高等教育における効果的なマインドフルネス・トレーニングの研究

A study of effective mindfulness trainings for higher education

山川 修[*1], 伊藤 雅之[*2], 黒田 祐二[*1]
Osamu YAMAKAWA[*1], Masayuki ITO[*2], Yuji KURODA[*1]
[*1] 福井県立大学 学術教養センター
[*1]Center for Arts and Sciences, Fukui Prefectural University
[*2] 愛知学院大学 文学部
[*2]Graduate School of Letters, Aichi Gakuin University
Email: yamakawa@fpu.ac.jp

あらまし:マインドフルネスは医療分野で盛んに利用され始めている瞑想を使った自己コントロール法である．本研究はマインドフルネスを，情動知能を高めるために利用し，その結果，自律的学習者を育てることを目的とするが，その手始めとして，高等教育にマッチしたトレーニング法を試行し，評価まで実施したので，その報告を行う．
キーワード：マインドフルネス，高等教育，

1. はじめに

情動知能とは，知能指数（IQ）に対応して，情動面の知能指数と呼ばれるものであり，Goleman によると次の 5 つの要素から構成される(1)．すなわち，(1)自己認識，(2)自己制御，(3)意欲，(4)共感，(5)社会的能力である．「意欲」はまさに自律的学習者に必要不可欠なものだが，「共感」や「社会的能力」は，Deci & Ryan らによる学習動機づけの理論である自己決定理論(2)により指摘されている，自律的な動機づけのために必要な「肯定的な人間関係」を構築するために必要な能力である．また，「自己認識」や「自己制御」は，学習項目に集中するためには必要であることは想像に難くない．このように，情動知能の要素と自律的学習者が持つべき能力は重なっている部分が多い．この点が，本研究の着想の原点である

マインドフルネスは「事物をあるがままに受け容れ，現在の瞬間に，価値判断を加えずに注意を向けることにより現れる意識（気づき）」のことである(3)．Kabat-Zinn が 1979 年にマサチューセッツ大学医学部にストレス対処を目的としたセンターを開設し，効果をあげたことを端緒に，心身医療の分野で利用されるようになった．現在では，脳科学による解明も進んでおり，マインドフルネス・トレーニングにより，脳の機能が変化することが知られている．MRI を使った研究により，その効果として，(1)注意力の向上，(2)感情制御の改善，(3)自己意識の変容，が起こることが指摘されている(4)．これら効果は，情動知能向上に大きく寄与すると考えられる．それゆえ，マインドフルネス・トレーニングを利用し，情動知能を向上させ，その結果，自律的学習者の育成につなげようというのが，本研究の目標である．

2. マインドフルネスの高等教育への応用

2015 年度後期に開講された選択科目（教養ゼミ，以下ゼミと呼ぶ）において，マインドフルネス・トレーニングを取り入れた授業を実施した．授業は「幸せになろう」というテーマで開講し，Google で開発された Search Inside Yourself というマインドフルネスのプログラム(5)をベースに，各種のトレーニングを自分で試しながら，自分の変化を観察し，かつグループワークを行い，グループ内の他のメンバーの体験や感想ともすり合わせて，自分の幸せを考えようという授業である．このゼミは 28 名の学生が受講し，4 人 1 グループとして，7 つのグループで活動した．ゼミの中で実施したトレーニングは大きく分けて次の５つに分類される．

(1) 注意の向上
　自律訓練法，ヨーガ瞑想，呼吸瞑想
(2) 日常生活に活かす
　マインドフルなリスニング，歩行瞑想
(3) 自己統制
　自己査定のジャーナリング，トリガーへの対処
(4) 自己動機づけ
　理想の未来をみつける，回復力のための瞑想
(5) 対人的技能
　共感的なリスニング，やさしさを増す瞑想

これらトレーニングを実施しながら，半年間の授業の最初（第 1 回測定），中間（第 2 回測定），最後（第 3 回測定）に，オックスフォードの幸福度指標(6)（幸福度）日本語版 Mindful Attention Awareness Scale(7)（MAAS），フレドリクソンによるポジティブ感情とネガティブ感情の比率（P/N 比）(8)，を測定した．

3. 結果

幸福度，MAAS，P/N 比の測定結果を表 1 に示す．

ここで数値は平均であり，括弧の中は，標準偏差を示す．

表１　各指標の測定結果

	第１回測定	第２回測定	第3回測定
幸福度	3.71 (0.31)	3.70 (0.48)	3.74 (0.15)
MAAS	61.1 (10.1)	61.1 (10.9)	60.8 (10.0)
Positivity	4.94 (229)	5.72 (2.50)	5.62 (2.46)
Negativity	4.16 (2.50)	4.06 (2.22)	4.95 (2.63)
P/N 比	1.19	1.41	1.14

また，P/N 比が 1/2 未満の範囲を「領域 1」，1/2 以上１未満の範囲を「領域 2」，１以上２未満の範囲を「領域 3」，2 以上の範囲を「領域 4」と呼び，3 回の測定時に，何人がその領域内に存在したかを示したものが，表２である．

表２　P/N 比の領域ごとの人数の変化

	第１回測定	第２回測定	第３回測定
領域１ (1/2 以下)	2 人	2 人	1 人
領域２ (1/2～1)	12 人	7 人	8 人
領域３ (1～2)	8 人	12 人	13 人
領域４ (2 以上)	6 人	6 人	5 人

最終的に，今回のゼミを受講して，何か変化があったかどうかをレポートに記述してもらった．その結果，自由記述の中で，マインドフルネス・トレーニングの効果とされている，(1)注意力の向上，(2)感情制御の改善，(3)自己意識の変容，に関して触れているものが多数あった．特に，「感情の制御」に関しては，半数以上の学生が，変化があったとしている．また，前述のマインドフルネスの効果としては挙げられていないが，寝つきが良くなったとか，良く寝られるようになったという「睡眠の改善」に関しても，半数以上の学生が報告している．

4.　考察

表１に示したように，質問紙による幸福度，MAAS の測定では，第１回～3回までほとんど変化がない．これは，この測定方法では，今回のトレーニングにより変化する部分は無かったということになる．ポジティブ感情（Positivity）は第 1 回から第 2 回にかけて，ネガティブ感情（Negativity）は第 2 回から第 3 回にかけて変化している（p 値は 0.1 程度）．これは，前半ポジティブ感情を感じやすくなり，後半ネガティブ感情を感じやすくなったことを示している．この結果は，今回のトレーニングメニューと対応しているが，受講している学生は，本ゼミ以外にも多様な活動をしていることを考えると，驚くべき結果である．１回目と 3 回目を比較すると P/N 比の平均は変化してないが，表２に示したように，第１回測定と第 2 回測定の間で，領域２から領域３への移動は観察され，それが第 3 回測定の際まで維持されている．

質問紙による評価では，統計的にハッキリとした効果は出ていないが，自由記述では，期待された効果がみられる学生が多数存在する．特に，感情の制御と睡眠の改善に関しては，半数以上の学生から報告があり，かなりの効果が見られたといっても良いと考える．

5.　今後の課題

一昨年は，マサチューセッツ大学で Kabat-Zinn が開発した MBSR（Mindfulness-Based Stress Reduction）をベースにゼミを行った．昨年はグーグルで開発された SIY をベースに実施した．担当教員としてゼミを運営した感触からすると，MBSR ベースより SIY ベースの方が，学生には取組みやすかったように感じる．今回，定量的にはハッキリとした効果が見られなかったが，定性的には一定の効果が見られた．ただし，今回実施したトレーニングの中でも，学生にとって取組が容易だったものと，そうでないものがあった．今後は，マインドフルネス・トレーニングに敏感な指標を導入し，SIY のトレーニングを精選するなどして，高等教育の中でより効果的なプログラムの開発を行く予定である．

謝辞

本研究は，科学研究費補助金，挑戦的萌芽研究 16K12794 の支援により遂行されている．

参考文献

(1) Goleman, D. “Emotional intelligence”, New York, Bantam, 1995.
(2) Deci,E.L. & Ryan,R . M. “Intrinsic motivation and self-determination in human behavior”, New York , Plenum Publishing Co, 1985.
(3) Roc Kabat-Zinn J, “Wherever you go, there you are: Mindfulness meditation in everyday life”, New York, Hyperion, 1994.
(4) Tang., Y.Y. et. al, Nature Reviews Neuroscience, 16, pp.213–225, 2015.
(5) Tan, C. “Search Inside Yourself”, New York, Harper One, 2012.
(6) Hills,P., & Argyle,M. “The Oxford Happiness Questionnaire: A compact scale for the measurement of psychological well-being.”, Personality and Individual Differences, 33, pp.1073-1082, 2002.
(7) 藤野正寛他，「日本語版 Mindful Attention Awareness Scale の開発および項目反応理論による検討」，パーソナリティ研究，第 24 巻，第 1 号, pp.61-76, 2015.
(8) Fredrickson, B.L., “Positivity”, New York, Three Rivers Press, 2009.

表の読み取り問題を対象とする出題意図を意識させた作問学習

原 一生，仲林 清
千葉工業大学大学院

Learning-by-Problem-Posing for Table Reading Task with Instruction on the Intended Objective of the Task

Itsuki Hara，Kiyoshi Nakabayashi
Graduate School of Chiba Institute of Technology

あらまし：企業の採用選考で用いられる表の読み取り問題を題材として，出題意図を意識させた作問学習を行った．学習者に問題の出題意図を考えさせ，データの関係を論理的に考える能力を見極める問題を作らせることで，表の読み取りにおける論理的思考力の必要性に気付かせる狙いがある．作問後ディスカッションを行い，他学習者の出題意図を知ることで理解を深めさせる．アンケートによって，出題意図に関する意識の変化を調査した．また，作問の際に出題意図を意識せずに単に問題を作成した学習者群と比較することで，出題意図を意識させる効果を調べた．

キーワード 作問学習，出題意図，自他の意見の比較，論理的思考力，表の読み取り

1. はじめに

職場や地域社会において働く上で，論理的思考力が重要視されている(1)．本研究では，就職活動を控える学生を対象に，論理的思考力の重要性について気付きを与える実験を行った．具体的には，就職採用試験 SPI3 における表の読み取り問題を題材として，出題意図を考えながら作問学習を行わせることで，データの関係を論理的に考える必要性について考えさせる．作問後，学習者同士で出題意図について意見を比較させる．本稿では，実験後のアンケートをもとに，出題意図を意識させた作問学習の効果を分析する．

2. 表の読み取り問題の特徴

本研究の作問学習では，就職採用試験 SPI3 における表の読み取り問題を扱う．企業が学生に対して表の読み取り問題を出題する際，縦軸と横軸の意味を正確に理解し，それらの関係を論理的に考える能力を測定していることが考えられる(2)．このような問題の特徴について，作問前の学習者にレクチャーを行い，論理的思考に関する出題意図を意識させるさせる．

3. 実験方法

論理的思考力の重要性について気付きを与えるため，出題意図を意識させた作問学習を行う．出題意図を意識させる効果を調査するため，学習者を二つの群に分けて実験を行った．企業が SPI3 を行う狙いや，レクチャーを実施する実験群と，レクチャーを実施しない統制群の二群である．作問終了後，「なぜそのような問題を作成したのか」というテーマに沿って，それぞれの群でディスカッションを行う．実験終了後，学習前後の意識の変化に焦点を当てたアンケートを行った．

4. 出題意図を意識させた効果について

2016 年 3 月に実験を行った．学習者は理工系の大学 3 年生 9 名である．実験前に学習者を二つの群に分けた．内訳は実験群が 6 名，統制群が 3 名である．

表 1 に，どのような出題意図で作問を行ったかを調査したアンケート結果の要約を示す．

実験群では，5 名の学習者が下線のような論理的思考力を問う問題を作成したのに対し，学習者 C のみが学習時の態度を問う問題を作成した．

一方で，統制群では学習者 H が学習理解を目的に作問

を行ったが，論理的思考の必要性に関する言及は見受けられなかった．また，学習者Gと Iからは，問題を表面的に捉えて作問を行っていることが見受けられた．

実験群で行われたディスカッションでは，全員が出題意図について考えていたため，重要な出題意図は何かという視点でディスカッションの活性化が見受けられた．学習者同士が一つの基準に対して自他の意見を比較し，最終的には学習者 C も論理的思考が重要だと気付きを得る結果となった．

一方で，統制群は出題意図を考えて作問を行わなかったため，作問の質として何が大事かを決めることができず，バラバラな意見を単に言い合うだけでディスカッションが終了した．

表 2 に，自他の意見を比較して気づいたことに関するアンケート結果の要約を示す．実験群では，論理的思考の重要性に気づいた学習者 C の他にも，客観的な評価の大切さや，出題意図のような目的を共有することの大切さを学んだという記述が見られた．

統制群の学習者からも，他者が異なる考えで作問を行っていたことについての記述が見受けられた．しかし，出題意図について考えていないため，一つの基準を決めて他者の意見を評価する記述は見られなかった．

5. 考察と課題

学習者に出題意図を意識させて作問を行わせることで，論理的思考の必要性への気付きや，その後のディスカッションの活性化が確認された．適切な出題意図を考えさせ，それを基準に自他の意見を比較することで，学習内容の理解が深まることが考えられる．

被験者数を増やし，群の人数を同じにして実験を行うことが今後の課題である．また，学習者の作成した問題について形式による分類を行い，実験群と統制群での違いを調べる必要がある．

本研究のフレームワークを別の分野に当てはめることで，作問学習において出題意図を意識させる重要性について検証していく．

参考文献

(1) “経済産業省 社会人基礎力(METI/経済産業省)”，http://www.meti.go.jp/policy/kisoryoku/

(2) “リクルート SPI3 の測定領域” http://www.spi.recruit.co.jp/spi3/measurement.html

表 1　どのような意図で問題を作成したか

実験群	内容の要約
A	文章の意味を明確に理解しているか，問題を解くために必要な物を推測する能力を見極める問題を作成した．
B	表と文章から正確な値を読み取り，どの値を使えばいいのかを見極める問題を作成した
C	書類の作成や確認など，毎日行う必要があったり，面倒な仕事で細かいミスを減らすために，細かい計算を行う問題を作成した
D	与えられた情報から必要な物を取捨選択する問題を作成した
E	現在ある情報を理解し，つなぎ合わせたり，足りないものがあればそれはなにか考えることが必要な問題を作成した．
F	数値を比較し，必要な数値を割り出す問題を作成した．
統制群	内容の要約
G	例題から模倣しやすい問題を作成した．
H	SPI3 を対策するために作成した．
I	難易度の高い問題を作成した．

表 2 自他の意見を比較して気づいたこと

実験群	内容の要約
A	他者が何を意識したのかを推測して取り入れることも重要だと思った．
B	出題意図を考えることで，ディスカッションがやりやすくなった．
C	別の出題意図の重要性への気付きを得た
D	重要かどうかは別として，一つの事柄にも多様な考えがあることがわかった．
E	情報を理解する，選別する等の考え方が多かった点で，論理的思考の重要性が分かった
F	取組の姿勢を測ることは思いつかなかった．多くの選択肢を知るためにディスカッションは有効だと思った．
統制群	内容の要約
G	問題の作成時に単位の変更を加味している人がいて驚いた．
H	人によって工夫する箇所が違い，単純でも味のあるような問題ができていた．
I	例題を模倣して問題を作成している人がいた．

PBL におけるグループ間レビュー方法に関する一考察

A Study of Intergroup Review Methods in Problem Based Learning

金子 豊久，廣瀬 健一，村山 淳，飯田 尚紀，佐藤 清次
Toyohisa KANEKO, Kenichi HIROSE, Jun MURAYAMA, Naoki IIDA, Kiyotsugu SATO
産業技術短期大学
College of Industrial Technology
Email: kaneko@cit.sangitan.ac.jp

あらまし：情報処理教育において問題解決能力の育成は重要課題の 1 つであり，産業技術短期大学情報処理工学科では，学生のプログラミング開発能力の向上を目指して，PBL(Problem Based Learning)教育を導入している．本稿では，Windows アプリケーションの開発を目的としたプログラミング実習においてグループ間レビューを強化した教育方法による PBL を実践し，学生アンケートからその教育効果について考察した．その結果，学生に問題解決意欲の向上とプログラミングにおけるグループワークの重要性を実感させることができた．

キーワード：問題解決学習，グループ学習，PBL，プログラミング教育

1. はじめに

問題解決能力の育成は情報処理教育における重要課題の 1 つとされる．産業技術短期大学情報処理工学科では，自ら考え，問題解決できるソフトウェアエンジニアの育成を教育目標に，Problem Based Learning (以下，PBL と略記)型のプログラミング教育を実践してきた(1)．

ソフトウェア開発手法として，エクストリームプログラミングの中でもペアプログラミングにおいてグループディスカッションを通して問題解決をはかる開発手法が確立している(2)．また，グループ学習によるソフトウェア開発を目指したプログラミング教育において，グループ内での相互の教えあいを促進し，特に設計段階のフローチャートについて，学生同士によるピア・問題レビューを取り入れることで課題達成度が高くなることが報告されている(3)．

そこで，筆者らは，学生のソフトウェア開発能力の更なる向上を目指し，「Windows アプリケーションソフトウェアの開発を目的とした Visual Basic を用いたプログラミング実習」(以下, VB 実習と略す) において PBL を実践した．そこでは，より実践的なプログラミング開発を学生に経験してもらうとともに，問題解決型学習及びグループ学習を意識づけるために，グループ内だけではなく，グループ間でのレビューを強化した PBL を実践した．本稿では，その教育方法を紹介するとともに，その教育効果について考察する．

2. グループ間レビューを強化した PBL

2 年次前期の「情報処理実験 I 」は週 1 回 90 分 3 コマで授業を実施している．そこでの実験テーマの 1 つとして，VB 実習を授業 4 回で実施した．

本実習では，まず始めに実習テーマのガイダンスの後に， Visual Basic のプログラミング練習として，学生各自がテキストに従ってサンプルプログラムを作成し，Windows のフォームアプリケーションの作成手順を学習する．そして，学習後に 2〜3 人のグループに分かれ，Windows アプリケーションソフトウェア開発の PBL 実習に取り組む. 開発するアプリケーションソフトウェアの対象をゲームとし，内容は自由であるが，3 種類以上のコントロールを使用することなど，いくつかの制約条件を設定した．

PBL によるソフトウェア開発の手順は，次の 5 つのフェーズからなる．

1) 要件定義 : 設定された条件を満たすように，作成目標及びシステムの要求仕様をまとめる．
2) 設計：処理概要，外部設計及び内部設計を行う．
3) プログラミング : 設計結果を基に，フォームデザイン，コーディングを行う．
4) テスト : 部分テストや全体テストを行い，開発上の問題点を抽出する．
5) 見直し：テスト結果を基に問題分析し，1)〜3)の仕様，設計，プログラミングの見直しと修正を繰り返す．

それぞれのフェーズで，学生はグループでディスカッションを行い，作業を進めていく．実習成果のアウトプットは，各グループの作業経過をまとめた成果発表及びレポートという形態で実施した．

ここでは，プログラムの設計・開発における PDCA(Plan-Do–Check-Action)サイクルを活発化させるとともに，学生にグループワークの重要性を実感させるために, 各グループ単位での作業だけでなく，作業段階に応じて複数グループ単位で，設計段階でのミニ発表とブレインストーミングや実行テスト段階における問題分析などの，グループ間レビューを取り入れて PBL を実施した．ここでのグループ間レビューとは，ソフトウェアの設計内容及びソースコードを含めた成果物を対象としてグループ間でプレゼンテーションの後に意見交換を行い，グループ間で相互に問題点を発見し指摘するものである．

表 1 授業計画

授業	第1回	第2回	第3回	第4回
1コマ	ガイダンスと VB実習説明	**グループ間レビュー 設計段階の発表とブレインストーミング**	VBプログラミングと全体テスト	**グループ間レビュー（成果発表） 開発成果と作業経過に関する発表**
2コマ	VB練習課題	VBプログラミング	**グループ間レビュー 実行テストと問題分析**	
3コマ	要件定義と設計			実習成果のまとめとレポートの作成
時間外	設計段階における発表資料の作成	VBプログラミングと部分テスト	プログラムの完成と作業経過のまとめ	レポートの作成と提出

本実習の授業計画を表 1 に示す．本実習では，学生の予復習を促すべく，各自の作業は授業時間外に行うように設定し，授業時間の大部分をグループワークに充てた．ここでは，表 1 の網掛け部分に示すように，成果発表を含めグループ間レビューを 3 回実施した．グループ間レビューでは，ディスカッションだけでなく，評価シートを用いてアンケート形式の相互評価も行った．また，学生のグループディスカッションを効果的に促進するために，表 1 の太枠部分に示す各グループでの要件定義と設計や作成途中のグループ間レビューにおいて，ホワイトボードを活用し，情報を整理するように指導した．

3. アンケート結果及び考察

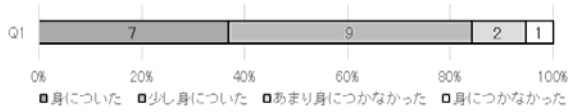
本実習での PBL は，履修学生 19 名を対象に 1 グループ 2～3 人の 7 グループで実践した．PBL の効果を検証するために，実習終了後に学生にアンケートを実施した．アンケートは選択式と自由記述式で行った．表 2 に選択式アンケートの設問の一部を，図 1 にその結果を示す．ここで，PBL での問題解決能力の向上(Q1)，グループワークの取り組み(Q2)と重要性(Q3)，グループ間レビューの効果(Q4～Q7)，ホワイトボードの活用(Q8～Q10)について，学生に評価させた．その結果，PBL を通して問題解決に関する学生の能力向上だけでなく，学生にグループワークの重要性を実感させることができた．グループ間レビューやホワイトボードの活用等でも全般的に肯定的な評価が得られ．自由記述でも，グループでの取り組みについての肯定的な記述が多く得られた．このことから，学生は自ら問題設定し，解決していく中で，意見交換等のグループワークの重要性を強く認識するとともに，粘り強く問題解決に取り組む等の学びのきっかけが与えられたと考える．

4. おわりに

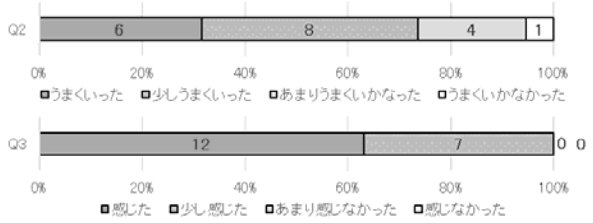
本稿では，アプリケーションソフトウェアの開発を目的としたプログラミング実習において，グループ間レビューを強化した PBL を実践し，学生への教育効果をアンケート調査により確認した．その結果，学生がプログラミングにおけるグループワークの重要性を実感するとともに，グループ間レビューの有効性が確認できた．今後は，他の実学実践型科目にも今回の PBL 方法を適用させていく予定である．

表 2 アンケートの設問（選択式）

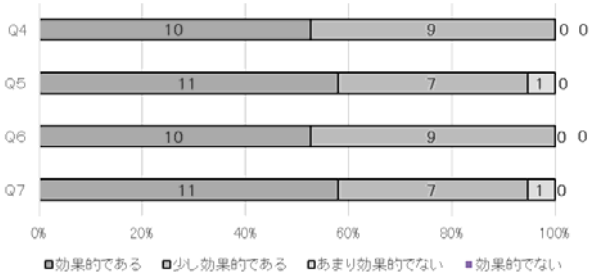
	選択式の設問
Q1	あなたは問題解決能力が身についたと思いますか？
Q2	グループワークはうまくいきましたか？
Q3	プログラミングにおけるグループワークの重要性を感じましたか？
Q4	要件定義と設計に対する「ミニ発表によるブレインストーミング」は効果的でしたか？
Q5	作成途中で行った「実行テストと問題分析」は効果的でしたか？
Q6	自分たちの成果を発表することは、問題解決能力を高める上で、効果的でしたか？
Q7	他のグループの成果発表を聞くことは、自己の能力向上に効果的でしたか？
Q8	自分たちのグループの要件定義と設計でホワイトボードはうまく活用できましたか？
Q9	「ミニ発表によるブレインストーミング」でホワイトボードはうまく活用できましたか？
Q10	「実行テストと問題分析」でホワイトボードはうまく活用できましたか？



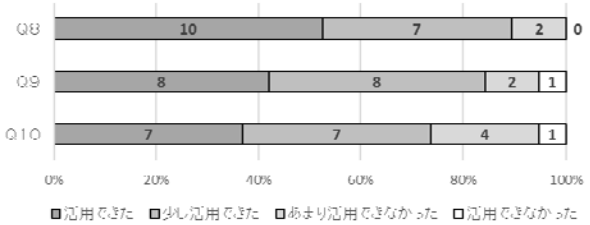
(a) 学生の自己評価



(b) グループワークの取り組み



(c) グループ間レビューの効果



(d) ホワイトボードの活用

図 1　PBL に関するアンケート結果

参考文献

(1) 金子豊久，廣瀬健一，村山淳，飯田尚紀，佐藤清次: “アプリケーションソフトウェア作成における PBL に関する一考察”，日本教育工学会第 30 回全国大会, P3a-1C-04, pp.843-844（2014）
(2) 鷲崎弘宜: “エクストリームプログラミングがもたらすアジャイルなソフトウェア開発”,電子情報通信学会誌,Vol.90,No.12,pp.1082-1085（2007）
(3) 生田目康子: “ピア・レビューをともなうグループ学習の評価－一斉型プログラミング授業への適用”,情報処理学会論文誌,Vol.45,No.9,pp.2226-2235（2004）

過去問題をリソースとした知識ベース自動構築手法の提案
A Proposal of Method for Automatic Construction of Knowledge Base by Using Resource of Past Exam Question

福坂祥基[†1]　高木正則[†1]　山田敬三[†1]　佐々木淳[†1]
SHOKI FUKUSAKA[†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研究科
[*1] Graduate School of Software and Information Science, Iwate Prefectural University
Email: g231o026@s.iwate-pu.ac.jp

あらまし：教育現場では多様な演習問題が不足しており，演習問題を自動生成する研究が多数存在する．しかし，問題作成者は問題生成の際に事前準備作業が求められ，作問者にかかる負担は未だ大きい．これに対し先行研究では，過去問題をリソースとし，問題自動生成のための知識ベース自動構築手法を提案したが，対象となる出題形式が限定されていた．本稿では，先行研究の自動構築手法における過去問題の出題形式の拡大を目的に，画像を利用する出題形式や穴埋めの出題形式を含む 7 種類の出題形式の知識抽出を可能とする手法と自動構築機能を提案する．
キーワード：問題自動生成，知識ベース，過去問題

1. はじめに

近年，TOEIC や情報処理技術者試験など様々な検定試験が行われている．これらの検定試験では，出題する問題の作成に多くの負担がかかっている．一方で，教育現場で必要となる多様な演習問題が不足していることに対し，演習問題を自動生成する研究が多数存在する[(1)(2)]．しかし，問題を生成するためのリソース情報に XML のタグを付与することや，出題する知識のカテゴリに対応した語尾を定義するなど，問題生成の事前準備に何らかの作業が必要であり，作問者にかかる負担は未だ大きい．これに対し古舘ら[(3)]は，過去問題をリソースとした問題自動生成用の知識ベースを定義し，この知識ベースを自動構築する手法を提案した．古舘らの手法により，問題自動生成のための事前準備に生じる負担を軽減した問題の自動生成が期待される．しかし，知識の抽出可能な過去問題の形式に制限があり，画像を用いる形式の問題や穴埋め形式の問題は抽出の対象外となっていた．本稿では，これまで対象外とされてきた出題形式から知識の抽出が可能な知識ベースの構造と自動構築の手法を提案する．

2. 知識ベースの概要

2.1 知識ベースの構成要素

本研究で提案する知識ベースは，古舘らによる知識ベースのものを参考に定義し，「対象知識」「カテゴリ」「プロパティ」「オブジェクト」の 4 つの構成要素から構成される．「対象知識」は，問題で問われている，または解決の中心となる知識を指す．具体的には，対象領域の盛岡に存在する施設名や地域名など盛岡独自の専門用語，または人名や氏族の名前などになることが多い．「カテゴリ」はこの「対象知識」の上位概念として位置付ける．例えば，「盛岡劇場」が対象知識の場合，カテゴリは「劇場」に分類される．「プロパティ」は，「対象知識」を説明する情報である．「オブジェクト」は，「プロパティ」が指し示す実際の値となる．

2.2 抽出対象となる過去問題

古舘らが定義した知識ベースでは，岩手県盛岡市のご当地検定試験である「盛岡もの識り検定（以下もりけん）」の過去問題からの知識を抽出対象とした．本研究においてももりけんを対象に検討したあと，その他の検定試験への応用可能性を検討する．もりけんでは，1 級から 3 級まで存在しており，主に，多肢選択形式と一問一答形式の二種類の問題が出題されている．しかし，知識を抽出する際は，一問一答形式問題と多肢選択形式問題ともに問題文と解答から知識を抽出し，多肢選択形式問題の誤答選択肢は知識抽出の対象外としている．また，古舘らはこれらの中でも以下の出題形式を抽出の対象外としてきた．

- 提示した画像に適した単語，または問題文の条件に適合する画像を選択する形式
- 問題文に含まれる伏せ字に当たる文字を選択，または記入する形式（穴埋め問題）

本稿ではこの 2 つの出題形式から知識ベースの自動構築が可能な手法を提案する．

3. 知識ベース自動構築の手法

本研究では，画像利用問題と穴埋め問題を 7 つの形式に判別したあと，判別された形式に応じて対象知識の出現箇所を割り出して対象知識を抽出する．

3.1 画像利用問題と穴埋め問題の形式自動判別

平成22年度から27年度のもりけんの過去問題（合計 1500 問）に含まれる出題形式を分析した．分析結果を表 1 に示す．分析の結果，画像を用いる問題と穴埋め問題は 7 つの形式に分類された．また，各形式と対象知識の出現箇所を分析し，対象知識の出現箇所の自動決定方法を検討した．出題形式と対象知識と出現箇所の自動決定手順を図 1 示す．

表 1 画像を用いる問題及び穴埋め問題の形式

No	形式	問題数
1	問題文の伏せ字に当てはまる単語や文字を選択，または記述する形式	20
2	地図で指定された箇所の中から，問題文の条件に適合するものを選択する形式	4
3	地図で指定した箇所にある物の名称を選択する形式	7
4	問題文で挙げた条件に一致する画像を選択する形式	3
5	写真（または絵）に含まれる物の名称を選択，または記入する形式	15
6	写真（または絵）に含まれる物に関連する単語を記入または選択する形式	9
7	写真（または絵）に含まれる物の用途や状態を選択する形式	3

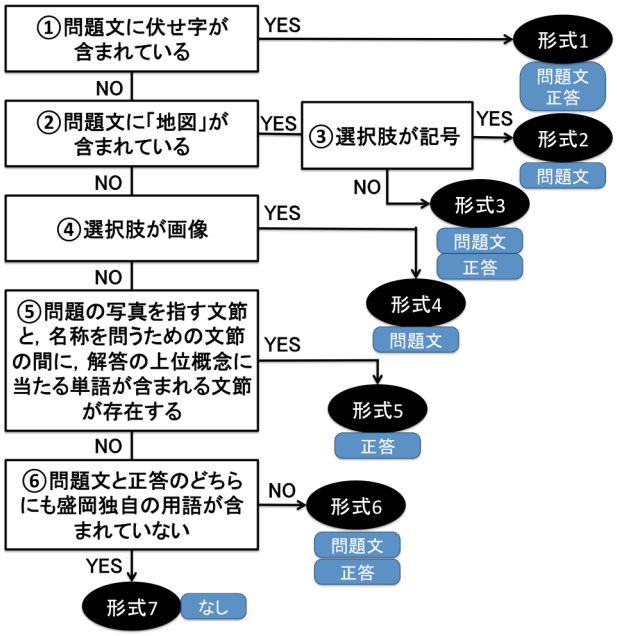


図 1 出題形式の判別と対象知識の出現箇所の決定手順

3.2 構成要素の自動抽出

知識ベースの構成要素は図 1 の「対象知識」の出現箇所の特定後に抽出する．「カテゴリ」の決定は古舘らによる手法同様，日本語 Wikipedia オントロジー（JWO：Japanese Wikipedia Ontology）[(4)]を利用して行う．

形式 1 では，対象知識となり得る専門用語の中に伏せ字が挿入されている可能性がある．そのため，問題文の伏せ字に正答を挿入した文章から対象知識を抽出する．プロパティとオブジェクトは，それぞれ問題文と正答から抽出する．

形式 2 は，問題文中に「地図」が含まれ，尚且つ選択肢がアルファベットのような記号のみであれば分類される．そのため，対象知識は問題文から抽出し，プロパティ，オブジェクトはそれぞれ地図情報（画像）が含まれた問題文と正答から抽出する．

形式 3 は，問題文に「地図」が含まれるが，選択肢が記号ではなく用語であれば分類される．要素の抽出では，対象知識は問題文と正答の両方を対象に抽出し，プロパティとオブジェクトは形式 2 と同様に抽出する．

形式 4 は，問題の選択肢が画像であれば分類されるため，問題文から対象知識を抽出し，オブジェクトを正答の写真から抽出する．また，プロパティは自動的に「写真」とする．

形式 5 には，「この写真の」のような問題で上げた写真を指す文節と，「の名前は何ですか」のように名称を問うための文節が存在する．これらの文節の間に正答の上位概念となり得る名詞が存在する場合，写真に含まれている物の名称が問われていると判断する．この形式では，正答から対象知識の抽出を行い，オブジェクトとプロパティの抽出は形式 4 と同様に行う．

形式 1～5 以外の問題を形式 6，7 とし，この中でも問題文と正答のどちらにも独自用語（岩手や盛岡が含まれる複合名詞，人物名，建築物名など）が含まれていないものを形式 7 として決定する．形式 7 は，知識ベースを構築する上で情報が少ないと判断し，本稿では抽出の対象外とした．形式 6 では，問題文と正答から対象知識を抽出する．それぞれ写真情報（画像）が含まれた問題文と正答から抽出する．

4. まとめと今後の課題

本稿では，先行研究による知識ベース自動構築機能において，これまで抽出の対象外とされてきた問題の形式の内，画像を用いる問題と穴埋め問題の形式から知識の抽出が可能になる手法を新たに提案した．今後は，本提案による自動構築機能を開発し，これを情報源として自動生成した問題を評価することで，本知識ベースの妥当性を検証する．

謝辞

本研究に協力して頂いた盛岡商工会議所ともりけん作問委員会の皆様に感謝を申し上げます．

参考文献

(1) 菅沼明，峯恒憲，正代隆義:“学生の理解度と問題の難易度を動的に評価する練習問題自動生成システム”，情報処理学会論文誌, Vol.46, No.7, p. 1810-1818 (2005)
(2) 田村吉宏，山内崇資，林佑樹，中野有紀子:“Wikipedia を用いた質問応答と多肢選択問題による歴史学習”，人工知能学会全国大会論文集，29th, ROMBUNNO.1N2-2，2015
(3) 古舘昌伸，高木正則，高木輝彦:“試験問題の自動生成を可能とする知識ベース自動構築手法の提案と評価”，研究報告コンピュータと教育（2015）
(4) 玉川奨，香川宏介，森田武史，山口高平:“日本語 Wikipedia オントロジーの構築と利用”，人工知能学会 第 29 回セマンティック ウェブとオントロジー研究会 (2013)

学習者間の情報共有を促す Moodle アドオン「SharedPanel」の形成的評価

Formative Evaluation of a Moodle Add-on “SharedPanel” Designed for Mutual Resource Sharing among Learners

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] 熊本大学大学院教授システム学専攻
[*1] Graduate School of Instructional Systems, Kumamoto University
Email: cnagaoka@kumamoto-u.ac.jp

あらまし: 本研究では, Facebook や Twitter で投稿された情報，メールで特定アドレスに送信された情報，Evernote で作成され，メール送信された情報を，LMS である Moodle に集約・保存でき，それらの情報を一覧表示する Moodle アドオン「SharedPanel」をフィールド実習で実際に用いて，形成的評価を行った．本システムを利用することで，学習者はフィールド実習や授業時間外での学習活動時などでもスマートフォンなどで外部サービスツールのいずれかを使用できれば，Moodle 上に情報を集約することが可能となる．形成的評価の結果，ユーザーは実際に情報入力と共有を行い，ユーザーの主観的な意見において有効性についての肯定的意見が得られた．
キーワード：フィールド実習，ICT ツール，SNS，LMS，情報共有

1. はじめに

LMS を利用することでオンライン上での課題提出や履修者の管理, 情報の共有や学習者同士のディスカッションが可能となり，教員の事務的作業の負担を減らし，学習者同士の交流を支援することができる．LMS を利用することで, 大学のクラスなど同じテーマを学ぶ学習コミュニティ内で各学習者が知っている（調査した）情報や意見などを共有することも可能である．その成果として，従来の講義型の授業での情報共有に比べて, 各学習者が得られる情報量の増加･多様化が期待されている. しかしながら, LMS と SNS の教育利用に対する教員･学習者の意識調査では，LMS の長所として「Organization of educational process（教育プロセスの明確化）」が可能である点が挙げられた一方，短所として「Unfriendly interface（使いにくいインターフェース）」が教員・学生の双方から挙げられていた[1].

そこで，著者らはこの LMS の短所である「インターフェースがユーザーフレンドリーではなく使いにくい」という点を学習者が日常的に使用しているツールで補完する機能を開発した．具体的には，Twitter または Facebook で投稿された情報，メールで送信された情報，そして Evernote で作成された情報を，LMS である Moodle の活動モジュール上に, 他の学習者が入力した情報も含めて一覧表示し，同時にその情報を Moodle に保存するアドオン「SharedPanel」を試作した[2][3]. 本システムを利用することで, 学習者は常用している外部サービスツールで情報の入力ができる. その結果, LMS にアクセス・ログインした上で掲示板に直接入力する場合よりも, 心理的な障壁やユーザーインターフェースの違いによる戸惑いなどが緩和され, 情報の共有が促進されることが期待できる．本研究では，大学の一般教養科目で本システムを利用し，ユーザビリティなどについての形成的評価のためのアンケート調査を行い，本システムの改善案を提示した．

2. 「SharedPanel」の形成的評価

2.1 形成的評価の概要

本研究では「SharedPanel」の実用に向けて，一般教養科目のフィールド実習で本システムを利用し, 本システムのユーザビリティを改善するための形成的評価としてアンケート調査を行った．実習は熊本大学の一般教養科目「減災型地域社会づくり」の一環として，1 泊 2 日の合宿形式で行われた．スケジュールと「SharedPanel」の利用方法は表 1 の通りである．

表 1：実習スケジュールと「SharedPanel」の利用方法

実習スケジュール	SharedPanel の利用方法
1 日目 熊本県天草地区で過去に災害が発生した場所などを訪れるフィールド実習.	学生は自身のスマートフォンを利用して，現場で気づいたことについて，最も利用しやすいと感じているツールで写真とコメントを入力（投稿・送信）する.
1 日目夜から 2 日目午前 フィールド実習で得た情報を元に，熊本県天草地区で想定される災害についてグループで話し合い，ポスターを作成する.	一つのタブレットで Moodle 上の SharedPanel の画面を確認し，同じグループの他の学習者がどのような写真・情報を投稿しているのか確認する．また，その中でポスターの作成で利用できそうな写真を探し，印刷する.

2.2 形成的評価への協力者と方法

形成的評価への協力者（以下，協力者）は，科目を履修している熊本大学の学部生 10 名（18 歳～21 歳，男性８名，女性２名）で，２グループに分かれていた．まず，フィールド実習の開始前に，協力者に対して書面にて「SharedPanel」の使い方，フィールド実習時に各協力者が所有しているスマートフォンで写真を撮影してもらい, 撮影した写真にコメントをつけて，Facebook，Twitter，メール，Evernote の内,「自分が最も利用しやすいと感じている外部サービスツール」で情報を入力（投稿・送信）するように説明した．また，フィールド実習後，各グループに iPad などの大型のタブレットを渡し,「SharedPanel」上で入力（投稿・送信）された情報を一覧で確認できるようにし, 話し合いの際に利用してもらった. 話し合いの終了後，各協力者に対してアンケート調査を行った. アンケート調査の質問は下記の通りである.

質問 1：下記のツールのうち，今回利用したツールにチェ

ックを入れ，それぞれ何回利用したのか記入してください．
Facebook，Twitter，メール，Evernote
質問２：日常的にどのようなツールを利用していますか．該当するものにチェックを入れてください．
Facebook，メール，Twitter，Evernote，Pinterest，Instagram，LINE，Vine，Mixi，GREE，その他
質問３：このシステムを利用して，使いにくいと感じた点を教えてください．
質問４：このシステムを利用して良かったと感じた点を教えてください．
質問５：今回利用したシステムを大学の講義で利用する場合，どのような講義でどのように利用できそうですか．

2.3 結果

質問 1 の回答では，Twitter やメールを利用した学生はいたが，Facebook や Evernote を利用した学生はいなかった．Twitter は１回のみ投稿した学生が１名，２回投稿した学生が２名であったのに対し，メールは１回のみ投稿した学生が３名，４回以上投稿した学生が２名であった．質問２に対しては，Facebook，メール，Twitter，Instagram，LINE を利用している学生はいたが，Evernote，Pinterest，Vine，Mixi，GREE を利用している学生はいなかった．学生が利用している外部サービスツールの内，LINE はアンケート調査を行った学習者全員が利用していた．メール，Twitter は７名以上が利用しており，Facebook は３名が利用していた．質問３，４，５に対する回答は表２の通りである．

2.4 考察

本アンケート調査で明らかになった問題点として，（１）利用時の通信環境（２）連携させる外部サービスツールの種類があげられる．一つ目の「利用時の通信環境」に関しては，今回のフィールド実習は熊本県天草地区の離島で行われため，通信環境を維持することが困難であった．「SharedPanel」は，外部サービスツールを情報入力の媒介として活用するため，通信環境が問題となって外部サービスツールそのものが利用できなければ，その長所を十分に活かすことができない．したがって通信環境が不十分な場所でもこのシステムを活用できるようにするための解決策として， Facebook のオフライン投稿機能（ネットワークがつながっていない状態でも投稿できる機能）やオフラインでも Twitter に投稿できるアプリケーションなど，オフラインでも利用する方法について事前に学生に指導することで，この問題は解消可能である．

２つ目の問題点として，連携させる外部サービスツールの種類があげられる．現在，入力する外部サービスツールとして Facebook，Twitter，メール，Evernote を準備しているが，今後，実践の都度，協力者がどのような外部サービスツールを利用しているのか事前に調査を行い，利用者の多い外部サービスツールを優先的に連携させた上で実践を行いたい．

3. おわりに

「SharedPanel」は，学習コミュニティ間の情報共有を促すために，学習者が日常的に利用しており，インターフェースが情報の入力に適している Twitter, Facebook，メール，Evernote で入力（投稿・送信）した情報を自動で収集し，LMS 上に一覧表示できるシステムである．本研究では，本システムのユーザビリティを改善するための形成的評価として，実際にフィールド演習で学生に利用してもらい，アンケート調査を行った結果，（１）利用時の通信環境（２）連携させる外部サービスツールの種類に関連する問題点が明らかになった．今後はシステムの改良と連携させる外部サービスツールの多様化と多様な学習活動における活用可能性を検討し，システムの改良ならびにその活用例の提示を行っていきたい．

参考文献

[1] Feshchenko, A.， Mozhaeva, G.， Kulikov, I.,& Zilberman, N.:Prospects for the Development of E-learning Technologies, CSEDU 2015, Portugal （2015）
[2]長岡 千香子，丹羽 優，平岡 斉士，喜多 敏博：学外 SNS で投稿された情報を収集・共有する Moodle アドオンの試作，情報処理学会「教育学習支援情報システム（CLE）研究会」(2015)
[3] 長岡 千香子，平岡 斉士，喜多 敏博：教室外における学びを LMS に集約する機能の開発－Moodle アドオン「SharedPanel」－．第 40 回教育システム情報学会全国大会発表論文集，43-44（2015）

表２：「SharedPanel」の使いにくい点（質問３），良かった点（質問４），考えられる用途（質問５）に対する回答例

質問３：このシステムを利用して，使いにくいと感じた点を教えてください．		
カテゴリ	人数	記述例
電波の問題	５名	電波がよいところでないと利用できないので，今回の天草青年の家などの電波がつながりにくいところでは，少し不便なのかなと感じました．
ツールでの入力の問題	２名	日常的にスマホや電子機器に慣れておらず，SNS を利用していない利用者にはうまく使いこなせないだろうと感じた．
画面の問題	１名	１つのパソコンを全員で見ていたので，見にくかった．
質問４：このシステムを利用して良かったと感じた点を教えてください		
カテゴリ	人数	記述例
データが一覧できる点	８名	複数人が撮った写真を１つのタブレットで選べるのは楽でわかりやすかった．
ツールの多様性	４名	様々な SNS を通して投稿できる点は利用しやすいと感じた．
その他	１名	自分の思ったことを他の人と共有できる点
質問５：今回利用したシステムを大学の講義で利用する場合，どのような講義でどのように利用できそうですか		
カテゴリ	人数	記述例
フィールド実習	４名	今回のようなフィールド実習演習や写真を班員で共有したい時に利用できそう．
グループワーク	３名	大きな教室でいくつかのグループで話し合いをしたりするとき，それぞれの意見を集めるのが簡単になりそうです．
講義での質問	１名	例えば，講義の終わりに受講生から質問を募り，次講義で良い質問への回答を行う．といった形式の講義があるが，SharedPanel を用いることで，質問を送ることも容易となり，良い質問のピックアップやまとめも楽になる．

ハイライティングを活用した 英語リーディング授業向け CMC システム iBELLEs の開発

iBELLEs: a CMC System for English Reading Classes with the Highlight Function

田中 省作[*1], 宮崎 佳典[*2], 坂本 泰伸[*3], 日野 友貴[*4], 岡田 毅[*5]
Shosaku TANAKA[*1], Yoshinori MIYAZAKI[*2], Yasunobu SAKAMOTO[*3], Yuki HINO[*4], Takeshi OKADA[*5]
[*1] 立命館大学文学部
[*1] College of Letters, Ritsumeikan University
[*2] 静岡大学大学院情報学領域
[*2] College of Informatics, Shizuoka University
[*3] 東北学院大学教養学部
[*3] Faculty of Liberal Arts, Tohoku Gakuin University
[*4] 東北学院大学教養学部（2016 年 3 月卒業）
[*4] Faculty of Liberal Arts, Tohoku Gakuin University (graduated in March 2016)
[*5] 東北大学大学院国際文化研究科
[*5] Graduate School of International Cultural Studies, Tohoku University

Email: sho@lt.ritsumei.ac.jp

あらまし：教員・受講生が，英語リーディング授業の教材にハイライティング（色付け）を施すことができる e ラーニング・システム iBELLEs の概要と，授業実践事例を報告する．この iBELLEs は，授業の場で教員のインストラクションに基づき，受講生にハイライティングを施させ，集計し，迅速に受講生の状況を把握するような CMC システムとしても活用される．教員は，このようなことを通して，授業を動的に再設計でき，より受講生の学習・理解状況に即した授業展開が可能となる．
キーワード：英語リーディング，CMC，ハイライティング，学習・理解状況

1. はじめに

近年，授業環境の ICT 化に伴い，受講生の学習進捗や理解状況を考慮しつつ，授業設計・運営することが期待されている．現在，我々は，大学での英語リーディング授業を想定し，教員・受講生が教材にハイライティング（色付け）を施すことで，従来にはない多様な授業設計・運営を可能とする e ラーニング・システム iBELLEs (interactive Blended English Language Learning Enhancement system) の開発を進めている．ハイライティングは，教材に対する重要な注釈付与や，学習者が付す自律的な情報付与を促すだけではなく，受講者の学習・理解状況の即時の把握と，それに基づいた動的な授業運営を可能とする．本発表では iBELLEs の，特に CMC システムとしての特性に焦点を当て，その有意性を示す．

2. 一斉授業の現状と問題

規模の大きい一斉授業では，どうしても教員と受講生との対話・コミュニケーションが少なくなり，教員から受講生への一方的な形式となりやすい．その結果，受講生の学習・理解状況の把握が難しくなる[(1,3)]．そこで近年，クリッカーやコミュニケーション・ペーパなど，さまざまな手立てが試みられている．しかし，コミュニケーション・ペーパでは即時性が低く，クリッカーでは予め想定された離散した情報になりがちである．また，「理解したか」といった類の問いかけでは，受講者自身の内省に頼る情報となり，客観性の点で問題が残される．

iBELLEs は，主として英語リーディング授業に利用することを念頭に設計されたもので，次節で詳説するように，教員・受講生がリーディング教材に単語単位で適宜，ハイライティングを施すことができる．それらを集計・可視化・蓄積等することで，これらの問題の解決を図る．

3. iBELLEs の概要

本節では，iBELLEs の，特にハイライティングにかかわる機能を中心に述べる．紙面の関係上，趣旨・内部設計については適宜，割愛した．詳細は文献[(2,4)]を参照されたい．

(1) テキスト形式の教材の蓄積とハイライティング

教員はテキスト・ファイルを教材コンテンツとして蓄積する．システムに蓄積された教材に，教員はハイライティングや注釈を付することができる．ハイライティングの色は 3 色から選択することができ，重複部分は実際に色が重ね合わされ，それがわかるよう表示される（同色でも色合いが濃くなり，重複部分と判断できる）．たとえば，パッセージの重要語

彙やトピックセンテンスをハイライトし，そのなかの難語を別色とし目立たせ，注釈等を付すようなことができる（図 1）.

(2) 受講生によるハイライティング

教員によって許可された教材には，受講生もハイライティングを施すことができる．受講生は，授業内の教員のインストラクションに基づいてハイライティングを施すこともあれば，自発的に行うこともある．ハイライティングの情報は受講者ごとに記録される.

(3) ハイライティング情報の一括集計

受講生が施したハイライティングに関する情報を，瞬時に集計し，図表化するなどして，確認し，必要に応じて受講生に提示することもできる（図 2）．このようにして，受講生が多数であってもハイライティングの基本的傾向を把握でき，授業の動的設計や，迅速なフィードバックが可能となる．また，これらの情報は，受講生ごとに記録されているので，授業後，あらためて分析し，受講生ごとの学習診断などに活用することもできる.

(4) 教材に対する諸情報の付与と制御

ハイライティングによる教材内の局所的な情報のみならず，文章の読みやすさ，といった教材全体にかかわる情報も付される．その結果，受講生の状況に応じて提供する教材を制御できる.

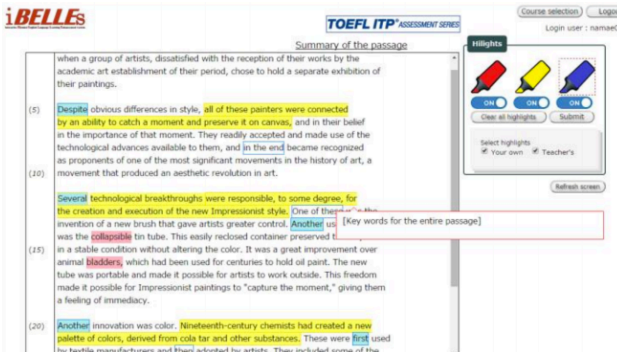


図 1 iBELLEs のハイライティング

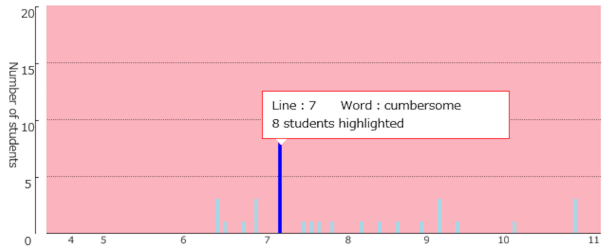


図 2 ハイライティングの集計情報

4. 実践

4.1 授業での活用事例

2015 年度東北大学における，TOEFL 対策も勘案した英語リーディング授業で，本システムを活用した．なお，教材は ETS との特別な契約に基づいた，“TOEFL ITP Assessment Series”のリーディング・セクションを電子化した真正教材である.

ある授業で，教員は使用する教材の「語彙の難度は低い」と推測し，「キーワードとトピックセンテンスを素早く正確につかむ能力の確認と指導」と「そのための談話標識認定能力の確認」のために，事前にハイライトおよび注釈を付していた．受講生には，教材の設問に答えるにあたり，①完全に未知の表現，②前後の文脈から判断できるが，うろ覚えの表現，③反意・例示・総括等の特定の談話標識，④パラグラフごとのキー表現，⑤パッセージ全体におけるトピックセンテンス・フレーズにハイライティングを付させ，提出させる.

集計してみると，授業前の教員の予測に反して①未知単語や②うろ覚え表現が非常に多く，むしろ，③談話標識の認定精度が高い傾向にあった．そこで，当初の「パッセージ構造・内容重視」の授業方針から，より基礎的な「語彙習得訓練」に変更し，受講生の学習・理解状況により合った授業を行った.

さらに，上記作業の結果，未知語やうろ覚えの表現を含むトピック表現は，色の重なりから変色している．受講生にそういった箇所をチェックさせ，内容の構造的な同定のみでは，パッセージの素早く，正確な内容理解が難しいことを自覚させた.

4.2 評価

半期の iBELLEs による授業の試行後，受講生 122 名に，その使用感等について質問紙調査を行った．質問項目は，受講生の情報処理環境に関するプロファイルから iBELLEs に関するものまで，合計 19 項目ある．たとえば，「Q.16 あなたが授業中に提出したハイライトは，授業に反映されていたと感じましたか」という質問に対しては，62.8%の受講生が「反映されていた」と答えるなど，iBELLEs の CMC としての有効性がうかがわれた．詳細は発表時に報告する.

5. おわりに

iBELLEs は，ハイライティングを通して，従来にはない受講生の状況把握や授業展開が期待できる．また，ハイライティング自体は，英語リーディング学習に限ることではなく，今後，他の学習対象等での応用可能性も検討する予定である.

参考文献

(1) 青野 透, 末本 哲雄, 松尾 理恵: 授業客観化のためのクリッカー活用–教育効果のリアルタイム把握を中心に–, 高等教育クリッカー研究会 (2009)

(2) 日野 友貴, 坂本 泰伸: タブレット端末を活用した英語教育支援システムの設計, 第 13 回情報科学技術フォーラム, pp.277-278 (2014)

(3) 鎌田 洋: 一斉授業の効率的運用とコミュニケーションを促進する PC の活用提案, 2011PC カンファレンス (2011)

(4) Okada, T. and Sakamoto, Y.: “Dynamic Lesson Planning in EFL Reading Classes through a New e-learning System”, Critical CALL, pp.444-449 (2015)

Rstudio Server, knitr 等を活用したフレキシブルな Web によるデータ分析機能提供の試み

Developing a Simple and Flexible Data Analystic System by Utilizing Rstudio server, knitr etc.

中野 裕司[*1-5], 喜多 敏博[*3,2,1], 松葉 龍一[*3,2,1], Muhammad Wannous[*1], 宇佐川 毅[*4,2]
Hiroshi Nakano[*1-5], Toshihiro Kita[*3,2,1], Ryuichi Matsuba[*3,2,1], Muhammad Wannous[*1], Tsuyoshi Usagawa[*4,2]
熊本大学 [*1]総合情報統括センター, [*2]教授システム学専攻, [*3] e ラーニング推進機構, [*4]自然科学研究科, [*5]大学情報分析室
[*1]Center for Management of IT, [*2]Graduate School Instructional Systems, [*3]Institute for E-Learning Development, [*4]Graduate School of Science and Technology, Kumamoto University
Email: nakano@cc.kumamoto-u.ac.jp

あらまし：Rstudio Server を knitr、RMySQL 等と組み合わせることで、R の統合開発環境を用いてサーバ上で LMS 等のデータを直接解析・可視化し、結果を HTML 化することができる。この環境でインタラクティブに行った解析・可視化を、統合認証と組み合せで、定期更新した解析等結果を、ユーザを絞って提供することができる。このような構成が可能性について試験的な構築を行ったので報告する。
キーワード：LMS, ラーニングアナリティクス, 可視化, システム開発, R, Rstudio

1. はじめに

LMS 等の学習支援システムを活用した教育形態が増えるとともに、そこに記録される学習活動の記録（学習履歴）も学習支援に利用されるようになってきた。例えば、進捗の思わしくない学習者を見つけて連絡するとか、科目を超え、複数のシステムのデータを連携することで、問題を抱えた学生の早期発見や、戦略的大学経営へ活用といった、Learning Analytics や Institutional Research は世界的にも注目されている(1)。

学習履歴を学習支援に活用する例として、Moodle 等の LMS に、小テスト受験後に全受験者の得点分布を示す機能があり、学習者に受験を促す等に活用できる。今回は、このように即時的、又は、比較的短期間に学習者にフィードバックを与える場合を対象とした。このような場合、LMS に備わっていない可視化や解析を行いその結果を学習者に開示するには、LMS にプラグイン等で機能を追加するか、なんらかの方法で LMS のデータにアクセスし、可視化、解析するシステムを別に立てる必要があろう。

しかし、学習活動の可視化や解析は、その学習内容、形態にもより、また、様々な手法が存在する。実際には、対話的に試行錯誤を繰り返しながら行う場合も多いと思われる。ここで提案するシステムは、試行錯誤しながら行った可視化、解析を、最新のデータに対して更新しつつ、LMS 等に組み込んで学習者に開示しようというものである。

正攻法では、xAPI や IMS Caliper といった標準化に従い学習活動を LRS 等で収集し、そのデータを元にダッシュボード等として実現すべきであろうが、今回は、スモールスタートとして、出来る限り簡単に実現する方法を考えた。

2. 簡易な可視化・解析システムの構築

試行錯誤しながら学習データの可視化、解析を行い、その結果を、最新のデータで更新しつつ LMS の等で公開するため、以下の用件を考えた。

1. Web ブラウザから、対話的に試行錯誤しながら可視化、解析のプログラミングが可能。
2. LMS 等の学習活動データへアクセス可能。
3. 可視化、解析した結果が、一定時間おきに更新され、LMS のコンテンツ等へ組み込むことが可能。

これらの用件に関して、以下のように実現を試みた。なお、構築したシステムの概要を図 1 に示す。

まず、1.に関しては、R の統合開発環境である Rstudio のサーババージョンのオープンソース版を利用した。デスクトップと殆ど同様の機能を Web ブラウザから可能にしたもので、補完機能やデバッグ機能も充実しており、対話的に試行錯誤を繰り返しながら可視化、解析が行える。Rstudio を Moodle の解析に活用した例としては、参考文献(2)等があるが、CSV 経由のデータ取得であり、定期的な更新や限定公開は考慮していないようである。

2.に関しては、R のライブラリを活用することとし、今回は RMySQL を利用して Moodle のデータベースへアクセスした(select 文のみ許可)。R からアクセスできるものであれば、基本的には利用可能であると思われる。

3.に関しては、まず、LMS のコンテンツへ組み込むためには html、png 等、Web ブラウザで表示可能なデータ形式であることが必要で、これに関しては、R のライブラリである knitr を用いて、R の結果を html ドキュメントとして出力する方法、及び、標準機能であるグラフィックデバイスを png 等に切り替える方法で実現した。一定時間おきのデータ更新は、試行錯誤で作成した可視化や解析のプログラムは R のソースなので、OS の cron 機能で、一定時間おきにバッチ処理を行うことで実現した。また、LMS へ組み込むために、LMS と同じシングルサインオン(SSO)下で制限公開可能な Web サーバを用いた。具体的には、CAS 認証に対応した tomcat アプリケーションで実現した。

以上により、Web ブラウザからリモートで学習データの可視化、分析を試行錯誤的に行い、その結果を一定時間毎に更新し、LMS コンテンツ中での利用を可能にした。

3. 動作試験

学習支援システム Moodle と連携して本システムの動作試験を行った。

試験的に可視化したのは、全学必修の情報基礎科目で実施している確認テストの成績分布で(3)、Moodle 自体も成績分布は可視化可能であるが、

受験回数が 1 回目、2 回目、3 回目以降、各々の成績分布(多く受験するほど成績が向上する様子を示す)や、成績毎の合格者数の変化など、Moodle では難しい可視化を行ってみた。

また、解析に関しては、オンラインで約 800 名程度が受講する情報処理入門授業[4]の全受講者の小レポートを、各回毎に、ネットワーク分析と形態素解析を利用して言語間の関係性をグラフ化したものについて行った。

図 2 に、Web ブラウザから Rstudio server を用いて、対話的に可視化、解析の試行錯誤を行っている様子を示す。

図 3 に、Moodle のページモジュールに本システムで作成した図(png)を埋め込んだ例を示す。また、図は省略するが、Moodle の URL ツールで本システムで作成した html ページを埋め込み表示した。どちらに関しても、グラフや html ページが 1 時間毎に更新されることを確認した。

4.　結果と今後の課題

今回、簡易な可視化・解析システムを構築し Moodle と連携して動作試験を行った結果、Moodle 単体ではできないような学習活動の可視化や解析を試行錯誤しながら対話的に行え、その結果を、最新データに基づいて定期的に更新しながら LMS のコンテンツ中で学習者に提示することができた。

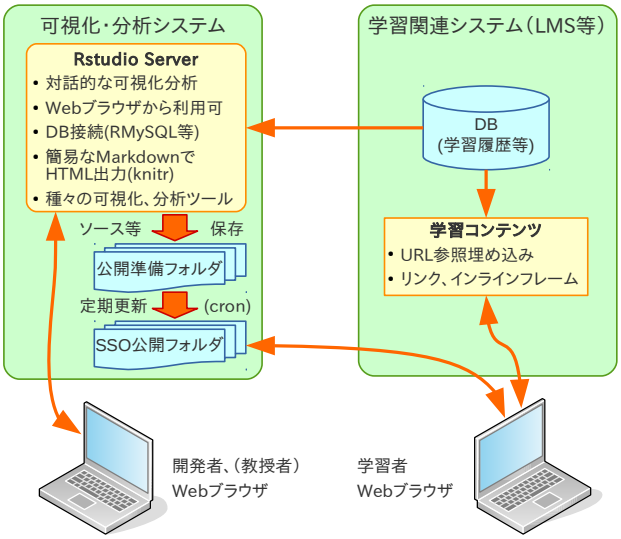


図 1: システム概要

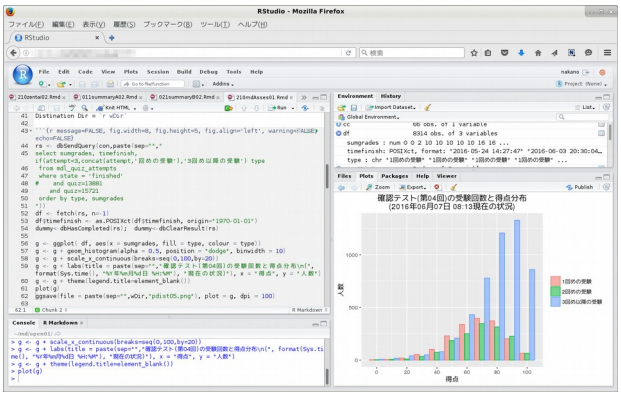


図 2: Web ブラウザ上で対話的に可視化・分析（Rstudio Server）

今回の動作試験では、Moodle のデータベースへ RMySQL ライブラリを用いてアクセスした。この場合、Moodle の管理者によるデータベースの設定が必要であること、可視テーブルの制限等は可能であるが、基本的には Moodle 全体のデータベースの内容が見え、開発者は管理者相当であることが必要であるため、コース単位での制限が可能な仕組みが望まれる。また、公開制限を LMS と同じ SSO 下としたが、コース単位で可能なほうがよい。cron による同期処理は、あくまで一定時間おきの処理であり、オンデマンドではない。あまり処理間隔を短くすると、サーバの負荷だけでなく Moodle のデータベースへの負荷も考慮する必要があろう。また、Rstudio server オープンソース版の認証は OS のユーザ認証であり、SSO 配下にできない。今後、これらの問題の改善に取り組みたい。

謝辞　本研究は科研費（15H02795, 25280124, 15K01044）の助成を受けたものである。

参考文献

(1) LAK2016, 6th International Learning Analytics and Knowledge (LAK) Conference, http://lak16.solaresearch.org/ (2016-06 確認).
(2) James, Scratching the surface: Moodle analytics in Rstudio Part 1 and 2, 2015. https://infiniterooms.wordpress.com/2015/05/24/scratching-the-surface-moodle-analytics-in-rstudio-part-1-moodle-elearning-analytics-rstudio/ (2016-06 確認).
(3) Nakano, H. et. al., (2005). The instructional effects of on-line tests on the large-scale IT courses. Paper presented at the ITHET 2005, pp.F4B-7-F4B-11.
(4) 中野他 (2014) オンラインテキストを活用した大規模情報処理科目の実施. 日本教育工学会 第 30 回全国大会（岐阜大学）発表論文集, pp.533-534.

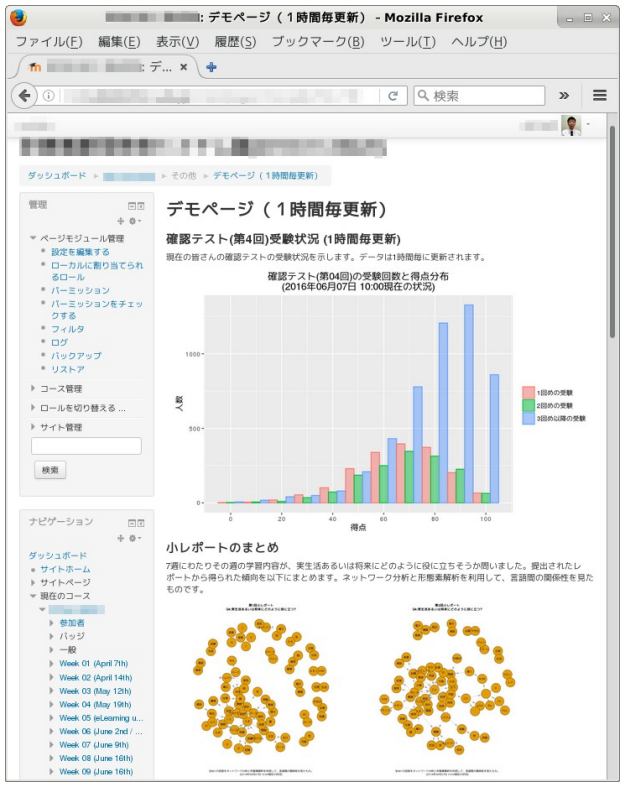


図 3: LMS (Moodle) のコンテンツ上に URL で定期更新されるグラフを埋め込んだ例

シナリオ型教材作成に Moodle レッスン機能を利用する場合の問題点

Issues of Moodle Lesson functionality in a development of scenario based learning materials

北川　周子[*1], 喜多　敏博[*1], 松葉　龍一[*1], 中野　裕司[*1]
Noriko KITAGAWA[*1], Toshihiro KITA[*1], Ryuichi MATSUBA[*1], Hiroshi NAKANO[*1]
[*1] 熊本大学大学院　教授システム学専攻
[*1]Kumamoto University Graduate School of Instructional Systems
Email: nkitagawa@st.gsis.kumamoto-u.ac.jp

あらまし：本稿では，シナリオ型教材作成に使用できるいくつかのツールについて調査を行い，また、Moodle のレッスンモジュールを利用してシナリオ型教材を作成する際の問題点について調べた. その結果，Moodle 上にシナリオ型教材を載せるためには，あまり適切なツールが見当たらないことや，Moodle レッスンで複雑な遷移のあるシナリオ型教材を作成するには, 操作や遷移の設定方法が煩雑であるなど困難が伴うことが分かった.
キーワード：シナリオ型教材，LMS，Moodle，教材開発

1. はじめに

医学部の教育現場では臨床推論を用いた問題解決能力を高める学習が必要とされている. 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, 医学部学生が自律的に学習できるシナリオ型教材として学習者の判断に基づいて分岐が生じて異なるページに遷移する学習を ICT 環境を用いて提供することを考えた.

Moodle 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.

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.

そこで本稿は, シナリオ型教材が作成できるツールにはどのようなものがあるかを調査するとともに, Moodle レッスンでシナリオ型教材を作成する際の問題点について調べた.

2. シナリオ型教材作成ツール調査

分岐型学習となるシナリオ型教材を取扱うため, 「学習順序を操作」できるか, 「テスト（クイズ）」機能があるか, また, 作成したコンテンツを Moodle に搭載できるかについて調査した.

「articulate Storyline2」(2)と「LAMS」(3)は前述した「学習順序を操作」, 「テスト」機能はあるが, Moodle に搭載できるのは「LAMS」のみである. だが,「LAMS」は複数の分岐や, 繰返しの分岐に対応していない. その他,「SoftChalk」(4)は Moodle に搭載はできるが, 学習順序のコントロールが出来ない. あらかじめ決められた順序に従って学習することはできるが, 分岐するシナリオ学習には不向きである.

この調査により, シナリオ型教材作成に必要な機能とツールの使用感, 使用しているユーザーインターフェイスを確認することができた.

3. Moodle　レッスンモジュール

国内の高等教育機関で最も多く採用されている LMS である Moodle においてもレッスンモジュール(5)という機能が搭載されており, 分岐型の学習を実施することができる.

このレッスンは HTML ベースでテキストやリンク先の設定, 写真やイラスト, 動画などメディアを埋め込むことができる「コンテンツページ」と多肢選択問題や組み合わせ問題など, 様々な問題タイプが作成可能な「問題ページ」にて構成されている. 「コンテンツページ」は, 作成時に次の「コンテンツページ」への遷移先を設定することができる.「問題ページ」は正解, 不正解に応じて遷移先を設定することができる. これらの遷移は, 作成した別の「コンテンツページ」もしくは「問題ページ」に遷移する他に,「このページ」,「次のページ」,「前のページ」といった相対的な遷移も設定できる.

しかし, Moodle のレッスンは, 各ページを作成できても, 遷移が複雑になり, 手間がかかるため, 利用者が増えないという現状である.

4.　Moodle レッスンの問題点

シナリオ型教材は作成する「コンテンツページ」が多くなることもあり，遷移先の設定や遷移先のページの作成に手間取り，操作が煩雑になる．Moodle レッスンを使用し作成したシナリオ型教材を例に示す(図 1，図 2，図 3)．Moodle レッスンでシナリオ型教材を作成する際の課題点を次にあげる．

4.1 ページ作成時の遷移先「ジャンプ」の設定

分岐が複数ページあった場合，各分岐ページの設定に戸惑う．また,デフォルトでは「このページ」となっているため，気づかず分岐できていない場合もある（図 1）．



図 1 Moodle レッスンモジュール作成画面

4.2　作成したレッスンへのページの追加，削除の際，遷移先を再設定する必要がある．

予め作成したシナリオに伴いレッスン作成後，シナリオ修正時に，新規にページを追加,ページを削除等の修正を行った際，遷移先が変更になることがある．その際再度遷移先を設定する必要があるが，全体像が確認できないため，設定が困難になる．

4.3 ユーザーインターフェースの使いにくさ

レッスンの新規作成時や編集時に，直感的に使用することが出来ない．また，戸惑いがあることが多く，手間取る．

4.4 作成に手間と時間と労力がかかる

シナリオ型教材は作成する「コンテンツページ」が多いため，作成と分岐設定する手間が多い．

4.5 全体像が不明確である

「コンテンツページ」や分岐を設定していく上で全体像が確認できないので，ページ毎の分岐がわかりづらい．

4.6 学習者がどこで間違ったかが不明確である

学習者がシナリオ型学習を進めていく中，間違った分岐を進むことがある．この際間違った箇所が明確になると，学習者はさらに学習効果を高められる．

4.2, 4.5 は石井ら(2015)の研究[(5)]により，全体像が明確になり，遷移先の修正が行われるようになっている．しかし，ページ作成は Moodle 上で行う必要があるため，レッスン作成は煩雑なままである．

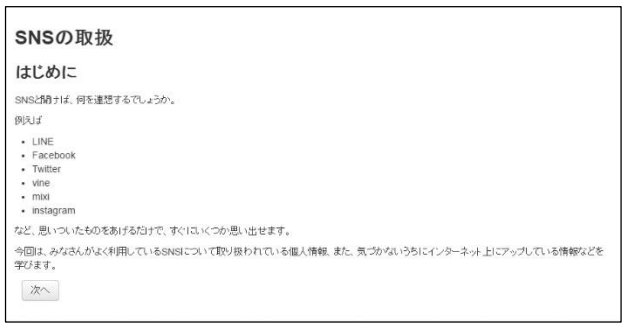


図 2 Moodle レッスンモジュール学習画面



図 3 Moodle レッスンモジュール学習画面

5.　まとめ

シナリオ型教材を作成できるツールの調査をした結果，複数の分岐や繰返しの分岐に対応できるツールが少ないこと，教材作成の機能が充分ある場合でも、作成したシナリオ型教材を Moodle に載せることはできないことがあることが分かった．

Moodle レッスンモジュールの機能を最大限活かして使用すると，魅力的なシナリオ型教材が作成出来る可能性があるが，操作や遷移の設定方法が煩雑すぎるため，複雑な遷移のあるシナリオ型教材を作成するには困難が伴うことが分かった。

今後，Moodle のレッスンモジュールを使用しやすくするためのカスタマイズや開発を検討したい．

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) airticulate Storyline2 http://www.ipii.co.jp/product/storyline/index.html
(3) LAMS,:https://www.lamsinternational.com/
(4) SoftChalk:http://softchalk.com/
(5) moodledocs - Lesson module https://docs.moodle.org/29/en/Lesson_module
(6) 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

知識マップを用いた学習支援システムの試作と評価

Evaluation of the Trial of Learning Support System through Knowledge Map

塚田 尚幸*1, 辻 慶子*2, 上野 春毅*3, 山川 広人*3,小松川 浩*3

Naoyuki TSUKADA*1,Keiko TSUJI*2, Haruki UENO*3,
Hiroto YAMAKAWA*3, Hiroshi KOMATSUGAWA*3
*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
*1Graduate School of Informatics, University of Educational Systems
*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 Healt
*3千歳科学技術大学 理工学部

Faculty of Science and Technology, Chitose Institute of Science and Technology
Email : tsukada212@kklab.spub.chitose.ac.jp

あらまし：本研究では，知識マップ上で一元的に知識の修得や活用，他の学習者と関わり合いながら知識の拡充を図れるような学習支援システムの実現を目的とした．目的のために，知識マップを構築した後，知識可視化機能，知識修得学習機能，作問機能，作問相互評価機能を開発した．本システムを大学の講義に導入し，結果より判明した課題に対する解決策と展望について述べる。

キーワード： 知識マップ，修得，活用，拡充

1. はじめに

学生同士が相互に学び合うアクティブ・ラーニングや授業外で学びを通じて学習させる反転学習といった教育手法の実践，また，教育課程の体系化を組み合わせた授業設計の事例がある (1)．

特に，情報などの知識体系が明確な学問領域では学問領域の知識体系 (以降，知識マップと呼ぶ) を明示化した上で，学習者が知識を修得し，修得した知識を活用して他の学習者と関わり合いながら知識を拡充が可能と考えられる．これに向けて本研究では，知識体系を知識マップとして可視化し， この知識マップを介することで，知識の修得や活用，他の学習者と関わり合いながらの知識の拡充が図れる学習支援システムの実現を目的とする．先行研究では，知識可視化機能のインターフェースの改善と作問を学習者が相互に評価する仕組みの開発が課題であった(2)．先行研究と比較し，本研究で用いる知識可視化機能にインターフェースの改善を行った(図1，図2)． また，作問を学習者が相互に評価する仕組みとして作問相互評価機能を開発した．本稿では，活用と拡充に焦点を当て，客観的に教育的効果を検証していく．そのために，まずは教員側から学習者が知識の活用や拡充ができているか評価し，学習者の主観的な評価と比較する.そして，その結果から，開発したシステムを利用して教育的効果を測っていく．

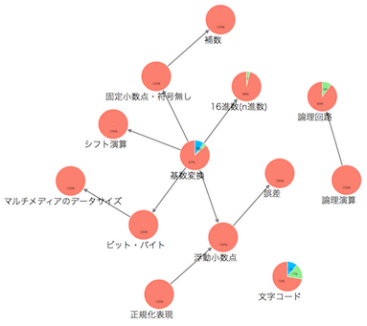


図1 先行研究での知識可視化機能

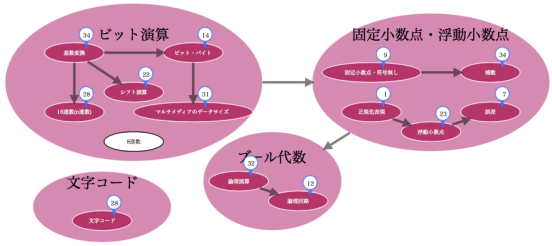


図2 本研究での知識可視化機能

2.　知識マップと活用・拡充

知識マップ

本研究での「知識マップ」(図3)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:逆ポーランド法,スタックとキュー)を抽出して用いる．この知識同士の階層構造と学ぶ順番を定めることで, 知識の体系として構築する. 知識マップの階層と学ぶ順番は，対象となる学問領域の専門家が判断し定めることとする．

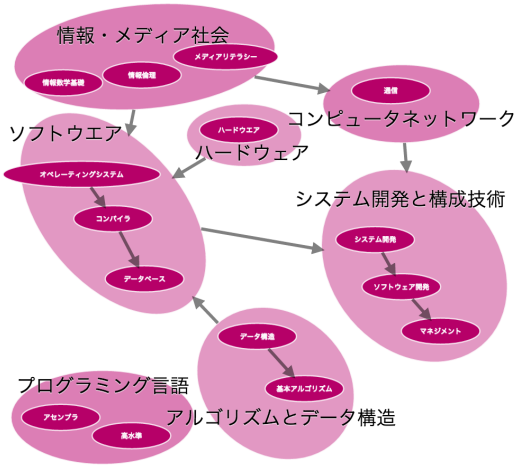


図3 知識マップ

知識の活用

「知識の活用」とは「修得した知識や自ら知っている関連情報を加味して，学習者が何らかの説明すること」と定義する. 本研究では, 修得した知識を用いて作問を行うこと, また, 修得した知識を用いて課題を解決していくことで，知識の活用が行えると仮定する．教員が作問の質やレポート課題を学習者の知識の活用について評価する．

知識の拡充

「知識の拡充」とは「学習者自身が他者との学び合いを通じて自ら知識を拡げ，深めること」と定義する. 本研究では, 相互に作問を評価, 解き合うことで, 知識の拡充が行えると仮定し, 学習者が「修得している知識を深められた」という体験を得られたかを調査することでその確認を行うこととする．

3.　知識マップを用いた学習支援システム

本研究では，筆者らが先行研究で開発したWeb Based Training型のeラーニングシステム(3)をベースに作問相互評価機能を開発し，知識可視化機能の改善を行った．改善した知識可視化機能を利用した結果, 一定の範囲内で知識の体系性を認識できることがわかった．知識の活用に関して作問機能を用いることで達成でき，知識の拡充に関して作問相互評価機能で達成できたと示唆された. しかし, 学習者の知識の活用と拡充はアンケートによる主観的な評価しか行っていないため，客観的に見て知識の活用と拡充ができているかわからない. そこで, 客観的な評価と比較をし，学習者が知識の活用と拡充ができているかを検証していく．

4.　検証

フィールドは，情報系のアルゴリズムの分野の講義を想定している．情報系の教員がアルゴリズムを中心とした知識マップを整備し，アルゴリズムに関連する講義で検証を行う. さらに, 学習者の知識の活用・拡充を客観的に評価するために，評価の指標となるルーブリックを作成する．開発したシステムを学習者に利用してもらい，ルーブリックをもとに学習者の知識の活用・拡充の評価を行っていく．

5.　まとめ

開発したシステムを利用することで客観的な視点から学習者の知識の活用・拡充に対してどのような教育的効果があるかを検証していく．評価結果については当日の発表にて述べる．

参考文献

(1)　文部科学省 : ”学士課程教育の構築に向けて(審議のまとめ)”, http://www.mext.go.jp/component/b_menu/shingi/toushin/__icsFiles/afieldfile/2013/05/13/1212958_001.pdf(2016)

(2)　高野 泰臣, 辻 慶子, 金子 大輔, 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”,2015年度第40回JSiSE全国大会ポスター発表(2016)

(3)　小松川　浩:“理工系学部教育での知識共有に向けたICT 教育システム”, メディア教育研究, 第 5 巻, 第 1 号, 27-34 (2016)

自作電子教科書を用いた授業に関する一報告

A Report on Teaching using Digital Textbooks of My Own Making

岩崎 日出夫[*1]
Hideo IWASAKI[*1]
[*1] 東海大学
[*1]Tokai University
Email: hideo.iwasaki@tsc.u-tokai.ac.jp

あらまし： 大学の科目は多様であり，電子教科書が市販されるとは限らない．市販されたとしても授業に合ったものが見つかるとは限らない．今後，大学においても電子教科書が必要となるならば，教員による自作が必要になる場合が出てくるであろう．本研究では自作電子教科書の可能性を探る目的で，プログラミング系の授業において電子教科書を自作し試用した．本報告ではその詳細を述べるとともに，電子教科書を使用しなかった場合との比較を行う．
キーワード：電子教科書，iBooks，タブレット端末，iPad，大学教育，ICT 活用教育

1. はじめに

筆者はこれまで，大学の情報教育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，情報教育のみならず広く一般の講義科目も視野に入れ，LMS の端末として PC の代わりが務まるか否かを調べるための試行授業を行った[(1)]．受講者へのアンケートより，LMS の端末としては不適当であることが浮き彫りとなった．次にその点を踏まえ，表計算入門の授業において動画 Viewer 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．受講者へのアンケートの結果は良好であり，妥当な使い方の１つであるとわかった[(2)]．本稿ではその延長線として，また大学における必要性から，自作電子教科書を用いた授業について報告する．

2. 授業と電子教科書

WEB クリエイション入門，プログラミング(JAVA)，WEB クリエイションの３科目[(3)]（以下ではそれぞれ Web 入門，Java，Web と記す）に対して，iBooks 形式の電子教科書を自作し，毎回の授業において iPad を一時貸与することにより，学生に使用させた．これらの科目は，何れもコンピュータ室(PC)を使用するプログラミング系の実習授業であり，iPad は電子教科書の閲覧のみの使用である．Web 入門は，HTML と CSS の基礎を学ぶ授業であり，HTML は，リンク，リスト，表，画像・動画，に関する要素，CSS は色，テキスト，余白，フォント，段組などに関連したプロパティを学ぶ．Java は Java 言語によるプログラミングの入門授業であり，データと変数，演算子，条件文，ループ，配列，メソッドなど，どのプログラミング言語にも共通する基礎的内容である．Web では文字列の表示，演算子，変数，値，代入，入力，条件文，ループ，配列，関数，オブジェクト，HTML5API などを学ぶ．授業の流れは文法等についての講義，例題（解法実演），課題取組みを繰り返す構成である．図 1～3 に Web 入門の電子教科書におけるそれらの記述の例を示す．

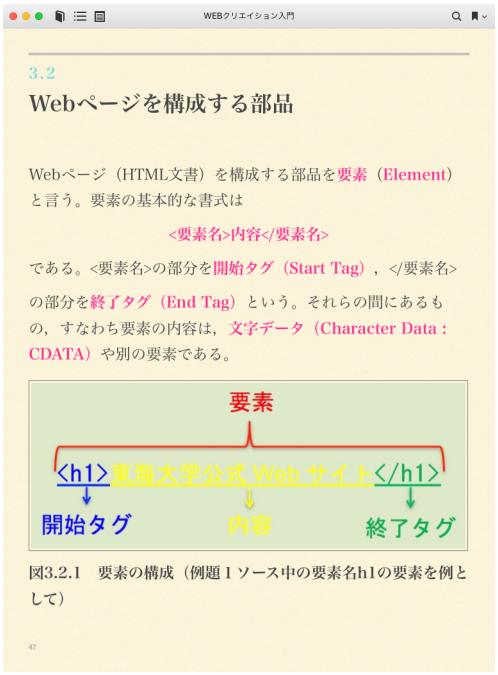


図１ 講義に使う解説部分

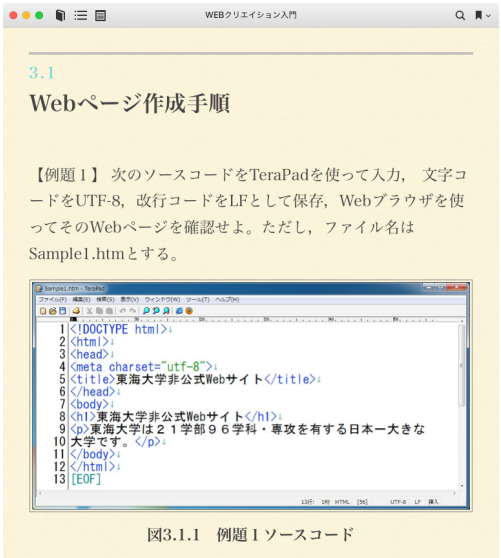


図２ 例題

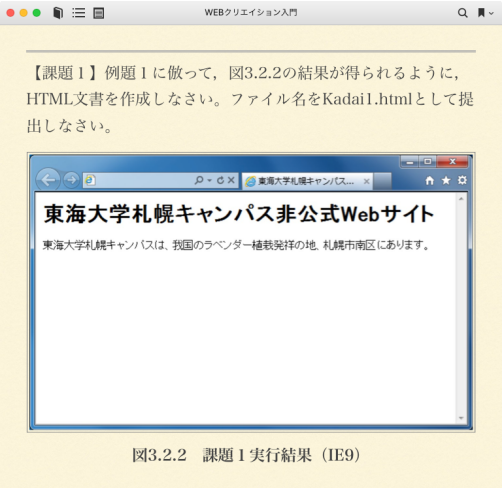


図３　課題

3.　受講者へのアンケートと期末試験の結果

3.1 iPad・電子教科書に関するアンケート

質問１　iPad を用いることで楽しさを感じましたか.
①かなり楽しさを感じた
②わりに楽しさを感じた
③あまり楽しさを感じなかった
④ぜんぜん楽しさを感じなかった

表１　質問１への回答

選択肢	Web 入門	Java	Web	合計	
①+②	37 人	33 人	26 人	83 人	90.2%
③+④	3 人	4 人	2 人	9 人	9.8%

注）合計欄では重複している学生を１人としてカウントしている．以下の表においても同様である．

質問２　iPad を用いることで学習意欲が増したと思いますか.
①とても増したと思う
②わりに増したと思う
③あまり増したとは思わない
④ぜんぜん増したとは思わない

表２　質問２への回答

選択肢	Web 入門	Java	Web	合計	
①+②	32 人	32 人	25 人	76 人	82.6%
③+④	8 人	5 人	3 人	16 人	17.4%

質問３　iPad の電子教科書を用いることで理解度が増したと思いますか？
①とても増したと思う
②わりに増したと思う
③あまり増したとは思わない
④ぜんぜん増したとは思はない

表３　質問３への回答

選択肢	Web 入門	Java	Web	合計	
①+②	33 人	34 人	26 人	81 人	88.0%
③+④	7 人	3 人	2 人	11 人	12.0%

質問４　iPad の電子教科書は必要だと思いますか？
①とても必要だと思う
②わりに必要だと思う
③あまり必要だと思わない
④ぜんぜん必要だと思わない

表４　質問４への回答

選択肢	Web 入門	Java	Web	合計	
①+②	37 人	32 人	28 人	86 人	93.5%
③+④	3 人	5 人	0 人	6 人	6.5%

3.2 授業の満足度と期末試験

Web 入門は，2015 年度は，春学期と秋学期でほぼ同一の授業内容であり，ほぼ同一の試験問題を用いて期末試験を行った．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であり，採点時の配点のあいまいさは存在しない．

春学期は Moodle 上の PDF の資料（内容は電子教科書と同じ）を用い，秋学期は iPad の電子教科書を用いた．表 5 の結果を得た．

表５　授業の満足度と期末試験の平均点

平均点の項目	2015 春	2015 秋
授業の満足度	3.79	4.50
期末試験	54.4	54.7

ここで，授業の満足度評価平均点は本学が学生に対して行う「授業についてのアンケート」の設問「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点である．t 検定の結果，秋学期の方が有意に高得点であった（$t(68)=-2.884$, $p<0.01$）．表 1～4 の結果と合わせて，iPad（電子教科書）を導入したことが，授業への満足度のアップにつながったのではないかと考えている．

一方，質問２において学習意欲が増したと回答した群は 32 人(80.0%)，質問３において理解度がましたと回答した群は 33 人(82.5%)であったにもかかわらず，期末試験（100 点満点）の平均点に違いは見られなかった（$t(83)=-0.082$, n.s.）．

4.　まとめ

iPad（電子教科書）の導入は，授業に対する満足度の向上をもたらしたのではないかと考えている．しかしながら，期末試験の結果に変化は見られず，そこに何らかの学習効果が発生したわけではないようだ．今後は，コンテンツの改良により，期末試験の結果をアップさせることができるかを検討したい．

参考文献

(1) 岩崎日出夫: “iPad と Moodle を用いた大学授業の試行”, 東海大学高等教育研究, 第 8 号, pp.30-42（2014）
(2) 岩崎日出夫: “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－”, 教育システム情報学会第 39 回全国大会講演論文集, pp.41-42 （2014）
(3) 本学シラバス，http://www12.tsc.u-tokai.ac.jp/

プロジェクション映像による伝統的図像の表現

The Expression of the traditional iconography using Projection Image

吉田一誠[*1] ,高田伸彦[*1], 辻合秀一[*2]
Issei Yoshida[*1] , Nobuhiko Takada[*1], Hidekazu Tusiai[*2]
[*1] 金沢学院大学,[*2] 富山大学
[*1] Kanazawagakuin Univ. , Toyama Univ.
Email: ntakada@kanazawa-gu.ac.jp

あらまし：プロジェクション映像コンテンツの上映イベントでは，その開催地と関係の深い題材が映像内登場するのが常である．しかし，それが工芸品や芸術品であった場合，線や質感など，その表現手法自体を再現し，地域性を映像に持たせるには至っていない．我々は地域の伝統工芸品にみられる図像を画像加工ソフトと映像編集ソフトを使用して線のタッチ，質感を考慮した映像コンテンツ制作ができないかと考え，今回デジタルによる表現化を試みた．

キーワード：プロジェクションマッピング ，古九谷， ３DCG，アニメーション

1. はじめに

金沢学院大学のある石川県は，日本においても屈指の伝統工芸が盛んな土地であり，県の中心である金沢市は平成 21 年 6 月に「ユネスコ創造都市」のクラフト分野で世界初認定を受けた土地である(1)．この認定地は「グローバル化の進展により，固有文化の消失が危惧される中で，文化の多様性を保護するとともに，世界各地の文化産業が潜在的に有している様々な可能性を（中略）最大限に発揮させる」ことに努めている．この地域性を表現へと転化し，プロジェクション用の映像コンテンツを石川県伝統工芸品の図像に基づいて描くという着想に至った．また，過去に実施した連句のアニメーション表現 を参考に，映像制作を通して学生が題材に対しての理解を深めることを念頭に制作を進めた(2)．

2. 制作の目的と概要

2.1 目的

今回は，あくまでも石川県独自のプロジェクション・マッピング表現を目指した映像コンテンツの制作のために，以下の３点を主要な目的として設定した．

・地域伝統の創意と，現代の創意の共通項目を「ビジュアル表現」と捉え，伝統的な古九谷の絵画的表現と，最新の表現技法であるプロジェクションマッピングの掛け合わせを試みる．

・制作過程と観賞を介して若者の「地域の伝統表現への理解」「プロジェクション・マッピングの基礎理解」「創意・表現の無時代性理解」を育成することを念頭に置き，複雑になり過ぎないように配慮する．

・第一段階として石川県の古九谷に使われている「構成」「図と柄（図像パターン）」に主眼をおき習得し再現する．

2.2 概要

制作は，まず題材となる九谷焼の絵柄を図録資料から分析し，その情報をもとにコンピュータによる作図，動画作成を行った．具体的には以下のように作業を進めた(3)．

・図録から図像（青手古九谷）を分析する．

・分析結果からの青手古九谷の同系の意匠を取り入れた新しいイラストをコンピュータで作図（Adobe Illustrator, Adobe Photoshop）する．

この際，作図作業と意匠理解の効率化を進めるために，器の「縁」と「見込み」（背景として扱う同一の柄が繰り返されている部分）に関しては複数個の図像パターンを選び出して描く．図像パターンを繰り返しペーストすることで作業の複雑化を避けるとともに，過度な単純化を避けることが目的である．

・用意した画像素材をソフトウェアで加工してアニメーション化（After Effects）する．

・一部のアニメーションシーンを，奥行き感のある３Ｄ立体視として演出する．

3. 伝統的図像を題材にする際の留意点

題材とする図像パターンを選ぶ際に，制作側および鑑賞者側双方にとって，その図像パターンを意識し易いものにした．その結果，古九谷の中でも，「青手」と呼ばれる様式に限定して制作した．（表１参照）

表１青手古九谷の構成要素

作品	前景主題	背景図柄	額縁図柄
青手樹木図平鉢	樹木，草地	青海波	菱形木目文
青手椿図平鉢	椿	花小紋	なし
青手竹図平鉢	竹	青海波	菱形木目文
青手葡萄図平鉢	葡萄（未完）	放射状の線	菱形木目文

４．Illustrator による制作

現在，石川県内の九谷焼工房で安定して供給される大皿が直径４５センチであることから，この寸法を最終的なプロジェクションのサイズとなることを想定し，コンピュータによる制作作業を行った．

これらの静止画の作図であるが，ランダムな濃淡を表現する最も単純な方法として，２色の異なる濃さの黄色を，ソフトウェア内でそれぞれ描画色と背景色に設定しレイヤーに「雲模様１」フィルターを適用した後，作成された画像を「ぼかし（ガウス）」フィルターの機能を使って滲みを持たせた．これによって黄彩色地の印象にかなり近づけることができたため，その上に主線を重ね，映像コンテンツ上の背景部分とした.その図案の例を図１と図２に示す.



図１背景　樹木図

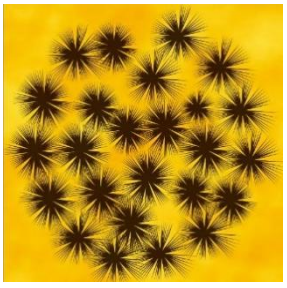


図２背景　葡萄図

この工程で注意すべきは，最終的な奥行き位置に従い，色や分類の異なるパーツごとにレイヤーを分けておく必要がある点である.例えば,椿図の場合，枝（紫彩），葉（青彩），花（紫彩）は別レイヤーとするが，葉は枝レイヤーの手前に位置するものと，奥に位置するものを別レイヤー上に作成する．これは３Ｄ立体視映像として視聴する際に奥行き感を正しく再現するためであるとともに，これらのパーツを映像編集ソフト上でアニメーション化し易くするためである．なお今回は，椿図から抜き出した一輪の花を独立したファイルとして扱い，映像コンテンツ内の四シーンをつなぐ主役的アイテムとした．

５．映像編集ソフトでの奥行き演出

映像コンテンツとしてのアニメーション化工程の詳細については別稿に記すこととし，ここではその概要を以下に述べる．ここまでで用意した画像パーツを Adobe After Effects に読み込み，アニメーションとして構成した．３Ｄ立体視のプロジェクション映像としての奥行き構成を考えるにあたり，言わばスクリーンとなる物体の表面からの投影像のはみ出しが原則的に許されないため,額の役割をする「菱形木目文」の画像が映像投影時に物体の表面の位置と一致して張り付いて見え，そこから前景，背景の順に奥まって見えるように「３Ｄレイヤー」機能を利用し配置していった（図３）．その後，After Effects の「トランスフォーム」「パペットツール」などを使って青手古九谷調のイラスト（主に前景部分）に動きを付けた．最終的にアニメーション化と特殊効果付けが出来たところで「ステレオ３Ｄリグ」機能の適用で視差情報を付与し右目と左目用の映像を作成した．

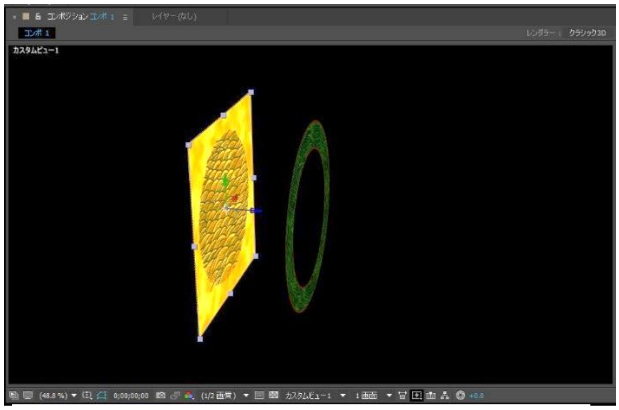


図３　プロジェクションマッピング構成例

６．まとめ

今回の作成作業を経て，青手古九谷の印象をより醸し出すには，線の描き方に強弱をつけて表情を持たせることと，彩色を単一濃度にせずに濃淡による陰影演出や複雑さの演出をデジタル的手法で再現することがキーポイントであることが分かった．コンピュータを使った青手古九谷の図像再現とその構成理解のための３Ｄ立体視プロジェクション映像の制作は概ね成功しているといえるが，映像を実際に投影した際の明るさや距離，視差設定の吟味などの課題が残されており，今後はそれらを解消すべく細かなバリエーションを制作して比較検討を行う予定である．

＜参考文献＞

(1)　「金沢市公式ホームページ クラフト創造都市」: http://www4.city.kanazawa.lg.jp/11001/souzoutoshi/

(2)　Nobuhiko Takada ， Issei Yoshida， Ryoichi Yanagisawa, Masami Suzuki , The Development of the Haiku Application Corresponding to Specification Changes and its Evaluation，ICSLE2014,,vol1,pp1-4，(2014)

(3)　島崎丞：「青手樹木図平鉢」，歴史書刊行会編,『加賀・能登の工芸』石川県（1995）

視覚障害者の電子化ノート
－手書きのノートから電子化ノートへ－

Digital Notebook taking of the Visually Impaired Student
- From the handwritten notebook to the digital notebook-

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、視覚障害を有する学生が、電子黒板や電子教科書を利用して学習する際のノートの活用方法やノートテイキングの新たな方法に関する研究である。従来**は、点字板やサインペンなどで、ノートを手書きで書いていた視覚障害を有する学生が、電子教科書などの活用により、ノートの取り方も電子化対応で変化してきた。ここでは、視覚障害学生の様々な電子化ノートについて報告する。
キーワード：**電子化ノート**，電子教科書，電子黒板

1. はじめに

視覚障害者の学習環境が IT 化によって、大きく変化してきた。特に電子教科書は、現在盲学校の小・中・高の普通科で弱視に対して利用され、各自の視覚障害に対応した文字の大きさや文字色を選択できる利点が視認性を高め教育効果を上げており、非常なスピードで全国展開している。(1)

また、電子黒板も同様に視認性を武器に、視覚障害者の学習環境を大きく改善させてきた。(2)

さらに、画面の見えない全盲に対しても、電子化録音図書である DAISY や 1 行だけ点字出力が可能な点字ディスプレイを利用して点字を読む電子点字教科書も出現し、従来の紙環境下での点字図書の不便性を改善しつつある。

一方で、近年問題とされているのが、学習定着率の低下と電子化環境下でのノート問題である。学習定着率の低下問題は、今に始まった問題ではないが、その要因の一つとして、ノート問題が挙げられている。ノートを取ってまとめる力の不足が学習定着率の低下を招いているという指摘である。従来、視覚障害者のノートの取り方と言えば、サインペンなどで用紙に大きく文字を書いてメモを取ったり、拡大読書器などを利用して文字拡大しながら鉛筆やボールペンで大きな文字を書いてノートを書くために、メモを取りたい内容が全てノートに書くことができるわけではない。

特に視力が低い強度弱視では、電子教科書や電子黒板を閲覧するために時間もかかり、さらにノートを書くのにも時間がかかる。このためか、最近の電子化によって、ノートを取らなくなった児童・生徒が増加したという話を盲学校関係者からよく聞く。電子教科書や電子黒板によって教材が見えやすくなったため、その場で判ったと勘違いして、知識として定着しない状況になっているのではないかという指摘である。電子化の教材を参照しながら、別途ノートを取ることに対して、児童・生徒の授業における作業量が増えるため、電子化教材を見ているだけでそれに対応したノートを取れていない現状があると思われる

そこで、本研究では電子教科書や電子黒板時代のデジタルノートとも言うべき、新しいノートの取り方を目指して、その初めの段階として、現状を把握し、どのような問題点があるかを検証することを目的とした。

2. 視覚障害者のノートとは

電子化ノートと言っても、視覚障害者の場合には様々な種類がある。

ほとんど文字を認識できない重度視覚障害者の全盲や準盲の場合は、点字板や点字タイプライタによる点字のメモやテープレコーダーによる録音でのメモが一般的であったが、電子化では、電子点字メモや IC レコーダーに移行している。

一方、文字を利用する弱視の場合は、障害の程度や眼疾によって様々な種類のノートが活用されてきた。例えば、黒色用紙に白いペンでノートを書く場合や、太いサインペンを利用する場合、拡大読書器やルーペを併用する場合など様々であった。(3)(4)

電子化ノートの先駆けとしては、合成音声を利用したパソコンでノートを取ることがあった。その後、デスクトップ型からノート型へ移行し、合成音声を利用したノートパソコンを教室に持ち込み、授業を受けながらエディタなどでノートを取り、授業後にワープロで復習しながら整理するという学習体系が実践された時期があった。

このようなパソコンを利用した電子化ノートは非常に有効な手段であるが、授業中の入力に耐えうるだけのキーボード入力の早さが要求されるため、近年では、あまり見受けられない。

電子教科書や電子黒板が普及しだした最近では、

タブレットなどの電子教科書に直接ノートを書き込むなどでノートを取る例が、晴眼者の学校で見受けられるが、視覚障害者の場合はどうであろうか。

3.　電子教科書と電子化ノート

弱視の場合の電子化ノートについて、いくつかの例を示す。

1) 電子教科書に文字で書き込む（メモやしおり）
2) 電子教科書に指で書き込む（絵として）
3) タブレットに文字で書く
4) タブレットに指で書く
5) ノートパソコンに文字で書く

つまり、キーボードなどで入力し、文字でノートを取る場合と、指でメモを書く場合に大別できる。指でメモを取る場合は、画像データやマーカー、しおりなど様々な方法で記録される。

授業中にキーボードでノートを取る場合には、タッチタイピングがキーを見ないでも打てる状態であるレベルでないと難しい。視覚障害者の場合は、画面が見えにくいので合成音声などを利用して、作業するため、キーボードでノートを取ることは訓練されていないと困難である。

一方、指で書き込むタイプは、メモ書き程度であるが、簡単なため、利用者が多い。しかし、後でノートを整理する場合に、必要な事項が抜けている場合が多いので問題もある。



図 1 指でメモ・ノートを書き込む例

紙のノートを取りづらい弱視は、授業中の内容を IC レコーダーなどで録音している場合も多く、その内容とメモを合わせて、復習しているのが、盲学校等での実践例である。

4.　電子黒板と電子化ノート

電子黒板の場合は、PowerPoint のようなスライドに教員が書き込む例が多いが、この画面を取り込んで、メモ書きすることが、晴眼者の学校ではよく利用されている。しかし、視覚障害者の場合では、教員の書き込みが見えづらいため、メモを取ることが困難となる。

そこで、スクリーンショットで、画面を取り込み、その画面にメモを書き込む要領でノートを取ればよい。しかし、この方法では、スクリーンショットの量が非常に多くなってしまい、最終的に復習段階で再度スクリーンショットを全て閲覧し、メモ書きを参照するため、復習時間が非常に長くなってしまう欠点がある。

けれども、電子黒板を利用しながら簡単にノートがとれることは、様々な電子化ノートの中で最も有利であり、利便性は高い。そのため、この手法を利用する視覚障害者は多い。

5.　視覚障害者のための電子化ノート

前述したが、キーボード入力がある程度以上の速度を確保できるのであれば、ノートパソコンやタブレットなどを利用して、電子化ノートを取ることは難しいことではなく、復習時間を考慮するとその方が望ましいと考えられる。しかし、パソコンなどによる電子化ノートを実現するためには、様々な対策が必要である。

1) 専門用語などに対応した日本語入力辞書
2) 専門用語に対応する画面読み合成音声ソフト
3) 高速なキーボード入力対応するハードウェア
4) 高速なキーボード入力を行う訓練

これらの設定がきちんと揃った上で、パソコンによる電子化ノートは成立すると思われる。

そのような環境を整えるためには、特に 1)と 4)が重要であるが、盲学校等でも近年このような環境設定や訓練は重点が置かれないのが実情である。

6.　おわりに

様々な視覚障害者向けの電子ノートについて概略してきたが、視覚障害者が利用しやすい最良の環境は、個人の眼の状況や能力に依存するため、千差万別であるが、電子教科書やタブレットなど多数の情報機器が机上に必要となるため、そのための専有面積の確保が不可欠となる。しかし、電子教科書や電子黒板と言った最新の情報機器は、視覚障害者の学習環境を大いに向上させたことは事実であり、それに対応した電子化ノートの環境整備も必要不可欠である。今後は、電子化ノートと紙のノートでの理解度の差異など、従来の教育手法との差異を検証する必要がある。

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:”白色文字印刷 その３”,筑波技術大学テクノレポート, Vol.21, No.2, pp.7-11(2014)

(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）

没入型 HMD を用いた臨場感の高い授業体験

Highly Realistic Virtual Attendance to a Class using Immersive HMD

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 総合教育部
[*2]Interdisciplinary Graduate School, University of Yamanashi
[*3] 京都外国語大学 マルチメディア教育研究センター
[*3] Research Center for Multimedia Education, Kyoto University of Foreign Studies

Email: satoshi.nishiguchi@oit.ac.jp

あらまし：授業の様子を俯瞰した位置から撮影した講義映像が MOOCs などで利用されることがあるが，その授業の雰囲気を十分には感じ取ることができない．授業に対する参加意識が得られないことで，受講を途中で放棄するなどの問題がある．そこで本研究では，授業への参加意識を高めるために，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，より臨場感の高い受講体験を提供する枠組みを提案する．
キーワード：拡張現実，没入型ヘッドマウントディスプレイ，授業体験

1. はじめに

講義を撮影した映像を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に利用できる．このような講義映像の活用例として，従来から予備校などで利用されるビデオ教材や，大学の授業をアーカイブ化して公開することを目的とした OCW(Open Course Ware), 近年講座数が急増している MOOCs(Massive Open Online Courses)などが挙げられる．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，講師のみが居る撮影スタジオに設置したカメラ(1)や，講義室内の受講者に邪魔にならない位置に設置したカメラで撮影される．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立場で映像を視聴することになり，臨場感に欠けてしまい，参加意識が低くなるという問題がある．

そこで本研究では，講義映像の視聴者が，受講者視点の映像を視聴し，当該講義を構成する当事者としての感覚を得ることで，より参加意識を持ちやすい受講体験を提供する枠組みについて提案する．

2. 没入型拡張現実

HMD(Head Mounted Display)は，頭部に装着して映像を視聴するデバイスであり，従来は仮想的に大きな映像表示スクリーンを眼前に表示することを目的としていたため，大きなディスプレイの代替機能としての側面を持つものがほとんどであった．一方，近年は，接眼レンズの工夫などにより，人間と同程度の広い視野角を実現することで，映像空間に入り込んだかのような視覚感覚が得られる没入型 HMD が開発されている．これらの没入型 HMD にはヘッドトラッキング機能が搭載されることが多く，三次元 CG で表現された空間内を自由に移動しつつ，様々な方向を見たりすることが可能であり，ゲームやシミュレーションの分野等で活用されつつある．

一方，一般的なビデオカメラは 50° 程度の視野角しか持たないため，人間の視野をカバーするような映像を撮影することは困難であったが，複数台のビデオカメラを組み合わせたり，高視野な魚眼レンズを利用したりすることで，一度に全方位の映像（全天球映像）を撮影することが可能なカメラ（全天球カメラ）が利用できるようになった．全天球カメラ映像を三次元 CG の代わりに没入型 HMD に提示することで，全天球カメラが設置された位置を視点としたあらゆる方向の映像の視聴が可能となる．本稿では，この枠組みを没入型拡張現実とよぶ．

3. 臨場感の高い授業体験

本研究では，没入型拡張現実を利用し，受講者がより臨場感の高い授業を体験できる仕組みの実現を目指す．受講者視点の講義映像を撮影する全天球カメラは，講義室で受講者が着席した際の視点となる位置に設置する．図 1 に，座席に配置した全天球カメラの例を示す．このようにして撮影した全天球講義映像を，顔の向きのトラッキングが可能な没入型 HMD に提示し，これを受講者が視聴することで，臨場感の高い授業体験が可能となる．

4. 映像提示方法が臨場感に与える影響

全天球講義映像を，没入型拡張現実を利用して受講者に提示する方法が臨場感にどのような影響を与えるかについて調べた．京都外国語大学の授業として実施されているゼミ発表の場で，所属ゼミ生による発表や教員による指導の様子を全天球カメラで撮

影した．その映像を，没入型拡張現実を含む 3 種類の視聴方法で大阪工業大学の学生 6 名に視聴してもらった上でその感想を聴取した．全天球カメラとしては，Ricoh 社の Theta S を使用し，没入型 HMD としては，米国 Oculus 社の Oculus Rift DK2 を使用した．全天球カメラは，受講者席の最前列に設置（図 1）し，受講者視点の映像を収録した．この映像には，全天球カメラを視点位置とした講師や受講者の様子が同時に撮影される．得られた全天球カメラ映像を，表 1 に示すような 3 種類の視聴方法で視聴してもらい，ゼミに参加しているかのような臨場感が得られるか，及び，それぞれの視聴方法の長所，短所について聴取した．それぞれの視聴方法の様子と映像提示例を図 3 から図 5 に示す．

表 1. 全天球講義映像の視聴方法

No.	視聴方法
1	タブレット端末に映像を提示し，見たい方向やズームはスクロール操作やピンチ操作によって変更
2	タブレット端末を仮想的な窓と見立てて映像を提示し，見たい方向はタブレット端末のジャイロ機能を用いて変更
3	没入型 HMD に映像を提示し，見たい方向は顔を向けることで変更

ゼミに参加しているかのような臨場感については，被験者全員が，没入型 HMD による視聴方法 3 が最も高いという評価をした．視野角の大きい没入型映像が顔の動きに自然に追随することで，臨場感について最も評価が高くなったと考えられる．一方，各視聴方法に対する長所・短所に関しては，以下のような，解像度や操作性に関する感想が得られた．

視聴方法 1 では，タブレット自体を動かすことなくスクロール操作やピンチ操作によって見る方向やズームの変更が可能であるため，操作がしやすく解像度も高いが，操作によっては映像が歪む場合があり，臨場感に欠けるという感想が得られた．視聴方法 2 では，把持したタブレット端末を様々な方向に向けることであらゆる方向の映像が視聴でき，臨場感はやや高いが，一方で，両手で持ったままの姿勢が負担を感じるという感想もあった．視聴方法 3 では，臨場感が最も高いという評価が得られたものの，解像度が低くスライドの文字が読めない，HMD が重く違和感があるため，内容に集中出来ない可能性がある，自分の手元が見えないためノートがとりにくいと感じた，などの感想が得られた．



図 1 全天球カメラの受講者視点の設置例



図 2 全天球講義映像の例

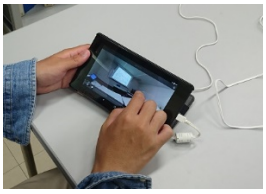




図 3 視聴方法 1 の様子と提示される映像の例



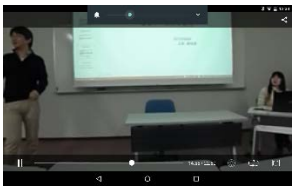


図 4 視聴方法 2 の様子と提示される映像の例





図 5 視聴方法 3 の様子と提示される映像の例

5. おわりに

本稿では，講義映像の視聴者が，受講者視点の映像を視聴し，当該講義を構成する当事者としての感覚を得ることで，より臨場感の高い受講体験を提供する方法として，全天球カメラ映像と没入型 HMD を利用する枠組みについて提案した．3 種類の視聴方法による映像視聴実験では，没入型 HMD を利用した視聴方法が最も臨場感が高いことが分かったが，解像度が低い点や，HMD の重さが問題となりうることが分かった．今後の課題としては，今回の実験では，収録済みの全天球講義映像を利用したが，講義中の全天球講義映像をリアルタイムに視聴可能とするシステムの構築や，全天球カメラ映像には視聴者自身が映り込まないことから，自己の存在感を感じにくいため，視聴者自身の様子を観測し合成提示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).

数式操作に対応したタブレット操作

Research on the designing of interfaces with one-to-one correspondence to mathematical operations

藤井研一、古賀歩、 山崎伸久、中川玄
Ken-ichi FUJII, Ayumu KOGA, Nobuhisa YAMAZAKI and Gen NAKAGAWA
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

中等教育における代数ならびに幾何学の学習は、それ以降の数学学習における基礎を与える意味で重要である．これらの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、数式操作、タブレット PC

1. 初めに

1. はじめに

中等教育における代数並びに幾何学の学習は、数学の学習の第一歩であるとともに論理的な思考を身につけるために必須と考えられる．学校教育においては、現在もこれらの学習では、紙と鉛筆を用いた筆記、作図中心に学んでいる．これにより代数では、移項や代入といった操作を理解し、幾何学では、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、こういった筆記ならびに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． 筆記並びに作図操作では、注意深さが必要で、失念すれば、間違った結果を導いてしまうことになる．幾何学学習では、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．このような手順は、それ自体学ぶ上で意味は持つものの、思考の持続を妨げる可能性も考えられ，数学学習に対する障壁となっている可能性もある．操作を正しく行なえば、誰もが妥当な結果に至る訳であるが，初学者にはこれらが大きな障壁になる場合もあると考えられる．筆記による学習で，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１体１対応をしたうえで，代数並びに幾何学学習が可能なソフトウェア開発を行なっており、今後はこの効果の検証も含めた研究を続ける予定である．

2. 開発環境

本ソフトウェアの当面の動作環境として iOS を考えている．iOS が搭載されている iPod、iPhone での使用も想定しているが、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．開発に

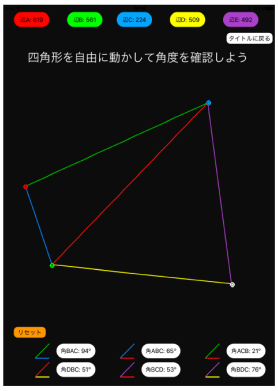


図1　四角形の内角の和



図2　五角形の内角の和

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．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.　代数での操作

中学校の代数学習における主要な単元の一つは連立方程式である．この学習時、問題となるのは移項、代入、定数倍などの方程式における数学的操作である．これらをタブレット PC の I/F に 1 体 1 対応させることを目指した．タブレット PC での、指による操作を用いるなら、移項操作は容易にタブレット PC 上の指をスライドさせる操作（ドラッグ）に対応づけることが出来る．また、代入操作も変数記号の上に直接数値や記号をドラッグすることで、直感的な理解が得られるものと考えられる．また、代数学習時にグラフとの対応を同時には学ばない．そこで、開発したソフトウェアでは、代数計算に対応したグラフにより関数の可視化を行なえるようにした．代数的観点とグラフによる可視化を同時に体験すること、より深い理解を得られるものと考えている．

4．幾何学での操作

中学校の幾何学では、図形の作図や図形の内角の和の学習から始まり合同、相似の学習へと移行する．特に、合同の学習では、証明の実施を行い、これにより論理的な思考力を伸ばすことが出来る．既に述べたように幾何学の問題を解く上で、作図は重要となり、定規などを使用して慎重に描くことが考えるために重要になる．この労力を軽減し、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．図 1 に多角形としての四角形の内角の和を三角形の内角の和をもとに考えるために作成したソフトウェアの一画面を示している．指での操作により自由に図形を変形可能であり、様々な四角形の特徴を総合的に理解可能としている．さらに帰納法的に任意の n 角形の理解に繋げられるように設計した（図 2）．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作成したソフトウェアの開発を進めており、発表を行う予定である．

4.　まとめ

中学校での数学学習を支援するためのソフトウェアを開発した．これにより目先の計算の手間や作図に囚われることなく、代数や幾何学の学習が可能となり、数学的思考の獲得を容易にできることを目指してタブレット PC 上で動作するソフトウェアの設計を行なった，学習時に、タブレット PC の I/F の積極的活用が代数および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．

フィールドトリップ型体験学習支援のためのタブレットツール

A Learning Environment for Augmenting and Presenting Knowledge from Field Trip

西尾 霞[*1], 柏原 昭博[*1]
Kasumi NISHIO[*1], Akihiro KASHIHARA[*1]
[*1] 電気通信大学大学院情報理工学研究科
[*1]Dept. of Informatics, University of Electro-Communications
Email: k.nishio@uec.ac.jp

あらまし: 本研究では，フィールドトリップ型体験学習において学習者の課題展開を活性化するためのタブレットメディアを用いた支援手法を提案している．本稿では，体験学習におけるプランニング，フィールドトリップ，ポスター発表といった一連のプロセスを通して，学習者が新たに見出した観点や気づきをもとに学習課題を展開するための支援と，体験活動を通して得られた体験知識の構造化を促すポスター作成・発表支援について述べる．
キーワード: フィールドトリップ，体験学習，知識増幅，課題展開

1. はじめに

近年，学校教育において，集団活動を通して心身の発達と個性の伸長を図り，集団や社会の一員としてよりよい生活や人間関係を築こうとする主体的，実践的な態度の育成が重視されている[1]．また，自然体験や社会体験などの活動を充実するとともに，体験活動を通して気づいたことなどを振り返り，まとめたり，発表し合ったりする体験学習の重要性が高まっている．[2].

このような体験学習の支援は，事前学習の情報提示によるプランニング支援や，体験中のリアルタイムな情報提示による体験活動支援がある．しかし，実際の体験学習では，体験活動中に見聞することで新たな観点や興味が生起し，学習課題として展開することが考えられるが，時間的な制約により新たに展開した課題について十分に学ぶことは困難である場合が多い．

そこで，本研究では，体験活動を通して新たに生起した学習課題に追従しつつ，事前学習で得た知識と比較しながら体験知識を構造化する手法を提案した．また，提案手法に基づき体験知識の構造化を支援するシステム ReTrip を開発してきた．[3]

一方，体験学習プロセスで得られた情報を学習成果としてまとめるために，ポスターを作成し，学習者間において情報の共有や比較を行うことが多いが，こうした情報は体験を通して散在しがちとなるため，ポスター発表は容易ではない．したがって，学習者の体験学習プロセスや学習成果物をまとめやすいようにしておくことが望ましいと考えられる．

そこで，本稿では，体験中に生起した新たな観点や体験活動の記録を残すことで，動的に変化する学習課題に追従する支援を行い，体験後にその観点から学び得る情報や体験中に学びが不十分だった知識についての情報を提示することで体験知識を増幅するとともに，学習成果物の作成・発表を支援することで，体験知識の構造化を促す支援手法を提案する．

2. 体験学習の知識獲得プロセス

フィールドトリップ型の体験学習では，体験前（プランニング），体験中（フィールドトリップ），体験後（知識増幅，プレゼンテーション）の 3 つのプロセスに分けて考えることができる．

2.1 体験前プロセス

体験学習の調査対象に関する事前情報を学ぶことで，フィールドトリップのプランニングを行う．学習者の興味や関心に基づき，いくつかの学習課題を設定し，それぞれの課題解決に関連した学習スポットを設定する．このプロセスでは，学習課題に対する学習者の興味や着眼点を中心とした知識を獲得すると考えられる．

2.2 体験中プロセス

体験前プロセスで設定したプランに従い，実際に体験を行う．事前に設定した課題を解決するとともに，現地での見聞で気づいたことを記録することで，学習課題についての知識を獲得すると考えられる．

一方で，時間的な制限や現地での不測の事態などが理由で，不十分なまま学習を終えてしまう課題や，事前学習にはなかった新しい観点を見出すことで，学習者は事前学習との関連性を意識しながら新たな観点を課題として展開することが考えられる．

2.3 体験後プロセス

体験を振り返ることで，体験中に新たに見出した課題について解決に至らず，学習が不十分になることがあるため，このプロセスにおいて体験知識を増幅・補強する．特に，小中学校ではポスターや新聞といった学習成果物の作成や発表を行う．ポスター作成を通して体験学習の一連のプロセスにおける知識の整理が行われ，発表を通して体験学習で獲得した知識の共有が学習者間で行われる．

3.　支援手法

体験学習の学習プロセスにおいて，学習課題の動的な変化に追従するためには，体験前のプランニングの記録と体験中の活動履歴の記録を比較・関連付けを行うことが重要である．筆者らは，体験中プロセスにおける不十分な学習である体験知識を増幅・補強する手法として，体験知識増幅モデルを提案してきた．[3][4].

そこで，本研究では，まず体験中の支援として体験前の記録を確認可能とし，体験履歴を記録する際には体験前の知識を深める情報か，新たな観点を見出した情報かを区別して記録させる．体験後には，それらの情報をもとに Web 上から関連する情報を抽出・提示することで学習者の体験知識の増幅を支援する．

一方，体験学習において獲得した知識は，体験前の事前学習，体験中のメモや写真，体験後の学習に分散しているため，一般に学習成果物を作成するのは困難である．そこで，本研究では，各プロセスにおいて獲得した知識を学習項目ごとに記録し，知識整理の際に提示することで学習成果物の作成を支援する．また，発表の際に，学習者間の情報の共有や比較を可能とするため，学習者の体験過程である体験中に辿った軌跡と，記録に用いたメディアのアイコンを配置したマップ上に，学習成果物であるポスターのアイコンを配置し，タップすることでポスターがポップアップし，学習過程と成果を同時に視覚表現することでプレゼンテーション支援を行う．

4.　体験学習支援システム ReTrip

本システムは，タブレットメディア iPad 上で動作するマップベースのアプリケーションとして動作する．本研究では，体験学習における課題展開・知識構造化支援を目的としている．主な支援機能は以下の通りである．

4.1 課題展開支援

体験前のプランニングにおいて設定した学習スポットと，そのスポットでの学習目的を，体験中にも閲覧・確認が可能であり，チェックリスト形式で学習目的の達成を記録できる．体験中の記録は，学習課題をリスト選択することで，学習課題と学習スポットを関連付けて記録することができる．また，新たに生起した学習課題については，学習者自身で入力することで, 新たな課題を追加することができる．体験活動を通して動的に変化する学習課題に追従し，体験後には Web 上から関連する情報を抽出・提示することで，体験知識を増幅する．図 1 に，課題展開支援機能のユーザインタフェイスであるマップアルバム画面を示す．

4.2 ポスター作成・発表支援

(1) ポスター作成支援

全学習プロセスの学習履歴は，学習課題あるいは学習スポットに紐付けて記録されているため，ポスター作成において，課題あるいはスポットごとに写真やメモが集約されている．また，その記録が体験前・中・後の記録なのかも確認することができる．そのため，体験活動の想起が促され，ポスター作成を通して学習者の体験知識の構造化が促される．

(2) ポスター発表支援

マップアルバム画面同様に，体験中に学習者が辿ったルートと，記録に用いたメディアであるメモや写真，動画のアイコンがマップ上に配置された画面上に，学習スポットごとに作成したポスターのアイコンを表示することで，学習過程と学習成果物の両面から体験学習をプレゼンテーションでき，体験知識を表現し，まとめることができる．このようなプレゼンテーションは学習者自身のみならず，他者と共有することでコメントやレビューを受け取ることで体験知識の強化の促進が期待できる．



図 1：マップアルバム画面

5.　まとめ

本稿では，フィールドトリップにおける体験学習のモデルを示した上で，体験前，体験中，体験後の一連のプロセスの支援手法，およびタブレットツール上で体験学習を支援するシステム ReTrip について述べた．今後は，フィールドトリップによる体験学習を実施し，本支援手法を評価する予定である．

6.　謝辞

本研究の一部は，JSPS 科研費基盤研究(B) (No.26282847), 挑戦的萌芽研究（No. No.15K12408）の助成による．

参考文献

(1) 文部科学省：“中学校学習指導要領”，東山書房(2008)
(2) 文部科学省：体験活動事例集−体験のススメ−, http://www.mext.go.jp/a_menu/shougai/houshi/jirei/03071401/003.pdf (2008)
(3) 金子拓司,柏原昭博,鷹岡亮:フィールドトリップ型体験学習における知識構築・学習成果発表支援,教育 システム情報学会第 38 回全国大会 pp.407-408 (2013)
(4) Akihiro Kashihara, and Ken Ogata: Knowledge Augmentation for Experiential Learning in Fieldwork, Proc. of ICCE2011, pp.18-25, Chiang Mai, Thailand (2011).

統計学の初学者学習用 Web 環境の構築

Construction of the Web environment for students learning statistics for the first time

小堺光芳[*1]，佐久間貴士[*2]
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：統計学は社会の様々な情報を処理するためのツールとしてニーズの高い学問である．だが苦手意識を持つ学生も多い，そこで独自運用のサーバ上で統計学の学習機能を開発する．イメージを掴むことが重要であり，動画機能などを利用し統計処理のイメージを平易に伝えるように留意する．復習問題を数多く解かせ学生に自信をつけさせ積極的に学習する意欲を刺激したい．また講義の予習・復習用の教材としての運用も期待している．
キーワード：**統計学**，**学習環境**，教材利用

1. はじめに

スマートフォンやタブレット PC の普及に応じて情報化社会はますます高度に進化している．統計学は社会のさまざまな情報や社内外の資料の作成，また情報の取捨選択や正確に読み取るためのツールとして社会的ニーズの高い学問でもあり，多くの場面で利用され，求められる．

文系学生にも統計学を学びたいと考えている学生はいるが，数学が苦手であったり記号に苦手意識を持っていたりするケースは少なくない．そうした学生であっても確率の基礎から統計学を学べるようにしたいと考えている．

独自に運用しているサーバ上の「教育支援システム（以下、本システム)」を使い，その Web サイト上で統計学の学習機能を開発する．開発時に統計を学ぶ際にはイメージを掴むことが重要であるため，アニメーション機能等の動画などを利用することで統計処理のイメージを平易に伝えるように留意する．また同 Web サイト上に単元ごとの確認問題を用意し，練習問題を数多く解かせる．問題を解けるようになることで学生に自信をつけさせ積極的に学習する意欲を刺激したいと考えている．

さらに統計講義の予習・復習用の教材としての運用も期待している

これまで本システムは学習支援環境を Web 上に構築してきた．開発当初，本システムは基礎情報教育科目を支援するためのシステムとしての構築を目指した．そのため Word・Excel・PowerPoint の機能・操作などを含めた IT リテラシ教育のための教材としての利用を中心として機能を備えていたが，サーバ環境をより活用するために学習環境の充実を目指して様々な学習支援を Web 上で行えるよう機能拡張を行ってきた．

そこで今回の確率・統計の基礎を学ぶための機能も本システムに付加することにした．

また本システムの利用のあたり予習・復習をやらない学生も多いが本システムはログイン情報を取得できるためこれを管理して学生に利用を促したいと考えている．

さらに授業に利用することで講義効率を向上させてシラバスに遅れず授業の進捗を守りやすくなる効果もある．講義効率を向上させることで講義時間における答案練習の時間をできるだけ多く取れるようになれば学生の理解向上につながり，解ける・できると実感することで学生が面白いと感じてもらえれば積極的に復習をする機会が増え，教育効果は向上する．そして本システムは従来の黒板とテキストを使用した教育を否定するものではなく，むしろ支援し統合することを目指している．

2. イメージによる統計学の理解

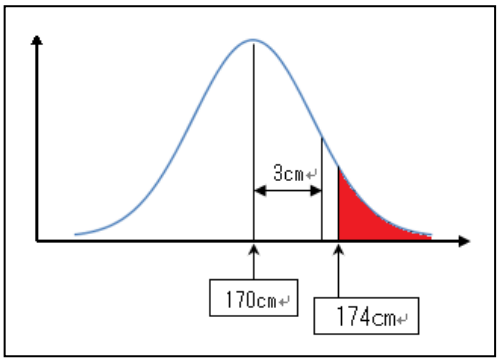
本システムの目的は数学や記号に苦手意識のある学生であっても統計学の基礎が学べるようにすることである．確率や統計学を学ぶ際に，頭の中でうまくイメージできないことがわからなくなる原因のひとつである．

そこで本システムではできるだけ図などを用いて視覚からイメージをうまく掴ませたいと考えている．単に図を表示するのではなく，例えば，PowerPoint のアニメーション機能のように図形や色を追加しながら説明すれば理解しやすいはずである．

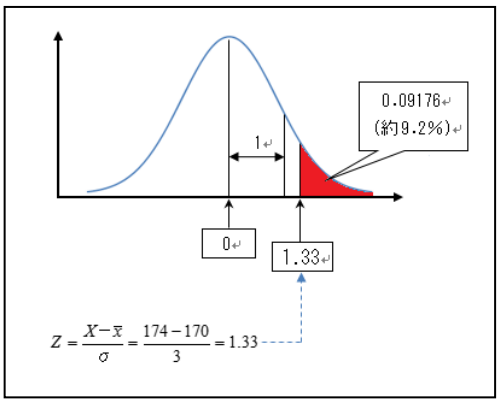
統計学を学ぶ際にイメージ１からイメージ２へ画像が変化することで標準化の意味を理解してもらう．

またイメージ２にあるような基本的な式や記号もいくつか覚えることは必須であるが，覚えるという地道な作業を面倒に感じる学生もいる．

これまでの経験から，つまずく学生の多くがこの基本的な式や記号を覚えておらず，その後の理解に大きな影響を及ぼしていると考えられる．



図表１　イメージ１



図表２　イメージ２

覚えるという習慣が希薄な学生にとっては，いくつかの式や記号を覚えることは面倒な作業かもしれない．そこで覚える練習を兼ねて繰り返し類似の問題を解かせる．

問題を数多く解かせることで，苦手意識のあった学生に自信を与え，学習意欲・知的好奇心を刺激したい．まずは基本問題を十分に解かせてから応用問題にステップアップしてもらう．学習の繰り返しは単純だが効果的である．

3.　講義時間の有効活用

シラバスに沿って授業を進めたいが，理解の及ばない学生をサポートするため講義中に復習の板書を行う必要もある．こうした余分な板書は授業進捗の遅れにつながり貴重な講義時間を消費する．

だがパソコンの画面情報を電子黒板やスクリーンに映すことさえできれば確認・復習作業の時間を短くできる．また講義を進めるうえでも本システムの統計学学習と同期のとれたハンドアウト作成し利用することで説明時間も短縮でき，例題の解答・解説も余裕を持ってあたることができ，かつ重要なポイントを繰り返し行うことが可能となり学習効果を高める効果が得られる．先にも触れた通り，限られた講義時間を有効に活用できるようになると期待している．例えば学生に考えたり調べたりする時間を十分与えることもできる，また本来ならば時間の関係で割愛されるような詳細の式の意味や統計学をつかった面白い事例を紹介することも可能となる．さらに受講人数や学習意欲にもよるが学生を前に呼び，問題を解かせ，説明させるといったことに時間を使うこともできるだろう．

4.　予習・復習用の教材としての利用

本来であればハンドアウト等を配布して予習・復習に取り組んで欲しい．だが学習習慣が十分に修得されていない学生の場合，面倒に感じてせっかく用意した問題を見てさえもらえないこともある．

Web を活用すればスマートフォンを利用して閲覧し予習・復習することもできるので，通学の合間などわずかな時間に見ておくようにアナウンスすることもできる．学生の多くは通学時間にスマートフォンを見ている学生も多いのでついでの作業として取り組んでもらえると考える．

ごく簡単な問題であればボタン押下による選択だけで予習・復習をさせることができるだろう．だがしっかりと練習問題に取り組むには，紙とペンを用意しなければならない．スマートフォンを使い画面を見ても問題を解くまでのことはしない学生もいるだろう．Web 上に用意された問題を紙とペンを使って解いてほしいが，問題を解く作業をしないとしても授業のポイントを確認するだけでも予習・復習の学習効果はあるはずである．

本システムを利用することで少しでも学習習慣を身に着けてもらうことを期待している．

5.　おわりに

これまで使用した統計学の講義資料を基に開発を進めたが，講義回数 15 回すべての内容は網羅できてはいない．だが実際の講義において利用しなければより良いコンテンツとはならないため，後期（秋学期）講義から実際に活用したいと考えている．

学生により良い学習環境を提供していきたい．そのために実際に活用しながら修正を加え，またすべての講義を網羅するよう今後も開発を継続していく予定である．

参考文献

(1)　小堺光芳，佐久間貴士「情報教育支援システムから教育支援システムに向けた簿記仕訳学習の開発」，第 38 回教育システム情報学会全国大会論文集，pp.61-62（2013）

(2)　小堺光芳，佐久間貴士，山下倫範「情報教育支援システムの利用に向けた取り組み」，第 7 回パーソナルコンピュータ利用技術学会全国大会講演論文集，pp.47-77（2012）

講義内容の理解タスクの構造化タスクとしての具体化

Embodiment of understanding task about lecture as structuring task

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: 本稿では，学習者による講義内容を理解するタスクを教師が用意した部品を使った概念マップ作成による構造化タスクとして具体化することを提案する. 講義内容をまとめるためにノートテイキングが重要とされているが，具体的に何をどう整理すれば良いかは明確になっていない．本研究では，講義内容の理解タスクを講義で取り上げられた概念を関連付け，一つの構造として整理することと定式化する．これを具体化する手段として，キットビルド概念マップ方式を用いる．
キーワード：**講義理解タスク**，**キットビルド概念マップ**，**構造化タスク**，**具体化**

1. はじめに

授業のなかで学生が講義のノー トを取ることは，内容の理解の上で大切な役割をしていることが指摘されており，ノートテイキングと呼ばれ様々な研究が行われている[1][2]. ノートテイキングは単なる内容の記録作業ではなく，内容の整理としての積極的な学習活動の意味を持っている．ノートテイキングの過程は，(1)記録すべきことの「選択」と，(2)記録したことの「関係づけ」，の二つの分けられるとされており，(a)内容理解においては「選択」よりも「関係づけ」が重要な役割を果たしていること，(b)選択の失敗は関係づけにおいて取り返しがつかないという意味で選択が重要であること, が指摘されている．

本研究では，この講義内容の理解を指向した整理活動としてのノートテイキングを,「提供された部品を構造的に組み立てる活動」として定式化する．この定式化では「選択」は「提供された部品の認識」として具体化され,「関係づけ」は「認識した部品の関係づけ」として具体化される．従来のノートテイキングの捉え方では,「選択」に関しては「記録すること」として具合的なタスクになっていたが,「関係づけ」に関しては具体的な活動が示されていたとは言えない．このため，ノートテイキングが往々にして講義内容を単に書き写すだけの作業になっていたといえる．また，従来のノートテイキングでは，しばしば「選択」の失敗が発生し，それが内容理解の不完全さにつながっていた．本研究での定式化により，関係づけが具体化されることで，内容理解の意味でのノートテイキングの促進に大きな効果が期待できる．また,「選択」を「認識」に置き換えることで,「選択」における致命的な失敗を回避できるようにしている．これが，本研究で目指している理解タスクの構造タスク化としての具体化である．

以下本稿では，具体的な手段としてキットビルド概念マップ[3]を用いた理解タスクの構造タスク化について説明する．さらに，キットビルド概念マップを用いたノートテイキングの具体例として映像教材を用いた事例を紹介する．

2. キットビルド概念マップ

キットビルド概念マップとは，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．教授者がまず伝えたい内容を概念マップとして表現し(ゴールマップと呼ぶ)，その構成要素であるノード(概念)，リンク(関係)をキットと呼ばれる部品として学習者に提供し，学習者ごとに概念マップを作成させることで，学習者は教授者が伝えたい内容のキーワードとなる部分に着目することができ，また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．以下に，キットビルド概念マップで用いられるゴールマップ，キットの例を図として示す.



