを設計すれば良いかを提案する。
キーワード：社会福祉士，相談援助実習，相談援助実習指導、支援システム

1. はじめに

筆者らは、これまでに社会福祉士養成教育における模擬面接教材[(1)]で、ICT 活用とその効果について研究を進めてきた。本研究では、これまで取り組んできた ICT 活用の範囲を拡張し、より福祉現場に近い実習指導上の様々な課題の解決を図ることを目指したテーマに取り組む。その端緒として、まずは相談援助実習指導上における課題を洗い出し、システムの設計方針、システム開発で得られる効果を示した上で、社会福祉現場での実習（指定科目名：「相談援助実習」）及び実習指導（指定科目名：「相談援助実習指導」）（以下、「実習・実習指導」と記す）を支援するシステムを提案する。

2. 社会福祉士養成教育における相談援助実習及び相談援助実習指導の特質

社会福祉現場における相談援助職であり、ジェネラリスト的存在である社会福祉士を養成する教育カリキュラムでは、実習・実習指導と演習を中心的な位置づけとしている。その実際は、詳細にわたって厚生労働省が規定をしており、法制度に基づいた教育内容が求められている。実習・実習指導を担当する教員研修で使用され、教育上の標準的な教科書である一般社団法人日本社会福祉士養成校協会（2015）によれば、実習・実習指導の科目の特質として、①実習先施設・機関等への依頼が必要、②実習には多くの場合、養成校内の複数教職員がかかわる、③実習生は二重の指導体制のもとに置かれる、の以上 3 点を挙げている[(2)]。

3. 実習・実習指導における実務的及び教育的課題

これら 3 点の特質を踏まえ、実際の実習・実習指導の展開における学生、実習先、養成校の関係とは緊密な連携の下に教育が展開されることが特徴である。具体的には図 1 のような関係性の中で情報が受け渡される。

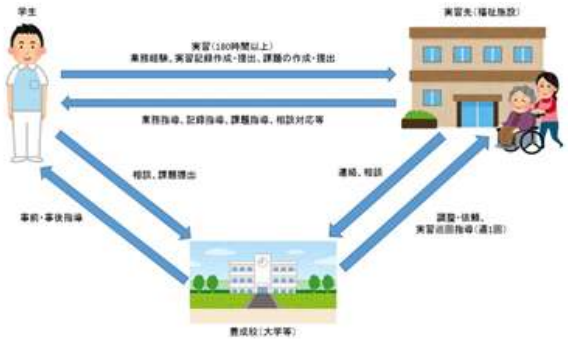


図 1 実習生、実習先、養成校の関係

このような関係の基に行われる実習・実習指導には、基本的に手作業により連絡・相談、書類作成などが行われている。しかし限られた人的資源の下、多くの情報を実務担当者（大抵は実習助手、助教等）が主観的・経験的に操作しながら業務を遂行しているのが現状である。

このような実習・実習指導における実務的及び教育的課題としては表 1 に示したように、①実習実務に関する情報の管理、②施設情報・学生情報・教員情報を踏まえた実習配属のマッチング、③実習依頼業務、④限られた人的資源での業務遂行、⑤実習巡回業務とそれに付随する事務、⑥記録・課題指導、⑦相談・トラブル対応、と言った 7 つを挙げることができる。

例えば、①と②の実習実務で扱われる情報は非常に多岐にわたり、その管理は紙やエクセルで管理されていることが多い。また③の実習依頼業務ではワープロソフトに手入力で書類を作成し、結果的に最新の情報が反映されていなかったり、記載事項に誤記があったりというミスが発生することがある。ま

課題・ニーズ	システム機能	期待できる効果
実習実務に関する情報の管理 ・大量の情報を毎年手作業で維新。 ・紙ベースであることが多い。 ・エクセル、ワードを活用して管理をしていることが多く、保有している情報の有効活用ができていない。 ・監査、実地指導に必要な情報の管理が不徹底。	データベースの構築 ・登録施設、実習巡回指導可能圏域内にある福祉施設の情報管理。 ・実習指導者に関する情報の管理。 ・学生に関する情報の管理。 ・これまでに行われた実習に関する情報等の管理。 ・指導を担当する教員に関する専門性、巡回可能範囲等についての情報管理。	効率的な連携の展開。 効果的な教育指導。 情報の蓄積と管理。
施設情報、学生情報、教員情報を踏まえた実習配属のマッチング ・実習実務担当者の力量や物性で、マッチングにミスが起きることもある。 ・指導する教職員の専門性と、学生のニーズがマッチングしないこともある。 ・これまでの実習実施状況の蓄積が、経験的であることが多い。	マッチングサポート機能 ・データベースに基づいて自動的にマッチングの第１次案を作成する。 ・第１次案を踏まえて、実習指導教員が調整、修正等を行い、第２次案を作成する必要はある。 ・マッチング結果について、登録施設等においてもすぐに連絡が行くシステム（メール、Fax、SNS 等）	効率的なマッチング作業
実習依頼業務 ・大量の書類の手作業による作成。 ・修正等の結果、書類作成におけるミスの発生。	関係書類の自動作成 ・上記の情報を統合して、自動的に実習依頼関係書類を作成する。（データベースとのリンク）	効率的な実務の遂行 共通のデータベースを使用して書類作成上のミスの低減
限られた人的資源での実務遂行 ・実習実務専任教員不在の大学 ・少人数スタッフで業務を進める専門学校 ・通信課程も多い。	効率的な業務システム ・オンライン上で、関係者と業務を進めることができる。	小規模な専門学校の通信課程でも揃えれば、限られた人的資源でも効率的に業務を進めることが可能。 多人数の教員体制あり、限られた実習実務担当者でも効率的な運営が可能となる。
実習巡回業務（事務手続き、巡回記録作成、提出） ・出張手続き等の業務上の事務手続き ・巡回記録の作成、保管（監査対象）	オンライン上でできる事務手続き。 ・オンライン上で作成できる巡回記録（パソコン、スマートフォンのいずれでも可能に）。	事務手続きの簡素化・合理化 記録等の保管をする点に行い、監査等の確実な対応力を持つ。
記録・質疑指導 ・手書きの記録、支援計画等の書類作成 ・随時の指導ができない。 ・実習指導者からすると、記録指導が大変。	オンラインでの記録・質疑の提出及び指導 ・スマートフォンを活用して実習記録（日誌）、質問等を教員へ提出することができる。 ・作成した記録、質疑を写真でアップロードして、教員へ提出することができる。 ・記録の指導を実習指導者と教員が共有し、連携した記録指導を行う。	記録・質疑作成における指導・支援体制の確立 実習指導者と教員による指導上の連携強化 ※記録は手書きで作成することが、実習教育における標準。
相談・トラブル対応 ・実習上における学生の悩み、疑問等へ対応することができず、学生が実習を放棄することがある。 ・実習上のトラブルに迅速に対応する必要がある。その内容について、教員と教員、教員と施設とで共有する必要がある。	オンラインを活用した相談・トラブル対応 ・学生が気軽に相談を持ちかけることができる。 ・トラブル等の緊急時の連絡システムを構ねる。 ・オンラインを活用して、相談・トラブル対応について、実習指導者と教員が共有し、連携して指導・支援にあたる。	迅速な相談・トラブル対応 実習施設との連携の強化 相談・トラブル対応の記録の蓄積と以後の活用

表 1　実習・実習指導における課題・ニーズ、システム機能、期待できる効果

た⑥の実習日誌は毎日作成・提出するが、実習指導者と教員がバラバラに指導していることがある。⑦のトラブルは実習につきものであるが、巡回を担当する教員が抱え込んで独りで対応するだけで、その結果についても共有・蓄積されることが少ない。

これまでに、このような課題を ICT で解決するに至らなかった背景には、①実習実務を担当する教員がシステムやパソコン操作に詳しいとは限らない、②周囲にシステムエンジニアが存在する環境にない（特に専門学校）、といったことがある。

4.　実習指導支援システムの提案

先に述べた実習・実習指導における実務的、教育的課題は、ICT を活用することで多くが解決するのではないかと考えられる。独自のサーバーを中心に、学生、実習指導者、そして養成校がネットワークを介して情報を伝達しあい、その結果、連携して実習をスムースに実施できるシステムを用意することである。その設計方針は、実務的課題と教育的課題は不可分な関係で、パソコン操作に詳しくないような教員でも、実務的、教育的課題を解決できるような機能性を持たせることであり、そのシステムに求められる機能は表１に示した通りである。

これにより、パソコン操作に詳しくない教員であっても、効率的に実務を進めていくことが可能となり、教員としての本来業務である学生と向き合う時間をより確保することができる。さらに、巡回指導記録等もオンライン上で提出することが可能となれば、事務手続きの効率化だけではなく、確実な記録保全が可能となる。このようなシステムは、養成校として必ず受けることになる監督官庁からの監査指導や、監督官庁へ毎年提出する指定項目の報告、さらには制度改正に伴う実務変更についても、確実に対応できることが期待できる。

5.　おわりに

相談援助実習における実習記録（日誌）や支援計画作成などの課題は、未だ手書きが中心である。特に福祉現場における ICT に対する距離感から、実習指導に ICT を活用することに対して、施設によってはかなりの抵抗があると思われる。そのため、導入できる可能性の高い機能からシステムを構築し、試行段階へと進めていきたいと考えている。

謝辞

本研究は JSPS 科研費 26330403 の助成を受けたものである。

参考文献

(1) 坂本毅啓, 佐藤貴之, 中原大介: “社会福祉士養成課程における模擬面接教材のルーブリック作成”, 教育システム情報学会研究報告, 第 31 号, 第 6 号, pp.149-154（2017）

(2) 一般社団法人日本社会福祉士養成校協会編: “相談援助実習指導・現場実習　教員テキスト　第 2 版”, 中央法規, 東京　(2015)

集合教育を前提とした医療専門基礎科目における効果的な授業デザインの検討

Instructional Design for Assisting Collective Education in Medical Special Basic Subject

真嶋 由貴恵[*1]
Yukie MAJIMA[*1]
[*1] 大阪府立大学大学院　人間社会システム科学研究科
[*1]Graduate School of Humanities and Sustainable System Sciences, Osaka Prefecture University
Email: majima@kis.osakafu-u.ac.jp

あらまし：医療専門基礎科目における授業は集合教育が前提として講義で行われることが多く，一方向的な授業展開になりやすい．このような授業科目において学習効果を高めるために，グループワークやプレゼンテーション，クリッカー，ミニッツペーパーなどのアクティブ・ラーニングの要素を組み入れた実践を数年にわたり行っている．本稿では，その授業デザインについて述べ，学生による授業評価からその効果について考察する．
キーワード：授業デザイン，集合教育，アクティブ・ラーニング

1. はじめに

医療者教育における授業は講義，学内演習，臨地実習の３つの型に分類できる．講義で実施されることの多い医療専門基礎科目は集合教育で行われることが多く，従来の知識伝達型授業形式で教授者から学習者への一方向的，受動的になりやすい．

今回対象とする疫学（Epidemiology）は，歴史的に疾病の予防に係わる方法論として発展してきた．現在では公衆衛生看護学の中で，地域，職域や学校等の特定の人間集団における疾病だけでなく，健康関連事象の分布とその関連・影響因子について分析し，得られた知見に基づいて健康関連事象をコントロールするという実践的な目的をもっており，保健師国家試験の出題範囲に含まれる．またその考え方や研究方法論は，根拠に基づいた看護（Evidence-based nursing）を行うための基盤となり，看護研究を行うためにも不可欠の知識である．しかし，内容が概念的で，初学者である看護学生にとっては，なじみのない専門用語等を理解することは難しいと言われている．そこで，能動的に学習を支援し，疫学の知識の理解と学生自身の立てた授業目標の達成を能図るために，グループワークやプレゼンテーション，クリッカー，ミニッツペーパー（授業ポートフォリオ）などのアクティブ・ラーニングの要素を組み入れ，できる限り双方向性のある授業を行っている[(1)(2)]．

本稿では，数年にわたる同学年の学生による授業評価から，本授業デザインの効果について考察する．

2. 授業実践の方法

2.1 対象科目および対象年度

対象科目は疫学（2 年生後期，必修科目）で，対象年度は 6 年間（2011～2016 年度）とする．本科目は保健師課程専攻の選抜対象科目であり，受講者は，各年度 100 名程度である．

2.2 具体的な授業ツール

溝上は講義が講義型授業と演習型授業に分けてアクティブ・ラーニングの手法[(3)]について述べている．それらを表に整理して示し，本授業で取り入れているものに○印をつけた（表 1）．

表 1　本授業で実践しているアクティブ・ラーニング

		内容	実施	ツール
学習プロセス	講義型授業	コメント・質問を書かせる	○	授業ポートフォリオ
		リフレクション	○	ピアレビュー
		ディベート		
		レスポンスアナライザー	○	クリッカー
		身近な現象の観察		
	演習型授業	情報収集	○	今日のニュース
		インタビュー・質問紙調査・実験		
		製作	○	マイノート,
		野外観察		
		グループ・ディスカッション	○	今日のニュースの発表・質疑 PPTの使用
		グループ学習	○	
		プレゼンテーション	○	
		教員・他の学生との質疑応答	○	

授業ポートフォリオは，出席状況を一目瞭然に把握することを目的に，両面を使用し 1 枚で収まるようにしている．さらに，学生が自ら授業目標を管理できるように，初回に学生自身の授業到達目標，最終回にはその達成状況について記載させている．同様のツールに織田の大福帳[(4)]があるが，「予習時と授業後の理解度」を分けて 5 段階の数値で記載させるようにしている点で異なる．

今日のニュース発表に対するピアレビュー評価様式は，授業後半で疫学調査法について学ぶことを考慮し，プレゼンに対する評価だけでなく，調査方法の分類を記入できるようにした．これら授業ポートフォリオおよびピアレビュー用紙は，毎回使用するため，他の資料との区別をしやすくするために少し厚めの色紙を使用している．

また，クリッカーを使用し，発表した疫学調査項目に関する受講生の状況調査なども行っている．

知識の定着を図るために毎回の授業開始時に復習テスト（小・中・大）を実施している．

2.3 成績評価方法

本授業の目標を達成するための成績評価は以下の通りで，授業内で頻回に意識付けを行っている．

（1）知識の定着度：復習テスト 80%
（2）受講態度：授業ポートフォリオ 10%
（3）課題提出：今日のニュース 10%

3. 授業評価および考察

3.1 評価方法

最終授業の際に，無記名自記式調査用紙を用いてアンケートを行った

．学生には，授業改善を目的とした調査であること，本結果を学会等で報告することがあることを口頭で説明し，自由意思での提出を依頼した．配布は当日出席者に対し行い，各回収数は，2011 年度 77，2012 年度 107，2013 年度 91，2014 年度 101，2015 年度 51，2016 年度 93 ，計 520 であった．

3.2 授業目標に対する結果

7 つの授業目標を十分達成できた（5 点）から全く達成できなかった（1 点）までの 5 段階評価の結果を表 2 に示す．全てが 3 点以上であり，受講生は授業目標をおおむね達成できたと考えている．

中でも，疫学の概念と基本用語については最も得点が高く（①3.72），保健師活動における疫学的視点の重要性の理解（⑦3.55）へとつながっている．数学が苦手な学生は「危険因子」でつまづきがちであるが，達成度は 2 番目に高く（⑥3.58）なっていた．これは小テストの結果や授業ポートフォリオのコメントからその困難さを教員が把握できたため，次の授業での復習や小テストへの繰り返しの出題をすることで，理解が深まったのではないかと考える．また，疫学調査法についても説明ができる（③3.53）と評価しているのは，今日のニュースの発表とピアレビュー様式による効果が考えられる．

逆に，達成度評価が低いのは④集団検診の原理と方法について説明できる（3.28），⑤主な人口統計と保健統計ついて説明できる（3.34）であった．この 2 つの項目は他の科目で学習するため，簡単に進めた個所であったことが原因と考えられる．

3.3 アクティブ・ラーニング手法に対する結果

5 つの手法において，学習の促進，学習意欲，授業目標達成などに活用できたか否かについて，5 段階評価の結果（役立ち度）を表 3 に示す．

最も役立ち度が高かったのは復習テスト（4.34）で，次いで毎回のテスト統計の公表（4.16）であった．意見には「毎回の復習テストで学習する習慣がついて良かった」，「小テストが毎回あって理解しやすかった」，「期末テスト 1 回だけでは学習が大変であったと思う」，「自分の得点状況がわかった」などがあり，段階的な学習と定着，全体の中での自分の状況を知ることは効果的であったといえる．

その他，「クリッカーですぐに学生の意見や状況がわかり面白かった」，「授業ポートフォリオに毎回コメントがあって嬉しかった」，「具体例があり，要点がまとめられたスライドなど，授業がわかりやすかった」という意見も多くみられた．また，「国試の時には教科書と授業ノートを活用する」という意見もあり，教科書を中心に授業やテストを行ったこと，マイノートを作らせたことが，学習成果の可視化につながり，2 年後の国家試験に向けての学習方法をイメージできたことが授業目標の達成度を上げることにつながったのではないかと考える．

表 2　授業目標の達成度（6 年間）　N=520(無回答含む)

授業目標	平均点
①疫学の概念と基本用語を理解し説明できる	3.72
②疫病頻度とリスクあるいは効果の指標について説明できる	3.47
③疫学調査法について説明できる	3.53
④集団検診の原理と方法について説明できる	3.28
⑤主な人口統計と保健統計について説明できる	3.34
⑥主な疾患の頻度と分布，危険因子および予防について説明できる	3.58
⑦保健師活動における疫学的視点の重要性について説明できる	3.55

表 3　アクティブ・ラーニング手法の評価（6 年間）
N=520(無回答含む)

手法	平均点
①　今日のニュース発表	3.92
②　復習テスト（小・中・大）	4.34
③　授業ポートフォリオ	3.72
④　テスト統計の公表	4.16
⑤　クリッカー	4.14

④：2012～2016，⑤：2011，2014～2016（年度実施）

参考文献

(1) 真嶋由貴恵：“医療系知識習得型授業におけるアクティブ・ラーニングの設計”，教育システム情報学会第 40 回全国大会講演論文集，pp.399-400(2015).
(2) Yukie Majima: “Development and Evaluation for Active Learning Instructional Design of Epidemiology in Nursing Informatics Field”, 2016 IMIA and IOS Press , pp.319-323(2016).
(3) 溝上慎一：“アクティブ・ラーニング導入の実践的課題”，名古屋高等教育研究，第 7 号, pp.269-287 (2007).
(4) 織田揮準：“大福帳による授業改善の試みー大福帳効果の分析ー”, 三重大学教育学部研究紀要（教育科学）, Vol.42, pp.165-174 (1991).

ネパール支援活動によるサービスラーニングの可能性とその考察

Practice of Volunteer Activities in Nepal as Global Service-Learning

澤崎敏文
Toshifumi SAWAZAKI
仁愛女子短期大学
Jin-ai Women's College

Email: sawazaki@jin-ai.ac.jp

あらまし：これまで，学生がリアリティを持って学習できる環境を構築するため，地元企業・行政機関等と連携した地域課題の解決等による PBL 型の授業を実践してきた．今回は 2017 年 2 月にネパール山岳地域の小学校にて実施した本学学生の自発的活動である教育交流・ボランティア活動をとおして，PBL としてのサービスラーニング（奉仕活動等による学習）のあり方，学習成果等とその可能性について考察する．
キーワード：サービスラーニング，アクティブラーニング, PBL, SECI モデル，授業設計，授業実践

1. はじめに

ここ数年，本学で実施している学生意識調査の結果から，「将来の見通しがない」との回答が増加傾向にある．これらは，本学だけに限った課題ではない．一般に，「基礎学力」「学習意欲」「将来への意欲」が低い最近の大学生に対して，主体的で深い学びを創発させるためには，職場や市民生活における「リアルな課題」に取り組ませ，プロセスの中で評価することが重要であるといわれる．それらを解決するために，学生がリアリティを持って学習できるような PBL 型授業の設計方法の構築に継続的に取り組んでいるところであるが，昨年度，学生の提案からネパールでの海外支援活動を計画することになり，本稿では，これら活動をサービスラーニングとして継続かつ制度化できる可能性について考察する．

2. 活動の位置づけとプロジェクト設計

本学では，これまでも，コミュニケーション演習 I，II 等の授業にて，企業・行政等と連携した PBL 型授業を実践しており，グループワークも多用したアクティブラーニング型で授業を行っている．しかし，今回の海外支援活動のプロジェクトは学生が自主的に行う課外活動がきっかけであり，これらをサービスラーニングという形でどのように位置づけていくべきかについて，以下の３つのステップに分けて，それぞれの学習過程でどのような内容に取り組むべきかを踏まえながらプロジェクトデザインを行った．

1. 準備段階（2016 年 9 月～2017 年 1 月末）
2. 実行段階（2017 年 2 月 15 日出国～22 日帰国）
3. 終了後の振返り（2017 年 2 月末～）

サービスラーニングでは一般に，学生が教室で得た知識を地域社会において活用できるような貢献活動が望まれること，また，地域社会，学生（大学）双方に何らかのメリットが必要であると言われており，各段階での取り組みには，ジョージア大学のサービスラーニングに関する調査報告書「A Survey of Best Practices of Global Service-Learning Programs in UGA(2009)」の「海外でサービスラーニングを実施するにあたって重要となる要素（Essential Elements of Global Service-Learning）」を参考に，それぞれの段階においてのプロジェクトデザインのチェックリストとして活用を行った．

1. Interdisciplinary
2. Orientation to Local Culture
3. Engagement
4. Collaboration
5. Application of Knowledge
6. Satisfies a need defined by the community
7. Reflection of experiences
8. Sustainability
9. Flexibility and Variety

また，本プロジェクト終了後は，本学の社会活動実践に関する単位制度を利用し，本活動が単位化できるような学内手続きを行うことで，授業と同等の評価ができるような環境を整えた．

3. ネパールでの支援活動の様子

研究室では，このプロジェクト以前から，ネパールへの支援・交流活動に取り組んでおり，今回はその活動写真を見た学生らの申し出により，本プロジェクトの企画が実現した．2016 年 9 月末の学生の申し出から 3 月の振返り（報告書）までの流れは以下のとおり．

3.1 準備段階 - Preparation

9 月末に学生からの支援活動への申し出があり，その後，10 月上旬に福井ネパール会，岐阜ネパール会を通じて，現地で長年支援活動を行っている筋田氏に今回のプロジェクトを打診．現地ではどのような支援活動が求められており，日本から協力できる

こと，学生でどこまで支援活動が可能であるか等の確認，調査を実施した(6. Satisfies a need defined by the community)．実際に支援活動を行った 2 月直前まで連絡を取り合い，現地の支援ニーズとのかい離がないような調整を行った．

また，11 月下旬からは，活動地域となるネパールについての学習会を開始．文化・風習，言葉や民族的な違い，政治や経済の状況についての学習活動を行った(2. Orientation to Local Culture)．

日本からネパール，そして現地での主な支援内容としては，支援物資を山岳地域の小学校に運搬，配布することが主であるが，それらに加えて，現地の小学校にて日本の文化，日本語に関する授業を行うことも計画された．そため，12 月上旬から，参加学生らが大学で学んだことを，今回の活動にどのように活かすことができるのか等を踏まえた支援内容について検討を行った(5. Application of Knowledge)．参加した学生はいずれも生活情報専攻所属（主に ICT，コミュニケーション，ビジネス等を学習）であり，それぞれの得意分野を活かして，日本語学習や日本の文化を理解してもらうための教材作成を行った．

教材作成に関しては，学校が山岳地域にあり，震災の影響もあることから，パソコンやプロジェクターが使えるような環境ではないため，それらがなくても継続的に利用できるような教材作成を考案した．また，出発直前の 1 月末には学生自身でのビザ申請をインターネットで実施した．

写真 1　作成した教材を使って授業をする様子

3.2 実行段階 - Activities as Service

出発直前，日本の支援拠点（岐阜県）から支援物資が大学（福井県）に送付され，運搬する物資の確認作業を実施．その後，2 月 15 日に出国して帰国した 22 日までの 8 日間についての活動は以下の通り(3. Engagement / 4. Collaboration)．

- ✓ 到着後，カトマンズ西部の町サンガにある現地の支援拠点「銀杏旅館」に移動．打ち合わせの後，支援物資の仕分け作業を実施．
- ✓ 翌日，サンガから今回の活動場所であるラムチェ村への移動．道中，事故等による道路の通行止め等にも見舞われ，予定よりも遅れて現地に到着．同日，支援先の小学校にて今回の支援の趣旨説明，支援物資の配布等の実施．
- ✓ 翌日以降，ラムチェ村および小学校での交流活動，日本語授業を実施．
- ✓ 再び，サンガの支援拠点に戻り，反省会（振返り）の実施．

写真 2　ラムチェ村の小学校での授業および交流

滞在中は，他の学生ボランティア団体のメンバーとの交流もあり，また，現地での日程変更など，様々な変化に臨機応変に対応するなど，リアルな課題解決の機会に恵まれた(9. Flexibility and Variety)．

3.3 終了後の振返り – Reflection / Report

ネパールでの支援拠点での振返りに加えて，帰国後，活動についての振返りを実施（7. Reflection of Experiences）．参加したメンバー各自で報告書にまとめ，最終的に社会活動実践の単位申請を大学に行った．また、6 月下旬には参加学生への追加ヒアリング等の実施を予定している．

4.　まとめ・今後の課題

今回のプロジェクトから，支援活動を通じたサービスラーニングの可能性について，以下の３点を今後の課題として考える．

１）学生の自主的・主体的な意思により実施されるための環境整備

２）活動をサービスラーニングとして評価するための標準的な指標や基準の確立

３）活動が一時的でなく，永続的（8. Sustainability）となるような仕組みづくり（特に海外支援の場合）

今後，活動時に関係者間での情報共有を含めたサービスラーニングに特化した支援システムの必要性，開発等の検討もしていきたいと考えている．

参考文献

Deborah Gonzalez, A Survey of Best Practices of Global Service-Learning Programs in UGA, Office of Service-Learning, University of Georgia, pp10-11 (2009)

Robert G. Bringle, Julie A. Hatcher, Implementing Service Learning in Higher Education, Journal of Higher Education Vol. 67, No.2 (1996)

つぶやきシステムを利用したミニ移動大学の実践
A practical report of Mini Nomadic University with Smart Voice messsaging

岡田政則 (Masanori OKADA)† 内平直志 (Naoshi UCHIHIRA)††
平石邦彦 (Kunihiko HIRAISHI)†† 國藤進 (Susumu KUNIFUJI)††

† 金沢学院大学
Kanazawa Gakuin University
† 北陸先端科学技術大学院大学
Jaist

あらまし: 8 月上旬に白山市鶴来地区にてミニ移動大学が行われる. これは住民, 行政, Jaist が共同で行う調査活動である. フィールドワークでは気づき収集として写真を撮り, それを写真 KJ 法により共有して構造化することで, 町おこし提案につなげる. 今回はつぶやきシステムを利用し, 今までの画像, 従来のメモに加えテキスト化した音声メモをメンターとのやり取りを加えて効果的に気づきを収集する. この取り組みはアクティブラーニングとして地域連携の取り組みをスマートフォンを利用した情報共有システムでバックアップするかたちになる. 本稿ではその実践計画であり, 全国大会にて実践分析結果を報告する.

キーワード アクティブラーニング, 地域連携, 問題解決

1. はじめに

看護や介護の現場ではその場で気づいたことを作業後にまとめて報告すべきこと多々あるが, 現場では記録しにくい. そしてその記録は他のスタッフと共有し申し送り事項ともなる. この現場での記録を, 共有・再利用することで業務改善を目的としたシステムがつぶやきシステムである.

また教育の現場では今通常の講義形式の学びだけでなく学修者の能動的な学習形式としてアクティブラーニング (以下 AL) が導入されている. 学びの構造の自由度が高く活動の範囲が比較的広い AL にプロジェクト学習や創生学習と言われるフィールドワーク (以下 FW) を伴ったものがある. これは現場での気づきが学習成果をまとめる際に必要になるが, この気づきは先の看護や介護現場のそれとは性格が異なる. FW では参加者の感度を最大にして観察や取材をせねばならないがやはり記録しにくい現場であることが多い.

そこで本稿ではつぶやきシステムを利用した, AL としてミニ移動大学において気づきの効果を報告する.

2. つぶやきシステム

つぶやきシステム [3] は, 医療・介護に代表される「状況適用・行動型サービス」の質と効率を向上するための支援システムである. そしてそれは医療・介護関係者間の記録や連絡などのコミュニケーション支援とその蓄積されたデータを利用してサービスを可視化し評価可能である.

2.1 システム概要

つぶやきシステム (図 1) とは現場で, 生音声 (つぶやき) を記録し, それにキーワード, 位置, 職員 ID, 時刻そして業務にある種のタグを自動的に付けて, データベースに記録し, 配信するシステムである. 生音声の収集はスマートフォンで行っている. 大凡システムはつぶやき時空間コミュニケーションシステムとサービス空間可視化・評価システムに分かれる.

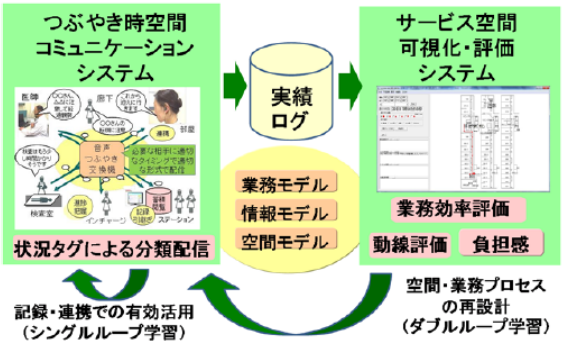


図 1 つぶやきシステム

2.2　つぶやきシステム適用例

2013 年 5 月に介護施設 S で実施した試行評価では，音声つぶやきの状況タグで連携用つぶやきと記録用つぶやきを分類し，配信制御を行った．5 日間で約 650 の音声つぶやきがあり，そのうち 500 弱が連携に関するつぶやきであった．この音声つぶやきをいくつかのパターンに分類し，つぶやきを聞いた側のケアスタッフの行動が自律的にどのように変わり，ケア品質向上に有効かをインタビューした．その結果，つぶやきのパターンごとに,（1）要介護者の状態変化に即応したケア,（2）要介護者のリスク削減（転倒防止，所在確認）,（3）不穏状況への適切な対応,（4）事前準備による落ち着いた対応,（5）ケアスタッフのリソース状況に適応した対応，などの品質向上に結びつく事例を確認できた．

3.　地域活性化ミニ移動大学

3.1　ミニ移動大学

ミニ移動大学とは 2008 年度から著者の一人國藤 [2], [5] を中心にある地域の可能性と問題点を解決する取り組みである．参加者は指導教員, 協力者と北陸先端科学技術大学院大学の学生そしてその地域の住民 (と自治体職員) である．4 日間の日程で FW とワークショップ (以下 WS) を取り混ぜ, 写真 KJ 法をにてデータの収集と整理を行う．

学生は AL として参加する．つまり課題発見, アイデア生成, チームワーク, プレゼンテーション, ディベートの経験とその能力の養成が期待される．大学・地域から見ると地域連携の取り組みであり, さらに地域住民からは若者またはよそ者の目から見た地域の問題点と魅力の発見の機会である．

3.2　2015 年度の取り組み

例えば 2015 年度のミニ移動大学は石川県能美市で 8 月 20 日から 23 日に実施された．参加者は指導スタッフが 12 名, 受講生 (修士学生) が 12 名そして地域住民の方である．4 チームに分かれてそれぞれ担当地区を FW し, WS にて問題意識の発掘と共有を行った．

4.　つぶやきシステムを利用したミニ移動大学

4.1　アクティブラーニング

[4] では” アクティブラーニング” とは「教員による一方向的な講義形式の教育とは異なり, 学修者の能動的な学修への参加を取り入れた教授・学習法の総称．」とある．この学修者 (注1) とは学問を修める者であり大学生 (注2) を対象としていた．本研究では学修者/生徒の「能動的な」態度に着目する．[1] では教育環境における経験の移動を論じている．これは初対面の段階から受動的であるがデータ収集の段階へ, そして段々と能動的になって幅広くデータ収集に加え地域の人から話を聞くようになる．最終的には考えをまとめて提言できる段階になる．

本研究では地域の人と積極的に対話できることとつぶやきの量が一つの指標になると考える．

4.2　ミニ移動大学でのつぶやきシステム

ミニ移動大学では 4 チームがそれぞれの担当地域/テーマで 2 回の FW とその間の WS にて情報共有を行ってきた．今回つぶやきシステムを利用することで FW の最中にメンターとリアルタイムに情報を共有することと，4 日間の計画が終了後に FW の行動を解析することが可能となっている．

4.3　ミニ移動大学でのつぶやきシステムの効果仮説

ミニ移動大学でつぶやきシステム利用した理由は以下の通り．フィールドワークでの気づき収集は移動するという適度な刺激で, 気づきが促進されると予想される．つぶやきシステムを利用することでその気づきを記録し量とともに内容の解析を行う．

5.　まとめと考察

音声つぶやきの効用は,（1）リアルタイム連携支援（2）記録支援（3）業務改善支援（振り返り分析）の 3つがある．アクティブラーニングとしてのミニ移動大学に利用した本研究では (2) が主な目的である．実際にどの程度の記録支援ができて, その質的な効果を発表する予定である．

参 考 文 献

[1] 岡田政則, 中崎崇志. ノートテイキングの継続性とその意味づけ. 教育システム情報学会第 39 回全国大会論文集, Vol. 39, , 2014.
[2] 川喜田二郎記念編集委員会. 融然の探検. 清水弘文堂書房, 2012.
[3] 内平直志他. 音声つぶやきによる医療・介護サービス空間のコミュニケーション. 第 25 回人工知能学会全国大会, Vol. 1J1-OS9-4, , 6 2011.
[4] 文部科学省. 質的転換答申 用語集. 2012.
[5] 國藤進, 他. ミニ移動大学:三つの効能. 日本創造学会 第 38 回全国大会論文集, Vol. 38, pp. 22–25, 2016.

(注1)：学修と学習を同じとする解釈もある
(注2)：平成 26(2014) 年 11 月の中教審諮問では初等中等教育に対称が広がる

農業高校における実習時の思考力・判断力・表現力向上のための作問学習支援システムの提案と開発

Proposal and Development of a Learning Support System for Improving Ability to Think, Judge and Express through Problem-Posing during Practical Training in an Agriculture High School

加藤弘祐[*1]，高木正則[*2] 山田敬三[*3] 佐々木　淳[*4]
Koyu KATO[*1], Masanori TAKAGI[*1] Keizo YAMADA[*1] Jun SASAKI[*1]
岩手県立大学ソフトウェア情報学部ソフトウェア情報学科
[*1]Faculty of Software and Information, Science, Iwate prefectural University
Email: g031m051@s.iwate-pu.ac.jp

あらまし：次期学習指導要領では「思考力，判断力，表現力」の育成の重要性が示されている．一方，農業高校では農作業実習が行われているが，各実習で行う作業は生徒自らが考え，判断しなければならない場面が多々ある．本研究では農業実習時の思考力・判断力・表現力の向上を目的とした作問学習支援システムを提案する．本システムでは，判断の難しい農作業場面を撮影した写真を利用して問題を作成し，教員や生徒間で共有して適切な作業内容を学習できる環境を提供する．
キーワード：思考力・判断力・表現力，農業実習，作問学習

1.　はじめに

教育基本法の改定により教育現場では「知識・技能」に加え，「思考力・判断力・表現力」や「主体性を持って多様な人々と協働して学ぶ態度」の育成も重視することが必要となった[(1)]．「思考力・判断力・表現力」を育むためには観察・実験など知識・技能を活用する学習活動を充実させる必要があるとされており[(2)]，これらの能力を評価する方法が検討されている[(3)]．

一方，学習者が問題を作成して学習する作問学習は「知識・技能」だけでなく，「思考力・判断力・表現力」などの向上に役立つと考えられる．また，農業高校で行われている農業実習には，生徒が自ら考え，判断しなければならない場面が多々ある．そこで本研究では，農業実習時の「思考力・判断力・表現力」の育成を目的とした作問学習支援システムを提案する．

2.　関連研究

有定ら[(4)]は高等学校理科教育において思考力・判断力・表現力を育成するための効果的な授業改善の方策の検討・実践や，思考力・判断力・表現力を測定するための独自テストを提案した．授業実践では，言語活動を重視したアクティブ・ラーニングが理科の授業において成果を上げていた．一方，思考力・判断力・表現力を測定する問題は今後も検討が必要であることが指摘されている．

3.　作問学習を取り入れた農業実習の提案

3.1 作問学習を取り入れた農業実習の概要

図 1 に本研究で提案する作問学習を取り入れた農業実習の概要を示す．実習の前に教員は作問を行う上で必要になる問題テンプレートを作成する．この問題テンプレートを作成することで，生徒がどの視点で作問を行えばよいかを提示することができる．生徒は実習中に判断の難しい場面をスマートフォンのカメラで撮影し，作問に活用する素材を集める．実習後の授業で撮影した画像を活用した適切な農作業の判断を問う問題を作成し，作成した問題をクラス全体で解答する．

3.2 本研究のフィールド

本研究は岩手県立盛岡農業高等学校植物科学科 2 年生のリンゴの農業実習をフィールドとしている．この学科の果樹専攻班（12 名）は週に 3 時間あるリンゴの農業実習の他に，4 時間多く果樹に関する実習や授業を行っている．そのため，この 4 時間を使って作問素材の収集や作問を行う．作成された問題は植物科学科2年生40名(果樹専攻班12名を含む)が解答する．

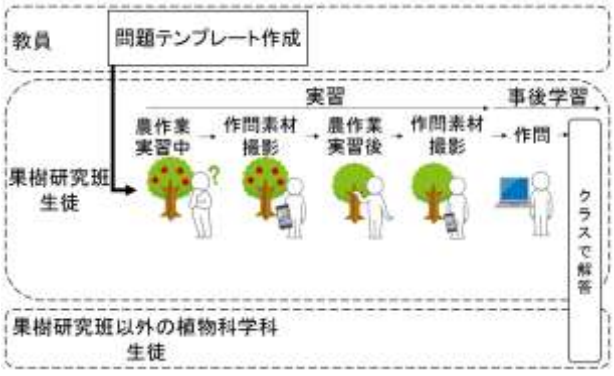


図 1　作問学習を取り入れた農業実習の概要

4.　システムの提案

図 2 にシステム概要を示す．本システムは農作業実習前に教員が利用する問題テンプレート登録機能，農作業時に生徒がスマートフォンを利用して撮影した画像アップロード機能，事後学習に生徒がコンピュータ室で利用する作問機能，解答機能の 4 つの機能から構成されている．生徒は各自のユーザアカウントでログインし，各機能を利用する．

4.1 問題テンプレート登録機能

教員は実習中に生徒がどのような視点で作問を行えばよいかを示すための問題テンプレートを作成する．例えば，「画像は摘果前のりんごである．どのように摘果するのが最適か答えよ．」等の問題テンプレートを登録し，生徒はこの問題テンプレートに使える画像を撮影する．

4.2 アップロード機能

生徒は摘果や剪定などを教科書で学んだ後に農業実習を行うが，実習中には判断の難しい場面に多々遭遇する．その判断の難しい場面の様子をスマートフォンで撮影し，アップロード機能を使って本システムに画像を登録する．また，実習時に見つけた木や葉，実などの病気の様子や，害虫を撮影しアップロードすることで，教科書で学んだ内容の復習に使える作問の素材を収集することもできる．

また，判断の難しい場面で生徒がどのように判断して農作業したかを問題の答えとする．そのため，実習後の様子も撮影しアップロードする．

4.3 作問機能

作問機能は実習後の事後学習の際に利用する．生徒は実習時に撮影・アップロードした画像を利用して問題を作成する．問題文の形式には，教員が作成した問題テンプレートを活用し，写真だけを使って作問できる機能と生徒が実習全体で気づいたこと（害虫，実や木や葉の病気，剪定など）を自由記述形式や選択形式で自由に作問できる機能を提供する．また，答えに対する解説も作成する．

4.4 解答機能

4.3 節で作成した問題を解答できる機能である．本研究では，果樹専攻班を含む植物科学科の 40 名が PC を利用して解答する．

5. システムの開発

本システムは，開発言語に PHP，HTML，JavaScript，CSS3 を用い，データベースに MySQL を用いて WEB アプリケーションとして開発した．また，農地での利用も想定しているため，図 3 のようなスマートフォンの画面サイズに対応したレスポンシブデザインとした．

6. まとめ

本稿では，農業実習時の「思考力・判断力・表現力」の育成を目的とした作問学習支援システムを提案した．今後は高校と連携を取りながら教育現場，実習現場で本システムを利用し，評価する．

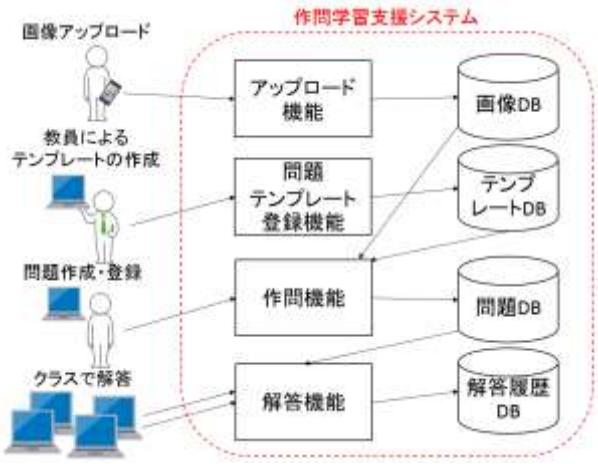


図 2　システム概要図

図 3 システム画面例（アップロード，作問機能）

参考文献

(1) 文部科学省，幼稚園、小学校、中学校、高等学校及び特別支援学校の学習指導要領等の改善及び必要な方策等について（答申）（中教審第 197 号）幼稚園、小学校、中学校、高等学校及び特別支援学校の 学習指導要領等の改善及び必要な方策等について(答申)【概要】，第 7 章，どのように学ぶか－各教科等の指導計画の作成と実施、学習・指導の改善・充実－

(2) 文部科学省，学習指導要領「生きる力」，第 1 章　言語活動の充実に関する基本的な考え方，(4) 思考力･判断力･表現力等の育成と言語活動，イ　思考力･判断力･表現力等の育成と言語活動の充実

(3) 文部科学省，高大接続改革の進捗状況について，http://www.mext.go.jp/b_menu/houdou/29/05/1385793.htm

(4) 有定裕雅，竹中真希子，“高等学校理科における思考力・判断力・表現力の育成：大分県大分豊府高等学校の実践を通して”，日本科学教育学会研究会研究報告，Vol.31，No.2（2016）

教室環境の整備がアクティブラーニングの実現に与える影響

Effect of Improving Classroom Environment on the Realization of Active Learning

宮原 俊之[*1], 谷村 英洋[*1], 坂田 哲人[*1], 大川内 隆朗[*1]
Toshiyuki MIYAHARA[*1], Hidehiro TANIMURA[*1], Tetsuhito SAKATA[*1], Takaaki OHKAWAUCHI[*1]
[*1] 帝京大学
[*1]Teikyo University
Email: tmiyahara@main.teikyo-u.ac.jp

あらまし：様々な教育機関においてアクティブラーニングの実現を推進・支援するため，教室環境の整備を行っている．教室の設備や機器を整備することだけでアクティブラーニングを行っていることにはならないが，授業改善への視点ではその効果も期待できる．本稿では，帝京大学八王子キャンパスでの 1 年目の取り組みから見えてきた効果と課題を整理する．
キーワード：アクティブラーニング，学習環境デザイン，授業設計，学習支援

1. はじめに

近年，「アクティブラーニング」について日本の様々な教育機関が取り組みを行っているが，その登場は，2012 年 8 月に文部科学省中央教育審議会の答申「新たな未来を築くための大学教育の質的転換に向けて～生涯学び続け，主体的に考える力を育成する大学へ～」で述べられた「能動的学習（アクティブラーニング）」である．その後，このアクティブラーニング型授業を推進・支援するために教室環境の整備も進められてきた．

本研究では，その教室環境の整備がアクティブラーニングの実現にどのような影響を与えているのかについて，帝京大学八王子キャンパスに整備した Teikyo Next Education Classroom の運用結果から得られた知見を基に明らかにする．

2. Teikyo Next Education Classroom

Teikyo Next Education Classroom（以下，「TNec」とする）は，アクティブラーニング型の授業を推進・支援することを目的に 2015 年度秋期に整備された教室である（2 教室）．2016 年度より運用を開始したが，利用希望が多かったために 2017 年度より 1 教室増室した．主体的学びを助け，推進する場であると同時に，新しい教育方法実現の場でもあることを意識した教室設備となっている．教室の設備や機器は表 1 のとおりであるが，ALCS とは，Active Learning Classroom System の略称であり，TNec の設備・機器を授業において効率的・効果的に活用しやすくするために帝京大学が企業と協力して開発した支援システムである．主な機能は表 2 にまとめた．自由に設定できるグループの学生間で，端末画面をスムーズに共有できる機能（「グループ活動モード」）が特徴の一つとして挙げられる．

表 1 TNec の設備・機器等

	TNec041	TNec042	TNec071
収容人数	48 人	24 人	48 人
Tablet PC(Surface)	50 台	30 台	50 台
ALCS	全機能	全機能	一部
メインプロジェクタ	1 台	1 台	1 台
サブプロジェクタ	6 台	3 台	8 台
小型ホワイトボード	8 枚	4 枚	8 枚
壁面ホワイトボード	○	○	○
デジタルボード	1 台	×	×
授業収録システム	○	○	○

3. 評価の方法と視点

2016 年度秋期に TNec を使用した授業の担当教員およびその授業を受講した学生にアンケート調査を行った．教員には，役立った設備や ALCS の機能，実際に TNec を使ってどのような授業を行ったかについて，学生には，TNec でどのような授業形態を受講したのか，TNec で授業を受講しての感想（13 項目）について質問した．また，授業における ALCS の機能使用率については支援スタッフが確認した．

その結果を，アクティブラーニングを捉える 3 つの視点：(1) 文部科学省の最近の捉え方からみる，(2) パラダイムの転換からみる，(3)ICT の活用からみる――から評価した．

文部科学省の最近のアクティブラーニングの捉え方は，次期学習指導要領の検討[(1)]からみることができ，「『主体的・対話的な深い学び』であり，授業改善のための視点である」，「単に対話が多い授業であったり，特定の指導の型をさすのものではない」としている．パラダイムの転換[(2)(3)]は，アメリカで 1990 年代に起こった「教育から学習へ，教員から学生へ」という変化であり，「学習者重視，主体的な学び」を意味し，学生を授業に関わらせることが重要であるとしている．ICT はツールであり，使用することと学習効果はイコールではない．しかし，制約事項との戦いである授業設計にとって，ICT を活用することによってできなかったことができるようになるということは，その教育方法の幅が広がったことを意

表 2 ALCS の機能と使用率

講義モード						グループ活動			レポート				資料配布				
教師 PC	メディアプレイヤー	書画カメラ	学生端末（発表）	投票	スナップショット	グループ	グループ内発表	全体発表	レポート	レポート送信	レスポンスメモ	表情スタンプ	学生に資料配布	教師に資料提出	グループに資料提出	データ保存	デジタルボード
92%	15%	15%	73%	4%	0%	58%	58%	4%	0%	0%	0%	0%	31%	35%	4%	31%	0%

味するため，視点に加えた．

4.　調査結果と考察

教員からは 21，学生からは 456 の回答を得た．

教員の役立った設備・機器としては，タブレット PC とプロジェクターが 80%程度と最も高く，ホワイトボードも 70%程度であった．逆にデジタルボードについては 0%（使用率も 0%のため全く使われていない）であった．ALCS の役立った機能は図 1 のとおりであり，機能利用率については，支援スタッフが調査した結果を表 2 に示した．ALCS を全く利用していない教員はいなかったが，全く利用されていない機能は多く，機能設計時と実際の教員が求めている機能には差があることがわかった．また，TNec において実際に実施した授業形態については，グループにおける協調学習が多かったが，単なるグループワークだけにとどまらず，成果発表の際，サブプロジェクタと ALCS を組み合わせて使用するなど TNec ならではの工夫が見受けられた（評価の視点(3)）．また，「ある学生のやった作業をほかの学生に見せる⇒他の学生にも刺激になって思考が活性化される」ということが簡単に実現できたとの報告もあり，授業内容が動き始めている，つまり授業改善が行われていることも示された（評価の視点(1)）．

学生からは，「この教室では学習が進むと思うか」については 90%程度，「授業を受けるのが楽しいか」については 80%程度の肯定的な反応があったほか，すべての項目で肯定的な結果となった．直接アクティブラーニングに関係する質問項目である「この教室では『主体的（授業に参加している・かかわっていると感じ）な学び』に取り組めたか」についても，図 2 に示すとおり肯定的な意見が 80%を超え，「学生を授業に関わらせる」ということへも効果があることがわかった（評価の視点(2)）．また，ALCS がスムーズに使えることと学生のアンケート評価には関係があること，この規模の教室であれば，授業の人数にはあまり影響されないこともあわせて把握できた．

5.　まとめ

今回の結果から，教室環境を整備することにより，授業に新しい動きを実現することができ，それが授業改善につながることは示された．しかしながら，2016 年度はこの教室使用の初年度でもあり，もとも

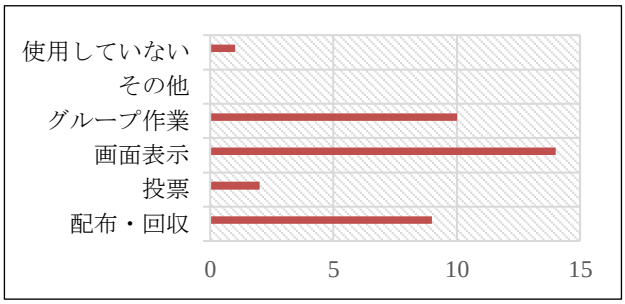


図 1 ALCS で役立った機能

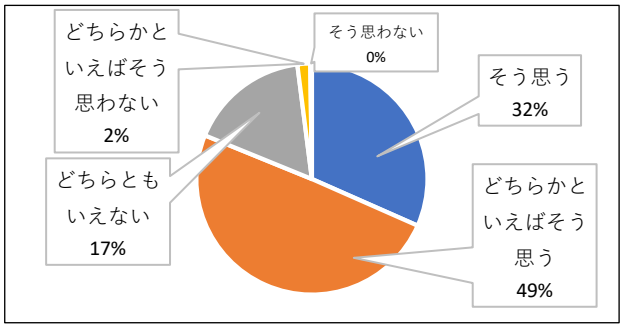


図 2 質問「主体的な学びに取り組めたか」結果

と授業改善の意識が強い教員が利用したということも考えられることから，もう少しデータを取りながら，様々な角度からの分析も必要であると考えている．2017 年度に新たに整備した教室には，今回の評価結果を反映し ALCS の導入機能を見直したため，その結果も比較評価する．また，このような教室であっても，他の教室でやっていたこと授業をそのまま行うのであれば，期待される効果は得られない可能性が高いが，この教室の機能を活用することを考えてもらうことで授業に変化をもたらすことは示されたため，授業設計支援の際のアプローチとして活用できるかも検討していく．

参考文献

(1) 中央教育審議会: “幼稚園、小学校、中学校、高等学校及び特別支援学校の学習指導要領等の改善及び必要な方策等について（答申）”，文部科学省 （2016 年 12 月 21 日）
(2) 関田一彦監訳: “学生参加型の大学授業”，玉川大学出版部 （2001）
(3) 土持ゲーリー法一監訳: “教育から学習への転換”，主体的学び研究所, pp.3-31 （2014）

留学生のリフレクションの深化を促す対話モデルの検討

Investigation of a Dialog Model that Promotes Foreign Students' Reflection

甲斐　晶子[*1*2], 松葉　龍一[*1]
Akiko KAI[*1*2], Ryuichi MATSUBA[*1]
[*1] 熊本大学大学院教授システム学専攻
[*1] Graduate School of Instructional Systems, Kumamoto University
[*2] 桜美林大学
[*2] J. F. Oberlin University
e-mail: kai@obirin.ac.jp

あらまし：本稿では，留学生のリフレクションの深化を促す対話を効率よく行うために，教員を含む学習支援者が実践している問いかけやアプローチを収集・分析し，リフレクションを促進する対話モデルを構築するための計画について述べる．また，低次段階のリフレクション促進を予め自動的に投げかける対話型リフレクション・モジュールの構想について述べる．留学生にとって身近なコミュニケーションツールである LINE からあたかも対話しているようにリフレクションを深めさせ，リフレクションの各段階での記述を e ポートフォリオに蓄積することのできるモジュールである．

キーワード：リフレクション，対話，　e ポートフォリオ

1.　序

来日している留学生にとって，日常生活のあらゆる活動は日本語を学ぶリソースとなる．よって授業外活動時間にいかに主体的に学ぶか，また日常における体験をいかに学びにつなげるかで日本語習得の成果は大きく異なる．従って，個々の学習や経験に関する批判的リフレクションを統合し，新たな気づきを導き出すことによって真の学びを引き起こすことが必要である．

多くの教育現場では授業や体験活動の後にリフレクションを書かせる取り組みが行われている．しかしながら，単に自由記述欄に反省を書くよう求め，書かれた記述に対して簡単なコメントや検印を残すだけで済ませるといった場合も少なくない．そのような状態では, 自己省察スキルの低い学習者の場合，うまく自らの学びのプロセスを言語化することができない．そこで，高次のメタ認知を働かせる質問をしてリフレクションを深化させる必要がある．

リフレクションの深化を支援する活動として，e ポートフォリオを用いた自己調整学習支援プログラムを実施した(1)．初めに自己調整学習やリフレクションの重要さについての集合型研修を行ったのち，各自で設定した学習目標について e ポートフォリオを通じて経過報告を行い，教員がコメントを返していくという形式での支援プログラムであった．しかし，結果として 10 名参加した学生のうち，最後まで e ポートフォリオへの記述を行った者は 1 名であり，その一名も記述回数は少なく，そして記述された内容は単なる活動記録に留まるものであった．

学生側から得られた回答をまとめると，e ポートフォリオの操作には支障なく，入力方法も簡単であり，またリフレクションの必要性も頭では理解したが，課題やアルバイト等で多忙な中でわざわざ記述するほどポートフォリオに価値を認めていないことが示唆された．

教員側からも，ポートフォリオでのやり取りだけでは不十分であり，直接話した方が深いリフレクションを促せるという回答が得られた．

このことから，自己省察スキルの低い留学生にはただ e ポートフォリオのような環境を用意するだけでは自らの学びのプロセスを省察し改善するアクションを起こさない可能性が高く，また教員は留学生のリフレクションを引き起こすために対話の中で何らかのアクションを取っているであろうことが明らかになった．

しかしながら，教員が学生との対話のための時間を十分確保することは難しい. そこで, 本研究では，リフレクションを引き起こすために教員が使っている対話パターンやアプローチ手法を収集・分類し，リフレクションの深化を促す対話モデルを構築する．そして，その中で，自動応答でやり取りできる部分があれば，その部分については機械による自動発言システムを用いて予め聞き出せるシステムを開発する計画である．これは医療現場に擬すれば，受付や看護師が症状等の事実確認を聞き取っておき，医師には診断に必要な対話に集中させている状態に似ている．リフレクション深化の段階の中で，教員が高

次のリフレクション支援に注力できるようにすることが研究の最終目的である．

2.　研究の方法

リフレクションを引き起こすために教員が使っている対話パターンやアプローチ手法を収集するために現在検討している方法を例示する．

2.1 リフレクションに関する文献研究

リフレクションを引き起こすための対話パターンや質問事項についての研究は既に多く提案されている．それらの研究者が主張する支援パターンを分類し体系立てて整理する．

2.2 自己主導学習支援の熟達者分析

留学生の自己主導学習を長年支援している熟達者にインタビュー調査を行う．支援の際に重視することや注意することについてのナラティブを分析する．また，実際の留学生との対話の中で，どのようなインターアクションが行われているかを調べ，パターンを抽出する．また，経験の浅い支援者が行っている活動と比較し差異を整理する．

2.3 留学生のリフレクションの現状分析

留学生がリフレクションの記述を要求された際にどのような記述をしているか，また記述の際にどのような思考をしているのかについて調査する．次に，記述したリフレクションについて自己主導学習支援の熟達者が対話を行った際に，リフレクションがどう変化するかを観察し効果を測る．

3.　今後の展望

本研究により構築した対話モデルを用いて，筆者らは，個々の留学生のリフレクション記述から段階に応じた質問を自動生成して問いかける対話型リフレクション入力支援ツールを開発する計画である[(2)]．本モジュールは留学生にとって身近なコミュニケーションツールである LINE から，学習者にリフレクションを促すような問いかけを送信する．それについて学習者が返答を送信すると，内容を解析したうえで最適な応答や新たな問いかけを生成し，また送信する．以上を実現するために，学習者の記述や行動パターンから学習者の特性やリフレクションの深度を判断し，蓄積した支援事例から類似度の近い支援を選別し提示するアルゴリズムを考案し実装する．

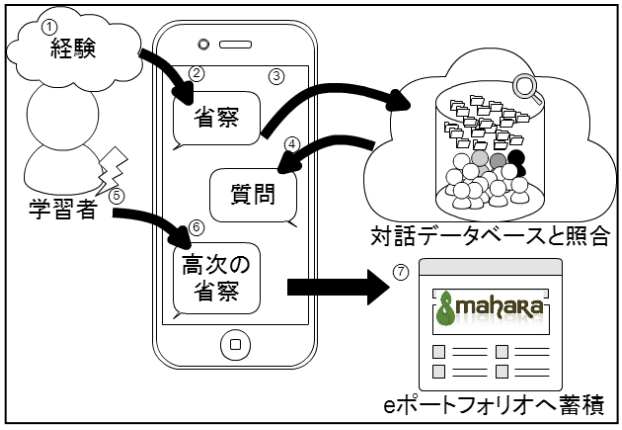


図 1 対話型モジュールの概要（甲斐ら 2016 より）

対話型モジュールの主な特徴は以下である．

- 留学生にとって身近なツールであり，気軽にリフレクションの機会を提供できる
- 学習者のリフレクション段階に合わせ適切な問いかけを投げかける
- 端的な問いかけにより考えるべきポイントを焦点化する
- 学習者から収集した記述を教員へ伝達する

留学生は予め支援ツールを使用し擬似対話によって省察を深め，リフレクションのステップを経た記述を記録することができる．それを e ポートフォリオに蓄積しておくことにより，教員は低次段階の記述内容に対する指導が省略でき，より高次の対話に注力できるようになると期待される．

謝辞

本研究は JSPS 科研費 16K21342 の助成を受けたものです．また桜美林大学言語教育研究所の研究運営助成を受けました．

参考文献

(1) 甲斐晶子, 福島智子, 藤田裕子, 三宅若菜, 白頭宏美, 鈴木克明: “日本語学習における自己調整学習支援体制の構築”,日本教育工学会研究報告集, 15(4), pp.23-30. (2015)

(2) 甲斐晶子, 根本淳子, 松葉龍一, 合田美子, 和田卓人, 鈴木克明: “LINE BOT API を用いた留学生のための対話型 e ポートフォリオ・モジュールの設計”,教育システム情報学会（JSiSE）2016 年度第 2 回研究会研究報告，pp.69-74（2016）

ルーブリックによる微分積分学の単元間の関連性

Relationship between Units in Calculus by Rubric

高木 悟[*1], 二上 武生[*2]
Satoru TAKAGI[*1], Takeo NIKAMI[*2]
[*1] 工学院大学 教育推進機構 基礎・教養科
[*1]Division of Liberal Arts, Center for Promotion of Higher Education, Kogakuin University
[*2] 工学院大学 教育推進機構 国際キャリア科
[*2]Division of Global and Carrier Education, Center for Promotion of Higher Education, Kogakuin University
Email: satoru@cc.kogakuin.ac.jp

あらまし：筆頭著者が担当する微分積分学の授業において，第二著者のアドバイスのもと，ルーブリックを作成し，実施した．本稿では，その背景や実施状況，結果について報告し，そこから得られた単元間の関連性について紹介する．
キーワード：ルーブリック，評価，単元間の関連，高等教育

1. はじめに

工学院大学では，ルーブリックを担当の授業に利用したいと希望する教員に対して，教育開発センターがルーブリックの作成から実施までをサポートする取り組みを行なっている．教育開発センター主幹でもある第二著者のアドバイスのもと，筆頭著者が担当する微分積分学の授業において試験的にルーブリックを実施した．本稿ではその背景や実施状況，結果について報告し，そこから得られた単元間の関連性について紹介する．

2. ルーブリック

近年，ルーブリックが活用されはじめた背景は，2012 年 3 月に公表された中央教育審議会答申「予測困難な時代において生涯学び続け，主体的に考える力を育成する大学へ」(1) で，アセスメントテストや学修行動調査，ルーブリックなどを活用することを薦めているとともに，学修評価，教育に関する教員評価についてはその評価手法の研究・開発と評価に関する専門的な知見の普及・共有の方途についても検討する必要性を指摘していることが挙げられる．

ルーブリックとは，山口(2) によると「いくつかの段階に分けて教育上の達成度の目安を記述して，学習者の達成度を判断する基準を示したもの」であり，ダネルら(3) によると「ある課題について，できるようになってもらいたい特定の事柄を配置するための道具」でもある．また，ルーブリックの特徴として，沖(4) によると「達成水準が明確になることにより，テスト法では困難な「思考・判断」や「関心・意欲・態度」，「技能・表現」の評価に向き」，さらにダネルら(3) によると「自己評価と自己改善を習慣化するよう，学生を奮いたたせることができる」ことが挙げられる．数学科目はテストによって学習到達度を測ることが他科目に比べると難しくはないが，後者の立場を主な目的として，筆頭著者が担当する微分積分学の授業でルーブリックを実施した．

3. 微分積分学の授業での利用例

筆頭著者が 2016 年度後期に担当した「微分積分Ⅰ」において，以下の流れでルーブリックを実施した．

3.1 「微分積分Ⅰ」受講者

工学院大学建築学部では，高等学校「数学 III」を学習していない入学者がある一定数いることから，入学時の数学習熟度調査の得点により大きく上下 2 つのレベルに分け，レベルにあわせた授業をしている．今回，筆頭著者が担当した 1 年生後期科目「微分積分Ⅰ」は，そのうちの下のレベルである．後述のとおり，初回授業時に微分積分計算の苦手意識調査をしたところ，得意 1%，得意なほう 7%，苦手でも得意でもない 36%，苦手なほう 26%，苦手 30%という結果が得られた（回答数 141）．

3.2 ルーブリックの作成

微分積分学の授業に沿ったルーブリックを作成するにあたり，縦軸となる評価観点，横軸となる評価尺度を定める．

まず，評価観点について，高等学校「数学 II」レベルの微分積分学の知識を前提とすると，本科目で扱う大学での 1 変数関数の微分積分学において重要な単元は，微分計算（合成関数の微分法を含む），逆三角関数，極値，ロピタルの定理による極限値計算，テイラー展開による近似値計算，積分計算（置換積分，部分積分，広義積分を含む）であると考えられる．そこからさらに 4 つに絞り，最終的に以下のように定めた．

＜評価観点＞
- 「微分」の計算
- 「極限値」の計算
- 「近似値」の計算
- 「積分」の計算

なお，ダネルら(3) によると，「課題をいくつかの評価観点にわけ，わかりやすく漏れないように配置する」とあるが，そのように選ぶことができた．

一方，評価尺度についても，ダネルら[3] の考えをもとに，努力を要するレベル，一定の成果は認めるがさらなる努力を要するレベル，十分に満足できるレベルの 3 つを想定した．ただ，受講生が自己評価をするにあたり，3 段階のどこに位置するか迷うことも考えられ，各段階の中間値を設けた 5 段階とすることにした．段階を細かくすることで，授業終了時の伸長も実感しやすくなる狙いもある．具体的には以下のように設定した．

＜評価尺度＞

・レベル 1：計算に必要な公式を知らない，または知っていても意味がわからない

・レベル 2：レベル 1 と 3 の間

・レベル 3：計算に必要な公式を理解し，公式を利用して基本的な問題が解ける

・レベル 4：レベル 3 と 5 の間

・レベル 5：応用問題に対し，どの公式を使えばよいかを自分で判断し，正しい答えを導くことができる

これらをマトリックスにしたルーブリックは「能力」に関する評価観点といえるが，微分積分計算の苦手意識について 5 段階で回答してもらう「意識」に関する評価も加え，微分積分学用のルーブリックが完成した（図 1）．

図 1 微分積分学のルーブリック

3.3 初回授業時での実施

初回授業時に前節のように作成したルーブリックを配布し，受講生に記入してもらった（回答数 141）．

3.4 最終回授業時での実施

最終回授業時にも，初回授業時とまったく同じルーブリックを配布し，記入してもらった．当日は専門科目の課題提出やインフルエンザ罹患等により普段よりも受講者が少なく，回答数は 104 であった．なお，初回と最終回の両方回答した受講生は 102 名であった．記入にあたり，初回に実施した個々の結果は見せず，提出後に初回のルーブリックを返却して各自伸長を実感してもらった．

4. 結果・考察

初回の結果から，受講生の平均値は「公式は知っているが，その公式を使って基礎的な問題は解ける」までは達していないレベルであることがわかった．実際，担当していてそのように感じた．

また，初回と最終回の結果を比較すると，どの項目についても上昇していることがわかる（図 2）．

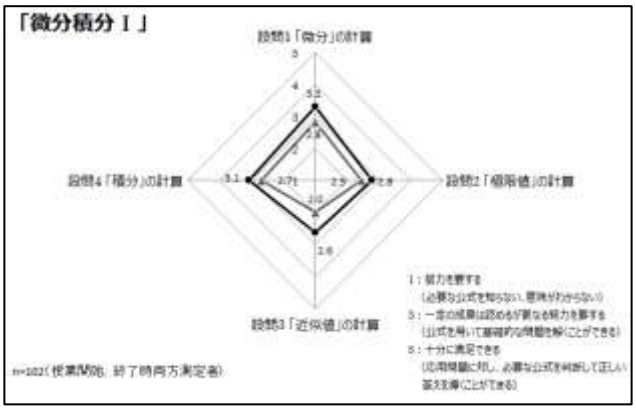


図 2 初回（灰色）と最終回（黒色）の結果

また，苦手意識については，得意 1% (±0)，得意なほう 11% (+4)，苦手でも得意でもない 36% (±0)，苦手なほう 34% (+8)，苦手 18% (-12) という結果であった（括弧内は初回との差）．苦手意識は若干改善されたように見えるが，授業中の受講生の様子をみると，実際に受講してみて思っていたより内容が難しく，苦手だと感じた者も多かったように感じる．

今回のデータから単元間の相関関係を調べたところ，評価観点の 4 項目について以下が読み取れる．

・出来はお互いにすべてが関係する

・伸長はお互いにすべてが関係する，特に微分計算と積分計算の関係が強い

このことから，「どこかの単元でつまずくと，他単元の理解にも影響を与える」と考えることができる．

5. 今後の展望

今回はルーブリックの結果による解析のみであったが，今後は期末試験の設問別得点状況と合わせ，より深い考察をしたい．

参考文献

(1) 文部科学省中央教育審議会大学分科会大学教育部会:“予測困難な時代において生涯学び続け，主体的に考える力を育成する大学へ（審議まとめ）”（2012）

(2) 山口陽弘:“教育評価におけるルーブリック作成のためのひくつかのヒントの提案―パフォーマンス評価とポートフォーリオ評価に着目して―”，群馬大学教育学部紀要人文・社会科学編 Vol.62, pp.157-168（2013）

(3) ダネル・スティーブンス，アントニア・レビ，佐藤浩章，井上敏憲，俣野秀典:“大学教員のためのルーブリック評価入門”，玉川大学出版部（2014）

(4) 沖裕貴:“大学におけるルーブリック評価導入の実際―公平で客観的かつ厳格な成績評価を目指して―”，立命館高等教育研究 No.14, pp.71-90（2014）

(5) 中嶋一恵，浦川末子，白石景一，下釜綾子，永野司，中村浩美，中島健一郎，滝川由香里，本村弥寿子:“ルーブリックを使用した学外実習評価基準の作成について”，長崎女子短期大学紀要 Vol.38, pp.102-107（2014）

項目反応理論に基づいた学習評価支援システムにおける能力可視化機能の検証

Verification of the Ability Visualization Function in an Assessment Support System Based on Item Response Theory

蛯名 哲也[*1], 宮澤 芳光[*1], 森本 康彦[*1]
Tetsuya EBINA[*1], Yoshimitsu MIYAZAWA[*1], Yasuhiko MORIMOTO[*1]
[*1] 東京学芸大学
[*1]Tokyo Gakugei University

あらまし：本研究では，あらゆる学びの記録である学習記録データ(e ポートフォリオ)を用いた，継続的な学習評価の実現を目的として，学習評価支援システムを開発してきた．具体的には，タブレット端末等の ICT を活用して学習記録データを蓄積し，この学習記録データを用いて，項目反応理論に基づき学習者の資質・能力を測定・可視化する．本論文では，能力値推定プログラムについて，シミュレーションの結果及び考察について述べる．
キーワード：項目反応理論，学習評価，学習記録データ，e ポートフォリオ

1. はじめに

近年，学習者の継続的な学習プロセスを通して，21 世紀型スキル，学士力，社会人基礎力に代表される「テストだけでは測ることのできない資質･能力」についての学習評価が強く求められるようになった．この学習評価においては，学習の結果だけではなく，学習過程が重視される．学習過程を評価するためには，学習者が生成するあらゆる学びの記録である学習記録データ(e ポートフォリオ)を用いて，学習者のパフォーマンスを評価する必要がある．しかし，現状では，学習記録データを収集・蓄積し，学習評価に利活用する具体的な方法は確立されていない．また，学習者のパフォーマンス中に発揮された資質・能力を評価するためには，学習過程全体を通したパフォーマンスの評価が求められる．そのため，学習者によって生成される異なる学習での学習記録データから，継続的に資質・能力を測定することが求められる．

そこで，本研究では，学習記録データを用いた，継続的な学習評価の実現を目的とする．具体的には，ICT を活用して学習記録データを蓄積し，その学習記録データを用いて，項目反応理論に基づき学習者の資質・能力を同一の尺度で測定し，学習状況を可視化する．筆者らはこれまで，学習記録データを用いた，学習評価支援システムの開発を行ってきた[(1)]．本論文では，開発したシステムにおいて，能力可視化機能の検証をするために，シミュレーションを行った．以下，このシミュレーションの結果及び考察について述べる．

2. 項目反応理論に基づいた資質・能力の測定

本研究では，学習記録データから読み取れる学習者のパフォーマンスを，テスト，チェックリスト，ルーブリックに基づいて学習評価を行う．特に，本研究では，ルーブリックを用いた学習評価に焦点を当てる．ここでは，ルーブリックの評価基準に応じた点数を反応データとする．学習者の資質・能力を測定するため，テスト理論である項目反応理論を用いる．項目反応理論では，異なる項目から構成されたテストの結果を比較できる[(2)]．本研究では，学習者によって生成される異なる学習での学習記録データから，学習者の能力値を推定することが可能になるため，学習者の資質・能力を継続的に能力値として見ることが可能になる．

本研究では，多値の反応データを扱うことを想定しているため，項目反応理論における段階反応モデルを適用する[(3)]．段階反応モデルは，学習者jが項目iに対してカテゴリ$k(k=1,\dots,K)$と反応する確率P_{ijk}を次式で与える．

$$P_{ijk} = P^*_{ijk-1} - P^*_{ijk} \tag{1}$$

$$\begin{cases} P^*_{ijk} = \dfrac{1}{1+\exp(-a_i(\theta_j - b_{ik}))} & k = 1,\cdots,K-1 \\ P^*_{ij0} = 1 \\ P^*_{ijK} = 0 \end{cases}$$

ここで，a_iは項目iの識別力パラメータ，b_{ik}は項目iのカテゴリkの難易度パラメータ，θ_jは学習者jの能力パラメータを表す．ただし，$b_{i1} < b_{i2} < b_{i3} \cdots < b_{ik} < \cdots < b_{iK-1}$と制約される．

開発したシステムの能力値推定プログラムは，オープンソースである R のパッケージ ltm[(4)]を適用する．

3. 実データを用いた能力値推定のシミュレーション

3.1 概要

本章では，開発したシステムの能力値推定プログラムの動作検証のために実データを用いたシミュレ

ーションについて述べる．シミュレーションに用いるデータは，小学校で実践したルーブリックを用いた学習評価の結果である．ルーブリックは評価規準が 21 項目あり，評価基準がそれぞれ 3 段階ある．また，シミュレーションのプログラムは Java を用いて作成した．　ここでは，評価規準のそれぞれを項目，評価基準の段階をカテゴリとして段階反応モデルを用いる。

3.2 手順

シミュレーションの流れは以下のとおりである．

(1) 小学校で実践しているルーブリックを用いた学習評価のデータの結果から IRTPRO[5]を用いてベイズ推定で項目の識別力パラメータと困難度パラメータを推定する．推定の結果，識別力パラメータの値は 0.92~3.04 であり，困難度パラメータはカテゴリ 1~3 でそれぞれ k=1 が-3.03~-0.47，k=2 が-1.81~0.80，k=3 が 0.01~1.53 であった．
(2)真の能力値θが-2.0，-1.0，0.0，1.0，2.0 となる受検者を各 100 人分用意する．
(3)学習者の能力推定値の初期値を 0.0 とする．
(4)学習者の各項目への反応データを，真の能力値を所与した 2 章の⑴式から求める．
(5)反応データから学習者の能力値を推定する．
(6)上記の(4)と(5)を 21 項目，繰り返す．

以上の手順でシミュレーションを行うことで，真の能力値θを持った学習者 100 名が，項目 1~21 で，どの評価基準に解答したか，また，解答したときの能力推定値を出力する．

3.3 結果及び考察

ここでは，シミュレーションの結果及び考察について述べる．結果は，真の能力値ごとに分け，100 名の学習者について課題ごとに能力推定値の平均を算出した．図 1 にシミュレーションの結果をグラフに表したものを示す．

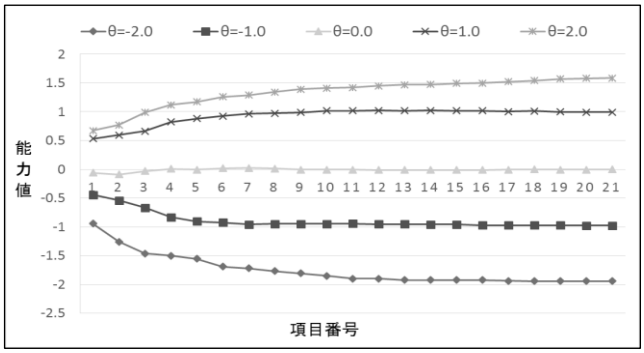


図 1 推定した能力値の結果

真の能力値が-2.0，-1.0 と 1.0，0.0 の学習者についてはそれぞれおよそ項目が 13，8，9 で真の能力値に収束している．

一方，真の能力値が 2.0 の学習者については，能力推定値が 1.583213 で収束し，真の能力値と乖離している．これは，k=3 の困難度パラメータが 1.53 までであり，能力値推定に適切な項目が出題されなかったことが原因と考えられる．ここから，困難度パラメータが高い評価基準をより多く作成することで，推定される能力値はより真の能力値に近づくことが予想される．図 2 に真の能力値θが-2.0 である学習者を 1 人抜粋して，学習者の能力推定値を，開発したシステムの能力可視化機能で表示する画面を示す．

図 2 能力値表示の画面

これらのシミュレーションの結果及び考察から，開発したシステムの能力値推定プログラムは正常に動作していることが確認できた．

4. おわりに

本論文では，開発したシステムの能力値推定プログラムの動作検証をするために，シミュレーションを行った．シミュレーションの結果より，開発したシステムの能力値推定プログラム及び，能力可視化機能の有効性が確認できた．

今後は，開発したシステムを実際に授業等の実践の場で継続的に利用し，本システムの信頼性と妥当性，また，利用することでの教育効果について評価・検証していく予定である．

謝辞

本研究は，東京学芸大学「日本における次世代対応型教育モデルの研究開発」〔文部科学省特別経費(プロジェクト分)〕の研究成果の一部である．

参考文献

(1) 蛯名哲也，宮澤芳光，榎本命，森本康彦:“アクティブ･ラーニングにおける学習評価のための項目反応理論に基づく CBT の開発”，日本教育工学会研究報告集, 17(1) , pp.483-488 （2017）
(2) 豊田秀樹: ”項目反応理論［入門編］【第２版】”，朝倉書店（2012）
(3) Samejima.F: “Estimation of latent ability using a response pattern of granded scores” ,Psychometrika Monography,no.17,pp.1-100 (1969)
(4) Rizopoulos, D. ltm: “An R package for latent variable modelling and item response theory analyses”, Journal of Statistical Software 17(5), 1-25 (2006)
(5) 「SSI-Scientific Software」: http://www.ssicentral.com/irt/index.html （2017 年 5 月 24 日）

モチベーション維持のためのチーム機能を持つ習慣化支援スマートフォンアプリの実装

Smartphone Application to Support Habit Development with Team Function for Maintaining Motivation

中城将太郎[*1], 三好 康夫[*2]
Shotaro NAKAJO[*1], Yasuo MIYOSHI[*2]

[*1] 高知大学大学院総合人間自然科学研究科理学専攻
[*1] Graduate School of Humanities and Social Sciences, Kochi University

[*2] 高知大学理工学部
[*2] Faculty of Science and Technology, Kochi University

あらまし：我々はこれまでペアでエールを送り合うことで励まし合いながら習慣化を目指す習慣化支援システムを開発してきた。しかしグループで利用するとなると、エールを1人1人に送る必要があることがユーザの負担となってしまう。本研究ではグループでのエール交換がスムーズに行えるよう、チーム機能を新たに実装し、さらにユーザが手軽に利用できるようにするため、スマートフォンアプリとして実装した。
キーワード：習慣化支援、SNS、スマートフォンアプリ

1. はじめに

我々はユーザ同士でエールを送り合いながらモチベーションの維持を図るWebアプリ「ケーゾクサセテナー」の開発を進めてきた[1]。このWebアプリは習慣化したい行動の予定をスケジュールに登録すると、実施予定時刻に通知が届くリマインダーをベースとしたアプリである。このアプリの特徴として、他のユーザとペアを作ることで、互いにエールを送ることが可能になり、登録したエールは通知時にパートナーから届いていることが知らされるので、通知を無視しにくくなることを狙った機能を持つ。

このWebアプリ版「ケーゾクサセテナー」は、これまでの評価実験で課題が見つかっている。それはこのシステムはペアでエールを送り合うことでモチベーションの維持を図っているが、一方がやめてしまうともう一方もつられて辞めてしまうという問題点である。そのためグループでエールを送り合えば、1人が辞めても他のメンバがやる気があれば全体のモチベーションが維持されると考えた。しかしWebアプリ版の「ケーゾクサセテナー」はペアでエールを送り合うことを前提として実装されているため再設計が必要となる。特にエールをグループメンバ1人1人に送らなければならない設計であるため、グループメンバ数が増えるにしたがってユーザの負担が増えてしまい、モチベーションを低下させることになりかねない。そこで「ケーゾクサセテナー」にグループでのエール送信が負担なくできるよう新たにチーム機能を設計し、さらに今まではWebアプリとして実装されていたが、ユーザが手軽に利用できるようスマートフォンアプリとして実装し直した。

2. 新たに実装された機能

2.1. チーム機能

これまでの課題を解決するため、新たに実装したチーム機能では、1人がチームを作った後にQRコードによって他のユーザを招待することができるようにし、エールを送るためのインタフェースも仝[2]が設計したものに基づき一斉送信ができるように実装し直した。エールには、スケジュールの実施時間が近いメンバを「はげます」エールと、実施時間を終えたメンバを「ねぎらう」エールの2種類がある。図1は実施予定時間の近いメンバを「はげます」エールを送る画面である。同じチームのメンバのスケジュールがリストで表示され、エールを送りたいスケジュールにチェックを入れることでまとめてメッセージを送ることができる。これにより、同じチームに参加しているメンバ1人1人にエールを送る必要がなくなった。このようにチーム機能を追加することで、グループでシステムを利用する際の課題を解決できるようシステムを作り直すことができた。

図1. エール送信画面のスクリーンショット

2.2.スマートフォンアプリ化

チーム機能の実装に伴い、クライアントシステムをスマートフォンアプリ化した。スマートフォンアプリ化することによる大きなメリットとしてプッシュ通知が行えることにある。メールによる通知では見逃してしまう場合があるが、プッシュ通知であれば見逃しにくく、通知をタップすることですぐにアプリを起動することができる。吉野ら[3]はスマートフォンの通知機能が用例対訳登録を利用する動機付けになることを示しており、本システムにおいてもこの通知機能が利用率の上昇につながることが期待できる。

このスマートフォンアプリ版「ケーゾクサセテナー」は以下の6つの通知が実装されている。

(1) スケジュールが未登録の時に登録を促す通知
(2) スケジュールに登録した行動予定の実施時刻が来たことを知らせる通知
(3) 行動予定の実施結果の登録を促す通知
(4) 行動予定の実施前のメンバに「はげまし」のエールを送るよう促す通知
(5) チームメンバの実施結果を知らせて「ねぎらい」のエールを送るよう促す通知
(6) 「ねぎらい」のエールをもらった時の通知

このうち(1)と(4)の通知は、通知が届く時刻をユーザが指定することができる。また、(5)の通知についても、チームメンバが夜中にスケジュールを実施しても朝に通知がされるよう、通知を控えてほしい時間帯を設定できる。

3.　評価実験計画

スマートフォンアプリ版「ケーゾクサセテナー」を、50〜100名程度の被験者に長期的に利用してもらうことで評価することを計画している。現在、ある運動部の部員に協力を依頼しており、75名程度の被験者（うち約8割がiPhoneユーザ）が確保できる目処が立っている。

実験を行うためには、被験者全員にアプリをインストールする必要がある。製品版として配布するには、iOSならばAppStoreを通してリリースする必要があり、その審査に時間がかかるため、今回の実験では開発版を配布する。しかしiOSで開発版を配布するには全ての被験者のiPhoneのデバイス識別子を、配布する開発版アプリにあらかじめ埋め込んでおく必要がある。デバイス識別子を得るには、通常、デバイスとパソコンを繋げる必要がある。そこでDeployGateを利用する。

DeployGate（https://deploygate.com/）は開発版のスマートフォンアプリをスムーズに配布できるようにするサービスである。被験者がDeployGateのアプリをインストールすると開発者側に被験者のデバイス識別子が通知されるため開発者は被験者のデバイスをパソコンと繋げなくても、識別子を知ることができる。またDeployGateは、Androidでの開発版アプリの配布にも対応しており、開発版アプリのアップデート時に自動で被験者にメールが通知される機能ももつ。以上のことからこのサービスが開発版のアプリの配布に最も適していると考え、利用することを予定している。

4.　おわりに

本稿では、本研究にて改善された習慣化支援システムとその評価実験の計画について述べた。

謝辞

本研究の一部は、JSPS 科研費 JP17K01130の助成を受けた。

参考文献

(1) 相賀信夫: “習慣化支援コミュニティサイトにおける相互に応援し合うためのグループ機能の提案”, 平成25年度高知大学理学部応用理学科情報科学コース卒業論文 (2013)
(2) 仝凱文, 三好康夫: “習慣化支援アプリにおけるエール機能の再設計”, Technical Reports on Information and Computer Science from Kochi, Vol. 7, No. 1, pp.1-2 (2015)
(3) 吉野孝, 西田祥子, 福島拓: “携帯端末の通知機能を活用した用例対訳登録における利用者への貢献情報の提示による動機付けの検証”, IPSJ Journal 56(1), pp. 118-125 (2015)

大学公開講座における科目間の学びを支援するデジタルバッジの導入と評価

Introduction and Evaluation of a Digital Badge to Support Learning between Courses in University Open Lectures

天野 慧[*1, *2, *3]，都竹 茂樹[*1, *2, *3]，鈴木 克明[*2, *3]，平岡斉士[*2, *3]
Kei AMANO[*1], Shigeki TSUZUKU[*2], Katsuaki SUZUKI, Naoshi HIRAOKA
[*1] 熊本大学政策創造研究教育センター
[*1]Center for Policy Studies, Kumamoto University
[*2] 熊本大学大学院教授システム学専攻
[*2]Graduate School of Instructional System, Kumamoto University
[*3] 熊本大学教授システム学研究センター
[*3]Reserch Center for Instructional Systems, Kumamoto University
Email: keiamano@kumamoto-u.ac.jp

あらまし：本研究では，大学公開講座において基礎科目修了後に，次の応用科目への事前準備を支援する道具としてデジタルバッジを導入し，その効果を検証することとした．応用科目の事後アンケートで，基礎科目で獲得したデジタルバッジの有用性について評価を求めたところ，応用講座の事前準備に役立ったという肯定的な評価が得られた．さらに，回答の理由について自由記述を求めた結果では，デジタルバッジに紐付けられた成果物が学びの振り返りに役立ったことや講師からのフィードバックが応用科目の事前課題へ取り組むのに役立ったとのコメントがあり，デジタルバッジの有用性が示唆された．
キーワード：デジタルバッジ，大学公開講座，リフレクション，動機づけ

1. はじめに

社会人を対象として教育実践においては，学習に費やした時間や履修したという事実ではなく,学習目標の習得度で学習者の成長を評価し,学習成果の活用を支援することが重要である．しかしながら,現状では,要求される学習時間は規定されながらも,その時間内で何をやったのか,そしてその結果として何ができるようになったのか,何を習得したのかについては問われておらず[(1)]，学習成果を教育プログラム修了後に受講者が活用しやすい環境が構築できていない実態がある．

筆者らは，こうした課題を解決するために，教育プログラム修了の証として,学習成果物や合格基準,成果物に対する講師からのフィードバックや他の受講者からのコメントといった情報が付与されたデジタルバッジを開発した[(2)]．このデジタルバッジは，受講者自身が既に修了したプログラムの成果を振り返り，プログラム修了後に新たな学びや職務の指針としてもらうことを狙っていた．一方で，このような情報と紐付けられたデジタルバッジが，受講者のプログラム修了後の学びに対し，どのような有用性があるのかを検証することが課題として残っていた．

プログラム修了後の学びの一つに，後続する応用科目を受講することが考えられる．そこで，本研究では，熊本大学公開講座インストラクショナルデザイン（以下，ID）を対象として，基礎科目修了後に，次の応用科目への事前準備にどうのように役立てられたのか，その効果を検証することとした．

2. 方法

2.1 熊本大学 ID 公開講座カリキュラム

熊本大学 ID 公開講座[(3)]は，教育に従事する多様な社会人が．基礎的な ID スキルを習得し，自身の教育事例に役立てることを目的としている．カリキュラムは入門編と応用編の 2 つの科目から構成される．入門編では，ID の基礎的な用語を習得し，講師が提示する事例の改善策に対する改善策を検討する．応用編では，入門編で習得した知識をベースとして，受講者が従事する教育事例の改善アイデアを提示することを目標としている．いずれの科目も，事前事後の e ラーニングと受講者同士のワークや講師との質疑を中心とした対面ワークショップから構成されている．また，全ての課題の合格基準を満たした受講者には，それぞれの科目でデジタルバッジが発行された．

2.2 収集したデータ

対象としたのは，2016 年度に実施した ID 公開講座であった．入門編で受講者が獲得したデジタルバッジが応用科目の事前準備に役立ったのかを検証するために，応用編の対面ワークショップの事後アンケートで，デジタルバッジの有用度について 4 段階で回答を求めた．さらに，回答には自由記述で回答の理由を記述することを求めた．

アンケートの有効回答者は，昨年度以前に公開講座の入門編を修了し，応用編に参加した者や未回答者等の 15 名を除く，76 名であった．

3.　結果

3.1 デジタルバッジの有用度の評価結果

応用編の事後アンケートで，入門編で取得したデジタルバッジが、応用科目の学習に役立ったか回答を求めた結果を表 1 に示す.

表１　入門科目で取得したデジタルバッジの有用度評価（N=76）

応用科目の学習にどの程度役立ったか	回答者数 ※カッコ内占有率
とてもそう思う	18（24）
そう思う	47（62）
思わない	9（12）
全く思わない	2（2）

3.2 回答の理由（肯定派）

肯定的な回答（とてもそう思う，そう思う）をした受講者の記述を分類した．表２に代表的なコメントを記す.

表２　肯定派の代表的なコメント

※分類のカッコ内は，コメント件数

分類	代表的なコメント
振り返り(21)	入門編を再度振り返り、応用編の事前課題をやるうえでの参考にできた / 入門編から時間が経過していたため，バッジからのリンクは記憶を戻すのに役立った
講師からのフィードバック（17）	フィードバックがあり、自分自身の学びに気づいてモチベーションが維持できた / 別のモデルが必要だったとわかった．だから応用編で伝える内容がよりクリアになった
意欲の喚起(5)	役立つというより自信になった．応用編もできるようなワクワクした気持ちになった /自分がどの程度理解しているか分かることと、モチベーションにつながるので
他の受講者からの学び(3)	他の方の意見や取り組みを見ながら学べるところが多かったから / 他の方の意見を取り入れることができた

3.3 回答の理由（否定派）

否定的な回答（思わない，全く思わない）をした受講者の記述を分類した．表３に代表的なコメントを記す.

表３　否定派の代表的なコメント

※分類のカッコ内は，コメント件数

分類	代表的なコメント
デジタルバッジに対する理解不足 (5)	デジタルバッジの内容を理解していなかった / あまり使い方を理解していなかった
必要性のなさ (5)	入門編での成果物を見なくても，応用編の課題に取り組めた / それが目的ではないので、なくても構わない

4.　考察とまとめ

本研究では，2 つの科目から構成される ID 公開講座カリキュラムにデジタルバッジを導入し，入門編修了後に，後続の応用の事前準備へどうのように役立てられたのか効果した．応用編の事後アンケートを分析した結果，デジタルバッジの有用度について80%以上の受講者が「とてもそう思う」「そう思う」と回答した．そのため，科目間の学びを支援する道具としてデジタルバッジは受講者に概ね肯定的に受け止められたと考えられる.

さらに，回答の理由について肯定派の意見を分類したところ，「入門編から時間が経過していたため，バッジからのリンクは記憶を戻すのに役立った」のように，学習成果が付与されたデジタルバッジによって入門編での学びの振り返りに役立てられたことや，「フィードバックがあり、自分自身の学びに気づいてモチベーションが維持できた」のように，バッジに付与された講師からのフィードバックが受講者のプログラム修了後の学びの指針となったことが確認できた．また，学習意欲の喚起に言及したコメントでは，「役立つというより自信になった．応用編もできるようなワクワクした気持ちになった」のように，成果物とリンクされたデジタルバッジが，単なる外発的な動機づけを刺激する道具ではなく，受講者の自信ややりがいを換気するということも示唆された．以上のことから，学習成果物や合格基準，成果物に対する講師からのフィードバック付与されたデジタルバッジが，プログラムでの学びの振り返りを促し，プログラム修了後の学びの指針となる可能性が示唆された.

一方で，デジタルバッジの教育実践への導入についての課題点も明らかとなった．デジタルバッジの活用方法に対する理解不足については，活用方法の説明と受講者がデジタルバッジを実際に活用するタイミングに時間差があったため，活用方法の理解度にバラつきが出たのではないかと思われる．デジタルバッジ取得時に，活用方法を説明する等の方策を検討したい．また，デジタルバッジの必要性を感じてもらえなかったという課題については，そのメリットを受講者へ伝えるために，これまでの受講者のデジタルバッジに対するコメントを紹介し，どのように役立つかを例示する等の改善策を検討したい.

参考文献

(1) 鈴木克明「職業人教育と教育工学（第 1 章）」中山実・鈴木克明（編著）『職業人教育と教育工学』ミネルヴァ書房，1-19.（2016）

(2) Amano, K., Suzuki, K., Tsuzuku, S., & Hiraoka, N.: “Designing a Digital Badge as a Reflection Tool for an Instructional Design Workshop”. Proceedings of International Conference on Media in Education 2016, pp.536-541.(2016).

(3) 熊本大学政策創造研究教育センター「熊本大学インストラクショナルデザイン公開講座」[http://www.cps.kumamoto-u.ac.jp/syogaigakushu/koukai/id/]（2017 年 5 月 18 日閲覧）

地元 ICT 業界と連携した人材育成実践の評価

Outcome Evaluation of Practical Education Technique for Fostering Skilled Human Resources with Local ICT Companies

池本 有里，山本 耕司
Yuri IKEMOTO, Kohji YAMAMOTO
四国大学
Shikoku University
Email: kyamamoto1121@gmail.com

あらまし：ICT を専門に学ぶ学生が、地元 ICT 企業に特化した就業体験を行った。地元地域には小規模な企業がほとんどで、学生の受入れ体制が十分ではない。そのような中、企業の実情に考慮した連携を行い、インターンシップを効果的に行った。その成果について振り返り、見えてきた課題を整理して、２年目を迎えた本年の取組みについて報告する。
キーワード：ICT 企業，インターンシップ，ビジネス実践，ICT 人材育成

1. はじめに

高度 ICT 人材の育成には、社会で役立つ実践教育が不可欠である。専門分野における高度な知識・技術に触れながら実務能力を高めることで、課題解決・探求能力、実行力を高め、自主的に考えて行動できる力がつくと期待される[1)] ためである。

一方、地域では、このような高度 ICT 人材に続くものとして、「柔軟な ICT 人材」が、さらに重要視されている。身近な課題に対して ICT を有効活用し、合理的な解決を図っていくことのできる柔軟な ICT 人材は、企業の現場を目の当たりにすることで、独創性と未知の分野に挑戦する意欲が生まれ、地域発展の要となる役割を担う人材に育つことが期待される。

筆者らは、個々に連携を強化してきた地元 ICT 企業の協力を得て、情報系の学科に特化したインターンシップを行う「ビジネス実践」を平成 28 年度より開始した。本取組みは、専門に特化したインターンシップの意義を共通に理解し、地方の ICT 企業が持つ課題に対しても、柔軟な解決策を模索しながら、地域で活躍する ICT 人材を発掘し育てる歩みを始めようとするものである。

前回、筆者らは、企業が必要としている技術の幅広さを大学側が十分に把握できてなく、教育課程によるカバーが一部に限られていることを課題のひとつとして挙げた[2)]。その後、実際にビジネス実践を実施して、学生の反応や企業の評価を見たところ、企業が求める技術の奥深さについても、大学側の理解不足であり、十分な意見交換と合意形成が欠けていたことが分かった。

本稿は、地方の ICT 企業において実践的なインターンシップの実施報告と、そこで得た知見から浮かび出た課題とその改善策などを述べる。

2. 本取組みの経緯

近年キャリア教育の重要性が認識され、企業等で一定期間就業体験するインターンシップは、年齢や専門を問わず広く実施されるようになった。筆者らの大学でも、全学共通教育科目に「キャリア開発」という科目を設置している。そこでは地元企業からのゲストスピーカーの登壇によって意識付けを行った上で、夏休みを利用した企業研修の取組みを何年も継続している。企業は、予め日程や場所、人数などの条件を提示し、学生はそれらの条件を考慮して企業を選択する。就職支援部はこの希望をもとに人数を調整してインターンシップ先を決定する。受入れ企業の業種は多岐にわたっているが、ICT 系は極めて少なく、①自身の専門と異なる業種・職種の企業で研修を行う、②中には雑用や単純作業のみを行わせる企業もあるなど、学生は働くことの意味を見失う結果となることもあった。また、③ICT 企業で運良く研修できたとしても、他学部の学生と一緒では専門性が問われることがない、といった課題が山積している。そこで、筆者らは、これまでに地元業界との関係を発展させ、昨年度から専門の教育過程に直結するインターンシップを実現するに至っている。

3. 本取組みの実践

地方の ICT 企業はこれまで正式にインターンシップを引受けられなかった個々の課題がある。それは、例えば、①従業員数が少ないため、研修生に付いて指導する人員を割り当てられない、②大手の下請け業務を行っている企業では、納期に追われ、受け入れる時間的余裕がない、③顧客の個人情報等を扱う業務が多く、守秘義務を徹底する上で不安がある、④満足のいく研修内容を大学生に提供できるか不安である、などである。それらの課題解決が為されないと、地元企業での実質的なインターンシップの実現は難しい。

一方、これら地元企業では、新卒者の採用に大きいリスクを抱えており、良い人材を確保することが

難しい現状にある。インターンシップでは学生との接点ができ、学生をじっくりと見極められるため、マッチする人材を確保できるメリットがある。また、地元企業をあまり知らない学生は、地元を離れて都会へと職を求めて流出してしまう。地元の ICT 企業の多くは、そのような流出が招く人材不足に対してより強く危機感を感じてきた。それゆえに、「地域で一緒に学生を育てていく」という意識で協力を得られることとなった。

ビジネス実践を履修希望した 25 名のうち 24 名の学生がインターンシップに参加した。内訳は、情報システム系企業に 12 名、映像メディア系企業に 12 名である。研修内容と日程を予め各企業から提示してもらい、その内容をもとに学生は希望順位をつけ、それをベースに教員が調整した。調整方法は、企業の求める人材像と、学生のスキルを当てはめていった。はじめて学生を受け入れる企業がほとんどであり、学生のプログラミング能力を過大評価している印象があり、学生の方も自らのスキルを過信しているところも感じられたため、そのギャップが最も小さい組み合わせを考えた。うまくいけばそのまま就職につながってほしいという意図もあり、中には学生と面談をして調整したところもある。

4.　本取組みの成果

筆者らは、ビジネス実践で行うインターンシップに対し、専門性の高い実践教育を求めている。その目的は、①職業観の確立と深化、②体験を通して専門的知識・技能を身につける、③社会・職業への移行を見据え、より現実的なイメージを持つといったことにある。

したがって、学生たちには、①働くことのイメージを持てること、②ICT 企業の職業理解が進むこと、③自分を発見し、自身の成長につながること、④就活の練習となり、就職内定への近道となること、の 4 つをメリットとして挙げ、企業には、①中小零細企業の学生とのマッチング機会となること、②新卒採用の下見ができること、③職場に活気が生まれること、④企業 PR ができることの 4 つをメリットとしてアピールしてきた。

実際に研修を受けた学生たちのアンケート結果は、図 1 の通りである。

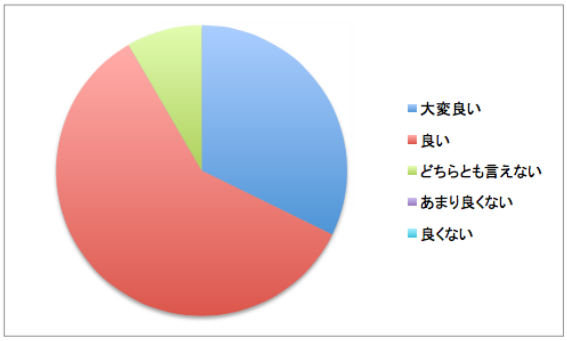


図 1　ビジネス実践に対する学生の評価

参加学生の 93%が、「大変良い」、「良い」という評価を行い、「あまりよくない」、「良くない」という評価はゼロであった。この結果は、本取組みに価値を見出し、学生に何らかの意識改革を促すことができたと考えられる。「どちらとも言えない」と答えた理由は、「自分の行きたかった企業と違っていた」というものや、「難しくてついていくのに苦労した」などである。これらは想定していた範疇のもので、その数は予想よりずいぶんと少なかった。

その後、インターンシップの報告会を実施して、企業担当者が視聴する前で、参加学生全員が報告を行った。そして、一人一人に対して企業担当者がコメントを行い、最後に交流会を実施した。中には厳しいコメントもあったが、この時点では既に学生と企業担当者の間に信頼関係が築かれており、意義深く感じられた。この報告会に対し、学生と企業の参加者全員によるアンケート結果は図 2 の通りである。

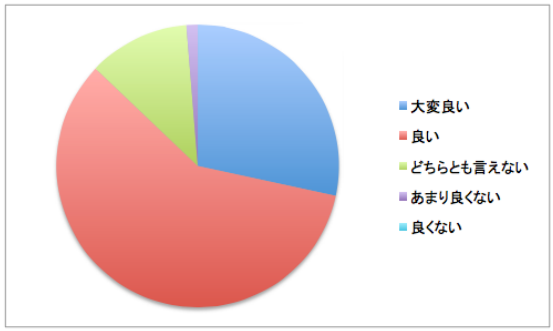


図 2　インターンシップ報告会に対する評価

第 1 回目のビジネス実践は、試行錯誤ではあったが、その割には高評価だった。これは、企業・学生共に求めていた専門に特化した効率的効果的インターンシップがやっと実現できたことが一因とも言える。したがって、今年度の第 2 回目を迎えて、実質的な評価と課題が浮かび上がってくるのかも知れない。

本取組みは、始めたばかりということもあり、多くの改善点がある。これらを一つずつ解決しながら、より高度な ICT 業務を行う実践教育の理想に近づけていきたいと考える。そして、この企業研修が学生にとってより実効性のある形で実現し、就職に結びつくことも期待している。

参考文献

(1) 坂本憲昭他、「大規模な産学連携による高度 ICT 人材教育におけるインターンシップの役割とその効果」、情報処理学会論文誌、Vol.49, No.10, pp3388-98 (Oct.2008).
(2) 山本耕司他、「地元業界と連携した ICT 人材育成のための教育方法の開発と実践」、教育システム情報学会 H28 全国大会予稿集、D3-1 (Aug.2016).

家庭科における ICT 教材の運用課題

Problem in Practical Use of ICT Materials for Home Economics

田中　早苗
Sanae　TANAKA
東京家政大学家政学部
Tokyo Kasei University
Email: stanaka@tokyo-kasei.ac.jp

あらまし：家庭科の布でつくるものづくりは生徒の達成感が著しく，それを導くために動画教材を活用することが有効とされているが，中高家庭科の現場ではあまり普及しているとは言い難い．著者は教員対象に動画教材制作の講習会を開催して教材を支援し，アンケート調査から動画教材の現状と課題を探った．
キーワード：動画教材，LMS，ICT，家庭科，衣服製作

1. はじめに

近年，情報通信技術の発展により e-learning にマルチメディアコンテンツが容易に用いられるようになった．また，ストリーミングサーバーの普及により動画配信が容易となり，様々な分野で利用されている．著者は，これまで服飾系大学の衣服製作実習で学生に閲覧させる動画教材を制作し，LMS で配信してその効果を検証してきた．また，2015 年から中学・高校の家庭科教員を対象に，ICT 教材制作の一環として動画の撮影と編集の講習会を開催，動画教材の普及と啓蒙を図ってきた．しかし，受講者のアンケート調査から，教材の ICT 化が進まない理由は，勤務校の PC 環境の整備が進まないこと，教材制作をする時間や学ぶ機会に恵まれないことが明らかとなった．これらが整備される時を待つ間に，個々の教師が成すべき準備の支援を本報告の目的とする．

2. 背景

被服教育で視聴覚教材を取り入れた初期の事例は 1984 年，中谷らのスライド映写機を使用した例がある [1]．その目的は，学生にとって縫製技能の速成習得，総制作所要時間の短縮化，主体的学習を進めることであった．また，教師にとっての目的は，模範指導による時間の浪費を減らし，個別指導に要する労力を減らすこと，そして正確な技術を伝達することであり，その目的は今も昔も変わらない．1980 年代，動画の録画形式の主流は VHS であったが，VHS は見たい場面を即座に選ぶことが難しく，再生したいトピックを早送りや巻き戻しで探さなくてはならなかった．90 年代後半になると，動画をデジタル形式で録画できる MPEG カメラが市販された．著者は，MPEG カメラで衣服の縫い方の映像を撮影し HTML でハイパーテキストの作成を試した．しかし，当時は 1GB のファイル群をインターネットで配信できる環境ではなかった [2]．後の 2012 年，著者はブラウスの製作工程の動画を LMS(moodle1.9）で配信した [3]．この頃のデジタル動画のファイル形式はスマートフォンや Mac では動画を閲覧することができなかったが，学生のアクセス率は 67%であった．さらに 2013 年「基礎縫い」動画をストリーミングサーバーに置いて LMS（moodle 2.3）で配信 [4]．この頃から汎用編集ソフトによる MP4 形式の保存が可能となり，OS に関わりなく動画を閲覧できるようになり，現在では Web で動画教材を配信する事例も増えている．家庭科教材に多く見られる技巧的な手作業は，実際に手の動きを見せることが有効である．動画教材の活用効果と被服製作学習のスムーズな進行を促すために，教師自身が見せたい情報を提供できるように動画の撮影と編集の講習会を開催して教材製作を支援した．受講者のアンケート調査の結果に併せて動画の制作と授業で使用する上での課題を報告する．

3. 教員対象 ICT 講習会

開催した ICT 講習会は，『被服実習の動画教材を作りましょう』と題する衣服製作の動画撮影と編集方法を実習する 1 日 6 時間のコースである．午前は動画教材の概要と動画編集に必要な PC 環境，編集ソフトウエア，動画制作の流れを説明し，サンプルファイルを用いて動画編集の練習（1 時間 30 分），午後は被服実習室に移動してミシンやアイロンを使用しながらトートバッグの製作工程を各自で動画を撮影（1 時間 45 分），その後 PC 教室に戻って動画編集（1 時間）を行った．開催時期および受講者数は 2015 年 8 月 28 名，2016 年 8 月 26 名，受講者の勤務校は 2015 年：中学 13 名，高校 15 名，2016 年：中学 13 名，高校 13 名，公立：私立の割合は 6 ： 4 から 5：5，受講者の年代は 40 代が 46%，50 代が 43%であった．受講者が制作した動画教材は，任意でパソコンのフォルダに置いて行ってもらうことを促し，動画編集の習得度と進度を調査した．方法は，動画ファイルを A：動画をつなげて文字入力している，B：動画をつなげているが文字入力していない，C：動画をつなげていないが文字入力している，D：全

く編集していない，E：動画をフォルダにおいていないのような5段階で判別．進度はトートバッグの製作で例示した 16 工程に照らし合わせてどの工程まで編集できたのかを調べた．動画編集は撮影した動画の不要部分を切り除いてつなげる技術が肝要なのでA・Bを習得と捉えた．その結果，受講者の約半数が習得であり，進度が全工程編集できた方は13%，平均は7工程であった．

4. 調査票調査

受講者には，講習会のはじめ（事前）と終わり（事後）に調査票調査で回答を求めた．事前調査は，家庭科で利用している動画教材の種類と内容，ICT ツールに対する得意意識，動画教材を授業で活用したい理由，動画教材の制作や編集を教わりたい理由，年代，教員歴など講習前の動画教材に対する意識と経験に要点を置き，事後調査では，制作のスムーズさ，動画制作で気づいた点，動画の利用で生徒の理解を促進できると思うか，勤務校種，勤務校の被服実習の機器環境など，動画教材を実際に制作した上での感想・意識と職場の PC 環境に関する回答を求めた．さらに講習会の半年後に動画教材を制作したのか，制作した題材，制作しなかった理由，今後も動画教材を制作したいか，動画教材制作で負担に思うこと等を質問紙法で回答を求めた．

5. 結果

5.1 家庭科で利用している動画教材の種類

「教材として販売されているもの」が最も多く，内容は野菜の切り方，基礎縫い，編み物，保育など，次いで「TV 番組」は NHK スペシャル，E テレ，ためしてガッテンなど．「Web 上の動画サイト」は意外に使用されておらず 15%未満であった．

5.2 受講者の ICT ツールに対する得意意識

文章作成ソフトや表計算ソフトは受講者全員が経験していたがプレゼンソフトの未経験者は12%，電子黒板の活用と動画の編集の未経験は60%であった．

5.3 講習後に動画教材を制作したのか

回収率は 60%の 33 名，このうち「講習会の後に動画教材を制作した」10 名，このうち5名は講習会時に動画編集未経験者であった．制作した題材は，基礎縫い，じんべいの縫い方，エプロン製作，トートバッグ製作，しょうが焼き・ネパールカレーの作り方，リンゴの皮むきなどオリジナル性も見られた．

5.4 講習後に動画教材を制作しなかった理由

制作しなかった理由で最も多かったのは，制作をする時間がなかった，次いで動画教材に適する題材を授業で扱わなかった，授業で使う環境が整っていない，編集用汎用ソフトを職場の PC にインストールできないという現状も見られた．

5.5 被服実習の ICT 機器環境

図1に示すようにPCやタブレットPCの「1人1台」が 10%程度見られる一方，「なし」70%は大きい．無線 LAN の普及は 30%程度，LMS「あり」は1名のみ，「わからない」が 30%であった．

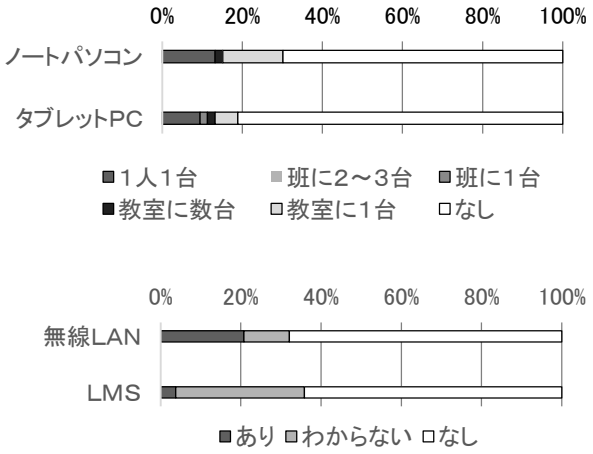


図 1 被服実習室の ICT 機器環境

6. まとめと今後の課題

家庭科教員を対象に布でつくるものづくりの動画教材制作の講習会を開催し，受講者の半数が動画編集を習得，20%が授業実践に用いたことが分かった．受講者の 60%は動画制作未経験者であったが，このうちの 10%は授業実践者であった．また，受講者は動画制作を経験した上で「動画教材が生徒の理解を促進する」「教師の負担が軽減される」という意識を持っていることがわかった．これは ICT 講習会の効果の検証と今後の活動に大きな励みとなる．

しかし，実習室の ICT 機器環境は整備の遅さが明らかであった．教員が作る学習コンテンツは LMS で配信するのが簡便であるが，中学・高等学校の LMS 導入が停滞しているのは無線 LAN の敷設が進んでいないためか．情報インフラの整備を見守りつつ，今後も家庭科の動画教材制作の支援活動を継続していくことに変わりはない．

動画教材の効果は一部で認められているものの，教員が制作した動画教材を使った授業はなかなか増えないのが現状である．今後は，動画教材の制作を阻む諸要因を排除する手段や方法を検討する．

技術教育において，学生の自主的で活動的な学習環境を提供し，学習の効率化を図ることによって更に高度な技術を習得できることを期待する．

参考文献

(1) 中谷 和，田中恒子；視聴覚機器の利用による技能教育の効率化，奈良教育大学教育工学センター研究報告(7)，21-27(1984)

(2) 田中早苗；動画を取り入れたハイパーテキストによる縫製教育支援システム，東京家政大学研究紀要(39)，105-110 (1999)

(3) Sanae TANAKA； Practical Use of Moodle in Clothing Technical Education, (oral presentation) Moodle Moot Japan(2013)

(4) 田中早苗，高久舞衣；被服実習における LMS 導入の実践と評価，東京家政大学紀要，(54-2)，35-39 (2014) 被服実習における LMS 導入の実践と評価

PBL 課題解決プロセスにおける「多様性」と「ミメーシス」概念からの示唆 －専門職大学院でのアイデアソン・ハッカソン実施事例からの考察－

A Suggestion for PBL Problem Solution Process by the Concept of "Diversity" and "Mimēsis"

- Through the Practical Case of Ideathon and Hackathon in Professional Graduate School -

亀井　省吾[*1], 小山 裕司[*2]
Shogo KAMEI[*1], Hiroshi KOYAMA[*2]
[*1*2] 産業技術大学院大学産業技術研究科
[*1*2]Graduate School of Industrial Technology, Advanced Institute of Industrial Technology
Email: syogo-kamei@aiit.ac.jp

あらまし：本研究は，企業や社会が抱える課題解決を目的とした PBL(Project Based Learning)の課題解決プロセスについて,多様性概念とミメーシス（感染的模倣）概念を頼りに考察する．これまで研究してきた PBL における多様性に関する知見と，ミメーシス惹起の仕組みとして提示された「課題を抱える人からの感染」に照らし，専門職大学院で実施したアイデアソン・ハッカソン事例をもとに考察した．
キーワード：PBL，アイデアソン，ハッカソン，多様性，ミメーシス

1. はじめに

筆者らが所属する産業技術大学院大学（以下本学）は，IT 技術とデザインにより高度人材を育成する情報アーキテクチャ専攻と創造技術専攻の 2 専攻，1 学年約 100 名の専門職大学院である．本学の大きな特徴として，学生の約 75%が社会人であり，既に多様な職歴を持つことが挙げられる．本学カリキュラムでは，1 年次は，講義・演習型科目で学び，2 年次は，業務遂行能力の修得のため，1 年次で学んだ知識･スキル･事業開発手法を活用･駆使して，PBL 型科目で，現実の課題に対する問題解決・事業開発のプロジェクトを実行する．

亀井・小山・戸沢・酒森(2016)では，1 年間で成果を出すことを求められる PBL において多様な経歴，知識を持つ学生がチーム組成することで，そのフィードバック・ループ形成過程がどのように変化するのかを検証し，その要因を分析している．一方，平成 26 年度から平成 28 年度まで，文科省委託事業である「高度人材養成のための社会人学び直し大学院プログラム」の本学「次世代成長産業分野での事業開発･事業改革のための高度人材養成プログラム」事業の一環として，本学学生を対象として短期間の合宿形式で開催する PBL キャンプや一般参加型の教育普及活動として定期開催している AIIT 起業塾にて，アイデアソン・ハッカソン[1]を実際に複数回開催してきている．本研究では，PBL キャンプで実施したアイデアソン・ハッカソンの実施事例から，先行研究における学習人材の多様性と，それら人材がチームとして課題解決に集中する仕組みについて，ミメーシス概念をもとに考察する．

2. 先行研究

2.1 PBL フィードバック･ループ形成と学習人材の多様性

亀井・小山・戸沢・酒森(2016)では，異なる職種やコースからなるタスク型多様性ある人材チームは，自らの強み弱みを分析し，役割分担を果たすことの繰り返しの中で，補完性を発揮し，チーム全体として戦略統合力の増進を高めていける可能性があることを示唆している．また，学生は，単独学習或いは同質型チームでは経験できない技術と経営両面からの経験を，補完性のあるタスク型多様性チームで経験することにより，そのコンピテンシーを拡張させているのではないかとの含意を創出している．

2.2 ミメーシス概念と教育方法

宮台真司(2009)においては，「感染的模倣」と表現するミメーシス概念が提示されている．大澤真幸・宮台真司(2010)で宮台は，人が何かを学ぼうとするときの動機の一つとして，他の誰かのようになってみたいと思う「感染動機」を挙げる．更に宮台は，さながら「感染」するかのように，利他的人物の行為や仕草を模倣してしまうことを「感染的模倣」とし，ミメーシス概念として示している．これに対し大澤は,「サマリア人の喩え」[2]を例とするような，共同体内で共生するにあたっての課題を抱える人から「感染」が惹き起こされることもあるとし，第三者の視点を必要としない素朴な利他的行為を挙げる．

阿部(2011)では，ミメーシスを教育方法の範疇で考えることが可能であることと，「感染」を軸とした教育方法の有効性を示し，教育特有の課題はあるとしながらも，子どもたちが課題を抱える他者に「感染」し，真に利他的な行為を行えるようになることを目指すべき方向性を示している．

3.　アイデアソン・ハッカソンの実施

本学 PBL キャンプにおけるアイデアソン・ハッカソンの取り組みは，２年間で以下のとおり実施されている．

- PBL キャンプ 2015(2015/12/25-27，本学学生 9 名参加，外部講師Ａ,Ｂ)
- PBL キャンプ 2016(2016/9/23-25，本学学生 10 名参加，外部講師Ｃ，課題提示企業Ｓ),

3.1 PBL キャンプ 2015

「東京オリンピック招致と商店街活性化」をテーマにアイデアソンを実施．課題当事者の参加は無かったが，商店街にフィールドワークを実施した．受講生の手法に対する満足度アンケート結果（参加者 9 名の内，7 名が回答）は以下表 1 のとおり，フィールドワークにおける(5 段階)評価が最も高くなっている．

表 1　PBL キャンプ 2015 アンケート結果

	設問	平均
手法	**フィールドワーク**	**4.86**
	発想法	4,71
	インプットセミナー	4.71
	ペルソナ	4.57
	カスタマージャーニーマップ	4.29
	問題把握ツリー	4.83
	未来ツリー	4.50
	クロス分析	4.50
	戦略マップ	4.80
	リーンキャンパス	4.60

3.2 PBL キャンプ 2016

出版社発行のファッション雑誌デジタル化におけるプロジェクト課題をテーマにアイデアソン・ハッカソンを実施．課題当事者である出版社を招聘し，講演並びにディスカッションを実施した．受講生の手法に対する満足度アンケート結果（参加者 10 名の内，8 名が回答）は以下表 2 のとおり，課題当事者である企業講演の(5 段階)評価は最も高くなっている．

表 2　PBL キャンプ 2016 アンケート結果

	設問	平均
手法	フィールドワーク	3.38
	IT ソリューション	3.88
	課題企業セミナー	**4.63**
	問題解決メソッド	4.00
	リーンキャンパス	4.25

4.　考察

亀井・小山・戸沢・酒森(2016)では，タスク型多様性あるチームは，お互いの異質性を補完性に変換することで，パフォーマンスの向上を図ることが述べられている．一方，短期間で課題解決を実施するアイデアソン・ハッカソンにおいては，参加する受講者の学ぼうとする意欲を喚起し，チームとして集中する仕組みが重要である．特に多様な学習人材が参加する専門職大学院や一般参加型のイベントにおいては，その重要性は増す．

何が多様性チームの興味を喚起するのかについて，過去２回実施してきた PBL キャンプ受講生アンケートから分析した結果，課題当事者を招聘していない PBL キャンプ 2015 では，受講生はフィールドワークに最も高い評価を与えている．一方，課題当事者を招聘した PBL キャンプ 2016 では，課題当事者企業の講演とディスカッションが最も評価が高い．このことから，受講生は課題を抱える他者からの「感染的模倣」ミメーシスに最も学習意欲が喚起されているのではないかとの仮説を提起し得る．

5.　おわりに

タスク型多様性人材がチームとしてプロジェクトを遂行するに際し，各人が補完性を発揮しコンピテンシーを拡張していく仕組みとして，「感染的模倣」ミメーシスを起こす為のフィールドワークや課題当事者参加の有効可能性を本検証結果は示唆している．

注

1．アイデアソンは，アイデアとマラソンから成る造語で，アイデアを生み出すイベントである．ハッカソンは，ハック（プログラミング）とマラソンから成る造語で，ソフトウェアを生み出すイベントである．これらのイベントは 2000 年ごろから行われてきたが，2010 年ごろからはオープンデータ，スタートアップ，社会問題解決等に関し，頻繁にイベントが開催され，また最近では，教育の場でも両者を問題解決等の教育の手法として使う試みが始まっている．

2．新約聖書中のルカによる福音書 10 章 25 節から 37 節にある，イエス・キリストが語ったたとえ話

参考文献

(1) 亀井省吾，小山裕司，戸沢義夫，酒森潔:“PBL フィードバック・ループ形成と学習人材の多様性－専門職大学院での社会人学び直し事業からの知見－”，情報処理学会 情報教育シンポジウム Summer Symposium in Shin-Hakodate-Hokuto (2016)

(2) Shogo Kamei and Hiroshi Koyama : “Strategically Educational Utilization Of Students Information DB in Business Persons' Re-Learning”, The 15th Annual Hawaii International Conference on Education, The Hawaii International Conference on Education(2017)

(3) 宮台真司 :“日本の難点”，幻冬舎新書(2009)

(4) 阿部学:“ミメーシス概念がしめすキャリア教育の教育方法への示唆－大澤真幸・宮台真司『「正義」について論じます』をたよりに－”，千葉大学大学院人文社会科学研究科研究プロジェクト報告書第 237 集，起業家教育に関する実践的研究，藤川大祐編（2011）

(5) 大澤真幸・宮台真司:“大澤真幸 THINKING「O」第 8 号－「正義」について論じます－”，左右社（2010）

システム要件定義における要求分析課題の学習者解答評価

An Evaluation of Learner's Answer to Requirements Analysis Problem in System Requirements Definition

石井 俊也[*1]，仲林 清[*2]
Shunya ISHII[*1], Kiyoshi NAKABAYASHI[*2]
千葉工業大学大学院[*1]，千葉工業大学[*2]
Graduate School of Chiba Institute of Technology[*1], Chiba Institute of Technology[*2]
Email: s1332009aa@s.chibakoudai.jp