図 1:ゴールマップ



図 2:キット

3.　キットビルド概念マップの組み立てとしての講義内容の構造化タスク

3.1 ゴールマップ・キット作成過程

教授者は，教授活動を通して学習者に伝えたい内容を概念マップ（ゴールマップ）として表現する．ゴールマップをノードとリンクに分解する．これらをキットとして学習者に提供する．

3.2 キット逐次提供・学習者マップ作成過程

学習者は講義内容を聞きながら，あるいは聞いた後に自身の理解状況の整理として提供されたキットを用いて概念マップを作成する．キットは「選択」すべきと教授者が判断したものであり，それらを関係づけた概念マップとしての構造は，これも教授者が必要と判断した「関係づけ」である．したがって，教授者が講義において期待した選択と関係づけの活動がマップ作成活動として行われることにある．したがって，この方法は教授者が想定した基本的な理解を対象としている．学習者個々の発展的な理解は，この基本的な理解の上に積み上げるべきものであり，また，その内容についてのより発展的な講義もその基本的な理解を想定して行われることを考えると，この基本的理解の促進は非常に重要であるといえる．

3.3 学習者マップ診断過程

学習者マップはゴールマップの構成要素から構築されているために，ゴールマップと学習者マップの差分はリンクの違いとして明確に抽出できる．この差分により，学習者と教授者による理解のずれを検出することが可能になる．

4.　映像教材を例とした構造化タスク支援システム

本章では映像教材による教授活動を例として提案した活動を実現するシステムを示す．

4.1 キット逐次提供・学習者マップ作成機能

学習者は映像教材(図 3 画面右の動画プレイヤー)を視聴する．映像教材は教授者によってゴールマップと対応付けられており，視聴中の映像区間毎にシステムがそこで教えられている内容に対応するゴールマップの部分をキットとして逐次提供し，学習者は今教えられている内容を確認する形で，自身のマップを映像の進行に合わせて逐次的に作成することができる．



図 3:逐次提供・マップ作成画面

4.2 比較・再視聴機能

学習者はゴールマップと自身のマップの差分を比較マップ(図 4)によって自身の理解のずれを認識する．教授者が設定したゴールマップと映像区間の対応から，システムはゴールマップと学習者マップで異なる部分に対応する映像を選択的に提供することができ，学習者がそれ再視聴させることで，理解の修正を促す．

4.3 ブレンディッドラーニング・反転授業への活用

映像教材と対面授業を組み合わせる場合には，映像教材に対する理解度を上げる，またそれを見積もることが非常に重要となる．本章で述べた方法は，ブレンディッドラーニングや反転授業における映像教材の部分での有効活用が期待できる．

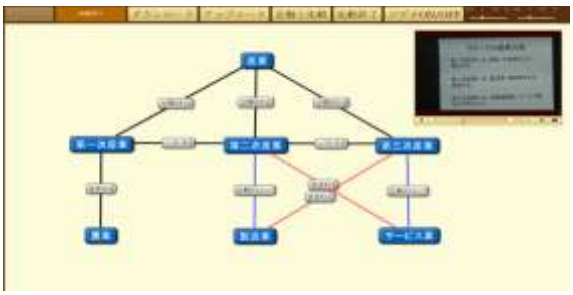


図 4:比較・再視聴画面

5.　まとめと今後の課題

本研究では講義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，それを学習者に部品から組み立てさせるタスクとして，講義における学習者の理解タスクを具体化することを提案した．キットビルド概念マップ方式を用いて提案した活動を実現させることで，学習者が講義内容を聞きながら自身のマップを作成することにより学習者は自身の理解状況を段階的に整理することができるとともに，自身の理解のずれがある部分についても認識することが可能になる．今後は提案した手法・システムが学習者にとって受け入れられるものであるかどうかや有効であるかどうかを，比較実験や実際に活動を行った学習者に対してインタビューや，アンケートなどを通して調べていきたいと考えている．

参考文献

(1) Kenneth A.Kiewra : “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) Tsukasa Hirashima, Kazuya Yamasaki, Hiroyuki Fukuda and Hideo Funaoi, “Framework of Kit-Build Concept Map for Automatic Diagnosis and Its Preliminary Use”, Research and Practice in Technology Enhanced Learning, 2015.

講義コンテンツを用いた学習における学生の視聴履歴取得機能の開発

The Development of the Function which Acquire Viewing History for Learning Using Lecture Contents

高田 良介[*1], 後藤田 中[*2], 藤本 憲市[*2],
村井 礼[*2], 林 敏浩[*2], 八重樫 理人[*2]
Ryosuke TAKATA[*1], Naka GOTODA[*2], Ken'ichi Fujimoto[*2],
Hiroshi MURAI[*2], Toshihiro HAYASHI[*2], Rihito YAEGASHI[*2]
[*1] 香川大学大学院
[*1]Graduate School of Engineering, Kagawa University
[*2] 香川大学
[*2] Kagawa University
Email: s15g471@stu.kagawa-u.ac.jp

あらまし：近年，LA(Learning Analytics)と呼ばれる学習行動履歴情報を活用した学習データ分析技術が注目されている．これまで LA は，LMS や CMS に蓄積された情報の分析が中心で，講義コンテンツを用いた学習における詳細な分析はおこなわれていない．我々は，講義コンテンツを用いた学習における学生の視聴履歴を取得する視聴履歴取得機能を開発した．本論文では，視聴履歴取得機能について述べる．
キーワード：講義コンテンツ，Learning Analytics，視聴履歴取得機能

1. はじめに

MOOCs（大規模公開オンライン講座）や OCW（オープンコースウェア）に代表されるオープンエデュケーションは，多様な学習環境を提供する点，大学の知を世界に開放する点において，一定の評価を得ている．MOOCs や OCW では，教育用映像コンテンツ（本研究では，講義コンテンツとよぶ）を用いて学習をすすめる．堀ら(1)は，オープンエデュケーションによる講義コンテンツを用いた学習において，多くのユーザが 1 本あるいは 2 本で講義コンテンツを用いた学習を終えていると述べている．また，約 8 割のユーザが講義コンテンツを半分視聴して学習をやめており，さらに講義コンテンツの平均視聴時間は 30 分程度であるとも述べている．一般的に講義コンテンツは講義を収録して生成されるため，多くの場合講義時間と同じ 90 分である．堀らの調査の結果は，自宅などの大学以外の環境で，講義コンテンツを視聴するために必要な時間である 90 分の時間を確保することが難しいことを意味している．

これら講義コンテンツを用いた学習や視聴における問題点を踏まえ，八重樫らは，講義コンテンツメタデータを用いた講義コンテンツ視聴システムを開発した(2)．八重樫らが開発した講義コンテンツ視聴システムは，索引語とその発話時間が記載された索引メタデータを用いて，索引語の発話時間から講義コンテンツを再生できる索引機能と，シラバスから生成されたシラバスメタデータを用いて，単元や学習内容だけを再生する単元・学習内容再生機能，また複数の単元や学習内容を連続して再生するプレイリスト再生機能を有している．八重樫らが開発したシステムは，講義コンテンツを用いた学習において，索引語が発話された発話時間から講義コンテンツを再生したり，選択した単元や学習内容に関する講義コンテンツを再生したり，選択した複数の単元や学習内容を連続して再生したり，講義コンテンツに対して学習者が求める多様な仕組みを提供している．

近年， LA(Learning Analytics)(3)と呼ばれる学習行動履歴情報を活用した学習データ分析技術が注目されている．これまで LA は，LMS(Learning Mana-gement System)や CMS(Course Management System)に蓄積された情報の分析が中心で，講義コンテンツを用いた学習において，学習者が講義コンテンツのどの部分を視聴したかどうかなどの講義コンテンツを用いた学習における詳細な分析はおこなわれてこなかった．

我々は，講義コンテンツを用いた学習における学生の視聴履歴を取得する視聴履歴取得機能を開発した．本論文では，視聴履歴取得機能について述べるとともに，香川大学の実運用で得られた視聴履歴について述べる．

2. 講義コンテンツメタデータを用いた講義コンテンツ視聴システム

講義コンテンツメタデータは，講義コンテンツ名や講義コンテンツ作成日など講義コンテンツの一般的な情報と，索引機能を実現するための索引メタデータ，単元・学習内容再生機能やプレイリスト再生機能を実現するためのシラバスメタデータから構成される．

```
<lecture title="情報通信基礎">
  <unit id="1">
    <unitstart>00:00:00</unitstart>
    <unitend>00:31:45</unitend>
    <unittitle>情報の符号化</unittitle>
    <content id="1">
      <contentstart>00:00:00</contentstart>
      <contentend>00:06:41</contentend>
      <contenttitle>情報の送信と 2 元情報</contenttitle>
      </content>
    <content id="2">
      <contentstart>00:06:41</contentstart>
      <contentend>00:09:57</contentend>
      <contenttitle>通報シンボルと符号化</contenttitle>
    </content>
    …
  </unit>
  <unit id="2">
    <unitstart>00:31:45</unitstart>
    <unitend>00:50:08</unitend>
    <unittitle>情報量</unittitle>
    …
  </unit>
```

図 1　シラバスメタデータ

索引メタデータは，講義コンテンツ内の教員の発話を，音声認識技術を用いてテキスト化したものから生成し，索引語と索引語が発話された時間を示す発話時間から構成される．索引メタデータを用いることで，索引語の発話時間から講義コンテンツを再生できる索引機能を実現することが可能になる．

シラバスメタデータは，単元・学習内容再生機能およびプレイリスト再生機能を実現するために必要なメタデータのことで，シラバスから生成される．講義は，複数の単元から構成され，各単元は複数の学習内容から構成される．図 1 は，生成したシラバスメタデータを示している．それぞれの講義は単元に分割され，単元は学習内容に分割される．単元は<unit>タグ，学習内容は<content>タグを用いて記述される．「情報の符号化」の単元は，「情報の送信と 2 元情報」,「通報シンボルと符号化」に分割され,「情報の送信と 2 元情報」は，00 分 00 秒から 6 分 41 秒に実施され,「通報シンボルと符号化」は 6 分 41 秒から 9 分 57 秒で実施されている．

3.　講義コンテンツを用いた学習における視聴履歴取得機能

視聴履歴取得機能は，索引履歴取得機能および視聴時間取得機能から構成される．

索引履歴取得機能は，索引機能を用いて講義コンテンツを視聴した回数を取得する．ユーザごとの索引履歴，索引語ごとの索引履歴が取得できる．

視聴時間取得機能は，学習者が講義コンテンツを視聴した時間を取得できる．図 2 は，視聴時間取得機能の画面を示している．開始時間は，学習者が視聴を開始した時間，終了時間は，学習者が視聴を終了した時間，再生開始は，講義コンテンツの視聴を開始した地点，再生終了は，講義コンテンツの視聴を終了した地点，再生時間は，講義コンテンツを視聴した時間を示している．図 2 は，講義コンテンツサンプル動画コンテンツ①のテスト 01 学生の視聴時間を示しており，No.8 は 2015/01/05 16:05:15 から 2015/01/05 16:05:28 まで講義コンテンツを視聴し，講義コンテンツの 00:32 の地点から 00:44 の地点まで 12 秒間講義コンテンツを視聴していることがわかる．視聴時間取得機能によって得られた学習者の講義コンテンツ視聴時間の情報，および本研究において生成したシラバスメタデータを用いることで，学習者がどの単元，どの学習内容の講義コンテンツを視聴したのか，また，講義コンテンツの視聴が完遂したか未完遂なのかを把握できる

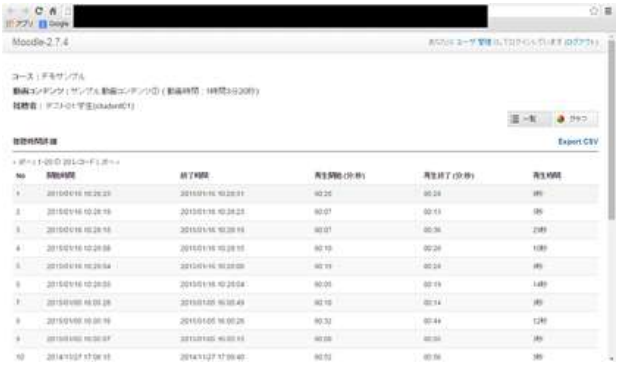


図 2　視聴時間取得機能の画面

4.　おわりに

本論文では，我々が開発した学習者の講義コンテンツの視聴履歴を取得する視聴履歴取得機能について述べるとともに，香川大学の実運用で得られた視聴履歴について述べた．

謝辞

本研究をすすめるにあたり，技術支援をいただくとともに，様々な有益なコメントを頂戴した株式会社フォトロン，株式会社 SRA 西日本の皆さまに感謝します．

本研究は，日本学術振興会科学研究費助成事業(若手研究Ｂ，課題番号 23720268，26730173 研究代表者：八重樫理人)の助成を受けた．

参考文献

(1) 堀真寿美，小野成志，小林信三，山地一禎：“学認と電子書籍を利用したオープンエデュケーションツールの開発”，情処研報,Vol.2013-IOT-22，No.9，pp.1-8 (2013)
(2) 八重樫理人，白神真登，森田翼，林敏浩，村井礼，裏和宏，上之園和宏，三好匠：“選択した単元・学習内容の再生を可能にする講義コンテンツ視聴システムの開発”, 教育システム情報学会 2014 年度特集論文研究会，Vol.29，No.7，pp.83-90(2015)
(3) 山川修 : “Learning Analytics とは”, 情報処理，Vol.55，No.5，pp.495-495(2014)

インタラクションに関する多面的データを用いた教師の意図と学習者の心的状態の関係の分析

Experimental Study on the Relationships Between Teacher's aim and Learner's Mental States in Teacher-Learner Interaction

竹花 和真[*1], 田和辻 可昌[*1], 岡崎 桂太[*2], 松居 辰則[*3]
Kazuma TAKEHANA[*1], Yoshimasa TAWATSUJI, Keita OKAZAKI[*2], Tatsunori MATSUI[*3]
[*1] 早稲田大学大学院
[*1]Graduate School of Human Sciences, Waseda University
[*2] 早稲田大学総合研究機構
[*2]Comprehensive Research Organization, Waseda University
早稲田大学人間科学学術院
[*3]Faculty of Human Sciences, Waseda University
Email: takehana@moegi.waseda.jp

あらまし： 学習者の心的状態の推定を行うために，本研究では学習者の内省報告データ，生理データ(NIRS，皮膚コンダクタンス，呼吸)，教師の発話データを取得し相関ルール抽出によって関係性の抽出を実験的に行った．また，教師の教授意図や感情推定についてのインタビュー調査を行い，教授意図と生徒の感情の関係性の抽出を試みた．結果，いくつかの感情についての関係性が抽出された．
キーワード: 学習者の心的状態の推定，生体情報，行動情報，インタラクション，相関ルール抽出，NIRS

1. はじめに

学習者の学習意欲を向上させるには学習者の心的状態を把握することは極めて重要なことである．対面授業における人間教師であれば，教授・学習過程の適材適所において学習者の心的状態を把握して教授戦略や教授方略に反映させることができるが，これをコンピュータに行わせることが今後の教育システム研究にとって非常に重要な課題だと言える．昨今のコンピュータの高機能化と低廉化によって，生体計測機器から送られる大量の情報を比較的高速に処理することが可能となり，生体情報や行動情報を用いた学習者の心的状態の自動推定と教育支援への試みが盛んに行われるようになってきている[1].

また，教育実践研究においては，授業中の教師と学習者のインタラクションは互いの心的状態に大きな影響を及ぼし，学習効果の決定要因として重要であるということは広く共有されている. したがって，学習時における教師の行動や発言と学習者の心的状態，あるいは心的状態の変化に関する要因との関係の形式化は重要な課題である.

そこで，本研究では，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実験的に試み，また後述する生理データに関する時間遅れに対する考察と再分析を行った．また，教師の教授意図がどのように生徒の心的状態に作用しているのかを取得することを試みた.

2. データ取得のための実験

本研究では，教師と学習者のインタラクションにおける教師の発話や学習者の生理データを扱うため，生体計測機器を用いたデータ取得のための実験を行った.

2.1 実験の方法

実験では個別指導塾に通う中学生を被験者とし，複数の生体計測機器(脳波計，脳血流計，呼吸計，発汗計，容積脈波計)を装着したうえで授業を受けてもらった．また， 生徒や教師の行動データを取得するために，実験中の様子を 3 方向からビデオカメラで撮影した．被験者には後日実験で得られた映像をもとに学習時の心的状態の内省報告を求めた.

被験者の心的状態の内省報告をするにあたって，PC 上で動画を再生しながらキーボードの数字を押下することでその再生時間に感情カテゴリを付与してデータとして出力する事が出来るアプリケーションを用意した．被験者には，後日実験中の映像をもとに当時の心的状態と最も近い感情を 1 から 9 までの 9 種類の感情から選んでキーボードを押下してもらった．使用した感情カテゴリについては，Achievement Emotions Questionnaire(AEQ)[2]で使用されている 9 感情についての尺度(Enjoy, Hope, Pride, Anger，Anxiety，Shame，Hopelessness，Boredom，Other)を用いた.

3. 得られたデータの分析

分析ではデータを分析者の観点から比較的インタラクションが豊富な 6 か所のシーンを選出し，カテゴリを付与するといった手法を採用し分析を行った.

3.1 取得したデータの処理

取得したデータは形式や粒度が異なるためこのまま同時に分析をすることが困難である．そこで，本分析では全てのデータを分析の前処理として分析者の観点からカテゴリカルデータへの変換を行うという手順を踏んだ．これを行うことによって，得られた分析結果を実現象と対応付けすることが比較的容易になる．

生理データ(呼吸，発汗，容積脈波)は連続データであるため，時系列的上 1 つ前のデータからの変化量に応じて 5 段階で分類を行った．NIRS(脳血流)データは大域平均基準化で標準化を施した後にカテゴリ化を試みたが，機材の性質上秒間データ取得数が 5Hz と他のデータに比べて少ないため， NIRS データのみ数値の大きさに応じて 5 段階に分類した．

教師の発話データは，学校における対話分析等の研究[4]で使用されたカテゴリを一部修正した 9 種類のカテゴリ(1： 説明，2：発問，3：指示確認，4：復唱，5：感情受容，6：応答，7：注意，8：雑談，9：その他)を用いてカテゴリを付与した．

カテゴリを付与した全てのデータはデータごとに記録された時間によって整序した． また，データセットを作成するにあたって脳血流などの生体計測のデータは刺激が与えられた後極大値を取るまでに 5〜8 秒の時間的な遅延があるということが知られている[5]．そこで，NIRS データの時間的な遅延を修正したデータセットを作成して分析を行った．

カテゴリ化したデータは相関ルール抽出アルゴリズムを用いて分析を行った．

3.2 分析の結果

シーン 1 のカテゴリカルデータセット(2267 レコード)に対して支持度 0.02，確信度 0.89，リフト 2.2 以上で相関ルールを抽出した結果，内省報告(Enjoy)などに関する 12 個のルールが抽出された．例えば内省報告 (Enjoy)についての相関ルールでは，脳血流が (やや高い), 教師が (注意)をしていて呼吸が (大きく上昇した)とき，学習者は心的状態として(Enjoy)を報告しているといったルールが抽出された．これは教師の注意行動がそれほど厳しいものではなかった(半分冗談を含めたもの等)ため，生徒の笑いを誘発させて，その結果脳血流および呼吸が上昇し Enjoy という感情が喚起されたものと推測される． また，NIRS データの時間遅れを修正し，全てのシーンに対して相関ルールを抽出した結果以下の 4 感情についてのルールが抽出された(表 1).

表 1 NIRS データ修正後の相関ルール

内省報告(Enjoy)
・NIRS:(高い) &皮膚コン:(大きく下降) &呼吸:(大きく下降)& 教師・発話:(注意) ・NIRS:(低い) &皮膚コン:(上昇)&呼吸:(変化なし) &教師・発話:(説明)
内省報告(Pride)
・NIRS:(高い) &皮膚コン:(下降) &呼吸:(変化なし) & 教師・発話:(指示・確認)
内省報告(Anxiety)
・NIRS:(低い) &皮膚コン:(大きく上昇) &呼吸:(下降)& 教師・発話:(指示・確認)
内省報告(Shame)
・NIRS:(高い) &皮膚コン:(大きく上昇) &呼吸:(変化なし)&教師・発話:(指示・確認)

4. 教師の意図と生徒の心的状態の分析

これまでの分析では教師側の教授行為の意図や感情推定などの情報を扱っていなかった．しかし，それらは暗黙知によって成り立っており，言葉として表出されにくい．我々は教師が行う生徒の心的状態の推定に関する暗黙知を調査するために同教師に対して数回にわたるインタビュー調査を行った. 結果，授業の状況に応じて教授方略を変え，生徒が進んで学習を行うようにコントロールしようとしていることが分かった(表 2).

表 2 教師の意図と生徒の感情状態の表

教師の意図	授業の状況	生徒の感情
・真剣に聞いてほしい	・難易度が高い演習 ・説明が多め	Enjoy Pride
・気楽に問題を解いてほしい	・難易度が低い演習 ・やや冗談交じり	Shame Anxiety
・このくらいは出来るはず	・既に習った範囲 ・間違った生徒を注意	Anxiety Shame

5. まとめ

生徒の心的状態について相関ルール抽出を行った結果，4 つの感情についてのルールが抽出されたが，今回行った実験の被験者は 2 名と少なく一般性に欠けるため，今後被験者を増やしてより精緻なルール抽出を試みたい．また，一事例ではあるが教師の意図と生徒の感情のつながりが分かったため，今後教師・生徒に対してのインタビューを継続して行い関係性を調査していきたい．

参考文献

(1) 中山実, 清水康敬: “生体情報による学習活動の評価”, 日本教育工学会論文誌,Vol. 24, No.1, (2000)
(2) Pekrun, R., Goetz, Frenzel, A. C., Barchfeld, P. et al. :“Measuring Emotions in Students ’Learning and Performance: The Achievement Emotions Questionnaire (AEQ)”, Contemporary Educational Psychology, Vol. 36, No. 1, pp. 36?48 (2011)
(3) 岸俊行, 野嶋栄一郎: “小学校国語科授業における教師発話・児童発話に基づく授業実践の構造分析”, 教育心理学研究, Vol. 54, No. 3, pp. 322-333 (2006)
(4) David A Benaron:” Noninvasive Functional Imaging of Human Brain Using Light”, Journal of Cerebral Blood Flow and Metabolism, Vol. 20, No. 3, (2000)

ランダム出題オンラインテスト結果をもとにしたS–P表分析

Analysis with S–P Table produced in Results of Randomly Ordered Online Test

久保田 真一郎, 新盛 賢太郎, 高塚 佳代子, 山場 久昭, 岡崎 直宣
Shin–Ichiro Kubota, Kentaro Shinmori, Kayoko Takatsuka, Hisaaki Yamaba, Naonobu Okazaki
宮崎大学
University of Miyazaki
email: kubota@cs.miyazaki-u.ac.jp

学習管理システムを通してランダムに出題されるオンラインテストの場合，1 クラスの受験者数も少なく受験結果をもとにクイズの質を検証することが困難である．そこで，われわれは学習者が実際に解答した結果に加え，実際には出題されず解答されていないクイズの正解と不正解を各学習者の正答率をもとに仮に埋めることで S-P 表を作成した．また，等質な部分 S-P 表の差異係数をもとにクイズの質について検証を行った．

キーワード：S–P 表, オンラインテスト, ランダムテスト, 等質性

1. 背景および問題点

学習管理システム (LMS) の特徴としてオンラインテスト機能があげられる．紙によるテストと大きく異なる特徴は，アイテムバンクからランダムに抽出された問題を出題するランダム出題のオンラインテストが実施可能である点である．しかし，ランダム出題のオンラインクイズの場合，アイテムバンク内にある問題が同じ理解を判定するための問題となっているかの検証が必要である．ランダム出題の問題が等化であるか検証するためには，能力が同じ複数の受験者を準備して，アイテムバンクにある問題を受験してもらい，その解答結果により同じ能力を測定する問題であるか判定することができる．ランダム出題のオンラインテストを教員が構成し，アイテムバンクの問題に対して形成的評価を行う場合，ランダムに出題される問題に能力の異なる受験者が解答した結果を得ることになり，そのままでは同じ能力を比較する問題となっているか形成的評価は困難である．問題を等化させる手法として項目応答理論 (IRT) が有効であることは知られている[?]．一方で，IRT により有効な結果を得るためには，多くのケースデータが必要であることが知られている．本研究では，少ない問題数であっても問題の等質性や学習者の診断，テストの評価に有効とされる S–P 表による分析法[1] を採用する．この分析方法はテスト受験者個々の解答状況をまとめた S-P 表をもとに，学習状況や問題の善し悪し，学習指導の効果などを分析する方法である．

S-P 表はあるテストを受験した受講者の各問題に対する正誤パターンを表したものである．以下の手順を踏まえて得られる表を S-P 表と呼び，図 1 のようになる．この図では S 曲線が赤く P 曲線が青く表現されている．得られた S-P 表は，受講者や問題ごとの特徴を読み取るのに利用される．

1. 問題に対して正解であれば 1，誤りであれば 0 を記入する項目得点表を作成する．
2. 受講者の得点が高い順，問題の正答数が多い順に並び替える．
3. それぞれの受講者につき，項目得点表の左からその受講者の正答している数だけマス目を数えたところに区切り線を記入する（S 曲線）．
4. それぞれの問題につき，項目得点表の上からその問題が正答されている数だけマス目を数えたところに区切り線を記入する（P 曲線）

	Q1	Q5	Q2	Q6	Q9	Q10	Q3	Q8	Q7	Q4	得点
12	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	10
1	1	1	1	0	1	1	0	1	1	0	7
15	1	1	1	1	1	0	1	1	0	0	7
17	0	1	1	1	1	1	0	1	1	0	7
3	1	1	0	1	1	0	1	0	1	0	6
13	1	1	1	1	0	1	0	1	0	0	6
18	1	1	1	0	0	1	0	1	1	0	6
4	1	1	1	0	1	1	0	0	0	0	5
5	1	1	1	0	1	0	1	0	0	0	5
7	1	1	1	1	0	1	0	0	0	0	5
20	1	1	1	0	1	1	0	0	0	0	5
2	1	1	0	1	0	0	1	0	0	0	4
6	1	0	0	1	1	0	0	1	0	0	4
8	1	0	1	0	0	1	0	1	0	0	4
14	1	1	1	0	0	0	1	0	0	0	4
16	1	1	1	0	0	0	1	0	0	0	4
9	1	0	0	1	1	0	0	0	0	0	3
11	0	0	0	1	0	0	0	0	1	1	3
19	1	0	1	0	0	0	1	0	0	0	3
10	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	2
正答数	18	15	14	10	10	9	8	8	6	2	

図 1　S-P 表

ランダム出題のオンラインテストの場合，出題される問題がアイテムバンクからランダムに抽出され出題されるために，ある受講者が答えている問題に対して別の受講者は答えていないという状況が生じる．このため S–P 表分析に必要となる受講者と問題との項目得点表が空欄を含む表となり，S–P 表を無理矢理構成したとしても意味のある S–P 表とはならない．そこで，受講者の正答率をもとに受講者が正解であるか不正解であるかを推定し，項目得点表の空欄を埋めることで，S–P 表による分析が可能なのではないかと考えた．

2. 提案手法

ランダム出題のオンラインテストに対して項目得点表を作成すると空欄を含む項目得点表となり，S–P 表が意味を持たず S–P 表分析ができない問題に対して，受講者の正答率をもとにベルヌーイ分布により空欄の

正誤を推定し，空欄を埋め，項目得点表を構成する．構成した項目得点表をもとに S–P を構成し, S–P 表分析を行う．

3.　研究方法

提案手法が有効であるか確かめるために，実際のランダム出題のオンラインテストの結果から項目得点表を提案手法により作成し，S–P 表による分析を行う．

著者らが実践する講義で行われたランダム出題のオンラインテストの結果を用いる．受験した学生は 57 名，出題される問題数は 17 問で，アイテムバンクには 46 問用意されておりそこから分野ごとにランダムに出題される．ただし問 31 から問い 36 は固定して出題され受験者全員が解答している．詳しい構成を表 1 に示す．

表 1　出題されるオンラインテストの構成

分野	出題問題数	アイテムバンクの問題数
コンピュータの動作	1	5
基本構成	1	5
記憶装置	1	5
メモリ管理と仮想記憶装置	1	5
入出力制御	1	5
プロセス管理	1	5
共通項目	6	6
総合	5	10

出題されていない問題の正誤は，ベルヌーイ分布に従うと考え，実際に解答した生徒の解答状況から正答率を求め，Excel のデータ分析機能を用いて項目得点表の空欄をランダムに埋めた．この操作をすべての問題に適用し，得られた項目得点表が図 2 である。　表中では受験者が実際に解答した結果が網掛けのセル，ランダムで正誤を推定した結果が白いセルである．この項目得点表をもとに S-P 表を構成した．

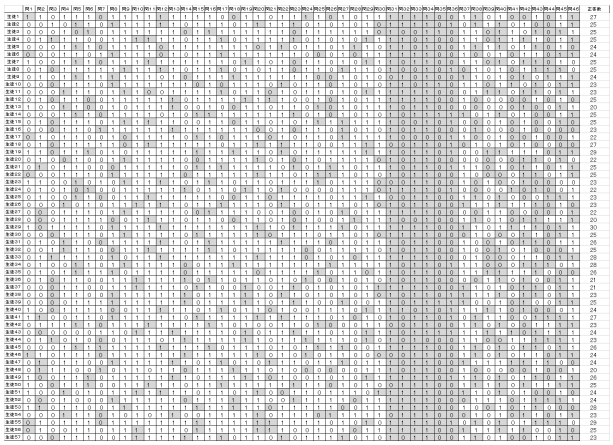


図 2 ベルヌーイ分布により空欄を埋めた項目得点表

項目得点表を分野ごとに分割することで，ひとつの分野に対する受講者の学習状況を見ることができる．また，受講者群を分割することで，それぞれの分野において共通の学習状況を示す受講者群を抽出することができる．受講者群を分割する手法として，グラフ理論的手法[2] を参考に分析を行った．藤原の行った手法は，受講者の解答パターンの包含関係から有向グラフを作り，有効道に含まれる受講者群に分割する，というものである．藤原の行った手法では，分析者の志向により有向道の数を自由に決めるが，本研究では次のような方法論によって有向道を決定することとした．有向道を導出する方法論を決めることで将来的にシステム化が可能となる．

1. すべての有向道を列挙し，それぞれに含まれる受講者の人数を数える．
2. 最も学生数の多い有向道を選ぶ．
3. 選択された有向道に含まれるノードを消去する．ただし，ノードを消去する際に，有向道から独立してしまうノードが存在する場合は当該ノードを消去しない．
4. 残った有向グラフについて，1 から 3 を繰り返す．

この方法論により複数の有向道が決定され，複数の部分 S–P 表を作成することができる．学習者群を分割することで得られる部分 S–P 表は同じ傾向を示す受講者群別に，分野別，問題別の分析を行うことができるが，本研究では問題群の評価に用いる．

学生全員が解答した問 31 から 36 の共通項目を用いた部分 S–P 表は，似た学習傾向を持つ受講者群に分割できたため，このときの受講者群は等質であると考え，この受講者群が他の分野の問題群に対しどのような反応を示すかを分析した．その結果，問 20 から 25 の部分 S-P 表において，基準値を超える差異係数を示した．つまり問 20 から 25 の問題群が何かしらの欠陥を抱えている可能性を示唆している．

4.　まとめ

本論文では，アイテムバンクからランダムに抽出され出題されるオンラインテストに対して，S–P 表分析を適用するために出題されなかった問題の正誤をベルヌーイ分布により推定し，得られた S–P 表による S–P 表分析を行った．S–P 表分析では，グラフ理論による部分 S–P 表を構成する手法を利用し，有向道を決定する方法論を提案した．その結果，これまで S–P 表を構成することができなかったランダム出題されるオンラインテストの結果に対して，改善が必要と考えられる問題群を見つけ出すことができた．

謝辞

本研究の一部は JSPS 科研費 16K01070 の助成により実施した．

参考文献

(1) 佐藤隆博: “S–P 表の作成と解釈”, 明治図書, 東京 (1975)

(2) 藤原秀雄: “S–P 表の分割法とその学習診断への応用”, 日本教育工学雑誌, Vol.5, pp.13–21(1980)

クリティカルシンキングの適応型テストのアイテムバンク構築

Construction item bank 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

あらまし：現代は様々な情報があふれており，十分に吟味した情報を体系的に理解し，的確な意思決定を行うためには，クリティカルシンキング(CT)は不可欠である．本研究の目的は，CT の適応型テストの開発のために，アイテムバンクの構築を試みるものである．その結果，CT の 3 尺度（分析，推論，読解）は，相関，散布図，情報量などを分析したところ，概ね独立的であり妥当であると考えられた．

キーワード：クリティカルシンキング，適応型テスト，項目反応理論，試験，評価

1. はじめに

1.1 クリティカルシンキングの重要性

現代は様々な情報があふれており，十分に吟味した情報を体系的に理解し，的確な意思決定を行うためには，クリティカルシンキング(CT)は不可欠である．社会人基礎力(経済産業省 2006)や学士力(文部科学省 2008)，さらには 21 世紀型スキル(Griffin 他 2011)においても，その重要性が謳われている．なお，クリティカルシンキング(CT)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(1)．

1.2 クリティカルシンキング能力の評価

CT の能力評価については，海外のテストを利用したり(平山他 2011)，国内でも能力評価の研究は存在する(楠見他 2010)．しかし，CT の試験では読解時間に加えて，考える時間が十分に必要であるため時間がかかってしまうのが現状である．

1.3 項目反応理論について

項目反応理論(IRT)では受検者ごとに瞬時に最適な問題を提示可能となり，測定精度を落とさず，時間を短縮できる．一方，既存のテストでは，同じテストを受検者した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．

1.4 研究の意義

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．短時間で効率的に能力を測定するために CT の適応型テストの技術開発が必要となる．このため，アイテムバンクの構築する不可欠となる．

1.5 研究目的

本研究の目的は，CT の適応型テストの開発のために，アイテムバンクの構築を試みるものである．

2. 研究方法

東京及び近郊の大学生 736 人を対象とした．18 歳から概ね 22 歳で，解答に不備がある者と留学生を除外している．成績に無関係で，教育・研究目的以外には使用せず個人名は特定されないことを説明した．

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ペーパー試験を実施した．設問は，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．作問の際は，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 組作成し，各組毎に 50 人程度から解答を得た．なお，①分析と③読解の被検者は同一の 107 人であり②の共通問題を含めて終日試験に解答してもらった．②推論の 632 人は，授業で試験を 1 組ずつ行って集計した．データを IRTPRO3 及び SPSS20.0 で解析した．

3. 結果

3.1 尺度の相関と困難度・識別力

個人の能力における各尺度間の相関と散布図は以下のとおり(表 1，図 1~3)．また，各尺度毎の困難度・識別力の散布図は以下のとおり(図 4~6)．

表1 個人能力の尺度間相関

	Θ1	Θ2	Θ3
Θ1		.568**	.570**
Θ2			.423**
Θ3			

**: $p < .01$

3.2 各尺度のテスト情報量と標準誤差

各尺度のテスト情報量(I)と標準誤差(S.E.)は以下のとおり(表2，図7～9)

表2　尺度のテスト情報量と標準誤差

	情報量(max)	標準誤差	困難度
①分析的思考力	11.65	0.29	-0.20
②論理・推論能力	17.44	0.24	0.20
③読解・理解能力	10.15	0.31	-0.70

4.　考察

各尺度（①分析的思考力，②論理・推論能力，③読解・理解能力）の相関は大きくなく，散布図から2元性は確認されず，偏りも大きくはない．困難度・識別力の散布図は，その性質上の要因もあるが困難度0付近を中心に正規分布のような形状が確認された．また，各尺度のテスト情報量(I)と標準誤差(S.E.)については，被検者数が十分に大きいとはいえないために，グラフの形状及びその値には限界があるものの概ね妥当な範囲におさまっていた．また，②推論では被検者が他の尺度より多いため，グラフには若干の歪みが見られるが誤差は小さめ(0.24)となった．これらにより，各尺度は概ね独立的であり妥当であることが示唆された．

5.　おわりに

今後は被検者を増やし，識別力の極端に低いものを排除し検証することなどにより，さらに的確なアイテムバンクを構成する必要があろう．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)　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)

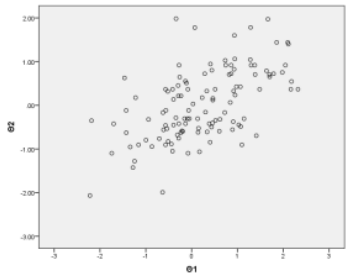


図1 ①分析的思考力と②論理・推論能力

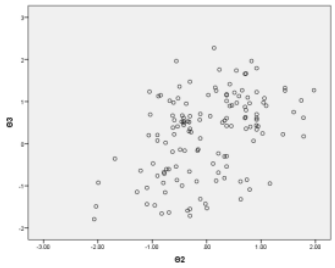


図2 ②論理・推論能力と③読解・理解能力

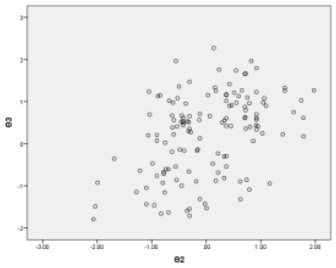


図3 ③読解・理解能力と①分析的思考力

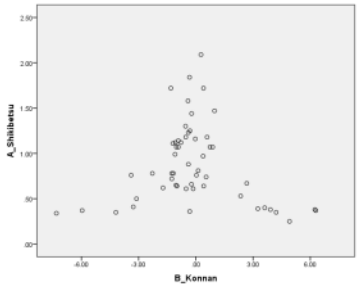


図4 ①分析的思考力の困難度と識別力

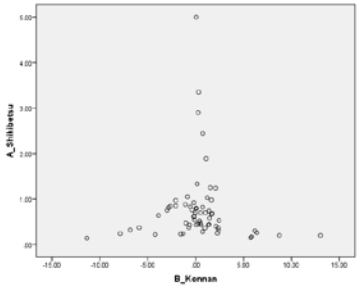


図5 ②論理・推論能力の困難度と識別力

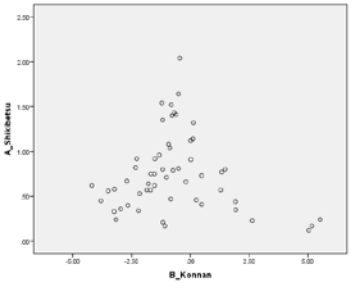


図6 ③読解・理解能力の困難度と識別力

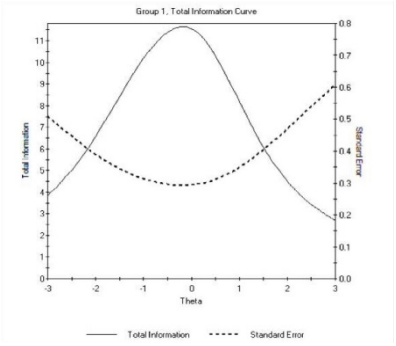


図7 ①分析的思考力の情報量と標準誤差

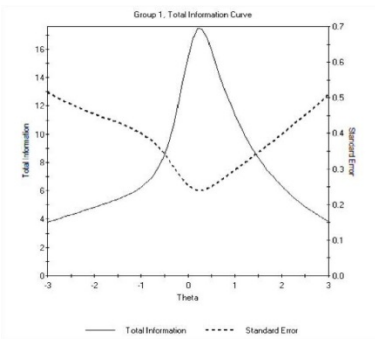


図8 ②論理・推論能力の情報量と標準誤差

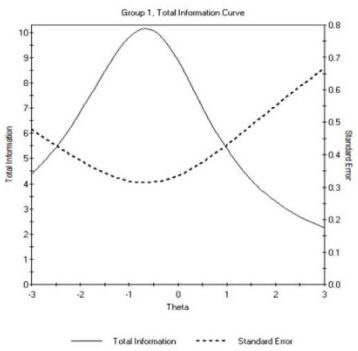


図9 ③読解・理解能力の情報量と標準誤差

成功的教育観に基づく授業間リフレクション

An Inter-class Reflection based on the Teaching Outcome

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
Email: kayasima@lit.tamagawa.ac.jp

あらまし : 本稿では，キットビルド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の枠組みを提案し，高等教育の授業にキットビルド概念マップを導入したところ，成功的教育観に基づく授業間リフレクション，つまり，2 年後の同様の改善を指向した授業内容の省察･分析が生じたことを報告する．
キーワード : 授業リフレクション，キットビルド概念マップ，成功的教育観，学習結果，構造的理解

1. はじめに

これまで，授業内容や授業方法を改善する方法として，自分が実施した授業をビデオテープなどに記録し再生視聴しながら省察，分析するツールを用いながら自分の授業実践の問題点を把握することが有効とされてきた(3)．これは授業者の学習者への働きかけ方に焦点を当てた授業リフレクションを支援するシステムと言える．

それに対して，本研究では，学習者への働きかけにより授業者が意図する授業のゴールが達成されたか否かに焦点を当てた「成功的教育観(4)に基づく授業リフレクション」の枠組みを新たに提案し，この「成功的教育観に基づく授業リフレクション」の実現のために，キットビルト概念マップ(以下，KB マップ)(5)を導入する．さらに，高等教育で KB マップを導入し本枠組みに基づいて授業を実施したところ，授業者が意図する授業のゴールが達成された否かという観点から自分自身の授業活動の成否を評価した，次回の同様の授業の改善を指向した授業間リフレクションが生じたことを報告する．なお，本研究で提案する枠組みと，従来から行われている方法を組み合わせることで、より高次の授業リフレクションを生じさせることができると期待される(2)．

2. 成功的教育観に基づく授業リフレクションの枠組み

授業のゴールには複数の段階が考えられるが，本研究では，授業のゴールを「学習者が授業の中で提供された内容を構造化して獲得すること」と捉え，教師の役割は学習者が学習すべき内容を授業者の意図通りに構造化できるように情報伝達することであると捉える．この授業ゴールに基づくと，成功的教育観に基づく授業リフレクションには，(1) 授業者が意図した学習者に学んで欲しい内容とその構造を明確化することと，(2)学習者が学習内容を授業者の意図通りに構造化できているかという観点から授業者の活動の成否が評価されることが必要となる．この 2 点を実現するために，本研究では， KB マップを用いる．

KB 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では，先述の(1) 授業者が意図して学習者に学んで欲しい内容とその構造を明確化するために，授業前に授業者が授業内容の要点を概念マップの形式でまとめた要点マップを作成する．要点マップは，ノードとリンクで構成される概念マップで表現可能な授業内容の要約であり，授業内容の基本概念とそれらの関係が構造化されたものである．

さらに，授業後に要点マップの構成要素であるノードとリンクは断片化されて学習者に提供され，学習者はこれらを用いて概念マップを構成する．この学習者が組み立てたマップを学習者マップと呼ぶ．KB マップの特徴はこのように要点マップの構成要素を用いて，学習者マップを組み立てさせることにある．要点マップとの次の比較によって、学習者が授業内容を授業者の意図通りに構造化できているかを測定することができる．第一は，要点マップと各学習者マップとを重ね合わせた比較マップから，各学習者の授業内容の構造化の仕方を把握するものである．第二は，複数の学習者マップを重ね合わせた重畳マップと要点マップとの比較で複数の学習者の授業内容の構造化の仕方を把握するものである．このように，要点マップと学習者マップを比較することによって，授業者の意図通りに学習者が構造化できているか否かを，個別的，及び総括的に可視化でき，先述の(2)学習結果という基準からの授業者の活動の成否の評価が可能となる．

成功的教育観に基づく授業リフレクションの枠組みを，図 1 のように二重ループモデルとして定式化する．これは Double Loop 教授設計プロセスモデル(1)をベースとし，点線で示された内側のループ（I）授業内リフレクションと，実線で示された外側のループ（II）授業間リフレクションの二つから構成される．Double Loop 教授設計プロセスモデルでは，振り返るべき対象が計画された教授活動と授業中に実際

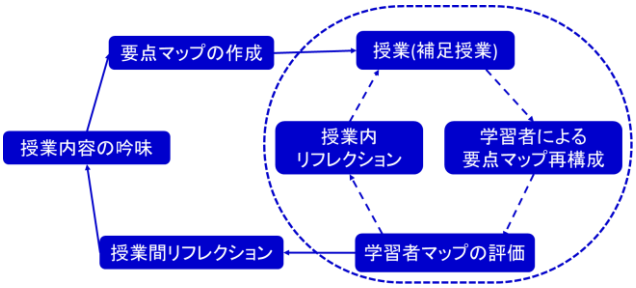


図 1 成功的教育観に基づく授業リフレクション

に行った教授活動との差異であるのに対し，本研究のモデルは要点マップと学習者マップとの差異，つまり学習者が学習内容を授業者の意図通りに構造化できているか否かに注目する．授業内リフレクションは，授業内容の理解度の向上を主目的とした補足授業を指向して，授業内に学習者マップの評価を通じて行われる．これに対して授業間リフレクションは，授業実施後に行われ，次回に行われる同様の授業の改善を指向して，学習者が学習内容を授業者の意図通りに構造化できたか否かという観点から，講義内容や実施計画，及び要点マップが省察される．

3. KB マップが促す授業間リフレクション

A 大学文学部で 2013 年度 9 月(受講生 24 名)と 2015 年度 9 月(受講生 18 名)に開講された貧困をテーマとするオムニバス形式の集中授業の 4 つのテーマで KB マップを導入した(2014 年度は閉講)．要点マップと学習者マップ・重畳マップの比較から，学習者が授業者の意図通りに構造化できているか否かという観点から，各授業者は 2013 年度の授業を振り返って検討した．その検討結果が，2015 年度の講義資料や要点マップに反映された．本稿では集中授業の 1 コマである社会福祉の授業を取り上げる．

授業者が作成した 2013 年度および 2015 年度の要点マップと各年度の受講生の学習者マップとの差異を各々図 2,3 に示す．個々の学習者マップと要点マップとの構造の一致率の平均は 2013 年度が 0.39(SD=0.14)，2015 年度が 0.62(SD=0.27)であり，一致率が向上している．図中の%表示は各年度の個々のリンクの一致率である．

2013 年度の授業では，リンクの一致率が 20%未満のものがいくつかあった．例えば，[ソーシャルワーク・ソーシャルワーカー]と[医療扶助] や[生活扶助]とのリンク[援助資源の調整]が 12.5%，16.7%である．この結果についてのインタビューで授業者は，次年度の授業で概念間の関係を意識して明確にする必要があると回答した．この KB マップによる省察が 2015 年度の授業内容に変容をもたらし，それが要点マップにも現れている．2013 年度と 2015 年度の要点マップを比較すると，例えば，[ソーシャルワーク・ソーシャルワーカー]と [生活扶助]と[医療扶助]の間の直接的なリンクに新たなノード[援助資源]が追加され，間接的な関係に変更されている．この変更により[ソーシャルワーク・ソーシャルワーカー]が[援助資源]を[活用]し，[援助資源]の下位概念には[生活扶助]と[医療扶助]があることが明確になった．この変更で[ソーシャルワーク・ソーシャルワーカー]と[援助資源]とのリンク[活用]が 88.9%，かつ，[援助資源]と[生活扶助]や[医療扶助]とのリンク[一種である]が 50.0%と向上した．ただし，[ソーシャルワーク・ソーシャルワーカー]と[援助観]のリンク[福祉的実践の目標]のように一致率が低下した箇所もある．このように，KB マップで可視化した学習結果が授業者に授業リフレクションを促し，要点マップ，講義資料・説明が改善され，それが 2013 年度と 2015 年度の個々の関係の一致率の変化に現れている．

以上のように，全体的な評価だけではなく，各命題レベルでの理解度を診断できるのが KB マップを用いる利点であり，今後は講義資料や授業中の授業者の発話の変化と理解度の変化の関係をより詳細に分析し，授業間リフレクションがどのように行われたか，そして，それを支援する枠組みを検討したい．

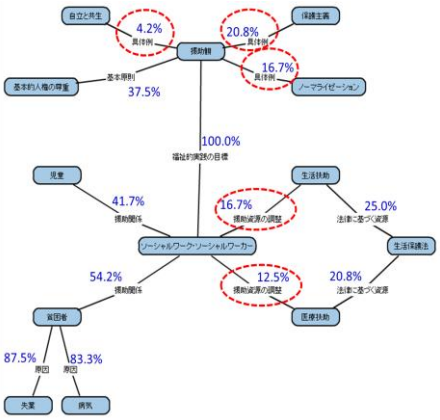


図 2 2013 年度の要点マップと一致率

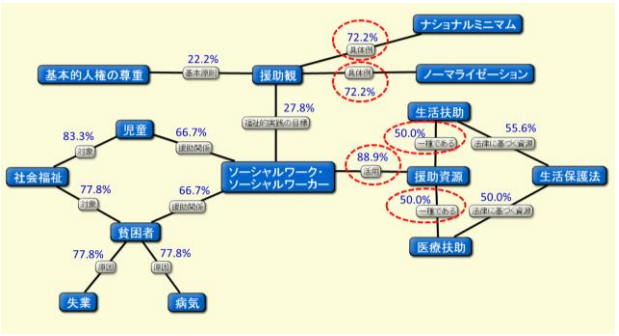


図 3 2015 年度の要点マップと一致率

謝辞　本研究は JSPS 科研費 16K01129 の助成を受けた．

参考文献

(1) 樋口祐紀他 (2008) 教師の対話的な教授行動に着目した Double Loop 教授設計プロセスモデル．日本教育工学会論文誌，31(4)：457-468.
(2) 茅島路子他 (2015) 成功的教育観を取り入れた授業リフレクションの枠組みの開発．第 22 回大学教育フォーラム発表論文集，198-199.
(3) 今野文子,三石大 (2011) 授業改善･高度化のためのリフレクションと情報技術活用．システム/制御/情報，55(10):439-445.
(4) 沼野一男 (1986) 教育の方法と技術．玉川大学出版
(5) T. Hirashima, et al. (2015) Framework of kit-build concept map for automatic diagnosis and its preliminary use. Research and Practice in Technology Enhanced Learning, 10(17):1-21.

Web アプリ開発を題材とした仮想的およびリアルな状況設定による プロジェクト管理演習の実践

Practice of the Project Management Exercise of the Web Application Development by the Virtual or Real Situation Setting

佐々木 茂[*1], 荒井 正之[*1], 高井 久美子[*1,*2], 小川 充洋[*1], 渡辺 博芳[*1,*2]
Shigeru SASAKI [*1], Masayuki ARAI [*1], Kumiko TAKAI[*1,*2], Mitsuhiro OGAWA[*1], Hiroyoshi WATANABE[*1,*2]
[*1] 帝京大学理工学部
[*1]Faculty of Science and Engineering, Teikyo University
[*2] 帝京大学ラーニングテクノロジー開発室
[*2]Learning Technology Laboratory, Teikyo University
Email: sasaki@ics.teikyo-u.ac.jp

あらまし：プロジェクト管理の手法を学んだ情報系大学 3 年生が，プロジェクト管理者(PM)の役割の理解と活動の促進を目的として，1 年生をメンバとする Web アプリ開発プロジェクトを PM として管理する演習を実践した．仮想的な状況設定と，リアルなクライアントからの依頼の 2 通りの状況で行い，どちらにおいても一定の成果と課題が得られた．これらを踏まえてさらに PM としての活動を促す支援を行う手法について検討した．
キーワード：プロジェクト管理，PBL，コミュニケーション支援，協調学習，バーチャルとリアル

1. はじめに

著者らは 2010 年度から本学理工学部ヒューマン情報システム学科の 3 年生対象の演習授業において，3 年生が 1 年生をメンバとしたプロジェクトの管理を行う演習授業を実践している[(1), (2)]．3 年生は，プロジェクト管理について学んだのち，この演習においてプロジェクト管理を実践する．同時に，1 年生は，3 年生の演習と同じ時間に開講されている PBL の授業として，3 年生のプロジェクト管理者(PM)と共に課題解決に取り組む．

この演習授業では，仮のクライアントから会社が受注したシステムを開発する問題を，その会社の社員である PM やプログラマなどのプロジェクトのメンバが解決していくというような状況設定が用いられている．しかし実際には，学生が問題を深く掘り下げることなく，直接あるいは短絡的に答えを求めようとすることが少なくない．

この問題を解決するため，3 年生が PM としての役割を自覚し，自発的・能動的・主体的にクライアントの要求を把握しようとする姿勢・態度を促すための取り組みを行った．2014 年度の演習では，PM とクライアントの役を演じるロールプレイを導入した．また 2015 年度の演習では，実際のクライアントからのリアルな Web システム開発の依頼を演習の課題とした．

このような仮想的あるいはリアルな PM とクライアントの状況設定を取り入れた授業実践を行い，それらの実践結果を踏まえて，今後の改善方法について検討した．

2. 授業の概要

本実践の対象となる授業は，3 年生のプロジェクト管理と 1 年生のプロジェクト演習である．どちらの授業も 2 コマ×15 回で構成されており，同じ時間に同時に開講されている．図 1 にプロジェクト管理およびプロジェクト演習の授業の構成を示す．本実践では，主に PM を担当する 3 年生の「プロジェクトの立ち上げ，計画立案」のフェーズにおける活動に焦点を当てている．

○プロジェクト管理(3年生)	○プロジェクト演習(1年生)
前半：座学による学習	前半：プロジェクト課題1
第1回～第4回　プロジェクト管理の講義	第1回～第6回　1つ目のプロジェクト課題の実施
中盤：プロジェクトの立ち上げ，計画立案	
第5回　課題の決定，プロジェクトの立ち上げ	
第6回～第7回　プロジェクトの計画立案	第7回　最終発表，レポート作成
後半：プロジェクトの実行，コントロール	後半：プロジェクト課題2
第8回～第14回　プロジェクトの実行，コントロール	第8回～第14回　2つ目のプロジェクト課題の実施
※1年生のメンバと実施	※一部のグループが3年生と実施
※第14回に振り返りを実施	
第15回　最終発表，レポート作成	第15回　最終発表，レポート作成

図 1 プロジェクト管理とプロジェクト演習の構成

3. 状況設定

PM とクライアントとがやり取りをする際に，2014 年度，2015 年度において，次に示す状況を設定した．その上で，PM およびクライアントが下に示した作業手順でやり取りを行った．

3.1 2014 年度(ロールプレイ)

2014 年度はロールプレイを取り入れて，PM 役の 3 年生とクライアント役の教員がそれぞれの役割を演じてコミュニケーションをとり，プロジェクトのニーズの洗い出しや，開発する Web システムの仕様を決定した．

3.2 2015 年度(リアルな依頼)

2015 年度は，実際に運用する Web システム開発の依頼を受けた．実際のクライアントの方から依頼

内容についてプレゼンテーションしてもらい，その内容を基にプロジェクトの仕様を作成し，クライアントに確認してコメントをもらった．

4. 授業実践

これらの授業を，2014 年度と 2015 年度に行った．

2014 年度にプロジェクト管理を受講者したのは 7 名であった．また，1 年生のプロジェクト演習において，3 年生を PM とした Web システム開発を選択したのは 17 名であった．PM 役の 3 年生 1 名に対して 1 年生が 3 名のチームが 3 つ，1 年生が 2 名のチームが 4 つの 7 チームを構成した．Web システムはすべて PHP で開発を行った．

2015 年度にプロジェクト管理を受講したのは 2 名であったが，そのうち 1 名は 3 年生の PM の補佐役として参加してもらった 4 年生である．したがって，3 年生の PM は実質 1 名であった．1 年生のプロジェクト演習において，3 年生を PM とした Web システム開発を選択したのは 10 名であった．これを 3 チームに分けた．全体の作業の分担やスケジュールの作成を 3 年生の PM が行うが，それぞれのチームの運営は，3 年生の PM，4 年生の補佐役および教員 1 名が担当した．

開発する Web システムは「スマホ用写真交流サイト」であり，PM はこれを構成する画面や機能で分けて，それぞれのチームに作業を割り振った．

5. 実践結果

授業実践の結果を，3 年生が PM としてクライアントとどの程度コミュニケーションが取れたかという側面から示す．

2014 年度は，まず授業時間中に対面で 1 人あたり 5 分程度やり取りをした．その後，掲示板でのやり取りへ移行した．やり取りの中では，PM 役の学生の作成した要求仕様確認表をクライアント役の教員がチェックし，不明な点に対して質問したり，機能の改善点をコメントしたりした．掲示板でやり取りされた投稿の数は 4〜6 程度であった．これらの投稿の半分はクライアント役の教員からの返信である．

2015 年度は，クライアントであるプロバスケットボールチームの広報担当者が，3 年生の PM と教員に対して，依頼内容を 10 分程度プレゼンした．その後，10 分程度質疑応答を行った．その後，Web 掲示板において，PM が要求仕様確認表を添付して投稿し，それに対してクライアントからコメントを投稿してもらった．クライアントからの返信は 1 回のみであった．しかし，クライアントからは，一通り動作する Web システムが完成してから見てもらった際に，いくつかコメントがあった．

6. 考察

本実践では，学生に PM 役を演じさせることで，能動的な取り組みを目指した．2014 年度は，3 年生は PM 役を演じながらクライアントからのコメントや要望に対応した．しかし，思ったよりも PM 役の学生が能動的でなかった．このことは，依頼がリアルであった 2015 年度においても同様であり，活発なコミュニケーションをみることができなかった．学生の立場に立ってみれば，与えられた役を演じようにも，具体的に何をやったらいいかがよくわからない状況では，何もできずに，不安や不満が溜まってしまうものと思われる．

PM 役の 3 年生が要求仕様をリストアップした際にクライアントの意見を聞いてみたい点もあったであろう．これらを足場にして，PM はプロジェクトの真の目的に迫ることができるかもしれない．また，学生が PM としての自覚を持ち主体的に活動するには，PM が何をすべきかについての具体的な知識も必要と考えられる．これらの知識へのヒントを，クライアントだけでなく，上司や先輩などからも伝えてもらうことで，PM は目的を達成する自信を獲得できるのではないかと考えられる．

次の段階としては，仕様を決めた際の学生の内側の考えを引き出す工夫と，クライアント，上司，先輩等からコメントやアドバイスをする仕組みを導入することが，課題としてあげられる．そのためのコミュニケーション環境の工夫も必要と思われる．

7. まとめ

本研究では，仮想的あるいはリアルな依頼の 2 通りの状況設定のもと，PM 役の 3 年生がクライアントとコミュニケーションしながら要求を洗い出し，開発するシステムの仕様を決定する活動を実践した．

本実践では，どちらの状況設定においても，期待したような能動的なやりとりはあまり見られなかった．PM 役の 3 年生がより主体的になるには，具体的な例示等により実用的な知識を獲得することが有効と考えられる．PM 役の 3 年生を取り巻くステークホルダからのインタラクションを活発にするなど，さらに PM としての経験を積めるような工夫をすることが今後の課題である．

謝辞　本研究は JSPS 科研費 26350287 の助成を受けたものです．

参考文献

(1) 佐々木茂，荒井正之，高井久美子，小川充洋，渡辺博芳：“下級生とのチームによる協同学習を含んだ授業「プロジェクト管理」の実践”，教育システム情報学会第 39 回全国大会講演論文集，G3-3，pp.249-250 (2014)

(2) 佐々木茂，荒井正之，高井久美子，小川充洋，渡辺博芳：“プロジェクト管理の手法を用いた PBL のためのコミュニケーション支援ツールの開発”，情報処理学会第 78 回全国大会，3E-07 (2016)

歴史的事象に基づいた物語作成による歴史的思考力育成支援システム

Story Generation Support System for Historical Thinking Skill Acquisition

三木 裕太[*1], 小尻 智子[*2]
Yuta MIKI[*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: k867858@kansai-u.ac.jp

あらまし：歴史学習において、歴史的事象の問題解決方法を活用し現代社会の課題について考える力の育成が重要とされている。歴史的事象の問題解決方法が課題に適用でき得るかを考えるためには、その歴史的事象が起こりえた条件を理解する必要がある。本研究では、これらの条件の理解を促進するため歴史的事象を基にした物語作成による学習方法を提案し、その支援システムを構築する。歴史的事象と同様の解決方法を適用し、結論の異なる物語を作成させることで結論に影響を及ぼす要因の理解を支援する。
キーワード：歴史学習，歴史的思考力，物語作成

1. 背景・目的

歴史的事象を理解する際に，過去の事象と同じ行動をすると同様の結果になるのではないかと考えることで，現在の問題に対する行動の結果を見通す能力を習得することは重要だとされている[1]．このような，歴史から習得した問題解決方法を活用し現代社会の問題について考える力である歴史的思考力の育成が，近年重要だと言われている[2]．問題解決方法には，それが適用できる時代背景や人物間の関係などの条件が存在する．例えば，鎌倉時代では，武士は土倉から土地を担保にお金を借りていたが生活が苦しかった．そこで，幕府は徳政令を出して，武士の借金を帳消しにした．この歴史的事象では武士と土倉には債務者と債権者の関係があり，幕府は土倉に対して権力が強かったため徳政令を行えたと考えられる．このような条件を考えることが，問題解決方法が適用でき得る場面を考えるためには必要不可欠である．

知識の適用範囲を意識させる学習手法として，問題生成学習が存在する[3]．この学習方法では，学習者が自身で解法を適用できる条件を「問題」として記述する必要がある．歴史学習おいて，問題解決方法に対する条件は時代背景や人間関係になる．本研究ではこのような条件，および解法となる問題解決方法を適用したときに起こるイベントを，物語として記述させることを目的とする．また，条件を意識した物語記述ができるための支援システムを構築する．

2. 現代の問題への問題解決方法の適用

問題解決方法は，ある人物／物事の状態を，特定の状態に変更したいという「要求」を実現するために適用される手法のことである．例えば，図１のようにブロック経済は経済力が低かったイギリスの経済力を高めた手法である．この方法が適用できるのは，経済力が低いという場合である．

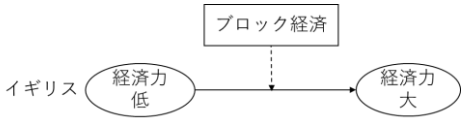


図 1 歴史的事象の問題解決方法

問題解決方法を状態変化規則と捉えたときに，その適用の是非を考えるためには，「現在の状態（初期状態）」，および「状態変化に影響をもたらす他の条件（他の状態変化規則）」を整理する必要がある．仮に条件がそろっていても人は必ずしも意図した行動をするとは限らないため，問題解決方法が「要求」に到達することを，「要求」までに生じると仮定した「他の状態変化規則」を示すことで説明する必要がある．この説明が妥当であれば問題解決方法を適用するための一つの理由ができたことになる．また，多くの人間／物事が存在するため，同時に適用可能な状態変化規則は多く存在する．適用されると仮定する状態変化規則や，その適用順番は一意には決まらないことが多い．状態変化規則の適用可能性，およびその妥当性を検討することが，歴史的思考力の育成につながる．

一方，状態変化は，問題解決方法のように，特定の状態変化を意図して行われた行動だけが引き起こすものではない．変化した状態によって引き起こされる状態変化も存在する．例えば，図２のようにブロック経済がイギリスで適用され，イギリスの経済力が増加したとする．このとき，ドイツがイギリスの経済力増加によって経済が悪化するという相反関係があれば，ドイツの経済状態は悪化することになる．このように，人物／物事が原因で生じる状態変化も存在するため，人物／物事の関係を理解することも必要となる．

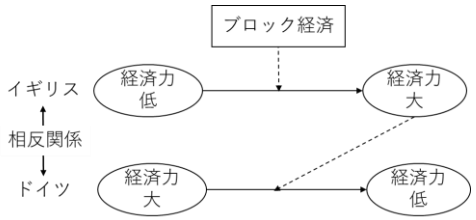


図 2　人物間関係による状態変化

以上のことより，歴史的事象は，特定の状態に状態変化規則を適用した結果とみなすことができる．したがって，歴史的事象の問題解決方法を用いた物語生成とは，歴史的事象と同様の初期状態を定義し，歴史的事象の意図する状態変化を含んだ状態変化を順番に書き記すこととみなすことができる．例えば，ブロック経済という問題解決知識を用いた物語を考える．グループ企業 A と同業でライバルとなる企業 B があるとする．すなわち，企業 A,B は経済に関して相反関係があるといえる．企業 B の台頭で企業 A の経済力が悪化しているという問題（初期状態）を，企業 A が解決したいとする．このとき，企業 A が自社の製品に対してブロック経済と同様の政策を適用したと仮定する．ブロック経済は，経済状態を増大するという状態変化を起こすため，企業 A の経済力は増大する．この状態に対し，相反関係にある他者の経済力は減少するという規則が適用されると，企業 B の経済力は悪化する．よって，ブロック経済と同様の問題解決手法を適用すると，企業 A の経済力を増大させ，企業 B の経済力を下げることができる．

作成可能な物語は多様である．結果が異なる物語を作成させたり，他者の作成した物語と比較させたりすることで，歴史的事象が表す問題解決方法の適用可能性を考察することができる．

3.　物語作成支援システム

物語の作成の支援，および作成された２つの物語を比較するシステムを構築した．物語作成支援システムのインタフェースを図３に示す．まず，登場人物作成部では物語に登場する人物／物事を作成することができる．名前を入力し，人または国の種類を選択して決定ボタンを押すと，状態変化表示部に登場人物と状態スロットが表示される．状態スロットを入力することで，人物／物事の初期状態を設定することができる．本システムでは状態を，登場人物が人の場合は幸福度・経済力・土地，国の場合は軍事力・経済力・不満に限定している．イベント作成部では，問題解決方法を含んだイベントが変化させる人物の状態，およびその状態の変化方法を UP, DOWN から選択することで記述できる．人物間関係作成部では，「経済状態に関する相反関係」などのように，人物間で設定可能な関係を生成することができ，人物間関係決定部では作成した人物間関係を，作成した人物に当てはめることができる．人物間関係は，指定された人物と状態に関する状態変化規則を表していることともなる．このように作成したイベントや人物間関係を状態変化表示部に追加すると，対応する状態変化規則を適用した状態スロットが生成される．これを繰り返すことで，状態を変化させ，物語を進めていくことができる．物語文章表示部では，生成された登場人物，初期状態，状態変化を文章で記述している．これを見ることで，作成した状態変化を物語としての意識することができる．作成した物語は保存ボタンより保存することができる．

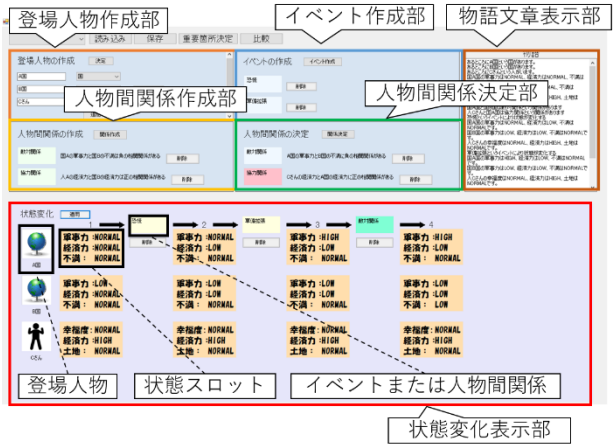


図 3　物語作成インタフェース

一方，物語比較システムのインタフェースでは，選択された２つの物語の状態変化を比較することができる．登場する人物／物事や人物間関係，イベントは物語によって異なるため，比較画面では作成した物語間でどの人物／物事が対応しているのかを選択させる．人物／物事の状態変化を初期状態から順番に比較し，差異を表示することで，問題解決方法が適用可能な条件の考察を促進する．

4.　結論

本稿では，歴史的思考力の育成のために，歴史の問題解決方法に沿った物語を作成させる学習方法を提案した．また，物語の作成支援，および作成された２つの物語の相違を表示するシステムを構築した．今後はシステムを用いた学習を行い，提案した学習方法とシステム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(15H02934)の助成による．

参考文献

(1) Peter Lee: “Historical Literacy: Theory and Research”, International Journal of Historical Learning, Teaching and Research, Vol.113 No.1, pp.25-40 (1990)
(2) 園田健太郎: 高校世界史 A において歴史的思考力を高める指導の工夫―現代社会の課題を現代史の学習を通して多面的・多角的に考察し、自分の考えを表現し学び合う活動を通して―, 群馬県総合教育センター, http://www.nc.center.gsn.ed.jp/?page_id=321 (2013)
(3) 中野明，平嶋宗，竹内章: 「問題を作ることによる学習」の知的支援環境，電子情報通信学会論文誌，Vol.J83-D1，No.6，pp.539-549 (2000)

”反省”モデルに基づく情報推薦エージェントアーキテクチャの提案

The Proposal of Agent-Architecture to Realize Information Recommendation System Based on “Self-Reflection”

安田 有希[*1]，田和辻 可昌[*1]，松居 辰則[*2]
Yuki YASUDA[*1], Yoshimasa TAWATUJI[*1], Tatsunori MATSUI[*2]
[*1] 早稲田大学大学院人間科学研究科
[*1]Graduate School of Human Science, Waseda University
[*2] 早稲田大学人間科学学術院
[*2] Faculty of Human Science, Waseda University
Email: gomikuzu.binbin@akane.waseda.jp

あらまし：本研究では，人間の“反省”のモデル化を行い，エージェントアーキテクチャとしての実装の提案を目的とする．本研究では，“反省”を，失敗によって誘発，促進された人間のメタ認知活動の獲得プロセスと定義する．具体的には，食事に関する情報推薦エージェントを構築する．
キーワード：**“反省”**，エージェントモデル，擬人化技術，メタ認知， 内省学習

1. はじめに

人間は，多くの問題解決を行わなければならない．そのため，単に目の前の問題の解決が成功すれば良いわけではない．それよりもむしろ，様々な問題に対応できるような問題解決方略を身に着けることが人間にとって重要である．そこで，人間は自身の行った問題解決の方略を対象に，観察，改善，学習を行う．なかでも，人間は失敗した問題解決方略の改善を行うことによって，同種のエラーを回避している．この問題解決方略の改善は，実行や獲得に困難が伴うが，人間の学習にとって極めて重要である．しかし，問題解決方略の改善がどのように獲得されているかに焦点を当てた研究は少ない．そこで，本研究ではこの問題解決方略の改善の獲得に着目し，「失敗によって誘発された問題解決方略改善の構築プロセス」を“反省”として定義する．

今日の情報化社会において，コンピュータは人間に人間とって単なる道具ではなく，パートナーとならなければならない．Human Agent Interaction の観点からは，エージェントがユーザとより密接に関わるために，エージェントがユーザに合わせて変化していくことが必要であると考えられる．しかし，それは単にユーザの嗜好や傾向をデータとして蓄積，学習すれば良いというわけではない．それよりもむしろ，問題解決の過程や学習の方略をもユーザに合わせて変化させることが重要であると考えられる．

そこで，人間の行う “反省”のふるまいをエージェントに実装することを本研究の目的とする．そのためには，まず人間の“反省”のモデルを構築することが必要であり，本研究では，メタ認知及び，内省学習に着目し“反省”のモデル化を行った．

2. 人間の“反省”のモデル化

メタ認知は次の 2 つから構成される．問題解決者としての自身に関する知識，及び自身の問題解決過程を客観的に観測し目標に到達するように調整するスキルである．なかでも，意図的な学習や問題解決に関わるメタ認知のスキルをメタ認知活動と呼ぶ．茅島らは，図 1 に示すように人間の問題解決における Working Memory(以下，WM)の二層モデルを提案している(1)．茅島らは，人間の問題活動を 5 種類の認知活動による WM の状態推移として定義している．5 種類の認知活動とは，観察(observation)，リハーサル(rehearsal)，評価(evaluation)，仮想実行(virtual application)，選択(selection)である．なお，茅島らはメタ認知の定義として「認知活動とメタ認知活動は活動自体において同一であり，対象のみが異なる」という立場に立っている．そのため，本研究でも同様の立場をとる．

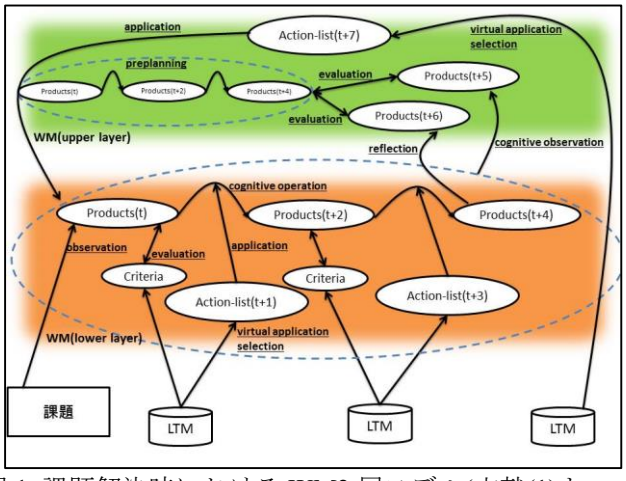


図 1 課題解決時における WM2 層モデル(文献(1)より引用，改変)

人間がメタ認知活動を実行，学習する際の大きな困難が 2 つ存在する．それは WM の二層化や多重処理

である．それを回避するためには，自身のメタ認知活動を通常の認知活動に落とし込むことが必要である．したがって，一連の課題解決が実行された後に，その認知活動を外的世界へ移動させることによって，人間はその困難を回避していると考えられる．

メタ認知活動を「自身の問題解決過程を観測し，調整する行為」として定義するならば，メタ認知活動は内省学習によって獲得されると考えられる．一般に，内省とは自身の問題解決過程を振り返る行為だからである．なかでも，自身の失敗を振り返ることは，問題解決演習において学習にもっとも貢献する過程である．知見らの研究によって，学習者の内省学習は失敗情報によって動機づけされ，また失敗知識によって促進されることが示唆されている(2)．つまり，学習者がメタ認知活動を獲得するためには，失敗の知識化により内省学習が促進されることが必要であると考えられる．今日では，内省学習の動機付けを行うシステムや，内省学習を促進するシステムに関する研究は多く存在する(3)(4)．しかし，内省学習によってメタ認知活動がどのように獲得されているのかということに焦点を当てた研究は見受けられない．

以上のメタ認知及び，失敗による内省学習の先行研究に基づき，本研究では図 2 に示すような“反省”のモデルを構築した．まず人間は問題解決実行によるフィードバックによって失敗情報を獲得する（図 2-①）．次に，人間は失敗情報をもとに失敗知識の記述を行う（図 2-②）．その結果として，課題解決時の WM の状態変遷が明示化される（図 2-③）．それに伴って，認知操作過程の観察が促進されると考えられる（図 2-④）．最後に，観察による action-list の作成が達成される（図 2-⑤）．つまり，メタ認知活動を通常の認知活動の WM 層において仮想的に経験するということである．

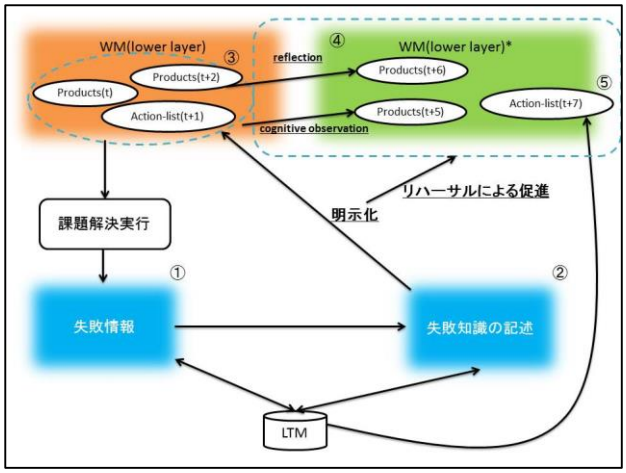


図 2 人間の“反省”モデル

3. 推薦システム

本研究では，構成論的手法を用いて，人間の“反省”のふるまいをエージェントへ実装することを検討する．そのためには，“反省”モデルの検討が重要な課題となる．なぜならば，メタ認知活動において，入力，出力，プロセスは観測できず，その獲得を検証することは困難だからである．

上記の“反省”モデルを実装するためには，システムとして以下の 2 点の特徴が必要となる．したがって，本研究においては，ユーザへの食事推薦を具体的なドメインとしてアーキテクチャの構築を行う．ドメインとして選択する．

1. 問題解決の実行が断続的であること
2. 失敗情報の獲得が容易であること

1 に関しては，“反省”モデルで示された問題解決過程を対象にした認知活動はインタラクションとは時系列的に独立して行われるからである．つまり，一回のインタラクションにつき一つの問題を解決する枠組みが望ましい．2 に関しては，毎回のユーザとエージェントとのインタラクションに差異を生み出すためである．食事の選択では，嗜好の「ゆらぎ」の大きさは重要な特徴である．そのため，短い期間に多くの失敗情報の獲得が可能であると考えられる．

具体的なアーキテクチャとして，以下に示すものを検討している．エージェントはユーザが推薦結果を受け入れたかどうかを失敗情報として取得する．同時にユーザの選考履歴や季節，気温といった選考状況をもとに失敗知識の記述化を行う．それをもとに，エージェントは推薦過程の改善を行う．

4. まとめと今後の課題

本研究では，人間の“反省”のモデル化を行い，エージェントに実装することを目的とする．今回は，“反省”のモデル化を行った．“反省”とは，失敗によって誘発，促進される人間のメタ認知活動の獲得過程である．構築するアーキテクチャとして，食事の推薦システムを選択する．

今後は，“反省”モデルの実装を目的として，計算機の機能レベルにおいて，どのように“反省”を近似するか具体的な手法を検討することが重要な課題となる．

参考文献

(1) 茅島路子，稲葉晶子，溝口理一郎: “メタ認知活動の困難さに関するフレームワークの提案”，教育システム情報学会誌, Vol.25, No.1, pp.19-31 （2008）
(2) 知見邦彦，櫨山淳雄，宮寺庸造: “失敗知識を利用したプログラミング学習環境の構築”，電子情報通信学会論文誌, Vol.88, No.1, pp.66-75 （2005）
(3) 中原淳，西森年寿，杉本圭優，堀田龍也，永岡慶三 : “教師の学習共同体としての CSCL 環境の開発と質的評価”，日本教育工学雑誌, Vol.24, No.3, pp.161-171 （2000）
(4) Hirashima, T., Horiguchi, T., Kashihara, A., and Toyoda, J.:“Error-based simulation for error-visualization and its management”, International Journal of Artificial Intelligence in Education, Vol.9, No.1-2, pp.17-31 （1998）

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

吉田 史也[*1], 光永 悠彦[*2], 山川 広人[*3], 小松川 浩[*3]
[*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

Evaluation Trial of WBT System using Item Response Theory for Computer Science

Fumiya YOSHIDA[*1], Haruhiko MITSUNAGA[*2], Hiroto YAMAKAWA[*3], Hiroshi KOMATSUGAWA[*3]
[*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： 本研究では, 先行研究で開発されたWBTシステムを拡張し, 知識の修得を目的とした機能を追加した. WBTシステムは, 学習者の能力に応じて学習ができ, 学んだ知識の習熟度合いを確認することができる項目反応理論（以降, IRT: Item Response Theory）をベースにした演習機能を持つeラーニングシステムである. 本稿では, 拡張したWBTシステムを情報系の授業に適用し, 実験結果について報告する.
キーワード：適応的支援, 項目反応理論, 適応型テスト, WBT, eラーニングシステム

1. はじめに

教員は, 授業で何を学んだのか, どの程度理解しているのかを把握するために, 中間・期末試験を通じて, 評価を行っている. こうした成績評価を, 客観的に行うために IRT の活用が考えられる. IRT を用いたテストシステムを活用することで, 学習者の能力に合わせた反復的な学習支援も可能となる.

先行研究で, 千歳科学技術大学（以降, 本学）におけるWBTシステムに, IRT ベースの演習機能である適応型演習機能を導入し, 適応型システムを開発した(1). 本研究では, 適応型演習機能を拡張し, 知識の修得を目的とした機能を開発した. そして, 情報系の授業に適用し, 昨年度と今年度の期末試験の差を比較して, 知識の修得に有効か評価する.

2. 適応型演習機能

本研究では, 授業全体を通じて必要となる複数の知識群の修得を目的とするIRTベースの演習機能を開発した. 以下機能の概要について述べる.

2.1. 機能の概要

適応型演習機能は, 授業で設定された到達目標に対して, 繰り返し学習することで知識の獲得と確認を図るための機能である. 本機能は, IRTベースで開発されており, 学習者の能力に応じて演習の提示が図られ, 学んだ知識の習熟度合いを確認できる.

2.2. 知識の設定

一般に IRT では, ある同一知識・技能の範囲で問題を提示し, その成否で学習者の能力を判定する. この知識の粒度は, 一般的には「類似問題」で分類され, それを活用して能力判定を行える程度に細かく設定される. 例えば, 情報の基礎であれば, 2進数, 基数変換などである. しかし, 大学の授業を考えると, 複数の知識を含んだ範囲を到達目標とすることが一般的で, 当然その範囲で能力の判定を行う. そこで, 本研究では, こうした複数の知識範囲をジャンルと定義した.

2.3. 適応型演習機能

知識の修得を目的として開発した機能は3つで構成されている.

一つ目は, 能力補正機能である. 本機能は, 連続して正解, 不正解したときに出題する問題の難易度に補正をかける機能である. 具体的には, 3問以上連続で正解・不正解したときに算出される能力値を変化させる. IRTに比べて大きめの値変更をさせることで. ジャンル内知識を横断した問題探索の範囲を拡げることを狙っている.

二つ目は, 類似問題出題機能である. 適応型演習機

能は,ジャンルによって定義された知識からランダムに問題を選出している. そのため, 問題を間違えたとき，別の知識が選出される可能性がある．本機能は, 解答を間違えたとき，その間違えた問題と同じ知識を持つ問題を出題する機能である．この機能により, 同じ知識の問題を学習することで，知識の理解を深めることを狙っている.

三つ目は, 解説表示機能である. 本機能は, 演習問題に付属している解説情報を問題の正解・不正解時に表示を行い, 演習問題に対する理解を深めてから, 次の問題を取り組むことができる機能である.

3. 検証フィールド

以下の節に，検証フィールドの事項について述べる.

3.1. 検証フィールド

本学で開講している情報系の授業「アルゴリズムとデータ構造」は，基本アルゴリズムを中心に教えている．本授業は，反転授業をベースに行われている．授業外では，学生に対してWBTシステムで課題を課して学習させる. そして, 授業内では, 学生に対して確認テストを行うことで，知識の修得状況を把握する．また，WBTシステムで学習した知識をもとに，グループワークやプログラミングを行っている. 本授業は, 2016年7月に期末試験の実施が予定されている.

3.2. 整備した問題プール

本研究では，適応型演習機能を情報系の授業に適用するために，問題プールの整備を行ってきた．まず，授業で利用される知識・学習教材を確認した. 次に, 学習教材に対して項目識別力, 項目困難度を付与した．そして，適応型演習機能を実施するために, 少なかった学習教材は，問題の拡充を図った（表1）. これにより, 繰り返し学習するとき, 同一の問題が出題されないようになり，多くの問題に取り組めると考えられる.

3.3. 検証内容

本研究では, 3.1 で述べた授業に対して本研究システムを適用し, 検証を行う. 本検証は, 期末試験前の2016年7月中旬に繰り返し適応型演習機能で学習を行い, 知識の修得を行ってもらう. 検証を通じて, 昨年度の期末試験と比較し，適応型演習機能による学習が知識の修得に有効か評価する.

表1　本検証フィールドの知識・学習教材

知識	以前の学習教材数	拡充した学習教材数
ソート（基本選択法）	132	300
ソート（バブルソート）		
ソート（ヒープソート）		
ソート（基本挿入法）		
ソート（クイックソート）		
ソート（シェルソート）		
逆ポーランド法		
線形リスト		
スタックとキュー		
逆ポーランド法		
ハッシュ		
フローチャート		
再帰関数		
状態遷移		
木構造		
ハノイの塔		
経験探索		
基本探索		
２分探索		
優先探索		

4. 評価

本研究は，開発した機能を情報系の授業を通じて評価を図る段階である．適応型演習機能を用いた学習によって, 学習者の能力に合わせて学習ができ, 知識の修得に有効か昨年度と今年度の期末試験を比較し, 検証を行う予定である.

5. まとめ

本研究は，適応型演習機能に知識の修得を目的とした機能を開発した. そして, 情報系の授業に適用するために，問題プールの整備を図った．拡張したWBTシステムを情報系の授業で利用した．今後，知識の修得の効果を検証データで分析し，評価結果を示していく.

参考文献

(1) 平澤 梓, 光永 悠彦, 小松川浩: ”項目反応理論を用いた適応型 e ラーニングによる学習効果 に関する研究”, 2014 年度 JSiSE 学生研究発表会 (2014)

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

System for pronunciation practice support in special education classes for language-disabled children who are enrolled in normal schools

勝瀬 郁代
Ikuyo Masuda-Katsuse
近畿大学 産業理工学部 情報学科
Faculty of Humanity-Oriented Science and Engineering, Kindai University
Email: katsuse@fuk.kindai.ac.jp

あらまし：正しい発音が困難な児童とその指導者を支援するシステムを開発した．児童の発音練習を促進しつつ，言語通級指導教室で指導する教員と外部専門家との連携推進を目的とする．言語通級指導教室にて実地試験を行った結果，システムの各種機能の使いやすさと有用性，発音指導者と外部専門家との連携推進とも，高い評価を受けた．
キーワード：発音指導，言語通級指導教室，Web アプリケーション，教育支援

1. はじめに

日本の公立小・中学校には，障碍の状態に応じて特別な指導を行うための通級指導教室が設置されており，障碍の状態の改善や克服を目的とした自立活動が行われている．障碍種別児童数では，言語障碍が最も多い．近年，特別支援教育への需要が急激に高まる一方で，教員の専門的な指導技術が追いついていないという課題が存在している．緊急の解決策として外部専門家と教育現場の教員との連携が動き出している(1)．

このような背景から，本研究では，正しい発音が困難なために，通級指導教室で発音指導を受けている児童と発音指導者を対象に，発音指導を支援するシステムの開発と運用を試みた．言語通級指導教室の発音指導者と外部専門家がインターネットを通じていつでもデータにアクセスできるようすることで，教育機関と外部専門家の連携の推進を図ることを目指した．

2. ユーザ別システム使用方法

本システムは，学校や病院で児童が発音指導を受けていることが前提となっている．ユーザには，ID，パスワード，ユーザ権限が与えられる．ユーザ権限は，児童，発音指導者，発音評価者，構音検査者の 4 種である．ユーザは児童ごとにグループ分けされ，発音指導者，発音評価者，構音検査者の権限を持つ者は，彼らが属するグループと同じグループに属する児童のデータにのみ，アクセスすることができる．

2.1 発音指導者の権限

言語通級指導教室において児童の発音指導を行い，児童に反復練習のための課題を用意する教員に与えられる．発音指導者は，辞書への新規単語登録，グループ内の児童の練習記録の閲覧，出題単語の登録，出題単語別に発音誤り傾向の登録を行うことができる．

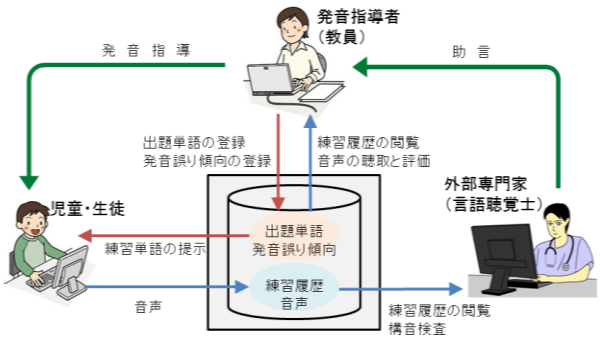


図 1 システムを介した連携の例

2.2 児童の権限

児童は，練習画面に表示される練習単語を読み上げることで，発音練習を行う．練習画面は，音声再生ボタン，入力音量調整バー，入力音声レベルメーター，練習単語を表示するブロック，操作ボタン（「つぎのもんだい」，「もういちど」，「やめる」），音声評価結果を示す画像，累積練習量を示すグラフアニメーションから構成される（図 2）．

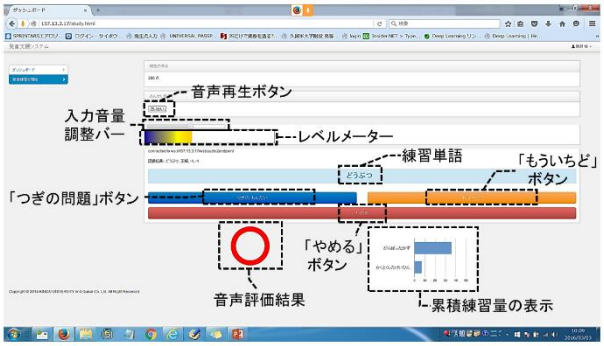


図 2 発音練習画面の構成

練習単語の表示ブロックには，練習単語と構音検査単語(2)がランダムに表示され，児童がそれを読み上げる．児童の音声はサーバーに送られてコンピュータにより評価され，評価結果が画面に表示される．

出題単語には，検査単語，出題登録された単語のうち，発音指導者により発音誤り登録傾向が登録されたもの，発音誤り傾向が登録されていないものの，計３種類が出題されることになる．それぞれについて，音声評価方法と結果提示方法が異なる．

構音検査単語が出題された場合は，音声が記録され，練習画面には「けんさ」の文字が提示される．出題単語が，発音指導者により出題登録された単語であり，発音誤り傾向が登録されていなかった場合は，自動音声認識(3)による音声評価が行われ，正誤判定結果により「○」または「？」の図が表示される（図 2）．

出題単語が，発音指導者により出題登録された単語でありかつ発音誤り傾向が登録されていた場合は，音韻識別処理による音声評価(4)が行われる．入力音声と，正しい音韻並びに誤りがちな音韻との距離に基づくスコアが計算され，練習画面上にグラフアニメーションで表示される（図 3）．音声はサーバーに記録される．

さらに，出題単語の種類に関わらず，直近の発話音声がサーバー上に一時的に保存されており，「さいせい」ボタンをクリックすれば音声が再生され，児童が自分の音声を聴取して確認することができる．

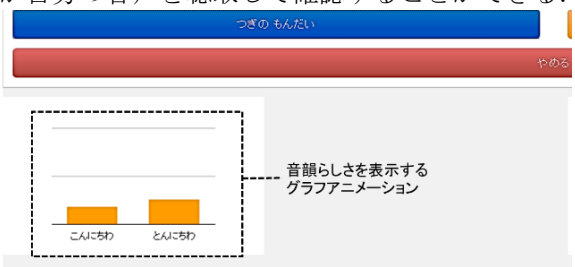


図 3　音韻識別処理の結果表示の例

2.3　発音評価者の権限

発音評価者権限は，発音指導者または外部専門家（言語聴覚士）に与えられ，児童の発音誤りについて詳細に調べることができる．発音誤り傾向が登録された単語の音声のみが提供され，発音評価者はこれらの音声を聴取して発音の状態を記録することができる．対象となる児童特有の発音誤り傾向を集中して評価できる利点がある．

2.4　構音検査者の権限

構音検査者の権限は，主として，外部専門家（言語聴覚士）に与えられる．構音検査用単語の読み上げ音声を聴取し，構音検査を行うことができる．検査単語それぞれに複数の音声収録があった場合に，発音の変化の過程を確認しやすい利点がある．

3.　実地試験

提案システムが，外部専門家と言語通級指導教室の教員との連携に役立つかどうかについて調査するために，平成 27 年度に，福岡県下の 3 校の小学校の言語通級指導教室を対象として実地試験を行った．外部専門家として 2 名の言語聴覚士と，これら外部専門家が関わりのある言語通級指導教室に属する教員 3 名と児童 3 名（小 1 女児 2 名、小 4 男児 1 名）がこの試験に参加した．

実験に参加したいずれの言語通級指導教室でも，システムを使った練習は通級指導教室内で行われた．試験期間は 3～4 週間であり，発音指導者と外部専門家に対してアンケート調査を行った．アンケートでは，システムの各種機能の使いやすさと有用性，並びに，発音指導者と外部専門家との連携に役立つかどうかを質問した．例えば使いやすさに対する質問であれば，【1.使いやすい 2.やや使いやすい 3.どちらでもない 4.やや使いにくい 5.使いにくい 6.わからない】，有用性に対する質問であれば，【1.役にたつ 2.やや役にたつ 3.どちらでもない 4.あまり役に立たない 5.役に立たない 6.わからない】の選択肢から選択してもらった．

発音指導者に対するアンケートでは，システムの出題単語登録および発音誤り傾向登録機能，外部専門家との連携推進能力とも，おおよそ高い評価（評定 1 または 2）を得たが、1 名の発音指導者が，単語登録機能の使いやすさに対する回答で「5（使いにくい）」と回答していた．理由欄には，出題単語登録画面の単語並び順が語頭の五十音順であった為，語中や語尾にターゲット音がある単語を探しにくいことが挙げられており，改善の余地があることがわかった．

外部専門家に対するアンケートでも，練習記録閲覧機能，発音誤り登録音声検査機能，構音検査音声再生機能とも，高い評価を受けた．

4.　謝辞

実験では障碍児教育に携わる多くの先生方からご支援をいただいた．福岡県教育センター小山博幸先生，国際医療福祉大学平島ユイ子先生，言語通級指導教室および聴覚特別支援学校の先生方に感謝する．

本研究は，JSPS 科研費(25350692)，平成 25 年度飯塚市大学支援補助金，平成 26 年度近畿大学産業理工学部プロジェクトによる助成を受けた．

参考文献

(1)　文部科学省ホームページ： PT，OT，ST 等の外部専門家を活用した指導方法等の改善に関する実践研究事業，http://www.mext.go.jp/a_menu/shotou/tokubetu/main/006/002.htm（参照 2016.3.01）

(2)　構音臨床研究会編：“新版 構音検査”，千葉テストセンター，東京(2010)

(3)　Sphinx-4 A speech recognizer written entirely in the Java TM -programming language : http://cmusphinx.sourceforge.net/sphinx4（参照 2016.3.01）

(4)　勝瀬郁代: “障害児の発音指導支援のための Web アプリケーションの開発：家庭での反復練習促進及び教育機関と外部専門家の連携推進へ向けて”，教育システム情報学会研究報告, 30(2), 19-24（2015）

予復習用動画教材デザインのための調査検討

Investigation for Design of Educational Movies

大﨑 理乃[*1], 長瀧 寛之[*1]
Ayano OHSAKI[*1], Hiroyuki NAGATAKI[*1]
[*1] 岡山大学
[*1]Oakayama University

Email: ohsaki@okayama-u.ac.jp

あらまし： 近年，学習材料としての動画が注目されており，動画の効果検証など様々な研究がなされている．しかし，対象となる学習者を中心に，教材開発から改善に繋げる教材デザインのサイクルを支える研究は未だ少ない．そこで本研究では，定量的データと定性的データから学習者の傾向を導き，教材のデザインに活用することを提案する．本稿では，試行として視聴履歴とアンケート調査を分析した結果，対象者は動画教材を公開順に視聴する傾向があること，動画が補助教材として意識されつつあることを確認した．

キーワード：動画教材，教材設計，Learning Analytics，高等教育

1. はじめに

近年，反転学習などの新たな教授方法の普及や，ICT ツールの低価格化に伴って，学習材料としての動画が注目されており，視聴履歴の分析を通して，動画の学習効果検証などがなされている(1).

しかし，学習者にとって有用な動画を作成し，提供するためには，学習者に応じた学習効果の高い動画の設計方法が明らかになることが重要である．特に予復習用教材は，学習者のニーズに合わない場合は利用されないため，その重要性が増す．これまでにも，学習者の視聴履歴分析から，学習者に利用される動画の特徴を明らかにした研究がある(2)ものの，実際に対象となる学習者を中心とした，教材開発・提供・改善という教材デザインサイクルを支えるための研究は未だ少ない．

そこで本研究では，教材提供方法も含めて，動画教材のデザインを支える方法の開発を目的として，調査検討を行う．

2. 提案と調査

本研究では，予復習用動画教材のデザインのために，定量的データと定性的データから学習者の傾向を導き，教材のデザインに活用することを提案する．これは，「消費者がコンテンツを認知・評価した時の行動を観測し，フィードバックデータを収集・分析することにより，消費者があるコンテンツを特定の状況で受容した時の期待価値を定量的に評価する計算モデルの構築を目指す」コンテンツ提供サービスを対象としたサービス工学の知見によるものである(3)．本稿では，試行的に対象学生の視聴データとアンケート結果を分析・検討する．

2.1 定量的データ

対象となる学習者が，どのように動画教材を利用するのかを確認するために，HTML5　Video 要素を用いて動画教材を視聴する環境を用意し，Video 要素のイベントから視聴状況を推定する．取得する情報は，（１）動画を 100％視聴した「視聴完了」，（２）動画を飛ばしつつ最後まで視聴した「視聴終了（未完了）」，（３）一部を視聴したものの，最後まで視聴しない「途中棄権」，の３種類のデータとした．

本調査は，国立総合大学の初年次科目である情報教育科目で実施し，調査対象者は１年生を中心に 827 名である．授業では，動画教材を予習用補助教材として紹介しているものの，成績評価の一環としての視聴確認はしていない．

2.2 定性的データ

動画教材の提供方法と設計方法を検討するために，学習者の動画教材に関する経験と動画のイメージを把握することを目的として，アンケート調査を実施する．アンケートは図１の通り，自由記述問題とし，回答が特定の方向に誘導されないよう，２種類の回答例を提示した．

あなたのこれまでの経験のなかで，「学習の役に立った」と感じる動画はありましたか？
ある場合は，（１）いつどのようにその動画を見たのか，（２）動画の内容，（３）何がどのように役にたったか，の３点について教えてください．
＜回答例１＞
(１)高校の時に数学の授業時間外に先生から見るように指示された，(２)微分方程式の解法説明，(３)自分でも問題を解きながら，分かりにくいところを何回も見ることができた
＜回答例２＞
(１)小学校の理科の授業中に見た NHK の番組，(２)植物の成長のしかた，(３)目で観察することが難しい成長の様子を実際にみることができて，植物の生長のイメージがもてた

図１　アンケート調査設問

調査は，国立総合大学の初年次科目である情報教育科目で実施し，調査対象者は１年生を中心に 1171

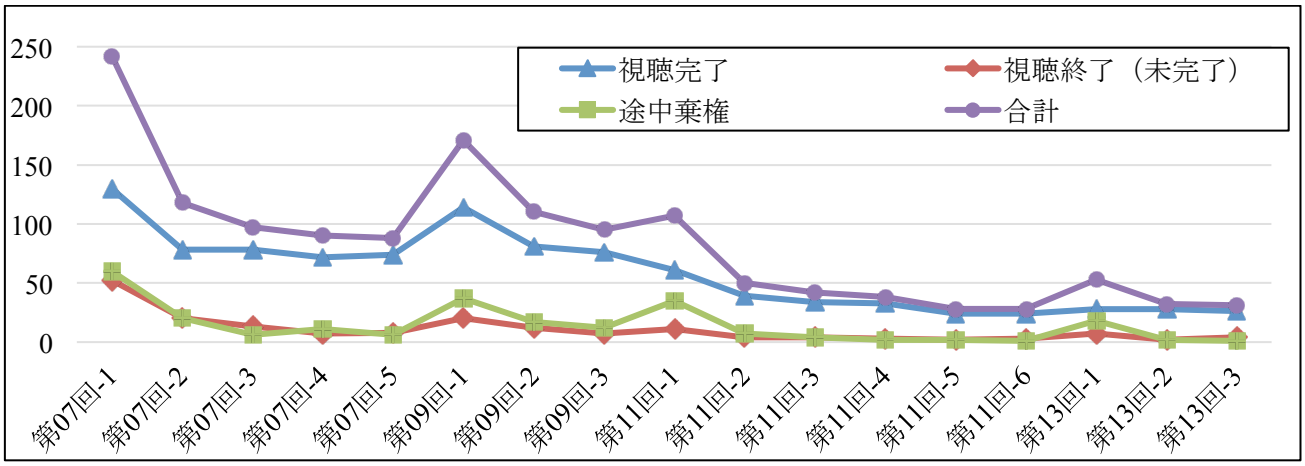


図２　動画教材の視聴回数

名である．なお，アンケート調査対象者には，視聴履歴調査の対象となった者が含まれる．アンケートは，Web 上で実施し，授業時間内に回答する場合と授業時間後に回答する場合が発生している．

3.　結果と考察

3.1 定量的データ

図２は，提供した動画ごとの視聴回数である．縦軸が視聴回数，横軸が教材であり，教材は提供順に掲載されている．回数は IP アドレス毎に集計しており，異なる IP アドレスから視聴した場合をそれぞれ１回とカウントしている．

結果から，ある授業回で３本教材を公開すると，視聴数は１本目，２本目，３本目の順に減っていることが明らかになった．学習者の行動として，必要な動画をピックアップして見るのではなく，全部見るつもりで順にアクセスしている者が多いと考えられる．

3.2 定性的データ

アンケート調査の結果は,「学習に有用と感じた動画教材の利用経験」の分析のため，自由記述の回答有無を確認した．さらに，回答有群から具体的な記述のある「あり」群と，「ない・覚えていない」群を分類した．その結果，22%（259 人）が過去に何らかの動画を教材として利用し，その有用さを感じていることが確認された．なお，ない・覚えていない群は 8%，無回答群は 70%であった．

また，あり群の 260 件の具体例にて，動画利用のきっかけを確認したところ,授業中に見た例が 32%，インターネットで動画を探して見た例や薦められたものを見たという自発的な例が 29%であった．なお，１名が２件の具体例を回答しており，分析の対象となった具体例が 260 件となっている．

さらに回答には，動画教材の効果要因として「**繰り返し見ることができた**」「**映像を見ることでイメージがつかめた**」といったものの他，「**ユーチューブではたくさん数学の動画があって、教科書よりわかりやすかった**」というように，多様な説明の効果をあげているものも確認された．

また，対象学習者がこれまでに視聴してきた動画教材の種類として「高校の先生が作った動画」や「予備校の補助教材」なども挙げられており，徐々にではあるが動画が対象学習者やその周辺にとって教科書や参考書と同等の補助教材になりつつあることも確認された．

4.　まとめ

本研究では，定量的データと定性的データから学習者の傾向を導き，そのデータに基づく教材をデザインすることを提案した．試行として，視聴履歴とアンケート調査の分析を行った結果,対象学習者は，動画教材を公開順に視聴する傾向があること，少数ではあるが動画が補助教材として意識されつつあることを確認した．

今後，今回利用した視聴履歴データとアンケートデータの他，他の学習者データなども統合して分析を行い，視聴行動と学習者の経験の関係を明らかにすることを試みる．また，分析から得られた改善の効果検討などを通して，どのようなデータをどのタイミングで確認することが，動画教材のデザインに有効であるかを検討する予定である．

参考文献

(1)　佐藤慎一,影戸誠,斎藤真左樹：“講義映像を中心とした e ラーニング科目における学生の視聴時間と計画性に関する分析”,日本教育工学会論文誌,Vol. 31,pp.93-96 (2008)

(2)　Guo, P. J., Kim, J., Rubin, R. : “How video production affects student engagement: An empirical study of mooc videos”, Proceedings of the first ACM conference on Learning@ scale conference, pp. 41-50. ACM. (2014, March)

(3)　本村陽一，西田佳史，持丸正明，橋田浩一，内藤耕：“サービスイノベーションのための大規模データの分析・モデル化・サービス設計スパイラル”，人工知能学会全国大会論文集, Vol.0, pp.342-342 (2008)

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

A Study on Active Learning with the Learning Design Environment

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，大学等の授業では，授業内学習と授業外学習とが連動した学習活動（授業内外連動型学習）の活性化が求められている．本研究では，このような学習活動の活性化を効果的・効率的に支援するため，ラーニングデザイン実践環境（DLMS）の構築を行ってきた．本稿では，2015 年度に実施した「DLMS を活用した授業内外連動型学習」について報告する．
キーワード：ラーニングデザイン，授業実践，授業内外連動型学習，反転授業，アクティブラーニング

1. はじめに

近年，大学教育の現場では，「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，効果の高いアクティブラーニング型授業を実現するには，充実した授業内外連動型学習（授業内学習と授業外学習とが連動した学習活動）の成立が必要不可欠と考える．そこで，本研究では，授業内外連動型学習を効果的・効率的に支援するため，ラーニングデザイン実践環境（ダイナミック LMS，以下，DLMS）の構築を行ってきた[(1)]．本稿では，2015 年度後期授業（常葉大学の「データベース」と東京学芸大学の「オートマトン」）で実施した「DLMS を活用した授業内外連動型学習」について述べる．

2. ラーニングデザイン実践環境：DLMS

DLMS は，アクティブラーニング型授業で利用可能なラーニングデザイン実践環境を提供するため，IMS Learning Design 規格[(2)]を発展的に拡張する形で設計され，Apache HTTP Server 上で動作する Web アプリケーションとして開発された．DLMS を用いることで，「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」できる．図 1 は，DLMS の利用イメージである．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（機能①）．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上で授業内外連動型学習を進めていく．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（機能②）．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・呈示し（機能③），学習者の授業内外連動型学習を支援する．

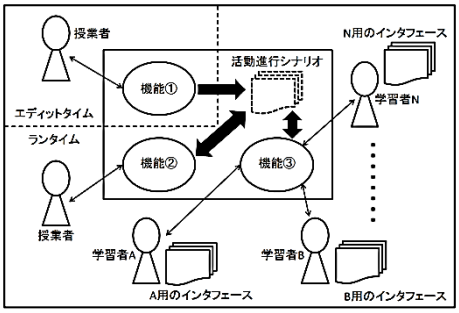


図 1　DLMS の利用イメージ

3. 実施した授業内外連動型学習

2015 年度後期に，授業形態の異なる 2 つの授業：演習中心の「データベース」と講義中心の「オートマトン」において，「DLMS を活用した授業内外連動型学習」を実施した．本章では，紙面の都合上，「データベース」についてのみ記述する（「データベース」の授業計画は表 1 を参照されたい）．

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

※16 回目に筆記試験（ワークシートのみ持込可）を実施

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 以降で実施することとした．図 2 では，フェーズ 2 における授業内外連動型学習の教授学習方略を示す（図 2 は，フィンク[(3)]が提唱するキャッスルトップダイアグラムを参考に作成した）．なお，フェーズ 3

以降も同様の方略で授業を展開した．

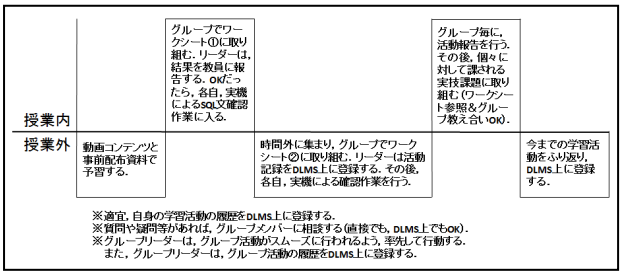


図 2　実施した教授学習方略

4.　授業実践時の DLMS 活用

授業開始に先立ち，「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．

図 3 右は，学習者の「個別学習用インタフェース」である．学習者は，この画面から学習活動の内容を把握することができる．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．

「ロール・チェンジ」ボタンをクリックすることで，図 3 左の「グループ学習用インタフェース」に切り替えられる．図 3 左では，図 3 右と同様に，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，両画面中央の「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．



図 3　学習者のインタフェース

5.　授業実践結果

本章では，2015 年度に実施した二つの授業実践（演習中心の「データベース」と講義中心の「オートマトン」）における筆記試験とアンケート調査結果から，「DLMS を活用した授業内外連動型学習」に関する考察を述べる．

「データベース」の授業では，毎年，学期末に同じ内容の筆記試験（100 点満点）を行っている．

まず，2014 年度（授業内外連動型学習なし・34 名）と 2015 年度（授業内外連動型学習あり・火 4 クラス 36 名，木 3 クラス 46 名）の試験結果を比較した．2014 年度の平均点・72.74（SD : 15.99）に対し，2015 年度・火 4 クラスは 82.31（SD : 17.37）となり，2014 年度を上回る結果を確認できた．さらに，有意差の有無を t 検定（対応なし）で検証したところ，5%で有意な差があることも認められた．なお，木 3 クラスの平均点（77.22（SD : 17.09））については，2014 年度の平均点を上回ってはいたが，有意な差は検出されなかった．

次に，「オートマトン」の授業では，「DLMS を活用した授業」と「DLMS を活用しなかった授業」での比較を行った．試験（100 点満点）の平均点は，前者は 58.44（SD : 16.21），後者は 59.85（SD : 24.57）で，両者に有意な差は見受けられなかった．

以上のように，2015 年度における t 検定での有意差の検証では，「授業内外連動型学習による学習効果の向上の可能性」が認められたケース 1 件と認められないケース 2 件という結果となった．

これを踏まえ，アンケート調査における「授業外のグループ活動」に関する回答を上記 2 ケースにおいて比較したところ，前者は，後者に比べて総じて「活性化が図られていた」と判断された．総括的に見れば，「充実した授業内外連動型学習の実現」には，「授業時間外のグループ活動を如何にして活性化させるか」が重要なポイントになると指摘できる．「データベース・火 4 クラス」の自由記述回答では，「（DLMS は）コミュニケーションのツールとして便利で，記録を書くのにも便利であった」，「授業時間外の学習は気を抜きがちだが，DLMS への報告により，ちゃんとやり続ける気持ちを持って，取り組めた」とのコメントを得た．このような回答からも DLMS は授業内外連動型学習を効果的に活性化し得ると思われる．

6.　おわりに

本稿では，2015 年度に実施した「DLMS を活用した授業内外連動型学習」について述べた．2016 年度は，より妥当性のあるシステム評価を用いて授業実践で検証を継続する．得られた知見・経験を活かし，さらなる授業改善へと繋がる DLMS の活用法を模索したい．

参考文献

(1) 喜久川功，有富智世，宮寺庸造：“学習活動の活性化をダイナミックに支援する LMS の開発”，教育システム情報学会研究報告，Vol. 30，No. 3，pp. 19-26（2015）
(2) Koper，R.，Tattersall，C. (eds.)：“Learning Design”，Springer（2005）
(3) Fink，L. D.：“Creating Significant Learning Experiences”，John Wiley & Sons（2013）

オントロジーを活用した大学基礎教育における完全習得学習への試み

Mastery Learning in Undergraduate Bridging Courses Using an Ontology

岡部 雅夫[*1], 梅澤 真史[*2]
Masao OKABE[*1], Masashi UMEZAWA[*2]
[*1] 東北工業大学ライフデザイン学部経営コミュニケーション学科
[*1] Department of Management and Communication, Faculty of Life Design, Tohoku Institute of Technology
[*2] 合同会社ソフトウメヤ
[*2] SoftUmeYa, LLC.
Email: okabemasao@tohtech.ac.jp

あらまし：大学の基礎教育は，進学層の多様化に伴い様々なレベルの学生への対応が求められる一方で，専門教育が前提とする一定レベルに対する完全習得学習となることが求められている．本稿では，このような相反する要求に応えるために，オントロジーを活用した適応型学習支援システムの活用を提案する．
キーワード：オントロジー，完全習得学習，反転授業，適応型学習支援システム

1. はじめに

大学での基礎教育の目的の一つは専門教育が前提とする一定レベルの知識を修得させることにあるが，一方で，大学への進学層の多様化に伴い大学の基礎教育は様々なレベルの学生への対応を迫られ，この目的の達成は困難になりつつある．このような問題の解決のために，反転授業を取り入れた完全習得学習が提案されている(1)が，反転授業の事前学習において通常利用されるビデオ教材は多くの場合画一的であり，さまざまなレベルの学生に対応した適応型コンテンツとなっているとは言い難い．

そこで，本研究では，オントロジーを活用した適応型コンテンツを現場の教員が無理なく作成できる環境・手法を開発することを目的とする．また，そのコンテンツを教員間で共有・再利用できるように体系化することも意図している．本稿では主としてその概要と今後の計画を示す．現状での詳細については(2)を参照ください．

2. 提案の概要

反転授業はブレンディッドラーニングの 1 種であるとされるが，反転授業においてはブレンディッドラーニングの一翼を担う e ラーニングの知見が十分に活かされていないように思われる．特に，本研究のように多様な学生を対象に完全習得学習を目指す場合は適応型学習支援システムを活用することが有効であると思われる．そこで，本研究では，反転授業において，画一的なビデオ教材に代わり適応型学習支援システムを活用することを提案する．

既に様々な適応型学習支援システムが提案されている(3)他が，必ずしも教育現場には浸透していない．その理由として，特に大学では，授業内容を独自に工夫し，授業資料も独自に作成する教員が多く，高度な適応型学習支援システムは活用しづらい点があるように思われる．また，学習者から見ても，自らの疑問・興味とは関係なく学習内容を学習支援システムに完全にコントロールされてしまうことに違和感を覚える者も少なくないのではないかと思われる．

そこで，本研究においては，適応エンジンにより学習内容や設問を自動的に決定するような適応型学習支援システムではなく，学習者が自らの疑問・興味に従って学習内容の選択ができるようオントロジーによりナビゲートするシンプルなシステムを提案する．

オントロジーによる学習内容の体系化も既に多くの提案がなされている(4)他が，学習内容毎にオントロジーが独自に開発されていることにより，それぞれを整合性を取りつつ統合的に体系化することはなされていない．獲得した個々の知識等を様々な局面で活用できるよう統合化することは教育の重要な要素の一つであることを考えると，これは大きな問題ではないかと考えている．

そこで，本研究における提案システムは，現場の教員が無理なくコンテンツを登録し活用できるシンプルなシステムとする一方で，学習者をナビゲートするオントロジーに関しては，コンテンツを統合的に体系化できるものとする．それにより，コンテンツの共有・再利用も促進されると考えている．

3. 実験システム EduGraph(5)

現在，EduGraph と呼ばれる実験システムを開発し，いくつかの基礎教育科目で活用を始めている．図 1 に EduGraph の概要を示す．EduGraph は，学生が学外においてもスマホからも無理なく事前・事後学習できるよう，ブラウザのみで利用できる軽量なシステムである．コンテンツは，軽量マークアップ言語である Makrdown により作成し，それをブラウザによりスライド形式で表示する．また，オントロジーは，学習者をナビゲートするという性格および現場の教員が無理なく使用できることを意識し，表 1 に示される関連型のみをもつ単純なものとし，その関連型名称も学生，現場の教員に違和感のないものと

した．その一方で，そのトップレベルは Basic Formal Ontology(6)を参考にしつつ汎用性のあるものとし，多様なコンテンツに対しても，拡張してオントロジーを開発できるようにした．

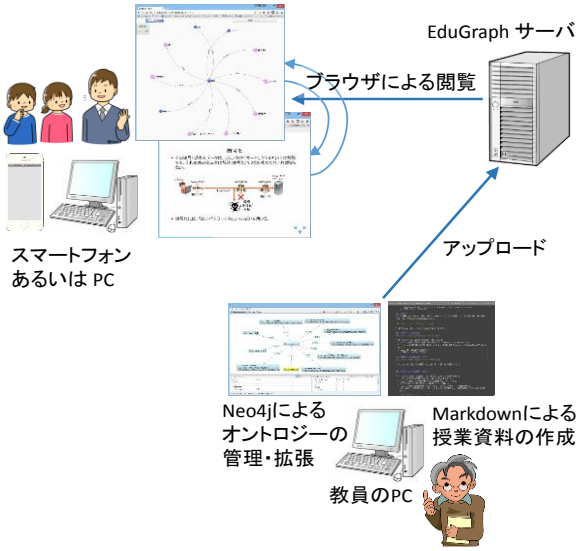


図 1 EduGraph の概要

表 1 関連型の種類

関連型	記法	意味
下位項目	A –下位項目–> B	B は A のサブクラス
例	A –例–> B	B は A のインスタンス
構成項目	A –構成項目–> B	B は A の部分
関連項目	A –関連項目–> B	B は A の関連項目

このオントロジーは構造が単純であるため，グラフ形式で完全に表現が可能であり，グラフデータベースである Neo4j 上に実装し，それをブラウザ上に表現できるようにした．

4. 現状での評価と今後の方向性

現在，いくつかの基礎教育科目で実験システムの活用を始めている．その中の一つに，1 年生向けのコンピュータ関連基礎科目がある．この科目は概ね IT パスポート試験のエンジニアリング系と同一の内容であり，2015 年度は，2014 年度のパワーポイントによる授業資料を実験システムに移行すると共に，オントロジーにより体系化したが，内容は 2014 年度とほぼ同一である．2015 年度と 2014 年度の定期試験の点数分布は図 2 のようになった．両年度の学生は異なり，また，試験問題も異なることから正確な評価は困難であるが，全体的には成績の向上が見られる一方で，完全習得学習という観点からすると，残念ながら下位層の向上はあまり大きくなかった．下位層に関しては学習に対する動機付け等別の方策も必要かもしれない．詳細は(2)を参照ください．

この科目はコンピュータに関する基礎的な項目の理解を目的とするものであり，学生のレベルに応じより基礎的な内容へ還元する必要性はあまり高くない．そのため，多様な学生への適応に関しオントロジーよる体系化がどの程度効果を持つのかの確認・評価は十分できていない．その検証のために，学生のレベルに応じより基礎的な内容へ還元する必要性が高い科目への適応を考えている．具体的には，その一つとして，同じ基礎教育科目ではあるがコンピュータ関連基礎科目とは性格の異なる統計学の入門科目への適用を計画している．この科目では，高校レベルの基礎的な数式に対する理解力が前提となるが，学生によってはその前提となる数式に対する理解がおぼつかない者もいる．このような状況に対して，オントロジーを活用したより基礎的な内容（この場合であれば，具体的には，前提となる数式の理解）への還元が効果的に行われるかを検証していく予定である．

また，今後は，実験システムを拡張し，広く開放し，多くの方に様々な授業資料を登録・公開していただくと共に，オントロジーによる体系化を進め，登録・公開された授業資料の部分的な再利用による新たな授業資料の生成の可能性についても探っていきたい．

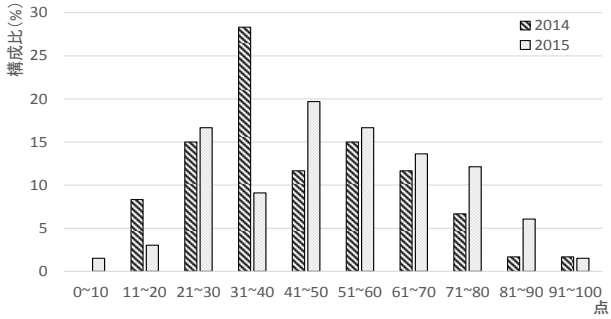


図 2 コンピュータ関連基礎科目の定期試験点数

謝辞

本研究の一部は JSPS 科研費 JP15K12423 の助成を受けたものです．

参考文献

(1) Bergmann, J. and Sams, A.: “Flip Your Classrooms”, International Society for Technology in Education, Virginia (2012)
(2) Okabe, M.: “Ontology-Navigated Tutoring System for Flipped-Mastery Model”, Proceedings of The ICALT 2016: 18th International Conference on Advanced Learning Technologies, Paris (2016) (accepted and will be published)
(3) 稲葉竹俊，中村峻，松永信介 et al: “学習者特性適応型 e ラーニングシステムの開発と評価”，情報処理学会第 70 回全国大会講演論文集 (2008)
(4) 高橋圭仁，安孫子友美，根岸英梨子 et. al: “オントロジーに基づいた暗号学習用の e-Learning システム”，電子情報通信学会技術研究報告，ET，教育工学 Vol.104, No.534, pp.1-6 (2004)
(5) EduGraph at http://edugraph.mc.tohtech.ac.jp/
(6) BFO Basic Formal Ontology, at http://ifomis.uni-saarland.de/bfo/ [閲覧日 2016-05-30]

社会人のパソコンの利用内容と就業状況及び職種に関する分析

Analysis of Personal Computer Use Content and Employment, Occupations

加納　寛子[*1],
Hiroko　KANOH[*1]
[*1] 山形大学　基盤教育院
[*1] Yamagata University, Institute of Arts and Sciences
Email: kanoh @pbd.kj.yamagata-u.ac.jp

あらまし：本稿では，社会人はパソコンを利活用しているのか，職業によって利用内容に違いがあるのかについて明らかにすることを本稿の目的とした．その結果，単純にパソコンが利用できることと就業状況及び職種とは関係がないことが明らかとなった．さらに，個々のパソコンの利用内容・機能・用途ごとの利用に関しては，プログラミングや娯楽利用等，最もパソコンを幅広く活用している職種は自由業者であった．自由業者に引き続いて幅広く活用していた職種は自営業者であった．パソコンによる文書作成や表計算は公務員が最もよく利用していたが，多様な活用はしていない結果が見受けられた．無職者は，会社員(その他)よりもパソコンを幅広く利用していた．
キーワード：社会人，パソコン，就業，職種

1.　はじめに

昨今はスマートフォンやタブレットでインターネットを利用する人が増えてきている．総務省による「通信利用動向調査」によれば，パソコンの世帯保有状況は 2008 年 85.9%, 2009 年 87.2%, 2010 年 83.4%, 2011 年 77.4%，2012 年 75.8%と近年は減少を続けている．おそらくスマートフォンやタブレットの普及にともない，パソコンの必要性が減少してきている現れだろう．スマートフォンでレポートを作成し提出する学生も出てきているという話も聞く．最近のスマートフォンは，文書作成アプリだけでなく，表計算，プレゼンテーションの作成もできるようになっている．しかしながら，社会人になるためには情報リテラシーの習得が必要だと考えている人は多い．本田ら(2014)の調査によれば，情報活用力の高低は，就職内定の獲得や職種の決定に少なからず影響があり，高い情報活用力を身に付けていることが内定獲得に繋がっていくことが示されている．この調査により就職活動に役立つことは示されたが，実際に職業に就いてから利用しているのか，職種によって違いがあるのだろうか．そこで，果たして実際に社会人はパソコンを利活用しているのか，職業によって利用内容に違いがあるのかについて明らかにすることを本稿の目的とする．

2.　方法

パソコンの利用に関する 30 項目の質問紙調査を，2014 年 03 月 14 日（金）～17 日（月）に実施し，マクロミルのモニター登録者 1,032 名から回答を得た．属性は下記 12 項目とし，学生以外の回答者のデータを収集した．属性は，「産業別労働生産性の動向調査」を毎年実施している(財)日本生産性本部による「性別・年齢・地域･職業・学生種別分布」を参考にした．ただし，専業主婦を専業主婦(主夫)に変更した．

1）　公務員
2）　経営者・役員
3）　会社員(事務系)
4）　会社員(技術系)
5）　会社員(その他)
6）　自営業
7）　自由業
8）　専業主婦(主夫)
9）　パート・アルバイト
10）　学生
11）　その他職業
12）　無職

3.　結果と考察

パソコンの利用に関する 30 項目はあてはまる(6 点)～あてはまらない(1 点)までのリッカートスケールで回答を求めた．パソコン利用に関する 30 項目と職業の違いに関して一要因分散分析を行った結果は表 1 に示した．有意確率１％水準（p<.01）であるセルは濃いグレー，５％水準（p<.05）であるセルは薄いグレーでマーキングした．また，平均値は表 2 に示した．表 2 の縦の番号は表 1 のパソコン利用の質問項目に対応し，表 2 の横の番号は２．方法に示した 1)~12)の属性番号に対応する．８）と１０）の該当者はいない．表 2 の項目番号は表 1 のパソコンの利用に関する項目に対応し，項目番号ごとに，平均値が高いものから低いものへ段階的な濃淡による２色スケールをつけた．

利用の内容は問わずパソコンを利用するかについては，経営者・役員が平均 5.8 で最も利用していたが，無職の人も 5.04 であり，会社員やパート・アルバイトは 4 ポイント台であったが，分散分析の結果より，パソコンを利用するかどうかは就業の有無や職種に差はみられなかった．つまりこの結果から，単純にパソコンが利用できることと就業状況及び職

種とは関係がないことが明らかとなった.

表 1　パソコン利用×職業の分散分析結果

	項目	F 値	p
1	パソコン(利用内容は問わない)	1.862	.054
2	パソコンのメール	3.277	.001
3	パソコンによる文書作成(ワード等)	13.524	.000
4	パソコンによる表計算(エクセル等)	20.413	.000
5	パソコンによるプレゼン(パワーポイント等)	14.899	.000
6	パソコンによるデータベース管理(アクセス等)	4.123	.000
7	パソコンの電卓の利用	2.443	.009
8	パソコンの手帳・スケジュール管理の利用	4.546	.000
9	パソコンの画像の利用	3.043	.001
10	パソコンの動画の利用	2.672	.005
11	パソコンのテレビの利用	1.205	.288
12	パソコンの音楽の利用	4.155	.000
13	パソコンの辞書機能の利用	3.211	.001
14	パソコンのゲーム	2.825	.003
15	パソコンの様々なアプリ	2.510	.008
16	パソコンによるLineの利用	.953	.478
17	パソコンによるFacebookの利用	2.243	.018
18	パソコンによるTwitterの利用	2.863	.002
19	パソコンによるmixiの利用	1.065	.386
20	パソコンによるスカイプの利用	.833	.586
21	パソコンから自分の日記・ブログを書く	2.598	.006
22	パソコンから他人の日記・ブログを読む	2.769	.003
23	パソコンによるインターネット検索	1.324	.220
24	パソコンのグループ機能による、複数名の友人との同時コミュニケーション	.744	.668
25	パソコンの地図・位置情報機能	1.982	.038
26	パソコンで読書やニュースを読む	2.214	.019
27	パソコンによるプログラミング(言語は問わない)	2.998	.002
28	パソコンを娯楽で利用	2.006	.036
29	パソコンを仕事で利用	56.125	.000
30	パソコンによる就業先や転職先の情報収集	2.911	.002

表 2　パソコン利用×職業の平均値結果

		職業番号										全体
		1)	2)	3)	4)	5)	6)	7)	9)	11)	12)	
項目番号	1	5.26	5.80	4.97	4.51	4.63	5.17	5.57	4.73	5.00	5.04	4.93
	2	4.78	5.80	4.72	4.47	4.32	5.36	5.00	4.08	4.24	4.71	4.60
	3	4.96	4.40	4.08	3.44	3.37	4.33	4.00	2.71	3.41	2.76	3.16
	4	4.30	3.40	4.28	3.80	3.20	3.90	3.43	2.57	3.47	2.35	2.93
	5	2.00	2.40	2.21	2.45	2.19	1.81	1.86	1.46	2.24	1.28	1.66
	6	2.22	3.20	2.54	2.19	2.27	2.60	2.71	1.78	2.29	1.85	2.04
	7	1.83	1.40	2.16	2.28	1.63	2.21	2.29	1.63	2.00	1.99	1.97
	8	1.83	2.60	2.17	2.04	2.02	2.17	3.14	1.52	1.71	1.60	1.78
	9	3.74	4.00	3.52	3.43	3.54	4.14	3.43	2.80	3.12	3.57	3.47
	10	3.30	4.00	3.73	3.69	3.84	4.14	4.14	3.24	3.71	4.02	3.83
	11	1.13	1.60	1.46	1.62	1.52	1.83	2.29	1.44	2.00	1.54	1.54
	12	2.26	3.00	3.06	3.13	3.31	3.48	3.29	2.55	2.94	3.48	3.23
	13	2.96	3.60	3.04	2.94	2.67	3.43	3.86	2.24	2.00	2.75	2.76
	14	2.13	1.60	2.21	2.42	1.99	2.48	2.86	2.31	1.71	2.74	2.49
	15	2.26	3.00	2.24	2.61	2.27	2.79	3.86	1.97	2.65	2.56	2.45
	16	1.39	1.00	1.25	1.15	1.30	1.40	1.57	1.21	1.24	1.17	1.21
	17	1.70	1.00	1.86	2.11	2.05	2.74	3.14	1.77	1.94	1.91	1.95
	18	1.17	1.00	1.84	1.79	1.77	2.00	2.29	1.49	1.53	2.09	1.90
	19	1.09	1.20	1.57	1.60	1.49	1.71	2.43	1.62	1.18	1.58	1.57
	20	1.09	1.60	1.68	1.58	1.44	1.79	1.71	1.49	1.35	1.59	1.57
	21	1.04	2.00	2.05	1.82	1.80	2.74	2.29	1.83	1.59	2.12	2.01
	22	2.52	3.00	2.94	3.09	2.98	3.95	3.43	3.01	2.06	3.39	3.21
	23	5.22	5.60	5.26	5.00	5.04	5.48	5.43	4.98	4.65	5.29	5.20
	24	1.43	1.20	1.44	1.58	1.63	1.71	1.57	1.41	1.76	1.44	1.48
	25	3.17	1.60	2.87	3.04	3.05	3.62	3.14	2.77	2.00	2.93	2.94
	26	3.83	2.80	4.26	4.00	4.00	4.29	4.29	3.41	3.24	4.00	3.95
	27	1.30	2.00	1.55	1.93	1.65	1.45	2.00	1.35	1.18	1.39	1.48
	28	3.39	3.20	3.71	4.00	3.85	3.60	4.29	3.44	3.71	4.12	3.91
	29	5.00	6.00	4.73	4.01	3.48	5.02	4.86	3.02	3.41	1.73	2.86
	30	1.70	1.00	2.21	2.25	2.70	1.83	2.29	2.50	1.94	2.63	2.46

個々のパソコンの利用内容・機能・用途ごとの利用に関して表 1 及び表 2 より，パソコンによる文書作成や表計算は公務員が最もよく利用していたが，他の項目は薄い色が目立ち，多様な活用はしていない結果が見受けられた.

経営者・役員は，メールやプレゼンテーションソフトウェア，データベース管理，辞書機能，プログラミング, 全般的な仕事でパソコンを利用していた.

会社員(事務系)の人は，表計算ソフトをよく使う傾向があり，文書作成やパソコンでの読書やニュースを読むために利用しているが，他の用途への利用は少なかった．会社員(技術系)は，プレゼンや電卓に利用するほかはあまり活用していないようであった．会社員(その他)は，全般的にあまりパソコンを活用していないようであった. パソコンの電卓機能, 手帳・スケジュール管理，動画，辞書，ゲーム，アプリ, Twitter, パソコンでの読書やニュースを読む, プログラミング，娯楽利用に関しては，自由業の人が最もよく利用していた．つまり，パソコンを幅広く最も活用している職種は自由業であった.

また, 自営業の人々もパソコンの電卓機能, 手帳・スケジュール管理，画像，動画，音楽や地図・位置情報の利用, パソコンでの読書やニュースを読む等, 自由業者に続いてパソコンを幅広く活用していた.

さらに，パート・アルバイトの人々は，就業先や転職先の情報収集に活用する以外はほとんど活用が見られなかった．その他職業の人も全般的に活用が見られなかった.

一方，無職者は，会社員(その他)よりもパソコンを利用しており，動画，音楽，ゲーム等娯楽での利用が中心であった.

この他，テレビ機能や LINE，mixi，スカイプ，インターネット検索，オンラインコミュニケーションに関しては，職種との関連は見られなかった.

4.　結語

以上のことより，単純にパソコンが利用できることと就業状況及び職種とは関係がないことが指摘された．無職者は，会社員(その他)よりもパソコンを利活用しており，用途を問わなければ，パソコンを利活用できることと就労は結びつくとは限らないことが明らかとなった．これらは，既にパソコンは白物家電に近い役割へと変化してきており，時代の変化が伺える結果であった.

参考文献

(1) 総務省(2014)通信利用動向調査
http://www.soumu.go.jp/johotsusintokei/statistics/data/140627_1.pdf

(2) 本田 直也，近藤 伸彦，吉川 聡:“初年次情報教育における情報活用力試験の結果と就職先職種別分析”，PC Conference，pp.100-103 (2004)

(3) (財)日本生産性本部: 参考表「性別・年齢・地域・職業・学生種別分布」
http://www.jpc-net.jp/cisi/jyuki_sankou2.htm
http://www.jpc-net.jp/statistics/

大学新入生の有する情報スキルの自己評価と基礎知識調査の分析

An Analysis of Self-assessment of Basic ICT Skills and Survey of Basic ICT Knowledge for First-year Students

金子 大輔
Daisuke KANEKO
北星学園大学経済学部
School of Economics, Hokusei Gakuen University
Email: kaneko@hokusei.ac.jp

あらまし：筆者は，大学新入生に対し，情報に関する基礎知識調査を実施している．その調査は入学時と後期終了時に実施しており，その差について分析してきた．本発表では，それらに，情報スキルの自己評価を合わせて分析し，大学の新入生が有する情報スキルと基礎知識の関連について検討する..
キーワード：高等教育，初年次情報教育，操作スキル，自己評価，基礎知識調査

1. はじめに

筆者は大学の新入生に対し，情報に関する基礎知識調査を実施している．高等学校において教科「情報」が必修化されて久しいが，調査の結果からは，新入生のすべてが，必ずしも情報に対する知識を身につけて入学しているわけではないことがわかってきた．それらの知識を初年次教育プログラムを通して獲得させることが，初年次情報教育科目に求められている．

さらに初年次情報教育科目では，情報機器やソフトウェアの操作スキルを新入生に習得させることも求められている．これらの操作スキルが身についたかどうかについては，実技試験等で測ることが可能である．これ以外にも，Microsoft の MOS や日商 PC 検定などの公的な検定を利用することが可能であろう．ただし，新入生自身が日常的な文脈の中で，それらの試験・検定を手軽に利用できるとは言いがたい．自分自身の操作スキルを簡便に調査できる方法が必要である．

筆者は，初年次の学生を対象として，自らの操作スキルを容易に調査でき，同時に，学生自身にそれをフィードバックさせることのできる仕組みとして，チェックリスト方式の自己評価項目を開発している．自己評価を通して操作スキルを客観的に把握することが主な目的である．自己評価を定期的に実施することで，過去の記録と比較し，どれくらい身についたスキルが増えたかを実感することも可能となる．さらに教員は，学生の調査結果をもとにして，授業内容を改善することが可能となる．

2. 本研究の目的

金子（2015）では，操作スキルに関する調査項目を試験的に開発し，筆者の所属する大学の初年次学生に自己評価させた結果を検討した．調査の得点は比較的高く，多くの項目で選択率が 8 割を超えた．また，調査の得点と学期末に実施した実技試験との間に中程度の相関があった[(1)]．本稿ではそれらの調査項目をさらに改良し，より詳細に操作スキルを把握できるような調査項目の作成を目指す．そして，筆者の所属する大学の新入生に改良後の項目を用いた自己評価の結果を検討する．その際，基礎知識調査の結果も交えて検討する．

3. 調査の概要

3.1 自己評価項目の改良

本研究で使用する自己評価項目は，本学の授業を前提に開発されたものである．本学の基礎的情報教育科目の担当教員向けに作成された「授業のてびき」をもとに，授業で取り扱うべき学習項目を中心に調査項目が選定されている．

表 1　分類ごとの調査項目数

大分類	小分類	改良	以前
Windows の基本操作	1-1. Windows 初歩	9	8
	1-2. 文字入力	9	8
	1-3. ファイル操作	14	13
インターネット	2-1. インターネット	9	5
	2-2. 電子メール	14	13
	2-3. Web ページ作成	8	-
Word	3-1. word 全般	15	12
	3-2. 文字の修飾・配置	11	13
	3-3. 図の使用	15	13
	3-4. 表の作成	17	17
	3-5.レポート作成の基礎	8	-
Excel	4-1. Excel 全般	15	15
	4-2. 行・列・セルの操作、ワークシート操作、データ入力	13	11
	4-3. 表計算機能	7	6
	4-4. 表の作成	9	9
	4-5. グラフの作成	16	16
	4-6. データベース機能	6	5
PowerPoint	5-1. PowerPoint 全般	8	-

具体的には，ファイル操作や文字入力など，Windows の基本的な操作に関するものが 32 項目，検索エンジンの使い方や電子メールの操作，HTML などインターネットに関するものが 31 項目，Word の操作に関するものが 66 項目，Excel の操作に関するものが 66 項目，PowerPoint の操作に関する者が 8 項目，合計 203 項目であった．調査項目数は改良前の合計 164 項目に比べると大きく増加している．Web ページ作成，レポート作成の基礎，PowerPoint の操作など，新規に分野を設定したり，分野ごとに調査項目を追加したりするなどしたためである．表１に，改良前後の分類ごとの調査項目数を示す．

3.2 調査方法

本研究で調査の対象としたのは，2015 年度前期の初年次情報教育科目「情報入門」の受講者 147 名（４クラス），後期の初年次情報教育科目「情報活用Ⅰ」の受講者 72 名（２クラス），「情報活用Ⅱ」の受講者 69 名（２クラス）である．実施時期はいずれも，学期末の授業終了直前であった．

調査は moodle のアンケート機能を利用した．各項目について，自分が「教科書などを見ればできる」と思う項目のみを選択する方式で回答させた．できる「度合い」ではなく，できると思うかどうかを尋ねた．同時に，タイピング速度の計測，普段のコンピュータの利用頻度や所有する端末等についても尋ねたほか，基礎知識調査を実施している．

なお，Web ページ作成に関する項目は前期には尋ねていない．

4. 調査の結果

4.1 調査結果の概要

項目を選択した場合に 1 点加算する方法で集計した．表２に情報入門，表３に情報活用の授業における，全体と各大分類の平均得点，標準偏差，満点に対する得点率を示す．

表２　情報入門の全体得点と各分類別の得点

	平均	*SD*	得点率	満点
全体	159.2	23.51	81.7%	195
Win 基本操作	27.8	2.92	86.9%	32
インターネット	17.7	3.68	77.1%	23
Word	54.2	7.85	82.1%	66
Excel	54.3	9.85	82.3%	66
PowerPoint	5.1	2.83	64.3%	8

表３　情報活用の全体得点と各分類別の得点

	平均	*SD*	得点率	満点
全体	171.5	20.3	84.5%	203
Win 基本操作	28.6	2.5	89.4%	32
インターネット	21.7	4.9	69.9%	31
Word	58.9	6.9	89.3%	66
Excel	54.9	9.5	83.2%	66
PowerPoint	7.4	0.9	92.6%	8

インターネット以外の大分類は，8 割を超える高い得点率となっているが，インターネットに関する得点は，情報入門，情報活用ともに低くなっている．

大分類インターネットを見てみると 2-2.電子メールは比較的得点率が高い（情報入門 84.3%，情報活用 86.3%）が，2-1.インターネットの得点率が低い（情報入門 66.1%，情報活用 59.1%）．さらに，情報活用では 2-3.Web サイト作成の得点率が低い（53.2%）．これは Web サイト作成を取り扱っていないクラス（情報活用Ⅰ）があるためである．授業別に得点率を見ると，情報活用Ⅰは 20.5%であるのに対し，情報活用Ⅱは 87.3%と高い得点率である．

これは PowerPoint についても同様である．入門では取り扱わないが，活用では取り扱っていることから，前期よりも後期の方が得点率は上昇している．

4.2 基礎知識調査との関連

本調査の得点と，同時に実施した基礎知識調査の得点について検討する．検討の対象としたのは，操作スキルの自己評価と基礎知識調査の両方とも行った学生である．情報入門は 146 名，情報活用は 116 名が対象となった．

本調査の得点と基礎知識調査の得点について相関分析を行ったところ，前期の情報入門においては弱い相関がみられたものの（$r = .327, p < .001$），後期の情報活用について，相関は見られなかった（$r = .155, p > .05$）

5. まとめと展望

簡易に学生の操作スキルを自己評価できる調査項目を改良し，初年次情報教育科目の受講生を対象として実施した．前期と後期の授業後に調査を実施し比較したところ，授業で取り扱った項目の得点率は比較的高かったが，そうでない項目の得点率はそれほど高くなかった．得点率の低い一部の項目については，授業内で積極的に取り上げていく必要があるだろう．

本調査の得点と基礎知識調査については，前期終了段階では弱い相関があるものの，後期終了時には相関が見られなかった．

なお，今回の改良により評価項目が増加したが，今後は調査項目を精査し，より的確に学生の操作スキルを自己評価できる項目のみを残すなど，回答者の負担を減らす必要があると考える．

文献

(1) 金子大輔：“初年次情報教育科目受講後における ソフトウェアの基礎的操作スキルに関する学生の自己評価”，教育システム情報学会第 40 回全国大会講演論文集，179-180，(2015)

大学入学時における情報のスキルと知識の経年変化

Changes of the Skills and Knowledge of Information for New students in University

布施 泉[*1], 岡部 成玄[*1]
Izumi FUSE[*1], Shigeto OKABE[*1]
[*1] 北海道大学
[*1]Hokkaido University
Email: ifuse@iic.hokudai.ac.jp

あらまし：高等学校共通教科「情報」を履修した学生が，本年から大学に入学している．本稿では，2006 年度に普通教科「情報」を履修した学生が大学に入学する前から，10 年以上にわたり，継続して行っている大学入学時における状況調査の結果を踏まえ，学習者の知識とスキルの変化を示し，分析を行う．
キーワード：大学入学時調査，情報教育，スキル，知識

1. はじめに

高等学校で普通教科「情報」が新設され，それを履修した高校生が大学に入学したのは 2006 年度であった．その後 10 年を経て，この 2016 年度は，新課程の共通教科「情報」を履修した学生が大学に入学している．この 10 年で，社会の情報化は大幅に進み，学習者の情報に関わる環境を始め，スキルや意識も変化していると考えられる．また，社会の変化に応じて学校教育で取り上げる具体的な学習内容も変化していくことが想定される．これらの背景から，本稿では，著者らの大学で，継続的に調査してきた入学時の学生への調査結果を踏まえ，学習者のスキルと知識に着目し，この 10 年余の変化を分析する．

2. 大学入学時調査

本報告での調査対象は，著者らの所属する大学の入学生であり，各年度概ね 2600 名を対象としている．本稿では，調査対象者全員に対して，同じ設問項目で調査を続けているものの一部の結果を示す．

2.1 知識調査結果

著作権・肖像権の内容として，以下の設問を調査している（1-2 が著作権，3 が肖像権に関係する）．

1: 既に公開された著作物を正当な範囲で引用する場合は著作権者の許可を取る必要はない．
2: 人気アニメキャラクターのパロディを描いて Web ページに掲載しても著作権を侵害することにはならない．
3: 自分で撮影したものであれば、スポーツ選手の写真を許可なくインターネット上で公開してもよい。

これらの回答の選択肢は，「正しい/多分正しい/誤り/多分誤り/わからない」の 5 択である．また，合わせて，解答の自信度「自信がある/多分という程度/あまり自信はない/全く自信がない（わからない）」と，いつ習ったか「高校で/中学校で/小学校で/学校以外で/習っていない（複数選択可）」を訊いている．

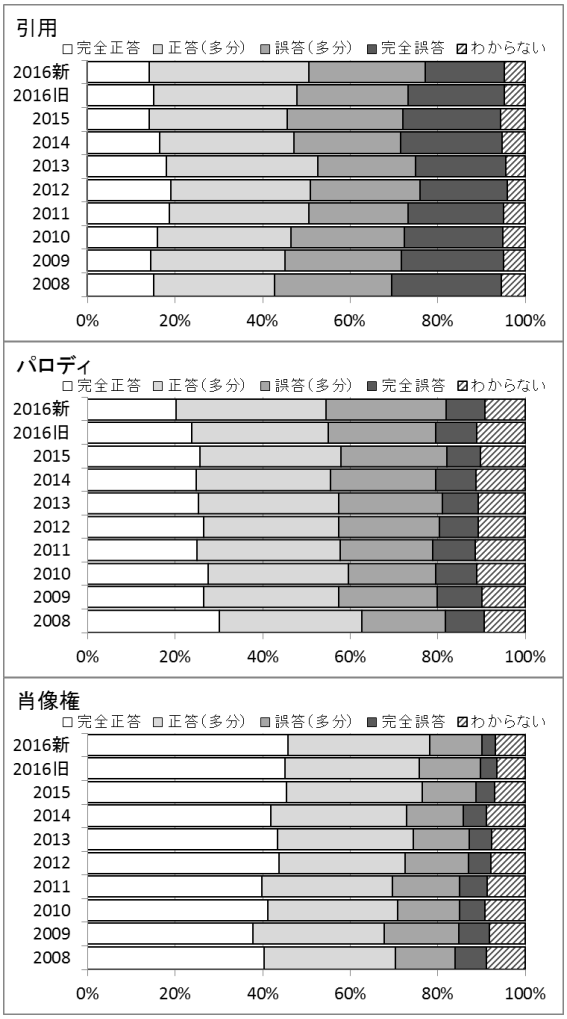


図 1 設問 1-3 における正答率の年次変化

これらの結果のうち，2004 年度から 2008 年度までの単純な 5 択結果の詳細は，参考文献（1）に論じており，例えば，設問 1「引用」は，2008 年度まで年々正答率が減少するとともに，「自信度の高い誤答」が増えており，憂慮される状況である一方，設問 2「パロディ」設問 3「肖像権」は，正答率が上昇し，学

習効果が見受けられていた[1].

図 1 に，2008 年度以降の年次変化を示す．図における 2016 新，2016 旧は，2016 年度入学生の中で，それぞれ新課程，旧課程を選択したと自己申告した学生を集計したものである．また，「多分」をつけた選択肢の回答と「多分」をつけない回答を分離し，多分をつけない正答，誤答をそれぞれ，完全正答，完全誤答と記した．図 1 の「引用」では，正答・誤答が拮抗しているものの，2008 年までとは異なり，「完全誤答」が増えている訳ではない．一方，学校教育で習ったと回答した割合を図 2 に示す．高校のみで習ったと答えた回答割合は，完全正答および完全誤答で概ね同じであるのに対し，小中高で習ったと答えた回答割合が，「完全誤答」が「完全正答」に比して，ほぼ全ての年度で高い．この結果は，学習者が，小中学校では，著作権の学習が常に権利者の許諾が必要とすることを強く意識づけられることを示していると考えられ，委縮効果とも考えられる．

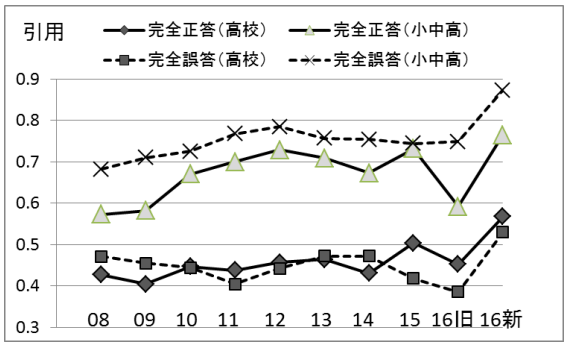


図 2　完全正答，完全誤答の回答中，小中高で習ったと答えた割合と高校のみで習ったと答えた割合

パロディの設問では，完全誤答の割合は高くはないものの，徐々に正答率が減少している傾向に見受けられる．肖像権については，着実に正答率が増加しており，近年のスマホでの撮影での社会問題等，この 10 年の社会変化で，肖像権についての認識がより身近に感じられるようになったとも考えられる．

2.2 コンピュータスキルの年次変化

図 3 にコンピュータスキルの年次変化を示す．2006 年度と 2016 年度は，新課程，旧課程者の履修者を分けて記している．また，2007 年度～2010 年度は，現役学生を集計した．文書作成，表計算，プレゼンテーションを「できる・大体できる（A)」「自信がない（B)」「できない（C)」の 3 種に分けて図示したものである．2006 年度に，普通教科「情報」が新設された時と比して，2016 年度はさほど大きな変化が見受けられていない．なお，プログラミングを「できる・している」と答えた学生は，微増している．2004 年度には 8%，教科情報新設後の 2006 年度～2009 年度には約 12%程度と一定であったのに対し，2010 年度からは微増し，2016 年度新課程では約 2 割がプログラミングを行っていると回答した．

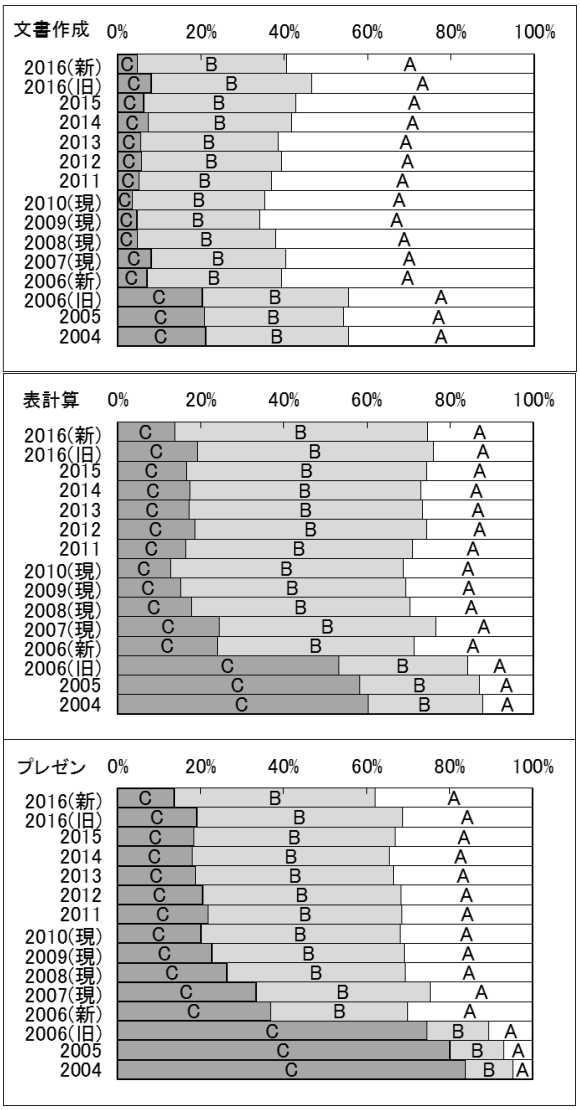


図 3 コンピュータスキルの年次変化

3.　まとめ

本稿では，大学入学時の情報に関する調査結果を示し，それらを踏まえた考察を行った．高等学校教科「情報」の履修の形跡が，本年次変化に表れている．本稿では，著作物の引用に関し，委縮効果が働いている可能性を指摘した．また紙面の関係で割愛したが，近年コンピュータへの興味関心が減り，コンピュータを「難しい」と考える学生が増えている．

情報社会を主体的に生きるためには，正しい知識を身に着けるとともに，それらを状況に応じて活かすことのできる情報活用能力を向上させることが不可欠である．学習者の情報環境は年々変化しており，このような調査状況を踏まえた上で，大学における効果的な学習構成を検討していきたいと考える．

参考文献

(1) 布施泉，岡部成玄: “高等学校「情報」における情報モラル教育の効果と課題”，情報処理学会シンポジウムシリーズ情報教育シンポジウム SSS2008，Vol.2008，pp.17-24（2008）

コンテンツフォーマットによるプレゼンテーション構造の洗練

Refining Presentation Structure with Slide Formats

小原 由貴[*1], 柏原 昭博[*1]
Yuki OBARA[*1], Akihiro KASHIHARA[*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

Email: yuki.obara@uec.ac.jp

あらまし：研究初心者は経験が乏しく，分かりやすいプレゼンテーションドキュメントを作成することを困難に感じている．筆者らは，スライドコンテンツの表現形式であるコンテンツフォーマットおよびそれを利用できるシステムを開発し，その評価実験を行った．その結果，コンテンツフォーマットによって，研究初心者はスライドに表現する内容を検討できるとともに，研究内容について「何を・どのような順で」伝えるべきかを表すプレゼンテーション構造をより洗練できる傾向が見られた．本稿では，コンテンツフォーマットがプレゼンテーション構造の構成に与える影響について述べる．
キーワード：コンテンツフォーマット，プレゼンテーションドキュメント，プレゼンテーション構造

1. はじめに

研究活動では，研究内容を伝達するプレゼンテーションは極めて重要である．しかしながら，研究活動によって生まれる研究成果を，論文のような文章ではなく，端的な言葉や図を効果的に用いたスライドで表現し，それらを聴衆が理解できるように構成した 1 つの研究プレゼンテーションドキュメント(以下 P-ドキュメント)にまとめることは，特に研究初心者にとっては容易なことではない．

研究 P-ドキュメントを作成する際には，発表内容をスライドに分割する「分節化」と，スライドの位置づけやスライド間の関係を決定する「系列化」という作業が必要である．これらの作業を通して得られる，研究内容について「何を・どのような順で」提示するかを示すプレゼンテーションの意味的な構造のことをプレゼンテーション構造(以下 P-構造)と呼ぶ．P-構造を適切に構成することは，研究 P-ドキュメントを作成する際には極めて重要である．

筆者らは，研究初心者に対してプレゼンテーションスキーマ(以下 P-スキーマ)を提示し，P-ドキュメントの作成支援を行った[(1)]．P-スキーマは，同じ研究グループ内の複数の P-ドキュメントの P-構造から共通構造を抽出したものである．この支援では，P-スキーマによって P-構造を構成し，プレゼンテーション全体の話の流れを作成させることを主な目的としているが，スライド内容のデザインについては考慮されていない．

そこで筆者らは，P-スキーマに基づいたスライドコンテンツの表現形式であるコンテンツフォーマットを設計し，評価実験を行った[(2)]．その結果，研究初心者はコンテンツフォーマットによって，より分かりやすい P-ドキュメントを作成できた．

コンテンツフォーマットは，P-スキーマに基づいて設計されている[(2)]．そのため，コンテンツフォーマットは P-ドキュメントのみならず，P-構造も洗練できる可能性がある．そこで，本研究ではコンテンツフォーマットが P-構造へ与える影響を分析する．

2. プレゼンテーション構造の構成要素

P-構造は，P-ドキュメントに対するメタデータを用いて表現される[(1)]．P-構造を構成するメタデータには，発表時間や発表場所のような発表文脈を表すファイルメタデータ，P-ドキュメントをいくつかに分割した区切りを表すセグメントメタデータ，各スライドの内容や役割を表すスライドメタデータ，スライド間の関係を表すリレーションメタデータの 4 種類がある．P-構造は，図 1 に示すように，各スライド系列にスライドメタデータが対応し，それらがセグメントメタデータとしてまとめられ，全体にファイルメタデータが付与されることで出来上がる．

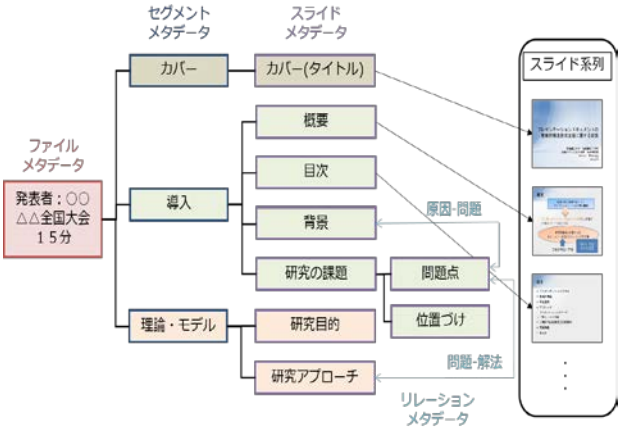


図 1　P-構造の例

3. コンテンツフォーマット

コンテンツフォーマットとは，P-スキーマに基づいたスライドコンテンツの表現形式のことである[(2)]．

コンテンツフォーマットは，研究室内に蓄積されたP-ドキュメント(拡張子.pptx)を収集し，各 P-ドキュメントのスライドを，スライドメタデータに対応させながら分類を行い，そのスライド群から 1 つのレイアウトを作成し，Office テーマファイル(拡張子.thmx)としてまとめた．また，各レイアウトを 1 つのテーマファイルとしてまとめる際には，それらをスライドメタデータの順番通りになるように並べてまとめた．図 2 にコンテンツフォーマットの具体例を示す．コンテンツフォーマット 1 枚 1 枚は，タイトル・プレースホルダ・表現オブジェクト・コメントから構成されている．プレースホルダとは，スライド上に点線で表示されるコンテンツを表現するボックスのことであり，表現オブジェクトとは，スライドの内容を効果的に表現するための矢印のような図形のことである．タイトルはスライドメタデータを，プレースホルダと表現オブジェクトはコンテンツの表現方法を，コメントは表現すべき内容を提示している．



図 2　コンテンツフォーマットの具体例

筆者らは，P-スキーマとコンテンツフォーマットを使用できるシステムを Microsoft 社の PowerPoint 2013 のアドインとして開発した[2]. このシステムは，P-スキーマを表示する P-スキーマ表示機能，P-構造を構成する P-構造構成支援機能，コンテンツフォーマットを使用するコンテンツフォーマット提示機能の 3 つの機能を備えている．

このシステムを用いて，研究初心者がスライドに書く内容を検討できるかを検証する評価実験を行った[2]．研究 P-ドキュメント作成の経験が浅い，本研究室に所属する学生 8 名に，1 回目は P-スキーマのみを用いて，2 回目は P-スキーマに加えてコンテンツフォーマットも用いて，自身の研究内容を紹介する P-ドキュメントを作成してもらった．その後，どちらがどのシステムを用いて作成したものかを伏せた状態で，どちらの P-ドキュメントが分かりやすいか研究熟練者に評価してもらった．その結果，8 名中 2 名は対応するスライドが少なかったため評価ができなかったが，6 名についてはコンテンツフォーマットを利用した P-ドキュメントのほうが分かりやすいという結果が得られた．このことからコンテンツフォーマットは，分かりやすい P-ドキュメントを作成することに効果があると言える．

4.　コンテンツフォーマットと P-構造の洗練

3 章で述べた評価実験で得られたデータについて，1 回目と 2 回目の実験で作成した P-構造の比較を行った．P-構造が全く同じになったケースは見られず，P-構造を構成するスライドメタデータの追加・削除・修正という視点から P-構造の比較を行った．なお，8 名中 3 名は 2 回目の実験で 1 回目に作成した P-構造を参考にしていなかったため，今回の比較対象から除いた．被験者に対して，「コンテンツフォーマットは P-構造を再検討するきっかけとなったか？」という問いかけをしたところ，「きっかけとなった」と回答した者が 3 名，「きっかけとならなかった」と回答した者が 2 名だった．前者をグループ A，後者をグループ B とし，その特徴について述べる．

4.1 グループ A の特徴

グループ A の P-構造を比較すると，3 名中 2 名は P-構造を構成するスライドメタデータの数がコンテンツフォーマットを使用することで増加していた．すなわち，コンテンツフォーマットによってスライドメタデータの「追加」が行われたと言える．

4.2 グループ B の特徴

グループ B の P-構造を比較すると，2 名ともスライドメタデータの「修正」が行われていた．そのため客観的に見ると，グループ B の被験者もコンテンツフォーマットによって P-構造を再検討できている可能性が示唆された．

4.3 追加実験

P-構造の構成に関して，より詳細な知見を得るため，大学院生 7 名に対して追加実験を行うことを計画している．追加実験では，2 回目の作成時に 1 回目の作成で作った P-構造を参照することを必須とし，実験終了時のアンケートでは P-構造の変化が生じた部分についてその理由を問うこととする．

5.　結論

本稿では，P-ドキュメントにおけるスライドコンテンツの表現を支援するコンテンツフォーマットと，コンテンツフォーマットが P-構造を洗練する可能性について述べた．考察の結果，研究初心者は，コンテンツフォーマットによって P-ドキュメントとともに P-構造を洗練する可能性が示唆された．

参考文献

(1) 柴田康生，柏原昭博 : プレゼンテーションドキュメント診断支援システムの開発，電子情報通信学会教育工学研究会技術研究報告(信学技報) ET2013-34, pp.99-104（2013）
(2) 小原由貴，柏原昭博 : 研究プレゼンテーションドキュメント作成支援のためのコンテンツフォーマット設計，電子情報通信学会教育工学研究会技術研究報告(信学技報) ET2015-138，pp.249-254（2016）

複数例文による個人用漢字学習システムの開発

Development of a Personalized Kanji Learning System Using Multiple Sample Sentences

松下孝太郎[†]　車川隆洋[‡]　崎山卓哉[*]
Kotaro Matsushita[†]　Takahiro Kurumagawa[‡]　Takuya Sakiyama[*]
魚崎典子[**]　鈴木英男[†]
Noriko Uosaki[**]　Hideo Suzuki[†]

[†]東京情報大学　[‡]株式会社三和ソリューション　[*]株式会社 JMC　[**]大阪大学

[†]Tokyo University of Information Sciences
[‡]Sanwa Solutions Co., Ltd
[*]JMC Co., Ltd.
[**]Osaka University

あらまし：筆者らは，これまで学習者個人に適応可能な学習システムの開発を行ってきた．これらでは，学習者が学習コンテンツを選択すると，選択した学習コンテンツに関する問題をランダムに出題する電子問題集が自動的に生成される形式となっている．しかし，漢字を対象とした学習システムにおいては，システムの導入過程において複数の例文辞書の必要性が示唆された．そこで，本研究においては複数の例文辞書を用意し，これまでのシステムへの組み込みを行った．本稿では，複数例文辞書を備えた個人用漢字学習システムの概要および試験的導入後の調査結果について報告する．

キーワード：e-Learning，学習システム，個人，漢字，留学生

１．はじめに

近年，高等教育機関だけにとどまらず，初等中等教育機関においても，PC やタブレット等を使用した学習機会が増える傾向にある．また，それに伴い e-Learning システムやデジタル教材の研究・開発も活発に行われている．

筆者らは，これまで個人用の学習システムの開発に関する研究を行ってきた[1]～[3]．これらでは，学習者が学習コンテンツを選択すると，選択した学習コンテンツに関する問題をランダムに出題する電子問題集が自動的に生成される形式となっている．

しかし，漢字学習のシステムに関して，システムの導入過程等において，一つの漢字に関して複数の例文があった方が良いということが推察された．そこで，本システムでは一つの漢字に対して複数の例文辞書を用意した．またシステムを評価するため試験的な導入を行った．

本稿では，複数例文辞書を備えた個人用漢字学習システムの概要および試験的導入後の調査結果について述べる．

2. 漢字学習システム

2.1 システムの概要

これまでのシステムでは，漢字出題時における例文が一つの漢字に対して一つであり，解答を覚えてしまうなどの問題があった．そこで本システムでは，これらの問題を回避するため，複数の例文辞書を新規に用意し，これらの例文辞書がランダムに選ばれるようにすることにより，一つの漢字に関して複数の例文が表示される形式へと改良した．本研究においては音訓それぞれ 3 つの例文辞書を用意した．

システムの基幹部に関しては，HTML および PHP によるこれまでのシステムをベースとしている（図 1）．また，画面構成に関しても，これまでに開発したシステムの画面構成をベースとしている（図 2）．

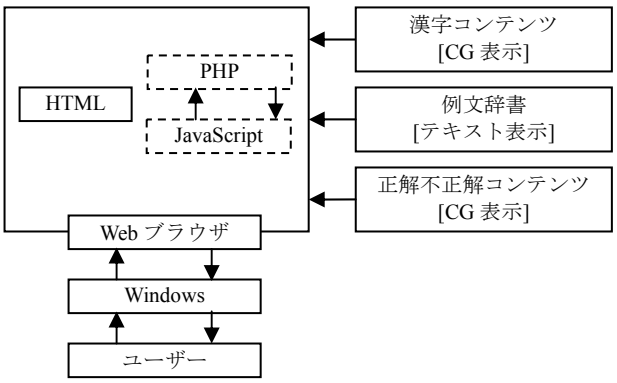


図 1　システム構成

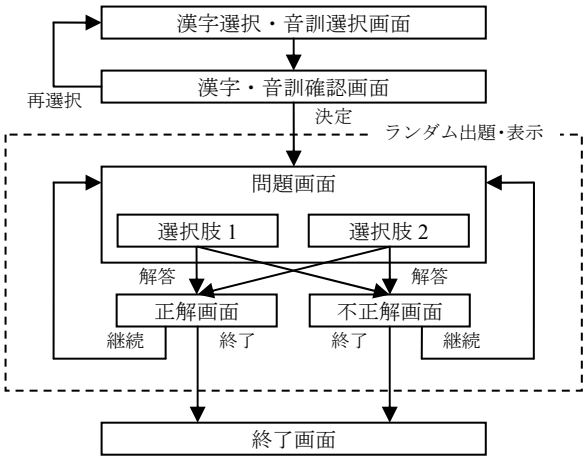


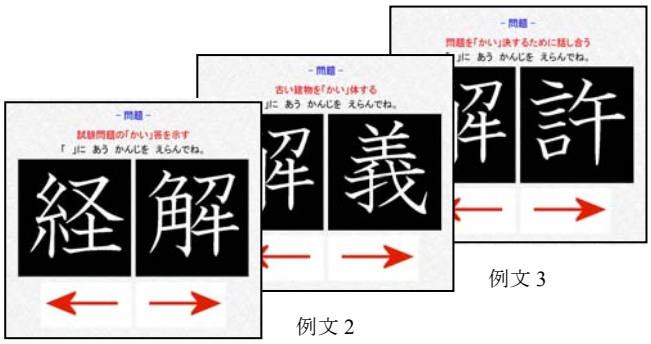
図 2　画面構成

2.2 システムの操作

システムを起動すると，「漢字・音訓選択画面」が表示される（図 1(a)）．この画面で漢字および音訓を選択すると「漢字・音訓確認画面」が表示される．次に「問題画面」が表示される．この画面では，選択した漢字に関する問題がランダムに出題される．問題はカッコで囲まれたかな文字表記部分に適する漢字を二者択一で選択する形式である（図 1(b)）．なお，漢字に関する例文は複数用意されておりラインダムに選ばれる．解答を行うと解答結果に応じて，「正解画面」（図 1(c)）または「不正解画面」（図 1(d)）が表示される．これらの画面では正解/不正解に応じた CG アニメーションが表示される．CG アニメーションも複数用意されておりランダムに選ばれる．



(a)　問題選択画面



(b) 問題画面（複数例文）



(c)　正解画面　　(d)　不正解画面

図 3　画面表示例

3.　試験的導入と調査結果

3.1 試験的導入

開発したシステムを，大阪大学の外国人留学生 16 人に対して試験的に導入し，アンケート調査を行った．アンケートは 4 つの質問（5 段階評価）と自由記述により行った．アンケート内容を表 1 に示す．

表 1　5 段階評価形式のアンケート内容

・システムの操作はしやすかったですか（質問 1）
・システムは漢字の勉強に役立ちましたか（質問 2）
・システムは楽しかったですか（質問 3）
・正解/不正解の CG アニメーションは良かったですか（質問 4）

3.2 調査結果

アンケートの結果を以下に示す．表 2 は 5 段階評価形式のアンケートの各質問に関する平均である．また，表 3 は自由記述形式のアンケートにおける意見である．

表 2　5 段階評価形式のアンケート結果

$n = 16$	質問 1	質問 2	質問 3	質問 4
平均	3.75	2.44	3.13	3.12

表 3　自由記述形式のアンケートの複数意見

・システムの操作性は良かった．
・訓読みの無い漢字は自動的にスキップできると良い．
・アニメーションは動機付けツールとしてよいが，アニメーションを非表示にすることもできるようにすると良い．

5 段階評価の結果，質問 2 に関する評価が［3］で実施した評価実験よりも低くなった．被験者が異なるため単純比較はできないが、複数例文辞書を搭載した効果は確認できなかった。しかし単一例文の問題点であった，解答を覚えてしまう旨の指摘は無かった．なお，自由記述から，本システムの操作性に関しては概ね良好であったと考えられる．

4.　おわりに

本稿では，複数の例文辞書を備えた個人用漢字学習システムの概要，およびシステムの試験的導入後に行ったアンケート調査結果について述べた．アンケート調査結果から，システムの操作性は向上したが、複数例文辞書搭載の効果は確認できなかった．今後，評価実験で明らかになった問題点（訓読みのない漢字の自動スキップ，アニメーションの表示/非表示選択等）の改善を行う予定である．

参考文献

[1] 崎山卓哉，好地徹彰，藤澤佳大，小山広明，松下孝太郎，ﾏｯｷﾝ･ｹﾈｽ･ｼﾞｪｰﾑｽ，布広永示，“CG を用いた個人適応型学習システムの開発”，教育システム情報学会研究報告, vol.27, no.6, pp.159-162 (2013)

[2] K.Matsushita, T.Kurumagawa, N.Nemoto, T.Sakiya, H.Suzuki, K.J.Mackin, Y.Nagai, E.Nunohiro, “Development and Evaluation of a User Adaptive Kanji Learning System Using Computer Graphics”, Proceedings of the 22nd International Conference on Computers in Education, pp.385-387 (2014)

[3] N.Uosaki, K.Matsushita, H.Suzuki, “Supporting JFL learners with User Customized Kanji Learning System Using Computer Graphics”, Proceedings of the 4th International Congress on Advanced Applied Informatics, pp.264-267 (2015)

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
－単語練習の設計－

Development of the Smartphone-Based Review Materials in Blended Learning for Chinese Beginner's Course in University
- Design of the Word Practice -

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: 我々は，大学初修中国語ブレンディッドラーニングにおける，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が，本稿では本教材単語練習の設計について報告する．
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，Microlearning，Quizlet

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，移動時間等短時間でも随時学習ができるスマートフォン用教材に対する学習者の要望が高くなり，現在そのための教材開発が多様に試みられ，中国語学習用スマートフォン教材も開発され始めている．しかしながら，大学初修中国語授業と連携した BL のための復習教材として開発されたものは見当たらず，さらに，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，そのための設計手法も不明確である．

そこで我々は，効果的な初修中国語 BL の実現のために，スマートフォン利用の新たな学習形態である Microlearning に着目し，その設計原則に基づいて BL のためのスマートフォン利用復習教材の設計手法を明らかにし，教材を開発するとともに，対面授業と Microlearning を連携させた学習環境の構築を目指している．本稿では，本教材の単語練習を取り上げ，その設計手法について報告することとする．

2. Microlearning 及びその設計原則[(1)]

2.1 Microlearning とは

Microlearning という概念は，2004 年にリンドナーにより最初に提示され，以後，関連理論及び実践研究の広がりと深化により，現在この概念は広く認められるようになっている．一般には Microlearning は，デジタル化した学習方式で，小さなコンテンツと小さなメディアによる新たな形態の学習である．

その主な特徴は，まず，学習時間が短く，学習が学習者の日常生活の中に分散し，また，学習コンテンツは相対的に独立しており，小さなモジュールにより構成されている．さらに，学習形式は柔軟で，学習コンテンツと学習場所は学習者の実状によって随時に変えることができ，また学習体験は気軽に行え，学習者に楽しさを感じさせる．

2.2 Microlearning の設計原則

Microlearning の設計は，学習者の“個人学習環境”(Personal Learning Environment)の構築を重視し，リンドナーらが提唱している以下のような原則（表 1）に注意すべきであるとされている．

表 1 Microlearning の設計原則

(1) インターフェースの簡潔性と簡易な技術
(2) 学習者の非連続的な注意状態に対応する
(3) 小さなコンテンツの構成プロセスを含む
(4) 学習者を随時に学習参加するよう動機づける
(5) 自由で楽しい学習体験をつくる

3.　Microlearning の設計原則に基づく設計

3.1 初修中国語 BL の復習内容及びその単語練習

本提案 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，聞く練習，音読練習，重要文例練習となっている．このうち，単語練習では，各語の意味のみならず，漢字（簡体字）及び日本人学習者の学習困難点となる各語の発音（ピンイン表記）を覚えなければならない．そのため，学習者が効果的で楽しく単語練習を行えるように教材設計を行うことが必要となる．

3.2 Microlearning の設計原則に基づく単語練習

上記の BL 用スマートフォン復習教材の単語練習に対し，ここで 2.2 節の Microlearning の設計原則に基づき，表 2 のような設計方針を作成した．このように設計指針を作成することにより，実教材の開発に必要な基準を明確にすることが期待できる．

表 2 単語練習の設計方針

(1)	簡潔なインターフェース ・単語に直接関わらない画像や過剰な装飾の使用を避ける． ・文字，音声，イラストを統合的に提示し，練習をしやすくし，単語の記憶を助ける．
(2)	非連続的な注意への対応 ・アプリ式を用い，練習課題にすばやくアクセスできる． ・課題を小さく区分し，短時間で練習できるようにする．
(3)	コンテンツの構成プロセス ・各ミニコンテンツは，対面授業で学習するミニ会話及びミニリスニングに対応し，対面授業との連携を持たせると同時に，コンテンツ間に関連性を持たせる．
(4)	随時に学習参加への動機づけ ・カード式単語練習を用い，随時に手軽に実施できる． ・ゲーム型練習を用意し，興味を引くようにする． ・学習者に絶えず刺激とフィードバックを与える．
(5)	自由で楽しい学習体験 ・練習問題は，やればできるレベルとする． ・多様な練習形式を用意し，バリエーションを持たせる． ・学習者自身もオリジナルの練習を作成し，クラスメートと共用することができるようにする．

4.　Quizlet による単語練習の開発

3 章で明らかにした BL 用スマートフォン復習教材の単語練習の設計方針に基づき，ここで Quizlet を利用した本教材の単語練習の開発について述べる．

4.1 Quizlet の概要

Quizlet（http://quizlet.com/）は，2005 年にアメリカの高校生 Andrew Sutherland が作成した単語学習のためのウェブサイトであり，現在，中国語を含め，多種類の言語に対応している．これにより音声付単語カード，ゲーム，テスト等の単語練習問題を効果的かつ容易に作成することができ，また，インターフェースも簡潔で使い易い．さらに，ゲーム性を伴った多様な練習形式により，学習者が単語練習を楽しく行うことを可能にしている．なお，音声は機械音声であるが，比較的正確である．また，Quizlet は，PC のみならず，スマートフォンやタブレットでの利用が可能であることから，それを利用して移動時間等短時間でも随時学習を行うことができる．

Quizlet は PC では 6 種類の学習モードがあるが，スマートフォンのアプリには，この内 CARDS，LEARN，MATCH，TEST という 4 種類の学習モードが含まれており，中国語単語練習用としては，以下のような練習形式にすることが可能である．

CARDS は，音声付カードで，ワンクリックで裏面・表面を表示でき，中国語単語の簡体字，ピンインを記憶するには便利である．LEARN は，イラストに対応する単語のピンインをタイプして漢字に変換し，MATCH は，漢字とイラストのマッチング（神経衰弱）ゲーム，TEST は，ピンイン入力，選択，True/False の 3 種類の問題がある．なお，クイズとゲームには，フィードバック機能が付いている．

4.2 Quizlet による中国語復習教材の単語練習

本 BL 用復習教材においては，対面授業と連携し，授業で学習した単語の中から，名詞，動詞，形容詞を中心にして，上記の Quizlet 単語練習形式により問題を作成することとする．また，各コンテンツは，単語を 10 個ほどに限定し，短時間でも随時に学習できるようにする．

さらに，学習者にも自身のオリジナルの練習問題を自由に作成させるとともに，それをクラスメートと共用させることにより，自ら学びながら，学習者間の協働により学習と創出を行うことが期待できる．

このようにすることで，Quizlet を活用しながら，上記の Microlearning の設計原則に基づく，BL 用スマートフォン復習教材のための単語練習設計方針に従って，単語練習問題の開発が可能になると考える．

5.　まとめ

本稿では，初修中国語 BL のためのマートフォン利用復習教材の開発について，Microlearning の設計原則に基づいて単語練習の設計方針を明らかにし，さらに Quizlet による単語練習開発の報告を行った．

今後の課題は，Quizlet による単語練習問題を作成するとともに，本教材の他の練習の設計手法を明らかにし，それに基づく実教材を開発し，実証実験を通してそれら提案の有効性を検証することである．

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設計”，教育システム情報学会研究報告, Vol.30, No.4, pp.3-8 （2015）

教科情報における「問題解決」の取り扱いについて
A discussion of Prolem-Solving in “Information Science” in Highschool Textbook

岡田政則 (Masanori OKADA)†

† 金沢学院大学
Kanazawa Gakuin University

あらまし: 現在、高等学校教科情報では 2 科目ある教科情報の共通部分のひとつとして「問題解決」がある。その内容は問題を解決するための汎用のプロセスと、問題の発見から解決策の検討までの演習である。産業界での問題解決の過程は改善過程であることが多い。しかし個人に取っては、一度限りの問題解決であることもある。さらにこの問題解決はジェネリックスキルの演習とも対応する。本研究ではこの「問題解決」が各教科書の中での記述を調査分析しその考察を行った。

キーワード 高校学校教科情報、問題解決、ジェネリックスキル

1. はじめに

今情報科の内容がその親学問としての情報学の参照基準 [4] にて議論されている。その構成項目には当該学問分野で学生が身につけるべき基本的な素養がある。[1] では [4] を参照しつつ中等教育における情報学つまり「情報科」で学ぶべき内容に言及している。[4] では情報学を学ぶ学生が獲得すべき能力として、情報学固有の能力とジェネリックスキルがあるとしている。山崎氏は [1] でさらに情報学がメタサイエンスとしてのレベルにあると主張している。であるなら「情報科」も同様にメタサイエンスとして、ある意味高等学校各教科の道具として生徒に意識させ指導することが自然である。

本報告では教科情報とジェネリックスキルの関係、そこで教科情報の内容と密接な関係にある問題解決の取り扱いについて触れる。さらにアクティブラーニングでの応用について提案している。

2. 高等学校教科情報とジェネリックスキル

2.1 高等学校教科情報

1999 年度に高等学校学習指導要領の改訂にて高等学校で普通教科「情報」(以下「情報科」) が 3 科目構成で新設 (注1) された。2009 年度には「情報科」は 2 科目構成に改訂 (注2) され現在に至っている。この新科目は実質的にほぼ全国民が 2 単位の必修科目として履修することを意味する. 「情報」の処理はコンピュータの出現とは無関係に行われてきた。この情報処理は生物が登場して進化という環境との関係 ([3] の生命情報) と生物間で社会を構成するためのコミュニケーション ([3] の社会情報) として行われてきた。我々も同じようにこの情報処理を行い、加えて情報機器を利用することもある。誤解を恐れずに書くと高校生は一生情報機器を利用しながら今後とも変化する情報化社会にて生活していく。これは高校生にとって情報科は入試とほぼ無関係であるが、彼らは情報化社会の変化に対応しつつ一生付き合っていくのである。

現在の情報科の教科書は、社会と情報と情報の科学の 2 科目がある。社会と情報、そして情報の科学のそれぞれ目標は「情報社会に積極的に参画する態度を育てること」であり、「情報社会の発展に主体的に寄与する能力と態度を育てること」と言って良い。

2.2 情報学とジェネリックスキル

[4] には「大学教育の分野別質保障に資するために、情報学分野における教育課程編成上の参照基準も作成する」とある。この中で情報学を学ぶ学生が獲得すべき能力として「情報学固有の能力」と「ジェネリックスキル」が挙げられている。後者は「情報学固有のジェネリックスキル」とも解釈できるが、これを社会人基礎力としてのジェネリックスキルと扱う。[4] でのリストから抜粋する。

- (1) 創造力・構想力・想像力
- (5) 問題発見能力
- (7) 問題解決能力

2.3 教科情報とジェネリックスキル

教科情報の中では社会と情報、情報の科学とも (7) 問題解決能力に 1 章を割いている。それに付随して (1) 創造力・構想力・想像力や (5) 問題発見能力に関連する記述があり、他のスキルは演習の中で養うと解釈でき

(注1)：2003 年度入学生より年次進行
(注2)：2013 年度入学生より年次進行

る。であるあるなら、教科情報は他の高等学校での数学、英語、現代文などと異なり大学入試以降も社会人としての文字通り基礎力となるスキルつまりジェネリックスキルを養う科目と考えられる。

3. 問題解決

現在もそして改訂前の「情報科」でも『問題解決』の章または項目が設けられている。そこでは問題解決の方法と手順が提示されていて、教科書によっては問題点の把握と明確化の手法としてブレーンストーミング (13 教科書全て),KJ 法 (7 教科書) その他コンセプトマップ等 (7 教科書) に触れている。

3.1 プロセスの扱い

問題解決の手順はほぼ 2 種類が記述されている、手順 1 は (1) 問題の明確化 (2) 情報の収集 (3) 情報の分析 (4) 解決案の作成・評価 (5) 解決案の実施と反省であり 13 冊全てにあり、手順 2 は PDCA サイクルとして P(Plan 計画),D(Do 実行)、C(Check 評価)、A(Action 改善) が 7 冊にある。前者を nPDCA サイクルと称して PCDA と解釈すると違いは D 実行と C 評価の順番である。PDCA サイクルは問題解決が繰り返されていることが前提で有り、P の前には A 改善の過程があるので P 計画の直後に D 実行が自然と考える。nPDCA は一度限りの問題解決と考えられる。解決案を実施する前に (1-3) の過程を念入りに行う。さらに例えば「結婚式」のような問題解決では結婚する当事者にとっては nPDCA で対処すべきであろうし、結婚式場にとってはある意味 PDCA サイクルの一部となる。調査した限りにおいてこの区別に触れてある教科書は見当たらなかった。

3.2 データ集めと整理

前節で触れたが問題解決のプロセスではグループあるいは個人でアイデアを出し合う場面がある。その際お互いの発想が異なることを利用してアイデアを生み出す集団思考法・発想としてのブレーンストーミング法は 13 冊全ての教科書で触れてあった。そこで出てきたアイデアを整理する方法としての KJ 法は 8 冊で採用されている。その他コンセプトマップ (3 冊)、MECE/ロジックツリー (2 冊) の他にはマインドマップ、イメージマップ、ブレーンライティングは各 1 冊で触れられていた。

さて、KJ 法で整理するための単語/センテンス/アイデアは多いほどそのグルーピングや関係性を導くことに有効であるとされている。その発想法の一例としてブレーンストーミング法等が紹介されている。しかしグループで行うことからそこには、(1) 特定の場所に集合して (2) 限られた時間で発想することが暗黙の了解としてある。グループで発想することをはずすと、(1)(2) の制約が取れて、場所も時間も固定されず移動中でも発想することつまり、アイデアをキャッチ/コレクトすることが可能となる。自分は授業の中で A5 サイズのアイデアノートを持たせて,(1) 表紙にノートのタイトルと始めた日付そして名前を書かせて (2) ページに日付を入れながらアイデアまたはスケッチを書かせている。習慣づけが重要と考えるので、毎週お題を出して発想の刺激を与えている。

4. アクティブラーニングは経験への誘導

[5] 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3) とは学問を修める者であり大学生を対象としていた。一方平成 26 年 11 月の中央教育審議会諮問では初等中等教育において「アクティブ・ラーニング」の充実の提案があり対称が広がったと解釈できる。本研究では学修者/生徒の「能動的な」態度に着目する。[2] では教育環境における経験の移動を論じている。これは横軸に学生/生徒の教室での参加態度、縦軸に先生との対話の量が非対称か対称のマトリクスを提案している。これは (1) 生徒が受動的から能動的に変化する時、(2) 生徒と教師との対話のバランスが変化がする時にアクティブラーニングの経験がなされるとした。この実現はある意味問題解決の過程で実現できると考えられる。

5. まとめと考察

高等学校では情報科の内容は、生徒にとって一生関係する。高校生活でのスマートフォンから始まり、情報化社会での生活そして、町内会管理までである。ほぼ 50 年間の間に情報機器や情報環境は変化するがそれを利用して人生の問題を解決していく必要がある。一人一人にとっての問題解決は一度限りのものが多い。そしてそのヒントはアイデアノートを始め集めて再利用していくことになろう。その意味でも情報科はメタサイエンスなると期待できる。

参考文献

[1] 山崎謙介. メタサイエンスとしての情報学と初等・中等教員養成. 第 2 回情報学教育推進コンファレンス, pp. 11–14, 2014.
[2] 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.
[3] 西垣通. 基礎情報学-生命から社会へ. NTT 出版, 2 2004.
[4] 萩谷昌巳. 情報学を定義する-情報学の参照基準. 情報処理, Vol. 55, No. 7, pp. 734–743, 2014.
[5] 文部科学省. 質的転換答申 用語集. 2012.

(注3)：学修と学習を同じとする国語辞典もある

地域の放射線測定を題材とした情報教育におけるグラフ作成の教材開発

Development of Teaching Materials Created Graph in Information Education was the Theme of Radiation Measurement

布施 雅彦
Masahiko FUSE
福島工業高等専門学校
National Institute of Technology, Fukushima College
mfuse@fukushima-nct.ac.jp

あらまし：東日本大震災で福島は放射能に汚染された．小中学校でも放射線教育が取り入れられた．そこで情報に関連した題材で実践できないか検討し，放射線を測定してグラフ化するという課題を始めた．3年間取り組んできて，上手にレポートを作成させることができるようになり，測定結果を地図情報にマップ化にも成功し，地域に環境放射線の情報を定期的に継続して発信することが可能になった．
キーワード：情報教育，表計算，放射線教育，地域教材プレート

1. はじめに

2011 年３月の東日本大震災で東京電力福島第一原子力発電所がメルトダウンする過酷事故が発生し，環境中に多くの放射性物質が飛散し降下した．学校教育現場でも，様々な放射線教育の取り組みが始まった．そこで，私も何か担当する科目で，何か取り組むことができないか考えた．2013 年春に，高専機構から「エステー株式会社製家庭用放射線測定器エアカウンター活用プロジェクト」という企画の案内があり，応募し採択され約 360 台の簡易放射線測定器を頂いた．そして，具体的にどのような取り組みができるか検討した．

2. 基礎科目の情報基礎の課題

情報基礎科目は，福島高専 1 年生全学科の学生が学ぶ基礎科目である．従来，専門学科から実際の実験などデータを活用してグラフの作成をさせて欲しいという要望もあり，表計算ソフト（マイクロソフトエクセル）を利用して関数やグラフ作成を学ぶ課題に，放射線測定の数値をグラフ化する課題を設けた．すでに H24 の課題で，原子力規制委員会の放射線モニタリング情報[(2)]のデータを利用して折れ線グラフや棒グラフにする取り組みを行っていた．そこにエアカウンターを利用し，学生が自ら測定した実測値を含めたグラフ作成のレポートを追加した．

3. 測定と記録

６月中旬に，エアカウンターの取り扱い[(3)]について説明し測定器を配布した．定期的に同じ場所で１ｍの高さで測定する．折れ線グラフの為の測定は，等間隔の日時で測定する．棒グラフの測定は，ある一日に連続して 12 回繰り返し測定（1 回 5 分）を行い，最大と最小の測定値を除く 10 個の値でグラフ化する．そして，2014 年からは測定時の値と測定の様子を，スマートフォンを用いて，ジオタグ入りで写真を撮り，数値を記録用紙に記録させ，写真と紙の二重に記録し，より正確な測定に変更した．また，写真のプロパティを確認し緯度経度を確認し，ジオタグの長所短所も説明した．

4. レポート

図 1 が折れ線グラグの課題のレポートである．注意する内容は図の通りで，様々な事柄を確認する必要がある．上段に原子力規制庁の放射線モニタリング情報の CSV データをダウンロードし，実際に自分で測定した同期間の自宅周辺の測定器２種類３地点データをダウンロードし表計算に読み込む．記録データは５分毎なので，VLOOKUP 関数を利用して，目的の同時刻帯の毎日のデータを抽出し折れ線グラフを作成する．下段はエアカウンターの学生自身の測定した値である．

図２は棒グラフの課題のレポートである．注意する内容は図内の通りである．アドオンの分析ツールのヒストグラム利用や関数を利用して，度数分布表を作成する．棒グラフからモニタリングポストとリアルタイム線量率計では，放射線の値のばらつきが異なり，測定器の性能による誤差が大きいことがわかる．

安価な個人用放射線測定器は，さらにバラツキが大きく 10 回の値を採用してもやっと，正しい値に近づく．何回も測定してみないと，高性能な測定器の数値に近づかいない．

そして，詳細にグラフの作成の要素や機能を取り入れて表現できるようになっている．しかし，本校高専の学生でも，見本を用意しても，一回でほぼきちんと仕上げることができる学生は，少数である．

提出物は，エクセルファイル，図１・２のグラフをワードに貼り付けたファイル，そのワードを PDF に保存したファイル，プリンターで印刷した紙，グラフから読み取れる事柄，定点測定の平均値と座標である．

2015PCConference, pp.183-184 (2015)

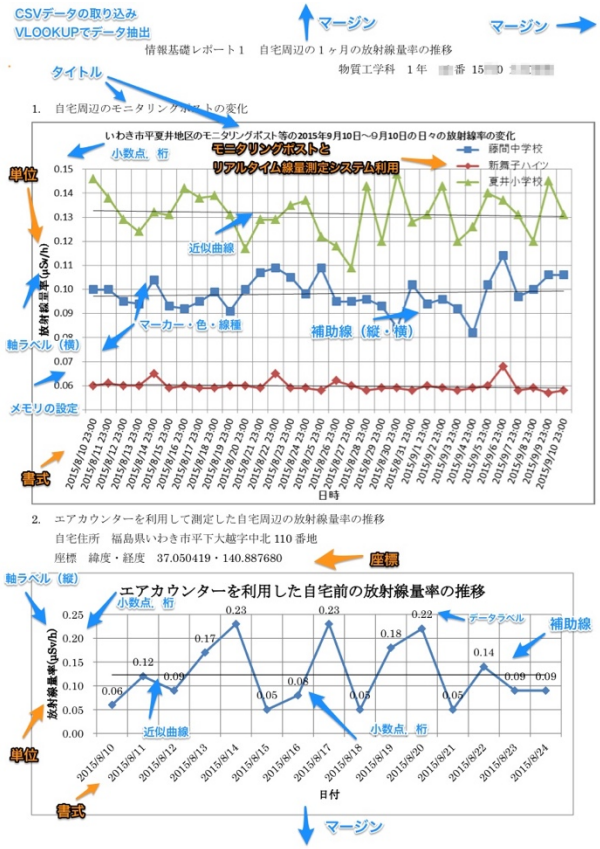


図 2　折れ線グラフのレポート

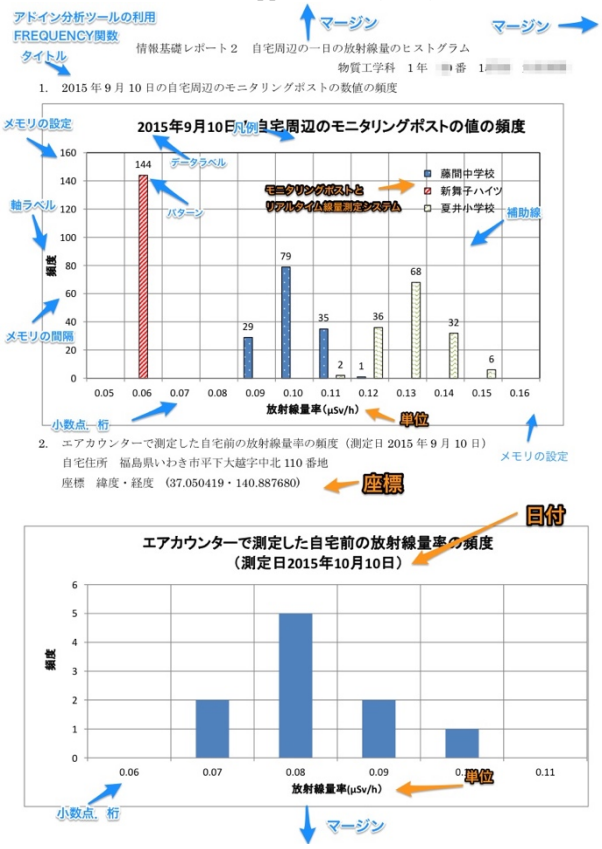


図 1　棒グラフのレポート

5.　公開

図３は，繰り返し測定を行った数値の平均値と座標を提出させ，グーグルマップのマイマップを利用して視覚化した．一人一人の取り組みをマッシュアップすることで，地域全体の環境放射線の値を年度毎にマップ化でき，変化なども見ることができる．

６．まとめ

これまでに測定機の確保，貸出返却，継続的な測定記録，データの改ざんの対策，詳細なエクセルの操作，ワンランク上の関数・アドインの活用と一年生には難しい課題であり，やっと軌道にのった．そして，今後はグラフから読み取れる事柄などの情報の本質的な中身に目を向けたいと考え，「グラフから読み取れる事柄」を付け加えた．しかし，学生のコメントを読むと，約２００名のほとんどが客観的な科学的な分析ができている学生がいないことがわかった．なぜならグラフの数値だけを直視し，放射線の仕組みや測定機の仕組みや構造，２種類４つのグラフを総合的に考えることができていないことがわかり，情報分析の本質に今後は着目してくる．

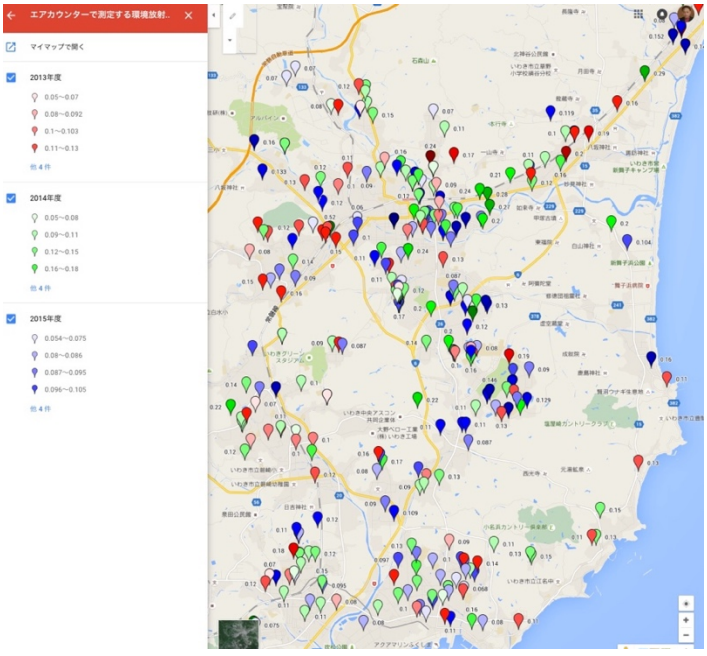


図 3　測定値のマップ化

参考文献

(1)　布施雅彦:　“福島における環境放射線測定と情報基礎科目における表計算ソフトの学習課題”，
(2)　放射線モニタリング情報，http://radioactivity.nsr.go.jp/map/ja/
(3)　エアカウンターのご紹介，http://www.st-c.co.jp/air-counter/products/howto.html
(4)　エアカウンターで測定する環境放射線マップ，https://goo.gl/YGfzkl

問題解決を目指すアクティブラーニングの実践研究
－産官学連携の情報ネットワーク論においてー

A Study on Active Learning Methods and Effects
-Information Network Technology and Business Practices by Industries–University Cooperation -

河合　博子
Hiroko KAWAI
高崎商科大学
*1Takasaki University of Commerce
Email: h-kawai@uv.tuc.ac.jp

あらまし：本稿では，筆者の産学連携授業で課題発見･解決を目指したアクティブラーニングの実践を報告する．特に，予習（反転学習･下調べ）から参加して講義さらに議論の学習サイクルは理解を深め，講義回数を重ねるにつれ自発的な動きが見られた．また、あらためて、基礎的な情報ネットワーク技術（以下 ICT と略する）の仕組みや活用の学習意義も見直せるようになった．今後の展開として，学生の提案する解決案に客観的な評価やフィードバックの方法を検討していく．
キーワード：**情報ネットワーク**教育，産官学連携，反転授業，ICT, アクティブラーニング

1.　はじめに

現代社会には様々な解決すべき課題が溢れており，企業や行政は，ICT を活用して課題解決に取り組んでいる．経済産業省のいう社会人基礎力や文部科学省のいう学士力，さらには，21 世紀スキルでも，問題発見や解決力の重要性が指摘されている．本稿では，筆者の担当する産官学連携のアクティブラーニング [(1)]（以下 AL と略する）講義デザインと実践内容の一部を報告する．

2.　研究方法

2.1 研究対象の産官学連携ＡＬ講義の構成

a. 授業名:情報ネットワーク論（特別講義）
専門科目･2 単位 **15 時間**・2 年生以上
b. 実施期間：平成 25 年～平成 28 年の 4 月～7 月
c. 受講者総数:80 名(H25)80 名(H26)190 名(H27)
160 名（H28）（聴講生を含む）
d. 授業担当：筆者と多様な分野の実務や技術の専門家（特別講師）
e. 講義内容：共通テーマ「ICT 活用による福祉的事業支援の現状と近未来」のもとで、筆者の基礎技術講義と 28 人の実務･技術の専門家のサブテーマのリレー講義から構成される．

2.2 学士力の到達目標と測定方法

ICT は,製造/金融/流通/医療/教育/エネルギー/交通/農業/自動車/飛行機/化粧品/医薬品/食品/エンタテイメントさらには宇宙開発など広い領域で活用され，豊かな社会を築く上で重要な役割を担うが，反面リスクも伴っている．従って，受講生は，「実務･技術専門家が何のために ICT 活用して製品/サービスイノベーション事業に取り組んでいるのか」を深く考察し，ICT の基礎知識を自分の専門分野と関連付けて活用できるように考える力が必要である.そこで，

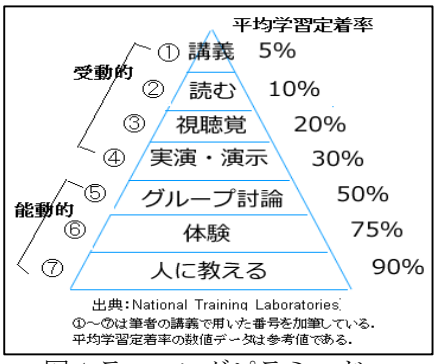


図 1 ラーニングピラミッド

表 1　予習―講義―AL 手法（H27－H28）

予習種類	回	講義*事業(H27)	AL手法種類
①ビデオ視聴 ②HP情報分析 ③アンケート調査 ④ケース ⑤質問に回答	1-4	ネットワーク技術	Think-Pair-Share ラウンド・ロビン ピア・レスポンス ジグソー マイクロ・ディベート LTD 実地調査 チーム対討論
	5	サイバー犯罪	
	6	高齢者生活支援	
	7	ネットワーク管理	
	8	新事業開発	
	9	アンチエージング	
	10	GIS農業	
	11	LINE功罪	
	12	救急･救命医療･ヘリ	
	13	教育･タブレット	
	14	機械林業	
	15	振り返り	
予習種類	**回**	**授業*事業(H28)**	**AL手法種類**
①ビデオ視聴 ②HP情報分析 ③アンケート調査 ④ケース ⑤質問に回答	1-4	ネットワーク技術	Think-Pair-Share ラウンド・ロビン ピア・レスポンス ジグソー マイクロ・ディベート LTD 実地調査 チーム対討論
	5	スマホセキュリティ	
	6	ネット株式投資	
	7	デジタル広報	
	8	SI･高齢者見守り	
	9	センサー・医療機器	
	10	新聞制作技術	
	11	宇宙開発･衛星	
	12	救急･救命医療･ヘリ	
	13	自動車運転者支援	
	14	航空客室	
	15	振り返り	

学士力の到達目標に次の 3 点を設定した．①ICT の基礎技術/機能を理解し，説明できる．②ICT の活用事業が福祉的な社会形成に役立っている実例を理解し，説明できる．③受講生が将来自分自身が貢献できる分野を調べ，説明できる，の 3 点である．

2.3 授業運営

授業運営では，「ラーニングピラミッド」が示す受動的･能動的学習度と平均学習定着率の関係[2]（図 1），AL の失敗原因[3]，AL 手法の特徴から（表 1）AL 手法は講義のテーマにあわせて選択適用した．その産官学連携 AL モデルを示す（図 2）

3. 検証方法

AL 型授業を通じて以下の 3 点がどう変容したかを考察する．

・課題の理解度が深まったか．
・問題発見･解決力の方法が向上できたか．
・前向きな態度，自信の獲得．

3.1 平成 27 年度第 13 回の例（図 3）

平成 27 年度の第 13 回（7/13）の実践例を紹介する．講義タイトルは「Learner Centric で作る未来の学び」とし，約 80 名（15 グループに各タブレット 1 台）に次の課題を課した．

［予習課題 1］(明日の学びのプロジェクト紹介動画(5:44) TED サルマンカーン氏「ビデオによる教育の再発明」を観た感想をまとめる．

［当日課題 1］気づいたこと，考えたことなど，フリートークでグループディスカッションの後，感想・コメントをまとめてタブレットで発表する．

［予習課題 2］「講師にお薦めしたい群馬県と言えば？」名所（富岡製糸場）･名物（水沢うどん）･イベント（高崎祭り）･キャラクタ（ぐんまちゃん）．これらからひとつを選択し理由を考えておく．授業ではグループで議論をし，タブレットで投票をする，

［予習課題 3］「コンビニ弁当に割り箸をつけるべきですか？」「あなたは，コンビニ経営陣です．売れ筋であるお弁当について，全面的に商品の見直しを行いました．新しい弁当に割り箸をつけますか？昨今のグローバルな問題や環境問も念頭において考えてみてください。」自分の考えをまとめてくる．授業では、グループで議論しタブレットで発表をする．

3.2 途中の成果

現在平成 28 年度の講義の第 10 回目にあたり、7 月末に本研究の対象の授業実践が終わる．この結果を踏まえて 8 月にまとめる予定である．平成 27 年度と平成 28 年度の比較も予定している．

4. 現状の課題と今後の展開

学士課程教育は、卒業後に地域や日本産業を支える職業人教育でもある．危機感を持つ職業人の説得力と熱意のある実話と実践的な授業への貢献で学生は一歩前に踏み出せたようである．今後の展開として、最終的に学生が提案した問題解決策に対する企業人からの批評を実現したいと考えている．

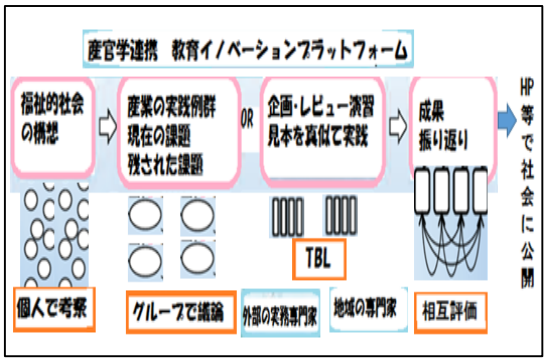


図 2　産官学連携 AL モデル

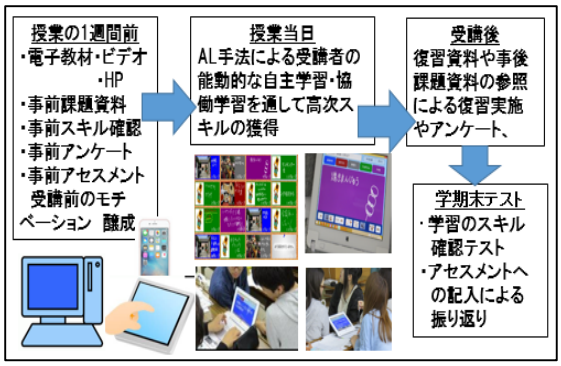


図 3 平成 27 年度第 13 回の授業例

謝辞

本講義と研究を行うにあたり、ご協力を頂いた企業，実務専門家，県警の方々に感謝の意を表します．本研究の対象となる講義は、平成 25 年度から-28 年度に渡り（公益財団法人）電気通信普及財団の助成により実施した．

参考文献

(1) アクティブラーニングは，「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」（中央教育審議会，2012）である．
(2) 米国 National Training Laboratories の「ラーニングピラミッド」の概念である．
(3) 中地域大学グループ･東海Ａチーム編集「アクティブラーニング失敗事例ハンドブック～産業界ニーズ 事業･成果報告～」(2014)
(4) 中央教育審議会答申『学士課程教育の構築に向けて』（2008）

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

Renewal of e-Learning Systems Platform on Interuniversity Credit Transfer Systems in the Consortium of Universities in Kyoto

阿部　一晴[*1]，　前田　昭吾[*2]，　馬渡　明[*3]，　後藤　充弘[*3]
Issei ABE[*1]，Shogo MAEDA[*2]，Akira MAWATARI[*3]，Mitsuhiro GOTO[*3]
*1 京都光華女子大学 キャリア形成学部　*2 立命館大学 入学センター
*3 公益財団法人大学コンソーシアム京都 教育事業部
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いるが，当初構築したシステムが老朽化したためサーバ類の更新をおこなった．一方，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 ラーニングについても見直しが必要となっている．これらを踏まえた単位互換 e ラーニングの現状と今後について報告する．

キーワード：e ラーニング，コンソーシアム，大学間連携，単位互換授業

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．ピーク時は年間のべ約 8,000 名の受講者があったが，2014 年度約 5,300 名，2015 年度約 3,600 名，2016 年度は前期時点で約 3,100 名とここ数年受講規模が縮小傾向にある．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 1,000 名以上の出願があり，このうち一部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事業が加わり，こちらにも 2016 年度約 600 名（2015 年度約 700 名，2014 年度約 800 名）の出願がある．

この e ラーニング事業は，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，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．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．本来は 2014 年度末にサーバ類の更新をおこなう予定であったが,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ず,そういった背景等から 2016 年 3 月の春期休業期間中にようやく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．

2. e 京都ラーニングシステムの概要

e ラーニング事業を提供するシステムは，大きく 2 つの機能から構成されている．メインとなるのが，実際の e ラーニング授業を提供する学習システムである．中核となる LMS は moodle，VOD のビデオ映像には Flash ムービーを使用し，プログレッシブダウンロード方式で配信する．利用者からは moodle の画面内にビデオ画面が開き，視聴できるような形式となっている．

もう一つが受講登録システムである．前述した戦略的大学連携支援事業では，e ラーニング科目の受講登録システムを Web アプリケーションとして開発し，実装した．2011 年度からは e ラーニング科目だけではなく，大学コンソーシアム京都が提供するすべての単位互換授業の出願に本システムを転用し，

それまで各大学の教務担当窓口において紙ベースでおこなっていた出願処理を，学生自らが Web でおこなえる様に変更した．このことにより，作業の省力化・正確化および出願に係る事務処理時間を大幅に短縮することができた．これまで使用していた e 京都ラーニングシステムの全体構成を図 1 に示す．各機能を別々の物理サーバで稼働させており，多数のサーバを抱える結果となっていた．

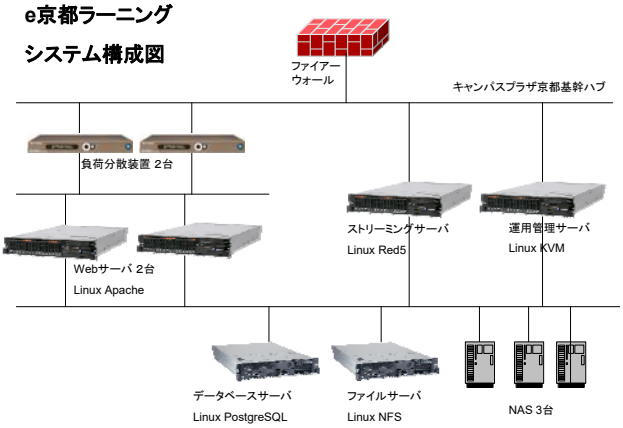


図 1：旧 e 京都ラーニングシステム全体構成

3.　システム更新と新システムの概要

これまで e ラーニングシステムを稼働させていたサーバ類は予算化等の関係もあり，導入後 7 年超経過したものを一部保守が切れたものもそのまま使用していた．前述のとおり，大学コンソーシアム京都の中期事業計画検討等の中でも，e ラーニング事業をどのように位置づけ，維持していくかを明確化できないまま，機器類が更新できずに現状に至ったという面も否めないが，ようやくサーバ類の更新によるシステムの再構築をおこなうことが出来た．

旧システムでは，各機能（負荷分散を含む）を別々の物理サーバで稼働させているため，多数のサーバを抱える結果となっていた．このため，全機器のリプレースには相当のコストが見込まれた．当初はまだ技術が十分確立されていなかったが，現在は「仮想化」によって一つのサーバに複数機能を持たせることが一般化している．これにより物理サーバ数を減らすことが出来れば，その購入・保守費用を削減することが可能となる．今回の新システムでは，仮想化ソフト「VMware vSphere Essentials Kit」を採用し，複数機能を 1 台のハイエンドサーバ上に集約する構成とした．このことにより，費用だけではなく運用・保守作業上でのメリットも期待できる．新システムの全体構成を図 2 に示す．

前述した e ラーニングシステムの 2 つの機能のうち，受講登録システムは，今や e ラーニング以外を含む大学コンソーシアム京都の単位互換事業全体を支えるものとなっている．しかし，これらは年間の授業期間を通じて常時使用されるものではなく，出願と履修登録という一時期だけ，数千名規模のトランザクションを処理するためのものである．このため，最大必要処理に備えたサーバ類を自営で「所有」するのでは無く，必要に応じてリソースを「使用」するという，現在注目されている「クラウド」という運用形態に適したものであると考え，移行の検討をおこなった．しかし，システムをクラウドに移行するには，ほぼ一からシステムを新規開発する必要があり，その開発コストとリスクを考慮し，従来どおり自営サーバ上での運用を継続することとした．

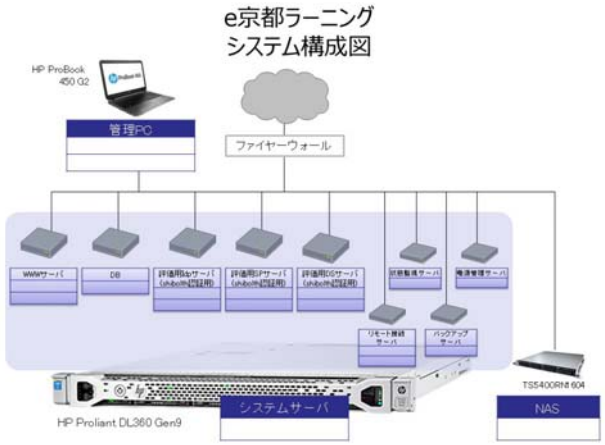


図 2：新 e 京都ラーニングシステム全体構成

4.　まとめ

e ラーニング科目への出願者数は 2013 年度の 974 名をピークに減少傾向（2016 年度前期時点 567 名）にあるが，単位互換全体の出願者数が 2013 年度の 5,754 名から 2015 年度 3,615 名，2016 年度 3,106 名（前期時点）も減少しており，結果的に e ラーニング科目の比率は全体出願者の 20%前後を占めるまでとなり，単位互換事業における位置づけは無視できない存在となっている．一方，各大学の授業をそのまま他大学学生にも提供するという単位互換の形も変化を求められており，例えば 2015 年度からは京都にある寺社仏閣等を題材とした「京都世界文化遺産 PBL 科目」といった京都における単位互換ならではの特色ある科目にも新たに取り組んでいる．受講者の期待に応える単位互換事業ついての検討とその実現が進んでいる中，e ラーニングのあり方にも早急に結論が求められていると言えるのかも知れない．

参考文献

(1) 阿部一晴，前田昭吾：“大学コンソーシアム京都単位互換 e ラーニングプラットフォームの更新検討”，教育システム情報学会，第 40 回全国大会講演論文集，pp.207-208，(2015)
(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/（2016）
(4) e 京都ラーニング，https://el.consortium.or.jp/（2016）

情報処理能力向上のための教育の質保証と連携型教育の基礎研究（３）

金山　茂雄
Shigeo KANAYAMA
拓殖大学商学部

Faculty of Commerce , Takushoku University
Email: skanaya@ner.takushoku-u.ac.jp

あらまし：IT の発達やデジタル化は、現在の社会にとって極めて重要なものである。特に、総務省は携帯電話の「第５世代通信規格（５Ｇ）」を活用したサービスの開発に 2017 年度から乗り出す予定である。このように情報化は社会や人に対する影響が個人の日常生活に至るまで及んでいく。いつでも、どこでも持ち運びができる情報端末機、すなわち携帯電話・機器等がその機能を最大限に活かし、情報を活用するのである。その結果、情報の過剰負荷に伴う、自己防衛や退避症候群が行われていると考えられる。このことに対し、ある調査を実施し、その結果から「IT の活用と情報環境」の変化がみられた。また、その中で、教育の質保証や高大連携などにみられる連携型教育の効果、実態などについて、昨年に続き報告する。

キーワード：教育の情報化と最適環境　過剰負荷現象　退避症候群　ＵＲＡとプロジェクト組織　高大連携

1. はじめに

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「意志決定支援システム」や「経営情報システム」である。前者の「意志決定支援システム」は、今回発表になった「企業経営者の判断支援」を行う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多大に助ける情報システムである「経営情報システム」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、あるいわその中で、教育の質保証や高大連携などにみられる連携型教育の効果、実態などについて報告する。

2. 基礎的な力の向上

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。

3. 意識と知覚情報の再認識

情報文化の概念や情報文化の捉え方には、様々な分野・領域の知識人、経営者などが自分たちの知っている範囲で異なった認識のもとで語っている。

一方、「文化」に関しては、片方氏、今井氏は「人間が一定の目的にしたがって自然に働きかけ、生活を充実・発展させること。また、その過程で作り出されたもの、ことに学問・芸術・道徳・宗教など精神面のものをいう場合が多い」と述べている。また、宮島氏、藤田氏らは、「文化とは生活上の必要や物質的利害を超えた次元で人々の精神的欲求に応える意味と象徴の体系」で一般的解釈であると述べている。見田、山本氏らは、「科学、技術、芸術、道徳、慣習などの社会的現象である」と述べている。

情報文化は、「真、善などの理念に基づき、人間の生活向上のための設備等による学問、宗教、道徳などの精神面の変化を具現化されたものである」といえる。この実験・調査では「認知科学」あるいは「認知心理学」の分野が出てくるが、これらの領域は「情報」と「文化」に深く係わりがあり、要素や種類に属する。もちろん、この二つに共通する言葉「認知」は人間の反応に関し、情報理論の応用において活用されている。特に文化的活動の評価基準を芸術、教養、娯楽および芸術・教養の４つの項目に絞り文化的資質に関し実施した(表. に示す)。特に、文化的環境の資質に関しては、この実験・調査が、数十年前に実施し、その成果が得られている。文化的活動の調査総合結果(表. に示す)からも分かるように、芸術性、教養性が少ない。その反面、娯楽性があるという結果が得られた (2002)。知覚できる範囲だけを合理的、科学的な分析の対象に、絶対的存在に視点をおき、そこから移動しないで他の対象をおさめていくのである。「歌舞伎」や「能」などは、被験者のほとんどが芸術・教養移動の認識がないことになる。つまり、「歌舞伎」や「能」は、「視点移動の文化」といわれている。

表. 文化的活動評価項目と内容および資質内容

	調査項目内容
芸　術	**音楽会、美術館鑑賞 他**
教　養	**読書、手芸、模型 他**
娯　楽	**ﾊﾟﾁﾝｺ、ｶﾗｵｹ、麻雀 ｹﾞｰﾑ 他**
芸術・教養	**茶･華道、短歌･俳句、歌舞伎　他**
家庭環境の文化的資質	絵画、美術工芸品、外車、百科事典一式 他

注) 上記の項目内容は「文化的知識」に触れない。
また、「家庭環境の文化的資質」は 2001 年のもので今回は参考資料として使用。

結果のとおり、文化的活動の評価がかたより（低い評価）であることは、知覚と深く関係があることを意味している。さらに、特定的な知覚技能も「文化」といえることから知覚スキル能力が低いということがわかる。

以上、知覚情報から文化的側面を見ることができた。また、文化的活動の低さは、各個人の文化の欠如と破壊および認識･処理の遅さが伺える。さらに、被験者たちには文化の階層がある。つまり、序列性が存在している。これは、固有の価値基準をもち複数の基準の機能を使い、認識、種別するのである。また、画像処理やインターネット利用には十分な注意とケアーの必要性があると考える。

この点について、さらなる実験調査を行い、知覚情報と文化的経験との関係を明らかにしたい。また、次元知覚に影響を与える要因として知性と教育レベルの高低が考えられる。

参考文献

(1) 金山,窪田,小林「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 年.
(2) 金山「知覚に関する情報処理環境の変化と意識」PC 利用技術学会全国大会, 2005 年.
(3) 窪田, 金山「情報化と教育環境の影響分析」教育システム情報学会全国大会, 2009 年.
(4) 金山「情報メディア産業のビジネスモデル調査･分析」拓殖大学経営経理研究所 11 月定例会, 拓殖大学経営経理研究所, 2005 年. 学経営経理研究所第 79 号, 2006 年.
(5)) 金山「情報通信と情報技術の史的展開」拓殖大学経営経理研究所第 79 号(2006)
(6) 経済産業省：http://www.meti.go.jp/policy/
(7) kisoryoku_image.pdf.
(8) 読売新聞社:「厚生労働省調査」読売新聞社,p.20 (2006)
(9) 読売新聞社：「メディア規制」読売新聞社,p.6(2006)
(10) 読売新聞社編:“メディア規制”, 読売新聞社 p.6 (2005).
(11) 読売新聞社編：“ネット自殺，年齢層拡大”，読売新聞社 p.14(2005).
(12) 読売新聞社編：“ネットモニター調査”，読売新聞社,p.1(2005).

JSiSE 全国大会講演論文

ー初等教育におけるプログラミングー

Programming in primary education

山崎　大助
Daisuke Yamazaki
デジタルコンテンツ研究科
Digital content Graduate School
デジタルハリウッド大学大学院
Digital Hollywood University Graduate School
Email: daisuke.yamazaki@dhw.ac.jp

1.　はじめに

身の回りの「生活」を見渡すと、今では世の中の至るものにネットが継がり、OS が搭載され、仕事でもコンピューターを使いパソコンのスキルは業務に必要不可欠な時代です。子どもたちはスマートフォンやタブレット、パソコンの基礎操作、ICT 教育は学校の授業でも学ぶ機会が増えています。

政府はプログラミング学習を小中学校で 2020 年から段階的に必修化する方針を決定しました。海外でも同様に、アメリカ、イギリスなど、初等教育の段階からプログラミング教育に力を入れる方針を決定しています。前例ではイスラエルがプログラミング教育に対して力を入れ、情報・軍事関連での先進国となった例もあります。

初等教育でのプログラミングをおこなうことで、実際に子供にどのような影響、効能があるのか？エンジニア視点から検証してみようと考えました。

２．プログラミングを体験

小学校に入学したばかりの１人の子供にプログラミングを学ばせ、「３日×３０分」程度という期間でどのような発見があるのか検証しました。
今回体験する子供は小学校１年生です。
タブレット機能を備えたパソコンを使用。
教える人はエンジニアである筆者が Scratch で子供に教えていきます。

実施手順の記録（特筆事項も記述）
１．画面領域説明（左が絵、中がブロック一覧、右がブロック選択して使用する場所）
２．猫の絵を指・マウスで動かせることを習得
３．青色の「動きブロック」「１０歩動かす」を触り、猫が右に動き出すことを理解し、何回もクリックすることで右に進むことを習得。
子供が最初に理解したのは、ブロックをクリックすると猫が動作することでした。
４．ブロックを画面右のエリアに置けることを理解し、「１０歩動かす」ブロックをドラッグで移動。
移動したブロックをクリックする回数ごとに１０ｐｘずつ動作することを習得。
５．イベントブロック



図１　イベントブロック

イベントブロックは、イベントブロックをクリックすると動きだす事を子供に説明。
６.イベントブロック「緑旗がクリックされたとき」を「１０歩動かす」ブロックの上にドラッグ＆ドロップしブロックを接続。
７.「緑旗がクリックされたとき」の動作を確認するため、画面左上の緑旗をクリック。クリックする度に１０歩ずつ動くことを確認し、イベントを習得。
この段階ではプログラミングの「イベント」を理解することができ、「何をしたら処理が始まる」ということを理解した。例えば、「画面をタッチしたら、猫を右に動作させる」などである。Scratch は「ブロックの色」ごとに役割を分けてあるため子供には覚えやすい UI 設計である。イベントは「茶色」であることを覚えた。
８．制御ブロック



図２　制御ブロック

「イベントブロック」と「１０歩動かす」ブロックの間に制御ブロックの１つ、「１０回繰り返す」ブロックを挟み込んだ。イベントブロックをクリックして「１０歩動かす」が１０回繰り返されることを確認し、「１０」繰り返すをを「２０」に変更し、何度

か数値を変えて繰返すことで、役割を理解した。
９．動きブロック「もし端についたら跳ね返る」



図３　制御ブロック

制御ブロックを覚えたところで、
子供から「ずっとやってると、猫さんが右に行くと消えてしまうから、左に戻してあげたい」という希望がでた。青のブロック「動き」の中に「もし端についたら跳ね返る」ブロックがあるので、その使い方を一度教えた。猫が消えないようにブロックを組むことを習得した。
９．動きブロック：「〇〇度回す」



図４．「〇〇度回す」ブロック

興味深かったのは、「円」の１周が３６０度だと理解したことである。Scratch の「動きブロック」では「〇〇度回す」のブロックが用意されている。
　漢字は小学校１年生では読めないため、最初は意味を伝えた。ブロックには、右回り、左回りが認識できるよう印がついている。Scratch の初期設定では「１５度」が入力されてる状態で、「１５度」では少ししか回らないため動いてるのか理解できないようである。そこで視認しやすいように「９０度」右回転、「９０度」左回転、「１８０度」右回転など試し、結果としては、１周回ることを３６０度と認識し始めた。９０度で直角に曲がること、１８０度で反対に向くことなどブロックを使い始め、少しずつ角度を付けたい場合には、１５度や３０度など調整するようになった。



図５　回転させて実行

３．実施してみて

子供の感想
・楽しい
・もっとやりたい
・違う絵を使ってやってみたい

実施結果と感想
　短期間の検証で学ぶことができたと考えられるのは以下５項目である。
・イベント（click,touch,change…）
・制御（if,for,while,do…）
・創造性（自分で考え、実行する）
・試行錯誤（手を動かし答えを導き出す）
・円（３６０度）

エンジニア視点からの学ぶ方法
・操作方法を学ぶ
・好きに作らせる（基本操作を消化させる）
・ドリルを作成し、数多くおこなう。
　「猫が右に５０歩いたら下に１００歩く・・・」
・答えを全員で共有する。

プログラミングの場合、答えを導き出す方法は、一つではなく複数ある。全員の答えを共有することで、沢山の答える方法を知ることができる。慣れてくれば、最良の答えを探しだすため深く考え、多角的に見るようにもなる。このような能力を身につけるにはプログラミング教育は最適である。

　初等教育に求めるプログラミングレベル
　現在、未経験の大学生や大人がプログラミングを学ぶには、かなりの時間を掛けて学んでいる。専門学校や大学でプログラミングを学ぶ場合、最初の数回目授業で制御構文・イベントについて学ぶ学校が多い。制御構文を学んだ後「どういった場面で使う処理なのか？」と、プログラミング言語しか学んでないため、画面の表示イメージや動作とリンクできずに学習が進まないケースをよく目にする。プログラミングの素養がないところからプログラミング言語の勉強を始めるので、習ったコマンドが画面でどのように動作するのか、何をするのか、イメージしにくいのが現状である。しかし、初等教育から Scratch のようなプログラミング教育ツールを使えば、ブロック制御・イベントを画面動作で直接確認できイメージをつかみやすいため、そのような問題を解消できるはずである。
　初等教育の段階でプログラミングに必要な感覚を学び、考える力など必要な素養をしっかりと身につけることに時間を使うべきだと考える。それが中高プログラミング教育の礎になると考える。

参考文献

(1)　文部科学省: 学校教育 - プログラミング教育実践ガイド
http://jouhouka.mext.go.jp/school/programming_zirei/

Scratch と Arduino を活用したプログラミング教育の実践

A Study on the Practice of Programming Education Using Scratch and Arduino

天良　和男
Kazuo TENRA
東京学芸大学
Tokyo Gakugei University
Email: ktenra@u-gakugei.ac.jp

あらまし：筆者は，世界的に普及しつつあるビジュアルプログラミング言語 Scratch やワンボードマイコン Arduino などを活用した教材を使って様々な授業でプログラミング教育を実践してきた．初等中等教育におけるプログラミング教育の必修化の流れの中で，Scratch や Arduino などのオープンでユーザーフレンドリーな情報環境を活用することで，比較的容易にプログラミングの授業を展開することができる．
キーワード：プログラミング教育，Scratch，Arduino，3G シールド，IoT

1.　はじめに

AI（Artificial Intelligence；人工知能）や IoT（Internet of Things：モノのインターネット化）は，従来のものづくりに大きな変革をもたらし，第 4 次産業革命を起こすともいわれている．そのような社会的変化の中にあっても，より良き社会を築いていくために必要な資質・能力が求められている．

とりわけ，論理的思考力や創造力，問題解決力などの能力を育成するにはプログラミング教育が極めて有効であることは論をまたない．このような状況の中で，筆者はかねてよりオープンソースハードウェアであるワンボードマイコン Arduino やビジュアルプログラミング言語 Scratch を活用した教材を使ってプログラミングの授業を実践してきた．

2.　Arduino と Scratch

Arduino は安価なオープンソースハードウェアであり，本体の回路図や開発環境である IDE が無料公開されており，取り扱いが容易である．

一方，Scratch は MIT（マサチューセッツ工科大）で開発された小学生にも使える教育用のプログラミング環境で，ブロックを積んでいくことで視覚的にわかりやすいプログラムができるため，入門用のビジュアルプログラミング言語としで活用されている．

Scratch を使って Arduino を動かすには，一般の Scratch ではなく，入出力端子を制御するためのブロックを追加した Scratch for Arduino などの環境が必要になる．

3.　Arduino を使ったプログラミング教育

前任校の東京都立小石川中等学校において，論理的思考力や創造力，問題解決力などの能力を育成するための学校設定科目「Arduino によるフィジカルコンピューティング入門」を設置し，プログラミング教育を実践した．

この科目は選択科目であるため関心・意欲の高い生徒が履修していることから，Arduino 開発環境である IDE を使って Arduino 言語によるプログラミングを行わせた．なお，Arduino 言語は，C++言語のコンパイラと，Arduino としての各種ライブラリを組み合わせた形になっている．また，Arduino 用のシールドとして 3G シールドを活用させた．このシールドは第 3 世代（3rd. Generation）通信網と通信できるモジュールを載せた Arduino 用の拡張ボードである．

Arduino に 3G シールドを接続することにより，Wi-Fi ではなく 3G 回線で Web サーバやメールサーバなどと簡単に送受信することができ，Arduino に接続されたセンサやアクチュエータとスマートフォンなどの間でデータのやり取りを行うことができる．

図 1 は Arduino と 3G シールドであり，これにセンサを取り付けてた独自のアイデア作品を完成させることがこの科目の最終目標である．

図 2 は作品の 1 つである高齢者見守りシステムである．このシステムは，冷蔵庫のドアを開けると庫内の照明が点灯し，ドアを閉めると照明が消灯することを利用して，庫内に設置した光センサで照度を測ることにより冷蔵庫の使用頻度を知ることができる．Arduino は，アナログ入力ポートに接続された光センサから得た情報をもとに，照度変化の頻度が設定した値より少ないと 3G シールドを経由して電子メールをスマートフォンなどに送る．

これにより冷蔵庫を利用している独居高齢者の行動を見守ることができる．これは外部のコンテストに応募して受賞した作品である．これ以外にも植物遠隔水やりシステムやペット管理システム，心拍数測定システムなどの様々な作品が誕生した．

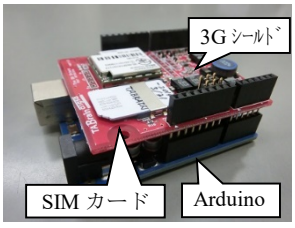


図 1　Arduino+3G ｼｰﾙﾄﾞ

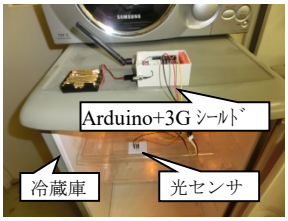


図 2　高齢者見守り ｼｽﾃﾑ

4.　Scratch を使ったプログラミング教育

文部科学省は，2016 年 4 月 19 日，小学校でのプログラミング教育の必修化を検討すると発表し，2020 年度からの新学習指導要領に盛り込む方向で議論が進みつつある．このような状況の中で，初等中等教育の教員を養成する本学の授業を担当する者として，特に小学校でのプログラミング教育に関する研究を行っているところである．

そこで，筆者が担当している本学の 1 年生に開講している共通必修科目「情報」と 2 年生に開講している「教育支援演習」の一部の時間において Scratch を使ったプログラミングの授業を行った．

両科目とも，Scratch によるプログラミングに費やした時間は 140 分（1 回 90 分で 1.5 回分）程度の短い時間ではあるが,「教員になったら小学生にぜひ教えてみたい」などの肯定的な感想が得られた．

授業では，主な命令ブロック（イベント，制御，動き，見た目，音，調べる）の機能を説明したあと，これらの機能を使って図 3 のような簡単なゲームの作成を行った．このゲームプログラムの動きは，左右に移動するボールに猫が衝突しないように上向きのキーを押すと猫がジャンプするが，衝突すると猫の色が青くなる．このプログラムは図 4 のようにブロック数は少なく簡単であるが，様々命令ブロックや並行処理などの多様な要素を含んでいる．

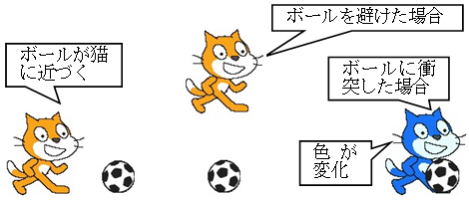
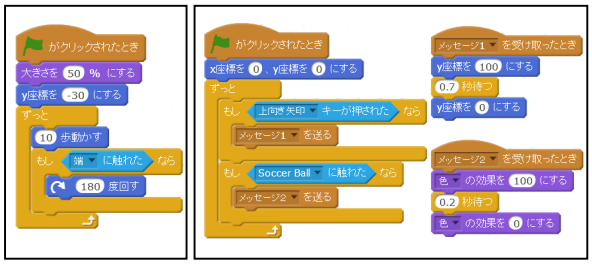


図 3 ゲームの動き



(1)ボールのプログラム　(2)猫のプログラム
図 4 ゲームプログラム

5.　Arduino と Scratch の組み合わせ

教育支援演習の授業の最後に，Arduino と Scratch を組み合わせた事例も紹介した．

図 5 にように Arduino のディジタル入力端子に光センサ回路を取り付ける．図 4(1)のボールのプログラムは変えないで，図 4(2)の猫のプログラムだけを図 6 のプログラムに変更する（変更箇所は 1 か所）．

図 5 は光センサである CDS セルと抵抗器だけの非常に簡単な回路であるが，光センサの周囲の明るさに対して入力端子に Low の信号が与えられるようになっているが，光センサを手で覆うなどすれば入力端子に High の信号が与えられるようになっている．図 4(1)のプログラムでは，上向きの矢印キーを押すことで猫とボールとの衝突回避を行っていたが，図 6 のプログラムでは，光センサを手で覆うことで衝突回避を行うことができる．

初心者にはこのようなシンプルなプログラムや回路を使って体験させることが重要であると考える．

Arduino の取り扱いやその他の事例については，時間的な制約があるため，反転学習用として図 7 のような動画教材にして YouTube にアップし，限定公開の形で視聴できるようにした．

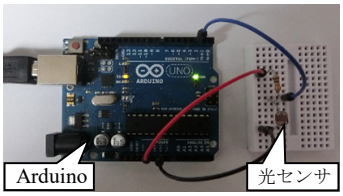


図 5　光センサを取り付けた Arduino



図 6　変更した猫のプログラム

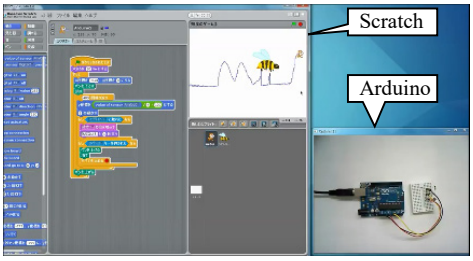


図 7 動画教材の例

6.　おわりに

プログラミングは，論理的思考力や創造力，問題解決力などの能力を育成し，IoT 時代のイノベーションを創出する基礎になると考える．

参考文献

(1) 天良和男:“フィジカルコンピューティングを取り入れた情報科教育の実践　～教科横断的学習や授業支援システムによる反転授業を取り入れた授業展開”，日本情報科教育会誌, Vol.7, No.1, pp.55-63　(2014)

(2) 天良和男:“プログラミング教育必修化に対応する教育支援人材の育成　～プログラミング教育必修化に向けての方策”，日本情報科教育学会第 9 回全国大会講演論文集，(2016)

IchigoJam を用いたこどもプログラミング教室について

Computers Programming Classrooms for Kids using Single Board Computer IchigoJam

不破　泰[*1]，　斎藤　史郎[*2]，　大手　智之[*3]，　野瀬　裕昭[*4]，　鈴木　彦文[*1]
Yasushi FUWA[*1]，　Shiro SAITO[*2]，　Tomohisa OTE[*3]，　Hiroaki NOSE[*4]，　Hikofumi SUZUKI[*1]

[*1] 信州大学　[*2] 上田市マルチメディア情報センター　[*3](株)アソビズム　[*4] 長野県工科短期大学校
[*1] Shinshu University　[*2] Ueda City Multimedia Information Center
[*3] Asobism,Co.,Ltd.　[*4] Nagano Prefectural Institute of Technology

Email: fuwa@shinshu-u.ac.jp

あらまし：我々は，小学生高学年を対象としたプログラミング教室に取り組んでいる．この教室では，ハンダ付けをして組み立てる安価なボード型コンピュータ(IchigoJam)を用い，長野県や各自治体の協力を得て平成 27 年度末に 3 箇所で開催し，平成 28 年度は 4 箇所で開催する．本発表では，このプログラミング教室の狙いや概要を説明するとともに，現在の開催状況を紹介する．

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

我々は，小学生高学年を対象に，様々なものを制御する組み込みシステムの開発を体験するプログラミング教室に取り組んでいる．

小学生高学年対象のプログラミング教室は各地で開催されており，子ども向けのグラフィカルな PC ソフトや小型マイコンボードが教材として主に使われている．しかし，これらの教材には次のような問題がある．

- PC を使うプログラミングでは，OS やファイルの概念，ツールの使い方を教える等プログラミング以外に教える事が多く，小学生には敷居が高い
- 講習環境を子どもたちが自宅で用意できるとは限らず，自宅で遊びながら学ぶことは困難である
- 組み込みシステムの開発体験には，教材に LED やスイッチ，モータ等の外部機器を接続しプログラムから制御する必要があるが，初心者には PC で外部装置を制御することが難しい

これらの事から，(1)プログラムを簡単に作成実行でき，(2)安価で自宅に持ち帰ることが可能で，(3) 外部機器を接続し制御用プログラムが簡単に作れる，教材が必要である．また，より多くの小学生に広くプログラミング教育を行うためには，(4)子ども達が住む各地の指導者の育成にも配慮する必要がある．

2.　こどもプログラミング教室

2.1 IchigoJam

IchigoJam は 2014 年 4 月に公開されたコンピュータ基板であり，この基板に電源，キーボード，TV を接続するだけで BASIC 言語を入力して実行できるコンピュータとなる[1]．

その特徴を以下に示す．

(1) プログラミングが簡便にできる

電源を入れると BASIC インタプリターが動き，キーボードから BASIC プログラムを入力し，直ぐに実行できる．

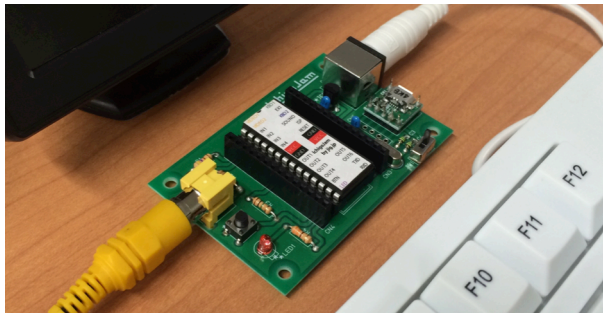


図 1　IchigoJam 教材

```
10 LED1:WAIT60（LED を点灯して，1 秒待つ）
20 LED0:WAIT60（LED を消灯して，1 秒待つ）
30 GOTO10　　（行番号 10 に戻る）
```

例えば，上記のプログラムを入力し，RUN と打つと，基板上の LED が 1 秒毎に点滅するプログラムが完成する．このとき，OS やファイルの知識，エディタや言語ツール等の知識は必要無い．

(2) 安価で入手でき，自宅でも容易に使用できる

ハンダ付けで組み立てるキットが 1620 円で購入できる．他に必要なものは USB 電源，キーボード，ビデオ（NTSC）入力端子がある TV である．

(3) 外部機器の接続が容易である

基板には入出力ポートとシリアル通信ポートが備わっており，これらをプログラムから直接制御することが可能であるため，容易に組み込みシステムの開発体験が出来る．

2.2 教室の概要

我々のプログラミング教室は以下の 3 つから構成される．なお，常に教室には講師と複数人のアシスタント(子ども 4 人に 1 人程度の割合)が居る．

(1) 工作教室

教材の概要を説明したあと，ハンダ付けに挑戦する．部品数は 16 点で，小学生 4 年生以上ならおよそ 1 時間 20 分程度で完成する．

動作確認の後，プログラムの作成，修正，実行，

保存等を説明する．そのうえで，画面上で遊べる簡単な川下りゲームのリストを配り，子ども達はリスト通りにプログラムを作成し，実行して遊ぶ．

(2) プログラミング教室（1～2 ヶ月に 1 度開催）

工作教室で製作した自分の IchigoJam を用い，プログラミングに挑戦する．教室には LED やモータ等の工作キットを用意し，その日の課題（LED でイルミネーションを作ろう，モータを動かそう等）を説明し，組み込みシステム開発に挑戦する．また，自宅でプログラミングを行っている子ども達には，アシスタントが対応してプログラミングの手伝いをする．これらを通してプログラムを完成させ、ものを動かす楽しさを知ってもらう．

(3) 自宅学習

定期的にゲームプログラムリストを郵送する等，自宅で遊びながらのプログラミングを促す．

我々のカリキュラムの基本は子ども達がプログラミングに興味を持ち続けてもらう事，コンピュータは使うより作る方が楽しいと思ってもらう事である．このために，固定的なカリキュラムを定めるのではなく，子ども達の興味に合わせてカリキュラムを組み立てていく．また，アシスタントを多く配置し，個別にプログラミングの相談を受ける体制をとる．

3.　実施状況と今後の予定

平成 27 年度に次の 3 カ所で工作教室を開催した

・富山県砺波市 3 月 19 日(土)　参加人数 20 人
・長野県上田市 3 月 20 日(日)　参加人数 12 人
・長野県塩尻市 3 月 21 日(祝日)　参加人数 20 人

それぞれ時間は 3 時間で，工作教室のカリキュラムを全教室でこなすことが出来た．子ども達は自分でハンダ付けした IchigoJam を持ち帰った．

この成果を受け，平成 28 年度は次の計画をした．

・上田市（上田パソコンクラブの活動として）
　4 月 23 日(土)，5 月 28 日(土)，6 月 18 日(土)，
　7 月 23 日(土)，8 月 27 日(土)，9 月 24 日(土)
・塩尻市　6 月 12 日(日)，7 月 3 日(日)　以後数回
・長野市　7 月 2 日(土)　以後数回
・売木村　6 月 19 日(日)　以後数回

我々の教室の特徴は次の通りである．

(1) 自治体が実施の主体である

小学生やその保護者が安心して教室に参加するためには，小学校の理解が必須であり，そのために自治体が教室の主催者となることが必要であると考えた．また，各地での教室は少なくとも 10 年継続することを目指しており，そのためにも，自治体が主体となることが望ましい．

(2) 指導者を各地で育成する事をめざす

プログラミングが容易な IchigoJam は教える敷居も低い．各地で開催する教室では，その地域の教育機関や情報系センター，NPO 等の人たちに広く協力を呼びかけている．そして，この人たちが次

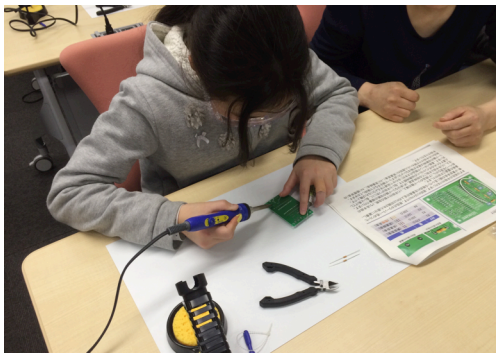


図２　教室の風景(ハンダ付けに挑戦)

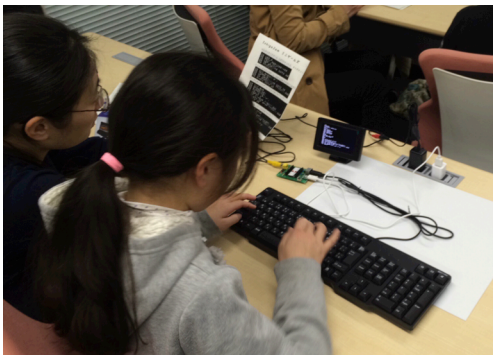


図３　教室の風景(初めてのプログラミング)

の指導者となることを目指している．さらに，各地での教室を 10 年継続すると，この教室で学んだ子どもたちがやがてアシスタントとして参加し，次世代の指導者となることも期待している．

4.　おわりに

小学生を対象とする我々のプログラミング教室の背景，実施状況，その特徴について述べた．

教室はまだ始まったばかりであり，試行錯誤をしながら，多くの方々の協力関係を広げていきたい．すでに，先覚的にプログラミング教育を始めている上田市マルチメディア情報センターの ICT ジュニア(上田パソコンクラブ)[2]が上田地区での教室の母体となっている．

また，この教室での学びは，子どもたちが楽しみながら未来を切り開く力を持たせる取り組みに繋がると考えており，(株)アソビズムが長野県内各地で開催している未来工作ゼミ[3]との連携プロジェクト「信州人未来化計画」を平成 28 年度中に開始する．

謝辞

本プロジェクトは，長野県および砺波市，上田市，塩尻市，長野市，売木村の協力と，総務省信越総合通信局の後援を得て実施している．関係する各機関に感謝いたします．

参考文献

[1] IchigoJam 公式サイト : http://ichigojam.net (2016/5/28 アクセス)
[2] ICT ジュニア(上田パソコンクラブ) : http://www.white.umic.jp/pc/ (2016/5/28 アクセス)
[3] 未来工作ゼミ: https://www.futurecraft.jp/ (2016/5/28 アクセス)

大学の基礎教養教育等の実態から見た情報教育にかかわる一考察

On the Information Education as seen from the actual situation of the University

波多野 和彦 [*1], 中村 佐里 [*2], 三尾 忠男 [*3]
Kazuhiko HATANO [*1] Sari NAKAMURA [*2] Tadao MIO [*3]
[*1] 江戸川大学 メディアコミュニケーション学部
[*1] College of Media and Communication, Edogawa University
[*2] 自由学園（女子部）高等科
[*2] Junior and Senior High Schools for Girls, Jiyu Gakuen
[*3] 早稲田大学 教育・総合科学学術院
[*3] Faculty of Education and Integrated Arts and Sciences, Waseda University
Email: khatano@edogawa-u.ac.jp

あらまし：文科省では、小学校等における「プログラミング教育」の必修化が検討されている。しかし、高等学校に情報科が設置されてから 16 年が経過しているにもかかわらず、未だに情報的な見方や考え方など、その設置時の意図を踏まえた指導が十分に行われているとは言えない状況である。本稿では、大学の初年次教育等の実態を踏まえ、プログラミング教育のあり方を検討した。
キーワード：プログラミング教育、情報教育，初年次教育、教員免許状、情報リテラシー

1. はじめに

産業競争力会議による「成長戦略の進化のための今後の検討方針」（平成 28 年 1 月 25 日）等を受けて、平成 28 年 4 月文科省の「教育の情報化加速化プラン」が示されるとともに、「小学校段階における論理的思考力や創造性、問題解決能力等の育成とプログラミング教育に関する有識者会議」(1) が設置され、論理的思考力や創造性、問題解決能力といった資質・能力を育むこととコンピュータを動かすために必要なコーディングを学ばせることの両側面について、そのあり方等が検討されている。

この動きをテレビや新聞は、コーディング中心のプログラム教育をイメージさせる報道を行った。

このことは、昭和 59 年の臨時教育審議会等の検討を経て「情報活用能力育成」の重要さが示された後、コンピュータ操作に重点が置かれた状況、そして、平成 11 年に高等学校の情報科が設置された後、情報的な見方・考え方が十分に定着していない状況等、施策が目指す姿と現実とのギャップが埋まるまでに相応の時間がかかることを想起させる。

本稿では、今後の情報教育（特に、プログラミング教育の導入）について、大学の基礎教養教育段階の情報教育等の実態を踏まえて、考察する。

2. 大学での教育の実態から見えること

筆者らは、大学生に高等学校までに学んだ「情報」にかかわる教育について、自由記述させた結果から、操作技能中心の学習であったことを示した。(2, 3) その状況は、未だ改善されているとは言い難い。

一方、大学における情報教育の推進については、公益社団法人私立大学情報教育協会（以下、私情協）が、基礎教養教育段階における情報リテラシー教育のガイドライン (4) を平成 25（2013）年から公開・改定を続けている。しかし、その定着状況は十分とは言えない（現在、高等学校の情報化対応を意識したガイドラインから、より大学らしい具体的な内容や展開方法等を検討している）

これらのことから、大学の教育スタッフ側の意識等も情報的な見方・考え方を養うことを目的とする情報教育とは異なっていると言わざるを得ない。

さらに、相互に面識の無い集団に対し、ゲーム等により、人間関係を築くための「構成的グループエンカウンター」と呼ばれる手法 (5) を教員免許取得希望の大学生に紹介した際、高等学校までの学習定着が不十分なクラスでは、ゲームそのものに没頭し、自らが楽しむことに夢中になる状況が見受けられた。それに対し、一般に学力が高いとみなされる学生のクラスでは、体験を通し、その手法を一つの手段として理解する状況が見受けられた。

また、幼稚園教諭免許関連科目「算数」の指導に際し、小学校段階で身につけるべき「位取り記数法」の理解が不十分な者が多く見受けられた。これは、小学校教員の研修に携わってきた大森氏が、算数指導に関して、答えの正誤（操作的な知識）を重視し、課題を解く過程（概念や考え方の学び）を軽んずる傾向にあると指摘した (6) ことを裏付けている。

以上から、プログラミング教育の実施に際して、教育者の知識や技能が不十分な場合、プログラムの学習を通し、論理的思考力、創造性、問題解決能力等の資質・能力を育むことができず、コンピュータを動かすために必要なコーディング経験だけを追うことになりかねないことが示唆される。

3. 対応する教員の確保について

小学校段階からプログラミング教育を導入する際、大きな課題となるのが、教える人材であろう。

プログラミングのスキル習得に必要となる時間は、個人差もあり、公的な指標は見当たらないが、500時間程度という説がある。

これに対し、文科省教員勤務実態調査（平成 18 年 7〜12 月）によれば、学校経営、会議・打合せ、事務・報告書作成、研修、その他に費やした時間（勤務日）10 時間 22 分のうち、2 時間 6 分である。(7)

仮に、研修時間に割ける時間を上記の２割程度、年間 300 日の勤務とすれば、プログラミングスキルの習得に 3〜5 年かかることになり、2020 年からの実施には間に合わない可能性が高い。

一方、専科担任制度（中学校または高等学校の免許状を有する者が、小学校において、相当する教科等の教諭等になることができるもの）を利用すると考えることもできる。実際、専科担任の状況（平成 26 年 4 月 1 日〜平成 27 年 3 月 31 日の合計件数）は、高校「情報」免許取得者が、総合的な学習の時間を担当した例、中学「技術」免許取得者が、総合的な学習の時間を担当した例（各 1 件）の実績がある。(8)

また、学習指導要領には、「総合的な学習の時間」の授業時数が、第 3 学年以上の学年で 70 時間 (9) とされていることから、仮に、音楽、図工、家庭の例にならい専科扱いの教員 1 名を配置すると考えれば、全国の小学校は 20,601 校（平成 27 年度の学校基本調査）(10) に基づき、約２万人が必要となる。

平成 26 年度の高等学校「情報」の免許状取得者 1,934 名のうち約 7 割の 1,406 名が大学などでの直接養成であり (8) 情報科設置後、16 年が経過していること、高等学校の「情報」の専任教員が少ないことを考慮すれば、人材確保が可能であるかに見える。

しかし、先述の通り、高等学校段階までの「情報」にかかわる学習が、未だ操作技能中心であること。また、共通教科「情報」担当の専任教員 5,732 人のうち、免許外教科担任が 1,580 人（27.6%）を占めていること。(11) さらに、プログラミングスキルの修得に際し、初心者が身につけるべき必要な概念は、変数、配列、分岐と繰り返し、データ構造、アルゴリズム、関数、ポインタ、ライブラリ、クラス、オブジェクト指向などが挙げられており (12)、それらの理解を踏まえた指導が求められることなどを考慮すると、プログラミングを通して、論理的思考力、創造性、問題解決能力等の資質・能力の育成を十分に行えるだけの資質・能力を備えているか不安が残ることは明らかであろう。

この他、特別非常勤講師制度も検討範囲内だが、大学の「情報リテラシー」等で、インストラクターによる指導を観察する限り、子どもの反応に応じた KR（Knowledge of Results）の扱いなど、相応の訓練が求められよう。

4. おわりに

プログラミング等を学んだのは、実務経験や社内研修が中心との調査結果がある。(13)

さらに、先述の学力の高いクラス（有効回答数 35）のうちプログラミング学習経験者は約半数（16）で、小学校等でのプログラミングの学習が必要か否かの回答との相関は 0.3 弱であった。一方、ものごとを考える力が必要かについては、８割（プログラミング学習経験・有）７割（同・無）との回答を得た。

これらから、小学校段階で、コーディング中心のプログラミング経験が必須であるとは言い難いことは明らかである。すなわち、視覚化されたプログラミングツールは（学習の）動機付けにはなろうが、我々が目指すべき情報教育については、より慎重に検討することが必要であろう。

参考文献

(1) 文科省:“小学校段階における論理的思考力や創造性、問題解決能力等の育成とプログラミング教育に関する有識者会議（http://www.mext.go.jp/b_menu/shingi/chousa/shotou/122/index.htm, 2016 年 6 月 6 日アクセス）
(2) 波多野ら:“大学生の自由記述からみた高等学校「情報」の学習定着にかかわる一考察”, 日本情報科教育学会第 5 回全国大会講演論文集, pp.31-32（2012）
(3) 中村ら:“高等学校「情報」の学習定着にかかわる一考察”, 日本情報科教育学会第 6 回全国大会講演論文集, pp.105-106（2013）
(4) 私立大学情報教育協会:“分野共通・情報リテラシーのガイドライン（2015 年版）”,（http://www.juce.jp/edu-kenkyu/2015-literacy-guideline.pdf, 2016 年 6 月 6 日アクセス）
(5) 図書文化:“構成的グループエンカウンターとは”,（http://www.toshobunka.jp/sge/whats/index.htm, 2016 年 6 月 6 日アクセス）
(6) 波多野ら:“教科教育法にかかわる現状と課題解決に向けた一考察〜教職の課程認定、そして、算数から情報へ”, 日本情報科教育学会第８回全国大会講演論文集, pp.37-38（2015）
(7) 文部科学省:“学校や教職員の現状について”, 初等中等許育分科会チーム学校作業部会参考資料 1 （2015）
(8) 教職員課:“資料 教員免許状の授与状況（１）”,教育委員会月報, 平成 28 年 5 月号, pp.55-76（2016）
(9) 文部科学省;“小学校学習指導要領・各教科等の授業時数　学校教育法施行規則別表第 1（第 51 条関係）”,（http://www.mext.go.jp/a_menu/shotou/new-cs/youryou/syo/index.htm, 2016 年 6 月 6 日アクセス）
(10) 文部科学省:“平成 27 年度学校基本調査（確定値）の公表について”学校基本調査－平成 27 年度（確定値）結果の概要－,（http://www.mext.go.jp/b_menu/ toukei/chousa01/kihon/kekka/k_detail/1365622.htm, 2016 年 6 月 6 日アクセス）
(11) 文部科学省;“高等学校情報科担当教員への高等学校教諭免許状「情報」保有者の配置の促進について（依頼）”,（http://www.mext.go.jp/a_menu/shotou/ zyouhou/1368121.htm, 2016 年 6 月 6 日アクセス）
(12) 日経ソフトウェア編:“プログラミングを始めたい人が一番最初に開く本”, 日経 BPパソコンベストムック（2016）
(13) IT 人材育成本部編;“ユーザー企業IT技術者のプログラミングと開発プロセスの学習時期”, IT 人材白書 2016, p.206（2016）

謝辞：基盤研究(C)(一般)「持続可能なアクティブ・ラーニングの授業支援と ICT 活用による授業効果測定」課題番号 16K01080 の支援を受けた. 関係諸氏に感謝します.