あらまし：システム要求分析において，開発課題を分析するための観点を意識させることで，機能要件の曖昧性除去および将来的な問題予測の 2 つの能力向上を狙う学習手法の開発と評価を行った．要件定義の初学者である情報系学科の大学 4 年生を対象に要件定義の課題を与え，機能要件の定義・将来的な問題予測・解決策提示を行わせた．学習者は課題内容から必要な情報を絞り込むための観点として機能欠陥・操作利便不足・規則誤解誘発を概ね意識した．曖昧性除去には効果が見られなかったものの，問題予測には向上が見られた．
キーワード：要求分析能力，機能の曖昧性除去，将来の問題予測，課題分析観点

1. はじめに

システム要件定義における要求分析では，曖昧な要求についての研究課題[(1)]や，開発開始後に追加される要求の問題[(2)]が挙げられている．本稿では，要件定義の初学者である大学生(以後，学習者)を対象に，システム開発課題を分析するための観点(以後，課題分析観点)を意識させることで，上述した曖昧な要求や追加される要求に関する要求分析能力の向上を目的とした学習手法の開発と評価について述べる．

2. 要求分析能力

課題の達成に必要な要求分析能力として，以下の 4 つを定めた．

(1) 対象システム機能要件の概要を洗い出せる．
(2) 洗い出した機能要件を詳細に定義できる．
(3) 具体的な機能定義のために不足した情報を発見し，補うことで曖昧性を除去できる．
(4) 要件定義したシステムが発生させる将来的な問題の予測と解決策提示ができる．

上記のうち(1), (2)は一般的に定義された能力[(3)]から機能要件に関する部分を抽出し，(3), (4)は向上を狙う能力として本研究で独自に定義した．

3. 課題分析観点

本研究では，学習者に課題分析観点を意識させることで，機能の曖昧性および将来的な問題の発見促進を狙う[(4)]．課題分析観点とは，システム要件定義の課題を分析するための観点である．図 1 のように，学習者が課題に取り組む際，課題分析観点を意識することで，システム題材に関する学習者の知識(既有知識)・課題文の内容(発注者の背景と要求)・学習者が定義した機能要件の 3 つから結びつける情報を絞り込ませ，機能の曖昧性や将来的な問題を発見しやすくなると考えた．

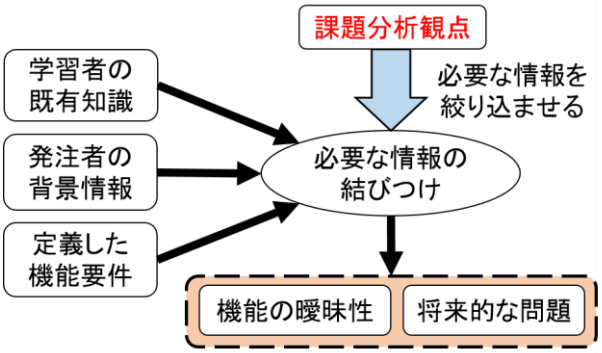


図 1 課題分析観点の効果

課題分析観点は，本研究で扱った 2 つの課題から以下(a)〜(e)の 5 つを抽出した．課題 1 では小売店従業員の給与計算システムを，課題 2 では飲食店のセルフオーダーシステムを題材とした．

(a) 機能欠陥：要求の実現手段を定められず要件が漏れる，機能に不足や競合が起こる．
(b) 操作利便不足：画面が見にくい，画面操作が複雑・煩雑．
(c) 規則誤解誘発：発注者側で定められた規則がシステム利用者に伝わらず，誤解が生じる．
(d) 個人情報漏洩：個人情報を本人・管理者以外の人物が閲覧できる．
(e) 売上貢献損失：顧客の購買意欲を促す既存の試みが再現できず，効果を失う．

(a), (b), (c)は 2 つの課題で共通であり，(d)は課題 1 のみ，(e)は課題 2 のみで抽出した．本研究では共通の 3 つについて，観点名と概要を学習者に与えて意識させた．また未知の課題分析観点の存在を示唆し，模索を促した．

4.　学習手法

図 2 のように，学習者にシステム要件定義の課題を 2 度与え，2 度目の課題において学習者に課題分析観点を意識させることで，要求分析能力の向上をねらった．学習者には課題文から，発注者の背景情報と要求事項をもとに，システム機能要件の定義と，将来的な問題予測および解決策の提示を行わせた．例えば発注者の背景情報では，従来の業務と，そこで把握している問題点についての情報を示している．

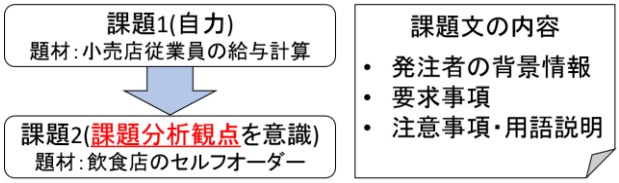


図 2 学習者に与えたシステム要件定義の課題

要件定義の内容から，課題分析観点によって機能の曖昧性や将来的な問題を発見する例を表 1 に示す．表 1 の例では，曖昧性除去を機能欠陥の観点から抽出し，将来的な問題を操作利便不足の観点から抽出した．例えば機能欠陥の観点から定義内容②を分析すると，画面のページ分けを行う手段はボタン操作，タッチスライド操作など複数考えられる．要求を機能として実現するための手段が定まらない場合，その決定を設計以降の工程に負担させることになり，機能の曖昧性による開発の手戻りが生じると予測できる．

表 1 課題分析観点による曖昧性と問題の発見例

題材：飲食店のセルフオーダーシステム		
能力	課題の解答例	
機能要件の定義	①　選択画面では全商品(15 種類 150 品目)の一覧を表示する． ②　選択画面のページを分け，1 ページ毎に 6 商品を表示する．	
機能の曖昧性除去	画面の左右矢印ボタンをタッチ*することで隣のページへ遷移する．	
問題予測と解決策提示	問題	選択画面のページ数が多いため操作数が増え，顧客が商品を探しにくくなる．
	解決策	商品の種類ごとのボタンを表示し，ボタンのタッチでその種類のページまで遷移する機能を追加する．

*対象システムは画面タッチ方式．

5.　実験評価と課題

2016 年 11 月に，情報系学科の大学 4 年生を対象に実験を行った．上述した(3) 曖昧性除去，(4) 問題予測の能力について，学習者 16 名の結果を表 2 に示す．学習者へのアンケート結果より，学習者は与えられた課題分析観点を概ね意識したといえた．しかし問題予測の増加数平均は総数と比べて少なかった．t 検定の結果，問題予測のみ有意だった．

表 2 実験結果

能力	課題 1		課題 2		有意差
	平均	標準偏差	平均	標準偏差	
(3)	19.4%	18.4%	22.3%	16.5%	n.s.
(4)	3.1 個	2.1 個	5.0 個	2.6 個	**

n.s.:有意差なし，*:p<0.05，**:p<0.01
(3)想定した曖昧性は課題 1 で 10 個，課題 2 で 7 個
(4)想定した問題は課題 1 で 39 個，課題 2 で 37 個

課題分析観点を意識させることで，要件定義したシステムに対する問題予測能力の向上が確認された．有意差が見られた学習者の問題予測には具体的な指摘と抽象的な指摘があり，具体的な指摘は予め用意した問題から 1 つを特定できる内容だった．

学習者を課題 1 での問題予測数 3 個以上の高成績群と 3 個未満の低成績群に分け，成績群・予測の質・課題の 3 要因で分散分析を行った．その結果，指摘数は高成績群のほうが低成績群より多いこと，抽象的な指摘数のほうが具体的な指摘数より多いこと，観点を与えたことで全体的な指摘数が増加したことの 3 つが言えた．一方で，交互作用には有意差が見られなかった．以上のような問題予測の質に関する課題について，今後解決策を検討していく．

表 3 予測の質と成績群を考慮した分散分析

成績群	予測の質	指摘数平均 [個]	
		課題 1	課題 2
低成績 7 名	抽象的	0.7	2.0
	具体的	0.4	1.0
高成績 9 名	抽象的	2.9	3.4
	具体的	1.7	3.1

影響要因	p 値
成績群	p<0.001
予測の質	p<0.05
課題	p<0.001
成績群+予測の質	0.8023
成績群+課題	0.8673
予測の質+課題	0.9189
成績群+予測の質+課題	0.3572

参考文献

(1) 山本修一郎(著): “要求を可視化するための要求定義・要求仕様書の作り方”，ソフト・リサーチ・センター，東京 (2006)
(2) 佐川博樹(著):“よくわかる最新システム開発者のための要求定義の基本と仕組み”，秀和システム，東京 (2010)
(3) 独立行政法人情報処理推進機構:“共通キャリア・スキルフレームワーク(CCSF)” (2014), http://www.ipa.go.jp/jinzai/itss/ccsf/download.html
(4) 石井俊也:“システム要件定義における要求分析能力向上のための学習手法”，教育システム情報学会研究報告，Vol.32，No.1，pp.13-20 (2017)

携帯端末用ルーブリック評価ツールを用いた大人数による評価活動の実践

Practice of Evaluation Activity in Large-Size Class using Mobile Rubric Assessment Tool

髙橋 暁子[*1], 金西 計英[*1], 吉田 博[*1]
Akiko TAKAHASHI[*1], Kazuhide KANENISHI[*2], Hiroshi YOSHIDA[*2]
[*1] 徳島大学総合教育センター
[*1]Center of University Education, Tokushima University
Email: atakahashi@tokushima-u.ac.jp

あらまし：本研究では，自己評価と相互評価の差異を可視化するための携帯端末用ルーブリック評価ツールを，大人数による評価活動で用いた．アンケートの結果，操作性に問題なく，大人数の評価を集計できる点が良いという意見があり，本ツールが 100 名規模の評価活動にも使用できることが確認できた．
キーワード：モバイル，スマートフォン，ルーブリック，グループワーク，評価活動

1. はじめに

著者らはこれまで，学習者自身の自己評価と学習者間の相互評価活動を支援する携帯端末用ルーブリック評価ツールを開発した(1)．本ツールは，チームでの活動を主体とした授業を想定し，チーム内でメンバー同士による相互評価活動（自己評価と他者からの評価）を支援するものである．

本稿では，教員からの要望により，チーム発表を大人数で評価する活動に本ツールを使用した．開発当初に想定した利用形態とは異なるため，ツールの操作性と有用性についてアンケート結果を分析した．

2. 実践内容

2.1 対象授業

対象授業は，徳島大学医学部保健学科 1 年生（約 120 名）を対象として入学直後に開催される半日のワークショップである．本ワークショップはチーム医療の重要性やプレゼンテーション力といった大学生に必要な基礎スキルを学ぶことを目的としている．

具体的な進行は次のとおりである．まず，あるテーマについて賛成/反対意見をチーム（8 名程度）でまとめる．その後，全体を 4 ブロックに分け，ブロック内でチーム毎の成果物（模造紙）やプレゼンテーションに対して投票が行われ，ブロック代表が選ばれる．そして 4 チームによる最終プレゼンテーションが実施され，発表チーム以外の学生がルーブリック評価表に基づき評価する．ルーブリック評価表は 4 つの観点（内容，内容の構成，姿勢，チームワーク）と 3 つの尺度で構成されている。最後に結果を集計し，最優秀チームを表彰する．また，終了後に本活動の振り返りレポートを作成する．

2.2 本ツールの利用方法

本ツールは，最終プレゼンテーションにおけるチーム評価に使用した．本ツールとクリッカーなどのレスポンスアナライザーとの違いは，観点別に尺度が文章で明示されるため，根拠がなくあいまいな印象で数値を決定する評価になりにくい点と，コメントの記述ができる点である．

事前準備として本ツール上に「A ブロック代表」といった仮想ユーザを用意した．これは使用直前でないと代表チームがわからないためである．そして当日は，代表チームの発表後，オーディエンスの学生が各自のスマートフォンを使い，配布した QR コードを読み取って本ツールにアクセスし，仮想ユーザに対して評価活動を行った．図 1 に評価画面を示す．なお，スマートフォンを持っていない学生には紙のルーブリック評価表を渡し，手書きで評価をしてもらった．

また，本ツールには教員機能がある(2)．最優秀チームの決定においては，本ツールの教員機能の一つである「評価サマリー」を参照した（図 2）．また，教員が各チームの結果概要（観点別のレーダーチャート）を教室のスクリーンで学生に提示した．

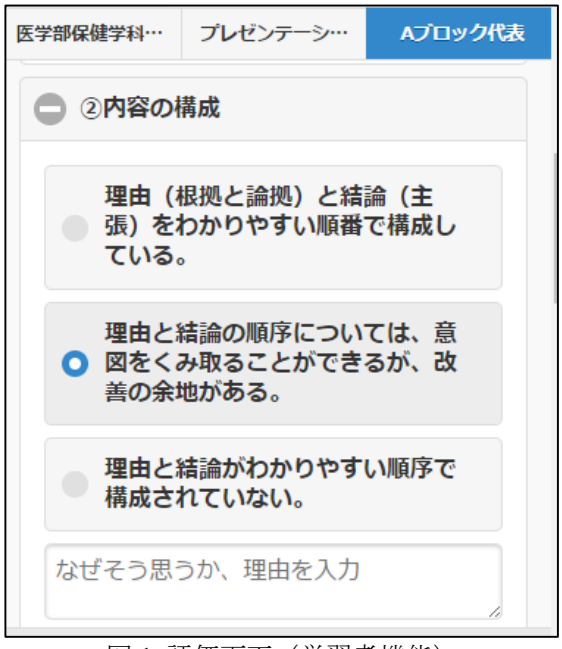


図 1 評価画面（学習者機能）

名前	グループ	①内容		②内容の構成		③姿勢		④チームワーク		総合（合計点）	
		自己評価	相互評価	自己評価	相互評価	自己評価	相互評価	自己評価	相互評価	自己評価合計	相互評価合計
Aブロック代表		2.00	2.44	2.00	2.26	3.00	2.38	3.00	2.51	10.000	9.590
Bブロック代表		3.00	2.77	3.00	2.63	3.00	2.44	3.00	2.40	12.000	10.240
Cブロック代表		3.00	2.31	3.00	2.31	3.00	2.61	3.00	2.61	12.000	9.840
Dブロック代表		3.00	2.81	3.00	2.75	3.00	2.78	3.00	2.78	12.000	11.120

図 2　評価サマリー（教員機能）

3.　評価

3.1 目的

ツールが利用者にとって使いやすいか（操作性），役に立ちそうか（有用性）の確認を目的として，ワークショップ直後にアンケートを実施した．

3.2 結果

表 1 に，過去 3 回のワークショップにおける利用状況として，ワークショップに参加した学生数，アンケート回答数，アンケート回答者のうち本ツールを利用したと回答した数を示す．ワークショップに参加した学生のほとんどが本ツールを利用していたことがわかった．また，利用端末に関する設問では，各年度とも回答者の 7〜8 割が「iPhone」であった．

次に，ツール利用者を対象に操作性と有用性に関する設問の結果を表 2 に示す．4 つの設問（5 件法；5 が最も良い）の回答は，発表者，評価者ともに平均 4 以上であった．発表者と評価者間で *t* 検定（対応なし）を行ったが，全設問で有意差はなかった．

良いと思う点の自由記述は，2015 年度が 94 件，2016 年度が 95 件，2017 年度が 88 件あった．中でも「操作が簡単」といった，容易さについての意見が多く，2015 年度は 44 件，2016 年度は 55 件，2017 年度は 60 件あった．次いで，「大人数を集計することができるので良いと思う」といった，集計に関する意見や（2015 年度 25 件，2016 年度 27 件，2017 年度 19 件），「評価のグラフが分かりやすかった」などのグラフに関する意見が多かった（2015 年度 8 件，2016 年度 6 件，2017 年度 3 件）．

一方で，改善点の自由記述は「なし」が圧倒的に多かったが，「評価の確定の仕方が分かりにくい」といった確定操作に関する意見などがあった．

表 1 利用状況

年度	参加者数	回答者数	ツール利用者数
2015 年度	126	126	104
2016 年度	129	126	119
2017 年度	129	127	112

4.　考察

4.1 操作性

操作性に関する設問で，いずれの結果も平均 4 以上の回答が得られ，自由記述でも容易さに関する意見が多かったことから，大人数での評価活動においても使いやすいツールであったと言える．

なお，先行研究[1]では，操作性の回答はどちらも平均 3.8 程度であり，改善要望で多かったのは，ツールそのものではなくブラウザに URL を打ち込むことであった．本実践では QR コードを配布したことで，より使いやすい印象与えたのではないか．

4.2 有用性

有用性に関する設問は，3 回の実践で発表者・評価者のいずれも平均 4 以上であり，自由記述では先行研究[1]になかった大人数の評価を集計できる点が良いとの意見があった．以上から本ツールは大人数での評価活動でも有用であることが示唆された．

5.　おわりに

本研究では，自己評価と相互評価の差異を可視化するための携帯端末用ルーブリック評価ツールを，大人数による評価活動で用いた．アンケートの結果，操作性には問題なく，本ツールが大人数（100 名程度）での評価活動にも使用できることが確認できた．

参考文献

(1) 高橋暁子，金西計英，松浦健二，吉田博，和田卓人: “自己評価と相互評価の差異を可視化するための携帯端末用ルーブリック評価ツールの開発と試用”，教育システム情報学会，第 33 巻，第 2 号，pp.120-125（2016）

(2) 高橋 暁子，金西 計英，松浦 健二，和田 卓人: “携帯端末用ルーブリック評価ツールにおける教員機能の開発”，情報処理学会 情報教育シンポジウム 2015 論文集，pp 79-82（2015）

表 2 アンケートの結果（5 件法）

設問		2015 年度		2016 年度		2017 年度	
		発表者（*N*=29）	評価者（*N*=73）	発表者（*N*=28）	評価者（*N*=88）	発表者（*N*=23）	評価者（*N*=87）
操作性	このツールの操作は簡単でしたか？	平均 4.76（*SD*=0.68）	平均 4.52（*SD*=0.88）	平均 4.89（*SD*=0.41）	平均 4.72（*SD*=0.67）	平均 4.65（*SD*=0.63）	平均 4.71（*SD*=0.62）
	画面上の指示や説明はわかりやすかったですか？	平均 4.59（*SD*=0.56）	平均 4.37（*SD*=0.88）	平均 4.82（*SD*=0.54）	平均 4.60（*SD*=0.82）	平均 4.78（*SD*=0.51）	平均 4.59（*SD*=0.72）
有用性	総合評価画面のグラフやコメントの表示はわかりやすかったですか？	平均 4.59（*SD*=0.62）	平均 4.49（*SD*=0.85）	平均 4.61（*SD*=0.77）	平均 4.40（*SD*=0.92）	平均 4.74（*SD*=0.53）	平均 4.64（*SD*=0.59）
	総合的に考えて、本ツールは自己評価や相互評価の役に立ちそうですか？	平均 4.70（*SD*=0.59）	平均 4.44（*SD*=0.91）	平均 4.57（*SD*=0.73）	平均 4.50（*SD*=0.78）	平均 4.65（*SD*=0.56）	平均 4.42（*SD*=0.88）

学習において「問い」と「関係性」が果たす役割

Functions of “queries” and “building relationships” to learn

山川　修[*1]，田中　洋一[*2]，谷内　眞之助[*1]
Osamu YAMAKAWA[*1], Yoichi TANAKA[*2], Shinnosuke Taniuchi[*1]
[*1] 福井県立大学
[*1]Fukui Prefectural University
[*2] 仁愛女子短期大学
[*2]Jin-ai Women’s College
Email: yamakawa@fpu.ac.jp

あらまし：2016 年度に実施した地域の問題解決型授業を通して，「問い」と「関係性」に着目して，PBL を活性化させることができた．本稿では，この「問い」と「関係性」が，学習にどのように関わっているかをモデル化したものを提案する．このモデルは，コルトハーヘンの省察の ALACT モデルとも類似点が高い．また，このモデルの出力として想定される「認識の変化」，「行動の変化」，「関係性の変化」は，学習心理学における，認知主義，行動主義および状況的学習論の考え方とも重なり，これまでの学習の考え方を包含したものとなっている．
キーワード：問い，関係性，認知主義，行動主義，状況主義

1.　はじめに

2014 年度から，複数の高等教育機関の学生をチームにして，地域の問題解決型授業を実施している．2016 年度には，「問いを立てる」，「関係性を創る」ことに着目して PBL を設計し，自律的な学習者を育てることにある程度成功した[(1)(2)]．本稿では，これらの実践を踏まえ，「問い」と「関係性」が学習にどういう役割を果たしているかのモデルを提案する．

2.　問いを立てることの意味

従来，私たちが自分，世界，他者をどのように見ていて，それを「問いを立てる」ことにより，どのように変更しているかを，図 1 に①～⑤までの番号付きのタイトルがある実線の矢印で示した．

通常，私たちは，自分，世界，他者を，育つ中で形成したメンタルモデルを通して見ている．これは，自分はどのような人であり，世界や他者は自分に対してどのように振舞うかに関する，自分なりの見方である．メンタルモデルは，複数のキッカケで形成されると考えられるが，一度形成されると，私たちはそれを通して世界を見て，そのモデルが強化される場合が多い．

一方，本稿が基礎とする地域の問題解決型授業で取り入れているデザイン思考[(3)]では，人間中心主義を掲げ，徹底的なユーザの観察から最初のステップを始める．観察という行為は，自分が持つメンタルモデルを飛び越して，現実を見つめる作業であり，そこから自分のメンタルモデルとのギャップ（違和感）を感じ，それが「問い」という形で言語化されていく．その問いに導かれる形で，インサイト（洞

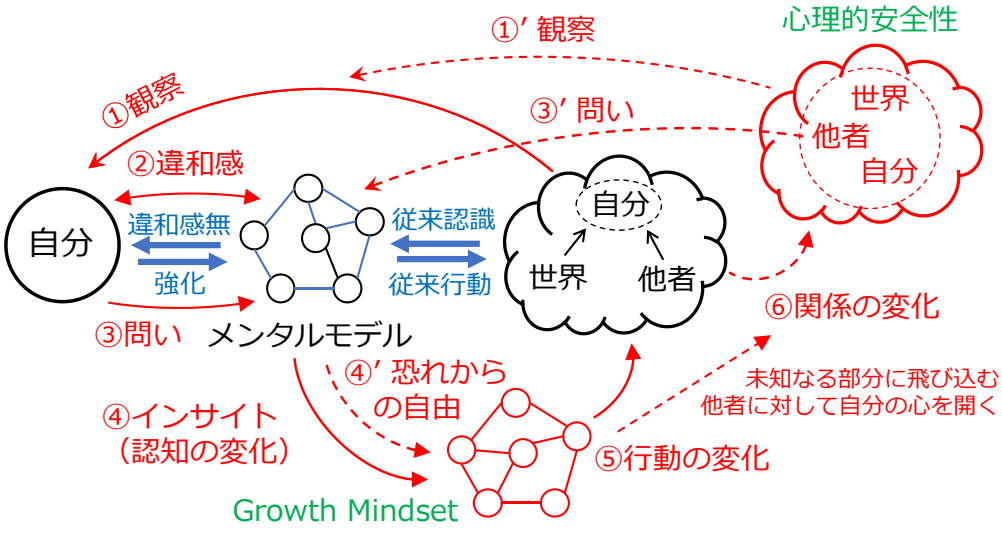


図 1　学習における「問い」と「関係性」の役割

察）が現われてくると考えられる．そしてインサイトにより，自分の今までのメンタルモデルを修正することになる．世界や自分をどう見ているかという，メンタルモデルが変化すれば，それに伴い行動が変化する．これらの①観察，②違和感，③問い，④インサイト，⑤行動の変化，というステップが「問いを立てる」ことに関わる学習のプロセスである．このプロセスは，コルトハーヘンが提唱する省察に関する ALACT モデル[4]，創造性をモデル化した U 理論[5]のプロセスとの類似性も高い．

問いを立てることにより獲得する，自分，世界，他者に対する自分が持つメンタルモデルを，問いによって現実にマッチするものに常に変更していけるというこの態度は，ドゥエックが「Growth Mindset[6]」と呼んでいるものと共通性が高い．

3.　関係性を創ることの意味

2016 年度の授業において，初めて，関係性を創ることを考慮に入れて授業設計を行った．その結果，担当した教員の目から見て，また，学生が毎回書いている省察から，チーム内のメンバー間に信頼関係が構築され，その結果，メンバーの内発的動機づけがアップすることが確認された[2]．

「関係性を創る」ことが，学習に対してどのような効果があるかを，図 1 中のタイトルに数字（①’，③’，④’，⑤，⑥）がある点線の矢印で示した．

認知の変化は行動の変化に結び付くが，特に，「恐れからの自由」という変化は，「未知なる部分に飛び込む」ことや「他者に対して自分の心を開く」という行動の変化をおこし，それが他者との関係を変化させる（信頼関係を構築する）[7]ということに結びつく可能性が高いことを図 1 は示している．また，図 1 の中の関係性を創るステップは，一部，問いを立てるステップと重複している（番号にダッシュがついている部分）．これは，ベースとしては問いを立てるステップであるが，その中で，関係性を創るというところに焦点があたっている場合を示している．

PBL で，関係性を創ることに焦点をあてることのメリットは，グーグルがプロジェクトアリストテレスで解明した「心理的安全性[7]」をチーム内に創り出すことに繋がるという点である．

なお，図 1 では実践および点線の矢印を平面的なサイクルとして表しているが，実際には螺旋的に立ち上がっていると考えていただいた方が自然である．

4.　問いと関係性がアクセスしている場所

問いを立てることにより Growth Mindset を育て，関係性を創ることにより，コミュニティ内の心理的安全性が保たれることを示した．では，それらは学習にとってどのような意味があるのだろうか．図 2 に，スペンサーによるコンピテンシーモデル[8]と，問いと関係性が，このモデルのどこにアクセスしているかを示した．

スペンサーによると，我々のコンピテンシーは，表層から深層に向かって 3 層になっているとされる．一番浅い層はスキル・知識，中間層に自己イメージ・態度・価値観，一番深い層に特性・動因がある[8]．通常の教育は，一番浅い層であるスキル・知識の層にアクセスし，ここに変化をもたらしている．一方，メンタルモデルを更新することにつながる「問いを立てる」という行為は，中間層である，自己イメージ・態度・価値観にアクセスし，さらに，関係性を創ることはスペンサーが中心的人格と呼んだ特性・動因にアクセスしていると考えることができる．その結果，コミュニティの中で信頼関係が創られ，内発的動機づけが高まることが期待できる．

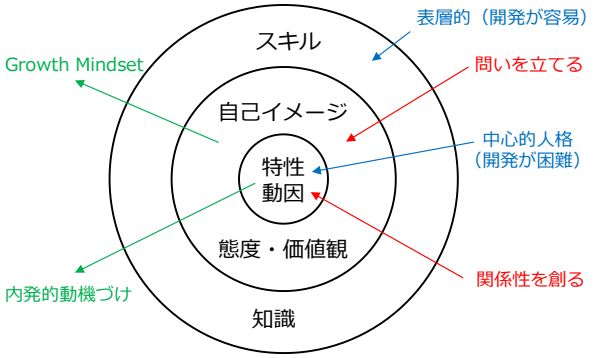


図 2　問いと関係性がアクセスしている場所

5.　まとめ

問いを立てることと，関係性を創ることが，学習にどのような効果を及ぼしているかのモデルを提案した．従来の教育ではスキルや知識の育成を重視しているが，自己イメージ・態度・価値観や特性・動因へのアクセスは，ほとんど考慮されてこなかった．問いや関係性に焦点をあてることにより，コンピテンシーのより深いところにアクセスが可能になるというのが，本稿の主張である．今後，このモデルを実証的に検証していく予定である．

参考文献

(1) 山川修，田中洋一，谷内眞之助，長水壽寛，近藤晶: “ディープ・アクティブラーニングのための問いと関係性のデザインと実践Ⅰ”，日本教育工学会研究報告集, JSET17-1, pp.703-708 （2017）.
(2) 田中洋一，山川修，谷内眞之助，長水壽寛，近藤晶: “ディープ・アクティブラーニングのための問いと関係性のデザインと実践Ⅱ”，日本教育工学会研究報告集, JSET17-1, pp.709-714 （2017）.
(3) ティム・ブラウン：デザイン思考が世界を変える，早川書房，（2014）.
(4) コルトハーヘン：教師教育学，学文社（2010）.
(5) オットー・シャーマー：U 理論，英治出版（2010）
(6) キャロル．ドゥエック：「やればできる！」の研究，草思社（2008）.
(7) エイミー・エドモンドソン：チームが機能するとはどういうことか，英治出版（2014）.
(8) ライル・スペンサー他：コンピテンシーマネジメントの展開，生産性出版（2011）.

オブジェクト指向プログラミングの利便性に着目した学習手法における理解状況の評価

Evaluation of Learners' Comprehension Status in A Learning Method for Object-oriented Programming Focusing on its Advantages

竹川 夏実[*1], 仲林 清[*2]
Natsumi Takekawa [*1], Kiyoshi Nakabayashi [*2]
[*1] 千葉工業大学院
[*1] Graduate School of Chiba Institute of Technology
[*2] 千葉工業大学
[*2] Chiba Institute of Technology
Email: s1332096TH@s.chibakoudai.jp

あらまし：オブジェクト指向プログラミング（以下 OOP）は，機能拡張を前提とするプログラムを開発する際に真価を発揮する．しかし，OOP の基礎概念が抽象的であるという理由で苦手意識を持つプログラミング学習者は少なくない．本研究ではこの問題を解決するため，学習者に手続き型プログラミングと OOP を比較させ、OOP の利便性と基礎概念の関係性を考えさせるという学習手法を提案し，学習者の OOP に対する理解度の改善を図った．

1. はじめに

オブジェクト指向プログラミング（以下 OOP）は，機能拡張を前提とするプログラムを開発することに優れた手法である．OOP を正しく利用するには、「クラス」，「継承」，「多態性」などの OOP の基礎概念を理解する必要がある．しかし，現状ではこの基礎概念が抽象的で理解が困難であるため，OOP そのものに苦手意識を持つ学習者が多数存在する．

この問題を解決するための指導方法には，OOP の基礎概念を現実社会の物体に投影させる手法[(1)]，プログラムの動きを可視化する手法[(2-3)]，などがある．これらの手法では，OOP の基礎概念の振る舞いを理解させることはできるが，基礎概念の必要性やそれによって生じる利点を理解させることは困難である．

そこで本研究では，OOP の利便性である「拡張性」，「保守性」を実感させ，これらが OOP の基礎概念によって生じていることを理解させる，というアプローチをとる[(3)]．学習者の OOP の基礎概念に関する理解度を人に説明ができるレベルまで引き上げることを目的とする．また，OOP の利便性を実感させるため，OOP と手続き型で同じ課題を解かせて，プログラミングの手間や複雑さを比較させる．

2. 学習目標

学習者に理解してもらいたい OOP の基礎概念と利便性の関係性を図 1 に示す．本研究で着目した基礎概念は「クラス」，「継承」，「多態性」の 3 点である．次に，基礎概念と利便性の関係性をプログラミングの観点から説明する．親クラスで定義したメソッドを，継承先の子クラスでオーバーライドすることで多態性が実現する．この多態性により，プログラムの書き換えの手間を省く「拡張性」と，拡張する際に生じるバグやデバッグの手間が減少する「保守性」が得られる．

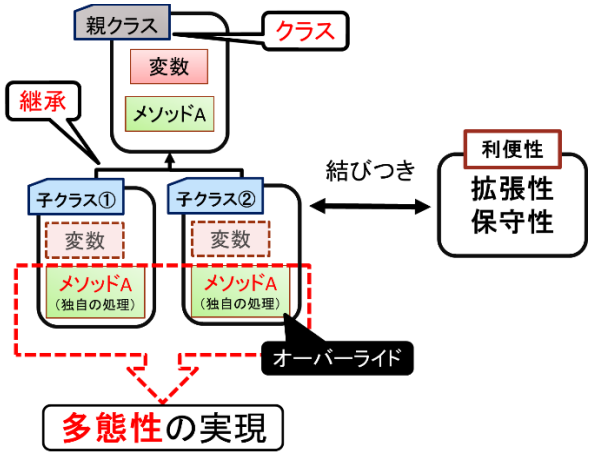


図 1 OOP の基礎概念と利便性の関係性

3. 学習手法

本研究では，学習者に手続き型と OOP でプログラムを比較させるという手法をとる．学習者には，OOP と手続き型の両手法で作成した同一のデータ構造を持つプログラムを提示し，拡張させる．その後，それぞれのプログラムにどのような差異が生じたかを確認してもらう．手続き型では，データ分別のために if 文による分岐処理を行うためソースコードが複雑化するが，OOP ではクラスの概念を利用してデータ分別をするため，ソースコードが複雑化しないという利点が生じる．

学習課題はショッピングカートの実装である．プログラムの機能要件は 2 点ある．1 点目は，「商品種別ごとの割引率を変えること」である．2 点目は，「割引計算を商品種別ごとのクラスのメソッドのオーバーライドで実現させること」である．この 2 点を実現する際に，OOP と手続き型とでどのような差異が出るかを確かめてもらう．

4.　実験結果

対象とした学生は，情報系学科三年生 5 名である．学習課題は 3 段階構成であり，各課題で OOP と手続き型の両手法で，データ構造が同一のプログラムを拡張させたあと，記述問題を出題した．学習者の OOP の基礎概念の理解度を調査するため，実験の事前事後にアンケートを行った．また，課題評価はプログラムソースの拡張と記述問題に分けて行った．

前回の研究報告[3]では学習者全員の総合的な理解度に着目し，評価を行った．今回は総合的に得点の高かった学習者 C と低かった学習者 D の，ソース拡張と記述問題の回答例をもとに学習者ごとの傾向を評価する．

4.1 比較学習の評価と基礎概念の理解度の改善

表 1 に，手続き型との比較学習が有意義であったかどうかを評価させた結果を示す．学習者 C，D は両者ともに 4 点以上の高評価をしていた．表 2 に，OOP の各基礎概念の理解度に関して，実験の事前事後でアンケートを実施し学習者に自己評価させた結果を示す．学習者 C はどの項目も事前事後で理解度の変化はなかったと回答した．学習者 D は，継承とオーバーライドの概念に関して，事前より事後のほうが理解度が低下したと回答した．

4.2 ソースコードの評価

最後の課題で，学習者 D のソース拡張に誤答が見られた．図 2 に正解した学習者 C の回答例，誤答した学習者 D の例を示す．学習者 D は OOP のソースで継承の手続きを行う際，継承元のクラスの指定を誤り，模範と異なるデータ構造のプログラムを作成していた．具体的には，食品クラス Food を継承するはずの菓子クラス Okashi が，商品クラス Item を継承していたという誤りである．手続き型のソースに関しても，同様の箇所で同じ誤りがあった．

表 1 比較に関するアンケート結果（5 件法）

手続き型との比較	C	D
比較することで理解は深まったか	5	4
手続き型との違いは理解できたか	5	4

表 2 実験前後の学習者の理解度変化（5 件法）

学習者 / 学習項目	C		D	
	事前	事後	事前	事後
クラス	3	3	3	3
継承	3	3	3	2
多態性	1	1	1	1
インスタンス	3	3	3	4
メソッド	3	3	3	4
ｽｰﾊﾟｰｸﾗｽ・ｻﾌﾞｸﾗｽ	3	3	2	2
オーバーライド	3	3	2	1

図 2 学習者 2 人のソースの回答例

4.3 記述問題の評価

表 3 に学習者 C, D の回答例を示す. 表 3 の問は，保守性の特徴と，保守性が何によって生じるかについて記述させたものである. 学習者 C, D ともに「デバッグがしやすくなる」という保守性の特徴は気づきを得られている．しかし，保守性を実現する概念についての回答を促したところ，学習者 D が不正解となった．このことから，学習者 C は，OOP の基礎概念と利便性の関係性が理解できていると考えられる．学習者 D は利便性の特徴を捉えるのみであり，基礎概念との関係性は意識できていなかった．

表 3 学習者の解答例（記述問題）

(問 1)保守性が OOP で得られる理由は，デバッグのしやすさが手続き型と OOP でどのように違うからか？
(学習者 C)手続き型は追加する部分が多く、追加部分がわかりにくいため、デバックがしにくい．OOP 型は追加する部分が手続き型に比べて少なく、追加部分がわかりやすいため、デバックがしやすい。
(学習者 D)変更箇所が少なくなることでチェックする箇所も少なくなるので OOP の方が優れている
(問 2)それはどのような概念が OOP にあるから実装されるのか？
(学習者 C)オーバーライド ・継承 ・多態性
(学習者 D)クラスとインスタンス

5.　考察と今後の課題

今回着目した学習者 C，D は，手続き型との比較学習に意義があるとみなした．しかし，OOP の基礎概念や基礎概念と利便性の関係性の理解度を測ると，学習者 D はほとんど改善されず，理解度が低下した項目も見られた．このことから，比較学習を行うのみでは，理解度に改善がみられる学習者は一部に限られることがわかった． これをふまえ、今後の課題としては、出題する課題の見直しが挙げられる．特に OOP の基礎概念と利便性の関係性を気づかせるために，学習者にどのように働きかけるかをポイントに，課題構成の再検討，難易度調整を行う．

参考文献

(1) 中鉢直宏，伊藤一成：“オブジェクト指向プログラミング教育における LEGO を用いた体験型課題の試み”，情報処理学会研究報告, Vol.2014-CE-124, No.8, pp.1-6（2014）
(2) 三浦元喜，杉原太郎：“オブジェクト指向言語におけるクラス定義の意味とオブジェクトの振舞いを理解するためのワークベンチ”，情報教育シンポジウム, pp.43-49(2011)
(3) 石川裕季子，松澤芳昭，酒井三四郎：”オブジェクト指向言語におけるポリモーフィズムの概念を理解するためのワークベンチ”，教育システム情報学会誌, Vol.31，No.2，pp.208-213（2014）
(4) 竹川夏実，仲林清：“オブジェクト指向プログラミングの利便性に着目した学習手法”，教育システム情報学会研究報告，Vol.32，No.1，pp.21-28（2017）

AR とスマートフォン HMD を用いた インタラクティブ避難訓練システムの試作

Prototyping an Interactive Evacuation Drill System Using AR and Smartphone-based HMD

入江 祐生[*1], 光原 弘幸[*2], 獅々堀 正幹[*2]
Hiroki Irie[*1], Hiroyuki Mitsuhara[*2], Masami Shishibori[*2]
[*1] 徳島大学大学院先端技術科学教育部
*1 Graduate School of Advanced Technology and Science, Tokushima University
[*2] 徳島大学大学院社会産業理工学研究部
*2 Graduate School of Technology, Industrial and Social Sciences, Tokushima University
Email: c501737015@tokushima-u.ac.jp

あらまし：近年，ICT 活用型避難訓練が注目されている．本研究では，スマートフォン HMD に AR で災害状況を提示し，訓練参加者に避難行動を選択させるインタラクティブな避難訓練システムを試作している．本システムは，リアルな災害状況をシナリオに基づいて提示し，選択された避難行動に応じてシナリオを分岐させることで，緊迫感を高めて考えさせる避難訓練をめざしている．
キーワード：AR，スマートフォン HMD，避難訓練，防災教育

1. はじめに

相次ぐ大規模自然災害の発生により，我が国では防災が重要課題となっている．近年，防災教育を充実させるアプローチとして ICT が注目されており，さまざまな ICT 活用型防災教育が実施されている．

著者らはこれまで ICT 活用型避難訓練（ICT-Based Evacuation Drill : ICTBED）を提案・開発・実践してきた(1)．ICTBED において，訓練参加者は GPS 搭載の携帯情報端末（スマートフォンやタブレット）を持って避難場所まで移動する．携帯情報端末には，避難シナリオに従って特定の場所でコンテンツ（仮想的な災害状況を表現）が提示される．参加者には，避難場所を選択しながら，制限時間内に避難を完了させることが求められる．避難シナリオは避難行動（選択）などに応じた分岐によりインタラクティブな避難訓練を実現しており，マルチエンディング（例えば，避難成功／失敗）も採用できる．

著者らは，避難訓練には高いリアリティが必要であると考えている．ICTBED では，実際に発生しそうな災害状況を避難シナリオとして構成し，災害状況を動画やスライドショーによるコンテンツで表現することで状況的および視聴覚的リアリティの向上をめざしている．しかし，携帯情報端末の画面サイズには限界があるため，通常の画面閲覧方法では視覚的リアリティを大きく向上することが難しい．また，コンテンツは場所に応じた災害状況を表現しているものの，あらかじめ作成された動画やスライドショーになるため，現実世界（参加者が避難訓練中に見る光景）の間に不一致が生じることも，視覚的リアリティの向上を妨げる一因として挙げられる．

そこで著者らは，使用デバイスとしてスマートフォン HMD（Head Mounted Display），災害状況の表現方法として AR（Augmented Reality）に着目し，これらを組み合わせた ICTBED システム“S-ICTBED”を試作している．

2. S-ICTBED システム

S-ICTBED システムは，スマートフォンに機能が集約されている．スマートフォン HMD とは，スマートフォンを専用のフレームに格納した簡易的な HMD である．フレームは，プラスチックや段ボールとレンズを組み合わせた構造を有しており，軽量で比較的安価で入手できる．

本システムでは，3 次元 CG など多彩な視覚的エフェクトを組み込めるゲームエンジン Unity を採用し，AR の表現力を向上させている．

2.1 AR コンテンツ

本システムにおける AR コンテンツは，AR オブジェクトをリアルタイム映像に重畳表示したものである．災害状況をリアルに表現するには 3 次元 CG が効果的と考え，AR オブジェクトとして 3 次元 CG（炎や煙，津波など）を用意している．炎や煙は Unity のパーティクルシステムという機能により描画される．図 1 に代表的な AR コンテンツ（AR オブジェクトの重畳表示）の例とシステム使用の様子を示す．

2.2 AR の実現

本システムはマーカ型 AR（Unity と連携可能な AR ライブラリである Vuforia）を採用しており，以下の流れで AR オブジェクトを重畳表示する．AR オブジェクトを提示したい場所に，あらかじめマーカを設置しておく必要がある．

(1) 映像取得

スマートフォンの背面カメラからリアルタイム映像を取得し，スマートフォンの画面に表示する．

図 1　AR コンテンツの例（左：炎，右：津波）と S-ICTBED システム使用の様子（中央）

(2) マーカ認識

Vuforia のマーカ認識アルゴリズムにより，AR マーカの角度，大きさを算出する．

(3) AR オブジェクトの重畳表示

AR オブジェクト（3 次元 CG，テキスト，選択式質問など）は避難シナリオ内に記述された設定と認識されたマーカに基づき，Unity によりリアルタイム映像に重畳表示される．

2.3 AR の設定

S-ICTBED システムは XML（eXtensible Markup Language）で記述された避難シナリオに基づいて，AR オブジェクトを重畳表示する．避難シナリオは 1 つ以上のシーン（場所や時間）から構成されており，シーンは 1 つ以上のカット（コンテンツ）から構成されている．場所に対応付けられるシーンは，スマートフォン搭載の GPS のほか AR マーカでも認識される．図 2 に炎の AR コンテンツ設定例を示す．AR コンテンツには，“fire”や“tsunami”など予め用意された AR オブジェクトを指定する．災害の程度（大きさや勢い）は，“intensity”の値を 3 段階（“low”，“medium”，“high”）で指定することで表現できる．

2.4 条件分岐

避難シナリオは，選択式質問への回答や訪問済みカット／シーンなどに応じて条件分岐することが可能で，インタラクティブな避難訓練を実現している．例えば，避難経路で火事が発生している場合，消火するか逃げるかを選択させることで，異なる次シーンに進ませる（図 1 左画像）．

選択式質問は AR マーカを読み込んだ際に表示される．HMD の視点操作（画面中央に固定されたカーソルを表示された選択肢に合わせること）により，選択式質問への回答を可能にしており，HMD を装着したまま避難訓練を継続することができる．

3.　関連研究

AR を用いた防災教育システムとして，細川らの防災情報を可視化するシステムが挙げられる[(2)]．スマートフォンを風景にかざすことで，付近にある防災施設の位置や過去の災害履歴，被害想定結果などの防災情報がカメラ映像に重畳表示される．

AR と HMD を用いたシステムとして，広兼らの集中豪雨を疑似体験するシステムがある[(2)]．実際に起きた豪雨の雨量をもとに雨が降る様子を 3 次元 CG で再現しており，HMD とイヤホンによって映像と音で豪雨を疑似体験できるようになっている．

```
<cut no="1">
  <content type="AR" intensity="high">fire</content>
  <next condition="button_pressed" value="1">2</next>
</cut>
```

図 2　AR コンテンツ（炎）の設定例

板宮の災害疑似体験システムは，スマートフォン HMD を用いて，ハザードマップの情報をもとにした浸水状況や，姿勢と視線に応じた煙の充満を CG の重畳表示で表現することができる[(4)]．

4.　おわりに

本稿では，ICT 活用型避難訓練システム“ICTBED”における視聴覚的リアリティのさらなる向上を目的とする，スマートフォン HMD と AR を融合したインタラクティブな避難訓練システム“S-ICTBED”について述べた．

防災教育への AR やスマートフォン HMD の導入は，今後ますます盛んになると考えられる．S-ICTBED はまだ試作段階である．今後，学校や防災教育施設での実践に耐えられるようなシステムを可及的速やかに完成させる必要がある．その上で，マーカーレス AR を採用するなどして，環境（場所）を選ばないシステムに発展させていきたい．

謝辞

本研究の一部は，科学研究費基盤研究 C（No. 15K01026）の支援を受けた．

参考文献

(1) 光原弘幸: “考えさせる ICT 活用型避難訓練の実践”，教育システム情報学会研究報告，Vol.31，No.7，pp.65-72 (2017)

(2) 細川直史: “消防防災分野における拡張現実の活用”，映像情報メディア学会誌，Vol.66，No.11，pp.928-933 (2012)

(3) 広兼道幸，松岡隼平，辻原涼，戸松純一，徳井亮輔: “拡張現実感を用いた 集中豪雨疑似体験システムの開発と評価”，土木学会論文集 F6（安全問題），Vol.69，No.2，p.I141-I146 (2013)

(4) 板宮朋基:“スマートフォンと紙製ゴーグルを用いた災害状況疑似体験教材の開発と実証活動”，平成 28 年度東三河地域防災協議会受託研究 研究報告書 (2017)

話題間の論理関係に基づいたプレゼンテーション・コンテンツ選択支援手法の提案

Presentation Contents Preparation Support Based on Logical Relationship between Topics

渡邉 雄大[*1]，小尻 智子[*2]
Yuta WATANABE[*1], Tomoko KOJIRI[*2]
[*1] 関西大学大学院 理工学研究科
[*1]Graduate School of Science and Engineering, Kansai University
[*2] 関西大学 システム理工学部
[*2] Faculty of Engineering Science, Kansai University
[*1] Email: k263151@kansai-u.ac.jp

あらまし：理解しやすいプレゼンテーションを構成するためには，論理の飛躍の無いようにコンテンツを説明していく必要がある．これまで，我々は論理的なプレゼンテーションの作成支援のために，論理モデルに基づいてコンテンツを導出・整理するコンテンツ・マップを提案してきた．本研究では，コンテンツ・マップ上で整理されたコンテンツからプレゼンテーションに用いるコンテンツの選択を支援する手法を提案する．
キーワード：プレゼンテーション，論理展開，コンテンツ選択支援，論理モデル，コンテンツ・マップ

1. はじめに

研究活動などの場において意見や主張を伝達するための手段としてプレゼンテーションが頻繁に用いられる．しかし，相手に伝えたい内容が正確に伝わるプレゼンテーションを行うことは容易ではない．特に科学技術論文における研究発表のように、スライドに書かれた内容を主として進行するプレゼンテーションの場合，スライドの内容や順番がプレゼンテーションの内容を決める重要な要素となる．よって，論理的に飛躍のない話題を，関係が理解しやすいスライドの記述・順番で表現することが望ましい．

これまで、プレゼンテーションの作成を支援する研究は多くなされているがその一つとして，プレゼンテーションに内在している意味的構造を理解させることによりスライドの作成スキルを向上させる研究がある[1]．このようなプレゼンテーションを構成するスキーマを理解させる手法では，発表者がスキーマで示された要素しか導出できなくなってしまう可能性がある．発表者自身の意見や主張をもとに，プレゼンテーションに組み込む要素を選択できるようになる必要がある．

論理的に飛躍のないプレゼンテーションをするためには，発表者自身の意見や主張が，論理的に飛躍のない形式で導出・整理されている必要がある．我々はこれまで，プレゼンテーションを構成する話題の論理展開を論理モデルとして提案してきた．そして論理モデルに沿って話題を整理するためのコンテンツ・マップを提案し，その作成を支援するシステムを構築してきた[2]．発表者はこのコンテンツ・マップとして整理された話題群より，論理的に飛躍の無いようにプレゼンテーションで用いる話題を選択する必要がある．本稿では，プレゼンテーションの主題に対するコンテンツ・マップ上の各話題の必要性を評価し，発表者の話題の選択を支援する手法を提案する．また，必要性の評価手法を考案するための予備実験の結果を示す．

2. コンテンツ・マップ作成支援システム

コンテンツ・マップ作成支援システムは，論理モデルに基づいて，プレゼンテーションの素材となる話題を導出・整理するためのシステムであり，図 1 のように話題とその関係がグラフ形式で整理できるようになっている．論理モデルとは，科学技術の研究を構成する要素とその論理関係を表現したものであり，図 2 に示される．

システムでは，この論理モデルの要素に対応する話題をノードとして生成できるとともに，話題間に因果・包含関係を付与することができるようになっている．また，論理モデルに沿った話題の導出と整理を促進するため，論理モデルとして表現されていない話題間への関係の作成を禁止する機能と，選択された話題と接続可能な話題を推薦する機能を有している．

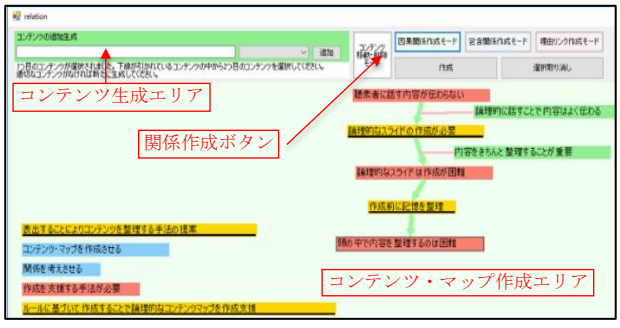


図 1. コンテンツ・マップ作成支援システム

3. コンテンツ評価によるコンテンツ選択支援

プレゼンテーションには，それぞれの発表ごとに最も伝えたい主題となる話題が存在する．発表者は主題を説明するために必要な話題を，論理的に飛躍の無いようにコンテンツ・マップから選択することとなる．

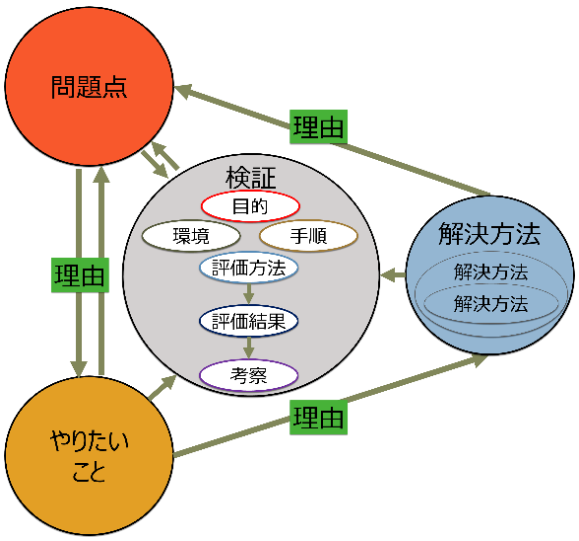


図 2. コンテンツの論理モデル

話題の必要性は主題から論理展開を重ねるごとに減衰すると考える．主題と論理関係が近ければプレゼンテーションに必要であり，逆に遠くなれば必要性は小さくなる．そこで，コンテンツ・マップの各話題の必要度 C を式 1 のように定義した．ここで，n は主題から話題までのリンクの数を表し，α_i は i 番目のリンクに対応する論理展開ごとの必要度の減衰の大きさ(以下，減衰レベル)を表している．α_i は主題の種類と，論理展開の前後 2 つの話題の種類に応じて異なる．なお，減衰レベルには論理関係に沿って話題を展開していく順方向の値と，論理関係を逆向きに話題を展開していく逆方向の値が存在する．

$$C = 1.0 * (\alpha_0 * \alpha_1 * \ldots * \alpha_n) \quad \cdots (1)$$

このようにして導出された必要度 C が一定以上であれば，主題を説明するために必要な話題であると判断する．発表者が必要度が閾値以上の話題を選択していないときには，その話題のプレゼンテーションへの導入を促すなどの支援を行う．

4. 減衰レベル定義のための予備実験

論理モデルで定義される各論理関係の減衰レベルを決定するために実験を行った．本実験では，減衰レベルを具体的な大きさで求めるのではなく，「ア：減衰しない」，「イ：少し減衰する」，「ウ：減衰する」のいずれかであるかを特定することを目的とする．

コンテンツ・マップを用意し，主題となる話題を指定したうえで，いくつかの論理関係について片方の話題がプレゼンテーションに組み込まれたとすると，もう片方の話題の必要度がどれくらい減るかを，上述のア～ウの選択肢から答えてもらった．配布した問題用紙の一例を図 3 に示す．実験協力者はコンテンツ・マップの対象となる研究を理解している研究者 3 名である．なお，3 名の回答が異なった箇所については，新たな実験協力者 3 名に回答してもらい，合計 6 名の多数決により決定した．

3 名の回答のうち，2 名以上の実験協力者の回答が同じであれば，それを減衰レベルとして定義した．

「解決方法」の話題を主題とした場合の，論理関係の減衰レベルを図 4 に示す．黒色が順方向の減衰レベルを，灰色が逆方向の減衰レベルを表している．今回の実験では，コンテンツ・マップ上に「問題点」から「検証」の逆方向と，「やりたいこと」から「検証」が存在しなかったため，減衰レベルを定義できなかった．

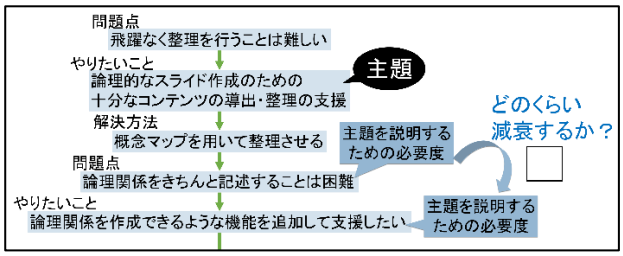


図 3. 問題用紙の例

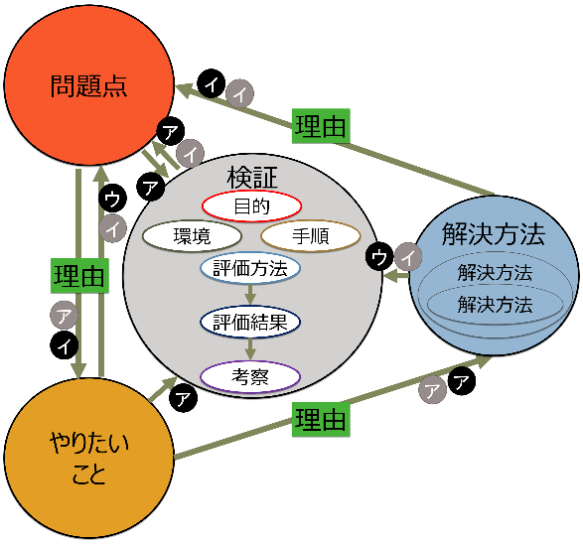


図 4.「解決方法」の話題を主題とした回答結果

5. まとめ

本研究では，コンテンツ・マップからプレゼンテーションに用いる話題の選択を支援するための，話題の必要度とその計算方法を提案した．また，必要度の計算に用いる減衰レベルを決めるための予備実験の結果も示した．

今後は予備実験で決定した減衰レベルの妥当性を検証するとともに，減衰レベルを具体的な値に置き換える必要がある．また，必要度を用いてコンテンツの選択を支援するシステムを構築していきたい．

謝辞

本研究の一部は JSPS 科研費(16H03089)の助成による．

参考文献

(1) A. Tanida, S. Hasegawa and A. Kashihara: “Web 2.0 Services for Presentation Planning and Presentation Reflection”, Proc. of International Conference on Computers in Education, pp. 565-572 (2008)
(2) 渡邉雄大，小尻智子：“ロジカル・プレゼンテーションのためのコンテンツ・マップとその生成支援システムの提案”，電子情報通信学会技術研究報告，Vol. 115, No. 492, pp. 255-260 (2016)

Moodle におけるリソース情報の自動追加の試み

Development of Automatic Adding Function of Material in the Moodle

大西 淑雅[*1], 山口　真之介[*1], 西野 和典[*2]

Yoshimasa OHNISHI[*1], Shin'nosuke Yamaguchi[*1], Kazunori NISHINO[*2]
九州工業大学 [*1]学習教育センター [*2]教養教育院
Kyushu Institute of Technology
[*1]Learning and Teaching Center, [*2]Institute of Liberal Arts
Email: ohnishi@el.kyutech.ac.jp

あらまし：シラバス参照や履修登録を行う教務情報システムは，LMS などの学習支援サービスと独立していることが多い．複数のシステムを統一する一般的な方法として，シングルサインオンなどの技術を用いる．我々は，学生が参照する機会が多い情報は LMS に集約する方針に基づき，Moodle 上の各コースに対応するリソース情報を自動的に追加する試みを行った．本報告では，構築実例を紹介し，システム連携に関するアンケート結果について述べる．
キーワード：Moodle，Moodle API，プラグイン，システム連携，ログ

1. はじめに

ICT を活用した教育実践が増加するにあたり，学習履歴や学習行動を分析する Learning Analytics (LA) が注目されている．システムが保有するログや関連する各種情報を収集し分析することで，教育方法の改善や学習方法の見直しへの活用が期待される．

教員や学生の活動を記録する先行事例[(1)]は多く報告されているが，ログの収集法に関する議論は不足している．今後，電子書籍の教科書採用や PC 必携化が進むにつれて，ログの分散化が進むと考えられるため，ログの収集には工夫が必要である．

我々は，講義アーカイブシステムの構築[(2)]経験に基づき，教育関連システムが提供する情報を，学習・教育活動の際にもっとも使用される学習支援システムに集約する仕組みの検討を行った．多くの大学で Learning Management System (LMS) としての利用実績のある Moodle を対象に，我々は，シラバス内容を対応するコースへ追加を試みた．

本報告では，Moodle と外部システムの連携について構築実例を紹介し，自動化に関する簡単なアンケート結果について述べる．

2. Moodle との外部連携

Moodle には，外部システムとの連携を可能にする Moodle service API [(3)] (以下，Moodle API)が用意されている．外部システムからは REST API を経由して Moodle 内にあらかじめ用意されている標準機能を呼び出すことができる．また，ローカルプラグインを別途用意すれば，オリジナル機能を外部システムから制御可能である．

2.1 外部連携オリジナル機能

以下の 5 種類のリソースに対して，作成・読込・変更・削除といった操作を，外部から制御できるローカルプラグインの開発をサポート企業に委託した．データの引き渡しおよびレスポンスは XML 構造とし，コードは UTF-8 とした．なお，ホルダ・ファイルに関するファイル自身の操作は，実装しないこととした．また，パラメータ指定のない項目は Moodle の規定値とした．

- ページ：4 つの操作すべて実装
- リンク：作成操作を除き実装
- ラベル：作成操作を除き実装
- ホルダ：作成操作を除き実装
- ファイル：作成操作を除き実装

一例として，ページの作成操作について概要を説明する．名称，説明，コンテンツ，モジュール共通設定（可視性，ID ナンバー），タグのパラメータを指定し，オリジナルプラグインを呼び出す．ページの作成場所の指定は，コース ID（内部 DB mdl_course テーブルの ID），トピック番号，ポジション（トピック内でのページの位置）のパラメータを指定する．なお，他の機能[(4)]については説明を割愛する．

図 1:コース概要の一例

2.2 シラバスシステムとの連携

シラバス内容を学生に参照させるためには，シラバスシステムへのリンク情報を送る，シラバスシステムに蓄積された内容を送る，などの方法が考えられる．コース上のリンク情報は「リンクの作成操作」によって実現可能である．しかし，シラバスシステムへの誘導は，履修（コース登録）前が適当であるため，コース作成時にコース概要としてリンク情報を挿入した（図 1）．

次に，シラバスの内容を対象コース上のリソース「ページ」として，自動挿入する連携を構築した（図

2)．連携サーバにおいて，Name タグにリソース名称（シラバス），Contents タグにシラバスの内容を含んだ XML データを作る．その上でコース ID などを指定し，オリジナルプラグインを呼出す流れとなる．

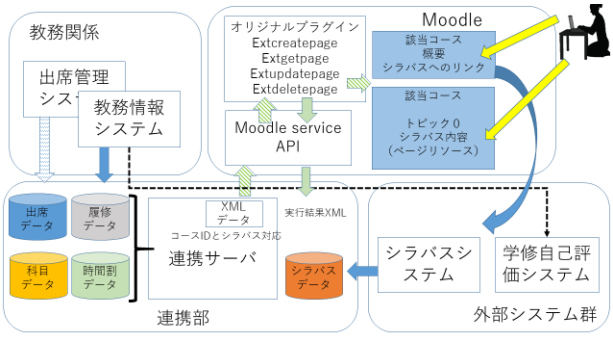


図 2:シラバスシステムとの連携

3.　自動化に関するアンケート

本学の Moodle への集約（各種自動）化は 2016 年度よりに進めてきた．自動化に関する評価として，教職員を対象としたアンケートを 2017 年 5 月に行った. 114 の回答数から学習支援サービス(Moodle)の利用教員 66 人の回答を示す．

3.1 コースの自動作成と学生のコース登録

図 3 にコースの自動作成の利用結果について示す．自動作成の活用が確認できる反面，本学では教職員がいつでもコースを作成できるため，手動作成の活用も確認できた．また，2005 年度より推奨してきた「学生によるコースへの自己登録」の利用が最も多いが，「履修データとの連携に期待」も若干確認（図 4）できた．

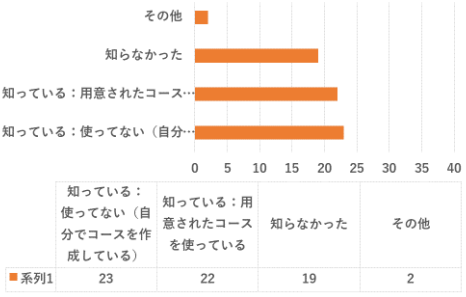


図 3:コースの自動登録※2016 年度より連携を開始

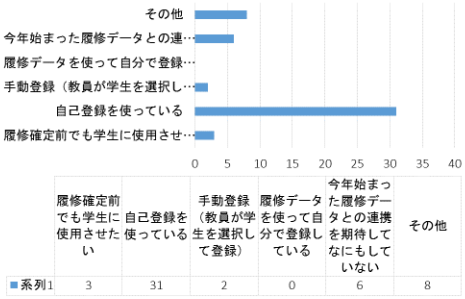


図 4:学生のコース登録の方法

3.2 履修データの自動連携とシラバスの自動挿入

図 5 から履修データとの自動連係は認知度がまだ低いため，アンケート調査の継続が必要である．一方，図 6 から，「コースにシラバス内容が自動挿入される」ことについて概ね受入れ可能であることがわかった．今後，リソース情報の追加は，教職員の編集の自由を制限しない上で進める必要がある．

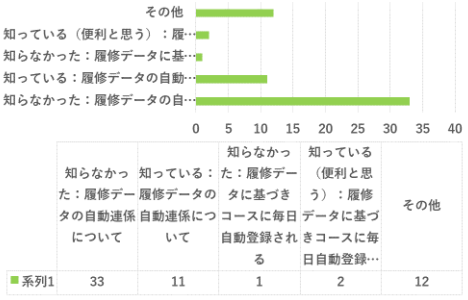


図 5:履修データの自動連係※2017 年度暫定開始

図 6:自動挿入に関する印象

4.　まとめ

学生に参照を勧める情報は LMS に集約する方針に基づき，シラバスシステム上に蓄積された内容を定期的に Moodle へ送信する仕組みを構築した．学生は最新のシラバス内容を，該当コース上で確認でき，教職員はコース構築の手順を一部削減できる．なお，連携に必要な機能 (4) はプラグインとして実装したため，他の外部システムとの連携を構築する際にも参考となる．また，Moodle のログ機能で，集約された情報に対する参照回数を把握できる．

開発したプラグインは，挿入・修正・削除に加え，読込が可能である．5 種類のリソースに関連する情報の提供を行うこともできるため，今後ログの分析・活用方法を具体的に検討したい．

5.　謝辞

プラグインの一部は委託企業の了承のもと，別途公開の予定である．なお，本研究の一部は JSPS 科研費 16K01069 の助成による．

参考文献

(1) 近藤秀樹: “PC 上での網羅的な履歴による過去の活動全体の再構成と問題解決への履歴利用の可能性”，日本認知科学会,認知科学 Vol.17,No.2,pp.332-348 (2010)
(2) 大西淑雅,山口真之介,西野和典: “フリーウェアを用いた講義アーカイブシステムの実現”，大学 ICT 推進協議会 2015 年次大会，CDROM[3D3-3].8 ページ(2015)
(3) The Moodle Project : “Web service API functions”, https://docs.moodle.org/dev/Web_service_API_functions
(4) ローカルプラグインの設計・開発 http://www.ltc.kyutech.ac.jp/center/research/ohnishi/

ゲーム戦略を題材とする継続的なコード更新を誘導する大会形式のプログラミング演習

Programming Exercises to Induce Continuously Modification with Game Strategy and Contest Style

花川 直己[*1], 玄馬 史也[*1], 富永浩之[*1]
Naoki HANAKAWA[*1], Fumiya GEMBA[*1], Hiroyuki TOMINAGA[*1]
[*1] 香川大学工学部
[*1]Faculty of Engineering, Kagawa University
Email: s16g464@stu.kagawa-u.ac.jp

あらまし： ゲーム戦略を題材とする応用プログラミング演習を提案している．得点形式によるカードゲームの C 演習と，対戦形式によるボードゲームの Java 演習を実践している．大会期間を設け，何度でも戦略の提出を受け付ける．戦績による実行性能としての外部評価，コード指標による品質としての内部評価，進捗状況など多面的な評価を取り入れている．これにより，強い戦略と良いプログラムを目指した継続的なコード更新を誘導する．本論では，それらの手法とこれまでの状況を議論する．
キーワード：ゲーム戦略プログラミング演習，大会期間の継続的な更新と提出，進捗状況の多面的な評価

1. はじめに

大学情報系の応用プログラミング演習において，習得すべき事項として，大きく 2 点がある．1 つは，アルゴリズム的なアプローチによる，問題解決の手段としてのプログラミング技能である．もう 1 つは，ソフトウェア開発手法に基づき，継続的に改善していく業務としてのプログラミングの姿勢である．これらを学ぶための演習の題材として，IT 分野の内容に関する課題や実際業務を模した情報システムの開発などが挙げられる．しかし，学生の知識理解や社会経験の不足のため，問題設定の入り口で躓いてしまい，問題解決の実践まで進むことが困難である．

本研究室では，知識情報処理の分野から，ゲーム戦略を題材とする演習を実践している．着手操作の条件判定と定式化，局面のパターン認識，先読みによる知的探索，シミュレーション試行などの手法が学習内容である．戦略同士の大会形式にすることで，競争型学習の要素も盛り込まれ，動機付けへの効果も期待できる．加えて，最強の正答と言える戦略は明確に与えられるものでなく，相手との対抗による持続的な改良が求められる．これにより，継続的なプログラムの更新の姿勢なども学ぶことができる．

2. カードゲーム戦略の演習とシステム WinT

カードゲーム戦略を題材とする競争型の演習では，ゲームの題材としてポーカーを採用している。手札の 5 枚を山札と交換しながら，9 種類の手役の 1 つを作る．各手役の配点は，単純な出現確率ではなく，プログラムとしての実装の難度に応じて決めておく．1 回のテイクでのチェンジ数を定めておく．十分にシャッフルされた 1 つの山札でテイクを繰り返す．

テイクごとの傾斜掛率を導入し，各テイクで作った手役の重み付きの合計点を，その山札での素点とする．ランダムな相当数の山札での平均を戦略プログラムの得点とする．実施要項として，チェンジ数とテイク数，傾斜掛率のレギュレーションは，年度によって変更する．戦略では，残りの山札の状況や傾斜掛率を考慮した手役を狙わなければならない．

2010 年度から演習に採用し，2013 年度から支援システム WinT を運用している(図 1a)．コード量や冗長性に関するコード指標を導入し，コード更新の目安を示している．特に，2016 年度から，関数ごとの ABC サイズの導入により，コードの改善に大きな効果があった(1)．また，山札の残りが少ない終盤で，先読みシミュレーションを採用する戦略が増え，全体的な達成度も向上した．

3. ボードゲーム戦略の演習とシステム WinG

ボードゲーム戦略を題材とする対戦型の演習では，ゲームとして，二抜き連珠(ペンテ)の変種として，五五を採用している．五五は、五目並べに連珠の要素を加えたものである．勝利条件は，連と取の 2 種類があり，それぞれに対して、攻撃と防御の優先度が考えられる．そのため，初心者でも戦略に個性が出やすい特徴がある．戦略の評価としては，総当り戦での勝点の合計で順位を決める．

2011 年度から，情報系学科の必修授業の課題として実施している．また，これまでの取組として、演習のフレームワークの提案，支援システム WinG の開発と運用を行っている(図 1b)．戦績については，レイティング指標である重付勝点度 WWG を導入し，より精密な戦績の評価を試みている(2)．

4. 成果物の外部評価と内部評価

ゲーム戦略プログラミングは，単純に仕様を満たすだけの課題ではない．ルールに沿った上で，強い戦略を目指さなければならない．さらに，良いプログラムであることが望ましい．本演習では，受講者

が作成した戦略プログラムを成果物として捉え，外部評価と内部評価の指標を付与している．

外部評価は，主に実行性能を指す．一般に，実行性能は，計算精度や処理速度を求めるものである．ゲーム戦略においては，強さを表す得点や勝敗を指す．本演習では，外部評価が主目標となる．

内部評価は，ソフトウェアメトリクスによるコードの品質の評価である．本論では，冗長性，効率性，構造化，可読性の 4 つの観点で評価する．具体的には，静的解析ツールに基づくコード指標に着目する．一般に，強い戦略はそれなりに複雑なコードを有するが，その効果が乏しいものもある．その場合，品質の低いコードであると判断できる．

そこで，得点とコード指標の相関性に注目し，散布図 SMP と再帰的指標 RCM を提案している(図 2a)．これにより，戦績に対する相対的な指標との相関による特異的なコード検出を実現している．また，ABC サイズなど，コード指標の有効な組合せも検討している．

5.　個人進捗の分析

戦略プログラムの成果物の評価に加え，個人進捗にも着目した分析を試みている(図 2)．予備大会での外部評価と内部評価を，時間経過の観点から捉え直す．まず，外部評価と時間経過の組合せとして，提出順にプロットした成績推移グラフ STG (b)を提案している．次に，外部評価とコードの絶対量を二軸とし，更新状況を視覚化した進捗推移グラフ TDQP (c)を提案している[3]．更新ベクトルの方向を類型化し，学生の実装傾向を把握する．そして，コード差分量と時間経過を組み合わせた差分変動グラフ CDG (d)を提案している[4]．これらにより，学生のコード更新の特徴を捉える．例えば，ロールバックやリファクタリングのタイミングを見出したり，機能追加とコード整理のサイクルの把握を試みる．

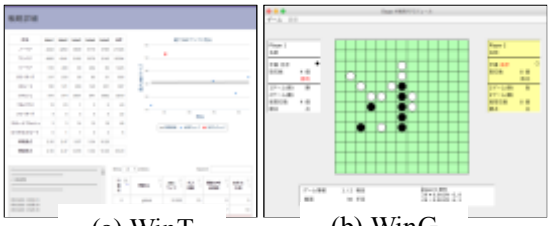
6.　まとめと今後の課題

カードゲームおよびボードゲームの戦略を題材とする大会形式の応用プログラミング演習を提案している．それぞれのルールを策定し，実行性能としての得点や勝敗で順位を付ける．コードの継続的な更新が可能な予備大会と，成績を確定させる最終大会を設けている．両者には共通点も多く，表 1 のような相違点もある．

本論では，外部評価だけでなく，幾つかのコード指標を提示し，内部評価としてのコード品質も測る．個人の進捗状況として，外部評価や内部評価と時間経過を組み合わせた視覚化も行っている．これにより，教室全体や個人の演習状況を適切に把握する．これらを視覚化し，類型的に捉えて，適切な指導や警告を行う．これにより，フィードバックに基づくコードの継続的な更新を誘導する．現在，これらをシステムの機能として実現を目指している．

参考文献

(1) 玄馬史也，花川直己，富永浩之: “ポーカー戦略を題材とする応用 C プログラミング演習の支援と実践 - ABC サイズに基づくコード指標の提示機能と得点との相関性 - ”，信学技報，Vol.116，No.517，pp.89-94 (2017)
(2) 山田航平，富永浩之: “ボードゲームの戦略プログラミングを題材とした Java 演習支援 - 間引き対戦の導入と提出戦略の詳細分析 - ”，情処研報，Vol.2013-CE-124, No.10, pp.1-6 (2014)
(3) 花川直己，玄馬史也，阿部隆幸，富永浩之: “カードゲーム戦略を題材とする応用 C プログラミング演習の支援と実践 - 大会中の提出コードの更新状況による個人進捗の分析手法 - ”，信学技報，Vol.115，No.492，pp.51-58 (2016)
(4) 花川直己，富永浩之: “ボードゲーム戦略を題材とした Java 演習の大会中の提出コードの差分と得点推移による個人進捗の視覚化”，教育情報システム学会第 41 回全国大会公演論文集，Vol.41，pp.365-366 (2016)



(a) WinT　(b) WinG

図 1　ゲーム戦略を題材とする演習

表 1　カードゲームとボードゲームの差異

カードゲーム演習　WinT	ボードゲーム演習 WinG
カードゲーム　ポーカー	ボードゲーム　五五
不完全情報ゲーム	完全情報ゲーム
単独実行の得点形式	対戦実行の勝敗形式
GA による理想得点に対する達成度	レイティング指標としての重付勝点度
手続型 C 言語	オブジェクト指向型 Java 言語
自作のユーザ関数	豊富な API の利用

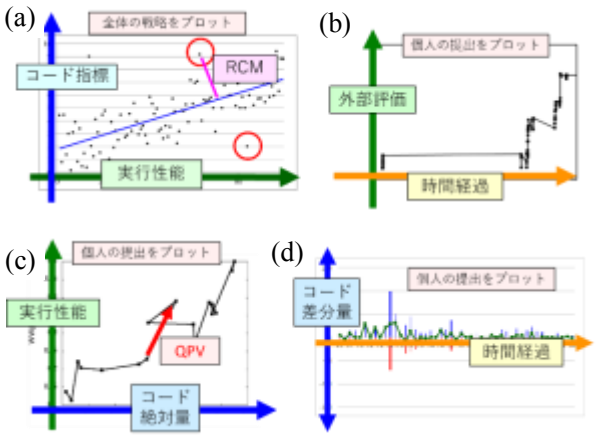


図 2　コード指標と実行性能の視覚化

歴史的解釈活動支援に向けた風刺画の教材化

Historical Cartoons as Learning Materials to Enhance Historical Interpretation

室谷 大貴，瀬田 和久，林 佑樹
Daiki MUROYA, Kazuhisa SETA，Yuki HAYASHI
大阪府立大学大学院　人間社会システム科学研究科
Graduate School of Humanities and Sustainable System Sciences, Osaka Prefecture University
Email: muroya@ksm.kis.osakafu-u.ac.jp

あらまし：学びの文脈において，物事を推論しその背景を解釈する活動によって養われる論理的思考は様々な学問分野で重要な役割を果たす．本研究では，歴史的解釈活動を題材として，学習者自身が能動的に歴史事象に解釈を与える活動を実践し，物事の背景を洞察する学習態度を涵養することを目指した学習環境を提案する．本稿では，歴史的解釈を行う際に必要となる“観点”を学習者に認識させるために，学習教材として意味情報を付与した風刺画を利用した学習活動を議論する．
キーワード：歴史的推論，風刺画，歴史的解釈活動

1. はじめに

物事の背景を解釈する活動によって養われる多角的な見方，論理的な考え方は，あらゆる学問分野において重要な役割を果たす．一方で，教師から学習者への知識の教授を中心とした学習形態では，多くの学習者にとって物事についての明示的知識の習得に留まってしまうことが多い．

歴史学習においても，歴史的推論の重要性が指摘されており，歴史事象の原因や背景を解釈する学習態度が求められている（例．世界的に知名度の低かった日本の日清戦争での勝利は，欧米列強の中国進出の契機となり，帝国主義時代の扉を開いた）．しかし，多くの学習者は，歴史事象をどのような“観点”のもとで解釈するべきなのかの方略を有していないため，歴史事象が起きた「年代」や「発生場所」などの表面的な知識のみの学習に留まる傾向にある[1]．

本研究では歴史事象を題材として，学習者自身が能動的に深掘りし，解釈を導出するという一連の活動を支援する学習環境を開発し，物事の背景を学び取る学習態度を養うことを目的とする．本稿では，学習者に歴史的解釈の“観点”を認識させる学習教材としての「風刺画」[2] に着目し，風刺画の情報を計算機可読な形にすることで，計算機が適応的に学習者の歴史的解釈活動を促す「問い」を提示する学習活動支援のアイディアについて議論する．

2. 歴史的解釈活動支援に向けた環境設計

本研究が学習教材として利用する風刺画の特徴は，古文書や古記録などの文字資料と比較して，歴史事象を多面的・多角的に捉えることができる点が挙げられる．さらに，風刺画のような絵画資料を学習に活用する意義として，学習者にその当時の人物が何を考えていたのかについて洞察する機会を提供できる点や，社会的な問題や出来事を効果的に要約し，学習者に提示できる点などが挙げられる[3]．

このような特徴を持つ風刺画を利用した学習活動として，本研究では黒田が定義した歴史学者が絵画資料を読み解く際に用いる 3 つの方略[4]を参考にする．我々が本稿で提案する学習活動との対応を表 1 に示す．

表 1 本学習環境における学習活動

読解方略（フェーズ）	学習活動
（1）事実認識	描かれている各オブジェクトが何を表現したものかを読み解く
（2）関係認識	描かれている各オブジェクト間の違いが何を意味するかを読み解く
（3）意味認識	（1），（2）で得た理解を統合し，風刺画の背景を読み解く

3. 風刺画を利用した学習活動と内部構造

図 1 に，風刺画を利用した学習活動とその活動を支援するために計算機が内部で扱う情報を示す．本研究では，学習者が歴史的解釈活動を行うための土台を構築できるように，2 章で述べた 3 つの読解フェーズを適宜横断しながら，段階的に風刺画を読み解いていけるように学習活動がデザインされている．加えて，各フェーズにおける学習者の読解活動を深めるために，風刺画に意味情報を付与し，学習者の読解状況に沿って，その読み解きを促す「問い」を計算機が動的に提示する仕組みを採っている．

計算機が内部で扱う意味情報として，図 1 に示される[a]風刺画に表現されているオブジェクト，[b]オブジェクトの属性・それらの関係，[c]風刺画で用いられる表現技法，[d]風刺画の各オブジェクトに設定した視線対象エリア，に関する情報を扱う．本研究では，アイトラッキングデバイスを利用し，[a]と[d]の対応に基づき，計算機が学習者の興味を推定することを想定している．さらに，[c]に関して，黒田は風刺画を読み解く際には風刺画特有の表現技法を手がかりに読み解いていくことが効果的であると主張しており，本稿では Historical Society of Pennsylvania[5]が定義している風刺画の表現技法（① Symbolism ② Irony ③ Analogy ④ Exaggeration ⑤ Inference）を参照する．また，学習者に提示する「問

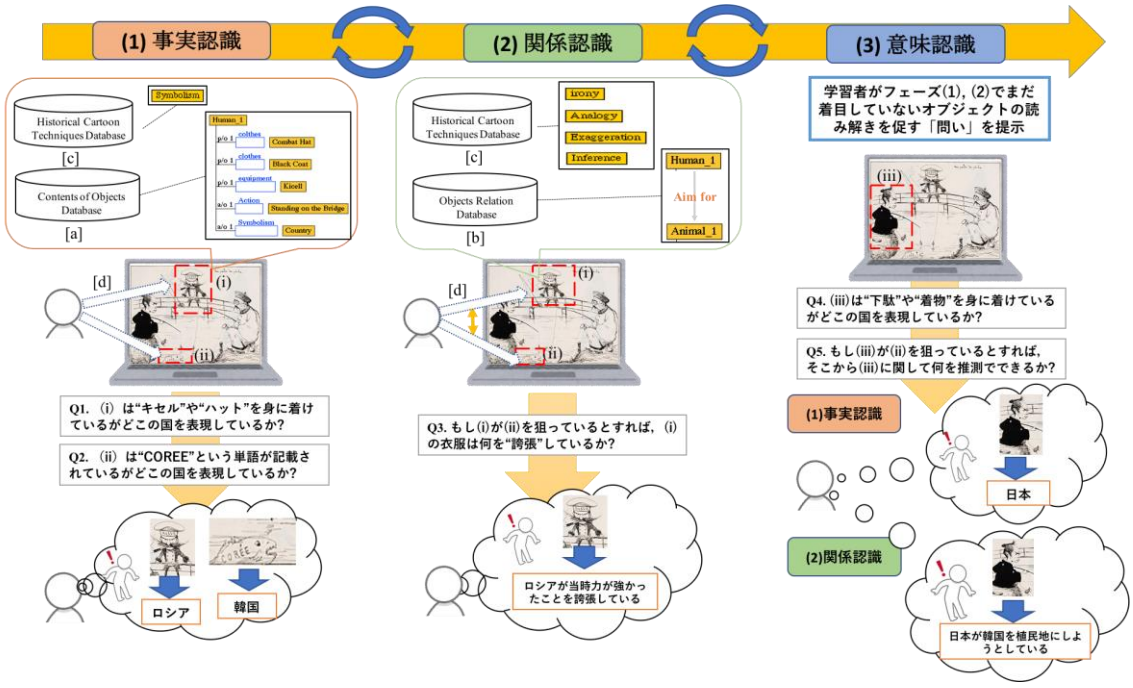


図 1：学習活動とシステムの内部構造

い」生成の仕組みは，Jouault ら[6]が提案している Question Generation Framework の仕組みを応用し，事前に[c]の意味情報に基づき設定された問いのテンプレートと，その他の意味情報（[a], [b], [d]）を用いて学習者に風刺画の読み解きを促す「問い」を提示する．以下，各読解フェーズを説明する．

(1) 事実認識：事前に各オブジェクトに設定した[d]の情報に基づき，学習者が着目しているオブジェクトを推定する．そして，[b]の意味情報（例. 図 1 の（i）の“髭”を蓄えた“コート”を着ている男は“国”を表現している）と，[c]の意味情報のうち「象徴化」（Symbolism）の表現技法を組み合わせることにより，各オブジェクトの「Symbolism」を考察させる「問い」（例. 図 1 の Q1, Q2）を生成する．学習者はこの「問い」に基づき，各オブジェクトが何を風刺して表現されたものであるかを考察できる．

(2) 関係認識：（1）のフェーズで学習者が着目したオブジェクト間の視線の動きに基づき，学習者がどのオブジェクト間の関係に興味を持っているのかを推定し，[b]の意味情報（例. 図 1（i）は（ii）を狙っている）と， symbolism を除いた[c]の意味情報（Irony, Analogy, Exaggeration, Inference）を組み合わせて，各オブジェクトの意味理解を促進させる「問い」（例. 図 1 の Q3）を生成する．提示された「問い」により，オブジェクト間に込められた製作者の意図を学習者に考察させる活動を促す．

(3) 意味認識：学習者は，（1），（2）のフェーズにおける読解活動で考察したことを踏まえ，各オブジェクトの時代背景を深掘りする活動を実践する．吉川はこのような個々のオブジェクトの時代背景を読み解く活動が，歴史的背景を洞察するというマクロなレベルの解釈活動に寄与すると主張している[7]．一方で，本フェーズにおける読解活動で産出される解釈は，学習者により異なるため，予め知識ベースを用意し，個々に追従する適応的支援は困難である．そこで本研究では，（1）と（2）のフェーズで学習者がまだ着目していないオブジェクトの読み解きを促す「問い」（例. 図 1 の Q4, Q5）を学習者に提示する．これにより再度（1），（2）のフェーズの読み解き活動を行わせ，マクロな歴史的背景を読み解く土台の再形成を促すことを考えている．

4. おわりに

本論文では，風刺画を利用した学習者の歴史的解釈構築活動を支援するための学習環境について議論した．今後は，本稿のアイディアに基づくシステムを開発し，この有用性を検証していく予定である．

参考文献

(1) Spoehr, K. T., & Spoehr, L. W.: “Learning to think historically”, *Educational Psychologist*, 29(2), pp71–77 (1994)
(2) Georges, F. B.: “Une partie de pêche”，トバエ 第 1 号 (1887)
(3) Stradling, R.: “*Teaching 20th century European history*”, Council of Europe (2001)
(4) 黒田日出男: “姿のしぐさの中世史”，平凡社(1986)
(5) Historical Society of Pennsylvania, https://hsp.org/
(6) Jouault, C., Seta, K., & Hayashi, Y.: “Content-Dependent Question Generation Using LOD for History Learning in Open Learning Space”, *New Generation Computing*. Vol.34, No.4, pp367-393 (2016)
(7) 吉川幸男: “歴史授業における絵画教材の構成と歴史理解の動態-歴史に関する発話の分析を通して-”，研究論叢 50 号，山口大学, pp.133-152 (2000)

表情表現の不均一性を起因とした予測誤差検出過程を表現する定性的脳機能モデルの提案

Proposal for qualitative brain-function model representing process on prediction error detected in atypical facial movement recognition

田和辻 可昌[*1 *2], 松居 辰則[*2]
Yoshimasa TAWATSUJI[*1 *2], Tatsunori MATSUI[*2]
[*1] 早稲田大学 大学院人間科学研究科
[*1]Graduate School of Human Sciences, Waseda University
[*2] 早稲田大学 人間科学学術院
[*2]Faculty of Human Sciences, Waseda University
Email: wats-kkoreverfay@akane.waseda.jp

あらまし：ヒト型の教師エージェントによる表情表現は適切な様態で表出されなければ，かえって否定的な印象を学習者に与えてしまう．このためには，ヒト型エージェントが表出する表情に対する人間の認知過程を原理的に理解することが望まれる．そこで本研究では，ヒト型エージェントの顔の上半分と下半分で表情表現が一致あるいは不一致である場合を検討し，ヒト型エージェントに対する表情認知過程を説明する定性的脳機能モデルを提案する．
キーワード：教師エージェント，表情，不気味の谷，脳機能，定性的記述

1. はじめに

教師エージェントによる感情的表現（e.g.表情）は，学習者の学習意欲を向上する上で重要な役割を果たすと考えられる．このような教師エージェントは人の外見に近づけられることで，様々な感情的表現が可能になるといえる．ところが，人型のエージェントにおいて，設計者が笑顔の表情を意図して実装したとしても，受け手はその表情に対して否定的に評価することがある（ref.「不気味の谷」(1)）．

「不気味の谷」現象の発生メカニズムに関して，「期待動作との不一致」という説明の枠組みが提案されている(2)．ヒトのような外見をもつアンドロイドは，その外見から典型的なヒトの身体動作を行うであろうという期待を観察者に誘発させる．一方で，実際のアンドロイドは機械的な身体動作を行うため，この期待動作と知覚動作との間に齟齬が起こる．この齟齬が不気味さ形成に関与していると考えられている．また，顔認知においては，早期の発達段階における顔認知の熟達化が不気味の谷形成に関与していることも示唆されている(3)．以上から，ヒトは顔および表情を見る際に，(i)発達段階で学習された典型的な顔動作が知覚されると予測するが，(ii)この動作と異なる顔の動作を知覚することで(iii)予測動作と知覚動作の間に齟齬が生じ，(iv)不気味さに関わる印象形成がなされると考えることができる．ところが，このような情報処理過程は，どのような神経基盤によって支えられているのかという点に関して明らかになっていない．

そこで本研究では，表情動作の予測誤差に至る情報処理過程を説明する定性的脳機能モデルを構築することを目的とする．特に，非典型的表情動作（e.g. 顔の上下で表情表現が異なる）知覚に対して誤差が検出されるために必要な脳機能の定性的結合に関する議論を行い，モデルの神経科学的妥当性について検討する．

2. 先行研究

表情認知には皮質下と皮質が相互に関わっており(4)，皮質下による情報処理は，迅速な情動情報処理を可能にしていることが示唆されている．また，表情表現の動作的側面は上側頭溝が関与していることが知られている(5)．一方，知覚心理学の分野では，人間の表情知覚は，快－不快（Valence）と覚醒（Arousal）を基底とする心理次元から解釈される．特に，近年では，この心理次元に係る神経基盤が実験的に検証されており，快－不快の評価には側頭葉および紡錘状回が，覚醒の評価には扁桃体や小脳の関与が示唆されている(6)．さらに近年，小脳も感情認知に関与していることが示唆されており(7)，我々はこれまでこの小脳が表情動作の予測に貢献していることを仮説的に提案している．

3. シミュレーション

3.1 構築・実装したモデル

図 1 に構築したモデルを示す．入力として表情表出を行う対象における皺眉筋（corrugator supercilii）および大頬骨筋（zygomatic major muscle）の動作の on-off を制御した．皺眉筋は怒り顔の表情表現に関して眉を動かす表情筋で，大頬骨筋は笑顔の表情表現に関して口角を引き上げる表情筋である．知覚された表情表現の動作的側面は上側頭溝によって，その快－不快に関する評価は側頭葉／紡錘状回によって処理される．また，対象の覚醒の程度は扁桃体を含む辺縁系で迅速に処理される．さらに，小脳内部モデルによって，知覚された表情の感情的側面から各表情筋の予測動作が計算される．尚，この予測動作は学習された計算機構であるとして予め動きの系列を明示的に与えた．上側頭溝によって計算された知覚動作と小脳で計算された予測動作を基に前頭皮質でそれぞれ動作の比較がなされ，齟齬がある場合は頭頂皮質(2)に情報が伝播され，注意機構が働く．

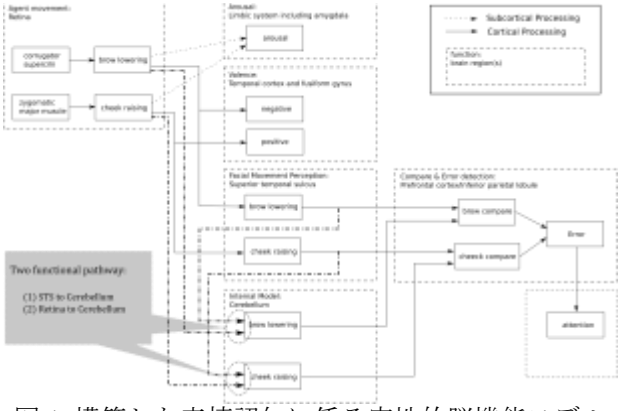


図 1 構築した表情認知に係る定性的脳機能モデル

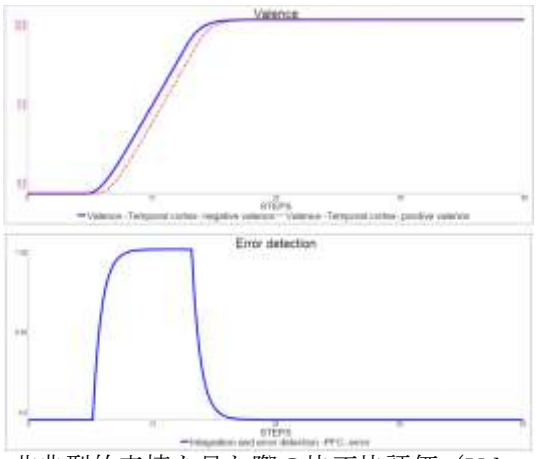


図 2 非典型的表情を見た際の快不快評価（Valence）と誤差検出（Error detection）の時系列変化

構築したモデルにおいて,まず典型的な怒り顔(皺眉筋のみを動かす),典型的な笑顔（大頬骨筋のみを動かす）に対して，齟齬（Error）がなく，快－不快（Valence）評価が適切になされる条件を確認した．この上で，それぞれの表情筋を同時に動かした場合（非典型的動作）でどのように快－不快評価が変化するかを検証した．

3.2 結果

まず，典型的な表情を齟齬がなく知覚・評価されるためには以下の条件が必要であることが示唆された．一点目は，知覚動作と予測動作との比較がなされるために，小脳機能（i.e.動作予測）が機能する時刻と上側頭溝機能（i.e.動作知覚）が機能する時刻とが定性的に同時刻であるということである．二点目は，小脳による予測機能は，側頭葉／紡錘状回で処理される快－不快評価を受けてから駆動するのではなく，これらと同時刻に処理がなされていることである．このことから，快－不快評価，表情の動作的側面の知覚，小脳による予測を同時刻に処理するように設定を行った(図 1 :波線矢印部分).三点目は，皺眉筋の検出時刻と大頬骨筋の検出時刻が異なることである．これらの時刻が同時であると，小脳の予測機能の段階において，怒り顔と笑顔の予測が同時に行われることとなり，構築したモデルにおける予測誤差が検出されなくなるためである．そこで，本研究では，一方の表情が知覚されるともう一方の表情動作予測に抑制をかける機能を追加した．

以上の用件を満たしたモデルを用いて，顔上下で表情が異なる（非典型的表情動作）刺激を提示した場合の快－不快評価（Valence）の変化と誤差検出（Error detection）の時系列変化を図 2 に示す．この結果から，快と不快の双方の評価がなされている反面，誤差検出が働いていることが示された．

4. 考察

本シミュレーションから示唆された点として，小脳が機能する時間的側面と，怒り顔と笑顔の表出時間の時間的順序性が挙げられる．小脳は視床と結合しており，この機能的結合によって迅速な予測動作の生成がなされていることが示唆される．また，怒り顔よりも笑顔の検出が早いという点については，扁桃体の関与が考えられる．扁桃体は迅速な怒り顔の検出に関与していることが示唆されている[8][9]. これらの知見から，(1)表情認知においては，怒り顔が扁桃体で迅速に検出され，視床を介して，小脳に伝達される．また，(2)怒り顔の動作予測と合わせて，笑顔の予測機構が作用しないように機能的に働くと考えられる．

5. まとめと今後の展望

本研究では，表情認知に係る定性的脳機能モデルを構築し，顔の上下半分で表情が異なるエージェントを観察した際に異常が検出される過程を説明するモデルを構築した．本モデル構築にあたり，小脳の迅速な情報処理と表情筋の変化に対する検出時刻が笑顔と怒り顔で異なることが仮説的に導かれた．

今後は本モデルを発展させ，学習文脈における教師エージェントの表情と学習者の心的状態の変化の関係性について説明を試みる．この上で，構築したモデルに基づき，教師エージェントの表情のあるべき様態を実験的に検討する，

参考文献

(1) 森政弘: “不気味の谷”, エナジー誌, 7(4), pp.33-35（1970）http://www.getrobo.com（2013/2/16 閲覧）
(2) Saygin, A.P., et al.: The thing that should not be: Predictive coding and the uncanny valley in perceiving human and humanoid robot actions, Cognitive and Affective Neuroscience, 7(4), pp.413-422 (2012)
(3) Lewkowicz, D.J. et al.: The development of the uncanny valley in infants, Developmental Psychology, 54(2), pp.124-132 (2012)
(4) Palermo, R. et al.: Are you always on mind? A review of how face perception and attention interact, Neuropsychologia, 45(1), pp.75-92 (2007)
(5) 飯高哲也: 顔認知の脳内メカニズム : 上側頭溝の機能を中心として, BRAIN and NERVE, 64(7), pp.737-742 (2012)
(6) Gerber, A.J. et al.: An affective circumplex model of neural systems subserving valence, arousal, and cognitive overlay during the appraisal of emotional faces, Neuropsychologia, 46(8), 2129-2139 (2008)
(7) Bauman, O. and Mattingley, J.B.: Functional topography of primary emotion processing in the human cerebellum, Neuroimages, 61(4), pp.805-811 (2012)
(8) Morris, J.S. et al.: A subcortical pathway to the right amygdala mediating “unseen” fear, PNAS, 96(4), 1680-1685 (1999)
(9) Morris, J.S. et al.: A differential neural response in the human amygdala to fearful and happy facial expression, Nature, 383, pp.812-815 (1996)

年表型インターフェースを用いた論文検索支援システムの開発

Development of a Support System for Survey of Papers Using Chronology Interface.

大川内 隆朗[*1]，平野 智紀[*2]
Takaaki OHKAWAUCHI[*1], Tomoki HIRANO[*2]
[*1] 帝京大学 高等教育開発センター
[*1]Center for Teaching and Learning, Teikyo Universiy
[*2] 内田洋行教育総合研究所
[*2]Uchidayoko Institute for Education Research
Email: ohkawauchi@main.teikyo-u.ac.jp

あらまし：研究を初めて行うような学部生などの不慣れユーザが論文検索を効率的に行うためには，自身の研究に関連する専門用語やキーワードを効率良く獲得していくことが重要な要素といえる．様々な分野における研究のキーワードは，技術の進歩や流行とともに変化し続けていて，研究者はその流れを追いながら先行研究の調査を行う必要がある．本研究では，従来のキーワード検索の検索結果について，年表型のインターフェースを用いた提示法により，より効率的に先行研究となる論文や専門用語を獲得していくことを支援するシステムの開発を行った．

キーワード：文献調査，検索システム，年表，専門用語，可視化

1. はじめに

研究を行ううえで重要な作業の 1 つとして，先行研究となる論文の調査が挙げられ，インターネットを介した検索が広く利用されている．その代表的なシステムの類いとして Cinii[(1)]や Google Scholar[(2)]等のキーワード検索エンジンがあり，ユーザが文字列を入力するとタイトル、登録キーワード、概要などにヒットする論文の一覧が表示される．初心者からベテランまで手軽に利用することができるが，検索の質がキーワードの質や量に依存するため，学部生やその分野の研究にまだ慣れておらずに十分な専門用語を持ち合わせていないユーザにとっては，効率的な検索を行うことができないといった欠点もある．必要な論文のみに絞ることのできるような具体的なキーワードはわからずに，誰にでも思いつくような平易なキーワードを入力してしまうと，検索結果となる論文が大量に表示されてしまい，そこからの絞り込みが困難となる．

初心者にとっては，キーワードを効率良く習得していくことが，効率の良い論文検索に繋げるための 1 つの方法と考えられる．ネットワーク分析と呼ばれ，グラフ理論を用いて要素同士の関連性を視覚化する手法[(3)]があり，論文検索においてもあるキーワードを中心として、キーワード同士のつながりを可視化するようなシステムも存在する（図 1）．同仕組みを利用すると，緩い抽象的なキーワードから検索を始めても，隣接するキーワードの中により具体的なキーワードも含まれており，それらを辿ることにより専門用語の知識の幅を広げていくことも可能となる．このようなグラフを作成するにあたっては，関連性の強さをどのような基準で数値化するかが重要な要素となる．従来手法では，論文内のタイトルや概要などにそれぞれのキーワードがどの程度の頻度で同時に出現するかを示す，共起頻度が重み付けに利用されることが多かった．

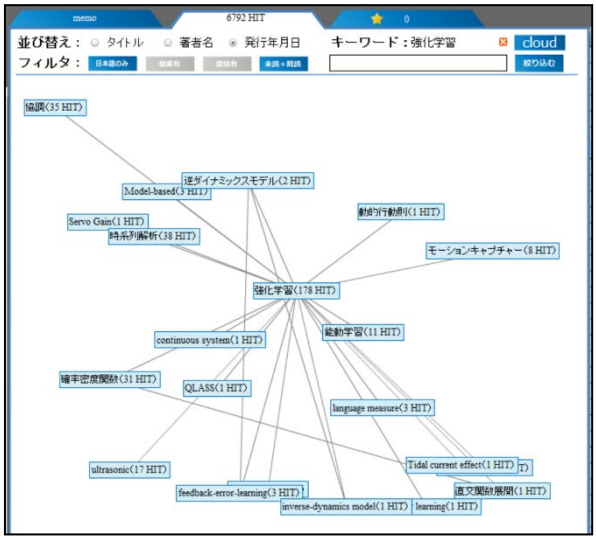


図 1 専門用語のネットワーク図

一方，共起頻度によるネットワーク図には欠点もある．研究者は，自身の研究分野についての最近の動向やキーワードを意識して研究を進めていく必要がある．その分野にずっと携わっている研究者であ

れば，継続的な学会参加の中などで自然に身につくことも多いと考えられるが，その分野や研究そのものに慣れていない初心者にとってはその限りではない．共起の頻度のみ頼ったネットワーク図を作成すると，すでに十分に研究され尽くされてしまったような研究分野の方が要素間の関係が強く，より近い距離に表示されてしまうことも考えられる．文献調査や研究活動おいては，単純な合計数による頻度のみでなく，初心者でも容易に時系列による変化を把握できるようなシステムが必要となると考えられる．

本研究では，年表型インターフェースを利用し，初心者に対しても自然に研究の動向をつかみながら専門用語や関連論文の獲得を可能とするためのシステムの開発を行った．

2.　年表型インターフェースによる論文検索

本研究では図 2 のような結果表示を基本とする検索システムの開発を行った．代表的な論文の検索エンジンと同様，ユーザが「e-learning」などの検索したい文字列を入力すると，入力された文字列をキーワードとして含む論文があるかどうかをシステム側でマッチングを行う．従来の論文検索エンジンの場合は，結果としてヒットした論文が表示されるのみであるが，本システムの場合，「e-learning」と一緒にキーワードとして含まれる専門用語を，年表型の時系列で表示を行なう．これによりユーザは，「e-learning」というキーワードに隣接する専門用語について，その動向とともに知ることができる．すなわち，共起するほかの用語に対して，どの程度の関連性があるのか，すでに十分に研究されている分野なのか，最近伸びてきている分野なのか、といったことを年表から視覚的に把握することが可能となる．

図 2 専門用語の年表型インターフェース

また図 2 に表示される年表中の「CSCL」などの各キーワードをクリックすると，元々の検索用語である「e-learning」と「CSCL」の両者を含む論文一覧について、そのクリックした箇所の年代に該当する部分のみが表示される．

初心者の場合，最も興味・関心のある用語を 1 つ 2 つ持っていたとして，そこから研究に結びつけるためには，次の専門用語を獲得していく必要がある．その際には，従来の検索エンジンように，入力文字列にヒットする論文そのものを提示するシステムよりも，本システムのようにそこから次の検索につなげるための情報を得ることができるシステムの方が重要であると考えられる．

従来の検索エンジンの場合「e-learning」と入力した場合に，発行日の新しい順などにヒットした論文の一覧を並び変えることはできたが，本システムのように，「いつ頃に，どのようなキーワードとともに研究が行われていたのか」を視覚的に一覧することはできなかった．本システムのような年表型インターフェースにより，従来の検索エンジンのように個別の論文を発見するのみでなく，当該のキーワードがどのように研究されてきたか，より長期的な視野による知識を獲得していくことが可能となると考えている．

3.　今後の展開

本稿では，キーワード検索の結果について，専門用語の年表型インターフェースによる提示を行うことにより，より効率的な検索を支援するためのシステムの開発を行った．研究を進めていくうえでは，自身の興味あるキーワードについて，十分に研究されてきた内容を知る必要があり，また逆にまだあまり手を付けられていなかったり最近伸びてきたりしているような関連キーワードを知る必要もある．あるいは，今まで直接的に自分の分野に関係なかったようなキーワードが新しい研究のヒントとなる可能性もある．

今後の展開として，何か特定のキーワードからではなく，「従来から長く研究が行われているキーワード」、「最近急に伸びてきたキーワード」といったような時系列の特徴をさらに活かしたような検索機能を追加実装していく．また，学部生等の研究に対する知識や専門用語の少ないユーザを対象にシステムの評価実験を行い，「すでにやられてきたこと」や「まだ十分にやられていないこと」などの研究の流れを把握しながら，時系列を伴った知識を広げていくことができるかといった有効性を検証していく．

参考文献

(1) CiNii Articles - 日本の論文をさがす - 国立情報学研究所,
http://ci.nii.ac.jp/　(2017 年 5 月 20 日確認)

(2) Google Scholar,
https://scholar.google.co.jp/, (2017 年 5 月 20 日確認)

(3) 金明哲: “テキストデータの統計科学入門”，岩波書店（2009）

教員養成課程学生の能動的視点移動を支援する探索型天体 VR 教材の開発

Development of Explorative VR Learning Equipment Supporting Learner's Active Changing Viewpoint for Astronomy Education in Teacher Training Courses

瀬戸崎 典夫[*1]，冨永 裕也[*1]，森田 裕介[*2]
Norio SETOZAKI[*1], Yuya TOMINAGA[*1], Yusuke MORITA[*2]
[*1] 長崎大学教育学部
[*1]Faculty of Education, Nagasaki University
[*2] 早稲田大学人間科学学術院
[*2]Faculty of Human Sciences, Waseda University
Email: setozaki@nagasaki-u.ac.jp

あらまし：天文分野における月が満ち欠けするしくみを理解することは学習者にとって困難である．また，小学校教員志望学生においても，月の見かけの位置と観測可能な時刻に対する学生の認識状態が低いことが報告されている．そこで，本研究は仮想空間における探索的な学習活動によって，能動的視点移動を支援する天体 VR 教材を開発した．また，教員養成課程学生を対象に評価した結果，月の満ち欠けのしくみについて理解度が低かった学生に対して，有効であることが示唆された．
キーワード：バーチャル・リアリティ，視点移動，教員養成，天文教育

1. はじめに

天文分野における，月が満ち欠けする理由に対して，誤概念をもつ児童は多く(1)，中学生においても多くの生徒らが月の満ち欠けのしくみと月食のしくみを混合していることが報告されている(2)．また，大学生においても月の満ち欠けのしくみについて，およそ半数の学生らが科学的に理解していない(3)．

小学校教員志望学生においても例外ではなく，月の見かけの位置と観測可能な時刻に対する学生の認識状態が低いことが報告されている(4)．また，理科を専攻としない学生からは，教える自信がない学習内容としても上位に挙げられている(5)．したがって，将来の教員を養成する立場からすると，教員養成課程学生を対象に，月の満ち欠けのしくみの理解を深めるための具体的方策を検討する余地があろう．

月の満ち欠けのしくみを理解するためには，回転相対運動する天体の位置関係を理解し，天動説的な視点と地動説的な視点を切り替える必要があり，視点移動能力の低さが理解度低下の一因として挙げられる．また，視点移動能力は，「操作」および「認識対象物と学習者の相対的位置関係」によって分類することができ(6)，観察対象の位置を固定して観察者が動く「能動的視点移動」による正答率が高いことが報告されている(7)．そこで，本研究では能動的視点移動を支援する探索型教材を提案し，学習者の到達目標である心的視点移動への足場かけとする．

一方，天文分野の学習において，直接的な体験をさせることは時間的な制約や天候を考慮すると困難である．したがって，仮想的な疑似体験を提供し得る VR（Virtual Reality）技術の利用が挙げられる．天文分野における VR 教材に注目すると，多視点型太陽系 VR 教材(8)や，模型操作を連動させたタンジブル太陽系教材が開発され(9)，有用性が示されている．しかしながら，これらの教材は，学習者の能動的な視点移動を支援しているとは言い難い．

そこで，本研究は仮想空間における探索的な学習活動によって，能動的視点移動を支援する天体 VR 教材を開発した．また，教員養成課程学生を対象に理解度の観点から教材の有用性について評価することを目的とした．

2. 探索型 VR 教材の開発

図 1 に開発した探索型天体 VR 教材の概要を示す．本教材は，ゲーム開発用統合ソフトウェア（Unity5）を使用して VR 環境を構築した．VR 環境には，宇宙空間のテクスチャを背景として設置し，地球 CG モデル，月 CG モデルおよび，太陽 CG モデルをそれぞれ配置した．また，太陽 CG モデルを光源として地球 CG モデルと月 CG モデルに平行光線が照射されるように設定し，月が満ち欠けする現象を提示した．地球 CG モデルには自転運動のアニメーション

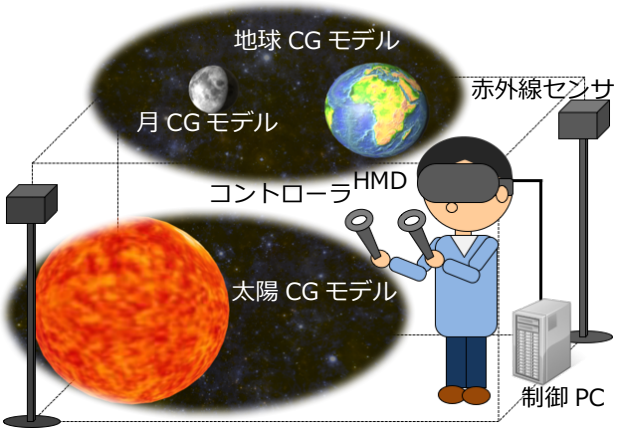


図 1　探索型天体 VR 教材の概要

を設定し，月 CG モデルには地球の周囲を回転する公転運動および自転運動のアニメーションを設定した．さらに，天体の自転・公転運動の再生・停止機能および，速度変更機能を実装した．なお，学習者は，２つのコントローラを用いて操作する．

また，探索エリアを約２m×３m の範囲に設定し，学習者は VR 環境内を自由に探索しながら月が満ち欠けする現象を観察することができる．探索エリアには，対角線上に向かい合うように２つの赤外線センサが設置されており，赤外線受光部が付与された HMD（Head Mounted Display）および，コントローラによって学習者の位置情報を取得する．

3.　調査方法

教員養成課程学生 16 名を対象に，探索型天体 VR 教材を評価した．まず，被験者らは月の満ち欠けのしくみに関する事前テスト（計 20 問 / 各 1 点）を解答した．テストの内容は，月が満ち欠けするしくみについて，俯瞰視点および地球視点から考察し，月の見かけの形を記述する課題や，応用課題である金星の満ち欠けについてであった．なお，解答時間は，被験者らが十分に解答できる時間を設けた．

次に，被験者らは開発した天体 VR 教材を使用して，およそ 40〜50 分程度の学習を行った．なお，本教材で学習する際には，被験者が能動的に天体の周囲を移動しながら観察できるように指示した．

その後，被験者らは事前テストと同様の内容である事後テストの課題について解答した．

4.　結果・考察

有効回答した被験者は 16 名であり，事前テストの平均値は 11.1 点であった．平均値を基準として，事前テストの得点が 12 点以上であった被験者を上位群（８名），11 点以下であった被験者を下位群（８名）として，「習熟度」の要因を設けて分析した．図１に理解度テストの結果を示す．

習熟度を第一要因（被験者間比較），テストの得点を第二要因（被験者内比較）として二要因分散分析を行った．その結果，交互作用が有意であった（$F(1,14) = 13.31, p<.01$）．そこで，「習熟度」の単純主効果を分析した結果，上位群と下位群の事前テストに有意な差があり（$F(1,14) = 25.12, p<.01$），事後テストに有意な差はなかった（$F(1,14) = 1.07, n.s.$）．

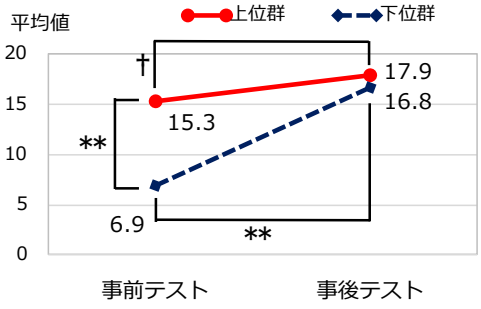


図２　理解度テストの結果

また，「テストの得点」の単純主効果を分析した結果，上位群の事前テストと事後テストの得点の差に有意な傾向があり（$F(1,14) = 3.59, .05<p<.10$），下位群の事前テストと事後テストの得点に有意な差があった（($F(1,14) = 50.86, p<.01$)）．

したがって，探索型天体 VR 教材を使用して学習することによって，事前に実施した理解度テストの得点が低かった下位群の得点が向上し，上位群と同様の得点になることが示された．

5.　まとめ

本研究は，仮想空間における探索的な学習活動によって，能動的視点移動を支援する天体 VR 教材を開発した．また，教員養成課程学生を対象に理解度の観点から教材の有用性について評価することを目的とした．その結果，月の満ち欠けのしくみについて理解度が低かった学生に対して，本教材は有効であることが示唆された．

今後の課題は，被験者を増やすことによって，分析結果の信憑性を高めるとともに，学習効果における詳細な要因について分析することである．

謝辞

本研究は，科学研究費補助金基盤研究（C）（課題番号 26350337）および，科学研究費補助金基盤研究（B）（課題番号 17H02003）の助成を受けた．

参考文献

(1) 宮脇亮介, 南部省吾:“月の満ち欠けについての子供の観念”，地学教育, Vol.45, No.6, pp.219-226（1992）
(2) Trumper,R.:“A cross-age study of junior high school students' conceptions of basic astronomy concepts”, *International Journal of Science Education*, Vol.23, No.11, pp.1111-1123（2001）
(3) Trumper, R:“University students' conceptions of basic astronomy concepts”, *Physics Education*, Vol.35, No.1, pp.9-15（2000）
(4) 松森靖夫, 一瀬絢子:“月に対する小学校教員志望学生の認識状態の分析：—月の見かけの位置と観測可能な時刻を中心にして—”，理科教育学研究, Vol.56, No.2, pp.271-277（2015）
(5) 下井倉ともみ, 土橋一仁, 松本伸示:“理科を専攻としない学生を対象とした「小学校理科を教える自信」に関する調査—理科内容学の視点から—”，科学教育研究, Vol.38, No.4, pp.238-247（2014）
(6) 松森靖夫:“児童・生徒の空間認識に関する考察（Ⅲ）－視点移動の類型化について－”，日本理科教育学研究紀要, Vol.24, No.2, pp.27-34（1983）
(7) 岡田大爾:“児童・生徒の天文分野における空間認識に関する調査－1985 年当時の視点移動能力について－”，地学教育, Vol.62,No. 3, pp.79-78（2009）
(8) 瀬戸崎典夫, 森田裕介, 竹田仰:“多視点型太陽系 VR 教材の効果的な活用に関する検討”，科学教育研究, Vol.33, No.4, pp.370-377（2009）
(9) 森田裕介, 瀬戸崎典夫, 岩崎勤:“模型操作と連動するタンジブル太陽系教材の開発と評価”，科学教育研究, Vol.34, No.2, pp.128-137 （2010）

カードを並べ替えることによるプログラミング学習システムを用いた講義実践及び付加機能の検討

Practicing Education with Card Exercise Based Programming Learning System and Examining its Additional Functions

森永 笑子[*1], 松本 慎平[*1], 林 雄介[*2], 平嶋 宗[*2]
Shoko Morinaga[*1], Shimpei MATSUMOTO[*1], Yusuke HAYASHI[*2], Tsukasa HIRASHIMA [*2]
[*1] 広島工業大学　情報学部
[*1]Faculty of Applied Information Science, Hiroshima Institute of Technology
Email: {b214208, s.matsumoto.gk}@cc.it-hiroshima.ac.jp
[*2] 広島大学　大学院工学研究科
[*2] Graduate School of Engineering, Hiroshima University
Email: {hayashi, tsukasa}@lel.hiroshima-u.ac.jp

あらまし：著者らのこれまでの取り組みにより，プログラミング学習者の認知負荷を減らし，認知資源を講義で教授した内容への理解を確認すること，考える学習活動に集中させることを目指したプログラミング学習システムが開発されている．これは，命令の書かれたカードを並び替えることで演習を行う「カード演習方式」に基づいた Web ベースの学習システムである．我々は大学講義において提案システムを導入し，実際に認知負荷を減らせているかを調査した．その結果，文法やタイピング等の認知負荷を減らし，アルゴリズム等に認知資源を集中できていることが示唆された．ただし，現在の段階では，基本的な機能が実装されているのみである．そこで本稿では，カード演習方式に基づいたプログラミング学習システムを用いて行った講義での成果を振り返ると共に，より学習効果を高めるために実装すべき機能を検討することを目的とする．
キーワード：認知負荷理論，プログラミング，Web，学習システム，カード演習方式，考えること

1. はじめに

高等教育機関のプログラミング講義では，それを特に苦手と感じている学習者が多く存在しており，大学等の教育現場では彼らを十分に支援できていない．この原因として，プログラミングは様々な能力や活動を必要とするために，初学者にとっては学習の負担が大きいということが考えられている(1,2)．また，初学者はタイプミス等による文法エラーが多発すると指摘されており(3)，プログラミングの本質的な学習が不十分となることが危惧される．

そこで，プログラミング学習者の認知負荷を減らし，認知資源を講義で教授した内容への理解を確認すること，考える学習活動に集中させることを目指したプログラミング学習システムが開発されている(4)．これは，命令の書かれたカードを並び替えることで演習を行う「カード演習方式」に基づいた Web ベースの学習システムである．カード演習方式は，認知負荷理論(5)と先行研究(2,6)に基づき，初学者の認知負荷を減らすことを目的に設計された仕組みである．我々は大学講義において提案システムを導入し，実際に認知負荷を減らせているかを調査した結果，extraneous 負荷を減らせていることが示唆された．ただし，現在の段階では，基本的な学習者管理，問題管理機能，テスト機能，自動採点機能が実装されているのみである．そこで本稿では，カード演習方式に基づいたプログラミング学習システムを用いて行った講義での成果を振り返ると共に，より学習効果を高めるために実装すべき機能を検討することを目的とする．

2. 背景及び先行研究

2.1 認知負荷理論

認知負荷理論(Cognitive Load Theory, CLT)(3,5)によると，認知負荷は，学習課題自体が持つ intrinsic 負荷，教材や教示方法の不適切さによって生じる extraneous 負荷，解決過程自体に対する負荷でむしろ学習に対して有益な貢献をする germane 負荷の 3 つから構成されている(5)．プログラミングは本来高い intrinsic 負荷を持っており，extraneous 負荷は教示者が意図して減らせるとされているため，できる限り学習者の extraneous 負荷を減らす必要がある．ゆえに，プログラミングと認知負荷に関する様々な先行研究が行われてきた．

2.2 先行研究

Part-Complete Solution Method(PCSM)(2)では，部分コードとコードの選択肢を基に，プログラムを完成させる演習方式である．Parson's Puzzles(6)では，プログラムコードの書かれたパーツをパズルのように並び替える演習方式である．PCSM や Parson's Puzzles は，過去の実験より，学習者の認知負荷を減らしているといえる(6,7)．しかし，これらは共に，認知負荷については言及していない．一方でこれらは，直接プログラムを打ち込む必要がないため，文法やタイ

図 1 学習支援システムの画面

ピング等に関する活動を軽減しているといえる．ゆえに，学習者はアルゴリズムの組み立て等に認知資源を集中できているため，認知負荷を減らせているのではないかと推測できる．

3. カード演習方式

カード演習方式は，問題文とプログラムコードの書かれたカード群を提示し，学習者は問題文の処理に合うようにカードを並び替える演習方式である．選択肢のカード群には，回答に必要ないダミーカードも含まれる．図 1 にインタフェース画面を示す．カードはドラッグ&ドロップで動かせる．

カード演習方式では，プログラミングを分割した後，間接的に一部の活動を減らし，各活動に認知資源を集中させる仕組みである．大まかには，プログラミングを各行内における「行内の活動」と，行同士の関係が重要な「行間の活動」に分割する．具体的には，文法，タイピング，データ構造，トレース，アルゴリズム，デザインパターン，文法デバッグ，論理デバッグといった要素の活動に分割する．カード演習方式は，まずは，プログラミングに基本となるメンタルモデルの理解の確認に集中できる演習だと考えられる．すなわち，プログラムとは，外部から与えられた変数セットが命令により順に操作されることで，コンピュータの状態や振る舞いを変化させながら目的を達成するもの，ということを習得する学習に集中できる．カード方式はあくまで学習活動を制限しただけのフレームワークであるので，もちろん，様々な種類の問題の提示，たとえば，アルゴリズムに集中できる演習も可能である．

カード演習方式に基づいた学習システムは，実際に開講された C 言語の基礎を学ぶ授業にて利用された．被験者は主に大学 1 年生とし，前期に開講された授業では 117 名の受講者に対して 1 回，後期の授業では 122 名の受講者に対して 7 回システムを導入した．最後の授業にて 6 段階リッカート尺度で評価結果を得た．具体的には，「楽しく取り組めましたか？」といった質問では，平均 3.90(数字が大きくなるほど楽しい),「集中できた程度はどうでしたか？」といった質問では，平均 3.89(数字が大きくなるほど集中),「難易度はどうでしたか？」といった質問では，平均 4.41(数字が大きくなるほど難しい)といった回答が得られ，比較的難しい問題に集中できた背景には, extraneous 負荷の低減があると推察される．

4. おわりに

本稿では，カード演習方式に基づいたプログラミング学習システムの詳細を示し，講義での成果を示した．より学習効果を高めるために実装すべき機能として，今後，ログデータ分析やシステムの改良が挙げられる．これまでのシステムでは，カードを並び替えた後のパターンで正解・不正解の判断を行っていたシステムの発展として，カードを並び替えた後，実際にコンパイルできるようにし，コンパイル結果をフィードバックとして返答することを検討する．次に，Person's puzzle にあるトグルを利用可能とすることが考えられる．また，1 カード 1 命令のみに対応している点について，1 カードに 2 つ以上の命令を設定可能にすることが考えられる．問題の内容の見直しも検討する．これまでの取り組みでは，アルゴリズムを学ばせることに焦点を当てて問題を提示した．プログラミングの基本的なメンタルモデルの理解の確認を行うためには，内的構造にのみ依存した形で問題を提示する必要があると考えている．これにより，プログラミングを不得意とする学習者に対して内省の機会を用意できると考えている．

謝辞

本研究は，独立行政法人日本学術振興会科学研究費助成事業(基盤研究(C)16K01147, 17K01164)の助成を受けて実施した成果の一部である．ここに記して謝意を表します．

参考文献

(1) S. Lisack, Helping Students Succeed in a First Programming Course: A Way to Correct Background Deficiencies, Int.ernational Association for Computer Information Systems Conference, Mexico（1998）
(2) S. Garner, A Tool to Support the Use of Part-Complete Solutions in the Learning of Programming, Proceeding de conference, pp.222-228（2001）
(3) 岡本雅子，喜田一，プログラミングの”写経型学習”における初学者のつまずきの類型化とその考察，実践センター紀要, Vol.22, pp.49-53（2014）
(4) 石井元規，松本慎平，林雄介，平嶋宗，プログラミングを苦手とする学習者のための学習支援システムの検討，第 18 回 IEEE 広島支部学生シンポジウム論文集, 410.情報その他, A4-59, pp.202-205 (2016).
(5) J. Sweller, J. Merrienboer, F. Paas, Cognitive architecture and instructional design, Educational psychology review, Vol.10, No.3, pp.251-296（1998）
(6) D. Parsons, P. Haden, Parson's programming Puzzles: a fun and effective learning tool for first programming courses, Proceedings of the 8th Australasian Conference on Computing Education, Vol.52, pp.157-163（2006）
(7) S. Garner, Learning to program using part-complete solutions, Computer Science, pp.8-14（2003）

没入型授業映像視聴環境のためのハンドジェスチャインタフェース

A Hand gesture interface for immersive view of a lecture video

西口 敏司[*1], 豊浦 正広[*2], 村上 正行[*3]
Satoshi NISHIGUCHI[*1], Masahiro TOYOURA[*2], Masayuki MURAKAMI[*3]
[*1] 大阪工業大学 情報科学部
[*1]Faculty of Information Science and Technology, Osaka Institute of Technology
[*2] 山梨大学大学院 総合研究部
[*2]Interdisciplinary Graduate School, University of Yamanashi
[*3] 京都外国語大学 外国語学部
[*3] Faculty of Foreign Studies, Kyoto University of Foreign Studies

Email: satoshi.nishiguchi@oit.ac.jp

あらまし：著者らはこれまで，全天球カメラで授業の様子を撮影し，没入型 HMD で視聴することで，従来の平面的な映像よりも高い臨場感を得ることができる没入型授業映像視聴システムを開発してきた．一方，このシステムでは，映像を再生・停止したり，ノートをとったりすることが困難であるという問題があった．本研究では，没入型の授業映像視聴環境における視聴者の手の動きに基づいて映像視聴のための操作やアノテーションの付与が可能なインタフェースを提案する．
キーワード：没入型授業映像，視聴インタフェース，没入型ヘッドマウントディスプレイ

1. はじめに

講義を撮影した映像をアーカイブして後で視聴できるようにしたり，リアルタイムにネットワーク配信したりすることで，講義の復習や遠隔地での受講のための環境を提供できる．一般に，これらの映像は，講義を行う講師，講師が提示する黒板，スライドなどを被写体として，講師のみが存在する撮影スタジオに設置したカメラ(1)や，講師と黒板やスライド表示用スクリーンに視線を向けて講義室の後方に設置したカメラなどで撮影される．そのため，講義映像の視聴者は，講師でも受講者でもない第三者の視点で映像を視聴することになり，臨場感に欠け，参加意識が低くなるという問題がある．

著者らはこれまで，受講者視点に配置した全天球カメラで撮影した授業映像を没入型 HMD で視聴できるようにすることで，第一人称視点でより臨場感の高い受講体験を提供する枠組みを提案してきた(2)．視聴者は授業に参加しているような臨場感が得られることを確認したが，映像中に自身が存在しないため，自己の存在感が低く違和感があり，また，映像の操作やノートティキングなどのアノテーションが困難であるという問題があった．

そこで本研究では，没入型授業映像中に仮想的なコントロールパネルやキーボードを表示し，映像操作やアノテーションが可能なハンドジェスチャインタフェースを提案する．

2. 没入型授業映像視聴環境

授業の様子を受講者視点に設置した全天球カメラで撮影した映像を仮想空間上に提示し，没入型ヘッドマウントディスプレイで視聴することで，視聴者は当該授業に受講者として出席しているかのような感覚を得ることができる．図 1-(a)に，没入型ヘッドマウントディスプレイを装着し，全天球カメラで撮影した授業映像を視聴している視聴者の様子を示す．視聴者は授業空間の様々な方向に視線を向けることができるが，図 1-(b)に示すように，自身の足元に視線を向けると，座席上の全天球カメラを設置した三脚の足のみが見え，座席上に自身が浮かんだ状態で存在するような違和感を覚える．また，従来は授業空間に対するインタラクションの手段が提供されていなかったため，映像操作やメモを取るなどの操作が困難である．

(a) 視聴の様子　　(b) 視聴者の足元の様子

図 1　没入型授業映像の視聴の様子

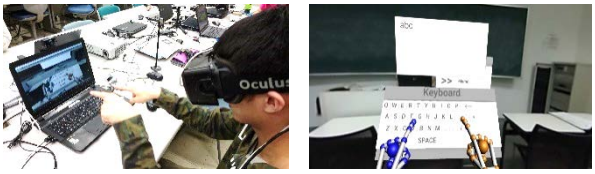
3. ハンドジェスチャインタフェース

本稿では，視聴者の自己の存在感の向上と，没入型授業映像に対するインタラクション手段の提供のために，没入型授業映像上に視聴者の手の姿勢を再現し，かつ，映像操作のための仮想的なコントロールパネルを導入する．この実現のために，センサーを用いて視聴者の両手の姿勢を獲得し，その情報に基づいて手の CG を没入型授業映像上に表示する．

没入型授業映像内でのインタラクションを実現するために，映像の再生を制御するための仮想コントロールパネルを表示する．仮想コントロールパネル上には，再生，停止，早送りを制御するためのボタンとシークバーを配置し，視聴者自身が没入型授業映像内で自身の手の姿勢を反映した CG の手指によって操作することができる．また，親指と人差し指を閉じるピンチ操作によってコントロールパネルをつかんで自由に移動させることができる．さらに，メモボタンにより，仮想キーボードおよび仮想テキストボックスを表示することもできる．これにより，没入型授業映像内でキーワードの記録などのアノテーションの手段を提供する．授業空間中に各種機能に対応するボタンやスライダーを配置した仮想コントロールパネルを表示した例およびその操作の様子を図 2 に示す．また，仮想キーボードを表示してキー入力している様子を図 3 に示す．

(a) 視聴者の様子　　(b) 表示映像の例

図 2　仮想コントロールパネルの操作の様子



(a) 視聴者の様子　　(b) 表示映像の例

図 3　仮想キーボードの操作の様子

4.　実験

没入型授業映像中に自身の手の姿勢に対応する手指の CG を表示することによる存在感がどの程度向上するか，および，仮想コントロールパネルによる映像操作および仮想キーボードによるメモ機能の使いやすさについて調査した．

4.1 実験環境

没入型ヘッドマウントディスプレイとしては，Oculus 社の Rift DK2 を用いた．また視聴者の目前の手指の姿勢情報を獲得するために，Leap Motion 社のセンサーを DK2 のヘッドマウント部に装着した．8 名の学生に被験者になってもらい，視聴方法及び操作方法を説明し，視聴してもらった上で，手指の CG が表示されることによる自己の存在感，および，インタラクション操作に関するアンケート調査を実施した．なお，仮想キーボードを用いたキー入力操作については，手指の姿勢の検出誤りを考慮し，両手の人差し指で仮想キーボード上のキーをタップするように指示した．以下の問 1.～4.については，1～5 の 5 件法（5 が最も高い・良い）で評価してもらい，問 5. については自由記述とした．

問 1. 自己の存在感が向上したか
問 2. 仮想コントロールパネルの移動のしやすさ
問 3. 仮想コントロールパネルの操作のしやすさ
問 4. 仮想キーボードによるキー入力のしやすさ
問 5. 提案インタフェースの長所・短所

4.2 実験結果

問 1.の結果（平均 4.4,標準偏差 1.0）から，手の CG を合成表示することによる自己の存在感の向上は認められた．一方，問 4.の結果（平均 1.9,標準偏差 0.3）から，仮想キーボードによるキー入力に関する評価は低いことが分かった．空間中に浮かんだ仮想キーボードに対して正確にキー入力を行うことは，現段階では困難であると考えられる．また，問 2.の結果（平均 3.3,標準偏差 1.4）および問 3.の結果（平均 2.9,標準偏差 0.9）から，仮想コントロールパネルの移動・操作のしやすさについては，評価が分かれた．問 5.の自由記述からは，CG による手指の表示の長所として没入感や臨場感が向上することなどが挙げられたが，ハンドジェスチャインタフェースの短所として，慣れの必要性や手指の誤検出による意図しない操作をしてしまうことなどが挙げられた．

5.　まとめ

本稿では，没入型授業映像視聴環境におけるハンドジェスチャインタフェースを提案した．視聴者自身の手の姿勢を反映した CG を表示することで存在感については良好な結果が得られた．また，映像内で自由に移動可能な仮想コントロールパネルについては，被験者によって評価が分かれた．一方，仮想キーボードを利用したキー入力については，多くの被験者から操作しにくいという感想が得られた．今後の課題としては，没入型授業映像視聴環境において，より直感的な操作が可能な仮想コントロールパネルを設計することや，より正確かつ容易にメモがとれるように仮想キーボードを改良することなどが挙げられる．

謝辞

本研究の一部は，JSPS 科研費 JP26282062, JP16K12784, JP15K00499 の助成を受けたものです．

参考文献

(1) 重田 勝介，八木 秀文，永嶋 知紘，浜田 美津，宮崎 俊之，島麻 理江，小林 和也，“MOOC プラットフォームを利用した大学間連携教育と反転授業の導入 -北海道内国立大学教養教育連携事業の事例から-，” 情報処理学会 デジタルプラクティス，vol. 6, No. 2, p.89-96 2015.