教科「情報」における自己評価を取り入れた問題解決の授業実践

Class Practice of Unit on Problem-Solving in Subject "Information" Introducing Self-Assessment of Student

坂上 敦[*1,*2], 高井 久美子[*3], 渡辺 博芳[*3]
Atsushi SAKAUE[*1,*2], Kumiko TAKAI[*3], Hiroyoshi WATANABE[*3]
[*1] 帝京大学大学院理工学研究科, [*2] 山形県立鶴岡中央高等学校
[*1]Graduate School of Science and Engineering, Teikyo University
[*2]Tsuruoka-Chuo High School
[*3] 帝京大学理工学部
[*3] Faculty of Science and Engineering, Teikyo University
Email: 14tm027m@stu.teikyo-u.ac.jp

あらまし：高等学校普通教科「情報」の問題解決の単元において統計グラフを題材とした授業を実践している．本稿では，問題解決のステップごとに，生徒の授業内での活動のチェックリストと統計グラフの評価項目を明確にし，これらを用いて問題解決のステップごとに生徒による自己評価を導入した授業について述べる．キーワード：教科「情報」，授業実践，自己評価

1. はじめに

高等学校の教科「情報」の単元に「問題解決」がある．この問題解決について学習する手法として，統計グラフを題材とすることを考えた．統計グラフとは，統計資料を分類して整理した結果をグラフで表現したものである．表現する内容に応じて適切なグラフを選択し，訴えたい主張をわかりやすく，明確に伝えるような工夫が求められる．

統計グラフに関しては，統計の役割と重要性について理解を深め，統計の普及と発展に役立てるとともに，統計の表現技術の研さんを図ることを目的として「統計グラフコンクール」が実施されている．コンクールは各都道府県で実施されており，コンクールへの応募作品は，各都道府県での審査を経て，優秀作品が「統計グラフ全国コンクール」の出品権を得る．

著者の 1 人は，2010 年から教科「情報」の授業に統計グラフを取り入れている．これらの実践において，生徒が演習を楽しんでいる様子がうかがえた．しかし，生徒は「作品を作る」ことに力点を置き，調べたことや入手した資料の検討など，統計グラフを描き始めるまでの過程をあまり重視せず，制作に偏った学習活動になってしまっていた．

この問題点に対処するため，問題解決におけるそれぞれの手順で実施する学習活動をひとつのステップとして捉え，そこに生徒の自己評価を取り入れた授業を考案した．その目的は，それぞれのステップごとにやるべき作業がはっきりとわかり，生徒が学習内容を意識しながら活動することの大切さに気付かせることである．

本稿では，問題解決のステップごとに生徒の自己評価を取り入れた授業実践について報告する．

2. 統計グラフを利用した問題解決の学習

問題解決のプロセスと統計グラフの制作プロセスが類似しているため，統計グラフの制作をとおして問題解決のプロセスを理解できると考えている．問題解決のプロセスは「問題の明確化」,「情報の収集」,「情報の整理・分析」,「解決案の検討・評価」,「解決案の実施と反省」の 5 ステップである．一方，統計グラフの制作は「統計グラフのテーマ設定」,「情報収集」,「情報の整理・分析による統計グラフで示すデータの検討」,「統計グラフの下がき（ストーリーやグラフの配置など，統計グラフの設計・検討）」,「統計グラフの仕上げと振り返り」の 5 ステップである．このように対比させると，問題解決のプロセスと統計グラフの制作プロセスがよく似ていると言える．

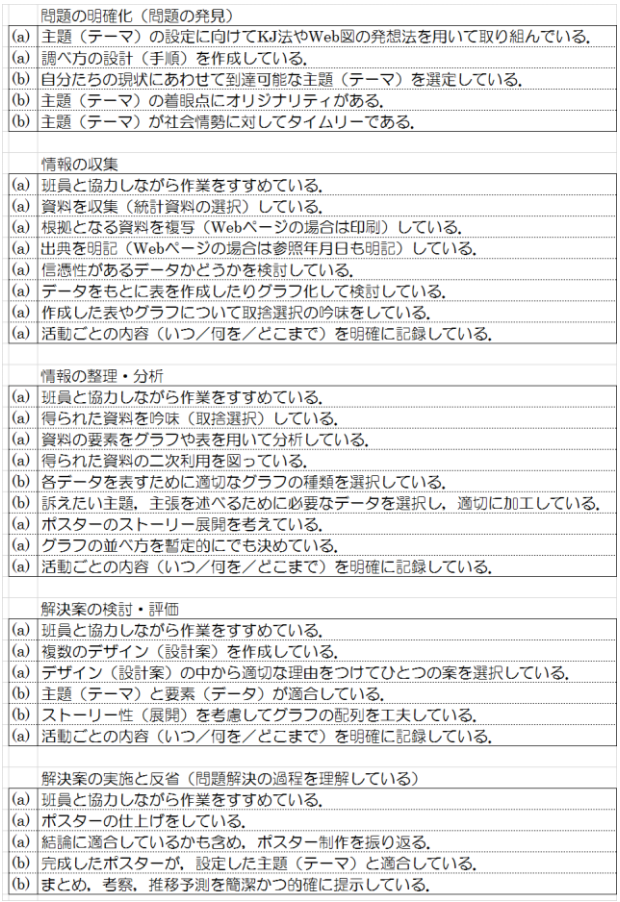
教科「情報」で統計グラフを扱っている例として滑川は，問題解決のプロセスを意識させた指導をおこなっている(1)．滑川の実践では，作品中に問題解決の流れを表現させることにより，生徒はデータ分析や解決策の提案ができるようになり，問題解決の流れがよく理解できたと実感した生徒が多くいた．

これに対して本実践では，統計グラフに問題解決の流れを表現させることはせず，問題解決のプロセスに沿って統計グラフを制作する．

3. 評価項目の明確化

自己評価を導入するにあたり，評価の項目を明確化した．評価は，生徒の学習活動と演習成果物についておこなう必要がある．学習活動については評価項目を(a)項目とし，演習成果物についての評価項目を(b)項目とする．学習活動の評価については，前述の 5 ステップにおいて，そのステップではどのような活動（作業）をするのかステップごとに考え，項

目をリストアップした演習成果物の評価については，統計グラフコンクールの評価基準をもとにして，それぞれの基準が，どのステップにあてはまるかを踏まえて振り分けた．その結果として，図 1 を得た．



問題の明確化（問題の発見）
(a) 主題（テーマ）の設定に向けてKJ法やWeb図の発想法を用いて取り組んでいる．
(a) 調べ方の設計（手順）を作成している．
(b) 自分たちの現状にあわせて到達可能な主題（テーマ）を選定している．
(b) 主題（テーマ）の着眼点にオリジナリティがある．
(b) 主題（テーマ）が社会情勢に対してタイムリーである．

情報の収集
(a) 班員と協力しながら作業をすすめている．
(a) 資料を収集（統計資料の選択）している．
(a) 根拠となる資料を複写（Webページの場合は印刷）している．
(a) 出典を明記（Webページの場合は参照年月日も明記）している．
(a) 信憑性があるデータかどうかを検討している．
(a) データをもとに表を作成したりグラフ化して検討している．
(a) 作成した表やグラフについて取捨選択の吟味をしている．
(a) 活動ごとの内容（いつ／何を／どこまで）を明確に記録している．

情報の整理・分析
(a) 班員と協力しながら作業をすすめている．
(a) 得られた資料を吟味（取捨選択）している．
(a) 資料の要素をグラフや表を用いて分析している．
(a) 得られた資料の二次利用を図っている．
(b) 各データを表すために適切なグラフの種類を選択している．
(b) 訴えたい主題，主張を述べるために必要なデータを選択し，適切に加工している．
(a) ポスターのストーリー展開を考えている．
(a) グラフの並べ方を暫定的にでも決めている．
(a) 活動ごとの内容（いつ／何を／どこまで）を明確に記録している．

解決案の検討・評価
(a) 班員と協力しながら作業をすすめている．
(a) 複数のデザイン（設計案）を作成している．
(a) デザイン（設計案）の中から適切な理由をつけてひとつの案を選択している．
(b) 主題（テーマ）と要素（データ）が適合している．
(b) ストーリー性（展開）を考慮してグラフの配列を工夫している．
(a) 活動ごとの内容（いつ／何を／どこまで）を明確に記録している．

解決案の実施と反省（問題解決の過程を理解している）
(a) 班員と協力しながら作業をすすめている．
(a) ポスターの仕上げをしている．
(a) 結論に適合しているかも含め，ポスター制作を振り返る．
(b) 完成したポスターが，設定した主題（テーマ）と適合している．
(b) まとめ，考察，推移予測を簡潔かつ的確に提示している．

図 1. 自己評価のための評価項目

4. 自己評価を取り入れた授業

問題解決の単元の授業計画を表 1 に示す．問題解決のプロセスと統計グラフ制作プロセスを含めた学習活動を対比して示している．教科指導は，表 1 に示す学習内容を 9 時間で展開する計画を立て，問題解決のプロセスにおける各ステップについて，生徒の自己評価を取り入れた授業を設計した．

表 1. 授業計画

	学習内容（活動）	問題解決のプロセス
1	問題解決の手順	
2	問題解決の手法	
3	統計グラフのテーマ設定	問題の明確化
4	情報収集	情報の収集
5	統計グラフの検討	情報の整理・分析
6	統計グラフの下がき	解決案の検討・評価
7	統計グラフの仕上げ	解決案の実施と反省
8	統計グラフの合評会	
9	相互評価と総合反省	

授業設計ポイントは，以下の 3 点である．

・各ステップに入る前（導入時点）に評価項目を明示する．
・明示した評価項目を意識して活動できるようにする．
・各ステップが終了したときに生徒が自己評価をする．

図 1 で示した評価項目を基準として，それぞれのステップごとに『評価シート』を準備した．この評価シートをステップ導入の際に配付し，生徒は，評価項目にしたがって自己評価をする．ステップごとに自己評価を実施することにより，生徒の主体的な学習活動を見出すことができると捉えている．場合によっては，やり直しをすることもありうる．

また，生徒が学習活動で使った資料や，何を，どこまで，どのように進めていったのか作業内容を記録する欄を設けた『作業記録シート』も準備した．これにより，作業工程を随時振り返り，必要に応じてフィードバックできるので，調べたことや入手した資料の検討など，統計グラフを描き始めるまでの過程を意識するようになることを期待している．

5. 授業実践

普通科 1 年次生の「情報の科学」における問題解決の単元で，生徒の自己評価を取り入れた演習をおこなう．授業 1 単位時間は 50 分，受講者は，各クラス 40 人構成，5 人 1 組で 8 班編成し，これが 3 クラスある．

テーマ設定は，大枠を「高校生」とした．この枠内において，着眼点は生徒の発想に任せるものとする．本稿執筆時点では，表 1 に挙げた「統計グラフのテーマ設定」まで進んでいる．生徒が Web 図を活用して設定したテーマを一部紹介すると「高校生の進路」,「高校生の恋愛観」,「日米比較高校生の教科」,「高校生の SNS 使用状況」などである．

6. おわりに

本稿では，高等学校普通教科「情報」の問題解決の単元における,問題解決のステップごとに生徒による自己評価を導入した授業実践について述べた．今後の授業における生徒の活動の様子や作業の経過を観察し，自己評価の効果を見ていきたい．

参考文献

(1) 滑川 敬章:簡易な統計グラフポスターの制作を通した問題解決の指導，ICT 活用教育を支援する Web サイト「学校と ICT」，(2015) http://www.sky-school-ict.net/moral/kyouka_info/20150116.html 【2015/02/23 参照】

通知表所見に関する教員の意識
ーアンケートの自由記述からー

Consciousness of Teachers about the School Report Card Comments
- From the Free Description of the Questionnaire -

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．そこで筆者らは所見記述支援を目指した研究を進めてきた．特に今回は，教員が通知表の所見に対してどのような意識であるかについて全国的な調査を実施し，その中の自由記述回答についてテキストマイニング手法を用いて分析した．その結果，全国的にも所見という短い文章に児童の様子をいかに適切に表現し保護者に伝えることが難しく，負担に感じているかが改めて分かった．
キーワード：小学校，通知表，意識調査，テキストマイニング，教師教育

1. はじめに

通知表の所見記述は小学校における校務の中で最も負担感が高い [(1)]．経験を積み，担任として何度も所見を記述していると，ある程度の所見は書けるようになる．しかし，少しでも児童の成長を促すために，どのような表現をしたらよいかを悩んでいる教員は，経験豊富な教員ほど多い [(2)]．そこで，著者らは教員が所見記述をするための支援を目指し所見データの分析を進めてきた [(3)] ~ [(9)]．

また，今まで筆者らは小学校の教員が通知表の所見に対してどのように考えているかについてのアンケート調査を実施してきた．しかし，限られた地域の教員を対象にしていた．そこで，今回，全国の小学校教員 500 名を対象に WEB アンケート調査を実施した．そのアンケートの中で，通知表の所見についての自由記述の回答をテキストマイニングの手法を用いて分析し，教員の通知表所見に対する意識を分析した結果を報告する．

2. アンケートの概要と分析方法

2.1 アンケートの概要

今回の WEB アンケートは業者に委託して実施した．その概要は以下のようである．

・趣旨：通知表所見記述について困っていることや記述の際に参考にしているものなどを調査し，今後の通知表記述支援の参考にする．
・実施時期：平成 27 年 10 月
・対象人数：500 名（全ての都道府県）
・対象者：小学校教職員
（講師・管理職・養護教諭等も含む）

2.2. 分析方法

今回のアンケート調査の中で「通知表の所見について，あなたが思っていることを書いてください.」という設問で自由記述による回答を得た．この回答について KH_Coder を使って全体的な傾向を分析した．さらに，小川手法 [(10)] を用いて教職経験年数の違いや管理職教員と非管理職教員の違い等を比較分析した．

3. 分析結果

全体的には，「保護者」「伝える」「難しい」「良い」「表現」「負担」「大変」「必要」などの単語が多く抽出され，いかに保護者に児童の良い面を伝えることが難しく大変であり，負担に感じているかがうかがわれる．

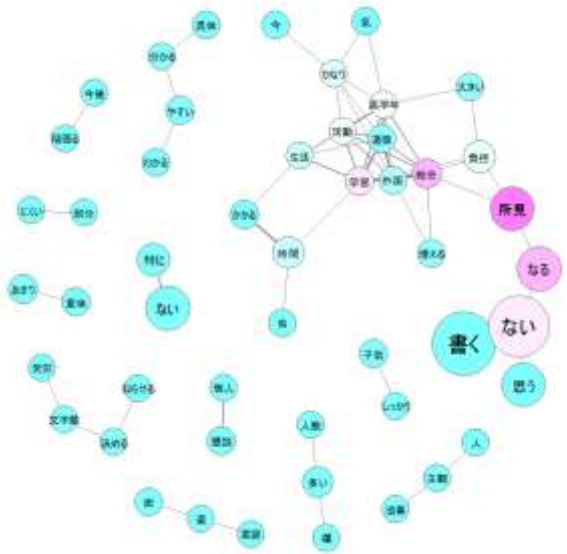


図 1 全体の共起ネットワーク

教職経験年数による比較では，20 年以上経験がある教員は，「必要」「難しい」「大変」「伝わる」「表現」「大切」「短い」「評価」などの単語が 10 年未満の教員より多く抽出され，経験があるだけに短い所見の文章にいかに児童の様子を表現することの難しさを感じていることがうかがわれる．

また，管理職教員と非管理職教員では，非管理職教員は「懇談」といった単語が管理職教員より多く抽出され，懇談面談などで保護者と直接話をする方が，所見より意義があると感じている者が多かった．

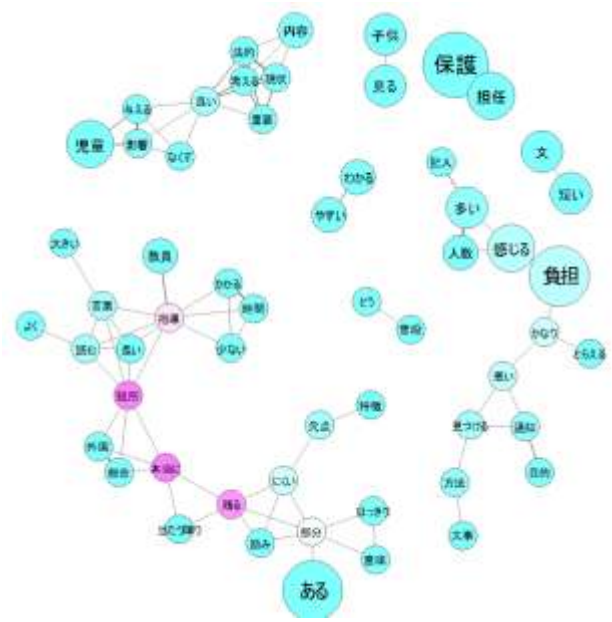


図 2　管理職の共起ネットワーク

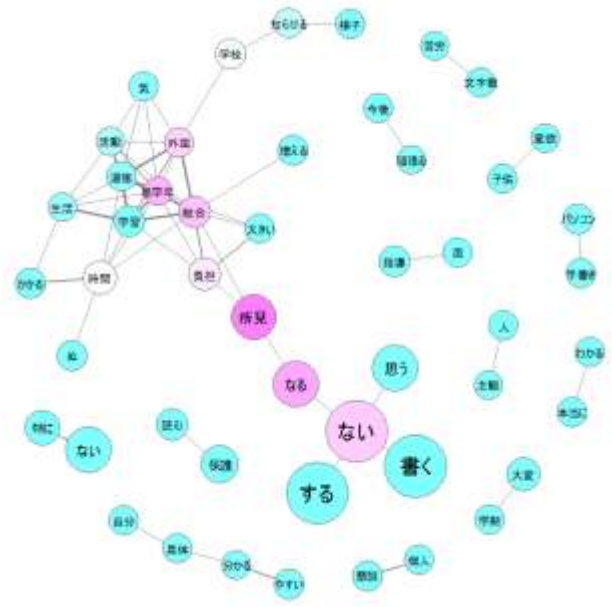


図 3　非管理職の共起ネットワーク

4.　まとめ

今回のアンケートでは，通知表の所見に対して全国の小学校教員に様々な考えを自由記述にて回答してもらった．長所だけでなく，良くない面も記述する方が良いなどといった意見もあったが，ほとんどの教職員はいかに児童の様子を適切に，しかも，所見という短い文章で保護者に伝えることの難しさに負担を感じていることが改めて分かった．これらの結果を活かし，今後，通知表の所見記述支援に向けた取り組みをしていきたい．

謝　辞

本研究は JSPS 科研費 26350350 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) 小川修史，田中昌史，掛川淳一，森広浩一郎:“児童の変容把握を目的とした小規模校におけるテキストマイニングの有用性に関する検討”，日本教育情報学会学会誌，第 27 巻，第 3 号，pp.3-14 （2012）

総合学科高等学校の選択科目における工程表を活用した授業の実践

Practice of an Elective Subject Using Gantt Chart in Comprehensive Upper Secondary School

志賀 栄文[*1], **渡辺 博芳**[*2]
Hidefumi SHIGA[*1], Hiroyoshi WATANABE[*2]
[*1] **茨城県立高萩清松高等学校**
[*1]Ibaraki Prefectural Takahagi Seisho Comprehensive Upper Secondary School
[*2] **帝京大学理工学部**
[*2]Faculty of Science and Engineering, Teikyo University
Email: siga.hidefumi@mail.ibk.ed.jp

あらまし：これまで総合学科高等学校の選択科目授業にて，プロジェクトマネジメントの手法を参照し，ガントチャートを用いた，自主学習の学習管理を行う授業方法を提案し実践してきた．2015 年度後期では，講義部分へのアクティブラーニングを取り入れた授業実践を行った．本稿では，ガントチャートによる学習管理とアクティブラーニングを合わせた授業改善の成果について検証する．
キーワード：授業設計，学習管理，工程表，アクティブラーニング，中等教育

1. はじめに

最近の高校生の授業時間外学習状況について，国立教育政策研究所の調査によると，我が国の高校生の約 4 割が，平日に学校の授業時間以外に全く，又はほとんど勉強をしていないという結果が報告されている[1]．本校総合学科高等学校においても，学習習慣を身に付けている生徒は多くはない．これまで情報系選択科目において，プロジェクトマネジメントの手法を参照して生徒が自主学習の学習管理を行う授業方法を提案し，授業改善手法としてデザイン研究アプローチで実践, 評価, 改善を行ってきた[2]．

2015 年度後期に，講義・演習の部分にアクティブラーニングの手法を導入した．本稿では，工程表による学習管理とアクティブラーニングを組み合わせた授業実践の成果について検証する．

2. 工程表を活用した授業設計

2014 年度 1 期，2 期，2015 年度 1 期に，工程表による学習管理を取り入れた授業を実践し，効果を検証しながら授業改善を行った．授業設計のポイントとして，生徒の自主学習を促し，継続的な学習習慣を身に着けさせるために，次の 5 つの取り組みを導入，実践した．

(1) 学習管理への工程表の導入

生徒ごとの学習管理に電子的な工程表を利用する．コンピュータ室サーバ上の共有ディスクへ工程表データを配置し，学習計画，学習実績，理解度を管理する．工程表の初期計画は，教員が作成したテンプレートを各生徒がコピーして利用する．週に 1 度，1 週間の学習実績を工程表へ入力し，先週の学習を振り返り，次週の学習見通しを確認する．学習実績が良好でない場合には，学習計画を見直し，学習期間内で学習範囲を終えることを目指す．

(2) 学習活動の記録

授業時間内外における学習活動の記録のため，紙のワークシートへ学習内容を記入する．記録済みワークシートをそのままファイリングし保存する．新たなワークシートを授業内で受け取り，学習内容の記録に使用する．

(3) 進捗管理は授業時間を通して実施

進捗管理のための進捗会議は，授業時間中に教員と数人の小グループにて週に 1 度行う．その中で当日までの学習状況を振り返り，次週の学習計画を考え，調整を行うために話し合う場とする．進捗の状況が良好でない生徒においては，遅れの理由を明確にし，これからの見通しを再確認し，続けていくためのモチベーション付けを行う．

(4) 演習の中に自主学習を導入

従来，一斉形式で同じ問題を解く形の演習を行っていた. しかし, 生徒にとって授業時間での演習と，授業時間以外の自主学習に，学習の関連性，連続性の意識がなされず，自主学習の具体的方法や内容を理解した上で, 取り組むことが難しい状況であった．授業時間中に自主学習を導入し，その指導をすることで，授業時間外の自主学習方法を理解し，自主学習を促すことをねらいとしている．

(5) リクエスト講義を受け付け，教え合いを推奨

生徒からのリクエスト講義を実施することで，理解が不十分な内容について指導を行うことができる．これは，生徒に主体性を持たせるためである．併せて，教え合いを推奨することで，他の生徒との理解度や意識の共有が行われ，学習のモチベーション維持につながることを目指す．

これらの方針に基づいて設計した授業の流れと自主学習の関係を図 1 に示す．生徒が主体的に学習できるような進め方を考えながら，講座と自主学習がつながるような流れを取り入れた．週 4 時間の講座は，講義・演習，リクエスト講義と演習，進捗会議と演習の内容を 1 週間で 1 サイクルとなるように実施する．

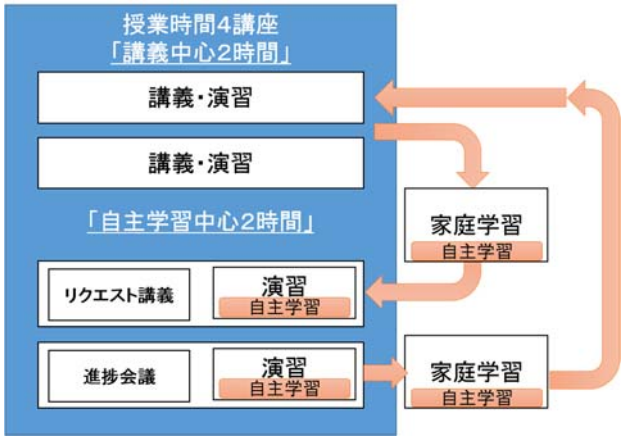


図 1　1 週分の講座の流れと自主学習の関係

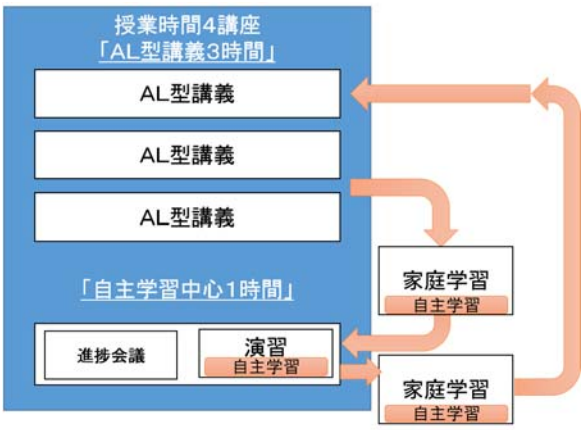


図 2　アクティブラーニングを取り入れた
1 週分の講座の流れと自主学習の関係

3.　講義部分へのアクティブラーニングの導入

これまでの講座の流れの講義部分へアクティブラーニングを導入した．1 週分の講座の流れの中では，「講義・演習」「リクエスト講義と演習」の部分が該当する．アクティブラーニングを取り入れた講座の流れと自主学習の関係を図 2 に示す．

アクティブラーニングの導入では，小林の「アクティブラーニング入門」[3]を参照し，学校の授業時間に合わせ，50 分授業で「説明 10 分」「問題演習 30 分」「確認テスト・振り返り 10 分」の構成にした．

はじめに「説明 10 分」で学習内容の説明を行う．自主学習用のワークシートを配布し，スライドを使い学習内容の説明をする．教員の説明に対し生徒は質問や確認をしながら進める．次に「問題演習 30 分」では個人学習と教え合いを組み合わせ，生徒の活動を重視している．解答した問題の採点を各自で行い，理解度の確認も合わせて行う．おわりに「確認テスト・振り返り 10 分」として，確認テスト，生徒間での相互採点を行い，全体の振り返り，リフレクション・カードの記入を行う．

4.　授業実践の結果と考察

2015 年度 2 期，高校 3 年生 9 名を対象に以上で説明した授業実践を行った．

工程表とワークシートを見ると，学習回数が 59 回～269 回であり，十分な自主学習が行われていた．このことから，2 章で述べた授業設計が有効に機能していると考えられる．

一方，工程表に記録された理解度は「完全に理解した」36%，「一部理解した」24% ，これらを合わせて 6 割程度であった．情報技術検定 3 級には 3 名が受験し，合格点の 70 点に到達した生徒は 2 名，情報技術検定 2 級には 6 名が受験し，合格点の 70 点に到達した生徒は 1 名であった．これらから，学習内容の定着は十分とは言えないことが分かった．

生徒のアンケートからは，アクティブラーニングの問題演習では，教え合いが増加した一方，話し合いが雑談になってしまう場合あることがわかった．

また，確認テストで結果が振るわなかった生徒がおり，理由を聞いてみると，問題演習時間の個人学習において，授業内の学習内容とは異なる範囲を学習していたことがわかった．アクティブラーニングを導入した講座内での演習と，工程表で管理している自主学習を混同してしまい，当該授業での学習内容の定着につながっていなかったようである．

以上から，次の改善が必要であると思われる．

- 問題演習の時間帯に教員が適切な介入を行うこと．
- 問題演習における個人学習と，工程表で管理している自主学習を明確に分けた指導を行うこと．

一方で，家庭での自主学習につなげるために，工程表で管理している自主学習も授業時間内に実施したいというニーズもある．その辺のバランスを検討する必要がある．

5.　おわりに

工程表による学習管理を行う授業へアクティブラーニングの導入を行った．アクティブラーニングの導入によって，生徒の活動的な様子が観察された．一方，学習内容の定着が十分ではなく，授業の進め方において改善点があることが分かった．

今後，アクティブラーニングの講座と工程表による学習管理のバランスを考えて効果的な授業の方法を検討していきたい．

謝辞　本研究は科研費(16K01077)の助成を受けたものである．

参考文献

(1)　国立教育政策研究所，平成 17 年度高等学校教育課程実施状況調査結果の概要, p.17 (2007)
(2)　志賀栄文，渡辺博芳: 総合学科高等学校の選択科目における工程表を用いた学習管理の実践と評価，情報処理学会研究報告，Vol.2016-CE-133，No.15，pp.1-8 (2016)
(3)　小林昭文：アクティブラーニング入門 アクティブラーニングが授業と生徒を変える, 産業能率大学出版部 (2015)

教師の ICT 活用指導能力について

Teacher's Ability of ICT Instruction

本田敏明[*1]，西村佳菜[*2]，樋野雄介[*2]，大曽根伊織[*2]
Toshiaki HONDA[*1]，Kana NISHIMURA[*2]，Yusuke HINO[*2]，Iori OSONE [*2]
[*1] 茨城大学教育学部
[*1] Faculty of Education, IBARAKI University
[*2] 茨城大学教育学部生
[*2] Faculty of Education, IBARAKI University
[*1]Email: toshiaki.honda.530@vc.ibaraki.ac.jp
[*2]Email: 14p5021h@vc.ibaraki.ac.jp
14p5116x@vc.ibaraki.ac.jp
14p5205a@vc.ibaraki.ac.jp

あらまし：教師の児童・生徒への ICT 活用指導能力の育成のために必要な支援方策を，グラウンデッド・セオリー・アプローチ（GTA）によって分析し，それをもとに信頼性のある支援システムにまで構築するための方策を明らかにする．その際，ICT 活用能力の育成にとって教師が取るべき行動指針を「U 曲線モデル」に基いて明らかにする．
キーワード：GTA，ICT 活用指導能力，U 理論

1. はじめに

教師の ICT 活用指導能力はすべての教師の必須能力とされながら，その育成方法について個々の教師の多様性を前提とした育成方法についてはこれまで必ずしも明らかにされてはいない．

我々はこれまでグラウンデッド・セオリー・アプローチ（GTA）に基づく質的研究によって教師の ICT 活用指導能力育成の促進・阻害要因について一般的に明らかにしてきた．

そこで本発表では，さらに個々の教師が持つ様々な属性を考慮した育成プログラムの可能性について提案したい．

2. これまでの研究経過

2.1 グランデッド・セオリー・アプローチ(GTA)とは

GTA とは，A.トラウス，B. グレーザーによって創出された質的調査の方法である．ここでは，ある概念を明らかにするのに，その概念に内包するカテゴリー，あるいはクラスを抽出し，それぞれのカテゴリーの特性を構造的側面やプロセス的側面などから階層化，関連づけを行いそこから仮説を導き出し，最終的に理論化していくという手順を取る．

2.2 優秀教師の指導力転移の可能性について

これまでの研究では，ICT 指導力に関する要素と，1 人の ICT 指導力とは無関係の優秀教師に関する要素について，GTA の手法で解析し，それらを比較して指導力の転移の可能性を考察した．その結果，優秀教師の指導力と ICT 指導力との間には転移を疎外・促進する要因があり，それには差があることが明らかになった(1)．しかし，その差をどう埋めるのかについてはその後の課題であった．

そこで本発表では，その解決方法を明らかにしつつ，これまでのデータの蓄積とコーディング，ラベル化に基づいて，ICT 活用指導能力の育成について教師が取るべき行動指針を U 理論に基づいた「U 曲線モデル」を用いて実施することを提案したい．

3. 教師が取るべき行動指針について

3.1 U 理論について

U 理論とは，オットー・シャーマーによって創出された理論で，過去や偏見にとらわれず，今現れようとしている未来から学習して，新たな変革を生み出す方法を説いたものである．その考えには基本的な 7 つの行動ステップがあり，そこから「U 曲線モデル」が編成される．

また，U 字の左側のステップの間にはそれぞれに壁があり，それを超えるには 3 つの声（評価・判断の声，皮肉・諦めの声，恐怖の声）と向き合う必要があるとされる. 以下に U 理論の図を引用する (図 1) [(2)].

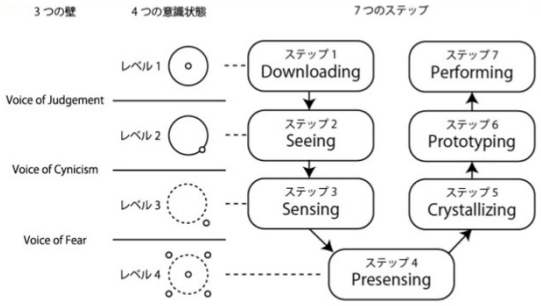


図 1　U 理論の図

3.2 教師を構成する要素

我々はまず，ブレインストーミングを行い，教師を構成する要素について案を出した．要素は，年齢, 性別, 勤務している学校の ICT 設備の充実, ICT の知識などが挙げられた．これらの要素は大きく 4 つのグループに分類できると考え，「教員のプロフィール」「ICT のスキル」「個人の ICT 利用」「教師を取り巻く学校環境」に大別した（図 2）.

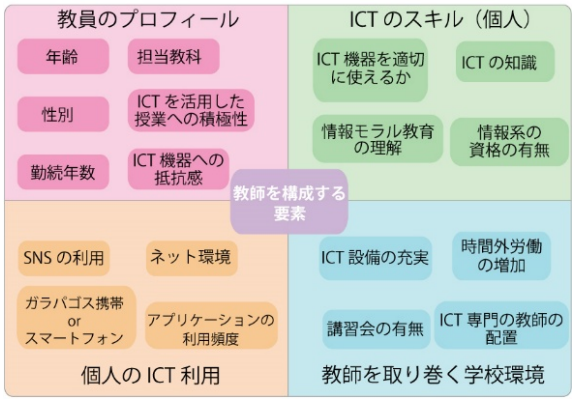


図 2 教師をモデル化する際に用いる要素

3.3 教師のモデル化

教師を構成する要素により，ICT 活用指導能力の育成を促進する要因や阻害する要因が異なると考えた．そこで，いくつかの要素を抜き出し，それによって教師をモデル化する．そして，その教師の ICT 活用指導能力の育成を阻害する要因を明らかにした.

3.4 教師の取るべき行動指針

教師の取るべき行動指針は，それぞれの抱える阻害要因によって異なることがわかった．例えば，近年 ICT 設備を活用するための講習会が多く開かれるようになり，教師の ICT 活用指導能力の育成を目指していると考えられる．しかし，その内容は教師の ICT 活用指導能力に関わらず一律である. よって，高い能力を持つ教師にとっては自分のレベルに合わない講習会への参加により，その後の参加意欲が減少し，ICT 活用指導能力の育成が阻害される要因になることがある．このように，促進要因になりうるものが阻害要因になることがある．そこで，教師を構成する要素をもとにモデルを作成し，U 理論を用いてそれぞれに適した行動指針を提案したい.

参考文献

(1) 本田敏明, 赤間文香, 宇井みずき, 海野詩央里, 佐々木雅実, 會澤瑞季：“教師の児童・生徒への ICT 活用指導能力について：指導力転移の可能性について”，日本情報科教育学会誌，Vol8, No. 1, 2015，pp. 25−33.
(2) KJ 法の W 型問題解決モデルと U 理論, それぞれの問題意識　加筆版 https://www.slideshare.net/mobile/nishio/kjwu

即時性を高めたシンプルなビデオ収録・配信システム

A Simple Video Recording and Streaming System which Improves Immediacy

石川 貴彦[*1]
Takahiko ISHIKAWA[*1]
[*1] 名寄市立大学保健福祉学部
[*1]Faculty of Health and Welfare Science, Nayoro City University
Email: ishikawata@nayoro.ac.jp

あらまし：講義収録に要するビデオ撮影，編集，配信の３つの作業を時間短縮して即時性を高めつつも，機能過多によって設定や操作が複雑にならないビデオ収録・配信システムを構成した．そして，大学授業での使用例をもとに本システムの有効性について検討した．
キーワード：講義収録システム，即時性，ビデオクリップ，LMS

1. はじめに

反転授業や MOOCs の発展に伴い，講義のビデオ収録・配信システムに対する需要は一層高まり，それは商用の様々なシステム[(1)(2)(3)]で対応できていると言っても過言ではない．しかしながら，商用であるがゆえ，多数のユーザの多様な要望に応えるために，システムに多くの機能を実装したり，オプションを別途用意したりすることが必須になる．そのため，あるユーザに対しての機能過多や高価格化は致し方ない状況にある．

ビデオ収録・配信に必要な性能は，商用であれ，独自開発であれ，コンテンツの視認性と作業の即時性の２つであると筆者は考える．視認性については，高性能なビデオカメラやキャプチャーを個人で揃えられる時代になったため，商用と独自開発との差はあまりないだろう．そうなると即時性で差がつくが，ここで言う即時性とは撮影，編集，配信にかかる作業時間の短さを表す．商用システムは，この３つを自動化しているので，撮影開始と終了のボタンのみで配信まで至る．この即時性に関して，独自開発で商用システムに接近できれば，視認性と即時性を満たした個人志向の機能過多にならないシステムが実現できる．ただし，これまで独自開発の事例は相当数あり，新たな研究論文として提示するために，収録のマルチアングル化や自動追尾など，新技術の開発を打ち出したものが多い．これらの研究成果は無論理解できるが，やはり機能過多は否めない．

そこで本研究では，即時性を満たしつつも，機能過多にならないシンプルなビデオ収録・配信システムを構成し，いくつかの使用例からシステムの有効性を検討したので報告する．

2. 即時性を高めるための検討

2.1 従来のビデオ収録・配信の方法

筆者担当の授業では，各受講者に５分間のスライド発表を行わせ，事後の振り返りのためにビデオ収録し，独自開発の LMS で配信している．その際の作業は次の５つの工程からなる．

① LMS に登録（タイトル・ファイル名）
② ビデオ収録（90 分間連続撮影）
③ ビデオのクリップ化（発表者毎）
④ クリップのファイル名の変更
⑤ クリップのアップロード・配信

これは，①でビデオ情報を事前に登録しておき，②③でビデオを作成し，④⑤でアップロードし公開すると，①の情報と⑤で上げたビデオがリンクして配信されるという仕組みである．この場合，②で授業中に作成した１本のビデオを，③で授業後に８本程度に分割・変換し，④で①のファイル名に合うように各クリップの名前を変更するという作業が必要になり，②～④の工程で即時性が失われる．

2.2 即時性を高めるための方法

まず，②③の工程を短縮し即時性を高めるためには，授業中に 90 分全て撮影して１本のビデオを収めるのではなく，授業中で発表毎にクリップが作成できることが望ましい．ただし，ビデオカメラの開始・終了ボタンの連続操作に頼るクリップ化は，開始の遅延からの撮り遅れや誤操作など人為的なミスが起きやすく，撮影の二重化を考えなければならない．

次に④について，ビデオカメラで撮影した際のファイル名は，20160406140531.mp4（以下，時間名と呼ぶ）のように撮影時間が自動的に付与されたものが多い．これを編集してビデオクリップ化すると 20160406140531(1)…といった形式で，作成したクリップの数に応じてカッコ内の数字が増えていく．これらクリップの時間名を，ユーザ ID などの名前に手動で書き換える作業が即時性の低下につながり，①で登録した情報を用いて自動的にファイル名を書き換える仕組みが必要と考える．

3. シンプルなビデオ収録・配信システム

3.1 システム構成

前章の検討をもとに収録･配信システムを構成し，図１に示した．ユーザはキャプチャー付属の録画ソ

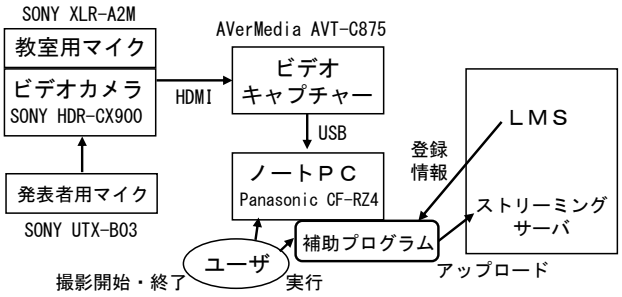


図１　システム構成図



図２　本システムで作成されたクリップ

フト（AVerMedia : RECentral）をノート PC 上でボタン操作しクリップを作成するが，操作ミス対策のために，ビデオカメラ本体も録画状態にして撮影の二重化を図った．ソフトで作成されたクリップは時間名となり，発表者順に並べられる．ちなみに，図２は本システムで作成されたクリップであり，視認性について特に問題はなかった．

3.2 補助プログラム

時間名から LMS に登録されたファイル名（以下，LMS 名と呼ぶ）に変更し，ストリーミングサーバにアップロードする補助プログラムを作成した．実行画面を図３に示す．

プログラムを実行すると動画配信セット一覧が表示され，ユーザは当該セットの番号を指定して LMS 名を取得する．時間名と LMS 名は，取得した時点で並び順が一致しているので，先頭の時間名から順に LMS 名に１対１で書き換えればよい．つまり，MS-DOS の ren コマンドをシェルで実行して，ren 時間名 LMS 名 を順に繰り返せば，ファイル名の一括自動変更が行われる．その後，名前変更されたファイルはストリーミングサーバに一括アップロードされ，LMS で配信可能な状態になる．

3.3 使用例から見たシステムの有効性

本システムを用いて，大学の２つの授業でビデオ収録・配信を行った．１つは２年生を対象とした授業であり，受講者にプレゼンテーションを行わせ，振り返りのために使用した．システム操作は学生補助員１名に任せ，誤操作対策のために撮影の二重化を図ったが，実際にはソフトの開始・終了でミスなくクリップ化し，LMS にアップロードできた．また，LMS ではビデオの視聴履歴を記録しており，それを分析すると，授業終了直後（休憩時間の 10 分以内）に受講者の誰かが視聴したケースは，全 17 本のビデオのうち５件あり，そのうち３件が発表者本人による視聴だった．プレゼンテーションがどう映ったかは，一番本人が気になるところであり，即時性を高めたことが受講者の要望を満たしたと言えよう．

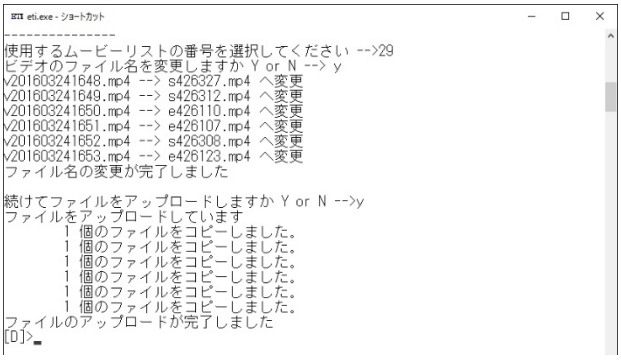


図３　補助プログラムの実行画面

もう１つは，４年生を対象とした教職の授業において使用した．これは，模擬授業の事後検討をストップモーション方式[4]で行うため，授業ビデオを直後に視聴することが求められる．事後検討に参加した受講者からは，「ビデオ再生をすぐに行うことで，相手からの指摘された点について『ここの部分か』と実感することができるのが良かった」などといった感想があり，これもまた即時性を高めたことの有効性だったと言える．

4.　まとめ

ビデオ収録とクリップ化の作業は，ビデオキャプチャーとその付属ソフトを用いたシンプルな構成にし，さらに誤操作による撮りこぼしを防ぐため，ビデオカメラでの録画とキャプチャーでの録画による二重化で安全性を高めた．そして，クリップのファイル名の変更とアップロードの作業は，補助プログラムによって一括自動で実行し，時間短縮を図った．

このように，即時性の高さとシンプルさの両方を備えたシステムを構成したことで，即時視聴が望まれる授業において有効性を確認できた．システムの改善について検討の余地はあるが，一方では機能過多を生みかねないので，今後はシンプルさを保持することに留意してシステムを維持したい．

参考文献

(1) Photron: http://www.photron.co.jp
(2) SONY: https://www.sony.jp/professional/solution/education/pro-education_02.html
(3) Panasonic: http://service.is-c.panasonic.co.jp/products/argosview-c/
(4) 藤岡信勝: “ストップモーション方式による授業研究の方法”, 学時出版（1991）

拡張性を有する学習支援システムにおける 教材オブジェクトのためのデザインパターンの検討と試作

Investigation and Trial Implementation of Design Patterns for Courseware Objects in Extensible Learning Support System

仲林 清[*1], 森本 容介[*2]
Kiyoshi NAKABAYASHI[*1], Yosuke MORIMOTO[*2]
[*1] 千葉工業大学 情報科学部
[*1] Faculty of Information and Computer Science, Chiba Institute of Technology
[*2] 放送大学 教養学部
[*2] Faculty of Liberal Arts, The Open University of Japan
Email: knaka@net.it-chiba.ac.jp

あらまし：拡張性を有する学習支援システム ELECOA における教材オブジェクトのためのデザインパターンの検討について述べる．ELECOA の特徴は，プログラムモジュールである教材オブジェクトを追加することで，機能拡張性とコンテンツ再利用性を両立させた柔軟な学習環境を提供することにある．教材オブジェクトを自由に組み合わせるためには，教材オブジェクト間の通信パターンを定めておき，新規の教材オブジェクトはその通信パターンを遵守する必要がある．今回，ELECOA による独習型学習環境・グループ型学習環境の分析から，共通的な 4 種の教材オブジェクト間通信パターンを抽出し，新規教材オブジェクトがその通信パターンを遵守・再利用するためのデザインパターンの検討と試作を行った．
キーワード：学習者適応，拡張可能学習支援システム，教材オブジェクト，デザインパターン

1. はじめに

2000 年ごろから e ラーニング技術標準化の活動が進められ(1)，教材については SCORM，QTI，教授方略については LD などの規格が開発された．これらにより，教材や教授方略の流通・再利用が可能となるが，準拠システムの拡張性が損なわれるという課題がある．これに対し，筆者らは，拡張可能な学習支援システムアーキテクチャ ELECOA (Extensible Learning Environment with Courseware Object Architecture) を提案してきた(2)．このアーキテクチャでは，教材オブジェクトと呼ぶプログラムモジュールを構成要素とすることで，標準規格による相互運用性を確保しつつ，機能拡張性を実現することを目的としている．機能拡張性を担保するためには，教材オブジェクト間の通信パターンを予め定めておき，すべての教材オブジェクトが，その通信パターンを遵守する必要がある．本稿では，教材オブジェクトが通信パターンを遵守・再利用するためのデザインパターンの検討・試作実装について述べる．

2. ELECOA の概要

ELECOA は，図 1 に示すように，コンテンツ，教材オブジェクト，プラットフォームの 3 層の構成になっている．教材オブジェクトは，従来プラットフォームに実装されていた，学習者適応や学習履歴記録などの機能を取り出したプログラム部品である．これによってプラットフォームをモジュール化して，機能拡張性と相互運用性の両立を図る．新たな機能を実現する際は，新規の教材オブジェクトを追加する．既存コンテンツは既存の教材オブジェクトを用いて動作するため，新たな機能追加の影響を受けない．このため，カスタマイズが容易になり，機能拡張性を向上できる．また，コンテンツと教材オブジェクトを一緒に流通させることで，相互運用性，コンテンツ再利用性を確保できる．

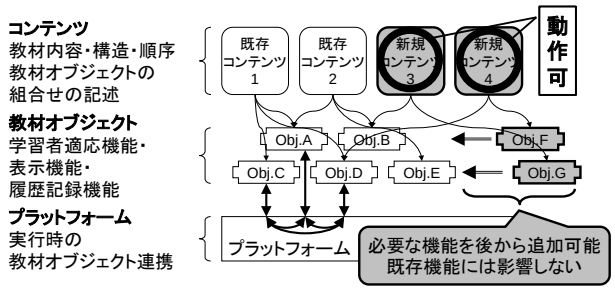


図 1　ELECOA の概要

3. ELECOA の通信パターン

デザインパターンに対する要件となる ELECOA の通信パターンについて整理する．対象とする学習コンテンツ・学習制御構造は階層型（木構造型）とし，各ノードに教材オブジェクトを配置する．

木構造の一部のサブツリーを取り出して再利用可能とするため，教材オブジェクト間の通信は，直接の親子間に限定するものとする(2)．もし，通信を親子間に限定せず，木構造の親子以外のノード間の直接参照を許すと，サブツリーの再利用性は極端に低下すると考えられる．

さらに，ツリー全体での学習制御機能を実現するために，直接の親子間の通信を組み合わせて特定の機能を実現する通信パターンを定義する(3)．これら

の通信パターンを実装している各教材オブジェクトは自由に組み合わせることが可能となり，教材オブジェクトを修正・追加することで，新たな学習制御機能を追加できる．通信パターンは，独習型学習環境[(2)]で規定された「シーケンシング処理」，「ロールアップ処理」，「ポストコンディションルール処理」，「学習コマンドリスト生成処理」の各処理に対応する．グループ学習で必要となる機能についても，他学習者の状態を条件とする分岐はシーケンシング処理で，他学習者との同期および他学習者の状態を条件とする強制移動はポストコンディションルール処理で実現できる[(3)]．

デザインパターンを考えるうえで必要な事項について以下に整理する[(4)]．

(1) 親子間の通信基本パターン[(2)]

上記の 4 つの通信パターンのいずれにおいても，学習者に提示されている学習資源に対応する葉の教材オブジェクト（これをカレントオブジェクトと呼ぶ）が通信の起点となり，親の教材オブジェクトに向けて順次コマンドを送り，親はそれに対する応答を子に送り返すという動作を行う．コマンドの応答は最終的にカレントオブジェクトに戻される．

(2) コマンドの拡張

個々の教材オブジェクトでは，コマンドに対する処理を独自に実装することができる．また，新たなコマンドを独自に追加することができる．これによって，ELECOA の機能拡張性が実現される[(2)]．

(3) 4 つの通信パターンの関係[(2),(3)]

4 つの通信パターンは以下の順番で実行される．

1) カレントオブジェクトに対して学習コマンドが入力されると，ロールアップ処理で各ノードの学習状態を更新する．
2) ポストコンディションルール処理で，学習状態がルールの条件を満たしたノードで学習コマンドの書き換えが行われる．新しい学習コマンドとそれを実行するノード指定が返却される．条件を満たすルールが無ければ返却値は空である．
3) シーケンシング処理で学習コマンドを実行する．学習コマンドを受け取った教材オブジェクトが，そのコマンドを処理できない場合，教材オブジェクトは処理を親ノードに委譲する．最終的に，次に提示する学習資源に対応する葉ノード（次のカレントオブジェクト）の指定が返却される．
4) シーケンシング処理の返却値を新たなカレントオブジェクトとし，学習コマンドリスト生成処理を実行する．カレントオブジェクトからルートノードまでの各教材オブジェクトで定義された学習コマンドのリストを，入力可能な学習コマンドのリストとして返却する．

4. デザインパターンの検討

前節で述べた ELECOA の通信パターンを満たすための教材オブジェクトのクラス構成を検討する[(4)]．クラスの継承構成については，すでに検討が行われている[(2)]．学習コンテンツ・学習制御構造の階層構造を規定する抽象クラス群（Activity クラス群）と，これを継承して実際の学習制御機能を実現する実装クラス群から構成される．

Activity クラス群は，親子ノード間の関係の定義と，直接の親子間の通信を行うメソッドを有している．これによって，前節の(1)で述べた，カレントオブジェクトが通信の起点となり，親に向けて順次コマンドを送り，それに対する親の応答を子が受け取るという，通信の基本パターンが実現される．

実装クラスのうち，基底クラスとなる Simple クラス群で，前節で説明した 4 つの通信パターンを実現する．これによって，Simple クラスを継承した実装クラスは，4 つの通信パターンのメソッドを必ず持つことになり，相互の組み合わせが可能となる．

これらのクラスを用いた実際の通信動作の概要を図 2 に示す．Leaf, Block, Root は木構造の各ノードの教材オブジェクトである．Leaf がカレントオブジェクトである．それぞれのノードは，Activity レベルのインスタンスと，それを継承した Simple レベルのインスタンスで構成される．Activity レベルのインスタンスはコマンドの送受信を行うが，その内容には関知しない．実際の処理は Simple レベルのインスタンスのメソッドを呼び出すことで実行される．学習者のコマンドを左端の Command Entry が受け取り，4 つの通信パターンを前節の(3)の順序で起動する．

現在，このクラス設計に沿って既存教材オブジェクトのリファクタリングを進め，設計に問題が無いことの検証を行っている．

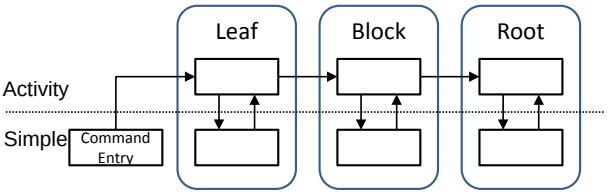


図 2　教材オブジェクト間通信動作の概要

謝辞

本研究は科研費（26280128）の助成を受けた．

参考文献

(1) 仲林 清 : “e ラーニング技術標準化と学習教授活動のデザイン —オープンな教育エコシステムの構築を目指して—”，人工知能学会誌, 25(2), pp. 250-258 (2010)
(2) 仲林 清，森本容介 : “拡張性を有する適応型自己学習支援システムのためのオブジェクト指向アーキテクチャの設計と実装”，教育システム情報学会誌, 29(2), pp. 97-109 (2012)
(3) 仲林 清，森本容介 : “拡張性を有する学習支援システムアーキテクチャにおける教材オブジェクト間通信パターンの検討”，信学技報，ET2014-100 (2015)
(4) 仲林 清，森本容介 : “拡張性を有する学習支援システムにおける教材オブジェクトのためのデザインパターンの検討”，信学技報，ET2015-80 (2015)

Beaconbox を活用した授業出席管理システムの開発と運用

The Development and Operation of Class Attendance Management System by The Beaconbox

大倉　孝昭，渡邊　淳
Takaaki OKURA，Atsushi WATANABE
大阪大谷大学教育学部，電子システム（株）
Faculty of Education, Osaka Ohtani University,　DENSHI SYSTEM CO.,LTD.
Email: okurat@osaka-ohtani.ac.jp, watanabe@densys.co.jp

あらまし：BluetoothLE の電波に Beaconbox の管理コード，授業コードをのせて送信する Beacon 信号をスマートホンで受信し，受講者がアプリの「出席」ボタンをタップすることで，出席登録する出席管理システムの試験的運用を複数の大教室で開始した．その概要と，運用方法，問題点を報告する．

キーワード：Beacon，出席管理，クラウド，moodle

1.　はじめに

本学では，大学改革の中期計画として”Osaka Ohtani Vision 2025”が決定され，その中に「データの一元的管理」が盛り込まれた．これまで各部署においてバラバラに管理されていたデータを，学修支援のために集中管理すべきという機運が高まっている．また，以前から講演会・宗教行事等で数百人の出席確認を行う場面では，学生証（フェリカ・カード）をカード・リーダーにかざしてエクセルに出席日時を登録するシステム（筆者開発）を運用してきた．同種のシステムには，Classe[1]がある．これらは，教師がノート PC とリーダーを持ち運んで運用する，ローカル・システムであり，他のデータを含めた集中・横断的管理ができない，100 人を超える授業を 1 台のシステムで管理しようとすると授業開始時にリーダーのところに待ち行列ができてしまうなどの問題があった．また，教室入口にカード・リーダーを設置・運用した先行事例もあるが，初期費用が高価，電源・ネットワーク工事が必要になるという問題も報告されている．

そこで，本研究では，近年モバイル端末への広告提示方式として注目されている，Beacon 方式に着目し，ビーコンボックスを教室に設置して，Beacon 信号を受信した学生の端末から Web サーバーに送られる出席データを集中管理する方式で，取り組んだ．

2.　Beacon を用いた出席管理システム

Beacon は，Bluetooth 機能を有するスマートホンを所持したユーザが Beacon 送信機に近づくと，自動で感知し情報をプッシュ配信することができる仕組みである．これをモバイル端末用の出席管理アプリとして提供している例[2]，教室内に Beacon 送信機を 4 台以上設置して学生の位置を常時把握しようとするもの[3]もある．

2.1 ビーコン出席管理システムの特徴

(1)システム構成

各教室内にビーコン送信機が 1 台常設され，学内 LAN 経由でクラウド上のサーバと接続された．また

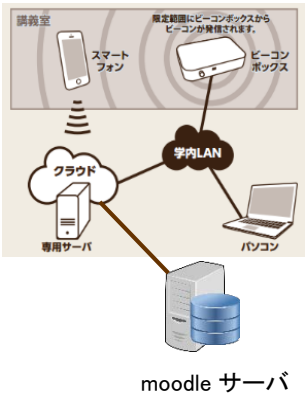


図1　システム構成

ビーコンボックスに内蔵されたメモリに 1 週間分の授業時間割が格納されており，学内 LAN 上の PC からは，管理ソフトを用いてビーコンボックスのテーブルを管理する．また，クラウドの専用サーバにスマートホンからのデータが蓄積されるので，そのデータを運用中の moodle から夜間バッチ処理で受講生のホーム画面に取り込む．

(2)ビーコンボックスと管理ソフト

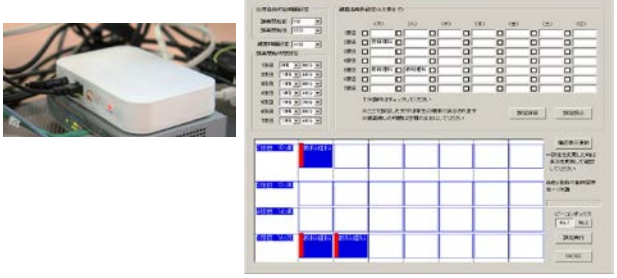


図2　ビーコンボックスと授業テーブル設定画面

ハブなどに似た箱型の Beaconbox を，講義室の常設 AV ラックあるいはパソコンラックに設置した（図２左）．そのため，電源・LAN 接続は容易であった．各ビーコンボックスには学内 LAN の固定 IP アドレスが付与されている．授業テーブルは学内 LAN に接続された任意の場所の PC から学内の教職員用フォルダに置かれた管理用ソフトウェアで授業開始前 10 分から 90 分間，７時限／日×７日間を管理する．また，休講時にはビーコン信号を停止する．

（3）端末用アプリ SPLAN

受講生は所有するスマートホンにアプリのサイトから Android，iOS 用の専用アプリをダウンロード，

インストールして利用する．



図3　端末用アプリ画面（複数信号受信時）

システムを運用中の教室では，授業開始前からBeacon 信号が発信される．ビーコンボックスから半径30m前後（壁などの遮蔽物との兼ね合いもあるが，50m程度の距離まで受信できている）のエリアにスマートホンを持ち込んで SPLAN を開くと，Beacon 信号を受信して，授業名が表示される．複数の信号を受信した場合には，［その他］ボタンで出席登録をする授業を選択可能になっている．出席ボタンをタップするとクラウド上の専用データ管理サーバにスマートホン内に設定された学籍番号が Beaconbox の管理コード，授業コードと共に送信・記録される．

(4)データ管理サーバ



図4　管理サーバ CSV ファイルへのリンク

データ管理サーバ内には各授業コード単位で出席データが蓄積されている．現在は，この画面にアクセスし，CSV 形式でダウンロードし手元のエクセルに取り込んで管理している．システム利用関係者がそれぞれの立場から利用できる自由度を優先した状態になっているが，現在，moodle のプラグインで夜間にバッチ処理をかけ，受講生のホーム画面に出席登録結果をフィードバックする仕組みの開発・実装，エクセルの背景処理で一定間隔の出席状況を逐次出席一覧表に反映する教師・教務用“出席状況モニタ”の開発を進めている．

2.2 運用

本年度は４教室×５時限×５日＝100 ファイル／週のデータが扱える状態で試験運用を始めた．４月18 日に設置が完了したが，学内 LAN のセキュリティ設定等の検証に手間取り，GW 明けから運用が可能になった．また，開始されている各授業において授業担当者（非常勤を含む）へのソフトウェア利用説明，受講学生への利用説明の担当者，授業時間への割り込みなど運用開始手順がないままで始まっている．さらに，「出席認定」のルール作り，出席データの管理（従来は授業担当者が長期欠席者の報告，期末の出席管理簿提出を求められていたが，本システム運用後はその取扱いをどうするのか）についても未定のままである．

(1)出席認定

スマートホンの［出席］ボタンを押した時点の在室証明データがサーバに記録される．しかし，先行事例・研究でも「遅刻」「中抜け」「早退」などをどう扱うかということが問題になっている．そこで現在「入室，退室の 2 度記録」を念頭に関係各部署とルールの整備について協議をしている．入室・退室時の在室証明データがあることを基本とし(最低限)，時間中のワークシート（筆者は毎時間，退室時にそれをドキュメント・スキャナーで画像ファイルとして取り込み，moodle でフィードバックしている）と併せて判定することが必要であろう．

(2)代理出席の排除

他人のスマートホンを持ち込む，一人で複数台を所持し他人になりすますことへの対策をする必要がある．ときどき抜き打ちで個人別ワークシートや振り返りシートを回収し，ビーコン出席管理システムのデータと突合して，不正防止に配慮しておく必要がある．管理がなおざりになると，データの信頼性が失われ，「代返」「出席カードの抜きとり」に相当するモラル低下の原因になる．

(3)例外処理

いずれのシステムでも必ず発生する．本システムでも，スマートホンを所持しない，忘れた者に対する処理は，授業担当者が SPLAN の教員オプション付きアプリをインストールしたタブレットを導入することで対応する予定である．列車の時間遅延や病気による出席停止，忌引きなどの事後処理も含め，在室証明データを修正せず，事実と認定の処理を分離することで対応する．

(4)電波の漏えい

大教室の最後部席でビーコン信号が受信できるということは，教室外でも一定の領域で電波が受信可能ということである．これも授業者の工夫で対応していく予定である．

謝辞

本研究は本学の「平成 28 年度　学長裁量経費による教育改革推進プロジェクト」の支援を受けている．

参考文献

(1) 大見嘉弘：“FeliCa を用いた出席管理システムの開発と運用”，東京情報大学研究論集，Vol.15，No.2，pp69-81（2012）
(2) Present：http://www.jetman.co.jp/jetbeacon/（参照 2016.6.6）
(3) 梶岡慎輔ほか：“BLE ビーコンを用いた位置推定による出欠システム”，大学 ICT 推進協議会，2015 年度年次大会，(2015)

持ち込み PC による実技を含む期末試験実施環境の構築

Development of an Environment for the Final Examination using Carried-in PC

新村 正明
Masaaki NIIMURA
信州大学
Shinshu University
Email: niimura@cs.shinshu-u.ac.jp

あらまし：プログラミング言語などの科目の試験においては，受講者の能力を計るには，プログラム作成等の実技を行うことが望ましい．さらに，授業における演習と同じ環境で試験を行うことで，環境の変化等に伴う負荷を軽減することが可能となる．また，学生の個人所有の情報端末を授業において使用する形態も広まりつつある．本研究では，ネットワークやサーバ仮想化技術を用い，学生の持ち込み PC による実技においても，不正行為が行われにくい試験実施環境の構築を行った．
キーワード：持ち込み PC，期末試験，不正行為対策

1. はじめに

企業において，従業員が私物の情報端末を業務に使用する，いわゆる BYOD（Bring Your Own Device）が広まりつつある．同様に，高等教育機関においても，多数の PC を設置した PC 端末室を用意するのではなく，学生各々が所持する PC やタブレットなどの情報端末で授業を行う形態が広まりつつある．このように，個人所有の情報端末を使用することで，教室外でもレポート作成や演習を行うことができ，授業時間外学修を円滑に進めることが可能となる．

また，プログラミング言語教育など情報端末上での演習が中心となる科目においては，期末試験など受講者の能力を測定する場合，普段演習を行っている環境上で課題を課し評価を行うが望ましい．これは，試験専用の環境を準備するなどの教授者側の負担を減らすほか，受講生も，いつもと同じ環境で課題を解くことができるため，環境の差異による負担を減らすことができる．

しかし，受講者の持ち込みの情報端末で試験を実施する場合，試験期間中の受講者間の情報交換，いわゆるカンニング行為を防止するために，通信を制限する必要がある．

本研究では，受講者の持ち込みの PC を用いて期末試験等を実施する際に，受講者間の情報交換を制限する演習環境の構築を行う．

2. 提案

2.1 想定する利用環境

本提案では，プログラミング演習など，PC 上での操作を行う演習において，学生が所持する PC を利用し，PC にインストールされたソフトウェアもしくはサーバ側で提供する演習環境を用いることとする．また，課題の提示・提出等は Web 経由で行うものとし，サーバ側で演習環境を提供する場合も Web 経由で行う形態を想定する．さらに，期末試験においても，演習と同程度の内容の行うものとし，演習と同じシステムにより実施するものとする．

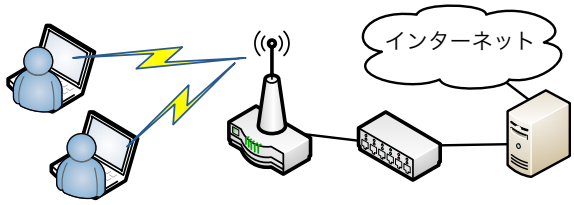


図 1 試験環境の物理構成

2.2 無線 LAN の利用

受講者間の情報交換においては，有線もしくは無線のネットワークの利用が想定される．また，無線に関しては，通常の無線 LAN と Bluetooth の利用が想定される．

このうち，無線ネットワーク機能については，利用状況が目視では判断しにくく，不正な通信を排除することが困難である．そこで，演習環境への接続自体を無線ネットワークを通じて行うものとし，演習環境側の制御下におくこととする．このため演習環境は無線 LAN により構築することとする（図 1）．また，Bluetooth に関しては，現時点で PC において Bluetooth を利用したメッセージングソフトウェアがないことから，ある程度の情報交換の制限とはなるが，厳密に行うには，Bluetooth の利用禁止を徹底すると共に，プロトコルアナライザによる監視等が必要となる．

2.3 VLAN の利用

無線 LAN によりネットワーク接続が行われた後，ネットワーク経由での学生間の情報交換を制限する必要がある．そこで，まず，学生各々を別々のネットワークセグメントに収容し，１つのネットワークセグメント内には学生１名しか存在しないようにする．これは，各社の無線 LAN アクセスポイントに，SSID 毎に異なる VLAN-ID を割り当て，VLAN 間でのネットワーク接続を制限する機能があり，これに

より実現することが可能である.

2.4 仮想サーバの利用

演習環境を提供するサーバ側での学生間の情報交換を防ぐために，サーバ仮想化技術を用い，学生毎に個別に演習用のサーバを用意する．これにより，学生は個人専用のサーバで演習を行うことになる．図 2 に示すように，前節の VLAN と，この仮想サーバを組み合わせることで，学生間のネットワーク接続を排除したまま演習環境の提供が可能となる.

3. 実装例

本提案に基づき構築したシステムを期末試験に適用した例を説明する．試験科目はデータベースであり，学生は専用のサーバで提供される phpMyAdmin を用いて SQL の作成と実行を行う. 最終的な試験環境の構成は図 3 のようになった.

3.1 無線 LAN - VLAN の設定

無線 LAN アクセスポイントとして，SSID -VLAN の割り当てが可能であり，かつ，SSID 間の通信を禁止する機能をもつ機種を選定した．この機能を有する無線 LAN アクセスポイントは複数存在する．また，SSID には学生の学籍番号を設定し，ステルス機能により PC のネットワーク検索からは接続できないようにした.

3.2 サーバ設定（仮想サーバ）

演習環境を提供するサーバの機能として，ネットワークセグメントの分離と仮想サーバの提供が必要となる.

仮想サーバの提供に関しては，受講者の人数から 100 台以上の仮想サーバが必要であることと，試験会場へのサーバの持ち運びを考慮して 1 台の物理サーバでの環境構築が望ましいことから，軽量なサーバ仮想化技術であるコンテナ技術を用いることとした．今回の実装では Docker を用いた．Docker は，親サーバのネットワークポートを用いて通信を行うことから，親サーバのネットワークアドレスを共有する必要がある．そこで，我々の先行研究(1)の成果を用い，リバースプロクシにより学生の学籍番号に応じて各々の Docker に接続する方法を用いた.

3.3 サーバ設定（ネットワーク）

無線 LAN の機能により分離された VLAN を収容するために，Linux Network NameSpace 機能を用いて学習者毎のネットワークセグメントを生成し，VLAN との対応付けを行った.

また, DHCP サービスをセグメント毎に提供した．この DHCP サービスで，セグメントあたり 1 つのアドレスのみを配布し, 各セグメントへの複数台の PC のアクセス制限を実現した．また，各々のセグメントから, Docker 用のセグメントへの接続が必要となることから, 学生の PC からは Docker の親サーバが Default Gateway となるよう, ルーティング情報の配布を行った．このサーバ上で，パケット交換サービスを停止することで, 学生間の情報交換を制限する.

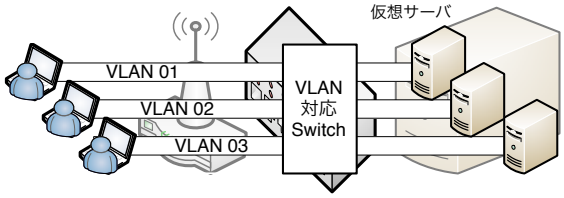


図 2 VLAN による学生間のネットワーク分離

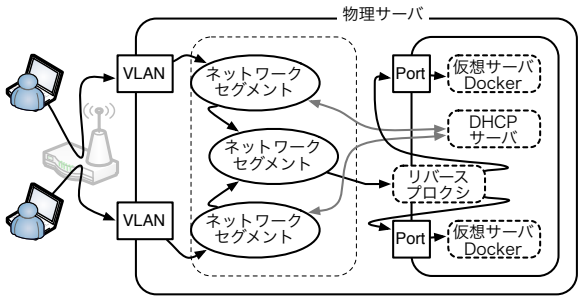


図 3 サーバ内のネットワーク構成

Default Gateway がこのように指定されていることで，ティザリング等の他のネットワーク接続手段を用いようとした場合でも，インターネット経由での通信を制限することが可能となる.

3.4 試験の実施

上記の設定により，2015 年度後期の期末試験を実施した．無線 LAN アクセスポイントとしては，BUFFALO WAPM-APG600H を用いた. この機種は，32 の SSID を収容することができ，受講生は 100 名程度であったことから，4 台のアクセスポイントを準備した．また，物理サーバとしては，CPU : Core i7 6700K 3.4GHz Memory : 32GB SSD : 256GB のサーバを用意し CentOS 上で仮想サーバ・ネットワークの設定を行った.

この環境で，学生は phpMyAdmin による SQL の作成･実行を行った. ネットワーク接続に関しては，事前に接続確認を行い，同時アクセス可能であることを確認した．また，試験実施中に DB サーバが高負荷になる SQL の実行が数件あったが，Docker のリソース制限機能により，他の受験者に影響が及ぶことはなかった.

4. まとめ

本提案により，学生の持ち込み PC による期末試験実施環境の提供が可能となった. 今後は, Bluetooth などの他の無線通信手段への対応や，試験サーバへの攻撃，想定外の通信方法の発見などのためにネットワーク監視機能を追加する予定である.

参考文献

(1) 落合聡裕, 國宗永佳, 新村正明 : SDN を用いた受講者個別の動的な演習用サーバの提供方法 ; 電子情報通信学会技術研究報告 (教育工学), 115, (492), ET2015-95, pp.11-14(2016).

三文構成モデルに基づく作問プロセスの診断

Diagnosis of problem posing process based on triplet structure model

岩井 健吾[*1], 林 雄介[*1], 松本 慎平[*2], 平嶋 宗[*1]
Kengo Iwai[*1], Yusuke HAYASHI[*1], Shimpei MATSUMOTO[*2], Tsukasa HIRASHIMA[*1]
[*1] 広島大学大学院工学研究科
[*1]Graduate School of Engineering, Hiroshima University
[*2] 広島工業大学情報学部
[*2]Faculty of Applied Information Science, Hiroshima Institute of Technology
Email: iwai@lel.hiroshima-u.ac.jp

あらまし： 算数文章題の三文構成モデルは問題が成立するための制約を定義するものであり，これに基づくと，作問学習支援環境「モンサクン」での作問形式だけではなく，作問を制約充足問題とした様々な演習形式が考えられる．より自由度の高い作問演習の一つは，ある程度の数の単文からできる限り多くの問題を作成する演習であり，算数文章題の構造と制約を活かして学習者が選択した一つまたは二つの単文から作成可能な多くの組み合わせを推定し，学習者にフィードバックを返すことが重要となる．本稿では，その基礎となる制約ベースの作問プロセスの予測と，それに基づく診断機能に関して検討する．
キーワード： 三文構成モデル，作問プロセス，シミュレーション，診断

1. はじめに

問題を解くのではなく，問題を作ることによって学ぶ方法として作問学習がある．作問学習では，問題の制約条件を満たすように適切な解法を考慮する必要がある．そのため，問題の構造（要素と関連から構成されるもの）を理解している必要があり，解法の定着を促す上で効果的であると指摘されている(1)．しかしながら，実際の教育現場においては，あまり作問学習が普及しているとはいえない状況にある．その大きな原因の一つとして，学習者の作成した問題を評価することが困難であることが考えられる．以上の背景を踏まえて，筆者らは，学習者が作成した問題を自動診断可能な作問学習支援システム「モンサクン」の開発を行なっている．これにより，教育現場での作問学習の障害となる作問学習の評価の部分の負担をなくし，教育現場で作問学習を行うことが可能であると考えられる．実際にその根拠として，既に小学校において作問学習を実践し，有効な結果を得ている(2)．

現在，モンサクンでは，より自由度の高い作問演習が可能なシステムへと拡張がされている．本稿では，そのシステムの支援を行うための三文構成モデルに基づく作問プロセスの診断に関して報告する．

2. 三文構成モデルによる算数文章題の定義

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)．さらに，これら単文は，オブジェクト（リンゴ，ミカンなど），数量（8 個，2 人など），述語（あります，います，あげました，もらいました，など）によって構成される．一回の加算もしくは減算で計算できる算数文章題として現れる物語の種類は全部で 5 種類（合併，増加，減少，優量比較，劣量比較）であり(4)，関係文の述語の違いによって決定される．図 1 に「合併」の例を示す．以上のような定義により，モンサクンをはじめとする三文構成モデルに基づく作問演習環境では，学習者が作成した問題の自動診断及びフィードバックが実現されている．

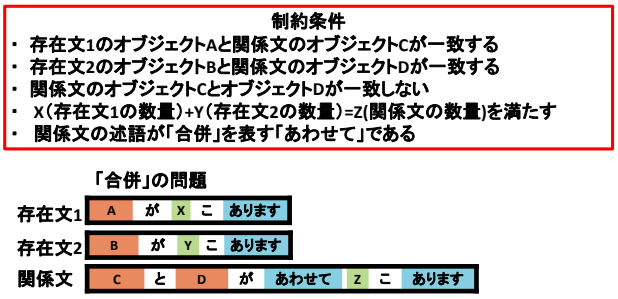


図 1　三文構成モデルにおける制約条件の定義

3. 問題制約のない作問演習

現状のモンサクンでは，物語の種類と数量関係を指定して制約とし，単に問題であるだけでは無く，その制約も満たす問題を作成することを求めている．それよりも自由度の高い作問演習として，問題制約をなくした作問演習をここでは提案する．この演習は，学習者に単文集合を与え，それからできるだけ多くの問題（もしくは物語）を作成することを求めるものである．この演習を行うためには，その単文集合で作成可能な問題を網羅的に把握しておくこと，学習者が作成した問題もしくは作成しようとしている問題が妥当であるかを診断することが必要となる．ここでは例としてある存在文があったときに，それを使って全ての種類の物語およびそれらを問題化したものを作れる状況を考え，その際の演習の設定と学習者の回答に対してできる診断について考察する．

3.1 演習の設定

この演習では，必要最低限な単文として図 2 を示すように 15 個の単文が必要であり，これらを組み合わせることにより 5 種類の物語を一つずつ，そして，物語中のどれか 1 文の数量を未知数にすると問題になるため 15 個の問題が作れる．図中の単文間のリンクはそれらの単文を組み合わせて物語もしくは問題を作れることを表している．例えば，「リンゴが 5 こあります」は「ミカンはリンゴより 2 こすくないです」とつながっており，さらに「ミカンはリンゴより 2 こすくないです」は「ミカンが 3 こあります」とつながっている．これは，この 3 文を組み合わせると劣量比較の物語を作れることを示している．また，どれか 1 文の数量を未知数(?で表記)とすると，それを求めさせる算数文章題にすることができる．全ての種類の物語の制約が分かっていると，これらの単文で全ての種類の物語が作れること，ある単文を他のどの単文と組み合わせるとどのような物語もしくは問題が作れるかを図 2 に示すような関係として思考空間を設定し，物語もしくは問題を数式と関連付けて生成または解釈できると考えられる．

算数における物語もしくは文章題をこのような単文構成として考えると，物語もしくは文章題の構成に大きく 2 つの性質がある．1 つ目は，関係文を一つ選択すると作成できる物語もしくは問題の種類と必要な残り二つの存在文が一意に確定されることである．具体的には，図 2 中で関係文 ***“リンゴとミカンがあわせて 8 こあります”*** が選択された場合，この単文集合から作成できる物語もしくは問題は 1 種類に決定される．2 つ目は，存在文を一つ選択しても，作成可能な物語または問題の種類は確定されず，多くの可能性があることである．例えば，存在文 ***“リンゴが 2 こあります”*** が選ばれた場合，それを増加前，減少後とした 2 種類の物語が作成可能であり，作成可能な問題は 6 種類ある．作成可能な物語もしくは問題の数が最大となるのは，存在文 ***“リンゴが 5 こあります”*** が選択された時で全ての種類の物語を作成可能である．

この構造と性質により，作成された物語もしくは問題（単文三つの組み合わせ）が妥当であること，１つまたは２つの単文を選んだ時の可能性，及びそのために必要な制約も明確にできる．

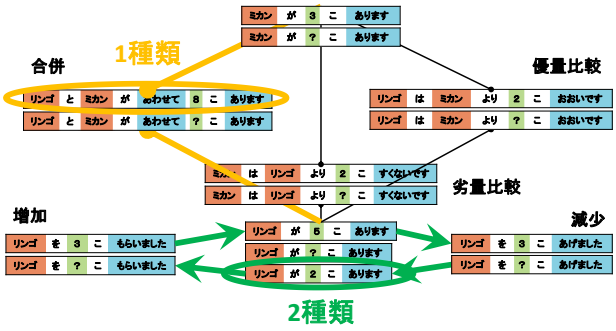


図 2　必要最低限の単文集合とその探索空間

3.2 作問プロセスの診断

各単文でそれを使って作成できる物語もしくは問題の可能性を考えることができることにより，作問演習時に作問途中においても，学習者が一つ単文を選択することが次以降の選択にどのような影響を与えるかを診断できる．例えば，図 3 右側は図 2 に示した単文をすべて列挙したものであるが，存在文 ***“リンゴが 5 こあります”*** を学習者が最初に選択したとすると，図 3 に一例を示すように複数の可能性が示されると共に，増加した数を未知とすると変化後の数量を表す単文が無いために問題を作成できなくなることが分かる．このような診断情報を元に学習者にガイドやフィードバックができると考えられる．

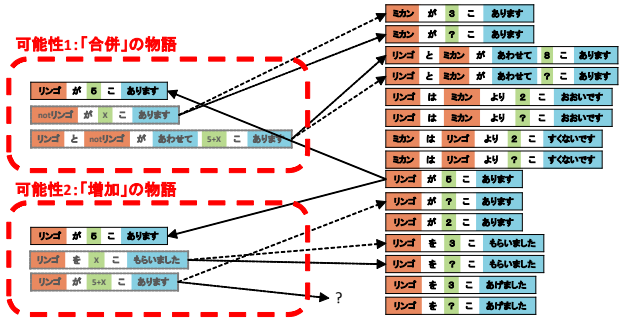


図 3　作成可能な物語の推定の一例

4.　まとめと今後の課題

本稿では，算数文章題の三文構成モデルに基づいて，先行研究である作問学習支援システム「モンサクン」での作成する問題を制約し一意な正解を設定している作問演習とは異なり，よりオープンに多くの正解を許容する演習を想定し，その演習に必要な課題設定と学習者の回答の診断についての考察を行った．今後の課題としては，提案した仕組みに基づく課題の設定とその診断機能を実装し，演習を行えるようにすることに加え，シミュレーションの仕組みを用いて，学習者の思考を再現し，学習者の誤りが何を前提に，どのような思考を行っているかを再現することで検証し，学習者へのフィードバックに反映させていきたい．

参考文献

(1) 中野明，平嶋宗，竹内章:“「問題を作ることによる学習」の知的支援環境”，電子情報通信学会論文誌 D-I，Vol.J83-D-I，No.6，pp.539-549，(2000).

(2) Sho YAMAMOTO, Takehiro KANBE, Yuta YOSHIDA, Kazushige MAEDA, Tsukasa HIRASHIMA: ” A CaseStudy of Learning by Problem-Posing in IntroductoryPhase of Arithmetic Word Problems”, Proc. of ICCE2012,pp.25-32, (2012).

(3) T Hirashima, S Yamamoto, Y Hayashi: Triplet structure model of arithmetical word problems for learning by problem-posing, Human Interface and the Management of Information. Information and Knowledge in Applications and Services, Volume 8522, pp.42-50 (2014)

(4) Riley, M.S., Greeno, J.G., Heller J.I.: Development of Children’s Problem-Solving Ability in Arithmetic., The Development of Mathematical Thinking, Ginsburg H. (ed.), Academic Press, pp.153-196(1983).

表情認知過程の定性的記述に向けた脳機能における表現プリミティブの検討

Proposal for Representation Primitives Consisting of Brain Function for Cognitive Processes of Facial Expression

田和辻 可昌[*1], 松居 辰則[*2]
Yoshimasa TAWATSUJI[*1], 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：人型エージェントが行う表情動作は，必ずしも人間の表情動作と同じように受け取られるとは限らない．そこで本研究では，まず人間の表情認知過程を表す脳機能モデルを定性的に記述することを試みる．定性的に系の挙動を表すことで，挙動における因果関係が明確になり，人間とエージェントそれぞれによる表情動作に対する認知過程の違いが明確化される．この違いは表情動作の設計を試みる上で重要な指針となることが期待される．
キーワード：人型エージェント，脳機能，定性推論，表現プリミティブ

1. はじめに

1.1 研究背景

教師の表情は学習者が属するクラスの雰囲気に影響をあたえることが知られている(1)．また，人間教師の表情だけでなく，教師エージェントが表出する表情と学習者のパフォーマンスとの関係性について調査した研究(2)も見られる．これらの研究から，教師エージェントにポジティブな表情を表出させ，学習クラスの雰囲気あるいは，学習者のパフォーマンスを向上させることが期待される．一方で，人型の教師エージェントに人間と同程度の表情動作を実装するにあたって，「不気味の谷」(3)は大きな障壁となる．不気味の谷は動作を伴うエージェントに対してより大きく起こることが示唆されている．言い換えれば，教師エージェントの笑顔表出動作を人間教師の笑顔表出動作に近づければ近づけるほど，表出された笑顔を学習者が不気味に感じる可能性が高くなることが示唆される．以上から，不気味さ形成を回避するために，この感情形成過程を原理的に理解し，説明することが大きな課題となる．

1.2 研究目的とモデル化における立場

本研究の目的は，表情認知に伴う不気味さ感情の形成過程を説明する脳機能モデルを構築することである．本稿では特に，このモデル構築にあたって必要となる統一的記述形式の提案と，この記述形式のこれまで構築したモデルへの適用を試みる．

次に，脳機能の定義とその立場の意義について説明する．本研究では，マクロレベルでの機能，具体的には，脳部位を単位として達成されると考えられる機能（想起や分類など）を対象とする．この上で，それら機能がどのような作用機序で働くことで表情認知を達成しうるか，という定性的観点に基づいたモデル記述を試みる．この立場をとる意義は，実際の生物学的基盤が有する制約条件をある程度捨象して現象を捉えるという点である．ミクロレベルでの機能は，脳全体が係ると考えられる機能に対して陽に計算過程を書き下せても，原理的に解くことが困難であるという決定的な課題を持つ．一方，本立場ではある程度での抽象度での計算プロセスを記述するため，このような計算プロセスの解析不能性を回避することができる．この立場はミクロの機能理解を進める上でも重要である．つまり，マクロの視点で表情認知を実現する計算を機能として捉え，この計算機序を制約条件として，生物学的基盤が有するミクロの機能に対する理解に貢献することができる．

2. 不気味さ形成に関する概念モデルと問題

Saygin らは Prediction Error の考えが不気味の谷を理解する上で重要であることを示唆している(4)．人間のような外見をもつエージェントは，人の動作を行うであろうと被験者は予測する．しかし，この予想に反してエージェントは機械的な動作を行う．この予測に反するというシグナルを指して，prediction error と呼ぶ．我々はこれまでこの枠組みに沿う，人型エージェントが表出する表情に対する不気味さ形成プロセスを説明する脳機能モデルを提案してきた(5)．このモデルでは，人型エージェントの表情動作に対する異常検知過程を，定性微分方程式を用いて表現している．具体的に，人間が表情動作認知を行う場合，まず「感覚器から得られた初期表情筋動作」を小脳へと伝達し，人間の表情動作に関する内部モデルを適用する．この結果，他者の表情動作を予測しながら，実際の表情動作を知覚しているものと考える．ところが，人型エージェントでは，この内部モデルを用いた予測に対して，実際の

動作が極めて逸脱しているものと考えられる．したがって，この予測と実際の動作の乖離が Prediction Error として検出されると仮定している．

ところが，これまでのモデルで扱ってきた定性微分方程式は，変数の定性的関係を与えるものの，その計算順序を陽に示さない．そこで，この順序（作用機序）がどのようにして与えられるか，という点について明示的に記述することが望まれる．そこで改めて脳機能を統一的な観点から定義し，この上で，これまでの計算モデルにおける順序性を陽に示す．

3.　脳機能の計算順序を示す表現型式

3.1 脳機能を構成する基底機能と表現プリミティブ

表情認知を実現する脳機能を，脳部位における機能の集合とその作用機序として理解することを考える．このとき，各機能をどのように与えるかは重要な課題である．機能は偶発的機能と本来的機能に分けられ，本来的機能はそのシステムが目指す目的に依存して決定される(6)．例えば心臓が持つ本来的機能は血液を送り出すことであって，鼓動を生成することは偶発的機能として位置付けられる．脳を一つのシステムとして捉えたとき，ある特定の部分領域があって，それらの本来的機能の集合として一つの目的的機能が達成されると言える．そこで，このような脳の部分領域が持つ本来的機能を基底機能と呼び，それらの作用機序によって様々な脳機能が実現されると考える．また，この基底機能がどのような変換を行っているか，に関する意味的記述内容を表現プリミティブと呼ぶ．したがって，基底機能は形式的な集合間の写像関係を，表現プリミティブは基底機能が達成する意味的関係を表現している．

3.2 表情動作に対する異常検知過程の定性的表現

前小節に挙げた枠組みを用いて，これまでのモデルを体系的に説明する．具体的には，「予測された表情動作と知覚された表情動作に対して異常があると反応する」という現象を表現できるか検討する．

この現象を表現すると考えられる基底機能の作用機序を図 3 に挙げる．まず，予測の経路から述べる．網膜で捉えられた入力は，視床において特定のパターンが切り出される．ここでは，「顔」に関するパターンが出力として得られると考えられる．このパターンに対して，低次視覚野では「分析」によってエッジが出力として得られる．次に，この「分析」と抽出によって得られた「顔」パターンに対し，小脳で次の単位時刻の「予測」された「顔」パターンのエッジの状態が得られる．これは前頭葉に送られ，低次視覚における「分析」の結果を待つと考えられる．一方で，「処理情報抽出」を経て，低次視覚野で「分析」を経た情報は，前頭葉に送られる．ここで，二つの結果の離れ具合が計算され，出力が扁桃体へと送られる．この離れ具合が過去の記憶に関して「連想」される．この結果，「連想」において，これまで体験したことがない離れ具合のとき，基底機能「定性的強度」から出力が得られる．この強度に応じて「情動反応形成」がなされると考えられる．

表 1.表情動作認知の基底機能と表現プリミティブ

基底機能	表現プリミティブ
1:処理情報抽出	入力の特定箇所のパターンを切り出す
2:連想	入力に対応するエピソードを連想する
3:定性的強度	入力に対応する定性的強度を出力する
4:分析	入力に対応するエッジを抽出する
5:分類	入力に対応するカテゴリを決定する
6:情動反応生成	入力に対応する情動反応を形成する
7:比較	入力（二次元）の離れ具合を出力する
8:予測	入力の次の単位時刻の状態を出力する

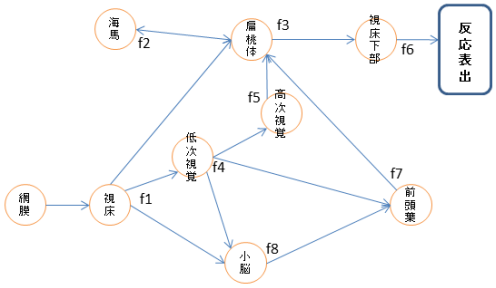


図 3. 表情認知過程における基底機能の作用機序

4.　まとめと今後の展望

本研究では，人型エージェントの表情動作に対する不気味さ形成過程を説明するための機能モデルの記述形式の枠組みを述べ，この枠組みを表情動作認知へ適用することを試みた．今後は基底機能における入出力となる要素が，どのような属性しかとりえないか，に関する条件を吟味する必要がある．さらにこの上で各機能にかかる時間を考慮し，その妥当性を神経科学的知見と照らし合わせる必要がある．

参考文献

(1) 益子行弘, 齋藤美穂: “教師の表情とクラス雰囲気との関連性の検討”, 日本感性工学会論文誌, 第 11 巻, 3 号, pp.483-490（2012）
(2) 林勇吾, 小川均: “Pedagogical Conversational Agent を用いた協同学習の促進：表情表出に着目した検討”, 電子情報通信学会論文誌, 第 D96 巻, 1 号, pp.70-80（2013）
(3) 森政弘: “不気味の谷”, エナジー誌, 第 7 巻, 4 号, pp.33-35（1970）. http://www.getrobo.com/, 閲覧日: 2013/2/16.
(4) Saygin, A.P., Chaminade, T., Ishiguro, H., Drivers, H.J., Frith, C.: “The Thing That Should Not Be: Predictive Coding and the Uncanny Valley in Perceiving Human and Humanoid Robot Actions,” Cognitive and Affective Neurosciences, Vol.7, No.4, pp.413-422 （2012）
(5) 田和辻可昌, 松居辰則: 大脳小脳の機能に基づいた人型エージェントの表情動作に対する異常検知過程を表す定性微分方程式の構築, 第 30 回人工知能学会全国大会, 2E4-OS-12a-2 （2016）
(6) Mizoguchi, R. & Kitamura, Y.: “A Functional Ontology of Artifacts,” The Monist, Vol.92, No.3, pp.387-402 （2009）

授業映像における動きの類似度に基づいた受講者グループの推定方法の検討

The Method for Estimation of Students' Groups Based on Similarity of Behavior in Lecture Videos

村上 正行[*1], 中田 壮俊[*2], 角所 考[*2]
Masayuki MURAKAMI[*1], Moritoshi NAKADA, Koh KAKUSHO[*2]
[*1] 京都外国語大学マルチメディア教育研究センター
[*1]Research Center for Multi-Media Education, Kyoto University of Foreign Studies
[*2] 関西学院大学理工学部
[*2] Faculty of Science and Engineering, Kwansei Gakuin University
Email: masayuki@murakami-lab.org

あらまし：本研究では，大学教育における授業研究での活用に向けて受講者グループを推定することを目的として，授業映像における受講者の動きの類似度に注目した分析方法について検討する．授業映像から各受講者領域における重心座標を求め，隣接フレーム間差分から姿勢変化量を求める．この姿勢変化量の大小の一致度合いに基づいて，受講者同士の共起性を調べ，同一受講者グループかどうかを推定することとし，実際のゼミ映像を用いて試行した．

キーワード：**授業映像分析**，**画像工学**，**類似度**，**大学教育**，**授業研究**

1. はじめに

大学教育における FD（Faculty Development: FD）活動が義務化され，各大学では授業改善に関するさまざまな取組が行われている．その中で，授業中の講師や受講者の様子を撮影し，授業映像を振り返ることで，授業改善などに活かそうとする試みがある[1]．これらの活動を支援することを目的として，情報技術を活用して，授業映像の分析[2]，必要な情報の可視化[3], 受講者の集中度の推定[4]などの研究が行われている．

実際に授業分析を行なうと，受講者は個人の行動だけではなく，受講者全体やグループでの行動にも特徴があることが分かる．すなわち，受講者は授業を受講する際に，友人関係や興味などに応じて，グループを形成していると考えられる．

筆者らは，これまで受講者の活性度に着目してグループを選択して授業映像を閲覧できるシステム[5]を開発してきたが，これは観察者が手動でグループを作成するものであった．受講者の行動を類似度の観点から分析するとともに，受講者のグループを自動で推定できるようになることは，授業改善を行なう上で有用であると考えられる．

そこで，本研究では，大学教育における授業研究での活用に向けて受講者グループを推定することを目的として，授業映像における受講者の動きの類似度に注目した分析方法について検討する．

2. 受講者グループ推定のための観測特徴量

2.1 受講者の姿勢変化量の算出

受講者の動きの類似度を調べるための観測特徴量として，同一タイミングでの受講者の姿勢変化量を利用することを考える．

受講者の姿勢変化量を求めるために，まず人物の領域抽出を行う．教室後方に RGB-D カメラを設置し，その RGB-D カメラより得られた距離画像に対して，あらかじめ撮っておいた受講者のいない教室の距離画像を背景画像とし，背景差分を求める．そこで得られた差分画像に対し，2 値化を行い，2 値画像（図 1 左）を得る．その 2 値画像に領域抽出を施し，一定面積内の領域を人物領域（図 1 右）として獲得する．

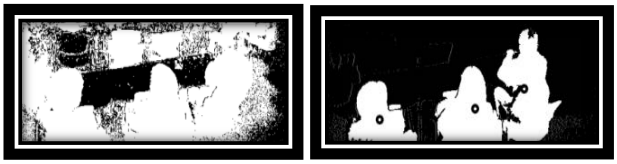


図 1　受講者領域の抽出結果

次に，この領域に対し，各受講者領域における重心座標を求める．i 番目の受講者領域の時刻 t における，輪郭を構成する画素数を $N^i(t)$，その画素の座標を $\boldsymbol{x}_1^i, \boldsymbol{x}_2^i, \cdots, \boldsymbol{x}_{Ni(t)}^i$ とすると，i 番目の受講者領域の時刻 t における重心座標 $\tilde{x}^i(t)$は次式で求められる．

$$\tilde{\boldsymbol{x}}^i(t) = \frac{1}{N^i(t)} \sum_{k=1}^{N^i(t)} \boldsymbol{x}_k^i$$

この重心座標 $\tilde{x}^i(t)$における距離画像の画素値を $I_c(\tilde{x}^i(t))$で表す．このとき，その隣接フレーム間での差 $D^i(t)$を次式のように算出すると，これは，フレーム t における受講者 i の身体中心付近での前後移動の大きさを表すものとなる．そこで本稿では，これを受講者 i の姿勢変化量として利用し，この大きさに注目することで，受講者の動きの類似度を評価することを考える．

$$D^i(t) = |I_c(\tilde{\boldsymbol{x}}^i(t)) - I_c(\tilde{\boldsymbol{x}}^i(t-1))|$$

2.2 受講者間の姿勢変化量の共起性の算出

受講者には姿勢変化量の大きい瞬間と小さい瞬間が生じるため，この大小の一致度を瞬間毎に比較することで，受講者同士の姿勢変化量の瞬間毎の共起性を評価できる．本稿では，これを受講者間での動きの類似度として利用する．このために，各受講者のフレーム毎の姿勢変化量 $D^i(t)$を 2 値化し，その受講者同士での排他的論理和をフレーム毎に求めることで受講者同士の瞬間毎との共起性を求める．

3. 実際の授業映像での分析

実際の授業映像で受講者の観測を行うため，第 1 筆者担当のゼミを対象に撮影した．映像の例を図 2 に，各受講者の教室内での着座位置を図 3 に示す．



図 2　撮影した授業の様子

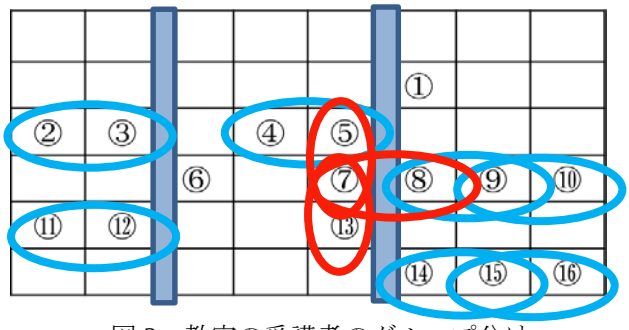


図 3　教室の受講者のグループ分け

次に，撮影した 90 分の中で撮影条件の良かった 15 分の授業映像を用いて，図 3 において楕円で囲んだような，互いに隣接する 2 名の受講者間の姿勢変化量の共起性を求めてみた．一方，これらの 2 名が一緒に授業を受けるような受講者グループの受講者同士か，異なる受講者グループの受講者同士なのかを，第 2 著者が授業中でのふるまいに基づいて目視で判断してみたところ，図 3 において青で示したペアが同一グループ（その結果，⑧－⑩，⑭－⑯もペアとなるため，合計 9 ペア），赤で示したペアが異なるグループ（3 ペア）と判断された．

このとき，目視で同一受講者グループと判断されたペアの共起性は，全部で 9 ペアのうち 8 ペアが 80%前後であった一方，目視で異なる受講者グループと判断されたペアの共起性は 3 ペアのうち 2 ペアが 50%前後であった．これらの結果から，動きの特徴量として，身体中心付近の前後移動量という単純な特徴量によっても，その類似性に基づいて同一受講者グループの検出がある程度可能性であることが示唆される．ただし，目視では同一受講者グループと判断されるような受講者同士であっても，算出した姿勢変化量の共起性があまり高くないペアや，逆に，目視では異なる受講者グループと判断される受講者同士でも，算出される姿勢変化量の共起性が高いペアも見られた．

今後は，各受講生が授業中に見せる様々なふるまいに対し，より詳細な動きの特徴を反映し得るような観測特徴量の導入を図る一方，同一グループの受講者同士かどうかを判断する際に人が注目している動きの特徴についても検討を進めていく必要がある．また，今回の実験では，隣接する 2 名という限定したペアに対してのみ共起性を算出したが，今後はより多様な受講者グループの候補を対象としてグループの推定ができるように手法の拡張を検討する．

4. まとめと今後の課題

本研究では，受講者グループの推定を目的として，授業映像における受講者の動きの類似度に注目した分析方法について検討し，授業映像で適用した．

重心位置の変化から受講者の姿勢変化量を求め，受講者間の姿勢変化量の共起性を求めて，受講者の行動の類似度とした．実際の授業映像において，その類似度を算出して分析した結果，概ね同一受講者グループのペアにおいて共起性が高く，受講者グループの検出に利用可能であることが示唆された．ただし，同一受講者グループでも姿勢変化量の共起性が低くなるペア，異なる受講者グループでも姿勢変化量の共起性が高くなるペアも一部見られたことから，今後は，より高度な動き特徴量や類似度尺度の導入，多様な受講者グループ候補に対する適用可能性などを図っていく予定である．

謝辞

本研究の一部は，科学研究費補助金基盤研究(B)(課題番号 : 26282062)の補助を受けた．ここに記して感謝する．

参考文献

(1) 京都大学高等教育教授システム開発センター編: “大学授業のフィールドワーク,” 玉川大学出版部, 2001.
(2) 村上正行, 角所考, 美濃導彦: “マルチメディア一斉講義における内容に基づく受講者の注視行動の分析,” 人工知能学会誌 Vol.17,No.4,pp473-480, 2002.
(3) 西口 敏司, 豊浦 正広, 村上 正行: “受講者映像分析のための注目受講者指定インタフェース”, 第 38 回教育システム情報学会全国大会講演論文集, pp.19-20, 2013.
(4) 村井文哉, 角所考, 小島隆次, 村上正行: “授業映像に基づく雰囲気認識のための基本特性と観測特徴量,” 教育システム情報学会誌, Vol.32, No.1, pp.48-58, 2015
(5) 豊浦正広, 西口敏司, 茅暁陽, 村上正行: “講義における受講者映像閲覧のための個・群・全体の活動度可視化システム,” 教育システム情報学会 38 回全国大会, pp393-394, 2013

動作の左右反転による非利き側動作学習システムの設計

Design of a learning support environment for the motion of non-dominant side by reversing motion

髙良　貴博[*1]，曽我　真人[*2]
Takahiro KORA[*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] 和歌山大学システム工学部
[*2] Faculty of Systems Engineering, Wakayama University
Email:s165024@center.wakayama-u.ac.jp

あらまし：当研究室では学習支援システムであるモーションナビゲータを応用することで，非利き側の動作を学習するシステムを開発している．本研究では，表示方法，そして使用システムを，当研究室の先行研究から変更したものを開発し，学習効果を確認する．先行研究は着用機器を用いず，スクリーンでの表示を行っていたが，本研究ではビデオシースルー型の AR を使用する．
キーワード： Kinect，非利き側，スキル，教示システム

1.　研究目的

当研究室では，ビデオシースルー型 AR を用いることで動作を学習するためのシステムであるモーションナビゲータを開発している．モーションナビゲータとは，熟練者の視点から見た熟練者の動作を，学習者の視点に提示することにより，熟練者の動作を学習者が追従するだけで，動作を学べるシステムである．しかし，このモーションナビゲータには２つの大きな問題点がある．１つ目として，これまでのモーションナビゲータでは手本動作として熟練者の動作を用いているが，熟練者と学習者の体格は異なるため，動作をぴったり合わせて模倣することは不可能なことである．２つ目に，モーションナビゲータでは体幹が動かいない動作には向いているが，体幹を動かす動作については向いていない．なぜなら，体幹が動く場合，その動きをモーションナビゲータで観察することが難しいからである．

本研究の目的は，学習者の非利き側の動作の学習支援環境を構築することである．そこで，学習者の利き側動作を手本動作として，その動作をキャプチャーする．そして，その動作データを左右反転した動作データを作成し，それを手本動作とする研究(1)が当研究室で行われていた．通常，同一人物の左右の体格差は極少であるから，利き側の動作の左右反転した動作を手本にすれば，体格差の問題をほぼ解決できる．

また，モーションナビゲータ(2)は，熟練者と学習者の視点を一致させていたため，体幹が動く動作は，学習者の視点から観察が困難であった．そこで，本研究では，学習者の視点をやや後方に置き，熟練者の動作を前方に提示する．

本研究では，対象動作としてボウリングの投球動作をとりあげる．すなわち，学習者が自身の利き側での投球動作の左右反転動作を手本動作として，非利き側での投球動作の学習を支援する学習支援環境を構築する．

2.　システム構成

本システムではビデオシースルー型の AR を実現するため，学習者は HMD と Web カメラから構成されるヘッドセットを着用し，Web カメラがとらえた視野映像に，学習者の利き側の左右反転動作を PC でボーンアニメーションで表示したものを手本動作として重ね合わせ，学習者の HMD 上に表示する．そのため，HMD および Web カメラのコードの位置を調整することで多くの動作の学習支援に活用できる．

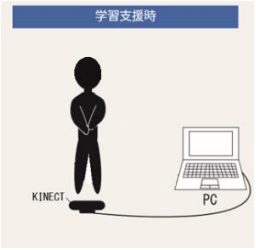


図 1　手本動作の取得時のシステム構成

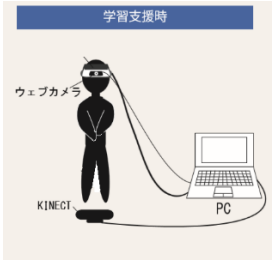


図 2 学習支援時のシステム構成

システムで使用する機器は手本動作の取得時と学習時では異なり，図 1 に示すものが手本動作の取得時に使用する機器のイメージである．

また、学習時には，本システムはビデオシースルー型の AR を使用するため，図 2 のように HMD に Web カメラを一体化させて使用する．

3.　システム概要

本システムで表示するものは手本動作，学習者の動作，視野映像の 3 点で，これらを重ねて表示することによって，学習するための環境を作成する．また学習者の視点からは，学習者の動作，手本動作，視界の順に見える．この表示方法は実物大の AR を表示し，その周りを歩きながら確認することのできるシステム(3)から発展させたものである．

本システムと類似した表示方法を使用したシステムを我々は以前に開発し，対象動作をゴルフスイングとした研究(4)を行っていた．

学習者の動作をリアルタイムに Kinect を用いてキャプチャーし，学習者の HMD 上に提示される手本動作（学習者自身の利き側の動作を左右反転して得られた動作）にリアルタイムに重ね表示する．このため，学習者は，手本動作と非利き側動作のずれをリアルタイムに確認しながら動作を行うことが可能になる．イメージとして図 3 のような表示を行う予定である．先行研究では動作の取得時に使用していた各関節データは角度情報だけであったが，本研究では Kinect で取得できる位置データも使用することで，移動しながら行う動作の練習ができるように仕様を変更する．

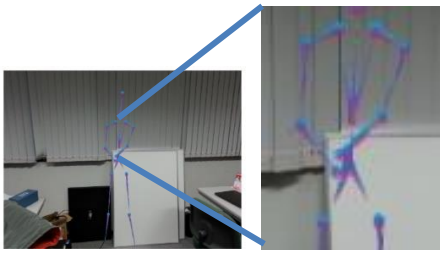


図 3 本システム完成イメージ

診断システムにおいて，助言を提示するときの条件のパラメータの閾値が一定であると，学習者の熟練度にかかわらず，同じ状態で同じ助言を提示することになる．これでは，人間のコーチが学習者の熟練度に応じて柔軟に助言を変えるのと比較して，柔軟性に欠けるシステムとなってしまう．そこで，初心者に対しては，診断結果において閾値が一定値以下の失敗では，助言を提示しない機能や，診断の厳しさを設定する機能を組み込むことを想定している．このような設計でシステムを実装することで，段階的な学習や，学習者にとって使いやすいシステムになるのではと考えている．

4.　評価実験

評価実験の計画について述べる．実験群と統制群に被験者を分け，実験群では本システムで学習する．統制群ではテキスト等による学習を行う．本システムの実験では一連の動作によって完結している動作を対象動作にすることで現在は研究を進行している

5.　実験内容

評価実験では，実験群，統制群ともに 6 つの行程を準備している．本稿ではボウリングを想定した実験内容を述べる．事前準備では，両群ともにモーションキャプチャシステムを起動している状態で利き側で 1 ゲーム投げてもらうことで，動作データを獲得する．実験群については，このとき取得した利き側の動作データを反転させて，手本動作とする．

1 ゲームが終わり，事前のアンケートを行う．

次に事前テストとして，両群ともに，1 ゲームを非利き側で投球し，スコアと投球動作を記録する．この動作は評価時に事前と事後のテストの結果として使用する．

次に，学習モードに入る．実験群には 1 ゲームの間で本システムを使用した練習と学習をしてもらう．統制群にはテキストを使用して 1 ゲームの間，練習と学習をしてもらう．

学習が終了した後，事後アンケートに回答してもらう．

事後テストでは，非利き側での投球で 1 ゲームを行い，そのスコアと投球動作を記録する．

評価の方法としては，次の 3 つの項目を含む評価方法を検討中である．1 つ目としては，事前テストで取得した投球動作と事後テストで取得した投球動作を比較し，動作の相違点をシステムで点数をつける．

2 つ目として，事前テストと事後テストの投球を熟練者に判定してもらい点数化を行う．

3 つ目として，アンケート結果から主観的なシステムの有用性を確認する．

この 3 つ方法で実験結果を評価し，分析することによって，システム全体の有用性を確認できると考えている．

6.　まとめ

本稿では，利き側動作の左右反転動作を手本とする非利き側動作の学習支援システムの設計について述べた．現在，完成している部分として，本システムの基盤である画面表示システム，手本動作の取得用システム，使用者自身の動作を表示する際の動作取得システムなどがあり，基本的な部分はできている．現在，開発に苦戦しているのは手本動作の左右反転時に各関節の細かなずれが出てしまうことを修正するシステムの開発である．

参考文献

(1) Masato Soga, Kazuki Ishii, Tomoyasu Nishino, Hirokazu Taki, A New Method for Non-Dominant Motion Skill Learning by Using Motion Navigator, KES2012, 953-959, 2012

(2) 西野友泰，曽我真人，瀧寛和, “学習者が熟練者 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, 教育システム情報学会, 2011.

(3) 川越喬純，曽我真人，瀧寛和：“AR を用いた等身大モデルによる姿勢模倣学習支援環境の開発”，教育システム情報学会 2012 年度第 6 回研究会 pp.153-158

(4) 高良貴博，曽我真人，瀧寛和，“学習者の動作を鏡像の手本動作にリアルタイムに重ね表示可能な動作学習支援環境”，教育システム情報学会第 40 回全国大会講演論文集，教育システム情報学会, 2015

動作描写による身体スキル言語化支援システムの評価

Evaluation of Support System for Verbalizing Motor Skill by Drawing Motion Animation

小尻 智子*1　　橋本 遼太*2
Tomoko KOJIRI,　Ryota HASHIMOTO
*1 関西大学システム理工学部　*2 関西大学大学院理工学研究科
*1 Faculty of Engineering Science, Kansai University　*2Graduate School of Science and Engineering, Kansai University
Email: k955466@kansai-u.ac.jp

あらまし：自身の身体動作を正しく理解することは、身体スキルを獲得するために重要である。自身の身体動作を描画によって外化することは、自身が重要だと意識している身体箇所への理解を促進すると考えられる。これまではフォームへの理解に焦点をあてた描写ツールを構築してきた。本研究では対象を動作に拡張し動作を表現できる描写ツールを構築した。本稿では、構築したツールと野球のスイングを対象とした評価実験の結果を報告する。

キーワード：身体スキル，言語化，暗黙知，メタ認知，描写ツール

1. はじめに

身体スキルとは運動動作におけるコツといわれており、獲得することで運動におけるパフォーマンスは向上する。しかし、身体スキルは暗黙的なスキルであるので獲得が難しい。理想の身体動作を実現するためには、学習者が自身の身体部位の動きを理解したうえで、理想の動作に近づけるよう意識的に動作を変化させる必要がある。しかし、身体動作は暗黙的に行われていることが多く、自身の動作を理解できていない学習者は多く存在する。

本研究では身体スキルの獲得を目的としている学習者が自身の身体動作を認識し、言語化できるようになることを支援する。

2. 身体動作の言語化支援のアプローチ

自身の思考を内省し言語化する手段としてリフレクションがある[1]。同様に、自身の動作を言語化することで自身の動作中の意識や思考が客観視され、気づきの促進や言語化につながると考えられる。そこで、本研究では自身の動作を振り返るためのアプローチとして自身の動作映像を作成させる。

動画がフレームで構成されるように動作も身体の形状を時間軸上に並べたものとみなすことが出来る。しかし、人は動作中のすべての動作を認識しているわけではない。特徴のある形状（以降、シーンと呼ぶ）を意識し、シーン間は図 1 のように速度及び方向を持った物として捉えている。したがって、動作映像を作成することは、時間軸上でシーンとして描く箇所を抽出したうえで、シーンを表す個々の身体形状を描くこととなる。本研究ではこれまで、スケルトンモデルを用いて指定されたシーンの身体形状を描くことのできるツールを開発してきた[2]。本稿では描くシーンを選択できるようにするとともに、描いたシーン間の間隔を調整できるようにすることで動作を表現できるよう拡張した。

3. プロトタイプ・システム

本研究で開発した動作映像作成システムのインタフェースを図 2 に示す。本インタフェースの対象は野球のスイングとした．時間軸は時間軸バーと呼ば

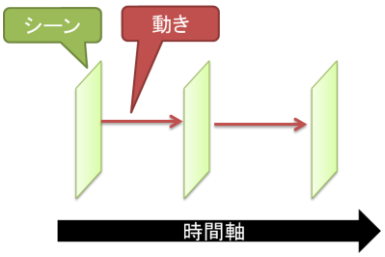


図 1. 人の身体動作の捉え方

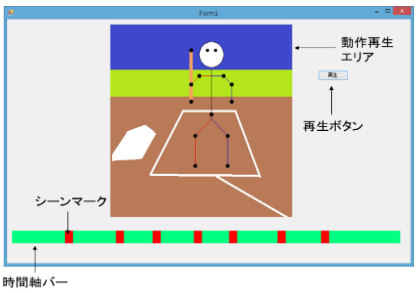
れる緑の長方形で表現され、動画再生ソフトのインタフェースのように左に行くほど時間が前、右に行くほど後ろに対応している。軸上の特定の箇所をクリックすると描画インタフェースが表示され、その箇所に対応するシーンを描くことができる。シーンが描写されると、時間軸上にシーンを示すシーンマークが赤色で付与される。シーンマークをクリックすることで、描写したシーンを閲覧したり編集したりすることができる。また、シーンマークを移動させることで、シーン間の間隔を調整することができる。再生ボタンを押すと、動作再生エリア上に、それまでに描写されたシーンが時間軸バーで表現された間隔で切り替わって表示される。ここで再生された動作を見ながら、シーンの追加や移動を繰り返して動作映像を作成していく。

4. 実験

4.1 実験概要

システムによる動作作成、および動作再生機能の有効性を検証した。実験概要を図 3 に示す。図 3 の円は、言語化をしてもらったタイミングを表す。被験者は男子学生 5 名（A,B,C は野球経験者、D,E は初心者）とした。

実験 I では、紙を用いてフォームを描写した後（①）、フォームを時系列に並べることで動作を作成してもらった（②）。実験 II では、システムを用いて開始・途中・終了の 3 つのフォームを描いた後（③）、時間軸バーを用いてシーンを追加してもらい（④）、



最後に動作再生機能を用いて作成した動作を確認し

図 2. 動作映像作成インタフェース

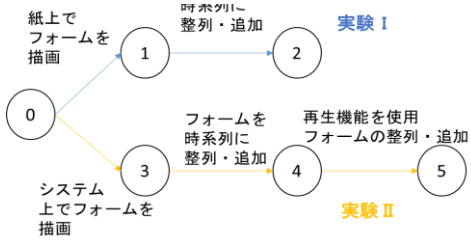


図 3. 実験概要

ながら動作を作成してもらった（⑤）。個々の言語化で新たに追加された記述は、その間になされた活動によって導出されたとみなすことができる。言語化①と②を比較することで、フォームを時系列に並べることの有効性を示す。言語化②と④でシステムを用いて動作映像を作成する有効性を検証する。また、言語化④と⑤を比較することでシステムの動作再生機能の有効性を検証する。

4.2 実験結果

追加された言語化の数、および言語化間で追加されたフォームの数を表 1, 2 に示す。表 1, 2 より、経験者はすべての段階でフォームの追加も言語化の追加も見られなかったが、初心者はいずれかの段階でフォームの追加と言語化数の増加がみられた。

フォームを時系列に並べることの有効性を考察する。表 1 より、フォームの追加はみられなかったが、表 2 より被験者 E が 4 つ新たな記述を追加していた。具体的には「腕が身体に巻き付くように振る」等である。また、経験者である被験者 C は言語の増加は見られなかったが、「オープンスタンスで立つ」と書かれていた内容が「体のバランスが崩れないように肩の広さぐらいでオープンスタンスをとる」といったように理由を伴った詳細化された記述となっていた。したがって時系列にフォームを並べることはフォーム間の動作について新たな気づき及び詳細な理解の促進に有効であるといえる。

次に、システムを用いた動作映像作成の有効性を評価する。表 1 を見ると被験者 D, E について、④のシステムを用いた方がフォームの数が増加していることがわかる。また，新たに追加したフォームの前後の動作のどちらかに関する言語化の記述が見られた。このことから、動作映像を作成することは、特に初心者にとって特徴的なフォームへの気づきを促し言語化を促進すると考えられる。

最後に、動作再生機能の有効性を検討する。被験者は動作再生機能を用いた後、シーンマークを動かしタイミングを調整するような動きは見られたが、タイミングや速度に関する言語化の追加、詳細化は見られなかった。

実験全体をとおして被験者 A,B には内容の大きな変化は見られなかった。これはおそらく、経験年数による習熟度の違いが影響していると考えられる。被験者 A の野球経験は 10 年以上であり被験者 B も 6 年間野球経験がある。しかし、被験者 C は中学 3 年間しか野球をやってなかったのでこの二人に比べて自身の動作への理解が浅く、初心者と同様の状態であったと考えられる。このことから本手法は、自身のフォームについての理解が浅い学習者には有効であるといえる。

表 1. 言語化ごとのフォーム数増減まとめ

項目	比較箇所	経験者			初心者	
		A	B	C	D	E
1	①→②	0	0	0	0	0
2	②→④	0	0	0	3	5
3	④→⑤	0	0	0	0	0

表 2. 言語化ごとの言語化数増減まとめ

項目	比較箇所	経験者			初心者	
		A	B	C	D	E
1	①→②	0	0	0	0	4
2	②→④	0	0	0	2	5
3	④→⑤	0	0	0	0	0

5. まとめ

本研究では、身体スキルの言語化を支援するために、自身の動作を振り返りながら動作映像を作成することのできるツールを構築した。 実験結果から、本ツールは特に初心者に対して、動作及び特徴的なシーンに対する新たな知覚を促進させる傾向がみられた。今後は、パフォーマンスの向上と言語化内容の相関を明らかにし、パフォーマンス向上につながる言語化ができるような支援をしていきたい。

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] 諏訪正樹「身体知獲得のツールとしてのメタ認知的言語化」, 人工知能学会誌, 20 巻 5 号, pp.525-523 (2005)
[2] R. Hashimoto, T. Kojiri : "Verbalization Support for Motor Skill Using Form Drawing Tool Based on Skeleton Model.", Procedia Computer Science 60, pp.1687-1696 (2015).

反復運動を対象とした基本運動の統合化学習支援

Learning support on combining primitive motions for repetitive movement

菅原　宏太[*1]，豊岡　寛旨[*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], Hiroshi TOYOOKA[*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：反復運動はセグメント化された単位運動を繰り返すこととみなせ，単位運動を継続させることで技能が向上する．中でも縄跳びは，広く楽しまれている運動であり，本研究の支援対象とする．ここで二重跳びは，高い運動効果が得られる反面，習得が困難な側面もある．そこで，基本運動をまず習得し，次にその組み合わせ運動を習得する段階的アプローチが提案されている．本研究では，基本運動を組み合わせる際の支援手法に着目したシステムについて述べる．
キーワード：学習支援，フィードバック，統合化

1.　はじめに

本研究は，身体学習の中でも縄跳び運動に着目する．縄跳び運動は日本の初等教育等で幅広く導入されている取り組み易い運動である．縄跳び運動の種類には，その運動主体や操作対象の観点から，多様な技がある．例えば運動主体に着目すれば，一人で取り組む単縄跳びと複数人で取り組む大縄跳びがある．それぞれに多くの技があり，技に応じて難易度が異なる．単縄跳びにおいて，吉岡ら(1)の研究では，一重跳びと二重跳びの差に着目した学習支援を提案している．縄跳び運動において二重跳びは，高い技術が要求される技のひとつである．これを繰り返し成功できると体幹力や持久力の向上が期待出来る．

縄跳び運動とは，その運動部位や運動技法を分けて取り出せば，基本運動単位に分割でき，技の成功とはその運動単位の統合化（組み合わせ）とみなせる．そこで本稿では，その統合化の支援を述べる．

2.　ARSA による訓練手順

ARSA(The Australian Rope Skipping Association)は総合的に縄跳びの技能獲得メニューを整理しているが，その中に，二重跳びを獲得する方法があり，段階的なトレーニングを提案している．ステージ 1，2 は基本運動を個別に注目したトレーニングを行い，ステージ 3 はそれらを組み合わせて同時にトレーニングを行う．ステージ 3 までは縄を使わないステージと位置付けられ，ステージ 4 ではステージ 3 に対して，縄をも統合化し，実践的に練習する．ステージ 3 で取り組む，基本運動を組み合わせたトレーニング手法は，他の学習支援に応用できる可能性があり，本稿ではこの統合化に着目する．

3.　提案手法

運動の統合化での学習支援をする時，個人差を考慮する必要がある．この個人差は学習者だけでなく，技を獲得し繰り返し体現できる熟練者の動作においても表れる．例えば，二重跳びを体現する為に，低い跳躍をする人は，高い跳躍をする人よりも，手首を速く回す必要がある．つまり，一つの運動要素だけでなく，それと関連のある要素を同時に意識する必要がある．また，ある運動要素の動作の程度が二重跳びを体現するに単位要素として不十分である時には，他の要素の動作を変化させることで，埋め合せることもできる．二重跳びは反復運動であり，繰り返し成功する為には，動作中に適切な調整が必要になる．その調整の程度を二重跳びの熟練者のデータより決定する．

3.1 二重跳びを成功させる要素

ARSA での指南を読むと，二重跳びを成功するための要素として，手の回旋に関する要素が 3 つ，跳躍に関する要素が 3 つあると解釈できる．ステージ 3 での組み合わせとは，この手の回旋の要素と跳躍の要素の組み合わせた統合化がそれに該当する．

学習者のデータを取得した後，要素ごとに達成度を測る．その方法は，要素ごとに目標となる値（以下，目標値）を定義する．また，一人当たりの全要素の目標値をまとめて目標値群とする．目標値は熟練者データより設定されるが，熟練者にとっても二重跳び体現には個人差があるため，目標値群が幾つか存在する．ここではそれを 5 つにパターン化する．

3.2 基本運動の組み合わせ

ARSA の提案する運動要素から組み合わせを考察し，二重跳びを成功させるためにより影響を及ぼす組み合わせを取り出す．そのために，本研究では要素間の相関関係を二重跳び熟練者のデータより推定する．

3.3 学習支援プロセス

曽我ら[2]は学習者が運動スキルを獲得するためには，適切なフィードバックと繰り返しの練習が必要と論じている．反復運動の特徴はセグメント化された単位運動を繰り返すことである．しかし，人間にとって同一の動作を完全に再現することは難しく，動作間に誤差が生じる．そこで本試行では，ある動作範囲を維持し継続することを目指す．それゆえに，運動要素の組み合わせを取り入れ，誤差に対する調整を学習し，誤差を埋め合せることを学習させる．その際のフィードバックとして，分析した結果や練習方法を学習者に提供する．

4.　システム開発

ここでは試用システムの構成を述べる．二重跳びの動作をビデオカメラで撮影し，その動画像の解析にはOpenCVを応用し，開発環境はVC++を用いた．

4.1 概要

このシステムは動画解析部分と学習支援部分の二つにより構成されている．前者では，OpenCV による動画像処理を用いて，学習者動画より特徴点の抽出や動作ポイントの視覚化を行う．後者は，解析結果に基づいた練習方法の提案と視覚化したお手本動画を表示し，学習者への理解を促す．また学習者の身体情報を取得するために，学習者にカラーマーカーを付ける．ARSA の提案する運動要素を観測するために，本試行では頭・手首・持ち手の柄の先・つま先の 4 点で観測する．

4.2 成功率の導入

学習者データの分析方法は，学習者の特徴に合わせて最適なパターンをシステム的に選択し，それに基づいた要素判定をする．この判定には成功率を導入する．一試行中の跳躍回数を分母，一試行中の一要素が一跳躍ごとに目標値を満たしているかを二値で判定し，これを分子とし，これを成功率とする．また要素ごとに算出した成功率の中で，最も成功率の低い要素を取り出し，その要素と相関の強い要素と統合化した支援を初めに提供する．

4.3 支援方法

身体スキルの学習支援において，効率的に支援をする為には，支援するタイミングを考慮する必要がある．小坂ら[3]は同期的支援と非同期的支援の違いと，支援対象となる運動の特徴に合わせた支援を決定すべきであると述べている．非同期的支援では，パフォーマンス全体を改善しやすいとしている．ここでは，学習者に対して，学習者の抱くイメージと実際の動作との差の理解を促し，パフォーマンス全体の改善をねらう．図 1 は支援の際に提供する参考動画の一つである．これは熟練者のデータを加工したもので，身体の個人差（体格差）が分からないようにし，動作のイメージを提供する．通常は図の左側，青色の線分で表現される体幹状態であるが，青色が黄色に変わる瞬間を設けている．それは縄が足の下を通過する瞬間であり，そのタイミングに合わせて手を回旋するタイミングを提供している．またこれは，着地時の身体の沈み込みと跳躍時の身体を曲げる程度の目安となる動画である．

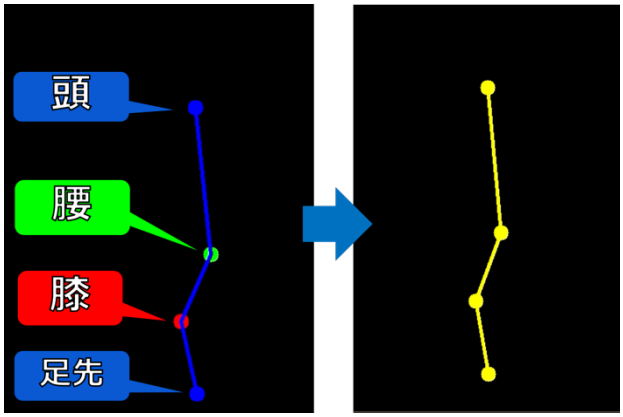


図 1：学習支援の参考動画

5.　まとめ

本研究では，縄跳び運動の中でも二重跳びの学習支援に取り組んでいる．運動要素の組み合わせに着目し，学習者に統合化フェーズでの支援を提供した．組み合わせを考慮することによる効果は，学習者の適切でない一つの運動要素を他の要素の程度を変化させることで相補する可能性を考慮したシステム実装を行っている．また体格や動作の程度に関する個人差を極力排除する設計としている．このため，目標値群をパターン化しそれに応じた練習方法を提供する．本研究で参考としている ARSA では，二重跳びに関して，4 つのステージによる段階的訓練を指南している．今後の展望はこの最終ステージとして，縄を用いたステージ 4 の支援設計と，ステージ 1 から 4 までの統合的な支援形態を確立する予定である．

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・開発にあたり御助力いただきました，同研究室修了生の吉岡真也氏に感謝します．

参考文献

(1) 吉岡真也，松浦健二，後藤田中，カルンガルステファンディギンシ:“前一重トビから前二重トビへのスキルアップ支援の試み”,教育システム情報学会第 40 回全国大会講演文集, 125-126 頁 (2015)
(2) 曽我真人，松田憲幸，高木佐恵子，瀧寛和，吉本富士市:“スキルの学習支援と学習支援環境”,人工知能誌, Vol.20, No.5, pp.533-540 (2005)
(3) 小坂真史，松浦健二，後藤田中，緒方広明，矢野米雄:“モーションキャプチャを用いたランニングフォーム改善支援”，教育システム情報学会第 36 回全国大会講演論文集, 70-71 頁 (2011)

操作機器を有する反復運動における身体制御の学習支援システム

A Learning Support System on Body Control for Repetitive Motions with Operating Instrument

豊岡 寛旨[*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]
Hiroshi TOYOOKA[*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: c501537009@tokushima-u.ac.jp

あらまし：反復運動を対象とした学習支援において，操作機器を有する運動は学習者にとって，自身の身体動作だけでなく，操作機器の動きに合わせた身体動作の調整を要する．本研究では，フラフープのような単一の操作機器を用いる移動を伴わない運動を取り上げる．学習者の身体動作と操作機器の三次元モニタリングを行い，反復運動の連続試行回数が多くない学習者を対象に，操作機器の制御に要する身体動作の学習支援システムを提案する．
キーワード：反復運動，学習支援，スキル開発，制御動作

1. はじめに

本研究では，訓練や学習を通して獲得できる能力の中でも，スポーツなどに見られる身体動作を伴ったスキルを，身体スキルと捉えている(1)．我々は，その身体スキルの中でも，反復運動を対象としたスキル学習支援の研究を行っている．反復運動とは，ランニングや縄跳びのように，同じような動作を繰り返し行うことで，継続することを目的とした運動である．本研究では，反復運動の中でも，縄跳びのような，単一の操作機器を有する反復運動における，身体動作を獲得するための学習支援システムの設計に関する考察を行う．

上述した反復運動の例では，単一の操作機器を有し，それに合わせた身体動作の調整を要する．これには，自身の身体部分以外の制御を含むため，継続する上での困難さもある(2)．こうした運動には，縄跳びやフラフープといった運動が典型であるが，操作機器との接点が，本研究ではそれが常に変化するフラフープを取り上げる．フラフープの連続試行回数が多くない学習者にとって，手先を使わずに，操作機器の動きを認識・予測することは困難である．そこで，本研究では，フラフープの運動中における，操作機器であるフープの動きを予測し，次の動作を提示する学習支援システムの設計を行う．

2. システムの機能

学習支援システムに必要な機能として，曽我ら(3)は，運動を観測する機能，観測されたデータを用いてその動作を分析する機能，さらに分析結果に基づいて，学習者にフィードバックを行う機能が必要であるとしている．また，身体動作に必要な要因として，出力時刻の正確性（タイミング），出力空間の正確性（スペーシング），出力強度の正確性（グレーディング）の 3 つが取り上げられている(4)．本研究で，我々はまず出力時刻の正確性（タイミング）の支援に着目している．

2.1 運動モニタリング

フラフープの運動は，複雑かつ機敏な動きを要する運動であるため．センサを用いて運動データの値を取得し，学習者に理解しやすい形で情報を提供することが有用であると考える．そこで，本研究では，素早い動きに対応することができる光学式モーションキャプチャシステムを使用し，腰とフープの重心の 3 次元モニタリングを行う．図 1 に，縦軸に前後方向（Z 軸）の振幅，横軸に経過時間をとり，黄色の波形を腰の重心，青色の波形をフープの重心として，時間推移を表す．その際，それぞれの動作方向が切り替わる時刻（動作タイミング）に時間差 Δt が観測される．全ての周期でこの Δt の割合を観測した結果，フラフープを運動させ続けるためには，この割合が 20～40%に収まる必要があることがわかる．この時間差を用いて，操作機器であるフープの位相から腰を動かすべきタイミングを特定する．

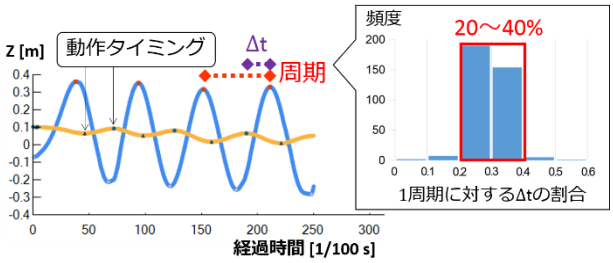


図 1 腰とフープ間の時間差

2.2 操作機器の動作予測

フラフープの動作タイミングは，運動中にその都

度変化するため，リアルタイムに支援する必要があるが，運動中にはフープの位相を特定することが困難である．そこで，フープの次の周期を予測することで，擬似的に位相を特定する．予測モデルには，表 1 に例示したフープの周期と高さとの，負の相関関係から，回帰分析を用いてフープの周期の予測を行う．フープの周期（目的変数）を Y，腰に対するフープの高さ（説明変数）を X として回帰式を表すと，$Y = aX + b$となる（a: 回帰係数，b: 切片）．腰に対するフープの高さが 0 の時，つまり腰とフープの高さが同じ時，フラフープの運動が安定すると仮定すると，回帰分析によって導出された切片 b の値が，学習者にとって維持すべき周期となる．したがって，現在の周期をもとに，次の周期が切片 b の値に近づくように予測式を表すと，$Y = -aX + b$を導出する．フープを安定状態で維持するために，フープの高さに応じた周期の予測を行う．

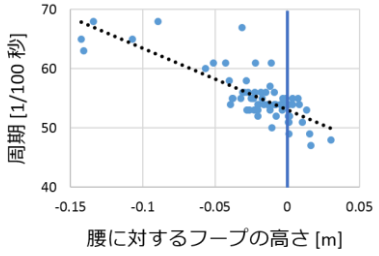


図 2 フープの周期と高さの関係性

表 1 フープの周期と高さの相関係数

	フープの周期	フープの高さ
フープの周期	1	
フープの高さ	-0.73121	1

2.3 フィードバック

本研究では，フラフープにおける，腰の前後方向の動作に支援を行う．運動中に学習者に対してフィードバックを与えるため，フィードバック内容は運動中においても，直感的に理解できるようにシンプルであることが望ましい．そこで，情報量が多くなりがちな視覚によるフィードバックではなく，聴覚によるフィードバックを行う．本システムでは，腰を前後する動作タイミングが訪れた瞬間に，それぞれ異なる短い音を鳴らし，学習者に動作を促す．

3. システムの実装

支援システムの実装については，Visual Studio 2013 の C++を用いて実装を行っている．なお，システム内部の処理時間のレイテンシは 100 ミリ秒以下であるため，実践上は無視できるものとする．図 3 にシステムの構成を示す．まず，学習者がフラフープを開始すると，モーションキャプチャシステムによって，運動データの取得が行われる．次に，取得されていくデータから，フープの高さをもとに，周期が予測され，現在の位相が判定される．そして，その位相が 10～30%の時，腰を前に，60～80%の時，腰を後ろに動作させる音のフィードバックを学習者に与える．運動終了時に，回帰係数の更新を行い，次の試行における，予測の重みづけとして用いる．

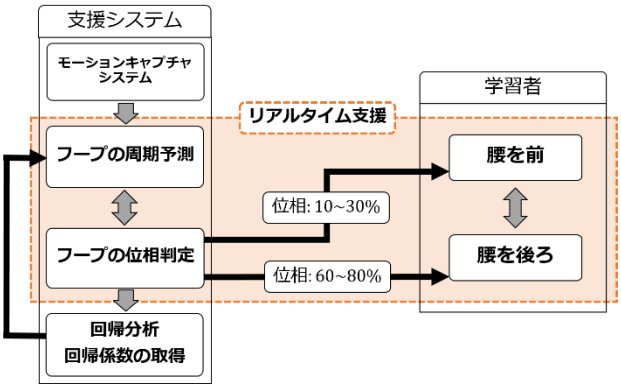


図 3 システムの構成

4. まとめ

本研究では，操作機器を有する反復運動における，安定した運動継続のために，腰とフープ間の時間差に着目し，運動中に動作タイミングを調整可能にする学習支援環境を設計した．本システムでは，出力時刻の正確性（タイミング）の支援機能のみ実装を行ったが，出力空間の正確性（スペーシング）と出力強度の正確性（グレーディング）の支援機能も実装し，それぞれを組み合わせた総合的な支援システムの設計を予定している．

また，運動中に支援を行う際，聴覚情報を用いて学習者にフィードバックを与えているが，音に対する人間の刺激同定から反応までの限界時間を調査し，個人毎に設定する調整の必要性は今後確認したい．したがって，このフィードバックタイミングを調整する実装については今後の課題である．

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) 松浦健二，森口博基，金西計英，乾博文，後藤田中: “コミュニティ内での身体スキル訓練方法に関する一考察”，教育システム情報学会研究報告，Vol.27, No.7, pp.21-26 （2013）
(2) 濱上佳祐，松浦健二，乾博文，山田慶太，金西計英: “反復運動学習における安定化支援の一検討”，教育システム情報学会第 38 回全国大会講演論文集，pp.315-316 （2013）
(3) 曽我真人，松田憲幸，高木佐恵子，瀧寛和，吉本富士市: “スキルの学習支援と学習支援環境”，人工知能誌,Vol.20, No.5, pp.533-540 （2005）
(4) 人工知能学会: “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 （2009）

慣性センサを用いた呼吸計測の試み

Breathing Measurement using Inertial Sensor

伊藤 敏[*1], 王 琳琳[*1] , 鷲野 嘉映[*1], 井上 祥史[*2]
Satoshi ITOU[*1], Linlin WANG[*1], Kaei WASHINO[*1], Shoshi INOUE[*2]
[*1] 岐阜聖徳学園大学
[*1]Gifu Shotoku Gakuen University
[*2] 北海道教育大学
[*2] Hokkaido University of Education
Email: itous@gifu.shotoku.ac.jp

あらまし：慣性センサを用いて，呼吸に伴う腹部および胸部の膨張･収縮による検出を試みた．意識呼吸における加速度および角速度の変化結果を解析した．その結果，腹部（胸部）の右から左へ向かう軸（あるいは逆方向）における角速度が呼吸と連動した変位が大きいことを示した．
キーワード：加速度センサ，角速度センサ，呼吸，学習負荷

1. はじめに

「息を凝（こ）らす」,「息をのむ」,「息を入れる」,「息を抜く」など呼吸が関係する用語が，日本語の表現には多く存在する(1)．呼吸が学習活動を反映することを我々は経験的に感じている．しかし，呼吸活動計測に呼吸の数と排気吸気量の計測を行えば装置が大掛かりになる(2)．そのため通常の学習時で用いることは困難な場合が多い．そのため，吸気と呼気の数にのみ注目をした腹部や胸郭の動きから計測する試みがなされている(3) ,(4)．技術進歩に伴い，小型の慣性センサが安価で入手可能となってきた．これらのセンサを使用することで，人間の行動に伴う姿勢や状態を推定する試みなどがなされている(5)．本報告では，このセンサを呼吸の吸気と呼気の繰返しの検出に利用する可能性の試みを目的とする．

2. 方法

吸息と呼息の周期リズムを計測することを試みる．吸気するために胸郭や腹部は膨らみ，呼気により収縮をする．この膨張・収縮を検出するために，慣性センサを胸部または腹部に装着し，呼吸に伴う変動を加速度および角速度の変化として記録する．ここでは排気吸気量の計測および推定は行わない．

作成した装置の概要を図 1 に示す．慣性センサとして，それぞれ x，y，z の 3 軸の加速度，角速度，磁気センサを内蔵している MUP-9150 を用いた(6)．今回は加速度と角速度のセンサ機能を用いた．センサから得られたデータをマイクロプロセッサで処理をして SD カードへ時間とともに記録した．加速度は±2G(G：重力加速度単位 9.8m/s^{-2})，角速度±250 degree/s のレンジを用い，サンプリング周波数は 30Hz とした．図 2 に装置の外観を示す．サイズ 35×75×12mm，質量 27g で，計測は装置のみで独立して用いることができる．SD カードに保存されたデータは雑音を除去のため PC で 0.4Hz のローパスフィルタを掛け，解析に供した．

この装置で呼吸検出の可能性を検証するために，装置を胸部あるいは腹部に装着し，座位，立位，仰臥位で意識呼吸下での計測をした．装着時の部位と 3 軸の方向を図 3 に示す．男性は腹部に女性は腹部よりやや上に着けた．女性と男性のそれぞれの結果を図 4 に示す．

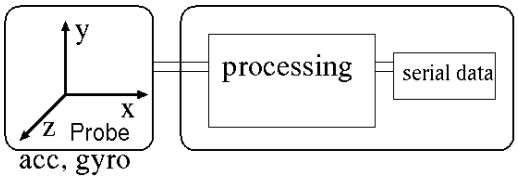


図 1　ブロックダイアグラム



図 2　作成した装置の外観

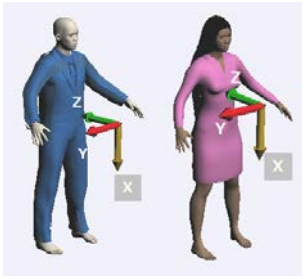
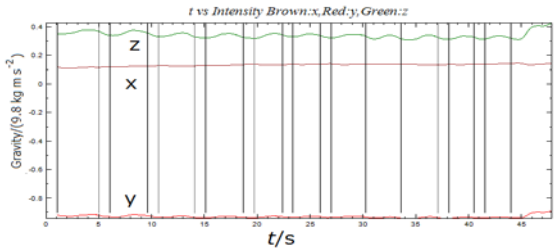
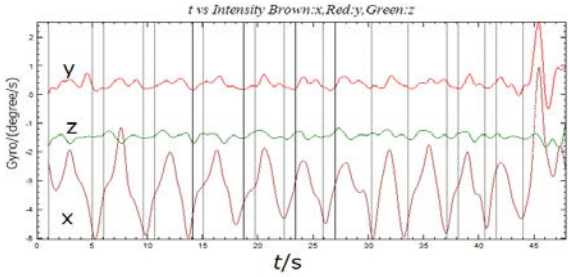


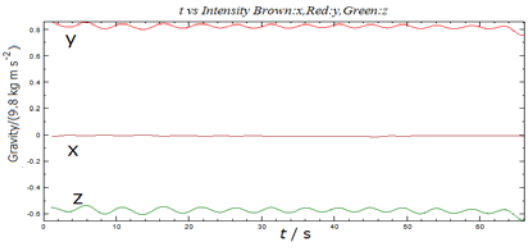
図 3　装着の部位と 3 軸方向



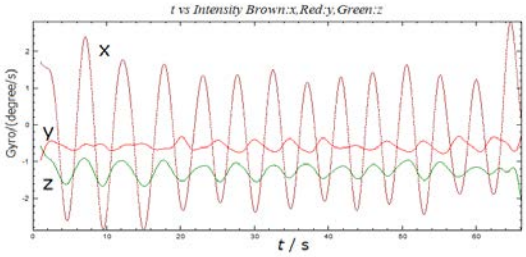
A　女性座位　加速度



B　女性座位　角速度

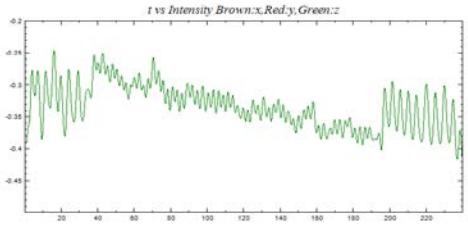


C　男性座位　加速度



D　男性座位　角速度

図 4　a: 女性座位，加速度 b: 女性　角速度
c:男性座位　加速度　d:　男性　角速度



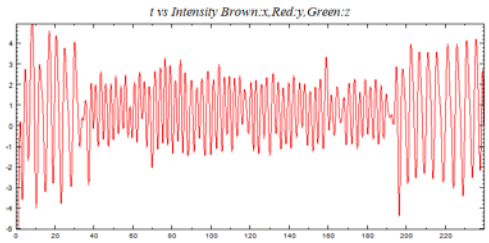


図 5　学習負荷時の呼吸数

これらの結果より，男性･女性とも水平面に置かれた軸（図 4 の x 軸は図 3 では y 軸に相当）の角速度が一番感度高く呼吸の変化を捉えていることが判った．

3.　実験への適用

呼吸が検出できていることが確認できたので，学習時にかかる負荷として PC 画面に表示された英文をワードプロセッサへ入力する課題を課した．その結果を図 5 に示す. 課題の前後に 30 秒の安静時間を取った．明らかに安静時と負荷時で呼吸の様子が異なることが判る．

4.　結論

慣性センサを腹部あるいは胸部に装着することで呼吸の数を検出することが可能となった．負荷時には呼吸数が変化することを観測できた．今後，観測事例を増やし，学習負荷と呼吸の関連について知見を深める

謝辞：本研究の一部は科研費 (26350203, 16K01083) の助成を受けた．

参考文献

(1)　新村出編：”広辞苑”，第 6 版，岩波書店，東京，(2008)
(2)　藤澤清，柿木昇治，山崎勝男編：”新生理心理学”，北大路書房，京都，(2009)
(3)　浅沼和志，蛭川祐樹，伊東一典，橋本昌巳，香山瑞恵，為末隆弘:“光学的手法による呼吸検出情報計測の基礎的検討”，日本生体医工学会甲信越支部第 6 回長野地区シンポジウム（2008）
(4)　浅沼和志，砂押聖三，吉田亮平，伊東一典，香山瑞恵，中澤達夫，橋本昌巳，為末隆弘:“歌唱評価のための光学式呼吸計測手法に関する検討”,信学技報 (2008)
(5)　李凱，熊崎忠，三枝正彦:”モーションセンサを用いた学習活動の状態推定手法の開発”，教育システム情報学会誌，第 33 巻，2 号，pp110-113 (2016)
(6)　InvenSense：http://www.invensense.com/products/motion-tracking/9-axis/mpu-9150/（2016 年 5 月確認）

磁気センサーを用いた車いす訓練システム

A Wheelchair Skills Training System Using Magnetic Sensors

越智　洋司
Youji Ochi
近畿大学理工学部
Faculty of Science and Engineering, Kindai University
Email: ochi@kindai.ac.jp

あらまし：本稿では，車椅子の操作スキルのトレーニング支援を想定し，ユーザの操作による車椅子の動きを検出する手法を開発する．車椅子の動きの検出には，磁気センサーを利用し，車椅子の車輪に取り付けた磁石の動きを利用して，車椅子の操作を特定する．そして，それをグラフにより車椅子操作のスキルを可視化することで，トレーニングにつなげることを目指す．
キーワード：車椅子トレーニング，磁気センサー，Arduino，マイコン

1.　はじめに

足腰の不自由な高齢者の方や下半身に障害を抱えている方にとって車椅子はなくてはならないものである．円滑化を促進させるため，バリアフリー化が行われており，そのような施設では車椅子が移動しやすいようにスロープやエレベーターが設置されるなど，高齢者や障害者の方が社会活動に参加しやすい環境づくりがなされている．しかし，車椅子を実社会で利用する際には，様々な問題が存在するため，実社会で車椅子を利用する上で障害物の存在を検出したり[1]，快適に移動するための情報を提示[2]するなどの研究がある．本研究では，車椅子の操作スキルのトレーニング支援を想定し，ユーザの操作による車椅子の動きを検出する手法を開発する．

2.　システム概要と設計方針

2.1　システム概要

本研究では，車椅子を動かす訓練をサポートするための計測機能として

・速度計測機能
・移動距離計測機能
・データの記録と可視化

を実装した車椅子訓練システムを開発する．

2.2　設計方針

車いすの動かすスキルは，左右の車輪の動かし方のスキルとして置き換えることができる．つまり，車いす操作のスキル検出には，車輪の動きを検出する必要がある．本研究では，一般の車椅子での利用を想定し，

・センサー類の設置が容易で低電力で稼働
・タブレット端末により容易に計測

という２点を要求仕様とした．そして，この仕様を満たすために，

・磁気センサーによる車輪動作検出
・Bluetooth による計測データの受信

というアプローチを採用する．

3.　システム実装

3.1　システム構成

本システムは以下に示すデバイスで構成する．

・WN801 V2-W(マウスコンピューター製)
・車椅子(BAL-1 標準自走型 ハイポリマー)
・Arduino Uno
・SDBDT
・Bluetooth USB アダプター(PTM-UBT7)
・磁気センサー(DN6851)

これらのデバイスの配線を図 1 に示す．

Arduino と PC 間では Bluetooth を用いて通信を行い，感知される磁石から車輪の回転数を求め，車輪の直径から車椅子が進んだ距離と時間から速度を計算し，Windows アプリケーションにより可視化する．

3.2　磁石と磁気センサーの設置

図 2 に車椅子への各デバイスの設置を示す．磁石は車輪のスポークに型輪毎に 7 つ固定し，磁気センサーは磁石と同径の位置に型輪毎に 1 つずつ配置する．Windows タブレットは，車椅子の前面に配置し，ユーザが閲覧できるようにする．

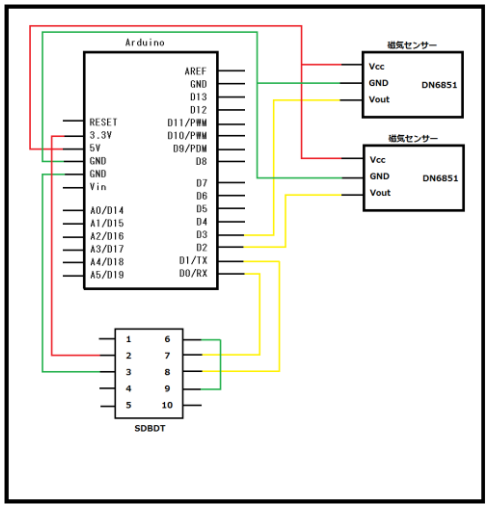


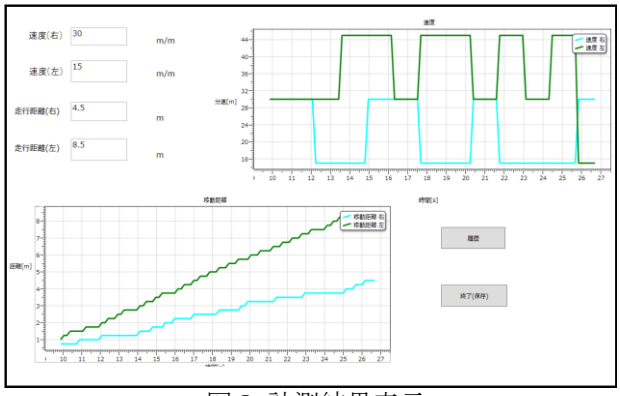
図 1　配線図



図 2 車椅子への設置

3.3 計測結果表示

Windows タブレットにおいて，Arduino で計測したデータを履歴として csv 形式で保存しておき，閲覧する際には csv ファイルからデータを読み取りグラフ化する．


図 3 計測結果表示

3.4 データ計測と送信手法

Arduino にはシリアル通信の機能が備わっており，シリアルポートとして扱うことができる．SBDBT という小型のマイコン基盤を Arduino 側に取り付け，USB の Bluetooth アダプタを使用することで通信モジュールとする．Arduino 側では左右の車輪付近に取り付けてある磁気センサーに磁石が近づくことで LOW の状態から HIGH に変化する．そのため左右の車輪の状態の組み合わせは 4 種類あり，0.1 秒ごとにどういう状態なのか Arduino 側のプログラムは判別し PC 側に送信している．Arduino－PC 間の通信で 4 種類の状態を PC に送信するだけにしたのは，Bluetooth での通信速度低下を防ぐためである．

4. 動作検証

4.1 目的と検証方法

磁気センサーを利用した計測手法の有用性をしめすために，試作したシステムにおいて，直線移動，右回り，左回りの３つの動きに対するセンサーのデータ（走行距離）を計測した．

4.2 実験結果と考察

(1)直線移動　直進させたときには左右の車輪の走行距離の誤差は少ないが実測値との誤差が 20%以上あり，磁気センサーが磁石を感知できていないときが 5 回に 1 回はできない時があった。

(2)右回り　右の車輪の方が左の車輪より走行距離が長いはずだが測定値としては差があまり見られず，右側の車輪の磁石の感知ができていないことと左側の車輪で 1 回の回転で実際より多く磁石を感知していると考えられる．