(2) 西口 敏司，豊浦 正広，村上 正行，“没入型 HMD を用いた臨場感の高い授業体験，” 第 41 回教育システム情報学会全国大会講演論文集，I1-13, pp.25-26, 2016.

オブジェクト指向における段階的開発への誘導を目指す 初級 Java 演習支援の課題検討

Problem Examples of Applied Java Programming Exercise for Stepwise Development in Object-Oriented Style

辻 健人[*1], 玄馬 史也[*1], 富永 浩之[*1]
Kento TSUJI[*1], Fumiya GEMBA[*1], Hiroyuki TOMINAGA[*1]
[*1] 香川大学工学部
[*1]Faculty of Engineering, Kagawa University
Email: s12t241@stmail.eng.kagawa-u.ac.jp

あらまし：初級 Java 演習では，オブジェクト指向の基本概念を習得し，各オブジェクトの機能を実装していく．次に，概念の抽象化に基づいて，オブジェクト間の振舞いを忠実に記述する．本研究では，オブジェクト群の責務を意識した開発手法を目的とする演習を提案する．課題としての仕様の提示だけでなく，各種のテストを用意し，段階的詳細化を体感させる．さらに，試練テストを導入し，責務の分担の明確化を検証する設計手法を学ぶ．本論では，本演習で題材とする課題について検討する．
キーワード：オブジェクト指向，応用 Java プログラミング，スパイラル開発，テスト手法

1. はじめに

大学情報系学科では，初年次の初級プログラミング演習として，手続型の C 言語を採用することが多い．ここで，基礎的な文法事項，データ構造と基本的なアルゴリズム，フローチャート的な設計，要件定義とウォーターフォール開発を習得する．

続いて，Java 言語などで，オブジェクト指向プログラミングに進む．その入門的なコーディング段階では，文法的な学習項目の比重が大きい．設計と言っても，構造化フローチャートの延長線で捉えたり，メソッドの外部仕様で留まってしまうことが多い．これは，オブジェクトの即物的な描写に過ぎない．そうした初級プログラミングから脱却するには，オブジェクト指向に沿った設計を理解し，スパイラル開発に基づいた実装を習得する必要がある．

2. 本提案の OOP 開発演習の教育目標

本研究では，初級 Java のプログラミング演習に続いて，オブジェクト指向による設計と実装を実践的に行う演習に焦点を当てる(1)．そのための演習支援システムを開発する．ここでは，オブジェクトの記述の段階的な進展を，図 1 のように捉える．特に，内部状態を明確にした概念的なオブジェクトの抽象化と，メッセージ通信によるオブジェクト間の振舞いを意識した記述に着目する．さらに，オブジェクトのロールから責務を抽出することも重要である．

本演習では，上記のモデルに基づき，3 つの教育目標を掲げる． 1 つは，オブジェクトの責務を意識したモデリング設計に馴染ませる．2 つは，オブジェクト指向の一般的な語法に沿ったコーディングを習慣付けさせる．3 つは，段階的なテストを中心にした開発手順を体感させる．対象者は，大学情報系学科の 3 年次程度とし，3〜4 人のグループで，チーム開発を体験させる．

本研究では，教育効果の高い問題設定や必要機能を議論し，演習支援システムを開発する．まずは，プログラムの機能要件の外部評価である入出力サンプルでの実行結果の確認を実装する．次に，その拡張として，非機能要件の内部評価に，システムによる自動的な検証や支援を導入していく．

3. 本提案の OOP 開発演習の出題構成と意図

本提案の演習では，与えられた課題の解答コードをチームで作成する．概略的な設計，部分的な実装，全体的な完成，機能の拡張，品質の向上と進めていく．事前に，教師は，満たすべき仕様や入出力サンプルを構築し，模範コードを作成しておく．設問に従い，メソッド単位で適当な箇所を幾つか隠蔽し，穴空きの出題コードとする．ただし，1 つのプログラムを共同で完成させるというより，チームの一員として，他のメンバとの協力関係の下で，自己の分担を意識させることを重視する．

演習は，前半の外部評価と後半の内部評価に分ける．前半では，与えられた仕様に従い，設問ごとに基礎的な内容のコーディングに取り組む．プログラムの外部評価として，入出力データによる実行結果の照合で成果を判定する．後半では，コードの品質も意識し，リファクタリングを行ったり，コードの修正や拡張に取り組む．プログラムの内部評価として，各種のテストで判定する．

4. 課題の進行と各種のテスト

前半の外部評価は，個別と集結の 2 種類の実行テストで行う．個別テストでは，メンバ各自が提出した解答コードで，模範コードの該当部分を置き換えて差し込み，実行する．集結テストでは，チーム全体の解答コードを模範コード上で集結し，実行する．

各メンバがコーディング作業を進め，個別テストに至る．個別テストでは，メソッドやクラス単位でコードを提出し，模範コードと結合して実行することで入出力の検証を行う．

集結テストでは，メンバが解答したメソッドやクラスの中で，使用するものを決定し，1 つのプログラムとする．個別テストでエラーが生じなくとも，全体の整合性が満たされなければエラーが生じたり，実行結果が正しくない状態が発生したりする．

後半の内部評価では，実装の適切さを確認するため，検証テストに挑戦する．チームの解答コードと試練コードを結合し，試練プログラムを実行して評価する．試練コードは，テスト駆動開発における，テストコードおよびその拡張である．正誤だけではなく，非機能用件としての処理速度や応答性など，パフォーマンスも測定する．例えば，カプセル化について，オブジェクト変数へのアクセス修飾子を正しく設定しているかどうか，試練コードからの攻撃的なアクセスで確認する．また，継承について，下位クラスが，与えられた上位クラスから正しく派生されているかどうか確認する．

5.　部分整列を題材とする設問構成

本演習で扱う課題として，整列算法を取り上げ，演習の進行に沿った設問を議論する．整列算法は，C 言語のプログラミングとして幅広く習得しており，オブジェクト指向におけるデータの抽象化の導入に向いている． ここで，仕様の変更や拡張に伴うプログラムの修正も念頭に置いた設計と実装を誘導する．

(1) データ構造の主要クラスの概略的な設計

まず，数値データのクラス NumData を用意する．2 つのデータが正順かどうかを判定する比較メソッド isOrder()を実装する．次に，データ列のクラス Sequence を用意する．データの比較メソッドによって，整列済かどうかの内部状態を判定するメソッド isSorted()を用意する．また，格納順で標準端末に出力するメソッド output()を実装する．i 番目と j 番目のデータを交換するメソッド swap()を実装する．

(2) データ構造の生成

対象のデータ列を生成する抽象クラス SequenceGenerator の下に，幾つかの下位クラスを用意する．NormalGenerator クラスは，0,1,2,･･,n の整列済のデータ列を生成する．InputGenerator クラスは，標準端末からのデータ列の入力である．RandomGenerator クラスは，ある範囲の乱数によるデータの格納である．同じデータが幾つか格納されることもある．ShuffleGenerator クラスは，整列済のデータ列の撹拌による乱列の生成である．

(3) 仕様に沿った関連クラスの部分的な実装

SequenceGenerator の下位クラスを実装する．InputGenerator では，メソッド input()の処理を実装する．標準端末から文字列として与えられたデータを，NumData クラスのインスタンスに格納し，それをコレクションに push していく．

(4) データの汎化と抽象クラス

数値データのクラスを汎化して，抽象クラス Data を用意する．データとしては，実数値，文字列，複数値のベクトルなども扱う．比較メソッド isOrder()をデータに合わせてオーバーライドする．文字列ならば辞書式順序，ベクトルならば総和や二乗平均での大小を用いる．また，SequenceGenerator の下位クラスも必要な修正を行う．

(5) 特化クラスでの整列算法の具体実装

整列処理の抽象クラス Sort クラスを用意し，整列メソッド sort()を定義する．このメソッドを実行後は，Sequence の内部状態は整列済みになる．Sort クラスの特化クラスとして，単純挿入法 InsertSort とクイックソート QuickSort を実装する．それぞれ，メソッド sort()をオーバーライドする．クイックソートでは，基準値 pivot を与えて大小の部分列に振り分けるメソッド partition()が必要である．

(6) 機能の改良と拡張

機能の改良として，整列の高速化を考える．算法としては，データ数が多いときクイックソートを用い，データ数が少なくなったら単純挿入法に切り替えることにする．また，機能の拡張として，部分整列を考える．入力として与えられた N 個のデータ列に対し，大小関係を比較し，上位 R 個のみを高速に整列して出力する．クイックソートを用いる場合，左右の振分けを必要な部分だけに適用する．

6.　おわりに

初級 Java 演習では，オブジェクト指向の基本概念を習得し，各オブジェクトの機能を実装していく．

次に，概念の抽象化に基づいて，オブジェクト間の振舞いを忠実に記述する．本研究では，オブジェクト群の責務を意識した開発手法を目的とする演習を提案する．各種のテストを用意し，段階的詳細化を体感させる．さらに，検証テストを導入し，責務の分担の明確化を検証する設計手法を学ぶ．本論では，整列処理を題材として，課題を検討した．今後は，責務クラスのリファクタリングなどを考慮したボートゲーム課題なども考える．品質の向上や試練テストに関わる設問も具体化する。

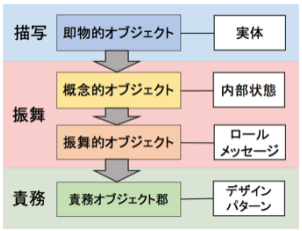


図 1 オブジェクトの記述の段階的な進展

参考文献

(1) 辻健人，玄馬史也， 富永浩之 ： “オブジェクト指向の入門的な開発スタイルを意識させる初級 Java プログラミングのグループ演習の支援システムの GUI 検討”，情報処理学会 第 79 回全国大会, Vol.79, No.2ZC-04, pp.649-650 (2017).

大学でのプログラミング教育のためのオンラインコンパイラの学習ログ及び学習過程の分析機能の検討

Examining Learning Log and Process Analyzer of Online Compiler for Programming Education in University

大下 昌紀[*1], 森田 浩平[*1], 松本 慎平[*1]
Masaki OSHITA[*1], Kohei MORITA[*1], Shimpei MATSUMOTO[*1]
[*1] 広島工業大学情報学部
[*1]Faculty of Applied Information Science, Hiroshima Institute of Technology.
Email: {b214040, b214205, s.matsumoto.gk}@cc.it-hiroshima.ac.jp

あらまし:著者らはこれまで,大学におけるプログラミング教育に関する問題の解決に資することができ,大学生が受ける授業で手軽に利用可能なオンラインコンパイラ Amadeus を開発している．Amadeus は,既存のオンラインコンパイラでは実装されていない機能として,デバッガ機能,コーディング過程の自動記録機能,オンラインジャッジメント機能を有している．現在,Amadeus に対して学習ログアナライザの実装を検討している．そこで本稿では,Amadeus を用いてプログラミング初学者に対してプログラミング演習を行い,その演習を通じて得られた学習者のコーディングログ及び学習過程を分析することで,学習ログアナライザに必要な機能を検討することを目的とする．
キーワード：プログラミング，Web，開発環境，オンラインコンパイラ，学習ログ

1. はじめに

大学でのプログラミング教育を充実させるためには，プログラミングを特に不得意とする学習者が，いつ，なぜその習得を諦めるのかを調べることが可能な仕組みを構築する必要があると考えられる．

上記の問題を解決するため，大学生が受ける授業で手軽に利用可能なオンラインコンパイラである Amadeus の開発が進められている[(1)]．Amadeus は，複数のプログラミング言語でのコンパイル及び実行環境を提供することができ，加えて，学習者は，Web ブラウザのみがあればプログラミングを学習できる．学習を促進するために，Amadeus は，構文の強調表示，タブ補完，自動コード補完などの機能を提供できる．さらに，既存のオンラインコンパイラでは実装されていない機能として，デバッガ機能，コーディング過程の自動記録機能，オンラインジャッジメント機能が Amadeus には用意されている．

Amadeus のコーディング過程の自動記録機能では，各学習者の全てのコーディングプロセスを記録し，加えて，学習者の操作ログデータを文字単位で取得できる．教授者は，記録されたログデータを参照することにより，学習者がどのように考えているかを推察するだけでなく，課題を完了させるまでの過程を詳細に知ることができる．ただし，現在の段階では，コードのログはデータベースに記録されるだけであり，学習ログやコーディング過程を視覚的に提示可能なアナライザは実装されていない．そこで本稿では，Amadeus を用いてプログラミング初学者に対してプログラミング演習を行い，その演習を通じて得られた学習者のコーディングログ及び学習過程を分析することで，学習ログアナライザに必要な機能を検討することを目的とする．

2. Amadeus

これまで，Personal Programming Process(以降，PSP)の測定と改善の枠組みのもとで，さまざまな種類の PSP が開発されてきた[(2)]．教育分野で利用できる一般的な PSP の機能は，Amadeus と同様である．しかし，Amadeus のように，API と多言語機能を備えた PSP は，本研究の調査の限りでは確認されていない．

Amadeus の外観を図 1 に示す．Amadeus は，以下のフレームワークによって実装されている．

- ✓ Django REST Framework 3.3.3
- ✓ NodeJS 4.2.6
- ✓ Vuejs 1.0.24
- ✓ Electron 1.3.8

Amadeus の動作環境は次のとおりである．

- ✓ CPU: Intel Core i7-4770K CPU @ 3.40GHz 4core
- ✓ RAM: DDR3 PC3-12800 32GB
- ✓ HDD: 3TB 7200rpm キャッシュ 64MB

Amadeus には主に以下の機能や特徴がある．

- ✓ 多言語対応
- ✓ 高機能エディタと入力イベントのロギング
- ✓ オンラインジャッジ
- ✓ 簡易デバッガ
- ✓ モニタリングとコミュニケーション

Amadeus をプログラミング講義に組み込むことで，環境を構築する時間を取らずに学習することができる．オンラインジャッジメントでは，問題の提示と自動採点ができる．Amadeus の他の機能として，学習者は，ファイル管理，シェル機能を利用できる．Amadeus は，ソフトウェア開発者のためのサービスとして，開発者が Amadeus の機能をすばやく拡張可

図 1 Amadeus の外観(オンラインジャッジメント)

図 2 モニタリング機能の外観

能とする RESTful API を提供する．Amadeus は，プログラミングを不得意とする学習者にとっても使いやすい機能を提供しながら，かつ，彼らがプログラミングを不得意とする理由を明らかにするために十分に貢献できると考えている．

3. 分析結果

プログラミングを不得意とする学習者 21 名を対象に，Amadeus を用いて半期に渡って演習を実施した．問題数は，44 問である．なお，Amadeus を用いた演習自体については，学生と教授者の両方から高い評価を得ることができている．演習で提示した前問題の中から，学習ログアナライザに必要な機能を検討するために，以下の問題を例に分析結果の一部を紹介する．

- 縦 a 横 b の整数をキーボードで入力し，長方形の面積と周の長さを求めるプログラムを作成せよ．

演習方法として，各学習者に毎回 2 問から 3 問ずつ問題を提示し，1 コマの時間内に課題を終わらせることを目標に演習に取り組んでもらった．教授者は学習者が困った場合，サポートするにとどめ，各学習者自身で考えてプログラムを開発させた．図 2 に示すモニタリング機能のこの演習から，どういった学習者がどういった記述でコンパイルを行っているかどうかの概要を把握できるため，自動的にコードを処理して間違いの傾向を集計し，アナライザ開発へ有益となる知見の収集，分析を行った．

分析の結果，プログラミングを不得意とする学習者のメンタルモデルの構築の様子を確認できた．ここで，メンタルモデルが構築されているとは，構文ミスから，自分の知識の間違いに気付いて知識を修正し再構築できた，つまり，同じ間違いを続けなかった場合を言う．例示の問題において，ある学生 A は，当初，代入文の記述を a * b = menseki;や a * a * b * b = nagasa;と間違えた．学生 A は何度か同様の間違いを行った後，コンパイル可能な代入文記述を見出した．以降，学生 A は，代入文について同様のパターンで間違えることはなかった．これは，学生 A は代入演算子に関する知識を獲得した後にメンタルモデルの再構築に成功した事例を表していると考えられる．反対にメンタルモデルが構築されなかった例を挙げる．先ほどと同様の問題において，学生 B は，int 型で変数を宣言すべき所を float と記述していた．その後，学生 B は何度か同様の間違いを犯したのち，ある時点で，コンパイルを通せる記述を発見した．それにも関わらず，これ以降，学生 B は同様にデータ型に関して記述を何度も間違えていた．このことはすなわち，コンパイルを通せたのは，学生が参考にしていた資料のパターンをそのまま当てはめ試行錯誤的に記述した結果であり，メンタルモデルの再構築を行えていない事例ではないかと考えられる．ここに述べたような両者の差を教授者に直感的に伝えられるような視覚的アナライザの実装が有効ではないかと考えられる．たとえば，学習者が過去間違えた記述をデータベースに記録しておき，その間違いの出現頻度を学習者ごとに時系列で示す機能などが考えられる．

4. おわりに

本稿では，プログラミング初学者に対して Amadeus を用いたプログラミング演習を行い，その演習を通じて得られた学習者のコーディングログ及び学習過程を分析することで，学習ログアナライザに必要な機能を検討した．Amadeus を用いた演習については，学生と教授者の両方から高い評価を得ることができた．分析結果の詳細については，当日報告において明らかにする予定である．今後は，学習アナライザを実際に実装し，教授者からの主観評価を得ること，学習者のメンタルモデルの再構築に有効に働いたかどうかを評価する予定である．

謝辞

本研究は，独立行政法人日本学術振興会科学研究費助成事業(基盤研究(C)16K01147, 17K01164)の助成を受けて実施した成果の一部である．ここに記して謝意を表します．

参考文献

(1) K. Morita, S. Matsumoto, Developing a Cloud-Based Programming Learning Support Tool - Aiming to the Most Accessible Development Environment for University Students -, Proc. of AROB 22nd 2017, GS6-2, pp.143-146 (2017).
(2) W. Humphrey: Introduction to the Personal Software Process, SEI Series in Software Engineering, Addison-Wesley Professional (1997)

単純化方略習得支援のための 自己説明演習システムの設計・開発と実験的利用

Self-explanation exercise system for support to learn simplification strategy

津守 庸平[*1], 志水 規祥[*1], 林 雄介[*1], 平嶋 宗[*1]
Youhei Tsumori[*1], Noriyoshi Shimizu[*1], Yusuke Hayashi[*1], Tsukasa Hirashima[*1]
[*1] 広島大学大学院工学研究科
[*1] Graduate School of Engineering Hiroshima University
Email: tsumori@lel.hiroshima-u.ac.jp

あらまし : 問題解決に行き詰った際, その問題を解ける問題まで単純化することで行き詰まりの原因を特定し, 自己克服を促す単純化方略が現在研究されている. 先行研究においては, この単純化方略がシステムによる問題単純化として実現されており, 初等力学を対象としたシステムが高等専門学校において実践的に利用され, 学習効果が確認されている. 本研究では, この単純化方略を学習者が習得できる演習を設計開発している. 単純化方略を用いた自己克服では, 学習者が自身の行き詰まりの認識や取り組む問題の変更を行う必要があり, メタ認知活動の 1 つであるといえる. そこで本研究は, 学習者に問題を単純化させるだけでなく, その単純化を説明させることでメタ認知の対象とするシステムを設計・開発し, 高等専門学校において実験的利用を行い, そのデータについて分析を行ったので, その結果を報告する.
キーワード : 単純化方略, 自己克服, メタ認知活動, 問題の単純化手法, 例題ベース, 自己説明

1. はじめに

授業などで知識を得た学習者は, その後問題演習に取り組むことが多い. このとき学習者はしばしば問題解決に行き詰る. このような学習者に対しては解き方を教え直すという対処が一般的であるが, この方法では問題解決に行き詰った原因が分からないままに正しい答えを受動的に受け入れてしまい, 効果的な学習にならない可能性がある. そこで初等力学を対象に問題間の関係性を利用して学習者の行き詰まりの原因を特定し, 自己克服を促すといった単純化方略を採用したシステムが設計・開発され, 実践的利用を通して有効性が確認されている(1). しかしながらこの利用法では, システムが問題を単純化していることから, 学習者が単純化方略を使えたとはいえないことが問題であった.

そこで本研究は, 単純化方略習得のため, まず学習者による問題の単純化手法の習得を目指す. 問題を単純化するためには自身の問題解決についてメタ認知できている必要がある. 本研究では, 学習者に単に問題を単純化させるだけでなく, その単純化を自己説明の対象として設定することで, メタ認知を活性化させ, 問題の単純化手法の習得を促進することを試みている. 具体的には例題ベースで問題の単純化の操作について学んだ後に実際に学習者自身で問題の単純化を行ってもらい, その単純化について自己説明させる. このシステムを用いて実験的利用を行なったのでその結果を報告する.

2. 問題の単純化習得支援システム

本研究では, メタ認知活動の 1 つである単純化方略習得の第一歩として問題の単純化の習得を目指す. この目的達成のため, メタ認知を活性化させる自己説明演習を例題ベースと合わせて用いた問題の単純化習得支援システムの設計・開発を行った.

2.1 例題ベース

問題の単純化手法を学ぶ方法として, 本研究では例題ベースを用いている. 例題ベースとは, まず例題として問題と解答に至るステップ, 最終的な答えを提示し, 学習者に解法を学ばせたのちに学んだ解法を用いる問題演習を行わせるものである. この方法は新たなことを学ぶ初期段階において有効な方法とされており, この例題ベースを用いて単純化の獲得を目指す. 本システムでは問題の単純化手順と, 単純化前後の問題の変化について例題で示した.

2.2 自己説明演習

例題ベースで学んだ問題の単純化手法を習得するために, 本研究では自己説明演習を用いる. 今回習得を目指す問題の単純化手法はメタ認知活動である単純化方略を行うための方法である. よって学習者のメタ認知を活性化することができる自己説明演習を用いることでメタ認知活動に深く関わる問題の単純化手法の習得を目指す. 今回は困難さ低減のため選択形式での自己説明を用いる. 具体的な活動は, 学習者自身に問題の単純化を行わせた後に単純化による問題の変化について自己説明させる. 自己説明の内容は問題に含まれる要素から省略された要素を選択する表層的変化の説明と, その表層的変化による解法の変化として元問題に含まれる数量関係の中から不要になった式と変化した式を選択させる深層的変化の説明である. 表層的変化についての説明演習画面を図 1 に, 深層的変化についての説明演習画面を図 2 に示す. なお, システム自体の説明については, (2)で既報であるため, 紙面の関係で割愛する.

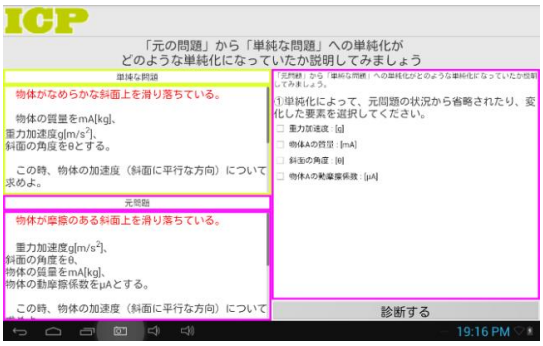


図 1 表層的変化の説明演習画面

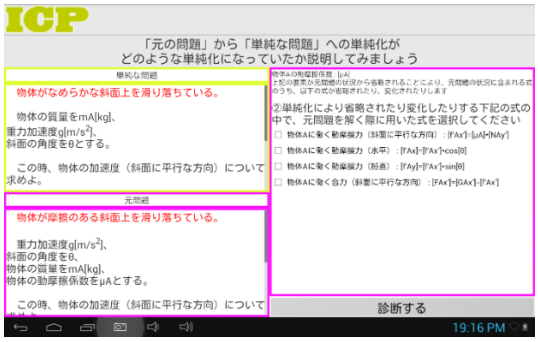


図 2 深層的変化の説明画面

3. 実験的利用

3.1 実験的利用の目的と方法

開発したシステムの効果を検証するため，実験的利用を行なった．対象は初等力学を習得済みの高等専門学校生 39 名で，アンケートに不備のある被験者を除く 37 名を有効データとした．調査手順は(1)メタ認知調査(5 分)，(2)事前テスト(10 分)，(3)単純化方略の教授(15 分)，(4)教授後テスト(10 分)，(5)システム操作説明(5 分)，(6)システム利用(30 分)，(7)システムアンケート(5 分)，(8)事後テスト(10 分)である．

3.2 結果・考察

本システムはメタ認知を活性化させる自己説明演習を用いるため，本システムによる学習効果は学習者のメタ認知能力に大きな影響を受けると考えられる．そのためテスト結果を，(1)全体群，(2)メタ認知上位群，(3)メタ認知下位群に分類し，表 1 に示した．

そして，全体群において事前，教授後，事後の得点について，SteelDwass 法で多重比較したところ，事前事後間にのみ有意差があり(p=0.007<0.01)，効果量は大であった(d=0.84>0.80)．

メタ認知の上位群と下位群についての事前，教授後，事後の得点を図 3 に示した．これらの得点を SteelDwass 法で多重比較したところ，上位群の事前事後間のみに有意差がみられ(p=0.02<0.05)，効果量大であった(d=0.93>0.80)．下位群においては有意差がみられなかった．また，メタ認知上位群においてスピアマンの順位相関係数でシステムでの問題演習成功回数と教授後/事後間の点数差の相関を調査したところ，相関係数 0.495281，p=0.03662 となり中程度の相関が認められた．

これらの結果より，単純化方略についての教授とシステム利用双方を用いれば問題の単純化手法の習得に大きな効果があることが示された．また，メタ認知上位群においてはシステムが特に効果を発揮したことが確認されたが，メタ認知下位群においては効果が得られなかった．これは自己説明演習がメタ認知を活性化させる手法であるため，メタ認知が活性化されるほどのメタ認知能力を持つ学習者にのみ効果が発揮されたからだと考えられる．

表 1 テスト平均点と標準偏差

	事前	教授後	事後
全体群	0.5(0.8882)	1.0(1.02632)	1.4(1.22011)
上位群	0.7(0.9539)	1.05(1.0235)	1.7(1.18743)
下位群	0.5(0.84837)	0.9(1.05556)	1.1(1.18234)

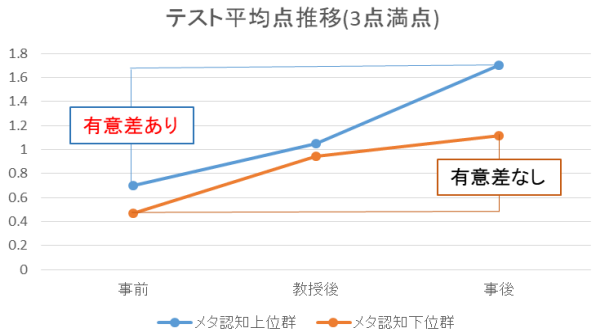


図 3 メタ認知能力で群分けされたテスト結果

4. まとめと今後の課題

本研究では，優れた学習者が行うとされるメタ認知活動の 1 つである単純化方略の習得のため，問題の単純化手法の習得を目指す．そのため，例題ベースと自己説明演習を用いたシステムを設計・開発し，実験的利用を行なった．その結果，このシステムはメタ認知上位群にとって特に効果を発揮できるものであったが，同時にメタ認知下位群にとっては効果的なシステムではないことも確認された．

今後の展望としては，メタ認知下位群にとっても有用なシステムとなるよう，システム演習での学習者の振る舞いから，フィードバック改善や補助システムの開発を行っていこうと考えている．

参考文献

(1) 武智俊平，林直也，篠原智哉，山元翔，林雄介，平嶋宗：単純化方略を用いた問題解決失敗の自己克服支援システムとその実践的評価―初等力学を対象として―，電子情報通信学会論文誌 D, J98-D No.1, pp.130-141(2015)

(2) 津守 庸平,林 直也,篠原 智哉,山元 翔,堀口 知也,林雄介,平嶋 宗：”自己調整活動の経験型支援システムの設計・開発 -単純化方略 を用いた行き詰まりの自己克服を対象として-”，2016 年度人工知能学会第 30 回全国大会(2016). https://kaigi.org/jsai/webprogram/2016/pdf/844.pdf

和差の算数文章題における部分全体関係の操作対象化とその評価

Direct Manipulation System of Part-Whole Relationship in Addition/Subtraction Arithmetic Word Problem and Its Evaluation

岩井 健吾[*1], 合田 将治[*1], 林 雄介[*1], 平嶋 宗[*1]
Kengo Iwai[*1], Masaharu GODA[*1], Yusuke HAYASHI[*1], Tsukasa HIRASHIMA[*1]
[*1] 広島大学大学院工学研究科
[*1]Graduate School of Engineering, Hiroshima University
Email: iwai@lel.hiroshima-u.ac.jp

あらまし： 算数文章題の 1 和 2 差関係（3 つの数量がある時，1 つの和に対して 2 つの差，1 つの差に対して 1 つの差と 1 つの和の関係がある）の理解が不十分な学習者が存在している．この問題を解決するために，従来とは異なる形で部分全体図を活用し，学習者が 1 和 2 差関係の構造の操作を直接行うことが可能なシステムの開発とその評価を行った．評価の結果，成績上位群と成績下位群で異なる学習効果の促進が示唆されたため，その報告を行う．

キーワード：算数文章題，1 和 2 差関係，部分全体図，操作対象化

1. はじめに

1 回の和もしくは差で解ける算数文章題のうち，問題文が示唆する数式と，答えを求めるために必要となる計算式が異なっている場合の問題は，逆思考問題と呼ばれ(1)，多くの児童にとって困難な問題であることが確認されている(2)．さらに，先行研究において，逆思考問題を解けるだけでは，逆思考問題が持つ「和と差の関係性」に対する理解が十分ではないことが示唆されている．

以上を踏まえて，本研究では，逆思考問題を解くだけでは問題の持つ関係に対する理解が不十分であることに問題意識を持ち，和差の算数文章題に対する構造的理解の促進を目指す．本研究で対象とする算数文章題の構造的理解の範囲は，和差の算数文章題における「1 和 2 差関係」（1 つの和に対して 2 つの差が見つかり，1 つの差に対して 1 つの差と 1 つの和が見つかるという関係）を対象としている．

2. 三文構成モデルと部分全体図

本研究では，和差の算数文章題に対する構造的理解の促進を目指して，算数文章題，部分全体図，およびそこに含まれる演算関係，の三つの表現の変換を具体的な操作として行うことの可能な学習支援システムを設計・開発している．本章では，その三つの表現の変換活動を実現するために必要な三文構成モデルと部分全体図およびそれらを用いた三つの表現の対応関係について説明する．

2.1 三文構成モデル

三文構成モデルでは，ある数量の存在を表す文（存在文）が 2 つと，その 2 つの数量関係を表す文（関係文）の 3 つの文（単文）によって，算数文章題が構成されると定義している(3)．したがって，三文構成モデルでは，それぞれの単文一つ一つが数量概念を表現するものになっているといえる．また，本研究では，算数文章題が三つの単文で表現される形式のことを三文表現と呼ぶ．

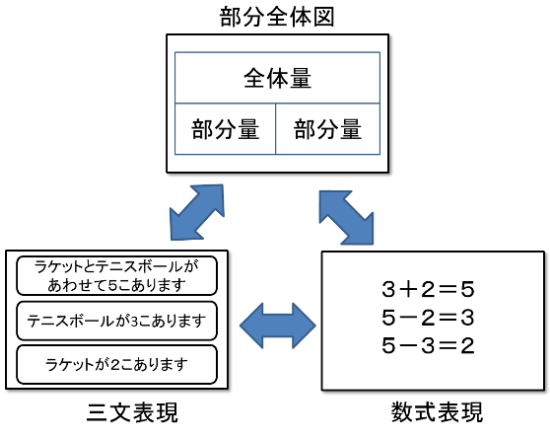


図 1　3 表現相互変換モデル

2.2 部分全体図

部分全体図では，1 回の加減で表現できる文章題を構成する三つの数量概念は，二つの部分量とその二つの部分量を合わせた一つの全体量として表現することが可能となっている(4)．

2.3 文章題・部分全体図・数式の 3 表現の対応

三文構成モデルと部分全体図を活用することで，図 1 に示したように，(A)3 文表現，(B)部分全体図，(C)数式表現，の 3 つを対応づけることが可能となる．この図では，部分全体図の全体量に三文表現の「ラケットとテニスボールがあわせて 5 こあります」と数式表現の「5」が対応し，部分量に三文表現中の残りの 2 文と数式表現中の「3」と「2」が対応する．また，数式表現中の最初の式は，「部分量」＋「部分量」＝「全体量」，残りの二つの式は，「全体量」－「部分量」＝「部分量」を表していることになる．本研究では，算数文章題と部分全体図を対応させるために，算数文章題をそれぞれ一つの数量概念によって表現する三つの単文とし，部分全体図を構成する二つの部分と一つの全体に対応させている．この枠組みを用いれば，一つの問題を構成している三つ

の単文を，部分全体図の三つの構成要素に当てはめる活動を設計することが可能となり，算数文章題から部分全体図への変換を学習者が直接操作する形で演習可能となる．

3.　学習支援システムの設計開発

本研究では，(演習 1)単文を組み合わせて三文で構成される問題を作成し，作成した問題を構成する三文を部分全体図の一つの全体および二つの部分の箇所に割り当てる，(演習 2)与えられた単文を部分全体図に割り当て，その部分全体図が含む 1 和 2 差の三つの数式表現を導く，(演習 3) 三文表現から 1 和 2 差の三つの数式表現を導く，の 3 つの演習活動を設計し，タブレット上での操作で実施できるように実装した．これら三つの演習は，演習 1 により，文章題を構成する量の部分全体関係を把握し，演習 2 で部分全体関係が含む 1 和 2 差関係の数式表現を導けるようにし，さらに演習 3 で，部分全体図を経由しなくても，文章題に含まれる 1 和 2 差関係の数式表現を導けるようにすることを意図している．システムの画面例として，演習 1 におけるインターフェースを図 2 に示す．

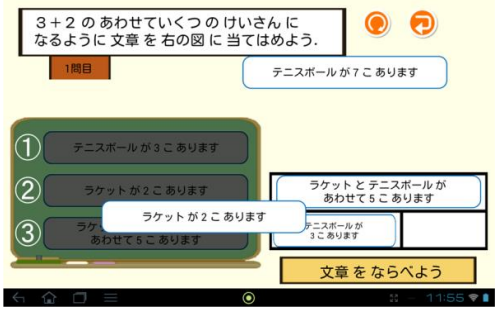


図 2　演習 1 のインターフェース

4.　試験的利用と学習効果の分析・考察

4.1 試験的利用の概要

小学 4 年生 45 名(2 クラス)に対してシステムを用いた 1 時限の演習を正規授業内で行った．本試験的利用においては，本システムの利用 25 分の前後において，約 5 分をとってプライミングテストを実施し，その結果の分析により本システム利用の効果を評価した．

4.2 プライミングテスト

プライミングテストとは，問題スキーマを活性化しうる情報をプライム（先行的に提示される情報）として提示し，そのあとで活性化された問題スキーマが適用可能な判断課題を与えるものであり，問題スキーマの活性度合いを，テストのスコアや反応時間で評価できるとされている[5]．

4.3 学習効果の分析と考察

次にプライミングテストの結果を用いた学習効果の分析を行う．分析には，正解数と回答時間を用いた．そのまとめが表 1 である．児童全体において事前事後の差を調べたところ，正解数において有意差があった（p=0.01<0.05）．さらに，事前テストにおいて平均正解数以上の児童を上位群，以下の児童を下位群とし，正解数について 2 要因分散分析（上位群－下位群，事前テスト－事後テスト）を行ったところ，交互作用が見られたので（p=0.000<0.001），単純主効果を検定したところ，事前テストおよび事後テストにおける上位群と下位群，および下位群における事前テストと事後テストにおいて有意な差が見られ（いずれも p=0.000<0.001），下位群での正解数上昇に関しては，効果量大であった（d=1.05）．回答時間についても同様の分析を行ったところ，交互作用が見られたので（p=0.008<0.01），単純主効果を検定したところ，事前テストにおいて上位群と下位群に有意差があった(p=0.005<0.01)．また，上位群において事前テストと事後テストにおいて有意差が確認された(p=0.02<0.05)．上位群の回答時間の減少に関しては，効果量小であった（d=0.39）．これらの結果から考察を行うと，上位群は，演習を通して使い方が向上したため，回答時間が短くなり，下位群は，理解が進んだため正解数が向上したと考えられる．

表 1　プライミングテストの結果

	正解数 (満点:20)		回答時間 (秒)	
	事前	事後	事前	事後
全体群 (75 名)	16.7 (SD=3.3)	17.9 (SD=2.8)	198.2 (SD=81.9)	186.2 (SD=89.4)
上位群 (47 名)	18.8 (SD=1.1)	18.9 (SD=2.1)	219.5 (SD=70.0)	188.4 (SD=87.2)
下位群 (28 名)	13.0 (SD=2.6)	16.3 (SD=3.6)	162.7 (SD=86.3)	182.5 (SD=91.3)

5.　まとめと今後の課題

本稿では，和差の算数文章題の構造的理解の促進を指向し，文章題および数式と連動して部分全体関係図を操作する活動を可能にする学習支援システムを設計・開発し，小学校 4 年生の授業で利用した．今後の課題としては，より広い範囲の児童に対して，より長期的な利用を行い，分析を行う必要があると考えている．

参考文献

(1) 山田篤史, 逆思考問題の問題解決に関する調査とその分析，イプシロン，Vol.26,21-30,2004.
(2) Riely,M.S.&Greeno,J.G.: Development analysis of understanding language about quantities and of solving problems, Cognition and Instruction, 5(1), 49-101(1988).
(3) Hirashima, T., Hayashi, Y., Yamamoto, S.,: Triplet Structure, Model of Arithmetical Word Problems for Learning by Problem-Posing, Proc. of HCII2014(LNCS 8522), pp.42-50(2014).
(4) 栗山 和広 : 子どもの数理解における部分-全体スキーマの発達 ： 整数について，九州保健福祉大学研究紀要 5, 35-40(2004).
(5) 神戸健寛，山元翔，吉田祐太，林雄介，平嶋宗 : “単文統合型作問学習支援システムの利用効果の問題構造把握の観点からの評価”，電子情報通信学会論文誌 Vol. J98-D No.1，(2015).

ノートテイキングとしての逐次的キットビルド概念マップ構築環境の設計・開発

Design and development of sequential kit build concept map building environment as note taking

本多 俊雄[*1], 林 雄介[*1], 平嶋 宗[*1]
Toshio Honda[*1], Yusuke Hayashi[*1], Tsukasa Hirashima[*1]
[*1] 広島大学大学院工学研究科
[*1]Graduate School of Engineering Hiroshima University
Email: honda-t@lel.hiroshima-u.ac.jp

あらまし：近年の ICT 技術の発達により電子教材を用いた学習活動が普及している．これは従来行われている学習時の内容整理としてのノートテイキングにおいて，教材とノートの連携，教師によるノートの内容の把握，その内容に基づくフィードバックなど，様々な可能性を広げるものと言える．本研究では，ノートテイキングの手法として概念マップを学習の進行に沿って逐次的に組み立てる活動を提案し、活動を実現する環境の設計・開発を行った．

キーワード：**電子教材**，**ノートテイキング**，**キットビルド概念マップ**，**逐次的構成タスク**

1. はじめに

近年，教育現場や家庭での ICT の普及や，オープン教材と呼ばれるインターネット上に無償で公開される教材の普及に伴い,電子教材を使った学習の機会が増えている．電子教材の多くは学習者が主体的に読んだり，視聴することで学習が行われることを想定しており，学習者自身が自分の理解状況について見積もり,繰り返し利用することによって学習を深めることを可能にしている．そのような電子教材での学習においても内容の理解に重要なことの 1 つとして，従来の講義や読書による学習と同じく，ノートテイキングが挙げられる[1]．ノートテイキングは，(1)教えられている内容の中で重要な要素を抜き出す「選択」と，(2)「選択」によって記録された要素同士を関連づける「関係づけ」の二つの過程に分けることができ[2]，この 2 つの活動を通じて学習内容の整理を行う．また，(a)内容理解において「選択」よりも「関係づけ」が重要な役割を果たしていることと，(b)選択の失敗は関係づけにおいて取り返しのつかない悪影響を及ぼすという意味で「選択」ももちろん重要であることが指摘されている．本研究では，電子教材をキットビルド概念マップ[3]と対応づけることにより，ノートテイキングとして内容理解のために行われる「選択」と「関係づけ」のタスクを概念マップ構築のための部品の認識とその組み立てとし，電子教材を参照しながら逐次的に概念マップを構築することで学習できる環境を提案する．

2. 逐次的キットビルド概念マップ構成

2.1 キットビルド概念マップ

キットビルド概念マップ(以下, KB マップ)とは，概念マップを用いて学習者の理解を外化・自動診断する方式である．KB マップの特徴は，学習対象において教授者が学習者に伝えたい構造を概念マップとして表現し(ゴールマップと呼ぶ)，それをノード(概念)，リンク(関係)に分解して，学習者に概念マップ構築の部品（キット）として提供する．この仕組みによって，教授者は学習者に伝えたい内容の構成要素を示した上で，それらの結合として伝えたいことを構造的に考えさせることができると同時に，学習者が作成した概念マップの自動診断やフィードバックを実現している[3]．図 1，2 に，KB マップのゴールマップ，キットの具体例を示す．

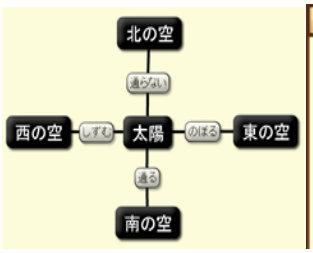


図 1:ゴールマップ

図 2:キット

2.2 キットの逐次提供による KB マップ構築

本研究では，学習者の KB マップ構築形式の 1 つとして，逐次的 KB マップ構築タスクを提案する．逐次的 KB マップ構築タスクでは，従来の KB マップの利用で行ってきた，ゴールマップ全体に関する教授者の説明の後でキットを全て提供して，マップ全体を構築させる形式ではなく，教材の進行に合わせてキットを逐次的に提供する．これは，教授者による説明と学習者の KB マップ構築による内容の整理をスモールステップに分解し，段階的に行っていくことに相当する．そして，これは一般的に講義，読書などで，その進行に合わせて逐次的に内容を整理していくノートテイキングと対応する活動になり得ると考えている．本研究では，この逐次的 KB マップ構築をノートテイキングで行われている「選択」と「関連づけ」を，「選択」が与えられた部品の認識に置き換わり，ガイドされた上で「関連づけ」するタスクとして定義するものと位置づけ，フィードバック可能な学習環境として実現する．

逐次的 KB マップ構築では，ゴールマップと電子教材の関連づけをベースにキットの各部品の提供タイミングを決定する．前田らは電子教材をキットビルド概念マップと関連づけることよって，フィードバック時において学習者がゴールマップと異なる命

題を作成したときに関連する部分の教材を選択的に提示する機能を開発している[4]．逐次的 KB マップ構築では，この対応関係をマップ構築時に利用することで，教材を利用した学習進行に合わせて，部分的にキットを提供することで，説明と KB マップによる内容確認のサイクルをスモールステップで実行する．

3. 映像教材と連携した逐次的 KB マップ構築環境の開発

本研究では，映像教材を対象として，逐次的 KB マップ構築環境を設計・開発した．図 3 にそのインタフェースを示す．学習者は映像(図 3 右上)を視聴しながら，映像の進行に従って段階的に表示されるキット（図 3 左上）を組み立てていく．映像は教授者によってゴールマップと対応付けられており，その対応関係を使って，システムが視聴中の映像区間毎に対応するキットの一部を学習者に逐次提供できる．

図 3:逐次提供・マップ作成画面

キット全てが提供され，学習者がマップ構築を終えると，システムはゴールマップと学習者マップの差分を比較マップ(図 4)によって提示する．

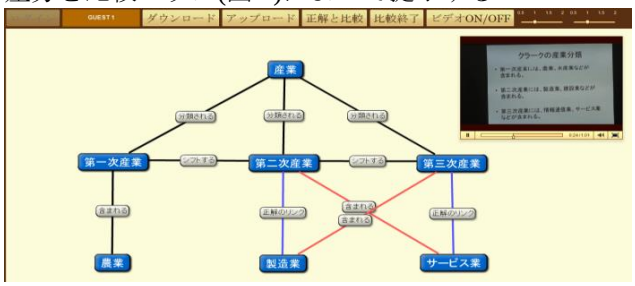


図 4:比較・再視聴画面

比較マップでは，学習者マップの命題のうち，ゴールマップには無いもの（過剰命題）が赤色，逆にゴールマップにあって学習者マップに欠けているもの（不足命題）が青色で表示される．不足命題については，その存在は表示するがどのリンクを使うべきかは分からないようにしている．また，不足リンクについては，教授者が設定したゴールマップと映像の対応から，関連する部分の映像を選択的に提供することで，更なるフィードバックが行える．

本研究で設計・開発したシステムの効果を検証する前に，学習者が本システム上で逐次的 KB マップ構築をできるかを確認するために，大学生 61 名を対象とした予備実験を行った．被験者を二群に分け，両群共に映像を視聴するが，実験群は KB マップを逐次的に構築し，統制群は白紙に自由にノートをとった．内容は学習者全員にとって未知である架空のものとした．結果を表 1 に示す．

表 1　予備実験の結果

	マップスコア (100 点満点)	確認テスト (25 点満点)
実験群	94.0 (σ = 8.98)	9.97 (σ = 5.68)
統制群	--	10.19 (σ = 5.43)

システム利用者のマップの正答率が平均で 9 割を超えていること，直後に行った確認テストの平均点は二群に有意差が見られない(p=0.8738)ことから，一般のノートテイキングと同程度の効果があることが確認された．さらに即時的フィードバックなどが可能であることから，学習支援環境としてより期待できることが示された．なお，有意差の検定には t 検定を用いている．

4. まとめと今後の課題

本研究では電子教材を利用した学習において，教授者が教えたい内容を概念マップとして構造的に整理しておき，学習者がそれを学習の進行に合わせて逐次的に部品から組み立てることによって学習内容を整理する学習環境を提案し，実装した．この活動では，学習内容に含まれる重要な要素の「選択」と「関連づけ」を行うノートテイキングと同等であると考えられる上，KB マップを利用することによって，タスクとして明示的に学習者に提示でき，その結果に対して即時的にフィードバックできるものとなる．また，予備実験の結果から，学習者が映像の進行に合わせて逐次的に KB マップを作れること，一般的なノートテイキングと同等の効果が得られることが確認された．しかし，これは 1 事例であり，十分な被験者数で正式な実験計画の元で運用することで，提案手法の有効性を調べていきたい．

参考文献

(1) Kiewra, K.A.: “A Review of Note-Taking : The Encoding-Storage Paradigm and Beyond”,Educational Pshychology Review,Vol.1,No2(1989)
(2) Armbruster，B．B.: Handbook of College Reading and Study Strategy Research, LEA，pp.175-199(2000).
(3) Hirashima, T., Yamasaki, K., Fukuda, H., and Funaoi, H.,: “Framework of Kit-Build Concept Map for Automatic Diagnosis and Its Preliminary Use”, Research and Practice in Technology Enhanced Learning, 10:17, 2015.
(4) 前田啓輔，北村拓也，本多俊雄，茅島路子，宇井美代子，林雄介，平嶋宗，"映像講義とキットビルド概念マップの対応付けによる教授者と学習者の理解のずれの検出機能の開発と実践利用"，教育システム情報学会（JSiSE）2015 年度第 4 回研究会，pp.25-32(2015.11.21).

カード組み立て方式に基づくプログラミング学習支援システムにおけるゲーム提示機能の開発

Developing a Game Capability for Programming Learning Support System Based on Card Exercise Method

岩本 朋也[*1], 松本 慎平[*1], 山岸 秀一[*1]
Tomoya IWAMOTO[*1], Shimpei MATSUMOTO[*1], Shuichi Yamagishi[*1]
[*1] 広島工業大学情報学部
[*1]Faculty of Applied Information Science, Hiroshima Institute of Technology.
Email: {b214032, s.matsumoto.gk, s.yamagishi.if}@cc.it-hiroshima.ac.jp

あらまし：大学など高等教育機関でのプログラミング講義の際，指導を計画どおり円滑に進めること，また，指導内容に集中させることを目的として，「カード演習方式」に基づくプログラミング学習システムが開発されている．本稿では，この学習システムに対して，学習者がより集中して演習に取り組めるようにすることを目指したゲーム提示機能を設計し，開発を行った．提案システムの狙いは 3 つある．一つ目は，初心者のためにプログラミング自体の興味を高めることである．二つ目は，プログラミングに対する初心者の心理的抵抗を減らすことである．三つ目は，自主学習の時間を増加させることである．カード演習方式による学習支援システムは Web アプリケーションであるため，ゲーム提示機能は，ウェブブラウザ上で実行可能なフレームワークである enchant.js を採用し実装されたものである．
キーワード：プログラミング，学習支援，ゲーム，enchant.js，Web システム

1. はじめに

高等教育機関では，プログラミングを苦手と感じている学習者が多く存在している．そこで，プログラミングを苦手とする学習者を主対象とし，彼らの支援を目的とした「カード演習方式」に基づくプログラミング学習支援システムが開発されている(1)．プログラミングは，様々な能力や活動を必要とするために，初学者にとっては学習の負担が大きいと考えられている．また，初学者はタイプミス等による文法エラーが多発するため，学習者によっては文法等の学習の負荷が大きいと言われている．これら要因は, プログラミングの本質的な学習を不十分にし，その結果として，プログラミングに対する学習意欲を減衰させているのではないかと考えられている．したがって，プログラミングに必要とされる技能を切り分け，各要素に対して認知資源を集中的に投下できるようにする仕組み，即時フィードバックにより，理解度や習熟の過程を学習者自身がリアルタイムに把握できるような仕組み，学習者の技能に適した学習課題を継続的に取り組むことが可能な仕組みが必要であると考えられる．

本稿では,「カード演習方式」に基づくプログラミング学習支援システムに対して，学習者がより集中して演習に取り組めるようにすることを目指したゲーム提示機能(2)を設計し，開発を行うことを目的とする．提案システムの狙いは三つある．一つ目は，初心者のためにプログラミング自体の興味を高めることである．二つ目は，プログラミングに対する初心者の心理的抵抗を減らすことである．三つ目は，自主学習の機会を提供することである．提案システムは Web アプリケーションであるため，ウェブブラウザ上でプログラムを実行可能なフレームワークである enchant.js を採用しゲーム提示機能を実装する．

2. 提案システム

提案システムのコンセプトの例を図 1 に示す．今回の場合，2D フィールドに主人公（熊）の出現するゲームと，カードに分けられた一行ごとのプログラムを提供する．このゲームのプレイヤ(学習者)は，ゲームの主人公(熊)をマウスで操作することができ，左上のタイマーが 0 になると，ゲームクリアの画面が表示される． しかし，プレイヤに最初に提示されたゲーム機能では, 敵キャラクタの数が以上に多い，時間変化が正しくないなど，ゲームとしては不十分なものであり，プレイヤはゲームを楽しむことができない．そこで，十分な機能を持ったゲームを作ることを目的とした機能が，本提案の骨子である．「カード演習方式」との違いは,「カード演習方式」では，問題文は文字で与えられていたのに対して，提案システムでは，問題を表す文章は与えられない．与えられるのは，完成形のゲームと現状のゲームとプログラムの書かれたカードの三つである．問題の理解は，学習者の直感にゆだねている．図 2 に提案システムでのプログラムの作成例を示している．

ゲーム画面は同ブラウザの別タブに表示される．提示されたゲーム画面はデフォルトの状態で動作可能ではあるが，ゲームとしては不十分である．プレイヤはいくつかの命令を結合することによって新しいアルゴリズムを構築する必要はないが，命令の順序および間違っているパラメータの値を修正する．学習者が回答を提出した後，システムは入力されたデータを模範的な回答(元のソースコード)と比較す

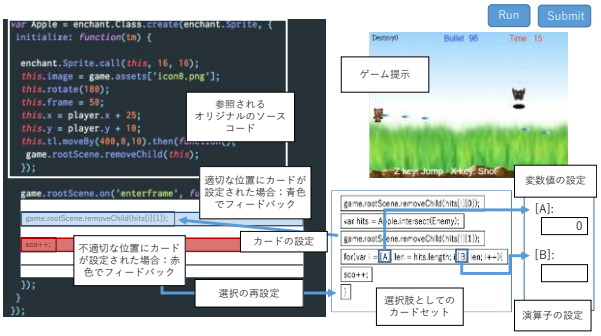


図 1 提案システムのコンセプト

図 2 提案システムの動作例

る．比較結果は正誤判定によって二つのタイプに分類され，ソースコードをそれぞれの色にハイライト表示することで，学習者の認知負荷を低減させる．最初のタイプは，行の位置と内容がモデル解と同じ完全に一致した命令であり，青で表現される．第二のタイプは，行の位置が間違っているか，行は合っているが内容が間違っている命令であり，黄色で表示される．これらのタイプは，テキストフィールドでソースコードをハイライト表示することで視覚化される．図 3 に正解，図 4 に不正解の例を示す．

提案システムは，サーバ上で動作するシステムであり，Web ブラウザからアクセスできる．提案システムの実装の詳細は以下のとおりである．

- ✓ 基本言語：Ruby 2.3.3
- ✓ Web アプリケーションフレームワーク：Ruby on Rails 4.2.4
- ✓ OS：Ubuntu 15.04
- ✓ Web サーバソフトウェア：Apache 2.4.10
- ✓ データベース管理システム：MySQL 5.6.28
- ✓ CSS フレームワーク：UIkit 2.23.0
- ✓ JavaScript ライブラリ：jQuery 1.11.3

3. 結果及びまとめ

C 言語の全般的な基本文やアルゴリズム基礎・演習といったプログラミングの基本を既に習得している大学生 9 名を対象とした．被験者には，著者らが設定・登録した問題 3 問を順番に解答してもらい，

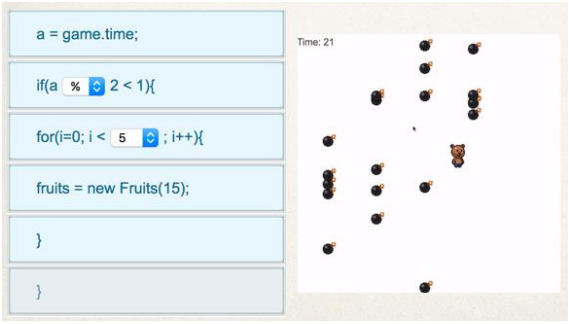


図 3 正解の例

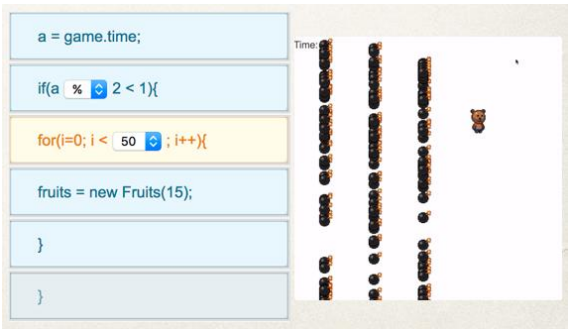


図 4 不正解の例

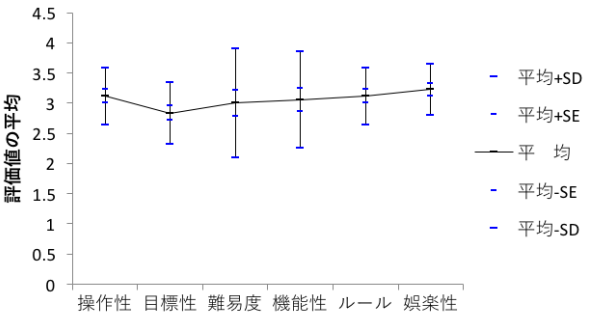


図 5　評価結果

その後，システムに対する質問を含んだ主観評価によるアンケートを実施し，4 段階リッカート尺度で被験者から回答を得た．各カテゴリ内の項目の評価値を平均したものを図 5 に示す．今回の狙いでもある娯楽性で高い評価を得た．

謝辞

本研究は，独立行政法人日本学術振興会科学研究費助成事業(基盤研究(C)16K01147, 17K01164)の助成を受けて実施した成果の一部である．ここに記して謝意を表します．

参考文献

(1) 石井元規，松本慎平，林雄介，平嶋宗，プログラミングを苦手とする学習者のための学習支援システムの検討，第 18 回 IEEE 広島支部学生シンポジウム論文集, 410.情報その他, A4-59, pp.202-205 (2016).
(2) K. Okimoto, S. Matsumoto, S. Yamagishi, T. Kashima, Proposal of a Game Development-Based Online Programming Learning System Based on the Concept of Parson's Puzzle, Proc. of AROB 22nd, pp.139-142 (2017).

アルゴリズム体験ゲームとプログラミング学習後の成績の関係分析

Relationship Analysis between Algorithm Experience Game and Examination Result of Programming after its Learning

松本 慎平[*1], 山岸 秀一[*1], 加島 智子[*2]
Shimpei MATSUMOTO[*1], Shuichi YAMAGISHI[*1], Tomoko KASHIMA[*2]
[*1] 広島工業大学　情報学部
[*1]Faculty of Applied Information Science, Hiroshima Institute of Technology
Email: {s.matsumoto.gk, s.yamagishi.if}@cc.it-hiroshima.ac.jp
[*2] 近畿大学　工学部
[*2] Faculty of Engineering, Kindai University
Email: kashima@hiro.kindai.ac.jp

あらまし：一般社団法人電子情報技術産業協会によって開発されたアルゴロジックと名付けられたプログラミング未経験者のためのアルゴリズム体験パズルゲームがある．これは，問題ごとに事前に用意された複数の命令ブロックの中からいくつかを選出し，適切な順にブロックを並べロボットに与えることで，ロボットを自動的に動かし問題の解決を目指すゲームである．このパズルゲームを題材として，大学生がプログラミングを学ぶ前段階において，ロボットに対してアルゴリズムが正しく与えられているかどうかを回答する試験を実施した．同様に，学習者がプログラミングを一通り学習した後で理解度判定試験を実施し，学習者の到達度を明らかにした．本稿では，このアルゴリズム体験ゲームの結果と，学習者の到達度との関係を調査し，分析結果を報告することを目的とする．分析結果から，アルゴリズム体験ゲームの成績とプログラミング学習後の成績は正の関係にあることが明らかとなった．
キーワード：アルゴリズム体験パズルゲーム，プログラミング，ラーニングアナリティクス

1. はじめに

プログラミング初学者に対して，プログラミングとはどういったものかを理解させることを目的として，ヴィジュアルプログラミングやプログラミング体験パズルが用いられることが多い．一方で，これらパズルゲームを実践した際に得られる学習活動に関するデータを集め，プログラミング学習者の分析に利用するといった取り組みは十分に行われていない．プログラミングをこれから勉強する学習者が，プログラミングをまだ学んでいない段階で，これらソフトウェアでどういった学習活動を行っていたのか，加えて，プログラミングの基本の学習を終えた段階の成績との関係を分析することは，これらのゲームを発展させた学習教材の開発，あるいは，プログラミング教育の充実に対して有益なデータを提示することと期待できる．

そこで本稿では，アルゴリズム体験ゲームの結果と，学習者の到達度との関係を調査し，分析結果を報告することを目的とする．本稿では，アルゴリズム体験ゲームとしてアルゴロジックを題材とした．そして，大学生がプログラミングを学ぶ前段階において，ロボットに対してアルゴリズムが正しく与えられているかどうかを回答する試験を実施した．同様に，学習者がプログラミングを一通り学習した後で理解度判定試験を実施し，学習者の到達度を明らかにした．本稿では，アルゴロジックと，学習者の到達度との関係を分析した．具体的には，プログラミングで良い成績を残していた学習者，あるいは逆の学習者は，プログラミング学習ゲームでどのような成果を残していたのかを調査した．その結果，アルゴリズム体験ゲームの成績とプログラミング学習後の成績が正に関係していることを明らかにした．

2. アルゴリズム体験ゲームに基づいた技能判定テスト

2.1 アルゴロジック

アルゴロジックは，一般社団法人電子情報技術産業協会によって開発されたアルゴロジックと名付けられたプログラミング未経験者のためのアルゴリズム体験パズルゲームである[1]．アルゴロジックでは，ロボットに命令を与え自律動作させ，フィールドに設置された旗を全て回収するか，指示された道順のとおりロボットを動作させることを目指すパズルゲームである．問題ごとに事前に用意された複数の命令ブロックの中からいくつかを選出し，適切な順にブロックを並べロボットに与えロボットを自動的に動かすことで，問題の解決を目指すものである．

2.2 先行研究

Hour of Code[2]は，アルゴリズム体験パズルゲームの多くは，プログラミングの技能，創造性，問題解決力を高めることを目的に開発されている物ではないと断っている．すなわち，コンピュータサイエン

[1] http://home.jeita.or.jp/is/highschool/algo/

[2] https://hourofcode.com/us

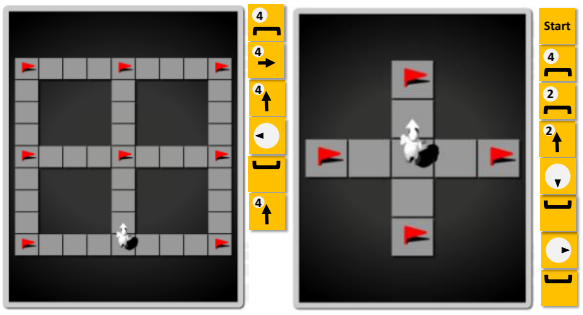


図 1 問題例

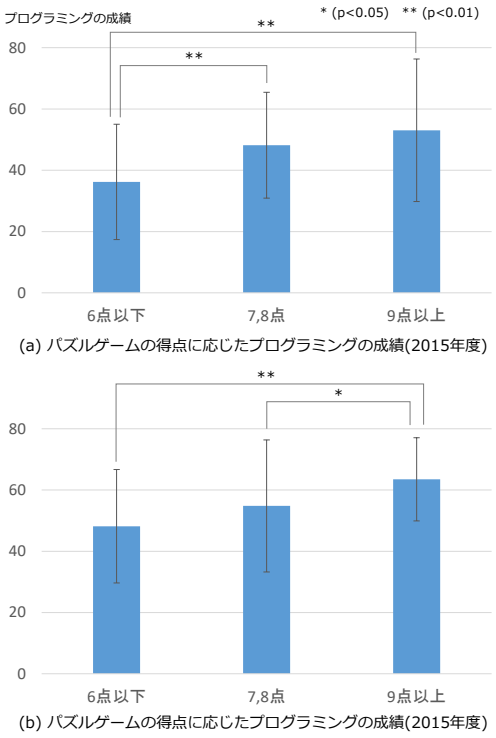


図 2　分析結果

スを学ぶことがどれだけ身近で簡単で，面白いかを学習者に伝えることを狙いとしている．アルゴリズム体験パズルゲームをプログラミング教育に用いた事例はいくつか行われているが[1], Hour of Code と同様の考えのもとで実践されていると考えられる．実践の際，パズルゲームの有用性を学習者の主観的観点から評価した事例は多く示されているが，パズルゲームの実践の様子やパズルゲームに対する理解度そのものを分析した事例や，事後進められるプログラミング教育での学習者の学びをパズルゲームの結果を踏まえながら追跡した取り組みについては，十分に行われていない．

3.　本研究の方針

図 1 に示すとおり，アルゴロジックを題材としたフィールド及びアルゴリズムを学習者に提示し，「全ての旗を取ることができればゲームクリアです．下図のステージに対して，右側のアルゴリズムでは問題を解くことができますか．なお，最適なアルゴリズムでなくてもかまいません.」といった二者択一の形式で問題を提示した．問題は，Moodle の小テスト形式で提示し，制限時間 10 分とし，問題数を 10 とした．正確なデータを得るために，私語，持ち込みを許可しない試験の形式で実施した．

4.　結果及び考察

2 年間にわたってデータを収集し，2015 年度の講義では 125 名，2016 年度では 109 名の受講者の反応データを得た．うち，過年度生や，プログラミング講義の未受験者を除き，2015 年度は 111 名，2016 年度は 104 名を分析対象とした．

分析の結果を図 2 に示す．横軸はパズルゲームの得点であり，得点に応じて 3 つのグループに分類している．縦軸は，事後のプログラミング講義の中で実施した到達度確認テストの成績である．エラーバーは標準偏差を表す．図 2 のとおり，パズルゲームとプログラミングの成績とは正の関係があり, t 検定により, いくつかの項目間で有意な差が確認された．正の関係が見られた理由として, 以下が考えられる．

1．基礎学力が不足している．
2．コンピュータサイエンスに興味が無いため，知識を習得できていない．
3．Dehnadi が言うように[2], プログラミングの素養の有無がある．

一方で，パズルゲームの成績が良かった場合であっても，実際のプログラミングの成績が良くない学習者や，あるいは，その逆も存在している．本稿では大局的な観点からのみ分析結果を示しているが，今後は，様々な条件のもとでの学習者の分類や，問題個々の内容に基づいた学習者の分析により，本稿で示した結果の詳細を明らかにする必要がある．

5.　おわりに

本稿では，アルゴロジックを題材とした試験の結果と，プログラミングの成績との関係を調査し，結果を報告した．その結果，アルゴリズム体験ゲームの成績とプログラミング学習後の成績は正の関係にあることが明らかとなった．

謝辞

本研究は，独立行政法人日本学術振興会科学研究費助成事業(基盤研究(C)16K01147, 17K01164)の助成を受けて実施した成果の一部である．ここに記して謝意を表します．

参考文献

(1)　佐賀孝博, アルゴロジックとプログラミンを用いたプログラミング学習, 稚内北星学園大学紀要, 12 号, pp.99-111 (2012).
(2)　S. Dehnadi and R. Bornat, R, The camel has two humps (working title). Middlesex University, UK, pp.1-21 (2006).

授業利用に向けた家計簿アプリの改良
－金融経済教育支援ツールの開発－

Improvement of a household account book app for Lecture
- Development of a Support system for Finance Economy Education -

二木 恵[*1]
Megumi FUTATSUGI[*1]
[*1] 金沢大学総合メディア基盤センター
[*1] Information Media Center, Kanazawa University
Email: futamegu@staff.kanazawa-u.ac.jp

あらまし：筆者は金融経済教育支援を目的とした家計簿アプリを開発し，不特定多数向けに公開し，運用を行っている．その家計簿アプリは金融リテラシークイズを出題するものであるが，2017年度に岐阜大学にて授業利用するにあたり，クイズを予習復習用に授業進度と連動させて運用を行うために，クイズ単位に公開日を設定することなどの改良を行った．本稿では，その改良点を説明するものである．
キーワード：金融経済教育支援ツール，家計簿アプリ，授業利用

1. はじめに

筆者は，金融経済教育が不足しがちなユーザ向けに，日常使いできる家計簿アプリを通して，金融経済教育支援を行っている．この家計簿アプリはApp Storeにて一般公開されており，また，金沢大学統合認証とShibbilethを通して認証連携し，大学ポータルサイトにサービスインしている(1)．本家計簿アプリでは，家計簿をつける際に，金融リテラシークイズを出すスタイルをとっている．クイズはランダムに表示され，回答済みクイズも再度出題される仕組みとしている．

2017年度に，岐阜大学授業の補助ツールとして利用する機会を得た．その際に，担当教員から予習復習に使うために，授業の進度に合わせた内容のクイズ提示を可能とするなどの要求があった．本稿では，今回行った要求事項に沿うための改修内容を記載する．

2. 公開日を設定したクイズ

一つは，クイズの出題に公開日を設けて，授業進度に合わせることである．図1に公開日設定に向けて変更したDBのテーブル構造を示す．「カテゴリマスタ」「クイズマスタ」にあるように，もともとクイズは大きくカテゴリというグループごとに分かれている．クイズカテゴリは「対象利用者区分設定」に従い表示制御されている。利用者区分とは，本家計簿アプリ内に設定されているユーザの身分区分を指す．本家計簿アプリでは，図2に示すように，初期利用開始時に身分設定をユーザに求めている．クイズはこの利用者区分に従い，対するカテゴリのクイズが出題される仕組みとなっている．例えば大学生には大学生向けのクイズを出すという意図のためである．

今までは未回答クイズを優先してランダムに出題していた．それを授業進度に合わせるために，クイズの設問ごとに公開日を設定する必要が生じた．しかしながらクイズNoごとに公開日を設定してしまうと，クイズを利用者区分で共有できない不都合が生じる．そのため，公開日マスタには，クイズNoとカテゴリCDをプライマリキーとして，他の利用者区分でも公開日設定のあるクイズを使えるように設計した．

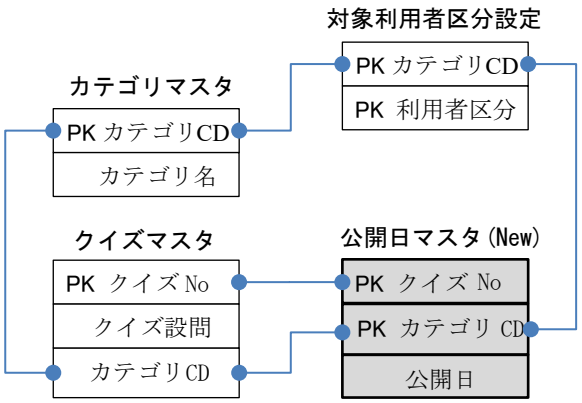


図 1 公開日設定 DB テーブル

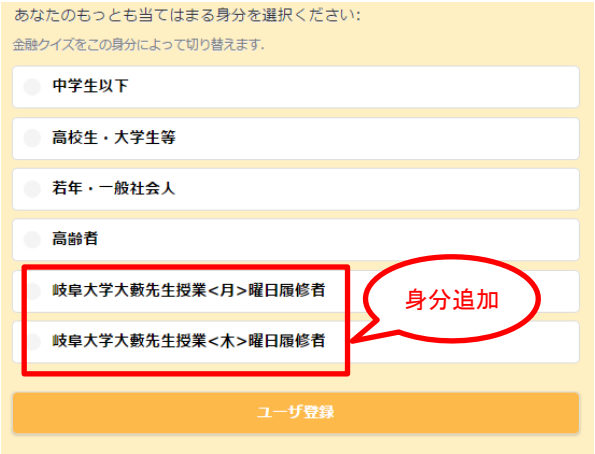


図 2 身分区分

3.　クイズ履歴からの復習

次の事項は，復習を目的としたクイズの回答履歴画面の変更である．授業では，クイズは授業進度に合わせた内容で，最低1日1回出題されるものとし，期末テストとしてクイズをテストする計画である．期末テストのために過去に答えたクイズを復習する必要があり，図3に示すように履歴画面に正答などを表示した詳細画面を追加した．また，任意で未回答クイズに答えられるように，クイズ出題ボタンを追加した．このクイズ出題ボタンは，授業履修者には未回答クイズのみを表示し，その他利用区分のユーザには，過去の問題も含めてランダムに出題させることとした．

図　3 クイズ履歴による復習

4.　費目マスタの切り替え

本家計簿アプリでは，費目の設定はユーザごとにカスタマイズが可能であり，初期利用時に汎用費目として費目マスタをユーザごとにセットしている．内容は一般でおおまかな項目としていたが，授業が家計管理を教育指導する科目のため，費目はより細分化した項目が必要であった．そのため，費目マスタを授業向けに追加し，授業利用者の場合は，授業向けの費目マスタをセットするように変更した．

5.　統計画面の追加

また，授業履修期間の6か月分の統計を期末のレポートの課題とする授業計画のため，統計画面の追加用件があり，図4に示す費目割合を出すグラフを追加した．今回は支出のみであるが，費目ごとの集計を，月ごとに集計値表と，月合計に対する支出の割合を横棒グラフで表示している．表は横に長くなるため，スマートフォンでも閲覧しやすいように，表示列を選択できるようにしている．また，グラフは授業履修者以外の一般ユーザの利用も考慮して，対象期間を選択できるようにした．

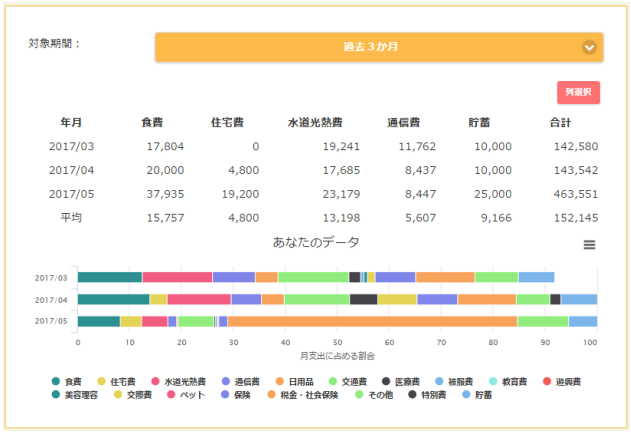


図　4 費目支出の表とグラフ

6.　データ入出力の強化

授業履修者が提出する期末レポートでは，正確な家計データの登録が必要になるため，一括追加・更新できるデータ入出力機能を強化した．画面を図5に示す．削除指定を追加し，新規，更新が一目でわかるように表示を変更した．キーとなる費目番号がずれていた場合も，警告を出して正しい費目名を表示するように対応した．

図　5 データアップロード後画面

7.　まとめと今後

本稿では，主に改修内容を具体的に説明した．今後も利用者へのヒアリングをし，教育支援ツールとして利活用できるよう改善につとめていきたい．

謝辞

本研究の一部は，JSPS 科研費 JP 25350324 の助成によるものである．また，授業に利用くださった岐阜大学大藪千穂先生に感謝申し上げます．

参考文献

(1)　二木恵，松浦義昭，笠原禎也，高田良宏:“金融経済教育支援のための家計簿アプリツール開発”，大学 ICT 推進協議会 2016 年度年次大会論文集, WC16,（2016）

Processing Web IDE を対象としたプログラミング初学者のつまずき防止

Preventing stumbling of novice programmers for Processing Web IDE

三浦 元喜
Motoki MIURA
九州工業大学 基礎科学研究系
Faculty of Basic Sciences, Kyushu Institute of Technology
Email: miuramo@mns.kyutech.ac.jp

あらまし：Javascript 版 Processing を用いた，プログラミング学習環境は，Web ブラウザ上で動作するため初学者向けの演習環境としてすぐれている．しかし，プログラミング初学者は，意図しない文字や無限ループの挿入によって，エラーを含むプログラムを作成してしまったり，Web ブラウザの操作を継続できなくなったりする状況に陥ることがある．我々は，エラーチェックや無限ループをチェックする機能を導入することによって，プログラミング初学者のつまずきを防止し，安心して演習にとりくめるようにした．実際のシステム運用を通じて得られた活動ログによる，学習者の傾向についても報告する．
キーワード：Web 学習環境，無限ループ，エラーチェック

1. はじめに

近年，Moodle や WebClass をはじめとする，CMS が普及している．プログラミング学習においても，Web ブラウザのみで利用できる環境が盛んに開発されている[1,2]．

我々は，C 言語に類似した文法を備えつつ，グラフィックスやアニメーションを簡単に記述することができる Processing 言語に着目し，その Javascript 版実装である Processing.js を利用した Web IDE(統合開発環境)を構築した[3]．そして，大学生を対象とした講義における演習や試験に活用してきた[4]．

しかし，我々が開発してきた Web IDE 上で，学習者が誤って無限ループを含むソースコードを実行してしまうと，ページを表示するブラウザのタブが固まって（フリーズして）しまうことがある．一旦フリーズしてしまうと，ブラウザプロセス全体を終了して起動しなおしたり，ソースコードのリセットを行ったりする必要があった．

そこで我々は，Web ブラウザ上で動作するプログラミング環境の利便性を保ちつつ，初学者がブラウザのフリーズを心配せず，安心して演習に取り組めるようにするため，無限ループの可能性を実行前にチェックする仕組みを導入した．

2. 無限ループのチェック方法

一般に，プログラムの停止性を厳密に検証するのは難しい．我々は，初学者が犯しやすいミスや，陥りやすい点を中心に，正規表現を利用した簡易的なチェック機構を，Javascript の関数として作成した．

なお，Processing では，ループを記述する方法として，while 構文と for 構文が提供されている．今回は，チェックの行いやすさと，利用率を考慮し，for 構文についてのみチェックを行うことにした．

2.1 手順

まず引数で与えられたソースコードに含まれるコメントと，ソースコード中の改行をすべて削除する．次に，‘}’ 文字を，‘}’+‘改行’ におきかえる．その後，for 構文にマッチする文字列について，以下をチェックしていく．

(a) 丸括弧のなかの文字列に，‘,’ (カンマ) が含まれているか？（含まれていたらエラーの可能性）

(b) 丸括弧のなかの文字列に，‘;’ (セミコロン) が 2 つあるか？

（上記 a, b をパスしたら）丸括弧のなかの文字列を，初期化部，継続条件部，更新部に分割する．

(c) 初期化部が，int k = 0 のように，「型」「変数名」「=」「初期値」のみで構成されている？

(d) 継続条件部が，k < 10 のように，「変数名」「比較演算子」「値」を備えている？

(e) 更新部が，変数を増加（または減少）する文になっているか？

(f) (d) における，比較演算子の種類は，(e) における増加(または減少) と整合しているか？

(g) (c) における「変数名」は，(d) や(e) に出現する「変数名」と一致しているか？

(h) (c) における「初期値」は，(d) における「値」や(f) における「増加/減少」の種類と，整合しているか？(なお，int k = 10; k < 10; k++ のように，無限ループにならない場合でも，エラーとして扱う)

3. 文法エラーの提示

Processing.js のコンパイラは，詳細なエラーメッセージを提示せず，かつ厳密なチェックを行わない．そのため，我々はソースコードをサーバに送信し，スタンドアロン版 Processing のコンパイラでチェックする機能を追加した．

4.　実行例

図 1 に，実際に学習者が入力したエラーのプログラムを示す．学習者が実行ボタンを押すと，無限ループチェックによるメッセージが図 2 のように表示される．なお，同一のプログラムをスタンドアロン版 Processing のコンパイラでチェックした結果を図 3 に示す．これは一例であるが，我々が作成した無限ループチェックによるメッセージのほうが具体的であり，学習者は修正しやすいと考えられる．

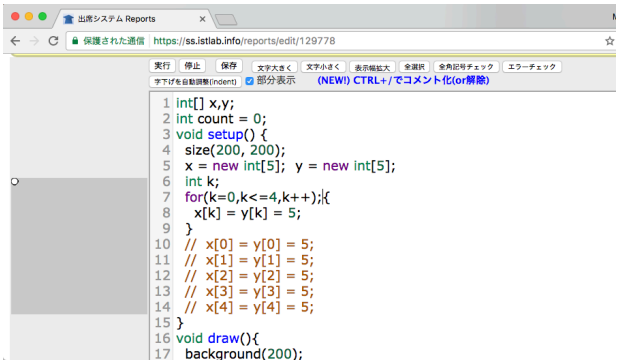


図 1 学習者が入力したエラーを含むプログラム

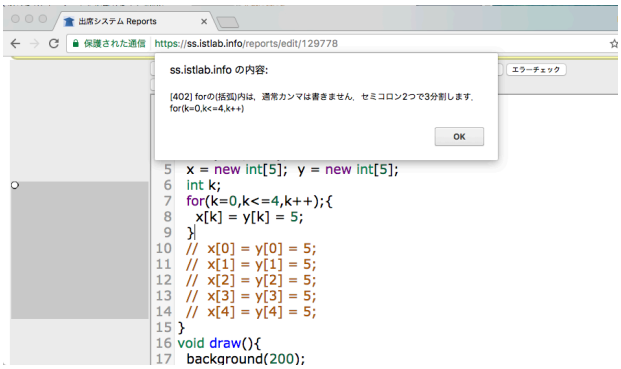


図 2 実行前無限ループチェックによるメッセージ

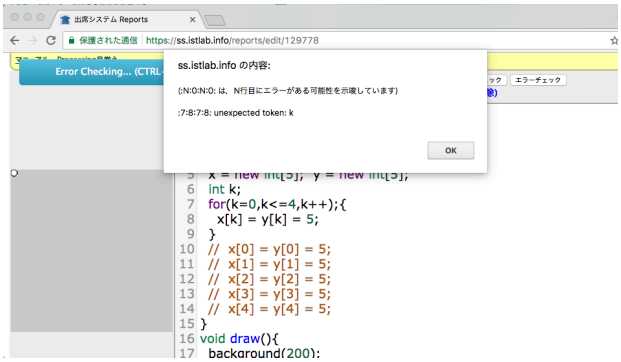


図 3 サーバ側コンパイルチェック結果（ループ）

図 4 は変数定義を忘れていた場合のスタンドアロン版 Processing のコンパイラによるメッセージである．Processing.js のコンパイラは，変数の定義忘れを指摘せず実行してしまう．複数のチェック機能を用いることで，学習者がエラーの原因を発見・修正し，学習の継続を促す効果が期待できる．

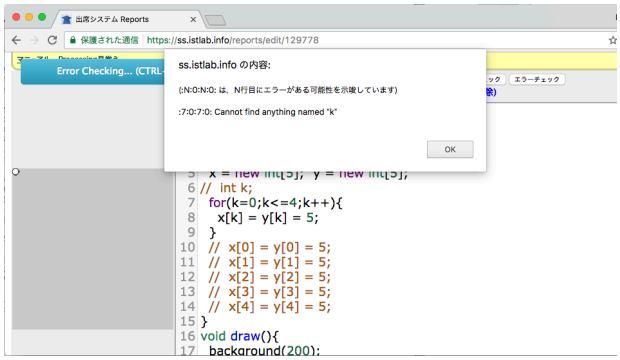


図 4 サーバ側コンパイルチェック結果（未定義変数）

提案システムを 2016 年 6 月 20 日から 2017 年 5 月 25 日まで，7 つの講義で利用した．その結果，511 回の無限ループ実行を回避することができた．試験や小テストのように，解答時間が制限されている場面において，ミスによる無限ループを事前に回避できることは，とくに効果的であることを確認した．

また，エラーの種類について分析した結果，本来小文字で記述すべき変数名を大文字で入力してしまうケースが多いことがわかった．この理由として，セミコロン入力時の SHIFT キーを離す前に，変数名をタイプしてしまっている可能性が考えられる．

5.　おわりに

Processing.js を利用した Web IDE において，無限ループやエラーをチェックする仕組みを導入した．特に無限ループチェックは，初学者がタイプミスによるブラウザのフリーズを心配せずに，安心して演習に取り組めるという点で，重要であると考えている．実際の講義で運用した結果，特定のエラーが多いことがわかった．今後は，学習者がエラーをどのように解釈し，解消しようとしているかを調査することで，自発的なエラー原因の解消を促し，継続的な自主学習を支援していきたいと考えている．

謝辞：本研究の一部は JSPS 科研費（課題番号 15K00485）の支援によるものです．

参考文献

(1) Max Goldman, Greg Little, and Robert C Miller: “Real-time collaborative coding in a web IDE”, Proceedings of the 24th annual ACM symposium on User interface software and technology, pp. 155–164 (2011)
(2) Vu Nguyen, Hai H Dang, Kha N Do, and Thu D Tran: “Learning and Practicing Object-Oriented Programming Using a Collaborative Web-based IDE”, Frontiers in Education Conference (FIE), pp. 1–9 (2014)
(3) 三浦 元喜：“Processing Web IDE を用いたプログラミング基礎教育の試み”，情報教育シンポジウム 2013 論文集，pp.225–231（2013）
(4) 三浦 元喜：“Web 技術を活用したインタラクティブな情報教育環境の構築と実践”，電子情報通信学会信学技報 IEICE-ET2016-11 ，Vol. IEICE-116, No. 85, 名古屋工業大学，pp. 19-24 (2016)

LEGO Mindstorms マイコンの走行体を用いた制御系の Java プログラミング演習の応用課題のモデリング設計の分析

Modeling Design Analysis of Game Project for Control of LEGO Mindstorms in Java Programming Exercises

劉 世博[*1], 辻 健人[*1], 富永 浩之[*1]
Shibo RYU[*1], Kento TSUJI[*1], Hiroyuki TOMINAGA[*1]
[*1] 香川大学工学部
[*1]Faculty of Engineering, Kagawa University
Email: s14g486@stmail.eng.kagawa-u.ac.jp

あらまし：LEGO Mindstorms のマイコンを搭載した走行体を用いた制御プログラミングの演習を，大学情報系学科の授業で実践している．実行環境を Linux ベースの leJOS とし，開発環境をオブジェクト指向の Java 言語とする．プロジェクト単位のグループ学習として，技術要素を含んだゲーム課題に取り組む．本論では，応用課題のモデリング設計として，受講者のレポートに記載された UML 図に着目する．各図に記述すべき事項と，実際の解答例とを比較して論じる．
キーワード：制御系プログラミング, Java 演習，モデリング設計, UML 図

1. はじめに

本学科では, 大学情報系の専門課程の必修科目「情報環境実験２」において，2010 年度から簡単なロボットとゲーム課題による制御プログラミングの演習を実施している．ハードウェアは，LEGO 社と MIT が共同開発した教育玩具 LEGO Mindstorms を用いている．2015 年度からは，新版の EV3 に移行し，Java 言語でのプログラミングに切り換えた．キットは，マイコンおよびモータや各種のセンサを含む LEGO ブロックで構成される．これらを組み合わせ，センサで外部環境を感知し，モータで動作する自律ロボットを制作する．制御プログラムは PC で作成し，USB や Bluetooth でマイコンに転送する．各種のプログラム言語の開発環境が提供されている．

本演習は，Java 言語の文法事項とオブジェクト指向プログラミングの入門，ソフトウェア工学の基礎である各種の開発手法, UML 記法の学習の後に位置付けられる．教育項目は，組込系の初歩としての制御プログラミング，オブジェクト指向に沿ったモデリング設計，現実環境と物理制約を意識した試行テスト，グループでのプロジェクトである．

演習の実践結果としては，応用課題に対する解答プログラムについて，コード指標による分析を試みた[(1)]. 本論では，レポートに記載されたモデリング設計について，UML 図の分量や内容を分析する[(2)].

2. 走行体と演習の進行

本演習では，ライントレースの走行体に適した規定ロボットを用意する(図 1)．1 グループ 4〜5 人とし，2 台の規定ロボットを与え，2 ユニットとする．与える課題は，ゲームフィールド上のコースやエリアを走行し，ゲーム感覚の任務要素を実現する．メンバで分担して, 攻略法の設計, プログラムの実装, 動作の検証を行う．時間による走行点と，達成度による任務点を合計して，実技認定の得点とする．規定ロボットは，車輪機構，接触センサと着脱式のバンパー，床下検知の 2 つの色彩センサ，前方と側方に付け替えられる反響センサから構成される．

本演習は，大学情報系の 3 年次の必修科目の後半の内容である．表 1 の 8 週間の日程と内容になる．各プロジェクトでは，センサの利用法を示した例題プログラム，個々の技術項目に対応した幾つかの基本課題，実技認定を行う総合的な応用課題を用意する．応用課題は，専用のフィールド上でのゲーム課題である．実技認定の得点ルールが提示され，任務要素ごとの中間目標を設定している．受講者は，基本問題で制御を理解した後，応用課題のルールを吟味し, 任務要素を取捨選択して, 攻略法を検討する．

3. 応用課題の内容と技術項目

主な応用課題の内容と技術項目を述べる(図 2).

第２課 車輪機構の走行制御

図形模走では，黒線コース上をシーケンス制御で確定走行する(a)．前半は直線Ｌ字，後半は半円３字の形状をしたコースである．ライブラリ関数，フェーズ分割による段階的実装，効率的な実験計画によるパラメタ調整を学習する．

第３課 色彩センサによる近接検知

黒線追跡では，黒線コースをフィードバック制御で検知走行する(b)．左右 1 組の色彩センサで白黒を判別し，進路を修正する．演舞走行では，コース脇の色タイルを認識し，自転や発音の任務要素をこなす. 接触センサにより, ゴールの障害物で停止する．領域掃出では，黒線コースの領域内で，散らばった 10 個の小球を外に掃き出す(c).

第４課 反響センサによる遠隔検知

目標接近では，障害物の方向と距離を定位し，接近して停止する(d)．障害物の螺旋探索，発見後の首

振接近，接近後の徐行など，走行モードを切り替える．目標周回では，黒線コースから障害物を周回してコースに復帰する(e).

第５課 色彩センサによる階調認識

車庫入出では，黒線コースから，灰色 4 段階の階調シートに進入し，所定の動作を行ってコースに復帰する(f). 色彩センサで RGB 値を読み取り，床面の状況を把握する．ノイズの影響や走行体の向きのずれは，左右の輝度差で調整する．

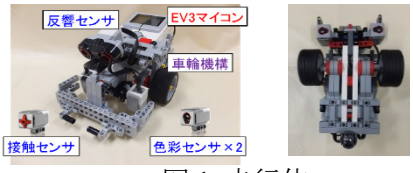


図 1 走行体

表 1 演習の進行

週	プロジェクト	課題
1	イベント駆動とタスク管理	10 基本制御
2	車輪機構による走行制御	21 図形模走
3	光量センサによる近接検知	30 黒線追跡 31 演舞走行 32 領域掃出
4	反響センサによる遠隔検知	41 目標接近 42 目標周回
5	色彩センサによる階調識別	51 車庫入出
6-8	総合課題の競技大会	内周と外周

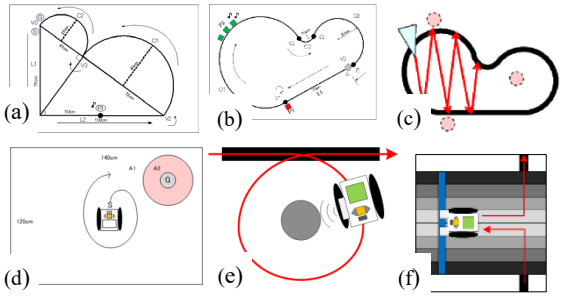


図 2 応用課題の実技フィールド

4. クラス図とオブジェクト図の分析

2015 年度のレポートでは，図解を交えて概略設計を記述するように指示したが，ほとんどがフローチャートのみの記載であった．2016 年度のレポートでは，6 課題に対する 10 班の合計で，45 個の UML 図が記載されていた．内訳は，クラス図が 7 個，ステートマシン図が 32 個，アクティビティ図が 2 個，シーケンス図が 4 個であった．

構造図としてのクラス図は，システムを構成するクラスの種類とクラス間の関連を記述する．オブジェクト図は，クラスを実体化したオブジェクト同士の関係を記述する．走行体を構造化し，各種の機構とセンサをオブジェクトとして表現する．また，実行ライブラリとして提供されるクラスも記述する．

演舞走行の課題に対しては，まず，機構を制御する制御クラスを作る．さらに，演舞走行の各任務を攻略するためのクラスを作る．各課題でクラス図を記載した班は少なかった．図の分量は，どの班も適切で，それなりに詳細に記述できていた．オブジェクト図は，ステートマシン図で代用されると思われたのか，記載がなかった．

5. アクティビティ図とシーケンス図の分析

アクティビティ図は，処理の順序をフローチャートのように記述する．ただし，同期バーを用いて並列処理も記述できる．粒度に応じて入れ子にできる．課題 42「目標周回」でのみ，記載している班があった．図の分量は，適切であった．

アクティビティ図を描くには，振舞いを示す全体の流れが必要である．「目標接近」では，判断の条件が重要である．反響センサや接触センサで目標を検知すれば停止の処理を行う．目標を発見して接近する場合には，フォークノードとジョインノードを使って，前進と距離の測定の並列処理を表現する．

相互作用図としてのシーケンス図は，オブジェクト間のメッセージの流れを時系列に沿って表現する．シーケンス図に記述すべき分量は多いが，難易度がやや高く，記載が少なかった．記述ミスは，文法の不十分な理解によるものである．例えば，メッセージ名とライフライン名を混同し，実行指定を書いていない，同期と非同期の区別が不適切などである．節の個数は適切であったが，メッセージの区別ができておらず，必要な線が不足していた．

6. おわりに

LEGO Mindstorms のマイコンを搭載した走行体の制御プログラミング演習を提案している．開発環境をオブジェクト指向の Java 言語とする．プロジェクト単位のグループ学習として，技術要素を含んだゲーム課題に取り組む．組込制御の基礎，ソフトウェアの開発工程，UML モデリング設計を内容とし，問題解決の手段としてのプログラミングを習得する．

大学情報系の必修科目において，四半期の演習として実施している．本論では，レポートに記載された UML 図の分量や内容について分析した．全般的に，フローチャートの影響が強く，オブジェクト指向のモデリング設計としては，実践的理解が不十分であることが確認されてしまった．今後は，模範的な UML 図の提示，チェックシートの作成，評価基準の公開が必要である．

参考文献

(1) 劉世博，辻健人，中井智己，富永浩之，"LEGO Mindstorms マイコンの走行体を用いた制御系の Java プログラミングのグループ演習における解答プログラムの分析"，情報処理学会 第 79 回全国大会, Vol.79, pp.651-652 (2017).

(2) 劉世博，富永浩之，" LEGO Mindstorms マイコンの走行体を用いた制御系の Java プログラミングの演習支援 - 応用課題の解答コードと UML モデリング設計の分析 - "，信学技報, Vol.117, (掲載予定) (2017).

看護，コ・メディカル，スポーツ分野における学生のコミュニケーション能力向上のための授業改善

Class Improvement for Communication Skill Development of Students in The Fields of Nursing, Paramedic and Sports

林 康弘，小野寺 妙子
Yasuhiro HAYASHI, Taeko ONODERA
帝京平成大学地域医療学部
Faculty of Community Health Care, Teikyo Heisei University
Email: {yasuhiro.hayashi, t.onodera}@thu.ac.jp

あらまし：看護，コ・メディカル，スポーツ分野での人材には，患者やその家族，コーチとプレイヤー，プレイヤー同士の間で高いコミュニケーション能力が求められる．一方で，社会人経験のない学生にコミュニケーション能力の重要性を認識させることは難しい．この改善を目的に，昨年度よりビジネスとコミュニケーションの科目群において，この分野を目指す学生のコミュニケーション能力向上のための教材と演習問題を作成し，これらを用いた授業と科目間連携を図ってきた．本取り組みの詳細について述べる．
キーワード：教材作成，教材共有，科目間連携，健康医療スポーツ，コミュニケーション

1. はじめに

看護，コ・メディカル，スポーツ分野での人材には，患者やその家族，コーチとプレイヤー，プレイヤー同士の間で高いコミュニケーション能力が求められる[2, 3]．一方で，社会人経験のない学生にコミュニケーション能力の重要性を認識させることは難しい．この改善を目的に，昨年度よりビジネスとコミュニケーションの科目群において，この分野を目指す学生のコミュニケーション能力向上のための教材と演習問題を作成し，これらを用いた授業と科目間連携を図ってきた[1]．本稿では，本取り組みの詳細について述べる．

本取り組みで挙げられる課題として，次の項目がある．（課題 1）本学では，ビジネスとコミュニケーションに関わる科目が複数開講されているが，体系化が不十分で，重複している内容，看護，コ・メディカル，スポーツ分野に特化した内容が不足している．（課題 2）社会人経験がないために生ずる学生の経済の基礎的な内容理解（社会の仕組み，企業の役割等）が不足している点，（課題 3）学習意欲に関して，就職を意識する高学年とそうでない低学年の学生との間に差がある点，である．

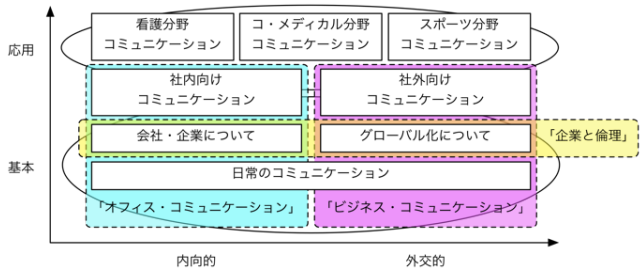


図 1 コミュニケーション能力と対象科目群の関係

（課題 1）に対しては，昨年度よりビジネスとコミュニケーションに関する科目群「ビジネス・コミュニケーション」,「オフィス・コミュニケーション」,「企業と倫理」において（いずれも学部生 1〜4 年生向け選択科目），ビジネスシーンでのコミュニケーション能力を向上させる教材と演習問題を作成し，これらを用いた授業展開と科目間連携を図ってきた．図 1 にコミュニケーション能力と対象科目群の関係を示す．「オフィス・コミュニケーション」では，社内向けのコミュニケーション，「ビジネス・コミュニケーション」では，仕事の円滑な進め方，社外向けコミュニケーション，「企業と倫理」では，企業とは何か，企業の社会的責任，社会人としての心得などを取り扱う．

（課題 2）に対しては，コミュニケーションの授業内容に経済の基礎的な内容（社会の仕組み，企業の役割等）を盛り込み，いわゆる一般常識として取り扱われる範囲を学生に授業するようにした．

（課題 3）に対しては，授業内でのグループワークとして，学生にあるコミュニケーション場面をロールプレイさせ，他の学生がその様子をスマートフォンにて動画撮影する．撮影された動画に基づき，学生間でコミュニケーションの改善策をディスカッションさせる動画掲示板を用意した．

2. 看護，コ・メディカル，スポーツ分野の学生向けコミュニケーション能力向上のための教材・演習問題

教科書は学生が短時間で読み進められるように要点をまとめた短い文章と画像から構成される．作成には HTML5 と CSS を使用し，学生のスマートフォンでも閲覧可能とした．教材ファイル一式はクラウドストレージサービス Dropbox に限定公開され，本学で使用している学習管理システム（manaba course2）からこのファイルを外部参照するようにした．演習問題では，専門用語の確認，シーンに合わせたコミ

ュニケーションの選択などが出題される．問題の配信にも学習管理システムのテスト機能を使用した．これらの教材・演習問題を授業内で使用し，特に，演習問題については学生が満点になるまで反復学習させている．

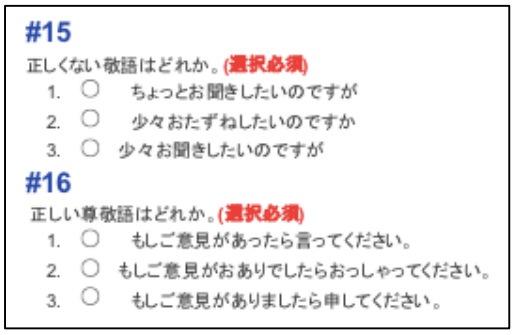


図 2 開発した演習問題の一例

3. 経済の基礎的な内容と動画掲示板の導入

授業にてビジネスに関するコミュニケーションを取り扱う上で，社会人経験のない学生にビジネスシーンをよりイメージしやすくさせるために，科目「企業と倫理」の前半で行う経済の基礎的な内容を導入した（表 1）．

表 1　導入した経済の基礎的な内容

1	2048 年頃の世界
2	経済とは
3	企業とは（社会的役割・組織形態・経営・雇用等）

また，グループワーク向けの動画掲示板は Java Servlet による Web アプリケーションとして開発され，データベースに PostgreSQL を用いた．学生は学習管理システムの授業ページから外部リンクにより動画掲示板にアクセスし，動画のアップロードとコメントの書き込みが可能である．

4. 看護，コ・メディカル，スポーツ分野の学生による動画を用いたグループワークに向けた事前調査

看護，コ・メディカル，スポーツ分野の学生は，学部の期間にそれぞれの分野の専門的な知識・技能を履修する．このため，理系学生に比べて，情報機器の操作を苦手にする学生が多い．看護，コ・メディカル，スポーツ分野の学生でも動画を撮影し，グループワークを行えるかどうか，事前調査を行なった．

事前調査では，2016 年度「コンピュータ演習 2」を履修する同学部学科の 3 年生女子 2 名を対象とした．彼女らでも動画撮影と動画編集を行える幾つかの組み合わせを検討・試行したところ，ビデオカメラとノートパソコンの組み合わせでは，操作しやすい動画編集ソフトであっても学生生活上，その持ち運びや動画の取り込みに難があり，iPhone と動画編集アプリ iMovie が最も使いやすく，他学生にも勧めやすいとコメントがあった．このコメントに基づき，実際に彼女らに日々の学生生活の様子を動画撮影してもらい，動画掲示板にアップロード可能なことを確認した．

5. 学生の主体的な学習へ発展させる一考察

教師が一方向に説明する講義形式の授業では，学生は授業内でコミュニケーションの練習を十分に行えない．これでは，コミュニケーションの授業が目指す専門分野の人材が有するべき高いコミュニケーション能力の育成につながらない．このため，本取り組みにて用意されたツール（教材・演習問題，動画掲示板）を組み合わせて活用することが考えられる．具体的には，予習に教材を，授業にて動画掲示板によるグループワーク，復習に演習問題を用いる．一連の学習サイクルの構築により学生の主体的な学習へ発展させることが期待できる．

6. まとめと今後の課題

本稿では，看護，コ・メディカル，スポーツ分野を目指す学生のコミュニケーション能力向上のための授業改善の取り組み現状について述べた．ビジネスとコミュニケーションの授業にて教材と演習問題を作成し，これらを用いた授業展開と科目間連携を図ってきた．また，授業内での積極的なコミュニケーション練習を可能とするツール（教材・演習問題，動画掲示板）を用意した．

今年度秋学期のコミュニケーション授業において，これまでに用意した教材・演習問題，動画掲示板を組み合わせた授業を展開し，看護，コ・メディカル，スポーツ分野の学生のコミュニケーション能力向上にどれだけ寄与できるか試みる．

参考文献

[1] 林 康弘，小野寺 妙子: “医療スポーツ系学生のコミュニケーション能力向上のための 教材開発と実証,” 教育システム情報学会 第 41 回全国大会, 2016 年 8 月.
[2] 上野 栄一: “看護師における患者とのコミュニケーションスキル測定尺度の開発,” 日本看護科学会誌 25 巻 2 号, pp. 47-55, 2005 年 6 月.
[3] 杉山 佳生: “スポーツ実践授業におけるコミュニケーションスキル向上の可能性,” 大学体育学，5：3-11.
[4] 松崎 秀隆,吉村 美香,原口 健三,森田 正治,高嶋 幸男: “卒業前教育としてコミュニケーション能力を醸成する意義,” 日本理学療法士協会理学療法学 Supplement, 2016.
[5] 市岡 由希恵,井上 博行,前田 陽一郎,高橋 泰岳: “コミュニケーションロボットのための人間の身体動作に基づく性格推定手法,” 日本知能情報ファジィ学，ファジィシステムシンポジウム講演論文集 32, pp105-110, 2016.

釧路市動物園におけるロボットを用いた子供向けイベント集中管理システムの開発
Development of Centralized Control System for Kids Events using Humanoid Robot at Kushiro Zoo

瀬尾明日香*1，千田 和範*2
Asuka SEO*1, Kazunori CHIDA*2
*1 メタウォーター株式会社
*2 釧路工業高等専門学校 創造工学科 電気工学分野

*1 METAWATER Co., Ltd.
*2 Department of Electrical Engineering, National Institute of Technology, Kushiro College
Email: chida@kushiro-ct.ac.jp

あらまし：近年，ロボット産業が急速に発展し，人の代わりをロボットがこなすことが珍しくなくなった現在では，接客などの場面でサービスロボットを用いた実証実験が増加しつつある．特に，市内の公共施設でもロボット活用の動きが見られ，その一つとしてイベントでの利用などが挙げられる．本研究ではイベントシーン組み換え可能なイベント集中管理システムとロボットのイベント活用の効率向上について報告する．

キーワード：ユーザインタフェース，デバイス活用，ロボット

1. はじめに

近年，ロボット産業が急速に発展し，人の代わりをロボットがこなすことが珍しくなくなった現在では，接客などの場面でサービスロボットを用いた実証実験が増加しつつある(1)．特に，SoftBank Robotics 社製の Pepper が登場して以来，この流れは加速しており(2)，市内の公共施設でもロボット活用の動きが見られる．サービスロボットのイベント利用を考える場合，効果的な点として大きく次の点があげられる．ロボットの目新しさによる集客，イベントシナリオのプログラム化によるスムーズなイベントの進行，同時にスムーズな上演による観客のイベントに対する印象の向上などである．また作成したイベントプログラムは何度でも同じ品質で再利用可能となる．

本研究ではイベントシーン組み換え可能なイベント集中管理システムとロボットのイベント活用の効率向上を目指し開発を行なったシステムを紹介する．

2. イベント集中管理システムの構成

提案するイベント集中管理システムの構成図を，図１に示す．このシステムはイベント制御コンソールと複数のパペットにより構成される．コンソールはバックステージに設置し，パペットと呼ばれる演出装置は，イベントの内容によってステージ側に複数設置する．本システムにおいて操作者はイベントの演出プランに沿ってコンソールを使用しパペットにシーン制御信号を送信する．パペットは受信したシーン制御信号を解析し，それぞれ割り当てられた演出を実行する．そして演出が終了すると同時にパペットはアンサーバック信号をイベント制御コンソールに送信する．

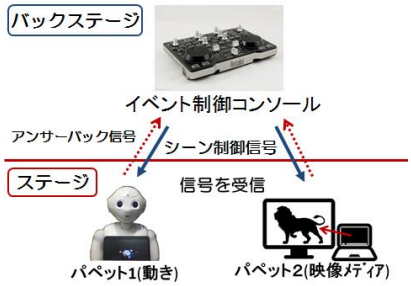


図1 イベント集中管理システム構成図

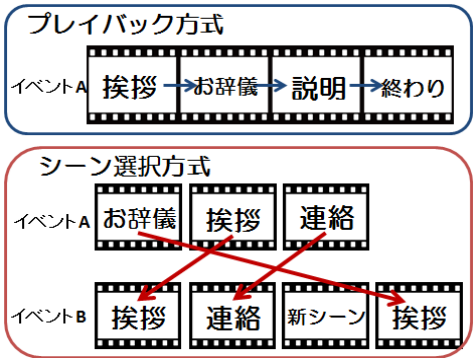


図2 イベント進行切り替え方式

3. イベント集中管理システム実装

3.1 イベント制御コンソール

イベント進行の方式として次の図２の方法が考えられる．プレイバック方式は，演劇の様にイベントの開演から終演までの全体を一度に再生するものである．この方式の構造は簡単だが，イベントごとにシーンを全て作り直さなければならないため柔軟性に欠ける．シーン選択方式はイベントシーンごとに区切り，それぞれつなぎ合わせて再生するものである．したがって複数のイベントに再利用が可能で，

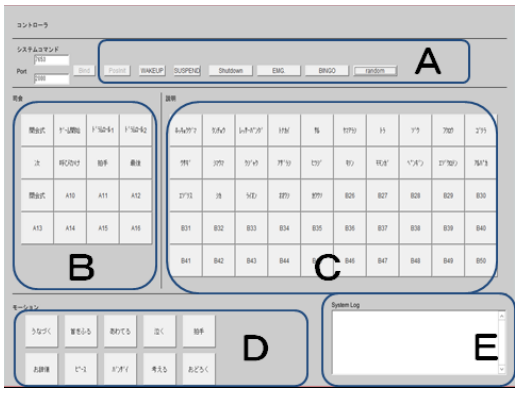


図3　イベント制御コンソール

できるアドリブにも強い方式である．これまで子供幼児など想定しにくい行動がある観客相手にも対応向けイベントを行って得られた知見から，今回はシーン選択方式を用いて開発を行う．そのため図１の様に複数のボタンをもつコンソールによりイベントの制御を行う．

本集中管理システムでは，区切られたイベントシーンに対してシーン制御信号を定義し，ボタンに割り当てることで切り替えを可能にする．イベント制御コンソールの画面を図３に示す．このボタンを操作することによりコンソールはパペットへシーン制御信号を送信する．パペットは受信したシーン制御信号を解析し，それぞれ信号に割り当てられた演出を実行する．ボタンＡ群は制御関係，Ｂ群は司会進行関係，Ｃ群は説明関係，Ｄ群は動き関係となっている．Ｅ群は log area で，パペットからのアンサーバック信号の内容を表示する．

3.2　モーション用パペット

イベントは開会式や説明，呼びかけなど複数のイベントシーンに細かく区切られている．シーン内容に合わせた動きや発話の演出内容をプログラムし，ひとつにまとめたシーンプログラムモジュールを複数用意する．例えば挨拶用，観客誘導用，クイズの司会用，簡単な会話用などに分けてあらかじめ作成する．シーンを追加する場合は，新しく追加するシーンモジュールにイベント制御コンソール上のボタンから送信されるシーン制御信号を関連付けする．それによりイベント制御コンソールからイベントシーンの呼び出しを可能にする．

3.3　映像メディア用パペット

映像メディア担当の演出を行うパペットは映像表示システムで構成されている．この制御システムではあらかじめ蓄積された映像セット一覧の中から指定した映像を表示できる．例えば，映像表示システムがシーン制御信号を受信した場合を考える．画像表示システムはシーン制御信号を受けとると，モーション用パペットと同様にあらかじめ用意された映像一覧の中から対応した映像セットを選択，表示することでシーンに合わせた演出が可能となる．

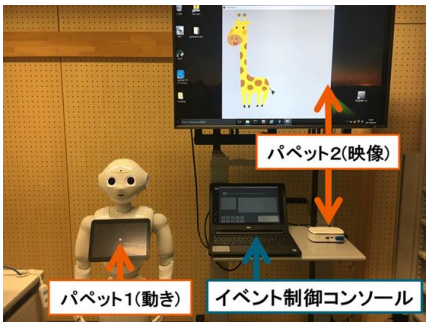


図3　イベント集中管理システムを用いて実現した動物ビンゴイベント

4.　イベント例「動物ビンゴ」

システムを用いて実現した動物ビンゴイベントの構成を図３に示す．まず制御コンソールからは，動物画像の切り替え指示を送信する．パペット２はあらかじめ保存してある動物画像の中から１枚選択し，ランダムにモニター上に表示する．同時に画像名をアンサーバック信号としてコンソールへ送信する．操作者はアンサーバック信号を確認し，適切な動物解説イベントの開始指示をパペット１に送る．パペット１はその指示に従い解説を行う．

5.　イベント集中管理システムの評価

開発したイベントプログラムとシステムを共同開発先である釧路動物園の職員の方々に実際に見ていただいた．その際受けたご意見として，呼びかけの追加，画面へ画像と一緒に動物の名前の文字表示，抽選で表示した動物をログ表示してほしいというものであった．そしてこのイベントを実際に９月の動物園でのイベントで使用したいというご要望をいただいた．今後は要求仕様の実装を検討していく．

6.　まとめ

イベントの効率的な運用を行うためにコンソールによるパペットとの信号通信，そしてイベントシーンの制御を可能にし，イベント集中管理システムの実現を行った．今後の方針として，イベント集中管理システムの充実化を図り，より活用しやすいシステムの作成を行う．

謝辞

本研究は公益財団法人釧路根室圏産業技術振興センターとの共同研究による助成を受けたものである．ここに記して謝意を表す．

参考文献

(1)　飛田和輝，嗟峨山功幸：“視覚障害者向けガイダンスロボットの実証実験”，日本ロボット学会誌，Vol.33, No.8, pp.596-599　(2015)

(2)　長谷佳明：“「サービスロボット」の最新動向”，第233 回 NRI メディアフォーラム資料,pp12-16 (2016)

音響特徴量の長期的変化から見る初学者の歌声特徴

A Consideration about Singing Voice of Novice Singers based on Long Term Changes of Singing Acoustic Features

吉田 祥[*1], 香山 瑞恵[*2], 池田 京子[*3], 山下 泰樹[*4], 伊東 一典[*2], 浅沼 和志[*5]
Sho Yoshida[*1], Mizue KAYAMA[*2], Kyoko IKEDA[*3],
Yasuki YAMASHITA[*4], Kazunori ITOH[*2], Kazushi ASANUMA[*5]
[*1] 信州大学大学院, [*2] 信州大学工学部, [*3] 信州大学教育学部,
[*4] 長野県工科短期大学校, [*5] 国立長野工業高等専門学校
[*1]Graduate school of Science & Technology, Shinshu University, [*2]Faculty of Engineering, Shinshu University,
[*3]Faculty of Education, Shinshu University[*4]Nagano Prefectural Institute of Technology,
[*5]National Institute of Technology, Nagano College
Email: [*1]17w2102h@shinshu-u.ac.jp

あらまし：本研究では，歌声の響きに関連する周波数特性の強度や割合の定量化を検討し，歌声評価指標として提案することを目的としている．ここでは，声楽を専門に学ぶ初学者の長期間での歌声変化解析への適用を試みる．その結果と声楽指導者の主観的評価との相違を確認したところ，声楽指導者の主観的評価と定量化した指標との相関が確認された．歌声の習熟を評価する指標としての可能性を見出した成果について述べる．
キーワード：歌声，周波数特性，歌唱評価指標，音響特徴量，初学者，定量化，Singer's formant

1. はじめに

歌声研究分野において，歌唱力と音響特徴量の関係について長年に渡って検討がなされている．物理的に良い声とされている条件に関する研究や不快な歌声の音響特徴量に関する調査など歌唱の習熟度と音響特徴量の関係した研究が数多くある[1,2]．しかし，これらの研究はプロ歌手を対象としたものが多く，声楽初学者の歌唱指導と各音響特徴量の関係についてまだ議論が十分にされていない．

本研究では，歌声の響きに関連する周波数特性の強度や割合の定量化を検討し，歌声評価指標として提案することを目的としている．これまでの研究で，この音響特徴量を評価するための声楽初学者に特化した歌唱評価指標として Singer's formant の割合である SFR（歌声の 4.0kHz までの範囲のうち 2.4～4.0 kHz の帯域内の値の合計値の割合）と Singer's formant の強度（2 凸）の定量化を行ってきた．本稿では，これらの成果をふまえ声楽を専門に学ぶ特定個人の長期間での歌声変化解析を試みる．

2. 初学者の長期的変化

本章では SFR と 2 凸の 2 つの指標を用いて，特定個人の長期間にわたる歌声変化を解析する．これにより，本研究で用いる評価指標が長期間の声楽指導における客観評価の根拠となる可能性を検討する．本解析における被験者は初学者 2 名（以下，被験者 A，B と称す）である．この 2 名の被験者は，教育学部音楽教育コースに所属する学生である．彼女らの専門的な声楽学習開始時期は 2014 年 4 月（大学 2 年生当初）である．本解析で使用する楽曲は，指導者の意見から「故郷」（作詞：高野辰之，作曲：岡野貞一）とした．被験者は，分析対象とする区間を独唱し，各被験者につき 1 回の収音で 2 回ずつの歌唱をさせた．収音は音の反響しない静かな部屋で行った．被験者にはレコーダから 2 m 離れた正面立位で歌唱させた．音声はサンプリング周波数 44.1 kHz，量子化ビット数 16 bit で収音した．また，「故郷」内の歌詞「かのやま」区間の「ま」の母音の安定区間を評価対象区間とした．

また，本稿では各指標のデータ偏りを可視化するために独自に定めた 2 次元箱ひげ図を用いる．この図は通常 1 つのデータ群に対して作成される箱ひげ図を 2 組の値で表されるデータ群に対するように拡張し，2 つの指標それぞれの最大値，最小値，中央値を線で描画する．そのため，2 次元箱ひげ図は 2 本の線が箱を貫くように表現されることになる．本解析の対象は 2 年間の声楽指導中の歌声変化とする．解析対象データは，2014 年 10 月から 2016 年 4 月までの 2 ヶ月から 10 ヶ月のインターバルで 5 回収音された．

3. 解析結果

5 回の収音データにおける SFR と 2 凸の解析結果を図 1（被験者 A）と図 2（被験者 B）に示す．グラフ中の凡例は，被験者の学年とその収音月の頭文字を表している．例えば，2-O は 2 年生 10 月（2014 年 10 月）の収音データ群である．

図 1 に示す被験者 A においては，グラフ中での収音順の箱の位置変化は，右中→左下→右中であった．また，箱が右上に位置する 2-O と 4-A において，SFR の幅が広いため箱が横長の形状となり，SFR の中央線はグラフ左右方向に長く，2 凸の中央線は上下方

向で短い．図 2 に示す被験者 B においては，グラフ中での収音順の箱の位置変化はあまりなく，いずれも左下に位置していた．2 凸はいずれも広い範囲となり，幅についても多様である．SFR に比べて広い幅となるため，いずれの収音データの箱も縦長の形状となった．中央線の長さは SFR と 2 凸共に変化が確認できなかった．

4.　考察

ここでは，3 章で示した歌声に対する定量的な評価結果である本指標での解析結果と指導者からヒアリングと自由記述で得た各収音時期の歌声の印象（表 1）との比較から，本研究の評価指標が声楽指導における客観評価の根拠となる可能性を考察する．

被験者 A は，SFR が収音データ中で最高値を示した 1 回目の収音（2-O : 2014 年 10 月）に対する主観的評価は決して良いものではない．しかし「素直な発声」という指摘から，被験者本人の持ち声の特徴に起因する数値が指標値として表れたことが推察できる．その後の 2 回目の収音（2-D : 2014 年 12 月）から 4 回目の収音（3-F : 2016 年 2 月）については，解析結果の数値には変化が生じていない．しかし，主観的評価には肯定的評価と批判的評価の両方が示されている．解析結果の数値が低いままであった原因として，批判的評価である「声門閉鎖が弱い」の影響がより強く解析結果に影響していたことが考えられる．これは，先行研究から声門閉鎖が強くなることにより，声の密度が増し，歌手にとっての基礎的技術である「声の芯」を獲得することができるとされている(3)．そのため，解析結果の数値が低かったことと主観的評価が対応しているため，解析結果の妥当性を裏付ける事象ととらえることができる．指導者による歌唱技術向上の指摘が，解析結果と対応している．特に，2 凸の数値の上昇が声の成長を表していると考える．

被験者 B は，2 年間の収音データに対する解析結果からは習熟変化が確認されない．発声の成長過程としては良い傾向にあるとされていたが，響きの暗さや突っ張った声の印象が批判的評価としても指摘されている．収音データ間での解析結果に変化が確認できなかったのは，被験者 B の発声の特徴である突っ張った声が反映したためとも考えられる．この指導者にとって，突っ張った声とは，「響きがなく，力で押した詰まる声」である．

これらのことから，両被験者において歌声の響き成分を評価する本指標の解析結果と主観的評価が対応しており，解析結果の妥当性が示唆された．

5.　おわりに

本稿では，声楽を専門に学んでいる者の長期的な歌声変化を解析した．その結果，指導が進むにつれて指導者の評価と解析における評価の対応が確認され，本研究で用いる評価指標と歌唱の習熟度との関係が示唆された．また，これらの評価指標を用いることで，歌声を客観的に評価できる可能性を見出した．しかし，提案指標では説明できない主観的評価もあった．今後は，主観的評価とそれに対応する客観的評価としての解析結果をさらに増やし，長期的かつ個人に特化した歌声評価の分析を進めていく．また，今回用いた歌声を評価する指標以外にも歌唱の習熟度に影響を与える指標の探究も進めていく．

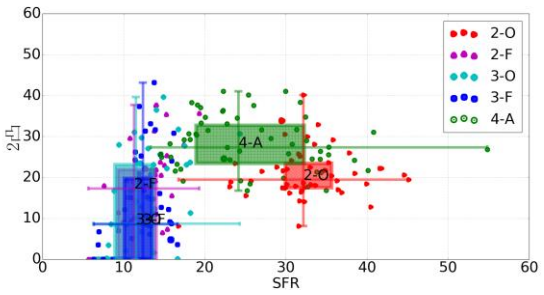


図 1　被験者 A の SFR と 2 凸

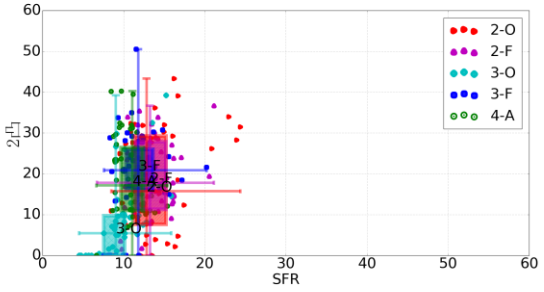


図 2　被験者 B の SFR と 2 凸

表 1　各収音時期の歌声の印象

収音データ	被験者 A	被験者 B
2-O	声帯の発育が未熟で弱々しいが，発声は素直である．	声をよく響かそうとする傾向がある．
2-D	声門閉鎖が弱く，声はカサカサだが，発声は素直である．	素直な発声であり，成長が期待できる．
3-O	響きが暗めだが，声がなめらかである．	突っ張った声ではあるが，喉が開いている．
3-F	声に安定感が必要であるが，母音/a/は明るい．	声を響かせようとしていて，良い傾向である．突っ張った声である．
4-A	声が成長しており，息の支えも安定している．将来性のある声である．	母音/a/が開きすぎであり，響くポジションに入ってない．突っ張った声である．

参考文献

(1) W.T.Bartholomew. “A Physical Definition of "Good Voice- Quality" in the Male Voice”, J. Acoust. Soc. Am., Vol.6, No.1, pp.25-33 (1934)
(2) J.Sundberg. “The KTH synthesis singing. Advances in Cognitive Psychology”, Special issue on Music Performance, Vol.2, No.2-3, pp.131-143 (2006)
(3) フレデリック・フースラー他. “うたうこと 発声器官の肉体的特質”, 音楽之友社 (1987)

教材配信デジタルサイネージのための視聴者アウェアネスアプリ

Viewer Awareness Application for Digital Signage-based Learning Material Delivery System

小松 朋訓*1，光原 弘幸*2，獅々堀 正幹*2
Tomonori Komatsu*1, Hiroyuki Mitsuhara*2, Masami Shishibori*2
*1 徳島大学大学院先端技術科学教育部
*1 Graduate School of Advanced Technology and Science, Tokushima University
*2 徳島大学大学院社会産業理工学研究部
*2 Graduate School of Technology, Industrial and Social Sciences, Tokushima University
Email: c501637053@tokushima-u.ac.jp

あらまし：本研究では，視聴者に適応した教材配信デジタルサイネージ（Adaptive Niche-Learning：ANL）を開発している．ANL システムは視聴者（学生）の興味を推定し，興味に応じた教材配信を通じて視聴出逢いを演出する．著者らはこの演出をより効果的にするために，教材配信とともに，ANL システム前にいる視聴者の（公開可能な）個人情報を提示する視聴者アウェアネス機能を実装している．視聴者アウェアネスアプリは出逢いの誘発を促進するために，視聴者アウェアネス機能の問題点であるプライバシー問題に配慮し，アプリ利用者だけがスマートフォン上で視聴者情報を共有できるようにしている．
キーワード：RFID，デジタルサイネージ，適応的教材配信，アプリ，出逢い，HCI

1. はじめに

ICT（Information and Communication Technology）の発展により学習が多様化する中，著者らはデジタルサイネージ（以下，DS と略す）に着目し，大学内で DS を通じて学習教材（ビデオやスライドショー等）を配信する Niche-Learning に取り組んできた(1)．Niche-Learning には，休憩スペースなどの共有空間において複数の学生がともに教材を視聴する，という学習機会を与えるねらいがある．しかし，一方的な教材配信により，学生の教材視聴を促進することができなかった．

本研究では，視聴者（学生）の興味に基づいた教材配信を実現するとともに，視聴者どうしの出逢いを誘発する Adaptive Niche-Learning（以下，ANL と略す）を開発している(2)(3)．ANL システムは，出逢い誘発を効果的に演出するために，視聴者情報を表示する視聴者アウェアネス機能を有している．しかし，この機能は DS 前にいる不特定多数に対して情報を発信するため，プライバシー問題が生じる．そこで，スマートフォンアプリに着目し，アプリユーザだけがスマートフォン上で視聴者情報を共有できる，限定的な情報表示を実現する．

2. ANL システム

2.1 視聴者の検知と視聴データの蓄積

ANL システムは，DS 前の学生を検知するために RFID（Radio Frequency Identification）を導入する．ANL システムは，RFID タグを持つ学生が DS 前（RFID リーダの通信可能範囲）に進入すると，視聴者としてタグ内の ID データを取得し，ネットワークを通じてサーバ上に視聴データ（学生 ID，配信中の教材 ID，現在時刻など）を蓄積する．

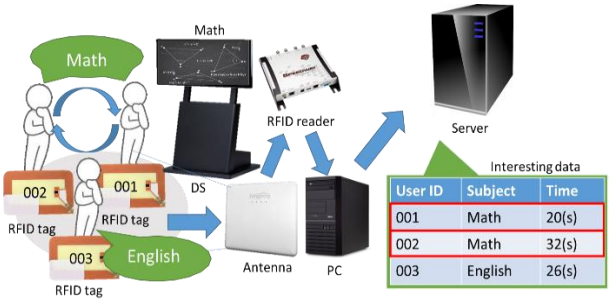


図 1 ANL システムによる出逢いの誘発

2.2 推定興味の基づく教材配信

ANL システムは，「学生は興味のある教材を積極的に視聴し，それに伴って視聴時間が長くなる」という仮説のもと，視聴データから興味を推定する．つまり，最も視聴時間の長い教材に興味を持つと推定し，推定興味に基づく教材配信により出逢いを誘発する．例えば，DS 前にいる複数の視聴者の推定興味がもっとも共通する教材を配信する（図 1）．

3. 視聴者アウェアネス機能

視聴者アウェアネス機能は，DS 前にいる視聴者（学生）の情報を DS に表示することで，共通の興味をもつ視聴者に会話のきっかけを与える（図 2）．DS のディスプレイ画面は教材配信エリアと視聴者情報表示エリアに分割される（図 3）．教材配信エリアでは，従来同様，推定興味に基づいた教材配信を行う．視聴者情報表示エリアでは，DS 前にいる視聴者のポートレイト画像，名前，所属，推定興味などをリアルタイムに表示する．

この機能により，視聴者は教材を視聴しながら視聴者情報を閲覧し，個人を特定できる．視聴者がお互いを認識することで，出逢いの誘発が促進される．

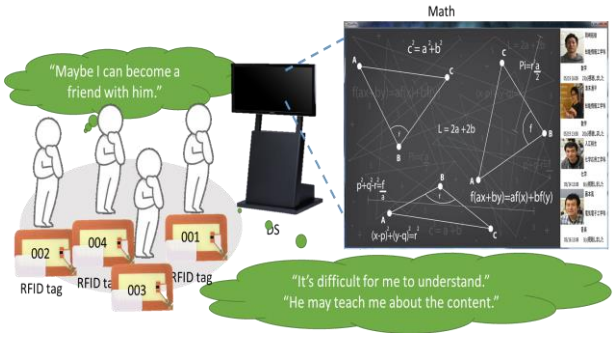


図 2 視聴者アウェアネス機能による出逢いの誘発

図 3 視聴者アウェアネス機能の DS 画面

4. 視聴者アウェアネスアプリ

RFID を採用している ANL システムでは，視聴者が RFID タグを持ち歩く必要があり，視聴者情報が DS に表示されるためプライバシー問題(不特定多数への視聴者情報の表示）も発生する．そこで，RFID を採用せず，視聴者情報を DS に表示しない視聴者アウェアネス機能が必要となった．本研究では，スマートフォンアプリに着目し，視聴者アウェアネスアプリ（以下，VAA と略す）を試作している．

4.1 機能概要

VAA は，DS 前に設置された Wi-Fi エリア内にいる視聴者を検知し，スマートフォン上に視聴者情報を表示する（図 4）．スマートフォンの画面サイズを考慮し，視聴者情報はソーティングを経て表示される．具体的には，現在配信中の教材をより長い時間視聴している視聴者が上位にソートされる．VAA ユーザは自身の情報を他の VAA ユーザと共有可能か（他の VAA へ情報を表示するかどうか）を設定することができる．したがって，視聴者情報は VAA ユーザのみ閲覧可能となり，DS 前にいる不特定多数が視聴者情報を閲覧できなくなる．つまり，VAA ユーザだけに対して，出逢いの誘発が促進される．

VAA は，詳細な視聴者情報として，視聴履歴（過去の視聴教材や視聴時間）を表示する（図 5）．視聴者はこれらの情報から，お互いの興味や視聴傾向を把握することができ，より確実な会話のきっかけを得ることにつながる．例えば，配信中の教材の内容を理解できない視聴者は，その教材を過去に長時間視聴した視聴者に話しかけることで，助言を得られるかもしれない．

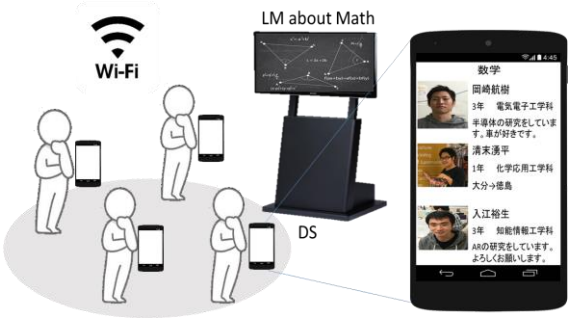


図 4 視聴者アウェアネスアプリの視聴者情報表示

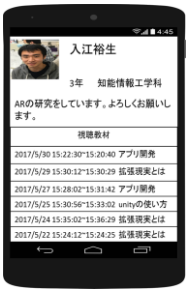


図 5 詳細な視聴者情報表示

4.2 関連研究

携帯情報端末と連携する DS システムはこれまでにも開発されている．例えば，携帯電話を操作して DS のクイズ教材に回答するシステム[4]，DS の配信教材に付加された QR コードをタブレットで読み取り後日同じ教材を閲覧できるシステム[5]などがある．VAA は，DS 前にいる視聴者の情報閲覧に特化している点で上記のシステムとは異なる．

5. おわりに

本稿では，DS 前の視聴者（学生）の出会いの誘発を促進する視聴者アウェアネスアプリ（スマートフォンアプリ）を述べた．このアプリは現在，試作段階である．今後は，視聴者間コミュニケーション（チャット）機能，配信教材を視聴しながら問題に解答できるスタディ機能などの実装も含めてアプリを完成させ，実証実験を実施する予定である．

参考文献

(1) 光原弘幸ほか: “キャンパス内共有スペースにデジタルコンテンツを配信する Niche-Learning の運用について”, 情報処理学会研究報告，Vol.2010-CLE-2, No.9, pp.1-6, (2010)
(2) 光原弘幸: “学習の連続性を考慮したデジタルサイネージシステムの試作”, 信学技報(教育工学), Vol.113, No.482, pp.131-136 (2014)
(3) H. Mitsuhara, et al., “Digital Signage for Learning Material Delivery Focusing on Student Friendship”, Proc. of INTED2015, pp.6666-6673 (2015)
(4) Kaviani, N., Matthias F., Lea, R.: “Encouraging Crowd Interaction with Large Displays using Handheld Devices”, Proc. of CHI EA '09, pp. 4755-4758 (2009)
(5) Díaz, P., Bellucci, A., Aedo, I.: “Enabling Social Interaction in the Museum through the Social Display Environment”, Proc. of Digital Heritage 2015 (2015)

初等力学を対象とした問題間関係の説明タスクの設計・開発と実験的評価

Design and Experimental Evaluation of Explanation Task of Relations between Problems in Elementary Mechanics

志水 規祥[*1], 津守 庸平[*1], 林 雄介[*1], 平嶋 宗[*1]
Noriyoshi Shimizu[*1], Youhei Tsumori[*1], Yusuke Hayashi[*1], Tsukasa Hirashima[*1]
[*1] 広島大学院工学研究科
[*1]Graduate School of Engineering, Hiroshima University
Email: shimizu@lel.hiroshima-u.ac.jp

あらまし：ある問題について理解しようとした場合，それ単体だけでなく，関わりのある別の問題との関係も併せて考えることが有用とされる．問題間には様々な関係が存在するが，本研究では初等力学の問題間における単純/複雑の関係を取り扱う．この関係性を用いて学習者の問題解決を支援するシステムがすでに開発され，その有効性が検証されている．本研究では学習者によるこの関係性の理解を促進することを指向して，問題間の単純／複雑関係の説明演習システムを設計開発し，実験的に評価した．
キーワード：問題間関係，単純化/複雑化，単純化方略，構造可視化

1. はじめに

問題が解けなかった場合，どこに自分の行き詰まりの原因があるか把握できない学習者が存在する．分からない問題には学習者に対して教授者が解き方を教えるのが一般的であるが，この方法では学習者が問題解決の行き詰まりの原因が分からないまま受動的に解き方を受け入れてしまい，効果的な学習にならない可能性がある．そこで元問題と包含関係にある少し簡単な問題を考えるという手法が用いられている．簡単にした問題が解けるならば問題間における差分要素が学習者の行き詰まり原因であるといえる．この単純/複雑関係における問題間関係の理解の促進を，初等力学を対象として本研究の目的としている．

実際に問題間関係を利用している活動として単純化方略が挙げられる．方略は学習者が問題を解けなかった場合一段階単純な問題を提示し，解ける問題になるまで繰り返し挑戦する．そして解ける問題と直前の解けない問題を比較することで問題間の差分から行き詰まりの原因を確認させ，前回解けなかった問題に再び挑戦するというフローである．困難の原因を自覚するだけでも知識を正しく当てはめ直し問題解決に成功するというケースもある程度存在しており(1)，これは自己克服といって優秀な学習者が行うとされる自己調整活動の一部であると位置づけられている．

このような活動のベースとなる問題間関係の理解を促すため，本研究では問題間構造の可視化と差分に対する説明演習システムを設計・開発し，また実践的利用を行ったので報告する．

2. 単純化の定義

元問題と包含関係にある簡単な問題を定義するにおいてまず単純化そのものを定義しなければならない．そのためには問題を情報構造として考える必要がある．初等力学における問題構造は表層構造(問題文)，制約構造(物理状況)，解法構造(解法)の三つに分類できるとされており，このうち問題の解き方に特に影響する物理状況と解法の二つに着目した(2)．「状況」は質量 m や角度 θ などの属性と属性を結ぶ数量関係(重力 G=mg など)を持っており，「解法」は問題文中の属性を「状況」の持つ数量関係で繋ぎあわせることで定義されている．これを解法構造と呼び，木構造によって表すことができる(図 1)．このそれぞれに対して操作を行うことで，系列的に元問題に関連した問題(派生問題)を作ることが可能である．

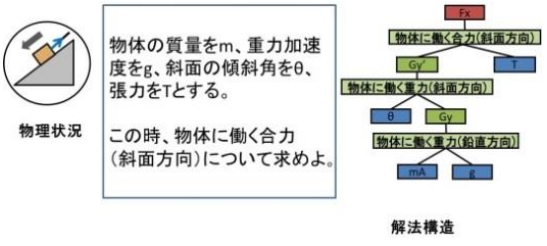


図 1 問題と解法構造

「状況」の単純化では，問題が持つ属性 1 つを考えなくてよい値にデフォルト化することで単純な問題を定義している．例えば物体が摩擦のある床を滑る問題であれば，摩擦係数を 0 とした問題を単純な問題ということができる．逆に新たな属性を加えることで複雑な問題を定義することもで

き，それぞれ特殊化/一般化と呼ぶ．一方「解法」の単純化は解法構造の一部を抜き出すことである．図 1 を例とすると，解法構造の出力ノードである合力 Fx を求める元問題から，物体に働く斜面方向の重力 Gy'を求める問題に変えることが解法の単純化にあたる．解き方の手順に沿って単純な問題を定義しているともいえる．この単純化/複雑化を部分化/拡張化と呼ぶ．上記のような単純化によって生成された問題は元問題とは包含関係にあるため，元問題が解ければそこから派生する単純な問題も解けると考えられる．

3.　システム

3.1　問題間構造図の可視化

システムでは状況の単純化と解法の単純化 2 つのモードに分かれて演習を行う．まずは問題が関係によって繋がっていること自体を認識させるため，選択した初期問題における問題間構造図をシステム上で示している(図 2,3)．円が示す各々が派生問題で，最上段に位置するのは元問題である．階層的にこれらを可視化することで単純化が段階的なものであることを示唆する狙いがある．また図中の問題間ノードをタップすると上下の問題間差分に対する説明演習に入る．

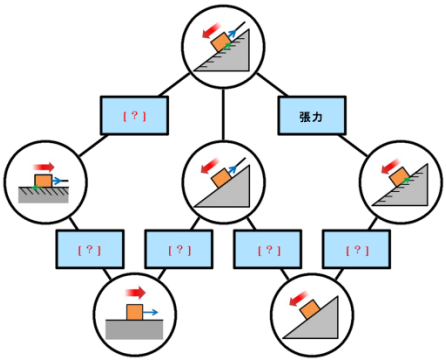


図 2　特殊化/一般化関係を示した構造図

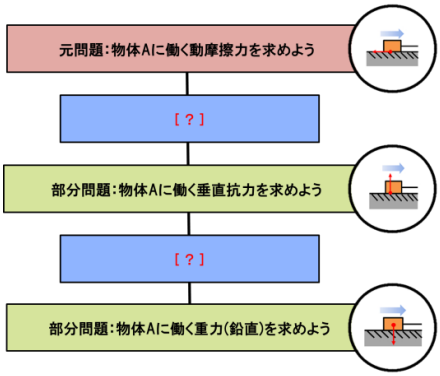


図 3　部分化/拡張化関係を示した構造図

3.2 差分説明演習

繋がりの存在を確認した後は，実質的にそれぞれ問題同士がどう違うのかを理解する演習を行う．理解と獲得のためには対象について説明をさせる手法が広く用いられている．本システム上でもこれをスムーズに実装するため，内容の定式化と選択形式による解答から演習のモデル化を行っている．特殊化の説明演習では，まず問題間でどの状況要素が変化・省略されたかを選択させる．次に問題を解くプロセスがどのように簡単になったかを説明するために，立式の内から変化・省略された式を選択させる．部分化の説明演習の場合問題それぞれにおいて求める対象を選択させたのち，同じく式の変化を選ぶ．

システムで提示する問題は初等力学の中でも基礎的なものを採用している．これは本研究の目的が出来ない問題を解けるようになることではなく，問題の単純/複雑関係の理解にあるためである．

4.　実践的利用

4.1　実践方法

高校時に物理を履修したことのある工学系大学生・大学院生 16 名を対象に，事前テスト(10 分)，システム演習(20 分)，事後テスト(10 分)，事後アンケート(5 分)で行った．システムでは特殊化の問題を 7 題，部分化の問題を 5 題の計 12 題を扱い，事前・事後テストでは与えた問題から単純な問題を作る課題を 3 問出題した．

4.2　結果・考察

両テスト(3 点満点)の結果として事前テストの平均点が 2.25 点(*S.D.*=0.86)だったのに対し，システムを利用した後に行った事後テストでは平均点は 2.81 点(*S.D.*=0.40)に上昇しており 5%有意であった(p=0.027<0.05)．またアンケートの結果から「構造図が納得できるものだったか」，「説明機能を用いることで単純化への理解が深まったか」，「問題の関係性について以前より意識できるようになったか」など，一つを除いた項目全てについて 75%以上の肯定的意見を得られた．唯一 75%未満の意見だった項目「このシステムは使いやすかったか」に関しては，ユーザビリティの点でシステムに改良の余地があることが考えられる．

5.　まとめと今後の課題

本研究では問題間構造の可視化と説明演習による問題間の単純/複雑関係の理解を促進するシステムを設計開発，そして効果を検証するための実験的利用を行った．実験結果よりシステムの効果を見ることが出来た．今後の課題としては，比較実験の実施，ユーザビリティの向上，教育現場での実践的利用，などがあげられる．

参考文献

(1)　武智俊平，林直也，篠原智哉，山元翔，林雄介，平嶋宗：単純化方略を用いた問題解決失敗の自己克服支援システムとその実践的評価―初等力学を対象として―，電子情報通信学会論文誌 D, J98-D No.1, pp.130-141(2015)
(2)　大河内祐介，上野拓也，平嶋宗，”派生問題の自動生成機能の開発とその実験的評価”，人工知能学会論文誌，27 巻，6 号 A，pp.391-400(2012)

IP ネットワーク構築演習支援システムにおける課題自動作成機能の性能評価

Performance Evaluation of Automatic Assignment Making Function on IP Network Practice System

烏野 貴也[*1], 谷口 義明[*2], 井口 信和[*2]
Takaya KARASUNO[*1], Yoshiaki TANIGUCHI[*2], Nobukazu IGUCHI[*2]
[*1] 近畿大学大学院 総合理工学研究科
[*1]Graduate School of Science and Engineering Research, Kindai University
[*2] 近畿大学 理工学部情報学科
[*1] School of Science and Engineering, Kindai University
Email: 1633340407v@kindai.ac.jp

あらまし：我々はこれまでに，クラウド環境を利用した IP ネットワーク構築演習システムを開発してきた．本システムでは，エージェントが学習者の間違えた項目に重点を置いたトラブルシューティング課題を自動で提供する．これにより、学習者に合わせた課題の提供と指導者の負担の軽減が可能となる．本稿では，課題自動作成機能の性能評価を実施する．
キーワード：ネットワーク教育，仮想マシン，協調学習

1. はじめに

ネットワーク技術の学習では，複数人の学習者が協力して 1 つのネットワークを構築する協調演習が実施されることがある．協調演習では，学習者同士が協力してネットワークを構築することにより，知識の共有やスキルの向上を図る．協調演習においては，初学者や熟練者が混在する演習グループを構成することが有効である [(1) (2)]．

協調演習を簡便に実施するため，我々はこれまでにクラウド環境上で協調演習を可能とする IP ネットワーク構築演習システム [(3)] (以下，本システム)を開発してきた．本システムでは演習相手を必要とせず, エージェントとの協調演習を実施できる. また，本システムには，トラブルシューティングモードによる課題演習機能が実装されている．これまでの研究では，学習者が間違える頻度の高い設定項目に重点を置いたトラブルシューティング課題を自動で提供する機能を実装してきた [(4)]．本稿では，課題自動作成機能の性能評価を実施した．

2. システムの概要

本システムの構成図を図 1 に示す．学習者は，本システムで課題を開始し，ブラウザベースの GUI でルータなどの仮想マシンを設定することで，クラウド上に仮想的なネットワークを構築する．これにより，複数台の実機や作業スペースがない環境においても，1 台の PC 上で演習が可能となる．さらにブラウザベースのため，クライアントの OS に依存しない．また，本システムに実装されたエージェント機能は擬似的な学習者として動作する．このため，他の学習者がいない環境においても協調演習を実施できる．

協調演習において，学習者とエージェントは，それぞれが担当する機器を課題に従って設定する．この際，トラブルシューティングモードでは，一通りの設定方法を習得した学習者を対象とし，本モードのエージェントは，担当している機器に対して意図的に誤った設定を施す．学習者は，ネットワークの状態やエージェントの操作内容・履歴などから設定の誤りを発見し，課題目的に沿った設定を行うことで課題を達成する．

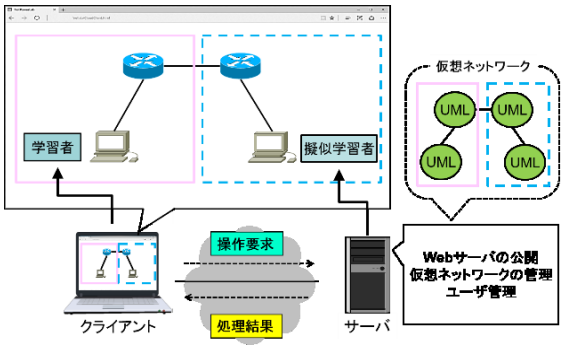


図 1 システム構成図

しかし，エージェントによる設定の誤りを，課題ごとに指導者が事前に定義しておく場合，作成する課題の数が増えると課題作成時の負担が大きくなる．また，学習者が間違える頻度の高い項目に重点を置いた課題を必ずしも提供できているとは限らない．これらの問題を解決するため，学習者が間違える頻度の高い設定項目に重点を置いたトラブルシューティング課題を自動で提供する機能を実装してきた．本機能により，課題作成時の負担を軽減するとともに，学習者に合わせた課題を提供できる．

3. 性能評価

3.1 評価対象

本節では，課題自動作成機能の性能評価を実施す

る．本機能は複数人から同時に利用されることを想定しているため，1 人分の処理に必要なリソースは少ないことが望ましい．また本システムはクライアントサーバ方式で動作するシステムであり，本機能はサーバ側で動作する．そのため，システム利用時のサーバへの負荷や反応速度を計測し，本機能を評価する．計測環境は OS: Ubuntu 14.04 32bit，CPU : Core i7-4790 3.60GHz，メモリ : 8GB のサーバを用い，OS に標準搭載されているシステムモニターでリソースの使用量などを計測した．

3.2 システム・仮想マシンの負荷

本システムで用いる仮想的なネットワーク機器は User Mode Linux(UML)という仮想化技術を用いて再現している. UML は通常のプロセスと同様に動作するため､機器 1 台ごとのメモリ使用量を計測できる．計測の結果、ホスト: 450KB，ルータ: 1MB，機器間の結線は 1 本あたり 72KB であることがわかった．また，1 人ずつ順にシステムに接続し，ルータとホストを 2 台ずつ用いた課題を実施した際の負荷を計測した．その結果を表 1 に示す．なお，CPU の使用率は仮想マシン生成時において変動幅が大きいため，その際の最大値と最小値を記載する．

次に，仮想マシンを順次ではなく何台まで同時に起動できるかテストした. UML はリソースを多く要求しないため，順次起動していくとメモリが足りる限りの台数を起動できる．しかし，一斉に起動した場合は 10 台程度を超えると起動にかかる時間が微増し，20 台を超えると新規に生成する予定の仮想マシンの起動処理が停止する．そして、起動開始順に 3,4 台の仮想マシンの処理が進み，1 台の処理が完了すると順次仮想マシンが起動処理に入る．これは 1 人が多くの仮想マシンを同時に起動した場合も，複数人が同時に課題を開始した結果多くの仮想マシンを起動した場合も同様である．その際の起動時間について表 2 に示す.

表 1 システムの負荷

	CPU(%)	メモリ(MB)
待機時	10	430
1 人目の課題開始後 仮想マシン生成時	Min: 36 Max: 76	473
1 人目の課題開始後 待機時	12	473
2 人目の課題開始後 仮想マシン生成時	Min: 38 Max: 74	480
2 人目の課題開始後 待機時	12	480
3 人目の課題開始後 仮想マシン生成時	Min: 36 Max: 78	490
3 人目の課題開始後 待機時	12	490
コマンドの入力等 操作時	25	変化なし

表 2 仮想マシンの起動時間(秒)

	1 台の起動時間	全体の起動時間
~10 台	9	9
10~15 台	15	15
15~20 台	18	18
20~30 台	20	18~68

最後に，課題の作成に必要な時間を計測した．課題の作成は自動採点機能を利用して行われる．学習者が課題を達成したと判断し，採点機能により採点結果ウィンドウを表示した時点で課題は XML ファイルとして作成される．このウィンドウが表示されるまでの時間は，課題ファイルの作成を含めて 1 秒未満である．また本システムにはユーザの識別機能があるため，作成された課題ファイルを別の学習者が利用することはない.

性能評価の結果から，本システムは動作に多くのリソースを要求としないことがわかった．しかし，同時に多数の仮想マシンの起動要求があった場合にはリソースに余裕があっても処理に著しく時間がかかってしまう．多人数の利用においては課題開始のリクエストが同時に送られることが予想されるため，処理を分散する機能が必要である．これはホストとルータの基となる UML のカーネルファイルが 1 つしかなく，起動マシンの生成時に同時にそのファイルを参照しているためと考えられる．この問題を解決するには，カーネルファイルを複数用意し，それぞれを満遍なく利用するような機能が必要である．

4. まとめ

本稿では，以前に実装した課題自動作成機能についての性能評価と考察を行った．その結果，本システムは軽量でありサーバへの要求性能が高くない反面，多量のタスクの同時処理に時間を要することがわかった。

今後は仮想マシンの多重起動に対応するため，処理の分散機能の実装などを予定している．

謝辞：本研究は IPSJ 科研費 15K01046 の助成を受けたものである．

参考文献

(1) 稲葉晶子, 豊田順一:“CSCL の背景と研究動向,” 教育システム情報学会誌, Vol.16, No.3, pp.111-120 (1999)
(2) 稲葉晶子: “CSCL:ネットワークを用いた協調学習支援システム,” 電子情報通信学会誌, Vol.82, No.10, pp.1069-1071 (1991)
(3) N. Iguchi: “Development of a self-study and testing function for NetPowerLab, an IP networking practice system”, Int. J. Space-Based and Situated Computing, Vol. 4, Nos. 3/4 (2014)
(4) 烏野貴也, 谷口義明, 井口信和: “IP ネットワーク構築演習支援システムにおける課題自動作成機能の実装,” 教育システム情報学会 2016 年度学生研究発表会, pp.101-102

プレゼンテーションアバターを用いた セルフリハーサル支援
A Presentation Avatar for Promoting Self-Rehearsal

稲澤 佳祐[*1], 柏原 昭博[*2]
Keisuke Inazwa[*1], Akihiro Kashihara[*2]
[*1*2] 電気通信大学
[*1*2]The University of Electro-Communications
Email: keisuke.inazawa@uec.ac.jp

あらまし：プレゼンテーションのセルフリハーサルにおける従来の動画撮影では，発表者が記録された自分の容姿や声に対して覚える違和感のため，客観的に自分の発表を見直すことが困難であるという問題がある．本研究では，プレゼンテーションの客観視を促進するためにプレゼンテーションアバターを設計し，セルフレビューを支援する手法を提案する．
キーワード：プレゼンテーション，アバター，リハーサル，セルフレビュー，客観視

1. はじめに

プレゼンテーションは，研究者にとって重要な研究活動であるが，発表時間や聴衆などのことを踏まえて，研究成果を端的にまとめることは容易ではない．そのため，本番のプレゼンテーションまでに何度もリハーサルを繰り返し，そのレビューを通してプレゼンテーションを改善する必要がある．

プレゼンテーションのリハーサルには，研究メンバーとともに行うリハーサルと，セルフリハーサルがある．前者では他の研究メンバーから指摘を受けるピアレビュー[1]が行われ，後者では発表者が自分のプレゼンテーションを観察しながら，自ら改善点に気付くセルフレビューが行われる．通常，セルフリハーサルでは，発表者が PC の画面上にスライドを表示させ，プレゼンテーションを実施しながら確認することが多いが，実施と確認が同時に行われるため細部に至る見直しは難しい．これに対して，プレゼンテーション動画を撮影し，その動画を視聴する方法がある．しかし，この方法では自分自身の映像や録音された音声に対し違和感を覚えると考えられる．Holzman らの研究[2]では，録音された音声と普段聞いている自分の声との差異から違和感を覚えるという実験結果が報告されている．この実験結果を踏まえると，自分自身の映像に関しても，想定している自分自身の姿と撮影された姿との差異から違和感を覚える可能性がある．そのため，これらの違和感を抱きながら自らのプレゼンテーションを見直すことは容易ではない．

本稿ではプレゼンテーションの見直しを促進するために，プレゼンテーションを再現あるいは代行するプレゼンテーションアバター（以下 P-アバター）を用いたセルフレビュー支援手法を提案する．

2. セルフリハーサルにおける客観視

プレゼンテーションのセルフリハーサルは，事前プレゼンテーション，セルフレビュー，プレゼンテーション修正からなる 3 フェイズを繰り返すことによって実施される．このうちセルフレビューは，ピアレビューと異なり，発表者自身が改善点に気づくために，第三者的な視点でプレゼンテーションを観察する必要がある．こうした客観視の概念図を図 1 に示す．

一方，発表者が自らのプレゼンテーション動画を見直す場合，記録された自分自身の容姿や音声に対する違和感のため客観視が妨げられ，プレゼンテーションの改善点を見出すことが容易でなくなる恐れがある．そこで，本研究では観察対象を発表者自身から P-アバターに置き換えることにより客観視を促進する．

3. プレゼンテーションアバターを用いた支援

本研究では，セルフレビューにおいて発表者自身の容姿や音声に対する違和感を取り除くために，発表者の容姿と音質を変えた P-アバターを設計した．

P-アバターは大きく分けてプレゼンテーションの再現と代行を行う．再現では，発表者が事前にプレゼンテーションを行い，そのリハーサルを記録した様子を P-アバターが再現する．これによって，プレゼンテーションの改善点を見出すことを促す．こうした再現では，特徴のある話し方やジェスチャーなどの改善点への気付きを促すために，改善点や注視すべき点を誇張する方法も考えられる．

一方，代行では，プレゼンテーションのために事前準備した P-ドキュメントやオーラル原稿，オーラル

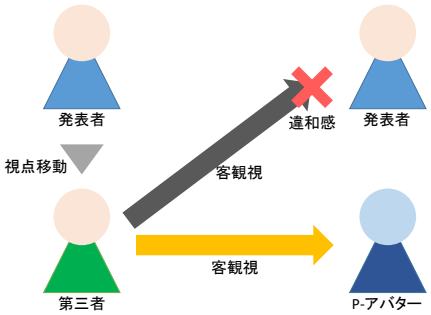


図 1 リハーサルモデル

音声，ジェスチャーのタイミング情報にもとづいて，P-アバターがプレゼンテーションを代行する．この場合，発表者は事前リハーサルの必要はない．再現とは異なり，　P-アバターの代行の様子を見せることで，プレゼンテーションの設計を支援することができると考えられる．

本稿では，このうち P-アバターによる再現に着目し，セルフレビュー支援を提案する．

4.　支援システム

本研究では，P-アバターとして仮想キャラクターを採用し，セルフレビューの客観視を促すプレゼンテーション再現システムを開発した．発表者は，本システムを用いてプレゼンテーションを行い，発表者の手振りと音声，スライド遷移を記録する．記録が終了すると，発表者の音声が声質変換され，P-アバターによるプレゼンテーションの再現動画が出力される．発表者はその動画を見てプレゼンテーションを見直すことができる．

5.　評価実験

本実験では，前章で述べた支援システムを用い，P-アバターによって，研究初学者のプレゼンテーションのセルフレビューにおける客観視が促されるかどうかを調べるために評価を実施した．

5.1 実験方法

実験は２日間に分けて行った．１日目は，被験者があらかじめ用意した P-ドキュメントを利用して，プレゼンテーションの動画撮影による記録と支援システムを用いた動画記録を行ってもらった．２日目は，実験１日目で記録したプレゼンテーション動画を用いてセルフレビューを行わせた．被験者は大学生及び大学院生９名とし，セルフレビューを行う順序によって２群に分けた．群１に５名，群２に４名を配置した．群１は撮影動画，P-アバター動画の順でセルフレビューを行い，群２はその逆順でセルフレビューを行った．

以上の手順で実験を行い，被験者が得た改善点の個数と，被験者が感じた改善点の得られやすさ，集中度合，記録動画に対する違和感をアンケート調査した．

5.2 結果と考察

表１に，被験者ごとに得られた改善数を示す．なお，支援システムあるいは撮影動画だけで得られる改善点を除き，どちらの方法でも得られる改善のみに着目した数を記載している．結果として，９名中６名の被験者が P-アバターを用いた場合に改善点の個数がより多い結果となった．また，表１の結果を改善対象によって細分化し，スライド１枚あたりの改善数平均を求めた値を表２に示す．t 検定を行った結果，P-ドキュメント改善の全体平均の差に有意傾向が確認できた．（片側検定：t(9)＝0.0675，†p<.10）なお，P-ドキュメント，ジェスチャー，オーラルをそれぞれ P，G，O と略記している．

次に，表３にアンケート結果の平均を示す．　１×２直接確率計算を行った結果，問２の回答数の間に有意傾向（片側検定:p=0.0898，†p<.10）が，問３の回答数の間に有意差（片側検定:p=0.0020，**p<.01）が見られた．

以上の結果から，P-アバターによってセルフレビューでの違和感が抑えられ，プレゼンテーションの改善点を見出す客観視が促進できることが示唆される．

表１ セルフレビューによって得られた改善数

群	被験者	スライド枚数	撮影動画		P-アバター	
			計	計/スライド	計	計/スライド
群1	A	28	24	0.857	24	0.857
	B	35	30	0.857	28	0.800
	C	40	13	0.325	9	0.225
	D	25	8	0.320	14	0.560
	E	23	15	0.652	17	0.739
群2	F	30	8	0.267	9	0.300
	G	32	5	0.156	12	0.375
	H	40	17	0.425	18	0.450
	I	35	12	0.343	13	0.371
群1の　計/スライド　平均			0.602		0.636	
群2の　計/スライド　平均			0.298		0.374	
全体の　計/スライド　平均			0.467		0.520	

表２スライド１枚あたりの細分化した改善数の平均

	撮影動画			P-アバター		
	P	G	O	P	G	O
	改善数/スライド	改善数/スライド	改善数/スライド	改善数/スライド	改善数/スライド	改善数/スライド
群1平均	0.226	0.077	0.299	0.298	0.069	0.270
群2平均	0.056	0.000	0.242	0.075	0.008	0.291
全体平均	0.150	0.043	0.274	0.199†	0.042	0.279

表３アンケート結果

質問	撮影動画（人）	P-アバター（人）
問1 改善点の得られやすさ	3	6
問2 集中度合	2	7†
問3 違和感があったか	9	0**

6.　まとめ

本稿では，プレゼンテーションの客観視を促進する P-アバターを設計し，それを用いたセルフレビュー支援手法を述べた．評価実験から，P-アバターによってセルフレビューにおける客観視を促進できたことが伺えた．今後の課題は，プレゼンテーション再現システムの洗練，プレゼンテーションの代行や誇張再現を実現するシステムの開発，P-アバターとして人型のロボットを採用したシステムの開発等が挙げられる．

参考文献

(1) 岡本竜，柏原昭博："リアルタイムなハイパービデオ化によるプレゼンテーション・レビュー支援環境の構築"，電子情報通信学会技術研究報告.ET，教育工学 Vol.106, No.583，pp.133-138 (2007)

(2) Holzman，Philip S.，and Clyde Rousey.："The voice as a percept" Journal of Personality and Social Psychology Vol.4(1)，pp79-86 (1966)

全天球動画を用いた学習評価システムの開発

Development of learning assessment system using Spherical Panorama Movies

鈴木 計哉*1, 瀬戸崎 典夫*2, 藤井 佑介*2
Kazuya SUZUKI*1, Norio SETOZAKI*2, Yusuke FUJII*2
*1 創成館高等学校, *2 長崎大学
*1Sohseikan High School, *2Nagasaki University
Email: suzuki-kazuya@nunu-lab.com

あらまし：近年，学習活動をどのような方法で把握し，評価するかについての研究が多くなされている．これに対し，協働学習における授業中の評価に加え，事後の評価での活用を想定して全天球動画を用いた学習評価システムが提案された．しかしながら，システムは構想段階であり開発には至っていない．そこで本研究では，全天球動画を用いた学習評価システムを開発し，システムの使用感および今後の展望について述べる．
キーワード：協働学習，学習評価，システム開発，タブレット端末，全天球動画

1. はじめに

授業中に児童・生徒の学びを見取る行為は，記録・資料として残すか否かにかかわらず，普段から教員が実行していることである(1)．また，児童・生徒の学びの見取りを評価資料として残すことで，教師が評価を意識して指導できるようになるとも報告されている(2)．静岡市立安東小学校は，授業中における児童の姿について，事実や教師の気づきを蓄積するために，「座席表とカルテ」を使った授業を 1960 年代から実践している(3)．「座席表とカルテ」による記録は，児童・生徒の学習状況の把握の手法として多くの学校で実践されている．

さらに，「座席表とカルテ」を電子化することで，児童・生徒の学習状況に関わる具体的事実をより効率的に記録・蓄積できるシステムが開発された(4)．開発されたシステムは，スタンプや手書き入力，テキスト入力，端末のカメラで撮った写真の保存など，高い自由度で学習状況に関わる事実を記録できる．システムの活用事例から，授業記録に時間軸の記録が加わることによって，授業理解への深まりや，授業後の情報共有への活用による授業改善の可能性が示された．しかし，入力インタフェースに関しては，授業では扱いにくいなどの課題が挙げられた．

一方，中学校学習指導要領では，主体的・対話的で深い学びの実現に向けた授業改善を通して，生徒に生きる力を育むことを目指すとされている．その中で，創意工夫を生かした特色ある教育活動を展開し，個性を生かし多様な人々との協働を促す教育の充実に努めることが求められている．また，生徒のよい点や進歩の状況などを積極的に評価し，学習したことの意義や価値を実感できるような学習評価の充実も求められている．アクティブ・ラーニング等のプロセスを通じて表れる児童・生徒の学習活動をどのような方法で把握し評価するかについては，今後も改善を図る必要があると考えられる．

これに対し鈴木らは，協働学習の授業中における評価に加え，事後評価においても活用できるよう，全天球動画を用いた学習評価システム提案した(6)．しかしながら，システムは構想段階であり，実際の開発には至っていなかった．

そこで本研究では，鈴木らが提案した全天球動画を用いた学習評価システムを開発し，システムの使用感および今後の展望について述べる．

2. 開発環境

本研究では，タブレット端末（iPad Air2 / Apple 社製）での使用を想定してシステムを開発した．また，協働学習における活動の様子を記録すべく，全天球カメラ（RICHO THETA S/ RICHO 社製）を用いた．なお，開発環境には Xcode8.2 を使用し，開発言語には swift3.0，データベースには SQLite を使用した．

3. システム開発

本システムは，Xcode の UITabBarController を併用し，「授業選択画面」，「座席表画面」，「記録閲覧画面」，「全天球動画再生・評価追記画面（図１）」，「設定画面」の５つの ViewController を実装した．

「授業選択画面」は，対象学級で実施されている全ての授業名と教員名および現在の日時を，時間割表形式とテーブル形式の２通りの形式で表示するように設計した．使用者はシステムを用いる際，まず初めにこの「授業選択画面」を開く．次に，担当する授業を選択し，「授業開始ボタン」をタップすることで，データベースに授業情報として情報を記録し「座席表画面」へ遷移する．

「座席表画面」は，学習者の学びの見取りを評価項目別に記録する機能を実装した．評価項目は，授業者が記録したい項目を任意に設定することができる．画面上には教室の座席表のように座席ボタンを配置し，ボタンには生徒の氏名を表示した．

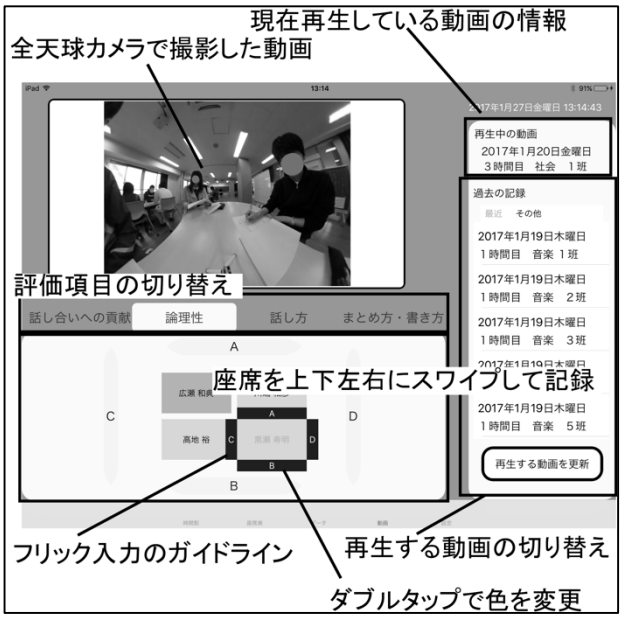


図１　全天球動画再生・評価追記画面

使用者は，画面上部に配置したタブをタップして評価項目を切り替え，各評価項目における A～D の４つの評価を記録することができる．その際，評価の入力方法としてフリック入力を採用した．画面上の座席ボタンを上下左右の４方向にフリックすることで，スマートフォンのソフトウェアキーボードのように入力することが可能である．また，座席をダブルタップすると，タップ回数に応じて座席の色２種類に変更できるように設計した．

「記録閲覧画面」では，使用者が時間，曜日，教科など，任意の項目に絞って記録を閲覧できる．授業中においても容易に閲覧できるようにするため，番号順にテーブル形式で表示するように設計した．

「全天球動画再生・評価追記画面（図 1)」は，全天球カメラを用いて撮影した動画を再生しながら，評価を記録できるように設計した．使用者は，再生したい授業を画面の右側に設置されたテーブルから選択し，全天球動画を再生する．表示された動画の画面下には，対応するグループの座席表が表示され，「座席表画面」と同様に画面上の座席ボタンを上下左右の４方向にフリック入力することで評価を記録できるように設計した．

「設定画面」は，時間割や座席表の編集および評価項目の追加・編集ができるように設計した．

4.　システムの使用感および今後の展望

本システムは，協働学習における「授業中の評価」と「事後の評価」の２通りの評価場面を想定した．

協働学習における授業中の評価については，即時性が求められる．開発したシステムで設計したフリック入力は，直感的に記録することができ，入力時の動作に遅延がないことが確認された．また，記録した評価は，すぐに「記録閲覧画面」に反映されるため，授業中における活用に支障ないと考えられる．

本システムに提示された全天球動画によって，学習者の発言に加え，手元や視線，表情などを読み取ることができた．したがって，授業中の机間指導で評価できなかったグループ活動の詳細について，授業の後に全天球動画を視聴しながら，本システムを用いて評価し得ることが確認できた．

また，６班のグループ活動を５分間（６動画×５分）記録したと想定して，動画サイズを最小に設定した場合（解像度 : 1280×720, フレームレート : 15fps, ビットレート : 6Mbps），２GB 以上のストレージ空き容量があるタブレット端末で再生することができた．全天球動画の生成時には，RAM を多く消費することが考えられるが，1 GB 程度の RAM を搭載した端末においては問題なく使用することができた．

一方，開発したシステムにはいくつかの改善点が残っている．特に，座席表の編集と評価項目の追加・編集については，使用者が利用する頻度が高いことが想定される．そのため，設定画面から変更をするのみでなく，他の画面からも変更できるようにインタフェースの改善を検討したい．また，PC を介することなく，全天球動画のファイルを本システムに直接取り込む方法についても検討の余地がある．

5.　まとめ

本研究では，鈴木らが提案した全天球動画を用いた学習評価システムを開発し，システムの使用感および今後の展望について述べた．

本システムでは，協働学習における「授業中の評価」を直感的に記録することができ，入力時の動作に遅延がないことが確認された．また，本システムに提示された全天球動画によって，授業中の机間指導で評価できなかったグループ活動の詳細についても評価し得ることが確認できた．

今後は，改善点として挙げた機能について検討し，協働学習の場面における活用を実践していく．また，教師の振り返りや，授業を見取る力の育成にも焦点を当て，活用の方策を検討したい．

参考文献

(1) 星野恵美子:“カルテ・座席表で子供が見えてくる”, 明治図書出版,（1995）
(2) 井上義一:“評価に対する教師の意識を高める座席表の開発と実践–算数科の指導を通して–”, 岡山県教育センター長期研修員報告,（2002）
(3) 上田薫，静岡市立安東小学校:“ひとりひとりを生かす授業–カルテと座席表–”, 明治図書出版,（1979）
(4) 日比光治, 加藤直樹, 興戸律子, 水谷泰三, 馬渕幸子, 佐藤将之:“教室における児童生徒の学習活動の記録と活用–タブレット PC を活用した座席表電子化の試み–”, 日本教育情報学会学会誌 29(1), pp.55-60,（2013）
(5) 文部科学省“中学校学習指導要領”, 文部科学省，pp. 5-9,（2017）
(6) 鈴木計哉，藤井佑介，瀬戸崎典夫:“全天球型カメラを用いた即時評価システムの提案”, 信学技報，vol. 116, no. 266, ET2016-42, pp. 5-8,（2016）

歌声の習熟度に関連する周波数特性が異なる歌唱に対する印象評価

Impression Evaluation on Singing with Different Frequency Characteristics Related to Singing Skill

吉田 祥[*1], 香山 瑞恵[*2], 池田 京子[*3], 山下 泰樹[*4], 伊東 一典[*2], 浅沼 和志[*5]
Sho Yoshida[*1], Mizue KAYAMA[*2], Kyoko IKEDA[*3],
Yasuki YAMASHITA[*4], Kazunori ITOH[*2], Kazushi ASANUMA[*5]
[*1] 信州大学大学院, [*2] 信州大学工学部, [*3] 信州大学教育学部,
[*4] 長野県工科短期大学校, [*5] 国立長野工業高等専門学校
[*1]Graduate school of Science & Technology, Shinshu University, [*2]Faculty of Engineering, Shinshu University,
[*3]Faculty of Education, Shinshu University[*4]Nagano Prefectural Institute of Technology,
[*5]National Institute of Technology, Nagano College
Email: [*1]17w2102h@shinshu-u.ac.jp

あらまし：本研究では，歌声の響きに関連する周波数特性の強度や割合の定量化を検討し，歌声評価指標として提案することを目的としている.本稿では，初学者の歌唱に対する声楽指導者による印象評価実験の結果を示し，考察を試みる．具体的には，声楽指導者の印象評価と本研究で提案している歌声評価指標との相関が確認されたことについて述べる．
キーワード：歌声，周波数特性，歌唱評価指標，音響特徴量，初学者，定量化，Singer's formant

1. はじめに

歌声研究分野において，歌唱力と音響特徴量の関係について長年に渡って検討がなされている．物理的に良い声とされている条件に関する研究など歌唱の習熟度と音響特徴量の関係した研究が数多くある(1)．しかし，これらの研究はプロ歌手を対象としたものが多く，声楽初学者の歌唱指導と各音響特徴量の関係についてまだ議論が十分にされていない．

本研究では，歌声の響きに関連する周波数特性の強度や割合の定量化を検討し，歌声評価指標として提案することを目的としている.これまでの研究で，この音響特徴量を評価するための声楽初学者に特化した歌唱評価指標としてSinger's formantの割合である SFR（歌声の 4.0kHz までの範囲のうち 2.4～4.0 kHz の帯域内の値の合計値の割合）と Singer's formant の強度（2 凸）の定量化を行ってきた(2)．本稿では，これらの成果をふまえイタリア歌曲を対象にし，声楽を専門に学ぶ特定個人の長期間での歌声の印象評価を試みる．

2. 初学者の長期的変化

本章では SFR と 2 凸の 2 つの指標を用いて，特定個人の長期間にわたる歌声変化を解析する．これにより，本研究で用いる評価指標が長期間の声楽指導における客観評価の根拠となる可能性を検討する．本解析における被験者は初学者 2 名（以下，被験者 A，B と称す）である．この 2 名の被験者は，教育学部音楽教育コースに所属する学生である．彼女らの専門的な声楽学習開始時期は 2014 年 4 月（大学 2 年生当初）である．本解析で使用する楽曲は，指導者の意見から「Caro mio ben」（作詞：不明，作曲：Tommaso Giordani）とした．被験者は分析対象とする区間を独唱し，各被験者につき 1 回の収音で 2 回ずつの歌唱をさせた．収音は音の反響しない静かな部屋で行った．被験者にはレコーダから 2 m 離れた正面立位で歌唱させた．音声はサンプリング周波数 44.1 kHz，量子化ビット数 16 bit で収音した．また，「Caro mio ben」内の歌詞「Cessa」区間の母音/e/と「Tanto」区間の母音/a/の安定区間を評価対象とした．

本稿では，各指標のデータ偏りを可視化するために，独自に定めた図を用いる．グラフ内の各被験者のプロット点は，各被験者の歌声データの解析結果に対して SFR と 2 凸の各中央値とする．各グラフの縦横線は，SFR，2 凸の第 1 四分位から第 3 四分位までを表す．本解析の対象は 2 年間の声楽指導中の歌声変化とする．解析対象データは，2014 年 10 月から 2016 年 4 月までの間で，2 ヶ月から 10 ヶ月のインターバルで 5 回収音された．

3. 解析結果

5 回の収音データにおける被験者 A の Cessa 区間，Tanto 区間の SFR と 2 凸の解析結果を図 1，2 に，被験者 B の Cessa 区間，Tanto 区間の SFR と 2 凸の解析結果を図 3，4 に示す．グラフ中の凡例は，被験者の学年とその収音月の頭文字を表している．2-O は 2 年生 10 月（2014 年 10 月）の収音データ群である．

図 1，2 に示す被験者 A においては，Cessa 区間，Tanto 区間ともに 2-D が最も SFR が高い数値となった．そして，Cessa 区間の 2-O と 3-O が他のデータと比べて低い結果となった．図 3，4 に示す被験者 B においては，Tanto 区間の 3-F が他のデータと比べて高い結果となった．その他のデータについては，目立った差はみられなかった．

4.　考察

ここでは，3 章で示した歌声に対する定量的な評価結果である本指標での解析結果と指導者からヒアリングおよび自由記述で得た各収音時期の歌声の印象（表 1）との比較から本研究の評価指標が声楽指導における客観評価の根拠となる可能性を考察する．

被験者 A の解析結果は Cessa 区間，Tanto 区間のいずれも 2-D が良好な結果となった．また，2-D の指導者の主観的評価についても「素直な声」という肯定的な意見であった．被験者 B の解析結果は，Tanto 区間の 3-F が良好となり，主観的評価も「歌声らしく響く」という肯定的な評価となった．これらは，指導者による歌唱技術向上の指摘が解析結果と対応している．また，解析結果が低くなった被験者 A の Cessa 区間 3-O や被験者 B の Cessa 区間 2-O, 2-D などは，主観的評価において「響きの暗さ」や「声帯の未成熟さ」が指摘された．先行研究から「良い」声の判断基準として声帯の最大限の伸展と最小限の緊張が挙げられている(3)ため，良い歌声と声帯の関係性は強く，解析結果に影響を与えたと考える．これらのことから，両被験者において歌声の響き成分を評価する本指標の解析結果と主観的評価が対応しており，解析結果の妥当性が示唆された．しかし，両被験者の各区間の 4-Ap の解析結果は良いものではなかったが，主観的評価が全て肯定的であった．このように，解析結果と主観的評価とのズレがみられることもあり，本実験の指標では説明できない歌声の響きに関連する音響特徴量の存在が示唆される．

5.　おわりに

本稿では，長期的に声楽を専門に学んでいる特定個人の歌声の印象評価を行った．その結果，本研究で用いる評価指標と歌唱の習熟度との関係が示唆された．しかし，提案指標では説明できない主観的評価もあった．今後は，主観的評価とそれに対応する客観的評価としての解析結果をさらに増やし，長期的かつ個人に特化した歌声評価の分析を進めていく．

表 1 各収音時期の歌声の印象

データ	被験者 A		被験者 B	
	Cessa	Tanto	Cessa	Tanto
2-O	声が幼い	声帯自身が幼い	響きの捉え方が暗く深い	澄んだ声だが，豊かさが足りない
2-D	無理のない声	素直な発声である	声帯の状態が悪く，響かない声	響かせ方に成長が伺える
3-O	被験者の不調あり	鳴りが悪く，弱々しい声	少し鳴るようになり，成長あり	2-D と比べ，変化が感じられない
3-F	艶やかさに欠ける	支えが足りず，声が揺れる	声が鳴ってきている	歌声らしく響くようになってきた
4-Ap	澄んだ美しい声	中声域が安定，成長あり	/e/母音が安定して出せている	全体の出来栄えが良い声が安定

また，今回用いた歌声を評価する指標以外にも歌唱の習熟度に影響を与える指標の探究も進めていく．

謝辞　本研究は科研費 15K01022 の支援を受けた．

参考文献

(1) W.T.Bartholomew. “A Physical Definition of "Good Voice- Quality" in the Male Voice”, J. Acoust. Soc. Am., Vol.6, No.1, pp.25-33 (1934)
(2) 吉田祥他，“歌声の習熟度に関連する周波数特性に基づく音響特徴量の特定個人の長期的変化”，SIGMUS, Vol.114, No.12, pp.1-6 (2017)
(3) フレデリック･フースラー他. “うたうこと 発声器官の肉体的特質”，音楽之友社 (1987)

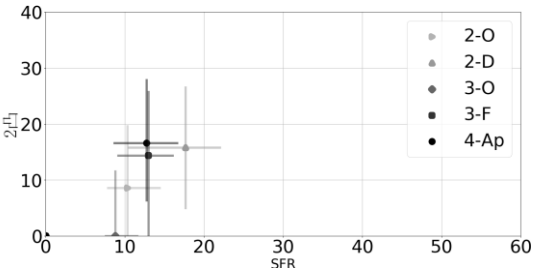


図 1 被験者 A の Cessa 区間

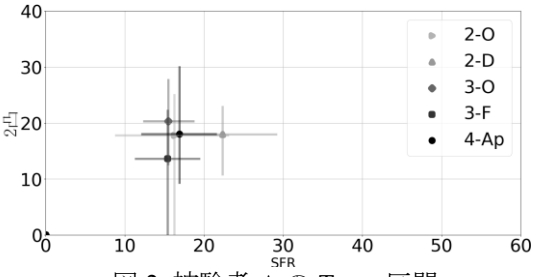


図 2 被験者 A の Tanto 区間

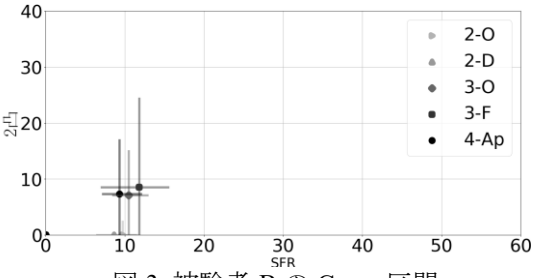


図 3 被験者 B の Cessa 区間

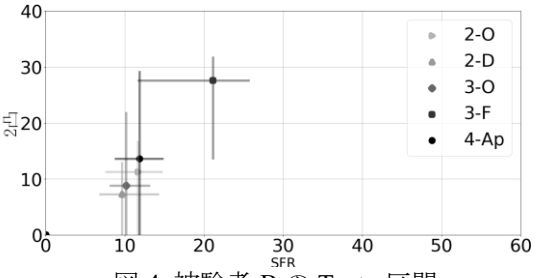


図 4 被験者 B の Tanto 区間

作物栽培における経験則の蓄積・活用支援システムの開発

Development of an accumulation and utilization support system of empirical rules at practical training in agricultural high school

菅野祐馬[*1]，高木正則[*2]，山田敬三[*3]，佐々木淳[*4]
Yuma KANNO[*1], Masanori TAKAGI[*1], Keizo YAMADA[*1], Jun SASAKI[*1]
[*1] 岩手県立大学ソフトウェア情報学部ソフトウェア情報学科
[*1]Faculty of Software and Information, Science, Iwate prefectural University
Email: g031m059@s.iwate-pu.ac.jp

あらまし：本研究では，作物栽培における暗黙知である経験則の継承について注目した．農業技術の継承は農業従事者の経験則で継承する場合が多い．しかし，農業高校のような生徒の入れ替わりのある教育機関では一人の生徒が学んだ体験やノウハウを次の学年へ継承する環境が整っていない．そこで本研究では，農業高校の生徒に対して，作物栽培における経験則の継承を目的とした，作物栽培における経験則の蓄積・活用支援システムを開発した．
キーワード：スキル学習，農業教育

1. はじめに

農業高校では，体験的な学習を通して農業の総合的な知識と技術を習得させ，経営と管理についての理解を深めさせている．また，高校の敷地内にある圃場で農作業を行う農業実習では，教科書に掲載されている一般的な栽培方法と教員の経験則に基づいた農作業が実施されている．農業における経験則は地域や圃場環境によって異なり，農家ごとに伝承されていることが多い．しかし，毎年生徒の入れ替わりのある農業高校では，一人の生徒が 3 年間で学んできた体験やノウハウを次の学年へ継承する環境が整っておらず，経験則が蓄積・活用されにくい傾向がある．

そこで，本研究では，作物栽培における経験則の継承を目的とし，経験則の蓄積・活用支援システムを開発した．本システムでは，生徒がそれぞれの視点で実習時の農作業の様子や作物の成長を記録・共有できる機能を提供する．また，実習後に作業記録や圃場の環境データ，生徒が撮影した写真を確認しながら，栽培方法の違いによる作物の成長の変化を分析できる環境を提供し，どのような栽培方法や環境が品質・収量の向上等につながったかを考察できるようにする．さらに，継承すべき経験則をまとめる作業や，次の学年の生徒が蓄積された経験則を活用する作業も支援する．

2. 関連研究

農業情報科学（AI システム）を活用した学習支援システムの開発 [(1)] では，熟練農家の視線を記録するアイカメラや動きを補足する位置情報・動作センサー等の ICT を活用して，熟練農家のノウハウをデータ化して蓄積する．そして，蓄積されたデータをタブレット端末等で参照して学習できる．そのため，新規就農者の栽培する作物の品質向上が期待できる．しかし，このシステムでは学習者が体験した内容を振り返り学習時にまとめ，考察を行い経験則として蓄積することはできない．本研究で提案するシステムでは，学習者の経験則を蓄積する機能に特徴がある．

3. 経験則の蓄積・活用支援システムの開発

本システムで提供される機能は，実習時に農作業や作物の成長を記録する携帯端末専用の作物観察機能（図 1）と経験則の抽出作業を支援する分析支援機能，経験則の活用を支援する機能の 3 つの機能に分別される．以下に学習者の利用の流れを示す．（図 2）

図 1 作物観察機能

(1) 日々の農作業内容の記録（作物観察機能）

生徒は農作業の様子を作物観察機能で記録し，記録したデータを本システムのデータベースにアップロードする．

(2) 農作物の記録（作物観察機能）

生徒はそれぞれの観点で定点観測したい農作物を選び，定期的に農作物の写真を撮影する．撮影された写真は作物観察機能で本システムのデータベースにアップロードする．

(3)環境データの記録（作物観察機能）
株式会社セラクが開発した温室内環境遠隔モニタリングシステム「みどりクラウド」[2] を利用し，圃場の環境データ（温度，湿度，日射量など）を記録する．記録されたデータは株式会社セラクが管理するクラウドサービス上にアップロードされ，PC や携帯端末などから閲覧できる．
(4)経験則の抽出（分析支援機能）
生徒は(1)，(2)，(3)で記録した情報を利用し，どんな農作業が品質の改善や向上等につながったかを考察し，継承すべき経験をまとめる．生徒は分析支援機能を利用して過去と現在の作物の変化を比較する写真を並べて表示したり，気温や気候の変化をグラフ等を利用して可視化したりして考察を行う．
(5)経験則の登録（分析支援機能）
(4)でまとめた経験則を登録する．経験則は表 1 に示すような記入方法に基づいて登録する．

表 1 経験則の登録例

登録者	菅野 祐馬
日付	2017 年 1 月 1 日
作物名	林檎
農作業	剪定
作業理由	林檎の成長を促進するために余分な枝を切り落とす
技術的補足	上下の枝が重なると日光が平等に当たらないため，重なっている部分を切り落とす必要がある．
考察	去年に比べて気温が低いので定期的に管理が必要
エビデンス	上下の枝が重なっていた箇所の林檎の実の写真と上下の枝が重なっていない箇所の林檎の実の写真の比較画像や日射量のグラフ

学習者は，名前・日付を記入し，登録の対象となる作物名を記入する．農作業の欄にはその日に体験した農作業を記入し，作業理由や技術的補足点を写真で図示すると共に記入する．作業理由や技術的補足点を記入することで，農作業でのノウハウを次の学年へ継承することを支援できる．また，実習全体の振り返りや過去のデータとの比較を通して，次の実習時の改善点や対策を考察の欄に記入して登録する．さらに，登録した経験則が農作物の生育に適していることを証明するデータをエビデンスの欄に登録する．これらの登録された経験則は次の学年の生徒が研究や基礎学習で利用することを考慮している．
(6)経験則の活用（経験則の活用支援機能）
生徒は，実習前に経験則の活用支援機能を利用して実習で行う予定の農作業や同時期に登録されている経験則を閲覧して予習を行う．蓄積された経験則から農作業の具体的な説明や過去の失敗や成功及び改善点などを把握し，実習時に活用する．

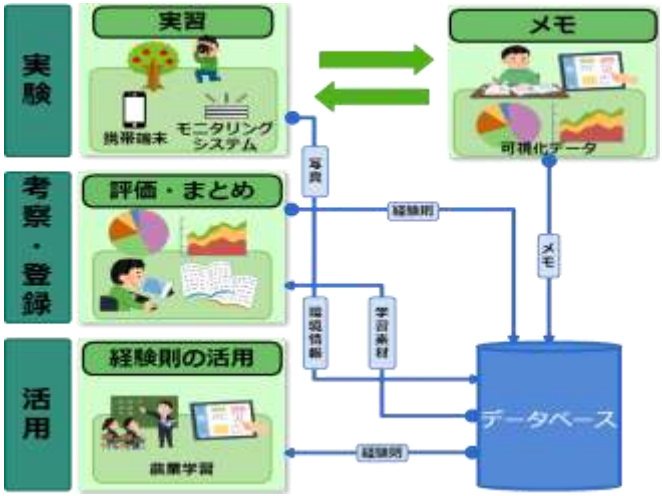


図 2 システム利用の流れ

4. 本システムを利用した農業実習の実践

本研究では，盛岡農業高校の果樹班の 3 年生 9 名（男子 5 名，女子 4 名）が実施しているリンゴの農業実習で本システムを利用してもらう．果樹班の実習は火曜日の 5・6 時間目と金曜日の 3〜6 時間目に実施される．実習では，農作業を行いながらリンゴのサイズや葉の数など，リンゴの調査を行い記録している．本研究では，一つの農作業で開発したシステムを利用してもらい，本システムの有効性を評価する．表 2 に本研究で実施する経験則の抽出の流れを示す．テーマ決めでは，学習者が複数の農作業の中から研究対象とする農作業や，栽培環境による作物の成長の変化について条件を決定する．農作業と測定では，作物観察システムを利用して農作業やリンゴの成長を写真やメモ等で記録する．経験則の抽出では，農作業と測定の終了後に蓄積された写真やメモ，みどりクラウドに蓄積された環境データから考察を行い，経験則を抽出する．

表 2 経験則の抽出の流れ

	4 − 5 月	6 − 11 月	12 月
テーマ決め	○		
農作業と測定		○	
経験則の抽出			○

5. おわりに

本稿では，農業高校の実習時における経験則の継承を目的とし，作物観察機能，分析支援機能，経験則の活用支援機能の 3 つの機能から構成される経験則の蓄積・活用支援システムを開発した．今後は農業高校の実習時に利用してもらった結果から，本システムが経験則の継承に役立ったかを評価する．

参考文献

(1) ICT 農業の現状とこれから（AI 農業を中心に），食糧産業局知的財産課，農林水産省，p9
(2) 株式会社セラク，温室内環境遠隔モニタリングシステム みどりクラウド

安定性と効率性に注目した歩行特徴量による動作解析の一考察

A Consideration on Walking Motion analysis based the Walking Stability and Efficiency

小島 匡顕[*1], 香山 瑞恵[*2], 橋本 昌巳[*2], 二上 貴夫[*3]
Masaaki KOJIMA[*1], Mizue KAYAMA[*2], Masami HASHIMOTO[*2], Takao FUTAGAMI[*3]
[*1] 信州大学大学院総合理工学研究科
[*1]Graduate School of Science & Technology, Shinshu University
[*2] 信州大学工学部
[*2]Faculty of Engineering, Shinshu University
[*3] 東陽テクニカ
[*3]TOYO Corporation
Email: 16w2026e@shinshu-u.ac.jp

あらまし：本研究の目的は，加速度センサで計測した歩行に対する評価指標の提案と指標や計測波形の簡便で即時的なフィードバックツールの作成である．本稿では，提案指標である安定性と効率性に基づき，腰部手術を受けた成人の歩行動作を定期的に計測したデータに対し解析を行い，結果に基づく術後動作変化について考察する．
キーワード：歩行特徴量，加速度変化，加速度センサ，健康工学，解析ツール

1. はじめに

医療やリハビリテーション分野において，歩行支援のための動作解析が行われている．動作解析には，加速度センサやビデオカメラ，レーザ，フォースプレートなどを用いた計測が行われている [1,2]．評価方法には，歩行の周期を基にした評価がみられる [1]．本研究では，図 1 に示す被験者の腰に装着した 1 つの加速度センサで計測した歩行に対する評価指標の提案と，指標や計測波形の簡便で即時的なフィードバックツールの作成を目的としている．これまでに，歩行を安定性と効率性の指標で評価してきた [3]．本稿では，腰部手術を受けた成人女性 1 名の歩行動作を対象に，これらの指標を用いて解析した結果について述べる．

2. 歩行評価方法

本研究で提案する評価指標の概要を述べる．

2.1 解析の事前処理

本研究では，1 歩行周期ではなく 1 歩での評価を試みる．また，被験者によって 1 歩にかける時間が異なるため，1 歩の時間区間をパーセント歩行周期の考えに基づき整理する．パーセント歩行周期とは，1 歩行周期の開始を 0 %，終了を 100 %とし正規化を行う考え方である．本研究では，この考え方を 1 歩に適用し評価を行う．

2.2 対称性

歩行評価における対称性とは，歩行時の左右差についての評価である．対称性を評価する際は，パーセント歩行周期の考え方を用いて，3 軸方向全ての評価値を算出する．解析対象区間内の n 歩を発生順に s1，s2，… sn とした場合，s1 と s2，s2 と s3 というように連続する 2 歩を対象として相互相関を求めることとする．評価値は 3 軸方向全てにおいて絶対値が 1 に近いほど評価が高いものとする．

2.3 再現性

歩行評価における再現性とは，歩行時の周期性についての評価である．2.2 節に示した n 歩に対して，奇数番目の 1 歩と偶数番目の 1 歩の集合に分けて解析する．各集合における加速度変化の平均波形を求め，集合の各要素との相互相関を求めることとする．再現性の評価の際，対称性と同様にパーセント歩行周期の考え方を用い，3 軸全ての方向での評価値を算出する．評価値は 3 軸方向全てにおいて 1 に近いほど評価が高いものとする．

2.4 動揺性

歩行評価における動揺性とは，歩行時の体の揺れについての評価である．本研究では，変位波形の平均値が低いほど動揺性の低い歩行であるとする．解析対象区間内における動揺性の値の低い歩行が安定した歩行となる．

2.5 円滑性

歩行評価における円滑性とは，歩行の滑らかさを評価する指標である．本研究では，円滑性の評価方法として歩行の 1 歩に要する時間（データ数）に着目した．1 歩に要する時間が均等であれば，なめらかな歩行であると考える．歩行の円滑性を評価する際，1 歩の時間（データ数）に着目するため，ここでは，パーセント歩行周期の考え方は利用せず，計測デー

図 1　計測器装着時

タを用いて評価値を求める．解析対象区間内の 1 歩におけるデータ数の変動係数を円滑性の評価値とする．変動係数の値が小さいほど歩行がなめらかである．

2.6 効率性

歩行動作における効率性とは，いかに力を発揮せずに移動できるかを示す指標であると考える．本研究では，解析対象区間における仕事率を歩行の効率性とする．仕事率が 0 に近い歩行が効率の良い歩行であると仮定し評価を行う．

3. 適用実験

腰部手術を受けた成人女性 1 名の歩行を対象に実験を行った結果について述べる．

3.1 実験方法

被験者は，2017 年 2 月 10 日に腰椎椎間板ヘルニア（腰椎 4 番と 5 番の間左側）の手術を行い，週に 2 回程度のリハビリを行う 40 代女性 1 名である．

計測実施日は，2017 年 3 月 16 日，4 月 28 日，5 月 19 日（以下，それぞれ 1 回目，2 回目，3 回目）の計 3 回で, 各回 2 試行実施した. 計測条件として，1 回目, 2 回目は被験者にコルセットを装着し，靴にインソールを入れない状態，3 回目は医師の指示によりコルセットをはずし，インソールを入れた状態で計測した．計測場所は屋外の平らなコンクリート道路とし, 計測場所内に 10 m×0.45 m の短径領域を設けた．被験者に計測装置を装着させ，長手方向に歩行させた. この時, 速度や歩行方法の指定はせず，普段通りに歩行させた．解析対象区間は計測開始後の 5 歩目から 15 歩目までの 10 歩とした．

3.2 実験結果

被験者の歩行動作を計測ごとに安定性（対称性，再現性（右足・左足），円滑性，動揺性）と効率性の評価値を算出した．特徴的な結果が得られた評価指標を図 2 に示す. (a)が対称性, (b)が左右方向再現性, (c)が効率性である．各図において，左から 1 回目，2 回目，3 回目の評価値(各回 2 試行)を表す．

対称性では，前後方向と上下方向では，評価値が 0.80 を超えており，高い対称性が得られた．また，計測回数を重ねるごとに評価値が上昇し，対称性が良くなっていることが示唆された．再現性では，すべての方向で，評価値が 0.80 を超えており，高い再現性が得られていた．効率性は，試行ごとにばらつきがみられた．また，図には示さなかった動揺性，円滑性については，顕著な特徴がみられなかった．

3.3 考察

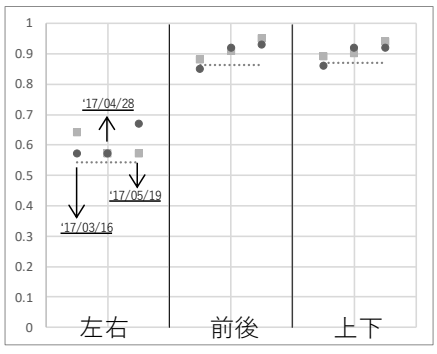
今回の結果と, 過去に 13 名の成人男性の通常歩行に対して同様の評価を行った結果[(3)]の平均値を比較する．過去の結果の平均値は図 2 に点線で示す．対称性では, 成人男性の平均値よりも評価値が大きく，対称性が高いことが示唆された．左右方向再現性においても，同様のことが読み取れ，再現性が高いことが示唆された．一方，効率性については，成人男性よりも評価値の絶対値が大きく，効率の良い歩行とはいえないことが示唆された．

4. まとめ

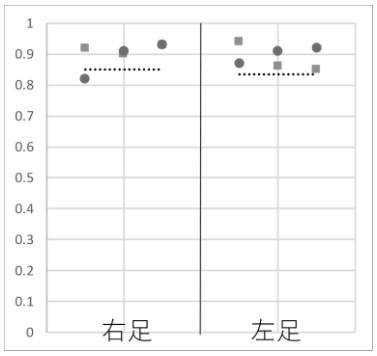
本稿では，腰部手術を受けた成人女性 1 名の歩行動作を対象に，1 つの加速度センサを用いて計測した. その結果, 成人男性に適用した結果と比較して，対称性，左右方向再現性は平均値よりも良く，効率性は良くなかった．これより，腰部手術を受けた成人女性に対しても提案指標の利用が可能であることが示唆された．今後は，提案指標を利用したフィードバックツールの実現を目指していく．

参考文献

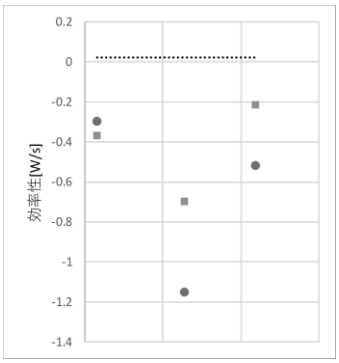
(1) 小椋一也, 小渕修一, 小島基永, 古名丈人, 潮見泰藏: “通常歩行時の骨盤加速度に注目した歩行分析”, 理学療法科学, 20(2), pp.171-177 (2005).
(2) 西野一郎, 緒方公介, 野見山宏, 安永雅克, 西嶋幸司, 藤原明, 山田昌登嗣:“歩行解析における加速度計の有用性”, 整形外科と災害外科, 42(3), pp.1038-1040 (1993).
(3) 松澤拓也, 香山瑞恵, 橋本昌巳, 二上貴夫: “3 次元加速度センサの計測結果に基づく歩行特徴に関する基礎的検討”, 信学技報, ET2015-66, pp.41-46 (2015).
(4) 小田典雄, 千野直一, 山崎信寿: “マイコンを応用した簡易歩行分析”, 総合リハ, 10(2), pp.245-249 (1998).



(a) 対称性



(b) 再現性（左右方向）



(c) 効率性

図 2　主な評価結果

デジタル教材における身体知の表現と理解の支援

Support for Representation and Comprehension of Bodily Knowledge in Digital Teaching Materials

岩根 典之[*1], 吉田 誠[*2], 岸田 一[*3]
Noriyuki Iwane[*1], Makoto YOSHIDA[*2], Hajime KISHIDA[*3]
[*1] 広島市立大学
[*1]Hiroshima City University
[*2] 岡山理科大学
[*2]Okayama University of Science
[*3] 北海道情報大学
[*3]Hokkaido Information University
Email: iwane@hiroshima-cu.ac.jp

あらまし: 陶芸のロクロ成形を例に身体知の言語的説明をハプティックデバイスで支援する実験評価について述べる. ハプティックインタフェースを用いた力覚情報の提示の有無により説明的文章のわかりやすさの感じ方が変化するか調査した. 陶芸経験のない大学生に行った評価実験の結果を考察する.
キーワード: ハプティックインタフェース, 仮想環境, マルチメディア, 触力覚デバイス

1. はじめに

教科書のような教材は, 主に説明的文章を中心に構成される. そこには, 図表, グラフ, 写真など, 様々なメディアが導入され, よりわかりやすく知識が伝えられるようその説明が支援される. しかし, 身体動作を伴う知識は体験が伴わなければ感覚的にわかりにくい. 滑車を用いれば重たいエンジンも手動で持上げられることを知っていたとしても, やはり実際の身体動作や重さを体験しながら説明を受ければ, よりわかったと感じるはずである. 例えば, 陶芸のロクロ成形において「力の加え方を誤ると形が壊れる」といった初心者に向けた説明がある. 主体的な学習者は,「どのような力加減だろうか」,「なぜ壊れるのだろうか」,「どんな感じだろうか」など知的好奇心から自問するであろう.

デジタル教材なら映像や音声で臨場感ある雰囲気を伝えることはできよう. だが, 触力覚情報は含まれていない. 映像や音声などの視聴覚と知覚の伝達経路が異なるので当然である. しかし, 将来そのような情報を提示できるヒューマンインタフェースを装備するかもしれない. そうなれば力覚データも映像データのようにデジタルコンテンツのひとつとして説明を支援する手段となり得るはずである.

本研究では, ハプティックデバイスを用いたヒューマンインタフェースにより経験知に関する説明支援ができないか調査している[(1)(2)]. そのようなヒューマンインタフェースによって, 教えたい知が相手に伝わるのか (伝わらないのか), 知りたい知が伝わるのか (伝わらないのか), 伝わるならどの程度伝わるのか調べている. 実験システムを構築し, 専門家から経験知や形式知を獲得し, 初心者に対して確認する必要がある. 本稿では, 専門家から獲得した知識を初心者に体験してもらった評価について述べる.

2. 評価実験

2.1 データ

実験協力者である専門家（萩焼きの陶芸作家）が適切と考えるロクロの回転速度に対し, コテを持上げる早さについて, 適切, 遅い, 早いに対応する 3 種類のデータを用いる. データは力加減などを説明するシーンに対応するものであり, いずれのシーンもコテによる成形の失敗事例である. 各シーンのデータは, ビデオファイルと数値ファイルからなる. 数値ファイルは, 実験装置を用いて専門家に例示してもらい, その荷重系列をデジタルフォースゲージでサンプリングした計測データである. ビデオファイルは, そのシーンをビデオ撮影し, その崩壊前後を 1 分程度に編集したビデクリップである. 図 1 は, 3 つのシーンに対応するデータ（D02, D04, D05）である. 上段が各ビデオクリップで崩壊の瞬間のスナップショット, 下段がコテを介して計測した荷重系列のグラフ（各ビデオクリップに対応）である.

D01 はロクロの適切な回転とコテの適切な持上げ,
D04 はロクロの適切な回転とコテの遅い持上げ,
D05 はロクロの適切な回転とコテの早い持上げ,
に対するデータである.

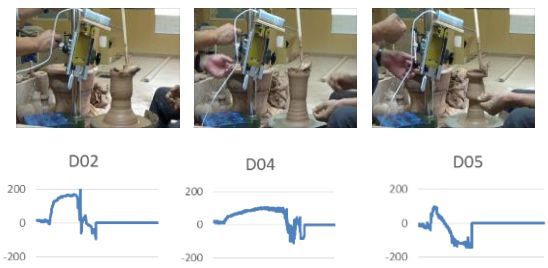


図 1　実験用のビデオクリップと荷重系列

2.2 手順

ビデオクリップはパワーポイントに貼り付けて起動する．被験者へはプロジェクタで投影して表示する．陶芸のコテを介した荷重系列の体験は，手元に設置したハプティックデバイスで提示する．紙資料は，実験同意書のほか，シーンごとに説明的文章とSD項目からなる2種類の評価シート，評価実験後のアンケートからなる．評価シートは，ビデオと説明的文章のみの評価用，説明的文章と力覚体験後の評価用の2種類である．説明的文章を読んでビデオクリップを見たあと，読んだ説明的文章のわかり易さ（分かり難い－分かり易い）を評価してもらう．次に，ハプティックデバイスを追加して同じシーンを繰り返したあと，説明的文章のわかり易さやハプティックメディアについて評価してもらう．各シーンの説明的文章は，(D02)「内側からどれぐらいの力を加えたら最終的に土が薄くなって失敗の原因になるか理解する必要がある．ロクロの回転が一定でなかったり，手が止まったりして，力が集中することで形が崩れ，失敗の原因になる」，(D04)「ロクロの回転数に対してコテの上がるスピードが遅いと力が一か所に加わることで土が薄くなり崩れる」，(D05)「内側からコテの当たる力が大きく，コテを早く上げると芯がぶれやすくなることによって厚さが一定にならなくなる．厚さが一定にならないとムラになり壊れる原因のひとつになる」である．

3. 結果と考察

情報系の大学生12人を対象に評価実験を行った．ビデオクリップ投影用のPCと力覚情報提示用のハプティックデバイスを接続したPCを用いた．

3.1 実験結果

表1は，力覚情報の提示の前後で説明的文章のわかり易さの変化結果である．上矢印が，体験後にわかり易さが向上，右矢印が変化なし，下矢印が低下を意味する．向上9名，低下2名であった．図2はわかりやすくなった学生2名によるハプティックメディアに対する評価結果，図3はその一人と専門家の評価との比較である．

表1　文章のわかり易さの変化

	D02	D04	D05
S1	↑	↑	→
S2	↓	→	↑
S3	→	→	→
S4	→	→	→
S5	→	→	→
S6	→	→	→
S7	→	↑	→
S8	→	↑	→
S9	→	→	↓
SA	↑	→	↑
SB	→	→	↑
SC	→	↑	→

D02: ロクロ回転適切
　　コテ持上げ適切
D04: ロクロ回転適切
　　コテ持上げ遅い
D05: ロクロ回転適切
　　コテ持上げ速い

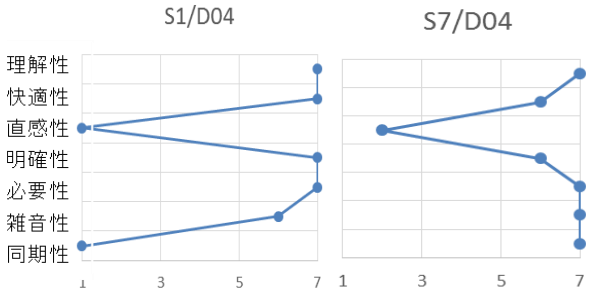


図2　初心者の主観評価

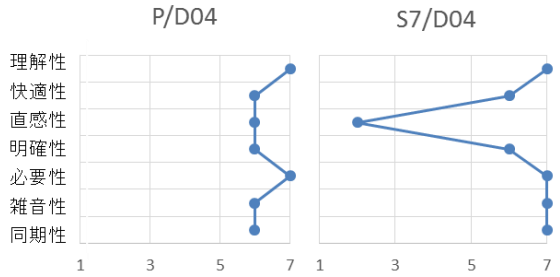


図3　専門家と初心者の比較

3.2 考察

図2から，直感性について．「触力覚が論理的な」をよくあえはまるとしている．体験した結果，説明文の論理性が納得できたと解釈できる．S1のアンケートにも「動画を見ていると説明文は理解でき，装置を使用することでこういうことだと納得できる」とある．しかし，図3を見ると専門家と初心者による触力覚の感じ方はずいぶん異なる．初心者同士でもかなりバラついていた．また，視覚情報と触力覚情報を分離することで手元の現実とは全く異なる環境をなるべく見ないですむようにした．一方で，現実には両者が一致するので，その点はギャップがあり，アンケートにも「ロクロを見る視点が実際の視点にもう少し近いほうがわかりやすいと思った」とあった．実験環境の見直しも検討する必要がある．

4. おわりに

陶芸専門家から獲得した知識を初心者に提示してハプティックメディアを用いた説明的文章の支援を評価した．今後，学習者の評価が類型化できないかなどさらに分析を進め，利用シーンを想定したユースケースを設計し，説明支援に関する評価を進める予定である．なお，本研究はJSPS 科研費 JP15K12174の助成を受けたものである．

参考文献

(1) 岩根典之，吉田誠，岸田一: “ロクロ成形における経験知と形式知の獲得の試み”，教育システム情報学会第41回全国大会講演論文集, pp.173-174　(2016)
(2) Iwane, N., Gao, C., Yoshida, M. and Kishida, H.:“A Study on Haptic Media to Support Verbal Explanations”, ICL, Belfast　(2016)

タイプ練習型エディタによるプログラミング初学者向学習支援手法の提案

Proposal of learning support method for beginners of programming with type practice editor

那須 靖弘
Yasuhiro NASU
大阪滋慶学園
Osaka Jikei Colledge
Email: y-nasu@wojc.jikei.com

あらまし：タイピング操作およびタイプミスに起因する大量のエラーメッセージは，プログラミングの初学者がぶつかる最初の壁である．対面授業では机間巡回による個別サポートが可能であるが，遠隔授業では入力作業の前に，キー操作スキルを習得する必要がある．
そこで，タイプ練習を兼ねてプログラムの入力作業が可能となるタイプ練習型エディタを開発した．本システムは，サンプルプログラムを表示し，上からなぞるようにプログラムの入力を行うもので，入力ミスが起こらず，作業の自立性を高めることができる．さらに，スロー・ステップ実行，動作説明実行によって動作を確認することにより認知負荷の低減が可能となっている．
キーワード：タイプ練習型エディタ，プログラミング学習，初学者，遠隔教育，moodle プラグイン

1. はじめに

2020 年度より初等教育にプログラミングの授業が導入されるが，導入以前の学生への対応として，大学においては一般教養科目でプログラミング演習を開講し，履修機会を与える必要がある．

このため筆者は，通信制大学においてプログラミング演習の開講を計画し，その準備としてスロー・ステップ実行機能を持つ遠隔教育用のプログラム開発実行環境を開発して報告を行った(1).

一般に，初学者向きプログラミング演習の授業は，個々の文法や命令を学び，サンプルプログラムを打ち込んで動作させ，応用課題を行うという流れとなることが多い．しかし，プログラムの入力作業を行うと，英記号の入力方法がわからず行き詰まる学生も少なくない．さらに，コロンとセミコロンなど類似の記号を識別できず混乱することもある．このような場合，対面型の授業では，机間巡回によって個別にサポートを行うことができるが，遠隔授業では入力作業を行う前に，キー操作等の問題を解決しておく必要がある．

また，プログラム入力時のタイプミスは膨大なエラーメッセージを発生させるが，初学者は単純なミスに対するコンパイラの大げさな反応に違和感を感じ，難しいという印象を持つため(2)，実際のプログラム作成の前段階で，タイプミスを減らすための学習を取り入れる方がよい．

ところで，多くのタイプ練習ソフトは，「即時確認の原理」に従い，打ち間違いは入力エラーとして学習者に通知され，正しい入力が得られるまでカーソルは同じ箇所で停止する．つまり，最後まで入力された時点で，全体が正しく入力されたことと等価となる．

そこで，タイプ練習を兼ねてプログラムの入力作業が可能となるタイプ練習型エディタを開発した．

本稿は開発したタイプ練習型エディタと，スロー・ステップ実行機能を持つ遠隔教育用のプログラミング学習環境を用いた初学者向き学習支援システムについて述べるものである．

2. 写経型学習

プログラミングの学習は，サンプルプログラムを入力・実行させる，いわゆる模倣過程を経るが，この模倣とは，個々の宣言的知識を整理統合して有機的に結びつけ，利用可能な知識として習得するために行うものであり(3)，写経型学習と呼ぶことがある．

学習能力の高い者であれば，適切な例題の写経型学習のみによって概念の抽出が可能で，その意味では，写経型学習は授業とは独立した学習プロセスとして実施することもできる．

ただし，写経型学習の実践において「何が何だか分からぬまま，指示された通りのことをこなしていた」といった否定的反応を引き起こすこともあり，認知負荷の最適化が必要とされる(4).

初学者にとって，プログラムの入力は困難な作業であり，この時点で挫折することも多い．この点，タイプ練習型エディタは一文字ずつ正確に入力させるため，入力が完了した時点でプログラムにはミスが存在せず，写経型学習で求められる「作業の自立性」を高めることができる．また，順次（逐次）処理を理解することも初学者には難しいが(3)，本システムではスロー・ステップ実行によってプログラムの実行される様子が視覚的に明らかとなり，認知負荷を大幅に軽減できる．

3. 提案システムの構成

本システムは，ブラウザ上で動作するタイプ練習ソフト形式のエディタであり，画面に表示されたプログラムを，なぞるようにキー入力するシステムと

なっている．図 1 に本システムの実行画面を示す．

本システムでは，右画面にキーボード図を表示し，操作するキーを赤色にマークして示している．キーレイアウトは日本語配列（106，Mac JIS），英字配列（101）が選択できるが，それ以外のキーボードには対応していない．また，学習者が正しく設定変更することは期待できないため，キーボード図は目安程度と考え，キー操作に関する基本事項は事前に学習しておく必要がある．

また，入力ミスは画面のフラッシュと警告音によって学習者に通知するが，光過敏性発作への配慮としてフラッシュ時間を長く（約 500msec）している．

入力が完了すると，入力に要した時間と誤打数等が表示され，「実行ボタン」をクリックすることによりプログラムを実行することができる．

本システムは moodle のプラグインとなっており，教員は学生の練習状況を一覧形式で確認することができる．

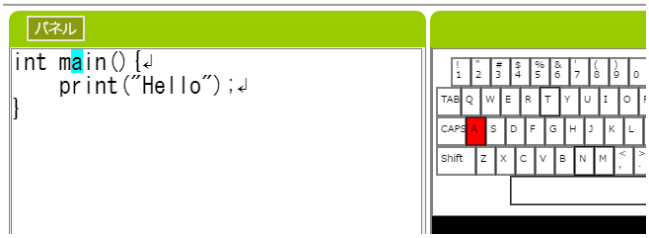


図 1　本システムの動作画面

なお，Android のスクリーンキーボードでは，keydown イベントで keyCode が取得できない．そこで，背面に password 入力フィールドを配置し，そこに入力された文字を input イベントで取得することにより，スクリーンキーボードにも対応している．

4.　関連研究

タイピングによる非本質的な認知負荷を軽減する方法として，Scratch のようなビジュアルプログラミング言語を用いる方法が存在する．また，石井(5)は，プログラムが一行ずつ書かれたカードを並べ替えてプログラムを完成させる学習教材を提案している．

これらの方法は，いずれタイピング方式に乗り換える必要があり，その時点で，改めてタイピングスキルの習得が必要となる．さらに言えば，写経型学習の洞察から，一見無意味な入力作業自体が学習に寄与している可能性もあるが，この点については今後の研究の進展を待つ必要がある．

中田(6)は本システムと同様のタイプ練習形式のプログラムを用いて毎回の授業の開始時にプログラムの写経を行わせ，プログラムの理解とタイピング速度に相関があると報告している．このシステムは，プログラムを実行することはできないため，主としてタイピングスキルの習得，認知能力の向上ならびに記憶を目的としたものと考えられる．また，(7)はエディタ形式の入力システムによって写経学習を行うものである．スクリプト言語はエラーの場所を特定しにくいが，このシステムは，元プログラムとの比較によって行番号付きエラーを表示し，認知負荷を軽減するものであり，実行機能はサポートしていないと推察される．

5.　おわりに

プログラミングは学習者ごとの理解度の差が大きいが，一斉授業は，学生全体の進捗を見ながら，止むを得ず作業を打ち切ることも多く，学習が遅れている学生はますます取り残されてしまう．この点，オンデマンド型の授業は，学習者のペースで学習を進めることができ，プログラミング教育に適した方式であるといえる．

タイプ練習型エディタは，入力すべき文字が明確に指示され，キー操作に不慣れな初学者向であってもミスなくプログラムの入力ができる．このため，大量のエラーメッセージによる洗礼を受ける前の段階で，本システムを使用してプログラムの入力作業に慣れさせることは，「スモールステップの原理」に適っている．

また，スロー・ステップ実行機能，動作説明機能は「視覚的顕在化」(4)を実現する一方式であり，「具体例の認知にかかる認知負荷」を低減させることができる．

さらに，ミスのあるプログラムを入力させ，エラー表示をたよりにミスを修正させる形式の演習を行うことにより，エラーメッセージへの対処を順序だてて学ぶことができる．

一方，本システムは一文字ずつ入力することを強調しすぎ，プログラム全体を把握することに学習者の意識が向かない恐れがある．このため，適切な段階で通常のエディタを利用した演習へと切り替える必要があると考えている．

参考文献

(1) 那須靖弘:“遠隔プログラム教育環境の構築”，JSiSE Research Report, Vol.31, No.7, pp.105-112, (2017).
(2) 長尾和彦:“教育支援システムの構築におけるエージェントプログラミング技法とその応用に関する研究”，名古屋工業大学博士論文　(2005)
(3) 岡本雅子，喜多一：プログラミングの「写経型学習」における初学者のつまずきの類型化とその考察, 滋賀大学教育実践研究指導センター紀要, No.22, pp.49-53, (2014).
(4) 岡本雅子，村上正行，吉川直人他：「視覚的顕在化」に着目したプログラミング学習教材の開発と評価，日本教育工学会論文誌，Vol.37，No.1，pp.35-45，(2013).
(5) 石井元規，岩井健吾，松本慎平他:“プログラムを書かせないプログラミング学習支援の可能性検証－命令を組み立てることによるプログラム作成方式－”，JSiSE 中国地区学生研究発表会, (2015).
(6) 中田豊久:“写経プログラミングの学習効果に関する考察”，人工知能学会全国大会論文集 27, 1-3, (2013)
(7) CODE 写経: http://app.levelenter.com/codeshakyo/, (参照 2017.4.7).