(3)左回り　左の車輪の走行距離の誤差が直進した際より小さくなったのは，実測した距離より左の車輪が外側を走るので実際の走行距離は実測値より大きくなるためと考えられる．磁石を感知できていない時が多いので誤差が大きくなったと考えられる．

表 1 移動距離(m)についての計測値と誤差

	直線	右回り	左回り
計測値（右）	36.00	8.50	15.25
計測値（左）	38.00	15.25	14.25
実測値	50.00	20.00	20.00
誤差率（右）	28.00%	57.50%	23.75%
誤差率（左）	24.00%	23.75%	28.75%

5. まとめと今後の課題

本稿では，車椅子の操作スキルのトレーニング支援を想定し，ユーザの操作による車椅子の動きを検出する手法を提案した．車椅子の動きの検出には，磁気センサーを利用し，車椅子の車輪に取り付けた磁石の動きを利用して，車椅子の操作を特定する．試作システムでは，磁気センサーが 0.1 秒ごとに磁石があるかどうか感知するので，磁石が感知されないときがあり，誤差につながっており、計測精度的に問題を残している．また、前進，後進の判定ができないため加速度センサーなどを用いて前進しているか，後進しているかの判別も必要である．

参考文献

(1) Hiroki Taniue, Jun'ichi Kaneko,Kazuyuki Kojima: "Development of Automatic Barrier Detection System for Wheelchair",2015 IEEE 4th Global Conference on Consumer Electronics (GCCE), pp. 374 – 376(2015)

(2) 鈴木 貴大，吉田 博哉:"スマートグラスを用いた車いす利用者のための道案内システムの提案", 情報科学技術フォーラム講演論文集 14(4), 517-518 (2015)

IoT 技術を用いた初学者むけのシステム開発実習の提案

Proposal of Practical Training of System Development for Beginners Using IoT Technology

山川 広人[*1], 石田 雪也[*1] 小松川 浩[*1]
Hiroto YAMAKAWA[*1], Yukiya ISHIDA[*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：IoT 技術を用いた初学者向けのシステム開発実習を提案し，これを高校生むけの大学体験授業で試行する．今後の情報社会の基盤となる技術を意識した実践的な情報系エンジニア教育プログラムの中で初学者むけのものと位置づけ，実装が容易な IoT デバイスのセンサ制御を開発実習の題材とする．本提案ではセンサ制御プログラムの学習とシステムの企画・試作を高校生むけの体験授業（3 日間）の中で試行できる構成を目指す．
キーワード：IoT，体験授業，システム開発実習, Intel® Edison

1. はじめに

高校生が将来の進学や就職といった進路を意識し，専門分野への知見を広げられるよう，高等教育機関では高校生むけの様々な体験授業を開催している．千歳科学技術大学（以下，本学）も高校生が 3 日間連続的に取り組む情報系の体験授業を展開している．ここでは情報システム開発を題材にしたプロジェクト型実習の体験を狙い，技術講習・企画・開発・成果発表に取り組む流れを整備している．

体験授業は限られた日数での取り組みであるから，実習テーマは HTML やスクリプトの複写を前提とした簡易的なテーマに絞られる．しかしながら，初等・中等教育でのプログラミング教育の必修化の流れの中で，高校生のキャリアパスへの意識づけ効果や，大学の学修との接続性を高めた体験授業に発展させていく観点では，より実質的なプログラミング体験の組み入れや，現在そして今後の情報社会の基盤となる情報技術に繋がる内容を組み入れることが重要である．本稿ではこうした観点で，IoT 技術を用いた初学者向けのシステム開発実習を提案し，体験授業での試行を試みる．

2. ベースとなる情報系の体験授業

本学の情報系の体験授業について紹介する．この体験授業は高大連携事業の一つである．3 日間連続の合宿的なワークショップとして位置づけ，情報系分野に興味をもつ高校生が主体的に受講できる．受講生が持つ事前知識やスキルは大きく異なるため，事前知識を前提とせず，ソフトウェア開発を題材としたプロジェクト型実習の体験となるよう意識している．受講生が初学者であっても情報系分野への進路のイメージをつかみ，経験者は知識やスキルを発揮しながら，仲間達と協力するプロジェクト活動を体験できることを狙っている．

体験授業の流れを表 1 に示す．受講生は開発題材に利用する技術の基本的な部分を講習で学んだのち，3 名程度のチームに分かれる．以降の内容はチームで協力して取り組む．当日は情報系の大学院生および学部上級生をティーチングアシスタント（TA）として数名配置する．TA は，受講生が極力自力で目標の達成に近づけるよう，知識やスキルが足りない部分への解説・アドバイスをピンポイントに行う．

表 1 情報系の体験授業の流れ

段階	内容
1 日目	利用する技術の基本的な講習 成果物の企画（目標設定）
2 日目	企画（目標設定）の確認 成果物の開発
3 日目	成果物の調整 成果発表（プレゼンテーション）

以下に実際の事例と評価を述べる．平成 27 年度は HTML5 技術を用いたチャットツールを題材に体験授業を展開した．サーバを介してブラウザが相互にメッセージを送受信するベースとなるスクリプトは教師側が準備した上で，受講生（9 名）が製品化を仮定したスクリプトへの機能追加や HTML/CSS のデザインを企画し開発に取り組んだ．取り組んだ学生からは，テーマの難易度が高いものの，自らの進路を考えるきっかけや継続して参加したい取り組みであるとの評価を得た[(1)]．

3. IoT 技術を用いた実習の提案

高等教育の中で，社会に求められる実践的な情報系エンジニアを育成していく観点では，学習者がプログラミングやアルゴリズムを身につけ，その深みにも触れながら，技術や開発成果をどのようにサービスやソリューションにつなげていくかといった広い見識を兼ね備えていくことが求められる．上述の体験授業を事例として，受講生がより深い技術や見

識も見据えたキャリアパスを意識できる取り組みへと発展させていくには，初等・中等教育でのプログラミング教育の必修化により受講生の事前知識や技術が向上していく仮定も踏まえた上で，実質的なプログラミング・アルゴリズムの思案のパートを取り入れることや，現在・将来の社会の基盤となりうる技術にも触れられるように発展させることが課題の１つである．本研究はこの課題にむけて，Internet of Things（IoT）技術を題材とした新たな情報系の教育プログラムを検討し確立することを目的とする．特に本稿では，IoT 技術におけるセンサ制御の部分に着目し，センサ制御プログラムの学習と成果物の企画・試作の体験を行う開発実習を提案し，体験授業を通じた試行を試みる．

3.1 実習のテーマとフロー

IoT 技術の進展に伴い，今日では数行のスクリプトの記述だけで，センサからのデータ取得や加工，Web との通信といった制御が可能な環境が提供されている．小さなコードによるプログラミングの体験や，実際に手を触れ動かせる題材であることは，プログラミングの理解の手助けとなる可能性もある．こうしたことから本研究では，IoT 技術におけるセンサ制御が高校生や大学基礎教育といった「プログラミング初学者向け」レベルに適用可能と仮定する．この仮定に立ち，上述の体験授業のテーマにセンサ制御を取り入れる．センサの簡単な制御方法を講習した上で，学習者がセンサから得た情報を何らかの形で可視化する成果物を企画・開発することを開発実習のテーマとする．

3.2 使用機材

IoT 向けにセンサを制御するデバイス（マイコンなど）には様々なものがある．本研究ではその中でも Intel® Edison Compute Module[(2)]を用いる．Edison は手でセンサの脱着が可能な Arduino 規格の学習・実験用基板のほか，センサ制御を小さなコードで実現可能な MRAA･UPM ライブラリを提供している．ライブラリにより C, Python, Node.JS（Java Script），Java のいずれかのプログラムでセンサ制御を実現できる．Edison を初心者向けの教育プログラムに利用しやすい大きな特徴は, UPM のセンサ制御コードのサンプルが豊富に公開されている点[(3)]である．公開サイトでセンサ名を検索すれば，誰でもセンサの動作概要とサンプルコードを取得できる．初学者であっても，様々なセンサ制御の体験やプログラムの作成に挑戦する上での補助教材にも利用できる．

3.3 基本的な講習のための教材

受講生が実習に取り組むために，利用する技術の基本的な講習は欠かせない．これには実習での成果物の手本となることも見据えた教材が必要である．本研究では，センサ制御を用いた実例をいくつか教材（手本）として製作した．この手本は Edison 上に 1 個～2 個のセンサと可視化用の LED や LCD を取り付けた上で，センサから取得した環境情報や生体情報にあわせて LED, LCD の表示が変化するものとした．手本例を図 1 に示す．これは Edison に心拍センサと皮膚電気反射センサを取り付けたものである．どちらのセンサも数行のスクリプトの記述で，人体の緊張状態に左右される心拍数や皮膚電気反応を数値化しリアルタイムに取得できる．リラックスしているとき･緊張している時の LED 表示の切り替えなどで可視化も行える．この手本の制御スクリプトのプログラミングを受講生が体験することで，センサ制御のプログラミングを学べることを狙っている．先に紹介した UPM センサ制御コードのサンプルも利用することで，受講生が自由にセンサを組み替えて，新たなセンサを用いたツールを企画し開発できることも期待できる．

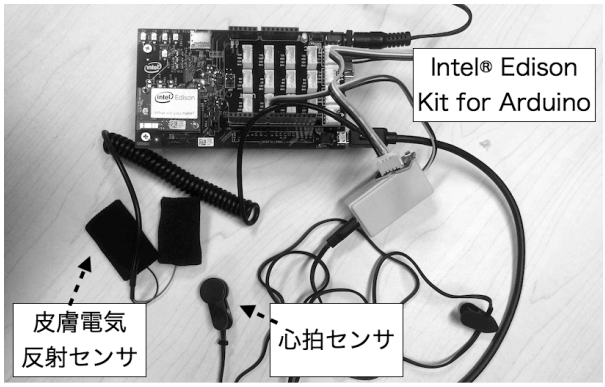


図 1 センサ制御の学習用の教材例

4. おわりに

情報系に興味がある高校生が 3 日間合宿的に取り組む体験授業をベースに，IoT 技術を用いることで実質的なプログラミング体験や今後の社会の基盤となりうる情報技術に触れられる初学者向けのシステム開発実習を提案した. 実習は平成 28 年度 8 月に試行予定であり，本稿発表時に結果を報告したい．

本稿の提案は IoT 技術の一部のみを使ったものである．IoT のバックグラウンド技術も用いることで，より社会での技術の利用イメージを掴むことや，高等教育で展開する教育プログラムへと発展できる可能性もある．こうした可能性も追求していく．

参考文献

(1) 山川広人, 石田雪也, 小松川浩 : ”高大連携における情報系の体験授業の取り組みと IoT 技術を用いた開発題材の検討”, 日本情報科教育学会 第 9 回全国大会講演論文集（掲載予定）
(2) “Intel® Edison—One Tiny Module, Endless Possibility”, http://www.intel.com/content/www/us/en/do-it-yourself/edison.html (2016 年 6 月 6 日確認)
(3) “IoT - Sensors, actuators, and shields to bring your project to life | Intel® Software”, https://software.intel.com/en-us/iot/hardware/sensors (2016 年 6 月 6 日確認)

小型ハードウェア機器を用いた講義活動の記録システムの検討

Design of the Lecture Activities Gathering System Using the Small Hardware Device

大西 淑雅[*1], 荒川 等[*2], 山口 真之介[*1], 近藤 秀樹[*1], 西野 和典[*3]

Yoshimasa OHNISHI[*1], Hitoshi ARAKAWA[*2], Shin'nosuke Yamaguchi[*1], Hideki KONDO[*1], Kazunori NISHINO[*3]

九州工業大学 [*1]学習教育センター [*2]技術部 [*3]教養教育院

Kyushu Institute of Technology

[*1]Learning and Teaching Center, [*2]Technical Support Office, [*3]Institute of Liberal Arts

Email: ohnishi@el.kyutech.ac.jp

あらまし：授業中における教員や学生の様々な行動は，講義内容の重要度や理解度を推定する指標として使える可能性が高い．我々は，Raspberry Pi を用いた講義活動の記録方法を検討すると共に，予習・復習といった学習活動への効果的な支援を目指している．本研究では，講義アーカイブシステムとの連携に着目し，授業中における記録システムを検討した．本稿では，試作結果について報告する．

キーワード：講義アーカイブ，Raspberry Pi，講義活動，記録

1. はじめに

講義を撮影して教材とする手法は，古くから用いられている方法の一つである．Mooc (Massive open online course) の登場や教育内容のオープン化の推進により，映像を用いた教材を作成し教育に活用する教員も増加しつつある．映像を用いた教材作成の方法には，スライド資料に音声を加える，PC 画面をキャプチャする，といった様々な実践されているが，最も一般的な方法として，通常の講義を撮影し，教育学習活動に再利用する講義アーカイブ[1,2,7]がある．この方法では，アーカイブに適さない箇所を減らす（編集する）ことで，教材として活用可能性が高まる反面，そのコストが課題となる．

我々は，講義中における教員・TA・学生における様々な行動を検知することで，効率の良い講義アーカイブの実現に関する研究を行っている．例えば，教員の行動としては，アーカイブに適さない場所を示す，講義中の重要個所を示す，といったことがある．また，学生の行動としては，ノートを取るといった行動の中で，学生自身が感じた重要ポイントにマークを付けるといったものが挙げられる．

講義アーカイブ以外の研究においても，教員・TA・学生の行動を記録する方法[3,4]として，PC やスマートホンを用いた様々な方法が提案・研究されてきた．本研究では，収集する情報に応じて，機能のカスタマイズや拡張が容易な小型ハードウェアを用いる方法に着目している．本稿では，講義中における教員・TA・学生の行動を検知するデバイスのプロトタイプを作成し，その結果について報告する．

2. 講義室における情報収集

講義室において，教員や学生の活動を記録する先行事例は多く報告されている．多くの場合，実施できる環境（講義室）の制約から，モバイル情報端末（ノート PC 他）を用いられる[3,4,5,6]．操作性を考慮すると，クリッカシステムなどのような専用端末の導入が望ましいが，データ収集や処理方法が限定される．近年，Raspberry Pi に代表される小型ハードウェアは，性能向上が著しく，各種センサの搭載やその処理を十分行える．また，次のような課題を解決できる可能性も高い．

- 操作性を高める（できるだけ容易に）
- I/O 装置の追加による機能の拡張
- 詳細データの取得と事前処理の実施

そこで，Raspberry Pi を用いた様々な活動を検知・記録できるシステムを試作し簡単な評価を行った．



図 1 試作したボタンデバイス

3. プロトタイプデザイン

本プロトタイプでは，ボタン機能のみを実装[10]してみた．図 1 に外観を示す．構造はシンプルで，IO ピンにスイッチと表示灯を接続した．なお，機器のハングアップを事前に防ぐ目的で，ウォッチドック機能（表 1 ：サブ基板[8]）も搭載した．

ソフトウェアは，Linux raspberry pi 4.4.9-v7+ 上に wiring Pi[9] を追加し，スイッチ操作に応じた動作を組み込んだ．スイッチを押すと，ストレージ(SD カ

ード)に，時刻を記録しカメラ制御サーバに停止命令を送信する．同時に表示灯を赤点灯させる．一定時間の操作が確認できない場合は，自動的に再開命令をカメラ制御サーバに送信する．なお，停止命令・再開命令の操作記録は，カメラ制御サーバへの通信が失敗した場合に，リカバリ処理に用いる．

表 1 プロトタイプの構成 (10)

部品	メーカ	型式
メイン基板	RS コンポーネンツ	Raspberry Pi 2 Model B
サブ基板	switch science	SSCI-022545
ケース	タカチ	PR140G
スイッチ	Linkman	R13-527C-02
表示灯	坂詰製作所	2DUL-10ML-RG/W
電源	秋月電子	M-01801
microSDHC 16GB	Toshiba	THN-M301R0160A4

4.　試用

本学の講義アーカイブシステム (7) の利用教員にボタンデバイスの試用を依頼した．また，講義に参加している学生にも配布し，試用を行ってもらった．

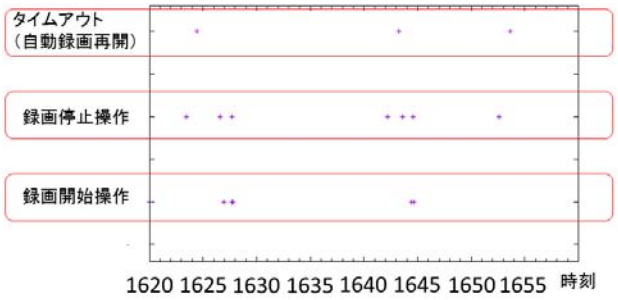


図 2 教員による操作記録例（カメラ制御サーバ上）
※17:00:00 以降の操作無しのため省略

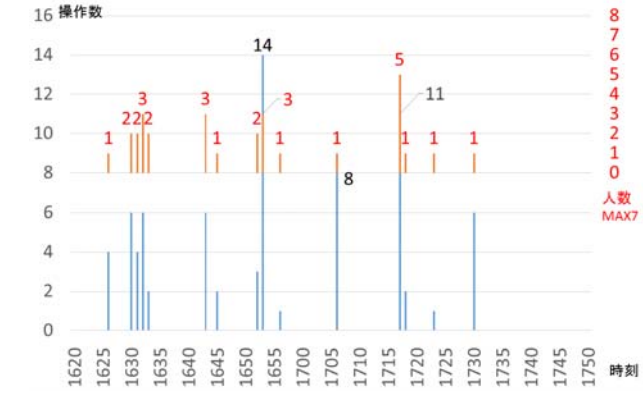


図 3:学生による操作記録例(カメラ制御サーバ上)

4.1 ディスカッションスタイルの講義

教員には，講義アーカイブシステムによる記録を望まない個所に対して，講義中にボタン操作を行ってもらった．一方，学生 7 人には，受講中に重要（または賛同）と感じた個所においてボタンを押してもらった．各人のボタン操作が，デバイス番号およびボタン番号と共に，カメラ制御サーバに記録される．なお，今回の仕様では教員が録画停止を指示し 1 分経過すると，自動的に解除する設定とした．

教員の意思による録画再開は 3 回記録された（図 2）．図 3 は，1 分単位に集計した学生の操作記録である．操作データをロスとすることなく収集できた．なお，明確な違いを確認できなかったが，操作回数と学生数は必ずしも一致しないことが伺える．

4.2 考察

試用結果から，講義アーカイブシステム (7) との連携が十分可能であると考えられる．例えば，音声やカメラなどの I/O 機能を追加することで，講義の区切り判定に使える情報も収集できると考えられる．また，収集した画像データなどは，必要なデータのみに集約し，送信サイズを抑える工夫も可能である．なお，ポータブル性を持たせるために，無線 LAN・バッテリ駆動による評価も追加で行う必要がある．

5.　まとめ

Raspberry Pi を用いたボタンデバイスを 10 台試作し，講義アーカイブシステムとの連携を視野に入れ，教員や学生の行動の記録を行ってみた．その結果，提供されているライブラリやツールを用いることで簡易なシステムを構築できた．今後，先行研究 (5,6) を参考に，講義活動や学習過程の記録への応用なども検討していきたい．

6.　謝辞

試作を支援頂いた，本学飯塚キャンパス技術部電気・電子技術班に感謝します．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) 山口真之介,有馬明日菜,大西淑雅,他 2 名:“音声認識ソフトウェアを活用した講義アーカイブシステムの検討”,情報教育研究集会講演集,CDROM,4 ページ(2010)
(2) 山口真之介,大西淑雅,西野和典,小林史典: “情報工学部における自動講義アーカイブシステムの試み”，九州工業大学 情報科学センター広報 第 23 号(2011)
(3) 近藤秀樹,三宅芳雄:“作業履歴の記録システム Neco Logger の試作”,インタラクション 2004,pp.81-82 http://www.interaction-ipsj.org/archives/paper2004/pdf2004/A32.pdf (2004).
(4) 白石剛一，山口真之介，他 2 名:“リアルタイム授業評価システムの開発と模擬授業への適用”，教育システム情報学会研究報告集, Vol.21, No.6，pp.114-119(2007)
(5) 近藤秀樹:“PC 上での学習過程の網羅的な記録システムの提案”，日本教育工学会研究報告集 15(1)，pp.131-135 (2015)
(6) 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)，
(7) 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)
(8) http://trac.switch-science.com/wiki/Watch_dog_for_RPi
(9) Wiring Pi: GPIO Interface library for the Raspberry Pi, http://wiringpi.com/
(10) ボタンデバイスの試作データ http://www.ltc.kyutech.ac.jp/center/research/ohnishi/

e ポートフォリオシステムを用いた相互理解を促す学級日誌の提案と実践

A Class Diary on an E-portfolio System for Promoting Teacher and Student Communication

伊藤 明裕[*1], 平川 拓弥[*1], 森本 康彦[*1]
Akihiro ITO[*1], Takuya HIRAKAWA[*1], Yasuhiko MORIMOTO[*1]
[*1] 東京学芸大学
[*1]Tokyo Gakugei University

あらまし：本研究では，学級経営における相互理解を促す学級日誌を提案した．具体的には，e ポートフォリオシステムの優位性に注目し，e ポートフォリオシステムを用いた相互理解を促す電子的な学級日誌（以下，e 学級日誌）とその活用方法を明らかにし，その方法に基づくシステムを用いた e 学級日誌の実践とその評価を行った．その結果，e 学級日誌を活用することで相互理解が促進されることが示唆された．
キーワード：e 学級日誌，e ポートフォリオシステム，e ポートフォリオ，学級経営，相互理解

1. はじめに

近年，初等中等教育において学級経営の充実を図ることが求められており，学級経営においては，教師と児童生徒の信頼関係，児童生徒間の好ましい人間関係を育てることが重要とされている(1)．つまり，教師と児童生徒，児童生徒間の相互理解が重要であると言える．しかし，現代の子どもたちはコミュニケーション能力の低下による，家庭や学校，学級での人間関係の築き方の不全が言われており(2)，児童生徒の人間関係の希薄化が問題になっている（問題点①）．また，学級経営において児童生徒間の人間関係形成を行い良好な関係を築かせる取り組みはあるものの，児童生徒間だけでなく，教師と児童生徒，保護者と児童生徒といった学級，学校単位でのコミュニティの形成は十分になされていない(問題点②)．

一方で，学級経営を充実させるための手段の一つとして，学級日誌の活用がある．学級日誌は，一般的に，日直などの当番がその日の出来事や活動内容を記録することで，毎日の記録が学級内での生活を振り返る際に利用され，さらに当番を交代することで，学級内での他者の考えを理解することになるとされており(3)，相互理解が促進されると考えられる．しかし，多くの学級日誌は紙ベースであるという性質上，日直などの一部の児童生徒が 1 日の出来事を記して，教師に提出してフィードバックをもらうのみであり，限られた児童生徒のみの閲覧，書き込みとなってしまうため (問題点③)，相互理解を促すための有効なツールとなっていないという現状がある．

そこで，本研究は，先の問題点を解決するために，学級経営における相互理解を促す学級日誌を提案することを目的とし，e ポートフォリオシステムの優位性に注目する．e ポートフォリオシステムは，情報通信ネットワークを通していつでもどこでも電子的に学習成果物や評価等の学びの記録を蓄積・閲覧できるシステムであり，学校内外の人々との密な相互作用を通し，学びのコミュニティの構築が期待できる (4)．よって，本研究では，学級日誌（以下，e 学級日誌）を e ポートフォリオシステム上で電子的に扱い，活用する方法について提案し，さらに，この提案に基づくシステムを用いた実践と評価を行う．

2. 解決のための要件

前章で示した問題点を解決するため，提案する学級日誌には以下の要件が挙げられる．

要件①：学級内外における相互作用

教師と児童生徒，児童生徒同士などが互いに働きかけ合うことで，何らかの影響を及ぼし合うことができる（問題点①に対応）．

要件②：コミュニティの形成

教師，児童生徒，保護者が一体となって，学級や学校という一つのコミュニティを形成することができる（問題点②に対応）．

要件③：自由な閲覧，投稿

児童生徒は，学級日誌にいつでもどこでも閲覧，投稿ができる（問題点③に対応）．

3. e 学級日誌の提案

3.1 e 学級日誌の活用方法

前章で挙げた要件をもとに，相互理解を促す e 学級日誌の活用方法を提案する（図 1）．

e 学級日誌の活用においては，日直，児童生徒，担任教師，保護者，担任以外の教師（他教師）の 5 つの役割がある．日直は，e 学級日誌上にその日の出来事（各授業の内容，まとめ等）を記録するページを作成する（図 1 - ①）．日直，児童生徒，担任教師はそれぞれ，作成されたページにネットワークを通じてアクセスし，その日に学校で起きた出来事や感じたことなどをテキストや写真等で e 学級日誌に

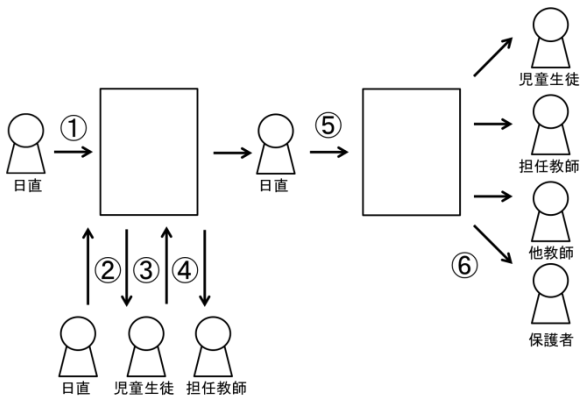


図 1　e 学級日誌の活用方法

随時投稿したり，他者の投稿した出来事に対して返信したりする（図 1 - ②③④）．これらの閲覧，投稿は，日直以外であってもいつでもどこでも可能であり（要件③に対応），学級内で共有されるため，自分の出来事だけでなく，他の人の出来事や，同じ出来事でも客観的な視点から物事を見ることができ，それに関わる意見を交換し合うことで，相互作用が得られる（要件①に対応）．日直は，1 日の最後に，その日の活動や内容を担任以外の教師や保護者に公開するために，まとめのページを作成する（図 1 - ⑤）．担任教師は，日直の作成したまとめページをチェックし，担任以外の教師や保護者への公開設定を行う（図 1 - ⑥）．担任以外の教師，保護者が e 学級日誌にアクセスすることで，学校や学級での様子や活動を知ることができ，学級全体さらには学校全体で一つのコミュニティを構築することができる（要件②に対応）．

3.2 e 学級日誌の機能

e 学級日誌の活用方法を実現する上で必要な機能として，既存の学級日誌の機能，電子化する上で必要な機能，要件を満たすために必要な機能の抽出から，e 学級日誌の機能を決定した．また，e 学級日誌は，e ポートフォリオシステムを用いるため，決定した機能に対して，e ポートフォリオシステムを効果的に活用するための活動である「e ポートフォリオ活動[5]」を対応付けた（表 1）．この結果，e 学級日誌は，学級日誌としての役割を保ちつつ，e ポートフォリオシステム活用による効果を得ることができ，e 学級日誌の活用方法に基づいて活動すること自体が e ポートフォリオ活動になると言える．

4. 実践

4.1 対象

2015 年 11 月～12 月を期間とし，A 大学の同じゼミに所属する大学生及び大学院生 11 名と指導教員 1 名の計 12 名を対象に実践を行った．

4.2 実践内容

本実践では，e 学級日誌をオープンソースの e ポートフォリオシステム Mahara[6]上に実装し，e 学級日誌の活用方法に基づいて活動を行った．なお，今回は大学生及び大学院生が対象のため，役割として日直，児童生徒，担任教師の三つの役割を与え，日直は交代制として学級日誌を作成した．

5. 評価

5.1 評価方法

e 学級日誌を活用することで相互理解を促進できるかどうかを明らかにするために，実践最終日に，相互作用に関する項目 6 項目，コミュニティの形成に関する項目 7 項目（4 件法）の全 13 項目で構成した質問紙による調査を実施した．

5.2 結果と考察

質問紙の結果について，二項検定を行ったところ，相互作用に関して，「e 学級日誌に書かれている内容に関して，e 学級日誌外でコミュニケーションをとるようになった（$p < .05$）．」など 5 項目，コミュニティの形成に関して，「研究室として一体感が高まった（$p < .01$）．」，など 6 項目で有意差が認められた．これらの項目はすべて肯定的であった．このことから，e 学級日誌を活用することで，相互作用の生起と，コミュニティの形成ができる可能性が示唆され，学級経営における相互理解を促進することに効果があることが示唆された．

6. おわりに

本研究では，学級経営における相互理解を促す e 学級日誌とその活用方法を提案し，提案に基づいたシステムを用いて実践と評価を行った．今後は，初等中等教育の現場における実践を行い，e 学級日誌の活用による効果について検証していく予定である．

謝辞

本研究の一部は，科研費（26350311）の助成を受けたものである．

参考文献

(1) 文部科学省：“小学校学習指導要領解説 総則編”（2008）
(2) 汐見稔幸：“子どもの生活経験の現状−地域，社会の変容と子どもの発達に関する検討−”，学校教育研究，25，pp.8-22（2010）
(3) 中川一史，堀田龍也，大篠いづみ，狩野ひろみ：“学級日誌をコンピュータ上に設計した教室用ソフトウェアの開発と評価”，日本教育工学会論文誌，29(Suppl.)，pp.153-156（2005）
(4) 森本康彦：“e ポートフォリオの理論と実際”，教育システム情報学会誌, 25(2), pp.245-263（2008）
(5) 森本康彦：“高等教育における e ポートフォリオの最前線”，システム制御情報学会誌,No10,pp23-29（2011）
(6) Mahara <https://mahara.org/>

表 1　e 学級日誌の機能と e ポートフォリオ活動との対応

機能名	機能の内容	e ポートフォリオ活動	対象者
1 日の基本情報設定機能	その日の天気や気温，欠席者・遅刻者・早退者等の情報を記録する	—	日直
1 日の生活目標設定機能	その日の生活目標を記録する	ゴール設定	日直
1 日の予定表示機能	その日の時間割や行事の予定等を表示する	ルーブリック確認	日直，児童生徒
1 日の学習内容記録機能	各授業や行事等に対して学んだこと等を記録する	自己評価	日直，児童生徒
1 日の出来事記録機能	その日に起こった出来事について自由に記録する	自己評価	日直，児童生徒
1 日の良い点・反省点記録機能	その日にあった良い点，反省点を記録する	自己評価	日直，児童生徒
教師フィードバック機能	教師からのフィードバックを記入する	教員評価	担任教師
相互コメント機能	他者の学習内容，出来事，良い点と反省点に対してコメントする	相互評価	日直，児童生徒
1 日のまとめ作成機能	学級外に公開するためのページを作成する	セレクション	日直
日誌閲覧機能	公開範囲に指定された人に対して日誌を公開する	公開	日直，児童生徒，担任教師，他教師，保護者

e ポートフォリオシステムにおける 学習記録データを用いたダッシュボードの開発

Development of a Dashboard Using Learning Records on an E-portfolio System

丸山 浩平[*1], 福岡 典幸[*1], 宮寺 庸造[*1] 森本 康彦[*1]
Kohei MARUYAMA[*1], Noriyuki FUKUOKA[*1], Youzou MIYADERA[*1], Yasuhiko MORIMOTO[*1]
[*1] 東京学芸大学
[*1]Tokyo Gakugei University

あらまし: 本研究では, e ポートフォリオシステム上で行われる e ポートフォリオを活用した学習を支援・促進することを目的に，学習記録データを用いたダッシュボードを開発した．具体的には，学習記録データを分析し，学習者に対し，(1) 学習活動に対する取り組みの度合い（主体性）と，(2) 学習コミュニティへの参加度合い（参加），(3) 相互評価による学習者間の関係（参加コミュニティ），の３つの学習状況の可視化をダッシュボード上に試みた．本論文では，開発したダッシュボードについて述べる．

キーワード: e ポートフォリオ，ダッシュボード，e ポートフォリオシステム，学習記録データ

1. はじめに

近年, 大学だけでなく, 中・高等学校においても, e ポートフォリオシステムを導入する機関が増えてきている. e ポートフォリオを活用した学習は, 構成主義的な学習観によって支えられており, 学習者は, 自律的に学習に取り組み，具体的には，ゴールの設定，学習成果物の提出，自己評価や相互評価などの e ポートフォリオ活動を通して，学習が生起される[(1)]．しかしながら，学習者が，e ポートフォリオを蓄積することを目的化してしまい，その結果，学習者の主体性が失われ，学習が上手く行かないというケースもよく見聞きされる．

一方，近年では，学習記録データを分析・活用するラーニングアナリティクスが注目を集めている[(2)]．ラーニングアナリティクスは，分析結果を人が見て判断するための何らかのフィードバックに用いられることを特徴としており，そのための可視化ツールとして，ダッシュボードの研究が注目されている[(3)]．

そこで本研究では，e ポートフォリオシステム上で行われる学習者の e ポートフォリオを活用した学習を支援・促進することを目的とする. 具体的には，e ポートフォリオシステム上に蓄積された学習記録データの分析結果として，自身の学習状況と，他者の学習状況を可視化して提示するダッシュボードの開発を行なう．そして，開発したダッシュボードを備えたシステムを開発し，実践を通して，ダッシュボードの効果検証を行なっていく．本論文では，開発したダッシュボードについて述べる．

2. e ポートフォリオを活用した学習の支援

ズビザレタ(2004)は, e ポートフォリオを活用した学習を構成する必須の要素として，リフレクション（reflection），ドキュメンテーション（documentation），コラボレーション（collaboration／mentoring）を挙げ，これら３つの要素がお互いに働きあうとき，e ポートフォリオ学習が最大限に引き出され，有効かつ効果的に機能するとしている[(4)]. また，３つの要素による学習活動は，学習者の主体的な学びによって支えられているため，モチベーション（motivation）によってさらに３つの要素が促進され，学びが深化するとしている．

本研究では，これを支持し, e ポートフォリオを活用した学習の支援・促進に求められる要件として，これら要素を取り入れることを考えた．

要件①: モチベーションが高まり，積極的に学習に取り組むようになること．
要件②: ドキュメンテーションが促進され，詳細な学びの記録がなされること．
要件③: コラボレーションが促進され，他者との相互作用が増えること．
要件④: リフレクションが促進され，自身の学びを振り返ることで学習が深化すること．

3. ダッシュボードの設計

e ポートフォリオ学習を支援する機能を有するダッシュボードを開発するために，前章の要件①～④を満足する次の３つの機能を用意する．

機能(i): 主体性の可視化機能（要件①，②に対応）
機能(ii): 参加の可視化機能（要件③に対応）
機能(iii): 参加コミュニティの可視化機能（要件③に対応）

また，これら３つの機能により学習状況がダッシュボード上に可視化されることで，学習者に気づきを与えることができ，リフレクションが誘発されることで要件④が満足されると期待できる．

本研究におけるダッシュボードは, Few（2005）のダッシュボードの５つの要件を参考に[(5)]，機能(i)と機能(ii)は，スケールに対する目標値と現在値を示す「メーター」として可視化を試みる．また，機能(iii)は，学習者間の関係性を表すため，ネットワーク分析による結果を有向グラフとして可視化する．

3.1 主体性の可視化機能

本機能では，学習者の e ポートフォリオ学習への取り組み度合いを「主体性」と定義し，学習者の成果物提出回数(a)とその目標回数(A)，自己評価の回数(s)とその目標回数(S)，他者への相互評価の回数(p)とその目標回数(P)に関して，それぞれの達成割合を合算し，百分率として算出した値を，e ポートフォリオ学習への取り組み度合いとしてメーターに表示する．本研究では，下記の式(1)によって主体性の値を算出することにした．なお，重み付け係数(w_1~w_3)をそれぞれの達成割合に乗算し，教員は目標回数と重み付け係数を調整することで，主体性の値の増え方を調節する．

$$\text{主体性}\ X = \frac{a}{A}w_1 + \frac{s}{S}w_2 + \frac{p}{P}w_3 \qquad (1)$$

（ただし，$w_1 + w_2 + w_3 = 1$ とする．）

3.2 参加の可視化機能

本機能では，学習者の e ポートフォリオ学習における他者との協働的な学びへの取り組み度合いを「参加」と定義し，他者への相互評価の回数(p)とその目標回数(P)，他者から受けた相互評価の回数(f)とその目標回数(F)に関して，それぞれの達成割合を合算し，百分率として算出した値を，他者との協働的な学びへの取り組み度合いとしてメーターに表示する．本研究では，下記の式(2)によって参加の値を算出することにした．なお，重み付け係数(w_1~w_2)をそれぞれの達成割合に乗算し，教員は目標回数と重み付け係数を調整することで，参加の値の増え方を調節する．

$$\text{参加}\ Y = \frac{p}{P}w_1 + \frac{f}{F}w_2 \qquad (2)$$

（ただし，$w_1 + w_2 = 1$ とする．）

なお本研究では，上記の２つの式によって主体性と参加の値の算出を行ったが，ダッシュボードへの実装の際には，算出の式を変更できるように開発することで，表示の具合を可変にできると考えている．

3.3 参加コミュニティの可視化機能

本機能では，e ポートフォリオ学習において，自身が誰に対して相互評価を行ったか，また誰が誰に対して相互評価を行ったかの相互評価の関係を「参加コミュニティ」と定義し，それを可視化する．具体的には，島崎ら（2013）の *Peer Assessment Network* を用い，学習者をノード，学習者の間で相互評価が行われた関係を有向辺のエッジとする有向グラフによって，相互評価の関係を可視化する[6]．

4.　ダッシュボードの開発

本研究では，先の３つの機能を有するダッシュボードを e ポートフォリオシステム上に開発した（図１）．本システムは，学習者がいつでも利用でき，ダッシュボードで情報を確認しながら学習を行えるよう，PC に限らずスマートフォンでも利用できる Web アプリケーションとして開発した．開発言語は，HTML5，CSS，PHP，JQuery，JavaScript，D3.js を，データベースは PostgreSQL を用い，商用 LMS である WebClass の拡張機能として実装を行った[7]．

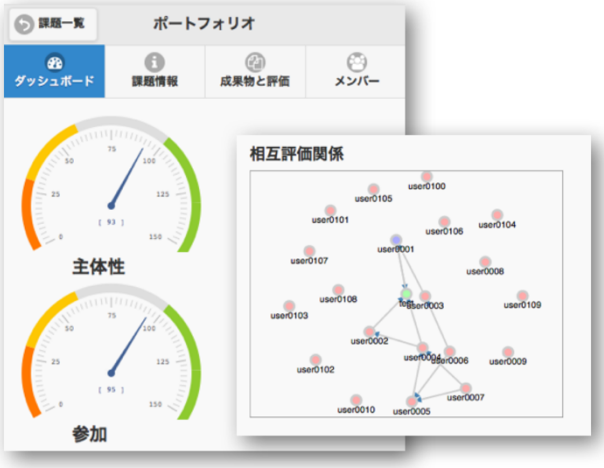


図１　ダッシュボード画面例

5.　おわりに

本研究では，e ポートフォリオシステム上で e ポートフォリオを活用した学習を支援・促進することを目的に，学習者の e ポートフォリオ学習の状況を提示するダッシュボードを開発した．

開発したダッシュボードの効果を検証するための実践を行ったところ，概ね良好な結果を得ることができた．今後は，ダッシュボードの詳細な評価を行なう予定である．

謝辞

本研究は科研費（26350311）の助成を受けたものである．

参考文献

(1)　森本康彦：“高等教育における e ポートフォリオの最前線”，システム制御情報学会誌，Vol.55，No.10，pp.23-29（2011）
(2)　森本康彦：“e ポートフォリオとしての教育ビッグデータとラーニングアナリティクス”，コンピュータ＆エデュケーション，Vol.38，pp.18-27（2015）
(3)　Duval, E.: “Attention please! Learning analytics for visualization and recommendation” Proc. 1st International Conference on Learning Analytics and Knowledge, pp. 9-17 (2011)
(4)　Zubizaretta, J.: “The Learning Portfolio” Anker Publishing Company, Inc. (2004)
(5)　Few, S：“Information Dashboard Design: The Effective Visual Communication Of Data”, Oreilly & Associates Inc. California（2005）
(6)　島崎俊介，森本康彦，宮寺庸造：“社会ネットワーク分析を用いた e ポートフォリオ学習におけるピア・アセスメント活動状況把握の検討”日本教育工学会研究報告集，JSET13-3，pp.91-96（2013）
(7)　WebClass　<https://www.datapacific.co.jp/webclass/>

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

The Effects of Using Professional ePortfolio That Student Teachers Are Realized

谷塚 光典[*1 *2], 東原 義訓[*1], 喜多 敏博[*2], 戸田 真志[*2], 鈴木 克明[*2]
Mitsunori YATSUKA[*1 *2], 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] 熊本大学大学院教授システム学専攻
[*2] Graduate School of Instructional Systems, Kumamoto University
Email: yatsuka@shinshu-u.ac.jp

あらまし：信州大学教育学部では，在学する４年間を通して，教職ｅポートフォリオを活用している．本研究では，卒業直前時期の学生を対象にアンケート調査を実施し，その分析から，教職ｅポートフォリオを４年間継続利用した学生が感じている教職ｅポートフォリオの効果を明らかにした．その結果，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ことなどがわかった．
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，2010 年度入学生から新設・必修化された「教職実践演習」に対応するために，2001 年度から継続的に利用してきていた教育実習 Web ポートフォリオの基本コンセプトを活かしつつ，履修カルテとしても利用可能な教職ｅポートフォリオを導入した(1)．教職ｅポートフォリオにおける相互評価機能の設計と実装を行い(2)，教職志望学生による自己評価および学生間の相互コメントの効果を明らかにした(3)．学生は，教職ｅポートフォリオを活用して自己評価することを通して，教育実習を客観的に振り返ることができることを感じたり，自己課題を明確にしたりしていたことと合わせて，学生間の相互コメントを通して，教育実習を改めて振り返り，相互コメントすることの意義を実感していることがわかった．また，教職ｅポートフォリオに書かれた観点別自己評価や相互コメントの記述分析から，学生の成長過程を明らかにする試みをしてきている(4)(5)．

そこで，本研究では，「教職実践演習」履修後の卒業直前時期の学生を対象にアンケート調査を実施し，その分析から，教職ｅポートフォリオを４年間継続利用した学生が感じている教職ｅポートフォリオの効果を明らかにする．

2. 研究の対象と方法

対象学生は，2012 年度に信州大学教育学部に入学し，2015 年度に「教職実践演習」を受講した 4 年次生である．「教職実践演習」の全講義の終了後，全学の e-Learning システム「eALPS」上で，アンケートを行った．実施時期は 2016 年 3 月であった．251 名のうち 67 名から回答があった（回答率 26.7%）．

次のような質問項目を設定し，自由記述または多肢選択で回答を得た．（《　》内は回答形式）

○同じコースの仲間からのコメントを読んで，何を学びましたか？《自由記述》
○学部指導教員からの指導者コメントを読んで，何を学びましたか？《自由記述》
○これまで，コース・課程内の学生や教員と相互閲覧・コメントしました．もし，他に相互閲覧・コメントするとしたら，誰からどのようなコメントやアドバイスを受けたいですか？《自由記述》
○「教職ポートフォリオ（履修カルテ）」は，あなた自身が「目指す教師像」を明らかにするために役立ったと思いますか．《選択，理由は自由記述》

これらの他に，観点別自己評価の観点についての質問や，教職ｅポートフォリオのシステムの操作性等についても尋ねている．

3. 結果

3.1 相互コメントによる学び

相互コメントの記入・閲覧によって学生は何を学んだと実感しているかを明らかにするために「同じコースの仲間からのコメントを読んで，何を学びましたか？」と尋ねた．自由記述による回答では，主に，「視点」「仲間」「客観的」等の語句が多く使われていた．（以下，＜　＞内は学生の記述の引用）

「視点」についてでは，＜自分とは異なる視点や立場からの意見はとても参考になった＞＜新たな視点が素直に自分の中に落ちてきて＞＜本当に多くの視点があることを感じた＞のように，自分が気づかなかったことを気づく契機を感じていた．

また「仲間」についてでは，＜仲間の大切さを学んだ＞＜仲間とともに切磋琢磨しながら大学生活を送ってきた＞＜仲間に認めてもらうことで自信をもつ＞＜これからも仲間とのつながりを大切にしてい

きたい＞のように，「教師の同僚性」を感じていた．

そして「客観的」についてでは，＜自分ではわからない部分を客観的に見て＞＜どこを実際には直さなければならないのかを主観的ではなく客観的にコメントしてくれた＞＜自分自身の利点や課題を客観的に見て明確に＞のように，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ていることがわかった．

3.2 指導者コメントによる学び

４年次末の自己評価(総合評価と観点別自己評価)および学生間の相互コメントが終わった段階で，卒業研究の指導教員による指導者コメントを依頼している．その指導者コメントを読んで何を感じているか明らかにするために,「学部指導教員からの指導者コメントを読んで,何を学びましたか？」と尋ねた．自由記述による回答では，主に，「課題」等の語句が多く使われていたことと合わせて，今後の展望が示されていた．

「課題」については，＜自身の課題に感じている部分を的確に指摘していただき＞＜今後のさらなる課題を鋭く指摘して下さり＞＜自分の課題を提示して頂いたので，今後するべきことの見通しを持つことができた＞のように，日常的・定期的に接している卒業研究指導教員だからこそ指摘できることがあり，学生もそれを受け止めていることがわかった．

また，今後の展望については，＜社会人として自ら仕事を進めていけるような人間になりたい＞＜今までは何とか済んでいたことが仕事では重大なミスにつながることもあるので気を付けて過ごしたい＞＜目指す教師像などの考えを深めることができた＞のように，卒業してからも「学び続ける教員」であるための示唆を得ていることがわかった．

3.3 他者評価の相手

教職ｅポートフォリオシステムでは，他者評価の相手として，同じコース所属の学生と卒業研究指導教員を想定していた．そこで，もし他に他者評価を受けるとしたら誰から受けたいかを尋ねたところ，「学生」や「現職教員」からという回答が多かった．

「学生」については，同じコースの先輩や後輩に加えて，他コースの学生という記述もあり，学年やコースを越えた相互閲覧・コメントを望んでいた．

また,「現職教員」については，教育実習の指導教員が多くあがっていた．さらに，大学の教員でも，卒業研究指導教員以外の教員という意見もあった．

これらはいずれも，ユーザ登録と相互閲覧・コメント可能範囲設定によって実現可能であるので，今後の検討課題としたい．

3.4 教職ｅポートフォリオの効果

『「教職ポートフォリオ（履修カルテ）」は，あなた自身が「目指す教師像」を明らかにするために役立ったと思いますか.』という問いに対して４段階で回答を求めたところ,肯定的意見(「とてもそう思う」「そう思う」) が 54 名（80.6%）と，否定的意見（「そう思わない」「全くそう思わない」) の 13 名 (19.4%) を大きく上回った．その一方で,『あなたは,「教職ポートフォリオ（履修カルテ）」を教師になった後も継続して使っていきたいと思いますか.』という問いに対して４段階で回答を求めたところ，肯定的意見（「とてもそう思う」「そう思う」) が 34 名 (50.7%)，否定的意見（「そう思わない」「全くそう思わない」) が 33 名（49.3%）と意見が割れた．

否定的な回答の理由としては，＜12 観点それぞれの意味が分からず嫌々入力することが多かった＞＜意味がない＞＜目指す教師像と 12 観点の結びつきが不明瞭であった＞等の記述があった．

教職ｅポートフォリオの効果を感じつつも，作成に手間がかかることから，継続的な作成・利用にはつながっていないこともわかった．

4. おわりに

本研究では,「教職実践演習」履修後の卒業直前時期の学生を対象にアンケート調査を実施し，その分析から，教職ｅポートフォリオを４年間継続利用した学生が感じている教職ｅポートフォリオの効果を明らかにした．

今後の課題としては，今回の調査の回答率は 26.7%にとどまっており，学生全体の意見を反映しているとは言えないかもしれない．実施時期や調査方法の工夫が必要であろう．

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（2013）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

(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)：235-248（2015）

(4) 谷塚光典，東原義訓，喜多敏博，戸田真志，鈴木克明：“教職ｅポートフォリオにおける相互コメントに見る教職志望学生の成長”. 日本教育工学会研究報告集，JSET16-1，pp.533-538（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）

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

Development of Navigation System for Engineering Experiments based on Pair Programming Method

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：これまで実験に効果的に取り組むことが可能な学習支援システム「Ex ナビ」を開発し，それを用いたプロジェクト型学習教材による学生実験を実施してきた．運用結果から，学習者の理解度により活用できる情報が少ない場合があることや，限られた実験テーマしか対応できないという改善点も見つかった．本研究では，学習者の理解度に応じて助言内容が更新され，様々な実験に対しても対応可能なナビゲーションシステムの構築を行う．
キーワード：プロジェクト型学習，ペアプログラミング，拡張現実

1.　はじめに

工学教育の現場では，実践力を有する人材育成が行われている．本校のカリキュラムにおいても，学際分野の知識が必要なメカトロニクス分野などの学習がカリキュラムに組まれている．

筆者らも，問題解決能力を向上させるプロジェクト型メカトロニクス学習教材の開発・運用をしてきた[(1)]．そして，この教材をより効果的に支援するためにペアプログラミング手法を取り入れた「Ex ナビ」の開発を行い，シーケンス制御実験に導入した[(2)(3)]．しかし，Ex ナビは，学習者によって，1 度に提示される助言の情報量が多く，理解の範囲を超えてしまい，助言機能を十分に使いこなせなかった．また，シーケンス制御実験に限定して製作したため汎用的ではなかった．

そこで，本研究では，この問題を改善するための実験・実習ナビゲーションシステムの開発を行う．

2.　プロジェクト型メカトロニクス学習教材

この学習教材は，システムの信号を制御する標準ステーションとベルトコンベアなどのメカトロニクス機器で構成した実験ステーションである．この実験ステーションを学習者に配布し，実験ステーション上で各々の課題に取り組む．そして，学習者たちはそれらを連携させて，図 1 のように 1 つのプロジェクト課題を達成することを目指す．

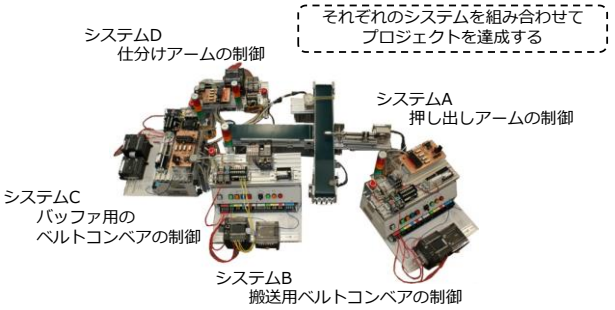


図 1　プロジェクト型メカトロニクス学習教材

3.　ペアプログラミング手法を取り入れた学習支援システム「Ex ナビ」

プロジェクト型メカトロニクス学習教材を用いた学習を支援するため，ペアプログラミング手法を用いた学生実験支援システムの試作機「Ex ナビ」を開発した．次にこの Ex ナビについて説明する．

3.1 ペアプログラミング手法

ペアプログラミング手法とは，2 人の学習者がナビゲータ役とドライバー役に分かれて，課題に取り組む．このとき，ナビゲータ役の学習者は，課題達成に必要な情報を収集し，ドライバー役の学習者に指示をする．ドライバー役の学習者は，ナビゲータ役の学習者から得た指示をもとに，実験装置を操作する．各学習者は，それぞれの役割を通じて課題達成に関わることで，理解を深められる．ナビゲータ役の学習者が指示する際に必要となる情報などを提示するためのシステム Ex ナビの概要について次に説明する．

3.2 Ex ナビの概要

Ex ナビは，ナビゲータ役の学習者がドライバー役の学習者に，課題達成に必要となるラダー図や回路設計など指示する際に必要となる情報を提示する機能を持つ．次に，Ex ナビの持つ機能を説明する．

3.2.1 かざす情報表示機能

かざす情報表示機能は，図 2 のように実験ステーションに付いているマーカーにタブレットをかざすと，実験ステーションとメカトロニクス機器を連携させるために必要な実体配線図が表示される．また，画面上のボタンを操作することで，必要な部分の配

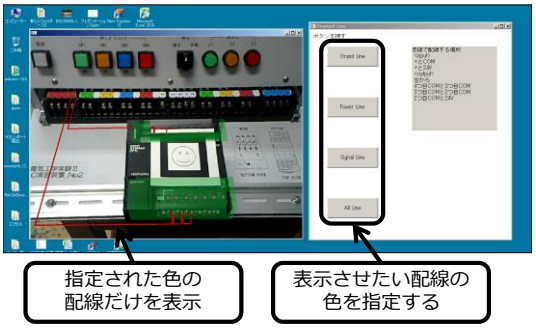


図 2　かざす情報表示機能

線のみを表示させることもできる．

3.2.2 アドバイス機能

アドバイス機能は，真理値表やラダー図など課題達成に必要な事柄をタブレット上で表示できる．画面上には，いくつかのアドバイス選択ボタンがある．ナビゲータ役の学習者はその中から参照したいアドバイスを選択する．選択されたアドバイス内容は，アニメーションなどによって表示される．

3.3 学生実験導入による問題点

これまで説明してきた Ex ナビを本校電気工学科４学年のシーケンス制御実験に導入した結果，次のような問題点が明らかになった．

3.3.1 助言内容の情報量

ナビゲータ役の学習者によっては，一度に提示されるアドバイスの情報量が理解の範囲を超えてしまっている場合があった．そのため，ナビゲータ役の学習者は，機能を十分に活用しきれなかった．

3.3.2 限定的な運用システム

この Ex ナビにおいて，運用してきたデータは，シーケンス制御実験に限定されると同時に，Ex ナビのシステムプログラム内に埋め込まれている．そのため，他の実験・実習に Ex ナビを運用するためには，システムプログラムからデータを変更しなければならず，汎用的に使用するには扱いづらかった．

4.　実験・実習ナビゲーションシステム

これまで述べてきた Ex ナビの問題点を改善するため，実験・実習ナビゲーションシステムの構築を行う．このシステムついて次に説明する．

4.1 実験・実習ナビゲーションシステムの概要

この実験・実習ナビゲーションシステムは，Ex ナビを基に構築する．本ナビゲーションシステムは，使用する学習者の理解度に応じて，柔軟に助言内容を段階的に変更することできる機能を持つ．また，限られたテーマだけの運用にとどまらず，汎用的に運用可能なシステム構造の再構築を行う．次に，実験・実習ナビゲーションシステムの機能および構造について説明する．

4.1.1 タイムリリース型アドバイス機能

学習者の理解度に応じて，助言内容を段階的に基礎的な項目まで掘り下げ，関連情報も提示できる機能の追加が必要である．このタイムリリース型アドバイス機能は，学習者の助言参照頻度や作業経過時間を基に理解度を判定し，助言内容を更新する．

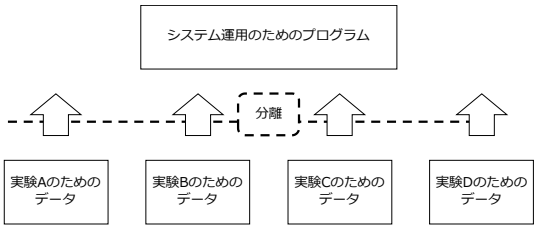


図 3　システムとデータの分離構造

4.1.2 システム構造の改良

様々な実験・実習に対して，助言する内容などの更新を行う必要がある．これまでは，システムを動作させるためのプログラムに助言内容のデータが組み込まれていた．そこで，本システムでは，図 3 のように，システムとデータを分離させる構造にする．これにより，助言内容のデータのみ更新することで，汎用的に管理・運用を行うことができる．

5.　学生実験導入に向けての試作

今回は，汎用的な運用に向けて，システム構造の改良を行った．試作として，データの検索ウィンドウを作成し，指定されたデータを別ウィンドウに表示させた．今後は，各実験・実習に沿ったデータを作成し，タイムリリース型アドバイス機能などの機能を充実させる予定である．

6.　おわりに

本研究では，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の開発を行った．まず，これまで開発してきた教材および Ex ナビについて説明した．次に，実験・実習ナビゲーションシステムについて説明した．そして，学生実験導入に向けて，システム構造の改良を行った．

今後は，各機能を充実させていく予定である．また，データの編集をシステムの画面上で編集可能にするためのオーサリング機能を搭載し，データ管理も容易に行えるようにしていく予定である．

謝辞

本研究は，科学研究助成金(平成 28 年度)奨励研究(課題番号：16H00360)の助成を受けたものである．ここに記して謝意を表する．

参考文献

(1) 稲守，千田，野口，荒井：“プロジェクト型メカトロニクス学習教材の開発”，平成 22 年度工学・工業教育研究講演会講演論文集，pp.362-363(2010)
(2) 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”，教育システム情報学会 第 40 回全国大会講演論文集，pp.315-316(2015)
(3) 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，No319，pp.47-50(2015)

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
Development of Experiment Support System for Improvement of Educational Effectiveness in Science Education Program among Schools

千田 和範[*1]，稲守 栄[*1]，野口 孝文[*1]
Kazunori CHIDA[*1]，Sakae INAMORI[*1], Takafumi NOGUCHI[*1]
*1 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：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．しかし小学校での理科科学分野では難易度などの問題から動機づけが難しくなってきている．そこで我々はこれまで協調学習の手法を用い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，異なる観点をも統合し学習の深化を行う学習方法において，「新しい気付き」を促進させるため，ICT により協調学習の効率化を図る学習支援システムを開発する．また本支援システムは本年度後半で実際に運用し，教育効果の検証を行う．
キーワード：問題解決型実験教材，実験装置，試行錯誤型実験，教育機関連係，競争原理

1. はじめに

近年，アクティブラーニングなどの手法が注目される中，我々はこれまで「動機づけ」，「満足感」などを考慮した問題解決型学習や，それを拡張したコンテスト型式の学習方法を高専の授業や実験として取り入れ，関連学会で成果報告を行ってきた[1-3]．

最近は，直感的に分かりにくいことから苦手意識を抱いてしまう児童が多い電気磁気分野において，コンテスト形式の全員参加型実験授業による電磁気分野への動機付けと同時に，授業や実験を複数校で展開することで単独校では得られなかった学習の広がりを目指した，小学校向け理科教育用グループ学習プログラムを開発した．本プログラムは 3 年ほど継続運用を行っており，効果を上げている．

本研究ではこのプログラムの試行錯誤を行いながら学習を進める過程において，さらに効果的に学習を進めるための支援システムについて報告する．

2. 理科実験実習プログラムの概要

本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，主テーマを電磁石の働きと強力電磁石の製作に設定している．このプログラムは次に示す 4 つの活動によって構成されている．特にコンテストによる競争原理を導入することで，試行錯誤を伴う問題解決学習が自発的に行われる．

① 電磁石の基本特性に関する全員体験型実験（1 回 90 分）
② 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，小学校対応 2 週間程度）
③ 複数校／クラス参加による電磁石の性能コンテスト（1 回 120 分）
④ コンテストの総括とグループ学習の内容をまとめる壁新聞の作成（高専対応 90 分，小学校対応 2 週間程度）

2015 年度は市内の O 小学校 2 クラス 62 名の協力

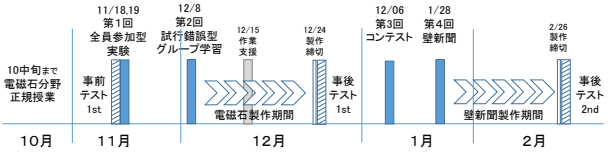


図 1 2015 年度のグループ学習の日程

のもとで本プログラムの運用を図 1 の日程で実施した．ここでは今回のシステムにかかわりのある部分について説明する．

2.1 電磁石の基本特性に関する全員体験型実験

実験結果の比較検討などを効率的に行うために，タブレット端末を用いた計測値の入力と教室内の大画面モニタにグラフ出力を即時反映させるツールを開発し利用してきた．図 2 は 2015 年度版の実験結果共有システムと操作用タブレットであり，各種実験値はスライドバーで直感的に入力することができる．

2.2 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伴う試行錯誤を通して事象の理解を深めることができる．この試行錯誤作業は仮説をたて，実験により検証する作業が不可欠であるため，仮説と結果の記録が重要となる．そこで 2014 年度までは，図 3 のアイデア／実験まとめシートに実験結果を記入し，次の試作に利用してもらっていた．しかし，まとめシートは後で読み返すのは困難だったり，実験に集中するあまり記録を失念したりすることが多く起こっていた．

そこで 2015 年度は全員体験型実験で使用した実験結果可視化システムのインタフェースを流用した実験まとめシステムを開発した．このシステムを図 4 に示す．なお，このシステムは試行錯誤過程において様々な条件下での比較検討を実現するために定量データはスライドバーで，定性データはボタンで入力できるようにしたものである．また数値や状態

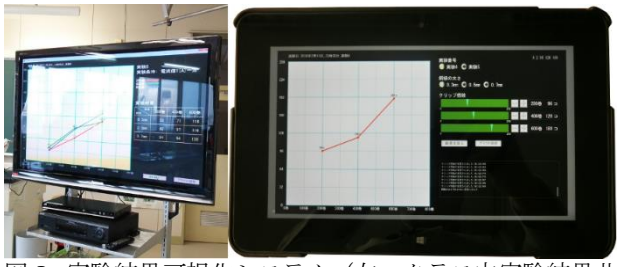


図 2. 実験結果可視化システム（左：クラス内実験結果共有用画面，右：操作用タブレット）

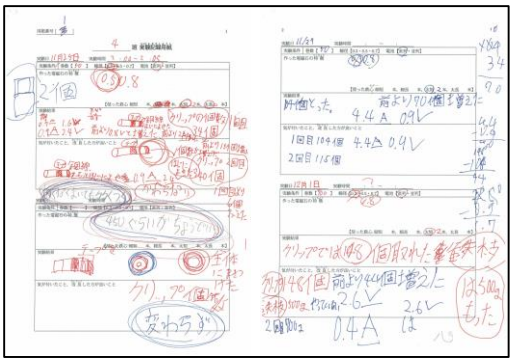


図 3. 2014 年度までのアイデア／実験まとめシート

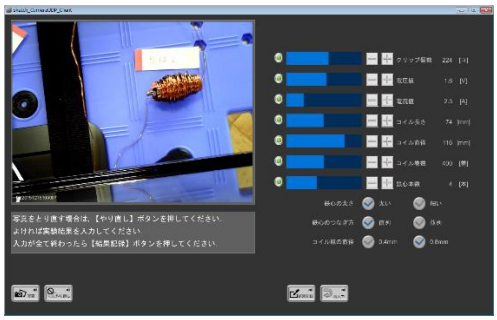


図 4. 2015 年度開発の実験試作まとめシステム

だけでなく，写真も撮影できる様にすることで多多様なデータを収集，提示できるように考慮した．
加えて，システムの運用において，試行錯誤型グループ学習は日程的に小学校教諭が主導することが多くなる．そのため，班毎ではなく 1 台の PC 上で運用し ICT 機器管理の負担低減も考慮した．

3.　提案システムの検討と改善

提案システムを O 小学校の一クラスにて試験的に数回運用した．その結果，次の問題点が確認できた．

① 実験条件の内容と入力インタフェースの問題
② 設置機材による順番待ちの問題

まず，参加した生徒は図 2 のシステムを事前に使用していたことで，実験値はスムーズに入力することができていた．一方，試行錯誤に必要な実験条件の入力については混乱が見られた．この入力項目については，共通項を見出すための比較検討に必要となるものを設定した．しかし児童は実験時にそれらのパラメータを意識していなかったり，また測定自体に手間取ったりすることが多かった．加えて管理の手間から入力システムは 1 台だけであったため，

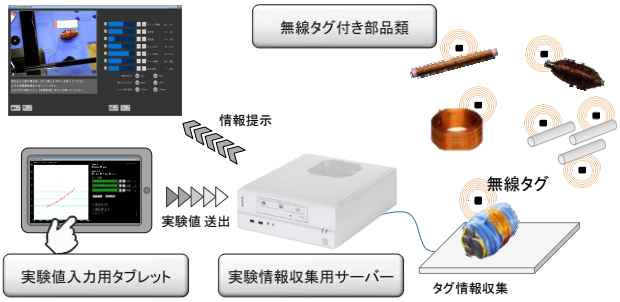


図 5. 無線タグを活用した試行錯誤実験支援システム

入力にも待ち時間が多く必要となっていた．そのため，作業時間に無駄が多く見られる結果となった．

そこで，実験条件の収集と入力にかかるコストを削減し，実験結果の効果的な比較検討を実現する図 5 の実験支援システムを開発する．

本システムは下記の 4 つの機器により構成される．

A)　実験情報収集用サーバー
B)　無線タグ情報収集デバイス
C)　実験値入力用タブレット
D)　比較情報提示用モニタ

児童は電磁石製作と性能試験が終わったら，電磁石を B)情報収集デバイスの上に置き，C)タブレットを使って実験値を入力する．この段階で A)情報収集用サーバーは実験値を受信すると共に，無線タグ情報を読み取る．無線タグには部品の素材や諸元情報が書き込まれており，児童が入力せずとも簡単に素材や諸元に基づく実験条件が収集できることになる．また児童は収集した実験条件とその時の実験値を任意に選択し，d)モニタで表示することができる．これにより強い電磁石を製作するための製作条件と実験結果を比較しながら作業することが. 可能となる．

4.　まとめ

本研究では，試行錯誤により学習の幅を広げるグループ学習用教材を運用する上で，試行錯誤をさら効果的に進めるための実験支援システムを提案した．

今後は，支援システムを理科教育プログラムで使用し，試行錯誤学習の効果を向上させる予定である．

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)　稲守栄，千田 和範，野口 孝文，仮想システムと実システムが連携可能なプロジェクト型学習教材の開発，教育システム情報学会 第 37 回全国大会，pp.192-193(2012)
(2)　千田和範，野口孝文，梶原秀一，荒井誠，稲守栄，電子制御技術教材のステーション化とその連携によるプロジェクト指向型教育プログラムの開発，(独)国立高専機構 全国高専教育フォーラム 電子制御技術教材活用プロジェクト報告会概要集，pp.5-8(2010)
(3)　千田和範 ほか 5 名，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)

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

A study on transformation of scientific interest by Science Communication

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．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）に関わっている．また，宇都宮大学にて今年度開講されている授業「サイエンスコミュニケーション入門」にも協力している．

SC の定義は様々あるが，一般的には「科学に関する一般市民との対話」という文脈で語られることが多く，それらの目的は，知的好奇心の充足だけではなく，科学リテラシーの向上，リスクやクライシスに対するパニック予防など，様々である．

SC の手法は多岐にわたり，比較的取り組みやすく効果の出やすい「サイエンスカフェ」をはじめ，「ライティング」「フェスティバル」「ワークショップ」「科学教室」「ゲーム」「絵本」「動画・CG 制作」など，様々なツールが用いられる．

本稿では，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」を軸として，参加者・関係者の科学的関心変容について考察したい．

2.　サイエンスカフェとは

サイエンスカフェは 1990 年代後半に，ヨーロッパで始められた SC の代表的手法で，その名の通り，参加者らがコーヒーなどを片手に，カフェのような雰囲気の中，特定の科学的テーマについて語り合うコミュニケーションである．

2.1 サイエンスカフェの形式

サイエンスカフェの方法については強制的な形式が存在するわけではないが，概ね以下のような開催傾向がみられる．

- 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．専門家と市民をつなぐサイエンスコミュニケータが務めることが多い．
- 比較的少人数の市民参加者．概ね 10～30 名程度であるが，まれに大規模なものもある．
- ゲストや参加者同士が，直接あるいは間接的に対話ができる規模の会場設定（円卓やグループ席など）．
- 小規模になるほど，ゲストと参加者の立場がフラットになる．
- 所要時間は概ね 1～2 時間程度（ゆったりとしたカフェタイム）．

このような環境の中，ゲストによる話題提供，参加者とのディスカッションを軸に，場合によっては，グループワークやブレイクタイムでのコミュニケーション活動が行われたりする．

2.2 サイエンスカフェの特徴

通常の講演・セミナー・講義などとの大きな違いとして，

- 専門家であるゲストと直接話しやすい．
- 参加者同士でも話しやすくなり，他者の意見や考え方に触れやすくなる．
- 必ずしも１つの結論を求めなくても良く，むしろ興味・関心を高めることが主たる目的となることも多い．
- ファシリテータの働きなどにより，参加者が常時受動的となることが少なくなり，主体的に参加しやすくなる．

などのアクティブラーニング的な要素が多く含まれる．

3.　サイエンスらいおんカフェの実践

とちぎサイエンスらいおんでは 2013 年 1 月より，「サイエンスらいおんカフェ」を毎月 1 回開催しており，40 回を超える開催となっている．形式の変遷等もあり，様々な形態・ターゲットで実施している．

ゲストの話題提供の後にグループワーク・発表に進むケースや，市立図書館の協力を得て関連書籍の閲覧・貸出を行うケース，また，テーマによっては食品や模型などの現物が登場する例や，農業試験場

の屋外農場で開催した例もある．

らいおんカフェ参加者へのアンケートの一部データになるが，2013 年の 1 年間に開催したカフェの参加者アンケート回答データでは，科学・技術について，以下のデータが示されている．(母数 94)

- 「更に興味を持った」69 [73.4%]
- 「少し興味を持った」21 [22.3%]
- 「変わらない」3 [3.2%]
- 「少し興味が薄れた」2 [2.1%]
- 「興味が無くなった」0 [0.0%]

概ね参加の前後で科学的関心が高まっていることが示されているが，もともと科学技術やテーマに関する高関心層が参加している割合が非常に多く，加納ら(2013)[(1)]も指摘している点でもある．

現在では，アンケートの内容も変更し，「参加前後で変わったこと」を記述形式で回答させたり，「もっとゲストと話したかった」「もっと参加者と話したかった」「自分がもっと話したかった」などの事後評価を選択させたりし，次回以降への参考として，カフェ自体の変容にも利用している．

4. サイエンスコミュニケーション入門での実践

宇都宮大学で開講しているサイエンスコミュニケーション入門では全学共通科目として，少人数ながら学部（教育・農学・工学など）1 年生から大学院博士課程生まで受講している．

一部に SC 実践している受講生も居るが，ほとんどは SC 自体を知らないこともあり，概論の段階から極力グループセッションを多くし，事柄や言葉から受ける印象レベルでの意見出しを行い，全体発表やワールドカフェ形式などで，各受講生の考え方を共有する試みを行った．

次に，一部の受講生になるが，実際にサイエンスらいおんカフェに参加，次の授業ではカフェ参加者と欠席者でグループを組み，参加者が触れてきたカフェの内容を欠席者になんとか伝えてみようというセッションを実施した．

本稿執筆時点では，実際にサイエンスカフェを企画している段階に入り，発表時にはカフェを開催し終えている予定である．

5. 考察

サイエンスらいおんカフェ・サイエンスコミュニケーション入門の実施を通して考えられることとして，ある種の協調学習と捉えることの可能性である．

例えば，サイエンスカフェでは，グループワークを取り入れれば，必然的に協調学習への道筋を通すことができるが，そうでない円卓形式でも，ファシリテータ(F)の存在により，「F+ゲスト」「F+参加者 A」「F+参加者 B+C」などというグループが逐次生成され，それらの考え方や意見はその場で共有されるという見方も出来得る．

また，サイエンスコミュニケーション入門でも，学問として確立途上のサイエンスコミュニケーションについて，受講生各々の考え方・見方を共有する試みは，むしろ必要であり，そのための手法は今後も継続されるべきであろう．

いずれのケースも比較的少人数のコミュニティだからこそ成立しやすいという側面は持ちつつも，モデル化が進めば，規模を大きくしても成立する可能性を秘めているとも言える．

参考文献

(1) 加納圭,水町衣里,岩崎琢哉,磯部洋明,川人よし恵,前波晴彦:“サイエンスカフェ参加者のセグメンテーションとターゲティング：「科学・技術への関与」という観点から（改訂版）”, 北海道大学高等教育推進機構高等教育研究部 科学技術コミュニケーション教育研究部門（CoSTEP）「科学技術コミュニケーション」, 第 13 巻, 第 8 号, pp.3-16 （2013）

遠隔合同授業における協調学習支援ツールの開発

A Development of Collaborative Learning Support Tool for Remote Joint Lesson

鷹岡　亮[*1], 横山　誠[*2], 吉田　哲朗[*3], 中原　章宏[*4], 義永　涼太[*1]
Ryo TAKAOKA[*1], Makoto YOKOYAMA[*2], Tetsuro YOSHIDA[*3], Akihiro Nakahara[*4], Ryota Yoshinaga[*1]
[*1] 山口大学教育学部
[*1]Department of Education, Yamaguchi University
[*2] 株式会社 エスブレイン
[*2] ESBrain,Inc.
[*3] 萩市教育委員会
[*3] Hagi City Board of Education
[*4] 萩市明木小学校
[*4]Akiragi Elementary School
Email: ryo@yamaguchi-u.ac.jp

あらまし：小規模校同士が行う交流授業の回数には，予算的な面から限界がある．そこで考えられるのがネットワークを活用した遠隔合同授業である．2 つの教室をつなぎ遠隔で合同授業を展開する際，その授業の質を保証するためには，「学級としてのつながり」と 「個としてのつながり」が必要となってくる．本研究では，この「個としてのつながり」とそのつながりを教員がみとることができる協調学習支援ツールを開発し，山口県萩市の 2 つの小学校において教育実践を行っているので，その取組みについて報告する．
キーワード：遠隔合同授業，個としてのつながり，学級としてのつながり，協調学習支援ツール

1. はじめに

少子高齢化によって，地方においては学校の小規模化が進行している．2014 年の文部科学省の調査によれば，小規模校（11 学級以下）の割合は山口県で 61.8%（全国 46.4%），極小規模校（5 学級以下）の割合は山口県で 27.5%（全国 11.5%）となっている．このような（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できること」や「児童生徒同士の人間関係が深まりやすいこと」等の特徴がある．その一方で，「人間関係や役割が固定化しがちになること」や「多様な考え方や解き方に触れる機会が少ないこと」などの教育上の課題を抱えている．

これらの（極）小規模校の教育的課題を解決するための一つの方策として，合同授業が行われている．合同授業は，複数の学校が一つの学校に集まり，同じ空間で授業や活動を行う方法である．そこでは，中学校入学に向けた心構えを図り中 1 ギャップを解消することや大人数の授業でできることの良さを味わうこと，特に，多様や考え方に触れることができる良さを感じること等を目的にして単発あるいは複数回授業として実施されている．合同授業にはこのような良さがあるけれども，移動にかかる時間的・金銭的な面から頻繁に行うことができないことや，各学校で授業時間を合す等の授業計画や準備を協働的に進めることが必要となり単発な授業や活動になりがちであること等が課題として挙げられる．

これらの課題への対応として，ICT を活用した遠隔合同授業が考えられ，既に（極）小規模校間で教育実践が行われている．また，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（学校教育における ICT を活用した実証事業）」も進められている(1).

そこで本研究では，遠隔合同授業の授業・学習支援プロセスを分析して，そのプロセスで必要となる授業支援・学習支援の機能を抽出して提案するとともに，その機能の一部を実装した遠隔合同授業ツールを開発して，そのツールを活用した指導方法を提案することを目的とする．本稿では，遠隔合同授業の 2 つのつながりの重要性を指摘し，個と個をつなぐ協調学習支援ツール「つながる授業アプリ」の機能について説明する．さらに，このアプリを活用した山口県萩市の教育実践について簡単に報告する．

2. 遠隔合同授業の 2 種類の「つながり」

合同授業では，小規模校では味わうことのできない人数の多い授業の展開，役割の固定化を解消できる他者との関わりや自身が合同授業のメンバーになっていることの実感，さらに，他者の多様な考え方や解き方に触れる経験やその良さを感じ取ることができる学習環境を提供することが必要となる．したがって，ICT を活用した遠隔合同授業では，これらの合同学習の良さを保証するために，クラス間や個々をつなぎ，教師がそこでのやりとりをみとることができる学習環境を整備することが重要である．

そこで，本研究では，図 1 に示すように遠隔合同授業において 2 種類のつながりを学習環境として整備することにした．一つ目は，物理的に離れている複数の教室をテレビ会議システムを活用して一つの

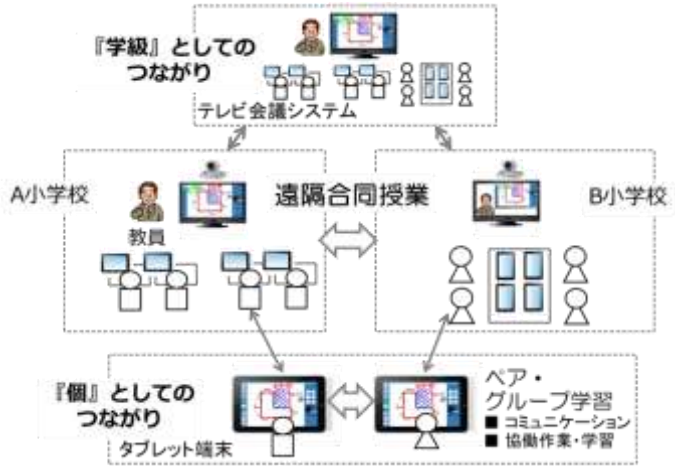


図 1：遠隔合同授業の 2 種類の「つながり」

教室にする「学級として」のつながりの保障である．二つ目は，物理的に離れている教室の児童生徒の協働学習・活動を実施するために，タブレット端末上に「個人作業空間」「協働作業空間」「他方の児童生徒とのビデオコミュニケーション空間」を整備してペア・グループ学習を進められる「個として」のつながりの保障である．本研究では，「個としてのつながり」として，協調学習支援ツール「つながる授業アプリ」を設計・開発することにした．

3.　協調学習支援ツール：つながる授業アプリ

教師がみとれ，個をつなげて協調的に学習や作業が行えるツールとして「つながる授業アプリ」を設計・開発した．「つながる授業アプリ」には，教師あるいは学習者としてログインして学習支援・学習・作業を行うことができる．

教師側が利用できる機能として，

- 問題回答作成機能
- グループ作成機能
- 回答表示機能

が用意されている．問題回答作成機能では，自教室と遠隔教室の児童生徒のタブレット端末に提示する問題と回答を作成することができる．グループ作成機能では，登録されている児童生徒の名前一覧からグループを作成することができる．現状では，1 グループは 2〜4 名で構成される設定になっている．回答表示機能では，児童生徒のマイページ（自分の考えや解き方を記述するノート）やシェアページ（各自の考えや解き方を書き出し共有するための協働作業用のノート）を一覧で見ることができ，そこから個人あるいは 1 グループのページを選択して教師画面や外部出力して電子黒板やテレビ会議システムに表示することが可能である．教師は，これらの機能を活用して児童生徒の考えや解き方を把握し，またグループの意見交流の状況を把握しながらその後の授業展開をデザインして実施していくことになる．

学習者側が利用できる機能として，

- マイページ機能
- コミュニケーション機能
- シェアページ機能



図 2：教師側のつながる授業アプリの画面

が用意されている．マイページ機能では，ノートにペンの色や太さを工夫しながら自由に書くことができる．また，シェアページでは，マイページに書いた考えや書き方を転送し，そのページ上に自由に書くことができる．さらに，コミュニケーション機能では，ヘッドセットをしながらグループ間で映像と音声を用いたコミュニケーションをとることができ，グループの他者の映像やシェアページを閲覧しながらやりとりをすることが可能である．

教師用・生徒用共通の基本機能として，ペン機能（8 色，太さ 4 種類，蛍光ペン），マイページ・シェアページ作成プロセス閲覧機能（ページを作成している状況を 1 倍速, 1.5 倍速で再生できる機能），マイページ・シェアページ印刷機能，画像付き作業一斉停止機能が用意されている．

4.　山口県萩市における授業実践

山口県萩市教育委員会では，「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」における実証実践を 2 つの小学校で行っている．つながる授業アプリの評価として，操作性，各ノートの使い勝手に問題がないことが確認されている．また，「自分の考えていない意見が聞けたこと」や「自分の分からないことを説明してくれたこと」等がアプリ活用の良さとしてあげられている．

5.　おわりに

本稿では，遠隔合同授業の 2 種類のつながりの必要性について説明し，個をつなぎ教師がみとるための「つながる授業アプリ」の機能と授業実践で利用されている状況について述べた．今後の課題として，生徒の作業記録のポートフォリオ機能や授業中に教師同士が話し合える機能，複式指導を支援する機能等を検討することが必要である．

なお，本原稿は文献[2]を加筆修正したものである．

参考文献

(1) 文部科学省: “学校教育−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（学校教育における ICT を活用した実証事業）”，http://jouhouka.mext.go.jp/school/population/school.html（参照 2016.06.12）

(2) 中原章宏:“小規模校におけるつながりを意識した ICT を活用した遠隔合同授業に関する研究，平成 27 年度山口大学教育学部小学校教育コース卒業論文，2016.

スマートフォン端末を活用した拡張現実型学習支援手法の開発

Development of AR-based Learning Support Approach using smartphone

岡本 勝[*1]，乙原 浩美[*2]，松原 行宏[*1]
Masaru OKAMOTO[*1], Hiromi OTOHARA[*2], 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
[*2] 広島市立大学情報科学部
[*2]Faculty of Information Sciences, Hiroshima City University
Email: okamoto@hiroshima-cu.ac.jp

あらまし：本稿ではスマートフォン端末上で体験可能な芸術鑑賞学習支援環境の開発を行う．スマートフォン端末付属カメラで撮像した映像に対して学習情報を重畳表示することで、実空間に学習対象教材を表示できる環境を構築する．学習者はこの環境を端末のディスプレイ上で確認することで可搬性のある学習環境の構築が可能となる．
キーワード：**スマートフォン**，拡張現実感，学習支援，美術教育

1. はじめに

高等学校における美術教育では美術の幅広い創造活動を通して，創造的な表現と鑑賞の能力を伸ばし，美術文化についての理解を深めることが指導目標とされている[(1)]．また，鑑賞の分野では実物と直接向かい合うことが理想とされている[(2)]．しかし，美術鑑賞教育の教材としては，資料集(作品集)や教科書が使われることが多く，近年の美術教育では作品と直接向き合った絵画鑑賞が十分に行われていないと考えられる．一方，実物と直接向かい合った鑑賞が行えない場合，大きさや材質感など実物に近い複製や，印刷物，ビデオ，コンピュータなどを使い，効果的に鑑賞指導を進めることが必要とされている[(2)]．

そこで本稿では，スマートフォンを用いた拡張現実型実寸大絵画鑑賞手法を提案する．提案手法では，スマートフォンのカメラで絵画に対応するマーカを撮影することにより実寸大の CG の絵画が重畳表示される．AR を用いて現実の世界に実寸大の絵画を重畳表示することにより，実際の大きさについての認識が容易に行えると考えられる．さらに，学習者の身近な場所で鑑賞を行うことができるため，大きさについて認識が行いやすくなると考えられる．また，広く普及しているスマートフォンを用いることにより，手軽に鑑賞教育を行うことが可能になると考えられる．以下，提案手法の詳細を示す．

2. 提案手法

提案手法の外観を図 1 に示す．入出力インタフェースとして，AR マーカ，スマートフォンを用いる．ユーザはスマートフォンを手に持ち，壁などに貼り付けられたマーカを撮影することによりマーカに応じた絵画の CG が重畳表示される．ユーザはさまざまな角度から絵画を鑑賞することができる．図 2 に学習中の画面表示例を示す．マーカに対応する画像が重畳表示され，鑑賞対象に関する情報がディスプレイ右上に表示されている．右下のボタンをタップすることで情報を切り替えることができる．このような画面で表示情報を確認しながら絵画を鑑賞していく．

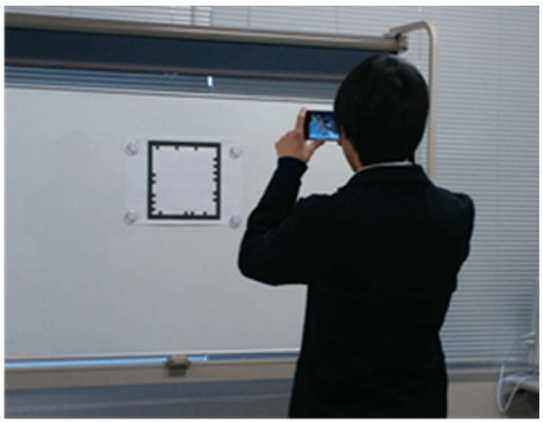


図 1 手法の外観



図 2 表示例

図 3 にマーカ配置例を示す．ひとつのマーカだけを用いた場合は，カメラ撮像範囲外に存在する場合にマーカを認識できないため，複数のマーカを配置し，中心の基準マーカからの位置を事前に登録しておくことによって認識できたマーカから基準マーカ

の位置を算出し，絵画の重畳表示位置を求めることができる．このように算出した表示位置をもとに重畳表示された映像を図 4 に示す．図のように絵画映像をマーカで認識された表示位置に重畳表示することができる．

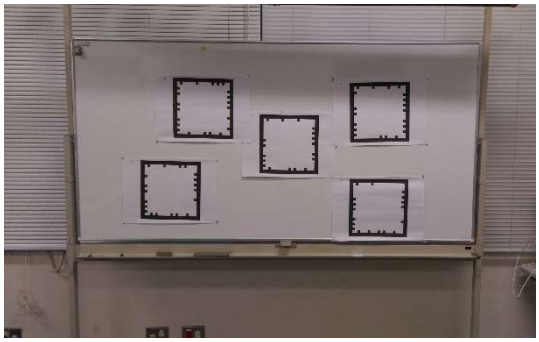


図 3 マーカの配置例（中心が基準マーカ）



(a)重畳表示例（正面）



(b)重畳表示例（側面）

図 4 複数マーカを用いた拡張現実映像例

3. 検証実験

提案手法による絵画鑑賞において学習者が適切な寸法を感じ取れるか検証を行う．被験者は 2 名とし，鑑賞対象とする 3 種類の絵画画像を提案手法を用いて鑑賞するように指示した．また，比較のため図 1 のようにマーカを一枚だけ用いた手法も構築し，被験者による比較を行った．表 1 に鑑賞対象と実際の大きさ（cm）を示す．

表 1 用いた鑑賞絵画名と実際の大きさ

	絵画名	大きさ（cm）
絵画 1	庭の女たち	225×205
絵画 2	ラ・グルヌイエール	73×92
絵画 3	散歩，日傘をさす女	100×81

表 2 に提案手法を用いて鑑賞した絵画の大きさに対する被験者の主観評価を示す．表よりほぼ同様の大きさと認識していることが確認できた．次に単一マーカと複数マーカを用いた際の重畳表示映像がぶれている時間の比較を確認する．表 3 と表 4 に単一マーカを用いた際のぶれ時間と複数マーカを用いた際のぶれ時間をそれぞれ示す．本実験でのぶれは被験者がぶれていると自覚した場合を指しており，鑑賞実験の後で確認させた．表 3 中の値はぶれが発生した時間と鑑賞時間を示している．表より，複数マーカを用いることでぶれの発生がおさえられ，被験者が自覚したぶれが発生していないが，単一マーカではマーカの認識しやすさなどの影響もあり差があるものの必ずぶれが発生していることが確認できた．被験者へのアンケートにおいても，単一マーカを用いた手法では絵画がぶれることを指摘しているが，複数マーカを用いることで改善でき鑑賞用教材としての可能性が示されたと考えられる．

表 2 被験者による重畳表示映像の大きさ評価

	被験者 A	被験者 B
絵画 1	220×110	210×160
絵画 2	70×90	80×130
絵画 3	100×60	110×80

表 3 単一マーカを用いた手法によるぶれ時間

	被験者 A	被験者 B
絵画 1	108/108 秒	100/100 秒
絵画 2	4/38 秒	14/49 秒
絵画 3	8/54 秒	48/63 秒

表 4 複数マーカを用いた手法によるぶれ時間

	被験者 A	被験者 B
絵画 1	0 秒	0 秒
絵画 2	0 秒	0 秒
絵画 3	0 秒	0 秒

4. おわりに

本稿では拡張現実感技術を活用した絵画鑑賞支援手法を提案した．本手法ではスマートフォンを用いたシステムを実装し，単一装置で鑑賞手法の実現を確認した．絵画表示のため複数のマーカを用いる手法・アルゴリズムを検討し，単一マーカを用いた場合よりも有効性が高いことを確認した．今後は，実際の鑑賞結果の評価やより幅広い大きさの鑑賞対象への検討を行っていく予定である．

なお本研究の一部は科学研究費補助金基盤研究 (C) (No. 16K01072) の援助による．

参考文献

(1) 文部科学省：高等学校学習指導要領解説　芸術編, pp. 79 （2009）
(2) 文部科学省：中学校学習指導要領　美術編，pp. 32 (2008)

反発係数と物体の運動を題材とした力覚を伴う学習支援システムの検討
Development of the learning support system with force feedback function for the motion of object and coefficient of restitution

加藤 智也[*1], 松原 行宏[*1], 岡本 勝[*1], 岩根 典之[*1]
Tomoya Kato[*1], Yukihiro MATSUBARA[*1], Masaru OKAMOTO[*1], 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: lkato@lake.info.hiroshima-cu.ac.jp

あらまし：本稿では反発係数と物体の運動を題材とした反力を伴う学習支援システムを提案する．提案システムでは仮想環境内に配置されたオブジェクトの角度と反発係数を調整することで，直線運動を行う球の速度を操作できる．学習者はオブジェクトを操作することで球の速度を調整し，設定された目的地に球を移動させるように試行錯誤を行うことで学習を進める．また，反力デバイスを用いることによって，学習者は球の速度が変化した際の球が持つ衝撃力を体験することができる．実験では，システムからのフィードバックによって，被験者が反発係数による衝撃力の変化を体験することが可能であるか検証を行った．
キーワード：物理，反発係数，反力デバイス

1. はじめに

高等学校学習指導要領では，物理現象などの理科の学習において，“観察・実験などを行うことで科学的な見方や考え方を養う”とあり，実験による学習が重要とされている(1)．しかし，実際の教育現場では，実験の準備や片付け等にかかる時間や，実験で使用する器具や消耗品にかかる費用など，コスト面の問題により十分な実験が行われない場合がある．

このような問題の解決策の一つとして，ICT を用いて仮想的に物理実験を行う学習支援システムが開発されている．檜谷らは(2)，タブレット端末と SPIDAR-tablet(3)を用いて滑車実験の自由設計が可能な仮想環境を構築した．SPIDAR-tablet を用いることで，構築した滑車の組み合わせに応じた重さを体験することができる．しかし，檜谷らのシステムを用いることで，実験を仮想的に行うことが可能であるが，出題機能などを有しておらず，学習者が達成する目標が具体的に定まっていない．

そこで本研究では，反発係数と物体の運動を題材とし，目的を達成していく中で学習が進む目的達成型の仮想環境を構築する．学習者は，仮想環境内に配置されたオブジェクトの角度と反発係数を調整することができる．角度や反発係数を調整することにより，直線運動を行う球を目的地に移動させることができる．さらに，学習者は SPIDAR-tablet を通して，球の速度が変化した際の球の衝撃力を体験することができる．学習者は，仮想環境内の球を目的地に移動させる目的を達成する中で，力覚の変化を体験しながら試行錯誤を繰り返し，学習を進めていく．

2. 学習支援システムの構築

図 1 に提案システムの外観を示す．提案システムはタブレット端末と SPIDAR-tablet から構成され，SPIDAR-tablet はタブレット端末の上に設置される．

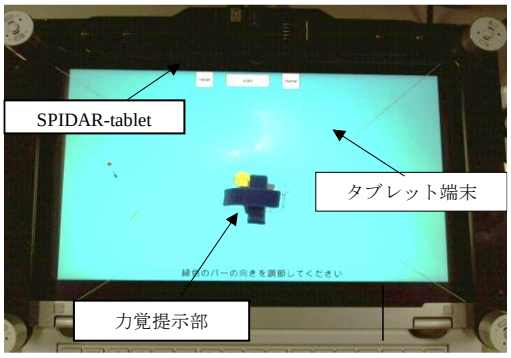


図 1 システムの外観

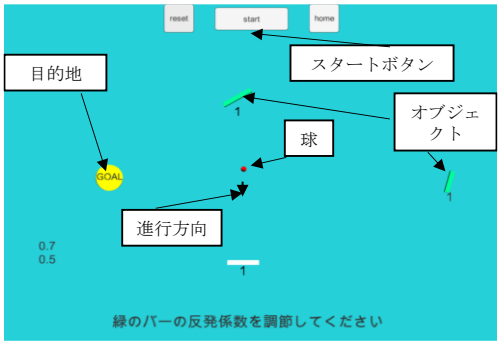


図 2 システムの仮想環境

学習者は力覚提示部に指を装着し，タブレット端末上に表示された仮想環境を指でタップすることによって，仮想環境内の操作や反力を伴ったフィードバックを得ることができる．図 2 に構築した仮想環境を示す．仮想環境には直線運動を行う球と，球を反射するオブジェクト，球の目的地がある．オブジェクトは角度または反発係数を調整できるものがあり，学習者はそれらを調整することによって，球を目的地まで移動させる．オブジェクトの角度や反発係数を調整し，球の運動の変化を観察，試行錯誤するこ

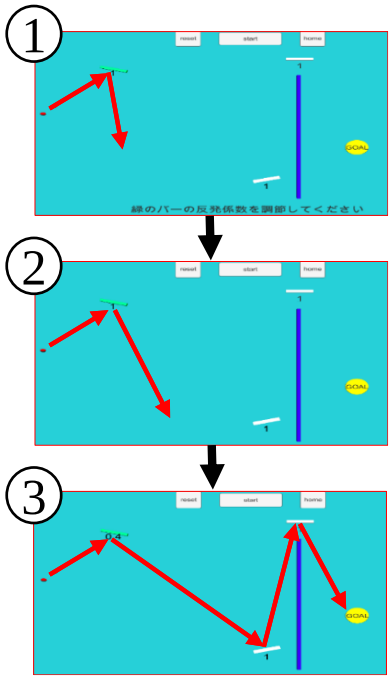


図 3　想定される学習プロセス

とによって，学習者は反発係数による衝撃力の変化について学習できる．なお，球の衝撃力は直線運動を行っている球をタップすることで，SPIDAR-tablet からフィードバックされる．よって，衝撃力の変化は，反発係数を下げたオブジェクトに球が衝突する前後で，学習者が球をタップすることで体験できる．続いて，図 3 にオブジェクトの反発係数を変更するパターンを例に，想定される学習プロセスを示す．まず，①で学習者はオブジェクトの反発係数を操作せず実行する．この時，球をタップすることで球がオブジェクトに衝突する前後の衝撃力を SPIDAR-tablet からのフィードバックにより確認する．実行の結果から学習者は，球のオブジェクトに対する入射角と反射角が等しいことと衝突前後の衝撃力が等しいことが確認できる．次に，②で学習者は反発係数を下げて実行する．①と同様に，球がオブジェクトに衝突する前後の衝撃力を確認する．①と異なり学習者は，球のオブジェクトに対する入射角に比べ反射角が大きいこと，衝突後の衝撃力が減少することが確認できる．②を繰り返しオブジェクトの反発係数が正しい値になると，③に示すように球が目的地に到達する．上記の学習プロセスで目的を達成する中で，力覚の変化を体験しながら試行錯誤を繰り返すことで，学習者が反発係数による衝撃力の変化を体験できる．

3.　検証実験

仮想環境内への操作と SPIDAR-tablet による反力フィードバックによって，被験者が反発係数による衝撃力の変化について確認ができるか検証を行った．被験者は大学院生 3 名とし，球と目的地とオブジェクトの位置が異なる 6 つの配置パターンで実験を行った．6 つの配置パターンは，オブジェクトの角度を操作するパターンと，オブジェクトの反発係数を操作するパターンそれぞれ 3 通りずつから構成される．オブジェクトの反発係数を操作するパターンでは，初期状態で反発係数は 1 に設定されており，減少させていくことで球を目的地に移動させる．このとき，それぞれの 6 通りの配置で球がオブジェクトに衝突する前後の衝撃力を，SPIDAR-tablet からの力覚提示により比較させる．比較した結果，オブジェクトに衝突する前後で衝撃力がどう変化したかを回答させた．被験者 3 名の回答結果を表 1 に示す．どの被験者もオブジェクトの角度を操作する 3 つの配置パターンでは，球からの衝撃力は一定であると確認でき，オブジェクトの反発係数を操作する 3 つの配置パターンでは，反発係数が 1 未満のオブジェクトに球が衝突すると，衝撃力が減少することを確認できていた．このことから，いずれの被験者もシステムを用いることで物体の運動の変化を体験できたと考えられる．このことから本システムで反発係数による球の衝撃力の変化から反発係数による衝撃力の変化について確認できることに対する有効性が期待される．

表 1　各配置パターンにおける被験者別回答

	被験者 A	被験者 B	被験者 C
配置 1	一定	一定	一定
配置 2	一定	一定	一定
配置 3	一定	一定	一定
配置 4	減少した	減少した	減少した
配置 5	減少した	減少した	減少した
配置 6	減少した	減少した	減少した

4.　まとめと今後の課題

本稿では，タブレット端末と力覚提示デバイス SPIDAR-tablet を用いた学習支援システムを構築した．検証の結果，本システムを用いることで，学習者がシステムによるフィードバックから，反発係数による衝撃力の変化を体験可能であることが確認できた．今後の課題として，学習効果の検証などが挙げられる．

参考文献

(1) 文部科学省：“高等学校学習指導要領解説　理科編　理数編”，実教出版, pp. 273-274, 2009.
(2) 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.
(3) 田村理乃，村山涼，平田幸広，佐藤誠，原田哲也：“タブレット PC のための力覚インタフェース SPIDAR-tablet の張力計算方法の開発とその評価”，ヒューマンインタフェース学会論文誌，Vol.13, No.4, pp.283-290, 2011.

擬似力覚呈示を伴う物語マップ作成による物語の意図理解支援

Narrative Map Creation with Pseudo-Haptics for Promoting Narrative Comprehension

梅津 和朗[*1], 柏原 昭博[*1]
Kazuaki UMETSU[*1], Akihiro KASHIHARA[*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

Email: kazuakiumetsu@uec.ac.jp

あらまし：物語文では心情などの行間に潜む概念を読み解き、それを手がかりに意図を理解する力が必要で、読解力低下が指摘されている日本人にとって意図理解の支援は重要な課題である。本稿では、物語中に存在する概念と、行間の概念を関連付けた物語マップと、マップ作成の操作対象に対する擬似力覚呈示による意図理解支援を提案する。また、これらの手法を導入した iPad 上のシステムについて述べる。
キーワード：物語文、読解力、物語マップ、擬似力覚、iPad

1. はじめに

近年、OECD の PISA 調査により日本人の読解力低下が指摘され[1] 、考えて文章を読むことに対して苦手意識があることから、文章に内在する意図を取り出すことができない問題が挙げられている。特に物語文の場合、行間に潜む心情や背景などの概念を手がかりとして物語の意図を読み解く力が必要であることから、物語の意図理解の支援は大きな課題となっている。

そこで、本研究では「行間を読む行為」に焦点を当て支援を行う。従来の文章の内容理解を行う手法として、文章中の概念同士の関連付けを行う概念マップ作成が挙げられる。物語に明記されている概念で構成されるこうしたマップの作成は、物語の内容を理解することに有効だが、明記されていない行間の概念が手がかりとなって得られる物語意図の理解を支援するには不十分である。そこで、物語意図に関連する概念（行間概念）を含むマップ（物語マップ）を提案する。また、物語の意図は解釈によって多様となる。そのため、物語の解釈を一意に決める必要がある。本研究ではマップ作成時に「物語の観点」を提示し、物語の意図を一意に決める。その意図を読み取る手がかりとなる行間概念を物語マップ中に与える。こういった物語マップの作成により、「行間概念」とそれに関係のある概念を関連付けた「意図を表す部分構造」から、物語意図の理解を促す。しかし、「文章中に明記されてない概念」を含むマップ作成は、読解力の低い学習者にとっては難しいと考えられる。そこで、擬似力覚を用いて物語マップ中の行間概念と意図を表す部分構造を顕在化し、物語意図に対する学習者の気づきを高める手法を提案する。本稿では、擬似力覚の呈示を伴う物語マップの作成について論じる。

2. 物語における意図

物語文の理解では、物語意図を汲み取ることが言語文化を学ぶ上で重要であると言われている[2] 。意図を理解するには、行間に潜む、登場人物の感情や舞台の雰囲気を汲み取る力が必要になる。しかし、ただ文章を読んだだけでは物語内容の理解はできても、行間の概念を読み解き、物語のより深い内容（著者の意図）を推察するのは容易ではない。そこで、本研究では物語文読解で重要な「行間を読む」行為に着目した支援を行う。

3. 物語マップ

従来の物語理解の手段として、概念マップの作成が挙げられる。概念マップは、文章中で記述された概念をノード、概念間の関係をリンクとして、文章の構造を視覚的に表現したものである。このようなマップの作成を行うことで、概念間の関係を明瞭化し、物語理解を促進することができる。しかし、物語読解では「意図を理解する」ことが重要である。概念マップではその手がかりとなる行間に潜む心情や背景などの情報は通常明記されないため、意図理解を支援するには不十分である。

そこで、文章に明記されている概念に加え、物語意図を読み取る手がかりとなる行間概念をあらかじめ決め、それをノードとして与えた物語マップを提案する。図的に表現された行間概念のノードと物語中で明記された他のノードとを関連づける中で、マップ中に行間概念が存在する理由を概念間の繋がりや物語文との比較から考えさせ、行間概念の理解を促進し、意図理解に繋げることができると考えられる。また、物語文は人によって解釈が多様であるため、意図を一意に決めて行間概念を与える必要がある。例えば、国語の試験問題では、解釈が多様な物語に対して一つの解答を用意しているが、これは問題文の中で解答者に物語を読む解釈を絞り込み、一つの解答に対して整合性を持たせている。今回はマップ作成時にある一つの物語の観点を提示し、その観点から考えられる解釈に適した行間概念を与える。

図１に、「オツベルと象（宮沢賢治）」[3]を例とした物語マップの例を示す。この物語では、「象たち」

が「白象」を「助ける」ことによって、「白象」は「寂しく笑う」。そこで、「白象が寂しく笑う理由をオツベルの死から考える」という観点を与える。「寂しく笑う」理由を考える中で、『「オツベル」を「潰す」＝人を殺める』ことが、助けられた「白象」にとっての「罪悪感」として解釈され、この物語マップ中の行間概念として表現されている。そこから、「形はどうであれ人を殺めることは罪悪感を生む」という意図を示すことができる。

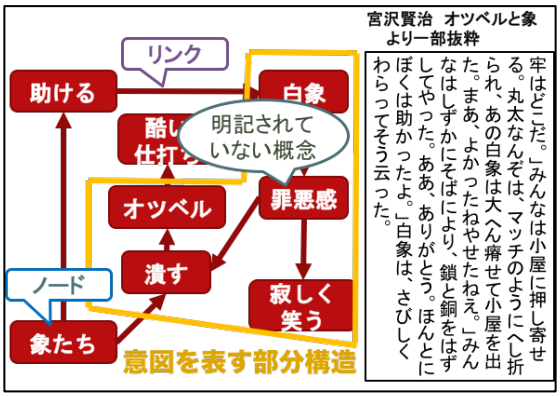


図 1. 物語マップの例
（出典：“宮沢賢治-オツベルと象 青空文庫”）

本研究では、ノードとなる概念を教材に合わせて提示し、学習者にマップを作成させる方式をとる。行間概念も同様に提示するが、他のノードと視覚的な差異が無いようにする。

読解力がある学習者は行間概念と他の概念を関係付けし、正しく意図理解を行うと考えられるが、読解力の支援が必要となる学習者にとっては、行間概念を含んだ物語マップの作成を行い、それを意図理解につなげるのは難しいと考えられる。そこで、擬似力覚を物語マップ作成過程に導入する。擬似力覚による認知的示唆によりマップ作成と物語意図理解の支援を行う。擬似力覚については次節で述べる。

4. 擬似力覚

身体的操作と視覚情報とのずれによって、力覚を生じる錯覚を擬似力覚と言う。例えば、タブレット上でオブジェクトを指で動かしている際、画面上に表示されているオブジェクトの動きが急に遅くなるとノードに「重み」があるような感覚を与えることができる。また、文献[4]では擬似力覚を導入することで、文章の内容理解を促進することが示されている。本研究では、擬似力覚を前節で述べた物語マップ中に導入し、行間概念のノード、それを含むリンク、物語マップ中の意図を表す部分構造に呈示することで顕在化を行い、物語文の意図理解への認知的示唆が行えると期待している。

5. 開発したシステム

以上の支援方法を導入したシステムを、タッチ操作が行えるタブレットメディア iPad 上で動くアプリケーションとして実装した(図 3)。画面左半分に教材となる物語文を表示し、右半分では、物語の内容に関係する概念をノードで表現したものが配置されている。物語文を読んだ後、物語マップの作成を行い内容の整理を行う。その際にシステム側で用意した「物語の観点」を画面上部に提示し、それに基づいたマップの作成を図る。ノード間の正しい関係はあらかじめシステム中で定義されており、画面右上の添削ボタンで正しいマップが作成できたかを確認し、想定していたマップが作成できていれば正解であることを示す。また、物語意図に関与するノードやリンクの操作に対し表 1 のような擬似力覚を呈示する。例えば、行間概念のノードと他の概念のノードをリンク付けすることで、リンクが短縮するような動作を呈示する。これにより「引力」を表現し、そのリンクが物語中において重要な関係があることを示唆することを狙いとしている。

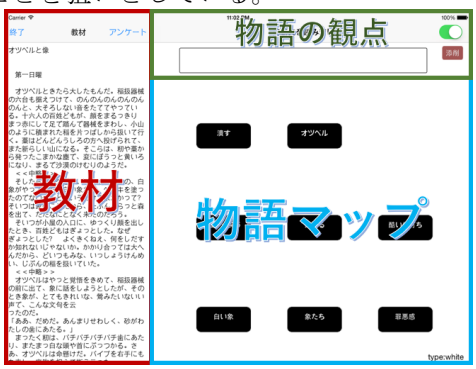


図 3.システムのユーザインタフェース

表 1.システムで呈示する擬似力覚

擬似力覚	学習者の操作	違和感を与える視覚効果	期待される認知的示唆
重さ	ノードの移動	移動の遅延	行間概念の示唆
引力	リンク付け	リンクの短縮	行間概念と他の概念の関係の示唆
力の伝播	ノードの移動	移動の連鎖	意図を表す構造の示唆

6. まとめ

本稿では擬似力覚を伴う物語マップ作成による支援手法と開発したシステムについて述べた。今後は、擬似力覚呈示を行う本システムと、視覚情報のみを呈示するシステムを用いた評価実験を実施し、それぞれのシステムで得られた結果の分析と比較を行う。

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) 文部科学省. “読解力向上プログラム” (参照 2016-01-24).
(2) 文部科学省. “現行学習指導要領・生きる力 第 2 章 各教科 第 1 節 国語” (参照 2016-01-26).
(3) 塩田剛, 柏原昭博：” 概念マップ作成における擬似力覚呈示効果評価” ,電子情報通信学会教育工学研究会技術研究報告,ET2012-101,pp.111-116 (2013).
(4) 青空文庫. “宮沢賢治　オツベルと象- 青空文庫” (参照 2016-01-24).

IoT 連携によるサイバーフィジカルな学習環境

A Cyber-Physical Learning Environment Combined with IoT

野口 孝文[*1]，千田 和範[*1]，稲守 栄[*1]
Takafumi NOGUCHI [*1], Kazunori CHIDA [*1], Sakae INAMORI [*1]
[*1] 釧路高専
[*1] National Institute of Technology, Kushiro College

あらまし：本研究は，実世界にある IoT 化された機器とコンピュータ上の教材を学習者自身が組み合わせたり編集したりできるサイバーフィジカルな学習環境の実現を提案する．実世界の計測機器を IoT 化しコンピュータ上のプログラム部品を自由に組み合わせることを可能にすることによって，実環境とリアルタイムに連携した適応的教材が実現でき，自由度の高い学習環境が実現できる．
キーワード：学習環境，IoT，試行錯誤，実験実習支援

1. はじめに

身の回りにはコンピュータが組み込まれた様々な機器があるが，それらをコンピュータ上のツールと自由に組み合わせることもできていない．コンピュータ上の教材や実世界の機器を自由に組み合わせ編集が可能になれば，これまでにない自由度の高い学習環境が実現できると考えられる．

我々は，コンピュータ上で直接操作可能なオブジェクト部品を用いた学習支援システム（IntelligentPad）を開発し教育に利用してきた．これを用いたプログラミング教育では，15 年以上の実績がある[(1),(2)]．我々のシステムは，学習者自身が教材（例題）を作るばかりでなく，図 1 に示すように過去に作成したすべての教材を一つのウインドウ上に共存させ，学習者自身が変更したり組み合わせたりといった操作を試行錯誤しながら行うことができる．上述のコンピュータ上のツール同士の組み合わせや編集を可能にすることは，すでに実現している．

本論では，IoT 化された機器と連携するオブジェクト部品を我々のシステムに開発することによって，他の学習者が利用するコンピュータも含め実世界にある機器とコンピュータ上の教材を学習者自身が組み合わせたり編集したりできるサイバーフィジカルな学習環境の実現について述べる．これが実現すると，たとえば「気温と消費電力の関係を調べる」という課題では，エアコンや電力計と連携するコンピュータ上のツールがあれば，そのツールを組み合わせてエネルギー消費と室温や外気温との関係を知るといった適応的な教材を構築することが可能になる．

このような学習環境からは，課題に関し体験的に深く学ぶことができるばかりでなく，ツールを組み合わせることがプログラミングに対応し，論理的な思考法を実践的に学ぶこともできるという効果が期待できる．

2. コンピュータと機器の連携

2.1 コンピュータに直接接続された機器

これまで我々は，コンピュータ外部にある機器とコンピュータ上のプログラム部品とを組み合わせた

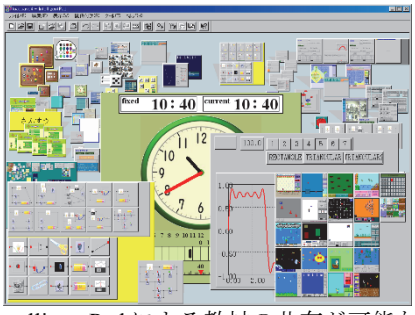


図 1 IntelligentPad による教材の共存が可能なシステム

学習環境を実現してきた[(3)]．我々の開発してきた学生実験のシステムでは，LEGO とコンピュータとのインタフェースを制御するプログラムをコンポーネント化し，制御プログラムも部品の組み合わせで作成可能なシステムを開発している．このシステムでは，インタフェースのプログラム部品を再利用しながら，制御プログラムのプログラム部品を替えることによって多様な利用者に対応している．本システムでは，プラットフォームに IntelligentPad システムを用いて開発している．IntelligentPad は，パッドと呼ばれるオブジェクトをコンピュータ上に可視化し，貼り合わせ操作によってダイナミックにオブジェクトの連携を実現することができるシステムである．

IntelligentPad では，データの共有を貼り合わされたパッド間のスロット結合で行い，さらにスロット結合を 1 つに限定することで，操作の自由度を上げている．

本システムは，予め決められた機器を組み合わせた実験を計画したり，実施したりするには，有効であった．しかし，実験を進めながら使用する機器の構成を変えていくといった，試行錯誤的な使い方には十分とは言えない．

例えば，機器がたくさん用意されているときに，その中から任意の機器を選択し組み合わせて用いる場合，機器とコンピュータ上の部品との対応をとる必要がある．たとえば，機器をコンピュータに接続するとデバイスドライバは自動的に組み込まれるが，

アクセスのための識別番号が接続した順番によって変わってしまう可能性がある．

2.2 コンピュータとネットワークを介して接続された機器

コンピュータに直接接続した機器が，ネットワークを介して接続することによって，前節で述べた問題を回避できるばかりでなく，より柔軟なシステムを構築することができる．

ネットワークで接続された機器は，IP アドレスやポート番号によって区別することができる．また，授受する情報によって機器を特定したり，機器側から組み合わせている機器の情報をコンピュータ側に送ったりすることもできる．機器に ID を割り当て，ID をコンピュータ側で管理することで機器の入れ替えや追加，取り外しも容易にできる．

図 2 は，従来電気工学科で行われている直流電動機の特性を計測する実験の様子を示している．多くの電圧計や電流計を用いている．従来は，一連の操作に対して，それぞれの計測器の値を読み取り，計測終了後にグラフ化し検討考察を行うのが一般的であった．

これらの計測器を任意に組み合わせリアルタイムでグラフ化することができれば，学習者が行う操作に対し即座に結果をフィードバックして観察することができる様になる．

3. IoT 化によって可能になる学習環境

3.1 自由な計測器の組み合わせ

前章の 2.2 節で述べた実験においても，計測器を IoT 化することによって，他の実験で用いていた機器を追加すると同時に，コンピュータ上の部品と連携することが即座にできる．従来のシステムであれば，実験に合わせてカスタマイズされたシステムがコンピュータ上に用意されていて，どの計測器がプログラムのどの変数に対応するかといったことを予め決めていることが一般的であった．もしグラフの軸を変更したいならば，対応する計測器の接続の変更が必要になる．

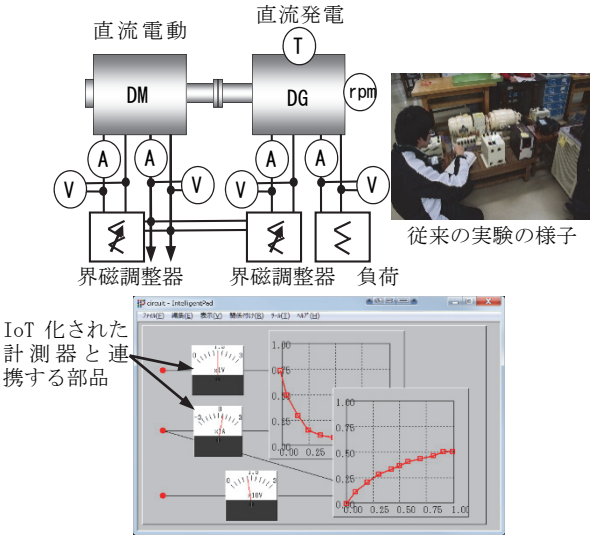


図 2 任意の計測器を組み合わせて即座に測定値表示ができる学習環境

コンピュータ上の教材や実世界の機器を自由に組み合わせ編集が可能になれば，これまでにない自由度の高い適応的でサイバーフィジカルな学習環境が実現できると考えられる．ここでサイバーフィジカルな学習環境とは，実世界にある様々な機器が生み出すデータをコンピュータ上に取り込み，コンピュータ上のツールとダイナミックに連携することができる学習環境である．

3.2 一斉実験を可能にする

機器を IoT 化することによって，ネットワークに接続された機器の状態を，組み合わせた実験システム以外のコンピュータから問い合わせることも可能になる．

教室内での複数のグループで，同じシステム構成の装置を使って実験を進めるときに，すべての機器を同じ設定にしたり，また，各グループで協力して測定範囲を分担したりといったことを統括的に制御することも可能になる．また，各グループの計測値を統合したり，他のグループの計測値を元に機器の設定を変更したりといった連携した実験も可能になる．

本論文で提案するシステムでは，機器の管理を，RFID 等を利用して行う．RFID を用いることによって，同じ種類の計測器が多数あっても，机の上に並べた時点で実験に必要な機器があるかを調べることも，計測値を処理するシステムに計測器を登録することも簡単に行う事ができる．

このような実験システムは，従来にない実験方法である．

4. おわりに

本論では，実世界にある IoT 化された機器とコンピュータ上の教材を学習者自身が組み合わせたり編集したりできるサイバーフィジカルな学習環境の実現を提案した．本システムは，実世界にある機器とコンピュータ上のプログラム部品を組み合わせて多様な試行錯誤を可能にする．今後，本提案に基づいた実験システムを開発する予定である．

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，田中譲，”プログラミング学習のためのツールキットシステムを用いたマイクロワールド”，教育システム情報学会論文誌，Vol. 16, No.4, pp. 208-216, 2000.
(2) 野口孝文，千田和範，稲守栄，"初心者から上級者までシームレスにプログラミングを学ぶことができる持続可能な学習環境の構築教育システム情報学会論文誌，vol. 32, No.1, pp.59-70，2015.
(3) 野口孝文，“多様な GUI コンポーネント持つ制御実験システム”，FIT2003，pp. 579-580（第 3 分冊），2003.

情報モラル教育での利用に向けた知識と行動意図の不一致の定量化の試み

Quantifying knowledge-to-intention gap for information ethics education

田中 孝治[*1], 三輪 穂乃美[*2], 池田 満[*1], 堀 雅洋[*2],
Koji TANAKA[*1], Honomi MIWA[*2], Mitsuru IKEDA[*1], Masahiro HORI[*2]
[*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] 関西大学大学院総合情報学研究科
[*2]Graduate School of Informatics, Kansai University
Email: kjtanaka@jaist.ac.jp

あらまし: 情報モラルの知識を行動として具現化しようとする意図が形成されなければ，実効的な意味で知識を習得したとは言い難い．本研究では，知識と行動意図の不一致を自分ごととして捉えるための情報モラル教育での使用を念頭に，一般的な知識として正しい行動を問う知識課題と自身が実際に選択する行動を問う意図課題を用いて，不一致を定量化する．定量データについて，行動に対する，態度，主観的規範，制御感の観点から検討を加える．
キーワード：知識と行動の不一致，情報モラル，計画的行動理論

1. はじめに

情報技術の急速な発展に伴い，一人一人の情報モラルの成熟が求められている．情報モラルとは，“情報社会で適切な活動を行うための基になる考え方と態度” [(1)] と定義されることから，情報モラルに関する知識を有していたとしても，その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の知識を習得したとは言い難い．そのため，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態度を育成する教授法や教材の開発が求められており，様々な情報モラル教育が実践されている．玉田・松田 [(2)] は，情報モラル教育に重要な三つの知識として，情報技術に関する状況の知識，人として守るべき道徳的規範知識，二つの知識を組み合わせ様々な価値基準と照らし合わせて適切に判断するための考え方である合理的判断の知識を挙げている．筆者らは，判断のための考え方の成長には，情報モラルに反する行動（以下，不遵守行動）をとらせる心の動きの認識が一助となると考えている．心の動きを学習者が認識するためには，学習・訓練場面の行動と自身がとる実際場面の行動との違いを自覚する学習活動が必要である．本研究では，知識と行動意図の不一致を自分ごととして捉えるための情報モラル教育での使用を念頭に，一般的な知識として正しい行動を問う課題と自身が実際に選択する行動を問う課題を用いて知識と行動の不一致を定量化する．さらに，定量データについて，意図形成と行動の関係に着目した社会心理学の知見である計画的行動理論 [(3)] において，意図の形成に影響を与えるとされる，行動に対する態度, 主観的規範, 制御感の観点から検討を加える．

2. 知識と行動意図の不一致の定量化手法

2.1 情報モラル行動選択課題

対象とした不遵守行動は，先行研究 [(4)] で使用された 18 項目と新たに追加した 2 項目（URL の未確認と不正指令電磁的記録の併用）を合わせた 20 項目であった．情報モラル行動選択課題（以下，選択課題）では，不遵守行動それぞれに関する状況設定文に続いて，遵守行動と不遵守行動が選択肢として対提示され，知識課題（“情報技術を活用する際の原則として適切な行動はどちらですか？”）と意図課題（“あなた自身はどちらの行動をとりますか？”）に回答するように求めた．状況設定文と選択肢は，教科書，副読本などに記載されている説明内容を基に作成した．例えば，「パスワードの使い回し」の状況設定文は，“パスワードの設定が必要なウェブサイトを複数利用しています”であり，遵守行動の選択肢は，“それぞれのウェブサイトに異なるパスワードを設定する”，不遵守行動の選択肢は，“複数のウェブサイトで同じパスワードを設定する”であった．本研究では，知識課題と意図課題への回答を比較することによって知識と行動意図の不一致が生じていたかどうかを判別する．

2.2 情報モラル行動評価課題

対象とした不遵守行動は，行動選択課題と同様の 20 項目であった．情報モラル行動評価課題（以下，行動評価課題）では，不遵守行動それぞれに関する状況設定文に続いて，遵守行動と不遵守行動のいずれか一方が提示され，その行動について，提示される評価内容（態度，主観的規範，制御感）に自分の考えにどのぐらいあてはまるかを 7 段階で評価するように求めた．評価内容に関する評価尺度は，先行研究 [(3)] と同様に，一つの内容に複数の評価尺度を用いた（表 1）．評価課題として提示される評価内容および評価尺度はは，いずれか一つだけであった．

3. 課題に対する回答の分析

表 1　評価課題に用いられた評価尺度

【態度】「その行動を行うことで自分にとって望ましい結果が起こると思うこと」に関する質問

1（望ましい結果）		7（望ましくない結果）
好ましい／感じの良い／分別がある／有益である／魅力的である	—	好ましくない／感じの悪い／分別がない／有益でない／魅力的でない

【主観的規範】「その行動を行う人にとって重要な人からの期待に応えようとすること」に関する質問

1（期待に応えられる）		7（期待に応えられない）
(行動をとった場合，あなたにとって重要な人の多くは)あなたの行動を気にかけない／(行動をとった場合，あなたにとって重要な人の多くは)軽蔑しなさそう／(あなたが行動をとることに賛同するあなたにとって重要な人が)誰かいると思う	—	(行動をとった場合，あなたにとって重要な人の多くが)あなたの行動に難色を示す／(行動をとった場合，あなたにとって重要な人の多くは)軽蔑しそう／(あなたが行動をとることに賛同するあなたにとって重要な人は)誰もいないと思う

【制御感】「その行動を行うことの容易さ／困難さについての自身の考え」に関する質問

1（容易に思える）		7（困難に思える）
簡単である／行動できる／想像できそう／行動をとる気になれそう	—	困難である／行動できない／想像できなさそう／行動をとる気になれなさそう

2016 年春開講の講義（2 クラス）の一部の時間を用いて，選択課題と評価課題を実施した．選択課題と評価課題は一冊の冊子として配布された．このとき，冊子によって選択課題と評価課題の順序が入れ替わっていた．本講義を受講する大学 1 回生のうちすべての回答が揃っていた 448 名を分析対象とした．

3.1 知識と行動意図の不一致

不遵守行動ごとの知識課題と意図課題の正答率を表 2 に示す．知識課題の正答率が満点に近く分布の正規性がないことが推測されることから，分析にはノンパラメトリック検定を用いた．不遵守行動ごとの知識課題と意図課題の正答率について Wilcoxon の符号付順位検定を適用したところ,「チェーンメールの転送」「架空請求の支払い」を除くすべての項目で，意図課題の正答率の方が知識課題の正答率よりも有意に低かった（表 2）．この結果は，情報モラル行動を求められる多くの状況において，適切な行動を知識として習得していたとしても，自身が実際に選択する行動には，不遵守行動を選択するといった知識と行動意図の不一致を示すものといえる．

3.2 態度・主観的規範・制御感

情報モラル行動に対する態度，主観的規範，制御感が意図形成に与える影響を検討するために，意図課題で遵守行動を選択した場合と不遵守行動を選択した場合ごとに，遵守行動に対する評定値と不遵守行動に対する評定値（表 3）について，*t* 検定を適用した．意図課題で遵守行動を選択した場合は，評価内容にかかわらず，不遵守行動に対する評定値の方が遵守行動に対する評定値よりも有意に高く，遵守行動を肯定的に，不遵守行動を否定的に評価していることが示された．一方，意図課題で不遵守行動を選択した場合は，態度については，不遵守行動に対する評定値の方が遵守行動に対する評定値よりも有意に高く，遵守行動を肯定的に，不遵守行動を否定的に評価していることが示された．また，制御感については，不遵守行動に対する評定値の方が遵守行動に対する評定値よりも有意に低く，不遵守行動は容易であり，遵守行動は困難であると評価していることが示された．主観的規範については，評定値に有意差は見られなかった．主観的規範の形成は所属する集団に影響を受けることから，不遵守行動を選択することを否定的に捉えない集団に所属する場合に不遵守行動を選択する可能性を示す結果であるといえる．

表 2　知識課題と意図課題の正答率

不遵守行動項目	知識課題	意図課題	*z*	*p*	*r*
情報社会の倫理					
チェーンメールの転送	.90 (.30)	.89 (.31)	-0.65	.52	.03
SNSでの個人特定	.96 (.20)	.92 (.28)	-3.12	.002**	.15
優先座席付近での電源オン	.95 (.22)	.30 (.46)	-16.83	< .001**	.80
ディジタル万引き	.97 (.17)	.89 (.32)	-5.37	< .001**	.25
歩きスマホ	.97 (.18)	.44 (.50)	-15.04	< .001**	.71
法の理解と遵守					
著作権の侵害	.96 (.19)	.41 (.49)	-15.65	< .001**	.74
肖像権の侵害	.99 (.12)	.65 (.48)	-12.17	< .001**	.58
不正アクセス	.97 (.17)	.90 (.31)	-5.15	< .001**	.24
違法ダウンロード	.98 (.12)	.78 (.41)	-9.09	< .001**	.43
不正指令電磁的記録の併用	.99 (.09)	.94 (.24)	-4.38	< .001**	.21
情報セキュリティ					
ウィルス対策ソフトの未更新	.96 (.20)	.75 (.44)	-9.45	< .001**	.45
データ紛失対応策の未実施	.99 (.09)	.62 (.49)	-12.96	< .001**	.61
パスワードの使い回し	.95 (.21)	.33 (.47)	-16.53	< .001**	.78
パスワード記憶機能の使用	.92 (.27)	.58 (.50)	-11.74	< .001**	.56
URLの未確認	.97 (.17)	.76 (.43)	-9.02	< .001**	.43
安全への知恵					
検索情報の信憑性未確認	.99 (.11)	.64 (.48)	-12.41	< .001**	.59
架空請求の支払い	.99 (.11)	.99 (.10)	-0.45	.66	.02
未登録アドレスへの返信	.92 (.27)	.88 (.32)	-2.77	.006**	.13
個人情報取り扱いの未確認	.97 (.16)	.36 (.48)	-16.55	< .001**	.78
リアルタイムの情報交換	.87 (.34)	.54 (.50)	-10.88	< .001**	.52

Note. n = 448; $^{*}p$ <.05, $^{**}p$ <.01.

表 3　評価内容ごとの評定値

評価内容	意図課題選択行動	評価課題の評価対象 遵守 [*n*]	評価課題の評価対象 不遵守 [*n*]	*t*	*p*	*r*
態度	遵守	1.61 (.82) [78]	5.74 (1.23) [78]	-24.74	< .001**	.91
	不遵守	2.73 (1.56) [76]	4.55 (1.20) [72]	-7.94	< .001**	.56
主観的規範	遵守	1.86 (.96) [73]	4.67 (1.24) [74]	-15.30	< .001**	.79
	不遵守	2.79 (1.58) [69]	2.85 (1.19) [70]	-0.27	.79	.02
制御感	遵守	1.93 (.69) [70]	5.61 (.91) [75]	-27.38	< .001**	.92
	不遵守	4.52 (1.24) [68]	2.62 (.87) [69]	10.34	< .001**	.69

$^{*}p$ <.05, $^{**}p$ <.01.