C 言語の初学者を対象としたプログラム実行状況の可視化ツールの評価
Evaluation of a Visualization Tool of C Program Execution for Beginners

水谷 泰治[*1], 中本 翔太[*1(a)], 安田 耕記[*1(b)], 西口 敏司[*1], 橋本 渉[*1]
Yasuharu MIZUTANI[*1], Shota NAKAMOTO[*1], Koki YASUDA[*1], Satoshi NISHIGUCHI[*1], Wataru HASHIMOTO[*1]
[*1] 大阪工業大学　情報科学部
[*1]Faculty of Information Science and Technology, Osaka Institute of Technology
Email: yasuharu.mizutani@oit.ac.jp

あらまし：　本研究では著者らが開発している C プログラムの実行状況の可視化ツールを評価した. 本ツールは C プログラムをステップ実行しながら変数の内容と関数呼び出しの状況をブラウザ上で表示するツールであり, プログラミングの初学者に対して実行状況の理解を支援することを目的としている. 本発表では, 大学 1 年生を対象としたプログラミング演習の受講生に本ツールを使用させた際のアンケート結果について報告する.
キーワード：プログラミング，C 言語，可視化，学習支援

1.　はじめに

大学等のプログラミング演習において初めてプログラミングを学ぶ学生にとって繰り返し処理や関数定義を含むプログラムの流れの理解が難しいという事例が見受けられる．また，演習においてよく用いられるプログラミング言語として C 言語があるが，C 言語は配列の添字が有効であることの検査を行わないため，範囲外の添字の要素を参照するプログラムを記述しても初学者は誤りに気付きにくい．

このような初学者を支援することを目的に，著者らは C プログラムをステップ実行しながら，配列の添字の検査，およびプログラム中で宣言された変数の内容や関数の呼び出し状況を図示するツールを開発した(1)．本稿では，このツールを大学 1 年生のプログラミング演習で使用し，受講者に対して行ったアンケート調査の結果について報告する．

2.　C プログラムの実行状況可視化ツール

本節では著者らが提案した C プログラムの実行状況可視化ツール(以降本ツール)について説明する．

2.1　全体像

本ツールは大学等におけるプログラミングの初学者を対象としており，Web ブラウザ上で動作する．ブラウザ上で動作する C 言語の実行環境(2)(3)および学習支援の研究(4)(5)は多く存在する. 本ツールは実装において, Web サーバへの依存を減らしたいことと，C プログラムの実行と同時に可視化も行いたいことから，ブラウザ上のみで C プログラムを JavaScript に変換して実行するアプローチを採っている．

図 1 に本ツールの外観を示す. 図 1 の左から順に，C プログラムを記述するエディタ部，実行時の標準出力，可視化領域を表す．エディタ部の下部のテキストフィールドは scanf 関数に対する入力を表す．

エディタ部に C プログラムを記述した状態で左下の「コンパイル」を押したとき，誤りが無ければ実行開始状態となる.「コンパイル」を押したとき，ツール内部で C プログラムを JavaScript のコードに変換する．このとき，可視化，ステップ実行，および

(a) 現在，(株)アクティス
(b) 現在，(株)トランスコスモス・テクノロジー

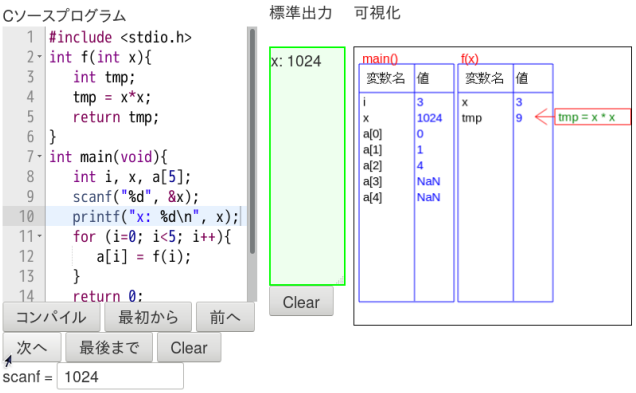


図 1. 本ツールの外観

```
function* f(){
  文1; yield;
  文2; yield;
  文3; }
```

(a) 定義

```
var a = f();
a.next(); //文1を実行して中断
a.next(); //文2を実行して中断
a.next(); //文3を実行して終了
```

(b) 使用

図 2. JavaScript におけるジェネレータ関数

配列の添字検査を行うコードを JavaScript のコードに挿入する．このように生成した JavaScript のコードをブラウザ上で実行することで，C プログラムの実行状況の表示とステップ実行を実現している．コンパイル後,「次へ」を押す度にプログラムを 1 文ずつ進め,「前へ」を押す度に 1 文実行前の状態に戻る．

2.2　可視化

本ツールで可視化する情報は，関数呼び出しの状況と変数の内容である．図 1 の実行状況は，図 1 の左部に記述した C プログラムの for 文において，i が 3 のときに関数 f を呼び出している状況である．

2.3　ステップ実行

文献(1)では変換した JavaScript のコードを文単位に分割して 1 つずつ実行することでステップ実行を実現していた．この手法は実行時のオーバヘッドが大きいため，今回用いたツールではステップ実行の実装を変更した．具体的には，JavaScript のジェネレータ関数という機能を用いてステップ実行を実現した．図 2 にジェネレータ関数の定義と使用方法を示

す．図 2(a)のように function*で定義した関数はジェネレータ関数となる．ジェネレータ関数は図 2(b)のように関数呼び出しによってインスタンスを返却し，そのインスタンスの next 関数を呼ぶことで処理を進める．next 関数を呼び出すと関数の実行を開始し，yield の部分で関数の処理を中断して呼び出し元に戻る．その後，再度 next 関数を呼ぶことで中断した場所から処理を再開し，次の yield まで処理を進める．

本ツールでは「次へ」を押したときに next 関数を呼び出すことでステップ実行を実現している．また，プログラムの実行開始から next 関数を呼び出した回数 n を計測しておき，「前へ」を押したときにプログラムを最初から実行し直し，n-1 回 next 関数を呼び出すことで 1 つ前の状態に戻る機能を実現している．

2.4 制限

本ツールは C から JavaScript への変換を容易にするために，大学等における最初のプログラミング演習で扱うプログラムを表現できる程度に文法を簡略化している．具体的には，ポインタ，break 文，continue 文の除外，および宣言の簡略化等を行っている．また，大域変数の宣言，配列の添字に関数呼び出しを含む配列参照は，プログラムの記述と実行は可能であるが可視化の対象外としている．

3. アンケート

大阪工業大学情報科学部の 1 年生を対象としたプログラミング演習の受講生に本ツールを使用してもらい，アンケートを実施した．演習の第 9 週にツールを公開し，その 4 週間後にアンケートを実施した．

表 1 に本ツールの使用状況のアンケート結果を示す．受講者 503 名のうち 139 名から回答が得られた．少しでも使用した受講生は回答者の約 47%（65 名）に留まった．ツールの周知方法が口頭および web によるツールの存在のみであり使用を強いることはしなかったため，ツールに関心を示さなかったり，存在に気付かない受講生が多数いたと考えられる．

表 2 にツールの使用者 65 名に対する質問とその回答を示す．質問 2 では，「とても・少し役に立った」の合計が 54.7%であり，演習の課題を解く上で効果があったと考えらえる．役に立つと回答した理由として，繰り返し処理を視覚的に追っていくことができる，2 重 for 文の誤りを発見するのが容易になったといったものが挙げられており，可視化とステップ実行による補助の効果があったと考えらえる．一方，役に立たなかった理由としては，使い方がわからなかった，可視化領域が狭いため要素数の大きい配列が表示されないといったものがあった．

質問 3 は「とても・少し思う」の合計が 46.9%となった．これらの理由として，プログラムがどのように実行されているかを知ることができた等があげられた．一方，「あまり・全く思わない」の理由として，正しいプログラムを書いてもエラーが出る，可視化されてもプログラム中のどの部分を表しているかわかりにくい等があげられた．

表 1. 本ツールの使用状況

質問1. 本ツールを合計どれぐらい使用しましたか？　［単位:人］

2時間以上	1-2時間	30分-1時間	10-30分	10分未満	未使用
6	6	11	19	23	74

表 2. 本ツールの使用者に対するアンケート結果

質問2. 本ツールは演習の課題を解く上で役に立ちましたか？

とても役に立った	少し役に立った	どちらとも言えない	あまり役に立たなかった	全く役に立たなかった
21.9%	32.8%	34.4%	6.3%	4.7%

質問3. 本ツールを用いることでC言語の配列や関数の理解度が向上したと思いますか？

とても思う	少し思う	どちらとも言えない	あまり思わない	全く思わない
17.2%	29.7%	39.1%	10.9%	3.1%

質問4. 本ツールを用いることでプログラムのデバッグ作業が容易になったと思いますか？

とても思う	少し思う	どちらとも言えない	あまり思わない	全く思わない
15.6%	32.8%	35.9%	12.5%	3.2%

質問 4 については，「とても・少し思う」の合計が 48.4%であった．回答の理由として，配列の範囲外を参照したときのエラーに気づきやすかった，どこの関数が間違っているのか調べるのに役立った等があげられた．特に，前者の配列要素の参照についての回答理由は多かった．

以上より，ツールの利用者数は少なかったものの，質問 2 から 4 のいずれにおいても「全く・あまり／役に立たなかった・思わない」よりも「とても・少し／役に立った・思う」が上回る結果となり，本ツールはプログラミング初学者を支援するツールとして一定の効果があると考えられる．

4. まとめ

本研究では，初学者を対象としたプログラミング演習において C プログラムの実行状況を可視化するツールのアンケート調査を行った．今後の課題として，今回の調査で指摘された使いにくい点の改善を行った上で，より多くの受講生からのアンケート調査を行い，詳細な分析を行うことがあげられる．また，ポインタや構造体にも対応し，プログラミング演習への適用範囲を拡大することがあげられる．

謝辞：本研究は JSPS 科研費 JP15K21511 の助成を受けたものである．

参考文献

(1) 吉本拓斗，三村明，辻賢紀，古本顕吾，水谷泰治．"C 言語の初学者を対象としたプログラム実行状況の理解支援ツール"，電子情報通信学会 2016 総合大会講演論文集, D-15-38, (2016).
(2) "codepad", http://codepad.org/
(3) "ideone", https://ideone.com/
(4) 長江明彦，香川考司．"JavaScript 上で動作する C 言語用視覚的デバッガの開発"，教育システム情報学会第 37 回全国大会論文集,pp.394-395,(2012)
(5) 畝川みなみ，宇野健．"プログラミング演習支援システムの定量的学習データを用いた成績不振兆候者の早期発見に関する研究"，情報処理学会第 77 回全国大会, 4ZF-04, (2015)

大学における初学者に対するプログラミング教育環境の構築と実践

Practice of Programming Education using a Developed Learning Environment for Beginners of University Students

布施 泉[*1]，中原 敬広[*2]，岡部 成玄[*1]
Izumi FUSE[*1], Takahiro NAKAHARA[*2], Shigeto OKABE[*1]
[*1] 北海道大学
[*1]Hokkaido University
[*2] 合同会社三玄舎
[*2]Sangensha LLC.
Email: ifuse@iic.hokudai.ac.jp

あらまし：本稿では，大学の初学者を対象としたプログラミング教育の実践について報告する．初学者に特化した Moodle ベースの学習環境を構築し，Ruby 言語を用いたプログラミングの授業を行った．初学者用に，一画面でプログラムの入力，実行・出力を行うとともに，教師用資料の閲覧ができる環境であり，自宅からも同じ環境で利用できる．学習者の記録から，本学習環境は効果的に利用されたと考えている．
キーワード：プログラミング，Ruby，Moodle，初学者

1. はじめに

著者らは，大学の一般教育における初学者のための授業用プログラミング環境として，Moodle ベースの学習環境を構築している[(1)]．本稿は，当該学習環境の評価を行うために，当該システムの利用有無による授業の課題進捗状況と，学習者の作業記録および授業内外での当該学習システムの利用履歴を確認し，本学習環境の分析を行うことを目的とする．

2. Moodle を用いたプログラミング学習環境

本学習環境は，初学者が大学の一般教育の授業としてプログラミング教育を受けることを前提として設計している．本学習環境の利用者は，大学入学後の一般情報教育の中で簡単なプログラミング（Scratch）は体験済みで，プログラミングに興味を持っているが，本格的なプログラミングの経験はない．本学習環境の設計方針を以下に示す．

1.授業での利用が大前提である．自宅での予習復習においても，同じ学習環境で利用可能であること
2.教師が資料提示を安直にできること
3.学習者の集中力を保持するために，一画面でプログラムの編集・実行ができ，教師の提示資料が確認できること
4.プログラミング言語は汎用的なものであり，十分に学習が進んだのちは，本環境から各自の環境への移行がスムーズにできること

以上の要件から，ウェブインターフェースで，学習者管理ができる Moodle プラグインとして環境を構築することとした．また，プログラミング言語として，Ruby と Python が利用可能である．

本稿の授業では，Ruby を用いた．図 1 に Moodle 上のリンクをクリックした際の初期場面（学習者毎のフォルダが表示）を，図 2 にプログラムファイルを開いた際の画面を表示する．

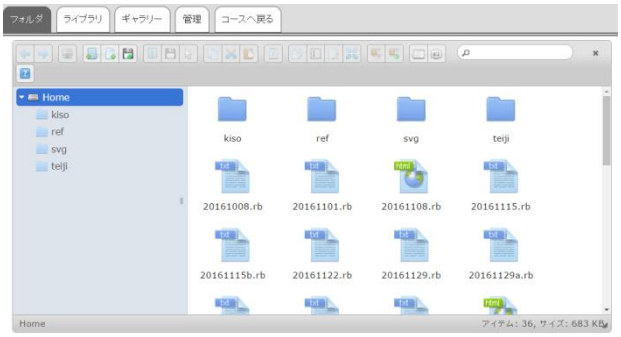


図 1　プログラミング学習環境画面

図 2　プログラムファイルを開いた際の画面

図 2 に示す通り，画面右上には学習者が取りこんだライブラリ資料を選択表示できる．授業時は，ここに教師が指示した資料を表示する．ライブラリにプログラムファイルを指定し，そのまま実行することもできる．その場合には，別タブに実行結果が表示される．自らが作成するプログラムは，図 2 の左側に配置され，それを上部の「保存して実行」ボタンを押下することで，右下の領域に実行結果を表示することができるようにした．

本学習環境では，学習者は画面遷移なしに一画面内で教師資料を閲覧し，内容を確認ながら，プログ

ラムを作成・実行できるため，プログラムの内容に集中して取り組むことができると考える．

3.　実践結果

図 3 は本環境の利用有無（2015 年度は利用無, 2016 年度は利用）による課題進捗であり，第 1 週から第 12 週の授業で提出した基礎課題数を順次カウントした．受講者は 3 グループに分かれて授業を受けており，図に記載の初学者グループの人数は，各年度 20 名前後である．図 3 には第 2 週，5 週，8 週，11 週のみ明示しているが，左から順に週数を表す（初回はガイダンスである）．授業課題は 11 の基礎課題と応用課題から構成される．図 3 の横軸は，授業の受講者全員が 11 題の基礎課題を全て提出すると右端の 11 に達するように規格化している．図 3 に示される通り，本環境を利用した方が，第 3 週目以降，毎週 1 課題程度，満遍なく提出しており，ほぼ 11 週で基礎課題の提出が終了していることが確認された．一方，2015 年度の本環境を利用していない場合には，各週で進捗にバラツキが見受けられる．

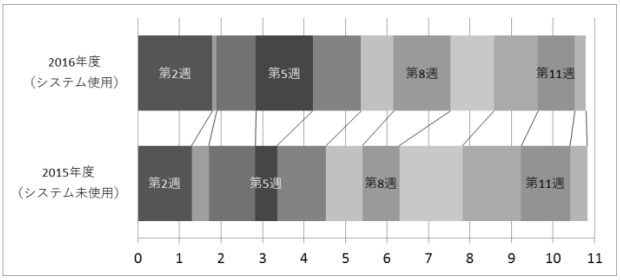


図 3　各授業週における基礎課題の提出進捗状況

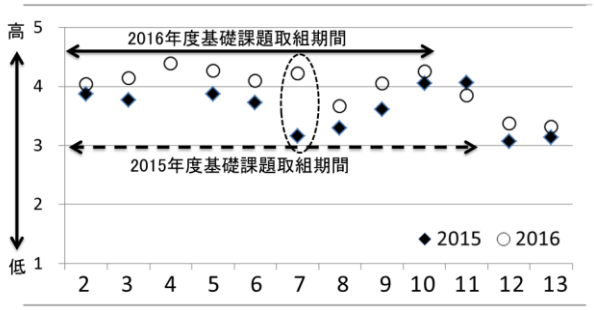


図 4　各授業週における授業進捗の満足度についての学習者の自己評価（5 段階：横軸は授業週数）

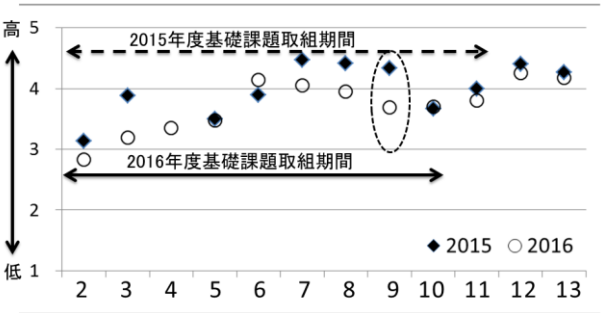


図 5　各授業週における授業の難易度についての学習者の自己評価（5 段階：横軸は授業週数）

図 4，図 5 は，学習者に毎週授業終了時に記載させている作業記録から，授業進捗に関する満足度と授業の難易度（5 段階評価）を比較したものである．2015 年度に比べ, 2016 年度は満足度が平均的に高く, 難易度はやや難しい程度で授業週数によるバラツキが少ないことが確認できる．

4.　応用課題

基礎課題終了後は，応用課題を学習者に取り組ませる．応用課題では， SVG，Ruby/Tk などを用い，グラフィカルな結果を描画する課題や文字の前後のつながりなど基礎課題で扱った内容を少し高度にした課題など，多種の課題群を用意し，学習者に選択させ数に制限なく解かせることとしている．この際，基礎課題で用いていた本学習環境の利用有無についても自由とした．本 Moodle プラグインで Tk を利用し，ブラウザ上でグラフィカルな出力をレンダリングする機能を用意するのは困難であったため, Tk を用いたプログラムを作成する場合には，学習者のローカル PC でプログラムの作成と実行を行わせたところ，実行に特段の困難はなく，学習者は好みに応じ, スムーズに環境と課題を選択することができた．約 1/3 はローカル PC で Tk を用いた応用課題を選択し，2/3 は本環境をそのまま使い続けた．

5.　考察

前章の結果から，本システムの利用はスムーズに行われ，図 3 より第 6 週から第 9 週程度までは，前年度に比して 1 週間程度早めのスピードで基礎課題が提出されていることがわかる．学習者の自己評価においても，授業進捗の満足度と難易度は週数によるバラツキが少なく，本学習環境を用いることで，学習者はスムーズにプログラミングを行うことができたと考える．応用課題の実施においては，1/3 の学習者は，本環境ではなく，ローカル PC 環境で Ruby を問題なく実行できていた．よって，目的の一つである「学習が進んだのちは，本環境から各自の環境への移行がスムーズにできること」についても達成できたと考える．これらの結果と考察から，本学習環境は授業での初学者用のプログラミング学習環境として効果的に利用できることが示されたと考える．

6.　まとめ

Moodle を用いた大学初学者用のプログラミング学習環境を開発し，実際の授業で利用した．プログラムの作成・実行を一画面で設計したことにより，課題が効率的に実行され，学習者が大きなバラツキなく満足して利用していたことが確認された．

参考文献

(1)　布施泉，中原敬広，岡部成玄: “授業での利用を前提とした初学者用プログラミング学習環境の開発 ― Ruby 言語の Moodle 環境での学習支援 ―”, 大学 ICT 推進協議会年次大会, FE22（2016）

小学校時期のプログラミング教育に対する学習者の振り返りの分析

Analysis of Learners' Reflection on Computer Programming Education in Elementary School Period

荒木 貴之[*1], 板垣 翔大[*2], 齋藤 玲[*2], 佐藤 和紀[*2*3], 堀田 龍也[*2]
Takayuki ARAKI[*1], Shota ITAGAKI[*2], Ryo SAITO[*2], Kazunori SATO[*2*3], Tatsuya HORITA[*2]
[*1] 武蔵野大学
[*1]Musashino University
[*2] 東北大学大学院情報科学研究科
[*2]Graduate School of Information Sciences, Tohoku University
[*3] 常葉大学
[*3]Tokoha University
Email: t_araki@musashino-u.ac.jp

あらまし:ブロック型のプログラミング言語を用いたプログラミング教育を小学校で受講した経験がある高校生と大学生を対象に，半構造化インタビューを行った．当時受講したプログラミング教育について自己評価をさせた結果，授業場面以外でのプログラミングの経験（放課後の活動や，外部講師による公開講座への参加など）をした生徒ほど，コンピュータを活用した問題解決に対する意欲や，プログラミングを実行する上での能動的な態度（例えば，デバッグやトライアンドエラー）を有しており，肯定的に自己評価をしている傾向が見出された．
キーワード：小学校，プログラミング，半構造化インタビュー，問題解決，トライアンドエラー

1. はじめに

これまでにさまざまなプログラミング教育の実践が学校あるいは公開講座等で行われてきているが，小学生がプログラミングを授業で学び，長期間経過した後に当時の学習についてどのような効果を感じているのか，学習者自身に評価させ，それを分析した研究は行われていない．

たとえば松田ら（1991）は，「子どもにプログラミングを通してコンピュータに慣れ親しませること」，「子どもにコンピュータを用いたさまざまな情報の表現手段や使い方を体験させ，その利用可能性を示すことにより，コンピュータに対する関心を高めること」を主な目標とし，小学校高学年向けの情報教育用 Logo カリキュラムと教材を開発した．このカリキュラムで学習した児童は，他校の児童と比較してコンピュータに対する関心が高く，コンピュータを好意的に受け止めていたことが報告されている．

また森ら（2011）は，ブロック型のプログラミング言語「Scratch」を用いて，小学校 4 年生向けにプログラミングの授業をデザインし，8 割以上の児童が条件分岐やキー入力の判別処理に取り組むことができた結果を踏まえ，小学校段階でプログラミングが可能であることを確認できた，としている．

これらはいずれもプログラミング教育の効果を示しているものの，長期的な効果についてはこれまで明らかにされていない．そこで，本研究では小学校時期に数年間，ブロック型のプログラミング言語を用いてプログラミングを学習した高校生と大学生を対象として，当時のプログラミング教育にはどのような教育上の効果があったのか，半構造化インタビューを通して，その特徴を明らかにすることとした．

2. 当時の教育体制と本調査の方法

2006 年に開校した A 小学校では，小学校 1 年生から 4 年生までの児童を対象として，学校設定科目として「ロボティクス科」を開設していた．「ロボティクス科」は，理科・生活科・図画工作科等を横断したクロスカリキュラムであり，年間 30 単位時間（1 単位時間は 40 分）取り組まれていた．「ロボティクス科」の内容は，「力・構造」，「電気・回路」，「プログラミング・制御」，「デザイン」および「社会倫理」の 5 領域から構成されていた．「プログラミング・制御」領域では，マサチューセッツ工科大学メディアラボで開発された小型コンピュータ「クリケット」，ビジュアルプログラミング環境「Squeak」，レゴ社の「教育版レゴ・マインドストーム」等の教材を用いて，ブロック型のプログラミング言語を用いた制御についての学習があった．

本研究では，A 小学校でプログラミング教育を受講した 20 名を対象として，2016 年 12 月に調査を実施した．調査実施時の学齢は，高校 2 年生 1 名，高校 3 年生 11 名，大学 1 年生 8 名であった．20 名の対象者を，プログラミングを学校の授業のみで学習した「ノービス（n=7）」，授業に加えて授業以外で行われた外部講師による公開講座に参加していた「アドバンス（n=6）」，さらに放課後の部活動に参加し，国内外で開催されたロボット大会に参加していた「エキスパート（n=7）」とし，プログラミング経験の違いにより，3 群に分けて分析を行った．

調査方法としては半構造化インタビューを採用し

た．半構造化インタビューにおけるインタビューガイドは表 1 の通りであった．実際のインタビューでは，インタビュアーが疑問に思ったことをインタビュイーに追加でその場で尋ねるなど，できる限り自由な会話の形式でインタビューを進めた．

表 1　半構造化インタビューのインタビューガイド

小学校のときにプログラミング学習をして，今までに役立ったことは何ですか。
小学校のときにプログラミング学習をして，身についたと思う力は何ですか。

3.　結果

半構造化インタビューで得たテキストに対して計量テキスト分析を行った（KH Coder 2.00f を用いた）．

プログラミングの経験が異なる 3 群（「ノービス」，「アドバンス」および「エキスパート」）における，半構造化インタビューで得られたテキストの共起ネットワーク（描画数:60）は図 1 の通りとなった．

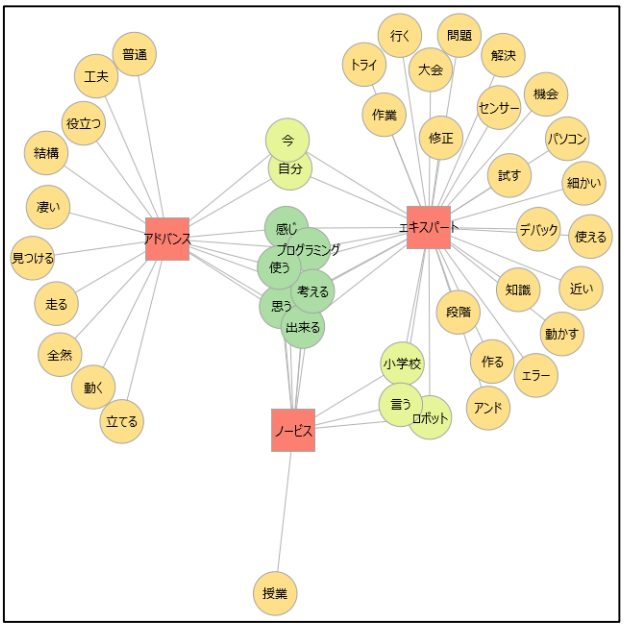


図 1　3 群の共起ネットワーク

3 群に共通する語としては，「プログラミング」，「考える」，「出来る」，「使う」などの合計 6 語が見出された．各群に固有な語としては，「ノービス」群は「授業」1 語のみであった．「アドバンス」群（計 10 語）は，「凄い」，「結構」という形容詞や副詞の発現が特徴として見出された．「エキスパート」群（計 21 語）は，「問題解決」，「トライアンドエラー」，「修正」，「デバック」および「動かす」など，コンピュータやプログラミングに対する学習者の能動的な関与を示唆する語が見出された．

4.　考察

本研究では，半構造化インタビューの計量テキスト分析を通して，多様なプログラミング経験をした生徒が，問題解決のためにコンピュータを活用しようとする意欲や，プログラミングをする上でデバッグやトライアンドエラーを厭わない能動的な態度を身につけていることを見出すことができた．このことについては，元々そのような傾向をもつ学習者がプログラミングに向いているのか，あるいは，プログラミングによって育まれるのか，プログラミング教育の前後の個人の変容に着目した縦断的な研究が求められる．

荒木ら（2017）は，多様なプログラミング経験をした「エキスパート」群の生徒が，「難しい課題」を好む傾向や「長い時間をかけて考える」傾向があることを示している．また，「エキスパート」群の生徒は，「問題解決能力が身についた」，「自分に自信がもてた」，「進んで試行錯誤できるようになった」および「試行錯誤を繰り返す粘り強さや段取り力が身についた」という自己評価をしていること，さらに，「エキスパート」群の生徒が他の群の生徒に比べて，認知欲求が高い傾向にあることも，荒木ら（2017）により報告されている．

本研究とこれらの報告からは，学校の教員だけにとどまらないプログラミングの指導体制や授業以外の場面での学習環境の構築が，今後のプログラミング教育において必要であろうことが示唆される．

今後は，小学校時期にプログラミング授業を担当した指導者に，どのような目的の元に授業あるいは活動を実施したのかについて自己評価をさせ，それらを体験した高校生や大学生の振り返りと比較するなど，発展的な追加研究が考えられる．

謝辞

本研究は，平成 29 年度公益財団法人日本教育公務員弘済会による日教弘本部奨励金（16A2-015）「小・中・高校での 1 人 1 台 PC 環境での学習に関する児童生徒および教員，保護者の意識調査」の研究助成を受けた．

参考文献

(1) 荒木貴之：“ロボットが教室にやってきた－知的好奇心はこうして伸ばせ：立命館小学校のアイディアー”，教育出版，東京（2008）
(2) 荒木貴之，板垣翔大，齋藤玲，佐藤和紀，堀田龍也：“思考スキルと個人特性に着目した小学校におけるプログラミング教育の長期間経過後の効果の分析”，教育システム情報学会特集論文研究会，31(7), pp.195-202（2017）
(3) 堀田龍也：“なぜ小学校から必要なのか？プログラミング教育が目指すもの”，総合教育技術，71(10), pp.44-47，小学館，東京（2016）
(4) 松田稔樹，坂本昂：“Logo を利用した小学校高学年における情報教育カリキュラムの開発とその評価”，日本教育工学雑誌, 15(1), pp.1-13（1991）
(5) 森秀樹，杉澤学，張海，前迫孝憲：“Scratch を用いた小学校プログラミング授業の実践”，日本教育工学会論文誌, 34(4), pp.387-394（2011）

学生の能動的思考を支援する実験・実習ナビゲーションシステムの開発

Development of Navigation System for Engineering Experiments to Support the Active thought of Students

稲守 栄[*1], 千田 和範[*1], 野口 孝文[*1]
Sakae INAMORI[*1], Kazunori CHIDA[*1], Takafumi NOGUCHI[*1],
[*1] 釧路工業高等専門学校
[*1] National Institute of Technology, Kushiro College

Email: sakae@kushiro-ct.ac.jp

あらまし：これまで協調作業が苦手な学習者に対して事前に実験・実習の基礎学習を支援するナビゲーションシステムを開発，運用してきた．このシステムにより，学習者は実験の基礎知識習得の面で成果をあげてきた．しかし，実験中は多くの学習者が指導書の内容を反復するだけの受動的な姿勢のため，検討過程で初めて測定異常値等に気づいていた．本研究では，学習者が実験に対して，能動的取組みを促すナビゲーションシステムの開発を行う．
キーワード：拡張現実，協調作業，学生実験

1. はじめに

本校のカリキュラムでは，学際領域の知識が必要となるメカトロニクス分野などのカリキュラムが組まれている．筆者らも，メカトロニクス分野の実験において，協調作業を通して問題解決能力を向上させる学生実験装置の開発，運用をしてきた．このとき，学習者間の知識や技能の差により，協調作業が苦手な学習者が存在することがわかった．そこで，このような学習者を支援する「ペアプログラミング手法に基づく実験・実習ナビゲーションシステム」を開発し，学生実験に導入した(1)(2)(3)．このナビゲーションシステムでは，事前に実験・実習の基礎学習を支援する．これにより，学習者は事前に実験の基礎知識を習得することができた．しかし，実験中の学習者の様子を観察すると，受動的な姿勢のため，実験指導書に沿って実験に取り組んでいることがわかった．そのため，実験結果の考察時に初めて測定異常値などに気付くケースが多く見られた．

そこで，本研究では学習者が実験に対して，能動的に取り組むことを促すナビゲーションシステムの開発を行う．

2. 実験時の学習者の問題点

本校電気工学科 4 年生の実験では，試行錯誤型実験と計測型実験が行われている．各実験において，いくつかの問題点を挙げる．

- 試行錯誤型実験では，ある課題に対する条件と結果の組み合わせが多数存在する．そのため，記録すべき実験値がわからず，記録漏れにつながった．
- 計測型実験では，図 1 の様な実験装置を使用して実験を行っている．様々な特性試験を行う際に，どの計測器の測定値が必要なのか理解していない場合が見られた．
- 計測型実験では，実験検討時に必要となる詳細なデータ値を取り損ねてしまい，再実験を行う学習者も存在した．

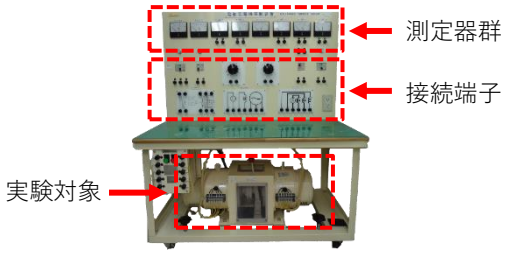


図 1 計測型実験装置の例

これらの問題の大きな原因は，大半の学習者が受動的な姿勢のため，実験指導書をただ読むだけで実験に取組んでいることにある．特に，原理などを深く理解せずに実験に取り組んでいる場合が多い．その結果，実験終了後の検討過程において，実験データの測定漏れや測定異常値などに気付くことになる．

そこで，学習者が能動的な姿勢で実験に取り組むことを支援するナビゲーションシステムの開発を行う．開発にあたり，ペアプログラミング手法に基づく実験・実習ナビゲーションシステムを基に構築する．次に，基になるシステムについて説明する．

3. ペアプログラミング手法に基づいた実験・実習ナビゲーションシステム

実験への取り組みに対して，受動的な学習者を支援するため，ペアプログラミング手法に基づいた実験・実習ナビゲーションシステムを開発，運用をしてきた．このナビゲーションシステムは，実験を始める前の事前準備までを支援するシステムである．このシステムの主要機能について説明する．

3.1. かざす情報表示機能

かざす情報表示機能は，実験装置に貼り付けたARマーカーにタブレット端末をかざすと，そのタブレット画面に実体配線図が重ね合わせて表示される．配線作業が苦手な学習者も容易に配線ができる．

3.2. アドバイス機能

アドバイス機能は，画面上に表示されているボタンにタッチすると，実験に関する基礎知識が表示される．学習者は実験を進める上で必要な基礎知識を選択し，実験前だけでなく，実験中も学習ができる．

4.　能動的思考を支援する実験・実習ナビゲーションシステム

これまで述べてきたシステムを基に，能動的思考を支援する実システムを構築する．ここで，本システムについて説明する．

4.1　能動的思考の支援

これまでの学習者の実験への取り組む姿勢は，受動的な姿勢であった．そのため，実験指導書に書かれている事柄以外を考えることがなかった．そこで，学習者が実験への取り組む姿勢を，能動的な姿勢へさせることで，より実験から様々な事柄を学習させることができる．ここで，能動的な姿勢へ学習者を導くには，実験で重要であるポイントに気付かせることが必要である．この『気づき』を学習者に促すことができれば，実験内容をその場で理解し，検討過程でより深く学習することができる．次に，能動的な姿勢へ導くための機能について説明する．

4.1.1　ピックアップ機能

学習者は，実験の測定時にどこに注目して実験を行う必要があるかわからないため，測定に不備が生じていた．そこで，本機能では，タブレット端末を実験装置に張り付けたARマーカーにかざすと，注目すべき計測器が注視しやすい様にCGの枠で表示される．また，タブレット端末の画面上では，その実験で注目すべき事柄などの説明が表示される．図2は，ピックアップ機能の例である．

4.1.2　データ処理サポート機能

実験では，座学において理論や特性について学習した事柄を確認する．しかし，実際に実験を行うと，実験指導書に沿って測定をすることに気を取られて，ある範囲を一定間隔で測定していることが多い．これは，検討過程で必要となる測定値などを取り損ねることにつながる．そこで，本機能では，タブレット端末に指定された測定値を入力すると，簡易的なグラフの可視化などによってサポートする．この時，実験の理想値などを提示することで，学習者にデータの取りこぼしや測定異常値を気づかせることができる．図3は，データ処理サポート機能の例である．

5.　学生実験導入に向けた試作

今回は，学生実験導入に向けてピックアップ機能の試作を行った．試作では，これまで実体配線図を表示させるために使用していたARマーカーをそのまま利用した．このARマーカーにタブレット端末をかざし，画面上に表示されているピックアップ機能用ボタンにタッチすると，実体配線図から注目すべき計測器の指示画面へと変更できた．同時に，その試験で注目すべき事柄についての説明書きも表示させることができた．今後は，ピックアップ機能をさらに充実させる．また，データ処理サポート機能も，本ナビゲーションシステムに搭載させる．

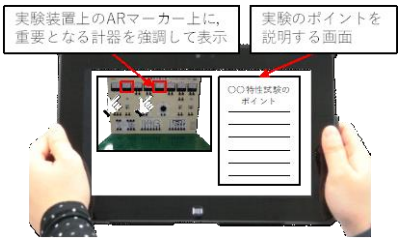


図 2　ピックアップ機能

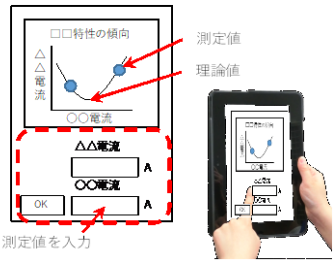


図 3　データ処理サポート機能

6.　おわりに

本研究では，学生の能動的思考を支援する実験・実習ナビゲーションシステムの開発を行った．まず，学習者の実験への取り組み姿勢が受動的であるため，検討過程に様々な測定の不備があることに気付く場合が多かった．そこで，学習者の実験への取り組み姿勢を能動的にさせるため，ピックアップ機能およびデータ処理サポート機能を提案した．次に，本ナビゲーションシステムを学生実験への導入に向けて，ピックアップ機能の試作を行った．

今後は，後期学生実験への導入に向けて，ピックアップ機能の充実とデータ処理サポート機能の製作および改良を行っていく予定である．

参考文献

(1)　稲守，千田，野口：“ペアプログラミング手法を用いた学生実験を効果的に支援するためのExナビの開発と実践”，信学技報(教育工学), Vol.115, No.319, pp.47-50　(2015)

(2)　稲守，千田，野口：“ペアプログラミング手法に基づく実験・実習ナビゲーションシステムの開発”，脅威システム情報学会　第 41 回全国大会講演論文集, pp.135-136（2016）

(3)　稲守，千田，野口：“拡張現実を利用した学習者間の協調学習を支援するナビゲーションシステムの開発”，信学技報(教育工学), Vol.116, No.438, pp.13-16　(2016)

Web マイクロワールドにおける調べ学習の適応的支援

Adaptation in Web Microworld

太田 光一[*1]，柏原 昭博[*2]，長谷川 忍[*3]
Koichi OTA[*1], Akihiro KASHIHARA[*2], Shinobu HASEGAWA[*3]
[*1] 一般財団法人　日本生涯学習総合研究所
[*1] Japan Institute of Lifelong Learning
[*2] 電気通信大学大学院情報理工学研究科
[*2] Graduate School of Informatics and Engineering, The University of Electro-Communications
[*3] 北陸先端科学技術大学院大学
[*3] Japan Advanced Institute of Science and Technology
Email: ota@shogai-soken.or.jp[*1]，akihiro.kashihara@inf.uec.ac.jp[*2]，hasegawa@jaist.ac.jp[*3]

あらまし：Web 調べ学習では，学習者自身が学習課題について学ぶべき項目や学ぶ順序を規定するような学習シナリオを作成することが重要である．本稿では，Web サービスである LOD（Linked Open Data）を用いて，ある学習課題に対して望ましい学習シナリオを自動生成する手法を提案し，自動生成された学習シナリオの具体例を示すとともに，学習者によるシナリオ作成への適応的な支援について述べる．
キーワード：Web 調べ学習，適応的支援，Web マイクロワールド，LOD

1. はじめに

Web 上のリソースを用いた調べ学習では，膨大で多種多様な学習リソースを含む Web 空間を探求しながら，学習課題に関連する様々な項目を網羅的・体系的に調べることができる．一方，Web 調べ学習の文脈では，通常テキスト教材の目次のように学ぶべき項目や学習順序 (学習シナリオ) が事前に与えられておらず，学習者は学習課題を達成するために必要な学習項目群を Web リソースから見出し，学ぶ順序を決めて学習を進める必要がある．つまり，Web リソースを学びながら，学習シナリオを作成する必要がある．そのため，同じ学習課題でもシナリオは異なり，学習の個別性が高くなる傾向がある．

このような Web 調べ学習をうまく行うためには，学習シナリオの作成を含めた学び方の習得が必要である．しかしながら，初等教育から高等教育，生涯学習など様々な文脈で Web 調べ学習の指導が行われているが，Web ブラウザがツールとして提供されているだけで，そのツールをどのように利用して学び方を習得するのかは学習者に委ねられていることが多い[(1)]．

学び方の習得を支援するためには，学び方のモデルに沿って調べ学習を遂行する経験を積ませる必要がある[(2)]．筆者らは，これまで Web 調べ学習の遂行を支援する観点から Web 調べ学習モデルを提案し，モデル通りに調べ学習プロセスの遂行を支援する環境として interactive Learning Scenario Builder (iLSB)を開発し，多面的・多角的な学習課題の展開を可能とすることが示唆された[(3)]．

しかし，実空間としての Web を対象に Web 調べ学習を行うことは学習者の負荷が大きいことや，非構造な空間であるため，Web 調べ学習を適応的に支援することができないといった問題点が存在する．また，学習シナリオの作成スキルの向上には，学習者が作成したシナリオの自己評価を行うことも必要であるが，比較対象として解となり得る妥当な学習シナリオがなければ，自己評価を支援することは難しい．

これらの問題点に対して，解となりうる妥当性の高いシナリオを自動生成することができれば，非構造な Web 空間でも調べ学習プロセスに対する適応的支援を実現することができる[(4)]．

本稿では，Web 調べ学習課題に対して妥当な学習シナリオの自動生成を基盤とした Web 空間のマイクロワールド（Web マイクロワールド）とその生成手法およびそれらを用いた学習者への適応的支援について論じる．

2. Web マイクロワールド

Web マイクロワールドでは，筆者らが提案したモデルにそって Web 調べ学習を遂行することを想定している．本モデルでは，Web 調べ学習を以下に示す３フェイズから構成されるプロセスとして表現している．

(a) Web リソース探索フェイズ：学習課題を端的に表すキーワードを用いて検索サービスから Web リソース群を探索・収集する．
(b) Navigational Learning フェイズ：Web リソースを閲覧し，学んだ項目をキーワードとして分節化しながら収集し，関係づけて学んだ知識を表現する．
(c) 学習シナリオ作成フェイズ：学んだ項目を表すキーワードのうち，さらに調べる必要がある項目（課題キーワード）を学習課題の部分課題として展開し，学習課題を構造化する

上記の３フェイズを，部分課題が展開されなくなるまで繰り返し行う．最終的に，課題キーワードで構成された木構造として学習シナリオが作成される．この学習シナリオ作成は，学習者自身が学習課題を定義するプロセスとみなすことができ，調べ学習で最も本質的なプロセスであるといえる．

iLSB は，この学習シナリオ作成に着目し，課題の構造化を促進する場を提供する．

2.1 Web マイクロワールド

Web マイクロワールドは，学習者による Web 調べ学習での主体的な Web リソース探索，ナビゲーションを伴う知識構築，学習シナリオ生成，自己評価に対して適応的な支援をおこなうことことを目的にしている．そのために，Web 上で利用可能な LOD を用いて，任意の学習課題に対して解となり得る妥当性の高いシナリオを自動生成するとともに，自動生成されたシナリオに見合う Web リソース群を収集して Web 調べ学習のためのリソース空間を提供する(3)．

LOD とは，Web 上で関連するデータをリンク形式で表現し，二次利用できるように公開されたデータセットである．データ表現形式には，機械処理が容易な RDF (Resource Description Framework)が用いられている．本研究では，これまで Wikipedia 上に存在するページの項目名やページ間の関係について記述している LOD として，DBpedia Japanese (5) に着目し，データベース問い合わせのためのクエリ言語 SPARQL を用いて学習課題に関するデータを取得することで,学習シナリオの自動生成を行ってきた．現在，国立国会図書館が提供する典拠データ（国立国会図書館典拠データ検索・提供サービス：Web NDL Authorities (6)）などの LOD にも着目し，Wikipedia 以外の有用なページも対象としてシナリオ自動生成について検討を行っている．

図１，図２に，「ネットワークセキュリティ」を学習課題として DBpedia および国立国会図書館提供の典拠データから自動生成したシナリオ例を示す．典拠データでは，あるキーワードに対して，明確に上位概念，下位概念が記述されており，DBpedia にはないページ間の関係を自動生成時に反映できる可能性があることがわかる．

3.　生成シナリオによる適応的支援

3.1 学習中の適応的支援

前章の自動生成シナリオをもとに，図３のような学習シナリオを作成した学習者への適応的支援例を示す．

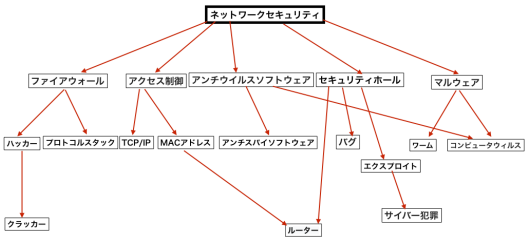


図１　DBpedia を用いたシナリオ自動生成例

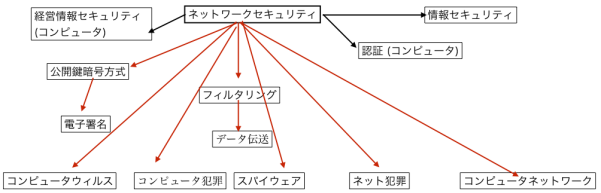


図２　典拠データを用いたシナリオ自動生成例

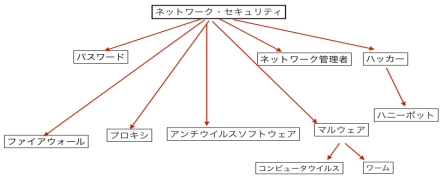


図３学習者によるシナリオ作成例

学習者が，図３中の「ファイアウォール」で行き詰まっているとシステムが判断した場合，次に展開すべき部分課題として図１の「ファイアウォール」の下位にある「ハッカー」「プロトコルスタック」を推薦する．

また，学習者が作成したシナリオと自動生成シナリオを対比することで自己評価を支援することができる．例えば，図１と図３とを比較させることで，図３の「ネットワークセキュリティ」から「セキュリティホール」という部分課題を展開できることに気づかせ，自らの学習シナリオの再構成を促す．

3.2 学習前の適応的支援

また，学習シナリオ自動生成手法に基づき，学習者のスキルに応じた学びの足場の提供を想定している．具体的には，学習課題に対して，①解となりうる学習シナリオ，②解となり得る学習シナリオに含まれる部分課題構造群，③学習課題のみを，学習者のスキルに応じて提示し，Web 調べ学習におけるシナリオ作成プロセスを段階的に制御する．このような制御を適応的に行い，Web 調べ学習の学び方を習得させる演習メカニズムの開発を検討している．

4.　まとめ

本稿では Web 調べ学習の解として適切な学習シナリオの自動生成を基盤とした Web 空間のマイクロワールド（Web マイクロワールド）とそれを用いた学習中の学習者への適応的支援について述べた．

今後は，学習シナリオ自動生成手法の洗練および学習者の学習状況同定手法の開発をおこなっていくとともに，学習者への学び方の学びを促進するための演習も含めた適応的支援を実現したい．

謝辞

本研究の一部は，JSPS 科研費基盤研究（B）(No.17H01992)の助成による

参考文献

(1) Land, S. M.: Cognitive Requirements for Learning Open-Ended Learning Environments, Educational Technology Research and Development, 48 (3), pp.61-78 (2000).
(2) 柏原昭博：学習を工学的にモデル化する–認知プロセスの具象化に向けて–，人工知能学会誌 30（4），pp.43-53（2015）
(3) Kakinuma, Y., and Kashihara, A.: A Micro-Web Involving Learning Scenario Generation with LOD for Web-based Investigative Learning, Proc. of HCI International 2016, Learning and Collaborative Technologies, pp.344-355 (2016)
(4) Kashihara, A., and Akiyama N.:Learning Scenario Creation for Promoting Investigative Learning on the Web,The Journal of Information and Systems in Education,Vol.15,No.1(2017 in press).
(5) DBpedia Japanese：http://ja.dbpedia.org
(6) **国立国会図書館典拠データ検索・提供サービス**：http://id.ndl.go.jp/auth/ndla/

携帯端末を用いた色彩検定学習アプリケーションにおけるゲーミフィケーションの効果

Effect of gamification in color determination learning application using mobile terminal

酒井　瞳[*1]，中桐斉之[*2]
Hitomi SAKAI[*1], Nariyuki NAKAGIRI[*2]
[*1*2] 兵庫県立大学環境人間学部環境人間学科
[*1] School of Human Science and Environment, University of Hyogo
Email: nc14y066@stshse.u-hyogo.ac.jp

あらまし：最近，スマートフォンやタブレットの普及に伴ってm-ラーニング注目されてきている。しかし，m-ラーニングでは多くの学習者が学習を継続していないために学習効果が上がらないことが問題点として挙げられる。本研究では，利用者の自発的な学習意欲を促進する携帯端末を用いた色彩検定の学習アプリケーションを開発した．また，ゲーミフィケーションに着目し，モチベーションの維持に対する効果を調べた。
キーワード：m-ラーニング，携帯端末，ゲーミフィケーション，アプリケーション

1.　はじめに

近年，e-ラーニングと呼ばれる主にインターネットを利用した教育の仕組みが，企業研究や小・中学校などの教育の場で使用されることが多くなった．最近スマートフォンやタブレットの普及によりどこでも気軽にインターネットを使用することが可能になったことで，様々な場面で e-ラーニングが導入されてきている．これらを用いたものを m-ラーニングといい，そのメリットは，時間や場所の制約がないことなどが挙げられる．

しかし，m-ラーニングを導入するだけで学習効果が上がるという訳ではない．ゆえに学習開始から時間が経つほど学習時間が減っており，多くの学習者にとって学習が継続していないという問題が明らかになっている（1)．なぜなら，m-ラーニングは時間や場所の自由度が高いために学習の継続にはユーザの自律性が求められ，モチベーションの維持が難しいからである．学習が続かないと，結果として学習効果は上がらない（図 1)．この改善策として，導入方法や使い方そのものを工夫する必要があると考える．

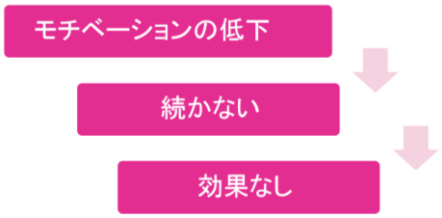


図 1 モチベーションの低下

一方，学習効果を促進するためのものとして，近年ゲームの要素を取り入れるゲーミフィケーションが注目を集めており，学習の場でも導入されてきている（2)．

また，近年，色彩学の知識は広告やファッションなどの様々な分野において必要とされており，色彩検定という，色彩に関する知識や技能を問う検定が注目を浴びている．この色彩検定の学習アプリは存在するが，英語学習に関するアプリに比べて圧倒的に少ない．また，ゲーミフィケーションの要素を含めたものは存在していないか，若しくはテストモードのみのものが多いため，コンピュータとユーザの関わり方が単調化し，ユーザのモチベーションが低下するという問題点がある．

以上より，本研究ではモチベーションの維持を行うため，携帯端末を用いた学習支援システムを構築した．具体的には，「楽しい・面白い」要素としてゲーミフィケーションを取り入れたスマートフォン用の色彩検定の学習アプリケーションを作成することにした．

2.　システムの構築

2.1　システムの提案

m-ラーニングの問題点を解決する為，ユーザのモチベーションを維持する新しいシステムとして,「楽しい・面白い」要素を組み込んだシステムをスマートフォン用のアプリケーションとして構築した．その際，図 2 のように学習にランキングやポイント・バッジ付与などのゲーミフィケーションの要素を加えることで, ユーザが学習を継続できるようにした．

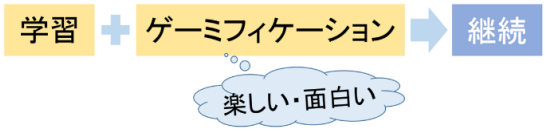


図 2 学習の継続の要素

2.2 システムの開発環境

本システムの開発環境は表 1 の通りである.

表 1 学習アプリケーションの開発環境

OS	Mac OS X EI Capitan(10.11.6)
開発ソフト	Xcode(8.2.1)
開発言語	Swift3

3. 画面について

ユーザは，まず練習モード，テストモード，ランキング，慣用色名の項目を選択することができ（テストモード，ランキングはゲーミフィケーションの要素があるもののみ),テストモード及び練習モードの各分野を選択すると問題画面に遷移する（図 3).次にユーザは，問題に対する回答の選択肢の 4 つから答えを選択すると，その回答に対して○×が表示される．ここで，解説ボタンを押すと正解と解説が表示される．このようにして回答を行い，5～31 問回答を終えるとメニューに戻る.

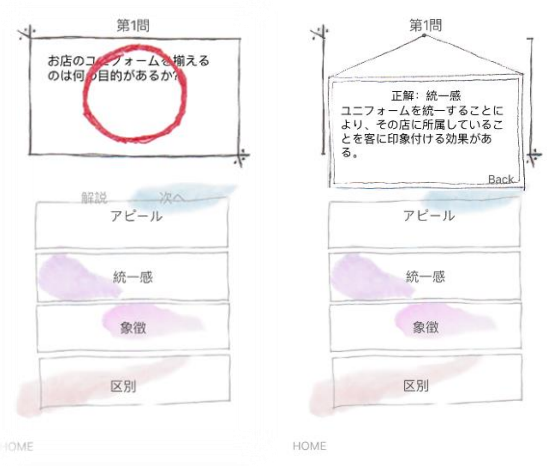


図 3 問題表示画面

4. ゲーミフィケーションについて

本研究では，ゲーミフィケーションの要素がないものには練習モードのみを設け，あるものには同様の練習モードに加えて複数ある要素の中からテストモード，ポイント・バッジの付与,「一度きり」の要素，ランキングの 4 つの要素を取り入れた．（図 4）

表 4 ゲーミフィケーションの要素

ゲーミフィケーション	練習モード	①	②	③	④
ありVer.	○	○	○	○	○
なしVer.	○	×	×	×	×

・練習モード

色彩検定には「色彩心理」や「色のはたらき」などテーマが分かれている．練習モードではそれらの 9 つのテーマの中から 1 つ選択すると，そのテーマから問題がランダムに出題される.

① テストモード

練習モードとは異なり，全テーマの中から最大 100 問がランダムに出題される.

② ポイント・バッジの付与

テストモードにおいて、1 問正解するごとに 10Point を得ることができ, 図 4 のように獲得ポイントによって 3 種類のバッジが与えられる．バッジの付与によって学習の到達度を可視化し，ユーザの目標の目安にすることができる.

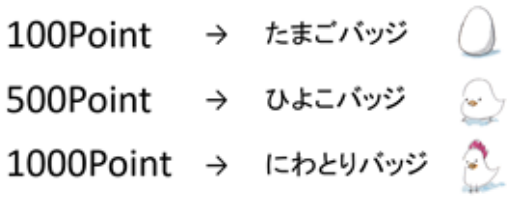


図 4 バッジの付与

③ 「一度きり」要素

テストモードでは一度間違えるとゲームオーバーになり，ポイントは初期化される．ユーザに間違えられない緊張感を持たせ，繰り返し挑戦するきっかけになる.

④ ランキング

テストモードで獲得したポイントで自分のスコアがランク付けされる．ユーザに現在の自分のスコアを把握させることで意欲を引き出すことができる.

5. まとめ

本研究では，ユーザのモチベーションの維持につながる「楽しい・面白い」要素としてゲーミフィケーションを採用し，それを e ラーニングに取り入れたシステムを開発した.

本アプリケーションにおけるゲーミフィケーションの要素には具体的にテストモード，得点・バッジの付与,「一度きり」の要素，ランキングの 4 つを取り入れ，スマートフォン用の色彩検定の学習アプリケーションを構築した.

ゲーミフィケーションにはユーザの繰り返しアプリケーションを利用する意欲を引き出し，学習に対するモチベーションの維持が期待できる.

今回構築したアプリケーションの操作自体はシンプルだが, 使い方が明確で誰でも使いやすい. また, 色彩検定だけではなく様々な学習に利用できる.

発表では，実証実験の結果も併せて報告する.

参考文献

(1) 谷井宏尚，諏訪博彦，太田敏澄: “m ラーニングにおける自律型学習支援システム開発に関する研究”，全国研究発表大会要旨集，経営情報学会（2007）
(2) 桑原祐騎，加茂茉純，行田香子，加藤鴻介: “ゲーミフィケーションを用いた学習アプリの効果についての研究”，全国研究発表大会要旨集，経営情報学会（2014）

Web 上のプレゼンテーションドキュメントを活用したスライド調べ学習
Slide Investigative Learning Utilizing Presentation Documents on the Web

後藤 充裕[*1], 柏原 昭博[*2]
Mitsuhiro GOTO[*1], Akihiro KASHIHARA[*2]
[*1*2] 電気通信大学 情報理工学研究科
[*1*2] Graduate School of Informatics and Engineering, The University of Electro-Communications
Email: [*1]mitsuhiro.goto@uec.ac.jp, [*2]akihiro.kashihara@inf.uec.ac.jp

あらまし：近年，Web 上に共有されたプレゼンテーションドキュメント内の特定のスライドのみを学ぶ調べ学習方法に注目が集まっている．本研究では，このような学習方法を「スライド調べ学習」と呼び，学習目的の達成に必要なスライドのみを探索・選択する支援を検討している．本稿では，プレゼンテーションドキュメントにおける「スライド間の論理的な繋がりが暗黙的で，学習目的の達成に必要なスライドを探索する手がかりが見つけにくい」という問題を解決するため，スライド間の繋がりをもとにドキュメントの構造を可視化したスライドマップを作成する手法を提案する．さらに，この手法を含めたスライド調べ学習における学習モデルの全体像についても述べる．
キーワード：スライド調べ学習，学習モデル，スライド連接関係，可視化

1. はじめに

近年, SlideShare[(1)]のような Web 上のスライド共有サービスにより，学会発表や各種セミナーなど向けに作成されたプレゼンテーションドキュメント(P-ドキュメント)を共有しようとする動きが活発になってきた．現在，数多くの P-ドキュメントが利用可能であり，これらを学習リソースとして活用する調べ学習方法に注目が集まっている．このような学習方法を，本研究では「スライド調べ学習」と呼び，その支援手法の検討を進めている．通常，P-ドキュメントに含まれる全てのスライドを学ぶことはまれであり，学習者が自ら設定した学習目的の達成に必要なスライド（以下，学習スライド）のみを探索・選択し，その内容の詳細を理解して，知識構築を進めることが多い. そのため, スライド調べ学習では，学習スライドの探索・選択をどのように支援するかが重要となる．

一般に，P-ドキュメントは，発表内容を意味的なまとまり（以下，セグメント）に分節化し，それらを系列化して作成される．セグメントは 1 枚以上のスライド列で構成・表現され，P-ドキュメントはこれら複数のセグメントを論理展開に基づき，スライドの系列として並べたものとなる．学習者がこのような P-ドキュメントから学習スライドのみを探索・選択するには，全スライドを概観して，セグメントを同定し，同定したセグメント内に学習に必要なスライドが含まれるかを調べる必要がある．

しかしながら，P-ドキュメントではスライドの位置づけやスライド間の繋がりが暗黙的に表現されることが多いため，学習スライドを探索・選択する手がかりを見つけるには全てのスライド内容を読み，スライドの位置づけや繋がりをもとに，スライド同士の因果関係や包含関係など論理的な繋がりを表す P-ドキュメント構造を把握していく必要がある．学習者にとってこの作業は，学習スライドを漏れなく見つける上で重要であるが，同時に非常に煩雑な作業でもある．

そこで，本研究では，スライド調べ学習における学習モデルの全体像と，モデルにもとづく学習スライド探索の支援手法を提案する．提案手法では，スライドとスライドの間に存在する論理的な繋がりを「連接関係」と呼称し，この関係を日本語接続詞の機能にもとづいて可視化したスライドマップを生成して，P-ドキュメント構造の把握を助けることで学習時の負荷軽減を図る．

2. 関連研究

坂本ら[(2)]は，スライド内のキーワード出現頻度を用いて内容が類似した複数のスライドを 1 つのセグメントと自動判定し，P-ドキュメントを複数のセグメントに分割する手法を提案している．また，Wang ら[(3)]は，スライド内の各キーワードの概念構造やスライドのインデントによる表層構造を利用して，スライド間の関係性の導出手法を提案している．これらの研究では，スライド内のキーワードをもとにして，スライド間の類似性や意味的な繋がりを捉えるため，同一のキーワードが各スライドに記述されない場合に，手法の適用が難しくなる．本研究では，このようなスライド内の記述に依存するのではなく，スライド間に存在する論理的な繋がりを用いて，連接関係を捉える点が異なる．また，これらでは，ユーザ要求を満たすスライドの検索手法の実現が目的であり，検索後の学習モデルに関する検討が不十分である．本研究では，学習スライドの選択後に学習者がどのように知識構築を進めていくかを，筆者らが進めてきた Web 調べ学習における学習モデル[(4)]を適用して明らかにしていく点も異なっている．

3. スライド調べ学習

3.1 問題点

通常，P-ドキュメントではスライド間の繋がりが暗黙的に表現されることが多いため，学習スライド

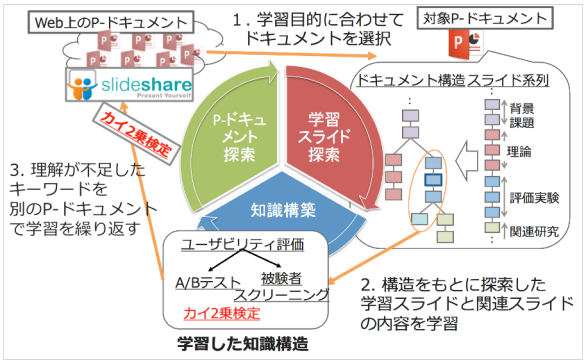


図 1 スライド調べ学習モデル

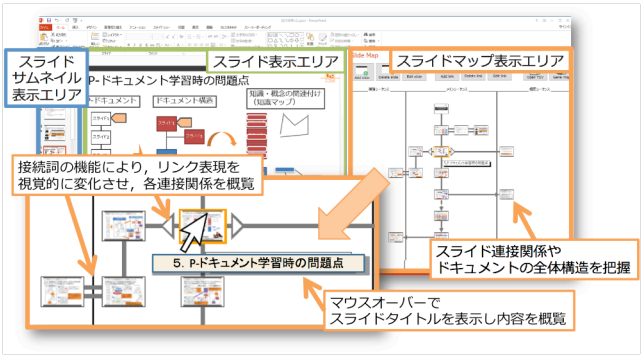


図 2 スライドマップ提示ツール

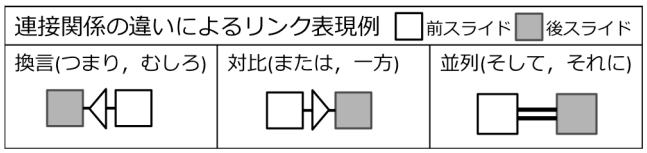


図 3 スライドマップ内のリンク表現例

や関連するスライド，前提となるスライドを含むセグメントの同定および同定したセグメント内からの学習スライドを探索する手がかりが得られにくい．そのため，個々のスライド内容を概観し，ドキュメント全体の構造を把握した後に，学習スライド探索を行う必要がある．しかしながら，この作業は非常に煩雑であり，学習負荷を高める要因となる．

3.2 接続詞の機能にもとづく連接関係の可視化

3.1 で述べた問題を解決するために，本研究ではドキュメント構造を可視化するスライドマップ[5]を学習者へ提供し，学習スライド探索時の負荷軽減を図る．スライドマップは石黒[6]が提案する日本語接続詞の機能分類を参考に，スライド間の論理的な繋がりを 11 種の連接関係で表現する．このような接続詞の機能に着目し，繋がりを可視化することでスライド内でのキーワード記述に依存せずに，ドキュメント構造を捉え，セグメント同定や学習スライド探索の手がかりとできる．これにより，学習者は学習目的の達成に必要な学習スライドや関連するスライドを漏れなく探索・選択可能となる．

3.3 学習モデル

Web リソースを対象とした調べ学習モデル[4]を参考に，本研究で提案するスライド調べ学習のモデルを図 1 に示す．本モデルは，SlideShare[1]のような共有サービスを介して学習対象のドキュメントを決定する P-ドキュメント探索フェイズと，ドキュメント内のセグメント同定を経て必要なスライドを選択する学習スライド探索フェイズと，学習スライドや関連スライドの内容からキーワード構造を作る知識構築フェイズの 3 つで構成されている．学習者はこれらフェイズで主体的に学習を進めながら，知識構築フェイズで理解が不足しているキーワードが生起しなくなるまで，3 フェイズのサイクルを繰り返す．

4. スライドマップによる学習スライド探索

本研究では，スライド調べ学習支援システムの開発を進めており，図 2 に学習スライド探索フェイズを支援するスライドマップ提示ツールのユーザインタフェイスを示す．本ツールは，Microsoft 社の PowerPoint 2013 のアドインとして開発しており，スライドマップエリアを提供する．スライドマップは，スライドをノード，スライド間の連接関係をリンクとして可視化したマップである．学習者は，このスライドマップを利用してスライドの連接関係や P-ドキュメントの全体構造を把握し，学習目的を達成するためのセグメント同定と学習スライド探索を実行する．本インタフェイスでは，スライドノードへのマウスオーバーによりスライドタイトルを表示したり，図 3 の通り連接関係の違いを視覚的に強調するために，スライド間の論理的な繋がりに応じてリンク表現を変化させ，スライドマップのみでの概観を円滑にし，学習者の負荷の軽減を図っている．

5. まとめ

本稿では，学習プロセスモデルの全体像と学習スライド探索に必要なセグメント同定を支援するスライドマップ提示ツールを提案した．今後の課題は，スライド内や口頭説明文のテキスト分析によるスライドマップの自動生成アルゴリズムの検討やスライドマップによる学習効果の検証である．

謝辞

本研究の一部は，JSPS 科研費基盤研究(B)(No.17H01992) の助成による

参考文献

(1) SlideShare, 〈http://www.slideshare.net〉(参照 2017-05-24).
(2) 坂本祥之ら，講義プレゼンテーションスライド部分対応付けを用いた学習支援．第 77 回全国大会講演論文集, No. 1, pp. 615–617. 情報処理学会(2015).
(3) Y. Wang et.al: A Browsing Method for Presentation Slides Based on Semantic Relations and Document Structure for e-Learning,*JIP, vol.20*,pp.11-25 (2012).
(4) A. Kashihara, and N. Akiyama: Learner-created scenario for investigative learning with web resources, Proc. AIED2013, LNAI7926, pp.700-703, Springer (2013).
(5) 後藤充裕，柏原昭博: スライド間の接続関係の可視化に基づくプレゼンテーションドキュメント理解支援, 信学技法, ET2015-142, pp. 273-278 (2016).
(6) 石黒圭:文章は接続詞で決まる，光文社, (2008).

学習者の苦手分野を可視化する Moodle 用レーダーチャート プラグインの開発

Development of Moodle Radar-chart Plug-in to visualize Learner's Weak Fields

山岸 芳夫[*1], 後藤 拓哉[*1], 関戸 崚太[*1]
Yoshio YAMAGISHI[*1], Takuya GOTOU[*1], Ryouta SEKIDO[*1]
[*1] 金沢工業大学　情報フロンティア学部　メディア情報学科
[*1]Kanazawa Institute of Technology, College of Informatics and Human Communication, Department of Media Informatics
Email: yamagisi@neptune.kanazawa-it.ac.jp

あらまし：本研究で我々は、オープンソースの学習管理システムとして世界中で利用されている Moodle の小テストや課題の結果を分析し、学習者の苦手分野を可視化してレーダーチャートで学習者に提示できるプラグインを開発した。開発後に検証実験を行った結果、本システムを利用した実験群の学習者の成績の上昇率が、対照群を有意に上回る結果を得た。
キーワード：Moodle, レーダーチャート、ラーニング・アナリティクス

1. はじめに

近年 e-Learning が多くの教育機関で導入されてきている。e-Learning のメリットの一つは、学習者の学習履歴やテストの成績が自動的にサーバーに保存されることである。この収集された情報を分析する、ラーニング・アナリティクスが現在注目を集めている(1)。また、ラーニング・アナリティクスにより分析された情報に基づき、学習内容を変更するアダプティブ・ラーニングも研究が進んでいる(2)。ラーニング・アナリティクスの目標の一つとして、学習履歴や成績に基づく学習者の苦手分野の特定があり、これはアダプティブ・ラーニングにとっても重要な情報となる。

本研究で我々は、オープンソースの学習管理システムとして世界中で利用されている Moodle(3)の小テストや課題の結果を分析し、学習者の苦手分野を可視化してレーダーチャートで学習者に提示できるシステムの構築を目指した。

2. 先行事例

現在の Moodle 3.1 にはデフォルトで成績に基づいたレーダーチャートを生成する機能はなく、プラグインも同様のものは存在しなかった。しかし、Moodle 上でレーダーチャートを表示するという取り組みはこれまでにも何度か行われている。2013 年に新関らは、導入教育達成度に関するアンケートの結果を Moodle 上に表示するシステムを構築した(4)。しかし、これはアンケートを設問ごとに集計し、それをレーダーチャートに表示しているもので、ラーニング・アナリティクスの用途に使用できるとは限らない。

また、張は 2011 年に Moodle1.9 上で動作する成績分析モジュールを開発した(5)。このモジュールでは、小テストの問題を分野ごとに分類し、分野ごとの軸を設けたレーダーチャートや、平均点と学生の点数を比較する折れ線グラフ、クラス全員の成績分布を表示する棒グラフなど、様々な成績に基づいた分析の提示を可能にする機能を持つ。これは我々の想定していたシステムと非常に似てはいるが、このプラグインは公開されていない上、Moodle 1.9 上で開発されたものであり、現在の Moodle 3.1 上で動作させることは困難と思われる。よって我々は、現在使われている Moodle 3.1 上で小テストや課題の成績からレーダーチャートを作成し、学習者に苦手分野を提示するシステムの構築を行なった。

3. システム概要

本システムでは、Moodle 上で学習者が受験した小テストの点数に基づきレーダーチャートを作成する。レーダーチャートにはクラスの平均正答率と分野別の相対評価による正答率とが表示される。

分野の設定には Moodle の問題バンク機能を用いている。「問題バンク」とはその名の通り小テストの問題を保存する Moodle の機能であるが、その中に複数のカテゴリを設定することが出来る。カテゴリの中にさらにカテゴリを作成することも可能であり、分野別にカテゴリを分け、それぞれのカテゴリにそれぞれに属する問題を追加することで、問題に分野を関連付けることが可能となる。予め教員側でこのように設定することを前提に、問題バンク内のカテゴリ毎に問題の点数を集計することで分野別の正答率を算出する。

本システムのレーダーチャートの描画には chart.js(6)を使用している。chart.js は、HTML5 の Canvas を用いてグラフをブラウザ上にレンダリングする Javascript ライブラリである。GD ライブラリのようにラスター形式の図を生成するのではなく、

HTML5 の描画機能のみを用いているため、HTML5 対応の環境であれば高速度のレンダリングが可能であり、なおかつ Ajax や WebSocket を用いて動的にレーダーチャートを逐次描画することも出来る。

図 1 にレーダーチャートを実装した本システムの画面を示す。図 1 の右側にある図が作成したレーダーチャートである。

図 1 本システムの画面

4. 検証実験

4.1 実験方法

システムの構築後、我々は「ICT を活用した教育における効果検証のための手順書」(7)に基づき検証実験を行なった。実験参加者は金沢工業大学のメディア情報学科の 4 年生 20 名であり、レーダーチャートを使用する実験群 10 名と使用しない対照群 10 名に分けて実験を行った。学習内容は C 言語によるプログラミングであり、「演算と型」「繰り返し」「条件分岐」「配列」「関数」の 5 分野にカテゴリを分けてそれぞれ小テストを作成した。まず参加者全員に対し小テスト機能を用いた事前テストを課し、その後 30 分かけて Moodle 上で学習を行わせた。Moodle 上には PowerPoint で作成された各分野の教材が置かれており、参加者はそれを見て自習が可能になっている。この時、実験群の参加者は図 1 のように事前テストの結果がレーダーチャートで閲覧可能だが、対照群の画面にはレーダーチャートは存在しない（ただし対照群の参加者も小テストの自分の成績自体は閲覧可能で、どの問題がどの分野に所属しているかも知ることは可能）。

学習後に事後テストを行った。事前・事後テスト共に全 40 問で 40 点満点となっており、これらの点数差の平均値を実験群、対照群でそれぞれ計算し、独立サンプル t 検定で比較した。さらに参加者に対しアンケートを取り、本システムのユーザビリティの調査を行った。

4.2 結果

事前・事後テストの点数差は実験群で平均+6.7、対照群で+0.1 となった。実験群の点数が対照群を大きく上回っており、t 検定の結果、有意水準 1%でこれらの差が有意であることが示された。また、実験群に対し行なったユーザビリティに関するアンケートの結果を図 2 に示す。

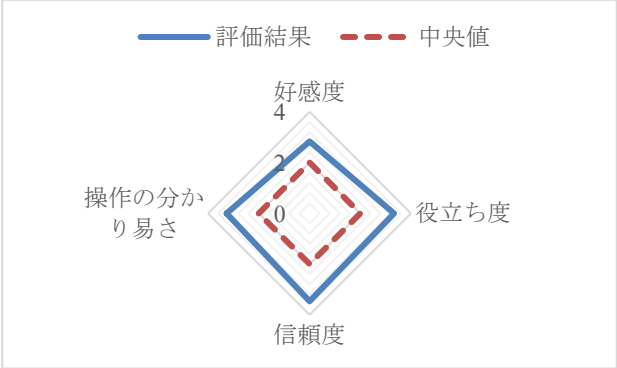


図 2.本システムにおけるユーザビリティ評価

すべての項目が中央値を超えており、本システムはユーザビリティにおいても良好であったと言える。

5. まとめと今後の課題

本システムは検証実験で非常に優れた結果を示すことが出来た。これは、実験群の参加者が自分の苦手分野を瞬時に把握し、それに注力して学習することが出来たため、と考えられる。しかし、本システムはあくまで苦手分野を可視化するだけの機能しかなく、ラーニング・アナリティクスとしては非常に初歩的なものである。それにも関わらず教育効果は顕著であり、苦手分野の可視化が学習者に与える影響は大きい、と考えられる。

ただし、今回の実験では学習時間が非常に短く、このような場合には弱点の補強が特に効果的であった、とも考えられる。従って、今後学習時間が長い場合の本システムの教育効果の検証をする必要がある。また、本システムはアダプティブ・ラーニングに対して有用な情報を与えるものではあるが、アダプティブ・ラーニングそのものを行うわけではない。従って、本システムを利用したアダプティブ・ラーニングの環境の構築も今後の課題となる。

参考文献

(1) 武田俊之."ラーニング・アナリティクスとは何か." コンピュータ & エデュケーション 38.0 (2015): 12-17.
(2) Midgley, Carol, ed. “Goals, goal structures, and patterns of adaptive learning.” Routledge, 2014.
(3) Moodle http://moodle.org
(4) 新関 隆、宮 東城 “東京家政大学における Moodle を利用した導入教育・達成度アンケート”, MoodleMoot 2013
(5) 張 蕾 “組込みソフトウェア教育のための E ラーニングシステム” 岩手県立大学大学院 修士研究, 2011.
(6) Chart.js http://www.chartjs.org/
(7) 文部科学省“ICT を活用した教育における効果検証のための手順書”2014

e ワークシート・システムにおける ワークシートデザイン機能の検討と「まなびシート」への実装

Implementing a Function of Designing an E-Worksheet in the "MANABI-sheet" System

伊藤 明裕[*1], 森本 康彦[*1], 早川 楽[*2]
Akihiro ITO[*1], Yasuhiko MORIMOTO[*1], Raku HAYAKAWA[*2]
[*1] 東京学芸大学, [*2] アンザスインターナショナル株式会社
[*1]Tokyo Gakugei University, [*2]Anzas International Co., Ltd.

あらまし：本研究では，学習者の学習記録データ（e ポートフォリオ）の収集・蓄積・活用を支援し，あらゆる環境や学習に柔軟に対応できる e ワークシート・システムを開発することを目的とする．e ワークシートとは，ワークシートのインターフェースを利用して，ワークシートの項目単位で学習記録データを管理できる e ポートフォリオシステムである．本論文では，授業者が e ワークシート作成時に使用する e ワークシートデザイン機能の検討を行い，「まなびシート」上に実装した．

キーワード：e ワークシート，学習記録データ，e ポートフォリオ，まなびシート，ICT 活用，学習評価

1. はじめに

現在，学習者一人一台のタブレット端末を活用して，カリキュラム・マネジメントの視点からの教科等や学年を超えた横断的，縦断的な学習の実現や，家庭や地域との連携が求められている(1)．これらを実現する方法の一つとして，学びのプロセスにおける学習記録データ（e ポートフォリオ）を収集・蓄積・活用することが有用であると考えられる(2)．しかし，学習者自らが学習記録データを継続的に蓄積し，活用することは容易ではなかった．これを解決するために，筆者らは，学習記録データの収集・蓄積・活用を支援する e ワークシート・システムのプロトタイプシステムを開発した(3)．e ワークシートとは，ワークシートのインターフェースを利用して，ワークシートの項目単位で学習記録データを管理できる e ポートフォリオシステムである．しかし，このシステムは，教室内のみの限定された環境を想定していたため，授業外での利活用が制限されるという課題が残された．

そこで，本研究では，先の課題を改善し，あらゆる環境や学習に柔軟に対応できる e ワークシート・システムを開発することを目的とする．本論文では，ワークシート作成時に使用する e ワークシートデザイン機能の検討を行い，様々な活動に対応する e ワークシートの項目の決定とテンプレートを提案し，e ワークシート「まなびシート」(4)に実装した．

2. e ワークシートデザイン機能の検討

本研究が想定している e ワークシートデザイン機能は，e ワークシートの項目を自由に組み合わせて作成する「自由に作成」方法と，代表的に行われている授業や活動に応じた項目群から構成されるテンプレートから作成する「テンプレートから作成」方法からなる．これら作成方法の実現のため，e ワークシートの項目を決定し（2.1），項目を組み合わせた代表的な授業や活動のテンプレートの提案を行った（2.2）．

2.1 e ワークシート項目の決定

e ワークシートは，ワークシートの各項目を，ルールに則って蓄積・管理を行うため，意味ある形で項目を設定する必要がある．そこで，e ワークシートの項目の決定のために，森本ら(5)のアクティブ・ラーニングの学習評価のモデル化における，アクティブ・ラーニングを構成する学習行動，指導行動，学習評価行動に着目し，各行動の中で e ワークシートの項目として意味のある項目のかたまりを抽出した．抽出した結果から，学習者が入力する項目 35 個（以下，学習行動項目とする），授業者が入力する項目 4 個（以下，指導行動項目とする）を e ワークシートの項目として決定した．

表 1　e ワークシートの項目

カテゴリー			項目	説明
学習行動項目	習得	知識理解	メモ	得た知識などを記録する項目
			問題演習（記述式）	記述式の問題に解答する項目
			問題演習（選択式）	選択式の問題に解答する項目
			質問（記述式）	記述式の質問に回答する項目
			質問（選択式）	選択式の質問に回答する項目
			質問（選択・集計式）	選択・集計式の質問に回答する項目
		技能	実技	実技をする項目
	活用	知識技能の活用	作成・制作・製作	作品やレポートを作成する項目
			プレゼンテーション	プレゼンテーションをする項目
			情報収集	調べて情報を集める項目
			実習・実験	実習や実験をする項目
			議論・討論	議論や討論をする項目
		思考判断表現	比較	複数のものを比べる項目
			分類	複数のものを分類する項目
			予想	予想を立てる項目
			関係づけ	複数のものの関係を見つける項目
			アイデア	アイデアを出す項目
			読み取り	内容を読み取るまたは感じ取る項目
			解釈	内容や意味を明らかにする項目
			多面的思考	異なる視点で多面的に考える項目
			整理・まとめ	情報を整理する項目
			理由・原因	理由や原因を考える項目
	探究		仮説・検証	予想を立てて真偽を実験や観察から検証する学習過程からなる項目
			探究活動	問題を設定して情報収集，分析をしてまとめる学習過程からなる項目
			問題解決	問題を設定して情報収集，分析をして評価する学習過程からなる項目
	対話		対話	他の人と対話をする項目
	目標設定		目標設定	目標を設定する項目
			学習計画	学習計画を立てる項目
	学習評価	自己評価	自己評価・振り返り	自己評価や振り返りを記述する項目
			自己評価（ルーブリック）	ルーブリックで自己評価する項目
			自己評価（チェックリスト）	チェックリストで自己評価する項目
		相互評価	相互評価・コメント	相互評価の記述をする項目
			相互評価（ルーブリック）	ルーブリックで相互評価する項目
			相互評価（チェックリスト）	チェックリストで自己評価する項目
			相互評価（対話式）	対話形式で相互評価する項目
指導行動項目	教材提示		提示・配布	教材を提示・配布する項目
	学習評価		教員評価・フィードバック	教員評価の記述をする項目
			教員評価（ルーブリック）	ルーブリックで教員評価する項目
			教員評価（チェックリスト）	チェックリストで教員評価する項目

表２　e ワークシートのテンプレート

テンプレート名	説明	授業形態
講義	授業を聞いて，得た知識や板書の内容などを書き留める	一斉学習
問題演習	問題演習の解答や得た知識などを書き留める	
意見発表	教材の内容や構成を把握して考えたことを発表する	協働学習
実技	実技を行って自ら（自分たち）の課題を見つけて改善する	
実習	計画を立てて計画に沿って実習を行う	
鑑賞	教材を鑑賞して感じたことについて交流する	
ロールプレイ	教材の内容を読み取ってある場面について考えてロールプレイする	
学び合い	解き方や手順を個人で考えて，全体で共有して話し合ってまとめる	
プレゼンテーション	伝えたいことを組み立ててプレゼンテーションをする	
議論・討論	テーマについて意見や主張を考えて議論をする	
調査	テーマについて調べて整理し，レポートや新聞等にまとめる	個別学習
制作・製作	構想を練って制作・製作活動を行い，作品等を発表し合う	
実験	実験をして結果から考察してレポート等にまとめる	
観察	教材を観察して観察物の特徴や性質を見つける	
内容把握	教材の内容を読み取って特徴や原因を見つける	
分類整理	教材を仲間分け(分類)して分けたものの特徴や性質，関係性を見つける	
反転授業	反転授業で，教材を得た知識等を書き留めて，問題演習を行い，交流する	
家庭学習（知識・理解）	家庭学習で，問題演習を行い，得た知識などを書き留める	家庭学習
家庭学習（思考・判断・表現）	家庭学習で，調べたことや考えたことを表現する	
特別活動	行事等で，その様子や気づいたこと，感じたことをまとめる	特別活動
部活動	部活動等で，目標や練習の計画を立てて，練習を行って振り返る	課外活動
課外活動	ボランティア活動等で，活動記録，感想，気づいたことをまとめる	

2.2 e ワークシートのテンプレートの提案

授業者が e ワークシートを作成する際の支援として，代表的に行われている授業や活動を，表１の e ワークシートの項目を組み合わせた項目群からなるテンプレートとして提案した．テンプレートは，森本ら[5]が代表的な学習活動として示した「アクティブ・ラーニングの学習パターン」に対応しており，一斉学習，個別学習，家庭学習，課外活動などの形態からなる 22 種類が得られた（表２）．

3.　e ワークシートデザイン機能の実装

前章での議論を踏まえ，決定した項目とテンプレートを，e ワークシート「まなびシート」上に実装した（図１）．授業者は，e ワークシート作成時に，作成方法のモードを選択する．自由に作成する場合は，表１のカテゴリーに対応したメニューから項目を選び組み合わせてワークシートを作成することができ，テンプレートから作成する場合は，表２の授業形態に対応したメニューからテンプレートを選択することでワークシートを作成することができる．

このようにして，授業者の意図したワークシートが作成され，各項目が明確に分類されて管理されることで，様々な場面で e ワークシートが活用されることが期待できる．例えば，継続的に蓄積された記録を利用して，前学年での記録を参照する縦断的な活用や，ある教科の記録を異なる教科で参照する教科横断的な活用をすることができる．また，授業内にとどまらず，授業と家庭学習の連携，地域と学校の連携などにおいても活用することができ，教育課程内外を通して，すべての学びを蓄積・活用することで，学習者のシームレスな学びを実現する．さらに，これらを通して，カリキュラム・マネジメントの視点からの教育活動の改善と充実にも貢献することが期待できる．

4.　おわりに

本論文では，e ワークシートにおける e ワークシートデザイン機能を検討し，e ワークシート「まなびシート」上に実装した．今後は，e ワークシートを用いた学習効果を明らかにしていきたい．

謝辞

本研究の一部は，科研費（17K01074）の助成を受けたものである．

参考文献

(1) 文部科学省：“「2020 年代に向けた教育の情報化に関する懇談会」最終まとめ”（2016）
(2) 森本康彦，永田智子，小川賀代，山川修：“教育工学選書：教育分野における e ポートフォリオ”，ミネルヴァ書房（2017）
(3) Ejiri, T., Morimoto, Y. and Miyadera, Y. : “EWMS: E-Worksheet Management System for Accumulating and Using Learning Records”, Proceeding of SITE2015, pp.1610-1617 （2015）
(4) まなびシート：http://anzas.net/manabi/
(5) 森本康彦，伊藤明裕，丸山浩平，宮澤芳光：“アクティブ・ラーニングの学習評価のモデル化”，日本教育工学会研究報告集 17(1), pp.581-588（2017）

図１　e ワークシート作成画面

クラウドを用いた ICT 演習環境の提供

Offering of the ICT Practice Environment by Using the Cloud System

山口真之介[*1]，大西淑雅[*1]，西野和典[*2]
Shinnosuke YAMAGUCHI[*1], Ohinshi YOSHIMASA[*1], Kazunori NISHINO[*2]
[*1] 九州工業大学　学習教育センター
[*1]Kyushu Institute of Technology, Learning and Teaching Center
[*2] 九州工業大学
[*2]Kyushu Institute of Technology
Email: yamas@ltc.kyutech.ac.jp

あらまし：本学は自主的な学習や，アクティブラーニング等の教育形態に合わせて，計算機のソフトウェアやユーザ設定を変更したインスタンスを提供する為に，クラウドシステムを導入した．教員が利用する上での認証の問題や，学生がサーバを構築する為のテンプレートを作成し，その利用について報告する．
キーワード：クラウド，仮想化，演習環境

1.　教育における計算機資源の利用方法

教員が学生に演習環境を提供する為のサーバ，グループ学習の為に，グループで共有できる計算機資源や，学生がサーバを構築する為に管理者となれるサーバ機器等，教育手法の発展に伴い，教育現場で利用する計算機資源の利用方法にも変化が望まれ，内容に応じて要求する計算機の設定が多様化している．

このような背景の中，本学では，クラウドコンピューティング技術を用いて，利用者の要望に応じた，ICT 演習を実施できる計算機を提供する事を試みる．

我々は，ICT 演習をターゲットとした教育活動（講義・演習）や学習活動（自主，PBL）での利用を想定して，可能な限り多様なテンプレートを準備する．

本稿では，本学で導入したクラウドシステムについて述べ，試用で作成したテンプレートとその利用結果について報告する．

2.　計算機資源を提供するクラウドシステム

我々は，高度に計算機資源を仮想化するクラウドシステムの一種である IaaS （Infrastructure as a Service）を導入し[1]，演習に応じた計算機を構築・提供する．図 1 にシステムの概略図を示す．具体的には，Apache CloudStack[2]を採用し，仮想の計算機をインスタンス（図では VM）として提供できるシステムを構築する．

図 1 の管理サーバは Web サービスを提供しており，ここからユーザは，必要なインスタンスの条件を設定，申請して起動する．インスタンスを作成すると，各ユーザにグローバル IP を持った仮想ルータが作成され，インスタンスはその仮想ルータの下に作成された LAN 内に接続される．ユーザは仮想ルータのポート転送設定を行い，仮想ルータを介してインスタンスにアクセスする．

全てのインスタンスは，仮想ルータのポート転送を有効にすることで，グローバルアドレスでの接続が可能になるが，運用上危険なため，全インスタンスはファイアウォール下に置き，学外からのアクセスを止めている．

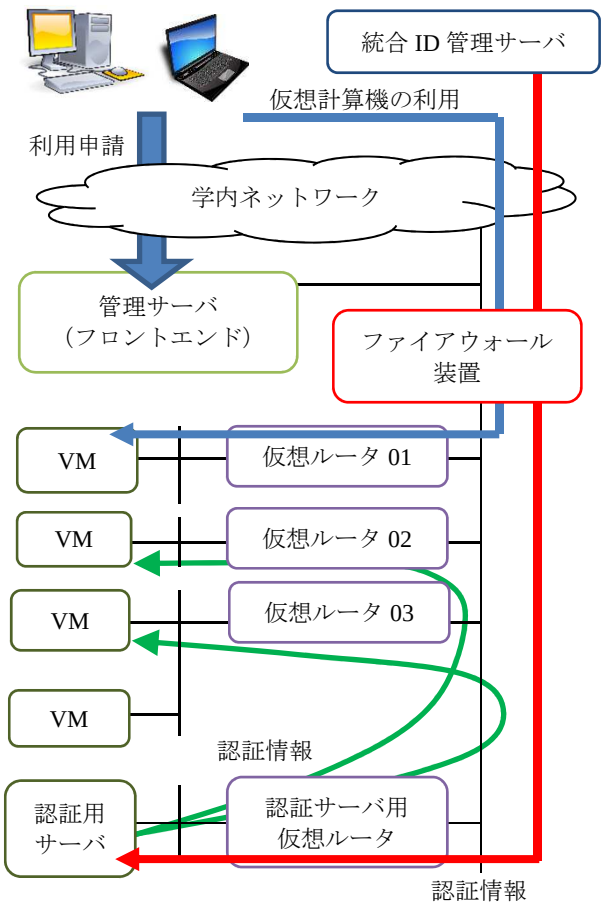


図 1.　クラウドシステムの構成

3.　クラウドシステムの利用状況

次に，本システムの利用状況を述べる．2016 年で作成したインスタンスの台数は述べ 131 台．作成を申請したユーザは 14 名であった．

講義の中での利用状況と受講した学生の数を以下

に示す.

- **データベース（89 名）**
  インスタンス上で，学生それぞれにデータベースシステムを与え, その中で SQL 文を実行させる.
- **プログラミング応用（26 名）**
  講義で解説するオブジェクト指向やネットワークプログラミングの内容を確認する為，インスタンス上にプログラムを作成して実行させる.
- **情報リテラシー（75 名）**
  教員が作成した Web サーバ上にリモートアクセスを行って，Html ファイルと css ファイルを作成・公開する．学生は別の計算機で作成したファイルをアップロードしても良いし，直接 Web サーガにアクセスして，ファイルを編集しても良い.
- **需要創発コース**
  インスタンス上で，ソフトウェア作品の開発を 5 名程度のグループで実施する.

これらの講義で用いるテンプレートは, OS は最小限のインストールで，講義に合わせて教員が自由に構成できる．ユーザ認証はクラウド内にある認証サーバを介しており，本学の統合 ID 管理システムのユーザ情報を用いて行える．よってこれらのインスタンスは，教員がユーザアカウントの発行をすることなく, 公開して直ぐに学生がアクセス可能となる．教員はユーザ管理の作業に追われる事無く，演習環境の構築のみに集中できる.

なおセキュリティを高める為，認証は LDAPS を用いており，さらにインスタンスを作成した管理者である教員ユーザでも，su 等のコマンドで他の一般ユーザになる場合は，再び統合 ID による認証が要求される様に設定をしている.

次に学生からの利用について述べる．学生が申請したインスタンスの利用事例を以下に示す.

- 卒業研究の実験用サーバ
- 講義出欠確認用の実験用サーバ
- Latex サーバの構築

まだ学生からの自主的な利用は少ない．これらのインスタンスは，特に手を加えていない通常のテンプレートが用いられている.

最後に，本学が参加している各種イベントでの利用事例について示す.

- **Moodle サーバの構築演習**
  技術職員向けの講習会で, 演習内容は Moodle のインストールと運用の為の初期セットアップ，拡張モジュールのインストールなどを実施. 各参加者には，PHP，PostgreSQL，Apache のインストールと初期設定まで行ったインスタンスを提供している.
- **教職員向け MoodleAPI の解説と演習**
  MoodleAPI の解説と実際に利用する為に，講習会参加者一人一人に Moodle がインストールされたインスタンスを提供.
- **高校への出前講義**
  4～5 名の学生グループ毎に, 教員権限で利用できる Moodle がインストールされたインスタンスを提供する．各グループは Moodle 内で情報処理に関するコースと小テストを作成して，他のグループと解き合って学習する.

イベントでの利用の場合は，その内容に応じて特化したテンプレートの準備や，参加人数によって作成するインスタンス数の変化も大きい為，十分な準備期間が必要となる.

4. まとめと今後の課題

本稿は，様々な学習形態に合わせた，計算機資源の要望に対し，クラウドシステムを導入して，様々なテンプレートを構築，講義や自主学習，イベントでの利用状況について述べた.

今後は一般的課題だけでなく，学生が管理者になれる，また複数台のインスタンスを提供できる事を利用し，学生のトップアップを目指した課題を提供していく.

例えば今回事例として上げている，情報リテラシーの Web サーバの演習では，教員が Web サーバを用意している．これを発展させて，希望する学生には教員からインスタンスを提供し，自分で Web サーバを構築, そこに自分の Web ページを作成するまでの実践的課題を与える事も可能であると考える.

その為にも PBL や反転学習, 学生グループの活動等に有効な，新しいテンプレートの設計開発が必要である．また特定のグループだけが，インスタンスを利用できる様な，クラウドのインスタンスとユーザ認証サービスを組み合わせた UI 関連のシステムも改善する必要があると考える.

今後も教育現場でのクラウドの活用について実践を重ね，意欲的な学生には，より活躍できる演習の場を提供していく.

参考文献

(1) 山口真之介，林 豊洋，大西淑雅，甲斐郷子，西野和典：“仮想 ICT 環境の実現に向けて —PBL による ICT 演習環境の設計と構築—”，大学 ICT 推進協議会 2015 年度年次大会講演論文集，1 E3-3，p6，2015 年.
(2) Apache CloudStack https://cloudstack.apache.org/

言語通級指導教室のための遠隔構音検査システムの開発

Remote Articulation Test System based on WebRTC

勝瀬 郁代[*1], 芳田 拓也[*1], 平島 ユイ子[*2]
Ikuyo MASUDA-KATSUSE[*1], Takuya YOSHIDA[*1], Yuiko HIRASHIMA[*2]
[*1] 近畿大学
[*1]Kindai University
[*2] 国際医療福祉大学
[*2]International University of Health and Welfare
Email: katsuse@fuk.kindai.ac.jp

あらまし： 言語通級指導教室の教員と外部専門家の連携を助ける，遠隔構音検査システムを開発した．提案システムは，WebRTC に基づくマルチメディア通信機能を有しており，外部専門家が遠隔から児童の構音検査等を行うことができる．
キーワード：特別支援教育，マルチメディア活用，教育支援，テレケア

1. はじめに

日本の小・中学校には，軽度の障碍や発達に遅れがある児童生徒に対して通級指導教室が設置されている．通級児童生徒数は年々増加しており，障碍種別では言語障碍が最も多く平成 28 年度には 3 万 6 千人を超えた(1)．このように特別支援教育に対する需要が年々高まっている一方で，教員の専門技術の養成が追いついていない．近年，外部専門家による教育支援や教育相談が試みられているが，教員と外部専門家間の連携はいまだ十分ではない．

そこで我々は，言語通級指導教室の児童が学習内容に沿った反復練習をするための教材システムを開発してきた(2)(3)．Web アプリケーション型システムでは，練習している間に構音検査に必要な音声が自動的に収録された．指導にあたる教員の教育相談を受けている外部専門家は，インターネットを通じていつでもどこでも児童の音声を聴取し，単語構音検査を行うことができた．実地試験の結果，このアプリケーションシステムの利用により，教員と外部専門家の連携が促進される可能性が示唆された(3)．

一方で，このアプリケーションシステムに記録されているのは練習履歴や音声のみで，構音検査の際，子どもが発音している時の口の構えを視覚的に確認できなかった．また，一般に，単語構音検査は絵カードを提示して行われているが，先のアプリケーションシステムでは文字による単語提示が行われていた．

そこで我々は，遠方にいる外部専門家が，対面での構音検査に近い方法で，遠隔から構音検査ができるよう，遠隔構音検査システムのプロトタイプを開発した．

2. システム概要

提案システムには，WebRTC 技術(4)により，映像・音声通信と画像送信を実装した．通信は，言語通級指導教室の児童と外部専門家の間で行われる．

2.1 通信相手の選択

言語通級指導教室と外部専門家の間の通信を実現するために，本システムでは，ウェブ会議室モデルを採用した．児童，外部専門家とも，それぞれの専用ウェブページに「会議室名」と「個人 ID」を入力し，ウェブ会議室に入室する．通信を行える相手は，同じ会議室名を入力した者に限られる．外部専門家側から，同じウェブ会議室に入室している児童を選択し，通信を開始する．

2.2 ピアコネクションの確立

児童と外部専門家の間で，映像・音声通信や画像送信を直接行うために，本システムでは，WebRTC の RTC ピアコネクションを使用した．両者の間でピアコネクションを確立するためには，最初に，両者はいくつかの情報を交換しなければならない．このような情報の仲介をシグナリングサーバーが行う．本研究では，Node.js のライブラリの一つである Soket.IO を使ってシグナリングサーバーを実装した．SDP(Session Description Protocol)のオファー／アンサーが二者間のシグナリングチャンネルで交換され，ブラウザ間でメディアのネゴシエーションが行われる．さらに，一般的に二者のコンピュータは，NAT(Network Address Translation)を介してインターネットに接続されているため，ピアコネクションを確立するためには，NAT を超える必要がある．提案システムでは，NAT 超えのために STUN サーバーを利用した．ブラウザは STUN サーバーから，NAT により割り当てられた IP アドレスとポート番号を取得する．

2.3 メディアの取得と画像送信

ウェブカメラやマイクからの入力は，WebRTC の getUserMedia()を使って取得する．データは SDP によって送られて，ウェブブラウザに表示される．

さらに本システムでは，外部専門家は，必要ならば，絵カードや，音節や文章が書かれた画像データ

を児童のウェブブラウザ上に表示することができる．外部専門家は，自分の PC 上に保存されている画像ファイルを選択し，「画像送信」ボタンを押すと，WebRTC のデータチャネルにより，児童側へ画像が送られ，児童のブラウザ上に表示される（図１）．外部専門家側のブラウザには，送信された画像のサムネイルが表示される（図２）．

3.　今後の課題

本講では，WebRTC に基づく映像・音声通信と画像送信機能を有する遠隔構音検査システムを提案した．遠隔から構音検査ができることで，外部専門家と言語通級指導教室との連携がさらに促進されることが期待できる．まずは，対面による検査に比べ，本システムを使用して行う検査の精度ややりやすさが劣っていないかを確かめる必要がある．Matthews et al. [5] は，Skype を使った言語聴覚療法の容認性を調べ，その有効性を示している．本システムについても同様にテストを行う必要がある．

現在，このプロトタイプシステムをいくつかの言語通級指導教室で試してもらい，改善や要望の聞き取りを行っている．今後，さらに充実した検査が行えるように改良を行う予定である．

また，日本では，平成 30 年度診療報酬改定に向けた検討[6]のひとつに，遠隔医療が挙げられているが，診療報酬上の評価のためには，対面診療に比べて患者に対する医療サービスの質が上がるという科学的なデータが求められている．我々の提案するシステムが，将来，遠隔ケアや遠隔医療にも資することができれば幸いである．

4.　謝辞

本研究は，JSPS 科研費(16K00496)による助成を受けた．

参考文献

(1) 平成 28 年度通級による指導実施状況調査結果について（文部科学省資料）：
http://www.mext.go.jp/a_menu/shotou/tokubetu/material/__icsFiles/afieldfile/2017/04/07/1383567_03.pdf
(2) 勝瀬郁代:“言語通級指導教室における発音指導を支援するシステム”，教育システム情報学会誌，第 34 巻，第 1 号, pp.7-19 （2017）
(3) 勝瀬郁代:“言語通級指導教室における発音指導を支援する Web アプリケーションシステム”，教育システム情報学会誌，第 34 巻，第 1 号, pp.20-31 （2017）
(4) Jhonstron, A. B. and Burnett, D. C. 著，内田直樹監訳:“WebRTC ブラウザベースの P2P 技術”，リックテレコム，東京 （2014）
(5) R. A. Matthews, B. Woll, and M. Clarke:“Researching the acceptability of using Skype to provide Speech and Language Therapy,” International Journal of Integrated Care, 12(4) (2012)
(6) 平成 30 年度診療報酬改定に向けた検討について（厚生労働省提出資料）：
http://healthcare-innovation-forum.jp/pdf/20170417_2.pdf

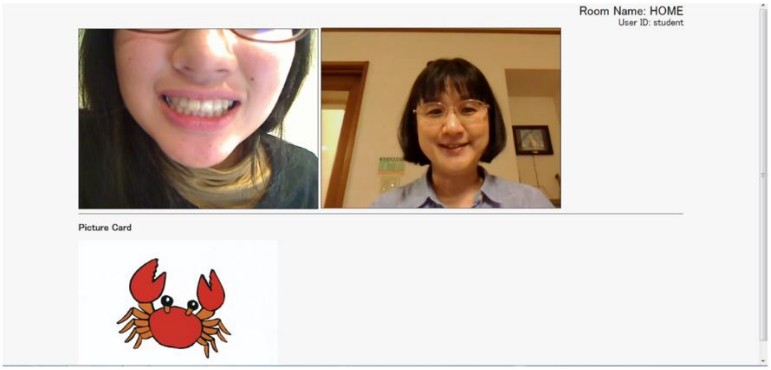


図 1 児童の Web ブラウザ画面の例．左上の映像が児童，その右隣の映像が外部専門家．
外部専門家により送信された画像が映像の下に表示されている．

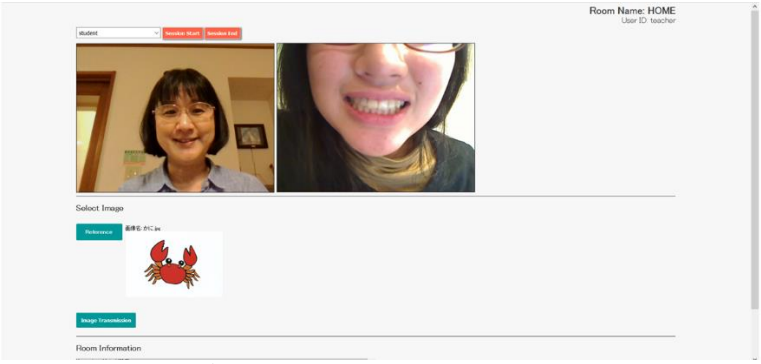


図 2 外部専門家の Web ブラウザ画面の例．左上の映像が外部専門家，その右隣の映像が児童．
外部専門家により送信された画像のサムネイルが映像の下に表示されている．

保育者養成教育における早期体験教育・初年次教育への ICT 活用の検討

Research on the Use of ICT for Early Exposure and First Year Education Practices in Nursery Teacher Training Education

中原　大介[*1]，坂本　毅啓[*2]，佐藤　貴之[*2]
Daisuke NAKAHARA[*1],Takeharu SAKAMOTO[*2],Takayuki SATO[*2]
[*1] 福山平成大学
[*1]Fukuyama Heisei University
[*2] 北九州市立大学
[*2]The University of Kitakyushu
Email: nakahara@heisei-u.ac.jp

あらまし：これまで筆者達は保育者養成教育において模擬保育への ICT 活用を検討してきた．本稿では保育者養成課程における初学者に対し，これまで開発してきた教材が早期体験学習・初年次教育にも活用できるかどうか検討する．
キーワード：保育者養成教育，初学者，早期体験学習，ICT 活用

1. はじめに

これまで筆者らは，保育者養成教育における模擬保育に活用できる動画を中心とした教材開発を行ってきた [(1)]．

近年，保育士不足は大きな問題として社会的に取りあげられ，養成校が担う現場への人材輩出の責は重くなっている．一方で，モチベーションの低い入学者の学業不振や現場とのミスマッチによる早期退職など，様々な問題も見られる．

そこで，学生のモチベーション維持や現場理解を深める為，現場実習の前段階として，「見学実習」や「体験実習」を実施することで，「早期体験教育」に取り組む養成校も増加している．本研究では，保育者養成教育における早期体験教育や初年次教育への ICT 活用の可能性を検討する．

2. 保育者養成教育における早期体験学習，初年次教育

保育士養成課程では，現場実習の実施は厚生労働省の「保育実習実施基準」で「保育実習を行う時期は，原則として，修業年限が 2 年の指定保育士養成施設については第 2 学年の期間内とし，修業年限が 3 年以上の指定保育士養成施設については第 3 学年以降の期間内とする．」とされている[(2)]．その為，早期の実施は困難である．そこで，養成校によって違いはあるが，「体験実習」等を実施し，現場実習以外に保育現場と関わる機会を増やす様に努力している．

医学教育系では早期体験学習が早くから導入されており，早期体験学習は入学後早期の段階で，現場での直接的な体験を通し，動機付けや使命感を体得させること等を目的としたカリキュラム改善の試みであると文部科学省は定義している[(3)]．また，高等教育機関における初年次教育においても，「学問，進路選択に対する動機・方向付け」をねらいの一つとして掲げている[(4)]．同様に保育者養成教育においても，専門職としての質の向上や現場の人材不足から，早期の進路選択への意欲向上や学習意欲向上への試みは大きな課題となっている．

保育者養成教育において，早期体験教育や初年次教育に期待する効果として「『保育者になりたいという意欲』『基本的な生活習慣・マナー』『基本的な読み書き能力』」を高めたり[(5)]，「学習，実習への動機付けを高める役割」[(6)]などが掲げられている．さらに，求められる保育者の専門性として，「自ら学ぶ」「実践を省察できる」「同僚性」などが挙げられている[(7)]．

3. 初学者による模擬保育評価の実施

初学者が上級生の模擬保育を視聴し，評価することによって，学習者がロールモデルを構築し，自身の学習への動機付けを高める効果があるかどうか，平成 29 年度に養成校に入学した学生を初学者として設定し，視聴・評価を実施した．

3.1 本教材の概要

これまで作成してきた教材は模擬保育を撮影し，Web 上で学生が撮影した動画を視聴し，評価を実施するものである．事前に指導案を作成し，授業「教職実践演習」(4 年生配当) 内でカメラを三台設置し、①保育者役，②子ども役，③保育者目線カメラから同時に模擬保育の様子を撮影した [(8)]．Web 上には 10 分に編集した動画をアップロードしている．

3.2 評価の実施状況

評価者は，総数 10 名であった．Web 上での評価を行った学生は 10 名，実施後アンケートの提出があった学生は 9 名，アンケート終了後に聞き取り調査を実施した学生は 6 名であった．

3.3 結果

Web 上での評価実施後の聞き取り調査においては以下の項目について質問を行った。

①本教材を活用することで，模擬保育の様子を具体的にイメージできたか.
②はじめて保育を学ぶ学生にとって，本教材は有用であると考えるか.
③この様な教材を活用してみたいと考えるか.

教材を活用することで,「先生役が（子ども役）一人ひとりに目を向けている様子がわかり，参考になった.」,「言葉で（模擬保育に関する）説明を受けるよりも，映像がある方がイメージしやすかった.」というように模擬保育のイメージは持ちやすくなったと考えられる．また，はじめて模擬保育の実践を見た学生にとっても,「本教材を使用して，模擬保育を行うのは（理解が進み）良いと思う.」というような意見があった．教材の活用については，概ね肯定的な評価が多く「他の模擬保育のバリエーションがあっても良い.」という意見があった.

他の感想の中で，模擬保育での絵本の読み聞かせ場面に対する指摘があった.「先生役の視線が絵本ばかりを見ている.」という感想が，聞き取り及び模擬保育評価の自由記述双方に含まれていた．このことは前回の調査に無かった指摘点であった.

4. 考察

入学間もない学生達に 4 年生が実施した模擬保育を視聴，評価させる事は，初学者自身の学習イメージを高め，見通しを持たせることが分かった．また，将来の学習者としてのロールモデルの構築にも一定寄与すると考えられる.

しかしながら，絵本の読み聞かせ場面において「絵本ばかりを見ている」という指摘は前年度 4 年生が同様の評価を実施した際には見あたらず，初学者である 1 年生が初めて指摘をした．初学者が「気付いた」内容は保育者としての基本ともいえる項目であった．学生が気付いた理由としては,「先生役は子ども達（役）に対し目線に気を配る必要がある」ことは基本的な事柄であり，初学者でもイメージしやすく，指摘しやすかったからだと考えられる.

他方，現場実習も終え，卒業を間近に控えた 4 年生からこの指摘がなかったことについて，既に現場経験があるが故に「慣れてしまっている.」「絵本を読むことに必死になってしまい，視線を向けることが経験上難しい事を知っている.」などといった理由が推測される.

5. おわりに

本教材を「模擬的な早期体験学習」や「初年次教育」としての活用を検討する事で，新たな「気付き」を創出する学習プログラムを提供できる可能性があることがわかった．保育者養成教育において，初学者のモチベーションの維持や現場理解には基礎技能のみならず,「自ら学ぶ姿勢」の獲得が必要となる．その為には自身の「気づき」を他者との共有によって再確認する事が必要である．ICT を活用した本教材は時間や距離を超えて，他者との「気付き」を共有することを可能とする.

初年次教育へ活用することで，初学者に対してはロールモデルの構築や自身の学習に対しての見通しを持つことができる．一方で経験者にとっては，自身が慣れによって見落としがちな視点に関する「気付き」が喚起される．また，初学者は自身の「気付き」の正しさを改めて理解することができる.但し，そこには専門家が介在し，適切な指導を行うことが必要となる．そこで，本教材を活用した以下のような学習モデルが想定される.

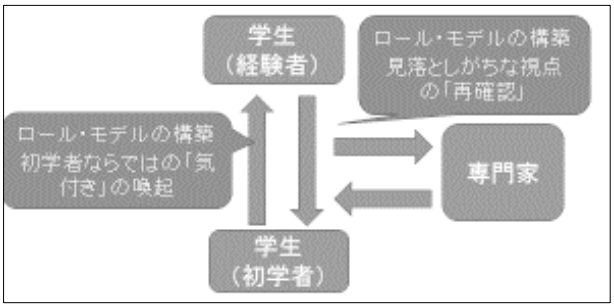


図 1　本教材を活用した「気付き」の学習モデル

今後，本モデルを実証する為の試みを続け，さらに今回得ることのできた初学者ならではのシステムへの意見を検討し，システム面でのさらなる改善を課題としたい.

謝辞

本研究は JSPS 科研費 26330403 の助成を受けたものである.

参考文献

(1) 中原大介，坂本毅啓，佐藤貴之:”模擬保育への ICT 活用とその評価について”,日本保育者養成教育学会第 1 回研究大会　プログラム・抄録集,p.38　(2017)
(2) 厚生労働省:“指定保育士養成施設の指定及び運営の基準について”，http://www.mhlw.go.jp/file/06-seisakujouhou-11900000-Koyoukintoujidoukateikyoku/0000108972.pdf 2017/05/29
(3) 文部科学省:“平成 7 年度　我が国の文教施策”,http://www.mext.go.jp/b_menu/hakusho/html/hpad199501_2_141.html 2017/05/29
(4) 文部科学省:“大学における教育内容等の改革状況について（平成 26 年度）”, http://www.mext.go.jp/a_menu/koutou/daigaku/04052801/1380019.htm 2017/06/29
(5) 上田敏丈，富田昌平.:“保育者養成校における入学前・初年次教育の現状に関する調査”,中国学園紀要，第 9 巻,pp.63-72(2010)
(6) 中原大介:”保育体験実習が学生の学習意欲に及ぼす影響についての一考察”,創発,第 4 巻,pp.95-106(2006)
(7) 全国保育士養成協議会専門委員会:”保育者の専門性についての調査（第 2 報）”,http://www.hoyokyo.or.jp/profile/senmon/seminarreport_26.pdf 2017/05/29
(8) 中原大介，坂本毅啓，佐藤貴之:“保育者養成教育における模擬保育用動画教材の形成的評価”，第 41 回教育システム情報学会全国大会講演論文集，pp.317-318（2016）

SNS 利用に情報リテラシー教育が果たす役割についての研究

Study about the Role Information Literacy Education Achieves in SNS use

池村 努[*1]
Tsutomu IKEMURA[*1]
*1 北陸学院大学短期大学部コミュニティ文化学科
*1 Community and Culture Department, Hokurikugakuin Junior College
Email: ikemura@hokurikugakuin.ac.jp

あらまし：SNS を利用したトラブルは、一時期に比べれば話題になる回数が減りつつあるが、無くなってはいない。また Fake News に代表されるように「ウケるが勝ち」という問題も生じてきている。情報リテラシー教育が SNS 利用にどのような貢献をできるのか考察する。
キーワード：**情報リテラシー教育、SNS、情報モラル**

1. はじめに

スマートフォンの普及に伴い、常時インターネットに接続できる環境整備が進んできている。また契約回線における LTE など高速回線の割合も高まり、本格的なユビキタス社会が実現しつつある。総務省の調べによるとインターネットの利用率は 83％であり、そのおよそ半数をパソコンとスマートフォンの利用が占めている（H28 情報通信白書）。同時に、SNS を利用する割合も増加してきている。ICT 総研の発表によると、2015 年末の日本における SNS 利用者数は 6,500 万人に達し、2018 年には 7,500 万人に達する見込みであると報告されている（2016 年度 SNS 利用動向に関する調査）。世代ごとにみると 20 代では 70％以上が SNS を利用している。30 代になると 65％、40 代では 55％、50 代では 40％となる（H28 情報通信白書）。このように、SNS の利用は若者が主流となっている。

SNS の利用において、若者特有の「ウケたい」という気持ちが、一般社会において「問題あり」捉えられる投稿に繋がることがある。アルバイト先で軽い気持ちから撮影した反社会的ともいえるイタズラ写真を自ら SNS に投稿し、ネット上で拡散したあげく炎上して社会的制裁を受けた例は枚挙にいとまが無い。若者達は仲間内でのみ写真を共有しているつもりであろうが、すぐに拡散、複製され、追跡が行なわれたのち個人情報が特定され、非難を受け炎上するような流れができあがっている。総務省のデータによると SNS の炎上は 2000 年代前半から少なからずあったものの、Twitter や Facebook などが普及し始めた 2010 年頃から一気に増加し、その後 2013 年度をピークに、減少傾向にあることが読み取れる。減少した理由として Twitter や Facebook など SNS の利用方法についての注意喚起が為されたこととの関連が考えられる。しかし減少したとは言えるものの、一定数の炎上は毎年発生している。SNS 利用が一般化した現代に併せて、対策が求められている。

そこで本研究では SNS 利用の現状について確認し、情報リテラシー教育の中で情報マナーや情報モラル教育がどのような役割を果たすことができるかについての確認を行なう。その後本学で必修科目として設定されている「情報機器演習 A」において情報モラル・情報マナーの内容に反映し、学生にフィードバックを行なう。

2. 研究概要

本学の短期大学部学生を対象に SNS 利用状況に関するアンケートを実施する。同時に SNS を利用する上で、知っておくべき特性についての確認を行ない、現状の確認を行なう。

SNS を使用する上で必要となる SNS の特性についての基本的な知識については、総務省「社会課題解決のための新たな ICT サービス・技術への人々の意識に関する調査研究」（平成 27 年）での調査項目を参考に質問項目を設定する。同調査結果を参考にすることで、一般と本学学生との傾向について比較できることを期待している。

表　認知度に関する質問項目

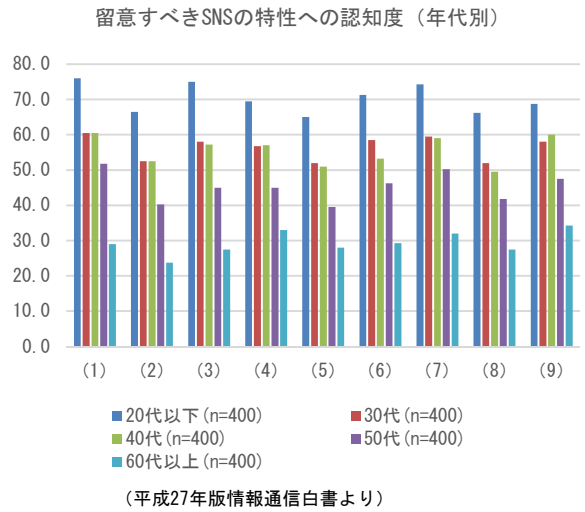
(1)	SNS によっては投稿に位置情報が付くことがある
(2)	SNS によっては、他人がメールアドレスで自分のアカウントを検索できる
(3)	SNS によっては、投稿の公開範囲を設定できる機能がある
(4)	SNS での発言は、匿名で行っていても本人が特定されることがある
(5)	SNS では他人の投稿に自分の名前がタグ付けされると、そこから自分のプロフィール情報等を確認される場合がある
(6)	SNS によっては設定変更しないと、プロフィールに登録した情報等が全てのユーザーに公開される場合がある
(7)	SNS では、過去の発言を遡ることで趣味や嗜好などが知られてしまうことがある
(8)	SNS では、自分の発言を限定公開していても他人に共有（リツイート等）されると公開される場合がある
(9)	SNS で一度発言した内容は、インターネット上から削除されないことがある

アンケート結果を元に傾向を分析し、情報モラル・マナー教育に反映する。モラル・マナー教育の中に情報処理推進機構が提供している WEB 教材を組み合わせることで、より効果的なモラル・マナー教育

実現を模索する。

参考とした「社会課題解決のための新たな ICT サービス・技術への人々の意識に関する調査研究」の 20 代以下についての結果では、(2)「SNS によっては、他人がメールアドレスで自分のアカウントを検索できる」、(5)「SNS では他人の投稿に自分の名前がタグ付けされると、そこから自分のプロフィール情報等を確認される場合がある」、(8)「SNS では、自分の発言を限定公開していても他人に共有（リツイート等）されると公開される場合がある」、(9)「SNS で一度発言した内容は、インターネット上から削除されないことがある」に対する認知度が低い傾向が見られた。本学で実施したアンケート結果でもほぼ同様の傾向が見られ、SNS の特性に対する認識が足りないことが確認できた。一方、親の年代とも言える 40 代～50 代では 20 代以下以上に認識が足りないことが確認できた。さらに 60 代以上では 20 代以下に比べて半分程度の認知度しかないケースもみられた。このことから学生に対する情報モラル・マナー教育に加えて、保護者向けに認知度向上を図る取り組みが必要であることが読み取れてきた。

本研究では保護者対象の取り組みは予定していないため除外するが、保護者に対しても何らかの形で SNS 利用の注意点について説明を行なっていく必要がある。



（平成27年版情報通信白書より）

3.　授業概要

本学学生に対する情報モラル・マナー教育は入学時のオリエンテーション期間に実施されるコンピュータルーム利用オリエンテーションで概略を説明している。しかし極めて短時間で行なわれていることと、情報量が多くなっているため、別途「情報機器演習 A」にてモラル・マナー教育の時間を取っている。

「情報機器演習 A」では情報モラル・マナー教育と、情報リテラシー教育として Microsoft Office の学習を行なっている。15 回授業の内、学内環境についての説明と学習、ウィンドウズの操作および情報モラル・マナー教育は最初の 2 回に分けて行ない、残りの 13 回分は Excel と Word について行なっている。テキストは「情報倫理ハンドブック（noa 出版）」と「実践ドリルで学ぶ Office 活用術（noa 出版）」を用いている。「情報倫理ハンドブック」では現代社会で必要となる知識が記載されているために、系統立てて学ぶことができるようになっている。特にネットコミュニケーションについて、メールや SNS の使い方などを含めて重点的に取り上げられている。授業進行として、はじめの 2 回が終了した段階で、学習内容を確認するための小テストを実施している。この結果も参考にしながら、必要に応じて情報モラル・マナー教育をくり返し行なっている。

Excel と Word については、作表・関数利用・グラフを用いた分析と、Word 文書に Excel で作成したグラフを挿入する練習を行なっている。情報マナーの復習として、メール添付による課題提出などを加えることにより、情報モラル・マナー教育の振り返りについても行なっている。

4.　現状の課題と考察

現在大学に在籍している学生は、インターネットを使用し、スマートフォンが身近に存在するのが当たり前の世代、所謂「デジタルネイティブ」である。何か分からないことがあっても、インターネット上の検索窓にキーワードを打ち込めば、即座に何らかの回答が得られるようになっている。携帯電話やスマートフォンも高等学校在学中にはすでに手にしていて、仲間内で連絡を取り合うときには LINE などの SNS を用いることが自然になってきている。一方で親や教師側は、情報モラル教育が後手に回っているとも言える。学生達が SNS の特性を理解し、安全に活用するには、保護者や教員側の理解が重要であると考える。

今回の研究では、学生達は SNS に対して一定の知識を持っていることが確認できた。授業内での振り返りについても、情報通信白書の調査結果を裏付けるものが得られた。しかし一時的な感情の昂ぶりから、感情的な投稿をしてしまうということも散見される。感情的になってしまいそうなときにも適切な使用を心がけられるような使用上のアドバイスをしていくことが望ましい。今後の課題として取り組んでいきたい。

SNS 利用が一般化している現代だからこそ、情報リテラシー教育を通じて情報モラル・マナー教育に取り組む必要性が感じられた。

学内ネットワークシステムで配信した課題の学習効果の検証

A Verification of the Effect of the Supplemental Contents Sending in the Intra-School Network for the Efficient Class Lesson

岩田　建[*1]，年森　敦子[*1,*2]
Taro KYOIKU[*1], Hanako JOHO[*2]
[*1] 鎌倉女子大学家政学部
[*1] Faculty of Family and Consumer Sciences, Kamakura Women's University
[*2] 鎌倉女子大学情報教育センター
[*2] Information Education Center, Kamakura Women's University
Email: ken-iwata@kamakura-u.ac.jp

あらまし：学内ネットワークに授業内容のサマリーや小テストなどを配信しておけば，必要に応じて学生が確認して学習でき，より授業内容の浸透が図れるのではないかと考えている．今回，実験的に 1 年生の必修科目を基盤として，テキスト形式で授業概要と小テストを別に配信し，授業概要にどの程度の閲覧が期待できるのか，それが小テストの結果に反映するのかどうか，基礎的なデータの収得を試みた結果について報告する．
キーワード：インターネット配信，LMS 活用，サマリー配信，課題配信

1. はじめに

大学の授業においては，授業内容の理解を促し授業内容の浸透を図るための補助手段として，学内ネットワークシステムなどで，授業の概要や課題などを配信して利便を図る方法が考えられる．実際，インターネットを利用した e-learning などでは多大な効果が報告されている（1－3）．

鎌倉女子大学でも，特に厚生労働省が管轄する資格に関連する科目などにおいては，履修を担保するうえで，授業に出席していた学生のみならず，授業を欠席していた学生についても，授業内容の確実な浸透が求められる傾向が強くなってきている．これを解決する手段として，学内ネットワークシステムである Communication Networking Service（CNS）を LMS として活用し，授業の概要や課題などを配信して利便を図る方法が考えられた．

この方法の効果を検証し，より効率的な配信を実現するために，まず，自身の担当する 1 年生の必修科目を基盤として，実験的にテキスト形式で授業概要と小テストを別に配信し，授業概要にどの程度の閲覧が期待できるのか，それが小テストの結果に反映するのかどうか，基礎的なデータの収得を試みた．

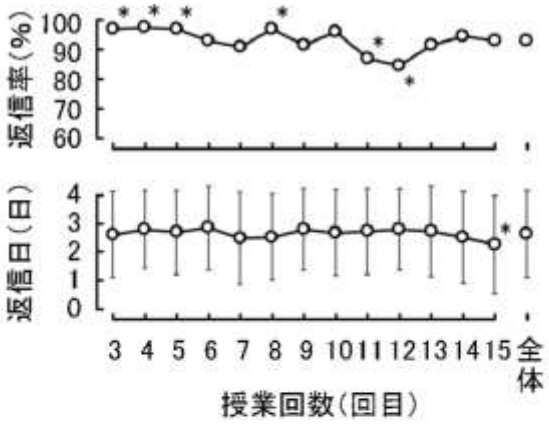
2. 実施概要

基盤となった授業は学部の 1 年を対象にした必修科目（微生物学）で，授業は受講 134 名に対し 3 クラスに分かれ，毎木曜午後の 3 コマであった．CNS 上に配信した課題はテキスト形式で“小テスト”「得点を成績に反映させる」ことを通知して“回答”の返信を義務とした授業に関連した問題（毎回 10 問）と，“授業概要”授業内容とほぼ同じで，解説や発展事項などを除き 10 行～30 行程度にまとめたもので，こちらは「授業概要の利用と成績とは一切関係ない」ことを通知し，“確認”の返信を義務としない 2 種類であり，2016 年 10 月 13 日（授業 3 回目）～2017 年 02 月 06 日（授業 15 回目）の計 13 回実施した．配信はクラスに関係無く授業当日の正午 12 時で，返信期限は祝祭日などに関係無く，翌月曜日（配信 4 日後）の 23 時 55 分とした．今回，データの使用に同意が得られた 131 名のものに限定して集計した結果をまとめた．また，本研究は，鎌倉女子大学学術研究所助成研究「講義収録・教材コンテンツシステムを利用した授業の実践と教育効果の検証（平成 27 年度～平成 29 年度）」に基づき，その基礎データの収集を目的としており，倫理審査による承認を受けている（鎌倉-14021）．

3. 結果

今回の検討において，小テストと授業概要はそれぞれ全 13 回，各 1,703 配信した．これに対し，小テストの回答は 1,571 返信，授業概要の確認は 782 返信あり，返信率は，それぞれ 92.2%，45.9%であった．配信当日（木曜日）を 0 日，返信の締切日（月曜日）を 4 日として返信にかかった平均日数を計算した（図 1）．定期試験直前の最終回である第 15 回を除き，返信にかかる日数はほぼ一定であった．また，授業概要の確認ほうが小テストの回答よりも返信までの日数が短かったが（$p<0.05$ で有意差有り），これは，もともと「授業概要で授業内容を確認してから，小テストに取り組んでもらう」ことを意図して配信しており，こちらの意図した結果になったものではないかと考えられた．また，学園祭やクリスマスなどのイベントの直前に小テストの回答の返信率が下がっており，さらに，回を追うごとに，小テストの回答の返信率が低下する傾向にあったが，これも，事前の予想の範囲内と考えられた．

(A) 小テストの回答の返信率と返信日



(B) 授業概要の確認の返信率と返信日

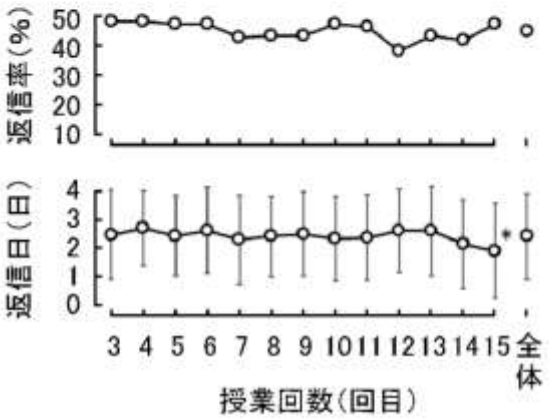


図 1　各課題の返信率と返信日の推移
返信日は返信された場合のみで計算した．図中の＊は, 全体の平均に対し $p<0.05$ で有意差有りを示した．7 回目は学園祭の直前，12 回目は年内の授業終了日でクリスマスの直前であった．また 15 回目の 9 日後に定期試験が実施された．

次に，学生がいつ頃，課題に取り組んでいるのかを確認するために，小テストの回答の返信日を集計した．比較的早く課題を実行して返信するタイプと最終日に課題を実行するタイプの学生がいることが予想できたため, 小テスト全 13 回中 7 回以上の回答を配信当日か翌日に返信している“早い”グループ, 7 回以上の回答を締切日前日か締切日に返信している“遅い”グループ，そして，そのどちらにも属さない“中間”グループとして集計しなおし、それぞれに分類した（表 1）.

表 1 に示したように，提出の“早い”学生グループが全体の約 20%，“中間”グループが約 20%，“遅い”グループが約 60%であった．提出の“早い”グループは回答の 75%以上を当日か翌日に返信し，“遅い”グループは回答の約 70%を締切日に返信していた．

表 1　返信日によるグループ分類

グループ	返信日別返信率(%) 0日 木	1日 金	2日 土	3日 日	4日 月	割合 (%)
早い	36	41	8	6	8	21.4 (28人)
中間	15	21	22	15	28	20.6 (27人)
遅い	5	6	6	14	70	58.0 (76人)

さらに，このグループ分類とは別に，小テストの回答の返信と授業概要の確認の返信との関連を確認することにした．授業概要の確認をほぼ毎回返信する学生と，全く返信しない学生が目立ったため，授業概要の確認の返信が全13回中7回以上を返信している“返信”グループと, 7 回未満である“無視”グループとに分けて集計しなおし，それぞれのグループの小テストの回答の返信数を比較した（表 2）.

表 2　課題別返信数によるグループ分類
表中の＊は $p<0.05$ で有意差有りを示した. 返信数は各人の返信数を基にしたグループの平均と標準偏差を示した.

グループ	人数割合 (%)	授業概要 返信数(回)	小テスト 返信数(回)
返信	45.0 (59人)	11.6±1.4	12.4±0.8 ＊
無視	55.0 (72人)	0.9±1.4	11.9±1.8 ＊

この結果から，強制のない授業概要の確認を返信する学生グループと，全く返信しない学生グループに 2 分されることが分かった．また，授業概要の確認を返信している“返信”グループは，返信していない“無視”グループに比べ，強制のある小テストの回答の返信数も多いことが分かった.

以上の結果報告に加え，発表においては，それぞれのグループ別に小テストの得点を集計した結果も併せて比較した検証結果の報告を行う予定である.

参考文献

(1) 田中健太，金澤秀知，新井哲平， et al. : “学習者の個性に合わせた e-Learning 教材の効果”，信学技報，Vol.105, No.488, pp.59-64 (2005)
(2) 野澤健，清水裕子 : “学習者アンケートからみる e ラーニングの学習態度と効果，立命館経済学，Vol.60, No.6, pp.44-54 (2012)
(3) 緒方広明，殷成久，毛利考佑， et al. : “教育ビッグデータの利活用に向けた学習ログの蓄積と分析”，教育システム情報学会誌， Vol.33, No.2, pp.58-66(2016)

出前授業を通じた特別支援学校教員への技術教育と意識改革への取り組み

Reform of Consciousness and Technology Education of Special Support School Teachers through Delivery Classes

舩木 英岳[*1]，丹下 裕[*1]，福井 繁雄[*1]，畑 亮次[*1]，木下 博美[*2]
Hidetake FUNAKI[*1], Yutaka TANGE[*1], Shigeo FUKUI[*1], Ryoji HATA[*1], Hiromi KISHITA[*2]
[*1] 舞鶴工業高等専門学校
[*1]National Institute of Technology, Maizuru College
[*2] 京都府立舞鶴支援学校
[*2]Kyoto Prefectural Special Support School in Maizuru
Email: funaki@maizuru-ct.ac.jp

あらまし：本取り組みでは，「支援学校教員に対してモノづくり力の向上を図る出前授業を実施する」ことで，各自でニーズを解決できる力を養成し，モノづくりへの意識改革を試みた．出前授業の実施前に，支援学校を訪問して現状調査を行い，要望が多いスイッチ教材を題材とした．その結果，出前授業の回数を重ねる毎に教員の取り組む姿勢が変わり，ある一定の技術力の向上が見られたため，教員のモノづくりへの意識の変化について報告する．

キーワード：出前授業，支援学校教員，技術教育，意識改革

1. はじめに

筆者らは，これまでに地域の支援学校等が抱える様々なニーズに対して，高専生の柔軟な発想とモノづくり力を生かし，研究室単位でその問題解決を図ってきた [1)]．しかし，現状では配属される学生数が限られており，すべてのニーズに答えることができない．また，学生の教育的な取り組みでもあるため製品が完成するまでに時間がかかり，新たな手段を考える必要があった．

そこで筆者らは，平成 25 年から「支援学校教員に対してモノづくり力の向上を図る出前授業を実施する」ことで，自らニーズを解決できる力を養成し，支援学校教員のモノづくりに対する意識改革を試みている [2)]．本稿では，取り組み 4 年間の事例を紹介するとともに，支援学校教員に対するモノづくりへの意識の変化について報告する．

2. モノづくり力の向上のための取り組み

本取り組みでは,「支援学校教員に対してモノづくり力の向上を図る出前授業を実施する」ことで，支援学校教員のニーズを各自で解決する力を養成することを目指し，出前授業において実際に使用できる機器を自分たちで製作することにより,『十分な台数の確保』と，『故障時のメンテナンス技術の習得』,『新たなニーズへの発展』に繋げる．

出前授業を実施するに当たり，特別支援学校を訪問して現状調査を行い，支援学校教員から現場の声を聞き，要望が多いスイッチ教材を題材とした．それに基づき，高専教職員が力を合わせることでスピーディーに問題を解決し，専門知識がない支援学校教員にも理解できるような出前授業を企画して実施した．

3. 取り組みに期待する効果

出前授業では,以下のような効果を期待している．

［支援学校教員側］

（１）現場で使用できる機器の台数を確保する．

（２）実際に支援学校教員がモノづくりを行うことで，作った機器に愛着が沸き，改良の要望を促す．

（３）支援学校教員は，モノづくりの喜びや達成感を得ることができるため，今後の支援学校の活性化に繋がる．

（４）支援学校教員は，定期的に転勤があるが，学んだ技術を次の職場で生かすことができる．

［高専教職員側］

（５）高専教職員は小・中学校，高校と異なり，転勤がないため，長く地域の支援学校と付き合うことができる．そのため，現場で必要とされるモノづくりに関わることができ，地域貢献の拠点づくりができる．

4. 出前授業における製作物の紹介

表 1 は，これまでに実施した出前授業の一覧を示す．支援学校教員に対する出前授業は，平成 25 年か

表１　これまでに実施した出前授業

回数	出前授業の講座名
1	ハンダ基礎講座
2	100Vスイッチの製作
3	ラッチ&タイマーの製作
4	マウスの改造と引っ張りスイッチの製作
5	音声/呼気スイッチとBDアダプターの製作
6	握りスイッチ&タイマーの製作
7	打楽器を叩くスイッチの製作

ら年 1～2 回程度実施している．実施方法としては，支援学校教員が時間の余裕がある夏休みや年末，年度末が多く，4 時間程度の作業時間が確保できるような日程を設定した．

平成 28 年度の出前授業では，『握りスイッチとタイマーの製作』と『打楽器を叩くスイッチの製作』を行った．製作物の一例として，後者について紹介する．打楽器を叩くスイッチは，ソレノイドを ON/OFF することで打楽器を叩くスイッチのことである．支援学校教員より，文化祭において太鼓や木琴等の打楽器を叩きたいという要望があったため，出前授業で製作することになった．支援学校等で製作されている打楽器スイッチでは，スイッチと電池，ソレノイドが直列に接続されているため，市販スイッチを使用した場合はスイッチに大電流が流れてしまい，故障することがあった．そこで，リレー回路を用いることでスイッチ側とソレノイド側を分離して市販スイッチを使用できるようにした．

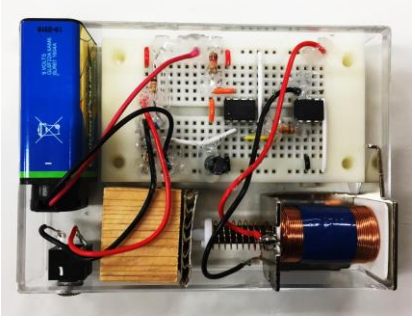


図 1　打楽器を叩くスイッチ

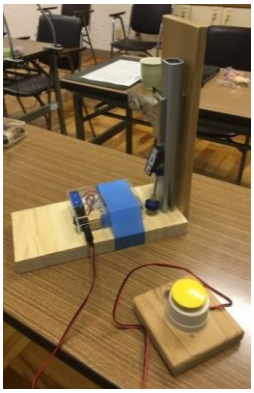


図 2　打楽器を叩くスイッチの使用例

図 3　製作会の様子

5.　アンケートの結果

出前授業後に，支援学校教員に「受講の目的」，「授業の内容」，「難易度」，「講師の説明」の 4 項目と自由記述欄を設けたアンケートを実施した．

「受講の主な目的」は，現在の仕事に生かすために参加している教員が 61%であり，残りは将来の仕事に備えて，もしくは自己啓発のためである．参加した教員のほとんどが，製作した物を授業に生かしたいと回答している．『授業の内容』は，全員が適切だったと回答している．『難易度』については，適切が 56%であった．これは，出前授業に初めて参加する教員や参加回数が少ない教員がおり，経験が浅いためである．『講師の説明』については，全員の回答が，分かりやすかった，あるいは，大変分かりやすかったであった．自由記述欄には，様々な要望や感想が書かれている．以下に一例を示す．

・スプレー缶を押せるスイッチがほしい．
・片手で簡単に扱えるコンパスがほしい．
・回路的なことが図を見て分かるようになった．
・半田付け、テスターが使えるようになった．

出前授業では，教員同士が互いに教え合う姿や会話の中で「〇〇」には自信があるといった発言が多くなった．また，出前授業で製作したものは，配布資料を見ながらなら修理ができるという話も多数聞こえてくる．これは出前授業の参加回数を重ねることに参加教員の技術力が向上し，教員のモノづくりに対する意識が変わったことによると考えられる．

6.　まとめ

本取り組みでは，「支援学校教員に対してモノづくり力の向上を図る出前授業を実施する」ことで，各自でニーズを解決できる力を養成し，モノづくりへの意識改革を試みた．出前授業の実施前に，支援学校を訪問して現状調査を行い，要望が多いスイッチ教材を題材とした．その結果，出前授業の回数を重ねる毎に教員の取り組む姿勢が変わり，ある一定の技術力の向上が見られ，教員のモノづくりへの意識が実施前と比較すると前向きになった．今後も取り組みを続けることで，確実な技術力を身に付けることができるように指導していく．

7.　謝辞

本取り組みは，「舞鶴高専　大学 COC 事業」の助成を受けて実施している．ここに付記し，感謝の意を表す．

参考文献

(1)　丹下裕，舩木英岳，三原健二，「地域貢献を目指した学生の実践的教育の試み」，論文集「高専教育」，第 35 号，pp.49-54，(2012.3).
(2)　丹下裕，舩木英岳，福井繁雄，古林達哉:「支援学校教員に対するモノづくり力の向上を目指した出前授業」，平成 26 年度全国高専教育フォーラム教育研究活動発表概要集，p.468-469(2014).

e ラーニングから見えた大学間単位互換事業の課題

Agendas found in e-Learning Activity of Interuniversity Credit Transfer Systems

阿部　一晴[*1]，　馬渡　明[*2]，　福廣　張順[*2]，後藤　充弘[*3]
Issei ABE[*1]，Akira MAWATARI[*2]，Harunobu FUKUHIRO[*2]，Mitsuhiro GOTO[*3]
*1 京都光華女子大学 キャリア形成学部
*2 公益財団法人大学コンソーシアム京都 教育事業部　*3 同 調査広報事業部
Email: i_abe@koka.ac.jp*1

あらまし：大学コンソーシアム京都における大学間連携主要事業に，加盟大学等による単位互換がある．2011 年度からは「e 京都ラーニング」という名称で e ラーニング授業も提供しており，事業全体における e ラーニングの受講率も高まっている．しかし，ここ数年単位互換事業に対する期待や環境も変化しており，e ラーニングの制約や限界といったものも見えてきた．こういった点を踏まえた大学間単位互換事業の現状と課題について報告する．

キーワード：単位互換授業，大学間連携，コンソーシアム，e ラーニング，PBL

1. はじめに

大学コンソーシアム京都は，1998 年 3 月に文部大臣（当時）より財団法人（2010 年より公益財団法人に移行）としての設立認可を受けた．法人格を持つ大学コンソーシアムとして，全国最大規模の事業を展開している．現在の事業は，単位互換，生涯学習，インターンシップ，高大連携・接続，FD，SD，国際連携，京都学生祭典，京都国際学生映画祭，大学地域連携・大学都市政策，全国大学コンソーシアム協議会，勤労学生援助など多岐に渡っている．この中でも加盟大学相互の単位互換事業は，財団の前身である「京都・大学センター」設立当初に開始された中核事業である．提供科目数は 500 科目前後とあまり変化がないものの，ピーク時は年間のべ 10,000 名を超える受講者があったが，ここ数年受講者数は縮小傾向にある．これとは別に「京(みやこ)カレッジ」という名称で提供している社会人向けの生涯学習に毎年のべ約 2,000 名の出願があり，このうち一部科目は単位互換事業に相乗りという形での受講となっている．2011 年度からは，新たに e ラーニングによる単位互換授業の提供が加わった．

単位互換事業全体の受講規模縮小に伴い，相対的に e ラーニングの受講率が高まっているが，開始当初の「教養教育の共有化」という目的を含め，大学コンソーシアム京都内で今後の e ラーニング事業の方向性を明確に定めることができていないという問題もある．また，単位互換制度そのものを取り巻く環境も大きく変化していることもあり，e ラーニングに関しては新規科目提供を中止するとともに 2018 年度を以て，一旦事業そのものを中断することとした．

2. 単位互換事業の概要

大学コンソーシアム京都が実施している単位互換事業は，他大学が開講する科目を履修し，修得した単位が所属大学の単位として認定される制度である．学生の幅広い関心や興味に応じて，文化，芸術，政治，経済，自然科学など，複数の学問分野にわたる科目を 10 テーマに分類し提供している．

この単位互換事業には，約 50 大学・短期大学が単位互換包括協定を締結し，毎年 500 科目前後を提供している．受講者数は，ピークであった 2001 年度にのべ 14,000 名を超える出願，10,000 名を超える受講があった．

ここ数年の推移（京カレッジを除く単位互換生のみ）を見てみると，2013 年度は 540 科目を提供し 4,952 名が受講，2014 年度は 516 科目提供，4,702 名が受講，2015 年度は 589 科目提供，3,412 名が受講した．2016 年度は提供科目数が 457 科目と大きく減少したものの 3,120 名の受講があった．全体の受講者数はここ数年減少しているが，それでも年間のべ 3,000 名を超える規模の受講者規模を維持している．提供科目数，受講者数ともに，大学間の単位互換制度としては日本最大である．

3. e ラーニングへの取り組み

単位互換 e ラーニング科目は，2008 年度～2010 年度に文科省　戦略的大学連携支援事業として採択を受け，加盟大学のうち 10 大学・短期大学の共同事業で構築した連携 e ラーニングシステムと制度が基になっている．この共同事業では，「e(いー)京都(こと)ラーニング」という名称のシステムを立ち上げ，2010 年度に遠隔講義による同期型授業と VOD による非同期型授業を試行提供し，連携校学生に限定した単位互換による授業提供を開始した．3 年間の文科省補助事業終了後，構築したシステムおよび授業コンテンツ等は，大学コンソーシアム京都の単位互換事業に引き継がれ，受講対象も単位互換制度の包括協定をしている約 50 の大学・短期大学全体に拡大した．通常の単位互換事業に組み入れられて以降の

2011 年度から引き続き単位互換制度の一環として，e ラーニング科目（非同期型 VOD 授業と教室での集合授業・VOD を組み合わせたブレンディッド型授業）の提供をおこなっている．科目提供大学数・提供科目数とも大きな変化はないが，ここ数年単位互換事業全体の出願・受講者数が減少する中，表 1・図 1 に示すとおり e ラーニングが占める割合が相対的に拡大し，その役割がある意味重要になってきているとも考えられる．

表 1：単位互換受講者数推移

	2012	2013	2014	2015	2016
単位互換受講者数	5,601	4,952	4,702	3,412	3,120
eラーニング受講者数	974	808	974	695	567
eラーニング受講率	17.4%	16.3%	20.7%	20.4%	18.2%

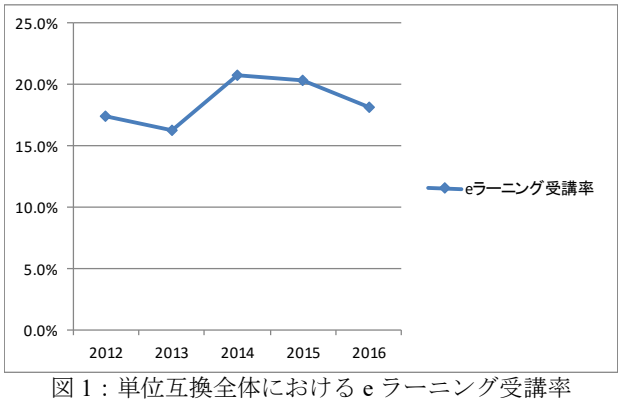


図 1：単位互換全体における e ラーニング受講率

この間 e ラーニングによる提供科目は，2012 年度 14 科目，2013 年度 17 科目，2014 年度 16 科目，2015 年度 15 科目と微増微減はしているもののあまり変化はない．2016 年度の提供科目と受講者数は表 2 のとおりである．新規科目追加を停止したこともあり，提供科目は 13 科目と更に縮小したため，受講者数も対前年比大幅減少となった．

表 2：2016 年度 e ラーニング提供科目

科目名	受講者数
京都学：京都の食文化を知る	92
日本伝統文化論：雅楽はどこからきたのか	2
文学作品をよむ『小倉百人一首』の世界　一鑑賞と研究の違いをふまえて一	78
コミュニケーション論	186
仏教学入門	29
数の理解	25
eビジネス論	9
情報処理技術	19
コンピューティングファンダメンタルズ	33
経営情報論	38
消費者取引と大学生～理論と実際の対策～	22
リビングオンライン	6
キャリア形成論	28
合計	567

科目によって受講者が数名から 200 名弱と幅がある．また，科目内容もある意味多岐に渡っていると言えないこともないが，前身となった戦略的大学連携事業時の「教養教育の共有共用化」という目的には少しほど遠い現状と言わざるを得ない．

一方，連携事業で導入したサーバ類が稼働 7 年を経過し老朽化し，それらの更新が急務となっていたが，2016 年 3 月の春期休業期間中に当初計画から一年遅れでシステムの再構築をおこなった．これらにも多大な費用が必要となった．

4.　単位互換事業の課題

大学コンソーシアム京都では，先の中期計画を通じて新設された教育事業企画検討委員会を中心に，単位互換を含む教育事業の現状分析と課題検討をおこなっている．その中で，これまでの量の拡大を目指す単位互換から，真に意味のある単位互換への質的転換といったものも議論されている．参加各大学においても昨今のカリキュラム厳格化等の流れから，他大学が提供する科目の受講（特に単位認定の位置づけ）の意味が変化してきている．

こういった中，これまでの単に各大学が開講している科目の相互提供ではなく，より特色のある科目，複数大学の学生が受講するからこそ意味のある学びができる科目へのシフトが必要であると考えている．その対応として，「プラザ科目」と呼ばれる主に夜間・休日に京都駅前のキャンパスプラザで開講される科目の充実が挙げられる．これらは加盟各大学の教員が特色ある科目の提案を申請し，委員の審査により認められれば開設できるものである．2016 年度も京都の歴史や文化などをテーマとした特色ある 59 科目が提供されている．また，2015 年度からは「京都世界文化遺産 PBL 科目」という京都における単位互換ならではの特色ある科目を新設した．これらは，京都にある世界遺産をフィールドに，問題解決型の授業を展開するものである．2016 年度も 6 大学から 7 科目が提供され 94 名（単位互換受講生は 28 名）の受講があった．

5.　まとめ

大学コンソーシアム京都の主要事業として長期に渡り取り組んできた単位互換事業であるが，昨今の大学教育を取り巻く環境の変化等から，大きな曲がり角を迎えているとも言える．単なる各大学授業の相互提供から，より特色があり意味のある単位互換事業を目指していかなければならないことは間違いない．内容としての改革は，前述した「プラザ科目」「京都世界文化遺産 PBL 科目」などの充実が一つの方向ではあるが，それらをより効果的に実現するプラットフォームとして，e ラーニングを活用するといった，授業方法の改革といったものも合わせて考えられるのではないだろうか．

参考文献

(1) 阿部一晴，前田昭吾，馬渡明，後藤充弘：“大学コンソーシアム京都単位互換 e ラーニングシステムの再構築”，教育システム情報学会，第 41 回全国大会講演論文集，pp.79-80，(2016)
(2) 阿部一晴，林龍徳：“大学コンソーシアム京都単位互換事業における e ラーニングの課題”，教育システム情報学会，第 39 回全国大会講演論文集，pp.457-458，(2014)
(3) 公益財団法人大学コンソーシアム京都，http://www.consortium.or.jp/（2017）
(4) e 京都ラーニング，https://el.consortium.or.jp/（2017）

地域連携型授業でめざす社会人基礎力育成

Fostering fundamental skill of social workers aiming for community collaborative class

川田　博美
Hiromi　KAWADA[*1]

名古屋女子大学短期大学部
College of Nagoya Women's University

あらまし：教科『地域貢献演習』の目的は、「社会人基礎力」の育成である。それを踏まえて、2013 年度からは、「社会人基礎力」をもとにした 3 つの選択パターンを設定し、運用を開始した。学生に選択を促した 3 つのプロジェクトは①前に踏み出す力（アクション）を育むことを目標とする「セルフ・セレクト・プロジェクト」（地域貢献活動参加型サービスラーニング）②考え抜く力（シンキング）を育むことを目標とする「オリジナル・プランニング・プロジェクト」（教員協働型サービスラーニング）③チームで働く力（チームワーク）を育むことを目標とする「春待ち小町プロジェクト」（地域団体協働型サービスラーニング）である。特にチームで働く力（チームワーク）を育むことを目標とする「春待ち小町プロジェクト」（地域団体協働型サービスラーニング）では、地域貢献ボランティア育成団体と協働してイベントを企画・運営する。前・後期各 40 時間の活動時間を利用して、8 月の「春待ち小町マルシェ」を学外会場で、1 月の「春待ち小町」を本学会場で開催する。この活動を通じて、発信力、傾聴力、柔軟性、情況把握力、規律性、ストレスコントロール力といった、「チームで働く力」を身に付けさせ、評価は、協働する地域団体が行う。2014 年度からは、2 年次履修者を対象として、学びの場としての『街なか・サテライト（アクティブ・キャンパス）』を学外などに求め、本学科各コース専修者としてふさわしい専門性の保証と学生個人の能力アップを目指した『生活学科アクティブ・ラーニング・プロジェクト』を展開し始めた [(1) ~ (8)]。こちらも評価は、協働する地域団体が行う。社会人基礎力を養うこれらのプログラムにおいていかに客観評価が行われるかが教科運営の重要なポイントの一つである。ここではこの取り組みを希望する学生の社会人基礎力についての自己分析を検討する。

キーワード：短大教育，協働型サービスラーニング，社会人基礎力育成，アクティブラーニング

1.　はじめに

教科『地域貢献演習（入門・基礎・実践・応用)』は、短期大学での正課の授業で「社会人基礎力」を育むための実践的な取り組みにリンクした形で 2013 年度よりの新カリキュラムで設定したものである。1 年次の 2 セメスタは必修科目として短期大学部生活学科（生活情報コース、食生活コース、ファッションデザインコース)の学生が全員履修する。

教科『地域貢献演習』を「協働型サービスラーニング」の場としていく目的と期待されるその効果としては、

(1) 短大の 1、2 年生を対象に実施することで、学生一人ひとりが自らにとって将来必要な学習の意味を確認し、地域や社会問題への関心を広げ、グループでの協同学習で基礎的な力をつける。

(2)実践的な情報技術教育への導入教育としてモチベーションを高めるとともに、ＩＴ環境への理解を深め、より実践力の高い専門職養成を図る。

(3)大学と地域団体との連携によるコミュニケーション教育プラットフォームを構築することで、効果的な協働型サービスラーニングのプログラム開発および評価体制を構築する、ことなどがある [(1)]。

学生は入学後まもなく行われる「地域貢献演習」のガイダンスへの参加を経て 10 種類のプロジェクトの中から 1 つを選択し、1 年間その授業に参加する。中でも「春待ち小町プロジェクト」はほかのプロジェクトが 11 名定員なのに対し、41 名定員として最も多くの学生が所属する。そのプロジェクトを希望する学生の「社会人基礎力」に対する関心度を調査した。

2.「春待ち小町プロジェクト」で身に付ける『チームで働く力』

「春待ち小町プロジェクト」で習得を目指す社会人基礎力の「チームで働く力」（チームワーク）（多様な人とともに、目標に向けて協力する力）は、職場や地域社会等では、仕事の専門化や細分化が進展しており、個人として、また組織としての付加価値を創り出すためには、多様な人との協働が求められ、自分の意見を的確に伝え、意見や立場の異なるメンバーも尊重した上で、目標に向けともに協力することが必要である、ということから、次の 6 つの能力要素が設定された [(6)]。

(1)「発信力」は、自分の意見をわかりやすく伝える力で、自分の意見を整理した上で、相手に理解してもらうように的確に伝える能力である。

(2)「傾聴力」は、相手の意見を丁寧に聴く力で、相手の話しやすい環境をつくり、適切なタイミングで質問するなど相手の意見を引き出す能力である。

(3)「柔軟性」は、意見の違いや立場の違いを理解する力で、自分のルールややり方に固執するのではなく、相手の意見や立場を尊重し理解する能力である。

(4)「情況把握力」は、自分と周囲の人々や物事との関係性を理解する力で、チームで仕事をするとき、自分がどのような役割を果たすべきかを理解する能力である。
(5)「規律性」は、社会のルールや人との約束を守る力で、状況に応じて、社会のルールに則って自らの発言や行動を適切に律する能力である。
(6)「ストレスコントロール力」は、ストレスの発生源に対応する力で、ストレスを感じることがあっても、成長の機会だとポジティブに捉えて肩の力を抜いて対応する能力である。

3.「チームで働く力」に対する状況

調査対象は、「春待ち小町プロジェクト」を選択履修する1年生35名、2年生27名の合計62名である。
「チームで働く力」について
1年生「少しあると思う」54%、「あると思う」34%、「あまりないと思う」9%、「全くないと思う」3%
2年生「少しあると思う」70%、「あると思う」26%、「あまりないと思う」4%、「全くないと思う」0%
全体**「少しあると思う」61%**、「あると思う」31%、「あまりないと思う」7%、「全くないと思う」1%
(1)「発信力」
全体**「あまりないと思う」52%**、「少しあると思う」34%、**「全くないと思う」8%**、「あると思う」6%
(2)「傾聴力」
全体**「少しあると思う」61%**、「あると思う」24%、「あまりないと思う」15%、「全くないと思う」0%
(3)「柔軟性」
全体**「少しあると思う」58%**、「あると思う」32%、「あまりないと思う」10%、「全くないと思う」0%
(4)「情況把握力」
全体**「少しあると思う」66%**、「あると思う」26%、「あまりないと思う」8%、「全くないと思う」0%
(5)「規律性」
全体**「少しあると思う」66%**、「あると思う」27%、「あまりないと思う」7%、「全くないと思う」0%
(6)「ストレスコントロール力」
全体**「少しあると思う」58%**、「あると思う」19%、「あまりないと思う」19%、**「全くないと思う」4%**
「チームで働く力」については、8%がないと答え、特に弱い能力要素は、「発信力」と「ストレスコントロール力」である。

4. おわりに

「チームで働く力」について、身に付けたい能力としては、
「チームで働く力」について
全体**「身に付けたい」68%**、「少し身に付けたい」32%、「あまり身に付けたくない」0%、「全く身に付けたくない」0%
と意欲はあり、すべての能力要素については全員が「身に付けたい」とし、次のような順となっている。
①規律性（77%）②「発信力」（76%）③「ストレスコントロール力」（75%）④「情況把握力」（74%）⑤「柔軟性」（72%）⑥「傾聴力」（68%）。
協働団体での主な評価基準は次のとおりである[(7)]。
(1)「発信力」
・発言する。提案する。説明する。自分の意見。
(2)「傾聴力」
・人の話を聞く。質問する。改善する。
(3)「柔軟性」
・会話を続ける。進んで話しかける。落ち着いて行動する。方法の見直し。
(4)「情況把握力」
・様子を見て話しかける。素早く対応する。状況を見ながらの行動。状況説明。
(5)「規律性」
・敬語が使える。話し方のマナー。報告や連絡をする。ルールを守る。
(6)「ストレスコントロール力」
・やり遂げる。再チャレンジ。くじけない。相談する。
調査結果に基づき各個人が身に付けたい能力要素を身に付けることができるよう授業展開していく必要がある。また、学生が「社会人基礎力」を発揮できる場面や環境を提供する必要がある。これまでは、学生個人の要望の把握をしてこなかった。パーソナルポートフォリオ追跡を展開する予定である。

参考文献

(1)川田博美、箕浦恵美子（2011）：“協働型サービスラーニングの実現に向けての教育システム構築の可能性”、名古屋女子大学紀要（人文・社会編）第57号
(2)川田博美、箕浦恵美子（2012）：“「協働型サービスラーニング」をめざす教科の「社会人基礎力」を育成する教育プログラムとしての可能性”、名古屋女子大学紀要（人文・社会編）第58号
(3)川田博美（2013）：“協働型サービスラーニングにより「社会人基礎力」養成をめざす教科における「選択パターン」の導入”、名古屋女子大学紀要（人文・社会編）第59号
(4) 川田博美、稲吉由味子、千葉みどり（2014）:“「社会人基礎力」の育成を目的とする教科『地域貢献演習』の展開”、日本教育情報学会　第30回年会演論文集
(5) 川田博美、稲吉由味子、千葉みどり（2014）：“短大における街なかキャンパスでのアクティブラーニングの試み”、教育システム情報学会第39回全国大会講演論文集
(6) 川田博美、稲吉由味子、千葉みどり（2015）：“「社会人基礎力」育成のための「協働型サービスラーニング」の実践”、教育システム情報学会第40回全国大会講演論文集
(7)川田博美（2016）：“地域団体と連携して行う街なかキャンパスでの評価”、教育システム情報学会第41回全国大会講演論文集
(8) 川田博美（2016）：“アクティブ・ラーニングプログラムとして実践する地域貢献演習の展開”、教育システム情報学会第41回全国大会講演論文集

歴史的地方都市における地域ハザードマップ作成支援システムの情報管理システムの実装

Implementation of the Information Management Function of a Hazard Map Creation Support System in a Traditional Local Town

小崎 駿[*1], 岡崎 泰久[*1], 和久屋 寛[*1], 林田 行雄[*1], 三島 伸雄[*1]
Shun KOZAKI [*1], Yasuhisa OKAZAKI[*1], Hiroshi WAKUYA[*1], Yukuo HAYASHIDA[*1], Nobuo MISHIMA[*1]
[*1] 佐賀大学大学院工学系研究科
[*1] Graduate School of Science and Engineering, Saga University
Email: s-kozaki@ai.is.saga-u.ac.jp

あらまし：歴史的地方都市は伝統的景観の保全による災害に対するインフラ整備の難しさや，過疎化・高齢化などにより空間的，人的制約を抱えている．これらを解決するために ICT を活用した住民参加型ハザードマップ作成支援システムの開発が行われてきた．このシステムにより，危険箇所の情報を住民が共有することが出来るようになったが，不特定多数の情報を投稿できるために情報の信頼性が問題となった．そこで，管理者によって情報の管理を行うことの出来る管理システムの実装を行った．このシステムの実装によって，投稿された情報の信頼性の向上と地図上にある情報の見やすさの向上が期待される．
キーワード：ハザードマップ，歴史的地方都市，伝統的町並み，防災，ICT，地域コミュニティ

1. はじめに

歴史的地方都市は景観保全による災害に対するインフラ整備の難しさや，過疎化高齢化による問題などによる空間的・人的制約をもち，災害に対して脆弱である．

こうしたことから ICT を活用したハザードマップ作成支援システムの開発を行ってきている[(1)(2)(3)]．このシステムは，対象となる地域の住民自らがハザードマップを作成することによって，自発的に地域の危険個所を把握し，また防災に対しての意識も高めるということを目指している．

このハザードマップ作成支援システムのように，不特定多数の人から情報を投稿するシステムでは，投稿された情報の信頼性を確保する必要がある．特にハザードマップに記載されるような情報では，人の命に関わる場合もあり，その重要性は増す．

そこで，本研究では投稿された情報の信頼性を高めるため，情報に対して新たな属性を付与し，付与する属性に応じて，情報の変更やハザードマップ上に信頼できる情報を表示できる管理システムを実装した（図 1）．また，管理システムの実装により，情報を見やすく整理する情報管理の面でもその効果を期待することができる．

2. 情報管理機能の設計

今回作成したシステムには，承認機能，非表示機能，修正機能，統合機能の 4 つの機能を実装した（図 2）．

承認機能は，システムの管理者が投稿された情報を承認することで，その情報の信頼性を確保することを目的としている．主な属性として，未了，承認，非承認，保留の４つがある．未了は承認作業を行う前の状態であり，投稿された直後の情報は全てこの状態になる．承認は管理者によって信頼できると判断された情報である．それに対して，非承認は信頼できないと判断された情報である．保留は管理者がどちらかを判断できないときなどに選択する．

非表示機能は，投稿された情報の中で，古い情報や表示する必要のない情報を非表示にすることにより，必要な情報のみを住民に提示することができるようにすることを目的としている．主な属性として，表示，削除（実際には非表示），統合の３つがある．

表示は，ハザードマップ上に表示される状態にする属性である．削除はハザードマップ上に表示されない状態にする属性で，実際には表示されないだけでデータベース上にはその情報は残る．統合は後述する統合機能により統合された際の元データに付与される属性で，この属性の時にもハザードマップ上には表示されないが，データベースには残る．

修正機能は，情報をサーバ側で修正する機能を付けることにより，投稿された情報を活かしつつ，より信頼できる情報を提供できるようにすることを目的としている．主な属性として修正がある．修正は，今までに何回修正が行われたかを可視化するための属性である．

統合機能は，複数の情報を統合して情報を整理することにより，表示される情報の数を減らして，情報の質及び情報の見やすさを向上させることを目的としている．統合する情報は，同じ場所に対して複数投稿されている情報を対象とする．統合元の情報には，削除の属性を与え，統合された新しい情報は，新規にデータベース上に登録される．この際，統合前の情報を参照できるように，どの情報を統合したかという履歴を残す．

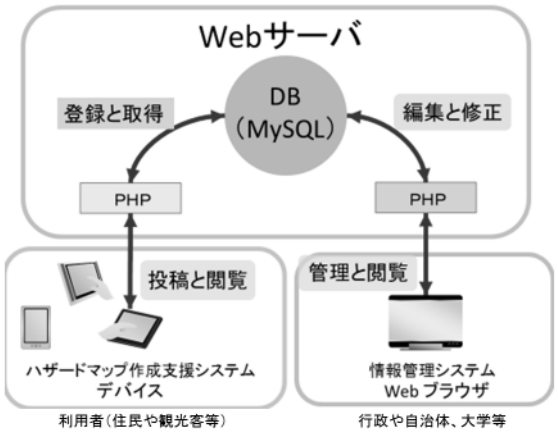


図 1 システム全体図

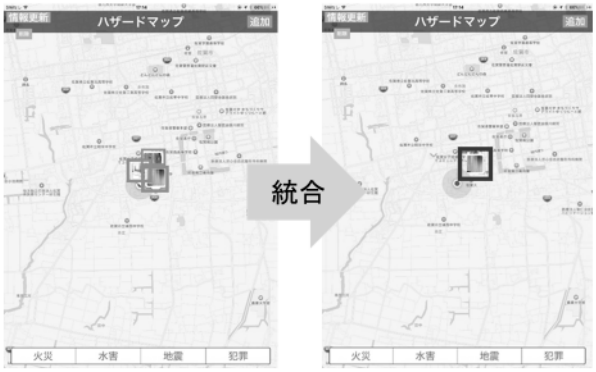


図 3 統合機能による情報の統合例

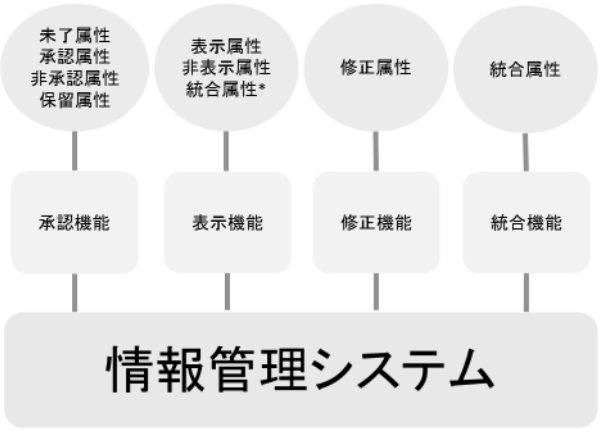


図 2 システムの機能と属性

3. 情報管理機能の実装

情報管理システムは, HTML と PHP によって実装を行い，ウェブブラウザを用いることによって利用できる．

システムの画面上には，サーバ上のデータベース内に登録されているデータの一覧が表示されている．４つの機能を用いるには，それぞれの属性に関する欄を設けており，承認機能と非表示機能についてはラジオボタンが用意されており，現在の状態にチェックが入っている．状態を変更するときは，他の状態のラジオボタンを選択し，画面下にある保存ボタンを押すことで変更が保存できる．修正機能は修正ボタンを押すことで，その情報についての変更を行えるようにしている．統合機能はチェックボックスを用意しており，複数の情報にチェックを入れた状態で，画面下にある統合ボタンを押すと，選ばれた情報が一つに統合され，データベース上に登録される．また，それぞれの機能を使用することでハザードマップ上でも表示に変化が起こる（図 3）．

4. まとめと今後の課題

本研究では，我々が研究・開発を行っている歴史的地方都市における地域ハザードマップ作成支援システムにおいて，住民より投稿された情報と情報の属性を管理するシステムを実装した．ハザードマップでは，信頼性のある情報を提供できるようにする必要がある．実装した管理システムの承認機能，非表示機能，修正機能，統合機能によって，ハザードマップ作成支援システムへ投稿された情報の信頼性を高めることができ，かつ情報管理も行うことができるようになった．

今後の課題としては，管理システムを誰がどのようにして情報の管理を行っていくかの体制を検討する．そのうえで，実際に現地での試用を行ってシステムの評価を行う必要がある．

謝辞

本研究は，JSPS 科研費 16H04478 の支援を受けたものである．研究の遂行にあたり，ご協力いただきました佐賀大学大学院工学系研究科三島研究室，和久屋研究室, 岡崎研究室の皆さんに感謝いたします．また現地での調査にご協力いただきました鹿島市，肥前浜宿の皆様に感謝いたします．

参考文献

(1) 岡崎泰久，森聖菜，三島伸雄:“歴史的地方都市における住民意識調査に基づく地域ハザードマップ作成支援システムの開発”，第 40 回教育システム情報学会全国大会講演論文集, pp.75-76(2015)
(2) 小崎駿，森聖菜，岡崎泰久，三島伸雄:“サーバを用いた歴史的地方都市における地域ハザードマップ作成支援システムの情報共有の実装”，教育システム情報学会 2015 年度学生研究発表会, pp.149-140(2016)
(3) Yasuhisa Okazaki, Seina Mori, Hiroshi Wakuya, Nobuo Mishima, Yukuo Hayashida, Byung-Won Min : “Development of a Sustainable Community-based Hazard Map Creation Support System for Traditional Towns with Local Heritage”, International Journal of Contents, Vol.12, No.2, pp.58-65(2016)

地域の抱える課題解決を目的とした全天球カメラを用いたウェブサイトの制作及び AR の活用によるスマホ向けアプリの開発に関する研究

Study on Development of a Website Using Omnidirectional Camera and a Smartphone App with AR Function for Solving Problems Faced by Local Government Office

吉嵜 有美[*1] 川上 碧[*1] 木下 和泉[*1] 竹村 英莉[*1] 光永 幸祈[*1]
Yumi YOSHIZAKI[*1] Aoi KAWAKAMI[*1] Izumi KINOSHITA[*1] Eri TAKEMURA[*1] Yuki MITSUNAGA[*1]
柳田 遥香[*1] 栗崎 功二郎[*1] 切通 優希[*2] 飯村 伊智郎[*1]
Haruka YANAGIDA[*1] Koujirou KURISAKI[*1] Yuki KIRIDOSHI[*2] Ichiro IIMURA[*1]
[*1]熊本県立大学総合管理学部，[*2]熊本県立大学大学院アドミニストレーション研究科
[*1]Faculty of Administrative Studies, Prefectural University of Kumamoto,
[*2]Graduate School of Administrative Studies, Prefectural University of Kumamoto
Email: {y-yoshizaki, a-kawakami, i-kinoshita, e-takemura, y-mitsunaga, h-yanagida, k-kurisaki, yukiri, iiimura}@ilab.pu-kumamoto.ac.jp

あらまし：平成 25 年度熊本県立大学後援会共同自主研究推進助成事業の一貫として，熊本県阿蘇郡南小国町役場，南小国町の商業施設と連携し，「MOGPUK」という事業が立ち上げられた．この事業では，南小国町の商業施設の割引券が手に入るスマートフォン（以下，スマホ）向けゲームアプリの開発とアプリに関する情報や南小国町の紹介などを掲載したウェブサイトの制作が行われ，南小国町の観光客数増加の一助と認知度の向上という当初の目的達成に期待が持てる結果となった．しかし現在もなお，南小国町の観光客数の低迷や，南小国町のゆるキャラ「きよらスキー」の認知度の低さが課題としてあげられている．

そこで本研究では，①南小国町の観光客数の増加，②南小国町のゆるキャラ「きよらスキー」の認知度向上の 2 点を目的として，近年注目を浴びている 360 度動画を用いたウェブサイトの制作，及び，AR（Augmented Reality）と観光，さらにゆるキャラの 3 つを組み合わせた，iOS 端末及び Android 端末に対応したアプリの開発を行った．本稿では，その概要について述べ，アンケートによる主観的評価を行う．

キーワード：スマートフォン，全天球カメラ，ウェブサイト，アプリ，AR，360 度動画

1. はじめに

現在，地方の過疎化や少子高齢化等，地域社会が抱える諸課題を解決する手段として，ICT の利活用に期待が寄せられている．平成 25 年度熊本県立大学後援会共同自主研究推進助成事業の一貫として，熊本県阿蘇郡南小国町役場，南小国町の商業施設と連携し，「MOGPUK」という ICT を活用した事業が立ち上げられた．この事業は南小国町の観光客数の低迷や，南小国町のゆるキャラ「きよらスキー」の認知度の低さの改善を目的として，南小国町の商業施設の割引券が手に入るスマホ向けゲームアプリの開発，及びアプリに関する情報や南小国町の紹介などを掲載したウェブサイトの制作を行った．その結果，南小国町の観光客数は当初の目的達成に期待が持てる結果となった．しかし長期的に見ると，未だ観光客数の低迷や，南小国町のゆるキャラ「きよらスキー」の認知度の低さは未だ課題として挙げられる．

そこで本研究では，南小国町の課題である「観光客数の増加」と「きよらスキーの認知度向上」を目的として，近年注目を浴びている全天球カメラで観光スポットを撮影した 360 度動画を用いた南小国町の観光情報サイトの制作及び，「きよらスキー」が登場し，各観光地に実際に足を運ぶことで使える，AR 技術を活用したアプリの開発を行った．

2. 研究の概要

本研究では，ウェブサイトの制作，及び iOS 端末及び Android 端末に対応したスマホ向けアプリの開発を行った．ウェブサイトでは，全天球カメラで撮影した各観光地の 360 度動画が視聴可能である．この動画によって各観光地の魅力を知ってもらい、行ってみたいと思わせる仕掛け作りを行った．その他にも観光地の情報や，ゆるキャラ「きよらスキー」の情報等を掲載している．

またアプリでは，実際に観光地を訪れ，各観光地に設置された AR 表示用の看板にアプリを起動した状態のスマホをかざすと，アプリが看板のマーカーを認識し，きよらスキーやその仲間たちが登場する観光地紹介動画が流れる．その後画面上のゆるキャラと一緒に写真撮影が可能である．観光地によって異なるゆるキャラをコレクションできる機能を搭載したことで，南小国町の様々な観光地を訪れてもらうことを目指した．

3. 制作したウェブサイトの主な機能

本研究で制作したウェブサイト(1)は，南小国町の魅力を発信し，行きたいと思わせる南小国町の観光地の情報を掲載している．ウェブサイト内の「360 度動画」のページでは，各観光地を全天球カメラで

撮影した 360 度動画と，その場所についての簡単な説明を掲載している．また，「看板設置場所」のページでは，アプリで使用する AR マーカーが描かれた看板の設置場所を表す簡易地図や，南小国町役場からのルートとその所要時間を掲載している．さらに「南小国町について」のページでは，南小国町の情報に加えてきよらスキーのプロフィールも掲載している．図 1 はトップページの画面例である．

図 1 制作したウェブサイトの
トップページ

4. 開発したアプリの主な機能

アプリの主な機能は，各観光地の紹介動画を視聴し，ゆるキャラと一緒に写真を撮影できるカメラ機能，撮影したゆるキャラを集めることができるコレクション機能である．カメラ機能は，各観光地に設置された AR 表示用の看板にアプリを起動した状態のスマホをかざすと，アプリが看板のマーカーを認識し，きよらスキーやその仲間たちが登場する観光地紹介動画が流れる．その後，画面上のゆるキャラと一緒に写真撮影が可能である．なお，観光地紹介動画及び写真撮影には，観光地ごとに異なるゆるキャラが表示される．コレクション機能では，一度写真撮影を行ったゆるキャラは図鑑のようにコレクションされ，ゆるキャラの説明が表示される．利用者は，看板が設置された全観光地を巡ることで図鑑を完成させることができる．また，一度コレクションされたゆるキャラの説明画面から，観光地以外の場所でも任意のタイミングで観光地紹介動画の視聴や，一緒に写真を撮影することが可能である．観光地紹介動画とコレクション画面の一例を，図 2，図 3 に示す．

図 2 観光地紹介動画

図 3 コレクション画面

5. アンケートによる客観的評価及び考察

本研究では，制作したウェブサイト及び開発したアプリを実際に利用した南小国町役場職員男女 7 名に主観的な評価アンケートを実施した．使いやすさ，機能に関する設問を 5 段階評価の選択及び記述式により回答を得た．その結果，アプリを利用してみて，観光客に対して南小国町の認知度向上を図ることができるかという設問に対し「とてもそう思う」「そう思う」と回答した人は 86%を占めた．また，ウェブサイトを利用してみて，観光客に対してゆるキャラの認知度向上を図ることができるかという設問に対し「とてもそう思う」「そう思う」と回答した人も同様に 86%であった．このことから，本研究は南小国町やゆるキャラの認知度向上を図ることが期待でき，「南小国町の観光客数の増加」「きよらスキーの認知度向上」に繋がる要因を生み出せたと言える．また，アプリ利用者からは「紹介する観光地の追加」や「観光地紹介動画の音量の統一」等の様々な要望・改善点が寄せられた．そこで今後は，アプリの改善や機能追加による観光補助アプリとしての側面を強化し，観光客数を増加させることで，更なる認知度向上を図るなどの改善策が考えられる．

6. おわりに

本研究では，南小国町の観光客数の増加と南小国町のゆるキャラ「きよらスキー」の認知度向上を目的として，近年注目を浴びている 360 度動画を用いたウェブサイトの制作，及び，AR と観光，さらにゆるキャラの 3 つを組み合わせた iOS 端末及び Android 端末に対応したアプリの開発を行った．制作したウェブサイトを利用してもらうことで，多くの人々が南小国町に対して興味を持ち，訪れる動機の 1 つになると考えられることから，さらなる南小国町の観光客数の増加が期待できる．また，開発したアプリを利用してもらうことで，観光客が手軽に楽しみながらそのスポットの情報を得られることと相乗して，「きよらスキー」の認知度の向上が期待できる．

今後は，一般の利用者にもアンケートを実施し，その結果から評価・考察を行い，システムの改善と，プロジェクト全体へのフィードバックを行っていく所存である．

謝辞

本研究は，平成 27 年度熊本県立大学後援会自主研究推進助成事業の助成によるものである．南小国町役場まちづくり課企画商工観光係井野様をはじめ，南小国町役場職員の皆様には本研究を進めるにあたって多大なるご支援をいただいた．ここに記して謝意を表す．

参考文献

(1) もぐネット：“きよらスキャン”，http://www.pu-kumamoto.ac.jp/~iimulab/mognet/app.html（参照 2016. 01. 06）

教員養成大学における BYOD 環境構築の取り組み
－学生の ICT 活用力を高め，アクティブラーニングを推進できる環境の構築－

Approach for Building BYOD Environment in Teacher Training University
-Building Enhancing Using ICT Ability for Students and Environment for Active Learning -

尾崎 拓郎[*1]，佐藤 隆士[*1]
Takuro OZAKI [*1], Takashi SATO [*2]
[*1] 大阪教育大学情報処理センター
[*1]Information Processing Center, Osaka Kyoiku University
Email: {ozaki[*1], sato[*2]}@cc.osaka-kyoiku.ac.jp

あらまし：大阪教育大学では，情報活用能力の育成と，それらを活用した教師としての指導力を養成するために，平成 29 年度学部入学生よりノートパソコンの必携を行った．入学後，授業等における大学生活の中での活用について調査を行った結果，必携化について，ICT 活用を行う上で前向きに捉えていることがわかった．
キーワード：モバイル，BYOD，必携化

1. はじめに

大阪教育大学（以下，本学と記す）では，豊かな教養と広い視野を有し，教育現場を担える人材を輩出するポリシーのもと，学生の ICT 利活用能力の向上を目指すべく, 平成 27 年度からノートパソコンの必携についての議論を重ね, 平成 29 年度の学部入学生からノートパソコン必携を行っている. 本稿では, 導入に至る背景と経緯，必携を実施した後の調査結果等について述べる.

2. 必携化実施の背景

近年の学校現場での課題として,「ICT 化・グローバル化への対応」といった項目があり，実際に学生が教育現場で発揮する能力のひとつとして，ICT 活用力が挙げられる．政府による「教育振興基本計画（平成 25 年度～平成 29 年度）」[(1)] や「世界最先端 IT 国家創造宣言」[(2)] においても，ICT 活用等による新たな学びの推進による協働型，双方向型の授業革新，それに伴うアクティブ・ラーニング型授業の導入についての言及がある．

本学では, ICT 利活用の推進・普及を目的として, 平成 25 年度より iPad をはじめとするタブレット端末の大規模導入や授業の中での ICT 活用を，専門の組織を設置し，支援を行ってきた [(3)]．支援事業の成果として，学内無線 LAN 環境下の普通講義室内における一人一台のタブレット端末活用授業モデルを示した [(4)]．これは，従来型コンピュータ実習室による授業モデルを置き換える可能性を示している．

本学が整備を行っているコンピュータ実習室は, 4 実習室（約 160 台程度）である．キャンパスすべての普通講義室 120 以上に対して，コンピュータ実習室も少なく，授業による占有率は高止まりしていることからも，時間割調整しばしば難航している．

一方，主な利用者である学生については，スマートデバイスの普及により，コンピュータを取り扱う上で必要であった知識や概念の理解が定着していない学生が増えている．そのため，教育現場や社会で必要な学生の ICT 利活用能力を伸長するために，在学中に授業をはじめとする平時の大学生活の中でコンピュータの操作に慣れ親しむ必要があると考えた.

3. 必携化実施に関わる過程

平成 27 年度に, 本学学長からの情報端末の必携化に対する諮問があり，法人設置の情報メディア基盤委員会で検討を行った. 既に必携化を実施している, 主に教員養成学部の大学へ訪問をしたり，学内でのアンケートを実施したりした. 平成 27 年度 8 月に実施した学内アンケートでは教職員・在学生を対象とした（回収数：教職員 116，学生 897）．コンピュータ必携に対する賛否について，教職員の 54%，学生の 55%から前向きな賛成, 教職員の 22%, 学生の 33%からは反対の意見を得た. 賛成意見では,「便利」「今後不可欠」「個人所有できるメリット」が主な意見として挙げられる一方，反対意見では「金銭面」に対する不安が挙げられた.

調査やアンケートをもとに，必携情報端末に求められる仕様や必要な環境等を答申として提出した. 答申の主な特徴としては，ひとつの機種指定を行わないことや購入困難者への十分な配慮，授業内での積極的な活用，無線 LAN 環境をはじめとする講義室設備の拡充そして，包括ライセンス契約によるソフトウェアの提供に言及したことが挙げられる.

そして, 平成 29 年度から実施と判断がなされ, 必携化検討ワーキンググループを設置した．平成 28 年 1 月から平成 29 年 3 月に全 5 回の議論を行う中で, 学科・専攻ごとの詳細な仕様策定や，受験生への周知, 保管場所, セットアップ時期等の検討を行った. また，平成 28 年 11 月には，各部局への説明，そして平成 29 年 1 月に必携化に関わる全学 FD を実施し, 学内への周知を促した. 平成 29 年度の必携コンピュ

ータ仕様の概略は以下のとおりである．

- ネットワーク：Wi-Fi で接続可能
- バッテリ：5 時間以上（8 時間以上推奨）
- ハードウェアキーボードを有する
- OS：Windows 8.1 later OS X 10.10 later
- Office：Word, Excel, PowerPoint 相当
- セキュリティ：定義の自動更新が可能

大学として，学生への負担を軽減するため，ウイルス対策ソフトについては包括ライセンスを契約し，Office に関しては学生向け Microsoft Office ライセンス特別プラン [5] が利用可能なように取り計らい，周知を行った．

4.　必携化の導入，その後

入学者への案内は，入学募集要項で言及し，合格通知書に必携化の案内を同封した．機種の問い合わせについて，十数件の問い合わせがあったものの，大きな混乱はなかった．また，FAQ 対応として本学情報処理センター内に専用の Web ページを開設し，対応をはかった [6]．

ノートパソコンのセットアップについて，入学式前や授業開始前期間にセットアップ講座を行う事例も数多く報告されている中，本学では，全学必修授業 ICT 基礎 a の中で「無線 LAN 接続」「セキュリティ対策ソフトインストール」の確認を行うようにした．また，新入生がどのような機種を持参したかを把握すべく，「ノートパソコン点検届」の提出を義務付けた（2017 年 5 月 30 日時点で回収率 97%）．

セットアップ時，多くの入学生は基本的な知識がないがゆえに，ウイルス対策ソフトと本学が推奨するウイルス対策ソフトの競合が生じたり，Office のセットアップ作業に難航したりした．そのため，授業中や ICT 教育支援ルームでも随時支援を行った．

5.　学生の利用状況

入学後の 5 月末の段階でノートパソコンの必携に関するアンケートを実施した．調査は ICT 基礎 a（1 クラス分）の授業中に，LMS のアンケート機能を用いて実施した．有効回答数は 88 であった．

ノートパソコンの必携に関する認識については，87%の学生が合格通知書同封の書類で必携であることを認識していたが，入学式の説明で初めて把握した学生も数名いた．

ノートパソコンの持参頻度については，「ほぼ毎日」が 40%，「週 2，3 日」が 26%，「必要なときのみ」が 33%，「ほとんど持ってこない」が 1%であった．利用頻度に関して，利用場面別に尋ねたところ，授業以外の活動においては，3 割程度の者が「ほとんど利用しない」と回答した（図 1）．

アプリケーション別の使用頻度に関しては，LMS の次に動画サイト視聴の頻度が高く，コミュニケーション関係の利用頻度が全体的に低かった（図 2）．

ノートパソコンを所持したことによる満足度について，「とてもよかった」23%，「ややよかった」40%，

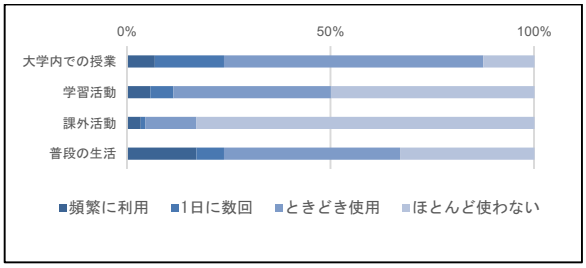


図 1 ノートパソコンの場面別利用頻度

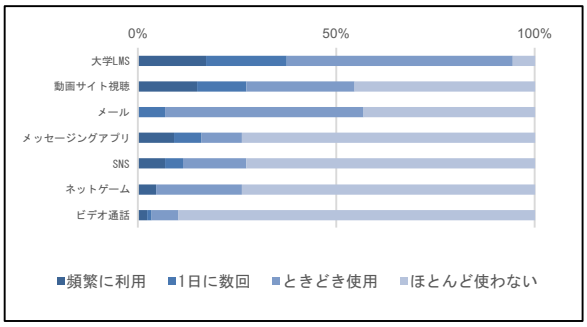


図 2 アプリケーション別の利用頻度

「判断できない，わからない」31%，「あまりよくなかった」6%，「よくなかった」1%となった．

「レポート作成場所の制約がなくなった」，「データ管理がなくなった」という意見を得られた一方で，「重い」「盗難が心配」「利用科目が少ない」といった意見も得られた．

6.　今後の課題

調査の結果より，比較的多くの学生がノートパソコンの必携を肯定的に捉えていることがわかった．しかし，授業の利用機会が少なく，「ノートパソコンは一部の授業でしか使わない」という認識が強い．授業をはじめとする様々な利用シーンを，学生，教職員それぞれに提案し，学生の ICT 利活用能力の向上を支援するように努める．

参考文献

(1) 文部科学省:第 2 期教育振興基本計画（2017/05/28 閲覧）（2013）
(2) 内閣官房情報通信技術総合戦略室，世界最先端 IT 国家創造宣言，http://www.itdashboard.go.jp/Achievement (2017/05/28 閲覧)（2016）
(3) 尾崎拓郎，中西亜実，ICT 教育支援ルームの全学的な ICT 環境支援体制の強化，大学 ICT 推進協議会 2016 年度年次大会（2016）
(4) 山田周二，尾崎拓郎，スマートフォンおよびタブレット端末を利用した大学での社会科地理授業 ―Google Earth による日本の農業の学習を事例として―，日本地理教育学会，新地理 63(2)，pp.33-44（2015）
(5) 内田洋行，学生向け Microsoft Office ライセンス特別プラン，http://www.uchida.co.jp/education/office/（2017/05/29 閲覧）
(6) 大阪教育大学情報処理センター，ノートパソコンの必携化について，http://www.osaka-kyoiku.ac.jp/~ipc/byod/（2017/05/29 閲覧）

中学校での幾何学学習を支援する教材開発

Development of an educational material for geometry at junior high school

藤井研一、 山崎伸久
Ken-ichi FUJII and Nobuhisa YAMAZAKI
大阪工業大学情報科学部
Faculty of Information Science and Technology, Osaka Institute of Technology
Email: kenichi.fujii@oit.ac.jp

中等教育における幾何学の学習は、論証を学ぶと同時に体系化された知識を理解するために重要である．幾何学分野の問題としては、平面図形および立体図形の理解が必要となる。何れも視覚的な理解が必要となり、平面図形では、誠意書くな作図が必要であり、立体図形理解では、空間的な認識の力が必要となる。学習のためにタブレット PC を用いるのであれば、数式の操作理解がタブレット PC のインターフェースに 1 対 1 対応してサポートされることが望ましい．本研究では、このような代数と幾何学における学習にタブレット PC のインターフェースがどのように寄与出来るかを考えた上で、独習でも利用可能なアプリケーションソフトウェアの開発を行なった．これらのソフトウェアの効果についても検証する予定である
Keywords: インターフェース、幾何学学習支援、タブレット PC

1 はじめに

中等教育における幾何学学習は、本格的な数学の基礎を学ぶとともに論証による論理的な思考を身につけるために重要な単元と考えられる．学校教育においては、現在も幾何学の学習では、紙と鉛筆を用いた筆記、作図中となり、図形の分類から初めて、平行線と角の関係などを学び，合同や相似の考え方を理解する．学習者は、こういった筆記による作図操作を繰り返すことで、数学的な操作を身につけ，概念形成を行なう． 筆記による作図では、注意深さが必要で、不正確な作図を用いると間違った結果を導いてしまう可能性も生じる．この意味で幾何学学習においては、正確な図形を描くことも要求され，作図自体の能力やセンスも要求される．この作図の習熟の要求は、それ自体、意味は持つものの、幾何学本来の思考の持続を妨げる可能性も考えられ，正確な作図が初学者の数学学習に対する障壁となる可能性も考えられる．また、図形理解に不可欠な補助線の描画も初学者は試行錯誤を繰り返すことが考えられる。筆記による学習では，このような注意深い操作を繰り返し行うことは、手間と忍耐が必要となる．文部科学省の調査によると、小学校では比較的受け入れられている算数の学習が、中学校の数学学習では、大きく変化し、好まれなくなる．この理由の１つは、上記のような忍耐を伴う操作習熟にあるのではないかと予想した．タブレット PC のインターフェース (I/F) は基本的に指での操作によってなされる．筆記とは異なり、間違いによる繰り返し操作の手間も小さく、操作に神経を使う度合いも低いと考えられる．このようなタブレット PC の I/F 習熟は、若年層ではすでに広く普及していると考えられる．以上を勘案して、タブレット PC の I/F が数学的数学的操作に適切な対応をすることで，幾何学学習を容易にし、関心を高める可能性があると考え、初学者の幾何学学習支援ソフトウェアの開発を行なっている。

2 開発環境

本ソフトウェアの当面の動作環境として iOS を想定し、開発には、apple 社の PC である Mac mini を用い、統合開発環境である Xcode 上で apple 社の SDK を用いて開発した [1]．iOS が搭載されており、画面サイズと操作性を考慮して主な利用環境をタブレッ

トPCであるiPad AirおよびiPad miniに限定し開発を行なった．

I/Fのデザインのためにはインターフェースビルダーを用い、スピナーなどiOSに用意されている複数のI/Fで数値入力が可能となるようにした．

3　タブレット上での作図操作

幾何学における作図自体は、身体を用いた操作による学習であり、幾何学理解の重要な要素である．Van Hieleによる「学習水準理論」にある幾何学週における五つの思考水準に従うと、このような作図は、第二及び第三水準の理解につながると思われる．この水準の達成の上に、第四水準である、幾何学理論を構成する演繹法の理解が獲得されると思われる．すなわち具体から抽象に変容する段階が、作図と共に達成されていると考えられる．

しかしながら、既に述べたように作図に時間をとられたり、不正確な作図のせいで学習者の論理的な思考が中断される危険性も考えられる．作図への労力を軽減し、思考に注力を注ぐことが出来るのであれば、幾何学学習はより広く、その本来の目的を達成できるのではと考えている．また、立体図形学習では、平面図形の回転により立体図形が形成されることを学ぶが、立体図形のイメージ形成は容易ではない。これもコンピュータグラフィックスによりタブレットPCの画面上に表示されるなら、理解は深まるものと考えられる。

このように、ICT機材の導入のメリットは大きいものと考えられる．本研究では、何がどの程度軽減できるかを調べる目的で、平面図形と立体図形を作図し、その上で問題を扱う教材を作成した．これにより、学習者が、Van Hieleの第三水準以降の学習[2]へ円滑に移行できるような教材作成を目指した．以下には、作成した教材の概要と数学的思考を妨げないインターフェースについての実装例を述べ、学習者の理解度への効果を考察する．図１に任意の平面図形を回転により立体化するアプリケーションソフトウェアの画面を表示している。指での操作により任意の平面図形を作画可能であり、その立体化した図形も容易に見て取ることが出来る．このようにタブレットPCの画面に指による操作で、考えたとおりに図形や補助線などを自由自在に描くことが可能であれば、幾何学の証明問題のように思考力を磨くための学習には大きな貢献ができるものと思われる．今回はこのような目的で開発したソフトウェアについて報告する予定である．

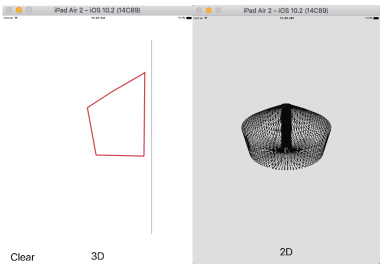


図 1: 平面図形の回転による立体図形描画

4　まとめ

中学校での幾何学学習を支援し、作図に囚われることなく、幾何学の学習が可能となるタブレットPC用アプリケーションソフトウェアを開発した．これにより数学的思考の獲得を容易にできることを目指している。学習時に、タブレットPCのI/Fの積極的活用が幾何学の学習に有効と考えられ，タブレットPCの教育用とへの利用で意味をもつと考えられる．開発と同時にこのような効果の検証も進めている．

参考文献

[1] https://developer.apple.com/reference/uikit

[2] 数学教育の理論と実際　数学教育研究会　（聖文新社)、 2010.

「効果的」視点からの ICT 活用
－小学校での事例から－

Utilizing ICT from "effective" viewpoint
- Case from elementary school -

新谷　裕幸[*1]，住吉　主堂[*2]
Hiroyuki SHINGAI[*1], Yukitaka SUMIYOSHI[*2]
[*1] 日本文理大学工学部情報メディア学科
[*1]Department of Information Media, School of Engineering, Nippon Bunri University
[*2] 柳川市立豊原小学校
[*2]Yanagawa City Toyohara Elementary School
Email: shingaihy@nbu.ac.jp

あらまし：本稿では，小学校における ICT 活用の事例を，「効果的」視点から述べる．特に，教科指導における電子黒板やタブレット端末の利用，プログラミングロボットを活用したプログラミング教育，学校全体で取り組む情報モラル教育に視点を当て，小学校での ICT の効果的な活用の事例を説明する．
キーワード：効果的，ICT 活用，小学校，教科指導，プログラミング教育，情報モラル教育

1.　はじめに

世の中は、AI（人工知能教育）や IoT（モノのインターネット）へ動き，いわゆる「知識基盤社会」における知識や技能の獲得方法の変化，そして我々を取り巻く環境の変化は超加速度的である．そこで，経済協力開発機構（OECD）の「国際教員指導環境調査（TALIS2013）」等の結果を踏まえ，ICT（情報通信技術）を活用した教育の推進がこれまで以上に求められている [(1)]．我が国の教育においては，新学習指導要領（平成 29 年 3 月告示）では，プログラミング教育や情報モラル教育の比重が高まっていることも，広く国民の期待感としてとらえる必要がある．

2.　従来の授業と ICT の効果的な融合を目指して

効果的な ICT 活用の在り方については，ICT の特性と学習のプロセスを踏まえた実践が重要である．新たな科学的知見を獲得する場面と，それを基に活用し探究していく場面では，ICT の特性そのものを活用するのか，その特性を別の目的（情報の視覚化や焦点化など）で活用するのかと言った意味において，その活用目的が大きく異なるからである．これらのことを念頭に置き，授業のねらいを達成するための一つの手立てとして，従来の授業への ICT の活用を目指している．

例えば，第 6 学年の算数科では，度数分布について，柱状グラフから同一集団内の変化を読み取る学習内容がある．その際，電子黒板で二つのグラフを透過することで，集団の特徴の変化を視覚的に読み取らせることができる [(2)]．

タブレット端末を活用した学習では，授業前に、児童のつまずきに応じたヒントカードを作成し，児童一人一人に配布しておくことで、児童が自分自身の理解度に応じて自由にタブレット端末を活用することができる．その際，授業支援システムを活用すれば，児童のタブレット端末活用状況が把握でき，個別指導の際に，役立てることも可能である．さらに，児童一人一人の細やかな評価を行うことができ，次時の指導等にも役立たせることができる．

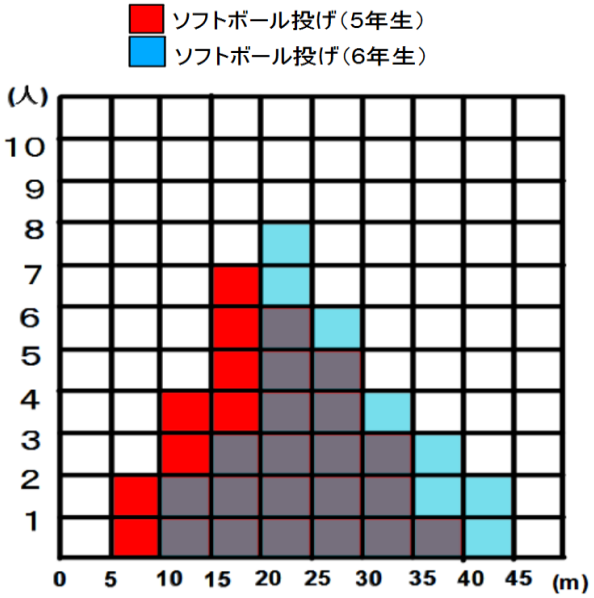


図 1　電子黒板で指導するため作成したコンテンツ

同時に，ICT を効果的に活用するためには，ICT 機器が児童にとって自由に活用（使いこなす）できるツールであることも重要である．そのためには，例えば，児童の発達段階に応じた「ICT 活用技能表」を作成し、児童の自己評価により児童自身の技能を確認したり，これから目指すべき技能を確認したりして，ICT 活用技能を高めることなどができる．

これらのことで，教師も児童も，明確な目的意識を持って，ICT を効果的に活用するようになる．

3.　ICT 独自の特性を活かして

児童が ICT の特性を活かして学習する事例として，プログラミング学習がある．改定学習指導要領では，政府の IT 人材育成計画に基づき，高等学校，中学校に続き，小学校でもプログラミング学習が必修化され，小学校が大きな役割を担うことになる．実際に独自の活動を始めている小学校では，ビジュアルプログラミング言語（Scratch：スクラッチや Viscuit：ビスケットなど）を使ってプログラミング学習を行っている．

先進的な例として，プログラミングロボット LEGO Mindstorms EV3 を活用して，第 5 学年と第 6 学年の総合的な学習の時間で，各 10 時間のプログラミング学習を行っている。ここでは，試行錯誤を重視し，プログラミングの 3 要素である「順次」「反復」「分岐」を学習し，モーター制御やセンサー設定などを行いながら課題（迷路を抜け出すなど）を解決する活動を行う [3]．

図 2　課題解決に向け試行錯誤する児童たち

この実践を通して明らかになったことは，児童自身が，主体的に判断し，他者と協働しながら取り組めるかどうかは，教師がその課題において，無限の情報群をどこまで有限化して提示するかにあると言うことである．解決の道筋を限定することなく，情報に条件制御をかけることで，児童の試行錯誤の過程には明確な目標意識が生まれ，改善していくための視点を持たせることができる．

また，解決までの試行錯誤の過程をホワイトボードやプリントに記録しながら取り組ませることで，更なる発展した課題に取り組む際に，それまでの記録を活用しながらより高次な試行錯誤ができるようになる．「主体的・対話的で深い学び」とは，このような学習活動である．

4.　安心･安全な活用を

さて，一方では，スマートフォンやハンドヘルドゲームマシンなどの移動端末の所持の低年齢化や様々な SNS による児童間のトラブルなど，さらに小学生のネットゲーム廃人や youtuber の出現など，危惧される社会現象がある．「親の責任で…！」などとは言っておれない小学校現場の疲弊も見聞される。

そこで忘れてならないのは，情報モラル教育の重要性である．情報モラル教育の例として，学校教育指導計画書に，情報モラル教育全体計画・情報モラル教育年間指導計画・情報モラル教育研修計画の三本柱を確立し，着実に実践している小学校がある．

特に，情報モラル教育年間指導計画では，知識面と心情面の両面から，第 1～6 学年で 35 時間を学級活動や道徳の時間等で緻密に指導を実施している．また，情報モラル教育研修計画では，児童へのアンケートの実施や保護者等への公表，保護者懇談会に向けた指導事項の事前研修など，職員が相互に講師をし合いながら研修が深められている [4]．

表 1 教育指導計画の一部

	知識の面		
	安全への知恵（d,e,f）	情報セキュリティ（g,h）	公共的なネットワーク社会の構築　（i）
1 年	【学活】○やくそくやきまりをまもる a1-1,d1-1,f1-1 【道徳】ある日のこくばん ○知らない人にれんらく先を教えない e1-2		
2 年	【学活】知らない人にれんらく先を教えない（規範）e1-2 【学活】休みの生活 ○出かける時のやくそくやきまり（規範）f1-1		
3 年	【学活】インターネット ○こんなものが出てきたら注意 d2-1,d2-2 【総合】伝えよう豊原・柳川の祭 ○パスワードはひみつの合言葉 g2-1 ○その情報、本当かな？ e2-1	【総合】伝えよう豊原・柳川の祭 ○パスワードはひみつの合言葉 g2-1	【総合】伝えよう豊原・柳川の祭 ○掲示板って便利だな（規範）a2-1,c2-1,i2-1
4 年	【総合】新柳川八景をつくろう ○入っていけない「大人向けのページ」d2-2		携帯電話の落とし穴（東書） ○メールを便利に使おう c2-1,i2-1 ○道徳）情報を伝える ○メールを便利に使おう

先に述べたとおり，ICT 機器を一つのツールとして活用する以上，土台としてそれらのモノとしての特性を理解し，モラルある活用を指導することは，極めで重要で必要である．

5.　おわりに

ICT が当たり前のツールとして教室に存在し，教師はそれらを使って指導し，児童はそれらを使って学習する日は極めて近い．学校設置者やその自治体の考え方等で，ICT 整備に格差が生じていることも事実ではあるが，指導のツールとして，また学習のツールとして ICT が効果的に活用される日は必ずやって来る．

様々な学習場面，学習状況に応じた効果的な活用の在り方を一層深く実践的に研究する必要がある．同時に，今後，教員として採用されるであろう学生を指導する上で，教師のスキルについても研究を始める必要がある．

参考文献

(1) 住吉主堂: “「効果的」を吟味した ICT 機器の活用”，内外教育（2016.11）
(2) 柳川市立豊原小学校: “学力の 3 要素を身につけた子どもの育成～効果的な ICT の活用とかく活動の位置づけを通して～”，豊原小学校研究紀要（2015.1）
(3) 新谷裕幸，道園裕子，住吉主堂，佐藤瑞穂: “児童の試行錯誤する力を育てるプログラミング学習の一方途～第 5 学年と第 6 学年におけるロボットの活用を通して～，柳川市教育論文　（2016.1）
(4) 柳川市立豊原小学校: “教育指導計画・年間指導計画”，（2015.5）

育成を目指す資質・能力を中心とした教育課程の展開
ー情報教育を中心としてー

A Curriculum Analysis based on Competency with Course of Study
- Towards ICT based Curriculum -

福本 徹
Toru FUKUMOTO
国立教育政策研究所
National Institute for Educational Policy Research
Email: fukumoto@nier.go.jp

あらまし：平成 29 年 3 月に告示された新学習指導要領では、情報活用能力をはじめとした教科等横断的な資質・能力の育成や、ICT 環境の整備、小学校・特別支援学校小学部においてはプログラミング教育の実施が求められている。本稿では、資質・能力の育成のうち，特に情報教育や ICT 活用に重点を置いた学校について，教育課程編成という観点から報告する．
キーワード：資質・能力，教育課程，実践校分析

1. はじめに

平成 29 年 3 月告示の新学習指導要領では､情報活用能力をはじめとした教科等横断的な資質・能力の育成や、ICT 環境の整備、小学校・特別支援学校小学部においてはプログラミング教育の実施が求められている。小学校学習指導要領総則では「各学校においては，児童の発達の段階を考慮し，言語能力，情報活用能力（情報モラルを含む。），問題発見・解決能力等の学習の基盤となる資質・能力を育成していくことができるよう，各教科等の特質を生かし，教科等横断的な視点から教育課程の編成を図るものとする。」あるいは、「情報活用能力の育成を図るため，各学校において，コンピュータや情報通信ネットワークなどの情報手段を活用するために必要な環境を整え，これらを適切に活用した学習活動の充実を図ること。」また「児童がプログラミングを体験しながら，コンピュータに意図した処理を行わせるために必要な論理的思考力を身に付けるための学習活動」となっている。

本稿では, 資質･能力の育成のうち情報教育や ICT リテラシーという観点から, 学校全体として, かつ, 継続して取り組んでいる事例，特に研究開発学校制度や教育課程特例校制度を利用して「情報科」を特設して指導してきた学校の取り組みについて整理したものである．また，筆者が直接に触れた事例（学校訪問など）に限ったものである．

2. 福岡教育大学附属久留米小学校

各教科等の言語活動に生かすことのできる「情報編集力」の基礎を養うために，平成 24 年度から平成 27 年度まで，新教科「情報科」を新設し，指導内容や指導方法，そして教育課程の在り方についての研究開発を行ってきた．ここで「情報編集力」とは、「多様な学習に関する情報から、解決すべき問題に対して、効果的な情報を選択するとともに、見出したいくつかの情報を組み合わせることで、練り上げられた考えを見出すことができる能力」のことである。

新教科の目標は以下の通りである．

> 情報と関わる活動を通して，情報利用に関する基礎的・基本的な知識や技能を身に付け，情報をもとに他者と協働しながら身近な問題を解決していこうとする能力と自立して情報社会を構築していこうとする態度を養う．

教科の内容は，情報の見方や考え方、情報機器の操作、情報モラル、協働的な問題解決の 4 つから成る。情報の見方や考え方は、情報を解釈する活動を通して，情報の特徴について考えて，情報の効果を実感することができるようにする。内容として取り扱う情報は、言語、数、音声、画像であり、それぞれ、国語科、数学科、音楽科、図画工作科と関連付ける。情報機器の操作は、情報を利用するために必要な基礎的・基本的な知識や技能の習得をめざす領域である．学年段階に応じて、提示、保存、処理といった機能に関する操作方法を系統的に位置づけている。情報モラルは、情報を利用する際のマナーやルールの理解し、ネット上で巻き込まれる危険を予測して回避しようとする態度を育むことができるようにする。低学年では情報機器について、中学年ではネットについて、高学年ではネット上の危険回避について取り扱う。協働的な問題解決は、他者と関わりながら身近な問題を解決する活動を通して，情報を活用しながら他者と協働して問題を解決できるようにする。他者との関わり方に関するスキルと、効果的な情報活用の意味や価値を実感するスキルの 2 つの内容から構成されている。

現在では、教育課程特例校として、研究開発学校であった頃の内容を生かした「情報科」や、IE-School の指定を受けて情報教育に関するカリキュラム開発、「情報科」としてのプログラミング教育を行ってい

る。

3. 京都教育大学附属桃山小学校

平成 23 年度～26 年度まで「メディア・コミュニケーション科」研究開発学校の指定を受けた．教科の目標は以下の通りである。

> 社会生活の中で生まれる疑問や課題に対し，メディアの特性を理解したうえで情報を収集し，批判的に読み書きし，整理しながら自らの考えを構築し，相手を意識しながら発信できる能力と，考えを伝えあい・深めあおうとする態度を育てる。

メディア・コミュニケーション科の基本方針は、①21 世紀型情報活用能力の育成を図ること、②メディアとコミュニケーションを一体とした指導を行うこと、③課題解決を主体とした指導を行うこと、の 3 つである。従前からの情報活用能力に加え、SNS 等の発展によってメディアを通した情報発信が増えていることから、①のような方針を設定した。「21 世紀型情報活用能力」とは、メディアを通して相手を意識する力、メディアや情報を選ぶ力、メディアを通して批判的に思考する力、目的に合わせてメディアを活用する力、メディアを活用する際に責任をもって発信する力、の 5 つの力の総体である。②については、情報モラルや ICT 機器の使い方といった知識・技能単体ではなく、学習活動の中で一体化した指導を行うこととした。③については、単体の学びではなく、メディアの扱い方や特性を知り、対話的な学びの中で、課題解決を行っていくことが大切であるとした。

単元構成の上では、メディア使用の系統性、メディアの特性の理解、表現物の再評価、コミュニケーション活動の充実、他教科との関連、などに留意している。タブレット PC を用いてプレゼンテーションを再吟味する活動を取り入れたり、算数の単元構成においても情報の整理に重点を置いた指導を行っている。

4. 宮城教育大学附属中学校

新教科「技術・情報科」によって，ディジタルスキルの獲得を目指した研究開発を平成 26 年度～29 年度まで行う．

プログラミングを含めたディジタルの特性を理解し，それらを課題解決のために活用できる力を育むために，従来の技術科で扱っていた「情報に関する技術」では不足する部分について、ディジタル化された情報およびその利活用に関する目標・内容を持つ「情報分野」を新たに設定した。新たな内容は「ディジタル化された文字情報」「ディジタル化された画像・映像情報」「ディジタル化された音情報」の 3 つである。

新教科の目標は以下の通りである。

> 技術や情報を用いた問題解決を通して、情報に関する技術、材料に関する技術、加工に関する技術、エネルギー変換に関する技術、生物に関する技術についての基礎的・基本的な知識及び技能を習得するとともに、技術や情報と社会や環境とのかかわりについて理解を深め、技術や情報を適切に評価し工夫・創造して活用することで、よりよい社会を構築できる能力と態度を育てる。

技術・情報科で身に付くスキルは「ディジタルならではの言語活動（コミュニケーションスキル）」「ICT を活用したパートナーシップ・協働力（コラボレーションスキル）」「ディジタルならではの情報活用を通した問題解決・価値創成力（イノベーションスキル）」「作り手と使い手の両面の情報モラル（ヒューマンスキル）」「ディジタルに対するリスク管理（マネジメントスキル）」の 5 つを想定している。

新教科の柱の 1 つとしてプログラミング教育が挙げられる．スマートフォン上で動作するアプリを Scratch などを用いてプログラミングしたり、数学科と協力して、学習した図形についてプログラミングで作図を行ったりしている。アプリ作成の授業では、ペアプログラミングの形式をとっている。一人が作業指示を出し、もう一人が実際のコーディング作業を行うことで、コミュニケーションスキルを育成する。

5. まとめ

本稿では「育成を目指す資質・能力」の観点から，情報教育や ICT 活用について、特徴的な教育課程編成が行われている学校について紹介した．

ICT 機器等についての基本的な操作方法を習得するとともに、情報活用能力を教科等横断的に学ぶことができるような、授業づくりが求められる。子供にとって有意味な文脈設定の下で，知識（考えるための材料）を学ぶ際にすべや方略といった思考操作を学び，この両者を学習活動によって結びつける，こうした学び方を学習者が繰り返し振り返って自覚する，といった教育課程のデザインが必要である．

参考文献

(1) 福岡教育大学附属久留米小学校: “研究発表会要録”, (2017)
(2) 福岡教育大学附属久留米小学校: “「情報編集力」を育てる問題解決的な授業づくり”, 明治図書，東京, (2016)
(3) 京都教育大学附属桃山小学校: “研究紀要 相手を意識して行う情報活用能力の育成”, (2014)
(4) 京都教育大学附属桃山小学校: “教育の情報化推進拠点校プロジェクト報告書”, (2015)
(5) 浅水智也: “プログラミングを柱とした教育課程”，学習情報研究, 2016 年 5 月号, pp.42-45 （2016）
(6) 宮城教育大学附属中学校: “平成 28 年度公開研究会要綱”，(2016)

証明問題解決支援システムにおけるカード群の自動生成

Automatic Generation of Cards in Interactive Environment of Proof Questions

金沢 萌実[*1]，倉山 めぐみ[*1]
Moemi KANAZAWA[*1]
[*1] 函館工業高等専門学校
[*1]National Institute of Technology, Hakodate College
Email: 16702@hakodate.kosen-ac.jp

あらまし：近年，論理的思考力に注目が与えられており，その力を育成するものの中に証明問題の解決が挙げられる．そしてこれまでカード選択方式を用いた証明問題解決支援システムが開発されてきた．しかし既存のシステムではカード群生成のためにデータベースを人の手で追加する必要がある．そこで本研究では前述の手間を省き，学習者に適した学習を提供できるような，カード群の自動生成方法を提案し，実際に構築した．
キーワード：証明問題，カード群，自動生成，論理的思考

1. はじめに

近年，論理的思考力に注目が与えられている[(1)]．その理由として，就職や進学における面接の場など，論理的に考え表現する場が増えたことが考えられる．一方で，その力を育成するための場については変化があるとは言えない．論理的思考力を育成するものとして，プレゼンテーションや作文などがあげられるが，その中に，証明問題の解決もあげられる．証明問題は，プレゼンテーションや作文とは異なり，与えられた問題に対して既に分かっている事柄（仮定や条件）から分かりたい事柄（結論）を導くものであり，仮定，条件，結論などが既に与えられているのである．分かっていることから分かりたいことを論理的に順序立てて考えていくことができることから，他の方法に比べ，論理的思考力を育成しやすいと考えている．

この考えを基に，カード選択方式を用いた証明問題解決支援システムが開発されている．現時点では，段階的に難易度を上げ，学習者がシステムを利用し学習を進めていくために，仮定や条件以外の部分も空欄にしてカードの追加を行った．また，カードの増減にシステムが対応できるように正誤判定の改善を行った．しかし現在のシステムではカード群の中に正解カードの他にダミーカードを加えるためにはシステムのデータベースを人の手で追加する必要がある．

本研究では，前述のような手間を省くように，そして学習者に適した学習を進めるように現在のシステムに仮定や条件などのカード群の自動生成を追加したシステムを提案する．

2. 学習方法による違い

証明問題の出題方式には，「記述式」「穴埋め式」がある．

記述式は，学習者が証明部分をすべて自分で考え記述する方式である．仮定や結論など、証明を構成する要素を探し，文章の構成を考えるところまで自分で行わなくてはならないため，初学者にとって困難ではあるが学習効果は非常に高い．

穴埋め式は，証明問題の一部分を空欄にし，そこに学習者が式や文字を入力する方式である．初学者にも易しいが，慣れてくると空欄の前後を読むだけで解けてしまうこともあるため学習効果が上がらなくなるという欠点がある．

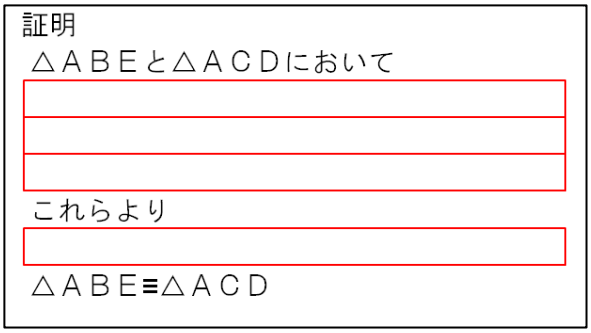


図 1 穴埋め式に近い出題形式

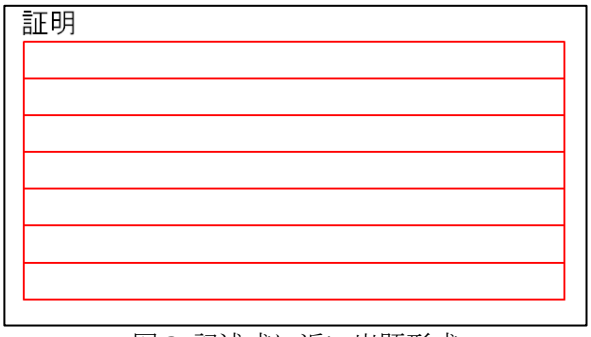


図 2 記述式に近い出題形式

また，記述式と穴埋め式は，「難易度」と「学習効果」の 2 点で大きく差がある．穴埋め式で証明問題が解けるようになった学習者が，記述式では解けないということも考えられる．証明問題の学習を段階的に行えるようにするために，この 2 つの方法の中

間に位置するような学習方法として,「カード選択方式」が提案されている [3].

カード選択方式は，単文が書かれたカードを空欄に当てはめていく方式のことである．この方式は図 1 のように仮定や条件など問題文から読み取れる部分だけを空欄にすると，穴埋め式に近いため記述式ほど難解ではなくなり，初学者にも取り掛かりやすい．また，図 2 のように結論や「これらより」などの文章を構成する部分を空欄にして選択できるカードを増やすと，必要な部分を探すだけでなく文章の構成を考えることを要求されるので，穴埋め式よりも記述式に近い出題形式になる．つまり，問題の難易度を上下させることができるのが，カード選択方式の利点である．

3.　システム概要

カード選択方式を用いた証明問題解決支援システム [2] [3] の実行画面を図 3 に示す．システムが起動するとまず学習者は表示された問題文を読み，ランダムに配置されたカード群からカードを取捨選択し，証明部分の空欄にマウスのドラッグアンドドロップで移動させて当てはめていく．空欄を全て埋めて解答ボタンを押すとシステムは正誤判定を行い，正解の場合は正解メッセージを，不正解の場合は不正解メッセージを表示する．その後，正解の場合は次の問題へボタンか終了ボタンを選択でき，次の問題へボタンを押すと次の問題を表示し先に述べた順序で学習者は問題を解いていき，終了ボタンを押すとシステムを終了する．不正解の場合はカードを選択する場面に戻る．

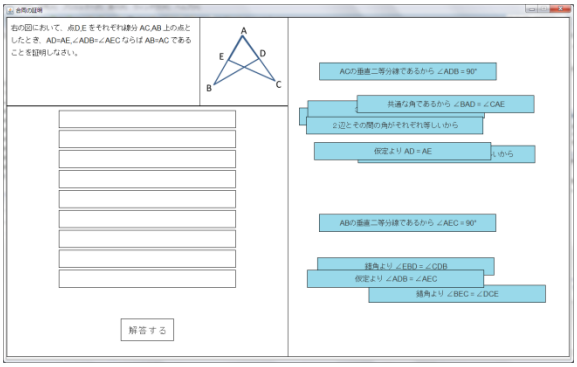


図 3 システム画面

4.　カード群自動生成

先に述べたシステムにカード群を自動生成する処理を加えることでシステムの実現を図る．具体的にはシステムが問題を表示する前に自動生成処理を加える．このフローチャートを図 4 に示す．

4.1 正解カード生成

正解カードの生成法について述べる．あらかじめデータベースに追加していた中から正解文を読み込み，その文を仮定，条件，結論の三つの型に当てはめる．そして条件にはその前の仮定の情報，結論には条件の情報を付加情報として与える．このことによりそのカードが何を示しているかを明確にする．これにより正解カードが作成される．

4.2 ダミーカード生成

次にダミーカードの生成法について述べる．生成された正解カードから，文字の配置を変えたりすることによりダミーの文を生成し，カードとして生成する．ダミーカードには付加情報は与えず，あくまで正解カードと結びつきがないことを明確にする．

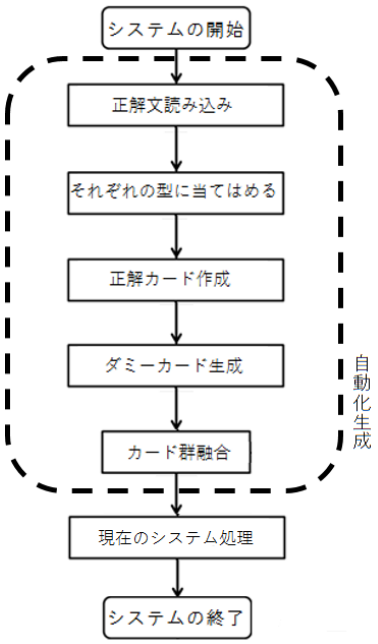


図 4 システムフローチャート

5.　まとめ

本研究では，現在の証明問題解決支援システムについて述べ，カード群を自動生成する方法の提案をした．

今後の課題として，正解カードとダミーカードの自動生成法を用いて，実際に自動生成を加えたシステムの実装を行うこと，そして実際にシステムを利用して学習を進められるのか調査することが課題として挙げられる．

謝辞

本研究は JSPS 科研費　15K16109 の助成を受けたものです．

参考文献

(1) 清水宏幸, 全国学力・学習状況調査の結果にみる中学校数学科の指導上の課題―記述式問題に焦点を当てて―, 日本数学教育学会誌, 第 94 巻, 第 9 号, pp. 38-41 (2012)

(2) 嶋田秀斗, 倉山めぐみ, 証明問題解決支援システムのためのデータベース構築, 教育システム情報学会 2014 年度学生研究発表会予稿集, pp. 7-8 (2015)

(3) 倉山めぐみ, カード選択を利用した証明問題解決支援システムの開発, 2015 年度人工知能学会全国大会論文集, 1E4-OS-11a-3 (2015)

新入社員研修における指導員の経験学習を促す指導員週報の導入
－学習プロセスの質的分析－

Using the Mentor's Weekly Reports for Supporting Their Experiential Learning in the New Employees' Training
- A Case Study with Qualitative Data Analysis on Mentor's Learning Process -

田中 孝治[*1]，水島 和憲[*2]，仲林 清[*3]，池田 満[*1]
Koji TANAKA[*1], Kazunori MIZUSHIMA[*2], Kiyoshi NAKABAYASHI[*3], Mitsuru IKEDA[*1]
[*1] 北陸先端科学技術大学院大学知識科学系
[*1]School of Knowledge Science, Japan Advance Institute of Science and Technology
[*2] 株式会社日立製作所
[*2]Hitachi, Ltd.
[*3] 千葉工業大学情報科学部
[*3]Faculty of Information and Computer Science, Chiba Institute of Technology
Email: kjtanaka@jaist.ac.jp

あらまし：新入社員研修は，指導する立場の指導員にとっても成長の機会である．本研究では，新入社員研修における指導員の経験学習による成長を強化し，指導経験を他の指導員と共有することで指導員の成長を促進する仕組みの構築を目指している．本研究では，その足掛かりとして，指導員が学習を内省するための教材，かつ，指導の意図が表出化される媒体として指導員用週報を導入した．本稿では，週報に記述された経験学習ついて検討を加える．
キーワード：経験学習，新入社員研修，週報，指導員

1. はじめに

企業における人材育成において，多様化する仕事に対応できるように，社員が自ら成長する環境づくりが求められている．企業が成長の仕方（経験からの学び方）の学びに焦点を置いた人材育成を創造していくうえで，指導のノウハウを企業全体で共有していくことが重要である．人材育成担当者の多くは，熱心な指導員が創出した学び方の学びに対する指導のノウハウや，その指導員のかつての指導員やその指導員の指導を受けた実習員といった特定のグループによって蓄積された学び方の学びに対する指導のノウハウが企業内に埋もれたままでいる現状に苛まれている．本研究では，前報 (1) で明らかとなった新入社員研修（営業実習）における実習員と指導員の成長をより強化し，指導員が他の指導員と教え方の経験を共有することで指導員の成長を促進する営業実習の質向上の仕組みの構築を目指している．その足掛かりとして，本研究では，指導の背後にある意図を表出化するための指導員用週報および実習員用週報の説明教材を開発し，営業実習に導入した．本稿では，導入した週報について報告し，週報に記述された内容について分析した結果について論じる．

2. 指導員用週報の構成

指導員には，対話による実習員の学びの支援を通して，指導員自身が成長する機会とすることが期待されている．指導員用週報には，実習員の成長を整理し対話に活かすための仕組み，と，自身の成長を俯瞰的に捉え効果的に成長するための仕組みが用意されている．前者の仕組みとして，「実習員の成長」欄（図 1 (a)）と「実習員が意識している思考・視点」欄（図 1 (b)）がある．営業実習において，指導員には，実習員の「マーケットイン」「顧客志向」をはじめとする他者視点思考の意識付けが期待されている．例えば，優れた指導員は，作業が終わらず翌日に持ち越してしまったことに対する「次からは時間内に作業を完了させたい」といった自己視点のみの実習員の反省を受けて，計画的に作業を遂行するように促すだけでなく，その仕事に対する関係者への影響を考えるように促すなど，随所で他者視点思考の意識付けを行っている．指導員用週報では，実習員の一週間の成長および実習員が意識している視点・思考（例えば，所属元視点，顧客視点，など）を記述することで，実習員の成長を他者視点思考の意識付けの観点から整理することができ，実習員の指導方針（および所見欄のコメント）が考えやすくなる．

後者の仕組みとして，「指導からの学び」欄（図 1(c)）と「自身の成長」欄（図 1(d)）がある．「指導からの学び」については，指導から学んだことを経験学習の 4 つのステップで記述できるようになっている．「自身の成長」欄には，実習員の指導を通した自身の成長を記述する．業務遂行経験が浅く経験からの学びに慣れていない実習員にとっては，業務依存でない自らの成長を意識することは負荷が高い．そのため，指導員が実習員の経験学習サイクルを俯瞰することで成長を把握し，その成長を支援することが必要である．一方，指導員においては，自身の経験学習サイクルを俯瞰することで自身の成長を把握し，

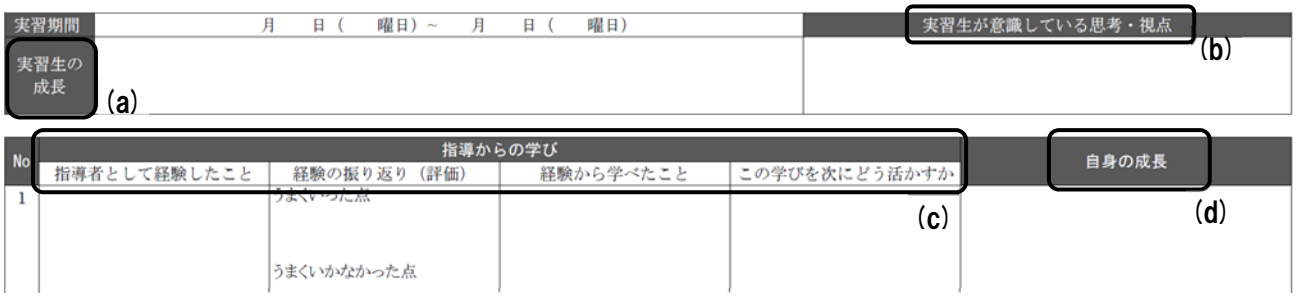


図 1　指導員用週報のフォーマット

その成長を自身で支援することが期待されている．この成長の自己把握と自己支援を繰り返すことによって効果的に成長し続けることが可能となる．営業実習における実習員の成長を把握し支援する経験を，自身の成長の自己把握と自己支援の学びへと学習を深化させることが期待されている．

3.　調査

本研究では，大手インフラ系企業の H 社を調査対象とした．H 社では新入社員研修の一環として，顧客との直接交渉を主としない設計開発部署に配属された新入社員が顧客との直接交渉を主とする営業部署を実習先とする営業実習を実施している(1)．H 社の営業実習では，新入社員用の週報はこれまでも利用されていたが，指導員用の週報を導入したのは，初めてであった．

この営業実習期間中（4 週間）に用いられた指導員用週報に記述された 3500 文字を分析対象とした．週報の記述者の指導員は，営業系部署所属の M 氏（勤続年数 12 年，35 歳，男性，過去の指導経験 0 名）であった．分析には，質的データ分析手法の SCAT(2)を用いた．分析は，主に第一著者が行い，その分析から作成された SCAT の表を用いて，共著者間で分析の妥当性を検討しながら改善を加えた．

4.　結果

SCAT を用いて週報を分析するにあたり週報の記述を 20 のテクストに分割した．SCAT 分析表とストーリーラインについては別稿に譲るとして，分析から得られた理論記述（ストーリーラインから探索された分析対象を理解するための可能性の記述）について，以下に述べる

4.1 実習員の指導に関する経験学習

目的共有や振り返りといった学習コミュニケーションを通して，顧客志向を含めた他者視点思考に関する実習員の学びを促す指導に関する経験学習を行う．学習コミュニケーションを通して実習員らしさを伸ばそうとする実習員の学びを促す指導に関する経験学習を行う．実習員の学びを促す指導に関する経験学習を通して，学習コミュニケーションが成立すると学びの質が高まることを認識する．

4.2 指導員自身の学習に関する経験学習

実習員の経験を自分ごととして捉えて学ぼうとする自身の学びに関する経験学習を行う．自身の意見の押しつけによって実習員の学習機会を阻害することが自身の他者視点思考の学習機会を喪失していることを認識し，営業実習の指導経験を学習機会として活用する意欲が見られる．営業実習への指導員としての参加が自身の他者視点思考の学習機会であることを認識する．学習コミュニケーションを通じて，自身の成長を阻害する悪習慣や理解状態（学習不足）を認識しようとするメタ認知的自己調整学習に関する経験学習を行う．実習員の経験から学ぶ姿勢を観察し自身が経験から学ぶ意欲が不足していることを認識することで学び方を学ぼうとする動機づけ的自己調整学習を行う．学習コミュニケーションにおいて素直に教えを請う方が学べることが多いことを認識する（行動的自己調整学習）．

5.　考察

週報の分析結果から，指導員が，学習コミュニケーションを通して，営業実習が新入社員を教育する場としてだけではなく自身の学習の場であることの認識を深めたことが明らかになった．また，経験学習を意図した週報を使用することで，経験学習の転回を意識させることができており，指導員が実習員への指導と指導員自身の学びに関する二種類の経験学習を転回させていたことが明らかになった．さらに，指導員は，自身の学びに関する経験学習の転回を通して自己調整学習を行っていた．これらのことから，筆者らが開発した指導員用週報を新たに営業実習に導入したことによって営業実習の優れた面（指導員の成長）をより強化できたと考える．

謝辞

本研究の一部は，科研費 26560127 の助成を受けた．本調査に賛同いただき快く週報を提供していただいた株式会社 H 社人事総務本部の佐藤康友様，久門淳一様，実習員 A 様，指導員 M 様の協力に感謝する．

参考文献

(1) 田中孝治，水島和憲，仲林清，池田満:“営業実習の週報から見る新入社員の学び方の学びと指導員によるその支援：質的データ分析手法 SCAT を用いた一事例分析”，日本教育工学会論文誌，41 (1), pp.1-12 (2017)
(2) 大谷尚:“質的研究とは何かー教育テクノロジー研究のいっそうの拡張をめざしてー”，教育システム情報学会誌，25 (3), pp.340-354 (2008)

児童への学習・行動評価としての所見記述支援システムの開発

The Development of the Support System to Write School Report Card Comments as an Evaluation of the Child's Learning and Behavior

山崎 宣次[*1], 掛川 淳一[*2], 小川 修史[*2],
加藤 直樹[*3], 横山 隆光[*4] 興戸 律子[*3], 森広 浩一郎[*2]
Senji YAMAZAKI[*1], Junichi KAKEGAWA[*2], Hisashi OGAWA[*2],
Naoki KATO[*3], Takamitsu YOKOYAMA[*4], Ritsuko OKIDO[*3],Koichiro MORIHIRO[*2]
[*1] 中部学院大学,[*2] 兵庫教育大学,[*3] 岐阜大学,[*4] 岐阜女子大学
[*1]Chubu Gakuin University,[*2]Hyogo University of Teacher Education,
[*3]Gifu University,[*4]Gifu Women's University
Email: yamazaki-s@chubu-gu.ac.jp

あらまし：通知表の所見は，経験があっても現場の教員にとって非常に負担の大きい校務である．そこで筆者らは教員の通知表所見記述支援を目指して，テキストマイニング手法を用い，所見の特徴単語抽出をすることで分析をしてきた．そこで，所見記述支援システムも開発してきたが，今回，支援する教員が直接触れるソフトウェアを改良し，より使いやすいものにしたので報告する．
キーワード：小学校，通知表，テキストマイニング，教師教育，学習行動評価

1. はじめに

小学校における通知表の所見記述は校務の中で最も負担感が高い [(1)]．そこで，著者らは所見の記述支援を目指し，テキストマイニング手法を用いて，所見の特徴単語抽出をすることで，所見の分析を行ってきた [(2)] ~ [(12)]．その結果，自分が多用する単語や自分以外の他の教員が多用する特徴単語をその教員に提示することで，自分の特徴単語に気づいたり，所見に使う単語の語彙が広がったりと，所見の記述支援の可能性が示唆された [(7)]．

また，筆者らが平成 27 年度に実施した全国アンケート調査（WEB 調査）[(10)] において，「他の先生が書いた所見を見る（参考にする）ことができるようになっていますか」という問いには，他の教員が記述した所見を閲覧できるのは約 6 割程度で，その中でも許可なく自由に閲覧できるのは，全体の約 2 割以下しかなかった（図 1）．

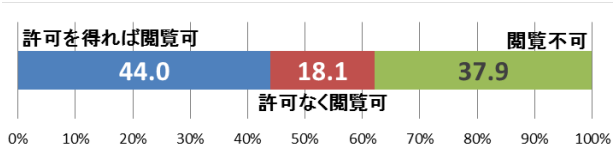


図 1 他の先生の所見を閲覧できるか (n=459)

他の先生の所見が閲覧できなかったり，閲覧できても許可が必要だったりすることもあり，「あなたは，他の先生が書いた所見の「書き方」を参考にしますか」の問いには約 6 割の教員が他の教員が記述した所見を参考にしないという結果であった（図 2）．このように，所見は学校内での共有化は進んでおらず，自分でどのように記述したら良いか悩み，校務の中で最も負担感が高いと推測される．

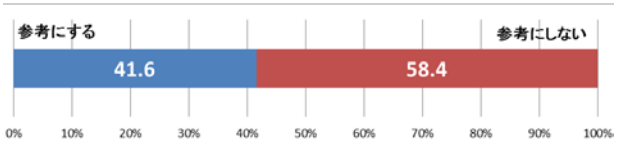


図 2 他の先生の所見を参考にするか (n=459)

また，「あなたは，自分が書いた所見が他の先生と比較して，自分の書きぐせ（多用する単語など）を客観的に指摘してくれたり，自分はあまり使用しないが，他の先生が多用する単語を教えてくれたりするシステムがあったら，利用したいですか．」には，半数以上の 56.6%の教員が利用したいと回答した（図 3）．このことからも，所見記述支援が求められていると考えられる．

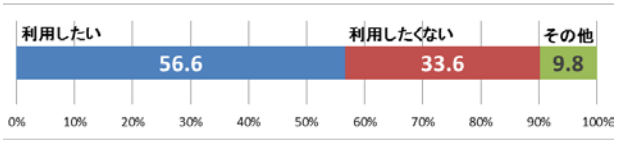


図 3 システムを利用したいか（n=459）

2. 特徴単語提示画面の改良

そこで，所見記述支援を目的とした自他の特徴単語を提示するシステムを開発し発表した [(8)]．実際にこのシステムを利用して数名の教員に自他に特徴単語を提示したが，自分の所見における特徴単語より，他の教員の特徴単語を参考にすることが多く，そのことで，自分の所見の語彙を増やそうとしていることが分かった．また，開発した提示画面は自分より他の教員が何回多く使用しているか，その使用例では，特徴単語の前後何単語まで表示するか，使用例の表示数など，教員自ら選択できるように設定した．

しかし，このシステムを使用した教員のほとんどは初期状態の設定のままで，自ら設定条件を変えて利用することはほとんどなかった．

そこで，今回，特徴単語表示画面を操作条件の設定を少なくするなど教員が使いやすい操作画面に修正した（図 4，5）．

図 4　他の先生が多用する特徴単語の提示画面

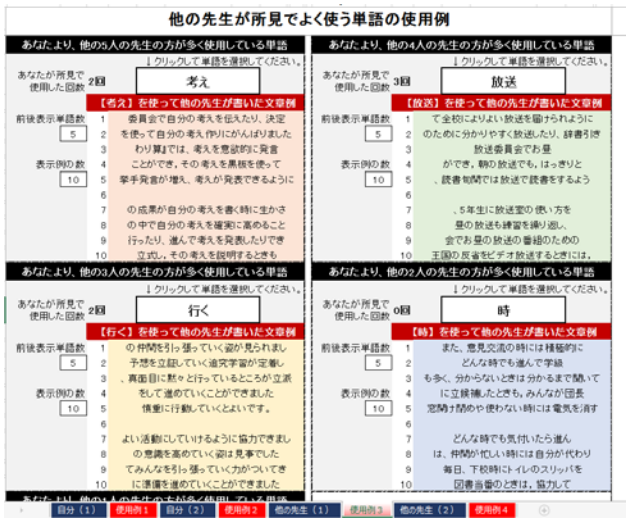


図 5　他の先生が多用する単語使用例の提示画面

3.　今後の課題

今回，他の教員の記述した所見の特徴単語を中心に，より分かりやすく改良した．今後はこの提示システムを実際に教員に提示することで記述支援の効果を検証したい．特に，新規採用教員は所見を記述する経験が極めて少ないため，このシステムが有効であると考えられる．

今後，道徳も評価が導入されるが，所見での評価となる．学習面・行動面だけでなく，道徳の評価においてもこのシステムは有効になると予想される．

謝　辞

本研究は JSPS 科研費 26282051 の助成を受けたものです．

参考文献

(1) 山崎宣次:小学校における校務の負担感．大阪成蹊短期大学研究紀要，第 50 巻，pp.39-52 （2013a）
(2) 山崎宣次，森広浩一郎，掛川淳一，中間玲子，小川修史，加藤直樹，日比光治，興戸律子:“小学校における通知表等所見の現状～教師のキャリア形成として～”，日本教育情報学会 第 29 回年会，大会論文集.pp.296-297 （2013b）
(3) 山崎宣次，森広浩一郎，掛川淳一，小川修史，加藤直樹，日比光治，興戸律子:“小学校通知表所見のテキストマイニング”，日本教育工学会第 29 回全国大会，大会論文集.pp.339-340 （2013c）
(4) 山崎宣次，　掛川淳一，小川修史，加藤直樹，日比光治，興戸律子，森広浩一郎:“テキストマイニングによる通知表所見の比較”，日本教育工学会 研究報告集，JSET 14-1，pp.33-40 （2014a）
(5) 山崎宣次，　掛川淳一，小川修史，加藤直樹，日比光治，興戸律子，森広浩一郎:“特徴単語による小学校通知表所見の教員間比較”，教育システム情報学会研究報告，vol.28，no.6，　pp.207-214 （2014b）
(6) 山崎宣次，掛川淳一，小川修史，加藤直樹，興戸律子，森広浩一郎:“小学校通知表所見の言語分析による教員の力量形成について～所見記述の一般的傾向と課題～”，日本教育情報学会 第 30 回年会論文集，pp.178-179 （2014c）
(7) 山崎宣次，掛川淳一，小川修史，加藤直樹，興戸律子，森広浩一郎:“特徴単語を用いた記述支援に向けた小学校通知表所見の分析”，日本教育情報学会学会誌，第 30 巻，第 3 号，pp.23-36 （2015a）
(8) 山崎宣次，掛川淳一，小川修史，加藤直樹，興戸律子，森広浩一郎:“校務の情報化としての小学校通知表所記述支援”，日本教育情報学会 第 31 回年会論文集，pp.304-305 （2015b）
(9) 山崎宣次，掛川淳一，小川修史，加藤直樹，興戸律子，森広浩一郎:“小学校通知表所見の特徴単語抽出のためのテキストマイニング手法の比較”，日本教育情報学会学会誌，第 31 巻，第 2 号，pp.37-48 （2015c）
(10) 山崎宣次，掛川淳一，小川修史，加藤直樹，興戸律子，横山隆光，森広浩一郎:“通知表所見に関する教員の意識”，日本教育情報学会 第 32 回年会論文集，pp.332-333 （2016a）
(11) 山崎宣次，掛川淳一，小川修史，加藤直樹，興戸律子，横山隆光，森広浩一郎:“通知表所見に関する教員の意識－アンケートの自由記述から－”，教育システム情報学会 第 41 回全国大会論文集，pp.93-94（2016b）
(12) 山崎宣次，掛川淳一，小川修史，加藤直樹，興戸律子，横山隆光，森広浩一郎:“小学校通知表所見の特徴単語抽出のためのテキストマイニング手法の比較 2”，日本教育工学会 研究報告集，JSET 17-1，pp.475-482 （2017）

教職を目指す学生のための ICT リテラシーの向上のための教材開発

Development of Teaching Materials to Improve the ICT Literacy for Prospective Teachers

高橋　参吉
Sankichi TAKAHASHI
帝塚山学院大学　人間科学部
Faculty of Human Sciences, Tezukayamagakuin University
Email: takahasi@tezuka-gu.ac.jp

あらまし：本稿では，教職課程における授業科目である教職に関する科目（教育方法・技術論），教科に関する科目（情報科教育法，アルゴリズム入門）および教職の 66 条の 6 の科目（情報機器の操作）について教職課程コアカリキュラムの到達目標との関連について述べる．これらの科目で利用している教材は，教職（情報科教員など）を目指す学生に対して，ICT リテラシー向上のために開発した（もしくは利用している）ものである．
キーワード：初等中等教育，情報科教育，教職課程，教師教育，教材開発，到達目標

1. はじめに

教職課程コアカリキュラムの在り方に関する検討会は，中央教育審議会答申 (1) を踏まえ，教職課程での学修内容について検討する目的で設置された．第 4 回会議において，コアカリキュラムの全体目標，一般目標及び到達目標などが提示された (2)．

筆者は，担当している「教育方法・技術論」および「情報科教育法」の到達目標について，コアカリキュラムの中で示されている到達目標との関係について調べた (3)．その結果，「教育方法・技術論」「情報科教育法」における内容や利用している教材は，コアカリキュラムの到達目標に合致することがわかった．また，「情報機器の操作」の内容についても，これらの科目の到達目標に関連することがわかった．

本稿では，コアカリキュラムの到達目標との関係について述べ，利用している教材について紹介する．

2. 教職課程コアカリキュラム

中央教育審議会答申の養成段階の内容改革の新たな課題の一つに ICT を用いた指導法がある．

例えば，コアカリキュラムの「教育の方法及び技術」には，「情報機器及び教材の活用」に関する項目があり，到達目標では，教材作成や活用，情報活用能力の育成（情報モラルを含む）についても言及されている．また，従来の「各教科の指導法」は，「各教科の指導法（情報機器及び教材の活用を含む．）」となり，この科目の到達目標には，授業設計に ICT を活用することが盛り込まれている．

3. 教材の開発と ICT を活用した授業

3.1 情報機器の操作

本学では，教職履修者の必修科目として「情報機器の操作 A，B」（1 年次配当，各 1 単位）を開講している．この科目の到達目標は以下の通りである．

- 案内文，学級新聞，文集（冊子）が作成できる．
- プレゼンテーション資料，電子絵本やクイズ教材（図 1 参照）が作成できる．
- ビデオアルバムや動画教材が作成できる．
- 成績表，通知表，クラス名簿が作成できる．
- HTML を用いて指導資料が作成できる．
- 個人情報や知的財産権の尊重について説明できる．
- ICT 活用指導力について説明できる．
- マクロ言語について説明ができる．

特に，上記の下線部は，付録 1 に示す（3）情報機器及び教材の活用の到達目標の 1）に関連する学習内容である．

図 1　クイズ教材の例（小学校理科）(4)

3.2 情報モラル

「教育方法・技術論」（1 年次配当,2 単位）は，教職課程の必修科目であり，前半は教育方法と技術，後半は学習指導案および教材の作成である．

学習指導案は，情報モラル教育をテーマに，高等学校用の副読本（情報倫理，実教出版）や小冊子（スマホと情報モラル）(5) の内容を参考にしている．

この科目の到達目標は以下の通りである．

- 学習指導の方法やその技術について説明できる．
- 学習指導案の構成などについて説明できる．

・情報機器など ICT を活用して，学習指導案の概略や教材が作成できる．

3 つ目の到達目標については，付録 1 の（3）情報機器及び教材の活用の到達目標の２）に関連する学習内容である．

なお,（3）情報機器及び教材の活用の到達目標は，教科指導における ICT 活用であり，情報活用能力の育成は，情報教育の目標である．

3.3 アルゴリズムとプログラミング

アルゴリズム入門（2 年次配当，2 単位）は，教科に関する科目（情報科）の必修科目である．前半は有名なアルゴリズム例である,川渡り,ハノイの塔,一筆書き，分銅問題，探索，ソートなどを教材としている．後半はプログラムの作成を行っている [6]．

情報科における「各教科の指導法」は,「情報科教育法 I,II」（2 年次配当，各 2 単位),「情報科教育法研究 I,II」（3 年次配当，各 2 単位）を設定し，前者は「社会と情報」の内容，後者は「情報の科学」と専門教科の内容を扱っている．

「アルゴリズム入門」や「情報科教育法」の科目では，次期学習指導要領における「プログラミング的思考」を意識した教材を活用するとともに，プログラミング教育への対応を考慮した教材開発も行っている [7]，[8]．図 2 はスクラッチによるソートの可視化の例である。

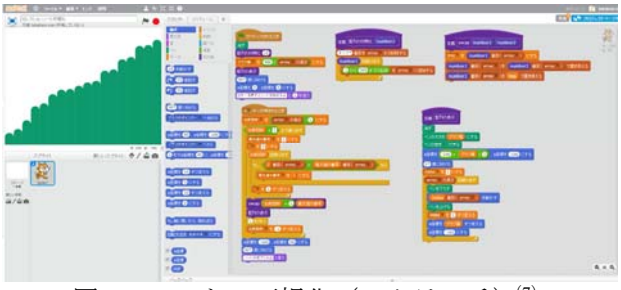


図 2　ソートの可視化（スクラッチ）[7]

なお,「各教科の指導法（情報機器及び教材の活用を含む．）」の到達目標にも,情報機器及び教材の効果的な活用法の理解や授業設計への活用について言及されている．

4. おわりに

平成 30 年度に再課程認定が行われるが,本年度は申請に向けて，新たな科目の検討や到達目標を考慮した教育内容の検討が必要となる．

「教育方法及び技術」については,「情報機器の操作」「各教科の指導法」の両科目とも連携して内容を検討する必要がある．「情報機器の操作」[4] は，ICT 指導力の向上を目指した学習内容にするとともに，学習教材の活用方法の検討も必要である．

「情報科教育法」では，情報機器及び教材を活用した授業設計の指導を行っているが，他教科の指導法においても，教科の特性に応じた指導が求められており，この検討も必要である．

なお，次期学習指導要領において，小・中学校における主な改善点の一つとして，情報活用能力の育成があげられており，小学校においては，プログラミング的思考の育成のための学習活動を実施することになっている．このことに関連して,「アルゴリズム入門」で扱っているような教材は，教職に関する科目の内容として扱うことになるかもしれない．

本論文は，JSPS 研究費（課題番号「16K01116」,研究代表者：西野和典）の助成を受けたものである．

参考文献

(1) 中央教育審議会（答申）（平成 27 年 12 月 21 日)
http://www.mext.go.jp/b_menu/shingi/chukyo/chukyo0/toushin/1365665.htm
(2) 教職課程コアカリキュラムの在り方に関する検討会：資料 2-2 各事項に係わるコアカリキュラム（案）（平成 29 年 3 月 27 日）
http://www.mext.go.jp/b_menu/shingi/chousa/shotou/126/shiryo/1384154.htm
(3) 高橋参吉：“教職課程コアカリキュラムを踏まえた教職科目のあり方”, 日本情報科教育学会第 10 国全国大会講演論文集（投稿中）（2017.7）
(4) 高橋参吉ほか：“Office2013 対応 教職・情報機器の操作，コロナ社（2016.2）
(5) 村田沙基, 高橋参吉：“小冊子「スマホと情報モラル」の作成および情報モラル指導”，日本情報科教育学会第 8 国全国大会講演論文集，pp.113-114（2015.6）
(6) 高橋参吉ほか：専門教科情報科検定教科書「アルゴリズムとプログラム」，実教出版（2014.1）．
(7) 喜家村奨，高橋参吉：“プログラミング教育の指導力の向上を目指した教員研修”，日本情報科教育学会第７回研究会，pp.15-20（2016.11）
(8) 高橋参吉，古川克弥：“情報専門科目「アルゴリズムとプログラム」における C と Processing によるソートプログラムの比較”，日本情報科教育学会近畿・北陸支部研究会（2017.3）

付録 1　教育の方法及び技術（情報機器及び教材の活用を含む．）

全体目標（省略）
（１）教育の方法論
　一般目標（省略）　到達目標１）～４）（省略）
（２）教育の技術
　一般目標（省略）　到達目標１），２）（省略）
（３）情報機器及び教材の活用
一般目標：
　情報機器を活用した効果的な授業並びに適切な教材の作成及び活用に関する基礎的な能力を身に付ける．
到達目標：
１）子供たちの興味及び関心を高めたり課題を明確につかませたり学習内容を的確にまとめさせたりするために，情報機器を活用して効果的に教材等を作成及び提示することができる．
２）子供たちの情報活用能力（情報モラルを含む）を育成するための指導法を理解している．

IchigoJam を用いた小学生プログラミング教育の成果と今後の計画について

Achievements and a Future Plan of a Computers Programming Curriculum for Kids using Single Board Computer IchigoJam

不破　泰, 時田　真美乃, 長谷川　理
Yasushi FUWA, Mamino TOKITA , Osamu HASEGAWA

信州大学
Shinshu University
Email: fuwa@shinshu-u.ac.jp

あらまし：我々は，小学生から高校生までを対象とするプログラミング教育カリキュラムの確立を目指している．このなかで，小中学生は IT への興味の育成と IT を活用して社会課題の解決能力を育成する事を目的とし，センサーデータを収集してサーバに収容するセンサー端末開発を行う．これは，児童が組み立てるボード型コンピュータ(IchigoJam)を用い，これにセンサーと通信モジュールを接続して必要なプログラムを作成するものである．本発表は，その準備として IchigoJam を用いたセンサーシステムの作成とプログラムの作成を体験させる授業を行い，このカリキュラムが有効であるかどうかを検証するものである．
キーワード：初等教育，プログラミング教育，組み込みソフトウェア

1. はじめに

小学生から高校生を対象とする，プログラミング教育の体系的な指導モデルの策定がもとめられている(平成 27 年 6 月 30 日閣議決定「日本再興戦略」)．このプログラミング教育では，IT への興味を育成するとともに，IT を活用して社会の課題を解決する能力の育成が求められている(同日閣議決定「世界最先端 IT 国家創造宣言」)．また，この教育は高等教育まで継続し IoT，データサイエンスなどの最先端技術や知識の習得も求められている(同宣言)．

この事を背景に，我々は小学生から高校生までを対象とするプログラミング教育カリキュラムの確立を目指している．想定している教育カリキュラムは，まず対象となる小中学生，高校生と関係者，行政，専門家らが集まるアイディアソンを開催し，解決すべき課題を提示する (図１)．そして，小中学生は必要なデータを収集する IT 機器を開発し，高校生は収集されたデータを元にデータアナライズを行い，全体として課題解決を計るプロジェクトを立てる．

そのうえで実施する小中学生を対象とする教育カリキュラムを，図２に示す．安価なボード型コンピュータ(IchigoJam)を組み立て，BASIC プログラミングを学ぶ Part1 と，コンピュータにセンサーと通信

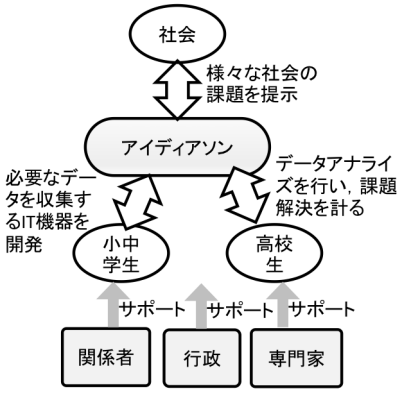


図１　想定している教育カリキュラム(1)
アイディアソンの実施

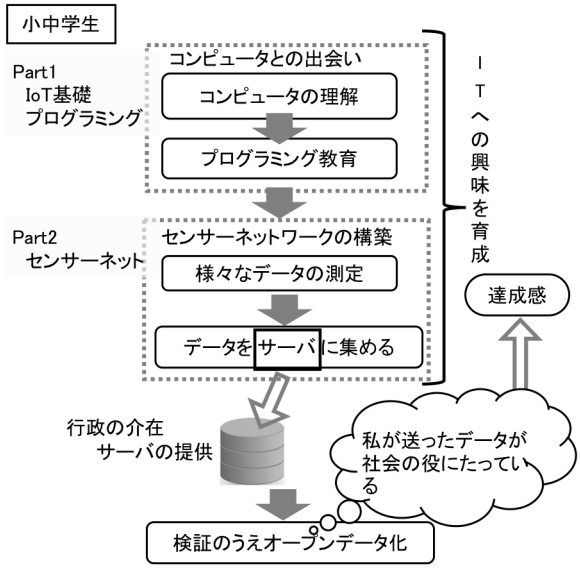


図２　想定している教育カリキュラム(2)
小中学生カリキュラム

モジュールを接続しデータを測定してサーバに送信する事を学ぶ Part2 とから成る．そして，筐体に格納し乾電池で駆動するセンサー端末を完成させる．

本発表はカリキュラム策定の準備として，図２のカリキュラムで小学生が IT に興味を持つか，センサー端末の開発が小学生に可能であるのかを検証する．昨年度長野県内 4 箇所で小学生対象のプログラミング教室を行ったが[1]，長野市内での教室を通しての検証結果を述べる．

2. 長野市こどもプログラミング教室

長野市で実施したプログラミング教室の概要を述べる．教室は以下の 3 回で構成した．

対象：小学校 4 年生～6 年生
参加費：2500 円(3 回分 IchigoJam 等教材の実費)

[第１回目]平成 28 年 7 月 2 日 3 時間
参加者 23 名　（男子 20 名，女子 3 名）
4 年生 9 人，5 年生 12 人，6 年生 2 人

・ハンダ付けによる IchigoJam の組み立て
・初めてのプログラミング
　動作確認の後，プログラムの作成，修正，実行，保存等を説明し，簡単なゲームプログラムを作成・実行してみる．

[第 2 回目]平成 28 年 9 月 4 日 3 時間(第 1 回目参加者のみ参加可能)
参加者 17 名　（男子 15 名，女子 2 名）
　4 年生 5 人，5 年生 11 人，6 年生 1 人
・プログラミングに挑戦
　2 つのゲームを作成し、対戦して遊ぶとともに、プログラムの理解を深める

[第 3 回目]平成 29 年 3 月 11 日 3 時間(第 2 回目参加者のみ参加可能)
参加者 14 名　（男子 12 名，女子 2 名）
　4 年生 4 人，　5 年生 9 人，　6 年生 1 人
・IchigoJam を自走車に組み込みモータ制御を学ぶ
・IchigoJam に赤外線センサーを接続し入力を学ぶ
・ライントレーサーを作成し競技コース上で走行
　3 回目の教室は，IchigoJam にセンサーを取り付けデータを取り，その値により制御をするプログラムを開発し，乾電池で動作する自走車(図 3)を作るものであり，センサー端末の開発を意識した内容である．

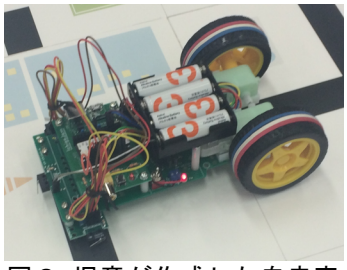


図 3　児童が作成した自走車

3.　検証結果

2 章の教室を通して，(a)こどもたちが IT に興味を持つか，(b)IT を活用したディバイス制御プログラムの作成が小学生に可能であるかを検証する．

そのために，毎回の教室でアンケート調査を行った．その結果を図 4 ～ 8 に示す．図 6 以外のアンケートは回答を回答 1 ～ 4 の 4 択とし，この順に「強くそう思う」，「そう思う」，「あまり思わない」，「全く思わない」を表す．

(a)について

第 1 回教室では全児童がまた参加したいと思った(内 95%が強く希望)(図 4). 第 2 回教室でも全児童がプログラミングを面白いと思った (内 87%の児童が強く思った)(図 5). 最後の第 3 回教室では，75%の児童が引き続きプログラミングを続けたいと思った(図 6). これらから，児童が IT に興味を持っていると判断する．

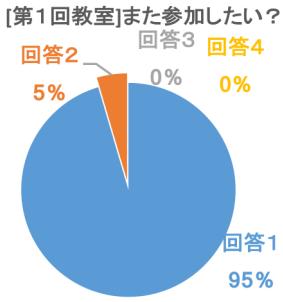


図 4 アンケート結果 (1)

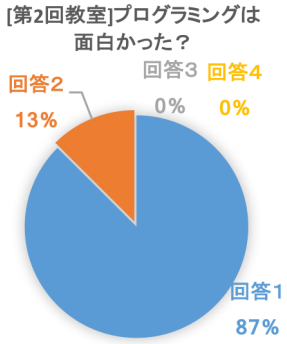


図 5 アンケート結果 (2)

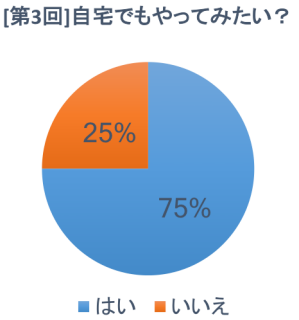


図 6 アンケート結果 (3)

(b)について

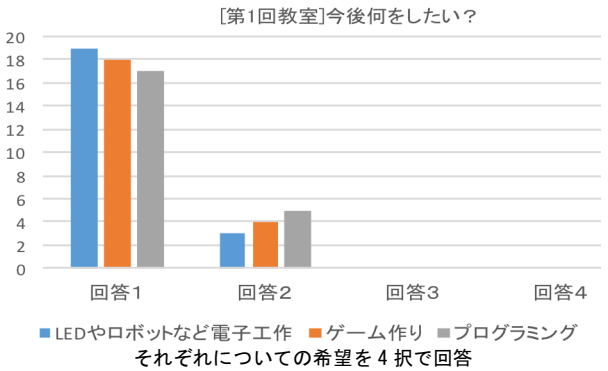
第 1 回教室の後のアンケートで，今後やりたいこととしてゲームと同等に LED やロボットなどの電子工作に対して積極的な態度を示している(図 7). また，どの項目でも回答 3,4 がゼロであり，IT に関する様々な事に前向きな姿勢でいることが判る．第 3 回教室では，全児童がライントレース自走車の開発が行えた．そのうえで，多くの児童がプログラミングは難しかったが同時に IchigoJam でのセンサー・制御プログラミングは面白かったと答えている(図 8).