4.　おわりに

本研究の不一致定量化手法は，不遵守行動をとらせる心の動きを顕在化させる手法として適合するものと考える．知識と行動意図の不一致を定量化する本手法の特性を勘案し，知識と行動の不一致を認識させ適切な行動意図の形成を促す教育プログラムを構成し，実施することが今後の展望である．

謝辞

本研究の一部は科研費 26560133，16K12782 の助成を受けた．

参考文献

(1) 文部科学省:“高等学校学習指導要領解説情報編”（2009）
(2) 玉田和恵，松田稔樹:“「３種の知識」による情報モラル指導法の開発”,日本教育工学会誌，Vol.28, No.2, pp.79-88（2004）
(3) Beck, L. and Ajzen, I.:“Predicting Dishonest Actions Using the Theory of Planned Behavior”, Journal of Research in Personality, Vol.25, pp.285-301 (1991)
(4) 田中孝治，園田未来，池田満，堀雅洋:“情報モラル遵守行動における他者行動予測に関する心理実験的検討”,日本教育工学会研究報告集 16-1, pp.97-104（2016）

情報モラル不遵守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検討

Study of education program to raise awareness of the knowledge-to-intention gap in information ethics

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[*1], Masahiro HORI[*2]
[*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: 情報モラルに関する知識を適切に行動しようとする意図が形成されなければ，実効的な意味で知識を習得したとは言い難い．本研究では，学習者自身の回答により定量化された知識と行動意図の不一致のグラフを見せることで不遵守行動をとる心の動きの自覚を促し，情報モラル学習への動機づけを高める教育プログラムを開発し，試行した．その結果，学生が自分自身の問題として不一致を捉えている様子が窺えた．
キーワード: 知識と行動の不一致，情報モラル，教育プログラム

1. はじめに

情報モラルに関する知識を有していたとしても，その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の知識を習得したとは言い難い．そのため，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態度を育成する教授法や教材の開発が求められており，様々な情報モラル教育が実践されている．玉田・松田 (1) は，情報モラル教育に重要な知識の一つに，様々な価値基準と照らし合わせて適切に判断するための考え方である合理的判断の知識を挙げている．筆者らは，判断のための考え方の成長には，情報モラルに反する行動（以下，不遵守行動）をとらせる心の動きの認識が一助となると考えている．心の動きを学習者が認識するためには，学習・訓練場面の行動と自身がとる実際場面の行動との違いを自覚する学習活動が必要である．本研究では，心理学的実験を援用した情報モラル学習課題（情報モラル行動選択課題，情報モラル行動評価課題）(2) に取り組むこと，および，課題に対する学習者自身の回答により定量化された知識と行動意図の不一致（以下，不一致）のグラフを見せることで不遵守行動をとる心の動きの自覚を促し，情報モラル学習への動機づけを高める教育プログラムの開発を目指している．本稿では，試行した教育プログラムの学習評価アンケートから得られた結果からその有用性について検討を加える．

2. 情報モラル教育プログラム

筆者らは，学習者自身の回答を含む結果のフィードバックによって，学習者が不一致を認識することが自覚に繋がると考えている．そのため，本教育プログラムでは，初めに，①不一致を定量化するための情報モラル学習課題 (2) を与え，次に，②学習者の情報モラル学習課題への回答結果から作成した不一致グラフを提示した．学習素材は，高等学校の教科書および副読本などから収集した情報モラルに反する行動 20 項目 (2) であった．

2.1 情報モラル学習課題

2016 年春学期に開講された情報処理に関する講義の最初の講義の時間を用いて，情報モラル学習課題を実施した．情報モラル学習課題では，学習者は，行動選択課題と行動評価課題の二つの課題に取り組んだ．行動選択課題では，学習者は，情報モラル行動が求められる状況設定文を読みながら，対提示された遵守行動と不遵守行動の選択肢から，情報技術を活用する際の原則として適切な行動（知識課題）と自身がとる行動（意図課題）を回答した．行動評価課題では，学習者は，情報モラル行動が求められる状況設定文を読みながら，単独提示された遵守行動もしくは不遵守行動について，提示された評価内容（態度，主観的規範，制御感）が自分の考えにどのぐらいあてはまるかを 7 段階評価で回答した．情報モラル学習課題では，課題の中で様々な情報モラル行動が求められる状況に置かれることで，学習者が適切な知識を持っていたとしても自身がその知識の通りに行動しない現象に気づき，情報モラルの遵守について考えるきっかけとなることを期待している．

2.2 情報モラル学習課題結果のグラフ提示

情報モラル学習課題を実施した講義の第２回目の講義の時間を用いて，行動選択課題の結果から作成した不一致グラフを提示した．グラフ提示の前に，情報モラル学習課題で提示された状況設定文と遵守／不遵守行動の説明を行った．不一致グラフは，縦軸に知識課題と意図課題において遵守行動が選択された割合が，横軸に 20 項目の名称が表わされた縦棒グラフであった．学習者は，グラフの軸の説明とともに，二つの課題の高さの差が不一致を表すことであることの説明を受けた．また，行動評価課題の結果グラフでは，意図課題で選択された行動および評価した行動別に，評価内容（態度，主観的規範，制御感）についての評定平均値を示した．情報モラル学習課題結果のグラフ提示では，学習者が定量化された不一致を目にすることで，不一致を正していくための方策を考察し，情報モラルに関する学習意欲が高まることを期待している．

3.　学習評価アンケートに対する回答の分析

情報モラル学習課題結果のグラフ提示後に，続けて学習評価アンケートを実施した．第２回講義に出席した一回生のうち，第 1 回講義で情報モラル学習課題に回答した経験がある 436 名を分析対象とした．

学習評価アンケートでは，行動選択課題と行動選択課題に対応する結果グラフを見たことについて，学習契機確認設問（“情報モラルについて考えるきっかけになったと思いますか？”）と，学習意欲確認設問（“あなたの情報モラルについて学びたいという意欲を高めたと思いますか？”）への回答を求めた．さらに，行動評価課題の結果グラフを見たことについて，各評価内容の興味確認設問（“それぞれの要因は，どの程度興味深いものでしたか？”）への回答を求めた．三つの設問の回答方法はすべて，7 段階評価（1：まったくそう思わない～7：非常にそう思う）と，その理由の自由記述であった．

3.1　7 段階評価

行動選択課題への取り組みと不一致グラフを見たことが学習契機と学習意欲に与える影響ついての検討を加えるために，学習契機確認設問と学習意欲確認設問で回答された評定値を，Negative 評価，Neutral 評価，Positive 評価の三つの評価に分類した．具体的には，1・2・3 を Negative 評価，4 を Neutral 評価，5・6・7 を Positive 評価とした．それぞれの評価を回答した人数についてカイ 2 乗検定を行った．このとき使用した期待値は，各群に割り当てられる評定値の数を考慮し，3 対 1 対 3 の比率で求めた．その結果，すべての設問で有意差が見られ，Positive 評価を選択した人数が，他の 2 つの評価を選択した人数よりも多かった（表 1）．この結果から，行動選択課題に取り組むこと，不一致グラフを見ることによって，学習契機と学習意欲を高める効果が期待できる．

3.2　自由記述

行動選択課題への取り組みと不一致グラフを見たことが，学習者が問題を自分ごととして捉えることに寄与するかについて検討するために，自由記述について分析を行った．自由記述に書かれた内容の一部を表 2 に示す．これらの記述から，学習者が自分ごととして不一致を捉え，行動選択課題と不一致グラフの提示の両方の学習場面において，情報モラル学習への動機づけが高まっているといえる．一方で，本教育プログラムを肯定的に捉えていない記述も少なからずあった．例えば，“今まで困ったことがないので，考え直す必要がない”や，“予想通りのグラフになった“などの意見であった．

表 1　評価ごとの回答者の人数

	Positive	Neutral	Negative	χ^2	p
行動選択課題（契機）	298	67	69	141.44	<.001
行動選択課題（意欲）	212	97	117	49.76	<.001
不一致グラフ（契機）	274	65	65	127.22	<.001
不一致グラフ（意欲）	218	88	97	61.15	<.001

N=436，df=2；契機：学習契機確認設問，意欲：学習意欲確認設問

表 2　自由記述の抜粋（下線は筆者）

	記述文
行動選択課題（契機）	自分が知識と行動の間に多くのギャップを抱えていることに気が付いたから．
行動選択課題（意欲）	アンケートを回答していくうちに，知識があっても，実際に自分が行動できていないことに気づかされ，もう一度情報モラルについて学びたいと思ったから．
不一致グラフ（契機）	実際にグラフを見ると，自分と同じように知識があっても行動できていない人が多かったので，情報モラルを改めて考え直してみたいと思ったから．
不一致グラフ（意欲）	なぜ知識では分かっていても自分の行動で正しい行動をとることができないのか気になった．
不一致グラフ（意欲）	グラフを見ることによって不一致を感じ取り，情報モラルを考えなければいけないと思いました．

4.　おわりに

本教育プログラムについての学習評価アンケートでは，学習者の学習契機と学習意欲がおおむね高まっており，自由記述の回答からもそれらが窺えた．本教育プログラムの改善の糸口を掴むために，高校で受けた情報モラルの授業や，スポット的に行われた情報モラル講演会などとの比較検討を行うことが今後の課題である．

謝辞

本研究の一部は科研費 26560133，16K12782 の助成を受けた．

参考文献

(1) 玉田和恵，松田稔樹:“「３種の知識」による情報モラル指導法の開発”,日本教育工学会誌，Vol.28，No.2，pp.79-88（2004）
(2) 田中孝治，三輪穂乃美，池田満，堀雅洋:“情報モラル教育での利用に向けた知識と行動意図の不一致の定量化の試み”，JSiSE41（2016）

不安全行動の読み上げから安全行動の理解を促すカルタゲームによる防災学習支援

Disaster prevention learning support by card gaming to facilitate understanding of relationships between unsafe/safe behavior

桑原 健悟[*1], 田中 孝治[*2], 池田 満[*2], 堀 雅洋[*1]
Kengo KUWAHARA[*1], Koji TANAKA[*2], Mitsuru IKEDA[*2], Masahiro HORI[*2]

[*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: kuwacchi_38@yahoo.co.jp

あらまし：ゲーミングによる防災学習支援では，動機付けのために初学者にもプレイできるとともに，知識の定着を促進するために学習内容の理解に伴いゲームで有利にプレイできる仕組みが必要となる．本発表ではこれらの要件を満たすゲームとして作成した防災カルタゲームを市民避難訓練に参加した地域住民に試用してもらい，それによって確認された効果と今後の課題について報告する．
キーワード：知識定着の促進，動機付け，ゲーミング

1. はじめに

近年，多発する豪雨災害への対策として防災学習をはじめとするソフト面の重要性が指摘されており，学習への動機付けを高め，防災知識の定着を促す方法の一つとしてカルタゲームが公開されている[(1) (2)]．これらのカルタゲームでは災害時の危険や安全行動について説明する読み札から，その内容に対応したイラストと頭文字が示された札を取ることによって防災知識を学ぶことができる．しかし，避難時の心得の中には，安全行動を知っているだけでは不安全行動かどうかを的確に判断できない項目も少なくない．例えば，通常時には「雨中を歩く時には長靴を履く」ことは問題ない．しかし，膝まで浸水した道路を移動して避難する場合では,「長靴を履いて歩く」ことにより，履物の中に水が入って歩行を妨げる恐れがあるため不安全行動とされる．そのため，安全行動と不安全行動はそれぞれ個別に学習するのではなく，相互に関連づけながら理解することが重要となる．本研究では，プレイ中に安全行動と不安全行動を関連付けて考えることを促すために，百人一首における上の句／下の句をそれぞれ不安全行動／安全行動に対応付けたカルタゲームを提案する．本稿では，避難訓練に参加した地域住民に試用してもらい，ユーザ観察を行った結果について報告する．

2. 提案するカルタゲームの教育的意義

ゲーミングを用いた学習支援では学習者の動機づけと知識の定着が重要である．対象知識をほとんど持たない初学者にとって，対象知識を有しなければプレイできないゲームには主体的に参加できないため，学習への動機付けを阻害する恐れがある．そのため初学者にとって，既存のカルタゲームやトランプ，UNO 等のように頭文字やスート，数字といった

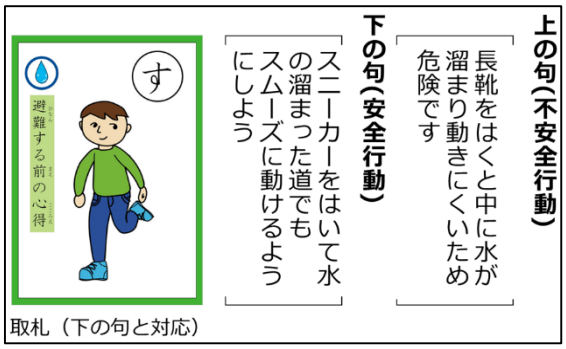


図 1 取り札と読み札の例

記号を手がかりとして進行するゲームは主体的に参加できる点で望ましいと考えられる．また，ルールも将棋や麻雀のように複雑なものより，簡単なものが望ましいと考えられる．

一方，知識の定着の点から考えると，対象知識への理解がゲームの勝敗に無関係であれば，参加者は知識を理解しようとしないことが考えられる．そのため，対象知識への理解が深まるほど有利にプレイできる仕組みが必要となる．

本研究では， 初学者でもプレイでき，対象知識の理解が有利に働くように，不安全行動／安全行動の区分をゲームのルールに織り込んだ防災学習のためのカルタゲームを提案する．

本研究で提案するカルタゲームの読み札は上の句と下の句からなり，それぞれ不安全行動／安全行動に関する内容となっている．取り札には下の句（安全行動）の内容を描写したイラストと頭文字が描かれる（図１）．ゲームは，いろはかるたと同様に，読み手と二名以上の取り手が参加して行う．読み手は上の句，下の句を順に読み上げ，取り手は下の句に

対応した取り札をより早く取ることを競う．なお，上の句（不安全行動）が読まれている間に，その内容に対応する下の句（安全行動）が推測できれば，下の句が読まれる前により早く札を探して取ることができる．したがって，不安全行動（上の句）と安全行動（下の句）を関連付けて理解し，記憶することによって，他の取り手より有利にプレイできる．ただし，そのような関連性を学習していない場合でも，取り札に示された安全行動の頭文字から札を取ることができるため，初学者同士でカルタゲームを楽しみながら不安全行動と安全行動の関連性について考える機会を与えることができる．

なお，イラストが知識の定着と動機づけに寄与する[(3)]ことから，取り札には下の句の内容を描写したイラストと頭文字を示した．また，下の句はイラストが示された取り札を見つけるために意識を集中するため，上の句の内容より強く印象に残ることが予想される．安全な避難には不安全行動と関連づけて安全行動を学ぶことが重要となるため安全行動をより印象づけることが望ましいと考えられる．さらに，意味的に類似する項目の提示により項目の弁別性が低下するとの指摘があり[(4)]，不安全行動と安全行動を混同する恐れが考えられる．知識を混同した際に最も避ける必要があると考えられる不安全行動を安全行動であると誤って覚えてしまうことを防ぐため，取り札と下の句に安全行動を当てはめ，上の句には不安全行動を当てはめている．

3.　ユーザ観察

提案するカルタゲームを一般市民に試用してもらうため 2015 年 11 月 29 日に大阪府高槻市内の小学校で行われた市民避難訓練に参加協力し，ユーザ観察を行った．なお，学習対象となる防災知識は，大阪府高槻市が発行した防災ハンドブック[(5)]から抽出した地震と洪水に関する心得を基に作成し，取り札は 1 ゲーム 5 分ほどで終了するように，地震と洪水それぞれ 6 枚ずつ計 12 枚の取り札を用意した．

カルタゲーム参加者の多くは幼稚園児から小学校低学年までの児童であった．ユーザ観察の結果，小学校低学年の参加者については，上の句のみで正解の札を取る様子や上の句の段階で取り札を探している様子が見受けられ，安全行動と不安全行動を相互に関連づけながら学ぶことを促進できたと考えられる．また，参加者の保護者から「運動靴なんだ，長靴だと思っていた」という発言もあり，不安全行動について理解を深めてもらう効果も確認された．加えて，取り札にイラストを使用していたため平仮名を習っていない参加者でも下の句に含まれる単語を基に正解の札を探すことができていた．

しかし，上の句で「家具」という言葉が読まれ，取り札に「タンス」のイラストが描かれている場合には，読み札で説明された防災知識によらず，一般名称を表す単語と具体例となるイラストとの意味的包含関係から正解の札が取られる場合も見受けられた．また，「リュックで避難する」を表すリュックと「非常持ち出し品」を表すリュックのように，紛らわしい内容もあり，平仮名を習っていない参加者の中には，下の句が読まれた後でも札が取れない場合や，間違った札を取ってしまう場合があった．下の句に関しては，頭文字が読まれた時点で取るべき取り札が分かるため，下の句の内容を聞いていない参加者も確認された．

以上のことから，取り札のイラストから容易に想像できる単語を上の句に入れない，取り札のイラストは学習対象の理解により正解の札が分かるように表現を工夫する，頭文字を下の句の最後に読むなど，学習対象の理解に直接結びつかない記号的な関連性ではなく，不安全行動／安全行動の関連性に注意を向けさせる工夫が必要となる．

4.　おわりに

本研究では不安全／安全行動を関連づけた学習支援のためのカルタゲームを提案し，ユーザ観察の結果を報告した．ユーザ観察の結果，カルタゲームは低年齢からでもプレイでき不安全行動／安全行動を関連づけた学習を促進できる仕組みとはなっているが，札の内容によっては学習を促進できていない場合があった．

本研究ではカルタゲームの効果を観察することを目的としていたため，12 項目（取り札 12 枚）の避難時の心得を学習対象としたが，防災学習という点ではさらに多くの知識を教示する必要がある．今回のユーザ観察は 1 回のプレイのみであったが，実際に学習を支援する際には対象項目を増やして，繰り返し学習することを前提とした学習支援が必要となる．今後は使用する読み札の文章や取り札のイラスト表現を精査するとともに，複数回学習を支援する場合の進め方についても検討する予定である．

謝辞

本研究の一部は科研費 26560133 の助成を受けた．

参考文献

(1) 国土交通省北海道開発局: “水防災カルタ”, http://www.hkd.mlit.go.jp/zigyoka/z_jigyou/gijyutu/C_karuta.html（参照年月:2016 年 5 月 31 日）
(2) 国土交通省一関防災センター北上川学習交流館あいぽーと:“水害かるた”, http://www.thr.mlit.go.jp/iwate/iport/taikenprogram/08/karuta/kansei.htm（参照年月:2016 年 5 月 31 日）
(3) 島田英昭, 北島宗雄:“挿絵がマニュアルの理解を促進する認知プロセス―動機づけ効果と精緻化効果―”, 教育心理学研究, Vol.56, pp.474-486 （2008）
(4) 北濱俊雄: “対連合学習における刺激項間の意味的類似性による干渉におよぼす弁別手掛かり提示の効果”, 心理学研究, Vol.53, No.4, pp.232-235 （1982）
(5) 高槻市:“防災ハンドブック” , http://www.city.takatsuki.osaka.jp/ikkrwebBrowse/material/files/group/14/bousaihandbook.pdf（参照年月:2015 年 11 月 12 日）

対話型学習環境における視線行動を用いた学習者習熟度
－パズル型ゲームを用いた学習者習熟状態の変容の検出－

Grasp about masterly process using eye movement at interactive learning environment
〜masterly process on Puzzle game〜

坪倉 篤志[*1, *4]，松原 伸人[*2]，林 敏浩[*3]，西野 和典[*4]
Atsushi TSUBOKURA[*1, *4], Nobuto MATSUBARA[*2], Toshihiro HAYASHI[*3], Kazunori NISHINO[*4]
*1 日本文理大学
*1 Nippon Bunri University
*2 株式会社 SRA
*2 SRA Key Technology Laboratory
*3 香川大学
*3 Kagawa University
*4 九州工業大学
*4 Kyushu Institute of Technology
Email: tsubo@atlab.org

あらまし：対話型学習環境おける学習者とシステムとの対話記録から，学習者支援に向けた基礎研究に取り組んでいる．特に学習者が習得した操作スキルの変化を，視線行動を含む対話行動からの検出に取り組んでいる．今回，パズル型ゲームを行っている学習者行動を，視線行動とキー入力行動を同時記録した．これら計測データから習得した操作スキルの変容について，分析を試行した．
キーワード：視線行動，学習者状態把握，対話型環境，相互評価

1. はじめに

学習環境における，様々な学習者行動や学習履歴を用いた学習者支援に取り組んでいる．特に相互評価型学習環境 [1]における学習者支援に注目しており，学習者の取り組み状況や取り組み行動から，学習者に必要な学習者行動を促す支援につなげたい．これまでは，対話記録として，提出物やシステムへのアクセスログ等を用い，学習者状態の推定を行ってきた．さらにシステムとの様々な対話履歴の利用から，これまで捉えることができなかった学習者状態の変化を把握できる可能性がある．これら研究ではシステムとの対話行動に，視線行動や手や指などを用いた操作行動を加え，タスクを課した学習者行動と，繰り返し取り組む中での行動特性の変容から，学習者状態の推定に取り組んできた [2-3]．

近年，身体行動の計測デバイスの低価格化と共に API が公開される傾向にある．Microsoft Kinect[8]や Leap Motion[9]などの身体動作に加え，tobii EyeX[10]は，視線行動をリアルタイム計測し UI やゲーム操作に利用可能なデバイスが提供されている．そのため，計測が容易になりつつあり，多人数での同時計測した行動計測データの利用可能性も高まってきた．

本研究では，学習者支援システムとして相互評価に取り組む学習者行動に対する学習者状態の把握と，学習者支援に視線行動を活用したい．今回，一連の研究として，数名の被験者に対し，１ヶ月程度の期間，継続してゲームに取り組み，その習熟プロセスの計測と分析を試行した．

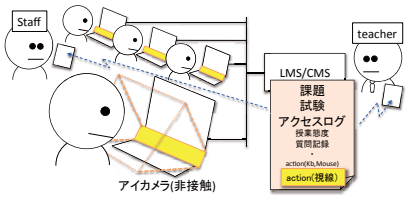


図 1　視線を用いた学習者支援環境

2. 視線追跡装置（アイカメラ）

視線追跡装置は旧来より多く開発され利用されてきた [3~7]．近年の技術的革新に伴い，視線追跡装置も安価な製品が発売されている．tobii EyeX Dev Kit[10]は€99($139)で提供されている．計測方法は非接触型の角膜反射法である．API が提供されているため，計測した視線行動を用いたシステム構築の可能がある．本製品は，UI や視線を用いたゲームシステム構築に向け提供されている．他に，視線を用いたゲームや，e-Sports 向けにゲーム中のゲーマー視点の計測と分析に向けた製品 [11]や，ゲーム向けのノートパソコンにアイカメラを内蔵した製品も発表された [12]．


図 2 Tobii EyeX Dev Kit[10]

3.　計測実験

今回，簡単なパズルゲームに一定期間，継続して取り組んだプロセスを計測した．これら計測データから，行動の特性の変化について分析を試行した．用いたゲームは，テトリスを計測向けにカスタマイズした eTetris を，Unity で構築した．パソコンを用いキーボードと，Tobii EyeX の併用により，視線とキー入力の同時計測が可能である．USB メモリベースでプログラムの配布と，計測データの収集ができるようにした．被験者の負担を考慮し，取り組みは，家での取り組みと，研究室での取り組みを組み合わせた．研究室では，視線を含めた計測を週１のペースで取り組む．家では，数回取り組んでもらえるよう，お願いした．USB メモリは，研究室での取り組み時に持参してもらい，データを定期的に回収した．

協力してくれた被験者は６名，うち，視線を定期的に計測できたのは２名，２０歳代大学生の男女である．テトリスの経験は，いずれもルールを知っていて，多少はやってみた事がある程度であった．

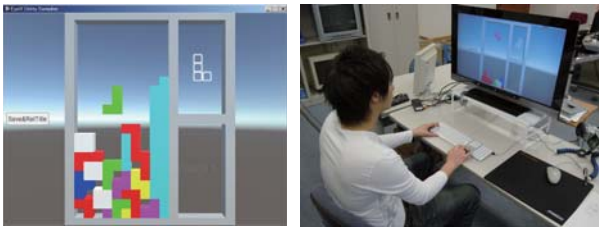
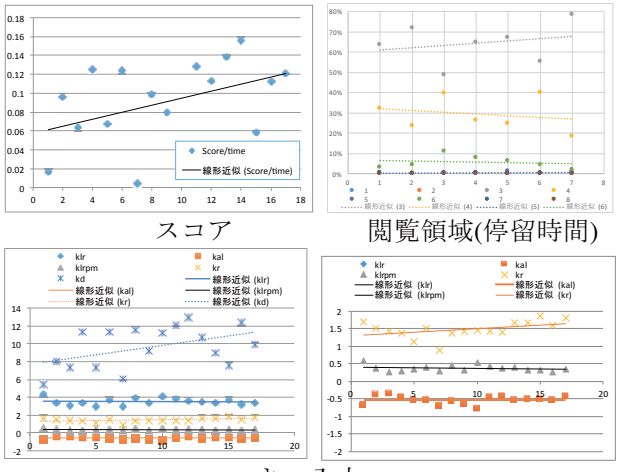


図３，eTetris と実験の様子

4.　実験結果

図４に被験者 01 の各種分析結果を掲載した．スコアは，トライアルを繰り返すごとに向上していく傾向が見られる．キー入力に対しては，特定のキー行動の増加と減少が確認できた．特に，下キーを押す頻度の増加が顕著であり，左右方向の移動が安定化し，回転回数の増加も確認できる．視線行動も，閲覧領域に変化がみられた．メイン画面の上部に対する停留時間が増加し，下部に対する停留時間の減少，スコア領域への停留時間の変化が見られた．当初，仮説として立ててた Next 領域の変化は，顕著な変化を確認できなかった．



スコア　　閲覧領域(停留時間)

キー入力

図４，スコアとキー入力と視線行動の変化

5.　まとめ・展望

今回，学習者の操作習熟過程について，テトリスを題材に，キー入力行動と視線行動の計測に取り組んでみた．計測においては，約１ヶ月程度の期間，定期的に取り組ませ，この期間のデータ計測を行った．この計測データから，学習による変化と行動特性の変化を分析してみた．これら結果から，ゲーム操作能力の向上に加え，操作行動特性の変化が，キー入力行動と，視線行動から確認することができた．

今回は，計測データの全体的な分析にとどまっており，計測データからスキル同定と，学習者が用いたスキル体系の変化までは分析できていない．今後，これらの分析に取り組み，学習に伴う行動特性の変化を，適用スキルの変化同定に取り組み，これらから，学習者の習得スキルに合わせたゲーム難易度の調整に取り組みたい．

今後，これらの成果から，LMS などを利用する学習者の視線行動と，LMS 対話履歴から，学習者の変化に柔軟に対応した，学習者支援システムの構築に取り組みたい．

参考文献

(1)　坪倉,松原,林,足立,西野，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～評価計測と分析結果～，信学技報 113(377),pp25-30,(2014)

(2)　坪倉,松原,林,足立,西野，視線行動を用いた対話型学習環境における学習者習熟度　～　対話分解能　～,教育システム情報学会 2014 年度第 6 回研究会，vol.29,no.6(2015-3) ISSN1343-4527,pp183-188　（2015）

(3)　坪倉他,視線追跡データを用いた認知動作過程の解析，教育システム情報学会学会誌 14 (5) ,191-200,（1998）

(4)　加藤,柴田,坂東,池田,簡便な運転シミュレータを用いた運転熟練者と非熟練者の行動差異に関する研究，電子情報通信学会技術研究報告，ニューロコンピューティング　113（111），95-100，(2013)

(5)　竹川,椿本,田柳,平田，鍵盤上への演奏補助情報投影機能をもつピアノ学習支援システムにおける熟達化プロセスの調査，情報処理学会研究報告,2013-MUS-98（7），1-8，(2013)

(6)　今村他，視線判定機能によりタッチタイピング練習を支援するツールの開発，情報処理学会研究報告．コンピュータと教育研究会報告 2012-CE-117(5)，1-8，2012-12-01

(7)　Microsoft kinect http://www.xbox.com/ja-JP/kinect(2015/6/8/アクセス確認)

(8)　Leap motion https://www.leapmotion.com(2015/6/8 アクセス確認)

(9)　Tobii EyeX http://www.tobii.com/en/eye-experience/eyex/ (2014/6/24 アクセス確認)

(10) Steelseries gaming eye tracker http://steelseries.com/gaming-controllers/sentry-gaming-eye-tracker(2015/6/8 アクセス確認)

(11) Tobii & MSI http://www.tobii.com/en/news-and-media/press-releases/tobii-msi-form-partnership-invite-developers-to-create-the-next-great-eye-tracking-game/ (2015/6/8/アクセス確認)

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

The Analysis of Concentration for Highly Interactive Educational Contents

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.masayuki@gmail.com

あらまし： シリアスゲームなど，多様な演出手段を応用した高度インタラクティブ教育コンテンツを評価・分析するためには，システム側が投げかける情報や応答に対して，学習者がどのように応答するか，など，時系列で変化するインタラクションを評価し，分析することが必要となる．このような分析をおこなうために，学習者側の生理指標である心拍，体温，呼吸といった生理指標を元にシステムへの没入度・集中度を求めて，分析を進めることが考えられる．
キーワード：高度インタラクティブ教育コンテンツ，ゲーム，生理指標，集中状態

1. 序

教育システム研究において，構築した教育システム・コンテンツの評価をどのようにおこなうかは，一つの課題となってきた．従来の教育システム研究においては，評価はもっぱら被験学習者に対するアンケートや，事前テスト・事後テストの比較によっておこなわれることが多い. しかし, アンケートは，学習中の学習者よりリアルタイムに得られる情報でないため，結果が正確でなく，アンケート実施時の雰囲気や気分などにその結果が左右されるという問題がある．事前テスト・事後テストによる方法においても，オーバーオールに見た場合での教育効果の測定には有用であるが，学習者のリアルタイムの反応やその過程を観察することはできないため，自ずとその分析能力や精度には限界がある．特に近年のシリアスゲームなどの高度にインタラクティブな教育システムを対象とする場合，これらの評価方法では改善のための情報を得ることが難しく，開発にはほとんど役立たない．また，その情報を元にフィードバックを与えるといったこともできない.

一方で, 近年の様々なセンサの高度化と低価格化，情報処理能力の向上により，人間の様々な生理指標を収録･利用することができるようになりつつある．このようなヒューマンデータは，うまく収集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学習者の行動，応答の時間的な変動を得ることができ，かつ，学習過程に関わる情報を収集することができるので，その分析方法・評価方法が明らかとなれば，教育システム研究や教育コンテンツ開発にとって，大きな進歩となりうる．評価方法を確立するところまで行かなくても，リアルタイムに没入度・集中度などを得ることができれば, 様々な目的に役立てることができる.

2. 没入度・集中度のモデル

没入度，集中度に関しては，古典的であるが，興味深い研究として Mihaly Csikszentmihalyi が 1975 年に提唱した「Flow」の概念がある[(2)]．「Flow」は，人間がスポーツ，登山，チェスといった活動に高度に集中した状態と定義される．また，この状態は図 1 のように自分の能力と与えられる課題が高いレベルでバランスしたときに生じるとされる．これはいわゆるシリアスゲームやトレーニングゲームを研究・開発する観点からは非常に興味深い.

一方で，Csikszentmihalyi が実施した「Flow」研究は 1970 年代から始まった比較的古い研究であり, アプローチとしても生理指標は用いられず，インタビューやアンケートなどに頼った調査方法に依存しているため，現時点の技術水準においては信頼性が疑わしい部分もある．その後の研究でも，手法についての革新はあまり見られない[(3)].

我々は，Csikszentmihalyi の「Flow」を被験者の集中度・没入度を示す高次の指標として捉えて，これと体温，心拍・呼吸といった生理指標やその変動の

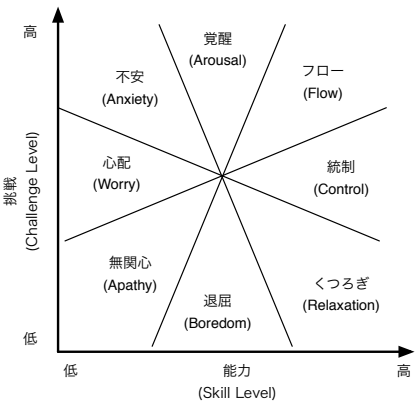


図 1．Flow の領域

関係を科学的な実験を通して解明したい．この解明によって，ゲームなどの要素を含む高度なトレーニングシステムなどの教育システムの評価が初めて可能になると考えられる．

3. 集中状態モデル構築へのアプローチ

高度インタラクティブ教育コンテンツでの学習者の集中度モデル構築に向けて，以下のように段階的に考える必要がある．

(1)複数の生理指標と集中状態に関連すると思われる内部状態の関係の解明
(2)集中状態の情動モデルの構築と実験的証明
(3)高度対話型コンテンツへの評価などの応用

現在の研究段階は，(1)(2)の段階であり，生理指標データから，精神的ストレスなど，集中状態につながると考えられる物理量とその意味を分析する手法を構築した上で，操作履歴と生理指標データの突き合わせをおこなう．

ある学習者がシリアスゲームなどの特定の認知操作環境においておこなった操作履歴は，その詳細情報およびシステム的な状況情報を時間情報とともに記録しておくことにより，その学習者がおかれたコンテクストの時系列変化を分析することができる可能性がある．最終的にはこのコンテクスト情報と生理指標により推定される学習者の精神的状況を重ね合わせることにより，時系列変化の因果関係を推定できる可能性がある．

4. 集中状態につながる様々な指標

集中状態につながる指標としては，大まかには「行動的尺度」と呼ばれる身体的行動に基づくもの，「心理生理尺度」と呼ばれる生理的な内的変化に基づくものがある．さらに心理生理尺度としては，自律神経系の応答から，人体の様々な臓器を通じた反応と中枢神経系に基づく反応の 2 種類に大別することができる．

行動的尺度としては，顔表情，瞬目反射，瞳孔の大きさなどがある．心理生理尺度の自律神経系の応答としては，心拍，皮膚電気反射，皮膚温度などが計測しやすい．また，中枢神経系，すなわち，脳の応答としては，脳波などがありうる．

脳波の観測においては多数の電極を頭に装着する必要があるため，測定そのものが困難ではあるが，物事への集中は脳の活動であるので，中枢神経系の応答が最も信頼度が高いと考えられる．例えば，集中状態で出現する Fm-θ 波などを観察することで集中のレベルを観測できる可能性がある．

一方で，自律神経系の応答についても，集中状態につながる様々な指標として利用できる可能性がある．例えば，心拍の鼓動間隔(RR 間隔)は精神的ストレスの影響を受け，緊張状態では RR 間隔のばらつきが小さくなることが知られている．顔の皮膚温度は血流量に応じて変化するので，興奮度などの指標となりうる．これらの指標間の関係を見ることで集中状態のモデルをつくることができる可能性がある．

5. 実験と分析への計画

様々な作業タスク，ゲームタスクについて，脳波，心拍，鼻部温度などを同時計測する実験を計画している．脳波から集中度を計測し，心拍から精神的ストレス，体温から興奮度を計測し，これらの相互関係を導き出す．集中状態はかなり複合的な指標であると考えられるので，他の指標との関係についても検討していく．

ゲームなどを応用した高度インタラクティブ教育コンテンツでは，その操作履歴とセンサーにより取得した様々な生理指標を比較分析することにより，コンテンツ内における粒度の細かい演出に対する成功・不成功を追跡することが可能となる．

これらの分析をおこなうことにより，生理指標により得られた覚醒度/集中度と課題のバランスの時間的な変動が捉えることが可能となると考えられる．これにより Csikszentmihalyi の提示した「Flow」の発生要因を詳しく分析できると考えている．

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) Evaluation and Analysis of Spatial Training Game for molding arts, Masayuki Ueno, Shinjiro Wada, Yutaka Kida, Noboru Ashida and Kazuhiro Ueda, Proc. of The 2nd 2013 IEEE Global Conference on Consumer Electronics (IEEE GCCE 2013),p.385-386,2013
(2) Csikszentmihaly M.(1975) Beyond Boredom and Anxiety. Jossy-Bass Publishers, San Francisco,CA
(3) 今井浩明，浅川希洋志「フロー理論の展開」世界思想社,2003
(4) 林博史編「心拍変動の臨床応用」医学書院,1999
(5) ゲームプレイ時における心拍変動の分析，植野雅之，和田慎二郎，高見友幸，ゲーム学会合同研究会研究報告，Vol.12,No.1,(2015)
(6) 高度インタラクティブ教育コンテンツにおける生理指標による集中状態の分析，植野，和田，高見，教育システム情報学会全国大会論文集(2015)
(7) 脳波によるゲームプレイ時の集中状態分析のための実験計画，植野雅之，和田慎二郎，高見友幸，ゲーム学会ゲームと教育研究部会，2015-GE-1
(8) Masayuki Ueno, Shinjiro Wada and Tomoyuki Takami, Development of Game Playeer Analysis with Physiological Indexes, Proc. of The 4th 2015 IEEE Global Conference on Consumer Electronics (IEEE GCCE 2015),p.339-340,2015
(9) 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）

手書きとアニメーションによる情報提示の違いの分析

Analysis of Differences between Information Presentation by Handwriting and Animation

西村 康平[*1], 吉川 厚[*2], 岡崎 泰久[*1]
Kouhei NISHIMURA[*1], Atsushi YOSHIKAWA[*2], Yasuhisa OKAZAKI[*1]
[*1] 佐賀大学大学院工学系研究科
[*1]Department of Information Science, Saga University
[*2] 東京工業大学大学院総合理工学研究科
[*2]Deprartment of Interdisciplinary Graduate School of Science and Engineering, Tokyo Institute of Technology
Email: k-nishim@ai.is.saga-u.ac.jp

あらまし：本研究では，手書き過程を再現して提示出来る教育用プレゼンテーションツール HPT（Handwriting Presentation Tool）を用いて，教材提示についての分析を行う．提示の種類には，板書のように手書きの過程を提示する動的提示、アニメーションを含んだスライドによる動的提示があり、被験者には理数系の課題を提示し，理解度テストやアンケート，視線分析装置を用いて分析を行うことで，各提示方法がどのような教材を提示する場合に適しているのか調べる．
キーワード：プレゼンテーションツール，板書，スライド，書く過程，視線

1. はじめに

現在，教育現場ではプレゼンテーションツールを用いた授業が増加している．しかし，スライドでの授業は，板書での手書きを行う授業の良さが生かされず，スライドの情報量が多すぎて情報の整理が追い付かない，単調な提示になってしまうという問題点も挙げられる(1)．このような問題は，プレゼンテーションツールの使い方が原因となっており，スライドでの情報提示の手引きも示されている(2)．

一方，スライドよりも板書を用いた授業を好む教員や学習者も存在している(3)．板書の書いていく過程をそのまま見せることが出来るという大きな特徴に着目し，板書の書いていく過程を表現する良さを取り入れたプレゼンテーションツールの研究も行われている(4)(5)．

書いていく過程を見せることは理解に関して意味のあることであり，単に完成形を見せることや機械的な段落的提示とは異なると考えている．我々は，こうした書く過程を見せる良さを明らかにするための基礎データとして，学習者の視線の動きに着目して研究を行ってきている(6)(7)．

本論文では，板書の書いていく過程を見せるという動的教材提示に着目し，このような提示手法とアニメーションによる提示手法がどのような教材を提示する場合に適しているのかを視線分析実験により示す．

2. 視線分析

2.1 アイトラッカー

本研究では，視線追跡を行うアイトラッカーとして，Tobii Technology 社の Tobii アイトラッカーを使用した． 視線追跡装置，ユーザーカメラ，スピーカーなどのハードウェアは，被験者の注意を妨げないようにモニター体型となっていて，被験者は何も装着する必要は無く，被験者はモニタの前で自由に動くことが出来る．

2.2 視線データの分析

取得した視線データの解析には，視線解析ソフトウェア Tobii Studio を用いた. これを用いることにより，Tobii アイトラッカーを用いた実験の設計，対象となる視覚刺激の提示, レコーディング, リプレイ，ビジュアリゼーションなどを行うことが出来る．

本研究では，Gaze plot（ゲイズプロット）と Heat map（ヒートマップ）を用いた．

ゲイズプロットでは，被験者毎に注視点と視線の軌跡を，被験者が見た時間の流れと共にアニメーションで表示することによって，被験者がどの部分をどの順序で見ていったか，あるいはどの部分を注視したかを動的に捉えることが出来る．

ヒートマップは，被験者の視線移動を総合し，注視時間をサーモグラフィのように視覚化する．これにより，被験者がどの部分を注視したのかを，視覚的に捉えることが出来る．

視線分析では，視線の動きや注視点のデータを得ることが出来るが，そのことと被験者の意識が必ず一致しているとは限らない. また, 視線のデータは，視界の中心のものであり，周辺視野についてのデータは得られない．こうした限界を踏まえ，本研究では視線の分析に加えて理解度テストやアンケート調査を行うことで，書く過程の提示の有無による視線の動きの違いを分析している．

3. 視線分析実験

3.1 実験手順

学生 22 名を被験者として，2016 年 2 月に実施した．被験者への提示刺激として，図形，ベクトル，

運動方程式の 3 種類の問題それぞれに手書きの過程を提示する動的提示（100 文字／分），アニメーションを含んだスライドによる動的提示，最終結果のみを示す静的提示の 3 種類，合計 9 種類の提示を作成し、L9 直交表に従って被験者に提示を割り当てた．

手書きの過程を提示する動的提示課題の作成には，我々が開発を進めているプレゼンテーションツール「HPT(Handwriting Presentation Tool)」を，アニメーションを含んだスライドによる動的提示課題の作成には Microsoft 社の「PowerPoint」を用いた．静的提示の提示時間は，手書きの過程を提示する動的提示とアニメーションを含んだスライドによる動的提示の中間とした．1 つの提示が終わると，理解度テストとして提示した課題に類似した問題をその場で解いてもらい，提示した課題に対するアンケートに回答した後，次の提示に移行することを繰り返して実験を行った．

3.2 実験結果と考察

全体における提示方法の違いとその主観評価の結果を表 1 に示す．全体的には手書きでの提示が最も分かりやすく，静止画での提示が最も分かりにくいという結果になった．また，課題別の結果としては課題 1 では手書きでの提示が分かりやすいという意見が多く，アニメーションでの提示が分かりにくいという意見が多かった．しかし，課題 2 ではアニメーションでの提示が分かりやすいという意見が一番多く，静止画が分かりやすいという意見が無かった．動的提示が理解に好ましい影響を与えているということを示している一方，動的提示である手書きとアニメーションでその効果が分かれており，課題 1 と課題 2 の何らかの要因の違いが影響していると考えられる．課題 3 では手書きやアニメーションでの提示よりも静止画が分かりやすいという意見と，逆に静止画が分かりにくいという 2 つの意見に分かれた．これは，静的提示は提示された情報の解釈の自由度があるため，被験者への依存が大きいというこれまでの実験から得られた結果とも符合している[6][7]．

次に，提示方法の違いと課題の平均点の結果を表 2 に示す．この表を見ると，課題 3 の平均点が最も高く，課題 2 の平均点が最も低いことが分かる．これより，今回の被験者に対する課題の難易度は課題 2 が最も難しく，課題 3 が最も易しかったと考えられる．また，課題 3 では提示方法の違いによる得点の差異は見られないが，課題 1 では手書きによる提示が最も得点が高く、課題 2 ではアニメーションによる提示が最も点数が高いことが分かる今回の図形問題のように図形の重ね合わせの表現が含まれると，アニメーションでは手書きに比べて思考プロセスを再現しにくかったため，課題 1 は手書きでの提示が有効であったと考えられる．一方，ベクトルは基本的に直線のみで構成出来るのでアニメーションできれいに提示することが出来たため，課題 2 はアニメーションでの提示が有効であったと考えられる．

表 1 提示方法の違いとその主観評価（全体）

	一番わかりやすい提示	一番わかりにくい提示
手書き	36%	23%
アニメーション	28%	32%
静止画	36%	45%

表 2 提示方法の違いと課題の平均点（100 点満点）

	手書き	アニメーション	静止画	全体
課題 1	76 点	55 点	70 点	68 点
課題 2	39 点	54 点	34 点	42 点
課題 3	94 点	93 点	93 点	93 点

4. まとめと今後の考察

本研究では，板書の書いていく過程を見せるという動的提示に着目し，こうした提示手法とアニメーションによる提示手法が，どのような教材を提示する場合に適しているのかを，視線分析実験によって傾向を掴んだ．その結果，思考プロセスを再現しやすいものは手書きでの提示が，ベクトルのように直線のみで構成され，アニメーションできれいに提示出来るものはアニメーションでの提示に適していると考えられる．

今回の成果を踏まえて，我々が開発に取り組んでいるプレゼンテーションツール「HPT」の改良を行い，板書の良さを取り入れた新しいプレゼンテーションツールの実現を目指していきたい．

参考文献

(1) E，R. Tufte, The Cognitive Style of PowerPoint: Pitching Out Corrupts Within, Second Edition, Graphics Press, Cheshire, 2006.
(2) C. Atkinson, R, E. Mayer, Five ways to reduce PowerPoint overload, Sociable Media, 2004.
(3) 柳沢昌義，福田沙織:“黒板とプレゼンテーションソフトによる授業とノートテイキングに関する調査研究”，日本教育工学研究会報告集，pp.63-68，2008.
(4) 坂東宏和，杉崎知子，加藤直樹，澤田伸一，中村正樹:“一斉授業の情報化のための電子黒板ミドルウェアの基本構成と試作”，情報処理学会論文誌，vol.43，no.3，pp.804-814，2002.
(5) 栗原一貴，五十嵐健夫，伊藤乾:“編集と発表を電子ペンで統一的に行うプレゼンテーションツールとその教育現場への応用”，コンピュータソフトウェア，vol.23，no.4，pp.14-25，2006.
(6) 岡崎泰久，野口千樹，吉川厚: “書く過程の提示における学習者の主観評価と視線分析”，電子情報通信学会技術研究報告，Vol.114，No.82，pp.39-44，2014.
(7) 岡崎泰久，西村康平，吉川厚:“課題の難易度と主観評価に基づく情報提示手法の評価実験”，電子情報通信学会技術研究報告，Vol.114．No.513，pp71-76，2015.

マイクロ Web 構築のための学習シナリオ自動生成と支援環境

A Micro Web with Learning Scenario Generation

柿沼 保宏[*1], 柏原 昭博[*1]
Yasuhiro KAKINUMA[*1], Akihiro KASHIHARA[*2]
[*1] 電気通信大学大学院 総合情報学専攻
[*1]Graduate School of Informatics and Engineering, The University of Electro-Communications
Email: y.kakinuma@uec.ac.jp, akihiro.kashihara@inf.uec.ac.jp

あらまし：Web 調べ学習では，学習者が学習課題に関する Web リソースを探究し，部分課題へと展開しながら，学習シナリオの作成を通して学習課題間の関係を定義していく．しかしながら，学習シナリオの作成が困難な学習者は，指導者が意図する学習内容を十分に学べずに学習を終えてしまう場合がある．本稿では，学習向けに構造化されたマイクロ Web の構築を目的として，学習シナリオの自動生成を行い，その支援システムについて論じる．
キーワード：Web 調べ学習，マイクロ Web，LOD，学習シナリオ

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，学ぶべき学習課題に関する知識を構築していく．このような Web 調べ学習において活用される Web リソースは，学習者による主体的な学習活動を行うための教材となる．特に，初等中等教育では，ある学習テーマに沿った学びを通じ，ICT メディアリテラシーの習得を目的の一つとして掲げている [(1)]．このような背景から，Web リソースを教材として閲覧しながら，インターネットで効率的に情報を収集する方法や正しい情報を見極める方法を学ぶ機会が増えている．

一方，Web 調べ学習の対象となる Web リソースでは，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）が与えられていない．そのため，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，同じ学習課題を学んでいたとしても，調べ学習プロセスは個別性が高くなる特徴があり，多様な見方を含むリソース群を横断的に学んでいくことで高い学習効果が期待される．

筆者らは，これまでに 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た [(2)]．また，本モデルに基づき学習可能な支援環境 interactive Learning Scenario Builder (iLSB)を開発した．現在は，iLSB を iPad 上で動作するアプリケーションとした iLSB-tablet の開発を進めており，学習課題の分節化と課題展開を支援する属性提示手法を提案し，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)]．

このように，学習者による主体的な学習シナリオ作成が可能である反面，指導者が学習者に学ばせたいと考える学習項目を含んだ学習シナリオを作成させることは困難である．特に，学習向けに構造化がなされていない Web 上での学習では，学習者が指導者の意図する学習項目を漏らすことなく見出しながら学習シナリオの作成をすることは難しい．

そこで，本稿では，学習向けに構造化したマイクロ Web の構築を目的として，Wikipedia の Linked Open Data (LOD)を用いた学習シナリオの自動生成手法について述べ，その手法に基づいて開発を進めている支援環境について述べる．

2. Web 調べ学習モデル

本研究では，Web 調べ学習を３つのフェイズから構成されるサイクルモデルとして定義している．

1. 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学習に使用する Web リソース群を探索・収集する．
2. 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．
3. 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，さらに調べが必要な項目（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．

3. マイクロ Web 構築のための学習シナリオ自動生成手法

本章では，学習向けに構造化されたマイクロ Web と，それを構築するための学習シナリオ自動生成手法について述べる．

3.1 マイクロ Web の枠組み

マイクロ Web とは，計算機上に作られた小世界であるマイクロワールド [(4)] を通常の Web 空間に適用したものであり，学習課題の達成に必要と考えられ

る Web リソース群を指導者が事前に限定することができる．また，学ばせるべき項目（課題キーワード）を学習前に選定することができる．そのため、指導者が想定した学習課題に見合う知識構築を学習者に行わせることができると考えられる．以上のことから，マイクロ Web はある学習課題に関するリソース群を事前に構造化した空間を提供するものと捉えることができる．このようなマイクロ Web を設計するためのアプローチとして，DBpedia [5] が提供する Wikipedia の LOD [6] を用いる．

LOD とは，Linked Data という Web 上でのデータ公開形式とされるデータセット群で，Web 上で関連しているデータをリンク形式で表現しており，誰でも二次利用できるオープンなデータのネットワークとみなせる．また，機械処理が容易なデータ表現形式 RDF (Resource Description Framework)を使用している．

このようなデータを扱う DBpedia は，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，データベース問い合わせのためのクエリ言語 SPARQL [7] を用いて取得することができる．本研究では，SPARQL クエリを用いて DBpedia よりデータ取得を行い，学習シナリオの自動生成を行う．

3.2 学習シナリオ自動生成手法

本研究で自動生成される学習シナリオは，指導者が事前に選定した課題キーワード群で構成される．

本研究では，これまでに Wikipedia のページ名に着目して，DBpedia が提供するプロパティ”wikiPageWikiLink”に着目した学習シナリオ自動生成を行ってきた [8] が，任意の課題キーワードについて取得できる情報量が多く，また生成された学習シナリオに含まれる課題キーワードから部分構造が展開されずに，深さのない広がりだけを持ったシナリオが生成されてしまい，学習課題に関する適切な部分構造が得られない問題があった [9]．

そこで，特定の分野に関する内容が端的にまとめられた Wikipedia のカテゴリ名に着目することで，膨大なページを含む Wikipedia からより信頼性のある課題キーワードを用いて課題構造を作成できると考えた．また，学習課題に関するシナリオの部分構造が深さ・広がりを持つために，あるカテゴリ概念が別の概念より狭義な概念を持つことを表すプロパティ”is skos:broader of”を用いた SPARQL クエリによって学習シナリオの自動生成を行っている．

4. 支援システム

本支援システムのユーザインタフェイスを図 1 に示す．本システムでは，Web 調べ学習モデルに基づいて Web リソースの探索・閲覧，学んだ項目の分節化・関連付け，学習シナリオ作成が行える環境である．

学習シナリオ自動生成手法に基づき，指導者が設定した学習課題（初期課題）と事前に選定した課題キーワードを用いて，自動的に初期課題に関する学習課題構造を作成する機能を有している．

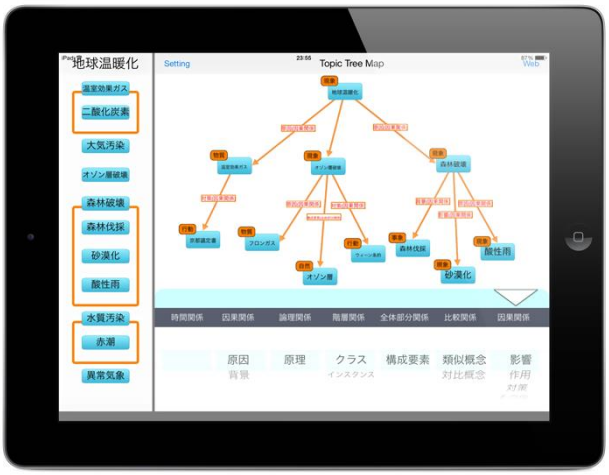


図 1　ユーザインタフェイス

5. まとめ

本稿では，マイクロ Web 構築を目的として Wikipedia の LOD を用いた学習シナリオ自動生成手法を提案し，その手法に基づいて支援環境を開発している．今後は，自動生成により得られた学習シナリオの妥当性を検証する．

謝辞

本研究の一部は JSPS 科研費基盤研究(B)(No. 26282047)の助成による．

参考文献

(1) 総務省 ICT メディアリテラシーの育成 http://www.soumu.go.jp/main_sosiki/joho_tsusin/kyouiku_joho-ka/media_literacy.html
(2) Akihiro Kashihara and Naoto Akiyama, "Learner-Created Scenario for Investigative Learning with Web Resources", Proc. of the 16th International Conference on Artificial Intelligence in Education (AIED2013), Memphis, USA, 2013.
(3) 木下恵太，柏原昭博 : Web 調べ学習における課題展開のための属性提示手法の評価, 電子情報通信学会教育工学研究会技術研究報告 (信学技報) ET2014-99,pp.77-82(2015.3.14).
(4) 松原行宏, “シミュレーション・仮想現実システム”, 電子情報通信学会知識ベース「知識の森」, S3 群 11 編「教育支援システム」, 4 章「教育・学習支援システム」, pp.17-22, 2011
(5) DBpedia Japanese http://ja.dbpedia.org/
(6) 国立国会図書館 使う・つなげる:国立国会図書館の Linked Open Data (LOD) とは http://www.ndl.go.jp/jp/aboutus/standards/lod.html
(7) RDF 用クエリ言語 SPARQL http://www.asahi-net.or.jp/~ax2s-kmtn/internet/rdf/rdf-sparql-query.html
(8) 柿沼保宏，柏原昭博: LOD を用いた学習シナリオ自動生成とマイクロ Web の構築, 電子情報通信学会教育工学研究会技術研究報告（信学技法）,ET2015-71, pp. 13-18 (2015.12.4).
(9) Yasuhiro Kakinuma, Akihiro Kashihara: A Micro-Web Involving Learning Scenario Generation with LOD for Web-based Investigative Learning, Proc. of HCI International 2016, Toronto, Canada, (2016.07).

タブレットのタッチ操作を阻害しない 指先装着型冷温覚提示デバイスの試作

Prototyping of Finger-mounted Thermal Sensation Display for Tablet Users

図所 大輝[*1], 高星 賢二[*1], 山口武彦[*2], 原田 哲也[*2]
Daiki ZUSHO[*1], Kenji TAKABOSHI[*1], Takehiko YAMAGUCHI[*2], Tetsuya HARADA[*2]
[*1] 東京理科大学大学院 基礎工学研究科
[*1]Graduate School of Industrial Science and Technology, Tokyo University of Science
[*2] 東京理科大学 基礎工学部
[*2]Faculty of Industrial Science and Technology, Tokyo University of Science
Email: 8116627@ed.tus.ac.jp

あらまし：本研究では，タブレットに表示されている対象物に触れたときの温度感覚を提示するため，タブレットの操作を阻害しない冷温覚提示デバイスを提案した．タブレット表面を操作する指の腹に冷温覚を提示するにあたり，側爪郭付近に冷温覚提示デバイスを装着することにした．提案手法の評価として，温度知覚位置のズレの測定および，実際に指先に冷温覚が生じているか否かの主観的評価を行った．
キーワード：**バーチャルリアリティ，タブレット PC，ペルチェ素子**

1. はじめに

著者らはこれまで，熱力学を対象とした VR 学習支援システムを開発してきた．このシステムでは FALCON(NOVINT 社)，LeapMotion，デスクトップ PC，温度提示デバイスを使用しており，これらのデバイスが机上を占有してしまっていたため，ユーザビリティの低下がみられた(1)．これを解決するためにタブレットへの移植を考えている．そこで，タブレットへの冷温覚提示デバイスの付加に着目した．冷温覚付加には温度制御を自由に行え，小型化可能なペルチェ素子を使用する．ペルチェ素子を用いてタブレットに冷温覚を付加する場合，画面全体の温度を制御することが必要になり，そのための放熱器と放熱用のファンでデバイスが非常に大きいものとなる．そこで，タブレットの持ち運びやすさ，大きさに影響を与えない指先装着型タブレット用冷温覚提示デバイスを考える．タブレットに触れる指の腹に温度感覚を提示するため，装着位置をタブレット操作する指の腹とすると，操作の妨げになる．このことから，側爪郭付近に 2 個温度提示デバイスを装着し，指の腹に冷温覚の錯覚を生じさせることを提案する(2)．本論文では，指先装着型冷温覚提示デバイスを試作し，利き手人差し指にデバイスを 1 個装着し，温度提示位置を正しく回答できるかどうかを確認した．その上で，側爪郭付近に 2 個装着して，指の腹に冷温覚の錯覚が生ずるか否かの主観的評価を行った．

2. 冷温覚提示デバイスの構成

提案した冷温覚提示デバイスを図 1 に示す．PIC マイコン(PIC18F14K50)とモータードライバ(TA7291)を用い，ペルチェ素子に流す電流を制御する．装着部は，6.2×4.2mm のペルチェ素子の片面に 10×5mm のアルミ板と温度センサを付け，反対側に 10×10mm のピン型ヒートシンクを付けた．

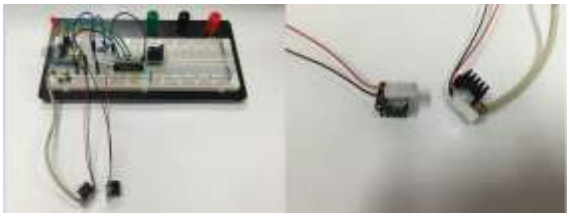


図 1 冷温覚提示デバイス(左：全体，右：装着部)

3. 実験 1：冷温覚提示デバイス位置と温度知覚位置のズレの測定

冷温覚提示をするにあたり，作製した冷温覚提示デバイスで，温度提示した位置を正しく答えることができるかどうかを調べた．

3.1 実験内容

被験者は 20 代の男子 20 人(右利き：19 人，左利き：1 人)とした．利き手と顔の間に壁を作り温度提示デバイスの装着位置が被験者に見えないようにし，図 2 に示す位置に冷温覚提示デバイス 1 個を装着した．装着箇所は利き手人差し指の腹(①)，人差し指第一関節と第二関節の中点(②)，人差し指第二関節と指根元の中点(③)，それぞれ 3 箇所である．

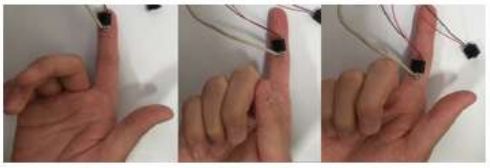


図 2 温度提示位置

温覚を 38℃，冷覚を 25℃と設定した．デバイスを装着し，オシロスコープで温度センサから出力される電流を読み取り，設定温度到達を確認した約 10 秒後に温度提示をやめ，事前に撮影した被験者の人差し指の写真に，温度知覚した位置に丸印をつけてもらった．この操作を位置①，②，③の番号順に温刺激･冷刺激の 2 パターンの計 6 回行った.その後，デバイス装着位置と丸印の距離を測り，その差をズレとした．実験した室内気温は 22.8℃であった．

3.2 実験結果

A4 の紙の上で撮影したものを A4 で印刷し，実物大にしたデバイス装着時の写真から，指先を原点とし，冷温覚提示デバイス装着位置を定規で測り平均値を求めた．また，温度知覚をした位置に丸印をつけてもらった写真から，指先を原点とし，丸印の中点を定規で測り装着位置との差(ズレ)を算出した．表 1 に冷温覚提示デバイス装着位置の平均値(mm)，ズレの平均値(mm)と標準誤差(mm)を示す．

表 1　冷温覚提示デバイス装着位置の平均値(mm)，ズレの平均値(mm)と標準誤差(mm)

位置(温・冷)	装着位置の平均値	ズレの平均値	ズレの標準誤差
①(温覚)	17.4	1.4	1.7
①(冷覚)	16.8	0.0	0.0
②(温覚)	39.5	-2.2	3.0
②(冷覚)	39.6	-4.1	2.3
③(温覚)	60.1	-0.6	2.4
③(冷覚)	59.7	0.1	0.1

結果，表 1 から冷温刺激ともに，第一関節と第二関節の中点(②)ではズレの平均値の絶対値が最大であった．指の腹，第二関節と根元の中点では，被験者は温刺激より冷刺激の提示位置を正確に回答していたとみられる．

4. 実験 2：人差し指の腹に対する熱錯覚の出現の検証

4.1 実験内容

実験 1 と同様の被験者に対し，温度提示する 2 点の間が指の腹になるよう被験者の利き手人差し指の側爪郭付近に冷温覚提示デバイスの温度提示部品を 1 個ずつ熱伝導両面シールで装着した．装着した様子を図 3 に示す．オシロスコープで設定温度到達を確認し，約 10 秒後に温度提示をやめ，被験者にアンケートを行った．アンケート内容は，「1：人差し指の第一関節より先全体に温度を感じましたか．2：人差し指の腹に温度を感じましたか．3：ある 2 点からのみ温度を感じましたか.」とし，それぞれ「はい」，「いいえ」で答えてもらった．ここで目標温度は実験 1 と同様，温覚 38℃，冷覚 25℃とした．



図 3　温度提示位置

4.2 実験結果

温刺激に対するアンケート結果を表 2，冷刺激に対するアンケート結果を表 3 に示す．

表 2　温刺激についてアンケート結果

番号	はい	いいえ
1	13	7
2	8	12
3	10	10

表 3　冷刺激についてアンケート結果

番号	はい	いいえ
1	5	15
2	3	17
3	8	12

アンケートより，番号 1，2 の質問に対し，少なくともどちらか一方に「はい」と答えた被験者は，温刺激では 75%(20 人中 15 人)，冷刺激では 30% (20 人中 6 人)であった．この結果から，冷刺激では人差し指の側爪郭に装着しても指第一関節先全体，あるいは指の腹に冷覚を感じる錯覚は生じにくく，温刺激では，指第一関節先全体，あるいは指の腹に温覚を感じる錯覚が生じやすいことがわかった．

5. まとめと今後の展望

本研究では，タブレットの操作を阻害しない冷温覚提示として，側爪郭付近に温度提示デバイスを装着することで、指の腹に温度変化を錯覚させることができるかを調べた．被験者の主観的評価により，温覚は被験者の 75%，冷覚は 30%が指先もしくは指の腹に錯覚を感じた．よって，デバイスの改良により，温覚については錯覚を正確に生じさせることができるのではないかと考える．今後の展望として，最適な冷温覚提示デバイ
ス装着位置や，個数、大きさ等を検討する．

参考文献

(1) 置塩正祐，高星賢二，平山理恵，山口武彦，原田哲也: “身体的インタラクションモデルを用いた体験型力学学習支援システムの開発と評価”, IIS－15－031
(2) 大原淳，加藤寛士，橋本悠希，梶本裕之: “温度によって生じるファントムセンセーション”, 第 14 回日本バーチャルリアリティ学会論文集(2009.9)

コンピテンシーに基づく教育を意識した 学習ポータルサイトと連動する育成ゲームの開発

Development of the Breeding Game on Learning Portal Site for Competency Based Education

斎藤　一[*1], 広奥　暢[*1], 森川　悟[*1], 前田　真人[*2]
Hajime SAITO[*1], Tohru HIROOKU[*1], Satoru MORIKAWA[*1], Makoto MAEDA[*2]
[*1] 北海道情報大学情報メディア学部
[*1]Department of Information Media Hokkaido Information University
[*2] 電子開発学園メディア教育センター
[*2] Electronics Development Computer College，Media Education Center
Email: hajime@do-johodai.ac.jp

あらまし：本稿では，コンピテンシーに基づく学習を意識した，学習ポータルサイトで実行可能な育成ゲームの開発について説明する。育成ゲームにおいてアバターを装飾するアイテムとコンピテンシーとの関連付けを行う。アイテムは授業で学生の学習成果に応じて発行してきたバッジの考え方と同様に発行する。
キーワード：コンピテンシー，育成ゲーム，Learning Management System

1. はじめに

大学教育における学生の多様化が進む中，積極的な学習意欲を前提としたカリキュラムは，一部の学生にしか対応できない状況にある。北海道情報大学（以下，本学）では，平成 23 年度より，学習の意欲づけとキャリア教育を総合的に支援するシステムの開発と活用をミッションの一つとしている(1)。それに関連して，シリアスゲームを使って将来の仕事を疑似体験できれば，就職に興味・関心を持ち学習意欲が向上するとの考えから，職業体験ゲームの開発や，卒業生の職場見学の映像制作，学習支援ポータルへのバッジシステムの導入等を行っている(2)。

本稿では，これらの取り組みの一環として行っている，コンピテンシーに着目した，学習ポータルサイトと連動する育成ゲームの開発について述べる。コンピテンシーとは，幅広く職務や機能の遂行において発揮されるもので，優れた行為や成果をもたらす人の基底にある特性もしくは可能性(3)を意味する。また，学習者の知識やスキルおよび能力を指す(4)。本学のカリキュラムにおいても，各科目にコンピテンシーが割り当てられている。しかしながら，科目の内容とコンピテンシーの関連性がよく分からない学生は少なくない。

そこで，本研究では，オープンソース Moodle がベースの LMS である本学学習ポータルサイト POLITE (5)と連動することを前提とした育成ゲーム Polite Society を開発した。Polite Society では，アバターを装飾するアイテムとコンピテンシーとの関連付けを行う。アイテムは授業で学生の学習成果に応じて発行してきたバッジの考え方と同様に発行することができる。

2. コンピテンシーに基づく教育に向けて

近年，コンピテンシーに基づく教育（Competency-based Education，以下 CBE）が注目されている(6)(7)。CBE では，学習者が修得したい技術や能力によってカリキュラムを提供することを目指しており，学習者が将来像を描きながら，主体的にカリキュラムを設計していく。Polite Society では，CBE における学習者を支援するために，科目のコンピテンシーと関連したアイテムを用いて，アバターを育成（装飾）していくことで，目標状態や修得状況を可視化することを試みる。

3. 育成ゲーム「Polite Society」の開発

Polite Society の開発や利用実験は，運用中の POLITE を模して構築した実験用のポータルサイトを別途用意した(8)。学習者側は，iPad 等のタブレットからの利用も想定し，Web アプリケーションとして開発した。開発言語として PHP 5.5.9 を，データベースには MySQL5.5 を使用した。また，Moodle のバージョンは 2.5.9 である。学習ポータルサイトの機能や学習に関するデータが，ゲームの不具合により停止や破損してしまうことを避けるために，学習ポータルのデータベースへは参照のみ行うことを原則とし，ゲームにのみ必要な情報は Polite Society 専用のデータベースに保存するように設計した。

3.1 教員側の管理機能

Polite Society において，教師は，科目の単位を取得することで得られるアイテムを管理することができる。図 1 はアイテム管理画面である。アイテムは，コンピテンシーと対応付けされており，教師も管理画面でコンピテンシーを確認することができる。



図 1 アイテム管理機能

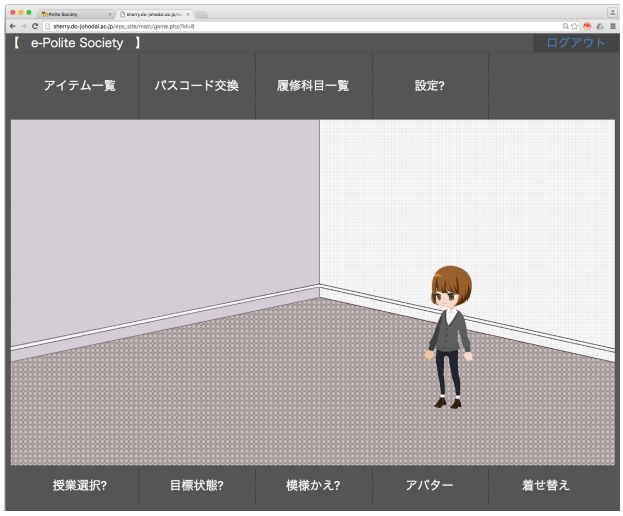


図 2 学習者の画面（ゲーム画面）



図 3　アイテム一覧

3.2 学習者側のゲーム画面

図 2 は，学習者側のゲーム画面である。取得したアイテムを確認する「アイテム一覧」機能，履修済みおよび履修中の科目一覧を表示する「履修科目一覧」機能，そして，アバターを装飾するアイテムを選択・決定する「着せ替え」機能等を有している。図 3 はアイテム一覧ボタンを押したときの表示例である。学習者側からは，アイテムは，「トップス」「インナー」「ボトムズ」「靴」「アクセサリー（アクセ）」「アウター」「靴下」のパーツ毎に分けて表示をすることができる。また，アイテムを表示するときは，そのアイテムを取得した科目名とコンピテンシーを確認することができる。

4.　Polite Society の利用実験と考察

本学学生 15 名を対象に利用実験を行った。利用実験では，教員の視点で，学部 2 年生終了時に修得しておいて欲しい科目をセットした状態のモデルユーザを用意した。

利用実験の結果，アバターの衣装に関しては，200 種類の衣装の豊富さに対する好意的な意見が得られた反面，アクセサリーを増やして欲しい，カラーバリエーションを増やして欲しい等，着せ替えをより楽しむための意見も多く見受けられた。また，ゲームの操作性については，シンプルで分かりやすいという意見の他，ゲームとしての機能の追加についての提案が多くあった。

5.　まとめと今後の課題

本研究では，CBE を意識した学習ポータルサイトと連動する育成ゲーム Polite Society の開発を行った。ゲームシステムの開発に加え，着せ替えを楽しむための 200 種類以上の衣装を用意することができた。学習者モデルによる利用実験において，科目のコンピテンシーと関連づけた着せ替えの機能が利用できることを示した。しかし，育成ゲームとしての機能が確認できた一方で，利用実験ではコンピテンシーの理解の深化については確認することができなかった。今後，ゲームの長期的な利用とコンピテンシーの理解についての調査等を検討する必要がある。

謝辞　本研究の一部は，科学技術融合振興財団調査研究助成の助成により行われました。

参考文献

(1) 主体的学びに導くための実行プラン，
http://www.do-johodai.ac.jp/guidance/3Action.php
（参照：2015/1/29）
(2) 斎藤一，広奥暢，森川悟，前田真人,“大学におけるデジタルゲームの活用と検討 —北海道情報大学シリアスゲーム教材開発ワーキンググループの取り組み”,
日本デジタルゲーム学会 2013 年次大会予稿集，
pp.183-187 2014.
(3) 平田 謙次 , 池田 満 , 溝口 理一郎, “人的資源開発におけるコンピテンシー・オントロジーに基づく設計支援アプローチ”, 教育システム情報学会誌, Vol. 18, No. 3, pp.340-351, 2001.
(4) 平田 謙次，”e ラーニングにおける品質と学習者情報 –学習活動ログとプロファイルによる品質モデル–,
情報処理”, Vol.49, No.9, pp.1061-1067, 2008.
(5) 北海道情報大学学習ポータル POLITE,
http://polite.do-johodai.ac.jp/~hiulms/moodle/
（参照：2015/1/29）
(6) Western Government University,
http://www.wgu.edu/why_WGU/competency_based_approach (参照：2016/3/20)
(7) EDUCAUSE|Library,
https://library.educause.edu/topics/teaching-and-learning/competency-based-education-cbe (参照：2016/3/20)
(8) Polite Society 実験サイト,
http://sherry.do-johodai.ac.jp/eps/ (参照：2016/3/20)

心理物理実験を用いたソーシャルランクと空間的配置の関係性の検討

Consideration of the relation between social rank and spatial arrangement by psychophysical experiments

東野 利貴[*1], 成瀬 康[*2], 曽我 真人[*3]
Toshitaka HIGASHINO[*1], Yasushi NARUSE[*2], Masato SOGA[*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] 情報通信研究機構脳情報通信融合研究センター
[*2] Center for Information and Neural Networks, NICT
[*3] 和歌山大学システム工学部
[*3]Faculty of Systems Engineering, Wakayama University
Email: s175043@center.wakayama-u.ac.jp

あらまし:本研究では,心理物理実験を用いて,ソーシャルランクと空間的配置の関連性の検討を行った.実験では,ソーシャルランクの上下が,空間的配置の上下にどのように影響するかを調べるために反応時間を計測した.そして,反応時間の線形モデルをたて,ソーシャルランクの影響を表す指数を導いた.その結果,ソーシャルランクの上下と空間的配置の上下が一致していた方がそうでない方に比べて反応時間が有意に短くなることがわかった.
キーワード:ソーシャルランク,空間的配置,心理物理実験, Social Bias Index (SBI)

1. はじめに

我々人類には,上下関係といった地位が存在する.それは社会にも存在し,ピラミッド状の構造(1)を持ち,ソーシャルランクと呼ばれる.ソーシャルランクは,ランクが高い人は「上」,ランクが低い人は,ランクが高い人に比べて「下」に表現される.本来,「上」,「下」という言葉は,空間的な配置を表す表現であるが,ソーシャルランクを表す概念としても利用されるようになった.

しかし,Christoph D Dahl らは,このソーシャルランクでいう「上」,「下」と空間的な「上」,「下」は単なる比喩表現ではなく,実際の行動にも影響を与えることをチンパンジーを用いて示した(2).その研究では,チンパンジーにおいて,空間的な「上」,「下」がソーシャルランクの「上」,「下」の概念に直接的な影響を与えているということであり,ソーシャルランクの「上」,「下」は単なる比喩的な表現ではないことが示唆された.

しかし,このようなことは,未だ,ヒトでは調べられていないため,本研究では,Christoph D Dahl らの先行研究を踏まえ,我々人類において,ソーシャルランクの上下と空間的な上下との間に関連があるか否かについて心理物理実験を用いて検討する.

2. 心理物理実験

本研究では,心理物理実験を用いて検討を行う.

2.1 実験システム

本研究では,先行研究で紹介されているチンパンジーへの実験を参考に実験手法を構築した.

今回,「教授」,「助教」,「講師」の 3 つの単語を対象として実験を行った.

実験は,「教授」,「助教」,「講師」の 3 つの単語のうち,2 つの単語が 1 つの組み合わせとして,注視点(+印)を挟んで上下に配置し視覚刺激の提示を行った.

2.2 視覚刺激

視覚刺激の提示は,注視点(+印)のみの画面(注視点画面)と,刺激(+印と文字)の画面(刺激画面)を交互に表示した.また,提示回数は,1 つの組み合わせにつき 30 回提示した.

2.3 実験手順

本研究の心理物理実験として,被験者に事前に目的の単語を示し,その単語が表示されたか否かでマウスクリックを行い回答し,刺激提示からマウスクリックまでの反応時間(Reaction Time: RT)を計測した.マウスクリックは,目的の単語が表示されれば左クリックを,表示されなければ右クリックを行った.その実験の様子の例を図 1 に示す.

被験者に事前に伝えた目的の単語は,「教授」,「助教」の 2 種類である.すべての被験者は,カウンターバランスをとりながら 2 種類両方を行った.

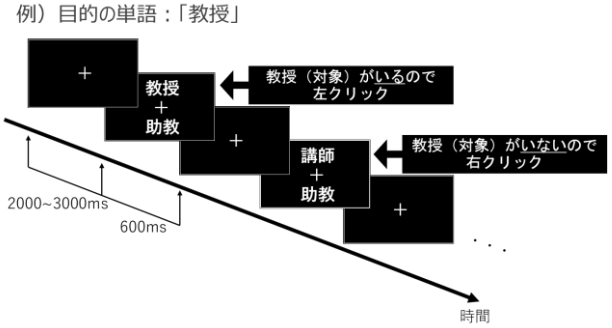


図 1 心理物理実験の例

3.　実験結果

実験から RT を計測し，目的の単語ごとに全被験者の RT の平均を算出した. 比較するために,「教授」と「助教」の組合わせに注目した.

実験の結果，目的の単語が「教授」の時は,「教授/助教」(「A/B」という記法は A が上，B が下で提示されていることを意味する）の組合せの方が RT が短かった．また，目的の単語が「助教」の時の平均は,「助教/教授」の組合せの方が RT が短かった．しかし，目的の単語が「教授」の時の「教授/助教」と「助教/教授」の RT の差よりも，目的の単語が「助教」の時の場合の方が RT の差は小さかった.

先行研究では，ソーシャルランクの上下と空間的な配置が一致しているか否かで反応時間が有意に変わったが，ヒトを用いた本実験では，単に目的の単語が空間的に上に来たときの方が反応時間が短いという結果が得られた．しかし，目的の単語間の RT に差があることからソーシャルランクの影響を受けているのではないかと考えられる.

4.　Social Bias Index (SBI)

実験結果から，単純に RT の平均値を比較することによって，先行研究の示唆を証明できなかった.

しかし，目的の単語間の RT の差からソーシャルランクの影響を受けているのではないかと考えた.

4.1 線形モデル

反応時間の中には複数の要素による時間が含まれていると仮定した．その複数の要素の中でも，大きく 3 つの要素があると考えた．それは，目的の単語の差による時間，提示される単語の配置の差による時間，ソーシャルランクの差による時間の 3 つである．今回特に重要なのがソーシャルランクの差の時間である．この 3 つの要素から線形モデルを組み立てた（図 2，図 3）.

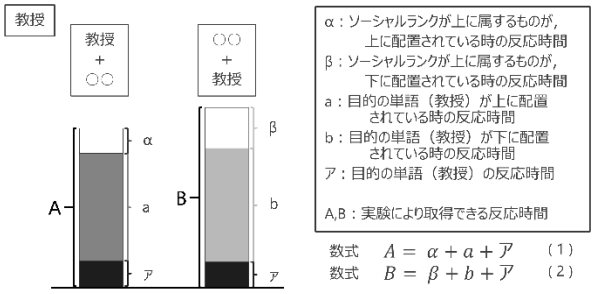


図 2 目的の単語が「教授」の際の線形モデル

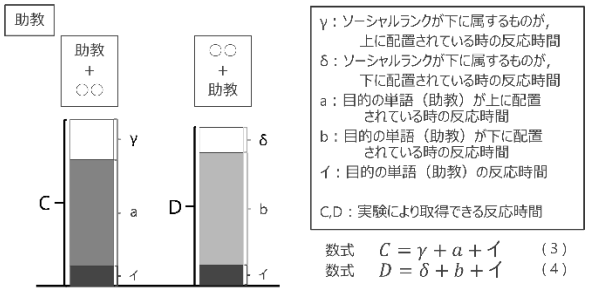


図 3 目的の単語が「助教」の際の線形モデル

4.2 Social Bias Index (SBI)

前項の図 2 と図 3 の線形モデルから，ソーシャルランクの差（ソーシャルランクと空間的配置が一致している方がそうでない方に比べて RT が短くなるという要素）が取得できた RT に影響しているかどうかを調べるために，線形モデルから指数を定義した.

それぞれの線形モデルの数式からソーシャルランクの影響を知ることができる数式を導いた.

$$(\gamma + \beta) - (\alpha + \delta) = C + B - (A + D) \qquad \text{式 1}$$

式 1 の解を Social Bias Index (SBI)と呼ぶ.

SBI の式の$(\gamma + \beta)$は, ソーシャルランクの上下と，空間的な配置の上下が不一致の際の時間の和であり，$(\alpha + \delta)$は，ソーシャルランクの上下と，空間的な配置の上下が一致している際の時間の和である.

よって，SBI が正の値であれば，ソーシャルランクと空間的な配置が一致しているほうが, RT が短くなることが示せる.

5.　検定

実際に，全被験者の反応時間から SBI を求めた．今回，SBI の算出には，目的の単語が「教授」,「助教」ともに,「教授/助教」,「助教/教授」の刺激パターンの RT を用いた．そして，全被験者の SBI を検定し，傾向を調べた．本研究では，検定として，ウィルコクスンの符号順位和検定を用いた.

各被験者の SBI を検定にかけたところ p = 0.0156（有意水準 0.05）になった.

よって，ソーシャルランクと空間的な上下が一致して提示される場合の方が逆の場合に比べて有意に反応時間が短くなることが示せた.

6.　考察

本研究の Social Bias Index (SBI)の結果から，チンパンジーにおけるソーシャルランクが空間的な配置に影響するという傾向は，我々人類でも同様な傾向を持つことが示唆できた.

しかし，本研究では，その示唆の根拠となる神経科学・脳生理学的理由を見つけることはできなかった.

今後，心理物理実験中に脳波計測を行い，視覚刺激に対する事象関連電位(3)と呼ばれる脳波を計測したいと考えている．事象関連電位を計測することによって，本研究で示唆された結果の理由を見つけることができるのではないかと考えている.

参考文献

(1) Bosserman RW, Allen, T.F.H. and T.B.Starr: hierarchy: perspectives for ecological complexity, University of Chicago Press,（1982）
(2) Christoph D Dahl, Ikuma Adachi, Conceptual metaphorical mapping in chimpanzees (Pan troglobytes), eLife,（2013）
(3) 一條貞雄，高橋系一，脳波判読に関する 101 章　第 2 版，医学書院,（2009）

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

Self-Study System on Auto Repair Painting Using Motion Analysis

高井　由佳[*1], 池元　茂[*2], 濱田　泰以[*2]
Yuka TAKAI[*1], Shigeru IKEMOTO[*2], Hiroyuki HAMADA[*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，自動車修理の塗装作業における熟練者の技を数値化・可視化し，非熟練者のための自習支援システムを構築することを目的とし，塗装作業の 3 次元動作解析を実施した．さらに，解析結果を塗装作業者に報告し，自習支援システムの教授内容のへの意見聴取を行った．この結果，自習支援システムでは 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.脇と肘の角度を教授するべきことが明らかになった．
キーワード：自動車修理，塗装，3 次元動作解析，技術・技能継承，自習支援システム

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．少子高齢化により若者が減少し，熟練者の高齢化が進んでいる．そして，高齢になった熟練者の退職が増加することで自動車の塗装に携わる職人が減少している．さらに、職人が減ることで質の低下が発生し，技の継承が困難となっている．この問題の解決方法として情報機器を用いた動作の可視化・数値化を用いた教育システムの構築が挙げられる(1)-(3).

そこで本研究では，非熟練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．本稿では特に，熟練者の塗装動作の特徴を明確にし，自習支援システムでの教授内容を確定することを目的とした.

2.　方法

本実験は自動車修理における塗装に携わる職人に自動車のドアパネルへの塗装作業を行わせ，その際のスプレーガンの運行と職人の動作を三次元動作測定装置を用いて計測し，解析を行った.

実験参加者は, 経験年数 20 年以上の熟練者 5 名と経験年数 3 年以下の非熟練者 5 名の計 10 名の自動車修理に関わる職人とした．実験参加者には実験前に実験の目的および内容を説明し，インフォームド・コンセントを得てから実験を開始した.

塗料は日本ペイント株式会社製のソリッド用塗料の白色を使用した．使用するスプレーガン，塗装対象物となるドアパネルは全ての実験参加者が同じものを使用した．スプレーガンの調整や塗料の希釈は同一条件とした.

本実験では、リアルタイム光学式モーションキャプチャシステム MAC3D SYSTEM (Motion Analysis 社製)を用いて各マーカーの座標を計測した．サンプリング周波数は 120Hz とした．赤外線反射マーカーは各被験者の全身に 18 ヶ所、スプレーガンに 4 ヶ所, ドアパネルに 8 ヶ所貼り付けた．座標系は，被験者に対して左右方向を x 軸，前後方向を y 軸，上下方向を z 軸とした．図 1 に測定風景を示す.



図 1　塗装作業の測定風景

今回の塗装作業はウェットオンウェットと呼ばれる 1 回目に塗られた塗料が乾かないうちに 2 回目, 3 回目を重ねて塗る手法をとった．続けて塗る際に必要な時間とされる表面乾燥（フラッシュオフタイム）の動きは解析対象としなかった.

各被験者には 3 回の塗装で仕上げること，パネルエッジ部の塗装は行わなくてもよいことを教示し，それ以外は日常の塗装業務と同様に塗装を行うように指示した.

熟練者と非熟練者の比較及び 3 回の塗装の比較には，二要因分散分析を行った．有意水準は 5%とした.

解析から得られた結果は，結果報告会を開催し，実験参加者および関西地区の自動車車体整備共同組合の役員に示した．これらをもとに自習支援システムにおける教授内容の検討を行った.

3.　結果

3.1 動作解析結果

ドアとスプレーガンの距離を図 2 に示す．非熟練

者と比較し，熟練者はドアとの距離が短かった．熟練者，非熟練者ともに作業を重ねるにつれてドアとスプレーガンの距離が短くなる傾向がみられた．また，熟練者はバラつきが小さく，最適な塗装距離を保ってスプレーガンを動かしていたことがうかがえた. 熟練者と非熟練者間の有意差は見られなかった．

ドアと腰の距離を図 3 に示す．非熟練者と比較すると，熟練者はドアと腰の距離が 0.07m 短かった．作業毎に比較すると，熟練者は全ての回で約 1m の距離で作業を行っていた．一方，非熟練者は作業を重ねるにつれて距離が短くなる傾向にあり，立ち位置がドアに近づいていることか分かった．熟練者と非熟練者を比較すると，1 回目と 2 回目において有意差が見られた．

スプレーガンの運行速度を図 4 に示す．非熟練者と比較し，熟練者は速度が速いことが分かった．熟練者と非熟練者を比較すると，1 回目と 2 回目において有意差が見られた．さらに，ドアパネルをプレスラインにて上下に 2 分割，横幅を 3 等分し，それぞれの場所におけるスプレーガンの運行速度を比較したところ, 1 回目は上部全てにおいて, 2 回目は全てにおいて，3 回目は下部全てにおいて熟練者が有意に速いことが明らかとなった．

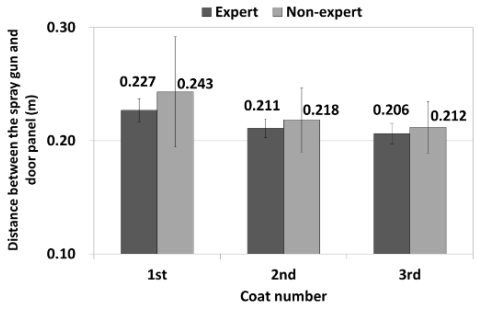


図 2　ドアとスプレーガンの距離

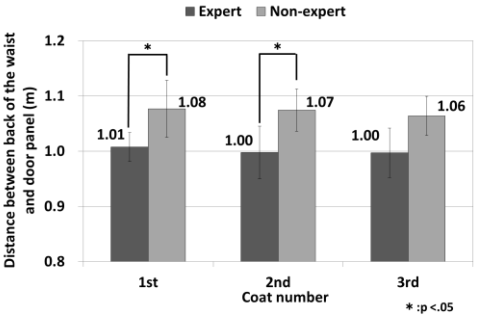


図 3　ドアと腰の距離

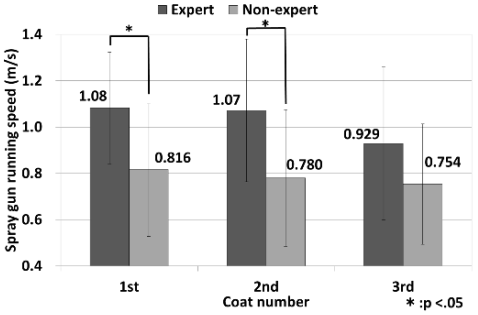


図 4　スプレーガンの運行速度

スプレーガンを保持している腕の脇と肘の角度を計測した結果，熟練者は非熟練者よりも脇と肘の角度が小さく，脇を閉じ，肘を曲げて塗装を行っていることが分かった．

3.2 結果報告会における聴講者からの反応

結果報告会には実験参加者だけでなく，実験に参加した熟練者に塗装を教授した超熟練者も参加していた．超熟練者からは,「熟練者は自分が教えた通りに塗装をしていることが数値として分かった」「職歴 40 年を超える熟練者はよりよく作業を行うため独自の動きをしているので，超熟練者として分別し，教材には熟練者の動きを使用したほうが良い」との意見があった．熟練者からは「自分がどう教わってきたかを既に忘れているので，教材があれば目安になる」との意見があった．非熟練者からは「動画と共になぜそのように動いているのかを示してほしい」との意見があった．

3.3 自習支援システムの教授内容

解析結果および報告会での発言をもとに自習支援システムの教授内容は下記のように決定した．

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

4. まとめ

本研究では，熟練者の塗装動作および姿勢の特徴を明確にし，自習支援システムでの教授内容を確定することを目的とした．動作解析結果および塗装作業者の意見より，自習支援システムの教授内容が確定した．今後は，教授内容に沿った自習用 e ラーニング教材を制作し, 教材の有効性を評価することで, より良い自習支援システムの構築を目指す．

謝辞

本研究は JSPS 科研費 16K16329 の助成を受けたものです．

参考文献

(1) 篠田之孝, 村上慎吾, 渡辺雄太, 三戸勇気, 渡沼玲史, 丸茂美惠子: “モーションキャプチャを用いた日本舞踊の教育用動作解析システムの構築”，電機学会論文誌 A，第 133 巻，第 4 号, pp.270-276（2011）

(2) Qi AN，柳井香史朗，中川純希，温文，山川博司，山下淳，淺間一: “実映像と筋活動の重畳表示によるローイング動作教育システム” ，日本機械学会論文集, 第 82 巻，第 834 号, pp. 15-00424（2016）

(3) 高井由佳，後藤彰彦，佐藤ひろゆき，濱田泰以:“熟練職人の形式知を取り入れた京壁塗り習熟 e ラーニング教材の構築”，教育システム情報学会誌，第 33 巻，第 2 号, pp.84-93（2016）

ロクロ成形における経験知と形式知の獲得の試み

A Trial of Knowledge Acquisition in Pottery Forming

岩根 典之[*1], 吉田 誠[*2], 岸田 一[*3]
Noriyuki IWANE[*1], Mako 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: デジタル教材において経験知に関する説明を支援するため，ヒューマンインタフェースのひとつにハプティックデバイスを導入し，陶芸のロクロ成形を題材にしてその可能性を探っている．本稿では，言語的説明の身体化のための実験システムを用いた専門家の経験知や形式知の獲得について述べる．
キーワード: デジタル教材，マルチモーダルインタフェース，経験知，形式知，ハプティックデバイス

1. はじめに

教科書のような教材は、主に説明的文章記述を中心に構成される．そこでは知識をよりわかりやすく伝えるため，図表，グラフ，写真など，様々なメディアが説明支援に用いられる．しかし，身体動作を伴う知識は体験したことがなければ直感的にはわかりにくい．例えば，「ろくろは両手にかかる力加減で急に形が崩れる」といった陶芸初心者に向けた記述がある．また，初心者がロクロで成形しているとき，突然，形が崩れて驚くようなシーンがある．デジタル教材であれば映像や音声はコンテンツのひとつであり，その視覚的な突然さは映像や音声で伝えられる．しかし，どのような身体感覚が存在するのかは伝わってこない．本来の知覚の伝達経路が異なるので当然であるが，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ようになるかもしれない．そうなれば力覚データも映像データのようにコンテンツとして説明を支援する手段となるかもしれない．一方でゲーム用途を中心に比較的廉価なハプティックデバイスが供給されている．バーチャルリアリティ技術によりリアルワールドとバーチャルワールドの様々な統合が考えられる(1)．現在では，多くのツールや環境が供給されるようになりアプリケーションの開発も容易になってきた．

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取り組んでいる(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査している．そのため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，専門家からの知識獲得について述べる．

2. 実験システム

図 1 は，陶芸でコテを使ったロクロ成形を想定した実験システムである．同図上は，スタンドに固定したフォースゲージとビデオカメラによりデータを計測保存することを示している．コテで粘土を成形しながらコテにかかる荷重系列を計測してデジタル化する．一方，同図下は，ビデオクリップデータを提示することを示している．また，それと同時にその映像に対応する荷重データの時系列からハプティックデバイスに結合されたコテを介して反力を提示することを示している．この実験システムでは視覚と力覚が分離されて別々に提示される．システムを通じて，映像提示の没入度や反力の同期性など，伝えたい知や知りたい知が言語的説明の支援に対してどのような効果があるか確かめる．

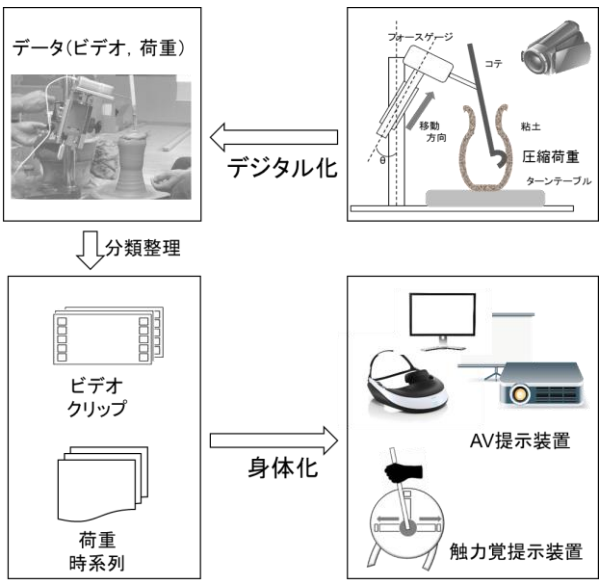


図 1 実験概要

3.　知識獲得実験

3.1 実験概要

コテを使用した成形作業における知識，特に失敗例を対象に専門家の陶芸工房で 2 回に分けて実施した．1 回目は，荷重データの計測とビデオ撮影を行った．荷重計測はスタンドに取り付けたコテのみによる成形作業やより実際の動作に近い粘土外側から手を添えた成形作業に分けて繰り返し行った．ビデオデータはそれぞれ 1 分程度のビデオクリップとその荷重系列のファイルとして切り出し分類整理した．2 回目は，その数か月後に同じ専門家にプロジェクタでビデオクリップを提示し，伝えようとしている知のヒアリングから文章化して確認してもらった．その後，それぞれのビデオクリップと文章化した形式知を提示すると同時に，ハプティックデバイスに結合したコテをつかんで対応する反力を受動的に知覚してもらった（図 2）．各ビデオクリップについて繰り返し体験してもらい評価シートへ記入してもらった．評価シートは，わかりやすさ，快適性，直観性など 8 項目から作成した．最後に，陶芸スキルの説明支援に関するアンケートに回答してもらった．



図 2 実験の様子

3.2 結果と考察

ビデオクリップとその荷重データは全部で 16 個抽出できた．ビデオクリップを提示して以下の例のような形式知が獲得できた．

（例 1)「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」

（例 2)「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」

表 1 評価結果

	V01	V02	V03	V04	V05	V06	V07	V08	V09
SD1	2	2	2	3	2	2	1	1	3
SD2	2	1	0	3	0	−2	0	−2	−2
SD3	2	2	2	2	2	2	1	2	2
SD4	3	2	2	2	2	2	3	2	3
SD5	3	1	2	2	2	2	3	2	3
SD6	−3	3	3	3	2	3	3	3	3
SD7	1	−1	1	2	2	−2	−1	−1	−1
SD8	−1	2	−1	2	−2	−2	−1	1	1

ビデオクリップを見ながら，その作業で何を伝えようとしているのかを聞き出そうとしたが，実際には今回の実験システムでは伝えるのが困難な知識まで獲得できた．しかし，実験システムのような制約のある環境で知の伝達可能性を探るには，初心者に対して実験する際，知識の切り分けを明確にしておかなければならないことがわかった．また，場合によっては，そのような知を伝える方法も実験システムに必要であることがわかった．

評価シートの項目は，力覚の支援は「わかりやすい―わかりにくい」,「直感的な―論理的な」「曖昧な―明確な」や力覚の同期やノイズは「気にならない―気になる」など，回答の選択肢は「どちらともいえない」,「少しあてはまる」,「あてはまる」,「たいへんあてはまる」とし，表 1 の結果になった．SD8 は力覚の同期についてである，半分は映像とのズレが気になるという結果であった．映像はプロジェクタ提示であり，没入度が最も低く客観的視点で体験できるものであったが，それでも同期性はかなり重要であることがわかった．アンケートでは「わかりやすい言葉と映像で良い」という意見があった．一方で,「文章だけではわかりにくい点もある」という指摘（気づき）もあった．従来のメディアとは別の説明支援が必要とされていることがわかる．また，「もう少し力が手にわかりやすく伝わると良い」,「装置が上下に動くとよい」などの意見が得られた．

4.　おわりに

今後，専門家から獲得した知識をもとに，専門家が伝えようとした知が初心者に伝わるか実験する．初心者が知覚した知と専門家が伝えようとした知との対応などから確認する．また，将来的には，両手を使った能動的な成形作業やコテの動きなど，より現実に近い身体動作での力覚の計測や提示法も検討する予定である．なお，本研究は JSPS 科研費 15K12174 の助成を受けたものである．

参考文献

(1) Milgram, P. and Colquhoun, H., A taxonomy of real and virtual world display integration, in Y. Ohta and H. Tamura (eds), Mixed Reality: Merging Real and Virtual Worlds, Ohmsha Ltd and Springer-Verlag, pp. 5-30（1999）

(2) 岩根典之，吉田誠:“言語的説明の身体化のための実験システム構築”，教育システム情報学会第 40 回全国大会講演論文集, pp.373-374 （2015）

地域住民から収集したひらがな料理名を漢字変換するツールの検討

A development of Japanese Kanji converter dictionary for the dietary recall survey

今枝奈保美[*1]，野崎浩成[*2]
Nahomi IMAEDA[*1], Hironari NOZAKI[*2]
[*1] 至学館大学健康科学部
[*1] Faculty of Wellness, Shigakkan University
[*2] 愛知教育大学
[*2] Aichi University of Education
Email: imaeda@sgk.ac.jp

あらまし：食事調査は，対象者に飲食物を想起させ，熟練栄養士が食品成分表の食品番号に関連付ける．本報は，この過程を自動化するために，住民が答えた表記揺れのある料理名（かな）を対象に，文字列の正規化，単語の区切りを検討し，漢字に変換するツールの開発を試みた．料理名は 404 人，4799 日分，延べ 80362 件（13209 種）の料理名である．結果，食品と調理法の間の助詞"と"，"の"は stop words，料理名の末尾"に"は動詞としての処理を要した．今後，食事調査に特異的な辞書の開発を検討したい．
キーワード：食事調査法，漢字変換ツール，地域住民，料理データベース

1. はじめに

生活習慣病の発症予防および重症化予防を目的に，食事摂取量の過不足や栄養素のバランスを評価する場合，摂取した料理や食品名をノートに文字として対象者が記録し，その後，熟練栄養士が面接して食事内容を確定していくプロセスがある．なぜ，栄養士に熟練が必要なのか，その理由は 2 点ある．1 つは，対象者の申告が不正確なので，一部の食品を忘れていたり，調味料が不明だったりするのを栄養士が補足するため，2 つめは，我が国の食生活が和洋折衷で，ジャンクフード，スイーツなど多種多彩な食品を，日本標準食品成分表に載っている概ね 1,850 種類に集約し，食材をすべて食品番号にコード化するスキルが必要なためである．私達の研究では，食事調査を簡便化するために，対象者が答えた話し言葉を，文字情報として認識させるツールを提案し検討する．本報では，実際の疫学調査で，地域住民が答えた表記揺れのある料理名（かな）を対象にして，既存の形態素解析がうまく認識できない事例を報告し，文字列の正規化，単語区切りの検討などの前処理を行い，漢字に変換するツールの開発を試みた．平仮名のデータを，一定のルールで漢字に変換すれば，食品成分表との関連付け（コード化）が可能になる．すべての飲食物を文字で記録する手間は，かなり面倒なので，このツールは食事調査の簡便化につながると考えている．

2. 検討対象になる食事データの概要

全国コーホート研究地区（山形市，山形鶴岡，千葉，静岡桜ヶ丘，浜松，名古屋，岡崎，滋賀高島，京都，佐賀，徳島）の男女 404 人を対象に 3 か月ごとに隔日 3 日間の食事記録調査を行って得た 4799 日分の料理名で，延べ 80362 件（13209 種）である．

3. 予防医学的に把握したい料理名とは

食事アセスメントを目的とした場合，料理名は，「アジのフライ」のように，素材名と調理法がわかる表記が望ましい．熟練栄養士は，調理法が判れば，油や調味料の種類を推定でき，エネルギーや食塩の量を見積もることが可能である．調理法は，生，漬ける，茹でる，和える，蒸す，煮物，汁物，焼き，炒める，揚げるを，動詞として認識したい．

4. 料理名を漢字に変換するツールの必要性

地域住民の申告は，「やさいにもの」，「やさいのにもの」といった揺らぎがあり，文字列を正規化し，標準成分表の食品番号に集約する必要がある．

自然言語処理分野では，自由回答式の評判調査などで得た書き言葉に関しては，形態素解析をして，構文解析，意味解析する手順が高精度に確立している．けれども，食事調査で得られた話し言葉は，既存の言語処理ソフトで形態素を解析すると，「握り寿司」の「すし」をサ行変格動詞と認識したり，「肉じゃが煮」の「に」を助詞と誤認識するなど，素材 X に調理操作 Y を施した物という構文解析には到達できない．

4.1 料理名の漢字変換するツールの作業手順

このツールは Microsoft Excel のマクロで作成し，た．変換の優先順は，a. 調味料，調理方法を一般の食品名より先に変換し，b.食品は五十音の順番に漢字変換した．調査データから同定した高頻度出現食品を優先した．c. 上記の変換で失敗した単語の優先順位を上げて変換ミスを修正した．d.食品成分表と関連付けるためには，複合名詞としての認識が必須

である単語を同定した．e. 商品名など平仮名を片仮名に変換する作業は，できるだけ省略した．f.食品と調理法をつなぐ助詞 "と", "の"は stop words とした．g. 食品成分表に載っていない食品は，類似の食品としてコード化した．

5. 結果

現状では，食事調査の出現料理 80,362 回のうち上位 75%をカバーする高頻出料理を正しく変換できた．品詞の認識の妥当性を，辞書 IPA，NAIST，UniDic 現代版，JUMAN の実演比較で検証した [1]．

5.1 表記揺れ

料理名に頻発する表記揺れは「すぱげってぃー，すぱげてぃー，すぱげてぃ」などが見受けられたが既存の辞書 JUMAN でも集約可能であった．酢は，「す」と濁点「ず」で揺らいでいたが，文字数が少ないので，画一的な変換ができなかった．そのため，長い文字数の言葉を，食事調査からリストアップして変換式を作り，「すづけ（酢漬け），あまず（甘酢），さんばいず（三杯酢）」を各々，変換した．

5.2 同音異義語の正規化

さけ（鮭，酒）は，同音異義語と表記揺れの両方が複合してしまい，「しおさけ，しおざけ」が区別できなかった．「かき」は，果物の柿と貝類の牡蠣とを区別できなかったし，検証した辞書によっては，「動詞：書く」と認識されることもあった．

5.3 文字数の長い単語の優先

漢字変換の手順は文字数の多い単語を優先すべきである等のルールを見いだした．具体的には「どん：2 文字」を「丼」に変換する場合は「うどん：3 文字」を優先して変換する．さらに「ぎゅうどん:5 文字」は「牛丼」に変換したいので，「うどん：3 文字」よりも先に変換するルールが必要であった．

5.4 助詞「と」「の」は変換保留，「に」は煮物

「と」「の」はストップワードと考えて，変換処理はしなかった．「に」は煮物として自動変換させるために，「「に」で終わるを条件」にして，住民食事調査から出現例を抽出し，90 種類の煮物を得た．

「炒め物」「煮物」などの「もの」は，出現頻度が高かったので，一括変換を試みたが，「いもの煮物」で変換ミスが起きた．

5.5 複合名詞としての認識

素材食品に対して何らかの加工をした食品，例えば「ドクダミ」と「茶」の 2 つの名詞ではなく，1 つの複合名詞「ドクダミ茶」と認識させる必要があった．そのためには，「茶」や「漬け」を接尾詞と認識させると便利であった．

5.6 カタカナに変換すべき例

カタカナ名詞は，料理専用の漢字変換ツールでなくても，汎用の形態素解析器で認識可能な例が多かった.しかし，平仮名のままだと「やくると：商品名」は，「や：助詞」「くる：動詞」「と：助詞」，「ばじる風味」は．「ば：名詞」「じ：未定義」「る：接尾語」と誤分類された．

6. 考察

汎用の形態素解析器は，最近 2-3 年で大きく進歩し，Wikipedia から自動的に語彙を獲得して，辞書を整備している．自動獲得が可能になったのは，開発当初に人手で整理した基本語彙があったからである [3]．本研究が取り組んでいる「料理のかな漢字変換ツール」は初歩的で人手を駆使した状況であるが，音声で記録された食事内容を，栄養士がいない場面でも，機械的に認識できれば，自動的に日本食品標準成分表と関連付けて栄養価計算が可能と考えている．

表 1. 住民食事調査で出現した「に」で終わる調理法

甘辛煮，甘酢煮，甘煮，アラ煮，イカナゴ釘煮，炒め煮，炒め煮，イトコ煮，田舎煮，炒り煮，旨煮，梅煮，オイスターソース煮，オイスターソース煮，おかか煮，親子煮，オランダ煮，角煮，重ね煮，南瓜煮，カレースープ煮，カレー煮，カレー和風煮，甘露煮，キムチ煮，キンピラ煮，釘煮，葛煮，クリーム煮，ケチャップ煮，ケンチン煮，昆布巻き煮，胡麻味噌煮，五目煮，コンソメスープ煮，コンソメ煮，サット煮，サッパリ煮，山椒煮，時雨煮，渋皮煮，シロップ煮，スープ煮，すき煮，すき焼き風煮，雑煮，ソース煮，ソボロ煮，大根煮，タラコいり煮，筑前煮，チリソース煮，佃煮，照り煮，土佐煮，トマトソース煮，トマト煮，トロトロ煮，蜂蜜煮，ピーマンの炒め煮，ヒジキ煮，ヒジキの炒り煮，ピリ辛煮，ブイヨン煮，フキ寄せ煮，含め煮，鰤のあら煮，ポッポ煮，マーマレード煮，ミゾレ煮，ミルク煮，大和煮，レモン煮，若竹煮，和風煮，海老煮，昆布煮，酒粕煮，醤油煮，蒸し煮，水煮，生姜煮，赤ワイン煮，中華スープ煮，豆乳煮，味噌煮，野菜煮，揚げ煮，卵とじ煮

表 2 「ちゃ」を含むデータの抽出と日本標準食品成分表のコード化（例）

平仮名〝ちゃ〟	漢字表記	食品成分表*の食品番号
茶以外	南瓜	6048
	チャンプル，チャンポン，チャウダー，叉焼，チャイ，巾着，チャンチャン焼き，きゅうりのQちゃん	適宜，調味料をコード化する
茶を同定	日本茶，緑茶，お茶，茶，煎茶	16037
	抹茶	16038
	番茶	16039
	ほうじ茶	16040
	ウーロン茶，マテ茶，ルイボスティ	16042
	紅茶	16044
	麦茶，薬草茶，ドクダミ茶，サクランボ茶，爽健美茶	16055

*文部科学省;日本食品標準成分表2015年版（七訂）

7. 参考文献

(1) Masato Watanabe: IPA，NAIST，UniDic，JUMAN の辞書実演比較, http://www.mwsoft.jp/programming/munou/mecab_dic_perform.html (2016/05/30 閲覧)
(2) 黒橋禎夫，河原大輔: 日本語形態素解析システム JUMAN, http://nlp.ist.i.kyoto-u.ac.jp/ (2016/05/30 閲覧)
(3) 柴田知秀，村脇有吾ら，実テキスト解析をささえる語彙知識の自動獲得，言語処理学会第 18 回発表論文集 p81-84 (2012)

付記：本研究は，科研費新学術領域研究 221S001，基盤 C 24501007, 15K00856 の助成を得た．

栽培支援システムを導入した学内菜園の構築

Development in a campus vegetable garden with a cultivation support system

大﨑 正幸
Masayuki OHSAKI
名古屋文理大学短期大学部食物栄養学科
Department of Food and Nutrition, College of Nagoya Bunri University
Email: oosaki.masayuki@nagoya-bunri.ac.jp

あらまし：2010 年より，栄養士を目指す学生の食材についての知識を深めるために，学内に設けた簡易菜園において農業体験を実施している．活動の広まりとともに，珍しい品種の栽培や作業への負担からの途中辞退など，学生から寄せられる要望も多様化している．これらを踏まえ，多様な品種の栽培に対応するとともに日常管理にかかる手間の低減を目指して，ワンチップマイコンによる小型ハードウェアと学内 LAN を用いて制作する栽培支援システムを取り入れた，新菜園の構築を目指している．
キーワード：食農教育，栄養士，学内菜園，センサーネットワーク

1. はじめに

栄養士になることを目指しているにも関わらず，食材に関しての知識が乏しい学生に多く接している．卒業後の学生は栄養士として，食育などの場で食のエキスパートとしての活躍が求められており，何らかの対策が必要と考えていた．そこで 2010 年より学生有志とともに学内に簡易菜園を設け，自分たちで栽培した作物を用いた調理をおこなう活動を通じて，食材の知識を深める事を目的とした食農教育を実施している．

この活動を開始して 6 年目を迎え，規模の拡大と多様化する要求への対応を目指して，栽培環境の再整備を進めている．再整備に着手してまだ間もないため，多くは今後実現を目指してゆく作業である．教育の幅を広げるために検討していることについて報告する．

2. サークル「プランターズ」での食農教育

大豆と枝豆は同じものであるか．すべての活動は学生との雑談での，この問いかけから始まった．未熟の状態で収穫された大豆は枝豆として食される．これを知らない学生と，違うものであると信じる学生の存在に危機感を覚えた．そこで学生有志 15 名とともに菜園サークル「プランターズ」を結成し，2010 年より野菜栽培用プランター 6 鉢による学内菜園で大豆栽培を開始した．大豆と枝豆は同じものであることを確認するだけでなく，自分たちで栽培した作物で調理を楽しみたいとの声から，プランターを増設して夏野菜の栽培にも取り組むこととなった．

サークル結成の翌年以降，活動の頻度やメンバー数に変動はあるものの，本年度は 23 名が所属して活動している．現在の「プランターズ」は，自分たちで栽培した作物で調理を楽しむことを主な活動目的としている．年々学生から寄せられる要望に応じてプランターを増設し，現在ではプランター30 鉢，スリットポット 20 鉢，レイズドベッド 2 ㎡とともに，学内の空き地 14 ㎡を土壌改良を施して活用するまでに菜園を拡張している．またこの活動から派生して，オーガニック栽培に特化したサークルの設立や野菜栽培をテーマにしたゼミナールの実施へと広がりつつある．



図 1 現在の学内菜園の様子

3. 規模の拡大にともなう問題

サークル結成当初は意識の高い学生が多く所属しており，管理作業に率先して取り組んでいた．しかし昨今では，面白そうだからと作物の植え付けや種まきには喜んで参加するものの，散水や草むしりなど日常の管理作業や，植え付け前の土づくりのように手間がかかる地味な作業にはほとんど参加しない学生が増えている．

学科での学習活動との両立が困難であることを理由として，興味はあるものの参加を諦める学生や，数回の参加で脱退する学生も増えている．規模の拡大によって作業の対象となるプランター数や用土の

量が増加したため，１回の活動日での作業量も増大している．短期大学における過密カリキュラムにおいては，参加学生のスケジュール調整が困難となりつつある．学生の栽培活動への興味を損なうことなく，いかに作業にかかる負荷を低減させるかが課題となっている．

これまで学内での活動が禁じられている期間への対策と学生の負担低減を目的として，市販の散水タイマーとビニールパイプを用いて自動散水システムを手作りし，整備を進めてきた．これにより，散水忘れから作物を枯らしてしまうトラブルを防止することはできたものの，システムに依存してしまい，日常の管理作業に取り組まない学生をさらに増やしてしまうこととなった．枯れてしまったから収穫できないという失敗体験をさせることも大切であるが，収穫して調理するという成功体験をさせることも，限られた時間での活動においては必要ではないかと考える．学生の栽培活動への意識を維持しつつも，作業にかかる負担を低減させる対策が必要である．

4. 栽培環境の再整備

これまでの経験と学生から寄せられた要望をもとに，単に省力化を目指すものではなく，学生に対しての動機づけと管理コスト低減の両立を目指した新菜園の整備を計画している．

新菜園では栽培用ビニールハウスを核とした環境整備を計画している．従来，冬季には菜園敷地のアスファルト上にコンクリートブロックで仮設の枠を設けてトンネル栽培を実施していたが，暖房設備が無く栽培管理が困難であったため，冬季は活動を休止していた．ビニールハウスを導入して保温できる環境を構築するにも，暖房設備とともに燃料費などランニングコストが発生するため，限られた活動費の中では実現困難である．そこで，調理実習での残菜を活用したバイオベッドをハウス内に設置することを計画している．バイオベッドは養豚業で豚舎内の保温と糞尿処理に活用されている．これを応用し，実習残菜を発酵させた発酵熱でハウス内の保温をおこなうことを計画している．従来，残菜は廃棄費用を支払って廃棄物業者により処分されていたが，これの供給を受けることで費用をかけずに実現可能である．

バイオベッドで発酵させた残菜は堆肥として翌年の栽培で利用できる．自分たちの実習残菜から作られた堆肥を用いてさらに栽培をおこなうことで，フードリサイクルの環を学内に構築することができる．これは食材の有効活用への意識を高めることにもつながり，学生に対しての食農教育の一環として有効ではないかと考える．

保温設備のあるビニールハウスの導入によって，栽培作物の種類を増やすとともに冬季での活動が可能となる．しかしハウス内の温度管理やハウス自体の破損への対応など，新たな管理作業が発生する．

そこで，栽培管理支援を目的としたセンサーネットワークの敷設を計画している．現菜園では翌年の栽培での参考にするため，温度計を設置して目視で気温を記録するよう指導しているが，記録忘れが多く有益なデータは得られていない．この作業をワンチップマイコンと温度センサー等を組み合わせた観測用小型ハードウェアを制作し，センサーネットワークを構築して自動化することを計画している．

従来農家で用いられていた機器は，作物の収量増を目指した大規模菜園向けのものが多く，ここでの活動には適さない．農業への ICT 技術活用が進められる昨今, Raspberry Pi など小型ハードウェアを利用した低消費電力で安価な製品も見られ，小規模な菜園においても導入が可能となりつつある．これらにはカメラや無線 LAN インタフェースを持つ製品もあり，学内 LAN など既設インフラとともに，高度な監視システムを簡単に構築して活用できることも魅力である．

各種センサーにより栽培データを収集し，Web カメラ映像とともに遠隔地で菜園の状態を確認できるようにすることで，学生が菜園を身近に感じてくれるようになることを期待する．また，システムを活用する IT 農業の手法を取り入れることで, 学生に単なる家庭菜園とは違う，新しい体験の場の提供ができるものと考えている．

本年度は新菜園の核となるビニールハウスの設置とともに，ネットワーク稼働に欠かせない電源確保のための，太陽光発電設備の設置を目指して作業を開始している．

5. おわりに

菜園サークル「プランターズ」での活動は，自分の手で作り出すという，従来身近で当たり前であったことを取り戻すための活動とも言えるのではないかと考えている．そのため，できる限り既製品に頼らず，自作物を取り入れてゆきたいと考える．有志での活動であるため，環境整備にかけることのできる予算は僅かである．日常の栽培管理にも費用が発生するため, 自分たちで少しずつ改良を加えながら，新環境の実現を目指してゆきたい．

このような活動経験を持つ学生は少なく，また卒業･入学によってメンバーの入れ替わりが発生する．継続するためには，教職員がどのようにサポートをしていくのかも大切であると考えている．学生の意欲と興味を高めるだけでなく，成功体験と失敗体験のバランスなど，学生への教育効果も高める配慮も必要であろう．今後も活動を継続してゆくために，さらなる検討を続けてゆきたい．

参考文献

(1) 身近な食や農を学ぶ｜JA グループ （くらし），http://life.ja-group.jp/education（2016 年 6 月 7 日確認）

フルカラーLED テープを用いた物理的可視化と物理的直接操作による ネットワーク学習教材の開発

New Materials for Networking Study by Physical Visualizations Using Full Color LED

吉原 和明[*1], 渡辺 健次[*1], 井口 信和[*2]
Kazuaki YOSHIHARA[*1], Kenji WATANABE[*1], Nobukazu IGUCHI[*2]
[*1] 広島大学大学院教育学研究科
[*1]Graduate School of Education, Hiroshima University
[*2] 近畿大学理工学部情報学科
[*2]School of Science and Engineering, Kindai University
Email: m153581@hiroshima-u.ac.jp

あらまし：現行の学習指導要領では中学校技術・高等学校情報で通信ネットワークの仕組みについて学ぶ内容が含まれている．しかし，ネットワークの動作を見ることができないため，生徒が直感的に理解しにくいなどの問題がある．本研究では，ボタンで ping を実行したらフルカラーLED テープでその様子が示されることで，ネットワークの動作を物理的可視化し，ネットワークを直感的に理解できるようなネットワーク学習教材を開発した．
キーワード：ネットワーク技術，物理的可視化，RaspberryPi，フルカラーLED

1. はじめに

現行の学習指導要領では、中学校技術・家庭科（技術分野）および高等学校情報において，ネットワークの仕組みについて学ぶ内容が含まれている[(1)(2)]．ネットワークを学ぶには，実際にネットワークを構築することが，最も良い学習方法である．しかし，多くの場合，実機のルータや Linux の設定を行いながら，ネットワークを構築する演習となっている．中学校や高等学校においてネットワーク構築の演習を行うことを考えると，実機のルータや Linux を設定するのは，中学生や高校生とっては敷居が高いと考えられる．

そこで我々は，物理的可視化と物理的直接操作という考えに基づき，ネットワークの動作を LED 点灯制御することにより物理的に可視化し，ボタンやダイヤルで物理的に直接操作できる教材を開発している[(3)]．

本研究では，ネットワークの動作を，フルカラー LED テープを制御することにより物理的可視化し，ネットワークの仕組みを直感的に理解できるような中学生や高校生を対象にしたネットワーク学習教材を開発した．

2. ネットワーク学習教材

2.1 研究方法

我々は，ダイヤルを直接操作することで IP アドレスを設定し，ping によるネットワークの疎通を，LED テープを用いて物理的可視化し，LED テープが IP アドレスによって異なる色の光の軌跡を表現することで，ネットワーク上の通信を直感的に理解できるネットワーク教材を開発した．教材の開発環境を表 1 に示す．

表 1：ネットワーク学習教材開発環境

分類	詳細
コンピュータ	RaspberryPi Model B+
OS	wheezy
開発言語	Python
物理的可視化機器	フルカラーLED テープ
直接操作機器	DIP ロータリースイッチ

2.2 フルカラーLED テープ

フルカラーLED テープは，フルカラーLED が図 1 のようにテープ状に連なったものである．5V, GND, PWM 信号の入力端子といった 3 つの端子があり，5V と GND を電源に，PWM 信号の入力端子を RaspberryPi に接続することで使用できる．PWM 信号のみでフルカラーを制御でき，LED 一つ一つを個別に制御できる．

GRB の順に各色 8bit で 1 モジュール当たり 24bit のデータを決められたタイミングで信号を入力することでデータを送信する．連結して使用する場合，RaspberryPi から近い側のモジュールのデータから送信し，50μs 以上 LOW が続いた場合，全モジュールでデータが確定し LED への出力へ反映される．[(4)]

RaspberryPi で使用する場合，フルカラーLED テープを制御するためのライブラリ“rpi_ws281x”を利用することで簡単に制御することができる．



図 1：フルカラーLED テープ

2.3 開発した教材

ネットワーク学習教材は，ネットワークを構成する要素である，ルータおよび端末である（図 2）．ルータは(1)，(2)の機能を有し，端末は(1)，(2)，(3)，(4)の機能を有している．教材の回路図は図 3 に示す．

(1) ダイヤルとボタンによる IP アドレス設定機能
(2) ダイヤルとボタンを操作することにより特定の IP アドレス機器に ping を送信する機能
(3) ping 送信時は LED テープが正方向に，受信時は逆方向に光の軌跡を表現する機能
(4) パケットから IP アドレスを解析し，LED テープがネットワーク部に応じて異なる色を，ホスト部に応じて異なる LED 群（ひとまとまりになっている LED の数）を表現する機能

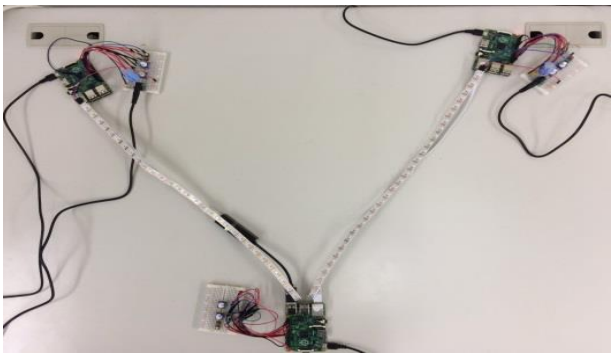


図 2：開発した教材

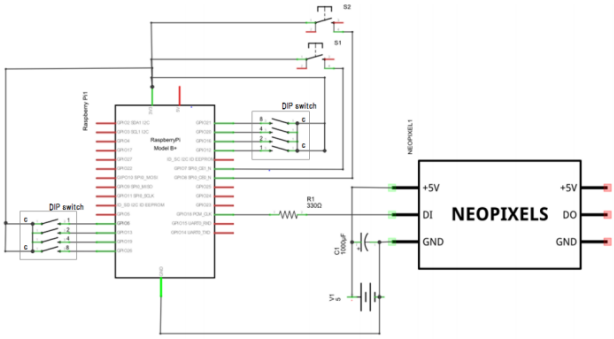


図 3：教材の回路図

(3)は，ping 送信時に，送信先から帰ってくるタイプ 0 の ICMP メッセージを解析し，LED テープが ping の送信側から受信側に向かって光が流れるように正方向の光の軌跡を表現し，ping 受信時は，ping 受信時に受け取るタイプ 8 の ICMP メッセージを解析し，同様に ping の送信側から受信側に向かって光が流れるように逆方向の光の軌跡を表現するようにフルカラーLED テープを制御し実装した．

(4)は，(3)で解析した ICMP メッセージからさらに送信元の IP アドレスを解析し，ネットワーク部を図 4 のように異なる色によって表現し，ホスト部を図 5 のように流れる LED 群の数の違いによって表現するように LED フルカラーテープを制御し実装した．

ネットワーク部	色
192.168.1.*/24	赤
192.168.2.*/24	緑
192.168.3.*/24	青
192.168.4.*/24	黄
192.168.5.*/24	紫
192.168.6.*/24	水色
192.168.7.*/24	白
192.168.8.*/24	黄緑
192.168.9.*/24	桃色
192.168.10.*/24	天色

図 4：ネットワーク部の表現

ホスト部	LED群の数
..*.1/24	1
..*.2/24	2
..*.3/24	3
..*.4/24	4
..*.5/24	5
..*.6/24	6
..*.7/24	7
..*.8/24	8
..*.9/24	9
..*.10/24	10

図 5：ホスト部の表現

3.　おわりに

本稿では，通信ネットワークの動作をフルカラーLED テープの制御による物理的可視化し，ダイヤルやボタンで物理的に直接操作し，実際にネットワークの構築を行うことのできる教材について述べた．フルカラーLED テープを用いることで IP アドレスの可視化を行うことができ，また，パケットの流れを具体的にイメージすることができ，ネットワークの動作を直感的に理解できる教材となっている．

今後は，開発した教材をまず大学の授業で用いて初期評価を行い，その後，中学校技術と高等学校情報の授業で用いて評価を行うことを考えている．

参考文献

(1) 文部科学省：“中学校学習指導要領”，http://www.mext.go.jp/a_menu/shotou/new-cs/youryou/chu/（2016 年 6 月 5 日アクセス）
(2) 文部科学省：“高等学校学習指導要領”，http://www.mext.go.jp/a_menu/shotou/new-cs/youryou/1304427.htm（2016 年 6 月 5 日アクセス）
(3) 吉原和明，井口信和，渡辺健次：“物理的可視化と物理的直接操作によるネットワーク学習の支援”，教育システム情報学会 第 40 回全国大会 A4-4 (2015.9)
(4) スイッチサイエンス：“フルカラーシリアル LED テープ”，https://www.switch-science.com/catalog/1399/ (2016 年 6 月 5 日アクセス)

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
～ 2016 年度大学コンソーシアム石川における実践～

Development of a New Course on the “Mono-Gramming” Based Education for the IoT Generations

中村和敬[*1]，石山雅三[*1]，松浦智之[*1]，當仲寛哲[*1]，北口善明[*2]，森祥寛[*2]，大野浩[*2]
NAKAMURA Kazutaka[*1], ISHIYAMA Masami[*1], MATSUURA Tomoyuki[*1], TOUNAKA Nobuaki[*1], KITAGUCHI Yoshiaki[*2], MORI Yoshihiro[*2], OHNO Hiroyuki[*2]
*1 ユニバーサル・シェル・プログラミング研究所，*2 金沢大学総合メディア基盤センター
*1 Universal Shell Programming Laboratory Ltd. *2 Informational Media Center, Kanazawa University
Email: jrp-usp-info@ml.kanazawa-u.ac.jp

あらまし：筆者らは，情報科学技術分野の専門教育を受けたことのない人々に，IoT システムからビッグデータシステムに至るさまざまな情報システムに触れる機会を提供し，受講者の情報システムに対する理解を深めるための教育プログラムを，「ものグラミング」というコンセプトに基づいて開発している．本発表では，2016 年度前期に大学コンソーシアム石川で行った 2 つの授業について，教育プログラムと実践内容を報告する．
キーワード：ものグラミング，POSIX 中心主義，ユニケージ開発手法

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．これに応じて，情報科学技術に関する深い知見を持ち日常の問題解決に活用できる人材の需要は高く，そのような要請に応える情報科学技術教育プログラムもまた求められている．

本プロジェクト，「IoT 時代に資するユニケージ開発手法の普及啓発に関する研究プロジェクト」は，USP 研究所と金沢大学総合メディア基盤センターの大野、北口、森との共同研究により，情報システム一般に関する教育プログラムを開発するプロジェクトである．IoT システムからビッグデータシステムに至るさまざまな情報システムに触れる機会を提供し，情報科学技術分野の専門教育を受けたことのない人々のシステムに対する理解を深める事を目的としている．本プロジェクトでは， 2015 年度後期より授業を実施している[1, 2]．本稿では， 2016 年度前期に大学コンソーシアム石川で行った 2 つの授業について，教育プログラムと実践内容を報告する．

2. 情報科学技術教育の課題と本プロジェクトにおける解決策

情報システムはますます複雑になってきており，開発を容易にするため，さまざまな OS や言語，ライブラリやミドルウェア等の製品が，日々公表，またはバージョンアップされている．それらのほとんどは，その特定の適用範囲での性能や機能を追求している．また，バージョンアップの度に以前とはまったく異なる UI や API を提供するケースが多々みうけられる．このように現状の情報システムを理解するために必要な知識は，適用分野ごとに異なりまた時とともに更新が求められるものである．

こういった適用分野毎の知識の断絶と更新の必要性は，情報科学に関する一般的な知識により個々の情報システムを理解するための大きな障害となっている．特に教育の観点においては，異なる適用分野について演習を行なおうとする度に，その適用分野の製品について学ばねばならず，大きな負担となっている．本教育プログラムはこのような問題を，ものグラミング，ユニケージ開発手法，および POSIX 中心主義というコンセプトにより解決しようとするものである[2, 3]．本教育プログラムでは，教材として Linux 等の Unix 系 OS およびシェルスクリプトを使用して開発した情報システムを取りあげ，受講者にさまざまな情報システムに触れる機会を提供する．異なる適用分野の情報システムであっても，同じ OS と開発言語を使用することで，授業を理解するために必要な前提知識を減らすことが可能となった．そして，それぞれの情報システムの実装上の特徴や，情報科学的側面に焦点を当てた教育が可能となった．実行環境としては，一般的な計算機と Raspberry Pi 等の電子工作用コンピュータを用いる．教材となる情報システムは前述の三つのコンセプトに基づいて開発されたものを取り上げる．

3. 授業の構成

2015 年度後期に、本教育プログラムをを踏まえて，金沢大学における学部 3 年生向けの授業「計算科学特論」として実施した[1, 2]．そこで得られた知見を元に教育プログラムを更新し、2016 年度前期の期間，大学コンソーシアム石川において以下の一般向けの授業 2 コマを実施した．

a) クラウド時代の「ものグラミング」概論
b) シェルスクリプト言語論

授業 a) では，様々なシステムを俯瞰する事に主眼をおき，授業 b) では，それらシステムの開発手法について深く解説をする．授業を 2 コマで実施する事により，情報システム開発手法それ自体に興味を

持つ受講者と，情報科学の応用分野に興味を持つ受講者のそれぞれに応える内容とする．同時に，大学コンソーシアム石川が用意する Moodle システムを利用し，受講者の理解の助けとなるよう工夫した．

以下ではそれぞれの授業の内容について述べる．

3.1 クラウド時代の「ものグラミング」概論

本授業では，近年のさまざまな情報をシステムを俯瞰し，さらにそれらを組み合わせて，「ものづくり」と「プログラミング」を安全安心かつ楽しく行う創造的生活を実践するための基本的知識，すなわち「ものグラミング」を，受講者に教えた．

本授業で特に取り上げる情報システムは，第一にクラウドサービスである．クラウドサービスの世界では，インターネット上に大量のデータや情報が集積され，これらを活用するサービスもまたインターネット上に用意されている．ユーザは自身のパソコン上にデータやアプリケーションを用意するのではなく、パソコンからインターネットにアクセスしてこれらを利活用する．本授業では，第二に IoT システムを取り上げる．近年，小型のコンピュータや超小型のセンサなどが安価に普及し、これまでは手軽には手の届かなかった機器が当たり前のように利用できるようになってきた。これにより多くの人々が余暇に趣味で「ものづくり」楽しむようになって来ている．こういった部品により作り出される，ネットワーク接続を前提とした「モノ」と，それらにより構成されるネットワークを総称して「モノのインターネット（IoT: Internet of Things）」と呼ぶ。多くの利用者には，これら二つのシステム，また利用者自身のパソコンは，別々のものとして理解されて来た．しかし，これからは，これらはネットワークにより接続され渾然一体となり，相互に連携して利活用することが当たり前となってゆく．大野は，このような世界で必要となる技法を，「ものづくり」と「プログラミング」をかけあわせた「ものグラミング」という言葉で表現した．

本授業では、手元で動く小さな「モノ」が徐々に発展しクラウドと連携するまでと、クラウド上の大量の情報やサービスが手元の小さな「モノ」に影響を与えるまでを講義と体験を通じて述べ、「ものグラミング」全体の理解を受講者に促した。また本授業は基本的に座学，体験演習を繰り返す形で進めた．また，適宜討論の回を設けて，学んだ知識の深化と，セキュリティの問題等、実際に応用する際の注意点の気付きを促した．

3.2 シェルスクリプト言語論

本授業では， POSIX 中心主義に基づいたシステムの開発方法を教えた．現代の多くの情報システム開発の現場では，開発を容易にするためにさまざまな OS や言語，ライブラリやミドルウェア等の製品を利用している．これらを利用すると一見生産性が向上するかのようにみえる．しかし，それらの製品はバージョンアップの度に以前とはまったく異なる UI や API を提供するケースが多々みうけられる．そのような製品は長年にわたる保守をほぼ不可能にし，一般ユーザやシステム管理者，アプリケーション開発者に多大な維持管理コストを支払わせている．この事は単純なシステムの金銭的コスト増大のみにとどまらず，システム障害を誘発する原因にもなる．この問題を解決するため，松浦は「POSIX 中心主義」と名付けた手法を提案した．この手法に沿い，POSIX が定める仕様に極力準拠したプログラミングを行うことで，OS を越えた高い互換性とともに 20 年以上の持続可能性を実現した．

本授業では，受講者は、POSIX 環境におけるシェルスクリプトについて新しい視点で学ぶとともに，「すべての UNIX で 25 年後も動く普遍的なプログラム」を書く方法について会得し日頃の問題解決に適用できるようになることを目標とした．

4. 今後の展開と課題

2016 年度後期にも金沢大学での授業が予定されている．本プロジェクトでは引き続き本教育プログラムに基づく講義を実施し，教育プログラムの内容や品質の向上を図って行く．また、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[4]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．

併せて本教育プログラム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。

謝辞

本プロジェクトは，金沢大学総合メディア基盤センターと USP 研究所の共同研究として推進された．関係各位のご厚意ご高配に，深く感謝する．

参考文献

(1) 中村和敬，石山雅三，松浦智之，當仲寛哲，北口善明，森祥寛，大野浩之：“IoT 時代に資するユニケージ開発手法の普及啓発に関する研究（1）ユニケージシステムと情報科学教育”，情報処理学会第 78 回全国大会（2016）

(2) 中村 和敬，石山雅三，松浦智之，當仲寛哲，北口善明, 森祥寛, 大野浩之：“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 年度第 6 回研究会（2016）

(3) 松浦智之，大野浩之，當仲寛哲：“IoT 時代に資するユニケージ開発手法の普及啓発に関する研究（2）POSIX 中心主義と情報科学教育”，情報処理学会第 78 回全国大会（2016）

(4) 情報処理学会情報処理教育委員会 J07 プロジェクト連絡委員会編，“情報専門学科におけるカリキュラム標準 J07”，最終更新日： 2010 年 6 月 11 日 . https:// www.ipsj.or.jp/12kyoiku/ J07/J0720090407.html (2016 年 1 月 7 日閲覧).

e ポートフォリオ学習を習慣化するプロンプトの設計

The Designing of the Prompt for Habituation of ePortfolio Learning

田中 洋一[*1 *2], 森本　康彦[*3], 宮崎 誠[*4], 山川 修[*5]
Yoichi TANAKA[*1 *2], Yasuhiko MORIMOTO[*3], Makoto MIYAZAKI[*4], Osamu YAMAKAWA[*5]
[*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
[*3] 東京学芸大学
[*3]Tokyo Gakugei University
[*4] 畿央大学
[*4]Kio University
[*5] 福井県立大学
[*5]Fukui Prefectural University
Email: you@jin-ai.ac.jp

あらまし：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，学習を習慣化させる仕組みを提案する．アクティブラーニングの評価で用いる e ポートフォリオ学習（エビデンスの蓄積と学習成果の省察）において，どのような先行条件（プロンプト：手がかりやヒント）が効果的かを応用行動分析にもとづいて設計する．

キーワード：e ポートフォリオ，学習の習慣化，アクティブラーニング，学習評価，プロンプト

1. はじめに

研究代表者は，学内での課題解決型学習（Problem Based Learning）や地域でのプロジェクト型学習（Project Based Learning）において，学習共同体での真正な学習としてのアクティブラーニングの設計及び e ポートフォリオによるパフォーマンス評価を実施してきた．その結果，学生はエビデンスの蓄積，学期ごとのエビデンスの選択，学習成果の省察を行ってきたが，本当に主体的であったのだろうか．真の主体的で深い学習を創発させるためには，先に学習が習慣化されていることが必要となる．

本研究の目的は「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，学習を習慣化させる仕組みを提案することである．学力や意欲の低い学生が主体的に学ぶためには，「学ぶ」ことを生活習慣にする「学習の習慣化」が前提条件となる．これはアクティブラーニングの一つであるポートフォリオ学習においても同様である．本研究ではそこに焦点をあて，行動主義に基づいた支援システムを設計する．つまり，応用行動分析に基づいた，「学習の先行条件（プロンプト：手がかりやヒント）」と「結果の強化（褒めることや学習分析の可視化）」という２つの環境操作を行うことにより，「e ポートフォリオ学習（エビデンスの蓄積と学習成果の省察）」を習慣化するシステムを開発する．

2. 研究の背景

2.1 社会的構成主義に基づくポートフォリオ評価

行動主義や認知主義など，従来の学習理論において学習とは，教師から学生に知識を伝達し，学生がそれを獲得するものであった．しかし，新しい学習理論である，構成主義，社会的構成主義において学習とは，個人またはグループの中でモノや人と対話・協同し知識を構成するものである．この新しい学習観に基づく主体的な学習を真正な学習と呼び，リアルな課題に取り組むプロセスの中で評価すること（Shaklee, B.D.）等と定義されている．現在，課題解決型学習やプロジェクト型学習等のアクティブラーニングで授業を設計した上で，e ポートフォリオにエビデンス（根拠）を蓄積し，ルーブリック（評価のものさし）を用いて，学習成果のパフォーマンスを評価することが注目されており，本研究においても授業を先述のように設計している．

2.2 応用行動分析におけるプロンプトや強化子

行動主義に基づく応用行動分析では，(A)先行条件，(B)行動，(C)結果という３つの枠組みで行動を捉える（三項随伴性）．たとえば，(A)先行条件として適切なプロンプト（手がかりやヒント）を与えたことにより，(B)行動ができた場合，(C)結果として褒めること（強化子）で，正しい行動を起こりやすくする．応用行動分析のプロンプトは，発達障がい者の理解にも活用されている．正しい行動が強化された

場合は，プロンプトや強化子の援助を減らしていくことが重要である．

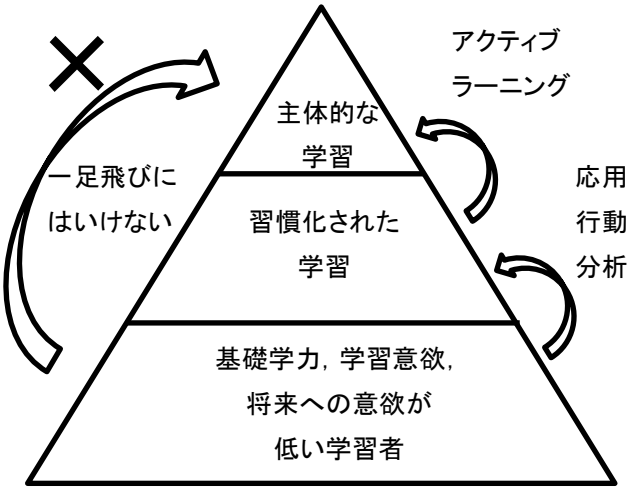


図 1 主体的な学習の習慣化

3. 研究の目的

本研究では，学習共同体において真正な学習を行うアクティブラーニングの評価として，タブレットやスマートフォンからエビデンスを e ポートフォリオに蓄積し，ルーブリックによって学習成果のパフォーマンスを省察する，という学習プロセスを習慣化するシステムの開発・実践・評価を行う．

(1) **タブレット上の効果的なプロンプト（手がかりやヒント）及び省察プロセスの開発**

定期的にタブレットやスマートフォンの画面上に「何を学んだの？」という文字列を提示する等，e ポートフォリオにエビデンスを蓄積することを習慣化するための効果的なプロンプトを明らかにする．また，蓄積から省察へ誘導する仕組みを開発する．

(2) **正しい学習に対する褒める提示や学習分析の可視化等，強化子（結果の強化）に関する分析**

e ポートフォリオにエビデンスを蓄積し正しく省察を行った場合，その行動結果を強化するための言葉や学習分析の可視化方法，強化のタイミングを分析する．

(3) **プロンプトや強化子という援助を減らす（フェイディング）仕組みの構築**

アクティブラーニングの e ポートフォリオ学習において，どのような頻度やタイミングで，プロンプトや強化子を減らしていくことが効果的かを明らかにして，仕組みを構築する．

4. 本研究の特色や意義

中央教育審議会の「学士課程教育の構築に向けて（答申）」以降，高等教育における e ポートフォリオの利用が増加したが，学習カルテ・教職実践演習用ポートフォリオ・SNS としての活用が多い．本研究により，学習ポートフォリオが手軽に利用され，真のポートフォリオの考え方が日本に広がることで，高等教育・中等教育・キャリア教育・生涯教育等におけるポートフォリオ活用の効果的・効率的な実践研究が推進されるであろう．

発達障がい者向けに開発された方法論は,「基礎学力」「学習意欲」「将来への意欲」の低い学生にも効果的なことが示される．

社会的構成主義に基づく授業設計において，応用行動分析を用いると学習の習慣化が実現することが明らかにされれば，e ポートフォリオ以外にも適応できるフィールドが広がるだろう．また，本研究により，異なる学習理論に基づく活動であろうとも上手に組み合わせることで，多様な学習に効果的なことが示されると確信している．

5. 研究の方法

本研究では，学習共同体において真正な学習を行うアクティブラーニングの評価として，タブレットやスマートフォンからエビデンスを e ポートフォリオに蓄積し，ルーブリックによって学習成果のパフォーマンスを省察する，という学習プロセスを習慣化するシステムを開発・実践・評価するため，以下の 3 項目を順次行う．各項目は，①調査及び設計フェーズ，②開発フェーズ，③実践及び評価フェーズに従って実施していく．

(1) タブレット上の効果的なプロンプト（手がかりやヒント）及び省察プロセスの開発
(2) 正しい学習に対する褒める提示や学習分析の可視化等，強化子（結果の強化）に関する分析
(3) プロンプトや強化子という援助を減らす（フェイディング）仕組みの構築

6. おわりに

研究代表者が所属する専攻では，2015 年度から学生全員にタブレットを貸与し，電子教科書を使用して学習履歴の分析を行っている．また，オープンソースの e ポートフォリオとして，世界で最も利用されている Mahara にタブレットからも学習成果のエビデンスを蓄積，学期ごとのショーケースポートフォリオを作成させ,学習成果の省察を実施している．研究分担者の宮崎は，法政大学が Mahara のルーブリック・プラグインを開発した際に設計を担当し，現在もプラグイン等の改良に携わっている．研究分担者の森本は，初等中等教育向けにおいて，学習後すぐに振り返りを行わせる仕組みを構築した．研究分担者の山川は，日本の教育工学分野における学習分析（Learning Analytics）の第一人者であり，学習分析の可視化に取り組んでいる．これらの研究成果を組み合わせ，そこにプロンプト等の応用行動分析の知見を加えることにより，本研究が可能となると考えている．

本研究は科研費（課題番号 16K01093）の助成を受けたものである．

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

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：大学入学予定者に対して, 入学前の 4 ヶ月間に, Web 上で数式を解答する数学オンラインテスト Maple T.A.を用いた e-learning による入学前学習を, 従来使用していた紙媒体に加えて行った. 対面での指導機会が十分でないという問題に, 動画説明や LINE@による質疑応答で対応した. 事後アンケートでは数式入力が難しいという回答があったが, 入学前学習全体としては十分な説明があり役立ったという評価を得た.
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

多くの大学は多様な入学者選抜方式を取っている. 選抜はアドミッションポリシーに沿って行われるが, 特定の科目の特定の知識やスキルについて見ると, 入学時点において学生の理解度, 習熟度は一様でない. この結果, 大学の初年次教育が共通の予備知識, スキルを仮定して開始できないという問題が起こる.

この状況を改善するには, リメディアル教育, 初年次教育の他に, 入学決定後入学までの期間の入学前教育も用いうる. 入学前には頻繁な登校を要求できないことから, 入学前教育に e-learning を使用することは自然である[(1)]. 数学分野の e-learning においては,数式による解答をどのように行うかという問題があり, 数学オンラインテストと呼ばれるシステムが研究・開発されている[(2)(3)(4)].

本発表では, 数学分野の e-learning の入学前教育を行った事例を報告する. 先行する事例[(5)]ではオープンソースの 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. 本発表では数学オンラインテストとしては商用のシステム Maple T.A.[(6)(7)] 上に独自のコンテンツを作成し, Moodle と連携して使用した.

2. 実施前の状況と学習のデザイン

龍谷大学理工学部では, 12 月までに決定した入学予定者向けに, 独自に開発した 100 問程度の紙媒体の問題集, 解答集を送付して学習を指示し, 2 回, 各自受験のテストの答案返送, 添削を行うという数学の入学前学習を行ってきた.

これが入学時点の学力の準備に寄与することが観察されていたものの, 不満足な点もあった. ひとつは, 問題集の学習記録を後日提出するように指示していたが, 即時には学生の学習状況を把握できていなかったことである. もうひとつは, 限られた問題集の問題のくり返しの学習であり, 数値や関数が異なる同タイプの問題がどれでも解けるようになることが保証できていなかったことである.

この問題を解消するため, 2016 年 4 月入学者向けには, 従来の紙媒体の学習に加えて, e-learning による数学オンラインテストを導入した.

3. システムとコンテンツ

学習のポータルとして, 学内用との別の専用の Moodle インスタンスを用意した. 学内用 Moodle の運用ポリシーのもとでは入学前の学生アカウントを手動登録することができなかったためである. 学習参加者は自宅の PC またはスマートフォンから本システムにアクセスする.

3.1 通知・連絡手段

Moodle ではダミーのアドレスを初期設定し, 個人のメールアドレスを設定するように参加者に促した. これとは別に商用のメッセージングサービス LINE@を利用して通知を行った[(8)].

学生から教授者側への連絡や質問は, LINE@の 1:1 トーク Moodle のフォーラムやフィードバック活動を用いた.

3.2 数学オンラインテスト

数学オンラインテスト Maple T.A. は独自の Web インターフェイスと LMS 的な機能を備えるが, 本システムでは, 学生は Moodle の Maple T.A. Assignment モジュールを経由してアクセスするようにした. これは, Maple T.A.の問題と質問用フィードバック活動などを同列に表示し, 問題の近くに解説などを置くためのデザインである. 認証にも Moodle の多様な認証プラグインを利用できることも利点である.

問題コンテンツは, 従来の問題集の問題から作図や証明を除き, 数値や関数を一定の範囲でランダムに変更する形で作成した. これは, 教員が変更範囲などの仕様を決定し, 数学専攻の大学院生がコーディングおよびテストを行うという手順で作成した. これにより多様な出題が可能になった. 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大学教員が随時把握することができる．

採点結果を参加者に示すページでは，問題で入力を求めた最終的な正解を示し，それに至る考え方や過程の記述は，対応する紙媒体の解答集の問題番号を示して，参照するように指示した．

数学オンラインテストでは，独自の文法により数式を入力する必要があり，これが学習の困難となることがあることが指摘されている．この問題に対処するため，ドキュメント，数式入力方法に特化した問題，動画による説明を提供した．また，使用頻度の低い数式入力方法を使用する各問題内でも必要に応じて入力方法の注意を与えた．参加者の 1/5 程度が LINE@で入力方法などを質問した．LINE@ではスクリーンショットの送信が容易であり，このような操作の質問・解答に適している．

4. スケジュールと実施

入学前対象者は 148 名だった．

2015 年 12 月初旬に問題集，解答集，e-learning の使用案内を送付した．12 月中旬に e-learning の使用を開始し，特定の入試種別の 19 名の入学予定者に，PC を利用して 1 時間程度の対面の説明を行った．

12 月下旬に対象者 126 名中 106 名が，大学に雷ガクし，30 分程度の説明とスマートフォンによる使用練習を行った．この時間帯には 91 名がログインした．この時点で LMS ログイン累計は 127 名だった．

2016 年 1 月中旬まで，2 月末まで，3 月末までの 3 つの期間に区切り，それぞれの範囲の紙媒体の課題と e-learning の課題を提出するように求めた．

e-learning の使用を促すため，紙媒体の課題採点結果の通知などを LMS 上で行った．

5. 結果と評価

5.1 課題の提出率

紙媒体の課題はほぼ全員の学習者が提出したが，時期 1,2,3 の e-learning 課題の提出率はそれよりも低く，半数程度にとどまった．

5.2 学習者の自己評価

入学後の 4，5 月に，入学前学習対象者に Web 上で入学前学習についてのアンケート調査を行ったところ，表 1 の回答を得た．ただしこれは紙媒体と e-learning をあわせた入学前学習全体についての評価である．全体としては，入学前学習は役だったが，もっと多く学習しないと準備が不足すると考えているという傾向がある．また，自由記述では数式入力が難しかったという意見があった．

6. 議論と展望

e-learning 導入前後を比較すると，教授者側では数学オンラインテストの作問に加え，LMS の設定と運用の労力が増加している．一方，参加者側では指示された学習の量は純増している．紙媒体と e-learning の一部分の統合により，教授者の労力を減らす可能性が考えられる．

すべての学習者に対して同じ課題を正解するまで学習を繰りかえすように指示している．その結果，参加者によって必要な学習時間は異なっている．より積極的に，事前テストでさん参加者の状態を調査し，異なる課題を与えたり，必要な学習者にはより多くのサポートを提供したりすることも考えられる．

表 1 入学後アンケートの結果(5 件法)

設問(N=110)	AV	SD
入学前学習課題(数学)での学習方法や課題の提出方法についての指示はわかりやすかったですか(5:わかりやすい, 1:わかりにくい)	3.45	1.11
入学前学習課題(数学)で学習したことは役立っていますか(5:役立っている, 1:役立っていない)	3.69	0.89
大学での勉強についていくには，入学前学習課題(数学)の自分の勉強量はどうだったと思いますか.(5:かなり少ない勉強量で大丈夫, 1:かなり多く勉強しておくべき)	2.31	0.56
入学時点でのあなたの数学の学力は，大学の学習についていくのに十分だったと思いますか.(5:十分,1:不足)	2.20	1.00

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: “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)

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

Trial of cloze question support tool for Moodle using the highlighter of Word

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：プログラミング教育において，数式などを問題としたい場合，本学では多肢選択問題よりも，穴埋め問題で提示したい教員が多い．一方，LMS（Learning Management System）である Moodle 等の穴埋め問題作成は，自動採点という観点から，穴埋め箇所指定や複数回答指定など，問題作成に手間がかかってしまう．これらの理由により，問題作成に多く利用されている Word の機能を利用した穴埋め問題作成支援ツールの開発を試みた．
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長所である．講師は，学習者の習熟度を確認するために，問題を作成しているが，自動採点の容易さという観点から，多肢選択問題が多い．また，問題自体の作成も容易である．本研究では，プログラミング学習を実施していることから，多肢選択問題ではなく，穴埋め問題における数式等の自動採点を最終目標としている．本稿では，穴埋め問題作成支援ツール（以降，本ツール）の開発について報告する．本ツールを改変し，自動採点に対応するために，数式等で x+y と y+x といった順不同な解答もできるようにする予定である．

2. 穴埋め問題作成支援ツール

Moodle の穴埋め（cloze）問題(4)作成は，配点 1 の単純な穴埋め問題であっても，穴埋め箇所の解答に対して，『{1:SHORTANSWER:=解答}』としなければならない．元々の問題作成に Word を用いることが多いことから，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開発に取り組んだ．Word で作成したプログラム上を蛍光ペンで色付けすると，その箇所が Moodle 上で穴埋め箇所となり，解答は蛍光ペンで色付けされた内容となるように開発した．

2.1 ツール概要

本ツールの開発にあたり，Moodle 内へ変更を加える，Moodle プラグインを開発する，外部ツールを開発する，における検討に時間が掛かった．これは，Moodle のバージョンアップによる影響がどれほどであるか，に依存する．本ツールは，バージョンアップによる影響を最小限とするために，外部ツールを開発することとした．

本ツールは，Word で作成した Web ページ版のファイルを起動した画面上にドラッグし，ボタンをクリックするだけで Moodle にインポート可能なテキストファイルを出力する．

開発当初，Moodle 2.9 で動作確認しており，Moodle 上で問題文の文字色等の変更が可能となっていた．ここで，2015 年 11 月に Moodle 3.0 がリリースされ，Moodle 上で問題文の文字色等の変更ができなくなったため，文字色などの情報を本ツール上で削除せずに出力するように変更した．現在，蛍光ペンによる色の違いを区別せずに処理を行っている．

2.2 利用手順

Word で問題作成し，本ツールを利用した上で，Moodle へインポートするまでの手順（図 1）を示す．

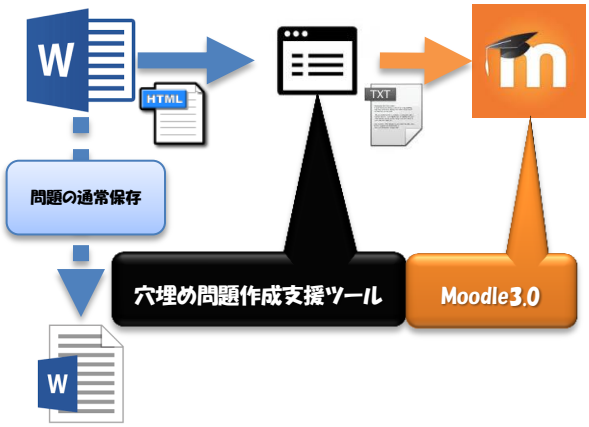


図 1 穴埋め問題作成支援ツールの利用手順

まず，Word で穴埋め問題の基となる問題文とプログラム等を作成する．このとき，Word で使用したフォント，文字色，等々は Moodle の問題にも反映される．穴埋め箇所に対して，蛍光ペン機能を利用して色付けする．作成した Word データを『ファイルの種類』が「Web ページ(フィルター後) (*.htm, *.html)」

で保存する．

次に，本ツール（図 2）を利用（Word で作成した Web ページファイルをツール上へドラッグ＆ドロップ後，「Moodle インポート生成」ボタンクリック）し，テキストファイル（.txt）を出力する．このファイルを Moodle の問題バンクへインポートすることで，問題作成・問題登録が完了となる．

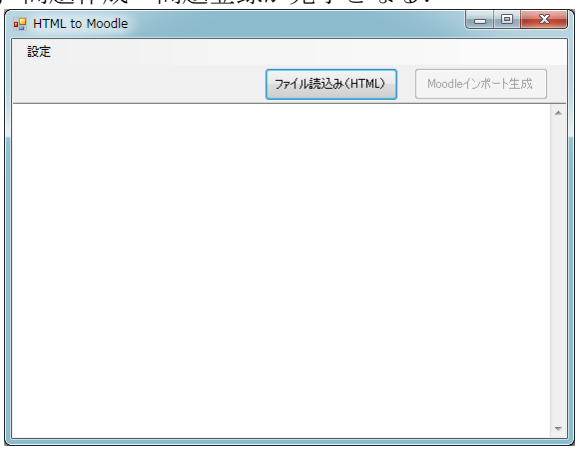


図 2 穴埋め問題作成支援ツールの画面

3. ツール利用効果検証

本ツールの効果検証には，本ツールを利用した問題と，Word 上の文章等を Moodle 上へドラッグ＆ドロップした内容に対して，前述の『{1:SHORTANSWER:=解答}』へと変更した穴埋め問題を比較することとした．

3.1 講師側の操作性

本ツール利用の場合，Word，ツール，Moodle と３段階が必要となることもあり，ファイル数が増えることと，手順が多くなる．一方，穴埋め箇所は，必要な箇所を選択した上で Word の蛍光ペン機能を利用するだけである．

利用せずに実施した場合，穴埋め箇所全てに対して，Word 上，もしくは，Moodle 上で『{1:SHORTANSWER:=』と『}』で囲む作業が必要となる．

3.2 学習者からの利用性

学習者へは，前述の２つの手順で作成した問題のどちらにも回答していただき，感想を記述していただいた．対象は，本学情報工学科の著者が担当する授業クラスの学生全員である．

全学習者から，どちらも見た目の差が無い，との感想であった．利用してもらうまでのレポート課題がプログラミングしたソースファイルを提出する形式であったため，穴埋め問題とファイル提出とどちらが良い，といった意見があり，集計結果は半々であった．他にも，解答次第で，『<>』(html 等の空タグ)と入力するだけで正解になってしまう事例があるなどの感想があった．

4. 考察

本ツールを利用した場合（利用有）と利用しない場合（利用無）の効果（表 1）を示す．

表 1 穴埋め問題作成支援ツールの利用効果

	ツール利用有	ツール利用無
手順(ｲﾝﾎﾟｰﾄ前)	多い	少ない
手順(ｲﾝﾎﾟｰﾄ後)	少ない	多い
問題名	一行目の文章	空 → 入力
問題見た目	差はない	

本ツールの利用有無による差がそれほどないことが確認できた．本ツールが外部ツールであることから，Moodle へのインポート前の手順が多く，インポート後の手順は，問題名の変更ぐらいであることが分かった．今後も本ツールを発展させ，より良いツールに改善していく必要がある．

5. おわりに

本稿では，開発した穴埋め問題作成支援ツールについて記載した．本ツールを基に最終目的である，順不同な解答への自動採点対応を行う予定である．

今後の課題は，本稿で記載したツールを利用した上で，主に２つの課題を挙げる．

1 つ目に，Moodle にインポートした際に，問題名が問題の一行目になってしまうことを解消することを挙げる．Moodle に適したインポートフォーマットに対応することで，問題名を適切にしたい．

2 つ目に，順不同な解答の場合に，自動採点対応可能にすることである．この点に関しても，Moodle 内に変更を加える，Moodle プラグイン，外部ツール，による対応が考えられる．本稿で開発したツールに追加機能として対応する予定である．

他に，空タグ対応などの問題もあるが，Moodle がバージョンアップ対応するまでは，問題作成者が留意することとする．

最後に，学習者によっては，プログラミングしたソースファイル提出の方が良いと答える学習者と，穴埋め問題の方が良いと答える学習者が存在することが分かった．今後もどのような学習者がどのように回答するのかを分析していく予定である．また，講師側の負担軽減になるように今後も改善する必要がある．

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/, (2016 年 6 月 6 日閲覧)
(2) edX, https://www.edx.org/, (2016 年 6 月 6 日閲覧)
(3) 日本ムードル協会, http://moodlejapan.org/home/, (2016 年 6 月 6 日閲覧)
(4) 穴埋め(Cloze)問題, https://docs.moodle.org/30/en/Embedded_Answer_%28Cloze%29_question_type, (2016 年 6 月 6 日閲覧)

LMS と動画共有サービスを活用した授業実践

The Class Practice by Utilizing LMS and Video Sharing Service

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：PC 操作を中心とする演習科目において，その解説動画教材を作成し，動画共有サイト YouTube 上での配信を行った．視聴を受講者に限定するため Google Apps ドメイン内に制限し，学習管理システム Moodle 上でトピック毎の配信リストへのリンクを受講者に提示した．これにより安価かつ容易に視聴環境を提供でき，また簡易的なアクセス履歴の確認が行えた．
キーワード：LMS，**動画共有**, Moodle, YouTube

1. はじめに

近年，高等教育機関における ICT の利活用は必要不可欠になっており，さらには e-Learning システムを用いた授業展開も一般的なものとなってきている．このような現在の学習支援環境におけるひとつの重要なプラットフォームとして学習管理システム（LMS）である Moodle が利用されている．Moodle の利用により授業およびその前後における資料の提示や課題の回収が効率的に行え，また学習履歴の把握も行いやすくなっている．筆者も全ての担当する授業において利用している．

また一方，YouTube に代表される動画共有サービスの利用が一般的なものとなり，様々な動画コンテンツを学習リソースの一つとして活用する場面も増えている．

LMS は各機関の独自サーバで提供する場合が多いが，それに動画配信機能を付加する場合には，費用面・技術面などの点において，運用負担が大きい．（但し，コンテンツの著作権上の理由や視聴対象制限，視聴履歴の管理等の理由により，独自の配信システムを構築する必要性がある場合もある．）

これらの現状を踏まえ，筆者は，動画配信の部分については，Google 社の提供する汎用クラウドサービス Google Apps の YouTube 機能を用いることとし，視聴者をドメインユーザに限定する形で，演習用教材を提供することとした．本稿では，それらの視聴環境の構築およびそれを PC 操作を中心とする演習科目で実際に利用した取り組みについて報告する．

2. 対象演習科目と動画教材

筆者が仁愛女子短期大学（生活情報専攻 2 年生）で担当する演習科目「データベース演習 2」は，企業実務で想定される業務データの活用能力を身に付けることを目的とし，さらに日商 PC 検定試験 2 級の合格を目指している．実技科目に対応し Excel を用いてデータ処理を行う過程を解説するが，本年度より担当するにあたり，PC 操作の過程を解説音声を含む動画として事前にキャプチャした（PowerPoint の画面録画機能を利用，1024×768 10fps モノラル音声）．

動画は，1 ファイルあたり数分から 10 分程度の MPEG4 形式ファイルで構成し，1 つの学習トピックが 1 時間前後の構成となるようにした．進度や学生からの意見も反映させるため，各授業回の 1 週程度前にそれらを制作することとした．本稿執筆時，授業回は 9 回，うちビデオ視聴対象の回は 6 回である．

また解説内容が FOM 出版の検定公式テキスト(1)（授業時はデジタル書籍を使用）に沿った内容であるため，事前に出版社へ趣旨を伝え，利用許諾を得た．

3. YouTube 上での動画視聴

作成した動画ファイルを，動画共有サービスである YouTube 上にアップロードした．

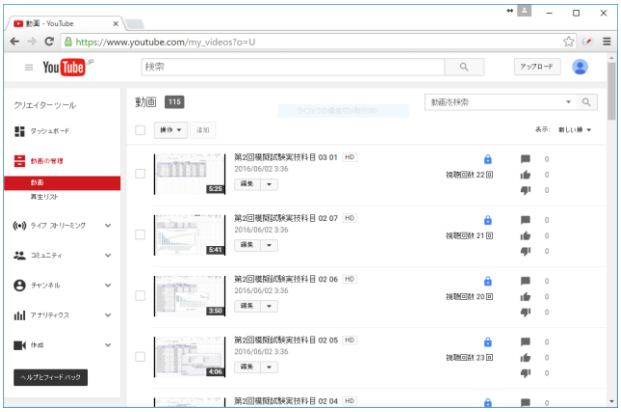


図 1 YouTube での動画教材配信

仁愛女子短期大学では，Google Apps for Education を導入しており，様々な Web アプリケーションツー

ルを利用することが可能であるが，YouTube もそのひとつとなっている．動画のプライバシー設定を非公開としたのち共有設定を Google Apps ドメインユーザ限定とした．従って，受講生は Google Apps アカウントにてログインを行うことで，視聴が可能となる．また，複数の数分間の動画を学習トピックとしてまとめるため，再生リストを用いた．再生リストは独自の共有用 URL を発行することができ，それを限定公開（URL を知る者のみ視聴可）とすることとした．

4.　Moodle の授業での利用

Moodle 上では，様々な Web ページへのリンクを学習リソースとして，受講者に提供することが可能となっている．上記の再生リストの共有用 URL を提示することで，受講者はそのリンクから視聴が可能となる．

授業では，主に各学生がこの動画の視聴を行いながら，例題および確認問題，模擬試験問題を解くこととした．授業時は机間巡視をしながら，受講生からの質問等に対応を行った．授業終了時には，Moodle 上にて動画内容に関するアンケートを行い，動画内の解説で理解できなかった点や，テキストでは理解できなかったものの解説を聞くことで理解できた点などを問うこととし，主要な質問には授業のまとめとして口頭で解説を行った．また，作成した Excel ファイルを課題として提出することとした．

5.　授業実践の考察

5.1 視聴環境

対象とした演習科目は 2 クラスあり，それぞれの受講者数はともに 13 名であった．授業時に全受講者が同時に動画教材にアクセスすることになるが，視聴における遅延等は全くみられなかった．当初解説音声について録音時の音量レベルが低く，聞きづらいという指摘があり，翌週分よりレベル変更を行った．



図 2 授業における動画視聴の様子

5.2 利用アンケート

各回の受講者の利用アンケートでは，各回で行う確認問題・模擬試験問題の理解に対し以下の選択肢での質問を行った．

① 問題文・指示文を読んだだけで，すべて解答することができた．
② 一部はビデオをみて解答できた．
③ ほぼすべてビデオをみて解答し，理解できた．
④ ビデオをみたが，理解できない部分があった．

確認問題においては，約 40%の受講生が②，約 50％の受講生が③と回答した．模擬試験問題（本稿執筆時 2 回分）では，約 20%が②，約 80%が③であった．

また，第 7 回授業時に，自由文による中間授業評価アンケートを行ったが，多くの回答で「動画での解説を，自身のペースに合わせて視聴する点」を良い点として挙げていた．

本稿執筆時には，動画視聴と授業全般に関わる詳細なアンケートを実施していないが，前期終了時に行う予定をしている．

5.3 視聴履歴

YouTube では，クリエイターツールのひとつとしてアナリティクス機能があり，再生時間や視聴時間，視聴回数を含む様々な分析レポートを確認できる．視聴回数は概ね受講者数の 1.2～1.5 倍程度となっており，部分的に見直しなどは行われているようであるが，授業時間以外での見直しなどはされていないと予想される．また，各動画に対し，平均再生率や視聴者維持率が確認でき，動画教材内において受講者が難しさを感じている部分の予測に用いることが考えられるが，本稿執筆時には具体的な教材全体の評価方法を定められていない．

6.　課題点

PC 操作を中心とする演習科目での，動画視聴を中心とした授業形態は受講者からは好評ではあったが，当初考えていたほど，内容に関する質問や解答に関する受講者間での相談の様子などが多くはみられなかった．授業時間外に基礎的内容を自己学習し，より発展的な課題を授業時間内で協働し取り組むような形態も検討する必要がある．

謝辞

本研究は，平成 28 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) 日本商工会議所 編:“日商 PC 検定試験 データ活用 2 級 公式テキスト＆問題集 Excel 2013 対応”, FOM 出版（2015）

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

Development and Practice of Education Technique for Fostering Skilled Human Resources with Local ICT Companies

山本 耕司，池本 有里，森本みどり，鈴木 直美
Kohji YAMAMOTO, Yuri IKEMOTO, Midori MORIMOTO, Naomi SUZUKI
四国大学
Shikoku University
Email: kyamamoto1121@gmail.com

あらまし：ICT を専門に学ぶ学生が、地域で活躍する ICT 人材として育つ上で、地域の ICT 企業において就業体験を行う意義は大きい。しかしながら、地方の ICT 企業は小規模なところが多く、学生の受入れ体制を整えられる事業所は少ない。そこで、業界団体等の協力を得て、地元業界の実情を考慮した連携を行い、e ラーニングによる反転学習を利用することで、インターンシップを効果的に行った事例を報告する。
キーワード：ICT 企業，インターンシップ， e ラーニング，反転学習

1. はじめに

高度 ICT 人材の不足は、2005 年の経団連による提言以来広く認識され、国を挙げて育成する重要性が指摘されてきた。大学は、欧米の先進例を参考に、産業界と連携して社会基盤を支える技術力とマネジメントにおいてリーダシップを発揮できる人材の育成に力を入れてきた。そのひとつに、インターンシップの推奨がある。

高度 ICT 人材育成のためのインターンシップでは、社会で役立つ実践教育が期待されている。欧米の企業は、インターン生の受入れについて将来の採用に直結する機会とし、学生は技術力のある労働力と捉えているため、大学はその技術力を保証する必要から実践で役立つ教育に力を入れている。このため、長期のインターンシップも一般的となっている。

しかし、我が国の場合、大学生のインターンシップは 1 週間未満が半数、2 週間未満が 9 割[1]と短く、多くは就業体験を得る機会として捉えていることから、キャリア教育としての意味はあっても専門教育としての実効性は高くないのが実情である。

2008 年、坂本らは九州大学をはじめとする 3 大学で産業界と連携し、大規模な高度 ICT 人材教育のための長期インターンシップを実施した[2]。このノウハウは、多くの大学の指針となったが、7 年余り経過した今も実践力を養うインターンシップの実施校は数少ない。2014 年 4 月、文部科学省、厚生労働省、経済産業省は共同で「インターンシップの推進に当たっての考え方」を改正した。そこでは、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が、課題解決・探求能力、実行力を高め、自主的に考え行動できる人材の育成にもつながると述べた。そして、さらに企業の現場において独創的な技術やノウハウ等がもたらすダイナミズム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を持った人材の育成にも資すると強調した[3]。これを受け、近年、長期インターンシップを実施する大学が少しずつ増えている。

他方、地方における ICT 企業の規模は小さく、十分な人員を有していないために短期の受入れも躊躇するところが多い。必然的に、長期インターンシップを受入れられる企業は数少ない。学生も長期を敬遠する傾向にあり、企業側の負担を考慮した短期の組み合わせによって単位認定し、一定の成果を得ようとする事例も登場している[4]。しかし、短期のインターンシップで専門性をどこまで担保できるかは疑問が残る。企業が必要としている技術の幅は広く、大学側がそのニーズを十分把握しているとは言い難いため、教育課程によるカバーが一部に限られていることも課題として挙げられる。

筆者らは、個々に連携を強化してきた地元 ICT 企業の協力を得ながら、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開始した。本稿は、地方の ICT 企業が持つ課題に柔軟な対応を模索しながら実践的なインターンシップを志向する意義と内容を述べ、改善策などを問うものである。

2. 本取組みの経緯

筆者らが所属する大学では、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。これは、働くことの意味について学び、地元企業からのゲストスピーカーも登壇する講義科目である。大学と協力関係にある地元企業は、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選択し、就職支援部が調整してインターンシップ先を決定する。この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、自身の専門とは異なる業種・職種の企業に不本意ながら就くケースも少なくない。企業の中には、インターン生をコストの要らない好都合な労働者と捉え、雑用や単純作業のみを行わせるところもあり、学生は働くことの意味を見失う結果となることもなかったとは言いきれない。ICT 企業に決まっても、他学部の学生

と一緒に就業する場合、専門性が問われることがほとんどなく、学科が考える本来の目的とは異なる展開がなされてきたのが実情である。

そこで筆者らは、これまでに培ってきた地元業界との関係を発展させ、専門性に直結する職種でのインターンシップの実現を考えた。企業側にはこれまで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ため、その解決が為されないと実現は難しい。しかし、人材流出による地元の人材不足の危機感をより強く感じてきた企業であるだけに、「地域で一緒に学生を育てていく」という趣旨に賛同を得ることができたと思われる。

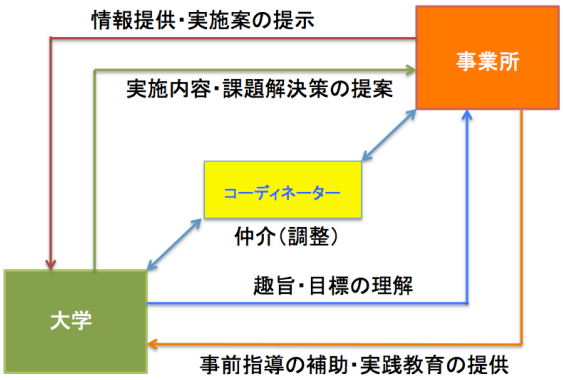


図 1　インターンシップ実施のイメージ

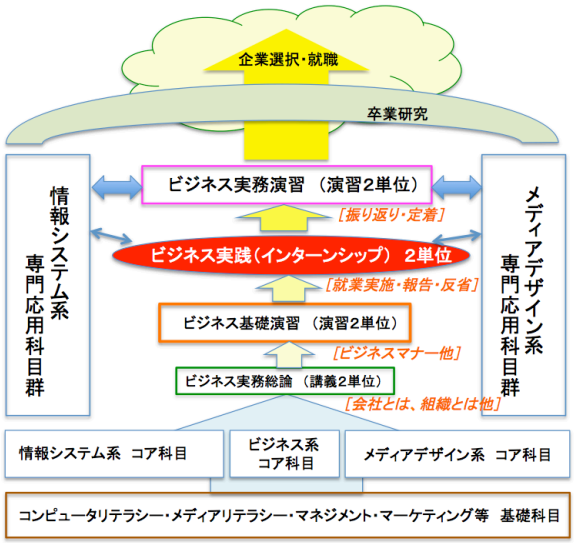


図 2　インターンシップを支える教育課程

3.　本取組みの実践

筆者らは、ビジネス実践という科目の中でインターンシップに専門性の高い実践教育を求めている。その目的は、職業観の確立と深化、体験を通して専門的知識・技能を身につける、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り、学生には、① 働くことのイメージを持てること、② ICT 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ている。

他方、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認識してもらっている。

本学科は、ソフトウェア開発を志向するコースと、デジタルコンテンツ制作を志向するコースから成る。学生はそれぞれの専門分野をより深く学んでいるため、受入れ企業はこれら 2 分野に区別して依頼した。

受入れ企業は、業界の特性に応じた決定方法が望ましいと考え、協会や県にコーディネータを依頼した。また、個々の企業の課題をどう解決するかは、個別の打ち合わせで不安解消を図った（図 1）。

インターンシップには事前学習が重要である。そこで、ビジネス実務にかかる講義、演習を 1 コマずつ必須とし、1 年間にわたって企業の構造や組織、ビジネスマナーなどを学習する。夏休みに入ってインターンシップに行くまでの間は比較的長いため、この時を有効活用し、企業の基礎知識やビジネスマナーなどを e-Learning で反転学習する機会とした。このため、インターンシップ先ではすぐに就業できる素養が付いており、短期のインターンシップをより効率的に実施できている。また、インターンシップ後には事後学習を半期 1 コマ演習として行うことで、知識や技能の定着を図るようにしている（図 2）。

現時点では、まだ始めたばかりであり、インターンシップ期間も短期であるため、高度な ICT 業務を行うといった実践教育の理想にはほど遠い。しかし、このことをきっかけとして、学生には直接に企業担当者と自身の処遇について交渉することを勧め、そこでより実効性のある提案が実現して、長期、あるいは有償の就業に導くことも期待しているところである。

参考文献

(1) 文部科学省「平成 26 年度大学等におけるインターンシップ実施状況について」調査結果
http://www.mext.go.jp/b_menu/internship/1368427.htm
(2) 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).
(3) 文部科学省・厚生労働省・経済産業省「インターンシップ推進に当たっての基本的考え方」、H9.9.18、H26.4.8 一部改正、
http://www.mext.go.jp/component/a_menu/education/detail/__icsFiles/afieldfile/2014/04/18/1346604_01.pdf
(4) 久保田真一郎他、「地元 ICT 企業の短期インターンシップを利用した単位認定プログラムの取り組み」、教育システム情報学会研究報告、Vol.30, No.6, pp15-20 (Mar.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

Deployment of regional contribution exercises to practice as an active learning 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：生活系短大生を対象とした「協働型サービスラーニング」の手法の導入による「社会人基礎力」育成のためのプログラムの展開実験を進めてきた。「協働型サービスラーニング」の多くが、「学内での学び」を基にして、学生の「自発性」と「ボランティア精神」による「学外での学び」を保証する取り組みであるが、本学科のプログラムの特徴は、学外での活動における協働型サービスラーニングの実践ではなく、それを学内で実施するイベントにより実践している点であった。それをこれまで選択履修による 1 専攻単位で実施してきたが、2013 年度より、学科単位で必修履修とすることになったことを受けて、このプログラムにこれまでの倍以上の学生を収容する必要が出てきた。そのため、1 つのイベントでは収容しきれず、複数のテーマに分散させることを目的として、「社会人基礎力」の項目により決めた「選択パターン」を設定したうえで、運用を開始した。さらに、2014 年度からは、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。その概要と方向性を報告する。

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

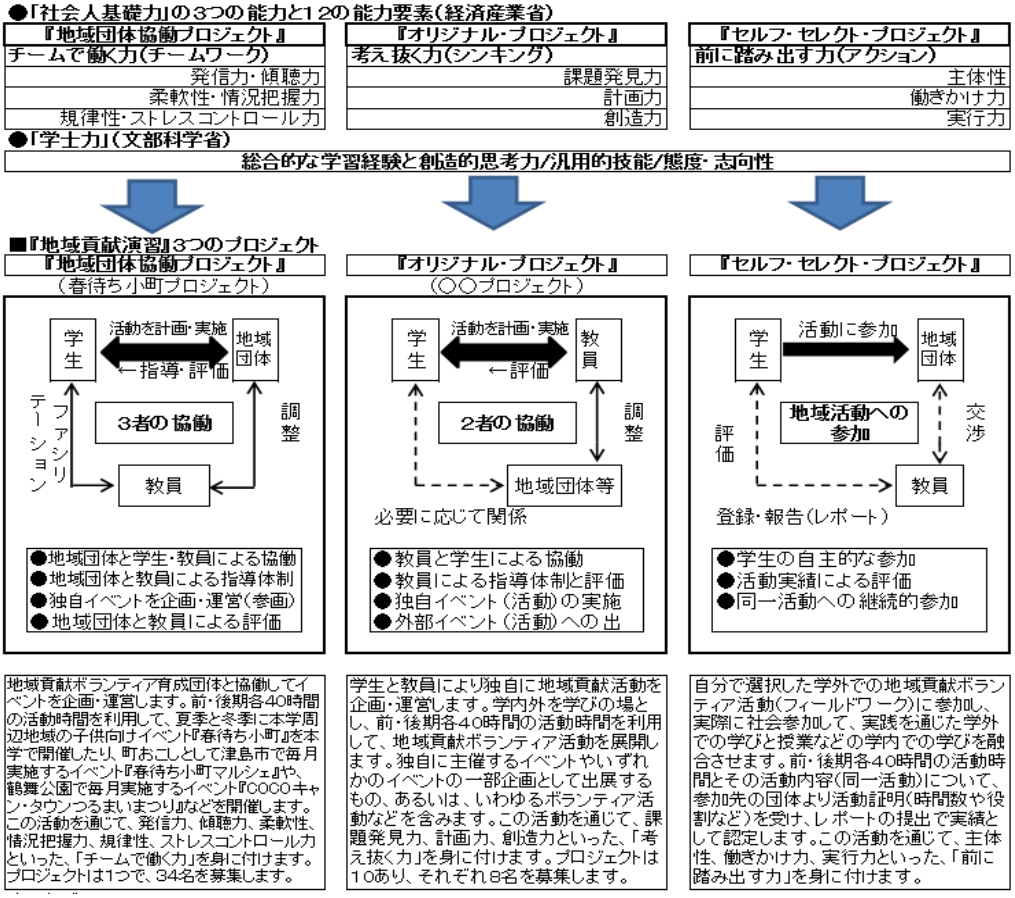
文部科学省が説明する「アクティブラーニング」とは、教員による一方向的な講義形式の教育とは異なり、学修者の能動的な学修への参加を取り入れた教授・学習法の総称である。学修者が能動的に学修することによって、認知的、倫理的、社会的能力、教養、知識、経験を含めた汎用的能力の育成を図る。発見学習、問題解決学習、体験学習、調査学習等が含まれるが、教室内でのグループ・ディスカッション、ディベート、グループ・ワーク等も有効なアクティブラーニングの方法である[(1)]。

「アクティブラーニング」とは、いわゆる「能動的な学習」のことで、学生の教室内外でのアクティブな学習姿勢のことでもあるように思われるが、その実現のために提供される学習環境の提供形態に意義があると考える。それは、教室内でのグループ・ディスカッション、ディベート、グループ・ワーク等の学習形態の提供をはじめ、特徴的に学内外で提供される学習環境も含むものである。つまり、「アクティブラーニング」の実現には、教授側が「学習者の思考を活性化させるための環境」をいかに提供できるかどうかにかかっているともいえるであろう。

「社会人基礎力」の育成と関連付けた「アクティブラーニング」プログラムとして、これまで、本学科（名古屋女子大学短期大学部生活学科）では、他大学（愛知工科大学自動車短期大学）や地域団体（地域貢献ボランティア協会）との『協働型サービスラーニングの実施』を目標として、教科「バーチャル・カンパニー演習」をカリキュラム内に設置して、地域貢献のためのイベントの運営と実施をその教科の内容として取り組んできた[(2)]。2011 年度の入学生に対しては、「協働型サービスラーニング」の強化を図るために、地域貢献ボランティア団体と連携して、セミナーによる「ボランティア」と「社会人基礎力」の育成プログラムと「学外でのボランティア活動実践」プログラムとしての地域貢献ボランティア活動への課外活動との仲介を実験した。この取り組みに参加する学生には、いわゆる「サービスラーニング」の核心の 1 つともいえる学生本人の自発的な参加が必要である[(3)]。2012 年度からは、これまで 1 つのテーマで実施してきたこの取り組みに、複数のテーマを設定することによる、プログラムの選択制を導入した。教育目標を「社会人基礎力」の育成として明確にし、そこに示された「3 つの能力」によりテーマを設定し、関連する教員がそれぞれ示した内容により、履修するプログラムを選択するものである[(4)]。約 120 名を対象としたその実験を経て、2013 年度からは、10 名の教員によるテーマを約 170 名が選択して取り組む 1 年次必修科目『地域貢献演習』をスタートさせた[(5)]。

2. 教科『地域貢献演習（入門・基礎・実践・応用）』

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。

4. おわりに

座学により、社会人基礎力などの能力や能力要素について説明することは容易でも、それを実践する場がなければ、自分の持つ能力を自覚することができない。特にそれらの能力をうまく発揮して、他人を巻き込んだり、自分の意見をはっきり述べたりしながら、自分の能力を発見していく場の提供が必要である。そこで次に必要になるのが、プログラムの提供形態である。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。「発信力」を伸ばすのであれば、他人に対し自分たちの企画や意見を発信する場がなければならない。「働きかけ力」を伸ばすためには、他人の協力を得るために働きかけなければならない機会が必要である。そうした環境が整った上で、学生のやる気、すなわち主体性を引き出すために、「社会の役に立った」という実感が伴うような課題を提供する必要がある。さらに、その課題を解決するために、日頃学んでいる専門知識やスキルが活用されれば、より実践的な学習環境を実感できるであろう。

参考文献

(1) 中央教育審議会（2012）:『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～（答申）』、2012年8月28日、文部科学省
(2) 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
(3) 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
(4) 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
(5) 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
(6) 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
(7) 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

地域団体と連携して行う街なかキャンパスでの評価

Evaluation at Machinaka campus carried out in cooperation with local organizations

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、7 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カといった、「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) ~ (6)。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。

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)。

2.　街なかキャンパス『COCO キャン・タウン』

このプログラムは、教科『地域貢献演習（入門・基礎）』の必修科目としての取り組みを終えた 2 年次の学生を対象として、2 年次には選択科目となる同教科の後半（実践・応用）で「アクティブラーニング」プログラムの学びの場として提供するものである。本学科の各コースで提供する特徴的な『生活学科アクティブ・ラーニング・プロジェクト』プログラムの中の一つでもあり、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ている。街なかキャンパス『COCO キャン・タウン（こころとこころでふれあい街なかキャンパス・タウン）』は、生活情報コースで提供するプログラムであり、主に、生活情報コース 2 年の学生が参加する。毎月 1 回、名古屋市中心部に近い観光名所『鶴舞公園』内に、ライブステージを中心にしたテント村を設置し、各テントをブースとして学生たちが構成する「チャレンジチーム」が企画運営するイベントを実施したり、学生の作品や調査報告などを展示する。2014 年 6 月に第 1 回を実施し、学生が企画運営する子供向けゲームやフリーマーケット、「協働型サービスラーニング」として実施する各種イベントの案内ブースなどで、公園利用の観光客や地域住民などに向けたサービスを提供した。テントを利用する各ブースの企画や検討、制作などは、教科『地域貢献演習（実践・応用）』で設定された「チャレンジチーム」で活動展開し、毎月 1 回実施するこの街なかキャンパスで自分たちの企画を世の中に問う。実施後は、教科内で「振り返り」を行い、次

の『COCO キャン・タウン』で、再度試行することを繰り返す。2016 年 6 月には第 14 回の実施を数えたが、参加に関しては、自由とし、評価に関しては、地域貢献ボランティア協会の基準に照らし合わせて各回 20 点満点で立ち会う地域貢献ボランティア協会のメンバーにより、活動の様子や振り返り内容などをもとに行ってきた [(5)]。

3.『チームで働く力』の評価

評価の対象とする社会人基礎力の「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。

4. おわりに

経済産業省は､「社会人基礎力育成に向けた 3 つのポイント」を次のように設定する [(7)]。

①学生自身による目標設定・プロセスデザイン
１）学生自身による目標の設定（活動の成果目標、自己の成長目標）
２）学生による“ゼロ”から始めるプロセスデザインと試行錯誤
３）学生の自律的な周囲との関係構築
②教員の支援的関与による主体的学習の促進
１）学生が主体的に活動できる環境の整備
２）学生の活動に対する支援的関与
３）教員の支援的役割に関する学びの促進
③カリキュラム化による継続性の確保
１）地域社会・産業界・他大学・他学部など多様な関係者との組織的協力関係の構築
２）「実行」を意識したカリキュラムづくり
３）変化に対応し「継続」するための仕組の構築

また､「社会人基礎力を育成する授業 30 選」の中に、本学科で展開しているようなタイプはなく、評価方法に関して独自性を探ることになる。

協働団体での主な評価基準は次のとおりである。

(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。

これらに基づき各個人を把握しながら総合評価をしている。他の取り組みで試みられている自己評価やそれとの組み合わせや他者評価の妥当性などについて今後も試行錯誤を進める必要がある。将来的には、在学時の評価と卒業後の職場での評価との追跡すり合わせも検討していく必要がある。

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)経済産業省（2014）：“「社会人基礎力を育成する授業 30 選」実践事例集”、経済産業省

作問学習を通した知的教育システムの開発
－作問誘導による学習支援－

Development of an Intelligent Educational System through Question Posing
-Learning Assistance by Question Posing Navigation -

林敏浩，千葉直杜，後藤田中，村井礼，八重樫理人，垂水浩幸
Toshihro HAYASHI, Naoto CHIBA, Naka GOTODA, Hiroshi MURAI, Rihito YAEGASHI, Hiroyuki TARUMI
香川大学
Kagawa University
Email: hayashi@eng.kagawa-u.ac.jp

あらまし：我々は，e-Learning コンテンツ視聴後に行われる問題解答に着目した知的教育システム ASQ(Active S-Quiz)を開発する．e-Learning 視聴で学習した基礎知識の定着を計ることを目指し，学習者主導による作問環境を導入し，作問を通じて学習者の基礎知識を判定する．ASQ は，自由作問と誘導作問により学習者の基礎知識を判定した後，システム主導による多肢選択問題を用いたドリル学習へ移行し，学習者の基礎知識を定着させる． 本稿では基礎知識を判定するための作問誘導の手法について述べる．
キーワード：知的教育システム，e-Learning，作問学習環境，ASQ(Active S-Quiz)

1. はじめに

典型的な e-Learning の形態として，学習者は，動画コンテンツを視聴した後，関連問題を解答したり，課題レポートを作成し提出する．このような e-Learning の学習形態では，動画コンテンツと課題は事前に用意される場合が多く，各学習者にとって，適応的な学習環境とは必ずしもならない．我々は，この点に対して，学習者へ個別適応した学習環境を提供することを目的とする．我々は，後者の課題（問題解答を含む）を通した学習部分に着目する．我々は，高度個別教育機能を持つ知的教育システムの枠組みを利用し，学習者の個別性に対応する教育支援システム ASQ（Active S-Quiz）[(1)]を開発する．

我々は e-Learning コンテンツ視聴後に行われる問題解答の文脈で，知的教育システムの枠組みを取り入れる．なお，我々は e-Learning コンテンツ視聴で学習した基礎知識の定着を計ることを目指す．知的教育システムは問題解決過程を通して学習者の知識状態を判定するが，初期状態でどの基礎知識を学習しているか適切に判定するのが難しい．このため，基礎知識を対象とすると適切な問題解決の学習・教授文脈を形成するのが容易ではない．

この問題を解決するために，学習者主導による自由作問環境とシステム主導による誘導作問環境を提供する．自由作問と誘導作問を通じて学習者の基礎知識を判定する．ある程度，学習者の基礎知識が判定できたら，その結果を利用してシステム主導によるドリル学習へ移行する．この一連の流れを通して，学習者が既習の基礎知識を定着させる．本稿では，システム主導による作問誘導による画学習支援の概要と，作問誘導機能の実現方法について報告する．

2. 基礎知識学習と作問学習

我々が開発する ASQ は，基礎知識学習を対象とする．種々の学習対象領域の学習で「まずは覚える，知っておくべき」基礎となるべき知識（基礎知識）がある．また，基礎知識をある程度まとまりのある単位で学習することを「基礎知識学習」と呼ぶ．これらの基礎知識は，１個の e-Learning コンテンツ，１つのフレーム（例えば，説明スライド１枚分）などの単位でグループ化されるのが一般的である．

我々は，対象領域の基礎知識学習を３段階（序盤・中盤・終盤）に分割し，学習者に作問をさせながら学習支援を行う．表 1 に各段階の支援の概要を示す．

表 1 基礎知識学習の段階とその支援

学習段階	支援内容
序盤	自由な多肢選択問題の作問による学習者の知識状態の推定（システムから具体的な支援なし）
中盤	(1) 知識確認などのための特定知識を使ったシステム主導による作問誘導 (2) 誘導された多肢選択問題解答による不足知識の補完や誤った知識の修正
終盤	多肢選択問題のドリル&プラクティスによる既有知識の強化

最初の対象領域の基礎知識学習は学習者主導の様々な学習活動を想定するが，ここではある対象領域の e-Learning コンテンツの視聴を前提とする．序盤フェーズは既習知識を用いた作問，中盤フェーズは誤り知識の修正や不足知識の補完，さらに終盤フェーズはドリルによる基礎知識の定着となる．序盤では ASQ は学習者の知識状態の情報を十分保持できていないので，学習者主導による学習を行わせる．具体的には学習者に自由に作問を行わせながら（自由作問と呼ぶ），知識状態の推定を行う．中盤では，学習者の知識状態もある程度把握できるので，シス

テム主導による作問の誘導（誘導作問と呼ぶ）や問題提示を行う．作問誘導や問題提示により学習者の知識状態の把握の偏りを是正する．終盤では，システム主導でドリル問題を学習者は解答する．ドリル問題は学習者モデルを参照して決定される．

3.　誘導作問と学習支援

ASQ における作問は自由作問と誘導作問の２種類がある．ASQ は図 1 に示す学習者モデルを持ち，作問内容から学習者の知識状態を推定する．

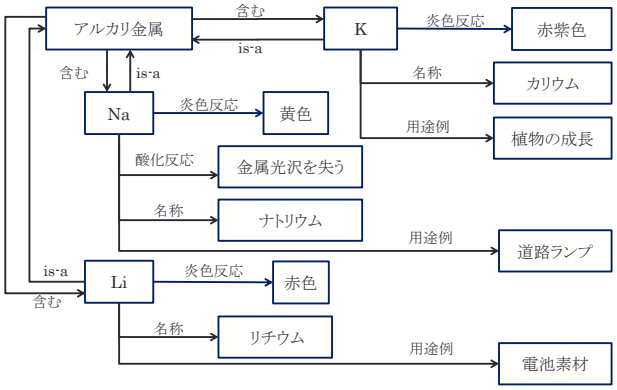


図 1　意味ネットワークを用いた学習者モデル

図 2 は自由作問の対話例である．ASQ では作問時の正答は（1）に設定する．この場合，正答は（1）のナトリウムになる．学習者モデルの意味ネットワークを参照して，この問題文と選択肢から「アルカリ金属」，「炎色反応」，「黄色」，「ナトリウム」が，学習者モデルのノード名およびリンク名とマッチングする．「炎色反応」以外の，「アルカリ金属」，「黄色」，「ナトリウム」が既知であると判断される．

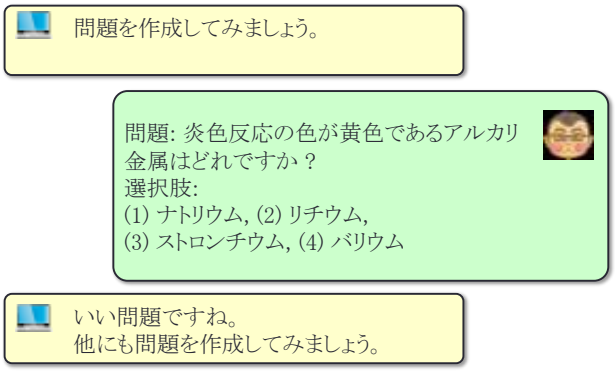


図 2　自由作問の対話

誘導作問は，不明知識（ASQ から見て学習者が既知かどうかわからない知識）の補完などのために ASQ が学習者に特定の基礎知識に着目させた作問を促すことである．どの不明知識に着目するかについて，ASQ は LTW（Learning Target Word）[(2)]と既知隣接ノード率[(3)]を用いた決定方略で求める．

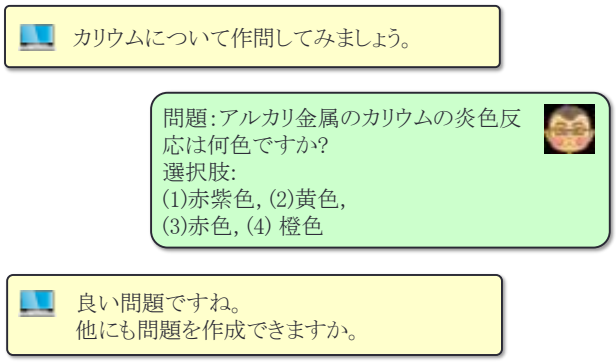


図 3　誘導作問の対話

図 3 の対話は，ASQ がカリウムに関する知識状態の推定ができておらず（既知隣接ノード率が低い状況），学習者にカリウムに関する問題を作成させるための誘導作問の例である．図 3 の例では学習者が誘導作問の文脈で ASQ の意図通りに作問した状況であり，ASQ はこの対話より学習者がカリウムについて炎色反応の知識（カリウムの炎色反応は赤紫色）を正しく保持していることが推定できる．

一方，誘導作問は作問強制ではないので種々の学習者の動きを誘発できる．例えば，学習者は作問誘導に従わず他の作問をする，あるいは，作問をしない場合が想定できる．前者の場合は，その行動履歴を保持して，ドリル学習で当該知識に関して優先的にドリル問題出題することが考えられる．後者は，当該知識を保持していないと考えられるので ASQ は即時的にその知識に関する教授行動を実行できるなど種々の学習支援行動のきっかけを与える．

4.　まとめ

本稿では，知的教育システム ASQ の誘導作問について述べた．ASQ は作問を通じて学習者の知識状態を判定する．誘導作問は自由作問とドリル学習を繋ぐ中間的な学習活動になる．誘導作問は ASQ の知識推定を支援するだけでなく，学習者への各種支援のきっかけとして重要である．なお，本研究の一部は，平成 28 年度科学研究費補助金基盤研究（C）「基礎知識学習のための作問を活用した e-Learning システムの開発」(課題番号 26330401)の補助を受けている．

参考文献

(1) Hayashi, T., Nakagawa, S., Kishimoto, T., Hirai, Y., Ura, K., Yaegashi, R., Murai, H., Tarumi, H.:“Active S-quiz: An Intelligent Educational System for Basic Knowledge Learning by Question-Posing”, Proceeding of SNPD2015, pp.583-585(2015)
(2) T. Hayashi, Y. Hirai, K Ura, A. Iwaki, R. Yaegashi, H. Murai, H. Tarumi, “Balance Control of Question-Posing Focusing on Learning Target Words on the Self-Study Material Contribution and Sharing System”, Proceedings of ICCE2014, 388-393(2014)
(3) 林敏浩, 後藤田中, 八重樫理人, 村井礼, 垂水浩幸: “作問過程を活用した学習者の知識の推定と教授”,JSiSE 研究報告, Vol.30, No.3,pp.9-14(2015)

携帯端末とゲーミフィケーションによる情報教育支援システム

Development of the information science learning system by mobile device and gamification

中桐 斉之[*1], 木戸口 由莉[*1]
Nariyuki NAKAGIRI [*1], Yuri KIDOGUCHI[*1]
[*1] 兵庫県立大学環境人間学部
[*1]School of Human Science and Environment, University of Hyogo
Email: nakagiri@shse.u-hyogo.ac.jp

あらまし：本稿では，携帯端末とゲーミフィケーションを用いた情報教育支援システムを開発し，その評価を行った結果を報告する.ゲーミフィケーションを用いたアプリと用いなかったアプリを比較して実証実験を行ったところ、ゲーミフィケーションを用いたアプリの方が、学生のモチベーションを維持・向上させるという結果が分かった。
キーワード：**携帯端末**，スマートフォン，ゲーミフィケーション，情報教育

1. はじめに

情報社会の進展に伴い、教育分野においても情報化に対応した教育が求められており、大学等においてもコンピュータやインターネットを利用して学習する e-ラーニングが盛んになってきている。

一方、教育分野において、ゲームの考え方をゲーム以外の分野へ適用するゲーミフィケーションを導入することが近年注目されている。報酬や罰を理由に動機づけられているうちに、自ら、活動その自体に動機づけられていくようなメカニズムである（井上、2012）。ゲーミフィケーションは、マーケティング分野やＷｅｂ分野など、様々な分野で導入され、その効果を発揮している。

しかし、ゲーミフィケーションの効果は、実証されている分野が少なく、情報教育においてはいまだ報告されていない。そこで、ゲーミフィケーションを用いた情報教育システムを開発し、その効果を検証することとした。

2. 情報教育支援システム

2.1 ゲーミフィケーション

ゲーミフィケーションとは、ゲームの考え方やデザイン、メカニクスなどの要素を、ゲーム以外の社会的な活動やサービスに利用することである。ゲーミフィケーションは、マーケティング分野や Web 分野など、様々な分野で導入されており、その効果を発揮していると考えられるが、教育分野は他の分野とは異なり、人を引き付けるだけでなく、教育の本質である「教育の質」を確保する必要性があるため、安易に導入するのは避けたほうが良いといえる。情報教育において効果的となるゲーミフィケーション要素を取り入れることが必要となってくる。

2.2 導入するゲーミフィケーション要素

そこで、本研究では、いくつかのゲーミフィケーションを搭載したシステムを構築し、その効果を確かめることで、情報教育におけるゲーミフィケーションの有用性を検討することとした。具体的には、「アンロック」「ポイント制」「ランキング」の要素を組み入れることとした。アンロックとは、できることが段階的に増えていく手法で、ステップアップしていく実感をユーザに与えることができる。ポイント制は、獲得という報酬を与えることによりユーザのモチベーションを高める効果が期待できる。ランキングは、他人と比較して自分がどの位置にいるかを示すことで明示的にフィードバックを与えることができる。

2.3 情報教育支援システム

本システムは Android 端末を対象にして、情報クイズアプリケーション（以下、アプリと呼ぶ）として開発した。システムの構成を図１に示す。システムはホーム画面、練習モード、ランキング、テストモードの４つで構成されている。練習モードは、レベル２とレベル３に分かれており、レベル２に６０問、レベル３に６０問、計１２０問の問題がある。なお、レベル２をすべて正解しないとレベル３のページは開けないようになっている。また、レベル２の問題選択ページにおいても選択できる問題は制限されており、１問正解すると次の問題が選択可能になるようにアンロックの効果を設定してある。

正解した問題数はランキングに反映される。練習問題を１問正解すると、１ポイント獲得でき、そのポイントを使って「テストモード」に挑戦することができる。１０ポイントにつき１回「テストモード」ができる。ポイント数が１０ポイント以下の場合、「テストモード」のページは開けないようになっている。「テストモード」は、練習問題からランダムで１０問出題され、最後に点数が出る仕組みになっている。

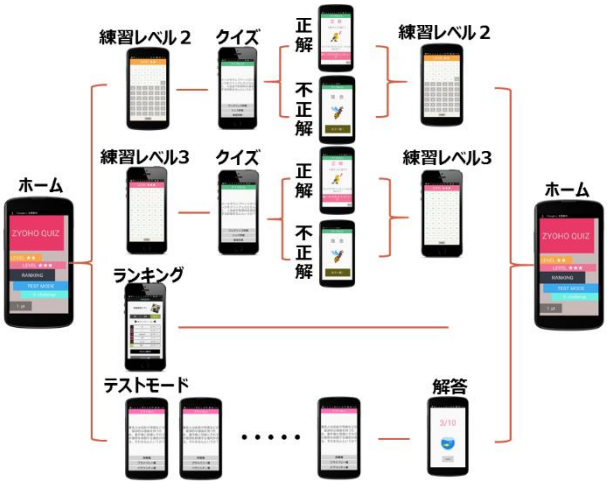


図 1 本システムの構成

3. 実証実験

本システムを大学生 27 名に 10 日間利用してもらい、事後テストとアンケートを行なう実証実験を行なった。今回、情報教育に対してのゲーミフィケーションの効果を明確にするために、前述のアプリと、このアプリからゲーミフィケーションの要素を取り除いたアプリを用意し、以下の A,B,C の 3 グループ各 9 名に分けて比較実験を行なった。

A　ゲーミフィケーションなしのアプリ
B　ゲーミフィケーションありのアプリ
C　ランキングの要素だけなしのアプリ

4. 結果と考察

4.1 ログイン回数

ログイン回数の推移を図 2 に示す。図 2 より，ゲーミフィケーションありのアプリケーションの方が、ログイン数が多いことが分かる。ゲーミフィケーションなしのアプリ（A）を利用したグループのログイン回数は、のべ 18 回で一人当たりの平均は 2.0 回。ゲーミフィケーションありのアプリ（B）を利用したグループのログイン回数は、のべ 33 回で、平均 3.7 回であった。ランキングの要素だけなしのアプリ（C）は 26 回で平均は 2.9 回であった。

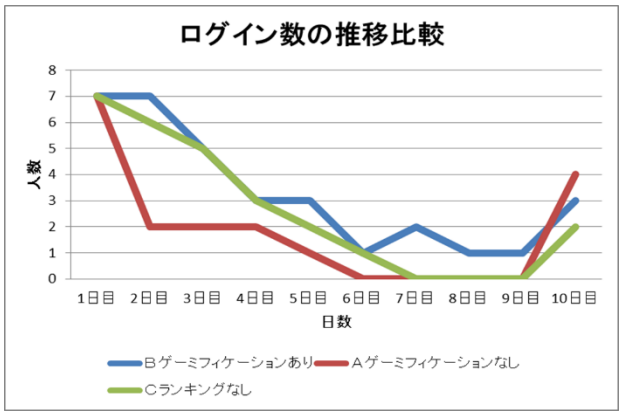


図 2 ログイン数の推移

これより、ゲーミフィケーションはモチベーションの維持に効果があると考えられる。

4.2 練習問題正答数

練習モードの正答数は、ゲーミフィケーションなしのアプリ（A）の平均が 18 問、ゲーミフィケーションありのアプリ（B）の平均が 61 問、ランキングなしのアプリ(C)の平均が 40 問であった。一元配置分散分析を行なったところ、平均値に有意差が見られた（p=0.0623）。ゲーミフィケーションありのアプリ（B）に比べ、練習モードの平均正答数が有意に少ないことが分かった。これは、練習モードのランキングがなかったため、モチベーション維持に繋がらなかったためだと考える。

4.3 携帯端末での学習

「携帯端末を利用しての学習は効果的であったか」という質問に対しての回答を表 1 に示す。アプリケーション A、B どちらにおいても、「効果的」「まあまあ効果的」を合わせて 9 票であった。このことから、情報教育の支援システムとして、携帯端末を利用しての学習（m-ラーニング）は効果的であると言える。また、ゲーミフィケーションなしのアプリケーション（A）は、一番良い評価の「効果的である」が 3 票、「まあまあ効果的である」が 6 票。ゲーミフィケーションありのアプリケーション（B）は、「効果的である」が 6 票、「まあまあ効果的である」が 3 票であった。ゲーミフィケーションありのアプリケーション（B）の利用者の方が、A よりも効果的であったと評価をしている。以上のことから、ユーザは情報教育の支援システムとして、ゲーミフィケーションを取り入れたアプリケーションの方が、学習に効果的であると評価することを示している。

表 1. 携帯端末による学習は効果的であったか

	効果的だった	まあまあ効果的だった	どちらともいえない	あまり効果的でなかった	効果的でなかった
A	3	6	0	0	0
B	6	3	0	0	0

5. まとめ

ゲーミフィケーションを活用したアプリと、ゲーミフィケーションの要素を除いたアプリを比較して実証実験を行った。その結果、ゲーミフィケーションを活用したアプリの方が、学習のモチベーションを維持向上させるという結果が得られた。また、携帯端末を利用しての情報教育は効果的であることが分かった、

参考文献

(1) 井上明人:“GAMIFICATION”, NHK 出版, 東京（2012）

健康運動教育における運動データの可視化と活用

Visualization and Utilization of Exercise Data for Health Exercise Education

吉井　泉[*1]，真嶋　由貴恵[*2]
Izumi YOSHII[*1], Yukie MAJIMA[*2]
[*1] 大阪府立大学高等教育推進機構
[*1]Faculty of Liberal Arts and Sciences, Osaka Prefecture University
[*2] 大阪府立大学大学院人間社会システム科学研究科
[*2]Graduate School of Humanities and Sustainable System Sciences,
Osaka Prefecture University
Email: yoshii@las.osakafu-u.ac.jp

あらまし：健康寿命の伸延が大きな社会課題となっているが、ランニングやウォーキングは手軽で効果的な健康運動といえる。しかし、その具体的な実施方法についての教育は十分行われているとは言い難い。そこで健康運動の効果的で継続的な実施を促進するために、Bluetooth Low Energy を利用したビーコンとスマートデバイスアプリを使用したランニングとウォーキングの運動データの可視化システムを開発した。このシステムとウェラブル機器と連動し、運動データを活用した健康運動教育について検討したので報告する。

キーワード：健康運動教育，ランニング，ウォーキング，ウェラブル機器

1.　はじめに

平成 28 年版高齢社会白書（内閣府）[1)] では、平成 25 年時点の平均寿命と健康寿命（日常生活に制限のない期間）は、それぞれ男性が 80.21 年と 71.19 年、女性が 86.61 年と 74.21 年と報告されている。つまり男性は 9.02 年、女性は 12.40 年にわたり日常生活に困難さを抱えているといえる。この健康寿命の伸延を図ることが大きな社会課題となっているが、その解決策のひとつが健康運動の継続的な実施である。ランニングやウォーキングは、特別な技術や用具を使用しない最も身近な健康運動といえ、その愛好者人口は 986 万人であると推計されている[2)]。しかしその具体的な実施方法や運動データの活用方法などについて、学校教育や社会人教育の中で十分に指導が行われているとはいえない。

生涯にわたって健康の自己管理を行うためには、運動実施データの活用が不可欠である。ここ数年、健康データの取得が可能なウェアラブル機器が発表され、スマートフォンやアプリを利用した健康・運動の管理も一般的になってきている。しかし操作面や費用面から、まだ全年代で利用可能といえる状況ではない。そのため実施者の状況に対応したシステムの開発とこれらを用いた健康運動教育が必要であると考える。

本研究では、健康運動の効果的で継続的な実施を促進するために、Bluetooth Low Energy (BLT) を利用したビーコンとスマートデバイスアプリを使用したランニングとウォーキングの運動データの可視化システムを開発した。このシステムとウェラブル機器を連動させ、運動データを活用した健康運動教育について検討したので報告する。

2.　システムの概要

2.1 特定エリア内健康サポートシステム

大学キャンパス内や公園内での運用を想定し、ランニングやウォーキングの運動データを自動取得し、その結果をグラフ提示するシステムを構築した。実際の運用場面では、スマートデバイス 1 台を固定点に設置し、それに加え複数台を通常業務中の職員の方たちに保持してもらうことで、詳細なデータ収集が可能となることを構想している。

システムの概要を図 1 に示す。本システムは、ビーコン（Beacon：電波を出して場所を知らせる装置）を使用し、運動者の ID、位置情報、受信日時などのデータをスマートデバイス（アンドロイド機）で収集するものである。

本研究では、スマートデバイス 1 台を固定設置し、別の 1 台は移動状態として試行を行った。データ読み取り距離をいずれも 10m に設定した。



図 1　特定エリア内健康サポートシステムの概要

2.2 腕時計型ウェアラブル機器

運動中の負荷強度の確認には、心拍数の活用が有効とされ、運動の目的や期待される効果に対応するターゲット心拍数（THR）がトレーニング処方の基準となっている[3)]。心拍計や GPS を内蔵した腕時計型ウェアラブル機器の中から、価格、測定精度、操作性の観点から EPSON 社の SF-810(図 2)を採用した。本機には高精度脈拍センサー 2 基が搭載され、手首から脈拍を測定するものである。また、GPS チップやストライドセンサーも搭載されており、運動時間に加え、走行コースや距離、勾配、ストライド幅なども同時に記録できる。さらに、年齢、性別、身長、体重を設定することで、運動の消費カロリーも推定される。これらのデータは運動中も確認できるが、運動後には専用ソフト NeoRun を使用して詳細なデータを総合的に確認可能である。



図 2 腕時計型ウェアラブル機器（SF-810,EPSON）

2.3 システムの試行

大学生 14 名（男子 6 名、女子 8 名）を対象として、本システムの試行を行った。彼らに対し研究の趣旨を説明し、身体活動量の測定に協力する旨の承諾を得た。ウォーミングアップ後 SF-810 を装着し、自分の身長、体重、性別、生年月日などの設定を行った。その後ビーコンを保持し、本学キャンパス内および大学周辺で各自ランニングを行った。ランニング時間は 20 分間程度を目安にするよう指示したが、走行コース、ペース、時間は各自の判断で決定した。

ランニング終了後、PC 上にランニングの通過ポイント（図 3）と 5 分毎の平均速度をグラフ表示した。また SF-810 での取得データは、専用ソフトを使用して提示した。

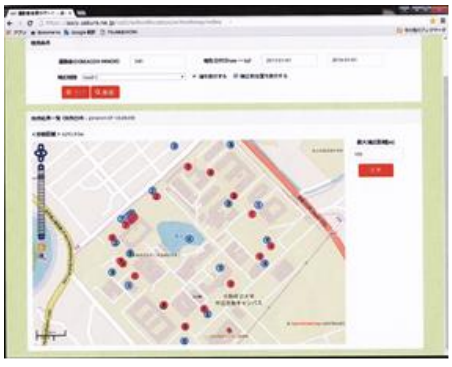


図 3 ランニング履歴表示（青：ランナー）

3. 結果及び考察

ビーコンの認識状況について、SF-810 での取得データと照合した結果、ランニングスピードが約 12km/h 以下のデータは全て取得され、SF-810 での取得データと合わせて、各自の運動データを総合的に可視化できた。しかし約 14km/h を超えたランニングスピードの場合、データはほとんど認識されていなかった。その原因として、スマートデバイスの認識距離が狭すぎたことやアクセス間隔が長すぎたこと、また GPS のセンシングタイミングのズレなどが考えられる。これらの再調整を行い、多様なランニングのスピードやコースへの対応を目指す。

THR を活用したランニングの実施データを図 4 に示した。ランニングプランは「前半 HR＝150bpm、後半 HR＝100bpm」としており、対象者は実施後にその結果を視覚的に確認できた。全対象者からの内省コメントでは、「ペースと心拍数との関係を正確に認識できた」「次回は心拍数や身体負荷に対応したランニングをしたい」などのコメントがあり、運動データの可視化と活用は、効果的で継続的な運動実施に対するモチベーション向上が期待される。

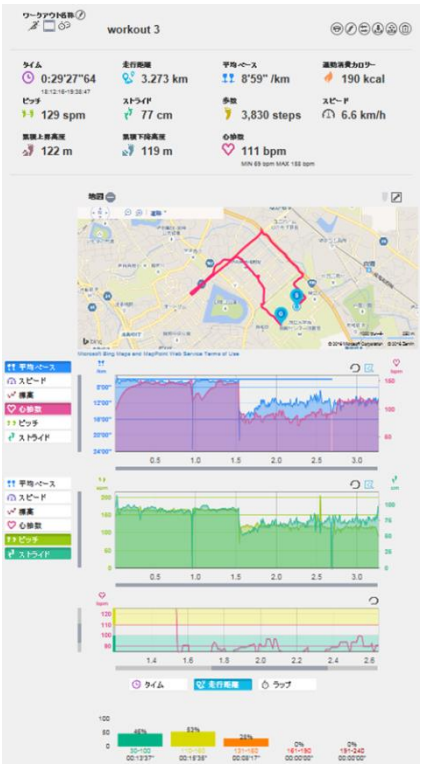


図 4 NeoRun データ表示

参考文献

(1) 内閣府:“平成 28 年度高齢社会白書”，（2016）
(2) 笹川スポーツ財団編:“スポーツライフ・データ 2014 - スポーツライフに関する調査報告書 - ”， pp.70-75（1989）
(3) 道場信孝，西脇要，日野原重明:“運動処方における Target Heart Rate (THR)に関する検討 –Karvonen 法の有用性について”，体力科学, 37，245-253（1988）

ブロックチェーン技術の教育への応用可能性

Applicability to Education of the Blockchain Technology

廣瀬　一海
Kazumi Hirose
畿央大学大学院 教育学研究科
Graduate School of Education, Kio University
Email: kazumihirose@hotmail.com

あらまし:ブロックチェーン技術は、従来から考案されていた技術を応用し、改ざんが極めて困難であり、ダウンタイムの無く、非中央集権型のシステムを安価に実現できる、P2P 分散データストアの技術である.近年、スマートコントラクトを実装可能とするプログラマブルなブロックチェーンの登場により、暗号通貨流通以外を対象として、ブロックチェーン技術を応用できる可能性が出てきた.
本稿では、ブロックチェーン技術が単に暗号通貨の流通、価値の保持だけで無く、教育分野においても応用が可能であり、学校教育、生涯教育、遠隔教育などの分野において重要な基盤となりえる事を論ずる.

キーワード：**ブロックチェーン**, Ethereum, Peer to Peer, Bitcoin, **スマートコントラクト**

1. はじめに

Bitcoin は、Peer to Peer を用いた暗号通貨を流通させる分散台帳データストアの仕組みである(1).その後実装が進み、運用を開始、管理者不在であっても、多重支払いを防止し、ダウンタイムが無く堅牢であり、改ざんが極めて困難であり、リコンサイルが不要なシステムがプロトコルのみで実証されている.

現在、これらの特性を活かし、通貨価値流通以外の分野において応用が試みられている．本稿ではブロックチェーン技術であり、且つスマートコントラクトを実装可能である Ethereum に教育分野向けの応用可能性がある事について論じる.

2. ブロックチェーンを構成する技術

2.1 ブロックチェーンと CAP 定理

ブロックチェーンは分散データストアであり、ブリュワーの定理における CAP のいずれかを優先して選択せざるを得ない、P および A を優先しているデータストアである(2).

ブロックチェーンにおける C(Atomic Consistency)は、時間経過より確率として信頼性が向上し、結果整合性が妥当な程度で確保可能であるように考えられたものである.

この為、Bitcoin や同種のブロックチェーンでは、ブロックの投入後から 100 ブロックの進行によって、投入したブロックの一貫整合性が妥当であるとされ、取引は信頼されるものとして扱われている.

2.2 ブロックチェーンを支える既存技術

ブロックチェーン技術は、今まで一般的に扱われてきた、以下に挙げる既存技術を組み合わせる事で実装されている.

1. Peer to Peer
2. Merkle tree
3. Hash 関数
4. ブロックの承認と Proof of Work
5. 電子署名

① Peer to Peer

中央集権型のクライアント・サーバのシステムと比較し、非中央集権型であるブロックチェーンシステムは、Peer to Peer で相互に接続され、それぞれがブロックチェーンデータを保持している.

再起動やトラブルがあったとしても、存在するすべてのノードが停止しない限り、データやブロックチェーンネットワークの健全性が損なわれる事は無い.

② Merkle tree

Merkle tree は、各ブロックのヘッダに格納されたデータのハッシュを格納している.

このようにデータのハッシュ値をツリー上に格納する事で、どのブロックにデータが格納されているかを迅速に確認する事ができる.

③ Hash 関数

各ブロックヘッダは、一つ前のブロックのハッシュ値を保持する事を繰り返す事で、鎖のようにつながっている、これがブロックチェーンと呼ばれる所以であり、過去のハッシュの突合を行えば、そのチェーンの非改ざんであり、一貫整合性が正しいものであると判断ができる．最長のブロック数を保持しているチェーンが常に正しいと解釈するように実装されている.

④ ブロックの承認と Proof of Work

新規にブロックの追加を行う際、各ノードに配られたブロックは、ヘッダに格納された Difficulty の条件を満たす事が出来るまで、Nonce 値を変えながら繰り返し Hash 値を計算する.

条件を満たす Nonce 値が得られたノードは、自ブロックチェーンに追加し、ブロックを他のノードへ配布する.

この仕組みは、Proof of Work といい、Adam Back

により 1997 年に Hashcash の DoS 攻撃対策として考案[3]され、稼働する計算機資源の 51%を上回らない限り改ざんを成功させる事は難しいとされている[4].

⑤　電子署名

各トランザクションは、各ユーザの秘密鍵を用いて楕円曲線 DSA 署名が行われている.

この署名は一つ前のトランザクションに、そのユーザの公開鍵が含まれ、署名を確認する事によってそのトランザクションの関係性が判明する仕組みとなっている.

3.　次世代ブロックチェーン技術や派生技術

前述した特性を持っているブロックチェーン技術を応用・改良したソフトウェアが次々に誕生している.多種多様なソフトウェアが存在しているが、その中でもスマートコントラクトと呼ばれる、手続き行為をプログラムし、その処理を自動化する独自のブロックチェーンシステムの構成を可能とする Ethereum と Eris はブロックチェーン 2.0 と呼ばれ、注目を集めている.

3.1 Ethereum

Ethereum は Ethereum Foundation により、開発が進むオープンソースプロジェクトであり、スマートコントラクトをブロックチェーンネットワークへ展開、運用が可能なブロックチェーン技術である[5].

チューリング完全なプログラミングを可能とする仮想環境である EVM(Ethereum Virtual Machine)を持っており、Solidity というスマートコントラクト記述言語を用いて、プログラマブルなブロックチェーン処理と電子取引を可能としている.

3.2 スマートコントラクト

スマートコントラクトは、契約行為と履行の関係を、ネットワーク上に表現し、不特定多数の人同士にて合意、電子取引を可能にするアイデアである [6].

各ブロックチェーン技術においても、この用語の解釈が異なるが、狭義の意味でのスマートコントラクトは自動販売機のように、当事者に能動的な契約執行権があり、その過程を自動化する事が可能なブロックチェーンネットワークとプログラムコードの複合による仕組みと考える事ができる.

4.　ブロックチェーン技術の応用と期待

このような背景から、ブロックチェーン技術は、以下に挙げる情報の新しい管理形態をもたらすものとして期待されている.

- 貨幣や価値の表現 : 通貨 / クーポン / ポイント / チケット / オークション / 購入記録
- 権利や情報の登録 : 登記 / 遺言 / 出生 / 婚姻 / 転居 / コンテンツ権利 / 賃貸借 / 投票
- 医療記録 : 電子カルテ / 処方記録
- 認証記録 : 製造記録 / 流通過程 / 真正性認証 / 貴金属

4.1 教育分野への応用

前述した情報の管理形態とブロックチェーンの特徴を活用したものとして、以下のような応用が考えられる. いずれも電子署名によるデータの真正性、第三者による検証と透明性、悪意のあるユーザによる改ざん耐性が必要となるデータである.

- 単位取得記録
- 卒業証明書 / 学位証明書 / 成績証明書
- 教員免許

例えば、単位取得記録などは、各大学のコンソーシアムでの単位互換制度、技術資格の取得、インターンシップ、ボランティア活動などを単位認定の対象とする仕組みが存在している.

これらの成果記録をスマートコントラクトで記述を行い、ブロックチェーンネットワークに分散させる事により、低廉なコストでどこからもアクセスが可能となる.

各単位認定機関同士の単位交換と認定に係る業務が署名、単位証明された上で全て自動化できる可能性がある.

また、卒業証明などの発行、証明業務が自動化される事により、証明書発行の業務やシステムは不要となり、各企業や卒業生が必要に応じ証明書を参照する事などが可能になる.

このようにブロックチェーン技術は、単に暗号通貨の流通、価値の保持だけで無く、教育分野においても応用を期待できるであろう.

教育ブロックチェーンの実現は、学校教育だけで無く、生涯教育や遠隔教育など、社会においても重要な基盤となりえる.

我が国における、早期整備と活用について今後に期待したい.

参考文献

(1) Satoshi Nakamoto : Bitcoin: A Peer-to-Peer Electronic Cash System（2008）
https://bitcoin.org/bitcoin.pdf
(2) Seth Gilbert, Nancy Lynch : Brewer's conjecture and the feasibility of consistent, available, partition-tolerant web services（2002）
https://www.comp.nus.edu.sg/~gilbert/pubs/BrewersConjecture-SigAct.pdf
(3) Adam Back : Hashcash - A Denial of Service Counter-Measure （2002）
http://www.hashcash.org/papers/hashcash.pdf
(4) LESLIE LAMPORT, ROBERT SHOSTAK, and MARSHALL PEASE : The Byzantine Generals Problem（1982）ACM Transactions on Programming Languages and Systems, Vol. 4, No. 3, pp. 382-401
(5) ETHEREUM: A SECURE DECENTRALISED GENERALISED TRANSACTION LEDGER
http://gavwood.com/paper.pdf
(6) Nick Szabo : The Idea of Smart Contracts （1997）
http://szabo.best.vwh.net/smart_contracts_idea.html

LED 文字表示器のネットワーク接続による安全情報提供システム

Security Messaging System Using LED Display Connected with Network System

小松原　実
Minoru KOMATSUBARA
岡山商科大学経営学部
Faculty of Business Administration, Okayama Shoka University
Email: komatsubara@po.osu.ac.jp

あらまし：ネットワークを通じて表示文字を制御できる LED ディスプレイ制御システムを開発し，これを通学路等の安全情報提供に利用するシステムを紹介する．店頭の広告に広く利用されるようになった LED ディスプレイの視認性の高さは通学中の児童生徒にとっても見やすいものである．ネットワークを通じてリアルタイムに安全情報を表示できるようにすることで，スマートホン等のモバイルデバイスを持たない小中学生などにも注意喚起情報等を知らせることができる．情報はメール送信でも行えるように設計されており，容易に利用できるものである．
キーワード：安全情報，インターネット，LED ディスプレイ，通学路

1. はじめに

近年，地域における子供の安全を確保することは優先度の高い事案となっている．そのため不審者情報などの犯罪発生状況をメール配信の形で伝達する事業が各地の警察署で行われるようになっている．この方法では保護者には携帯電話などに配信されるが，子供自身は登校後の学校や帰宅後の家庭などで知らされるまでは，そういった情報に接する機会がない．登下校途中の児童生徒が速やかにこうした情報に触れるためには，LED 文字表示機を用いた安全情報表示のためのシステムを開発した．LED 文字表示機は明るい屋外でも視認性が高く，店舗広告などの用途で広く利用されるようになっているが，地域安全情報の表示を行うためには，表示内容の変更が遠隔地からでも容易にすばやく行えることが必要となる．そこで本研究では，LED 表示機の表示内容をインターネットを経由しブログシステムに入力された記事により制御するソフトウェアを開発した．本稿ではその概要と，実際にどのように利用可能であるかについて述べる．

2. システムの構成

2･1　ハードウェア

本システムでは地域安全情報の表示装置として室内用 LED ディスプレイを用いた．これは 16x16 ドットで 1 文字を表示するもので，一画面内には製品により 3 文字から 8 文字の表示が行える．表示は文字のスクロールや切り替えによって全角文字で約 150 文字までをひとかたまりとして表示できる．さらに，本体に内蔵の 6 本のメモリ領域に記録した表示データを順次切り替えて表示することにより，最大で 415 文字程度を表示することができる．

表示される文字データの入力は PC と USB により接続して行う．全角文字を表示する場合，文字パターンはビットマップデータとして LED ディスプレイに送る．半角文字の場合は文字コードを送り，LED ディスプレイ内蔵の半角文字フォントを使用して表示される．また横スクロールや一画面ごとの切り替えなどの文字表示方式の設定や，スクロール速度，表示対象メモリの選択などのコマンドも文字データと共に送る．

2.2　表示制御ソフトウェア

前述のような仕様の LED ディスプレイの表示制御をインターネットを通じて行うために，ネットワーク上のブログシステムを通じて表示文字制御やそのほかの動作制御を行うことのできるソフトウェア「iLED」を独自に開発した．

iLED は表示文字を直接入力して LED ディスプレイにシリアルポートを経由して転送するという基本的な機能のほか，インターネット上の指定したブログの記事を LED ディスプレイに転送することができる．ブログは一般に広く利用されており，また電子メールによる記事投稿が可能なブログサービスも多い．ブログを中継点として iLED を通して LED ディスプレイに配信することが可能となる．本システムの概略を図 1 に示す．

iLED はネットワークにつながっていない状態で LED ディスプレイの表示を制御することもできる．ブログのデータを取得してその文字データを LED ディスプレイに転送する場合には，iLED がブログの更新情報を指定した時間間隔で調べ，更新があれば記事を受信して各文字を 16x16 ドットのビットマップデータに変換し，LED ディスプレイに転送する．ブログにより，表示したい文字列タイトルに表示されていたり本文に表示されていたりするため，ブログのタイトルのみ，本文記事のみ，それら両方のいずれかの表示形式を選択することができる．図 2.に iLED 動作時の画面例を示す．

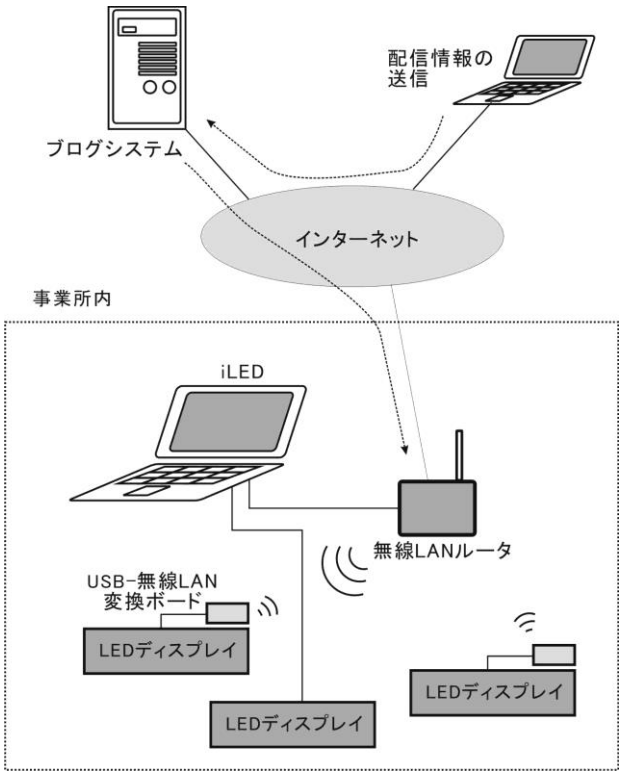


図 1.　地域安全情報表示システムの概略図
Fig.1. Structural illustration of the system.

3.　運用方法

3.1 情報の提供方法

地域安全情報は多くの地域では警察署から電子メールで配信され，同時に Web ページに掲載されている(1)．本システムでこの情報を表示するためには，配信者がブログにも入力する．警察署で電子メール原稿を作成・送信する際に，同時にブログに同一内容の原稿を送信することで実現されるが,本システムでは基本的に 1 行のスクロール表示であること，表示文字数に制限があることを考慮しての編集を行った後にブログに掲載する．

3.2 通学路におけるディスプレイの設置

地域の児童生徒が登下校時に情報を得るためには，通学路の途中に複数個の LED ディスプレイを設置することが望ましい. そのための方策の一つとして，店舗の店頭などに宣伝広告用のディスプレイとしても使用できるようにし，同時に安全情報の表示も混在して行えるようにする方法が考えられる．LED ディスプレイは輝度が高く屋外でも視認性が高いため，広告用ディスプレイとして普及している．iLED は，6 本の表示用メモリの一部を安全情報表示用とし,他のメモリは広告表示用とすることができる．各メモリの内容は順に LED ディスプレイに表示されていくので,広告と安全情報の両方を表示することができる．安全情報が表示されることにより，多くの通行者が LED ディスプレイの表示内容に注意を向けることになり広告の効果も高まるため，設置する店舗にとっても単なるボランティアとしての事業ではなく，経営へのメリットのあるものとなるので，設置の促進に大きく寄与するものと考える．



図 2.　表示制御ソフトウェア動作画面例
Fig.2. Display control software.

個人経営の商店などは，急用で開店時間を臨時に遅らせるといったことも起こりうるが,本システムは店舗が無人であっても電子メールによりブログに記事を送信することで, 店頭の LED ディスプレイに表示して来店者に通知することができる．こうした使い方ができることで，通学路にある小規模の商店などにも本システム設置のによる利便性が生じるはずである．

3.3 ブログ情報の暗号化機能

ブログを通して情報を配信するという方式であることから，ネット上には公開したくない情報である場合に問題となる可能性がある. こうした場合には，ブログへの記事は暗号化し, iLED で復号して表示することができる．暗号化には，専用に開発した暗号化ソフトウェア(Crypt) を用い, 生成された暗号化文字列をブログに送信する．

４．まとめ

本システムは LED ディスプレイを遠隔から表示制御できるようにし，地域安全情報を通学路上の店舗などで表示してもらえるよう考慮して構築した．そのほか各家庭などでも応用方法が考えられ，今後は試験運用を行っていきたい．

本研究はカラテック株式会社の協力を得て行われました．関係各位に謝意を表します．

参考文献

(1) "ももくん・ももかちゃん安心メール", http://www.pref.okayama.jp/page/detail-73630.html, 岡山県警察，2016/5

移動を伴う避難訓練を擬似体験する学習支援システムの提案

A Proposal of Leaning Support System for Virtual Evacuation Experience with Real Action

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学術研究院
[*4]Institute for Liberal Arts, Tokyo Institute of Technology
Email: hatak@tmu.ac.jp

あらまし：学習者が災害時に自らの知識に基づき判断・行動できるようになるため，本稿では災害発生時の状況を擬似体験し振り返る学習活動と，この学習のためのシステムを提案する，HMD と歩行デバイスを組み合わせたインターフェイスを構築すると共に，ゲームエンジンを用いて災害発生時の状況を再現する VR コンテンツを開発する．プロトタイプの開発を踏まえた課題として，コンテンツの精度と処理性能のバランスの検討が挙げられる．
キーワード：防災学習，VR，避難訓練，HMD，シミュレーションシステム

1. はじめに

日本は自然災害が発生しやすい地域であり，防災・減災を念頭に置いた安全教育の必要性が高い．2014 年に文部科学省が策定した学校安全の推進に関する計画(1)では，学校における安全教育のポイントとして「知識と共にそれに基づいた適切な判断と行動する力」が挙げられている．

意図的に体験することが難しく危険も伴う災害体験は，近年普及しつつある VR・AR 技術を有効活用できる分野の一つである．地震防災・減災において VR を活用した取り組みは，建築分野を中心に多く報告されている．近年は技術革新の進む HMD（ヘッドマウントディスプレイ）の採用が増えている．例として，任意の地点における長周期地震動を擬似的に体験するシステム(2)が挙げられる．建築では地震による揺れの体験にフォーカスし，VR 技術を用いて室内を再現した例が多い．また，教育からのアプローチとしては AR が多く用いられている．代表的な例としては災害発生時の仮想的な被災状況を現実の映像に重畳表示するシステム(3)(4)がある．

2. 目的

本研究では，学習者が災害時に自らの知識に基づき判断・行動できるようになることを防災学習の目標とする．このため，災害発生時の状況を再現し，学習者に擬似的な避難行動を体験させる．そして，記録した行動を学習者自身が客観的に見返し振り返ることで，災害時の判断・行動について学ぶ学習活動を実施する．

従来の研究は災害発生の瞬間や，現実に重畳表示した被災状況を擬似体験させることが目的となっている．しかし，地震災害などは発生の瞬間だけではなく，継続して被害状況が変化していく特徴があり，学習者には変化する状況に応じた判断が求められる．このような時間の流れも含めた災害発生時の環境を再現し，学習者の行動を記録する支援システムを開発する．

3. 学習活動を実現するためのシステム

本研究における体験学習では，災害発生後の時間経過と共に発生する二次災害を定義したシナリオを用いる．まずは，自宅で地震に遭遇した後に自宅から避難所まで避難する想定を初期のシナリオとして考える．学習者には，シナリオに基づく仮想的な被災状況が提示される．そして，学習者の身体の動きを映像に反映すると共に記録する．この仕組みを実現するために，学習者が災害発生時の状況を体験できる VR シミュレーター ”Virtual Disaster Simulator

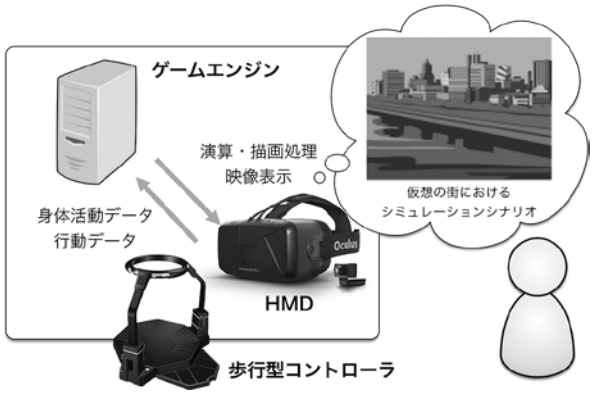


図 1　VDS のシステムイメージ

(VDS)” を提案する（図１）．VDS は，擬似体験を実現するため VR 環境を再現するインターフェイスと，VR 空間内で学習者が体験するコンテンツから構成される．

インターフェイスは, VR 用 HMD と歩行型コントローラを組み合わせる．HMD として採用する”Oculus Rift”は学習者の視界を覆うように装着する非透過型の HMD で，頭の向きに追従した映像が表示することで没入観の高い映像提示を実現する．Oculus Rift は単体では映像を表示するディスプレイであるため，別途ゲームエンジンが動作し描画処理を行うための PC が必要となる．視界を覆うような装置であることに加え，外部に PC が必要となることを踏まえると，擬似体験するためとはいえ VR 映像を閲覧しながら移動をすることは不可能となる．このため，”Virtuix Omni”を用いて擬似的な移動を実現する．Virtuix Omni は歩く・走る・しゃがむ・ジャンプするといった学習者の実際の身体活動を VR 空間に反映させるための歩行型コントローラである．身体をハーネスで半固定し，凹状の台座の上で行われる歩行などの活動をセンサーで取得する．これにより，没入感を損なわないまま VR 空間内での活動を実現する．

また，学習者に提示するコンテンツの開発にはゲームエンジン“Unity”を用いる．Unity には物理エンジンが搭載されており，単純なオブジェクトの描画だけではなく倒れる・崩れるといった物理表現が容易に行える．このため，被災状況を事前に作成するのではなく，オブジェクトとして作成した街全体に対して地震の揺れをシミュレートし被災状況を再現する．そして，その後は一定の時間経過やユーザの行動を反映して追加のイベントを発生させる．延焼する家屋が倒壊したり，避難中の余震により二次的な崩壊を起こしたり，といった表現を行う．

4. 開発における現状と課題

現在，HMD として”Oculus DK2”（開発キット）を用いてプロトタイプシステムの開発を進めている．また，物理エンジンを用いて簡易的に地震波を再現しオブジェクトを崩壊させる処理を実装した．

この過程で，コンテンツ精度と処理性能のバランスが課題となる．一般に，フレームレートの高いなめらかな映像であるほど VR 酔いをしにくいといわれている．PC に要求される処理性能の観点では，オブジェクト数やそのポリゴン数が多いほど描画や物理演算の処理コストが増え高い処理性能が求められる．ここで，本システムで行う移動を伴う避難訓練では，VR 空間に一定の広さが必要となる．津波からの避難の例であるが，東日本大震災では徒歩の場合の平均避難距離が 438m であったという調査結果[5]が報告されているため，移動の自由度を考えると最低でも 500m^2 の領域は必要と考える．家屋など空間内のオブジェクトをどの程度の精度で再現するかにも依存するが, 仮に一般家屋の敷地を 10m^2 と考えると範囲内には 50 軒の家屋が必要となる．また，VDS では地震による家屋被害を再現するため，一部家屋は倒壊後の「がれき」の状態のオブジェクトを組み合わせて表現することもあり，オブジェクト数はかなり多くなると考えられる．空間を歩行する学習コンテンツにおいては，現実感は高い方が VR 酔いを防ぐ効果があるとの報告がある[6]．機器の現実的な処理性能を踏まえ，仮想空間の広さやコンテンツの精度を検討することが必要となる．

5. まとめ

災害を想定した防災・減災のための学習として，知識に基づいた判断・行動が必要とされている．そこで，VR 技術を用いて再現した災害発生の状況下で擬似的な避難行動を体験し，自らの行動の振り返りを通じて災害時の判断・行動を学ぶ活動を設計した．そして，実現するためのシステムを提案した．HMD と歩行型コントローラからなるインターフェイスを構築し，ゲームエンジンで開発し災害発生時を再現した VR 空間内において擬似的な避難訓練を実現する．VR 空間内では物理エンジンを用いてシミュレーションを行うことで，実際の災害に近いリアリティのある被災状況を再現する．

コンテンツ精度と処理性能のバランスについては, プロトタイプ開発を進めると共に検討を続けたいと考えている．

本研究の一部は，JSPS 科研費 16K21262，および首都大学東京ワーク・ライフ・バランス実現のための研究支援制度の助成による．

参考文献

(1) 文部科学省：“学校安全の推進に関する計画”, http://www.mext.go.jp/a_menu/kenko/anzen/__icsFiles/afieldfile/2012/05/01/1320286_2.pdf（参照 2016.06.07）
(2) 倉田和己，護雅史，福和伸夫，飛田潤: “ヘッドマウントディスプレイを活用した地震の揺れ体験による減災行動の誘導”，日本建築学会学術講演梗概集，B-2, pp.979-980 （2011）
(3) 岩間智視，角川隆英，光原弘幸，井若和久，上月康則，田中一基: “AR と HMD を用いて災害を疑似体験させる防災教育システムの試作”，電子情報通信学会技術研究報告．ET 教育工学，Vol.113，No.377，pp.1-6（2014）
(4) 川井淳矢，岩間智視，光原弘幸: “没入型 HMD と AR を組み合わせたインタラクティブな避難訓練システム”，教育システム情報学会研究報告，Vol.29，No.5, pp.1343-4527 （2015）
(5) 国土交通省: “東日本大震災の津波被災現況調査結果（第３次報告）”, http://www.mlit.go.jp/common/000186474.pdf （参照 2016.06.07）
(6) 藤木卓，市村幸子，寺嶋浩介，小清水貴子: “VR コンテンツの精度が現実感と酔いに与える影響”，日本教育工学会論文誌, Vol.36, Suppl., pp.73-76 （2012）

防災啓発施設における ICT 活用型防災教育の一事例

Case of ICT-based Disaster Education in Facility for Disaster Education

光原 弘幸[*1], 川井 淳矢[*2], 山住 遥[*2], 井口 恵介[*2]
井上 武久[*3], 山口 建治[*3], 武知 康逸[*3], 森本 真理[*3]
井若 和久[*4], 上月 康則[*1], 獅々堀 正幹[*1]
Hiroyuki MITSUHARA[*1], Junya KAWAI[*2], Haruka YAMASUMI[*2], Keisuke IGUCHI[*2]
Takehisa INOUE[*3], Kenji YAMAGUCHI[*3], Yasuichi TAKECHI[*3], Mari MORIMOTO[*3]
Kazuhisa IWAKA[*4], Yasunori KOZUKI[*1], Masami SHISHIBORI[*1]
[*1] 徳島大学大学院理工学研究部
[*1]Graduate School of Science and Technology, Tokushima University
[*2] 徳島大学大学院先端科学技術教育部
[*2]Graduate School of Advanced Technology and Science, Tokushima University
[*3] 株式会社オプトピア
[*3]OPTPIA Co., Ltd.
[*4] 徳島大学地域創生センター
[*4]Center for Community Revitalization, Tokushima University
Email: mituhara@is.tokushima-u.ac.jp

あらまし：防災啓発施設では，常設展示や疑似体験装置などを通じた防災意識の向上や防災知識・スキルの獲得をめざしている．本稿では，著者らが徳島県内の防災啓発施設で実施した ICT 活用型防災教育の事例を紹介し，効果的な防災教育につなげる方法について考える．
キーワード：ICT 活用，防災教育，防災啓発施設，AR（Augmented Reality），デジタルスライド

1. はじめに

近年, 世界的に大規模災害が多発する傾向にある．災害から命や財産を守るための有効な手段として，防災教育が挙げられる．避難訓練などのさまざまな防災教育がある中で，防災啓発施設が防災教育に果たす役割は大きい．防災啓発施設では，常設展示や疑似体験装置などを通じた防災意識の向上や防災知識・スキルの獲得をめざしている．例えば，地震疑似体験装置（起震室，起震車）は，大きな地震の揺れを再現することで，体感的な学びを提供する．

情報通信技術（ICT）の発展は，防災教育にも波及している．例えば，バーチャルリアリティ（VR）による仮想世界における防災訓練[(1)]，シミュレーションゲームを通じた防災教育[(3)]，SNS を用いた防災教育[(4)]などさまざまな ICT 活用型防災教育が実施されている．著者らも，タブレット端末を用いた避難訓練[(4)]やデジタル防災マップ作成[(5)]などを実施してきた．

本稿では，著者らが徳島県内の防災啓発施設で実施した ICT 活用型防災教育の事例を紹介し，効果的な防災教育につなげる方法について考える．

2. 防災啓発施設の概要

著者らは，徳島県でもっとも大きな防災啓発施設において，防災イベントを中心に ICT 活用型防災教育を実施してきた[(6)]．その防災啓発施設は入場無料で，地震疑似体験装置や風雨体験装置などを有しており，定期的に防災イベントや特別展示を開催するなどして，住民の防災意識の向上などに貢献している．場所にかかわらず大規模災害が発生すると，住民の防災意識が向上し，防災啓発施設の入場者が増加する傾向にある．しかし，リピータが多いとはいえず，防災啓発施設が継続的な防災教育の場として必ずしも有効活用されていないともいえる．

リピータを増やすために ICT が活用できる. 特に，インタラクティブなデジタルコンテンツは，多様なフィードバックを用意することで，入場者にリピータになることを動機づける．現在のところ，著者らが対象としている防災啓発施設には，ICT 活用型の常設展示や疑似体験装置はない．予算的な制約もあり，大規模な ICT 活用は難しいのが現状である．したがって，著者らは単発の防災イベントを対象に，開発済みの防災教育システムを導入した ICT 活用型防災教育を設計・実施した．

3. 実施した ICT 活用型防災教育

2016 年 5 月の連休に開催された防災イベントにおいて，2 つの ICT 活用型防災教育を実施した．

3.1 AR による津波浸水表示

スマートフォンで動作する AR（Augmented Reality）ベースの避難指示訓練システム[(7)]を拡張し，津波浸水 AR アプリケーション（以下，津波 AR アプリ）を実装した．津波 AR アプリは，マーカレス AR 技術（SONY SmartAR）を用いて空間を認識し，ユーザの操作に応じて津波浸水 3DCG をリアルタイム映像に重畳表示する（**図 1 左**）．ユーザの目線よりも高い位置に浸水面が設定されると，水面下にいるよう

な 3DCG が重畳表示される．防災啓発施設では，南海地震による津波の最大波高を垂れ幕で示しているが，津波浸水深は示していなかった．津波 AR アプリを用いて津波浸水深を追加表示することで，津波に対する防災意識のさらなる向上が期待される．

津波 AR アプリを使用したユーザからは,「津波の恐怖がより鮮明になった」や「さまざまな津波浸水深を表示できる点がよい」といった意見があった．現在の津波 AR アプリは高いインタラクティブ性を有していない．今後，入場者がリピータになるような機能や運用上の工夫が必要になる．

3.2 デジタル防災紙芝居作成

災害状況を表現するデジタルスライド作成機能（Web システム）[8]を用いて，デジタル防災紙芝居作成を実施した．参加者は小学生とその保護者であり，作成時間は 1.5 時間とした．紙芝居の物語は予め複数用意した．以下に作成の手順を示す．

1. 参加者は紙芝居の物語を選ぶ．
2. 参加者は紙に描いた線画のキャラクタ（物語に合ったもの）に色を塗る．参加者がキャラクタを描くこともできる．
3. スタッフが着色／描画したキャラクタを専用の卓上カメラで撮影する．キャラクタ外部は自動的に背景透過される．
4. スタッフがスキャンしたキャラクタ画像を Web システムにアップロードする．
5. 参加者はアップロードされたキャラクタをスライドの背景画像上に合成する（**図 1 右**）．キャラクタの位置やサイズは自由に調整できる．必要であれば，スライド下部に表示される台詞を変更する．

参加者は上記の作業を紙芝居の枚数分繰り返して，デジタル防災紙芝居を完成させた．

参加者 10 名に 5 段階アンケートに回答してもらった．アンケートの回答平均値を**表 1** に示す．すべての質問に対して概ね良好な結果となっており，特に楽しい防災教育として受け入れられたといえる．また，Q4 の平均値から，参加者がリピータになることが期待できる．

4. おわりに

本稿では，防災啓発施設における防災イベントとして実施した ICT 活用型防災教育の事例を紹介した．十分に検証できていないが，アンケート結果などから，リピータを増やすアプローチとして ICT 活用型教育は期待できるといえる．

近年，災害が多様化・複合化しており，災害想定の見直しなどもあって，防災啓発施設が扱うべき教育内容の頻繁な更新（充実）が望まれる．言い換えれば，防災啓発施設を防災教育の拠点（継続的な防災教育の場）としてさらに機能させるために，教育内容の更新の度に防災を学びに行きたい，というリピータを増やす必要がある．ICT を活用することで，教育内容（デジタルコンテンツ）の更新が容易になり，SNS などによる広報も加われば，リピータの増加につながると期待できる．

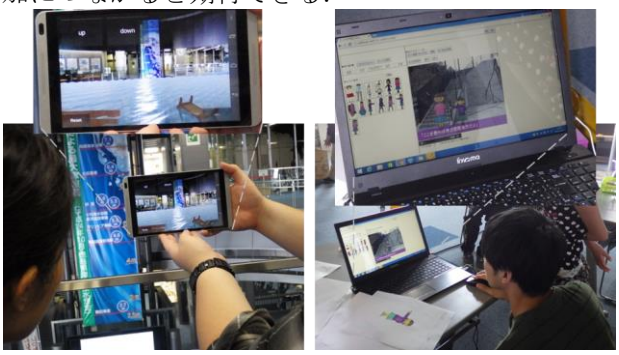


図 1 防災イベントの様子

表 1 アンケートの質問と平均値

Q1. デジタル防災紙芝居を作るのは楽しかったですか？	4.6
Q2. デジタル防災紙芝居を作ることで防災意識は高まりましたか？	3.8
Q3. デジタル防災紙芝居を作ることは防災に役立つと思いますか？	4.3
Q4. デジタル防災紙芝居を作るイベントにまた参加したいと思いますか？	4.2

謝辞

本研究の一部は，総務省・戦略的情報通信研究開発推進事業 SCOPE（地域 ICT 振興型研究開発）の委託研究によるものである．また，科学研究費基盤研究 C (No.15K01026）の支援を受けた．

参考文献

(1) Hsu, E.B., et al.: “State of Virtual Reality Based Disaster Preparedness and Response Training”, PLOS Currents Disasters, Apr 24 (2013)
(2) Tsai, M.H., et al.: “The effectiveness of a flood protection computer game for disaster education”, Visualization in Engineering, Vol.3, No. 9 (2015)
(3) 池尻良平ほか: “Facebook を利用した防災学習手法の提案”, 地域安全学会論文集, Vol.25 (2015)
(4) Mitsuhara, H., et al.: “Game-based evacuation drill using real world edutainment”, Interactive Technology and Smart Education, Vol.10, No.3, pp.194-210 (2013).
(5) 光原弘幸ほか: “デジタル防災マップ作成支援システムとその防災授業利用”, 教育システム情報学研究報告, Vol.30, No.7, pp.89-96 (2016)
(6) 光原弘幸ほか: “視覚的効果とジェスチャ認識を取り入れたインタラクティブデジタルサイネージ”, 信学技報(教育工学), Vol.114, No.441, pp.69-74 (2015)
(7) 井口恵介ほか: “透過型 HMD と AR を用いて校内発災時の避難指示を疑似体験させるシステムの提案”, 教育システム情報学会第 40 回全国大会論文集, pp.267-268 (2015)
(8) 山住遥ほか: “ICT 活用型避難訓練のためのオーサリングシステムにおける被害状況表現”, 情報処理学会第 78 回全国大会論文集, 第 4 分冊, pp.819-80 (2016)

数学リメディアル教育における期末試験の得点予測に活用できる学習者データの分析

Analysis of Useful Learner Data for Final Exam Score Prediction in Remedial Mathematics Education

手塚 祐樹[*1], 高木 正則[*1], 山田 敬三[*1], 佐々木 淳[*1], 森本 康彦[*2]
Yuki TETSUKA[*1], Masanori TAKAGI[*1], Keizo YAMADA[*1], Jun SASAKI[*1], Yasuhiko MORIMOTO
[*1] 岩手県立大学大学院 ソフトウェア情報学研究科
[*1]Graduate School of Software and Information Science, Iwate Prefectural University
[*2] 東京学芸大学
[*2]Tokyo Gakugei University
Email: g231o021@s.iwate-pu.ac.jp, takagi-m@iwate-pu.ac.jp, k-yamada@iwate-pu.ac.jp, jsasaki@iwate-pu.ac.jp, morimoto@u-gakugei.ac.jp

あらまし：ラーニングアナリティクスでは学習者の有用な学びの記録を収集・蓄積することが重要と言われている．本研究では，数学リメディアル科目を対象とし，期末試験の得点予測に有用な学習データを明らかにすることを目的とし，平成 26 年度と平成 27 年度に収集した多様な学習者データの組み合わせで予測精度の比較実験を実施した．実験の結果，各回の授業終了直前に実施する確認テストの得点と e ラーニングの学習時間が期末試験の得点予測に有用であることが示唆された．
キーワード：得点予測，学習履歴分析，ラーニングアナリティクス

1. はじめに

近年，MOOC や e ポートフォリオなどの利用が急速に拡大し[(1)]，膨大な学習行動ログや学習活動の記録（以下，学習者データ）が収集・蓄積されるようになってきた．これに伴い，学習状況を把握・最適化するために，学習者とそれを取りまく文脈に関わるデータを測定，収集，分析，報告する方法であるラーニングアナリティクス（Learning Analytics）が注目を集めいている[(2)]．ラーニングアナリティクスでは，学習履歴データを分析，可視化することにより，学習者の学習到達度の把握，将来的な活動結果予測，学力を予測するための要因調査などに活かそうとする研究があり，学習者の有意味で有用な学びの記録を収集・蓄積することが重要と言われている[(3)]．

一方，大学全入時代の到来や大学入試の多様化により，多様な学力を持った学生が大学に入学するようになり，各大学ではリメディアル教育の需要が高まっている．リメディアル教育の対象学生は，高校時の数学の履修状況が多様なため，教員が全学生に対して講義をする従来型の画一的な授業が困難である．そのため，岩手県立大学ソフトウェア情報学部では，e ラーニング教材を活用した個別学習やグループ学習，個別面談など多様な教育方法を駆使して授業を実施している[(4)]が，毎年，期末試験で不合格になる学生が少なからず存在した．これらの学生には，セメスターの早い時期から自身の学習を内省させ，適切な学習へと導く必要がある．本研究では，これらの学生に対し，期末試験の得点予測結果を活用することを検討しているが，既存研究では，期末試験の得点予測や予測結果に基づいた学習支援のために収集・蓄積すべき学習者データが明らかになっていない．そこで，本研究では数学リメディアル教育でこれまで収集・蓄積してきたデータを活用し，期末試験の得点予測に活用できる学習者データを明らかにすることを目的とする．

2. 期末試験の得点予測実験

2.1 活用する学習者データとアルゴリズム

本研究では平成 26 年度と 27 年度に岩手県立大学ソフトウェア情報学部で実施された数学リメディアル科目で収集された 133 人分の学習者データを活用する．本科目で収集した学習者データを表 1 に示す．

表 1　活用可能な学習者データ

No	データ名	データの概要
(1)	プレースメントテストの得点	数学リメディアル科目の履修可否を判定するために入学前に実施されるテストの得点（0 点～100 点）．
(2)	各授業の事前テストの得点	各授業の最初に実施される確認テストの得点（0 点～10 点）．
(3)	各授業の事後テストの得点	各授業の最後に実施される確認テストの得点（0 点～10 点）．
(4)	e ラーニングの学習時間	各回の授業で公開された e ラーニング教材を利用して学習（教科書の閲覧と演習問題の解答）した時間（秒）．
(5)	e ラーニングのヒント閲覧回数	各回の授業で公開された e ラーニング教材のうち，演習問題を解答する際にヒントを閲覧した回数．
(6)	e ラーニングの進捗率	各回の授業で公開された e ラーニング教材のうち，演習問題を解答して正解した問題の割合（0～100%）．
(7)	作問演習の成果物	作問演習で作成された問題や相互評価時に投稿されたコメント．
(8)	主観的な理解度調査アンケート結果	各授業で学習する学習単元の理解状況を質問したアンケートへの回答結果（できる，できない，不明など）
(9)	高校時の数学の履修状況	各授業で学習する学習単元の高校時の履修状況を質問したアンケートへの回答結果（習った，習わなかった，不明）
(10)	TA による個別面談結果	各学習単元の最終回に実施した TA との個別面談後に TA が入力した内容．

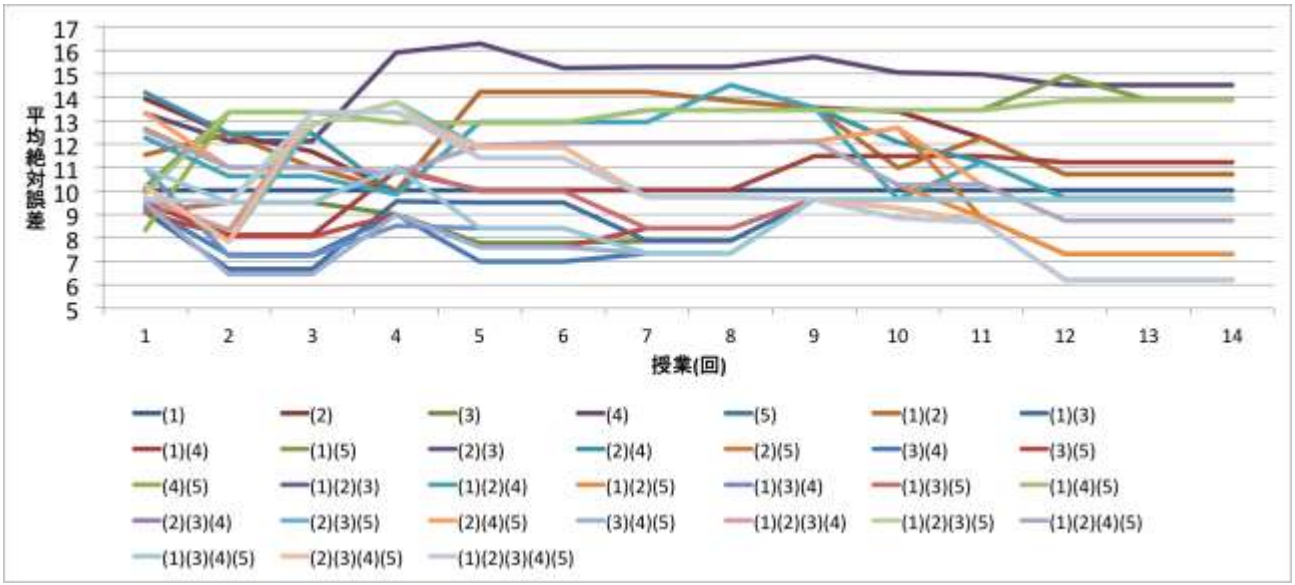


図 1　期末試験の予測得点の平均絶対誤差の比較

表 2　各回の授業終了時点で平均絶対誤差が最も低い学習者データの組み合わせ

回	1	2	3	4	5	6	7
学習者データ	(4)(5)	(3)(4)(5)	(3)(4)(5)	(1)(3)(4)	(3)(4)	(3)(4)	(3)(4)
回	8	9	10	11	12	13	14
学習者データ	(3)(4)	(3)(4)	(1)(2)(3)(4)(5)	(1)(2)(3)(4)(5)	(1)(2)(3)(4)(5)	(1)(2)(3)(4)(5)	(1)(2)(3)(4)(5)

本研究では，表 1 の学習者データのうち(1)～(5)を活用し，CART アルゴリズムを利用して決定木を構築することで得点を予測する．

2.2 実験手順

対象科目では毎回の授業で収集するデータ（事前・事後テストの得点など）があるため，欠席などで学習者データの一部が欠損してしまうことがある．この欠損データが存在すると決定木を構築できなくなってしまうため，期末試験の得点を予測する前に，張らが提案した欠損値補完法[5]を用いて欠損値を補完した．具体的には約 30 個の学習者データを補完した．

次に，交差検証により予測した得点と実際の期末試験の得点の平均絶対誤差を算出して予測精度を評価した．この評価は授業の第 1 回から第 14 回まで各授業終了時点で収集されたデータを活用し，表 1(1)～(5)の学習者データすべての組み合わせ（31 通り）で行った．なお，交差検証におけるテストデータ数はスタージェスの公式を活用して決定した．

2.3 実験結果

決定木により予測された期末試験の得点と実際の期末試験得点の平均絶対誤差の推移を図 1 に示す．また，各回において最も平均絶対誤差が低くなった学習データの組み合わせを表 2 に示す．表 2 より，最も平均絶対誤差が低くなる学習データの組み合わせは各回で異なることがわかる．また，ほとんどの回で，(3)事後テストの得点と(4)e ラーニングでの学習時間が含まれている．これらは(1)プレースメントテストの得点のみで予測した得点と比べても誤差は低く，期末試験得点の予測に有用な学習者データであると考えられる．

3.　おわりに

本研究では数学リメディアル科目における期末試験の得点予測に活用できる学習者データを明らかにするため，平成 26 年度，27 年度に収集・蓄積された学習者データを活用し，期末試験の得点予測の比較実験を実施した．実験の結果，事後テストの得点と e ラーニングの学習時間が期末試験得点の予測において有用な学習者データであることが示唆された．今後はニューラルネットなど別のアルゴリズムでも同様の実験を行い，予測精度を高める学習者データとアルゴリズムの組み合わせを明らかにする．

参考文献

(1) 森本康彦，喜久川功，宮寺庸造: “e ポートフォリオ活用のための蓄積文法と支援システムの開発”，日本教育工学会論文誌, 35 巻, 3 号, pp.227-236 （2011）
(2) 1st International Conference on Learning Analytics and Knowledge. 2011. https://tekri.athabascau.ca/analytics/ （2016.06.07 閲覧）
(3) 森本康彦，e ポートフォリオとしての教育ビッグデータとラーニングアナリティクス, コンピュータ＆エデュケーション，Vol.38，pp.18 -27，2015
(4) 高木正則: “数学リメディアル教育における反転授業の実践と評価”，情報処理学会研究報告コンピュータと教育(CE), Vol.2015-CE-131, No.14, pp.1-6 （2015）
(5) 張諾，木村寛明，高木正則: “データの特徴選択に基づいた教育データの欠損値補完法”，電子情報通信学会技術研究報告, 114 巻, 513 号, pp.89-93 （2015）

複数等質テストを用いた適応型テストのシミュレーション評価
Simulation Evaluation of Adaptive Testing using Multiple Test Forms

宮澤 芳光[*1], 石井 隆稔[*2], 植野 真臣[*3]
Yoshimitsu MIYAZAWA[*1], Takatoshi ISHII[*2], Maomi UENO[*3]
[*1] 東京学芸大学
[*1]Tokyo Gakugei University
[*2] 東京理科大学
[*2]Tokyo University of Science
[*3] 電気通信大学
[*3]University of Electro-Communications
Email: miyazawa@u-gakugei.ac.jp

あらまし: 近年, Web 上でテストを実施する e テスティングにおいて適応型テストが注目されている. 適応型テストとは, 受検者の解答履歴から逐次的に能力を推定し, その能力に適した項目をアイテムバンクから自動的に出題することにより,より少ない項目で精度の高い能力推定を行う手法である. この適応型テストでは, 能力が同等な受検者には全く同じ項目群が出題されるため, アイテムバンクにある項目が有効に活用されていなかった. アイテムバンクにある項目は非常に高価であり, この項目を有効に活用することが重要になる. そこで, 本研究では, アイテムバンクにある項目を有効活用するため, 複数等質適応型テストの構成手法を提案する. 具体的には, まず, 異なる項目により構成されているにもかかわらず, 各テストが等質であるような複数等質テストを構成する. 次に, その複数等質テストをアイテムバンクとして適応型テストを行う手法を提案する. 本論文ではシミュレーション実験により, 提案システムの有効性を示す.

キーワード: e-テスティング, 適応型テスト, 項目反応理論, 教育測定

1. はじめに

近年, Web 上でテストを実施する e テスティングの実用化が進み注目されている(1). e テスティングにおいて, 項目はアイテムバンクと呼ばれるデータベースに蓄積されている. e テスティングでは, このアイテムバンクから受検者の能力に応じて項目を抽出する適応型テスト (Computerized adaptive testing;CAT) と呼ばれるものが特に注目されている. 適応型テストとは, 受検者の項目への解答履歴から逐次的に能力を推定し, その能力に適した項目をアイテムバンクから選択するテスト出題戦略である. 適応テストの利点は, 受検者の能力推定精度を減少させずにテストに費やされる時間や項目数を減らすことなどが挙げられている. しかし, この適応型テストでは, 能力が同等な受検者には全く同じ項目群が出題されるため, アイテムバンクにある項目が有効活用されていなかった. アイテムバンクにある項目は非常に高価であり, この項目を有効に活用することが重要になる.

そこで, 本研究では, 能力が同等な受検者であっても異なる項目を出題する複数等質適応型テストの構成手法を提案する. 具体的には, まず, 異なる項目により構成されているにもかかわらず, 各テストが等質であるような複数等質テストを構成する. ここでは, 受検者の能力測定精度が等質になるようにテスト情報量を基準に複数等質テストを構成する. 次に, その複数等質テストをアイテムバンクとして適応型テストを行う手法を提案する. 本手法では, 構成された複数等質テストの数の等質型適応型テストを作ることができるため, 等質型適応型テストの構成数は複数等質テストの数に依存する. 複数等質テストを構成する手法は, これまでに研究されてきている. 本研究では, 石井らの手法 (3) を用いる. 石井らの手法 (3) は, 従来の手法と比較し, アイテムバンクから構成できる等質テストの数が最大である事が保障されているため, この手法を用いる事により数多くの等質適応型テストを作る事ができる. さらに, 石井らの手法 (3) は, e テスティングでのテストに使われる手法であるため, 受検者の解答数は, 最長でも構成されたテストの項目数である. そのため, 受検者の能力測定精度の下限は石井らの手法(3)によって構成されたテストのテスト情報量である. そのため, 本研究のアイディアは, 石井らの手法 (3) を用いて構成されたテストを適応型テストの枠組みを用いて受検者に出題する項目数を減らすというものである.

本論では, シミュレーション実験により, 本システムの有効性を示す.

2. 等質適応型テスト

アイテムバンクを有効活用するため, 複数等質適応型テストの出題手法を提案する. 以下に本手法のアルゴリズムを示す.

(1) 石井らの手法 (3) を用いてアイテムバンクから複数等質テストを構成
(2) 構成された複数等質テストをアイテムバンクとして情報量が最大の項目を選択
(3) 受検者は選択された項目を解答

(4) 受検者の解答が正誤判定され，それまでの解答履歴を用いて受検者の能力を推定
(5) 受検者の能力の推定値が収束しているならば終了，そうでなければ(2)へ

上記のアルゴリズムを用いて受検者の能力を推定する．

3. シミュレーション評価

本章では，提案手法と従来の適応型テストを比較し，提案手法の有効性をシミュレーションによって示す．また，本手法では，複数等質適応型テストの構成数が複数等質テストの構成数に依存するため，複数等質テストの構成手法に Linden らの手法 (4) を用いて比較する．

複数等質テストの構成条件は以下の通りである．

- アイテムバンクの項目数：2000
- 複数等質テスト間の重複項目数：5
- 複数等質テストの項目数：25
- 情報量の上限・下限：表 1
- 重複項目数：5, 0

重複項目数とは，複数等質テスト間で共通に使うことができる項目の数である．適応型テストは，表 1 の情報量の下限に達したとき，テストを終了する．ここでは，シミュレーションにより適応型テストが 1000 回実施されたときの出題パターンとアイテムバンク中の項目の使用回数を分析する．

実験の結果を表 2 に示す． 実験の結果，重複項目数を 5 とした石井らの手法 (3) を用いた提案手法は，出題パターンが 1000 パターンであった．これは，全ての受検者が異なる出題パターンを解答したことを意味する．また，この提案手法は，項目の使用回数が最も高く，アイテムバンクの項目を有効に活用している．Linden らの手法 (4) を用いた提案手法は，石井らの手法 (3) に比較し，複数等質テストの構成数が少なかったため，出題パターンが限られたものになっている．また，アイテムバンクの項目も十分に活用しているとは言えない. 従来の適応型テストは，出題パターンが最も少なく，また，アイテムバンク中で使用された項目が最も少なく，多くの項目を活用しきれていない．この実験の結果により，石井らの手法 (3) を用いた提案手法はアイテムバンクを十分に有効活用しているといえる．

表 1　複数等質テストの情報量の上限と下限

情報量関数（下限/上限）				
θ =-2	θ =-1	θ =0	θ =1.0	θ =-2
2/2.4	3.2/3.6	3.2/3.6	3.2/3.6	2/2.4

4. おわりに

本研究では, アイテムバンクを有効活用するため，複数等質適応型テストの出題手法を提案し，シミュレーション実験によって提案手法の有効性を示した．

謝辞

本研究は科研費（15K21007）の助成を受けたものである．

参考文献

(1) 植野真臣，永岡慶三: “e テスティング”, 培風館, 東京 (2009)
(2) Howard Wainer. Rescuing computerized testing by breaking zipf's law. Journal of Educational and Behavioral Statistics, Vol. 25, pp. 203-224, (2000)
(3) Ishii, T., Songmuang, P., & Ueno, M. Maximum Clique Algorithm and ItsApproximation for UniformTest Form Assembly. *Learning Technologies, IEEE Transactions on*, *7*(1), 83–95, (2014)
(4) Van der Linden, W. J. *Linear Models for Optimal Test Design (Statistics for Social and Behavioral Sciences)*, Springer, (2005)

表 2　シミュレーション評価の結果

		提案手法				従来の適応型テスト
複数等質テストの構成手法		重複項目数：5		重複項目数：0		
		石井らの手法 (3)	Linden の手法 (4)	石井らの手法 (3)	Linden の手法 (4)	
能力	構成された複数等質テスト数	96876	80	32	53	
-2	出題パターン数	1000	851	855	885	19
	テストに出現した項目数	1973	778	800	1325	18
-1	出題パターン数	1000	918	912	931	24
	テストに出現した項目数	1966	749	800	1313	23
0	出題パターン数	1000	904	903	932	29
	テストに出現した項目数	1594	548	670	1037	24
1	出題パターン数	1000	903	934	919	24
	テストに出現した項目数	1958	753	800	1286	23
2	出題パターン数	1000	846	867	886	19
	テストに出現した項目数	1973	778	800	1325	18

学習履歴データの属性を考慮した可視化による学習予測の検討

Guidelines for the Proceedings of the Annual Conference of JSiSE

小川　賀代[*1]，ピトヨ　ハルトノ[*2]
Kayo OGAWA[*1], Pitoyo HARTONO[*2]
[*1] 日本女子大学理学部
[*1]Faculty of Sciences, Japan Women's University
[*2] 中京大学工学部
[*2]School of Engineering, Chukyo University
Email: kayo@optnet.jwu.ac.jp

あらまし：本稿では，LMS から取得した学習履歴データを主成分分析，線形判別分析，SOM，CRSOM の 4 つの手法を用いて可視化を行い，結果を比較した．その結果，属性を考慮し，非線形写像によって可視化する CRSOM を用いると，他の手法に比べて，同じ属性のデータが集まり，異なる属性との分離する傾向が得られた．これにより，CRSOM を用いることで，学習到達度の予測に活用できる可能性が得られた．

キーワード：ログ解析，可視化，学習履歴データ，SOM

1.　はじめに

学習に関するデータを大量に収集し分析して学習支援へ繋げる Learning Analytics が注目されている．その中で，e-learning の受講状況を示す学習履歴データを LMS (Learning Management System)から得て，受講者の学習到達度の予測に取り組んでいる．学習支援に活かすためには，予測結果だけでなく，その結果に至った根拠まで示せることが望ましい．しかし，SVM (Support Vector Machine)[1]等での識別問題としての予測では結論のみしか得られない．学習履歴データと到達度を示す属性を結びつけて可視化をすれば，同じ到達度で異なる学習傾向の人や，似た学習傾向で異なる到達度の人などの情報を直感的に把握可能と考えられる．また，個人の学習は多種多様のため，学習履歴データは非線形構造だと考えられる．そこで，本研究ではデータの属性も考慮して非線形関係を可視化する手法 CRSOM (Context-Relevant SOM)[2]を用いて，学習履歴データを可視化し，他の手法と比較検討した．

2.　CRSOM によるデータの可視化

データの可視化へ向けた 2 次元縮約手法は様々あり，線形変換では，PCA (Principal Component Analysis)，属性を考慮する LDA (Linear Discriminant Analysis)，非線形変換では，SOM (Self-Organizing Map)[3]がある．CRSOM は，制限付き RBF ネットワーク (rRBF: restricted RBF Netwrk) を用いて 2 次元に写像する方法である．rRBF は関数近似に用いられる RBF ネットワーク(Radial Basis Function Network)[4]の隠れ層ユニットに SOM のような近傍の概念を取り入れたものである．rRBF にデータを入力すると，2 次元格子状に並んだ隠れ層のユニットの中からそれに最も近いものと周囲のユニットだけの情報を元に属性判別し出力する．rRBF の学習は，出力が入力データの属性と一致するように各ユニットを修正することで行う．式は下記に示す．

$$W \leftarrow W + \eta\sigma\delta^{\mathrm{h}}(X-W)$$

ここで，η は学習率，σ は近傍関数，δ^{h} は修正方向を示す．図 1 に rRBF ネットワークの概念図を示す．入力 X と同じ次元のベクトル W を並べたマップを用意し，入力 X に最も近い参照ベクトルとその近傍を学習させる．学習終了後，各データをそれに近い隠れ層ユニットの位置にプロットしたものが CRSOM である．

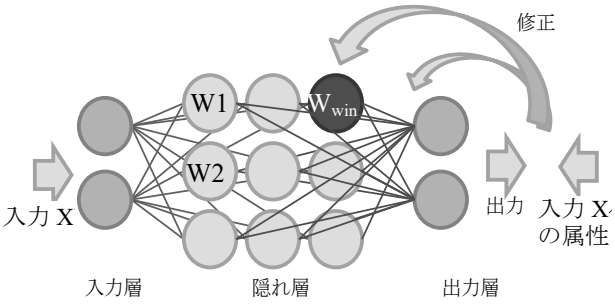


図 1 rRBF ネットワークの概念図

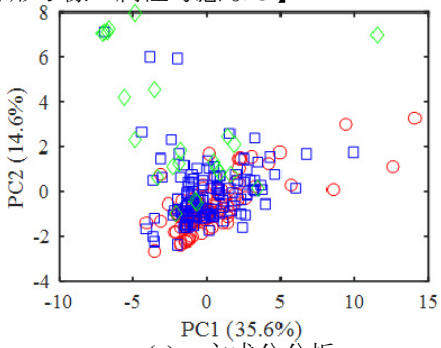
3.　学習履歴データへの適用

可視化の手法を比較するために，企業が提供する e-learning の LMS から 23 項目の学習履歴データ（10 章の各学習回数，章末テスト受験回数，章末テストの結果等）を 238 人分用いて解析を行った．属性は，学習到達度とし，修了テストの点数で A (90 点以上)，B (70～89 点)，C (69 点以下)の 3 つに属性付けした．

今回は，属性を考慮せず線形写像によって可視化を行う主成分分析（PCA），属性を考慮して線形写像によって可視化を行う線形判別分析，属性を考慮せず非線形写像によって可視化を行う SOM，属性を考慮して非線形写像によって可視化する CRSOM を用いて可視化し，比較を行った．その結果を図 2(a)～

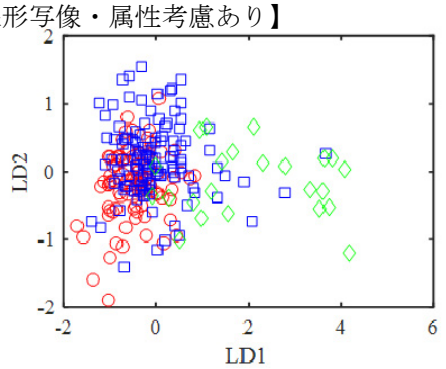
(d)に示す．SOM は学習回数 2000，学習率 0.01，CRSOM は学習回数 2000，出力層の学習率 0.1，隠れ層の学習率 0.1 とした．図 2(c)(d)において，一つのユニット上のデータが同じ属性のとき印を大きくし，異なる属性のとき×をつけた．

【線形写像・属性考慮なし】



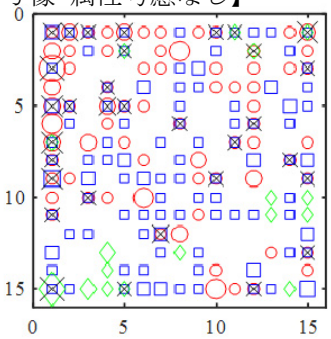
(a)　主成分分析

【線形写像・属性考慮あり】



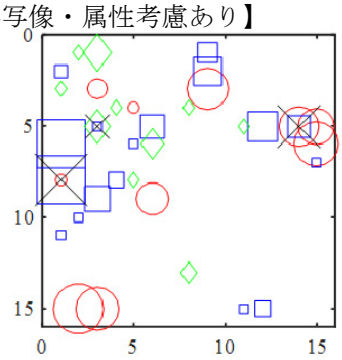
(b)　線形判別分析

【非線形写像･属性考慮なし】



(c)　SOM

【非線形写像・属性考慮あり】



(d)　CRSOM

図 2　可視化手法の比較結果

図 2 より，線形写像の(a)PCA，(b)LDA はデータが重なり属性の区別が難しいのに対し，(c)SOM，(d)CRSOM では非線形構造データに対応し分散したマップが得られた．(d) CRSOM は，学習履歴データと到達度を結びつけて可視化することにより，マップ上で同じ属性のデータが近い位置に集まる結果が得られた．更に，他の LMS によって取得した学習履歴データに対しても適応したところ，同様の結果が得られた．

4.　まとめと今後の課題

学習履歴データを 4 つの手法（属性考慮あり／なし，線形写像／非線形写像）を用いて可視化を行い，比較を行った．その結果，属性を考慮し，非線形写像によって可視化する CRSOM を用いると，他の手法に比べて，同じ属性のデータが集まり，異なる属性との分離する傾向が得られた．これにより，学習到達度の予測に活用できる可能性が得られた．今後，現在の可視化マップ上に，新たな学習履歴データが入力された時の到達予測を実施し，予測率の検討を行っていく．

参考文献

(1) C. Cortes, V. Vapnik: "Support-vector networks", Machine Learning, 20, 3, 1573-0565 (1995)
(2) P. Hartono, P. Hollensen, T. Trappenberg: "
(3) Learning-Regulated Context Relevant Topographical Map", NeuralNetworks and Learning Systems, IEEE Transactions, 26, 10, 2323-2335, (2015)
(4) T. Kohonen: " Self-organized formation of topologically correct feature maps", Biol Cybern, 43, 59-69 (1982)
(5) T. Poggio, F. Girosi: "Network for Approximation and learning", Proceedings of IEEE, 78, 9, 1484-1487 (1990).