4.　おわりに

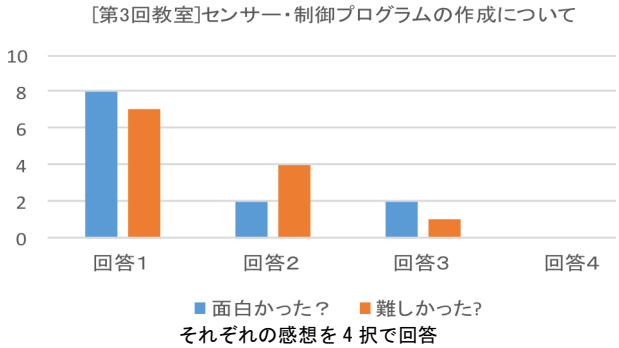
長野県塩尻市において，今年度小学生から高校生までの一貫したカリキュラムの開発を行い，そのなかでまず小中学生のカリキュラムを実施する予定である．さらに，この教室を指導するメンターの育成を行う予定である．この事と並行して，市内小中学校の教員を対象とした指導者育成も行う予定である．

参考文献

[1] 不破泰, 斎藤史郎, 大手智之, 野瀬裕昭, 鈴木彦文 : IchigoJam を用いたこどもプログラミング教室について; 教育システム情報学会第 41 回全国大会, E1-3, pp. 87-88, Aug. 2016.



それぞれについての希望を 4 択で回答
図 7　アンケート結果 (4)



それぞれの感想を 4 択で回答
図 8　アンケート結果 (5)

ロボットの動作を見ながら試行錯誤的にプログラムできる教材ロボットの開発

Development of Robot Teaching Materials that can be programmed while Watching Movement by Trial and Error

野口 孝文[*1]，梶原 秀一[*2]，千田 和範[*1]，稲守 栄[*1]
Takafumi NOGUCHI [*1], Hidekazu KAJIWARA[*2], Kazunori CHIDA [*1], Sakae INAMORI [*1]
[*1] 釧路高専
[*1] National Institute of Technology, Kushiro College
[*2] 室蘭工大
[*2] Muroran Institute of Technology
Email: noguchi@kushiro-ct.ac.jp

あらまし：我々は，使われなくなった CD を本体土台に組み込み用の小型コンピュータを搭載したロボットを開発した．本ロボットは，動作と命令を関連づけた直感的に分かりやすい機械語命令セットを用意したことによって，小学生から工学教育の入門としても利用できるようになった．
キーワード：プログラミング教育，ロボット教材，メカトロニクスト

1. はじめに

我々は，使われなくなった CD と組み込み用の小型コンピュータを組み合わせたロボットを開発してきた．我々はこのロボットを使用して小中学生対象に工作教室を 10 年以上開催している(1)(2)．本ロボットは，工学系の高等教育機関における初心者教育の教材としても有効であると考えている．2015 年度は，大学におけるセミナーや高専における授業の一部で用いている．本論文では，本ロボットを用いた教材の特徴とこれを利用した授業の可能性についてについて紹介する．

2. 教材ロボット

2.1 ロボットの構造

図 1 にロボットの外観を示す．小中学生を対象とした工作教室では，電子部品は予めコンピュータ基板に半田付けされており，自作の指導書に従って組み立てて行くことで，図に示したロボットが完成する．工作教室では，ドライバーやニッパーなど工具の使い方から順に説明して 1 時間半程度で完成させている．また，ロボットはギアが予め組み込まれた 2 つのステッピングモータで駆動し，それにタイヤを直結しているため，ロボットの構造を簡単にすることができるとともに安定した動作を得ている．

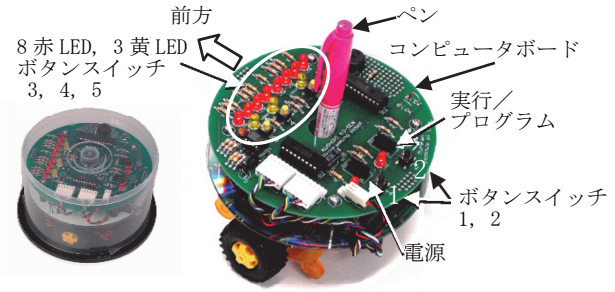


図 1　教材ロボットの外観

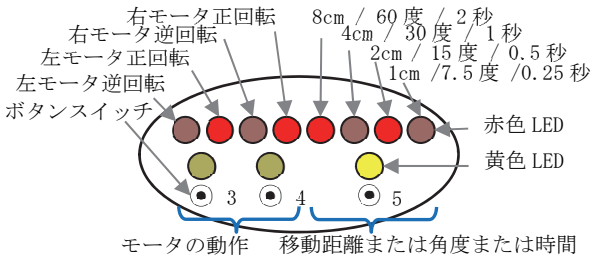


図 2 ロボットを 10cm 前に進める命令

2.2 直感的に作成できるプログラム

図 1 に示すコンピュータ基板の左上には 8 つの赤色 LED が取り付けられている．その下には 3 つの黄色 LED とボタンスイッチ 3，4，5 が取り付けられている．これらは，図 2 のように配置されている．

モータの動作と LED の点灯の関係を図 2 の上に示す．8 つの LED の内，左から 2 つは左のモータに対応し，次の 2 つは右のモータに対応している．それぞれの 2 つの LED の左が点灯しているときは後ろ方向へ，右が点灯しているときには前方向へ進む．また残りの 4 つの LED は，直進しているときには進む距離，方向転回しているときには回転角度，停止しているときには停止時間に対応している．

図 2 のような点灯は，ロボットが 10cm 前方に進むことを表している．この 8 つの LED の点灯状態がロボットの 1 つの動作を表す命令に対応している．そしてロボットは，仮想コンピュータでこの命令を解釈実行している

2.3 プログラムの入力と実行操作

本ロボットへのプログラム入力やその実行は，コンピュータ基板上のスライドスイッチおよび 5 つのボタンスイッチで行う．図 1 のコンピュータ基板の右下（ロボットの後方）に 2 つのスライドスイッチとそれらの後方に 2 つのボタンスイッチ 1，2 がある．スライドスイッチの 1 つは，電源スイッチであ

る．もう 1 つが，プログラムの実行とプログラムの入力の切り替えを行うスイッチである．ロボットには 256 ステップのプログラムを入力することができる．命令は 0 から 255 番地までのメモリに記録される．電源スイッチをオンにすると，0 番地のプログラムが表示され，実行を開始できるようにしてある．

プログラムの実行は，スライドスイッチを「実行」側に設定し，ボタンスイッチ 1，2 を押し同時に離すことで開始する．プログラムの入力もこれらのスライドスイッチとボタンスイッチを組み合わせて行う．命令の変更や設定は，図 2 に示した黄色 LED のそれぞれ下にある 3 つのボタンスイッチ 3, 4, 5 で行う．

3.　教材ロボットの利用

3.1 中学校技術家庭への対応

本教材ロボットは，コンピュータとセンサ，アクチュエータからなる．例えば，中学校技術家庭での「情報に関する技術」の 1 つでは，デジタル作品の設計・製作，プログラムによる計測・制御を学ぶ．

本教材ロボットは，単独でプログラム実行ができ「情報に関する技術」を学ぶ機能を備えている．また，以下の節で示す例のように拡張も容易である．本教材ロボットは，導入も容易で利用場所を選ばないため．中学校技術家庭の授業に最適である．

3.2 ロボットの改造なく実現したお茶運びロボット

本教材ロボットには，プログラム作成時とプログラム実行開始時に使用する 5 つのボタンスイッチがある．これらのボタンスイッチは，スイッチセンサとして小型コンピュータの入力ポートに接続されているため，本教材ロボットを制御する命令の中でも利用できるようにしている．具体的には 5 つのスイッチの 1 つ 1 つに対応した条件付きジャンプ命令を用意し，押されているときには任意のアドレスに実行先を移すことができる．この機能を利用してセンサを拡張した例を次に示す．

図 3 は本ロボットを利用したお茶運びロボットである．ロボットは，お茶の入った茶碗を乗せるとお客のところへ茶を運び停止し，お客が茶を飲み茶碗を置くと再び元のところに戻ってくる動作をする．

もとのロボットは，2 章の図 1 で示したように CD ケースに収めることができる．その CD ケースの底蓋（中央に軸がある）は，ひっくり返してロボットに挿し込むと，安定したお盆になる．茶碗が乗っていないときに少しお盆が持ち上がるように，中央の軸に柔らかい針金を 2 回程巻き付けてバネにして取り付けておく．また，ボタンスイッチ 3 をセンサにするために，茶碗が乗せられたときにお盆が下がりスイッチが押されるように，適当な厚さに切った消しゴムを両面テープでお盆に貼り付けている．

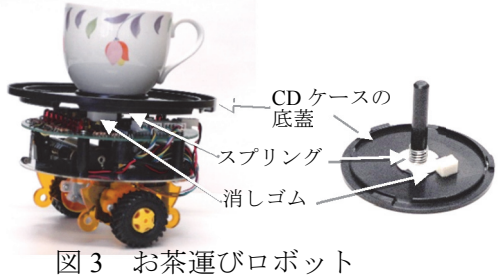
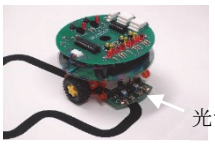


図 3　お茶運びロボット



address	mnemonic	hex data
0	FWD 1	51
1	JMP sw4, 6	D4 06
3	RGT 1	61
4	JMP 1	D0 01
6	JMP sw3, 0	D3 00
8	LFT 1	91
9	JMP 0	D0 06
11	END	FF

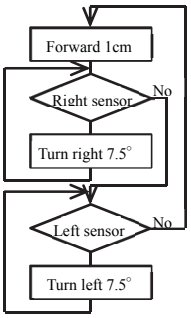


図 4　ライントレースとプログラム

このロボットは，元の教材ロボットを改造することなく実現できている．

3.3 センサを拡張したライントレースロボット

前節と同様にボタンスイッチの接続された入力ポートを利用した例を示す．図 4 は，上述の命令とロボットに光センサを取り付けることによって作成したライントレースロボットとフローチャートおよびプログラムである．図に示す通り 8 ステップ（12 バイト）の命令の組み合わせでプログラムはできている．プログラムの 1 番地と 6 番地に，ボタンスイッチ 4 と 3 に並列に接続したセンサの値によって指定したアドレスにジャンプする命令が組み込まれている．なお光センサは，ラインを検知すると 0（ボタンスイッチを押した時と同値）を出力する．

このように教材ロボットの構造を変更することなく，外部に拡張する形式でセンサを取り付けたり，拡張回路を取り付けたりすることができるため，技術者の導入教育にも利用可能である．

4.　おわりに

我々は，柔軟な拡張性のある教材ロボットを開発し，小中学生を対象に工作教室を行ってきた．本報告では．本教材ロボットがメカトロニクスやプログラミングの導入教育で利用可能であることを紹介した．また，本教材ロボットは操作が容易であるばかりでなく，拡張性も高く多様なレベルの授業に利用可能なことも示した．

本研究の一部は，科学研究費基盤研究（C)(一般)(16K01150)を受け推進している．

参考文献

(1) 野口孝文，梶原秀一，千田和範，稲守栄，"計測制御教育のための教材ロボットの開発"，教育システム情報学会研究報告，Vol.27，No.6，pp.217-220，2013.
(2) 野口孝文，梶原秀一，千田和範，稲守栄，"ロボットを用いた初心者のためのプログラミング教材の開発"，FIT2014 第 13 回情報科学技術フォーラム，pp.269-270（第 4 分冊），2014.

小学校段階におけるプログラミングで育成する資質・能力の評価規準開発

Development of the computer science proficiency standard at the elementary school level

小泉 カー[*1], 小田 理代[*2], 後藤 義雄[*2], 星 千枝[*2], 永田 衣代[*2]
Rikiichi KOIZUMI[*1], Michiyo ODA[*2], Yoshio GOTO[*3],Chie HOSHI[*4], Kinuyo NAGATA[*5]
[*1] 尚美学園大学　芸術情報学部
[*1] Department of Information Expression, Shobi University
[*2] ベネッセコーポレーション
[*2]Benesse Corporation
Email: m-oda@mail.benesse.co.jp

あらまし：本研究では，学校教育に“プログラミング”を効果的に導入することを目的として，プログラミングの活動で育成する資質・能力の評価規準を，文部科学省から出された枠組みや海外におけるコンピュータサイエンス教育の先進事例を参考に検討した．本稿では小学校段階における暫定的な評価規準を示すが，今後，内容の改良および中学校版，高等学校版への展開を検討する．
キーワード：プログラミング教育，プログラミング的思考，資質・能力の 3 つの柱，評価規準

1. はじめに

近年の急速なテクノロジーの進化によって，人工知能（AI）やモノのインターネット（IoT），生活に密着したロボットの普及やスマートフォンなどから得られるビッグデータの活用など，情報技術が社会に大きな影響を及ぼすと予測されている．国はこのような産業構造の変化に伴う産業競争力強化の必要性から，2013 年 6 月 14 日に「日本再興戦略-JAPAN is BACK-」を閣議決定した．同時に示された「世界最先端 IT 国家創造宣言」[(1)] では，IT 人財の育成・確保の必要性という観点で初等・中等教育段階からのプログラミング教育の推進について言及された．さらに，2016 年 4 月 19 日の産業競争力会議で示された「第 4 次産業革命に向けた人材育成総合イニシアチブ」[(2)] では，初等中等教育段階における「発達の段階に即したプログラミング教育の必修化」が打ち出され，2016 年 6 月 2 日閣議決定された「日本再興戦略 2016 -第 4 次産業革命に向けて-」[(3)] では，プログラミング教育の必修化を含めた情報活用能力の育成の徹底を図るべく学習指導要領の見直しが行われることが明記された．このような背景の下，改定された小学校学習指導要領ではプログラミングの必修が実現した．

2. 研究の目的

次期学習指導要領では，中学校「技術・家庭科」の技術分野「D 情報の技術」で，高等学校「情報科」の「情報Ⅰ」（必履修）と「情報Ⅱ」（選択履修）で，それぞれプログラミングが指導される．中学校のプログラミングについては，現行の内容以上に質，量ともに大幅な変化が見られる．高等学校では，現行の２科目からの選択必履修から１科目必履修，１科目選択履修に変わり，この中ですべての高校生がプログラミングを学ぶことになる．

一方，小学校については，“プログラミングの必修”が示されたにもかかわらず，各教科横断的に情報活用能力の育成を図る中で「児童がプログラミングを体験しながら，コンピュータに意図した処理を行わせるために必要な論理的思考力を身に付けるための学習活動」[(4)] を計画的に行うと，示されているだけで，プログラミング教育を目的とする教科は存在しない．これまで，総合的な学習の時間や図画工作科などでプログラミングを題材にした実践事例はあるものの [(5)]，プログラミングで育成する資質・能力の体系だった目標や学習内容は見あたらない．また，すでに確立した学習目標や学習内容のある既存教科の中で，プログラミングをどのように位置づけるか，どの教科のどの単元でプログラミングの学習を行うかなど，解決すべき課題は少なくない．

本研究の目的は，このような課題に応えるため，小学校段階においてプログラミングで育成する資質・能力の体系とその評価規準を作成することにある．

3. 研究の方法

評価規準の作成にあたって，文部科学省の「小学校段階におけるプログラミング教育の在り方について（議論の取りまとめ）」[(6)] に基づき，社会で必要な資質・能力を考慮した上で，大学，高等学校，中学校のそれぞれの段階で学ぶべき内容を想定し，それを基に，小学校段階でその基礎となるべき資質・能力の 3 つの柱で整理した．

3. 1 「プログラミング的思考」の要素の整理

OECD の PISA 調査などの結果によると，日本の子供達は，知識・技能の習得には一定の成果が認められるものの，それらを使って考えたり，考えたことを表現したりすることに課題があるとされている [(7)]．このような背景の下，次期学習指導要領では，習得

した「知識・技能」を活かすための「思考力・判断力・表現力等」を育成し，これにより「学びに向かう力･人間性等」が育まれるという関係が示された．前述の「議論の取りまとめ」においても，プログラミングの活動で育成されるべき「思考力・判断力・表現力等」として「プログラミング的思考」が示された．その定義には，「自分が意図する一連の活動を実現するために，どのような動きの組合せが必要であり，一つ一つの動きに対応した記号を，どのように組み合わせたらいいのか，記号の組合せをどのように改善していけば，より意図した活動に近づくのか，といったことを論理的に考えていく力」とあり，「コンピュテーショナル・シンキング」の考え方を踏まえているとされている．

「コンピュテーショナル・シンキング」は，2014年9月に英国で始まった新しいナショナル・カリキュラムに新設された独立教科「Computing」の中心的な概念で，英国では，5歳から「Computing」の中でコンピュータサイエンスの指導が行われている．本研究では，この「コンピュテーショナル・シンキング」の考え方を基に，文部科学省のプログラミング的思考の構成要素を以下の6つに整理した．

(ア) 動きに分ける
　自分が意図する一連の活動を実現するために，大きな動き（事象）を解決可能な小さな動き（事象）に分けること．いわゆる分割．
(イ) 記号にする
　分解した動き（事象）の適切な側面・性質だけを取り出して他の部分を捨てること．いわゆる抽象化．
(ウ) 一連の活動にする
　記号（動き）の類似の部分を特定して，別の場合でも利用できる内容にすること．いわゆる一般化．
(エ) 組み合わせる
　同様の事象に共通して利用できる明確な手順を創造すること．
(オ) 振り返る
　目的に応じて，必要十分な評価観点を考え，実行したことが，意図した活動に近づいているかどうか評価すること．
(カ) 論理的に考えていく
　論理的推論と分析を行うこと．

3. 2 プログラミング教育の評価規準の作成

「議論の取りまとめ」では，さらに小学校段階における「知識・技能」として「身近な生活でコンピュータが活用されていることや，問題の解決には必要な手順があることに気付くこと」が，また「学びに向かう力・人間性等」として「発達の段階に即して，コンピュータの働きを，よりよい人生や社会づくりに生かそうとする態度を涵養すること」が，プログラミング教育を通じて育成すべきことされている．本研究では，後者を「挑戦する」，「やり抜く」，「協働する」，「創造する」，「改善する」という5つの要素で整理した．

プログラミング教育で育成する資質・能力の3つの柱をこのように整理し，それぞれに具体的な「目標」を掲げ，図1に示すようなイメージでまとめたものが本研究で作成した評価規準である（実際の評価規準は図1に示したURLよりダウンロードできる）．現時点では，小学校低学年（1・2年），中学年（3・4年），高学年（5・6年）の3つの段階における評価規準を作成済みであるが，今後，この内容は改訂される予定で，さらに，中学校，高等学校段階における評価規準も作成する予定である．また，プログラミングの活動を通して身に付けるべき「ICT活用」の能力と「情報モラル」についても順次追加していく予定である．

分類	資質･能力の三つの柱	資質･能力	目標	小学校			中学校	高等学校	大学
				低学年	中学年	高学年			
プログラミング	知識･技能								
	思考力･判断力･表現力等								
	学びに向かう力･人間性等								
ICT活用									
情報モラル									

http://benes.se/keyc
図1．資質・能力の評価規準のイメージ

4. おわりに

本研究では，小学校段階におけるプログラミングの活動で育成する資質・能力の評価規準を文部科学省の枠組みや海外事例を参考に作成した．今後はさらに実証授業を通して評価規準の改善を計り，評価と指導の一体化に資する研究を進める予定である．また，大学卒業時点までを見越した包括的かつ体系的な指標開発を通して，情報社会に子供たちの情報活用能力育成に貢献したいと考えている．

参考文献

(1) 首相官邸,:“世界最先端IT国家創造宣言について”,（2013）
(2) 文部科学省,:“第4次産業革命に向けた人材育成総合イニシアチブ”,（2016）
(3) 首相官邸,:“日本再興戦略 2016 -第4次産業革命に向けて-”,（2016）
(4) 文部科学省:“小学校学習指導要領”,（2017）
(5) 文部科学省,:“プログラミング教育実践ガイド”,（2014）
(6) 文部科学省,:“小学校段階におけるプログラミング教育の在り方について(議論の取りまとめ)”,（2017）
(7) 光文書院,:“文部科学省教科調査官が語る！【「思考力・表現力」徹底解説！】なぜ，今，「思考力・表現力」か”,Vプレス,Vol. 12, pp.2-3（2012）

プログラミング初学者に対するアルゴリズム的思考法を用いた授業実践報告

Practical of Education for Programming Beginners Using Algorithmic Thinking

山本　樹[*1], 國宗　永佳[*2]
Tatsuki YAMAMOTO[*1], Hisayoshi KUNIMUNE[*2]
[*1] 創価大学総合学習センター
[*1]Student Performance Acceleration Center, Soka University
[*2] 千葉工業大学工学部
[*2]Facutulty of Information adn computer Science, Chiba Institute of Technology
Email: tatsuki@soka.ac.jp

あらまし：近年，プログラムの作成が困難な学習者が近年特に多く見られるようになった．これは，プログラムの作成に必要なデータ構造や制御構造の理解が不十分なことと，プログラムを作成するためのアルゴリズム力が低下しているためと考えられる．そこで，筆者らは，2014 年より文系大学生を対象に「アルゴリズム的思考」を用いたプログラミング教育を実施している，本稿では，実施した授業実践について報告する．
キーワード：アルゴリズム的思考，ビジュアルプログラミング環境，文系大学生

1. はじめに

文部科学省の小学校段階におけるプログラミング教育の在り方に関する報告の中で,「プログラミング的思考」について,「自分が意図する一連の活動を実現するために，どのような動きの組合せが必要であり、一つ一つの動きに対応した記号を，どのように組み合わせたらいいのか,（中略）といったことを論理的に考えていく力」とある(1)．筆者らが実施した教育では，アルゴリズム的思考法を用いているがこの思考法は，ある対象（人・コンピュータなど）に対して，与えられた問題を解決するための方法（アルゴリズム）を，対象が理解できる枠組み（パラダイム）で表現するために必要な思考のことである．の思考のことである．このことから，アルゴリズム的思考法は，プログラミング的思考の 1 つとして考えることができる．

本稿では，このアルゴリズム的思考法を用いて文系大学生を対象としたプログラミング授業実践を報告するものである．

2. アルゴリズム的思考法の導入の背景

文系大学である尚美学園大学情報表現学科（以下「尚美大」と記す）では，学科の中に専門的な知識や技術を学ぶ専攻分野が 5 つ（音響，映像，CG・美術，ゲーム・情報，Web 応用）があり，このため同じ学科内でも，集まる学生の興味の対象は幅広い．そのため，教養科目や必修科目などの授業では，自分の希望しているフィールドとの関連性が見いだせないことが多い．

このような中,プログラミングの授業でも,近年,提示した課題に対して，プログラムを作成することができない学生が特に多く見られるようになった．これは，プログラムの作成に必要な変数などのデータ構造や，代入・演算などの操作，連接・分岐・反復などの制御構造についての理解が不十分であることによるものと考えられる．

3. アルゴリズム的思考法の教育方法

授業で実践したアルゴリズム的思考法の教育では,ビジュアルプログラミング環境「AT」を用いた(2)．このツールは，教育を行うために開発された Web 上で 動作するツールである．AT では，作成したアルゴリズムを実行する際，指定したブロックごとに一時停止し，そのときの変数の値を随時参照することが可能であることから，プログラムの文法の概念理解を促すことも可能である．

このツールを用いて，2014 年度より，アルゴリズム的思考法を用いた教育を実施している．

3.1 対象者

2014 年度より，尚美大で 1 年次後期に必修科目として配当されている「プログラミング初級演習 1」を対象として，第 2〜6 回授業と中間テストに AT を利用した授業を実施している．

3.2 授業方法(3)

AT を利用した授業方法では,操作や制御構造の概念の説明方法，例題の提示と確認方法，演習課題を変更している．2013 年度までは，学習事項の概要の説明にプリント教材を用いて説明していたが，スライドで説明する方法に変更し，アニメーション機能を用いて,各学習事項で変数の値の遷移を提示した．例題の提示と確認方法は,例題を AT 上に提示した．その際,「計画」ブロック（コメント）を利用して提示したプログラムの動作や概要を記入して示した．その上で，例題の解説を行い，学生にステップ実行させ，変数の値の遷移を改めて確認させた．演習課題は,プログラムを一から作成するのではなく,(1) プログラムを「読む」問題，(2) 空欄補充問題，(3) プログラムの一部を変更する問題，(4) プログラムを組み立てる問題,(5)プログラムを作成する問題，

の順で提示することとした．プログラムを「読む」問題とは，AT 上に完成したプログラムを提示し，プログラムの実行結果や，実行した後の変数の値を推測し解答する問題である．この際，学習者は AT 上でプログラムを実行できない状態に設定してある．

3.3 提示課題[4]

提示課題では，与えられた問題文について，述べられている状況を正しく理解しなければならない．言い換えれば，問題文を理解できなければ，解法を導き出すことはできない．そこで，アルゴリズム的思考法教育では，与えられた問題を解決するための手順を考え，それを他者に伝えるために形式化することを目的とした教育を行う必要がある．よって，課題を提示する段階で学習者のつまずきが起こることは，アルゴリズム的思考の学習の妨げとなり，極力排除する必要がある．

よって，この段階については，教授者が問題文の分かりやすさについて検討する必要があると考えた．学習者の前提知識を考慮して，理解が容易な問題文を作成することによって，「問題の理解」の段階において学習者のつまずきが起こらず，以降の段階に注力することが可能になる．

しかし，全ての学習者が持つ前提知識について，その詳細を把握することは困難であるため，多くの学習者に共通すると考えられる日常生活に関することや，高校までの学習内容に現れる事柄を問題文とする．また教育を実施する校種や学科・専攻によって，学習者の学習内容が異なるということにも留意する必要がある．

＜問題文例＞

ある買い物をしたときのお釣りの金額が，変数 change（1000 円未満，10 円単位）に入っているとします．お釣りを支払うには，500 円玉，100 円玉，50 円玉，10 円玉をそれぞれ何枚使う必要があるかを計算するアルゴリズムを作成してください．

ただし, 全額を 10 円玉で払うようなアルゴリズムではなく，各硬貨を効率的に使うようにしてください．各硬貨の枚数は，それぞれ変数 coin500, coin100, coin50, coin10 に入るようにしてください．また，アルゴリズムの最後では，各硬貨の枚数を出力してください．

4. 実践結果

アルゴリズム的思考法教育を実施した 2015 年度の履修者と, 実施していない 2014 年度の履修者を対象に，期末試験でアルゴリズム的思考法教育によるアルゴリズム力を確認した．その結果の一部を報告する．対象の問題は，問題文とともに，プログラムを実行したときの「実行例」を提示し，プログラムを作成する問題である．詳細は，参照文献（3）にある．

評価方法は，不破[5]らの評価項目を参考に， 6 つの項目とした．項目は下記のとおりである．

1. 大枠の構成
2. 繰り返しの概念
3. 条件判断
4. 変数概念
5. 計算（4−2 のみ）
6. 単純なミス

それぞれの項目について正しく記述されていれば 1 点，誤りがあれば 0 点とし採点した．2014 年度，2016 年度の履修者それぞれの項目の平均点について分散分析結果を表 1 に示す．

表 1　2014，2016 年度履修者の項目別平均点と分散

	学生 2014 (N=178)	学生 2016 (N=161)
大枠の構成	0.36(0.23)	0.48 (0.25)*
繰り返しの概念	0.37(0.23)	0.48(0.25)
条件判断	0.51(0.25)	0.48(0.25)
変数概念	0.46(0.25)	0.57(0.25)
計算	0.4(0.24)	0.47(0.25)
単純なミス	0.27(0.20)	0.37(0.24)

$*p < 0.05$

結果，「大枠の構成」では 5%水準で有意差が見られた．このことから，プログラムの全体構成を機能レベルと手順レベルの両者において意識することを習得したと推測できる．

5. おわりに

本稿では，文系大学生を対象に実施したアルゴリズム的思考法を用いた授業についての報告と，この思考法を用いた授業を履修者と，思考法を用いる以前の履修者の期末試験の結果を比較し，アルゴリズム力についての評価の一部を報告した．

本稿では，文系大学生を対象とした授業の報告であったが，今後，提示課題を対象者に合わせた問題文に変更すること，ツールの有効利用方法の提示によって，初等・中等教育機関でも実施できる可能性がある，

参考文献

(1) 文部科学省，**小学校段階におけるプログラミング教育の在り方について，**平成 28 年 6 月 16 日 http://www.mext.go.jp/b_menu/shingi/chousa/shotou/122/attach/1372525.htm”，（2017 年 5 月 30 日アクセス）

(2) 小林慶，國宗永佳，香山瑞恵，新村正明 : “アルゴリズム的思考法教育を支援するビジュアルプログラミング環境の開発”， 教育システム情報学会研究報告，Vol.27，No.4， pp.3-8（2012）

(3) 山本樹，片桐恭弘，國宗永佳，須藤智 : 文系学生を対象としたビジュアルプログラミングを用いたプログラミング初学者に対する教育の実践と評価 ; 教育システム情報学会研究報告,30(7),pp.163-170（2016）

(4) 山本樹，國宗永佳 : アルゴリズム的思考における問題解決プロセスの検討 ; 電子情報通信学会技術研究報告, 113(166), pp.13-18（2013）

(5) 不破泰，國宗永佳，香山瑞恵，新村正明，宮尾秀 俊 : “情報工学科学生に対するアルゴリズム的思考法教育手法の提案と実践”, 教育システム情報学会研究報告，Vol.23，No.6，pp.34-41（2009）

ラベルの異なる要素で構成された題材における類比構造組立学習の設計とその実践

Design and Practice Analogical Structure Building Activities targeting Subjects Composed of Different Elements of labels.

中川 琢也[*1], 林 雄介[*1], 平嶋 宗[*1]
Takuya NAKAGAWA[*1], Yusuke HAYASHI[*1], Tsukasa HIRASHIMA[*1]
[*1] 広島大学大学院工学研究科
[*1] Graduate School of Engineering Hiroshima University
Email: naka-t@lel.hiroshima-u.ac.jp

あらまし：類推とは未知の物事について、既知の物事と対応付ける活動であり、それぞれの物事についての理解を深めるうえで有効とされている．先行研究では、それぞれの物事を構成する要素を互いに対応付けて類比の構造を組み立てるという活動をインタラクティブに行うことのできる学習環境が開発された．本研究では、題材を同一構造でラベルの異なる題材において実践を行い、結果として成績上位群において学習効果がみられた．

キーワード：外在化支援、思考の外在化

1. はじめに

類比とは未知の物事(ターゲット)について、既知の物事(ベース)と対応付けを行い、それらを比較することであり，このようにすることで素早く学習したり、より深く学習したりすることができる．構造写像理論(1)では，類比として構造が類似した物事についてそれらを比べることで新たな考えを得ることができるとしている[1]． しかし、物事の構造を意識したり、表出したりすることは簡単ではない．

類比を行える条件は、共通の構造を持つものであるが，対象によって各構成要素が意味的に同じでもラベルが異なるものもある．吉田らは，キットビルド概念マップを用いて構造的類比を行う学習活動として「類比構造組立活動」を提案し，各構成要素のラベルの一致度が比較的高い「人の誕生」と「魚の誕生」の類比を対象として実施し，「類比構造組立活動」による学習が可能であることと，その効果を確認した(1)．この実践で用いられた題材は図 1 (a) 「魚の誕生」，図 1 (b)「人の誕生」という同じラベルが比較的多い題材で行われた．本研究では，図 1(a)「魚の誕生」,図 1(c)「ズッキーニの発芽と結実」という異なるラベルが比較的多い題材でも「類比構造組立活動」が可能であり，効果があることを確認した．

2. キットビルド概念マップによる類比構造組立活動

2.1 キットビルド概念マップ

概念マップとは、2 つ以上の概念とそれらの関係から構成される命題の集まりから意味構造を表した図的表現であり(2)，学習者の知識や、理解の外化、整理活動として学習効果があるとされている(3)．キットビルド概念マップは概念マップの診断・共有を可能とする概念マップの作成方法である．教授者が学習者の理解すべき命題を教材から抽出し、情報伝達の目標となる概念マップ(ゴールマップ)を作成する．学習者はゴールマップの構成要素である「キット」を与えられ、これらを組み立てることで自身の理解を表す概念マップ(学習者マップ)を作成する．

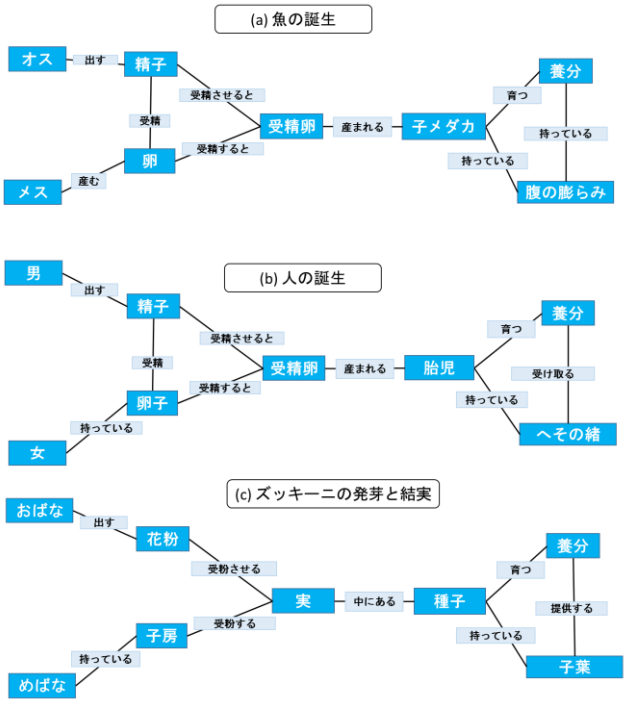


図 1 使用した概念マップ

同一のキットをもとに学習者が概念マップを構築することによって学習者とゴールマップの差分を抽出し、学習者全体のマップを重ね合わせることで理解状態をマップ(重畳マップ)の重畳度として抽出することができる．

[1]類推と類比の違いについては、広義には区別されていないが、本稿では比較すること自体に注目するのが類比、そこから新たな考えを得ることに注目するのが類推とする

2.1 構造的類比

類比するということは, 比較の基準となるもの(ベース）と比較するもの（ターゲット）の 2 つの物事の構造を認識し，各要素の対応付けを検討し（比較して同じ要素を見いだす), 全体的な類似性を見いだすことである．これをキットビルド概念マップによって，対象それぞれの構造をキットから組み立てて認識し，できあがった 2 つの構造の各要素を個々の意味や構造（他の要素との関係）から対応付けをするという明示的なタスクとして定義したのが「類比構造組立活動」である．

類比構造組立活動では，学習者はまずベースとなる対象の構造（ベースマップ）をキットビルド概念マップで学ぶ．このとき，ゴールマップとの比較による評価，それに基づくフィードバックによってベースの理解を確かなものとする．

次に，ベースマップのノード，リンクを参照しながら，比較対象（ターゲット）となるマップをキット化したノード，リンク（図 2）をベースマップの要素と並べて配置しながら組み立てる（図 3)．これにより, 類似する構造を持った 2 つの物事について，各構成要素がどう対応しているのかを意識させる．

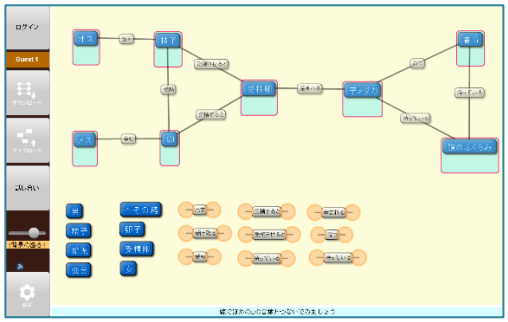


図 2 構造写像モード：キット

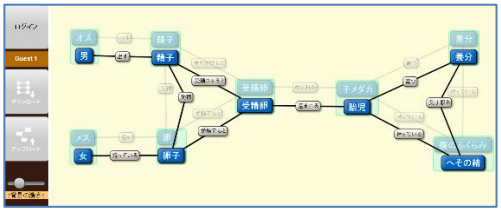


図 3 構造写像モード：マップ作成完了

3. 実践利用の結果・考察

国立小学校において 5 年生 2 クラスをそれぞれ統制群（29 名)、実験群（31 名）に分け，異なるラベルが比較的多い「魚の誕生」と「ズッキーニの発芽と結実」の類比を対象として実践を行い，結果を比較した．なお，2 群は本実践前の期末テスト，学力テストの結果から理科の成績において有意な差が無いことが確認されている．

実践の流れは，(1)ターゲット（ズッキーニの発芽と結実）の作成，(2)ベース（魚の誕生）の学習，(3)ベースとの比較によるターゲットの学習，(4)自由記述テストとなっている．この中で実験群と統制群では，(3)での学習実施方法が異なり，実験群では学習者自身がターゲットのマップ組立とベースとターゲットの対応付けを行い，統制群では教師が同様のことを教示するのみであった．実践前の理科の成績と実践最後の記述テストの結果を表 1 に示す.

この実践で得られたデータを用いて，各群を平均点で上位下位に分け，理科成績と実践最後での記述テストスコアで分散分析を行ったところ，記述テストスコアでのみ，実験群と統制群の成績上位群間においてのみ有意差が確認された.

以上の結果より，本実践では，ラベルの異なる要素で構成された対象の類比において、全体的に効果は見られたが，特に成績上位群においては、実験群が統制群より効果があった．このように成績上位群で効果が高く，下位群では同等であったということは，ラベルが異なる割合の多い対象では，ラベルのマッチングでは無く，個々の要素の意味を考えないといけないため，類比構造組立活動は，成績上位者にとっては可能な活動であるが，成績下位者にとっては認知的負荷が高いと考えられる.

表 1 **理科成績と自由記述テストの平均(SD)**

		理科成績		記述テスト	
上位	実験群	186.7 (6.0)	n.s.	4.9 (1.7)	*
	統制群	183.1 (5.8)		2.6 (1.5)	
下位	実験群	156.3 (15.7)	n.s.	3.7 (1.7)	n.s.
	統制群	161.6 (10.1)		2.2 (1.4)	

4. まとめと今後の課題

本研究では、ラベルの異なる用語を題材としたときに類比構造組立活動を通して学習を支援する目的で活動を設計しそれを異なる条件下で実践を行った.

今後の課題としては、今回は要素が異なるが構造は同じもので実践を行ったが、一部構造が同じものでも同様の結果が得られるのかどうかは確認をする必要があると考えられる.

参考文献

(1) Gentner(1983).Structure Mapping: A theoretical framework for analogy. Cognitive Science, 7, 155-170
(2) Novak, J.D., & Canas, A.J.: “The Theory Underlying Concept Maps and How to Construct Them”, Technical Report IHMC CmapTools, (2006)
(3) 山口悦司、稲垣成哲、福井真由美、舟生日出男：“コンセプトマップ:理科教育における研究動向とその現代的意義”、理科教育学研究,43(1), pp.29-51(2002)
(4) Tsukasa Hirashima, Kazuya Yamasaki, HiroyukiFukuda, Hideo Funaoi, “Kit-Build Concept Map forAutomatic Diagnosis”, Proc. of AIED2011, pp.466-468(2011).
(5) 吉田完，前田啓輔，山中彰，志田正訓，林雄介，平嶋宗,”キットビルド概念マップを用いた類比的学習の支援”，2015 年度人工知能学会第 29 回全国大会 (JSAI2015)，3N3-1 (2015).

仮説検証実験における変数間構造表現としての四象限モデルの提案と小学校理科での実践利用

Four quadrant model as structural representation between variables in hypothesis verification experiment and practical use in science lesson at an elementary school

阿部 誠大*1, 林 雄介*1, 平嶋 宗*1
Masahiro ABE, Yusuke HAYASHI, Tsukasa HIRASHIMA
*1 広島大学工学部工学研究科
*1 Graduate School of Engineering, Hiroshima University
Email: abe@lel.hiroshima-u.ac.jp

あらまし：仮説を立て，その仮説に基づいて実験を実施することは理科の学習において重要な役割を果たしている．しかし，仮説を立てることは小学生にとって困難であるとされている．そこで本研究では，仮説立ての手順として知られている 4QS をベースとして，(1)仮説は独立変数・従属変数及びそれらの変数の関係から構成される，(2)仮説には(2-1)検証したい仮説である間接検証仮説，と(2-2)直接的に実験の対象となる直接検証仮説，の二つがある，とした仮説実験の四象限モデルを提案する．更に本研究では，その変数間構造を仮説構造の理解を指向する演習環境を提供するシステムを設計・開発し，小学校理科において実践的な利用とその分析を行ったので報告する．
キーワード：仮説検証実験，4QS，四象限モデル，外在化支援

1. はじめに

理科において，実験を通した学習は重要な役割を果たしており，仮説をもとに観察・実験の計画を立てさせる指導を行った場合，平均正答率が高い傾向が見られることが明らかになっている(1)．しかし，小学生に仮説を立てさせる指導は困難であるという実態がある．その原因の一つとして，「児童は自分の持っている仮説をうまく表現することができない」というものが挙げられる(2)．これに対し，仮説を立てる手順として4QSを用いた支援が提案されている．

本研究では，仮説検証実験を対象に 4QS をベースとし，（1）仮説は独立変数と従属変数から構成される，（2）仮説には(2-1)検証したい仮説である間接検証仮説，と(2-2)直接的に実験の対象となる実験仮説，の二つがある，とした四象限モデルを提案する．さらに，この構造の理解を促進させるものとしてのシステムを設計・開発し，その実践利用を通して有効性を確認したので報告する．

2. 研究背景

4QS とは，Cothron,j.h らが提唱した「The Four Question Strategy」(3)を元に，小林らが開発した指導方略である(4)．4QS は次の 4 段階の手順を辿ることで，仮説立てに必要な要素を書き出し，仮説を立てられるようにする方略であり，STEP1：従属変数を抽出する．STEP2：独立変数を抽出する．STEP3：独立変数の条件設定．STEP4：従属変数の数量化．の 4 つのステップからなる．

この方略は操作対象となる独立変数と観測対象となる従属変数を分離する方法を示したことにおいて有効性があるといえる．しかしながら，直接操作・測定できると変数のみを扱っている場合と，直接操作・測定できない変数を扱っている場合とを区別できない．本研究では，直接操作・測定できない変数に対しての仮説検証実験を取り扱うための枠組みとして四象限モデルを提案する．

3. 四象限モデル

小学校理科の電磁石の単元では，「電磁石の強さと電流の大きさ」に関しての仮説検証実験が行われる．この際，電流の大きさの操作の方法や電磁石の強さの測定は直接的な方法が与えられておらず，電磁石の強さを「くっつくクリップの数」で測定し，電流の強さを「電池の数」で操作する．つまり，電池の数とクリップの数についての実験を行い，その結果に基づいて電流の大きさと電磁石の強さの仮説を検証することになる．この場合，変数を独立・従属に分けるだけではなく，直接測定・操作と間接測定・操作にも分ける必要がある．これらの区別を行ったのが四象限モデルである．四象限モデルは図 1 のように，間接測定従属変数・間接測定独立変数・直接測定従属変数・直接測定独立変数の 4 種類の変数とし，独立変数と従属変数・間接測定変数と直接測定変数の間の関係で構造として図式化できる．この図式に沿った仮説検証実験の理解の促進を目指す．

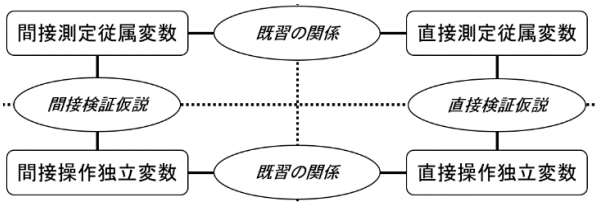


図 1：四象限モデル

4.　システムの設計・開発

4.1　枠組み

本研究で，実験に現れる変数を四象限モデルに沿って構造化することを学習者に行わせる．まず，教授者が仮説検証実験についての四象限モデルを作成する．これを正解として構造を分解し部品化する．この部品を学習者に提供し，実験の構造を組み立てさせる．この活動は，筆者らがこれまでに開発してきたキットビルド概念マップの枠組みに沿ったものとしてシステム化されている [(5)]．

電磁石の実験に対して教授者が作成した四象限モデルを図 2 に示した．このモデルは，四つの変数（ノード）と四つの関係（リンク）に部品化される．

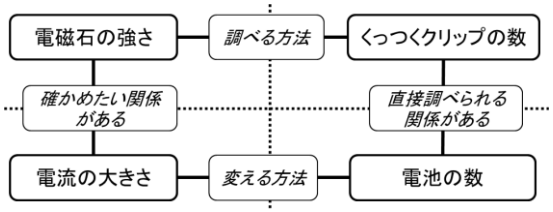


図 2：電磁石の仮説検証実験の構造

4.2　構造組立環境

構造組立環境では図 3 のように，調べたい量，変えたい量，直接調べる事ができる量，直接変えることができる量，の 4 つ領域（四象限）と，キット（図 2 を分解して得られた四つのノードと四つのリンク）が与えられる．学習者はまず，それぞれのノードがどの領域に属するかを考え，該当する領域に移動させる．次に，そのノード間をリンクで接続する．作成された構造は元の構造と比較することによりその正誤を診断可能である．また，他の学習者と重畳した重畳構造を作成することもできる．

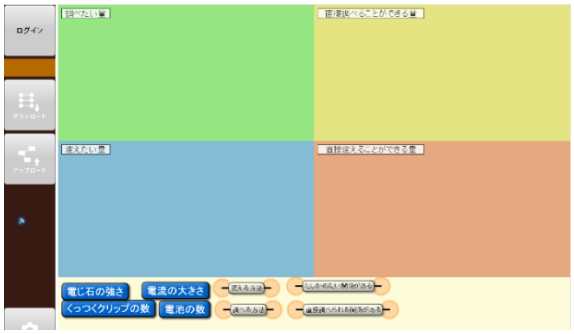


図 3：構造組立環境

5.　実践利用

5.1　実践内容

小学校理科の電磁石の単元において 6 時限の従来通りの授業の終了後，振り返りとして四象限モデルを用いた授業を行った．対象者は，小学校 5 年生 2 クラス（62 名）であり，各クラス四象限モデルを用いた授業を 2 時限連続して行った．両クラスとも理科専科の同一教員が授業を担当している．

授業では教員が電磁石の実験において扱った変数において，操作対象と測定対象があること，そして，直接操作・測定できるものと，間接操作・測定することになるものがあることを説明し，そのあとで，図 3 の環境で実験の構造を組み立てさせた．さらに，その正誤判定・フィードバックも図 3 のインタフェースを用いて行った．

プレテスト・ポストテストとして，四象限モデルを用いた授業の前後に教員が作成した記述式テストを実施した．このテストの分析結果を次節に示す．

5.2　テスト結果の分析結果

プレテストおよびポストテストの採点結果を表 1 に，記述の文字数を表 2 に示した．なお，得点の上位と下位で違う振る舞いがみられたので，プレテスト得点の平均（9.4 点）で上位群・下位群に分けたうえで集計分析を行っている．

得点に関して上位群のプレ・ポストテストにおいては得点差がみられなかったが(p=0.852>0.05)，下位群においては，有意差がみられ (p=0.0000<0.01)，効果量大であった（d＝0.92）．

文字数に関して下位群においてはプレ・ポストで差がなかったが(p=0.450>0.05)，上位群においては有意差がみられた(p=0.0000<0.01)．また，プレテストにおいては，文字数とスコアに有意で中程度の相関があったが(r=0.49,p=0.000<0.01)，ポストにおいては，有意な相関はみられなかった（r=0.21,p=0.095>0.05）．

これらの結果より，下位群は必要な説明ができるように，上位群はコンパクトに説明できるようになったことが示唆された．

表 1　テストの得点

	プレテスト	ポストテスト
上位群(31 名)	12.2(SD=1.7)	12.1(2.7)
下位群(31 名)	6.7(2.4)	11.2(2.5)

表 2　文字数

	プレテスト	ポストテスト
上位群(31 名)	153.8(SD=40.3)	119.3(34.8)
下位群(31 名)	117.6(46.1)	123.6(30.1)

6.　まとめと今後の課題

仮説を立てる手順である 4QS をもとに，四象限モデルを提案し，それを獲得するためのシステムを設計・開発した．さらに，実践利用を行うことで，本システムが実践的に運用可能であることを確認した．今後は，仮説設定における利用が課題となる．

参考文献

(1)　国立教育政策研究所 : 理科の学習指導の改善・充実に向けた調査分析について(2013).
(2)　三木勝仁:仮説を立てる ： 体験が支える「言語活動の充実」,pp116,研究紀要第 25 号（2013）
(3)　Cothron, j. h., Giese, R.N.,& Rezba, R. j. m:Science Experiments and Project for Student, pp.21-35,(2000).
(4)　小林辰至:問題解決能力を育てる理科教育(2008)
(5)　T Hirashima, K Yamasaki, H Fukuda, H Funaoi: Framework of kit-build concept map for automatic diagnosis and its preliminary use, RPTEL, 10(1), pp.1-17(2015).

ゲーミフィケーションを用いた就職活動向け e-Learning を支援するシステムの提案

Proposal of preliminary education support system for job hunting using gamification

永田　奈央美[*1]，植竹　朋文[*2]
Naomi NAGATA[*1], Tomofumi UETAKE[*2]

[*1] 静岡産業大学 情報学部
[*1] School of Information Studies, Shizuoka Sango University
[*2] 専修大学 経営学部
[*2] School of Business Administration, Senshu University
Email: nagata@ssu.ac.jp

あらまし：近年，e-learning を用いた就職活動の事前学習が多くの大学で行われるようになってきている．通常，これらの事前学習には，様々なジャンルの学習が含まれており，成果を上げるためにはバランスの取れた学習が必要であるが，現状では苦手なものは避ける傾向があるため，偏りが生じやすい状況にある．さらに，これらの学習は低学年のうちから実施する必要があるが，1，2 年生は意識がそれほど高くないため，動機付けることが難しい．このような状況のもと，近年，人間のモチベーションを維持・向上させる手法として，ゲーミフィケーションが注目を集めており，大学教育における授業デザインや，e-Learning 等，様々な領域において活用が行われている．そこで本研究では，バランスが取れた学習を動機づけるためにビンゴゲームのメタファを利用した就職活動向け e-Learning を支援するシステムを提案する．
キーワード：ゲーミフィケーション，ビンゴゲーム，大化けドリル，反復学習

1.　はじめに

就職内定率を高めるために，近年では各大学で就職活動の事前学習が行われている．これらの学習は，e-learning を用いて大学 1 年生から実施されている．就職活動のための事前学習は，様々な分野の学習が含まれており，成果を上げるためには特定の分野に偏らないバランスの取れた学習が必要である．そのため，不得意分野に対してドリル形式の反復学習をさせるといった工夫がなされている．しかし，学習者は苦手なものは避ける傾向があるため，偏りが生じやすい状況にある．さらに，大学 1，2 年生にとって就職活動のための学習に対する意識はそれほど高くないため，動機付けが難しい．このような状況のもと，利用頻度を高める試みもなされているが，十分ではない [1][2][3].

そこで本研究では，人間のモチベーションを維持・向上させる手法として，ゲーミフィケーションに着目した．ここでは，バランスが取れた学習を動機づけるためにビンゴゲームのメタファを利用した就職活動向け e-Learning を支援するシステムを提案する．

2.　就職活動向け e-Learning システム

就職活動事前学習として用いている e-Learning（本学では，「大化けドリル」と称している）の仕組みについて述べる．

大化けドリルは，5 教科 6 分野から成り立っており，学習者は，学習する教科を選び，選択した教科の分野ごとに「実力診断テスト」を受け，すべてに合格することが求められる．実力診断テスト（図 1）に不合格の場合は，「解説（教材）」と「ドリル」で反復学習し，再実力診断テストに挑戦する．

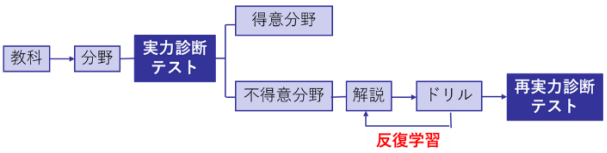


図 1　「大化けドリル」のコンテンツ構成

また，モチベーションを高める仕組みとして，反復学習を実施するごとにポイントがたまり，獲得したポイントに応じて利用者の学習状況を可視化する仕組みも提供されている．

3.　学習者の学習履歴状況の分析

ここでは，大化けドリルの学習状況（登録人数：1721 名）を分析した．分析の結果，利用率は 12%で，学習平均時間は，3.2 時間であった．

学年ごとに分析してみると，利用率は大学 2 年生が 5.4%と最も少なく，学習平均時間は大学 1 年生が 1.2 時間で最も少なかった．また，教科の実施率について分析してみると，教科によりばらつきがあることも明らかになった．

次に大学 1 年生の利用者にアンケートをとったところ，事前学習や「大化けドリル」について興味はあるが，「大化けドリル」で意欲的に学習しようとする者は少ないということが明らかになった．

これらの結果より，以下の問題点があることがわかった．

- 実施率が低い
  - 低学年はモチベーションが低い
  - 大化けドリルの仕組みが学習者のモチベーションを高められていない
- 実施している科目にばらつきがある
  - 学習者によって得意不得意科目がある

4. ビンゴゲームを利用した就職活動向け e-Learning を支援するシステムの提案

そこで本研究では，現状分析を踏まえ，モチベーションの向上と，バランスの取れた学習を促すためにゲーミフィケーションに注目し，ビンゴゲームのメタファを用いた就職活動向け e-Learning を支援するシステムを提案する．

[ビンゴゲーム]
5×5 四方に番号が書かれたカードを用いて条件を満たしたものを勝者とするゲームである．与えられたシートの該当するマスが出たら埋めていき，縦，横，斜めのいずれか一列揃ったらビンゴとなる．マスには有利なマスとそうではないマスがある（図 2）．

図 2 ビンゴゲームのビンゴシート

バランスの取れた学習を促し，かつそのモチベーションを高めるために，ビンゴ機能とランキング機能を提案する．なお，提案システムのビンゴシートの各マスには，学習コンテンツである「教材」，「ドリル」，「実力診断テスト」の 3 つの項目を入れる．

4.1 ビンゴ機能

学習者の学習履歴データから，学習者が選択頻度の低い教科，不得意教科のうち反復学習がされていない分野の学習ほど，その学習コンテンツは増えていくようにする．一方，選択頻度の高い分野，不得意分野でも何度も反復学習されている分野ほど学習コンテンツは少なく配信される．また，マスの重要度（4 段階）順に難易度の高い分野の難しい項目を配置する．同難易度の場合はランダムに配置する．学習コンテンツの難易度は，分野が進むほど高くなる．また，同一分野においては「教材」の難易度が一番低く，「実力診断テスト」の難易度が一番高い．

ビンゴシートが完成したら利用者に提示し，実際に実施した項目のマスをタップして埋めていく．縦，横，斜めのいずれかで 3 ビンゴ達成したら，それまでの実施状況に基づいて新たなビンゴシートを作成し，学習者に提示する（図 3）．

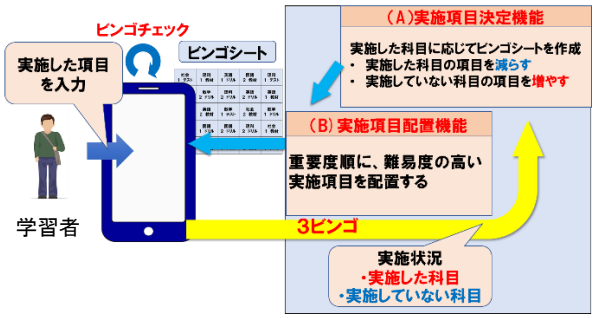


図 3　ビンゴ機能

4.2 ランキング機能

週ごとにビンゴ数をポイント化し，学習内容とその進度が異なる他の学習者と比較できるランキング結果を提示する（図 4）．

また，本学ではこのランキングで上位を占める学生には，就職支援課より希望する職種の求人情報を優先的に配信したり，日本語リテラシセンターで履歴書の添削を受けることができるという仕組みを検討している．

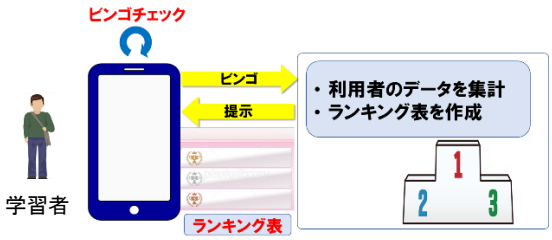


図 4　ランキング機能

5. まとめ

本論文では，ゲーミフィケーションに注目し，学習者がモチベーションを高めにくい学習コンテンツに対して，バランスの取れた学習を促すために，ビンゴゲームのメタファを利用したビンゴ機能と，ランキング機能の 2 つを提案した．

今後は，提案したシステムの実装を行い，実際に利用してもらうことにより，その有効性を検証していく予定である．

参考文献

[1] 中桐 斉之，稲田 淑花，内平 隆之，ゲーミフィケーション技術を用いたモバイル就職活動支援システム「就活なう」の開発と実証実験，教育システム情報学会研究報告 28(7), pp. 43-48, 2014.
[2] 中桐 斉之，内平 隆之，米山 寛二，ゲーミフィケーション技術を用いた就職活動事前学習システムの開発，情報科学技術フォーラム講演論文集 12(3), pp. 631-634, 2013.
[3] 角田 遼祐，大竹 恒平，植竹 朋文，ゲーミフィケーションを利用したグループのモチベーション向上システム "f-simo"の提案，情報処理学会，情報処理学会第 75 回全国大会講演論文集, pp.155 - 156, 2013.

確率的足場がけシステム：学習者の課題への正答確率を最適にする最適ヒント生成システム
Probabilistic Scaffolding System: Adaptive hints generation system as to optimize learner's correct answer probability to a task

堤 瑛美子 [*1]，宮澤 芳光[*2]，植野 真臣[*1]
Emiko TSUTSUMI [*1], Yoshimitsu MIYAZAWA [*2], Maomi UENO [*1]
[*1] 電気通信大学情報理工学研究科
[*1]Graduate school of informatics and engineering, University of Electro-Communications
[*2] 東京学芸大学次世代教育研究推進機構
[*2]The Research Organization for Next-Generation Education, Tokyo Gakugei University
Email: tsutsumi@ai.lab.uec.ac.jp

あらまし：近年，学習科学の分野における多くの研究では，学習に足場かけが重要な役割であることを指摘している。効果的な学習のためには、課題解決に最適な支援を与える「足場かけ」が重要であることが知られている。しかし、各学習者に最適な支援の量を決定することは一般に困難である。そこで、本研究では，項目反応理論に基づき、課題への正答確率を調整できる適応的ヒントシステムを開発し、予測正答確率が学習効果に与える影響を分析した。本研究の結果、予測正答確率が、0.5 となるような支援が最適であることが明らかとなった。

キーワード：学習科学，構成主義，足場かけ，認知的徒弟制，項目反応理論

はじめに

近年，学校現場では知識注入主義からヴィゴツキーに代表される社会構成主義[(1)(2)]に行こうしつつある。ヴィゴツキーの「最近接発達領域」(ZPD; Zone of Proximal Development)の考え方に従えば，学習者が独力で解けない高次の問題解決でも，教師が適度に助言することにより，学習者の発達を促すことができる。このような手法を定式化したのが，Bruner, J. の「足場かけ」(Scaffolding)である[(3)]。「足場かけ」は，学習者がひとりで解決できないような高次の課題解決を学習者の能力に応じて支援することである。

近年では，ソフトウェアによって足場かけ支援を試みるシステムの開発・研究が行われている。しかし，これまでに開発されてきた足場かけシステムでは，(1)学習者の発達の状態が定式化されておらず，(2)最適な足場かけのために必要な支援の量を予測できず，(3)学習者の能力の向上に合わせて最適な支援を与える戦略を設けていない。

筆者らは，これまで足場がけのためのシステムを開発してきた[(4)]。本研究では，本システムを実際の被験者に実施し，課題への正答確率が 0.5 になる支援を与える足場かけの学習効果が最も高かったことを示す。

項目反応理論による適応的システム

本研究で開発したシステムを図 1 に示す。本システムでは，プログラミングのコードが提示され，学習者に変数の最後の値を解答させる。ヒントには，プログラミングの文法に関する内容やプログラムのコードの途中の変数の値が表示される。システムのアルゴリズムを図 2 に示す。まず，システムは，学習

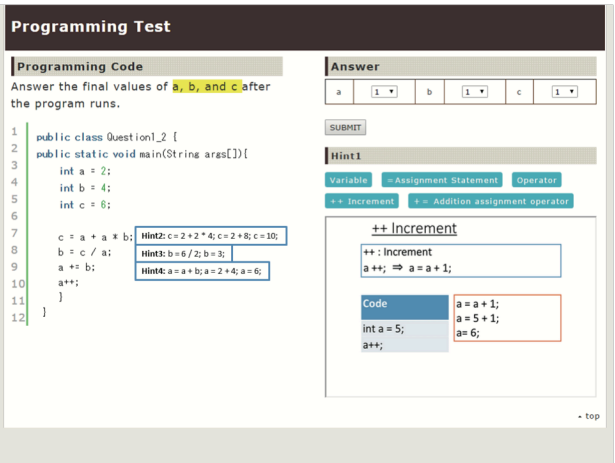


図 1 システムの画面例

者に課題 j を提示する。学習者 i は，その課題に解答する。システムは，その解答を自動で採点する。その結果が誤答であれば，項目反応理論に基づいて学習者の能力値θ_iからヒントが提示された時の正答率を予測し，ヒントを提示する。

$$P(u_j = k|\theta_i) = \frac{1}{1+\exp(-a_j\theta_i + b_{jk})} - \frac{1}{1+\exp(-a_j\theta_i + b_{j(k-1)})}$$

ここで，a_j，b_{jk}はそれぞれあらかじめ推定された課題 j の識別力パラメータとヒント k の難易度パラメータを示す。これを学習者が課題に正答するか，ヒントがなくなるまで繰り返す。この後，項目反応理論に基づいて学習者の能力を推定し，次の課題を提示する。本システムでは，プログラミングの課題として，「変数」「条件分岐」「while ループ」「for ルー

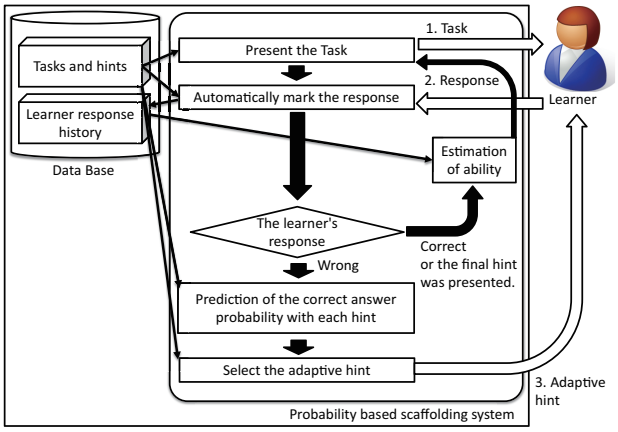


図 2 システムのアルゴリズム

プ」「配列」が出題される。

評価実験

本章では，ヒント提示手法の違いによる事前事後テストの学習効果の比較を行う。被験者は，工学系に在籍する大学生 93 名で，プログラミングに関する知識は入門レベルである。次のグループに分類した。

A群　正答率が 0.8 に近くなるようにヒントを提示
B群　正答率が 0.65 に近くなるようにヒントを提示
C群　正答率が 0.5 に近くなるようにヒントを提示
D群　ヒントを提示しない
E群　ヒントを難しいものから順次提示
F群　解答と解説を最初から丁寧に提示

事前テストと事後テスト，記憶保持テストの平均点，学習時間を表 1 に示す。括弧の値は標準偏差である。分析では，1 要因分散分析を行い，有意差があった項目を Tukey の方法で多重比較を行った。事前テストでは，結果に有意差はなく，グループ間でほぼ同等の得点であり，被験者の事前のプログラミング知識レベルは等質であると考えられる。事後テストでは、予測正答確率が 0.5 の C 群が A 群, B 群, D 群，E 群，及び，F 群に対して，1%水準，または，5%水準で有意に平均点が高かった。図 3 に提示したヒント数の平均を示す。課題の難易度が異なるため，ヒント数が単調に減少しないが，課題 4 の後は，C 群のヒント数は減少しており、フェーディングが有効に働いていることがわかる。図 4 は，ヒント提示後の正答率を示している。この結果から，予測された正答率と実際の正答率がほぼ同等であることが示された。

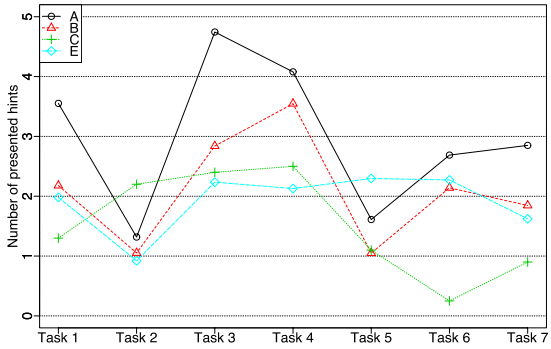


図 3　提示されたヒント数の平均

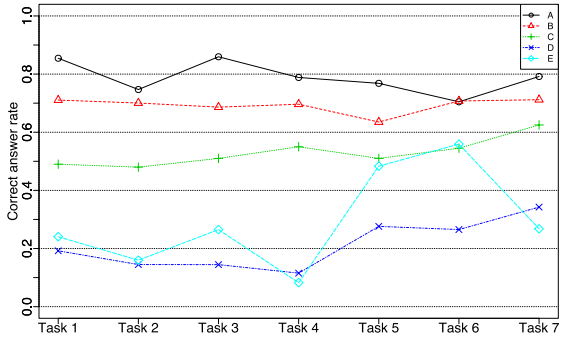


図 4 ヒント提示後の正答率

参考文献

L.S. Vygotsky, Thought and language, Cambridge, MA: MIT Press (1962).
L.S. Vygotsky, Mind in society, Cambridge, MA: MIT Press (1978).
J.S.Bruner,"The role of dialogue in language acquisition,"InA.Sinclair, R.J. Jarvelle, and W.J.M. Levelt, (Eds.) The Child's Concept of Language, New York: Springer–Verlag (1978).
植野真臣，松尾淳哉：項目反応理論を用いて適応型ヒントを提示する足場かけシステム，電子情報通信学会論文誌 D. Vol.98-D，17-29, (2015)
F. Samejima, "Estimation of latent ability using a response pattern of graded scores," Psychometric Monograph, p. 17 (1969)

表 1 事前事後テストの結果(*5%水準，**1%水準)

	A 群	B 群	C 群	D 群	E 群	F 群
被験者数	14	16	18	15	12	18
事前テスト	1.14 (1.59)	1.69 (2.44)	1.78 (2.44)	1.33 (1.89)	2.17 (1.40)	2.72 (2.23)
事後テスト	35.4** (2.94)	34.8** (2.13)	40.0 (3.15)	36.5* (2.22)	34.8** (2.44)	30.9** (4.92)
記憶保持テスト	20.8 (2.73)	20.8 (2.27)	23.0 (2.18)	20.6 (1.81)	20.6 (1.81)	20.8 (5.41)
学習時間(分)	69(26)	78(28)	71(22)	67(15)	72(24)	64(24)

数式オンラインテストの標準仕様 MeLQS の提案と仕様書作成ツールの試作

MeLQS a Standard Specification for Math Online Test and a Prototype of Authoring Tool for It

吉冨 賢太郎[*1], 川添 充[*1], 中原 敬広[*2], 中村 泰之[*3], 福井 哲夫[*4], 白井 誌沙香[*4], 加藤 克也[*5], 谷口 哲也[*6]
Kentaro YOSHITOMI[*1], Mitsuru KAWAZOE[*1], Takahiro NAKAHARA[*2], Yasuyuki NAKAMURA[*3],
Tetsuo FUKUI[*4], Shizuka SHIRAI[*4], Katsuya KATO[*5], Tetsuya TANIGUCHI[*6]
[*1] 大阪府立大学, [*2] 合同会社三玄舎, [*3] 名古屋大学, [*4] 武庫川女子大学,
[*5] サイバネットシステム株式会社, [*6] 日本大学
[*1]Osaka Prefecture University, [*2]Sangensha LLC., [*3]Nagoya University, [*4]Mukogawa Women's University,
[*5]Cybernet Systems Co., Ltd., [*6]Nihon University,
Email : yositomi@las.osakafu-u.ac.jp

あらまし：近年，数式オンラインテストシステムが多数開発され利用が広まっている．我々はこれらの異なるシステムで問題を利用することができるような，数式オンラインテストの標準仕様 MeLQS の検討を行っている．MeLQS は問題そのものの設計である問題仕様とオンラインテストに実装するための実装仕様の二段階で構成される．今回は仕様策定の現状と，問題仕様データ（仕様書）を簡単に記述しデータベース化できるよう開発した仕様書作成ツールを紹介する．
キーワード：数学オンラインテスト，標準仕様

1. はじめに

数学をはじめとする自然科学の分野での効果的なオンラインテストを実施したいという要請から，学生が解答として提出した数式の正誤評価を行う，数式自動採点可能なシステム（以下, 数学ｅラーニングシステム）が注目され，多くの機関で導入され始めている．日本で主に利用されている数学ｅラーニングシステムは，STACK (System for Teaching and Assessment using a Computer Algebra Kernel) [(1)], Maple T.A. [(2)], MATH ON WEB [(3)] であろう．これらのシステムを運用していく上で最も重要なことは，いかに多くの良問を準備し，提供していくかということである．そのためには重要な教育資源としての良問を共有することにより，効果的かつ効率的に数学ｅラーニングを運用することが求められ，STACK では Mathbank [(4)], Maple T.A.では Maple Cloud, MATH ON WEB では大阪府立大学のシステムでそれぞれのシステム向けの問題が共有されている．ただし，当然ながら独立に問題が作成されているため，学習効果の高い良問を相互に利用したいと思っても，単純な問題であれば変換ツールにより相互に利用することも部分的には可能であるが，基本的には各システム用に問題を手作業で移植するしか，その良問を利用する手段はない．これでは，良質な問題が重複して分散していると言わざるを得ない．一方で，異種システム間で良質な問題の共有が可能となれば，飛躍的に数学ｅラーニングの普及が進み，学生の学習機会の向上につながることが期待される．

そのような構想に基づき，我々は数学ｅラーニングコンテンツの標準化による異種システム間連携を実現するための標準仕様 MeLQS (Mathematics e-Learning Question Specification)を提案し，その仕様データ（以下, 仕様書という）から各システムの問題を生成する仕組みの構築を行っている. 本稿では, MeLQS の概要, 仕様書作成ツールについて紹介する.

2. MeLQS の概要

MeLQS では，web*Mathematica* をベースとした MATH ON WEB の問題データと Maxima をベースとした STACK の問題データとの相互移植の検証例と構造比較の考察 [(5)] を元に，数学オンラインテストの問題データの構造を次のように分類している：

1. 問題文および問題文生成ルーチン
2. 解答欄等の解答スタイルの定義
3. 解答判定ルーチンとフィードバック

また，問題のメタデータとして，科目・単元等の分類，出題意図，問題名などを持つ.

MeLQS の大きな特徴の一つは, 一般的な教員による問題提供や利用における検索を想定したコンセプトデザインを記述する「問題仕様」とシステムへの実装で必要となる情報を記述する「実装仕様」の二段階式を採用した点である．実際の仕様に準拠した仕様書例は，本稿では紙面の都合上割愛するが，以下，これらの仕様の概要を述べる.

2.1 問題仕様 (Concept Design)

問題仕様に基づいて作成された仕様書は，数学オンラインテストについて詳しくないユーザが見ても, 問題の内容を把握可能な情報となる．問題仕様書では，上記の問題データ構造の 1〜3 の内容を，数式処理システムのプログラム記法ではなく, 内容の把握が容易な数学的記述で記載する．数式表現には TeX が利用可能である．データベース化された問題仕様書は, ユーザのスキルに合わせ Web 上での閲覧の他, TeX や PDF 形式で利用できる．問題仕様書はオンラ

インテストだけでなく，紙などの別媒体によるテスト作成においても有用となる．

2.2 実装仕様 (Implementation Specification)

実装仕様については2017年5月現在において規格策定段階である．実装仕様は，提供された問題仕様に基づいて，数学オンラインテストの作成経験があるユーザが作成することが想定される．現在策定中の実装仕様は，各システムの利用者であれば実装仕様書をもとにコンテンツを実装できるよう，問題パラメータの乱数の規定（乱数の範囲や条件），問題データの構造 3 における実際の判定基準の記述などの実装方法に関するより詳細な仕様として検討を行っている．実装仕様には，システム依存性を下げる効果が期待される問題データの代数化（パラメータ設定により算術的にインスタンスを生成できる雛形）も規定する予定である．

2.3 オンラインテストへの実装

実装仕様書が作成された問題は，各システムでの実装仕様書に基づいた問題作成により，同質の問題が利用可能となる．さらに利便性を向上させるために，3 章で述べるツールにおいて，実装仕様書から各システムの問題形式へのエクスポート機能の追加を予定しており，実装仕様の規格と併せて検討を行っている．なお，Maple T.A.ではシステム的に構造 3 のフィードバック機能を反映させることは現時点では困難であるが，MeLQS の提案に沿って，開発会社において将来的な機能拡張案として現在検討されている．既存システムだけでなく，以降新規に開発されるシステムにおいても MeLQS の仕様は有効であり，そのシステムが MeLQS に準じていれば，問題作成のコストが軽減され，積極的に利用されるようになると期待される．

3. 仕様書作成ツール

仕様書を手軽に作成でき，即時データベース化され共有できる WEB ベースの仕様書作成ツールを開発した. STACK などでの問題プレビュー機能等の拡充を考慮し，Moodle プラグインとした．

問題仕様書の作成では，問題仕様の項目に対応した入力フォームに内容を記述していく（図 1）．一画面に多数の入力フォームが表示されることによる混乱をさけるためステップ・バイ・ステップ形式を採用した．最後の確認画面では一画面にすべての仕様項目が表示され，すべての項目が編集可能である．

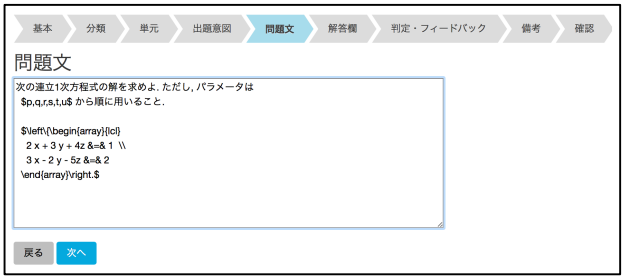


図 1 仕様書ツール（新規作成）

仕様書作成ツールは，データベース機能も有しており，作成された仕様書はデータベースに格納され，検索，閲覧，TeX 形式ファイルのダウンロードが可能である（図 2）．仕様書の閲覧画面においてはコメント機能を有する．

図 2 仕様書ツール（検索画面）

4. まとめ

本稿では，数学 e ラーニングコンテンツの異種システム間連携を実現するための標準仕様として提案する MeLQS について, MeLQS における「問題仕様」と「実装仕様」の概要を紹介するとともに，問題仕様書の作成とデータベース化のために開発した仕様書作成ツールの概要を紹介した．

MeLQS は現在，問題仕様の規格が定まり，その仕様書作成ツールの開発までが完了した段階であり，実装仕様の規格策定とその作成ツールの開発は今後の課題として残されている．数学 e ラーニングシステムの開発・運営に携わる研究者，教員，技術者の意見を取り入れつつ，問題仕様の改訂，および，仕様書作成ツールの改良，実装仕様の規格策定，および，MathTOUCH [(6)] を利用した，システム毎に異なる数式処理システムの書式の違いを吸収可能な数式入力インターフェースを備えた実装仕様書作成ツールの開発を進めていく予定である．

謝辞

本研究は JSPS 科研費 16H03067 の助成を受けたものです．

参考文献

(1) Sangwin, C.: “STACK”, https://stack.maths.ed.ac.uk/
(2) Maplesoft: “Maple T.A.”, http://www.maplesoft.com/products/mapleta/
(3) Osaka Prefecture University: “MATH ON WEB” http://www.las.osakafu-u.ac.jp/lecture/math/MathOnWeb/
(4) Nakamura, Y., Taniguchi, T. and Nakahara, T.: “Item Bank System for the Mathematics e-Learning System STACK”, Electronic Journal of Mathematics & Technology, Vol.8, No.5, pp.355-362 (2014)
(5) 吉冨賢太郎: “数学 e ラーニングコンテンツ仕様の策定とコンテンツ開発への利用”, 教育システム情報学会第 39 回全国大会予稿集, pp.167-168 (2014)
(6) Shirai, S. and Fukui, T.: “MathTOUCH: Mathematical Input Interface for E-Assessment Systems”, MSOR Connections, Vol.15, No.2, pp.70-75 (2017)

プログラミングの穴埋め問題作成支援ツールの構築

Construction of Cloze Question Support Tool for Programming

館 宜伸[*1]
Yoshinobu TACHI[*1]
[*1] 金沢工業大学
[*1]Kanazawa Institute of Technology
Email: tachi@neptune.kanazawa-it.ac.jp

あらまし：LMS（Learning Management System）上の穴埋め問題の作成は，問題の本文中に LMS 毎のフォーマットに合わせた記述を加える必要があり，自動採点のための工夫が必要である．さらに，複数の解答が存在する場合は，複数の解答を区切る文字などにも配慮する必要がある．そこで，Word の蛍光ペン機能を利用し，マークした箇所を穴埋め箇所として問題を自動生成する際に，同時に複数回答を自動生成するツールを構築する．

キーワード：プログラミング，LMS，Moodle，Cloze（穴埋め問題）

1. はじめに

近年，JMOOC(1)に代表される e-learning システムを利用した学習が多くなってきている．そのシステム環境として，edX(2)や Moodle(3)などの LMS が利用されている．学習者は，インターネット経由でパソコンやスマートフォンなどを用いて，場所を問わず学習できることが利点である．講師も，LMS の自動採点により，評価と学習者への提示の即時性という利点がある．ただし，自動採点の利点を活用するために，LMS 上で問題作成が比較的容易な多肢選択問題を採用することが多い．穴埋め（cloze）問題(4)を含めた文章や数式を入力させる場合，LMS 上で問題作成に作成規則を覚える必要があり，文再作成が難しい傾向がある．一方，別途リソースと LMS との連携が必要となるが，提出されたプログラムをサンドボックス上で実行確認する手法もある．

本研究では，LMS のみで完結し，数式なども対応可能にするために，「Word の蛍光ペンを利用した Moodle の穴埋め問題作成支援ツール」(5)に対して，「解答」の対象となる文字列を分析し，数式の場合には複数解答を作成する機能を追加する．さらに，Moodle への複数解答の対応も行う．

2. 穴埋め問題作成支援ツールに複数解答対応

Moodle の穴埋め問題作成は，本文中の解答部分を『{1:SHORTANSWER:=』と『}』で囲まなければならない．さらに複数の「解答」を『~=』で区切らなければならない．問題自体の作成に Word を用いることが多いことから，これまでに開発した Word の蛍光ペン機能を利用した穴埋め問題作成支援ツールに機能追加した．

ここで，穴埋め問題の解答欄は，

① {1:SHORTANSWER:=解１~解２~･･･解 N}
② {1:SHORTANSWER:解１~解２~･･･解 N}
③ {1:SHORTANSWER:=解１~=解２~=･･･解 N}

のように『:』と『:=』，『~』と『~=』の組み合わせが存在する．また，『~=』と『~』を混在させることも可能である．

これらに関して，Moodle3.1 で複数解答を作成する際の制限の有無を確認した．『~=』と『~』を混在させると，全ての解答に対して採点割合（例：10%の場合，~=%10%解 N）を付加させなければならないため，どれか 1 つに統一する必要である．また，前述の①と②は 1874 個，③は 2810 個の複数解答を列挙できた結果より，③に統一することとした．

穴埋め問題作成支援ツールを複数解答対応にするために，複数解答の対象となる「解答」を検出し，「解答」を基に複数解答を作成し，Moodle の穴埋め問題の回答欄として作成する．

2.1 複数解答対象の検出

本ツールはプログラミングを主体とするため，式を含むものを複数解答の対象とした．対象とした演算子は，算術演算子，比較演算子，論理演算子を含む「+, -, *, /, %, >, <, =, &, |, !, ^, ~」とした．ビット演算は必要に応じて対応する．本ツールは，複数解答対象の「解答」として，これらの演算子を含む解答を検出する．

2.2 複数解答作成

複数解答を作成する際に，本来「解答」として指定されている内容を「正答」とし，「解答」から類推可能な解答を「別解」とする．

前節で検出した解答を分析し，演算の分類を行った．

- 算術演算のみの式
- 比較演算のみの式
- 算術演算を含む比較演算の式
  （ただし，論理演算は含まない）
- 論理演算も含む比較演算の式

次に、演算子の分類を行った.

- 置換可能な１種類の演算子のみの式
- 置換不可能な１種類の演算子のみの式
- 優先順位が同一の演算子のみの式
- 優先順位の異なる演算子を含む式
- （）丸括弧を含む式

ここで，置換可能な演算子は＋や＊など，置換不可能な演算子は－や／などとした．－などは，x-y を-y+x のように本来は置換可能であるが，本論文では他の演算子が必要となることから置換不可能な演算子に分類した.

本論文では,演算の分類は「算術演算子のみの式」を対象とし，演算子の分類は「置換可能な１種類の演算子の式」と「置換不可能な１種類の演算子の式」と対象とした.

2.3 作成した複数解答を反映

作成した複数解答は，「Word の蛍光ペンを利用した Moodle の穴埋め問題作成支援ツール」で作成した「解答」の箇所を，複数解答で置き換えるのみである.

3. ツール利用例

まず，Word で作成した課題文書の中で，穴埋め問題箇所を蛍光ペン機能で色付けし，html 文書として保存する．本ツールを起動し，「ファイル読込み（HTML)」ボタンで前述のファイルを読み込む．ファイルを読み込むと同時に，画面左側に Word で作成したデータ，画面右側に正答を【】で表示し，別解を◆で列挙表示（図１）した.

図１ ファイル読込後のツール画面

「Moodle インポート生成」ボタンで Moodle 用の HTML ファイルを出力する．出力したファイルを Moodle 上の問題バンクに追加し，小テストとして問題作成する．小テストで複数解答のどれを入力しても正解となる（図２）.

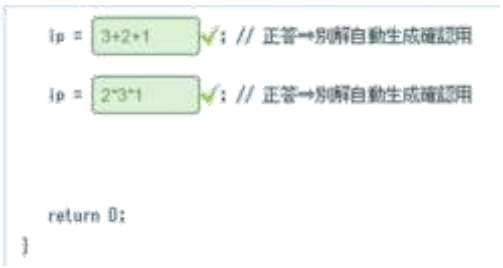


図２ Moodle 上の採点後画面

4. 考察

複数解答の区切り文字が，『~』と『~=』を混在させると採点割合が必須であることや，複数解答で指定できる個数に差があることを確認した.これらは，Moodle のバージョン次第で変更される可能性もある.

本ツールは，１種類の演算子の算術演算における複数解答の自動生成と LMS 上での自動採点に対応することができた.

5. おわりに

「解答」の内容を分析し，複数の解答の対象（数式）を検出し，１種類の演算子の算術演算に対してのみではあるが，複数解答を自動生成する機能を「Word の蛍光ペンを利用した Moodle の穴埋め問題作成支援ツール」に対して追加した．さらに，出力ファイルに複数解答を正解とする機能も追加した．追加した機能は，数学や理科の数式の穴埋め問題にも利用可能である.

今後の課題として，次の３点を挙げる.

- 複数演算子演算子を利用した式の複数解答に対応する.
- 別解を箇条書きで表示しているだけの箇所をチェックボックスへ変更し，出題者が別解として認めないものは，チェックを外せる機能を追加する.
- Moodle 以外の LMS の穴埋め問題に対応する.

6. 謝辞

本研究は放送大学教育振興会の助成を受けている．ここで深く感謝します.

参考文献

(1) JMOOC, http://www.jmooc.jp/, (2017 年 5 月 28 日閲覧)
(2) edX, https://www.edx.org/, (2017 年 5 月 28 日閲覧)
(3) 日本ムードル協会, https://moodlejapan.org/, (2017 年 5 月 28 日閲覧)
(4) 穴埋め(Cloze)問題, https://docs.moodle.org/33/en/Embedded_Answer_(Cloze)_question_type, (2017 年 5 月 28 日閲覧)
(5) 館宜伸:“Word の蛍光ペンを利用した Moodle の穴埋め問題作成支援ツールの試み”, 教育システム情報学会第 41 回全国大会, pp.187-188 （2016）

マルチクラウド活用による教育支援環境のための統合的危機管理の枠組み

Integrated Risk Management Framework for Educational Assistance Environment using Multi-Cloud Computing

戸川 聡[*1]，金西 計英[*2]
Satoshi TOGAWA[*1], Kazuhide KANENISHI[*2]
[*1] 四国大学情報処理教育センター
[*1]Education Center for Information Processing, Shikoku University
[*2] 徳島大学大学開放実践センター
[*2]Center for University Extension, The University of Tokushima
Email: doors@shikoku-u.ac.jp[*1]

あらまし：大学などの教育機関では，LMS，各種 ePortfolio など，様々な教育支援システムが運用されている．今日の大学における教学活動は，これら教育支援システムの存在なくして円滑な運営は困難である．一方，災害復旧や減災の観点からクラウドの利活用が活発となっている．しかし，教学活動継続の障害となる危機は自然災害だけではない．起こりえる危機への対策が重要である．本稿では，マルチクラウドを活用した教育支援システム減災の枠組みを提案する．特に，緊急速報をトリガーとするマルチクラウドの適応的利用について検討する．
キーワード：**マルチクラウド**，**教育支援システム**，**危機管理**，**緊急速報**

1. はじめに

2011 年 3 月に発生した東日本大震災と津波は，東北地方を中心に甚大な被害をもたらした．2016 年 4 月に発生した熊本地震は震度 7 を観測し，係る群発地震による被害は甚大である．さらに最近では，平成 28 年 9 月，北海道へ 3 連続襲来した台風による洪水など，激甚災害とそれに類する災害発生は珍しいものではなくなりつつある．自然災害のみ捉えても，従来の想定を超えるシステム減災の枠組みが求められている．我々が拠点を置く四国地方は，近い将来，南海地震の発生が予測されている．地震や津波，豪雨被害など，災害に対する備えは必要不可欠である．さらに，日本を含む東アジアの安全保障情勢は，これまで以上に緊迫化している．ある側面では，偶発的な軍事衝突発生の可能性が排除できないと想定される．これは自然災害に起因しない危機に対しても，現実的な対応を考慮しておく必要性を示している．

一方，大学など高等教育機関において，Moodle 等 LMS（Learning Management System）機能を有する教育支援システムが用いられている．また，これまでの LMS に加え，各種 ePortfolio 等，様々な教育支援システムが運用されている．これらの教育支援システムは，単に教材などのコンテンツが保持されるだけではなく，学習者の学習履歴も保持される．危機直面による損害と学習履歴の喪失は，大学における教学活動の継続に重大な影響を与える．

利用者認証において連携が進み，Shibboleth 基盤の認証連携も導入されている[(1)]．また，大学コンソーシアムを構成し，協定に基づく講義実施例も存在する[(2)]．ここでも LMS 連携や認証機構の連携なくして円滑な大学間連携は困難と言える．ある大学における教育支援システムと学習履歴損失は，当該大学における教学活動継続に影響を与えるだけではなく，コンソーシアム全体の e-Learning 環境にも影響を及ぼす．

これまで我々は，インタークラウドを活用した e-Learning 環境のシステム減災の枠組みについて提案してきた[(3)]．このなかで，スマートフォンで受信した緊急情報をトリガーとするライブマイグレーションの枠組みについて検証を続けてきた．この取り組みは，主として大規模災害を対象とするシステム減災を対象としている．しかし，昨今の安全保障問題なと，教育支援システムの運用継続を阻害する要因は，自然災害に起因するもの以外も想定する必要がある．これらの危機対応を統合的に管理可能な枠組みが必要と言える．

そこで本稿では，マルチクラウドによる LMS 減災フレームワークを提案する．システム仮想化基盤と分散共有ストレージによるハイブリッドクラウド間連携機構を構築し，危機発生時における教育支援システムと学習履歴の継続的利用を目指す．プロトタイプシステムの概要を示し，評価実験結果について述べる．

2. 統合的危機管理フレームワーク

図 1 に，提案する LMS の統合的危機管理フレームワークの構成を示す．本フレームワークは，各組織に構築されるプライベートクラウド基盤と分散ストレージ基盤，商用パブリッククラウドから構成される．LMS および認証システムなどの教育支援システムは，各組織に構築されるプライベートクラウド基盤上で稼働する仮想マシンとして構成される．また，各プライベートクラウドを横断する形で，分散ストレージシステムが構築される．

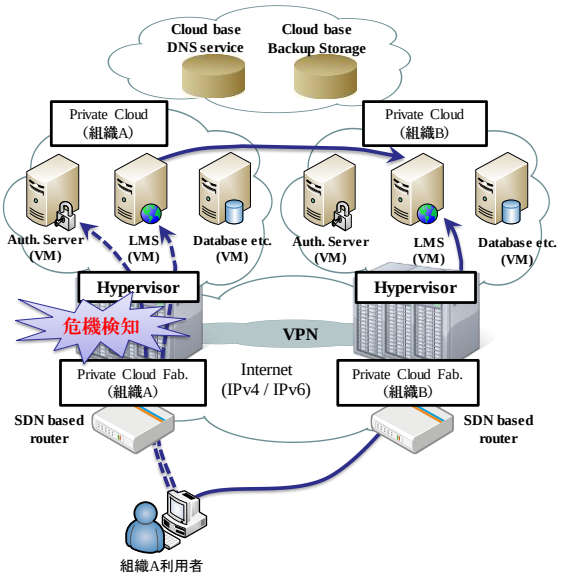


図 1 危機管理フレームワーク

分散ストレージシステムに保持されるデータは，学習履歴を含む LMS を仮想マシン化したものである．このため，教育支援システム，学習履歴，教材データが仮想ディスクイメージ（VDI）として保持される．

組織 A のプライベートクラウド基盤が被災や危機遭遇により停止する場合，組織 A の LMS は組織 B のプライベートクラウド基盤へライブマイグレーションにより移動する．同時に，商用クラウドベースのオブジェクトストレージへ仮想ディスクイメージを保持する．これによりシステムおよび学習履歴の保持を担保する．また，仮想ディスクイメージは，組織 A および組織 B いずれの分散ストレージにも更新された状態で保持されている．このため，組織 B のプライベートクラウド基盤を借用し，保持される仮想ディスクイメージより LMS を起動できる．これにより，被災した組織 A のシステム運用継続を担保できる．また，仮に連携するプライベートクラウド基盤が損壊した場合でも，商用クラウドに保持される VDI を再導入することで，システム運用継続性を担保できる．

3. プロトタイプシステム

図 2 に，評価のため構築したプロトタイプシステムの構成を示す．プロトタイプシステムは，仮想マシンを保持するノードコンピュータ 8 台と，拠点間接続のための VPN ルータ 2 台，マイグレーションを制御するインタークラウドコントローラから構成される．インタークラウドコントローラには，気象庁からの緊急速報を受信するためのスマートフォンが接続される．受信各ノードコンピュータは，ハイパーバイザを導入し，マイグレーション制御のため Libvirt Virtualization Toolkit [4] が導入される．また，分散ストレージ機構を構成するため，Sheepdog [5] 分散ストレージが各ノードに導入される．

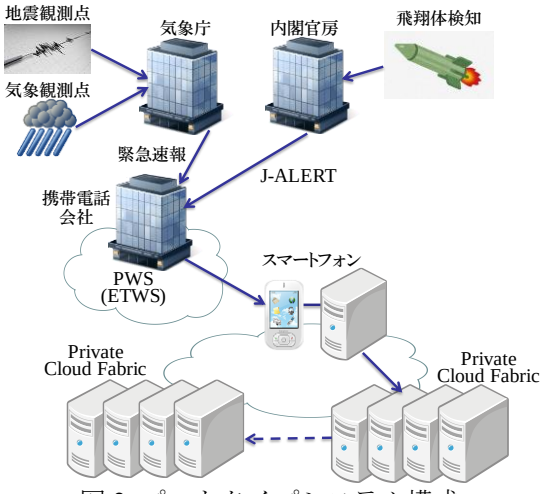


図 2 プロトタイプシステム構成

4. 実験と考察

提案するフレームワークの有効性を検証するため，評価実験を行った．表 1 にノードコンピュータの仕様を示す．

表 1 ノードコンピュータ仕様

CPU	AMD Opteron 3250 HE (Quad Core)
DRAM 容量	16 Gbytes
HDD 容量	250Gbytes (SATA600)
OS	Ubuntu Server 16.04 LTS 64 ビット版

緊急地震速報及び J-ALERT 通知メッセージは，スマートフォン内にて ETWS（Earthquake and Tsunami Warning System）のメッセージを擬似的に生成し，危機発生のトリガーとした．この結果，連携するプライベートクラウド間で仮想マシンイメージのマイグレーションが実行されるとともに，商用クラウドへの仮想ディスクイメージ保持が確認できた．

5. おわりに

本稿では，マルチクラウドによる LMS 減災フレームワークの提案を行った．システム仮想化と分散ストレージを用いたプロトタイプシステムを構築し，商用クラウドへの退避も含め評価実験を行った．今後はクラウド OS 等と連携した課題解決を行う．

参考文献

(1) 国立情報学研究所：”学術認証フェデレーション GakuNin”, http://www.gakunin.jp/
(2) e-Knowledge コンソーシアム四国，http://www-ek4.cc.kagawa-u.ac.jp/
(3) S.Togawa, K.Kanenishi, “Building a Disaster Recovery Framework for e-Learning Environment Using Disaster Information and Inter-cloud Computing”, Proc. of the 7th International Conference on Applied Human and Factors Ergonomics, Vol.498, pp.901-908, 2016.
(4) Libvirt Virtualization Toolkit, http://libvirt.org/
(5) Sheepdog Project, http://www.osrg.net/sheepdog/

構造を用いた英語エッセイ検索機能の実現

Implementation of an Example Essay Retrieval Function Using the Structure of an Essay

坂本 洵一朗[*1], 萩原　大貴[*2], 國近　秀信[*3]
Junichiro SAKAMOTO[*1], Daiki HAGIHARA[*2], Hidenobu KUNICHIKA[*3]
[*1] 九州工業大学大学院情報工学府
[*1]Graduate School of Computer Science and Systems Engineering, Kyushu Institute of Technology
[*2] 九州工業大学情報工学部
[*2]Computer Science and Systems Engineering, Kyushu Institute of Technology
[*3] 九州工業大学大学院情報工学研究院
[*3]Faculty of Computer Science and Systems Engineering, Kyushu Institute of Technology
Email: j.sakamoto@minnie.ai.kyutech.ac.jp

あらまし：英語の初学者がエッセイを書く場合，英語の論理展開法に則った正しいエッセイを参考にすることは有用な方法の一つである．本研究の目的は，英語の論理展開法に則り，かつユーザの目的に合致したエッセイを検索するための英語エッセイ検索機能の実現である．本機能は，エッセイの種類ごとの典型的な構造を表現したエッセイ展開スキーマを基にして，適切な構造のエッセイを検索する．
キーワード：英語学習支援，エッセイライティング，例文検索

1.　はじめに

英語の初学者がエッセイを書く場合，英語の論理展開法に則った正しいエッセイを参考にすることは有用な方法の一つである．書籍に載っているエッセイは有用であるが数が限られているため，WWW 上のエッセイを検索する方法が考えられるが，その構造が適切か否かを判断することは難しい．これまでに構造に着目した英文の検索システム[(1)]は実現されているが，文章レベルの検索は一般的ではない．そこで我々は，文章の構造を用いた英語エッセイ検索システムの実現を目指している．本研究では，WWW より自動収集したエッセイの構造が同定された後を想定し，エッセイの構造を用いて検索を行う英語エッセイ検索機能の実現を目的とする．

2.　エッセイ検索に必要な機能

本研究では，英語の論理展開法の理解が不十分なユーザを想定している．よって，英語の論理展開法に則った正しいエッセイであり，かつユーザが書きたい内容に近いエッセイを検索できるようにする必要がある．一般にエッセイの構造が英語の論理展開法と完全に一致しているとは限らないため，本システムではエッセイの構造と英語の論理展開法との一致度を採点し，エッセイとともにユーザへ提示する．また，ユーザが書きたい内容に近いエッセイを検索できるようにするため，キーワードを用いた絞り込み機能を提供する．

3.　エッセイの構造に関する知識

エッセイの採点を行うためには，英語の論理展開法に関する知識が必要となる．エッセイやエッセイに含まれるパラグラフの論理展開法にはいくつか種類があり，それらの構造は異なる．我々はこれまでに，エッセイやパラグラフの種類ごとに典型的な構造を表現した 11 種類のエッセイ展開スキーマ[(2)]，および, 11 種類のパラグラフ展開スキーマ[(3)]を定義した．例として，図 1 に手順を説明する Process Essay のエッセイ展開スキーマの構造情報を示す．

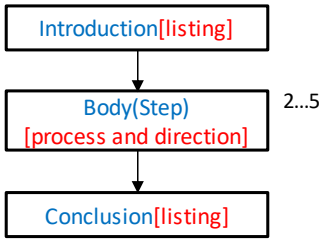


図 1　Process Essay のエッセイ展開スキーマ

図中の四角は一つのパラグラフに対応し，その内部ではパラグラフの役割を示している．また，[ ]内は対応するパラグラフの種類を表す．四角の右上の数字はそのパラグラフの個数の範囲を表す．

4.　英語エッセイ検索システム

図 2 に本システムの概要を示す．エッセイ収集部では, WWW 上からエッセイを収集し，それらの構造分析を行う．構造分析を行ったエッセイはエッセイデータベースに保存する．エッセイ検索部では，まず，ユーザが目的のエッセイの種類等の条件を指定する．その後エッセイデータベース内に存在するエッセイをエッセイ検索機能の下位機能である採点機能で採点し，得点順にソートして出力する．

5.　英語エッセイ検索機能の実現

エッセイ展開スキーマの構造は典型的な構造であるため，エッセイの構造と完全に一致するとは限ら

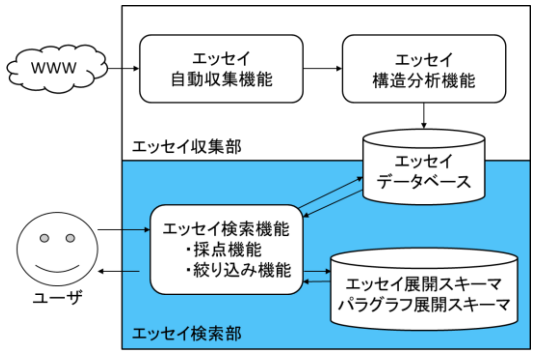


図 2　システムの概要

ない．つまり，構成要素の種類や数，並びが異なる場合がある．よって本研究では，両者の構造の類似度を数値で表す採点機能を実現した．本研究で扱う構造はエッセイの構成要素とその並びから成ることから，構成要素の種類を用いた採点および構成要素の並びを用いた採点を行い，それらの平均点を最終的な得点とする．また内容や構造を基にした検索結果の絞り込み機能を実現した．以下，各機能について述べる．

5.1 構成要素の種類を用いた採点機能

エッセイ展開スキーマおよびエッセイデータベースでは XML 形式で構造が表現されており，それらの比較により採点を行う．具体的には，まず採点を行うエッセイの構造を分析し，構成要素のうち数に制約のある要素の個数を同定した後に，エッセイ展開スキーマを変形して理想的な構造を生成する．理想的な構造における個数は，採点を行うエッセイで，ある構成要素の個数が不足している場合はその要素の個数の範囲の最小値とし，個数が超過している場合は最大値とする．その後，採点を行うエッセイと生成した理想的な構造とを比較し，要素の過不足から 100 点満点に換算しエッセイレベルの得点とする．続いて，採点を行うエッセイに含まれる各パラグラフを同様に採点し，その平均点をパラグラフレベルの得点とする．最後に，エッセイレベルとパラグラフレベルの得点の平均を求め最終的な得点とする．

5.2 構成要素の並びを用いた採点機能

本機能では，構成要素の前後関係に着目して採点を行う．具体的には，まず採点を行うエッセイの連続する構成要素の組を取り出し，その合計数に応じて各組に按分した値を各組の得点として与える．次に要素の組がエッセイ展開スキーマに存在するか否かを調べる．もし存在する場合は持ち点をそのまま与え，2 つの要素の間に異なる要素が存在する場合や組が存在しない場合は減点する．これらの得点の合計をエッセイレベルの得点とする．続いて，採点を行うエッセイに含まれる各パラグラフを同様に採点し，その平均点をパラグラフレベルの得点とする．最後に，エッセイレベルとパラグラフレベルの得点の平均を求め最終的な得点とする．

5.3 絞り込み機能

多くの検索結果から必要なエッセイを探すための機能である．ユーザが指定できる条件には，エッセイ中の文数の指定，特定の構成要素を参照する際に用いる構成要素の指定，書きたい内容に近いエッセイに絞り込むための単語の指定がある．

6.　評価

本稿で述べた英語エッセイ検索機能の有用性の確認のため，指定した種類のエッセイが検索可能か否かを調査した．準備として，書籍で種類が明示されているエッセイの構造を人手で分析して構成要素を表すタグを付与し，エッセイの種類ごとに 4 個のエッセイをエッセイデータベースに保存した．その後各エッセイを 11 種類すべてのエッセイ展開スキーマを用いて採点を行い，採点法の妥当性を評価した．具体的には，エッセイと同じ種類のエッセイ展開スキーマを用いて採点したときのみ得点が高くなるか否かを Dunnett の多重比較を用いて有意水準 5%にて調査した．

調査の結果，採点を行うエッセイとエッセイ展開スキーマが対応しているときの得点の平均が，対応していないときの得点の平均と比較して有意差があることがすべてのエッセイの種類で確認できた．よって，英語エッセイ検索機能が英語の論理展開法に則ったエッセイの検索に対して有用であると考えられる．しかし，今回評価に使用したエッセイは 1 種類につき 4 個と限られていたため，今後エッセイを増やして更なる調査を行う必要がある．

7.　おわりに

本論文では，自動収集したエッセイの構造が同定された後を想定し，エッセイの構造を用いて必要なエッセイの検索を行う英語エッセイ検索機能の実現と評価について述べた．

今後は，エッセイを増やした上で採点法の妥当性の再調査を行うとともに，検索時間を短縮するよう改良することが必要である．また，エッセイ自動収集機能およびエッセイ構造分析機能の実現を予定している．

参考文献

(1) 三好康夫，越智洋司，金西計英，岡本竜，矢野米雄：“英作文支援における句構造情報を利用した用例検索ツール”，日本教育工学会論文誌，Vol.23，No.3，pp.283-294（2003）
(2) Kunichika, H. Ikeda, Y. and Takeuchi, A.: “Essay Development Schemata to Support English Composition”, Proc. of ICCE 2014, pp.815-817（2014）
(3) Kunichika, H. and Takeuchi, A.: “Paragraph Development Schemata to Support English Composition”, Proc. of AIED 2007, pp.602-604（2007）

用例の抽象化に基づいた英単語学習支援システム

English Word Learning Support System Based on Example Abstraction

山田 拓史[*1], 小尻 智子[*2]
Takushi YAMADA[*1], Tomoko KOJIRI[*2]
[*1] 関西大学大学院理工学研究科
[*1]Graduate School of Science and Engineering, Kansai University
[*2] 関西大学システム理工学部
[*2]Facultry of Engineering Science, Kansai University
Email: k024628@kansai-u.ac.jp

あらまし: 英単語の中には同じ和訳になるが実際は使用できる状況が異なるものが存在する．これらの中には，一緒に用いることのできる他の単語によって使用状況が区別できるものもある．本研究では，英単語が使用できる状況を，その英単語を用いた例文（用例）中の他の単語で示されるものを対象とし，用例に含まれる単語を抽象化することで，英単語が使用できる状況を理解する学習方法を提案する．また，その学習方法を促進するための支援システムも提案する．
キーワード: 用例，英単語，抽象化

1. はじめに

同じ日本語訳に対する英語表現は多数存在している．例えば，「作る」という日本語訳となる可能性のある英単語には，“create”，“generate”，“bake”等が挙げられる．これらの単語は，例えば“bake”は「パンやケーキを焼くとき」といったように，それぞれに使用可能な状況が存在する．個々の英単語を習得して自身で使いこなすようになるためには，それぞれ使用可能な状況を正確に理解する必要がある．

一方, 英単語学習は一般的に暗記学習とみなされ，単語の意味や使い方などをすべて暗記する学習者は多い[1]．このような学習者は自身が学習の過程で出会った例文（用例）から英単語の使用状況を把握するのではなく，用例に出てきたフレーズを暗記する傾向にある．その結果，学習した用例と同じ状況であるが学習した用例にはなかった単語が出てきた場合，英単語を適切に選択できない可能性がある．

本研究では，英単語の用例から使用可能な状況を考え，理解させる学習方法の提案と，その学習方法を支援するシステムの構築を目的とする．英単語の使用状況を整理した用例辞書はすでに存在する[2]．しかし，これを与えるだけでは単に状況の暗記にとどまってしまい，活用できる知識としての英単語の使用状況を習得できない．本研究では，学習者が自身の経験の中から使用状況を自ら見出していく活動が，活用できる知識の獲得につながると考える．したがって，学習者自身で出会った用例を手掛かりに使用状況を導出していく学習方法を提案する．

2. 英単語の活用状況習得過程

英単語が使用できる状況には，用例に陽に現れているものと, 用例から推論しなければならないもの，用例からはわからないものがある．本研究はそのうち，用例に陽に現れているものを対象とする．すなわち，英単語の用例中に現れる他の単語が使用状況を表現しているものを扱う．

用例中に現れる他の単語はいつも同じではない．他の単語から使用状況を理解するためには，それらを抽象化し，単語を状況として一般化していく必要がある．本研究では用例から状況を抽象化する過程を以下のステップとして捉える．

Step1: 単語（学習単語）の用例に出現する他の単語を“キーワード”として特定する．

Step2: 学習単語の用例に出現するキーワードの中から状況を表していそうなキーワードを選択し，同じ日本語訳となる他の学習単語のキーワードを包含しないような視点で抽象化する．キーワードの選択と抽象化は密接に関連しているため，実際は抽象化を想定してキーワードを選択することとなる．

例を示す．学習単語として「つくる」という日本語訳をする“generate”と“bake”を考える．学習者が bake について “I bake a cake.”, “The oven bakes bread.”, generate に関して“This company generates electricity.”を学習したとする．ここで, 学習者が名詞をキーワードとして認識したとすると，bake からは I, cake, oven, bread が，generate からは company, electricity が抽出される (step 1)．この中から，例えば bake の bread, cake と generate の electricity に注目すると，例えば bread, cake は「食べられるもの」，electricity は「食べられないもの」と抽象化できる (step 2)．

どのような語で抽象化するかは，学習者が出会った用例によって異なる．学習単語の状況を表す妥当な抽象化となることもあれば，そうでないこともある．妥当でない抽象化をした場合はその後に出会った用例によって抽象化を修正していくことで，最終的に正しい状況を習得していくことが可能となる．

3. 英単語の活用状況習得支援のアプローチ

2 章で示した習得過程を暗黙的に実現できている

学習者は存在する．しかし，この過程を実現できず，用例を暗記している学習者にとってはこの過程を表出して意識することに意味がある．本研究はこの抽象化の過程を表出化することのできる環境をソフトウェアとして構築する．すなわち，用例から学習者自身が抽出したキーワードを，自身で抽象化した語（抽象語）の下で整理することのできるシステムを提供する．

キーワードを抽象化させるためには，キーワードを抽象語の下で整理する形式を提供する必要がある．本研究では学習単語とキーワード，抽象語の関係をグラフ形式で表示する分類グラフを提案する．分類グラフは図 1 のように，学習単語，キーワード，抽象語の 3 種類のノードで構成される．また学習単語とその用例から抽出されたキーワードが，キーワードとそこから導出された抽象語がそれぞれリンクで結合されるようになっている．本研究で構築するシステムは，学習単語の用例から導出したキーワードや抽象語を用いて，このような分類グラフを構築できるシステムとなっている．

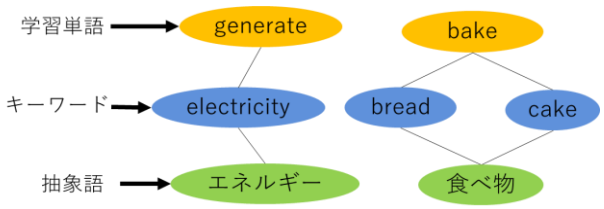


図 1 分類グラフ

4. プロトタイプ・システム

分類グラフを作成することで，単語の使用状況に関する理解を深めるためのシステムを C#を用いて構築した．本システムは，学習単語の用例を学習した後，分類グラフを作成する段階で用いるシステムとなっている．

本システムのインタフェースを図 2 に示す．インタフェースは構築された分類グラフを表示する分類グラフ表示部と，学習単語，学習単語の和訳，用例，キーワードを入力するためのキーワード入力部で構成される．キーワード入力部より学習した用例とそこから抽出したキーワードを入力し，追加ボタンを押すと，分類グラフ表示部に学習単語（黄）とキーワード（青）を表すノードと，それらの間のリンクが表示される．

抽象化ボタンを押すと，抽象語を生成するための抽象化インタフェースが表示される（図 3）．抽象化インタフェースのキーワード抽象化部はキーワードに対する抽象語を設定できる．抽象化する語であるキーワードを指定し，それに対する抽象語を入力して決定ボタンを押すことで，抽象語（緑）を表すノードがグラフ表示エリア上に生成される．また，キーワードノードと抽象語ノードを連結するリンクも同時に生成される．本インタフェースでは抽象語同士を抽象化して新たな抽象語を生成することもできる．図 3 の抽象語再抽象化部に抽象化する抽象語とそれらに対する抽象語を入れ，決定ボタンを押すと，新たな抽象語ノードが生成され，そのもととなった抽象語ノードとリンクで連結される．

また，ノードの内容を変更したり，削除したりすることも可能となっている．このように，自身が学習した用例から分類グラフを作成することで，単語の使用状況に関する知識を自分の経験に沿って構築していくことが可能となる．

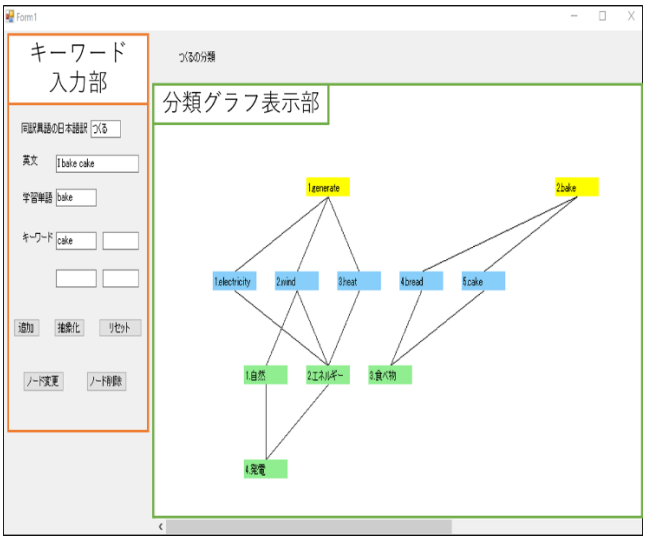


図 2 分類グラフ作成インタフェース

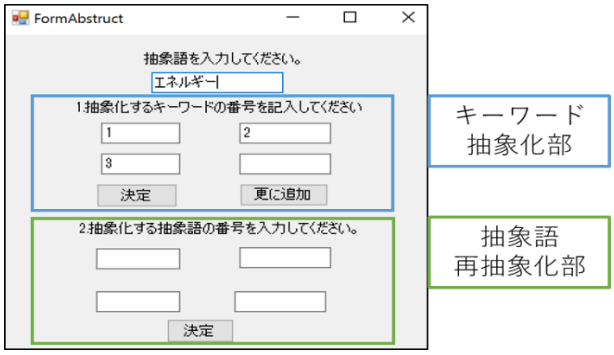


図 3 抽象化インタフェース

5. おわりに

本研究では英単語の使用方法の理解を促進するために，学習単語の用例に含まれるキーワードの抽象化による使用状況の学習方法を提案した．また，学習単語に対して導出されたキーワードと抽象語を分類グラフとして整理するためのシステムを構築した．

今後は，開発したシステムを用いた評価実験を実施し，その効果を検証する必要がある．また，キーワードや抽象語を自身で導出できない学習者に対する支援機能も考案していきたい．

謝辞

本研究の一部は JSPS 科研費（16K12563）の助成による

参考文献

(1) 今井むつみ，「外国語学習者の語彙学習における問題点 -言葉の意味表象の見地から-」，教育心理学研究，第 41 巻 3 号， pp. 243-253 (1993)
(2) S. I. Hayakawa，Choose the Right Word: Second Edition, Collins Reference， 1994

到達目標型大学英語教育を目指した ATM の開発と応用

The Development and Application of the ATM for Criterion-referenced Evaluation for a Japanese University English Education Context

住 政二郎[*1], ドーマー ロバート[*1], 山田 一美[*1], デイヴィス 恵美[*1],
海老原 由貴[*1], 和泉 緻香[*1], 工藤 多恵[*1], 乗次 章子[*1], 山脇 野枝[*1]
Sei Sumi[*1], Robert Dormer[*1], Kazumi Yamada[*1], Emi Davis[*1]
Yuki Ebihara[*1], Chika Izumi[*1], Tae Kudo[*1], Fumiko Noritsugu[*1], Noe Yamawaki[*1]
[*1] 関西学院大学
[*1]Kwansei Gakuin University
Email: seisumi@kwansei.ac.jp

あらまし：「スーパーグローバル大学創設支援事業」の採択以降，英語教育に関する多くの施策が学内では実施されている．2017 年度からは各種の外部テストが全学規模で導入された．こうした変化は，学部横断的且つ縦断的に英語教育の成果を評価・検証するために重要である。しかし，各学部は専門性と特色のある英語教育を行っており，外部テストの評価指標とは必ずしも一致しない．こうしたことを背景に，理工学部では，外部テストと学部独自の英語教育の内容を加味しながら，客観的指標で英語教育の成果を評価・検証できる到達目標型英語教育の実現を目指し ATM (Automated Test Maker) を開発した．本発表では，本システムの開発と応用について報告する．
キーワード：大学英語教育，Automated Test Maker，アイテムバンク，項目分析，テスト開発

1. はじめに

関西学院大学は，2014 年に「スーパーグローバル大学創成支援」に採択された．それ以降，学内では英語教育に関するさまざまな施策が実施されている [(1)]. 2017 年度からは外部テストを活用した全学規模のプレイスメントテスト，習熟度別クラス編成，到達度テストが実施された．こうした変化は，学部横断的且つ縦断的に客観的指標で英語教育の成果を評価・検証するために重要である。しかし，外部テストの導入にはデメリットもある．外部テストの結果の取り扱いについて明確な方針はない．多様な学部テストの活用が学内に混乱をもたらす可能性も指摘されている [(2)]．また，各学部は専門性と特色のある英語教育を行っており，外部テストの評価指標とは必ずしも一致しない．特に理工学部は，各学科の専門性や大学院への進学を念頭に，科学技術英語に特化した英語教育を行っているためその影響は大きい．こうした課題を背景に，外部テストの内容と学部独自の教育内容の双方を加味しながら，英語教育の成果を客観的指標で評価・検証できる到達目標型英語教育の実現を目指し，理工学部では ATM (Automated Test Maker) を開発した．

2. ATM の開発

2.1 アイテムバンクの開発と項目分析

ATM は，語彙・文法問題と読解問題をアイテムバンクに持ち，指定された条件で自動的にテスト問題を出力するシステムである．アイテムバンクに保存された問題項目は，困難度が調整されており，出力された問題を期末試験等で使用することによって，教員間で異なる授業アプローチを許容しながらも，到達度を揃え，学期及び学年毎の英語教育の内容を客観的指標で評価・検証することを可能にする．

語彙・文法問題は，指定単語帳の単語リストを使い [(3)]，TOEIC® Test に準拠して，約 2,000 問の多肢選択問題を開発した．問題文や選択肢を開発する際には，大学英語教育学会の定める *JACET 8000* を参考に，Level 4（大学受験，大学一般教養初級）までの語彙を使うことに配慮した．

開発した語彙・文法問題には項目分析を加えた．項目分析を行うために，開発した多肢選択問題から 1 年生の学習必須単語に定められた 500 語を 100 問ずつに分け，5 種類のテストを作成し，2017 年度理工学部入学者の内，276 名を対象にテストを実施した．さらに，各テストには 20 問ずつの共通項目を加え，ラッシュモデルで困難度パラメータの推定と等化作業を行った [(4)]．困難度の推定には，各テストの受験者の少なさ（M = 55.2）を加味し，ベイズ EAP 推定法を用いた．作業は，*IRT Pro* ver. 2.1 で行った．問題項目には，さらに古典的反応理論を使い，テスト毎に標準困難度適切度，標準項目弁別力適切度，標準実質選択肢適切度，標準適切度合計の観点から考察を加え [(5)]，ラッシュモデルの推定結果（*outfit*, *infit*）と合わせて改善を加えた．

読解問題の開発は，指定教科書に準拠して 7 つのユニットに関して行った．教科書は，理工学部が独自に開発したもので，主に科学技術に関する題材を取り扱っている．さらに，コンテンツを追加するために VOA の素材を使って読解問題を開発した．

読解問題を開発する際には，担当者間で理工学部の学生に身につけて欲しい英語力について協議を行った．また，複数の外部テストのテスト形式を検討

し，本文の内容に即して，豊富な問題形式を持つ IELTS の出題形式を参考にすることにした．VOA の素材を選定する際には，教科書本文とのバランスを考慮し，約 800 字で，Flesh-Kincaid Grade Level 6–8 の基準を定めた．読解問題に関しても，語彙・文法問題と同様にラッシュモデルと古典的反応理論を使った項目分析を行った．

2.2 ATM

図 1 は ATM の多肢選択問題の出力画面である．図 1 の①では，出題する多肢選択問題の数を 1〜100 まで指定することができる．初期設定は 20 問で，出力結果は 20 問毎に A4 の用紙 1 ページに収まるように設計されている．②では，多肢選択問題の出題範囲を指定単語帳の単語番号で指定することができる．③では，多肢選択問題の出題範囲を指定単語帳の Part 2〜5 から，または複数を組み合わせて指定することができる．④では，共通項目の指定などを考慮し，特定の項目をカンマ区切りで指定することができる．以上，上記①〜④の機能を組み合わせ，約 2,000 問のアイテムバンクから自由に多肢選択問題を PDF 形式で出力することができる．尚，出題順および選択肢の並びは毎回ランダムである．図 2 は，20 問の出力結果のサンプルである．

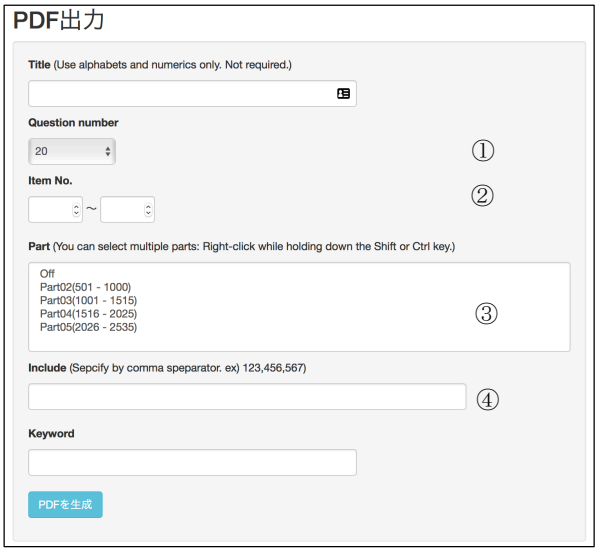
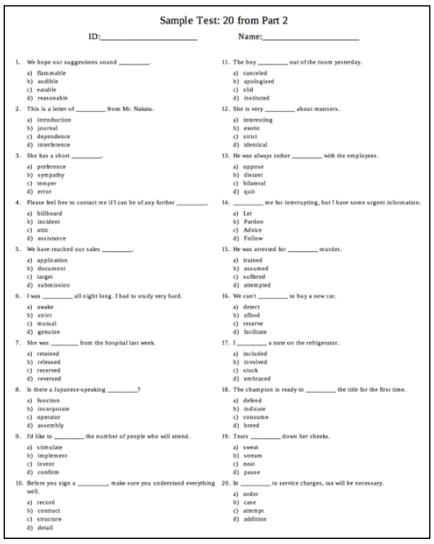


図 1 多肢選択問題出力画面

3. ATM の応用

2017 年度前期，理工学部 1 年生対象の必修科目 Reading IA で ATM を試験的に活用した．語彙・文法の多肢選択問題に関しては，複数のクラスで，前期授業開始時と終了時に 100 問からなるプレ・ポストテストを実施した．学期中には，成績評価に関わる 3 回の単語テストの実施が義務づけられている．今回は，この 3 回のテストの問題作成にも ATM を活用した．また，3 回の単語テストに向けては，各試験範囲に該当する小テストを ATM を使って出力し，語彙・文法学習に取り組む機会を授業を通じて恒常的に提供した．読解問題に関しては，各クラス独自の問題も一部に加え，クラス毎に異なる組み合わせで読解問題を ATM で出力し，期末テストとして活用した．解答結果はすべて収集され，到達度の評価・検証のみならず，問題項目の改善に活用した．


Sample Test: 20 from Part 2

ID:_____ Name:_____

1. We hope our suggestions sound _____.
a) flammable b) audible c) astable d) reasonable

2. This is a letter of _____ from Mr. Nakata.
a) introduction b) journal c) dependence d) interference

3. She has a short _____.
a) preference b) sympathy c) temper d) error

4. Please feel free to contact me if I can be of any further _____.
a) billboard b) incident c) attic d) assistance

5. We have reached our sales _____.
a) application b) document c) target d) submission

6. I was _____ all night long. I had to study very hard.
a) awake b) strict c) mutual d) genuine

7. She was _____ from the hospital last week.
a) retained b) released c) reserved d) reversed

8. Is there a Japanese-speaking _____?
a) function b) incorporate c) operator d) assembly

9. I'd like to _____ the number of people who will attend.
a) stimulate b) implement c) invent d) confirm

10. Before you sign a _____, make sure you understand everything well.
a) record b) contract c) structure d) detail

11. The boy _____ out of the room yesterday.
a) canceled b) apologized c) slid d) instituted

12. She is very _____ about manners.
a) interesting b) exotic c) strict d) identical

13. He was always rather _____ with the employees.
a) oppose b) distant c) bilateral d) quit

14. _____ me for interrupting, but I have some urgent information.
a) Let b) Pardon c) Advice d) Follow

15. He was arrested for _____ murder.
a) trained b) assumed c) suffered d) attempted

16. We can't _____ to buy a new car.
a) detect b) afford c) reserve d) facilitate

17. I _____ a note on the refrigerator.
a) included b) involved c) stuck d) embraced

18. The champion is ready to _____ the title for the first time.
a) defend b) indicate c) consume d) breed

19. Tears _____ down her cheeks.
a) sweat b) stream c) neat d) pause

20. In _____ to service charges, tax will be necessary.
a) order b) case c) attempt d) addition

図 2 多肢選択問題出力結果

4. まとめ

ATM を活用し，困難度と問題項目の調整された語彙・文法問題や読解問題を自動的に生成できる環境を整備することによって，英語教育の成果を客観的指標で評価・検証できる体制を整えることができた．また，問題作成に伴う教師の負担を大幅に軽減すると共に，到達度を揃えることが可能になった．英語科目は同一科目で多くのクラスが開講されるという他の科目にはない特徴がある．同じ教科書を使いながらも，到達度を揃えることがこれまで極めて困難であった．担当教員間でアイテムバンクを構築し，問題項目の改善を続けながら ATM を使って活用する環境が整備できたことは，学内に外部テストが導入され，教育の質保証と説明責任が求められる中で重要な礎となった．

参考文献

(1) 関西学院大学：“中期計画の取り組み”，http://www.kwansei.ac.jp/kikaku/kikaku_009760.html（2016）
(2) 吉田弘子:“英語プレイスメントテスト分析：言語テストの観点から”，大阪経大論集，第 60 巻，第 2 号，pp.93-103 （2009）
(3) 河上源一:“TOEIC テストに でる順英単語”，KADOKAWA，東京 （2011）
(4) 服部環:“テスト間の等化条件を考慮した項目困難度の等化法”，教育心理学研究，第 33 巻， 第 4 号， pp. 345-349 （1985）
(5) 中村洋一：“テストで言語能力は測れるか：言語テストデータ分析入門”，桐原書店，東京 （2002）

大学初修中国語ブレンディッドラーニングのためのスマートフォン利用復習教材の開発

Development of the Smartphone-Based Review Materials in Blended Learning for Chinese Beginner's Course in University

趙 秀敏[*1], 冨田 昇[*2], 今野 文子[*1], 大河 雄一[*3], 三石 大[*4]
Xiumin ZHAO[*1], Noboru TOMITA[*2], Fumiko KONNO[*1], Yuichi OHKAWA[*3], Takashi MITSUISHI[*4]
[*1]東北大学高度教養教育・学生支援機構
[*1]Center for Professional Development, Institute for Excellence in Higher Education, Tohoku University
[*2]東北学院大学
[*2]Tohoku Gakuin University
[*3]東北大学大学院教育情報学研究部
[*3]Graduate School of Educational Informatics Research Division, Tohoku University
[*4]東北大学教育情報基盤センター
[*4]Center for Information Technology in Education, Tohoku University
Email: xiumin.zhao.e2@tohoku.ac.jp

あらまし：筆者らは，大学初修中国語教育のためのブレンディッドラーニング環境の構築において，スマートフォンを利用した新たな学習形態である Mobile Microlearning とその設計原則に注目し，それによる対面授業と連携したスマートフォン利用復習教材の設計手法と実教材の開発を目指している．本稿では，スマートフォンの音声認識機能と録音再生機能を活用した音読練習用アプリ教材の開発手法を中心に報告する．
キーワード：大学初修中国語，ブレンディッドラーニング，スマートフォン利用復習教材，教材開発，アプリ

1. はじめに

第二外国語としての初修中国語は，その言語学的な特徴に加え，授業時間数の制約もあり，授業後の自習，特に音声面を重視した自習が不可欠である．これに対し，我々は ICT を活用し，通常の対面授業，授業後 e ラーニングによる復習，及び次回の授業に行うテスト・発展学習からなる 3 段階学習プロセスのブレンディッドラーニング（Blended Learning；以下 BL）を提案，実践し，一定の効果を確認した．

一方，急速なスマートフォンの普及につれ，短時間でも随時随所で学習できるスマートフォン用教材に対する要望が高くなっている．しかしながら，大学初修中国語の授業と連携した BL のためのスマートフォン利用復習教材はこれまで開発されていない上，スマートフォンの特性を活かした，新たな学習形態に対応して設計された教材は少なく，その設計，開発の手法も必ずしも明らかにされていない．

そこで我々は，初修中国語 BL において，効果的な学習を実現するために，スマートフォン利用の新たな学習形態である Mobile Microlearning とその設計原則に着目し，それに基づいて BL のためのスマートフォン利用復習教材の設計方針を作成するとともに，実教材の設計，開発に取り組んだ(1)．

提案 3 段階学習プロセスによる BL では，復習は，授業で十分に行うことができない練習を中心に行い，学習事項の定着を図ると同時に，次回の授業の発展学習につながるものである必要がある．そのため，復習内容は，授業内容と連携した単語練習，音読練習，文型練習，聞く練習となっているが，本稿では，音読練習を取り上げ，スマートフォンの音声認識機能と録音再生機能を活用した本教材音読練習の開発手法，及び学習履歴の管理方法ついて，主に技術的な面から報告する．

2. 音読練習の設計と開発

2.1 設計

音読練習は，授業で学習したスキット会話のリピーティングとシャドーイングを行うもので，音読用動画を提供するとともに，スマートフォンの機能を活用し，学習者の発音の録音と再生，さらに「力試し」として発音判定を行うことにより，学習者の動機づけを高める効果的な練習を目指している（図 1，2，3）．

2.2 開発

今回は，多人数学習者の一斉利用によるサーバーへの負荷を抑制し，動作速度が速く，またライブラリが組み込めるなどの利点から，ネイティブアプリで開発し，さらに， iPhone と Android の双方で利用可能とするため，iOS と Android それぞれのアプリを開発することとした．

図 1　リピーティング画面

図 2　発音判定画面

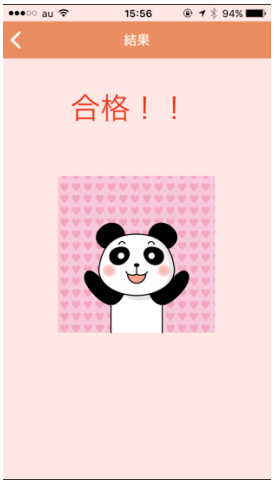


図 3　合否結果画面

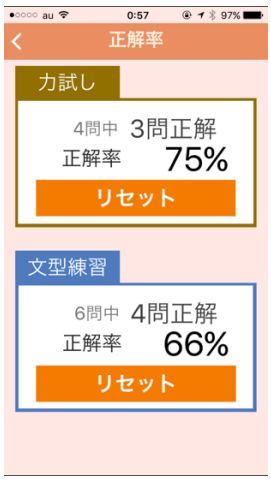


図 4　正解率画面

2.3　実装

まず，動画再生機能については，YouTube にアップロードされた動画を，OS 提供の動画再生用フレームワークを使用してアプリ内でストリーミング再生するが，iOS は動画 URL の解析に HCYoutubeParser を利用している．以上により，動画再生が即時的に可能となり，さらに，動画の保存が不要となることで，容易に練習を行うことができる．

次に，録音，再生機能については，アプリ内からスマートフォンデバイスのマイクにアクセスして録音を行い，録音したデータをアプリ内で mp3 ファイルとして保存し，再生ボタンで再生できるようにしている．これにより，学習者が容易に自分の音声とネイティブの音声を聞き比べ，自身の発音を確認できるようにすることで，自律的な学習の促進が期待できる．

一方，発音判定機能については，OS から提供されている音声認識用のフレームワーク（Speech Framework, Speech Recognizer）を使用するとともに，それを中国語設定で認識させ，問題と音声の文字列が一致するか否かで判定をしている．これにより，学習者が自身の発音がどのように認識されたかを把握できるようにすることで，主体的な学習を促すことが期待できる．

3.　学習履歴の管理方法

2 章に示す「力試し」などの回答履歴は，アプリ内に蓄積され，これまでの正解率が確認できるとともに，リセットで何度でもチャレンジ可能とすることで，刺激とフィードバックを与え，動機づけを高めるようにしている（図 4）．さらに，本教材では，学習した日時，所用時間，得点は，サーバーに送信され，LAMP 環境で動作する Web の管理画面から確認可能としている．この学習管理システムにより，教員による学習状況の把握だけでなく，学習者自身も学習の進捗状況や復習課題の得点の確認が可能と

図 5　学習履歴画面

なる．これにより，学習者の達成動機を刺激するとともに，得点を成績評価にも反映させることで，外発的な動機づけとしている（図 5）．

4.　まとめ

本稿では，初修中国語 BL のためのスマートフォン利用復習教材の開発について，スマートフォンの音声認識機能と録音再生機能を活用した音読練習の開発手法を中心に報告した．

今後は，実証実験を通して開発した教材の有効性を検証する予定としている．

謝辞

本研究は，JSPS 科研費 15K02709，15K01012 の助成を受けたものである．

参考文献

(1)　趙秀敏，冨田昇，今野文子，大河雄一，三石大：“大学初修中国語ブレンディッドラーニングのためのスマートフォン利用復習教材の開発：音読練習と文型練習の設計”，教育システム情報学会研究報告，Vol.31, No.6, pp.105-110（2017）

大学連携 e ラーニングにおける認証連携方式の変更に伴う移行方法について

Migration Procedure due to Replacement of Authentic-Federation Method on Inter-University e-Learning System

後藤田 中，裏 和宏，藤本 憲市，林 敏浩
Naka GOTODA, Kazuhiro URA, Ken'ichi FUJIMOTO, Toshihiro HAYASHI
香川大学
Kagawa University
Email: gotoda@eng.kagawa-u.ac.jp

あらまし：非同期型 e ラーニングによる授業科目を複数大学で共同開講している場合，各大学は共通の認証連携方式を用いることが前提となる．ただし，諸事情により，共同実施全体として認証連携の変更を行う際には，各大学の移行タイミングの違いにより，両認証方式が利用可能な形で移行期間を設定する等，円滑な移行に向けた配慮が必要となる．本稿では，四国地区 5 国立大学間連携おいて，“学認（GakuNin）”へ認証連携移行させることに伴う技術的な課題や大学間の調整に基づく運用上の移行対応を紹介する．
キーワード：大学連携 e ラーニング，認証連携，学認，移行対応

1. はじめに

徳島大学，鳴門教育大学，香川大学，愛媛大学，高知大学では，四国の e ラーニング基盤を活用し，四国地区における 5 国立大学連携構想における大学教育を共同実施することによって，連携大学全体の教育の質向上に取り組んでいる(1).

そのベースとなる非同期型 e ラーニング授業科目（以下，知プラ e 科目とよぶ）の展開方法として，これらの映像コンテンツ等は，作成・編集元である各大学の LMS（Learning Management System）内で，登録・分散管理されている．このため，連携校を含む履修学生は，科目提供大学の LMS へアクセスすることになる．ただし，この環境下で，各大学の学生は，LMS ごとのアカウント発行は不要となっており，自大学より発行されたアカウント 1 つで，全ての連携校の LMS にアクセスできる．これは，共通の認証連携方式（Shibboleth）を用いることで分散透過性を確保し，利用者の高い利便性を実現している．

一方で，学内的な統一の認証方式の採用・変更等の事情により，共同実施全体として新たな認証連携に変更する必要性が生じる可能性がある．その際，各大学の移行タイミングの違い等により，両認証方式が利用可能な形で移行期間を設定する等，移行を円滑に実施するための配慮が必要となる．本稿では，四国地区 5 国立大学間連携において，この認証連携方式を NII（国立情報学研究所）が提供する“学認（GakuNin）(2)”へ移行させることに伴う，技術的な課題や大学間の調整に基づく運用上の移行対応を紹介する．

2. Shibboleth を用いた連携認証と変更経緯

5 大学の学生は，知プラ e 科目を，科目提供大学の LMS である“Moodle”にログインして受講する．この受講形態を実現するため，本共同実施は，当初より，技術的には学認と同じ米国 Internet2 が開発した Shibboleth を用いている．この Shibboleth の仕組みの中核である 5 大学連携用の Discovery Service（DS）を香川大学（基幹校）に設置し，Id Provider（IdP）及び Service Provider（SP：本稿では Moodle を指す）を各大学に配置した LMS 分散型の e ラーニングシステムを構築している（図 1 左側）．

一方で，学認は，平成 21 年度に全国の国立大学と NII が連携し，構築・運用され，近年では，様々な SP が連携先として，提供されている．例えば，Springer 等，複数の電子ジャーナルの認証にも対応している．通常，セキュリティ上の事情から，学外ネットワークより学内アカウント利用（直接 LDAP へのアクセス）を認めていない場合でも，学認を用いれば，Idp を通じて，安全にこうした SP も利用できる仕組みとなっている．このような背景の中，各連携校での学内的な需要の高まり等もあり，本共同実施として，認証連携方式を学認へ変更することとなった．今後，全ての連携校が完全移行した後は，NII が設置する DS のみ利用する形となる（図 1 右側）．

3. 変更に伴う課題と移行対応

認証連携方式の移行作業は，移行予算や運用的な事情を含め，学内の認証連携先にも影響する可能性があることから，各大学の全学的なシステムリプレイスのタイミングで，関係情報基盤と合わせて，一括して行うことが想定される．このため，各連携大学の学認移行タイミングを完全に同期させるのは難しく，実際に本共同実施においても，それぞれの移行時期が異なっている．この場合，複数の認証方式が存在する混在時期が生じ，仮に受講時期と重なる場合，利用者に混乱をもたらさないように，アクセス方法変更等の周知に配慮しなければならない．また，異なる時期に，方式変更が各大学で逐次実施される場合に，大学間で処理しなければならない運用課題例として，以下があげられる．

【大学間で生じる運用的な課題例】

(ア) 学内のセキュリティ的な観点等の事情により，認証方式として，学認への完全移行が求められる場合，連携大学から，移行前の認証方式を受け付けることができない可能性がある．

(イ) (ア)のような事情がある場合，認証を受けられない，つまり，直接対象のコンテンツにアクセスできなくなる移行前の連携大学に対し，何らかの方法で，同コンテンツにアクセスできるよう配慮する必要性が生じる．

（ア），（イ）に対して，実際に香川大学では，基幹校の役目として，学内認証方式・Moodle ともに学認へ移行した愛媛大学のコンテンツを重複して香川大学の Moodle にも登録している．これにより，愛媛大学から提供されるコンテンツについては，香川大学を含め，学認移行前の連携大学の学生が，移行完了までの間，香川大学の Moodle からコンテンツにアクセスできることにより，従来の認証連携方式を用いた受講を保証している．一方で，以下のような技術的な課題も考慮する必要がある．

【大学間で生じる技術的な課題】

(ウ) 完全移行までの間，各大学の Moodle が複数の DS（香川大学設置，NII 設置）を利用できる技術的な実装と運用が実現しなければ，(ア)と同様の運用形態が存在することになる．これを解消するのであれば，複数の DS にリダイレクト可能になるよう， SP 側の技術的な課題を解消する必要がある（図 1 中央）

(ウ)の課題に対して，香川大学は，少なくとも全ての連携大学が学認移行を完了するまでは，(イ)に対する配慮および，香川大学の DS を利用した知プラ e 科目より先行する単位互換科目提供[3]の技術的な仕組みも引き続き保証する観点から，現在，(ウ)の課題を考慮した新しい SP の実装を検討している．

4. おわりに

仮に，大学連携 e ラーニングを新規に実施する場合，その認証連携方式として，本共同実施の移行後の方式である“学認”の利用が，学術面での SP が様々用意されていること等から，認証連携としては，望ましい状況である．しかしながら，今後，新たな認証方式の登場・主流化により，今回の事例と同様に新たな移行の必要性が生じる可能性は必ずしも否定できない．このため，本稿で述べた認証連携方式の移行方法や対応事例は，今後複数大学間で，非同期型 e ラーニングを共同実施する際の先行事例になりうる．

最後に，知プラ e 科目の運用・システム構築にご協力いただいている関係諸氏に謝意を表する．

参考文献

(1) 四国における e-Knowledge を基盤とした大学間連携による大学教育の共同実施, http://chipla-e.itc.kagawa-u.ac.jp
(2) 学術認証フェデレーション 学認 GakuNin, https://www.gakunin.jp/
(3) e-Knowledge コンソーシアム四国, http://www-ek4.cc.kagawa-u.ac.jp/

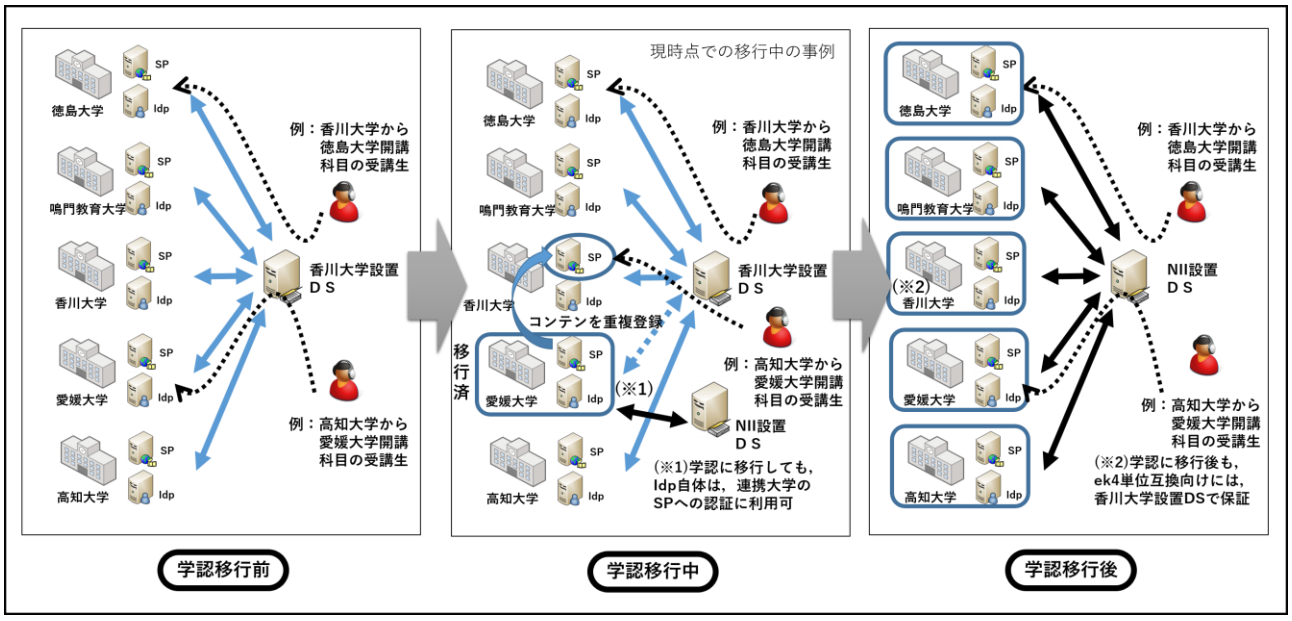


図 1: 認証連携方式の変更に伴う DS，コンテンツ提供する SP および Idp の関係性の遷移

金沢大学における次世代教務システムおよび次世代全学ポータルシステムの構築

The new academic support system of Kanazawa University system construction of new university portal

東 昭孝，笠原 禎也，堀井 祐介，高田 良宏，二木 恵，森 祥寛，松平 拓也，佐藤 剛，辻谷 友紀，山中 玲
Akitaka HIGASHI, Yoshiya KASAHARA, Yusuke HORII, Yoshihiro TAKATA, Megumi FUTATSUGI, Yoshihiro MORI, Takuya MATSUHIRA, Tsuyoshi SATO, Yuki TSUJIYA, Rei YAMANAKA
金沢大学
Kanazawa University
Email: higashi@staff.kanazawa-u.ac.jp

あらまし：金沢大学では，スーパーグローバル大学創成支援事業の採択やクォーター制の導入を機に，次世代教務システム，および，全学ポータルシステムである「アカンサスポータル[(1)]」のリプレイスを進めている．教学戦略を支える中核システムとして，教学・学生支援系サービスとの融合，多言語化，n 学期制，発生源入力に対応するなど，今後も変化を続ける大学の環境に柔軟に対応できるものである．また，Web シラバスシステム，授業料免除システム，債権管理システムなどの関連システムについても，データの共有・自動連携などで運用の効率化，利用者の利便性向上を目的として，あわせてリプレイスする．本稿では，これらのシステムの開発思想や役割について述べる．

キーワード：**システム構築**，教務システム，ポータルシステム，教育支援，LMS，e ポートフォリオ

1. はじめに

金沢大学では，スーパーグローバル大学創成支援事業の採択[(2)]やクォーター制の導入など，教学環境の改革が進んでいる．現行の教務システム，ポータルシステムなどは，これらの制度に対応しておらず，制限がある状態で運用している．今回，その改善，さらには，今後も変化を続けるであろう教学環境に柔軟に対応できるよう，次世代システムへのリプレイスを行っており，2017 年度後期の運用を予定している．本稿では，リプレイス中のシステムの開発思想や役割について述べる．

2. 開発思想

現行のポータルシステムの教育支援系の機能は，教務システムのデータを利用している．教務システムのリプレイスにより，データ構造が大きく変更され，ポータルシステムにも大きな改修が必要になる．

ポータルシステムは運用を開始してから既に 8 年が経過しており，要望にあわせて機能を改修し続けてきた結果，管理コストの増大，ユーザインターフェースの不一致，機能の煩雑化などの問題が生じている．そのため，大きな改修を行うよりは新しく開発する方が，将来的なメリットが大きいと判断し，次世代教務システムのリプレイスにあわせて，新規開発することとした．ただし，すべての機能を新規開発することは，コスト，開発期間の問題があり難しい．そのため，小修正で対応可能な機能は，次世代ポータルから機能を呼び出す形で再利用することにした．

ポータルシステム運用時は，時間割・休講通知・授業アンケートなどの教育支援系の機能は，製品として存在しなかったため独自に実装を行ってきた．今回の次世代教務システムではパッケージの一つの機能として実装することで，利用可能な教育支援系は，機能を移管して開発しない方針とした．利用者への連絡は，外部向けの API を準備し，アカンサスポータルのメッセージ機能のみ利用する形とし，連絡経路を統一化して利用者の利便性の向上を図る．メールアドレスは，データ連携により一元化する．

LMS は従来の通り全学向けの WebClass と留学生向けの Moodle の二つのシステムと自動連携し，スムーズに利用できる仕組みとした．ただし，教務システムと LMS が直接連携すると，LMS の仕様変更や，別の LMS を利用する場合，対応が難しくなるため，ポータルシステムが仲介して利用する形とした．

今回のリプレイスの大きなポイントは，多言語化，n 学期制（1,2,3,…,n）への対応，利用者への連絡方法の共通化，ペーパレス化を前提に，教学・学生支援系情報サービスの統合を行うことである．また，発生源入力を徹底させるとともに，ポータルシステムを中心とした情報システム間のデータ流通網を拡充し，保有情報管理コストの削減，保有情報の活用を可能にし，今後ますます重要になってくる IR も視野にいれた設計とする．さらに，利用者用システムは Web 化することで認証機構を KU-SSO[(3)]に統一，管理用アプリは， LDAP 認証で同じ ID で利用可能にし，利便性とセキュリティの向上を図る．

これら開発思想のもと，利用者の利便性向上，業務負担の軽減，開発・管理・運用コストの削減，学内のデータの融合化[(4)]を実現し，今後も変化を続ける大学の環境に柔軟に対応できるように進めている．

図 1 に次世代システムにおける役割，データ連携，認証連携，および，主要機能の概要を示す．

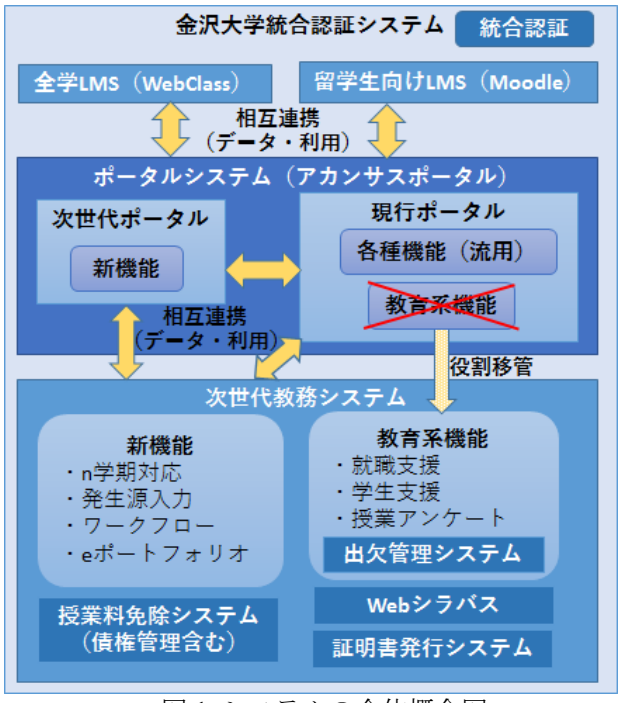


図 1 システムの全体概念図

3. 次世代システムの構築

リプレイスを行うシステムのうち，代表的なシステムについて概要と設計思想を述べる．

3.1 教務システム

学籍情報・授業情報・成績情報・履修情報などを管理，利用するシステムである．次世代では，10 年後の制度の変更を見据えて，柔軟に対応できるよう仕様策定を行った．従来では，授業の時間割情報を共有・決定するにあたり，Excel や紙媒体を使用していたが，ワークフローの導入で効率化し，本システムのみで登録が可能となる．発生源入力を原則とし，紙媒体で行っていた業務を直接システムに登録する．

3.2 アカンサスポータル

金沢大学が独自開発したポータルシステムで，2009 年から全学ポータル [(1)] として運用している．各システムの玄関としての役割や，メッセージ・お知らせ等の通知機能，スケジューラーなどの機能を実装している．次世代では，必須機能のみに開発を絞る．独自のデータ構造できるだけ排除し，汎用的な仕様で開発を進めることで，今後の制度変更にも柔軟に対応可能である．

3.3 授業料免除システム

学生の入学料・授業料免除申請を学力・家計基準等を基に判定するシステムである．現在は判定のみで利用し，申請はすべて紙媒体である．そのため，受付，書類チェック，データ入力に膨大な時間を要し，学生と職員の相互での負担が大きい．次世代では，山口大学のシステム [(5)] を参考に，更なる自動化を進め，学生が直接システムに，申請者情報や家族情報，世帯収入，特別控除等を入力して申請する．その後，窓口に所得や控除の確認等に必要な書類のみを提出し，内容確認とデータ訂正を行うことで判定を可能とし，大幅な業務改善が見込まれる．

3.4 その他関連システム

その他，授業内容を掲載する Web シラバス，入学料や授業料の管理を行う債権管理システム，成績証明書，健康診断書などを発行する証明書発行システムを導入予定である．現行は，別会社のシステムが動作しており，CSV ファイルなどで手動登録することが多く，データの不整合が発生するなど手間がかかっている．教務システムのパッケージの一部として導入することで，すべてのデータは共有化，または自動連携し，業務改善が見込まれる．

4. まとめ

現行システムで稼働している機能を活用し，各システムの役割分担の明確化，データの融合化を行い，効率的にリプレイスを進めている．次世代システムでは，多言語化対応，発生源入力，n 学期対応などの新機能が導入され，利用者の利便性の向上と大幅な業務改善が期待できる．そして，教学戦略を支える中核システムとして，教学・学生支援系サービスと融合し，今後も変化を続ける大学の環境に柔軟に対応可能なシステムとなったと言える．

参考文献

(1) 東昭孝，笠原禎也，高田良宏，森祥寛，二木恵，松平拓也：“金沢大学全学ポータルシステム(アカンサスポータル)の開発思想と運用状況”，大学情報システム環境研究，16, pp.23-34 (2013)
(2) スーパーグローバル大学創成支援事業構想調書，https://www.jsps.go.jp/j-sgu/data/shinsa/h26/sgu_hoseigo_chousho_b05.pdf，(2017 年 5 月 30 日参照)
(3) 松平拓也，笠原禎也，高田良宏，東昭孝，二木恵，森祥寛：“大学における Shibboleth を利用した統合認証基盤の構築”，情報処理学会論文誌，52(2), pp.703-713 (2011)
(4) 東昭孝，笠原禎也，高田良宏，二木恵，松平拓也：“学内情報システムの融合化　～，全学ポータルを中心としたデータ連携～”，大学 ICT 推進協議会 2013 年度年次大会(AXIES2013)論文集，T1A-17(CD-ROM)(2013)
(5) 山口大学授業料免除申請システム操作マニュアル，http://gakuseishien.jimu.yamaguchi-u.ac.jp/tebiki/syorui/29zenkimanual.pdf，(2017 年 5 月 30 日参照)

フルオンライン大学における非同期型の演習授業実践

Practice of Asynchronous Exercises at Online University

安間　文彦[*1]，川原　洋[*1]
Fumihiko ANMA[*1], Hiroshi KAWAHARA[*1]
[*1] サイバー大学 IT 総合学部
[*1]Faculty of Information Technology and Business, Cyber University
Email: { fumihiko_anma, hiroshi_kawahara }@cyber-u.ac.jp

あらまし：スクーリング不要のフルオンライン大学では，講義科目だけでなく演習科目や卒業研究科目も e ラーニングで行なわれる．特に，卒業研究科目では学生によるプレゼンテーションとディスカッションが課せられるが，さまざまな事情から web 会議のような同期型での演習実践が困難な場合もある．サイバー大学では，クラウド型のコンテンツオーサリングツールを独自に開発し，教員のみならず学生も手軽にコンテンツ収録と学習管理システムへの登録を可能とする仕組みを全学的に導入している．本稿では，クラウド型オーサリングツールを活用した非同期型の演習授業の組織的な実践事例について報告する．
キーワード：e ラーニング，クラウド，コンテンツ制作，オーサリングツール，アクティブラーニング

1. はじめに

サイバー大学(以下，本学)はスクーリング不要のフルオンラインの 4 年制大学で，2017 年 4 月現在，約 1900 名の学生が在籍している．本学のようなフルオンライン大学では授業配信はもちろん，期末試験，演習科目，卒業研究科目に至るまで，学習管理システム上での e ラーニングによって行われる．特に本学の場合，社会人学生が大多数を占めることや，海外在住者も多いことなどの事情もあり，学生によるプレゼンテーションや学生同士のディスカッションが含まれる科目でも非同期型のオンデマンド授業を採用している．本学ではクラウド型のコンテンツオーサリングツールを独自で開発しており，教員や学生が手軽にコンテンツ収録を行い，学習管理システムに登録できるような仕組みを導入している．本稿ではクラウド型のオーサリングツールを活用した非同期型演習授業の組織的な実践について報告する．

2. 大学の概要

まず，実践の場となる本学の e ラーニング実践状況について説明する．本学では Moodle をベースとして独自にカスタマイズした「Cloud Campus」と呼ばれる学習管理システム (以下，LMS)を利用している．学生は，授業視聴，課題の提出，期末試験の実施などすべての学習活動をこの LMS 上で行う．授業コンテンツについては，PC のブラウザだけでなくスマートフォンやタブレットなどのモバイル端末でも視聴することが可能である．本学の LMS 上で配信されるコンテンツは「ビデオ・オン・デマンド」形式(以下，VoD 形式)と「テキスト」形式に分類される．VoD 形式の講義は講師映像とスライド画像が同期した形式のビデオで配信される． 本学では春・秋の 2 学期制を採用しており，春秋とも同じ科目が開講されている．2016 年度秋学期には，134 科目(専門科目 47，教養科目 56,外国語 8，卒業研究科目 23)が開講され，授業総数は毎期約 1500 コマに及ぶ．本学のすべての授業コンテンツは「コンテンツ制作センター」主導の下で制作されている．授業設計からスライド作成，収録，内容確認，編集，実施後の改修に至るまで専属のインストラクショナルデザイナーと科目担当教員が協力して行う体制により，教育効果の高い授業実践を行っている．

3. クラウド型オーサリングツール

3.1 CC Producer

本学のコンテンツ制作では，講義コンテンツから学生によるプレゼンテーションに至るまで，独自に開発された CC Producer[(1) (2)]と呼ばれるクラウド型オーサリングツールを利用している．CC Producer を利用する際，ユーザはソフトウェアをインストールすることなく，ブラウザからインターネット経由で利用することができる．必要な機材もパソコン内蔵カメラか外部接続の web カメラのみとなっている．

3.2 コンテンツの収録と LMS へのアップロード

以下に，CC Producer による VoD コンテンツ収録と登録の流れを説明する．

(1) 講義用スライドのアップロード

まず，ユーザはスライドを pdf 形式で保存しておく．そして，CC Producer サイトにログインし，スライドファイルをサイト上にアップロードする．

(2) CC Producer で講義の収録

図 1 に示すようにアップロードしたスライドを CC Producer に表示しながら，パソコンの web カメラに向かって講義(もしくはプレゼンテーション)を行う．ここで講師映像の録画と共にスライドの切替タイミングも同時に記録される．そのため，収録を終了した段階で，スライドと講師映像が同期したコンテンツが完成する．なお，CC Producer の機能として，事前に収録した講義動画とスライドを別々にアップロードし，スライドの切り替えタイミングを手動で同期させてコンテンツ化することも可能である．

図 1 CC Producer の収録画面

(3)ユーザからのコンテンツのアップロード

次に，ユーザは CC Producer のアップロード機能を使ってコンテンツサーバにアップロードする．この際，ユーザは LMS 上での科目名を指定する．

(4)コンテンツ管理者による承認

CC Producer からコンテンツがアップロードされると，科目のコース管理者(科目の担当教員自身やコンテンツ制作センターのスタッフなど)に LMS 登録の申請メールが送られるので，コース管理者がコンテンツの内容を確認後，承認を行う．この段階で，コース内での具体的なアップロード先(回，章番号など)を指定する．この承認によって，LMS へのコンテンツ登録が完了する．コンテンツの公開設定は LMS 上で担当教員が行う．

上記の手順のように，web カメラとインターネットに接続したパソコンを用意するだけで，手軽にコンテンツ作成が可能となっているため，本学の収録スタジオでの収録のみならず，教員が簡単な解説コンテンツを自宅で作成するような場面や，学生のプレゼンテーションコンテンツ作成の場面など，幅広い場面で活用されている．

4.　非同期型の演習授業実践

4.1 卒業研究科目の実践

本学の卒業研究科目は，必修「ゼミナール」と選択「研究プロジェクト」に分類される．特に「ゼミナール」では学生によるプレゼンテーション課題と学生同士によるディスカッション課題が課せられている．「ゼミナール」は担当教員によって形式は多様であるが，多くの科目では輪講形式で行われている．オンラインで行うゼミナールでは，Skype や Google ハングアウト，電子会議システムなどのツールを使ってグループミーティングを行う方法も考えられる．しかし，本学では職業や居住地まで多様な学生が在籍することや，ゼミナールでも最大 20 人程度のクラスが存在するため，同期型のオンラインミーティングで実施することは困難である．そのため，本学では学生によるプレゼンテーション課題も非同期型のオンデマンドコンテンツとして公開される．これは前述した CC Producer を用いて，学生自身で発表を収録して提出することで実現している．「ゼミナール」科目の基本構成を表 1 に示す．各教員の課題内容や履修人数に応じて内容や期間は異なってくる．第 1 週でまず教員により発表課題の説明，担当の分担などが行われる．第 2 週から学生は発表のための準備を行う．その期間にも随時，LMS 上で講義やディスカッションが行われる．第 7 週の期間終了時点までに全学生に CC Producer を用いた発表を提出させる．第 8 週以降は，提出された学生発表が順次，LMS 上で公開されるので，履修学生は各学生発表を視聴し，掲示板を用いたディスカッションを行う．発表視聴，ディスカッションを 14 週まで行う．第 15 週には，期末レポートとなる最終成果報告書の説明が行われ，各学生は最終成果報告書の作成にとりかかる．このような非同期型の演習科目「ゼミナール」が卒研担当教員毎に運営され，毎学期，100 名前後が履修している．2016 年度秋学期には計 12 科目が開講され，131 名の履修に対して 124 名が合格した(合格率 95.6%)．学生による発表提出も毎学期大きなトラブルはなくスムーズに行われている．2016 年度秋学期の授業評価アンケートの結果では，ゼミナール科目に対する改善意見として 33 件の自由記述回答があったが，CC Producer による学生発表に関する改善点の指摘は 0 件であった．

表 1 ゼミナールの基本的な構成

期間	作業内容	課題
第 1 週	目的の理解 発表分担決定	ディスカッション
第 2～7 週	分担箇所の理解 発表作成・収録	ディスカッション， 発表提出(全員)
第 8～14 週	各学生の発表視聴	ディスカッション
第 15 週	最終課題理解	最終成果提出

5.　まとめ

本稿では，フルオンライン大学における非同期型の演習授業の実践事例について報告した．学生によるコンテンツ作成と登録を簡略に行える仕組みとして，クラウド型のオーサリングツールを導入することで，学生によるプレゼンテーションを含む非同期型の演習を組織的に実践することが可能となった．

参考文献

(1)サイバーユニバーシティ株式会社，CC Producer, http://biz.cyber-u.ac.jp/products/cc2aca/ (2017/5/25 URL 確認)
(2)遠藤孝治，高橋弘樹: クラウドサービス型オーサリングソフトの開発と運用実績，平成 25 年度私立大学情報教育協会教育改革 ICT 戦略大会，2013．http://www.juce.jp/archives/taikai_2013/e-08.pdf (2017/5/25 URL 確認)

大学連携 e ラーニングの共同実施におけるシステムトラブル対応について

Handling Troubles on Inter-University e-Learning System

裏 和宏，藤本 憲市，後藤田 中，林 敏浩
Kazuhiro URA, Ken'ichi FUJIMOTO, Naka GOTODA, Toshihiro HAYASHI
香川大学
Kagawa University
Email: ura@cc.kagawa-u.ac.jp

あらまし：非同期型 e ラーニングによる授業科目を複数大学で共同開講している場合，ある大学のシステムトラブルによる影響は，当該大学のみに留まらず関係するすべての大学の授業運用に波及する．システムトラブルにより受講生が不利益を被らないようにするためには，トラブル発生時の対応手順を予め取り決めておくのが有効である．本稿では，四国地区の 5 国立大学間で共同実施している非同期型 e ラーニングのためのシステム，システムトラブルが発生した場合の対応手順，及びその対応事例を紹介する．
キーワード：大学連携 e ラーニング，システムトラブル，対応手順

1. はじめに

徳島大学，鳴門教育大学，香川大学，愛媛大学，高知大学では，四国の e ラーニング基盤を活用し，四国地区における 5 国立大学連携構想における大学教育を共同実施することによって，連携大学全体の教育の質向上に取り組んでいる[(1)]．

非同期型 e ラーニングによる授業科目を複数大学で共同開講している場合，ある大学のシステムトラブルによる影響は，当該大学のみに留まらず関係するすべての大学の授業運用に波及する．システムトラブルにより受講生が不利益を被らないようにするためには，トラブル発生時の対応手順を予め取り決めておくのが有効である．本稿では，四国地区の 5 国立大学間で共同実施している非同期型 e ラーニングのためのシステム，システムトラブルが発生した場合の対応手順，及びその対応事例を紹介する．

2. 連携用認証システム

5 大学の学生は，本事業で各大学から提供される非同期型 e ラーニング科目（以下，知プラ e 科目とよぶ）を科目提供大学の Moodle にログインして受講することができる．その受講形態を実現するため，5 大学連携用の Discovery Service（DS）を香川大学に置き，Id Provider（IdP）及び Service Provider（SP．本稿では Moodle を指す）を各大学に配置した e ラーニングシステムを構築している（図 1 参照）．

例として，徳島大学の学生が鳴門教育大学の Moodle にログインする場合の流れを概説する．徳島大学の学生は，まず鳴門教育大学の Moodle にアクセスし，5 大学連携用のログイン認証を選択する．このとき，鳴門教育大学の Moodle から DS へリダイレクトがかかり，当該学生が自身の所属機関である徳島大学（正確には徳島大学の IdP）を選択した上で ID 及びパスワードを入力すればその認証結果が鳴門教育大学の Moodle へ送られる．

このように，5 大学の学生がいずれかの大学の Moodle へログインしようとするときに，必ず香川大学が運用する DS を通る仕組みになっている．すなわち，DS に生じたトラブルは 5 大学全体に波及する．また，知プラ e 科目は 5 大学の学生が受講するため，いずれかの大学の Moodle にトラブルが生じた場合も 5 大学全体に影響があることに注意されたい．

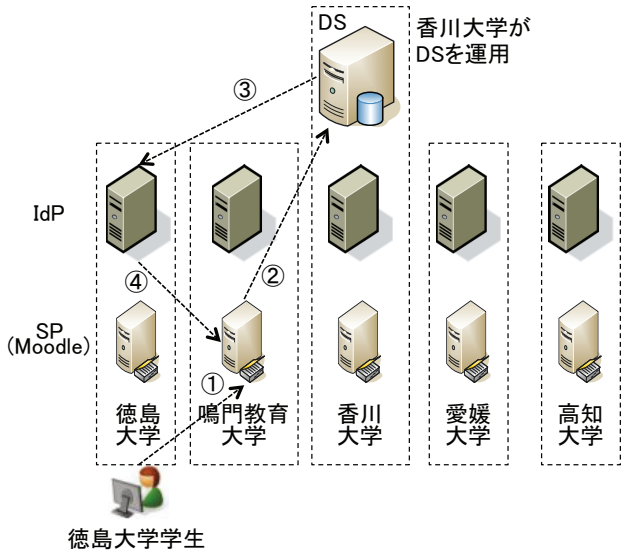


図 1: 5 大学連携用 e ラーニグシステム

3. システムトラブル対応手順と対応事例

計画停電等によりサーバの一時運用停止が予め分かっている場合，及び落雷や故障等により突然にサーバが停止した場合の両方を想定し，DS, SP（Moodle）それぞれが停止する（した）場合の対応手順を策定した．四つの場合のうち，SP（Moodle）の一時運用停止が予め分かっている場合の対応手順を図 2 に，DS が突然停止した場合の対応手順を図 3 に示す．

策定した手順に基づいて対応した事例を以下に述べる．

【事例 1】計画停電のため，平成 27 年 11 月 23 日に

香川大学の Moodle を停止させることが事前に分かっていたため，図 2 の手順に沿って対応した．
【事例 2】ウェブサーバ証明書の期限切れが原因で，香川大学の DS・SP（Moodle）へアクセスできないという予期せぬトラブルが平成 28 年 1 月 28 日に発生したため，図 3 の手順に沿って対応した．
　これら二つの事例については，手順どおりに対応したことで，連携大学間で混乱が生じることは無く，知プラ e 科目の受講に対する影響は最小限に抑えられたと考えられる．

4.　おわりに

　本稿で述べたトラブル対応手順と対応事例は，今後複数大学間で非同期型 e ラーニングを共同実施する際の先行事例になりうる．
　最後に，知プラ e 科目の運用にご協力いただいている関係諸氏に謝意を表する．

参考文献

(1)　四国における e-Knowledge を基盤とした大学間連携による大学教育の共同実施，http://chipla-e.itc.kagawa-u .ac.jp

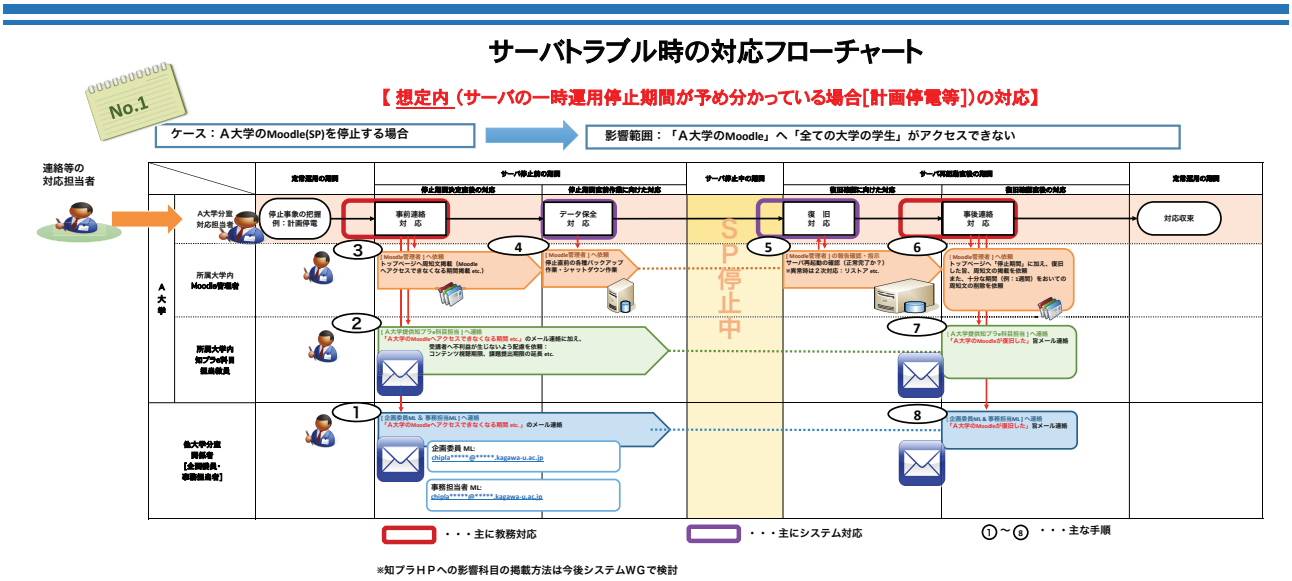


図 2: ある大学の SP（Moodle）の一時運用停止が予め分かっている場合の対応手順

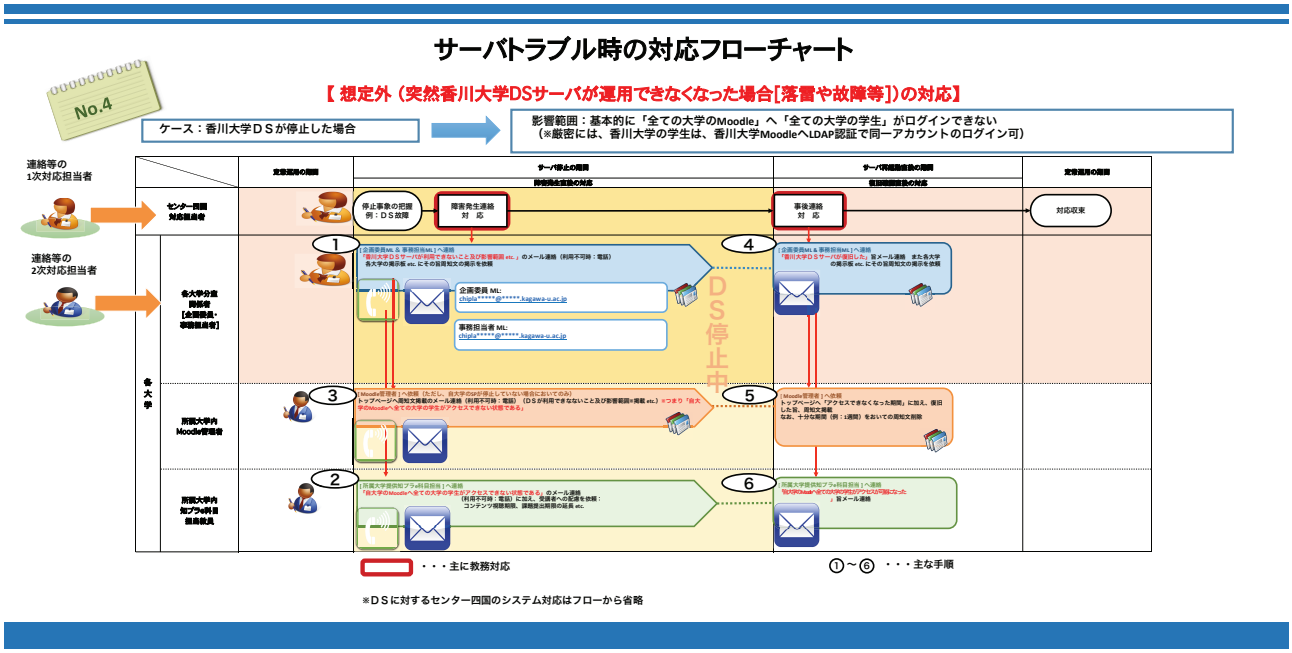


図 3: 香川大学 DS が突然運用できなくなった場合の対応手順

数学オンラインテストを用いた大学入学前数学教育の改良と拡張

More Use of Mathematics Online Tests in University Pre-entrance Education

樋口 三郎
Saburo HIGUCHI
*1 龍谷大学理工学部
Faculty of Science and Technology, Ryukoku University
Email: hig@math.ryukoku.ac.jp

あらまし： 専願制推薦入試による 2016 年度 4 月入学予定者から，大学入学前に, e-learning で数式を解答する数学オンラインテストを用いた教育を行っている. 2017 年 4 月入学予定者向けには，途中離脱率を低下させることを目的として，スケジュールの変更, LMS 上での学習順序の強制などの改善を行った. また，従来の専願制に加えて非専願制推薦入試対象のコースを増設した. 合計の対象者数は 400 名程度である. 専願制については，事前事後テストの結果から, e-learning の課題の効果があったことが示唆された. 非専願制については，利用を任意としたことから，利用者は少数にとどまった.
キーワード：入学前教育，e-learning, LMS，数学オンラインテスト

1. はじめに

大学入学前教育では，学習者が高等学校に通っている，居住地が遠隔であるなどの理由から全員に来学を求めることが困難であり，しばしば e-learning が用いられる[(1)]. 通常の数学の学習で用いられる数式による解答，過程を記述した答案は, e-learning での自動採点が困難であるが，これを解決するシステムとして，数学オンラインテストが研究・開発・使用されている[(2)(3)(4)]. 入学前学習では[(5)]オープンソースの LMS である Moodle で STACK プラグインを使用した事例が報告されている.

龍谷大学理工学部では, 2016 年 4 月入学者から，専願制推薦入試による入学予定者(「専願」)を対象とする数学オンラインテスト Maple T.A.[(6)(7)]を導入した入学前教育を行っている[(8)]. 本発表では 2016 年度の実施で判明した問題点の改善と，対象入学者の拡大を報告する.

2. 以前の状況

龍谷大学理工学部では, 2015 年 4 月入学までの専願向けに,数学の入学前学習を行ってきた. 100 問程度の紙媒体の問題集，解答集を送付して 12 月からの学習を指示し,各自受験のテストの答案返送，添削を 2 回行っていた.

2016 年 4 月入学の専願向けから，これに加えて，LMS Moodle と数学オンラインテスト Maple T.A.[(6)(7)]による入学前教育を開始した[(8)]. 問題コンテンツは，従来の問題集の問題で，数値や関数を一定の範囲でランダムに変更したものが出題される. 学習者が解答を数式で入力すると，即時に自動採点の結果が表示される. 解説や模範解答は，紙の問題集の参照ページが指示される. また，学習履歴が Moodle と Maple T.A.に残るため，参加者の学習状況を教授者が随時把握することができる.

2016 年 4 月入学の対象者に対しては，事後テストと位置づけられる入学後のプレイスメントテストの成績が以前と比べて改善したものの, e-learning の途中離脱率が高い, e-learning での学習量とプレイスメントテストの成績の相関が明確でない，事前テストを行っていないため，入学前学習の寄与が明確に測定できない，などの問題があった.

3. 問題点とその改善

2017 年 4 月入学の専願向けの入学前教育では次の変更を行った.

3.1 事前テストの実施

学習開始前に，自宅において事前テストを受験し，郵便で返送するように求めた.

従来の入学後のプレイスメントテストを事後テストとし，両者は，同一の問題ではないが数学的に同等な，同一の数の問題からなるものとした. ただし，事前テストは自宅において非参照非相談という指示のもと，事後テストは学内において監督下で同様の指示のもと行った.

3.2 LMS での学習継続サポート

e-learning の途中離脱は，数式入力の難しさが主要な原因の一つであると推測した. 入力方法の説明動画や，入力方法そのものの練習問題なども以前から備えていたが，必ずしも全員に利用されたわけではなかった. そこで, Moodle の条件付きアクセス制限の機能を用いて，数式入力方法の練習を完了しないと，数学の課題に取り組めないように設定した.

また, Moodle の Badge を，入力方法の練習を完結, 1 個目の課題を完結，など，細かいステップで何かを達成するごとに発行するようにして，学習者が達成感を感じられるようにした.

Maple T.A. と Moodle との接続が，独自の活動モジュールから LTI に変更したことにより, Moodle と Maple T.A.の間のこれらの連携が容易になった.

4. 対象の非専願への拡大

2017 年 4 月入学者から,非専願制推薦入試合格者(「非専願」)向けにも, 入学前学習の提供を開始した.

リソース面の制約から, 紙のテストの提出は行わず, e-learning のみで提供した. また, 対象者は初期には入学が確定していないことから, 参加は任意とした. 使用した数学オンラインテストの問題群は同一だが, 学習者が必要な部分だけを選んで学習できるように, 課題としての編成を変更した.

専願には事前に登校する機会が 1 回あり, この機会に課題と数式入力の説明を行っている. これが学習を開始する良い契機となっていることがわかっているが, 非専願には登校する機会がなく, 郵便と動画を含む Web でしか説明できない.

5. 結果と評価

5.1 途中離脱の防止

専願の 164 名に対して, もっとも離脱の多かった時期 2 の課題完成率が, 2016 年 4 月の平均 0.40(標準偏差 0.45)から平均 0.52(標準偏差 0.46)に改善した.

入学後のアンケートでは, 回答者が 143 名中で, 課題を続けようとする方向にはたらいたものとして, 22 名が Badge, 27 名が LINE@を挙げた(複数回答).

5.2 事前事後テストの成績

事前事後テストの点数を, 12,1 月に e-learning の課題の実行が 1 個以上あった群, なかった群に分けて示したのが表 1 である.

e-learning を実行しない群は事前・事後テストとも低得点であること, 事後テストでの点数の増加は, e-learning を実行した群のほうが大きいことがわかる. これは, e-learning の課題が点数の増加に寄与していることを示唆する.

5.3 非専願の対象者

非専願の結果を表 1 に示す. e-learning の課題を実行したのは, 10%程度と少なかった. 実行した群の事後テストの点数は高かった.

入学後のアンケートの結果からは, e-learning の課題を実行しないことは, 週あたりのすべての種類の学習の合計時間が短いことを意味しないことがわかった. 入学試験向けの勉強をしている非専願の中にはそちらを優先する者も多い可能性がある.

6. 議論と展望

専願には事前テストを行ったが, 現在は, この結果によって, 学習内容を変化させることは行っていない. 学習課題は予備知識を前提としない自己完結的な形で作られているものの, 紙のテストの記述内容や, 学習者へのアンケートの結果からも, 対象者によって難しすぎる場合, 易しすぎる場合があることがわかっている. 事前テストの結果に応じた課題を提供することが考えられる. さらには, 数学オンラインテストで解答履歴に応じてアダプティブに難度を調節することも考えられる.

表 1　e-learning 課題の実行と事前事後テスト成績

集団	実行	N	事前		事後	
			av	sd	av	sd
専願	なし	44	11.6	6.1	12.0	6.4
	あり	117	15.4	5.2	16.8	4.3
非専願	なし	163	NA	NA	15.5	4.8
	あり	20	NA	NA	19.6	2.3

学習の効果をより正確に測定するには, 非専願制に対しても事前テストを行うことが望まれる. 事後テストと同等ではないが, 個人情報を適切に扱うならば, 入学試験の成績を代用することがありうる.

課題への参加率を高めるには, 課題の位置づけを任意よりも強いものに変更する, LINE@などの連絡手段によるよびかけを増やす, などがありうる. しかし, 進学先を決めていない段階で合格者に働きかけを行うことは, 進路選択に予期できない変化をもたらす可能性があることから, 大学内のルールにしたがって判断し, 慎重に行う必要がある.

参考文献

(1) 大学 e ラーニング協議会, 日本リメディアル教育学会: 大学における e ラーニング活用実践集 大学における学習支援への挑戦 2, ナカニシヤ出版(2016)
(2) 中村泰之,中原敬広,秋山實: “STACK と Moodle で実践する数学 e ラーニング” 数理解析研究所講究録, Vol. 1674, pp. 40-46(2010)
(3) 川添充,高橋哲也,吉冨賢太郎:“webMathematica を用いた Web 数学学習システムの構築” 日本数学教育学会誌. 臨時増刊, 総会特集号 92, p.491(2010)
(4) Chris Sangwin: Computer Aided Assessment of Mathematics, Oxford University Press (2013)
(5) 亀田真澄, 宇田川暢： Moodle, TeX, STACK による数学の e ラーニングの取り組み, 日本ムードル協会, Proceedings of Moodle Moot Japan 2013, pp.22–27, (2013)
(6) 北本卓也: “Maple T.A.の授業援用について”, 数理解析研究所講究録 1907, pp.182-187 (2014)
(7) 樋口三郎, 藤田和弘, 松木平淳太, “数式自動採点 e ラーニングシステムによる理工系初年次教育の試み”平成 27 年度教育改革 ICT 戦略大会, pp.208-209, 私立大学情報教育協会(2015)
(8) 樋口三郎: “数学オンラインテスト Maple T.A. を用いた大学入学前数学教育の実践”, 教育システム情報学会 第 41 回全国大会論文集 pp.186-187(2016)
(9) 樋口三郎: “メッセージングサービス LINE@によるプッシュ型授業情報提供の効果”, 教育システム情報学会研究報告 31,1 pp.37-40(2016)

e ポートフォリオを用いた学習成果の可視化

Visualization of Learning Outcomes Using ePortfolios

田中 洋一[*1, *2]
Yoichi TANAKA[*1, *2]
[*1] 仁愛女子短期大学
[*1]Jin-ai Women's College
[*2] 熊本大学大学院教授システム学専攻
[*2] Graduate School of Instructional Systems, Kumamoto University
Email: you@jin-ai.ac.jp

あらまし： e ポートフォリオを用いて，セメスターにおける学習成果の到達度を自己評価させた実践を報告する．いろいろな科目での成果物や資格取得証等をエビデンスとしてアップロードし，学習の統合をどのように行っているかに注目する．また，e ポートフォリオにおけるテキストを分析し，自己評価及び成績との相関等を分析する．

キーワード：e ポートフォリオ，学習成果の可視化，学習の統合

1. はじめに

2016 年 3 月 31 日に中央教育審議会から「卒業認定・学位授与の方針」（ディプロマ・ポリシー），「教育課程編成・実施の方針」（カリキュラム・ポリシー）及び「入学者受入れの方針」（アドミッション・ポリシー）の策定及び運用に関するガイドラインが発表されたとおり，大学における教育の質を保証するため，学習成果の評価が必須となっている．学習成果の評価としては，直接評価か間接評価かという縦軸，量的データか質的データかという横軸の２軸で分類すると，４つのタイプに分けられる．筆者が所属する本学生活科学学科生活情報専攻では，（１）量的データの直接評価である客観テストとしては，河合塾のジェネリックスキルテスト「*PROG*」等を活用，（２）量的データの間接評価としては，F レックス学生意識調査等のアンケート調査を活用，（３）質的データの直接評価であるパフォーマンス評価としては，生活情報専攻ラーニングポートフォリオ等を活用している．

2. 学習成果

生活科学学科のディプロマ・ポリシーに定めている，生活情報専攻で開講する専門科目を修得することにより身につける能力（学習成果）は下記のとおりである．

［2016 年度版］

【知識・理解】

(1) 現代社会において情報を活用する専門的な知識を体系的に理解している．

(2) 自ら計画するキャリアを形成するため，情報・ビジネス・コミュニケーションに関する専門的な知識を総合的に身につけている．

【技能】

(3) 情報を活用（収集，分析，整理，表現，運用等）する実践的な技能を身につけている．

(4) チームで協働的に問題を解決する技能を身につけている．

【思考・判断・表現】

(5) 自ら課題を見つけ，多面的かつ筋道を立てて考えることができる．

(6) 他者の声に耳を傾け，自分の考えを自分の表現（口頭，文章等）で伝えることができる．

【関心・意欲・態度】

(7) 広く社会に目を向け，問題意識を持ち，自らのキャリアを形成する意欲がある．

(8) 家庭・企業・社会の一員として，さまざまな生活の場面で，思いやりやボランティア精神をもって行動し，市民としての責任を果たす態度を身につけている．

［2017 年度版］

【知識・技能】

(1) 情報に関する基礎的・基本的な知識・技能を身につけている．

(2) ビジネス活動に関する基礎的・基本的な知識・技能を身につけている．

(3)　コミュニケーションに関する基礎的・基本的な知識・技能を身につけている．

【思考力・判断力・表現力】

(4)　情報に関する知識・技能にもとづき，論理的・合理的な思考力を身につけている．

(5)　ビジネス活動に関する知識・技能にもとづき，問題を解決するための的確な判断力を身につけている．

(6)　コミュニケーションに関する知識・技能にもとづき，他者の声に耳を傾け，自らの考えを伝える表現力を身につけている．

【主体性・多様性・協働性】

(7)　主体的に行動し，自らのキャリアを形成する態度を身につけている．

(8)　建学の精神「仁愛兼済」や地域文化にもとづき自己を確立した上，多様な文化や考えの意義を理解し，共に生きる態度を身につけている．

(9)　地域社会や組織の一員としてリーダーシップを発揮し，チームで協働する態度を身につけている．

3.　ラーニングポートフォリオ

生活情報専攻では，カリキュラム・ポリシーに定める「学習成果の評価」の一つとして，生活情報専攻ラーニングポートフォリオ(図 1) をあげている．本ポートフォリオは，オープンソースの e ポートフォリオである *Mahara* を活用している．各セメスターの期末試験週間に，本専攻の学習成果を自己評価する *Mahara* ページを作成させている．各学習成果に関して，自己評価文，根拠，自己評価点数 (1～5) を記入する．根拠に関しては，根拠資料を書くだけではなく，その成果物をブロックとして挿入する．たとえば，ブロック内で動画，ゲーム，資格証や模擬試験結果の PDF を閲覧可能とする．

図 1　ラーニングポートフォリオ

2016 年度 1 年前期に，必修科目「生活情報論」にて作成したラーニングポートフォリオの自己評価点数と前期 GPA を比較したところ，専攻全体としては弱い相関があった（相関係数 0.27）．2016 年度は学習成果の見直しをしたためにカリキュラム・ルーブリックを作成しなかった．そのため，学生により自己評価に大きなズレが生じたことが相関の弱い要因の一つだと考えられる．2017 年度は，カリキュラム・ルーブリックを明示し，自己評価させる予定である．

4.　さいごに

Jenson（2014）は「e ポートフォリオとは，継続学習，学習の深化，目的に沿った学習に寄与する自身の学びを記録するための道具である」と定義し，e ポートフォリオ・リテラシーとして 5 つのスキルをまとめている．5 つのスキルは図 2 のように螺旋状に繰り返される．「④知識統合の記録」とは学習をまとめ，あらゆる状況へ転移するスキルである．生活情報専攻ラーニングポートフォリオでは，知識統合として，ある科目での学びを他の科目や正課外活動へどのように適用しているかも記述させるようにしている．

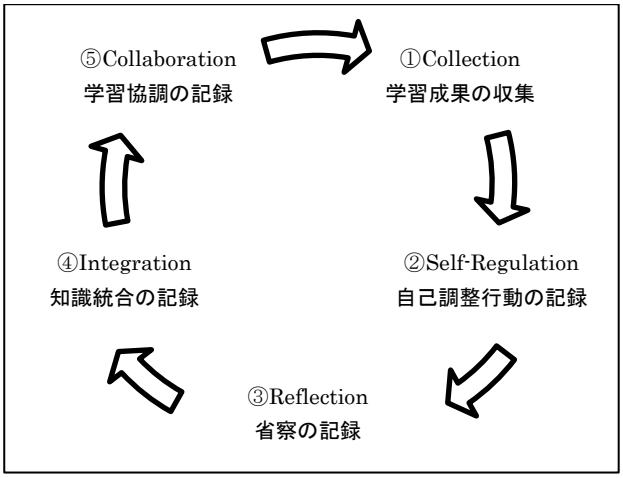


図 2　e ポートフォリオ・リテラシースキル

参考文献

(1)　Jenson, J. D. and Treuer, P. :“Defining the E-Portfolio: What It Is and Why It Matters”, Change: The Magazine of Higher Learning（2014）

(2)　松下佳代:“パフォーマンス評価による学習の質の評価：学習評価の構図の分析にもとづいて”，京都大学高等教育研究 第 18 号，pp.75-114.（2012）

(3)　田中洋一，前田博子，平塚紘一郎:“タブレット必携化による授業設計–エビデンスベースの学習成果アセスメントに向けて–”，仁愛女子短期大学研究紀要第 48 号，pp.13-19（2016）

(4)　中央教育審議会大学分科会大学教育部会:　“「卒業認定・学位授与の方針」（ディプロマ・ポリシー），「教育課程編成・実施の方針」（カリキュラム・ポリシー）及び「入学者受入れの方針」（アドミッション・ポリシー）の策定及び運用に関するガイドライン”，http://www.mext.go.jp/b_menu/shingi/chukyo/chukyo4/houkoku/1369248.htm（2016），2017 年 5 月 22 日閲覧

アクティブラーニング型授業における ダイナミックな学習展開を支援する LMS を活用した授業実践

A Practice of Active Learning Class Using Dynamic LMS

喜久川 功[*1], 有富 智世[*1], 中村 勝一[*2], 宮寺 庸造[*3]
Isao KIKUKAWA[*1], Chise ARITOMI[*1], Shoichi NAKAMURA[*2], Youzou MIYADERA[*3]
[*1] 常葉大学, [*2] 福島大学, [*3] 東京学芸大学
[*1]Tokoha University, [*2]Fukushima University, [*3]Tokyo Gakugei University
Email: kikukawa@fj.tokoha-u.ac.jp, miyadera@u-gakugei.ac.jp

あらまし：近年，大学等の教育現場では，アクティブラーニング型授業の計画・実施が求められている．また，より効果的なアクティブラーニング型授業を実現するため，役割やグループの変更を伴う学習活動のダイナミックな展開が必要とされている．そこで，本研究では，このようなダイナミックな学習展開を支援する LMS（DLMS）の構築を行ってきた．本稿では，2016 年度後期に実施した「DLMS を活用した授業実践」ならびに「DLMS のアンケート調査」について述べる．アンケート調査の結果から，DLMS がダイナミックな学習展開を支援できたことが明らかになった．
キーワード：ラーニングデザイン，授業実践，アクティブラーニング，LMS，システム評価

1. はじめに

近年，大学等の教育現場では，「従来のような知識の伝達・注入を中心とした授業」から「学生が主体的に問題を発見し，解を見出していくアクティブラーニング型授業」への転換が求められている．また，より効果的なアクティブラーニング型授業を実現するため，役割やグループの変更を伴う学習活動のダイナミックな展開が必要とされている．そこで，本研究では，このようなダイナミックな学習展開を支援する LMS（Dynamic LMS，以下，DLMS）の構築を行ってきた[(1)]．本稿では，2015 年度に続き[(2)]，2016 年度後期授業で実施した「DLMS を活用した授業実践」ならびに「DLMS のアンケート調査」について述べる．

2. DLMS の概要

DLMS は，アクティブラーニング型授業での利用を想定に，「役割・グループの変更を伴う学習活動のダイナミックな展開」が「デザイン・実行」可能なラーニングデザイン実践環境として開発された．DLMS の利用場面は，大きく「エディットタイム」と「ランタイム」に分けられる．まず，授業者は，授業開始前の「エディットタイム」において，「活動進行シナリオ」を作成する．その後，授業開始とともに「ランタイム」に移行する．「ランタイム」では，学習者が DLMS により提供されたインタフェースを用いながら学習を進めていく．授業者は学習の進行状況に応じて「グループ・役割管理」の設定を行うことができる．DLMS は，「活動進行シナリオ」の進行状況や「グループ・役割管理」の設定状況から，学習者の「学習活動の一連の流れ」に点在する「学習活動の区切り」で，学習者個々の「次の学習活動時に用いられるインタフェース」を動的に生成・提示し，学習者の学習活動を支援する．

3. 実施した授業

常葉大学の 2016 年度後期授業：「データベース」において，「DLMS を活用した授業実践」を実施した．表 1 に「データベース」の授業計画を示す．

本授業は，主に SQL の習得（実機での操作スキルも含む）を目的としている．表 1 のフェーズ 1 では，授業の概要や MySQL の使い方を学び，また，DLMS を用いた学習の予行演習等を行った．そのため，DLMS を本格的に活用した学習活動は，フェーズ 2 以降での実施となった．各フェーズでは，「授業時の個人での活動」，「授業時のグループ活動」，「授業外の個人での活動」，「授業外のグループ活動」を組み合わせた学習活動が行われた．なお，本授業をデザインするにあたり，フィンク[(3)]の「意義ある学習経験の創出」を参考にした．

表 1　「データベース」の授業計画

フェーズ（授業回数）	内容
1（3 回）	授業の概要・MySQL の使い方など
2（2 回）	SQL 基礎（INSERT 文・SELECT 文等）
3（2 回）	WHERE 句を伴う SELECT 文など
4（2 回）	並べ替え・修正・削除など
5（2 回）	複数のテーブル利用①：内部結合
6（2 回）	複数のテーブル利用②：外部結合
7（2 回）	データベース設計・構築実習

4. 授業実践時の DLMS 活用

授業開始に先立ち（エディットタイム），「活動進行シナリオ」の作成が必要だが，これには様々なパターンが考えられる．本稿の授業実践では，フェーズ 2 以降の各フェーズにおいて，各学習者が「個別学習用のインタフェース（1 つ）」と「グループ学習用のインタフェース（1 つ）」を用い，個別学習とグループ学習の並行による相乗効果を図ることとした．

また，授業者が授業進行の様子を鑑みた上でダイナミックにグループ・役割が再編できるよう，フェーズごとに「グループ・役割管理」が行えるように設定した．

学習者は,「個別学習用インタフェース」から，学習活動の内容を把握することができる(ランタイム)．また，動画コンテンツにアクセスしたり，リフレクションツールを使用して「学習のふり返り」を記録することも可能である．インタフェース上に設置された「ロール・チェンジ」ボタンをクリックすることで,「グループ学習用インタフェース」に切り替えられる（「ロール・チェンジ」ボタンでインタフェースの切替が可能).「グループ学習用インタフェース」では，登録された学習コンテンツへのアクセスが行える上，グループメンバーの確認ができ，コミュニケーションツールを用いてグループ内で情報の共有も図られる．さらに，インタフェース中央の「コンプリート」ボタンをクリックすれば，次フェーズのインタフェースへと進められる．なお，新フェーズで提示されるインタフェースは,「活動進行シナリオ」の進行状況と「グループ・役割管理」の設定状況により，学習者ごとに動的に生成される．

5. 授業実践とアンケート調査の結果

「データベース」では，学習効果（修得度）を測るために，毎年，同内容の学期末筆記試験（100 点満点）を実施している．2014 年度（DLMS を活用しない授業・34 名）と 2016 年度（DLMS を活用の授業・26 名）の結果を比較したところ，2014 年度平均点 : 72.74（SD : 15.99），2016 年度平均点 : 81.73（SD : 13.56）となり，DLMS 活用の有用性が明らかとなった．*t* 検定（対応なし・有意水準 5%）で検証した結果でも有意な差が認められた．

また，筆記試験後に実施の「DLMS に関するアンケート調査（5 段階評価で 5 が高い)」でも（表 2)，ほぼ全ての項目（20 項目中 18）において,「4」以上の高い評価結果が得られた．Q10～16 の評価結果を照合しても,「DLMS は，授業内・外の個別学習とグループ学習の連携に役立つ」ことが顕著となった．さらに，Q20 について,「4」と「5」の評価を「肯定的な回答」とし，それ以外の評価と分類して二項検定（両側検定）により分析したところ, 1%水準で「肯定的な回答」が有意であった（肯定的な回答者の数 : 26 人中 23 人，p<.001)．

6. おわりに

効果的なアクティブラーニング型授業を支援する LMS（DLMS）の構築を行ってきた．本稿では，2016 年度に実施の授業実践とアンケート調査結果を踏まえ，DLMS の有効性・有用性に関する検証結果を報告した. 学期末試験からは修得度の向上が確認でき，アンケート回答においても学習方法に対する高い満足度が読み取れた．これは，DLMS がダイナミックな学習展開を支援できた証と見なしている．今後も授業実践を重ね，DLMS の活用法を模索して，授業改善・学習支援へと繋がる改良に努めたい．

参考文献

(1) Kikukawa, I., Aritomi, C., & Miyadera, Y. : “Development of a LMS with Dynamic Support Functions for Active Learning”, Computer and Information Science, Studies in Computational Intelligence (SCI), Vol. 656, pp. 103-117（2016）
(2) 喜久川功，有富智世，中村勝一，宮寺庸造 :“ラーニングデザイン実践環境を活用した授業内外連動型学習の試み”，教育システム情報学会第 41 回全国大会講演論文集, pp. 335-336（2016）
(3) Fink, L. D. : “Creating Significant Learning Experiences”, John Wiley & Sons（2013）

表 2　DLMS に関するアンケート調査結果

質問項目	*M*	*SD*
Q1. 操作は簡単だった	3.62	1.27
Q2. 1 ページ毎の画面構成はわかりやすかった	4.00	0.98
Q3. 複数ページ間の移動はスムーズに行うことができた	4.00	0.94
Q4.「ロール・チェンジ」機能は使いやすかった	3.96	0.92
Q5. 自分が「今，どのロール（役割）なのか」の確認は容易だった	4.42	0.58
Q6. 自分が「どのグループに所属しているか」の確認は容易だった	4.54	0.71
Q7. グループの他のメンバーの確認は容易だった	4.31	0.97
Q8. 自分が「今，どのフェーズなのか」の確認は容易だった	4.35	0.80
Q9. 自身の「学習フェーズの推移」を容易に把握できた	4.04	0.87
Q10. DLMS は，授業時間外活動時の予習（個別学習）に役立つと思う	4.27	0.87
Q11. DLMS は，授業時間外活動時の復習（個別学習）に役立つと思う	4.12	0.99
Q12. DLMS は，授業時間外活動時の「グループ学習」に役立つと思う	4.12	0.77
Q13. DLMS は，学習活動の「ふり返り」に役立つと思う	4.00	0.75
Q14. DLMS は，授業時間内・外の学習活動を連携させるのに便利だと思う	4.19	0.75
Q15. DLMS を使うことで，グループの活動内容が共有（シェア）できると思う	4.12	0.77
Q16. ロール・チェンジは，個別学習とグループ学習を連携させるのに便利だと思う	4.08	0.93
Q17. DLMS により，本授業のようなフェーズ進行がスムーズにできるようになると思う	4.23	0.91
Q18. DLMS により，本授業のような「グループ学習」がスムーズに遂行できるようになると思う	4.35	0.80
Q19. DLMS により，本授業のような「ふり返り」学習がスムーズに遂行できるようになると思う	4.12	0.82
Q20. 全体的に見て，DLMS に良い印象を抱いた（DLMS に対する総合評価）	4.23	0.65

MS-Word を利用した Moodle 小テストの問題一括作成ツール開発
ードラッグ＆ドロップ問題ー

Development of Batch conversion Tool using Microsoft Word documents
- Drag & Drop Questions -

上木 佐季子[*1]，木原 寛[*2]，畑 篤[*1]
Sakiko UEKI[*1], Hiroshi KIHARA[*2], Atsushi HATA[*1]
[*1] 富山大学総合情報基盤センター
[*1]Information Technology Center, University of Toyama
[*2] ルビアラボ
[*2]Rubia Lab
Email: ueki@itc.u-toyama.ac.jp

あらまし：Moodle 小テストのドラッグ＆ドロップ問題を MS-Word で作成し，Moodle にインポート可能な XML 形式に変換するツールを開発した．このツールにより，正答設定については，MS-Word 上に貼り付けた画像やテキストの配置を Moodle 上で再現できるため，問題文中での指定書式によるプレースホルダの挿入や座標形式の数値設定操作は不要になる．また，複数問題を一括変換することも可能である．
キーワード：LMS，Moodle，小テスト，ドラッグ＆ドロップ問題，コンテンツ・オーサリング

1. はじめに

Moodle のような学習管理システム（LMS）のテストツールは，受講者にとってはその結果やフィードバック，進捗率がリアルタイムに提示されるので，学力向上やスキルアップへの道筋がつかみやすい．また講師にとっても，テストの結果が自動採点され，その解答に応じたフィードバックも自動的にされるため，添削の負担がなくなる．一方で，Web 上で展開される LMS での問題作成には冗長的な作業に多くの時間が費やされる．この作業量を大幅に低減できるツールとして，筆者らはこれまでに，MS-Excel や MS-Word を利用した Moodle の問題一括作成ツールを開発してきた[(1)(2)(3)]．本稿では，（Moodle のバージョン 3.0 から追加された）「ドラッグ＆ドロップ」タイプの問題作成に対応したツールを新たに開発したので報告する．このツールの利用により，正答設定については，MS-Word 上に貼り付けた画像やテキストの配置を Moodle 上で再現できるため，問題文中での指定書式によるプレースホルダの挿入や座標形式の数値設定操作は不要になり，問題完成までの作業量を大幅に低減できる．

2. MS-Word での問題作成

Moodle 小テストのドラッグ＆ドロップ問題は，「ドラッグ＆ドロップテキスト」，「ドラッグ＆ドロップイメージ」と「ドラッグ＆ドロップマーカー」の 3 種類がある．ここでは最初の 2 つについて示す．

2.1 ドラッグ＆ドロップテキストの問題作成

ドラッグ＆ドロップテキスト問題の編集は，Moodle 上では，問題文に指定書式によりプレースホルダを挿入し，選択肢は別に設けられた選択肢欄に正答を対応させ入力する．例えば，図 1 のような問題を作成するときの編集画面が図 2 である．これに対して，本ツールでの MS-Word 書式は，正答を含んだ問題文の正答部分を MS-Word の蛍光ペンで塗布するだけでよい．同じ問題（図 1）の編集画面が図 3 である．

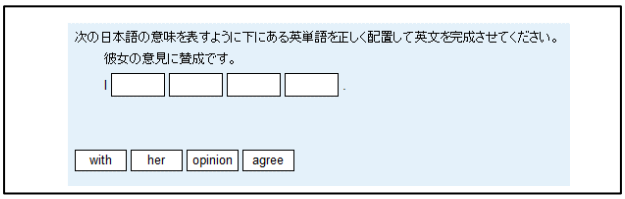


図 1 ドラッグ＆ドロップテキスト問題例
（Moodle 上でのプレビュー）

図 2 Moodle のドラッグ＆ドロップテキスト問題
編集画面例（問題テキストと選択肢部分）

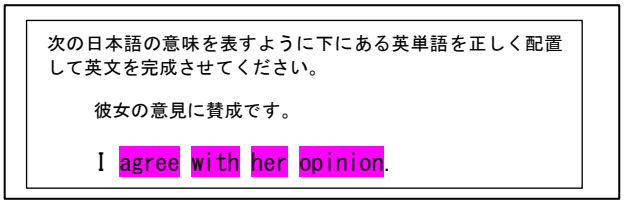


図 3 MS-Word 書式による
ドラッグ＆ドロップテキスト問題編集画面例

2.2 ドラッグ＆ドロップイメージの問題作成

ドラッグ＆ドロップイメージ問題の編集は，Moodle 上では，まずは背景イメージとドロップ可能アイテムをそれぞれ指定し，その上で，ドロップするための背景イメージのドロップゾーンを定義する必要がある．例えば，図 4 のような問題を作成するときの編集画面が図 5 である．これに対して，本ツールでの MS-Word 書式は，背景イメージにドロップ可能アイテムを正答の配置で貼り付けるだけでよい．同じ問題（図 4）の編集画面が図 6 である．

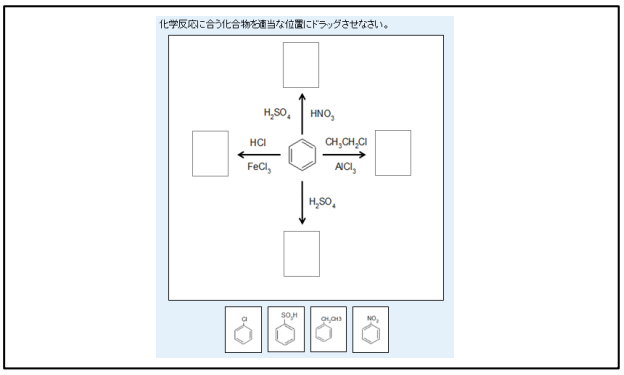


図 4 ドラッグ＆ドロップイメージ問題例
（Moodle 上でのプレビュー）

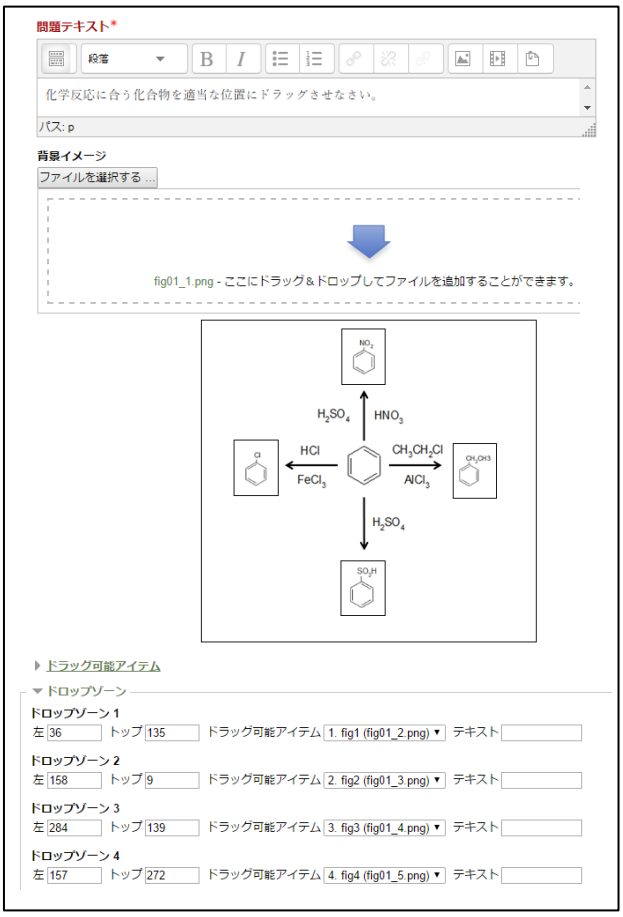


図 5 Moodle のドラッグ＆ドロップイメージ問題編集画面例
（背景イメージとドロップ可能アイテム設定）

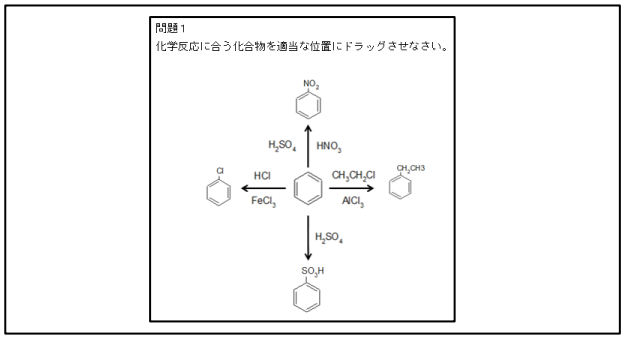


図 6 MS-Word 書式による
ドラッグ＆ドロップイメージ問題編集画面例

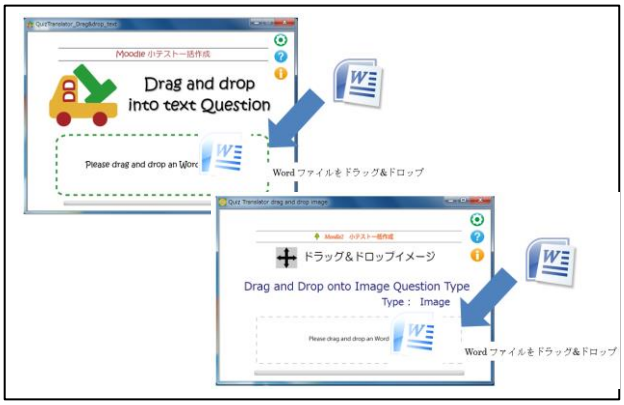


図 7 MS-Word ファイルからの XML ファイル変換

3. MS-Word ファイルからの XML 変換

Moodle にインポート可能な XML 形式ファイルに変換するには，MS-Word 書式による問題ファイルを変換ツールのアプリケーション画面にドラッグ＆ドロップする（図 7）．なお，ドラッグ＆ドロップイメージ問題で複数の問題を一括変換する場合は，それらを 1 つのフォルダにまとめ，ファイルの場合と同様に変換ツールを利用する．その他，利用方法の詳細については，富山大学総合情報基盤センターの Web サイト(4)をご覧いただきたい．

4. おわりに

本ツールは，富山大学総合情報基盤センターの Web サイト(4)で公開している．ドラッグ＆ドロップマーカー問題に対応した変換ツールも開発中である．

参考文献

(1) 上木佐季子，木原寛，畑篤：“Excel を利用した問題の一括作成ツールの改良”，Proceeding of MoodleMoot Japan 2014, pp.29-32（2014）
(2) 畑篤，木原寛，上木佐季子：“Word を利用した Moodle 穴埋め問題一括変換ツールの開発”，Proceeding of MoodleMoot Japan 2015, pp.25-27（2015）
(3) 畑篤，木原寛：“Word 文書を利用した Moodle 小テスト問題の一括作成(2) －正誤、組合せ問題の変換及び MoodleXML ファイルの Word 形式への逆変換－”，Proceeding of MoodleMoot Japan 2016, pp.36-42（2016）
(4) “Moodle 小テスト問題，アンケート質問の一括作成ツール”，http://www.itc.u-toyama.ac.jp/moodle3/tool/

気づきに着目した保育士養成の学習支援システムの開発と学習者からの評価

Development and Evaluation of Learning Support System for Nursery Teacher Coursework

舘 秀典[*1], 立野 貴之[*2,], 矢野 景子[*1]
Hidenori TACHI[*1] , Takashi TACHINO[*2] , Keiko YANO[*1]
[*1] 東京福祉大学 社会福祉学部
[*1] Faculty of Social Welfare, Tokyo University of Social Welfare,
[*2] 松蔭大学
[*2] Department of Media and Cultural Studies Shoin University
Email: hitachi@ed.tokyo-fukushi.ac.jp

あらまし：本稿では，保育士養成の授業を想定した，アクティブラーニングを支援するシステムの開発および学生からの評価について報告する. 本システムは学生が授業前にストリーミング形式で動画を視聴し，視聴中の気づきに対してどのシーンでどのような気づきがあったのかを取得するものである. データはサーバ上に集計され, 授業において学生の気づきをタイムラインで一覧することにより学生間の気づきを比較することができる．今回は，利用学生からのインターフェースに対する評価を行った.
キーワード：アクティブラーニング，気づき，協調学習，モバイルラーニング

1. はじめに

本稿では，保育士養成の授業において，教育方法や教材に関する過去の知見から得た事例をもとに，学習支援をするために開発したシステムの紹介と，学生からのインターフェースの評価結果について報告する．今回開発したシステムは，保育におけるアクティブラーニング形式の授業を補助するものであり，学生は授業前にストリーミング形式で動画を視聴し，各ポイントにおいて気づきとコメントを付与する. コメントやタイミングはサーバ上に集計され，授業では学生と教員，現場の保育士との意識内容の差が確認できる．この演習補助システムによって学習前後の姿勢や意識を確認することによって，気づきや考え方に変化が生じる事が期待される.

2. 先行研究および研究の背景

各教育分野においては，CAI（Computer Aided Instruction）や e-Learning，携帯電話やスマートフォンによるモバイルラーニングなどの学習サポートによる e-Learning 学習サポートの事例もある. 一方で，保育士養成における教育の分野では Web ベースでの授業資料の配信の報告が散見されるが, e-Learning ではなく，あくまで配信にとどまっている．現職者研修においては，研修内容のコンテンツの配信が行われており，映像を通して，質を高める取り組みはされているが，こちらにおいても一方行の配信にとどまっている．また、最近の学生の傾向として授業に対して受け身である事が多く，保育実習を目前にしても現場に出るという意識はそれほど高くない学生も見受けられる.

本研究では養成校における保育実習前の授業において，気づきや考え方・意識を視覚化し，グループワーク演習を通して学べる支援システムを開発し評価を行った.

3. 開発したシステム

本システムは，動画視聴後のグループワークを通じて学生が気づきを得られる仕組みであり，教員や学生にとって機能的な学習環境を提供する.

学習者が利用できる機能は以下である.

1. 動画の視聴中に, 気づきのタイミングとコメントをその場で付与できる.
2. 動画は複数回視聴が可能であり, 何度目の視聴による気づきかは自動的に記録される.

教員が利用できる機能は以下である.

1. 学生が記録した気づきのタイミングとコメントを, タイムラインとして一覧表示できる.
2. タイムライン上の気づき点をクリックすると，該当時間の２秒前から動画が表示され，コメントの一覧が同期的に表示される.

4. システムの利用方法

4.1 学生の授業前利用

学生が本システムを利用する際は，スマートフォン等の携帯端末または PC を利用する.

学生はログイン画面（図 1）から，学籍番号とパスワードを用いてログインすると，自分の履修している科目が表示され（図 2），科目を選択することで科目に登録されている動画が一覧される（図 3）.

動画を選択すると視聴画面が表示され動画を視聴する（図 4）. 学生は視聴中に気になった点をクリックまたはタッチすると，赤丸が表示されコメントの入力が促される．コメントを入力し，OK をクリックすると続きが再生される仕組みである．動画は巻

き戻しおよび一時停止の機能を敢えて無くし，複数回視聴可能とした．また，何度目の再生での気づきかをシステムとして取得している．

図 1 ログイン画面

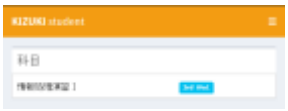


図 2 科目選択画面

図 3 動画選択画面　図 4 動画視聴・気づき入力

4.2 教員の授業における利用

授業においては，事前に学生が視聴したデータを元にグループワーク等を行い，気づきについての話し合いをすることで理解を深めたり，教員や現場の保育士と学生の気づきを比較することが可能である．

教員はシステムにログイン後，該当動画を選択すると動画とともに学生がクリックした場所を赤点で表示し，その時点のコメントをタイムラインで表示することができる（図５）．タイムライン上の点をクリックすることで，２秒前から再生が可能である．

図 5 タイムライン表示

5. システムの評価

5.1 評価について

本システムについて学生の視点からインターフェースに関する評価を行った．評価に当たっては，保育養成課程の学生 60 名に対して本システムの利用方法を説明し，各自の端末で利用した後にアンケート調査を行った．調査項目は下記であり，各項目について５段階で評価を行った．

操作について
- 気づいた時点でボタンは押せたか
- 気づいた場所を押すことはできたか
- コメントは意図したとおり入れられたか
- 動画の視聴中に拡大縮小を行ったか
- 画面のレイアウトは見やすい

機能について
- 動画をクリックした場所を示す点は必要である
- 何度も見られることは必要である

その他
- 通信速度の制限はかかっているか
- 通信費について気になるか
- 利用した機器は何か

利用について
- 利用する場所はどこか
- どのような時間に利用するか

5.2 結果

操作については，各項目について 4.6～4.7 という概ね良い評価が得られた．また，機能については，ポイントを示す箇所については 4.0 と高くなく，気づきを入力する時点ではそれほど必要ではないことが自由記述からも得られた．何度視聴し気づきを高めることについては，4.7 と必要性が認識され，見逃してしまった際に再度確認をしたいとの意見が得られた．利用箇所については電車の中が圧倒的に多く，利用時間では，通学途中，休み時間といった回答が多かった．

6. 今後の課題

今回開発したシステムは，保育以外にも研修や危機管理等の様々な箇所での利用方法が可能である．今後はインターフェースの改善と，他の LMS 等に組み込めるようなモジュールの開発を行っていく．

参考文献

(1) 伊東知之，大野木裕明，石川昭義：“保育実習生のヒヤリハット認知を高める教材開発研究”，仁愛大学研究紀要．人間生活学部篇 4, 39-52 (2013)
(2) 佐々加代子：“保育におけるメディアの利用 II”，放送大学研究報告 26, 300-310 (2001)
(3) 清水里美，吉島紀江，志澤康弘，藤本史：“保育士養成課程における実習指導上の留意点 ： 施設実習の事前指導における教育内容の検討”，平安女学院大学研究年報 13, 19-28 (2013)
(4) 舘秀典，立野 貴之，矢野景子，河合光利：“保育士養成の学習支援システムと授業プログラムの開発”，第 41 回教育システム情報学会 全国大会 講演論文集 293-294 (2017)
(5) 野上俊一，野中千都，山田朋子：“看図アプローチを用いた保育者志望学生の見る力の分析”，中村学園大学発達支援センター研究紀要 7, 45-50 (2016)

一人一台タブレット環境のアクティブ・ラーニングによる児童生徒の公的自己意識の高低と成績の関係

Relationship between Public Self-Consciousness and Performance of Elementary and Junior High School Students in Active Learning Classes Using Their Tablet PC

鈴木 庸佑[*1], 北澤 武[*2], 福本 徹[*3]
Yosuke SUZUKI[*1], Takeshi KITAZAWA[*2], Toru FUKUMOTO[*3]
[*1] 東京学芸大学教育学部
[*1]Faculty of Education, Tokyo Gakugei University
[*2] 東京学芸大学情報科学分野
[*2]Department of Technology and Information Science, Tokyo Gakugei University
[*3] 国立教育政策研究所
[*3]National Institute for Educational Policy Research
Email: a141411p@st.u-gakugei.ac.jp

あらまし：本研究では，小学校４，６年生と中学校２，３年生を対象に公的自己意識の高低を調査した．そして，一人一台タブレット環境において「アクティブ・ラーニング」による授業を実施し，小中学生の公的自己意識の高低とその授業の前後に実施した事前事後テストの伸びの変化について分析した．その結果，小学生は公的自己意識の高低と事前事後テストの伸びとの関係に有意差は認められなかったが，中学生は公的自己意識の高群のみに，事前事後テストの伸びに有意な向上が認められた．
キーワード：公的自己意識，一人一台タブレット環境，アクティブ・ラーニング，成績

1. はじめに

小中学校の次期学習指導要領では, ICT による「アクティブ・ラーニング」が求められており,「アクティブ・ラーニング」について,「主体的・対話的で深い学び」の実現に向けた授業改善と謳われている(1). しかし，対話が多くなるこの学習形態では，他者に自分がどのように認識されているかを意識する「公的自己意識」が高い学習者にとってストレスとなり，学習が十分に進まなくなることが危惧されている(2). だが，一人一台タブレット環境において「アクティブ・ラーニング」による授業を実施すれば，公的自己意識の高群は，タブレットが対話の支えとなるため，自分の考えや意見を他者に伝えやすいという意識が高くなる(3). しかしながら, 成績も高まるか否かの分析は，今後の課題であった．

そこで本研究では，先行研究(3)の児童生徒の公的自己意識に着目した．そして，一人一台タブレット環境において「アクティブ・ラーニング」による授業の前後に実施した事前事後テストの伸びを本研究の成績と定義し，公的自己意識の高低とともに比較分析することで，公的自己意識と成績の関係を明らかにすることを目的とする．

2. 小学校における調査

2.1 授業の概要

４年生は国語「くらしの中にある「和」と「洋」を調べよう」(東京書籍)，６年生は外国語活動「Let's go to Nikko!」の単元で実践した．

2.2 対象

都内公立小学校児童 58 名（４学年 26 名，６学年 32 名）を対象とした．2015 年 11 月 25 日に６年生の外国語活動，同年 12 月 13 日に４年生の国語の授業を実施した．

2.3 公的自己意識の高低の分類

先行研究(3)と同様,「自分が発言したことを，人がどう思うか気になりますか」（４件法）(4)などの４つの尺度について，各項目の肯定の回答（３と４）を「１点」，否定の回答（１と２）を「０点」とし，その合計の得点が「０～２点」を公的自己意識の低群（24 名),「３～４点」を高群（34 名）と定義した．

2.4 事前事後テストの伸び

４年生は,「和」と「洋」のそれぞれの良さを可能な限り多く記述する問題で，６年生は, 英文和訳 (10 題）とした．これらを授業前後で実施し，正答率の伸びと，伸びの有無の児童数を分析した．

2.5 分析方法

公的自己意識の高低と事前事後テストの伸びについて，カイ二乗検定を行った．

3. 中学校における調査

3.1 授業の概要

２年生は英語「Lesson6 My Dream USE Read My Dream」と，数学「三角形と四角形（直角三角形の合同条件)」で，３年生は英語「Lesson7 English for Me」の単元で実践した．

3.2 対象

都内公立中学校生徒 34 名（２年生 21 名，３年生 13 名）を対象とした．2015 年 11 月 25 日に中学２年生の英語，同年 12 月 13 日に中学２年生の数学，同

表１　小中学生の公的自己意識と成績の関係（左:小学生，右:中学生）

公的自己意識	事前事後テストの伸び		合計
	伸び無し群	伸び有り群	
低群	13	11	24
高群	12	22	34
合計	25	33	58

公的自己意識	事前事後テストの伸び		合計
	伸び無し群	伸び有り群	
低群	6	7	13
高群	2	19	21
合計	8	26	34

年12月15日に中学３年生の英語の授業を実施した．

3.3 質問紙

質問紙は2.3と同様とした．

3.4 事前事後テストの伸び

２年生の英語は，６つの英文を和訳する問題，数学は，３つの三角形の合同条件，及び合同な三角形を見つける問題とした．３年生は，英文の並び替えと指定単語から自由英作文を複数書く問題とした．

3.5 分析方法

公的自己意識の高低と授業前後の成績の伸びについて，Fisherの正確確率検定を行った．

4. 結果

4.1 小学校

カイ二乗検定を行った結果，有意差は認められなかった($\chi^2(1)=2.04$, *n.s.*)（表１）．

4.2 中学校

Fisher の正確確率検定を行った結果，有意差が認められた（$p<.05$）（表１）．度数に着目すると，公的自己意識の高群は，事前事後テストの伸びが認められた生徒数が多いことが示唆された．

5. 総合考察

表１の小学校の調査では，公的自己意識の高低と成績との関連は認められなかったため，一人一台タブレット環境において「アクティブ・ラーニング」による授業を行うことで，公的自己意識の高低によって成績向上に差異が生じるとは言えない．だが，公的自己意識が高い児童の自由記述には「タブレットにより自分の下手な文字を隠し，綺麗に文字が書ける」点を評価する内容が２件あったため，字体を気にする児童には，発表への抵抗が軽減されるかもしれない．

一方，表２の中学生の調査では，公的自己意識の高群において事前事後テストの伸び有り群の人数が多かったため,一人一台タブレット環境において「アクティブ・ラーニング」による授業が，公的自己意識の高い生徒の成績向上に影響を与える可能性が示唆された．この理由として，公的自己意識高群は周囲の思惑や評価を気にするため，対話場面において授業に集中力を欠いたり，挙手や発言が抑制されることが考えられるが[5]，タブレットを活用することで，情報伝達や共有の表現が容易になり[3]，結果，対話や発表場面で心に余裕が生まれ，学習が促進されのではないかと考える．実際，公的自己意識が高い生徒はタブレットによる発表のし易さを評価する自由記述が２件あった．また，中学生のみ成績の向上に有意差が認められた理由として，中学２～３年生にかけて公的自己意識が高まるため[6]，効果が現れたと考えられる．

6. おわりに

本研究では，小中学生を対象に一人一台タブレット環境において「アクティブ・ラーニング」による授業を行い，公的自己意識の高低と成績の関係を分析した．その結果，中学生の公的自己意識の高群は授業の事前事後テストの伸びが認められた生徒数が多いことが分かった．よって，「アクティブ・ラーニング」による授業でタブレットを活用することにより，情報伝達や共有の表現が容易になり，公的自己意識が高い生徒の対話や発表場面で自分の意見を明確に伝える余裕が生まれ，学習が促進されることが分かった．

今後，公的自己意識と対人関係の分析や，自己顕示的方向性[7]の変数も考慮した調査分析，対象となる児童生徒や授業を増やし，公的自己意識以外の学習者特性による分析を行うことが求められる．

謝辞

本研究は科研費基盤研究（C）（課題番号 26350310, 代表：北澤武）の助成を受けた．本研究にお力添えいただいた皆様に感謝申し上げます．

参考文献

(1) 文部科学省: 幼稚園，小学校，中学校，高等学校及び特別支援学校の学習指導要領等の改善及び必要な方策等について（答申）（中教審第 197 号），http://www.mext.go.jp/b_menu/shingi/chukyo/chukyo0/toushin/__icsFiles/afieldfile/2017/01/10/1380902_0.pdf（参照日 2017.5.9）

(2) 山地弘起, 川越明日香: 対人関係傾向とアクティブ・ラーニングの効果 –公的自己意識の影響に着目して-, 日本教育心理学会第 58 回, p.173（2016）

(3) 鈴木庸佑,北澤武:児童生徒の公的自己意識に着目した一人一台タブレット環境のアクティブ・ラーニングに対する意識の分析, 2016 年度 JSiSE 学生研究発表会（2017）

(4) 菅原健介: 自意識尺度(self-consciousness scale)日本語版作成の試み，心理学研究, 55, p.184-188（1984）

(5) 布施光代ほか:児童の積極的授業参加に関する研究(24)-公的・私的自己意識および動機づけの影響-（2015）

(6) 後藤容子ほか:自己意識に関する発達的研究(Ⅰ)-Fenigstein らの自己意識尺度を用いて-,日本教育心理学会第 31 回総会発表論文集, p.217（1989）

(7) 菅原健介: 対人不安研究における公的自己意識の意義について，東京都立大学人文学報，196, p.103-116（1988）

オフィスオンラインの画面共有による共同作業の活用

Application of Collaborative Work to Education by Screen Sharing of Office Online

梶木　克則
Yoshinori KAJIKI
甲子園大学 栄養学部
College of Nutrition, Koshien University
Email: kajiki@koshien.ac.jp

あらまし：文書作成やスプレッドシートの機能をブラウザ上で実現し，共有することで共同編集まで実現されている．これまで特定のアカウントを持った共同編集者を登録しておく必要があったが，最近ではアカウント無しに共同編集できるようになり，格段に利用しやすくなった．マイクロソフトのオンライン版のオフィスの画面上で複数の学生による同時書込みが行え，いろいろな場面で活用している．パソコン演習室での強力なコミュニケーションツールとして利用している．
キーワード：オフィスオンライン，共同編集，画面共有，コミュニケーションツール

1. はじめに

パソコン演習室は，情報処理演習を通じてのスキルアップや個人単位でのデータ処理に利用されることがほとんどで，各自が情報入出力端末を利用できる環境でありながら，共同作業のような利用のされ方があまり行われてこなかったように思われる．以前から，パソコン演習室においてコミュニケーションツールを利用し，全員参加型の授業内容を取り入れ授業を活性化できないかと検討してきた．

全員参加型の授業の例として，話し合いや意見の集約などが挙げられる．机の配置が固定されているパソコン演習室ではこうした授業は行いにくいが，コミュニケーションツールを利用することで画面を通じて実現できる．数年前から，Googleドキュメントの共有機能を利用することで，こうした共同の編集作業をブラウザを通じて非常に簡単に行うことができるようになった[2]．その後マイクロソフトのOffice Web Apps のExcelにおいても同様な同時編集の機能を利用できるようになり，Windows Liveに登録契約している場合には，すぐに利用できた．それに対して，Googleドキュメントは利用者の登録が必要であり，演習時間の一部を費やして各自登録作業をするが，多少のトラブルで時間を要した．

Googleドキュメントの場合，Google独自の文書やスプレッドシートやプレゼンのスライドについて同時編集が行え，40人程度で同時利用ができていたが，以前のExcel Web Appsでは十数人が限界の状況であった．

Office 360シリーズに変わり，パフォーマンスが大きく改善され，多人数でも同時利用できるようになってきた．それ以上に，特定のアカウント登録と共同編集者の登録なしに共有ができるようになり，格段に利用しやすくなった．

本稿では，情報処理演習やワークショップなどいろいろな場面で利用してきた実践例について述べる．

2. パソコン演習室での全員参加型授業

一般教室では，出された意見を黒板に列挙するなりして意見の集約が図れる．グループ単位の話し合いにおいては，移動式のホワイトボードや紙に意見を集約していける．それに対して，パソコン演習室はパソコンが設置されているために机の上の空きスペースが少なく，机を移動することもできないため，グループでの話し合いや討論の場としては不適切な作りである．

2.1 コミュニケーションツールの利用

パソコン演習室でも話し合いのためのコミュニケーションツールを利用することで，全員参加型の授業内容を取り入れ，授業を活性化することができると考えられる．そうしたツールとして，これまではチャットがその代表的なものであった．このようなツールを利用して，アンケート作成の演習における質問事項や選択肢を話し合って決めたりしてきた．

これに代わるものとして，Google ドキュメントの文書やスプレッドシートを共有するサービスが，数年前から利用できるようになった．これによりブラウザ上の文書内に複数の人による書き込みや，スプレッドシート上で複数の人がセルを分けて入力することができる[3]．

このサービスは無料であるが，利用するにはGoogle のアカウントを作成する必要がある．パスワードを忘れてしまい，トラブルの元になる恐れがある．Windows Live のアカウントで Office Web Apps のサービスを利用していたころは，Excel Web Apps だけが複数人での同時編集が可能であり，しかも十数人が限界であった．

現在，Office 360 ProPlus の契約を行い，Office Online が利用できる．以前よりもパフォーマンスが良くなり，40 人での共同編集も可能になった．それ以上に，共有の設定において共同編集者を特定しないだれでもリンクを開いた者が共同編集者になれる

仕組みができた．これにより，特定のアカウントを持つ必要が無く，だれでも共有に参加できる．格段に利用しやすくなった．

2.2 共有設定の手順

OneDrive の新規作成から Excel ブックを選び，Excel Online の画面に移行する．画面右上の共有のボタンを選ぶと図 1 のようにリンクを取得できる状態になる．

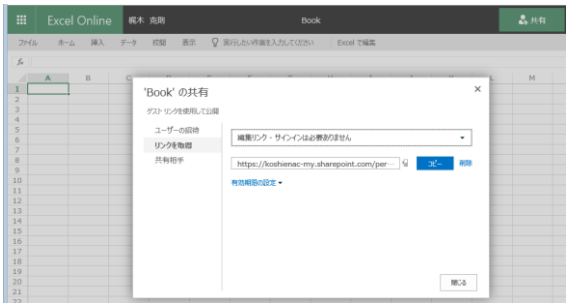


図 1 共有のためのリンクを得る方法

このリンクアドレスをショートカットにすることで，不特定多数の利用者が共有に参加できる．

3. 共同編集の実践例

OneDrive から作成できる Excel，PowerPoint，Onenote において共有を設定することで複数同時の編集が可能になり，いろいろに応用できる．

3.1 Excel Online での共同編集

Excel Online の場合，共有しているメンバー毎に選択しているセルの枠が色分けされるため，同じセルに同時に入力してしまうことはない．図 2 に示すように，左側のセルに最初にイニシャルを入れてもらい，行単位で区別してその後の入力を行うことでスムーズに同時書き込みが行える．図 2 に示す例では，10 人程度であるが，40 人の同時編集も可能であった．他の人の書き込みを見ながら回答できる．

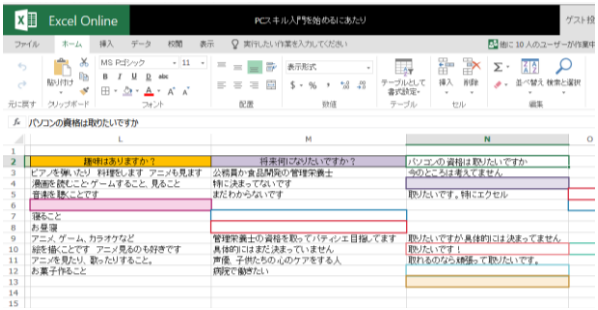


図 2 リアルタイムのアンケートの一例

3.2 PowerPoint プレゼンテーションでの共同編集

PowerPoint Online の場合，ワークショップなどにおいて，各班の話し合いのまとめをスライド 1 枚か 2 枚に区分けして入力しておけば，その後の発表にすぐに移ることができる．

図 3 スライド 1 枚を各班に割り当て同時入力

3.3 Onenote での共同編集

Onenote の描画の機能を使い手書きで計算過程の様子を複数人平行して書き込んでもらった．

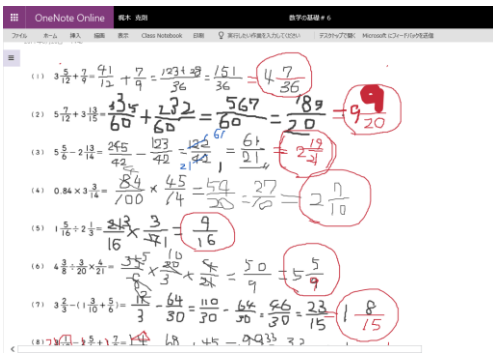


図 4 Onenote による手書きの協同編集

4. まとめ

ブラウザを通じて Excel や PowerPoint や Onenote の画面を共有することができる．これまで，誰を共同編集者とするかの登録があらかじめ必要であったが，リンクを受け取った不特定多数の人が参加可能になり，格段に利用の幅が広がった．このような機能はパソコン演習室において強力な教育支援ツールとなる．さらに高度で柔軟な使い方ができると考えられる．Onenote による手書きが加わったことで柔軟性が増し，共同編集の応用範囲が広がったといえる．こうした共同編集の環境がますます整備されてきていることから，参加型のおもしろい授業の進め方が実現できると思われる．

参考文献

(1) 梶木克則，那須靖弘，桝井猛：“グーグルドキュメントのフォーム機能を利用したアンケート作成演習の試み”，平成 21 年度情報教育研究集会，A3-4（2009）

(2) 梶木克則，那須靖弘，桝井猛：“Google ドキュメントの共有機能による共同編集を利用した授業支援”，教育システム情報学会第 35 回全国大会，26-F1-2（2010）

(3) 梶木克則，那須靖弘，桝井猛：“Web ドキュメントの共同編集機能を活用した授業支援”，教育システム情報学会第 36 回全国大会，C1-1（2011）

サイエンスコミュニケーションによる科学的関心の変容に関する考察２

A study on transformation of scientific interest by Science Communication 2

藤平　昌寿[*1]
Masatoshi FUJIHIRA[*1]
[*1] 帝京大学とちぎサイエンスらいおん事務局
[*1]Tochigi Science Lion office, Teikyo University
Email: fujipon@riko.teikyo-u.ac.jp

あらまし：サイエンスコミュニケーションは科学についての一般市民との対話を軸とした活動であり，サイエンスカフェに代表されるような協調的・インタラクティブな学習の側面を持つ．前回に引き続き，この学習活動を通しての科学的関心の変容について考察する．
キーワード：**サイエンス**，科学技術，コミュニケーション，協調学習，学習環境デザイン

1.　はじめに

筆者は，2012 年度より帝京大学宇都宮キャンパスを運営機関として活動を展開している科学技術コミュニケーションネットワーク「とちぎサイエンスらいおん」事務局として，サイエンスコミュニケーション（科学技術コミュニケーション：以下 SC）に関わっており，前年度の全国大会にて本稿の第 1 弾を投稿している(1)．本稿はその続編である．

前稿では，協調学習としての側面も持ち，学習環境デザインの一つとしても考えやすい「サイエンスカフェ」を中心に参加者・関係者の科学的関心変容についての考察を行ったが，本稿でも同様に行う．

2.　サイエンスカフェでの関心変容

とちぎサイエンスらいおんでは，毎月 1 回，様々な分野の研究者・科学者・学生などをゲストに招いての小規模 SC「サイエンスらいおんカフェ」を開催している．カフェとは言いながらも形式は回によって異なり，円卓形式の所謂サイエンスカフェ形式から，ブース型のオープンカフェ，飲食をしながらのオフ会形式など，様々な形で行っている．

円卓形式の際には終了後のアンケートを実施しており，うち数回は，参加者自身の所感に基づく参加前後のカフェテーマに関する興味・関心度を評価してもらっており，今回はそれらのデータを取り上げる．

2.1 円卓形式カフェの流れ

円卓形式の場合は概ね以下の方法にて開催している．

- １名または若干名のゲスト（話題提供者）．ゲストは研究者や科学者などの専門家が中心．
- １名ないし若干名のファシリテータを置く．
- 市民参加者は概ね 10 名前後．
- 所要時間は 90～120 分程度．
- オープニングで参加者・ゲストの簡単な自己紹介や近況を全員話す．
- 本編は概ね前半・後半に分け，間に休憩をはさむ．
- 本編中は，参加者が自由に質問やコメントを挟むことが可能であり，話が拡散したり脱線したりすることをある程度は許容する．
- クロージングでアンケート記入や次回予告等が行われる．
- らいおんカフェでは，参加機関の一つである宇都宮市立東図書館の協力により，テーマ関連書籍の閲覧・貸出を行うことがあり，休憩時や開催前後に自由に閲覧・貸出を行う．

2.2 アンケート実施回の内容

今回対象となるアンケート実施回の内容は以下の通りである．

- 第 42 回(2016/06)「科学や哲学はなぜ敬遠されるのか!?」
- 第 48 回(2016/12)「トマトカフェ～トマトがもたらす健康への効果～」
- 第 49 回(2017/01)「カードゲームによるサイエンスコミュニケーション」
- 第 50 回(2017/02)「地震みえるカフェ～破壊と摩擦の実験室から～」

2.3 アンケートの概要

該当回でのアンケートでは，以下の内容を記入してもらう．

- 性別，年齢層，職業，カフェ参加回数
- カフェを知ったきっかけ
- カフェ広報内容の一番興味を持った部分
- 終了後，一番印象に残った内容
- 参加して感じたこと（もっと～したい）
- 関連図書について
- 参加前後の興味・関心度（各 0～10 の 11 段階選択）
- 参加前後の参加者自身の変化について
- 今後のカフェへの参加意欲
- その他メッセージ

2.4 興味・関心度の変容

参加前後の興味・関心度の変容について，図 1 に示した．

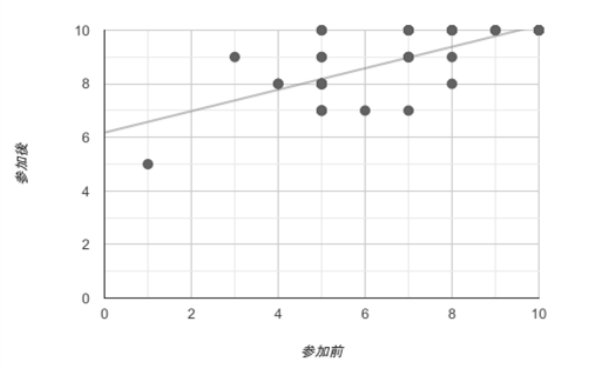


図 1 参加前後の興味・関心度の変容（4 回分）

参加者は事前申込主体となるので、参加前から比較的関心の高い参加者が多く見られるが，多くの参加者の関心が高位へ移動することから，一定の成果を上げられているものと考えられる.

また，各回のテーマに合わせた関連図書の閲覧・貸出を休憩時等に実施したが,「興味ある本があった」「実際に借りてみた」というその場での行動変容があった回答者に絞ると，図 2 のように比較的高関心層に分布集中した．長神(2008)[2]が述べるように，図書館や図書館員などが他のサイエンスコミュニケーターと共に関わることで，社会全体のナレッジマネジメントの一端を担える可能性が示唆されるであろう.

余談になるが，この成果をもとに，第 53 回(2017/05)では，図書館を会場に「サイエンスびぶりおカフェ」を開催した.

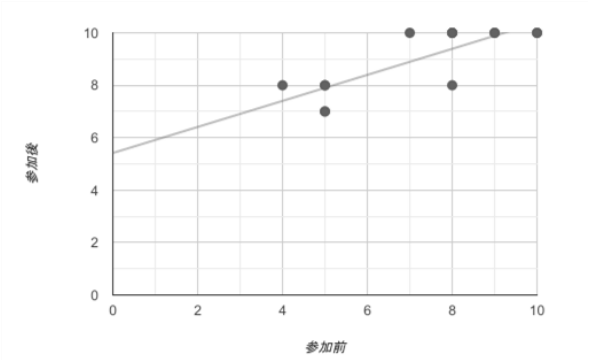


図 2 図 1 より図書行動をした参加者の抽出分

3. サイエンスゲームによる実践

前稿にて，宇都宮大学の学生らの協力の下，サイエンスカフェを企画している旨を記述しており，第 45 回(2016/09)にて開催された．当該回では，帝京大学宇都宮キャンパスのイベント「エンジョイ!カガク!!」内の 1 ブースとして，オープンカフェ形式で実施した.

日本サイエンスコミュニケーション協会サイエンスコミュニケーションツール開発研究会が開発中のカードゲームを試用する形で，里山生物に関するカードゲームを実施した.

参加者の多くが小学生と保護者という点や，オープン形式のために偶然参加する低関心層も存在するという点で，図 3 の通り，通常のカフェとは異なる分布を示した．[3]

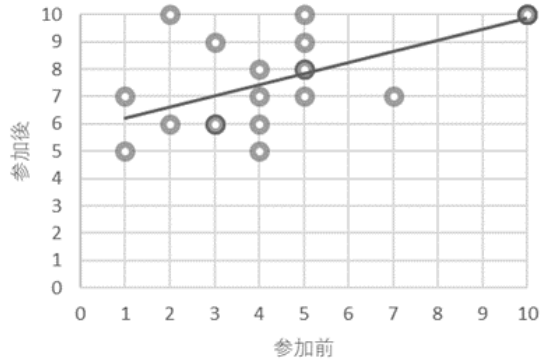


図 3 サイエンスゲーム参加者の興味・関心度の変容

4. 考察

いずれのイベントも，ほとんどの参加者は，主題やテーマタイトル･ゲストなどの事前情報によって，ある程度の興味・関心を持って参加し，参加前よりも高い関心を持ち帰ることが示されている. そこに，図書やゲームなどの副次的なサポートツールが介在することにより，より高い関心変容を示している.

この他にも，明示的ではないが，例えば飲食物に関するカフェなどは，参加者も比較的早く多く集まる傾向が見られている.

このように，サイエンスに関する情報を伝える・受け取る・共有する・共創するといった，協調学習的な側面から SC を見ると，そこにはいわゆる「仕掛け」が必要であり，興味・関心を引き出すための環境をデザインすることが求められる.

更には，イベント外の平常時にも関心を維持し，拡散していくような仕掛けも試みていくことが，SC 活動継続していく意義となり，原動力となっていくであろう.

参考文献

(1) 藤平 昌寿 : “サイエンスコミュニケーションによる科学的関心の変容に関する考察”, 教育システム情報学会第 41 回全国大会発表論文集, pp139-140(2016)
(2) 長神 風二 : “サイエンスコミュニケーションと図書館”, 情報管理, 第 51 巻, 第 5 号, pp321-333(2008)
(3) 藤平 昌寿, 人見 愛, 梅津 輝, 深田 陽平, 飯郷 雅之 : “カードゲームツールによるサイエンスコミュニケーション実践報告”, 第 5 回日本サイエンスコミュニケーション協会年会要旨集, pp5-6(2016-12)