謝辞

本研究は，文部科学省科学研究費補助金（基盤研究（C）：課題番号　25330419）の助成を受けたものである．

プレゼンテーションドキュメント作成におけるリフレクション支援

Supporting Reflection on Creating Presentation Document

水野 沙希子[*1], 柏原 昭博[*1], 長谷川 忍[*2]
Sakiko MIZUNO[*1], Akihiro KASHIHARA[*1], Shinobu HASEGAWA[*2]
[*1] 電気通信大学大学院 情報理工学研究科 総合情報学専攻
[*1]Graduate School of Informatics and Engineering,The University of Electro-Communications
[*2] 北陸先端科学技術大学院大学 大学院教育イニシアティブセンター
[*2]Center for Graduate Education Initiative, Japan Advanced Institute of Science and Technology
Email: s.mizuno@uec.ac.jp, akihiro.kashihara@inf.uec.ac.jp

あらまし： 研究者にとって，自分の研究内容を伝達する手段としてプレゼンテーションは極めて重要である．本研究では，研究初心者を対象として，研究用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関係性についてのリフレクションを促すことでドキュメントの洗練を支援する枠組みについて提案する．「何を・どのような順で」提示するかを表したプレゼンテーション構造を基盤として開発したリフレクション支援システムと，システム評価のためのケーススタディについて述べる．
キーワード：プレゼンテーションスキーマ，リフレクション，プレゼンテーションドキュメント

1. はじめに

研究活動では，研究内容を伝達するための手段としてプレゼンテーションは極めて重要である．一般に，研究初心者は，研究室という徒弟的な環境の中で，熟練度の高いメンバからプレゼンテーションの知識やスキルを習得し，プレゼンテーションを上達させる．そこで，筆者らは，認知的徒弟制の考え方に基づいてプレゼンテーションスキルの習得支援方法を検討してきた．特に，プレゼンテーションドキュメント(P-ドキュメント)の作成が重要であるとの観点から，研究内容に関して「何を・どのような順序で」発表するかを表すプレゼンテーション構造(P-構造)を構成するスキルに着目してきた[1].

一方，研究プレゼンテーションの経験が乏しい研究初心者は，P-ドキュメントを作成するスキルが低く，研究内容を的確に伝えるための P-構造を構成することは容易ではない．そこで，筆者らは，研究室に蓄積された P-ドキュメントから典型的な P-構造(プレゼンテーションスキーマ，P-スキーマと略す)を抽出し，それを足場として初心者に提示することで，P-構造の構成を支援し，P-ドキュメント作成スキルの向上を図ってきた[2].

このように，初心者は P-スキーマを足場とすることである程度の P-ドキュメントを作成することができるが，発表に用いることができる P-ドキュメントに至るまでには研究室内でのリハーサルなどを通じて，研究熟練者から指摘を受けて改善・修正する余地がある．また，指摘を受けて P-ドキュメントを修正し，再度リハーサルを行った際，繰り返し同じ個所について同じ内容の指摘を受ける場合がある．これは，P-スキーマに対する初心者の理解が不十分であるために起こる問題であると考えられる．

そこで，本研究では，研究初心者による P-ドキュメントの改善・修正(リフレクションと呼ぶ)支援を目的として，初心者が作成した P-構造に基づくプレゼンテーションマップ(P-マップ)を提示することを提案する．P-マップは，初心者が作成した P-構造から研究内容の肝要な部分のみを抽出し，視覚的に P-構造をわかりやすくしたものである．P-マップを提示することによって，初心者が作成した P-ドキュメントにおける全体構造やスライド間の関係性についての見直しを促す.

2. アプローチ

本研究では，初心者が作成した P-ドキュメントのリフレクションを促すために，P-マップを提示する．研究初心者は,通常 P-スキーマに対する理解が浅い．P-構造を作成する際でも，P-スキーマの順番通りにメタデータを付与している場合がある．そのため，初心者は P-構造においてスライドの系列は構成できても，全体構造やスライド間の関係を意識することが少ない．また，P-構造全体を初心者が理解することは難しい．そのため，初心者が作成した P-ドキュメントの全体構造や話題の繋がりが不適切である場合，P-構造で不適切さを把握させることは困難である．そこで，本研究では，P-構造のうち研究発表の肝要となる部分構造を P-マップとして提示し，初心者のリフレクションを促進する．

本研究では，これまで P-構造を P-ドキュメントの構成単位であるスライドのメタデータを用いて表現してきた．このメタデータは，各スライドの内容や役割を説明するスライドメタデータ，スライド間の関係を表すリレーションメタデータ，いくつかのスライド系列のまとまりを表すセグメントメタデータ，プレゼンテーションの支援情報を表すファイルメタデータに分けられている[1]．リレーションメタデー

タでは，特に「原因―問題」，「問題―解法」，「解法―実現方法」，「実現方法―システム化」，「解法―評価」の 5 つが P-ドキュメントの肝要な部分を関連づけるものとなる[1].

そこで，初心者が作成した P-構造から，これら 5 つのリレーションメタデータで関連づけられた部分構造を取り出し，P-マップを生成している．

3.　支援の枠組み

研究初心者はリハーサル前に P-ドキュメント及び P-構造を作成し，その P-構造から研究発表の肝要な部分であるリレーションメタデータのみを抽出することで P-マップを自動生成する．生成された P-マップにおいて，P-構造における不適切な点を提示する．

なお，P-構造における不適切な点については，ケーススタディを実施し，①リレーションメタデータで関係づけられるべきスライドメタデータ間に当該リレーションメタデータが付与されていない，②1 枚のスライドに異なるメタデータを付与している ③スライドの内容が先に現れたスライドの具体例や補足説明(研究内容において肝要ではない)であり，そのスライドにリレーションメタデータを付与している　の 3 つに分類した．

初心者は，P-マップから提示された指摘をもとに P-ドキュメント及び P-構造を改善する．初心者はこれを繰り返すことで，P-ドキュメントを洗練していく．



図 1. システムのユーザインタフェイス(左半分)



図 2. システムのユーザインタフェイス(右半分)

4.　支援システム

前章で述べたケーススタディに基づいて，初心者が作成した P-ドキュメントから P-マップを自動抽出し，不適切な部分を提示するシステムを開発した．なお，P-マップ上ではスライドメタデータが付与されたスライドからスライドタイトル及びスライド内のキーワードを抽出・出力したノード(図 2)と，2 つのノードを繋ぐリレーションメタデータを表すリンク(黄色い矢印)からなる．

前章で述べた 4-つの不適切な部分は，システム上で次のように同定している．①先行研究[1]において定められたスライドメタデータが属するリレーションメタデータの範囲に属していないものを不適切な部分として同定する．　②1 枚のスライドに異なるメタデータを付与した場合，P-マップ上の異なる場所に全く同じノードが出現することとなる．よって，複数出現しているノードを不適切として同定する．

③先行研究において定められた，具体例や補足説明を意味するメタデータを判定し，判定された箇所にリレーションメタデータが付与されていればその部分を不適切として同定する．

本システムのユーザインタフェイスを図 1 及び図 2 に示す．本システムは，これまで開発してきた P-構造構成支援システム[2]に本機能を統合する形で開発した．初心者が作成した P-構造から抽出された P-マップには，先に述べた同定方法に沿ってあらかじめ不適切な部分にアラートが出ており，アラートをタッチすることで不適切な部分の詳細を確認することができる．

5.　まとめ

本稿では，研究用プレゼンテーションドキュメントにおけるリフレクションを支援するために，P 構造をベースとした P-マップという手法を提案し，支援システムを開発した．今後の課題として，リフレクション効果を検証するために開発したシステムを使用した実験及び評価を行う予定である．

謝辞

本研究の一部は，JSPS 科研費基盤研究(B)(No. 26282047)の援助による．

参考文献

(1) Y. Shibata, Akihiro Kashihara, and S. Hasegawa: Scaffolding with Schema for Creating Presentation Documents and Its Evaluation, Proc. of E-Learn2012, Montreal, Canada pp.2059-2066 (2012.10.9-12).

(2) A. Tanida, S. Hasegawa, and A. Kashihara: Web 2.0 Services for Presentation Planning and Presentation Reflection, Proc. of The 16th International Conference on Computers in Education (ICCE2008), Taipei, Taiwan, pp.565-572 (2008.10.27-31).

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システムとその評価

A System for Understanding Presentation Document with Visualization of Connections between Presentation Slides

後藤 充裕[*1], 柏原 昭博[*1]
Mitsuhiro GOTO[*1], Akihiro KASHIHARA[*2]
[*1]電気通信大学 情報理工学研究科
[*1] Graduate School of Informatics and Engineering, The University of Electro-Communications
Email: mitsuhiro.goto@uec.ac.jp, akihiro.kashihara@inf.uec.ac.jp

あらまし：Web 上のプレゼンテーションドキュメントを活用して，学習者が学びたいスライドを主体的に選択・学習する「スライド調べ学習」が Web 調べ学習の新たなスタイルとして確立しつつある．通常，プレゼンテーションドキュメントは，スライドの位置づけやスライド間の関係性が暗黙的に表現されるため，学習に必要なスライドを選択するには，全スライドを概観してドキュメントの構造を把握する必要がある．しかし，それらは学習者にとって煩雑な作業となる．そこで，本研究ではスライド間の論理的な接続関係を可視化したスライドマップを基盤に，ドキュメント構造の理解を支援するシステムを提案する．
キーワード：スライド調べ学習，プレゼンテーションドキュメント理解支援，スライド接続関係，可視化

1. はじめに

近年， SlideShare(1)のようなスライド共有サービスの流行により，数多くプレゼンテーションドキュメント(P-ドキュメント)が公開されている．この動きを受けて，Web 上の P-ドキュメントを検索しながら，学習者が学びたい項目が書かれているスライドを主体的に学習する「スライド調べ学習」が Web 調べ学習の新たなスタイルとして確立しつつある．

本研究では，このようなスライド調べ学習のうち，必要な事前知識と明確な学習目標を持った学習者を対象とした学習支援を検討している．このような学習者は P-ドキュメント内の全てのスライドを学習するのではなく，全スライドの中から学習に必要なスライド(以下，学習スライド)のみを選択して，その内容を学習していく．例えば，学習工学の研究者が関連分野の P-ドキュメント群から「システムの有効性を示す主観評価手法について学ぶ」といったものが挙げられる．

一般に，P-ドキュメントでは，発表内容を意味的なまとまりであるいくつかのセグメントに分節化し，それらを系列化している．例えば，研究分野の P-ドキュメントにおけるセグメントとしては，「導入」，「理論・モデル」，「システム開発」，「評価」，「結論」などがある．また，各セグメントは，1 枚以上のスライド系列により構成されている．このような P-ドキュメントから学習スライドを選択するには，全スライドを概観し，スライド系列からセグメントを同定し，同定したセグメントに学習スライドが含まれるか探索する必要がある．

しかしながら，通常，スライドの位置づけやスライド間の関係性は暗黙的に表現され，どのスライドがどのセグメントに属するかを同定することは難しく，全スライドの内容を把握するにも個々のスライドを読み込む必要があり，セグメント同定や学習スライド選択は，学習者にとって非常に煩雑となる．

そこで，本稿ではスライド調べ学習における学習モデルを検討し，学習スライド探索時のセグメント・学習スライド同定支援について述べる．同定支援には，スライド間の論理的な接続関係を利用して，P-ドキュメント構造を可視化したスライドマップを用いて，学習者の煩雑さを解消する．また，スライドマップをもとにした P-ドキュメント理解支援システムについて述べる．

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-ドキュメントをいくつかのセグメントに分割する手法を提案している．また，北山ら(3)は，スライド内や口頭説明文のキーワード出現頻度を利用して，スライド間の意味的な関係性を自動付与し，P-ドキュメントをセグメント分割する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出現頻度をもとにしてスライド間の類似性や意味的な関係性を捉えているため，同一のキーワードでスライドが記述されない場合に，手法の適用が難しい可能性がある．本研究では，スライド記述に依存しない，論理的な接続関係を用いて，スライド間の意味的な関係性を捉える点が異なる．また，これらの研究では，学習スライドが含まれるセグメント検索手法の実現を目的にしており，セグメント同定後の学習モデルに関する検討を行っていない．本研究では，セグメント同定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る．

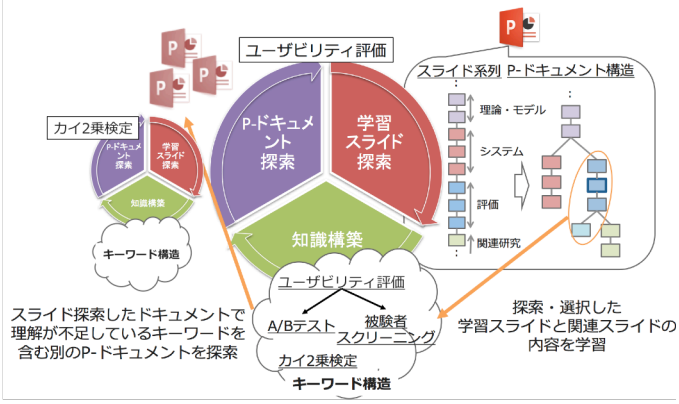


図 1　スライド調べ学習モデル

3.　スライド調べ学習

3.1 問題点

スライド調べ学習では，学習者がスライド系列から学習スライドやその関連スライドを探索・選択し，その内容を学習していく．しかしながら，多くの場合スライド間の関係性が暗黙的に表現されるため，学習スライドを探索するには，全てのスライドを概観してセグメントを同定し，ドキュメント構造を把握する必要があり，非常に煩雑な作業となる．

3.2 スライド接続関係にもとづくスライドマップ

上述した問題を解決するために本研究では，スライドの論理的な接続関係をもとに，スライド系列の持つ構造を可視化するスライドマップ[5]を学習者へ提供する．スライドマップでは石黒[6]が提案する日本語接続詞の分類モデルを参考に，スライド間の論理的な接続関係を 10 種の論理関係で表現する．論理的な接続関係を採用することで，複数のスライドに同一キーワードが記述されない場合にも，スライド間の関係性を捉えて，セグメント同定を支援できると考えている．また，本研究では，スライド内と口頭説明文のテキスト分析により，スライドマップを自動生成するとともに，学習者にマップ修正を行わせることでセグメント同定を支援する．

3.3 スライド調べ学習モデル

本研究では，P-ドキュメントからの知識構築を行うスライド調べ学習プロセスのモデル化を行った．モデル化に際して，Web リソースを対象にした Web 調べ学習のモデル[4]を参考にしている．Web 調べ学習では，検索サービスにより Web 空間から学習リソースを収集し知識構築を進めていくが，本モデルでは，SlideShare[1]のような共有サービスから P-ドキュメントを探索し，そのドキュメントから学習スライドを探索・選択して，知識構築を進めていく．

図 1 に示す通り，本モデルは，スライド系列からセグメント同定を経て，学習スライドを探索・選択する学習スライド探索フェーズと，選択した学習スライドと関連スライドの内容からキーワード構造を作り，知識構築を行う知識構築フェーズと，知識構築フェーズにおいて理解が不足しているキーワードの詳細を学習するために，そのキーワードが含まれる別の P-ドキュメントを Web 上から探索する P-ドキュメント探索フェーズとの，3 つのフェーズから構成されている．そして，学習者はこれらフェーズを理解が不足しているキーワードが生起しなくなるまで繰り返し，スライド調べ学習を完了する．

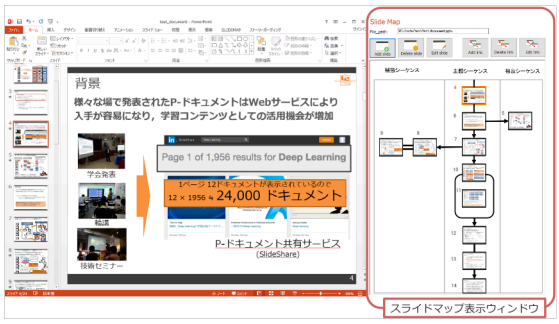


図 2　P-ドキュメント理解支援システム

4.　支援システム

図 2 に，本研究でこれまで開発を進めてきたプレゼンテーションドキュメント理解支援システムのユーザインターフェースを示す．本システムは Microsoft 社の PowerPoint 2013 のアドインとして開発しており，スライドマップ表示ウィンドウを提供する．学習者はスライドマップにより，スライド間の関係性や位置づけを概観し，必要に応じてマップを修正することで，学習スライドの含まれるセグメントを同定しながら，学習スライド選択を進めることができる．

5.　まとめ

本稿では，スライド調べ学習モデルと P-ドキュメントから学習スライド探索に必要なセグメント同定を支援する P-ドキュメント理解支援システムを提案した．今後の課題は，提案モデルの妥当性や支援システムの有効性の検証である．

謝辞

本研究の一部は，JSPS 科研費基盤研究(B)(No.26282047) の助成による．

参考文献

(1) SlideShare，入手先〈http://www.slideshare.net〉（参照 2016-06-02）.
(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) 北山大輔ら，プレゼンテーションコンテンツのためのシーンの意味的関係抽出とその応用．情報処理学会論文誌, Vol. 2, No. 2, pp. 71–85, (2009).
(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（光文社新書）．光文社, (2008).

WBL のアンチ・ユビキタス化を機能させる手法と支援システム

An Effective Method for “Anti-Ubiquitous” WBL and Its Support System

天野 憲樹
Noriki AMANO
武庫川女子大学生活環境学部情報メディア学科
Department of Informatics and Methodology, School of Human Environmental Science
Mukogawa Women’s University
Email: amnrk@mukogawa-u.ac.jp

あらまし:「アンチ・ユビキタス」とは,「ユビキタス」と対極の概念で，時刻や場所に制約を設けることを意味する．WBL（Web-based Learning）に内在する「ユビキタス化がもたらす学習活動の停滞」を解消して WBL をより効果的かつ実質化するため，Web 上の学習コンテンツをアンチ・ユビキタス化する研究を行ってきた．しかし，技術では解決の難しい問題があり，アンチ・ユビキタスな WBL の実現は容易ではない．本研究では，そうした技術的な問題を運用でカバーする WBL のアンチ・ユビキタス化手法とともに，研究成果の普及を意図したアンチ・ユビキタスな WBL のための支援システムを提案する．
キーワード：WBL，アンチ・ユビキタス・ラーニング，学習コンテンツ，学習管理システム

1. はじめに

WBL（Web-based Learning）は,「いつでも，どこでも，誰でも」が可能であるという利便性の高いユビキタスな学習であるが，それゆえに学習活動が停滞することも少なくない．何の制約もない学習活動は優先順位が下がりやすく,制約のなさは「いつか，どこかで」学習すれば良いと言う学習行為の先延ばしを助長する可能性が高いからである．

こうした「ユビキタス化がもたらす学習活動の停滞」を解消し，WBL をより効果的かつ実質化するため，WBL のアンチ・ユビキタス化を探求してきた．我々が提唱するアンチ・ユビキタスとは，ユビキタスとは逆に時刻や場所に対する制約が意図的に付加された概念であり，これをｅラーニングに適用したアンチ・ユビキタス・ラーニング [(1)] は学習者の意識と集中力を高め,学習の効率化と実質化に貢献する．

しかし，WBL のアンチ・ユビキタス化は容易ではない．Web 上のコンテンツに対するアクセスを制限することでアンチ・ユビキタス化は実現できるが，それはサーバ側でしか行えず，それも時刻や場所に対する制限ではない．プロキシサーバのようなものを導入する手法もあるが,コンテンツの URL が分かればプロキシサーバを回避することができるうえ，アドレスバーを非表示にすることはセキュリティ上の問題から現在ほとんどの Web ブラウザで不可能となっている．それ以前に，ほとんどのコンテンツは Google のような検索エンジンで見つかってしまう．IP パケットのフィルタリングをする手法もあるが，ユーザが管理者権限を持つクライアント側ではこの手法も実効性があるとは言えない．

以上から，我々は WBL のアンチ・ユビキタス化における技術的な問題を運用でカバーする手法を提案する．具体的には，学習者の指導教員などによる学習履歴の評価を前提とする．つまり，指定の時刻・場所でなければ学習できなくするのではなく，指定の時刻・場所で学習すれば，評価されるようにすることで,WBL のアンチ･ユビキタス化を機能させる．これは我々の研究における大きな方針転換であるが,アンチ・ユビキタス化の最終目標は学習者に適度な緊張感を与えるとともに，主体的な学習態度と規則的な学習習慣を身に付けさせ，学習の効率化と実質化を促進することであり，その観点から言えば，当初の方向性に何ら変更はない．

また，本研究では，学習履歴の評価を前提とするアンチ・ユビキタスな WBL のための支援システムについても新たに提案する．これは研究成果の普及を意図したものであり，これまで我々が作成したプロトタイプとはまったく違う発想で設計され，クライアントだけで動作するものである．

2. アンチ・ユビキタス・ラーニング

我々が提唱しているアンチ・ユビキタス・ラーニングは ICT により創出された「指定の時刻に，指定の場所で，特定の個人が」行う学習であり，ユビキタスとは正反対の概念にもとづくが，その基盤はｅラーニングである．つまり，アンチ・ユビキタス・ラーニングはｅラーニングを一切使わない学習ではなく，ｅラーニングのユビキタス性に制約・制限を加えて実現される学習である．

学習者が指定した時刻と場所でのみ学習を可能にするアンチ・ユビキタス・ラーニングは学習者に対し,「今ここでしか学習できない」という状況を ICT により仮想的に創出することで，学習者の意識と集中力を高め，学習の効率化と実質化を促進する．そして，その時刻と場所を学習者自身に指定させることで，学習者に主体的な学習態度と規則的な学習習慣を身に付けさせる．

アンチ・ユビキタス・ラーニングの重要なポイントは学習の時刻と場所に対する制約・制限にある．

学習における時刻と場所は極めて重要だからである．実際，集中できる時間帯には生活習慣や生来のバイオリズムによる個人差がある．集中できない時にいくら学習しても，その効果は期待できない．場所についても同様なことが言え，学習に集中できる場所には個人差がある．こうした点を踏まえて，学習する時間帯と場所を注意深く選べば，より良い学習効果が期待できる．

しかし，学習場所の特定 1 節で述べた技術的な問題もあり，アンチ・ユビキタス・ラーニングの完全な実現は今のところ難しい．ただし，学習の時刻と場所にはある程度の相関があると仮定すれば，既存の学習管理システムでもアンチ・ユビキタス・ラーニングを擬似的にシミュレートすることができる．我々は既存の学習管理システム WebClass を用いた擬似的なアンチ・ユビキタス・ラーニングを実際の講義に適用し，その有効性も検証している [(2)]．

3. アンチ・ユビキタス化の手法・システム

3.1 基本手法

本研究では，アンチ・ユビキタス化された WBL の学習履歴を指導教員などが評価することを前提として学習者のモチベーションを高める．このためには，以下が求められる．

- 学習履歴を残す．
- 学習履歴を改竄されないようにする．

ポイントはアンチ・ユビキタス・ラーニングにおける学習履歴である．つまり，指定の時刻・場所における学習の履歴を残すことでなる．学習履歴として残すのは学習時間がもっともシンプルかつ妥当であろう．この実現は難しくない．指定の終了時刻を過ぎた際，あるいは指定の学習時間内に指定の学習場所を離れた場合なども，計測中の学習時間をストップするだけで特に問題はない．

また，学習履歴は学習者が容易に閲覧できる，または改竄できるものであってはならない．そのためには，学習履歴の暗号化が望ましい．現状では，公開鍵暗号方式を用いることがベストな選択であろう．その際，学習者はその学習履歴を評価する者の公開鍵を知っていることが前提となる．公開鍵暗号方式の問題点はパフォーマンスであるが，本研究における暗号化対象の学習履歴はデータのサイズも小さなものであり，かつそれほど高い強度の暗号化でなくても運用上問題はない．

3.2 支援システムのアーキテクチャ

本研究の方針転換にともない，その支援システムについても新たに設計し直し，プロトタイプの作成を行っている．本研究は科研費を受けており，その最終年度ということもあり，研究成果の公開と普及を意図して，実際的なシステムとなるよう設計を行った．そのため，これまでのプロトタイプとは以下の点で違いが際立っている．

- サーバが不要で，クライアントのみで動作する
- 学習履歴の保存にデータベースを利用しない

これまでのプロトタイプはすべてプロキシサーバのような中間システムをプラットフォームとして設計していた．しかし，この場合，言うまでもなく，誰かがプロキシサーバ等を運用しなければならない．本研究の成果として，そのようなプロキシサーバを運用することも可能だが，将来的な保守についてまで本研究で支援することはできない．特に，セキュリティの問題等が発生した場合，この種の方式は常駐管理者の有無やその技術力にまで影響が及ぶため，研究成果の普及展開という観点から言えば，サーバ方式でない方が望ましい．

サーバ方式ではないクライアントプログラムとして実装することは，データの保存方式にも影響する．サーバ方式の場合，データの保存にデータベースを用いることが一般的であるが，そのようなデータベースの保守運用を前提にクライアントプログラムを実装するならば，利用のハードルはかなり上がることが予想される．また，学習履歴を評価者に評価してもらう都合上，データの保存形式はシンプルなものである必要がある．以上から，本研究では，HTML5 の Web ストレージ機能を利用することとした．この方式はどこにデータがあるのか分かりにくいため，データの改竄をしにくくするという効果も期せずして得られる結果となった．

また，これまでのプロトタイプと大きく異なるのは学習者が任意の Web コンテンツをアンチ・ユビキタス化できるようになった点である．これまでは URL の隠蔽という観点から，指導教員などがアンチ・ユビキタス化することを前提としていたが，本研究の方式では，学習者に URL を知られても何も問題はない．むしろ，学習者の主体的な学習を支援するという観点では，この方が望ましいと言える．

4. おわりに

本研究では，WBL をアンチ・ユビキタス化し，それを機能させるための運用を含めた技法を提案し，研究成果の普及という観点から，現実的な利用を考慮した支援システムの提案をした．今後の課題はプロトタイプを完成させ，公開することである．

謝辞

本研究は日本学術振興会における科学研究費補助金（基盤研究（C）研究課題名「既存の Web サイト・アプリのアンチ・ユビキタス化と教育利用の探究」・研究課題番号：26330400）の助成を受けている．

参考文献

(1) 天野憲樹:“アンチ・ユビキタス・ラーニング－概念と仕様－”，日本 e-Learning 学会誌，Vol.10，pp.47-53（2010）
(2) 天野憲樹:“学習管理システム WebClass による擬似的なアンチ・ユビキタス・ラーニングの実験と考察”，日本 e-Learning 学会誌, Vol.13, pp.87-94 （2013）

意図伝達スキルの向上をねらいとした自己内対話活性化支援システム

Internal Self-Conversation Support System to Cultivate Intention-Aware Communication 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：議論を要する対人コミュニケーションの場面で，話し手の考えを聞き手に適切に伝え，情報共有する力は必要不可欠である．この意図伝達スキルが十分でないと，誤伝達が生じる原因となり，創造的議論への発展を阻害する可能性がある．そこで，本研究では，意図伝達スキル向上を目的とし，学術研究ミーティングを機会とした意図伝達の学習モデル，このモデルに沿ったシステムを提案する．
キーワード：意図伝達スキル，研究ミーティング，創造的コミュニケーション，自己内対話

1. 研究背景

他者とのコミュニケーションでは，話し手の明示的な発言内容そのものに留まらず，聞き手の既有知識や非言語情報に基づいた補完や推論による暗黙情報のやりとりがなされている．その中でも，話し手の意図の聞き手による理解は，明示的発言内容の解釈，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，それを明示的に伝えるスキル（意図伝達スキル）は，単なる事実伝達ではなく，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こそ特に求められると考えている．これが十分備わっていない，発揮されない場合には，話し手の考えが誤解されてしまい議論が紛糾したり，合意が得られない，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コミットメントが得られないといったことが起こってしまいがちである．

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，意図伝達スキルを高める合理的な場と捉える．本稿では，研究 MT を機会とした意図伝達スキルの学習モデルのコンセプトを説明し，このモデルに基づいて構築している意図伝達スキルの向上支援システムについて述べる．

2. 意図伝達の学習モデル

本研究では，研究 MT の目的を，進捗状況の共有だけでなく，曖昧で不鮮明なアイディアやコンセプト等について，参加者から創造的コミットメントを引き出し，知識共創することであると捉える．

創造的な議論を行うためには，話し手の思考プロセスを聞き手と適切に共有する必要があり，これを実現するためには，潜在的な思考の構造を話し手自身が予め明確にしておくことが重要である．その上で，聞き手が理解できるように論理的に思考を再構造化することが求められる．

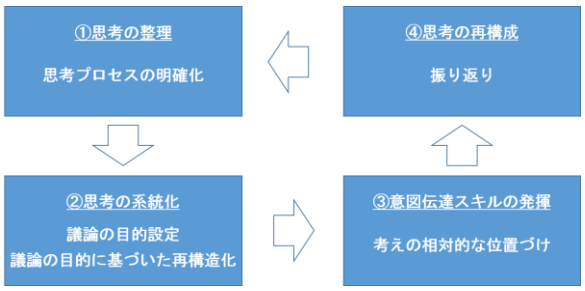


図 1 研究 MT を機会とした意図伝達の学習モデル

そのような自己内対話を入念に行った上で臨む研究 MT の後の振り返りは，意図伝達スキルの向上を促す適切な機会になると考えられる．

以上を踏まえ，研究 MT を機会とした意図伝達の学習モデルを提案する(図 1)．このモデルは「① 思考の整理」「② 思考の系統化」「③ 意図伝達スキルの発揮」「④ 思考の再構成」の 4 つのフェーズから構成している．

①では，潜在的な思考プロセスを明確にするため，自己内対話を深掘りする活動が求められる．これにより，情報間の繋がりが明確になり，研究内容に対する理解と自分自身の考えへの自覚を促すことを狙いとしている．

②では，未解決の問題に関する新しい意見の獲得や方針の確認等の議論目的を設定した上で，目的を達成するために共有・表明すべき情報を取捨選択し，論理的に順序付け，それを資料に適切に反映することが求められる．ここでは，研究 MT で伝えたい意図が反映され，聞き手が理解できる論理構造を成しているかどうかを吟味することが大切になる．

③での意図伝達スキル発揮のレディネスは，①②のフェーズでの自己内対話を十分に行うことにより高められる．そして，議論の場で，話し手自身の考えを，聞き手の意見に対して相対的に位置づけるた

表 1 意図表出化促進のための
問い項目と答えのカテゴリ

問い項目	答えのカテゴリ
【メタ思考】なぜこう考えるのか	根拠
【選択基準】メリットは何か	利点
【問題解決/問題発見】問題点は何か	問題点
【問題解決/課題設定】何が必要か	要求
【問題解決/課題解決】どのような結果が得られたか	結果
【優先順位】いつまでにする必要があるのか	期間
この学習の難しさの要因は何か	要因
誰を学習対象としているのか	学習対象
従来の教育方法との違いは何か	違い
目的になじむ学習教材は何か	学習教材

めに特に重要である．

④のフェーズで議論内容を振り返る際には，③での考えの相対化により，他者からの意見や質問等の自己内対話への内化が促されると考えている．

①から④のフェーズが一連のサイクルとして繰り返されることで，段階的な意図伝達スキルの向上に繋がることを狙いとしたモデルとなっている．

3. アプローチ

本稿では，意図伝達の学習モデルの中でも特に，議論前の事前準備(図 1①)と，議論後の振り返り(図 1④)へのアプローチ方法を説明する．

3.1 思考の整理(図 1①)

思考の整理フェーズでは，木構造を用いた自己内対話活動を実施することで，潜在的な思考プロセスの明確化を促す．思考プロセスの繋がりをより鮮明にさせるために，自身に問いかける際の内容も木構造に「問いノード」として反映する．

研究という曖昧で不鮮明な対象を扱い，かつ客観的な視点を必要とする自己内対話を繰り返すことは一般に容易ではない．そこで，Ash & Clayton の Critical Thinking Standards[1]等を参考に，自己内対話を助長するための問い項目を一般レベルで用意し，各問い項目に付随する答えを分類した．これにより，例えば手法の選択理由が記述されていない場合において，その根拠を考えさせる問いを学習者へ投げかける仕組みを実現できる．

表 1 に問い項目の一部を示す．表 1 の二重線から上部は，研究活動を対象とした意図の明確化に必要と考えられる一般的な問い，下部は教育システム情報学分野に特化した問いを表す．括弧内は，問い項目のカテゴリを示している．

なお，予め定義された固定的な問い項目だけではなく，学習者自身が経験を通じて問いを追加できる枠組みを想定しており，これにより，自己内対話を豊かにする暗黙的問いへ意識を向ける支援につなげたいと考えている．予め定義しておく問いについては，今後精緻化していく予定である．

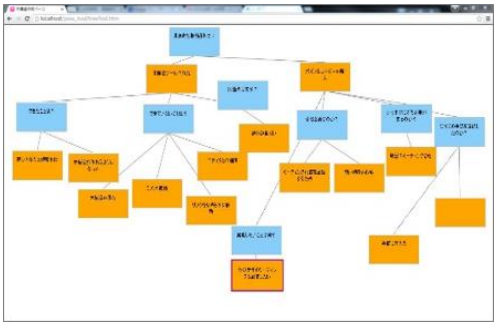


図 2 意図表出化支援ツール

3.2 思考の再構成（図 1④）

思考の再構成は，思考の整理フェーズで自己内対話を十分に行うことにより，研究 MT 後，資料から読み取れる顕在的な問題から，思考プロセスに対する潜在的な問題へと目を向けさせる活動である．研究 MT を通して他者からの新しい視点を得ることで，学習者自身の思考との相対化を促し，自己内対話がより豊かになると考えている．

ここでは，議論前に作成した木構造を修正することにより，議論前と議論後での構造の変化や，その理由に着目した思考の遷移について，学習者に明示的に思考させる活動を想定している．これらを意図伝達の観点から学習者に考えさせることで，以降の研究 MT にも活かされ，段階的な成長を促すことを狙いとしている．

4. 意図伝達スキル向上支援システムに向けて

思考の整理フェーズを実現するための意図表出化支援ツールとして開発中のインタフェースを図 2 に示す．これは Web アプリケーションで動作することを想定している．3.1 節で述べた問い項目（青色ノード）とその答え（橙色ノード）の構造をミントのピラミッド原則[2]を参考に，木構造で表現できる機能を備え，問いと答えを繰り返しながら，段階的に思考プロセスが表出化されていく仕組みになっている．

5. まとめと今後の課題

本研究では，研究 MT を機会とした意図伝達スキルの学習モデルの提案と，モデルの一部を実現する意図表出化支援ツールの実装を行った．

今後，自己内対話促進に向けた問いの分類について検討していく予定である．また，意図表出化支援ツールに加え，意図伝達スキル向上のために有用性のあるシステムを構築していきたい．

参考文献

(1) S. L. Ash, & P. H. Clayton. “Generating, deepening, and documenting learning: The power of critical reflection in applied learning”. *Journal of Applied Learning in Higher Education*, 1(1), pp.25-48. 2009.

(2) バーバラ・ミント(著)，グロービス・マネジメント・インスティテュート(監修)，山崎 康司(訳)．新版 考える技術・書く技術．ダイヤモンド社．1999.

パフォーマンス表現を用いた看護職者メタ思考スキルの自己評価データの考察

A Study of Self-evaluation Data on Nurse's Meta-thinking Skill by Using Professional Performances Representation

劉　朝陽[*1], 田中　孝治[*1], 陳　巍[*1], 松田　憲幸[*2], 池田　満[*1]
Chaoyang LIU [*1], Koji TANAKA [*1], Wei CHEN[*1], Noriyuki MATSUDA[*2], Mitsuru IKEDA[*1]
[*1] 北陸先端科学技術大学知識科学系
[*1] School of Knowledge Science, Japan Advance Institute of Science and Technology
[*2] 和歌山大学システム工学部
Faculty of Systems Engineering, Wakayama University
Email: liu.chaoyang@jaist.ac.jp

あらまし：メタ思考スキル習得には学習への動機づけを与えることが必要である．学習者が学習不足を認識し現状のメタ思考スキル習得に対する評価基準を見直すことによって学習意欲が向上すると考える．筆者らは，評価基準を看護師自身で見直す一助となる研修の開発を進めてきている．本研究では，受講した看護師の評価基準に対する認識の変化を確認するために，看護職者パフォーマンス表現を用いた自己評価項目を作成し，研修内で使用した．
キーワード：メタ思考スキル，動機づけ，評価基準，自己評価

1. はじめに

多様かつ高度な患者ニーズに適応した質の高い看護サービス提供の重要性が高まってきている．誰もが合意する明快な正解が存在しない複雑な問題に直面する看護現場においては，論理的に思考し，他者の立場を考慮しつつ他者との相対的関係を意識したうえで自分の思考を深め，思考を一段上の視点からモニターしコントロールするというメタ思考スキルの成熟が求められる．しかし，現場実践の経験から暗黙的にメタ思考スキル活用してきた看護師にとって，メタ思考スキルの学習状態を把握することは困難である．そのため，看護師はメタ思考スキル学習への動機付けを得ることができずにおり，日々の業務の中でメタ思考スキル学習を続けることの必要性への認識が不足している．メタ思考スキルの学習状態把握が困難である原因の一つとして，学習者が評価基準を持っていない，もしくは，評価基準が不適切であることが挙げられる．

例えば，メタ思考スキル学習の初心者は，「論理的に考える」とは，考えの道筋が明確になっていることであるという理解を述べる．しかし実際には，事実や意見の区別ができずに論証することが多く，自分の意見を強弁しているだけであることが多い．この背後には，思考の道筋を明確にさえすることができれば，論理的に考えることができるという評価基準を持っていることが考えられる．しかし，看護現場で求められる論理的思考は，問題の根拠を明確する上で，推定や事実などの論理的な役割を明確するように考えること，異なる意見の背後にある根本的な違い（指針）を見極めて理解することであり，初心者との認識の間には本質的な違いがある．

筆者らは，学習者が思考のトレーニングを受け，改めて「論理的に考えること」の概念を認識することで，これまで持っていた誤った思い込みと比較して違いを意識し，その差を埋めようと思うときに新たな評価基準を定め，看護現場の中で学習活動を続ける意欲が向上すると考えている．すなわち，メタ思考スキル学習の不足を認識することは，学習者が自分の思考および評価基準を修正するきっかけになり，学習者は評価基準の修正に従って新しい目標を設定し，その目標を達成しようと学習意欲が向上することが期待できる．筆者らは，現状のメタ思考スキル習得に対する評価基準を看護師自身で見直す一助となる学習活動（看護思考法研修）を開発し，実践している [(1)]．看護思考法研修の大まかな流れは，①基礎講義，②ケースライティング（以下，適宜 CW），③CW の講評，④議論，⑤振り返り講義の五つのセッションが順に行われる．例えば，CW の講評のセッションでは，学習者が記述したケースの具体的な問題点が指摘され，その問題が発生する原因の理解や問題解決後の効果などについての説明を受ける．学習者は熟達者による自身の思考過程の整理を通して思考のモニタリングの認識を促す活動が行われる．研修は二日間に分かれて実施され，一日目と二日目の間には一か月の②CW の期間が設けられていた．

本研究では，看護職者パフォーマンス表現を用いた自己評価項目を作成，研修内で使用することで，受講した看護師の評価基準に対する認識の変化を確認する．

2. 看護職者パフォーマンス表現を用いた自己評価項目

本研究では，高次の思考スキルを観察可能な専門職者行動に対応づけることで自己評価項目を作成する．「学習目標スキル」「評価基準スキル」「専門職者パフォーマンス」「専門職者行動評価項目」の四つの

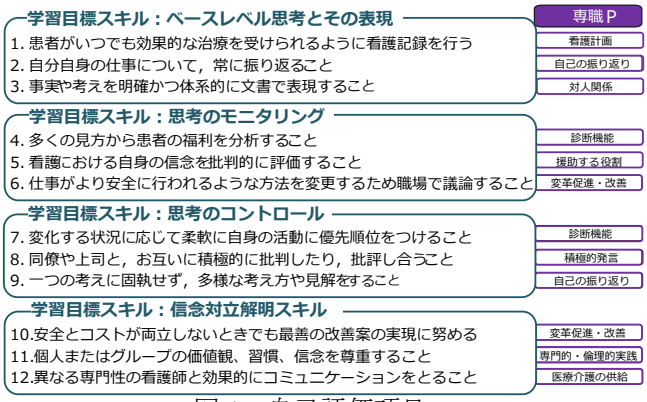


図 1　自己評価項目

概念を定義し [2]，それらを段階的に関連付けていくことで思考スキルと専門職者パフォーマンスの関連づけを可能にした．前報 [2] では，専門職者行動評価項目の 12 項目のうち 6 項目が専門職者パフォーマンスと結び付けることができたが，残りの 6 項目のうち評価基準スキルの評価項目で代替えした 4 項目は，具体的なパフォーマンスとして表現されておらず，研修内で使用する語彙と近い語彙で表現されていた．そのため，学習者が研修内容の看護場面への適用を意識せずに回答してしまう可能性が考えられる．その場合，実際の看護場面に対する省察的実践の機会，つまりは学習機会を減らしてしまうことになる．そこで，自己評価項目の見直しを行い，前報と同様の手順で，新たに専門職者パフォーマンスとして，看護実践能力を測定する尺度（EHTAN Questionnaire Tool，Competency Inventory for Registered Nurses，Nurse Competency Scale）と結び付けた（図 1）．自己評価手法については，別稿 [2] に譲るとして，以下では，看護思考法研修で得られた自己評価データから考察を加える．

3.　自己評価データの分析と考察

県立医科大学附属病院の医療スタッフ（11 名）を対象に，平成 26 年度内に実施した看護思考法研修において，一日目の開始時，二日目の開始時，途中（CW の講評後），終了時に，学習モニタリングのセッションとして自己評価を実施した．二日目の学習モニタリングにおいては，学習者は前回の学習モニタリングセッションで自己評価した専門職者行動評価項目に対する現状認識の変化を自己評価するシートについて，どの程度変化したかを 9 段階（-4：とてもさがった～+4：とてもあがった）で回答した．

モニタリングセッションでの振り返りの対象は，研修に参加する前の 1 年間の学習者自身のメタ思考スキルである．学習者の過去のメタ思考スキルは変化しないため，本研究では，自己評価の数値の変化を評価基準の修正と捉える．評価基準は研修活動によって見直されることから，二つのモニタリングセッション間の評価基準の修正は，そのセッション間での学習活動が学習の振り返りを誘発する度合いと捉えることができる．そこで，評定値の絶対値を求

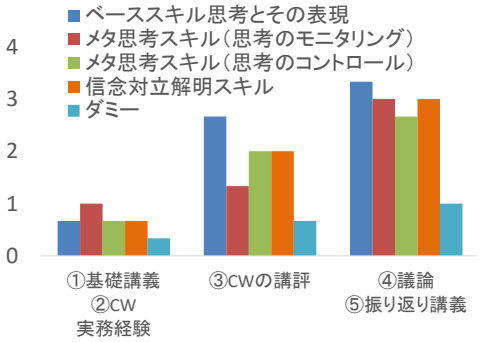


図 2　学習の振り返りを誘発する度合い

めてから学習目標スキルごとに合算後に平均化し，二つのセッション間の三つの学習活動（Ⅰ．①基礎講義，②CW，実務経験，Ⅱ．③CW の講評，Ⅲ．④議論，⑤振り返り講義）における学習の振り返りを誘発する度合いとして扱う．つまり，数値が大きいほど，学習活動での学習の振り返りを誘発する度合いが大きいと判断できる．これらのデータは，データ数が少なく統計的分析に適さないことから，統計的分析を行わずグラフ化するにとどめ，得られたデータから考察を加える．

研修に参加した看護師 H（初学習者）のデータを図 2 に示す．一か月の CW と実務経験を含む学習活動よりも，二日目の研修活動の方が学習の振り返りを誘発する度合いが大きいことがわかる．同様の傾向は，11 名中 8 名の看護師にも見られた．この結果は，学習者の評価基準の修正を促す研修の学習効果の一端を示すものといえる．一方で，CW による振り返りを誘発する度合いは小さかった．本研修では，学習支援ツール「思知」[1] を用いて CW を行っているが，学習者にとっては，推定と事実の区別や指針の見極めといった思考表現が必要な初めての CW であり困難性が高かく，そのことが学習の振り返り誘発する度合いを小さくした可能性が考えられる．学習者が感じた困難性を解消するためには，二日目の研修が重要であり，本研修では，CW の講評がその役割を果たしている．

4.　おわりに

研修において受講者は，現状認識の自己評価を行うと同時に，学習意欲の変化についても自己評価を行っている．そのデータから，学習意欲が向上していることが確認できることから，評価基準の修正が学習意欲の向上に寄与していることが示唆される．インタビュー調査を実施し，学習者の評価基準が具体的にどのように修正されたのかを調査することが今後の課題である．

参考文献

(1)　崔亮，田中孝治，陳巍，松田憲幸，池田満：医療サービス改善のための思考スキル育成プログラム，電子情報通信学会技術研究報告，vol.113, pp.55-60,（2014）
(2)　田中孝治，崔亮，陳巍，松田憲幸，池田満：“看護サービス学習への動機づけとしてのメタ思考力不足の気づき”，2014 年度人工知能学会大会，3D3-4,（2014）

研修チェック項目を多視点動画収集・同期再生環境に連携させた振り返り支援システム

Reflection-Support System Using Check-list Items Related with Multiple Viewpoint Recorder and Synchronous Player of Video

山本 貴裕[*1], 後藤田 中[*1], 石岡 匠也[*1], 國枝 孝之[*2],
村田 淳[*2], 神代 大輔[*2], 小林 雄志[*3], 設楽 佳世[*4],
松浦 健二[*5], 八重樫 理人[*1], 林 敏浩[*1]
Takahiro YAMAMOTO[*1], Naka GOTODA[*1], Takuya ISHIOKA[*1], Takayuki KUNIEDA[*2],
Jun MURATA[*2], Daisuke KAMISHIRO[*2], Yuji KOBAYASHI[*3], Kayo SHITARA[*4],
Kenji MATSUURA[*5], Rihito YAEGASHI[*1], Toshihiro HAYASHI[*1]
[*1] 香川大学 [*1]Kagawa University, [*2](株)リコー [*2]Ricoh Company, Ltd.
[*3] 立命館大学 [*3]Ritsumeikan University, [*4] 国立スポーツ科学センター [*4]Japan Institute of Sports Sciences
[*5] 徳島大学 [*5]The University of Tokushima
Email: s12t275@stmail.eng.kagawa-u.ac.jp

あらまし：自己学習主体の研修においては，研修品質担保と習熟把握の観点から，研修チェック項目の策定と項目対応した習熟確認の枠組みが必要である．そこで，本研究では，策定された各項目を moodle のテスト内容に対応づけ，テスト結果に応じた未習熟箇所を多視点動画収集・同期再生システム上の動画教材の時系列上にプロットする振り返り支援システムを提案する．研修生は，再生を通じて，複数の視点での習熟確認と今後の実習における内容の検討が行える．
キーワード：自己学習，振り返り支援，閲覧推薦，メタデータ，moodle

1. はじめに

研修生が受ける自己学習主体のスキル養成を目的とした研修においては，研修品質を担保し，自己の習熟度把握が可能な枠組みが重要である．短期間にスキル獲得を必要とする新人研修をおいて，先輩のスキルを継承する枠組みについては，まだ十分に整備されていない．そこで本研究では，多視点動画収集・同期再生システムを利用して，策定されている研修のチェック項目と moodle のオンラインテスト項目を対応付ける．そのテスト結果に応じた未習熟箇所を多視点動画教材の時系列上にプロットする振り返り支援システムを提案する．知識だけなく，自主練習を通じたスキル獲得を含む自己学習において振り返り学習の実現を目的とする．

2. 自己主体の研修の支援

2.1 従来と本研究の振り返り支援について

これまで，e ラーニングを利用した動画教材を用いて看護師の看護技術の習得を支援するシステム(3)や，運転士の異常時対応能力向上プログラムの実用化 (4) などがある．看護支援システムは，OJT において高い効果が期待できるが，自己学習を主としていない．運転士の振り返り支援システムは，運転シナリオに対応した多視点動画を用いて，決められた視点からの映像視聴支援を行っている．スキル獲得では多視点映像の教材は自己学習支援において必要不可欠である．改善箇所を意識した特定視点からの映像提供により，効果的な振り返りが期待できる．

そこで，本研究では，特に多視点動画収集・同期再生システムを活用し，自己学習における研修の習熟度に応じた視点の動画等を提示する．例えば，研修生の振り返りにとって未習熟な研修項目に対して最も適した動画等の提示方法を検討する．

2.2 未習熟箇所を埋める自己学習の流れ

一般的なスキル養成の流れについて，スポーツのパフォーマンス測定（以下：フィットネス測定）を行う研修生を対象とした国立スポーツ科学センターの測定者養成の場合，以下の流れに従う．

(1) 測定研修会

研修生は，研修マニュアル・資料を用いて研修内容についての講義，実習形式の演習を受ける．

(2) 自主練習（研修期間中：繰り返し）

研修マニュアルを用いて自主練習を行う．用紙のチェックシートで習熟度を確認しながら学習する．

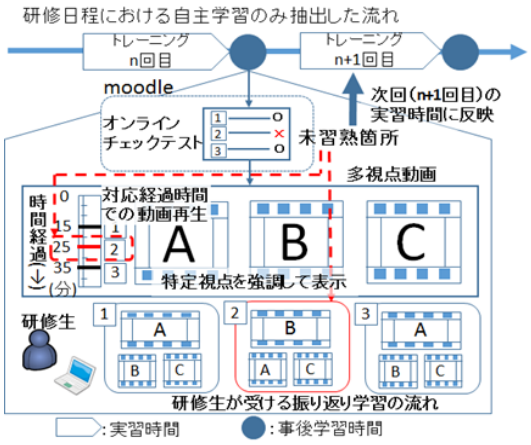


図 1 研修生の自己学習の流れ

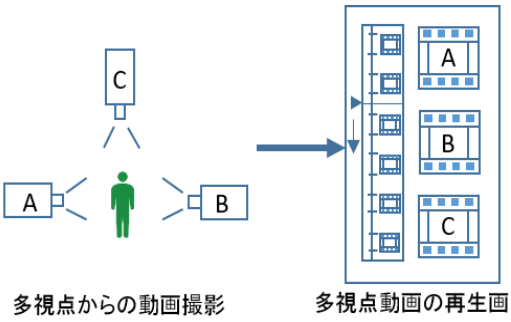


図 2　教材映像の撮影とシステム上での提供方法

(3)　習熟度チェック

実際の測定の流れに沿って，実技の技量が判定される．口頭試問によって，知識の確認も行われる．

ここで，習熟度チェックの結果と，次回の自主練習によって改善されるべき箇所が対応していない場合，その後の未習熟箇所が埋められない可能性がある．そこで本研究では，研修過程で手軽にチェックテストが可能で，自己学習におけるテスト結果に応じた動画提示による振り返り学習の流れを提案する．

具体的に自己学習の流れの仕組みを説明する（図 1）．本研究では，予め実技試験として定められた動画教材（多視点：A，B，C…）に対し，テスト項目，改善時の注目点（対応経過時間・視点）等を対応させる形で用意しておき，moooodle のテスト機能を用いて，研修生の習熟度をシステムが把握する．未習熟箇所については，それに対応した注目点の動画と改善に向けたコメントを含む形で提供する．

3.　振り返り支援システムの機能

多視点動画・同期再生システムには，（株）リコーの開発した映像・音声データ等を記録・共有可能なシステム「CollaborativeLogger」を用いる．これは，以下の特徴を持ち，図 3 にその UI を示す．

- 多視点動画，視点情報，時間情報の蓄積
- 複数動画の単一 Web ブラウザ上での同期再生
- 外部からの時間及び視点指定による再生設定



図 3　動画再生システムのイメージ例

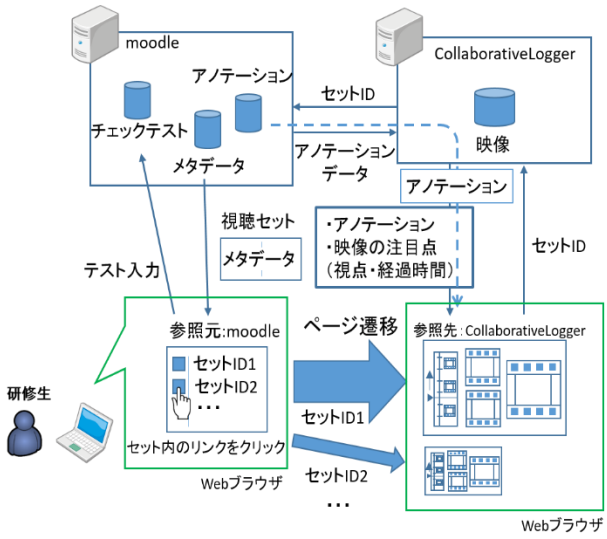


図 4 各システムの DB と連携の仕組み

システムは，複数視点の動画を並べて表示でき，注目すべき視点を拡大表示できる．ここで図 4 に示すように，本研究では moodle を用いて，Collaborative Logger と連携し，研修生のチェックテストの結果に応じた研修映像の閲覧推薦システムを提案する．

4.　閲覧推薦システム

本研究での moodle では，テスト項目，改善時の注目点をメタデータとして予め格納する．研修生のチェックテストの未習熟箇所において，メタデータに基づき CollaborativeLogger 上のタイムラインの特定経過時間へのリンクを推薦する．また，指導者のコメントを蓄積し，タイムライン上にアノテーションとして表示されるようにする．

5.　まとめ

本研究では，スキル獲得を必要とする自己主体の研修における，多視点動画収集・同期再生システムを利用した振り返り支援システムを提案した．現在，フィットネス測定者を研修対象に開発を行っている．

6.　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)の助成および（株）リコーとの共同研究による．

参考文献

(1)　小林雄志，後藤田中：“スポーツ競技者に対するフィットネス測定の質保証－測定スキルの向上を支援する CMS の提案－”，教育システム情報学会第 39 回全国大会講演論文集，pp. 69-70, (2014)

(2)　Kobayashi, Y. and Gotoda, N.:“Content Management System to Support Improvement in Quality of Fitness Testing of Athletes”, Workshop Proceedings of ICCE2014, pp.805-813, Nara, Japan, (2014)

(3)　伊津美孝子，真嶋由貴恵，鳶田聡：“e ラーニングを活用した新人看護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.1, pp.57–68, (2014)

(4)　小美濃幸司，遠藤広晴：“運転士の異常時対応能力向上プログラムの実用化”，RTRI REPORT Vol 27, No.3, pp.17-22, (2013)

自転車ドライバのための交通安全教育アプリポケットポリス
ーリアルタイム学習の運用実験ー

“Pocket Police”: a Traffic Safety Education Support System for Bicycle Drivers
- Operational Experience of Real Time Learning-

中川 晋平[*1], 後藤田 中[*2], 林 敏浩[*2]
Shimpei NAKAGAWA[*1], Naka GOTODA[*2], Toshihiro HAYASHI[*2]
[*1] 香川大学 大学院
[*1]Graduate School of Kagawa University
[*2] 香川大学
[*2]Kagawa University
Email: s15g477@stu.kagawa-u.ac.jp

あらまし：平成 27 年 6 月に道路交通法が改定され，自転車ドライバがより安全運転に注意する必要がでた．そこで，自転車ドライバを対象としたスマートフォンベースの交通安全教育アプリ”ポケットポリス”を開発する．ポケットポリスはリアルタイム学習と事後学習の 2 つの学習段階に分かれる．リアルタイム学習で使用するセンサの精度実験では概ね良好な結果が得られた．本稿ではリアルタイム学習の内容，制度実験の結果，および運用実験の概要について述べる．
キーワード：**自転車ドライバ，交通安全教育，ポケットポリス，リアルタイム学習**

1. はじめに

香川県の自転車の交通事故状況はきわめて悪い．香川県の人口 1 万人あたりの自転車事故発生件数は全国平均と比べると非常に高い傾向にある．

平成 27 年には道路交通法が改定され，自転車ドライバもさらに交通ルールを守り正しく運転する必要が強まった．しかし，現在の交通指導は取り締まりの強化やポスター掲示など人手で行うため，自転車ドライバへの指導は限界がある．

上記の問題に対して，ICT を活用した交通安全教育アプリポケットポリスを開発する．ポケットポリスは自転車乗車中に学習するリアルタイム学習と運転後に学習する事後学習からなる．リアルタイム学習の精度実験では概ね良好な結果が得られた．本稿ではリアルタイム学習の運用実験について述べる．

2. 香川県の自転車交通状況と道路交通法

本章では．香川県の自転車に関する交通状況と平成 27 年に改定された道路交通法を整理し，学習対象とする交通違反行為を説明する．

2.1 香川県の自転車交通状況

香川県は雨も少なく坂も少ないので自転車を利用しやすい生活環境である．香川県の自転車保有率は全国 3 位で 42.9%の人が自転車を利用している（1）．

表 1 は近年の人口 1 万人当たりの自転車事故発生件数である．香川県の自転車事故は全国 1，2 位が続いている．自転車事故防止のために走行環境の整備や取り締まりの強化があるが，根本的な解決には至らず，自転車利用者の意識改善が求められる（2）．

2.2 道路交通法の改定

平成 27 年に道路交通法が「一定の危険な違反行為をして 3 年で 2 回以上摘発された自転車運転者(悪質自転車運転者)は，公安委員会の命令を受けてから 3 ヶ月以内の指定された機関に講習を受けなければならない」と改定された．我々は指導対象として，まず外部状況に無関係な通行禁止違反，歩行者用道路徐行違反，交差点安全進行義務違反，指定場所一時不停止に着目し教育支援を行なう．

3. ポケットポリス

ポケットポリスは自転車ドライバの安全運転を指導する教育アプリである．学習者はスマートフォンを端末として使用する．本システムは自転車運転中に学習を行なうリアルタイム学習と運転後にルールやマナーを学ぶ事後学習からなる．

3.1 システム構成

ポケットポリスのシステム構成を図 1 に示す．道路情報 DB は徐行区域など道路の情報を保持する．教授内容 DB は交通ルール・マナーなどの情報を保持する．運転情報取得機構は自転車ドライバの運転情報を取得する機構で，スマートフォン内蔵の GPS などのセンサを用いて自転車ドライバの位置・速度・方角を取得する．運転情報評価機構は取得した運転情報を分析し，不適切運転かどうかを評価する．不適切運転警告機構はリアルタイム学習で不適切運転を検知した場合，自転車ドライバに警告を行う．

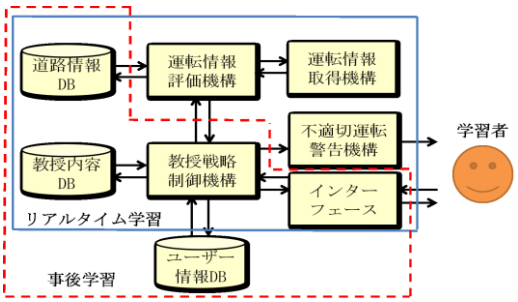


図 1 ポケットポリスのシステム構成

表 1 人口 1 万人当りの自転車交通事故発生件数

年度	平成 17	18	19	20	21	22	23	24	25	26
全国平均	14.1	13.3	13.1	12.7	12.2	11.9	11.5	10.6	9.7	8.8
香川県	23.0	22.2	21.2	21.4	20.9	20.2	19.1	17.4	16.1	14.1
全国順位	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2

3.2 リアルタイム学習

リアルタイム学習は，自転車ドライバの不適切運転を検知し音と文字による警告を行なう事によって自身の運転が不適切であることを自覚してもらう学習形態である．学習者は，図 2 のように自転車にスマートフォンを装着し，自転車を運転する．香川県の道路交通法施行細則では「自転車を運転するときは，携帯電話用装置を手で保持して通話し，若しくは操作し，又は画像表示用装置に表示された画像を注視しないこと.」とある（3)．よって，運転中のスマートフォンの操作と注視が違法となる．我々は，道路交通法を遵守し，自転車ドライバの安全面を再優先に考え，リアルタイム学習の環境を構築する．

自転車ドライバが不適切運転を行った場合，ポケットポリスは停止を促す警告音を出す．自転車ドライバが警告音に従い一時停止をした場合，違反内容を文字表示し警告する．運転を再開したら警告表示をやめる．一時停止をしなかった場合，自転車ドライバの安全面を考慮し文字による警告はしない．



図 2 スマートフォン装着イメージ

4. 精度実験と運用実験

ポケットポリスの運用実験に向けて，我々はリアルタイム学習時の違反検知精度の確認実験を行った．本章では精度実験の結果と運用実験について述べる．

4.1 精度実験

我々はリアルタイム学習時に正しく違反検知ができるかを確認する精度実験を行なった．本実験は香川大学工学部の任意の場所に徐行区域・進入禁止・一方通行・一時停止となる範囲を指定し行なった．被験者は自転車に乗り，違反区域外から違反区域に侵入し，適切・不適切な運転をそれぞれ 5 回ずつ計 10 回行なった．ただし，進入禁止区域への侵入は違反区域内に侵入した時点で違反行為となるため，侵入行為を 10 回行なった. それぞれの運転に対して適切に判定できるか実験した．

表 2 に実験の結果を示す．集計 1 では 80%の精度で検知でき，集計 2 については 60%の精度で検知できており，概ね検知できたと判断する．

表 2 精度確認実験の結果

一方通行逆走・徐行速度超過・一時停止場所不停止			
	適切検知	不適切検知	検知なし
違反あり	15 回中 12 回	15 回中 2 回	15 回中 1 回
違反なし			15 回中 5 回
進入禁止場所侵入			
	適切検知	不適切検知	検知なし
違反あり	10 回中 6 回		
違反なし		10 回中 4 回	

4.2 運用実験

運用実験においても香川大学工学部内に仮想の道路を作成し，被験者に運転を行ってもらう．運用実験では”運動場などの仮想的な環境に作成した道路上でも適切に学習を行なうことができるか“,”自転車ドライバ運転中に警告音に気がつくことができるか“という点に着目する．

5. まとめと今後の課題

本稿では，自転車ドライバの安全運転を指導する交通安全教育アプリポケットポリスについて述べた．ポケットポリスは自転車乗車中に学習するリアルタイム学習と，運転後に学習する事後学習からなる．リアルタイム学習は不適切運転を検知し，音と文字による警告を出し自転車ドライバを指導する．システムの精度実験では概ね正しく検知できることがわかり，誤検知も改善できると考える．運用実験では仮想道路上で適切に学習ができるか，自転車ドライバが警告音に気がつくかどうかを調査する．

参考文献

(1) ReceMom：自転車保有率ランキング ttp://resemom.jp/article/2015/05/19/24596.html(2016 年 6 月 6 日アクセス確認)

(2) 蔭山浩輔，“サイクルコンピュータを用いた自転車故防止のための一考察”，FIT2012，pp269-270(2012)

(3) 道路交通法施行細則-香川県 http://www.pref.kagawa.jp/somugakuji/hoki/d1w_reiki/412925100003000000000/412925100003000000000/412925100003000000000.html (2016 年 6 月 6 日アクセス確認)

管理栄養士養成のためのタブレット端末を用いた献立作成支援アプリの開発

Development of a Menu Preparation Support Application with Tablet Terminals for Training of Administrative Dietitians

鈴木直美[*1]，細川康輝[*1]，尾崎圭司[*1]，川端紗也花[*1]，髙橋啓子[*1]
Naomi SUZUKI[*1], Yasuteru HOSOKAWA[*1], Keiji OZAKI [*1], Sayaka KAWABATA [*1], Keiko TAKAHASHI [*1],
[*1] 四国大学
[*1]Shikoku University
Email: isoda@keiei.shikoku-u.ac.jp

あらまし：管理栄養士を目指す学生が，生活習慣病の予防および改善を目的とした献立を作成するためには，限られた実習時間内に多様な献立案を数多く試行錯誤する必要がある．本研究では，タブレットを用いた献立作成支援アプリ開発し，実際に管理栄養士を目指す学生に使用してもらって改良点を検討し，アプリの再構築を行ったので，その報告を行う．
キーワード：管理栄養士養成，献立作成支援，タブレット端末，試行錯誤

1. はじめに

栄養士や管理栄養士が日々の献立を作成する際には，可能な料理の組み合わせをできるだけ多く検討することが最適な献立作成には必要である．このためには多くの料理の知識と調理経験が必要となるが，経験の浅い栄養士・管理栄養士にとっては労力の要する業務である．

また，近年外食産業に加え，持ち帰り弁当店や惣菜店，テイクアウト主体のファーストフード店などの料理品小売業を中心とする中食産業の規模は，世帯構造の変化や食の外部化の進展などにより増大している．これは，女性の社会進出による家庭内での調理の省力化，高齢化の進展，コンビニエンスストアやスーパーマーケットの増加などによるところが大きく，今後も中食産業の成長は続いていくものと考えられる．つまり，家庭で調理する機会が全般的に減少している．管理栄養士を目指す学生の場合も同様であり，朝・昼・晩を意識して食事を摂る，各食事の主菜，副菜，汁物を一揃えと考えて献立を考える習慣は減少していると言える．そこで，管理栄養士養成のための調理実習時に多様な献立案を数多く試行錯誤して検討できるように，タブレット端末を使った糖尿病および肥満症を予防・改善することを目的した献立作成を支援できるアプリの開発を行った．

本稿では，前開発モデルの検証結果をもとに改良を行った献立作成を支援するアプリについて報告を行う．

2. 献立作成支援アプリ ver.1 の開発

献立作成支援アプリ ver.1 を開発し，簡易な検証実験を行った．

2.1 献立作成におけるアプリの必要性

生活習慣病の予防・改善には日々の食生活を管理し，これを持続することが必須である．食生活管理の対象となる人々に喜んでもらえるような献立を考案することが健康的な食習慣を持続するためには重要である．しかし，喜んでもらえる献立を考案し続けることは，経験の浅い現場の栄養士・管理栄養士にとっては難しい課題である．また，栄養士・管理栄養士を目指す学生は，コントロールの対象となる栄養素の値を制限値内に収めることだけに夢中になりがちで，食事全体のバランス考え，料理の組合せや調理方法などを考慮することを疎かにしがちである．そこで，経験の浅い現場の栄養士・管理栄養士，および栄養士・管理栄養士を目指す学生が，調理の現場で試行錯誤しながら多くの献立案を検討できる環境の重要性が高まってきている．

2.2 献立作成支援アプリの ver.1 の予備検証

システムの有効性の検証を行うためにデータベース中の料理数を約 1, 200 件としたタブレット版アプリ ver.1 を用いて，実際に管理栄養士を目指す学生に使用してもらい，献立作成時の有効性について検討した．その結果，システムの有効性とともに，利便性を向上するために改良すべき点が確認された．改良する主要な点として，料理検索機能・献立保存機能・献立評価機能が非常に重要であることが分かった [1)]．

3. 献立作成支援アプリ ver.2 開発

アプリ ver.1 を用いた予備的な検証の結果を参考にタブレット版アプリのユーザインタフェースの再設計を行った．主要な改良点として，料理検索機能と献立保存機能の追加を行った．図 1 に本アプリの画面を示す．アプリ Ver.1 では，画面下部に 21 種類の料理を表示し，左右にスワイプすることによって約 1200 種類の料理画像を確認できる．しかし，毎回 1200 種類から料理を検索するのは困難であること



図 1. 献立作成支援アプリ ver.2 の画面



図 2. 料理項目抽出画面（左）と料理の材料およびエネルギー・栄養素表示画面（右）

から，図 2（左）に示すように調理法および主材料を選択することにより，表示する料理を絞ることができるように改良した．また，料理をタップすると図 2（右）に示すように料理画像の拡大画像と材料およびエネルギーと栄養素の情報を表示する．同画面にお気に入り登録のボタンを設けることによって，料理選択時の手間を省く仕様に変更した．さらに，アプリ画面上部に献立の印刷，献立保存・読込，対象者の年齢・活動状況・性別の設定を行うこととした．これによって，各対象者の献立を効率よく検討できるようにした．

本アプリは，画面中央部に，朝食・昼食・夕食・間食の各欄が設けてあり，料理画像をドラッグすることによって，各献立を設定する．料理画像を欄外に移動することにより，簡単に献立から除くことができる．また，料理画像が変更される度に，表示されたエネルギーおよび栄養素の値も変更され，アプリ画面上部左には，献立作成者が毎回意識できるよう食事バランスガイドも再表示する．

本アプリを使用することにより，料理情報を詳細に確認し，ドラッグやスワイプといった，指の簡単な動作で献立作成が可能であり，栄養素の確認も非常に簡単である．また，栄養バランスはもちろん，主菜・副菜等の組み合わせを自由に変えたり，一日を通して視覚的にバランスを検討したりするなど，試行錯誤することにより効率よく料理の組合せを考えられる．図 3 に本アプリの構成図を示す．

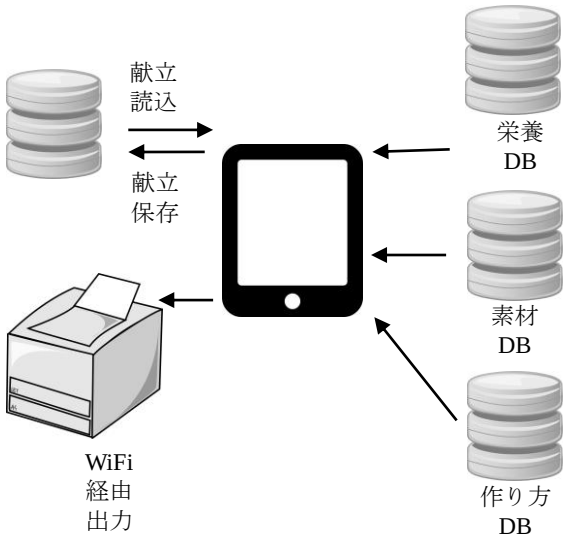


図 3. 本アプリの構成図

4. おわりに

糖尿病・肥満症等，生活習慣病の予防・改善のための献立作成支援アプリ（タブレット版）の機能とユーザインタフェースを検討し，献立作成支援アプリの ver.2 を開発した．複数の献立を瞬時に作成・保存することができ，同時に各献立のエネルギー・栄養素，食事バランスが確認できることから，本アプリは，献立作成の支援を大幅に達成した．

今後，栄養士・管理栄養士を目指す学生の調理実習で，これを実際に用いて改良版アプリのユーザインタフェースの評価を行うとともに，実習時に教師から指導されるような経験的な知識をシステムに取り組み，学生が自習できるよう検討する．

参考文献

(1) 高橋啓子，川端紗也花，鈴木直美，細川康輝，尾崎圭司，“管理栄養士養成課程入学時の献立作成イメージと献立作成支援アプリの開発”，日本調理科学会平成 27 年度大会要旨集，p.106（2015）
(2) 鈴木直美，細川康輝，尾崎圭司，高橋惠子，“献立作成支援アプリの開発”，ゲーム学会「ゲームと教育」研究部会第 8 回研究会，平成 27 年度合同研究会予稿集（2015）
(3) 渡邉早苗・寺本房子・田中明・工藤秀機・柳沢幸江・松田康子・高橋啓子編，“栄養食事療法シリーズ 1-5 巻”，建帛社(2009)

謝辞：本研究の一部は文科省 科研費 15K12366 および四国大学助成金の助成を受けたものです。

Web ベースグラフィカルプログラミングエディタを用いた C 言語学習支援環境への問題提示機能の実装

Providing Exercises for a C Language Learning Environment with a Web-based Graphical Programming Editor

山形 悠人[*1]，香川考司[*2]
Yuuto YAMAGATA[*1], Koji KAGAWA[*2]
[*1] 香川大学工学研究科
[*1]Graduate School of Engineering, Kagawa University
[*2] 香川大学工学部
[*2]Faculty of Engineering, Kagawa University
Email: s16g474@stu.kagawa-u.ac.jp

あらまし：著者の所属する学科では 1 年次後期の授業で C 言語プログラミングについて学ぶ．学生は，資料を読んで予習してから，プログラミングの演習を行う．その演習の，特に初期段階では制御構造の条件式の間違いや冗長なコードの問題が発生する．これを解決するために，予習を練習問題形式で提示するシステムがあれば役に立つ．先行研究ではこの点に Blockly を C 言語に対応させることで取り組んだ．本研究ではこの研究に，練習問題を提示するために役立つ機能を追加する．穴埋め問題だけでなく，柔軟に問題を出題することができる．
キーワード：Blockly，プログラミング教育，ビジュアルプログラミング

1. はじめに

著者の所属する学科では 1 年次後期の授業で C 言語プログラミングについて学ぶ．資料を読み予習した後，学んだ内容についてのプログラミングの演習が行われる．その演習の特に初期段階では，制御構造の条件式の間違いや，冗長なコードの問題などが見られる．これを解決しなければ，演習の時間が減ってしまい学習者の負担が重くなってしまう．そこで，あまり時間を書けず簡単に解くことのできる練習問題を提示するシステムが有用である．これに取り組んだのが尾崎の研究(1)である．Blockly (https://developers.google.com/blockly/)を Flex に対応させる拡張を作成したあと，C 言語にも対応している．これを用いて Blockly で練習問題を提示すれば資料による予習と実習の間にマウスのみで行う簡単な問題形式として出すことができる．しかし，Blockly の今の状況では，練習問題を提示した場合，初心者はどのブロックを操作すればいいか分かりにくい，間違って動かしたり消してしまったりしたブロックをどうすれば良いのか分かりにくい等の問題がある．また，ブロックを練習問題で必要とするだけ組み合わせると，画面からはみ出てしまう場合もあるという問題もある．

以上の点を踏まえ，本研究では，C 言語を学び始めた段階の初心者が簡単にプログラミングの予習を行うことができるように，Blockly に練習問題の提示を行うために便利な機能の追加を行う．構文に一対一に対応したブロックの使用と，穴埋め問題だけでなく，柔軟に練習問題の出題が行えることを目指す．

2. Blockly

Blockly は Google が提供するビジュアルプログラミング言語である．JavaScript を用い，ブラウザ上で使用できるよう作成されている．そのため，環境に左右されずに使用することができる．コードをキーボードを使用して記述するのではなく，ブラウザ上で，図 1 のように，ブロックを組み合わせてプログラミングを行う．ブロックを組み合わせて作成したコードは，ブロックに操作を加えるたびに更新されるため，現在のブロックの組み合わせがどういったコードになっているかすぐに確認することができる．現在，Blockly は JavaScript，Python，PHP，Dart の 4 つの言語に対応している．

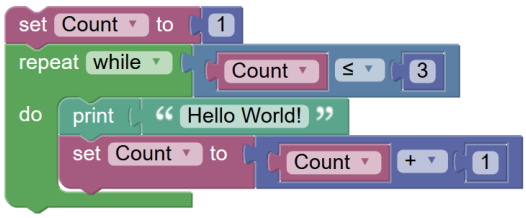


図 1　Blockly のブロック

3. 実装

まず，実装したシステムのスクリーンショットを図 2 に示す．図 2 の組み合わせたブロックを見て分かるように、図 1 の組み合わせたブロックと比べて、1 つの処理に対するブロックの数が少なくなっており、誤操作しにくくなっている。そういったことを行うために、本研究は次のような実装を行っている。

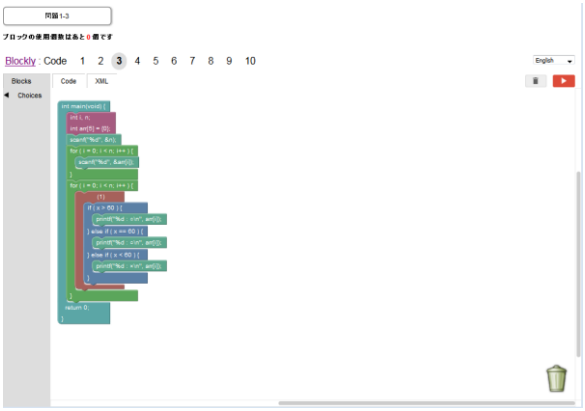


図 2　実装したシステム

3.1 C 言語の練習問題に必要なブロックの作成

尾崎の研究では，C 言語の，構文に一対一に対応していないブロックを作成した．C 言語がどういったものかを理解するには問題ないが，実際に C 言語のコードを記述する際，ブロックとコードに差異が出てしまい初心者では混乱してしまう．そのため，本研究では構文に一対一に対応したブロックとともに練習問題に特化して一部を固定した制御構造や入出力文，変数宣言のブロックをいくつか作成した．これらを図 3 に示す．

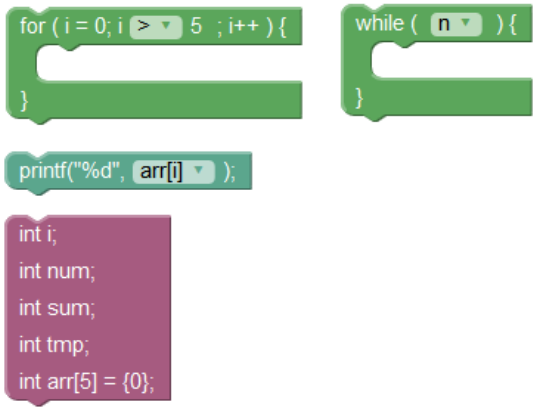


図 3　C 言語の練習問題に必要なブロック

3.2 利便性向上のためのブロックの作成

問題によって，ブロックの繋ぎ合わせが長くなることによりスクロールをする必要が発生する．また，問題文だけではどのブロックを変更して解答を行えば良いか分かりづらい場合がある．そこで，利便性向上のために以下のブロックを作成した．これらを図 4 に示す．

・問題に直接関係のない部分の省略を示すブロック

・問題の解答をする範囲を示すブロック

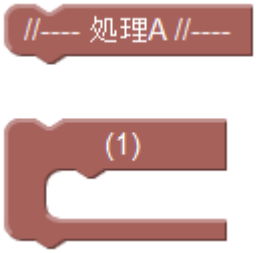


図 4　利便性向上のためのブロック

4.　システムの講義での使用

講義での使用の流れは次のように行う．資料を読み条件分岐や繰り返しなど，プログラミングの基礎概念についての学習を行った上で，本システムを使用し学習を行った内容についての理解を深め，プログラミングの演習に移行する．

これにより，本システムでの学習で制御構造の条件式の間違いや冗長なコード等の間違いについて学ぶことができる．

5.　まとめ

講義での使用を目的として，Web ベースグラフィカルプログラミングエディタを用いた C 言語学習支援環境への問題提示を便利にするための追加機能の実装を行った．結果として初心者が簡単に C 言語プログラミングの学習を行うことができる．構文に一対一に対応したブロックの使用により予習から演習にスムーズに移行することできる．また，穴埋め問題だけでなく，柔軟に練習問題の出題が行えると考えられる．

今後，次のような問題を実装することを検討している．

練習問題に特化したブロックを作成する場合，少し手間がかかる．教員の負担を削減するために，簡単なブロックの作成を行えるページの追加と，鳥原の研究[2]の手法を取り入れ，ソースコードから構文解析して自動生成する機能の追加を行う．

参考文献

(1) 尾崎陽一，香川考司: “Web ベースグラフィカルプログラミングエディタを用いた Flex プログラミング環境の開発”，教育システム情報学会第 38 回全国大会 (JSiSE2013) 講演論文集, TF1-1 (2013)

(2) 鳥原悠平，香川考司: “Emscripten を用いた Web ベースパーサーとエディターの開発”，教育システム情報学会第 39 回全国大会 (JSiSE2014) 講演論文集，H3-1 (2014)

オブジェクト指向モデリングに関する能力向上のための学習手法

A Learning Method to Improve Skills for Object-Oriented Modeling

内田　浩太郎[*1]，仲林　清[*1]
Kotaro UCHIDA[*1], Kiyoshi NAKABAYASHI[*1]
[*1] 千葉工業大学 大学院
[*1]Graduate School of Chiba Institute of Technology
Email: s1581003jp@s.chibakoudai.jp

あらまし：オブジェクト指向モデリングにおける能力向上を目的とした学習手法の設計を行った．本実験では基本情報技術者試験の午後問題をベースに作成したモデリングに関する1題の例題と2題の課題を学習者に与え，1題目の課題終了時に解説との比較についてレポートを作成させることにより，理解度・能力の向上を目指した．

キーワード：**オブジェクト指向モデリング**，**基本情報技術者試験**，

1. はじめに

オブジェクト指向の考え方を用いたシステムの設計・開発技能は多くの分野において求められる技術である(1)．実際の開発においても Java などに代表されるオブジェクト指向の言語は広く利用されており，オブジェクト指向モデリング(以下 OOM とする)に関する能力は，開発現場において求められている．

しかし，オブジェクト指向プログラミング(以下 OOP とする)や OOM に関する概念の理解が不足している情報系学科の学生が多く見受けられる．大学等のプログラミング演習においては，教育者が学習者個人の理解度を完全に把握することが困難であり，学習者が理解不足のまま次の内容に進んでしまうことが問題点として挙げられる．

そこで本研究では，基本情報技術者試験午後問題(以下午後問題とする)をベースにしたモデリングに関する 1 題の例題と 2 題の課題を学習者に与え，1 題目の課題終了時に解説との比較についてレポートを作成させることにより，理解度・能力の向上を目指した．比較レポートを行わせることにより，学習者自身が理解度を把握できるようにすること，また教育者が学習者の理解度を把握し，それに応じたフィードバックを行いやすくすることを目的に，学習手法の設計・検証を行った．

以降課題ならびに学習手法の詳細・実験方法の詳細と結果について述べる．

2. 学習手法

2.1 課題

本研究で使用した OOM の課題は，午後問題のうち，出題分野がソフトウェア設計の問題を利用する．

この分野は，設計すべき対象についての概要が掲載されており，それを設計する過程を選択形式で問う問題である．

本研究では，この問題の前半部分を学習者に提示し，これをモデリングするにあたり，クラスの抽出・属性の抽出・UML への書き起こしを行わせる．

課題は 2011 年度秋の書籍卸売業者受注システム，2009 年度秋の航空券発券システムの午後問題を採用した．どちらもシステム化の対象となる業務フローを図及び文章で説明したものである．

前半課題は，書籍卸売業者が書店からきた受注伝票の具体例(受注番号・得意先名・受注日・注文する商品)を提示し，システムとして行いたい処理を文章で補足している．受注伝票の図から，クラスとしてどこをどのようにまとめるかを判断することがこの課題のポイントである．

後半課題は，顧客がきて空港券を発見するまでのフローを，文章で提示している． 顧客が窓口で申し込む内容，顧客固有の情報，申込内容を見て窓口担当者が行う業務内容が含まれる．

2.2 学習目標

本研究の最終的な学習目標は，午後問題からモデリングを行えるようになることである．この学習目標へ到達するために，3 つの小目標を設定した．

①クラスとなりうる名詞の抽出ができる
②属性となりうる名詞の抽出ができる
③それらの関係を UML 等でまとめることができる．

本研究では，設計の対象となる午後問題の抜粋と，小目標に対応した小問題を学習者に対して提示する．学習者は午後問題を読み，そこからクラスとなりうる名称の抽出・属性となりうる名詞の抽出を行う．

2.3 学習手法

初めに学習者に対して，学習手法の説明，OOM に関するレクチャーを実施し，例題・例題の解説・練習問題の 3 点を配布する．配布後各学習者は配布資料を参考に練習問題に取り組み，わからない点などをまとめてもらう．

後日練習問題の解説と，要点の復習を行い，OOM に関する 2 つの課題に取り組ませる．前半課題が終了した時点で模範解答の紹介と解説を行い，学習者

が出した答えと模範解答の比較をレポートとして書かせる．

前半課題の比較レポートが完成した後，後半課題に取り組ませる．終了後模範解答の紹介と解説を行い，アンケート調査を実施する．

3.　実験方法と評価

3.1 実験方法

学習効果を確認するための実験を実施した．演習講義でJavaを学習したことのある情報系学科学部生4年生3名を対象者とした．事前レクチャーの内容は以下の通りである．

- OOP と手続き型言語の違い
- OOM の基本的な考え方
- クラスとは
- 属性とは
- 操作とは
- 例題の説明

学習者には，これらの説明スライド一式，例題と考え方のポイントをまとめた解説資料，練習問題を配布し，1週間各自で学習を進めてもらった．

その後，練習課題の振り返りを実施後，前半課題・解説・比較レポート・後半課題・解説・アンケート調査の順に実験を進めた．

学習者に振り返りレポートを行わせる際，ポイントとして「模範解答とどこが異なっているのか」・「それはなぜ間違えてしまったのか」・「次回どこに注意すべきなのか」の3つに注目させて，レポートに取り組ませた．学習者AとCについては，次の注意点を具体的に挙げていたため，若干ながら改善が見られた．

3.2 実験結果

表1は，各課題における目標到達度の変化である．

表1 学習手法

学習者	学習目標達成状況					
	前半課題			後半課題		
	①	②	③	①	②	③
A	△	△	×	△	△	○
B	×	△	△	×	△	△
C	×	△	×	△	△	△

○:達成している
△:一部達成していない
×:達成していない

前半課題の①において，学習者Aは受注伝票・商品・購入者という名詞を抽出した．それに対して学習者Bはクラスの理解が不足しており，注文・販売法という分割をした．学習者Cは例題で提示したUMLの単語を，そのまま置き換えただけであり，学習者C自身も「よくわからなかった」というコメントをしていた．

前半課題では例題や練習問題で提示したUMLの印象が強く，回答が例題に引っ張られてしまっていた．これはUMLや属性・操作についての理解が不足していたことが原因と言えるため，再度回答例と合わせてレクチャーを行った．

学習者Aはこのレクチャーを通じて，「クラスと属性の区別に気を付けるべき」という振り返りを行い，後半課題では一部抽出不足はあったが，前半課題に比べ改善が見られた．③については，①・②の抽出不足はあるが，クラスとクラスの関係性についてフィードバックを行ったため，UMLについての理解度が向上したと考えられる．

学習者Bは振り返りにて，「属性の扱いについてズレがあった」等とコメントしていたが．大きな改善は見られなかった．

学習者Cは，問題を先にUMLで表現しながら解き進めていたが，振り返り時にクラスや属性の抽出から始めていることがわかると，「問題内容の確認後に，図式化して整理すべきだと考えた」とコメントし，後半課題ではクラスとして抜き出せる名詞と，属性として抜き出せる名詞をはじめに抽出し，それらがどう対応するかを考えることから始めていた．結果として一部不足している部分はあるが，前半課題に比べ改善が見られた．

4.　おわりに

本研究では，OOMについて，回答と模範解答を比較させるレポートを書かせ，次の課題で実践させることによる理解度・能力の向上を目指した．振り返りの中で次に注意すべき点を挙げていた2名の学習者について，若干ながら改善が見られた．しかし，すべての学習者において前後半で大きな改善が見られる結果とはならなかった．

その原因として，事前課題の取組が不足しており前半課題開始時点で必要な知識をすべて理解しきれていない点，解説の内容と学習者の回答をうまく比較できていない点，回数が不足しており学習者の回答分析がうまくできていない点などが挙げられる．

今後の課題として，前提知識を得るための教材の開発，振り返りレポート作成時のポイントについての再検討，本番課題とレポートによる振り返りの流れを複数回実施した場合の検証，振り返り内容に応じたフィードバック方法の検討を行う必要がある．

参考文献

(1) IT スキル標準 V3 2011 情報処理推進機構 : http://www.ipa.go.jp/jinzai/itss/release20120326.html

プログラミング導入教育のための直感的な命令セットを持つロボット

A Robot that have Intuitive Instruction Set for Introduction Programming Education

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，不要 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た．そこでは，ロボットの動作と命令を関連づけることで，直感的に分かりやすいビット対応させた機械語セットを持つ仮想コンピュータで実現した．本機能の実現により，小学生からプログラミングを学ぶ授業での利用にも可能になった．本論文では，大学および高専での利用例についても報告する．
キーワード：プログラミング教育，計測制御，ロボット

1. はじめに

我々は，不要 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)．その間に，ロボットも改良を続け工作キットであるばかりでなく多様な教材として利用できるようになった．本教材ロボットは，使われなくなった CD を再利用しているため，中央の穴を利用してペンを立てることができ，学習者がプログラムすることによっていろいろな図形を描くことができる．したがってロボットの移動軌跡を記録できることから，プログラムの工夫した点を結果として残すことができる．

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，大学におけるフレッシュマンセミナーや高専における授業の一部，また本年度は，高専間の遠隔授業の教材として用いている．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 1 に示したロボットが完成する．次章の 3.3 節に述べる実習では，指導書に従って，半田づけ作業も行っている．小中学生を対象とした工作教室では，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．

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ている．タイヤを直結することができ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．

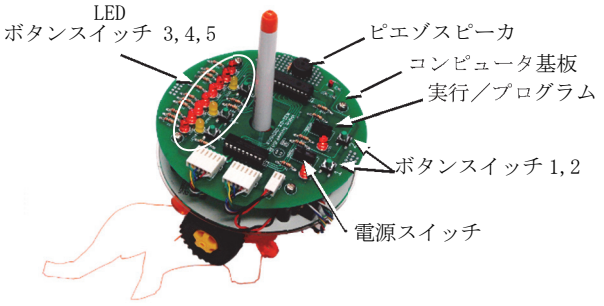


図 1 ロボット外観

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

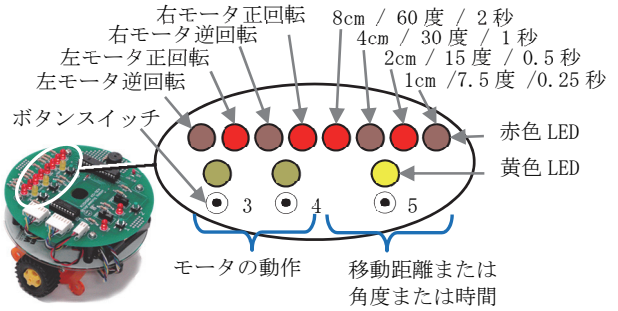


図 2 ロボットを 10cm 前に進める命令

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.　授業での利用

3.1 大学における利用

本ロボットは，釧路高専と室蘭工業大学の共同で開発を行っている．室蘭工業大学で 2015 年度本ロボットを用いて行った授業について紹介する．授業は情報電子工学系の 1 年生 190 人を対象に所属学科の理解を深めることやメカトロニクスを理解することを目的にした「フレッシュマン PBL セミナー」である．1 単位 15 回の授業のうち 3 回で，本ロボットを用いている．学生は，入学したばかりで，プログラミングやメカトロニクスについての知識はほとんどない．授業は，①プログラミングロボットの組み立てとプログラミング，②図形描画プログラムの作成，③プログラミングロボットによる描画実験の 3 項目について実習を行い，最後にレポートを提出する．

レポートに書かれていた感想でも，「プログラミングロボットというものを初めて製作し，ロボットに命令したのでプログラムしたロボットが正常に動作してくれたところに驚いた．」といったロボットがプログラミング教育に効果的としたものが多くあった．

3.2 高専における利用

2015 年度，釧路高専電気工学科 2 年生 27 名の授業で本ロボットを使用した．授業名は機械工学概論であるが，授業最後の 2 回の講義（90 分×2）のシーケンス制御の単元で，基本的な操作と順次構造のみを用いたプログラムによって図形を描く課題を行った．対象学生は，プログラミングの経験はあるが，2 進数や機械語に関する知識はない．2 回の授業では，プログラムの作成や実行においてトラブルもなく進めることができた．短時間ではあるが本ロボットのプログラミングに関して，ほとんどの学生が理解することができた．

3.3 高専間連携における利用

「ロボット分野の企業技術者と連携した教育プログラムの開発と実践評価」という事業内容で，鈴鹿高専を中心に連携事業を推進している．その中の実験実習系コンテンツ作成と実践で，本ロボットを用い遠隔授業を行った．対象学生は，鈴鹿高専の第 4 学年「創造工学」2 単位で，電子情報工学科学生 2 名機械工学科学生 2 名の計 4 名が参加した．図 3 は，その授業の様子である．釧路高専から，製作や操作方法に関するアドバイスを行い，鈴鹿高専の学生がロボットを製作した．

これまでのロボット製作では，電子部品を乗せた基板は予め完成させてあったが，この部分もキット化した．本報告の時点では，ロボットの組み立てが終了したところであるが，トラブルなく進めることができている．



釧路高専　　鈴鹿高専

図 3 本ロボットを用いた遠隔授業の様子

4.　おわりに

我々は，仮想コンピュータを内部に持つロボットを開発し，小中学生を対象に工作教室を行ってきた．本報告では．高等教育機関における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．また本ロボットが，多様なレベルの授業に利用可能なことを示した．

本ロボットを用いた授業は，大学および高専で継続的に行う予定である．

本研究の一部は，科学研究費基盤研究(C)(24501168)，および(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，筑波，pp.269-270（第 4 分冊），2014.

タンジブルなツールによるプログラミング操作の形式概念分析

Formal Concept Analysis of Programming Operations using the Tangible Tool

本吉　達郎[*1], 鉄村 直樹[*2], 増田 寛之[*1], 小柳 健一[*1], 大島 徹[*1], 澤井 圭[*1], 川上 浩司[*3]
Tatsuo MOTOYOSHI[*1], Naoki TETSUMURA[*2], Kei SAWAI[*1], Hiroyuki MASUTA[*1], Ken'chi KOYANAGI[*1], Toru OSHIMA[*1], Hiroshi KAWAKAMI[*3]
[*1]富山県立大学 工学部 知能デザイン工学科
[*1]Department of Intelligent Systems Design Engineering, Toyama Prefectural University
[*1]富山県立大学大学院 工学研究科 知能デザイン工学専攻
[*2]Graduate School of Intelligent Systems Design Engineering, Toyama Prefectural University
[*3]京都大学デザイン学ユニット
[*3]Unit of Design, Kyoto University
Email: motoyosh@pu-toyama.ac.jp

あらまし：タンジブルなプログラミングツール P-CUBE，および Pro-Tan の開発に取り組んでいる．一般的なプログラミング・ソフトウェアを使用した場合と，タンジブルなプログラミングツールを使用した場合の手元の操作の違いに注目し，操作の種類間の論理的帰結関係を形式概念分析により導き出す．

キーワード：プログラミング教育，タンジブル・インタフェース，操作分析，形式概念分析

1. はじめに

プログラミング体験者から暗に排除されている視覚障害者に学習機会を提供するためにタンジブルなプログラミングツール P-CUBE の開発に取り組んできた(1)．また，P-CUBE のシステムを活用し，学習機会を授業などの管理された場に制限せずに体験者がいつでも能動的にアクセスできるカード型のプログラミングツールである Pro-Tan の開発にも取り組んでいる．P-CUBE を用いた視覚障害者やプログラミング初心者を対象にこれらのツールを体験してもらい，タンジブルなツールの効用について検証してきた．本稿では，一般的なプログラミングソフトを使用する場合とタンジブルなプログラミングツールを使用する場合の手元の操作の違いに注目し，形式概念分析(2FCA)を用いてその操作に存在する論理的な構造の可視化を試みるとともに，ツールの効用との関連性について検証する．

2. タンジブルなプログラミングツール

本節では，これまで開発に取り組んできた P-CUBE，および Pro-Tan について述べる．

2.1 P-CUBE

P-CUBE は，これまでプログラミング体験から暗に排除されてきた視覚障害者を対象としたプログラミングツールとして開発に取り組んできた．順次，繰り返し，および条件分岐の基本的な構造の学習を目的としており，動作ブロック，タイマーブロック，LOOP ブロック，および IF ブロックの 4 種類の木製ブロックを並べることでプログラミングが可能である．ブロックは判別用に RFID タグが備えており，ブロックを並べるプログラムマットに RFID リーダを設置している．P-CUBE を図 1 に示す．



図 1　P-CUBE によるプログラミング

2.2 Pro-Tan

Pro-Tan は P-CUBE と同じく RFID による判別システムを用いたカード型のタンジブルなプログラミングツールである．Pro-Tan は，P-CUBE と異なり凹凸やにおい，手触わりによりカードを判別できないため，とくに視覚障害者の使用を考慮したインタフェースは採用していない．カードを貼り付けるプログラムパネルは，P-CUBE と比較して小さく条件分岐も 1 つしか設定できないが，携帯性や設置自由度を高め，PC 操作に習熟していない子どもたちが授業以外にいつでもプログラムを体験できる装置となることを目指している．小さいプログラムを手軽に，好きなだけ試行錯誤できることに特化した装置となっている．Pro-Tan を図 2 に示す．

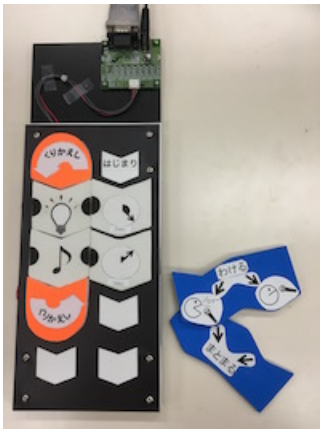


図 2　Pro-Tan によるプログラミング

3.　タンジブルなツールを用いたプログラミング操作の構造分析

タンジブルなツールを用いた場合のプログラミング作業における手元操作に潜在する論理的帰結関係を形式概念分析によって可視化することを試みた．

3.1 タンジブルなツールの効用

プログラミング初心者が，学習に P-CUBE を用いた場合と既存のプログラミングソフトを用いた場合を比較すると，P-CUBE を用いた方が学習後にコード入力型プログラミングソフトを使いやすい判断することが示された[1]．また，2 人 1 組での協調学習に P-CUBE に用いた場合，プログラミングソフトを用いる場合に比べて 2 人のプログラム構造に対する理解度に差が生じにくいことが示された[3]．短時間のタンジブルなツールを用いたプログラミング体験から生じるユーザの理解度の差の検証に対するアプローチとして，形式概念分析によるプログラミング操作の構造分析を試みた[3]．

3.2 プログラミング操作の形式概念分析

一般的なプログラミングソフトを用いる場合，手元においてはキーボード，およびマウスを用いる．グラフィカルなインタフェースを備えたソフトを用いても手元の操作がプログラム構造によって差は生じない．これに対して，P-CUBE や Pro-Tan のようなタンジブルなツールを用いた場合，カードやブロックなど操作対象の位置調整や他の対象との組み合わせなどが必要になるため，作成するプログラムの構造に応じて操作に差が生じる．このような差を表現する動作単位としてサーブリッグを導入し，例として P-CUBE の操作対象（各ブロック）に関する操作を表現すると次のようになる．

動作ブロック

・つかむ（M1），運ぶ（M2），位置決め（M3），手放す（M4）

タイマーブロック，LOOP ブロック，IF ブロック

・つかむ（M1），運ぶ（M2），位置決め（M3），，（他のブロックと）組み合わせる（M5），手放す（M4）

次にプログラミングソフトを用いる場合，操作対象であるマウスやキーボードに対する操作は以下のようになる．

マウス or キーボード操作

・空手移動（m1），位置決め（m2），使う（m3）

これらの操作対象をオブジェクト，操作と操作が必要になるプログラム構造を属性としたコンテクスト表[2]を作成し，属性間に成り立つ含意関係[2]を導き出す．コンテクスト表の例を表 1 に示す．

表 1 条件分岐プログラム作成時のコンテクスト表（プログラミングソフト使用）

	条件分岐	くり返し	順次	m1	m2	m3
マウス	×	×	×	×	×	×

コンテクスト表から得られる属性間に成り立つ帰結感である含意論理を比較する．タンジブルなツールを用いた場合，M5→M1,M2,M3,M4 のように，「組み合わせる」操作に即した含意論理が成り立つ．一方，プログラミングソフトの場合には前件，および後件が空でない含意論理が成り立たない．M5→M1,M2,M3,M4 は，「組み合わせる」操作は他のすべての操作が伴うことを表している．タンジブルなツールを用いた場合は，操作対象によって異なる手元の操作の違いに論理的構造が潜在しており，プログラム構造に対する理解に影響を与えている可能性が考えられる．

4.　まとめ

視覚障害者やプログラム初学者を対象としたタンジブルなプログラミングツールである P-CUBE，および Pro-Tan について紹介した．タンジブルなツールを短時間使用した場合にもユーザの理解度に差が生じる可能性が示唆されたことから，形式概念分析を用いて，プログラミング操作の構造分析を試みた．タンジブルなツールを用いた場合，操作対象によって異なる操作間に論理帰結関係が潜在しており，作成するプログラム構造の違いと対応することによって，ユーザの理解度促進に影響している可能性が考えられることがわかった．

参考文献

(1) 鈴木治，室伏俊明: “形式概念分析-入門・支援ソフト・応用-”，日本知能情報ファジィ学会誌，Vol.19，No.2，pp.103-142 (2007)

(2) 本吉達郎，掛橋峻，小柳健一，増田寛之，大島徹，川上浩司: “ブロック型プログラミングツール P-CUBE の学習初期段階における有用性の検証”，日本知能情報ファジィ学会誌, Vol. 27. No.6, pp.909-920 (2015)

(3) 本吉達郎，増田寛之，小柳健一，大島徹，川上浩司: “タンジブルなプログラミングツールを用いたプログラミング作業の動作分析”，第 43 回知能システムシンポジウム講演論文集, CD-ROM, (2015)

LEGO Mindstorms の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環境構築

Construction of Environments for Control of LEGO Mindstorms in Java Programming Exercises

劉 世博[*1], 中井 智己[*1], 富永 浩之[*1]
Shibo RYU[*1], Tomoki NAKAI[*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の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．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．新版 EV3 への移行として，実行環境を Linux ベースの leJOS に，開発環境をオブジェクト指向の Java 言語に変更した．多様なセンサを扱うライブラリとして，各センサのサブクラスを設け，メソッドを構築した．キャリブレーション用の機能も提供した．
キーワード：LEGO マイコン教材, Java 演習，制御プログラミング，センサ処理

1. はじめに

LEGO Mindstorms は，LEGO 社と MIT が共同開発した教育玩具である．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が制作できる．制御プログラムは PC で作成し，USB ケーブルでマイコンに転送する．開発環境は，ビジュアルベースの簡易なものから，各種のプログラム言語まで提供されている．Mindstorms は，小中高から大学まで，幅広い教育現場で使われている．

2. EV3 キットと規定ロボット

本研究室では，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 LEGO ロボット制御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(1)．四半期の演習を，8 週間程度で実施する．各週で，ほぼ 1 つのプロジェクトとし，実技認定を行うゲーム課題を含む．5 つのプロジェクトの後，最終課題の競技大会には，3 週間程度で取り組む．活動を総括するレポートも課す．

本演習では，走行体として規定ロボットを用意する．1 グループ 4〜5 人とし，2 台の規定ロボットを与え，幾つかの実技課題を提示する(図 1)．各課題は，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(図 2)．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．

2014 年度までの旧版の NXT キットに対し，2015 年度から，新版の EV3 キットに移行した(2)．ハードウェアとしては，本体のマイコンの性能が大きく向上した．USB と microSD のポートが設置され，Bluetooth を内蔵し，別売のドングルで WiFi 接続も可能である．付属部品には，大小 2 種類のモータ，4 種類のセンサ(カラー，タッチ，ソナー，ジャイロ)がある．センサの精度も向上している．別売で IR センサと IR ビーコンも使える．

EV3 キットで新しい規定ロボットを作成した．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などは，ほぼ同じである．なお，キットのパーツ構成から，1 つの後輪が 1 つの自由球になった．しかし，従来と同じように，多くのゲーム課題に対処できる．ただし，現時点では，手腕機構は実現できていない．

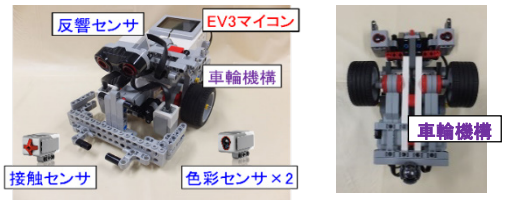


図 1 LEGO 演習の規定ロボット

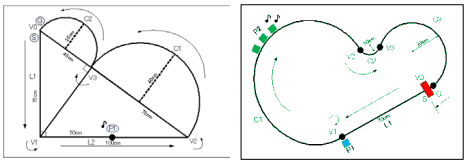


図 2 図形模走と黒線追跡のゲームフィールド

3. leJOS 上でのセンサ関連のライブラリ

開発環境も ROBOTC による C プログラミングから leJOS による Java プログラミングに移行した．これにより，擬似的なマルチタスクから，スレッドによる並列処理が可能となった．leJOS は，Oracle 純正の仮想マシンを含んだ Linux OS である．組込機器向けに開発された Java ランタイムを使用しているた

め，標準の Java API が利用できる．例えば，スレッドによる並列処理が可能である．また，USB ケーブルによるプログラムの転送が可能なため，簡単に実行できる．そこで，本演習では，leJOS を採用する．

leJOS のライブラリを使用し，センサの値を取得する場合, 図 3 の手順で取得する. EV3 のセンサは，NXT と比べ, それぞれの機能が増えている. 例えば，EV3 の色彩センサは, NXT の光量センサの機能も備えている．そのため，手順②で，センサのモードを切り替えている．手順③で，センサの値は，float 型の配列に取得される．色彩センサでは，RGB の 3 値(0.0～1.0)が各要素に格納される．接触センサでは，真偽値(0/1)が第 0 要素に格納される．

このように，leJOS のライブラリを使用してセンサの値を取得すると，プログラムが冗長になる．そのため，センサを簡潔に制御するためのライブラリを用意した．すなわち，各センサ用のサブクラスを設け，それぞれに適した取得メソッドを用意した[3]. サブクラスには，接触センサ，色彩センサ，反響センサなどがある．色彩センサでは，4 つのモード(外光輝度，反射輝度，色彩判別，色彩成分)にも対応した. 作成したライブラリは, 図 4 のように利用する．

各センサに対し，それぞれに応じた値を取得するためのメソッドを用意する．接触センサでは，ボタンが押されているかを boolean 型で取得する isPress メソッドを実装する. 色彩センサでは, 反射光を float 型で取得する getLight メソッドと, RGB 値を float 型の配列で取得する getRGB メソッドを実装する．また, RGB の各値を取得する getRed, getGreen, getBlue メソッドも実装する．反響センサでは，物体との距離の相対値を float 型で取得する getDistance メソッドを実装する．

各クラスは，Sensor インタフェースを継承し，getValue メソッドを実装している. getValue メソッドは, センサの値を float 型の配列で受け取る. つまり，もともとの leJOS のライブラリを使用して，センサの値を取得する方法も残している．

4. キャリブレーション用のライブラリ

黒線追跡のライントレースや色彩タイルの判別において，外光の影響を避けて安定的に処理を行うには，色較校正すなわちキャリブレショーンが必要である．今回，RGB 値に対するキャリブレーションのため，RGBCalibration クラスを立てた．コンストラクタの引数 n はキャリブレーションの回数で，引数 color は対象とする色彩センサである．オブジェクト変数として，キャリブレーションの回数 k と，各回の RGB 値を格納する二次元配列 calibrator[][]がある．

メソッド executeCalibration()は, 各回のキャリブレーションとして，RGB 値を読み取り，結果を格納する．メソッド getCalibData(k)は，k 回目の RGB 値を返却する. メソッド getCalibData(k)は, k 回目の RGB 値を EV3 マイコンの LCD 画面に表示する．

① ポートを指定し、センサのインスタンスを作成
② センサのインスタンスからモードを取得
③ モードから float 型の配列でセンサの値を取得
④ float 型の配列から目的の値を取得

図 3 leJOS でのセンサ値の取得の手順

```
EV3TouchSensor touchSensor
      = new EV3TouchSensor(SensorPort.S1);
SensorMode touch = touchSensor.getMode(0);
float value[] = new float[touch.sampleSize()];
touch.fetchSample(value, 0);
float state = value[0];
```

図 4 センサライブラリの利用コード例

```
RGBCalibration rightCalibration
      = new RGBCalibration(3, rightColor);
LCD.drawString("==Right Calibration==", 0, 0);
enterPressWait();
rightCalibration.executeCalibration();
LCD.clear();
```

図 5 キャリブレーションの利用コード例

5. おわりに

応用プログラミングとして，LEGO ロボットの制御とゲーム課題を題材とするグループ演習を提案している．組込制御の基礎，ソフトウェアの開発工程を内容とし，問題解決の手段としてのプログラミングを習得する．新版のキットに対応した規定ロボットを構築し, Java leJOS 環境に移行した．課題を円滑に進めるため，センサを扱うライブラリとキャリブレーションを行うクラスを作成した．教育実践として，大学情報系で四半期の演習を行う．

演習では，RGB によるキャリブレーションでは，うまく動作しないことが多かった．そのため，今後は, 色相と明暗の情報を分離しやすい HSV にも対応する．また，技術解説のオンライン教材の構築や，UML によるモデリング設計の教育支援も検討する．

参考文献

(1) 加藤聡，富永浩之: "LEGO ロボットの制御プログラミングを題材とした問題解決型の応用演習 －ROBOTC による基本制御の練習問題の教材検討と授業実践－", 情処研報, Vol.2011-CE-108, No.3, pp.1-10 (2011).
(2) 中井智己, 辻健人, 富永浩之: " LEGO ロボットの制御プログラミングとゲーム課題の攻略を題材とする Java グループ演習の授業設計", 情報処理学会 第 78 回全国大会, Vol.78, pp.893-894 (2016).
(3) 中井智己, 内山豊, 辻健人, 富永浩之: "LEGO EV3 を制御する leJOS 上のライブラリの構築とゲーム課題のための Java サンプルの提供", ゲーム学会 第 14 回全国大会, Vol.14, pp.27-30 (2016).

アルゴリズム的思考教育を支援するビジュアルプログラミング環境の評価

Evaluation of a Visual Programming Environment to Support Algorithmic Thinking Education

山本　樹[*1], 國宗 永佳[*2] 河野　直[*3]
Tatuski YAMAMOTO[*1], Hisayoshi KUNIMUNE[*2], Nao KONO[*3]
[*1] 尚美学園大学情報表現学科／はこだて未来大学大学院
[*1] Faculty of Informatics for Art, Shobi University/
Graduate School of Systems Information Science, Future University Hakodate
[*2] 信州大学学術研究院工学系
[*2] Institute of Engineering, Shinshu University
[*3] 信州大学大学院理工学系研究科
[*3] Division of Science and Technology, Shinshu University

Email: t_yamamoto@b.shobi-u.ac.jp

あらまし: 著者らは，初学者を対象としたプログラミング教育の中でアルゴリズム的思考法の授業を展開している．この授業では，アルゴリズム的思考教育を支援するために開発されたビジュアルプログラミング環境 AT を利用している．本稿では，2014，2015 年度の授業で AT を利用した授業を実施した後に，アンケートを実施した．本稿ではアンケートの結果を報告する．

キーワード: プログラミング教育，ビジュアルプログラミング環境，アルゴリズム的思考，システム評価

1. はじめに

本稿で述べるアルゴリズム的思考とは，実行したい処理を利用可能な手続きに分解・整理し，アルゴリズムとして成立させる思考法である．尚美学園大学では，2014 年度より情報表現学科 1 年生の必修科目であるプログラミングの授業でアルゴリズム的思考法を用いた教育を行ってきた(1)．アルゴリズム的思考法を教育するにあたり，この教育を支援するビジュアルプログラミング環境(以下, AT) を利用している．AT は授業での支援を第一に考えており，アルゴリズム中で使用可能な要素を教員側から制御する事ができるなど，実際に授業を行う上で教員の助けとなるような機能を多く実装している．2014 年度に AT を運用したが幾つか問題点が見つかったため AT を修正した．また，2015 年度から完成したプログラムを読み，その動作を推測する形式の課題を追加した．本稿では，AT 修正前の 2014 年度授業の履修者と，AT の改修後の 2015 年度の授業の履修者に実施したアンケート調査について報告する．

2. 調査対象の授業概要

対象とした授業は，2014，2015 年度の尚美学園大学情報表現学科 1 年生秋学期の「プログラミング初級演習 I」で，1 回 2 コマ（1 コマ 90 分)の授業，15 回のうち，2〜6 回と 7 回に実施した中間試験で AT を利用している．AT 利用後は，C 言語の授業を行っている．AT の授業が終了した後，この授業の履修者にアンケート調査を実施した．

3. システムの機能概要(4)

AT は，Web アプリケーションとして開発されており，一般的な Web ブラウザ上で動作する．AT の機能には，アルゴリズムを編集するために用いるビジュアルプログラミングエディタと，学生へ提示する課題の作成や公開の制御，提出物の管理や採点などを行う授業支援機能からなる．詳細については参考文献(4)に記載してある．

4. 2014 年度と 2015 年度のシステムの違い

（1）機能の追加

2015 年度か，プログラミングの操作，制御構造の動作の理解概念を促すことを目的に，完成したプログラムを読み, その動作を推測する形式の課題(5)（以下，「トレース課題」と記す）を追加した．

（2）機能の違い(6)

2014 年度に課題であらかじめ雛形として提示したブロックを，学習者が誤って消去することが頻発した．これは,「ブロックを外す」機能と「消去する」機能が同じボタンだったためと考え，同ボタンから「消去」する機能を外した．

（3）ユーザインタフェース

1，トレース課題の追加に伴い，課題の種類が増えたことから，課題提示画面，履修者が作成したアルゴリズムの保存・提出を確認する画面の UI が大きく変更された．

2 , 2014 年は，「実行」,「提出」ボタンが操作部の下部にあったが，授業の中で教授者が実行作業を行うときに不具合が生じたため, 上部にあった「提出」,「保存」ボタンと位置を交換した．

5. アンケート内容と結果

AT の機能と，学習者とプログラミングの関係に

について，アンケート調査を行った．

5.1 アンケートの内容

学生に実施したアンケートのうち，AT の機能についての 26 の設問の中で，2014 年度と 2015 年度で UI を変更した設問（10 問），および，2015 年度に機能追加したトレース課題に関する設問を下記に記す．

A アルゴリズム編集領域
(1) ブロックをはずす ，(2) ブロックの消去
B 操作部
(1) 提出ボタン，(2) 保存ボタン
(3) 実行ボタン，(4) 停止ボタン
C 保存・提出アルゴリズム一覧画面と課題一覧画面について
(1) 課題一覧画面，(2) 保存アアルゴリズム一覧
(3) 提出済みアルゴリズム一覧, (4) 提出物の評価
＜2015 年度のみ＞
D トレース課題について
(1) 変数の値の変化の理解, (2) 分岐の動作の理解
(3) 繰り返しの動作の理解
(4) 正解の表を見ること，(5) 正解の表との比較

また，学習者のプログラミングに対する意識と，AT とプログラミング言語との関連性について調査した．設問を下記に記す．

E プログラミング言語との関連など
(1) プログラミングに対する意識
(2) AT と C 言語の関連性

5.2 アンケート結果と考察

AT で修正した機能について，使いやすさ・分かりやすさを 5 件法で調査した結果を表 1 に示す．

表 1　年度別アンケート結果

	2014（N=158）		2015（N=137）	
	平均点	標準偏差	平均点	標準偏差
A-1	3.33	1.2	3.47	1.16
A-2	3.49	1.12	3.35	1.2
B-1	3.84	1.06	3.78	1.07
B-2	3.87	1.02	3.8	1.05
B-3	3.96	0.92	3.88	0.95
B-4	3.73	1.06	3.69	1.15
C-1	3.32	1.11	3.42	1.02
C-2	3.49	1.02	3.29	1.09
C-3	3.54*	1.00	3.27	1.12
C-4	3.22	1.13	3.13	1.08
F-1	2.93	1.31	3.31*	1.17
F-2	3.68*	1.04	2.31	1.04

$p < 0.01$

AT で修正した機能については，2014 年度の学生の方が 2015 年度に比べて平均点が高い．特に，設問 C に関する平均点が低くなっており，「提出済みアルゴリズム一覧」では 1%水準で有意差がある．しかし，全項目の平均点が，2014 年度 : 3.56，2015 年度 : 3.58 とほぼ同じであったことから，設問 C にある UI を修正する必要があることが明らかになった．

また，プログラミグに対する意識と，AT とプログラミング言語との関連性についての結果を見ると，2014 年度の学生はプログラミングに苦手意識を持つ学生が多い．しかし，「AT は C 言語を学習する上で有用である」と考えている．そこで，プログラミングに対する意識の違い（「得意」と「苦手」の学生）ごとで，両年度の AT の機能に対する評価を確認した．ここでも，両年度共通してプログラミングに苦手意識を持つ学生の方が，AT の機能に対する評価が高い事がわかった． このことから，

2015 年度に追加したトレース課題について，操作，制御構造，変数の値の遷移に関する理解度を 5 件法で調査した結果を表 2 に示す．

表 2 トレース課題に関するアンケート結果

	5 点（人）	4 点（人）	3 点（人）	2 点（人）	1 点（人）	平均	標準偏差
E-1	23	56	40	10	3	3.65	0.93
E-2	21	58	37	12	4	3.61	0.96
E-3	29	53	35	11	4	3.40	1.00
E-4	22	55	42	8	5	3.61	0.96
E-5	27	47	45	8	5	3.63	1.00

全体の平均点が 3.58 であることから，操作や制御構造の理解を促進するには有用であると考えられる．

6. おわりに

ビジュアルプログラミング環境 AT について，アンケート調査を用いて評価を行った．

今後，この結果をもとに，システムの修正や，システムに合った授業方法への改善を行う予定である．

また，追加したトレース課題の理解度について，提出された課題の分析から理解度を確認する必要がある．

参考文献

(1) 山本樹，片桐恭弘，國宗永佳，須藤智 : “文系大学におけるプログラムング初学者に対するビジュアルプログラミング環境を用いた授業の実施と評価”，教育システム情報学会特集論文研究，30(7)，pp.163-170（2016）
(2) 小林慶，國宗永佳，香山瑞恵，新村正明 : “アルゴリズム的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) 湯沢航太，國宗永佳，新村正明 : “プログラムの動作理解を表出する課題形式の提案”, 信学技法, ET2016-2, pp.49-52（2016）
(4) 大浦真暉，國宗永佳，山本樹，新村正明 : “プログラミング学習の導入を支援するビジュアルプログラミング環境の開発と評価”，信学技報，ET2014-51，pp.73-78（2014）

キャリア教育科目における Moodle を活用した相互評価学習方法の改善

Improvement of the Method of Peer Assessment Learning for Undergraduate Career Education Course

桑原 千幸[*1*2]，喜多敏博[*1]，合田美子[*1]，鈴木克明[*1]
Chiyuki KUWAHARA[*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] 京都文教短期大学
[*2] Kyoto Bunkyo Junior College
Email: ckuwahara@po.kbu.ac.jp

あらまし:短期大学の初年次キャリア教育科目において進路選択自己効力を向上させることを目的とした相互評価学習を実施した. 実践後の受講生のアンケート調査から相互評価学習方法とシステムの観点から授業デザインの改善を検討した. 相互評価学習システムの使いやすさについて受講生の 94.3%が肯定的に回答し, 相互評価学習についても肯定的に受け止めていることが分かった. 一方で, 自由記述の分析から, 評価対象者の割当方法，評価入力時間の確保，評価対象選択画面での表示方法，評価入力フォームについてそれぞれ改善の必要性が明らかになった.
キーワード：キャリア教育，Moodle，相互評価学習，授業デザイン

1. はじめに

キャリア教育の目的の一つに，他者との相互作用の中で自己理解を深め，主体的なキャリア形成能力を育成することが挙げられる．筆者らはこれまで，他者とのやり取りを通じて進路選択自己効力を高める方法として短期大学生を対象に Moodle を活用した相互評価学習を実施し，実践前後で進路選択自己効力が有意に向上することを明らかにしてきた [(1)]．そこで本研究では，さらに有用な相互評価学習方法を開発するために，実践後の受講生のアンケート調査を分析し，相互評価学習方法とシステムの観点から授業デザインの改善を検討することを目的とする．

2. 方法

2.1 対象

私立短期大学において，2015 年度前期に 1 年次選択科目として開講されたキャリア教育科目「キャリア形成論」 2 クラスの受講者 58 名を対象とした．

2.2 授業実践の概要

短期大学 1 年次にキャリア意識と進路選択自己効力を高めることを目的として，進路選択課題に関わる相互評価学習を中心とした授業を設計した．進路選択課題は「キャリアプランの作成」であり，現在の自分についての客観的な自己理解をもとに，卒業から 10 年後までの理想的なキャリアプランとその実現方法を考え，プレゼンテーションを作成・発表するという内容である．第 1 回～第 9 回は，キャリアプランの作成に必要となる社会状況についての知識習得や自己理解を目的として，ワークシートを活用した講義を行った．第 10 回～第 15 回で，キャリアプラン作成，成果物の相互評価（1 回目），成果物の改善，発表と相互評価（2 回目）を行った（表 1）．

表 1 相互評価学習の流れ

回	詳細
10	キャリアプランワークシートの作成
11	プレゼンテーションソフトウェアの使用方法を説明後，キャリアプランを作成
12	キャリアプランのファイルを Moodle に提出 評価基準の説明と評価の練習 Moodle 上でファイルを閲覧して相互評価(1) キャリアプランの改善
13-14	キャリアプランのプレゼンテーションと，発表に対する相互評価(2)
15	発表の動画を閲覧して自己評価を入力する 自己評価と他者評価の比較

2.3 相互評価学習の方法

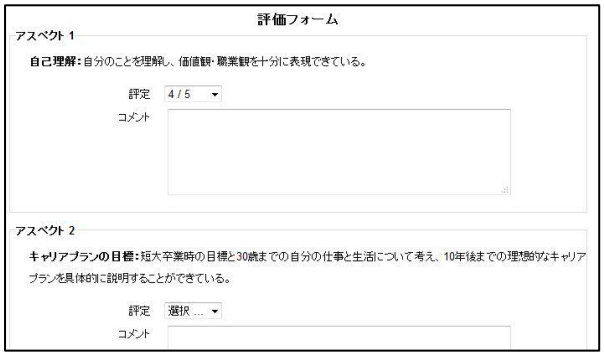
授業全体で Moodle の課題モジュールや投票モジュールを利用しており，受講生が基本的な操作に慣れていることから，相互評価学習システムとして Moodle ワークショップモジュールを採用した．

評価対象の割当について，モジュールにはランダム割当機能があるが，本実践では発表時にプレゼンテーションを実際に見ながら評価入力を行うため，評価対象者が連続しないこと，評価活動が自身の発表の妨げにならないことに留意し，教員があらかじめ発表順をもとに適切に評価活動を行えるように，評価者 1 人につき評価対象者 5 人を割り当てた．互いに評価を行うようなグループの形成，評価対象者から評価を受けることによる「お互いさま効果」[(2)] 等の考慮はしなかった．評価対象画面上ではクラス全員を一覧表示させ，受講生は割当表をもとに自身の評価対象者を探してクリックする方法を採った．なお，学習者は，第 12 回～14 回で同一の評価対象者に対して評価を行うため，成果物の改善過程を把

握して評価が可能である．

評価基準として，「自己理解」「キャリアプランの目標」「キャリアプラン実現のためにするべきこと，将来への意欲」「スライドの表現」「言語コミュニケーション」の 6 項目について，5 段階のルーブリックをあらかじめ学習者に提示した．Moodle ワークショップモジュールでの評定方法は「累積評価」とし，6 項目をそれぞれ 5 点で評価する方式とした．評価入力画面のキャプチャを図 1 に示す．アスペクト（評価項目）毎にコンボボックスで点数を選択し，コメントを入力できるようになっている．コメントについては，入力時間に制約があるため，アスペクト毎ではなく 1 カ所にまとめて入力するように指示した．コメントの内容については，「よくできているところを積極的にほめる」と同時に，「ここをもう少しこうしたら良いというアドバイス」もするように促した．

図 1 評価入力画面



2.4 調査方法

第 15 回に Google フォームで調査を行い，有効回答数は 53 件であった．自由記述テキストについて，MaxQDA12 を用いて，コードを付与しカテゴライズを行った．質問項目は「相互評価学習システムは使いやすかったか（5 件法）」「相互評価学習のやり方やシステムについて，評価する・される人数や画面の使い方など，感想や要望を自由に述べてください（任意の自由記述）」である．

3. 結果

3.1 相互評価学習システムの使いやすさ

「とても使いやすかった」26 名，「まあまあ使いやすかった」24 名，「どちらともいえない」3 名であり，94.3%が肯定的に回答をした．

3.2 相互評価学習の方法・システムについて

相互評価学習方法やシステムに関する感想や要望の自由記述テキストをコーディングし，カテゴライズしたコードシステムの分析結果を図 2 に示す．

相互評価学習そのものに関する記述は 9 件あり，他者から評価を受けることへの肯定的意見が 6 件，他者を評価することへの肯定的意見が 1 件あった．他に，匿名評価への肯定が 1 件，評価をすること自体への肯定が 1 件であった．

相互評価学習方法については 15 件の記述があった．学習方法について，「発表中にたくさんのコメントをするのは，どっちかがおろそかになってしまうので，すべて聞き終わってから感想を書きたい」「評価をする人が詰まっていたので少し大変でした」といった意見があった．また，評価人数については，11 件すべてが評価する・される人数として適切であるという記述であった．

相互評価学習システムに関する記述は，肯定的評価が 18 件，否定的評価が 6 件であった．肯定的評価では「使いやすかった」「紙とは違った便利さがあった」「簡単に相互評価ができる」といった意見があった．一方で，否定的意見のうち 3 件が評価対象選択画面に関するものであった．他には，コンボボックスよりもラジオボタン形式の方が評価しやすい，アスペクト毎にコメント欄があるのが煩雑，改善点を書く場所がほしい，といった意見が得られた．

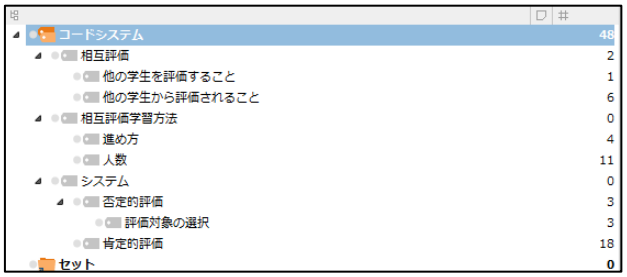


図 2 コードシステムの結果

4. 考察

相互評価学習について受講生は肯定的に受け止めており，システムの使いやすさについても 94.3%が肯定的回答をしていることが明らかになった．一方で，自由記述からは，プレゼンテーションを聴きながら評価を入力する慌ただしさ，評価対象の連続についての不満がみられた．相互評価学習の進め方については，評価対象者の割当方法の見直し，プレゼンテーション聴講後に評価入力時間を設けるといった改善策が考えられる．また，相互評価学習システムについては，評価対象割当表示と，評価入力・コメント入力への改善要望が複数件見られたため，評価対象選択画面での表示方法と，評価入力フォームについて Moodle のモジュールのカスタマイズの可能性を検討していきたい．今後は，相互評価学習方法とシステムの両面から授業デザインの見直しを行い，より有用な相互評価学習モデルを検討していきたいと考える．

参考文献

(1) 桑原千幸，喜多敏博，合田美子，根本淳子，鈴木克明:“初年次キャリア教育科目における相互評価学習の実践と進路選択自己効力の向上”，日本教育工学会論文誌，第 38 巻，第 2 号, pp.79-89 （2014）

(2) 藤原康宏，大西仁，加藤浩:“公平な相互評価のための評価支援システムの開発と評価 : 学習成果物を相互評価する場合に評価者の選択で生じる「お互い様効果」”，日本教育工学会論文誌，第 31 巻，第 2 号，pp.125-134（2007）

大学院における技術者倫理教育の実践事例（続報）

Engineering ethics education for graduate students majoring Computer Science (revisited)

中西　通雄
Michio NAKANISHI
大阪工業大学情報科学部
Faculty of Information Science and Technology, Osaka Institute of Technology
Email: naka@is.oit.ac.jp

あらまし：情報系大学院における技術者倫理教育の授業内容には、著作権、特許、個人情報、プライバシー、情報セキュリティも含むことが多い。筆者は、これらの個別の事例を検討するための基礎知識を最初に学ぶことがよいと考えている。この基礎知識としては、専門職としての技術者像、職能集団における倫理綱領、組織風土の影響、内部告発、告発者を守る法などが挙げられる。本稿では、これらの要素を有機的に結び付け、学習者がその結びつきを理解できるように、授業中の討議、数百字程度の課題、予習課題などを組み合わせて、LMS も利用した 90 分×5 回の授業方法について報告する。
キーワード：**技術者倫理教育、企業風土、内部告発、倫理綱領**

1. はじめに

情報系の学部・研究科におけるテーマとしては、知的財産権（著作権、特許等）、個人情報、プライバシー、情報セキュリティなどが挙げられる。筆者が文献(3)で述べたように、大学生に対する教育では、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、学生の成長過程に応じて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う、さらに大学院では「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)]。つまり、育成ステージで積み上げてきた技術者倫理意識は時間の経過とともに低下するので、大学院においても繰り返しとりあげるのがよいのである[(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)]。

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」における実践内容を紹介する。同様の内容はこれまでに(3)(5)で紹介してきたが、その後の内容の変更や 2016 年度の実践結果を含めた最新の報告である。

2. 技術者倫理科目の受講経験

大阪大学の工学部や基礎工学部では、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。また 2～3 年生に「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場合もある。今年度の受講学生に質問したところ、次のとおりであった。有効回答者数 70（括弧内は 2014 年の調査。有効回答者数 66）。

・2 単位の学部専門科目を履修した：
　46 人・66%（37 人・56%）
・学部科目の中で、90 分×２回以上技術者倫理・工学倫理の内容を受講した：
　2 人・3%（7 人・11%）
・学部科目の中で 90 分×1 回程度あった：
　3 人・4%（7 人・11%）
・履修したことはない：
　19 人・27%（15 人・23%）

学部専門科目で学習した学生比率を見る限り 2 年前と比べると 10%上昇しているが、履修したことがないとの回答も増えており、学部での技術者倫理教育の受講状況にはあまり変化はなさそうである。

3. 授業内容と受講生の評価

「情報技術と倫理」の第 1 回では、情報技術に関連する倫理的問題の事例を受講生に挙げさせている。第 2 回から第 6 回の 5 週分が筆者の担当であり、内容は後述する。第 7 回以降は各回をそれぞれ一人の教員が担当するオムニバス形式であり、各教員の専門分野における倫理的問題を取り上げている。授業内容には、集積システム設計と知的所有権、製造物責任、内部統制、ヒューマンエラー、営業秘密、プライバシー保護、失敗学などを含む。

大学院科目なので前述のように学部からの積み上げをベースとしたいが、学部で履修していない学生も 3 割ほどいることから、筆者の担当した 5 週分の授業では、専門分野にとらわれずに基礎的な内容としている。毎年、少しずつ内容を変化させており、表 1 に示すとおり 2016 年 4 月に起きた２つの事件も授業に取り入れた。特に内部告発を中心として、倫理綱領および公益通報者保護法と関づけて構成しているが、「内部告発は最後の手段であり、そうしなくてもよいような組織風土づくり、組織内で議論を行いやすくすることが必要である[(4)]。」いう基本線で

表 1. 2016 年度の筆者担当分の授業内容

週	授業内容	宿題
1	1)　なぜ技術者倫理を学ぶのか ABET、JABEE、Seoul Accord、技術士、 2)　三菱自動車のリコール隠し事件 基礎資料 2 ページ配布[3]、ワークシート作成	どのような**企業風土**であったかを述べ、その改善策を 300 字以内で記載せよ。
2	1)　宿題に対する講評 宿題の主な意見を紹介 2)　三菱自動車の燃費不正問題 3)　「技術者の自律」DVD　25 分 4)　グループ討論：三菱自動車の**企業風土**とは？その改善策は？	1)　学会の**倫理綱領**や企業などの**行動規範**で、組織外へ内部告発するように記載しているものがあるか調べよ。 2)　ソーラーブラインドのビデオを見ておく。
3	1)　宿題の講評：日本化学会・日本原子力学会・日本機械学会・電気学会の**倫理綱領**、ACM・IEEE の **Code of Ethics** 2)　ボジョレー氏の証言、**内部告発**、ディジョージの要件 3)　7 ステップガイドを紹介 4)　グループ討議：7 ステップガイドをソーラーブラインドの事例に適用してワークシート作成する	将来職業についたときに、特に技術者として守るべきと思われる**法律**を 3 つ、理由を添えて挙げよ。
4	1)　宿題の講評：公益通報者保護法で対象とする**法律群** 2)　公益通報者保護法の紹介 3)　東亜建設工業の滑走路工事データ改ざん問題 4)　グループ討議：①東亜建設工業の社員・監査役だったらどう行動するか、②倫理綱領に合致しない行為が行われてしまったときに解決に導くには？	信頼できる**内部通報窓口**はどのような要件を満たすべきか。また実組織の通報窓口についての説明を調べよ。
5	1)　宿題の講評：公益通報者保護法の**問題点**および改善検討の動き 2)　日本学術会議の声明「科学者の行動規範について」 3)　グループ討議：研究者倫理（オーサーシップ）についての仮想事例を、ワールドカフェ方式でグループ討議後、残り時間の関係で半数のグループに 1 分間プレゼンしてもらった。	以下の項目について述べよ。 1)　ワールドカフェ方式の討論の感想 2)　大学院での「研究倫理の教育」をどのような内容で実施すべきか 3)　授業の感想

扱っている。従来はスペースシャトル・チャレンジャー号爆発事件も 2 週にわたって取り上げて、内部告発や、経営者の帽子をかぶるという見方にとどまらず、「技術的逸脱の状態化」にも触れてきたが、学生にとっては過去の事件であり、興味が湧かないようなので、2016 年度には思い切って縮小した。

また、教員からの一方的な講義は減らして、実際の事例や仮想事例をとりあげて、グループ討議をすることで、学生の理解度・倫理意識が高まるようにしている。昨年度までは学生番号順に 5～6 名でグループを編成したが、2016 年度には異なる専攻の学生同士で議論するように編成した。これは学生に好評であったが、3 週ほどすると「色々な考えの人と議論したいので毎週編成を変えてほしい」という要望も出されるようになった。来年度の課題である。

また、最終週には研究者倫理を取り上げた。オーサーシップに関する仮想事例について模造紙に自由に書いて議論させたワールドカフェは好評であった。昨年度までの反省点も生かして、2016 年度は最後に A4 版用紙にキーフレーズを 3 つ程度まとめたものをオーバヘッドカメラで投影して発表させた。模造紙のサイズが大きすぎるという意見も見受けられた。

宿題はすべて大阪大学学務情報システム Koan のアンケート機能を利用して、テキストベースで意見を書いてもらった。提出された意見は CSV 形式で取り出せるので、内容にコメントを付けて、あるいは着目した記述に黄色マーカで示すなどして（これは教員にとってかなりの時間を要したが）、個人名や学生番号などを除いて、翌週の授業時には授業支援システム（ベースは Blackboard 9）上に授業資料とともに開示した。1 つの設問に対して 300 字であっても 80 人分になるとかなりの分量になるが、「他のグループの議論結果や個人の課題の解答が見られたことも，様々な考え方を知る上で良かった」というコメントもあり、結構見てくれている受講生もいたようである。

5 週間で 4 回のグループ討議を実施したが、学生からは、「討議や発表の時間がもう少し必要」という意見が数多くあり、扱う事例を減らすなどしてさらに改善する必要がある。また、倫理綱領を調べさせる課題や、研究者倫理に関する仮想事例は、大学院生を対象とするこの授業で適切という声が多かった。大学院生に対する研究者倫理教育をどのような形で実施すればよいかというアンケートでは、事例をグループ討議するという意見がほとんどであり、現状の授業方法が支持されていたと言える。

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)　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（2010）
(4)　中村収三：“技術者による実践的工学倫理第 3 版”，化学同人，東京（2013）
(5)　中西通雄：“大学院における技術者倫理教育の実践事例”、教育システム情報学会全国大会（2014）

e ラーニングを活用したがん看護実践能力向上のための教材設計 —臨床応用を目的とした事例演習中心の独習型教材—

Design of learning materials for practice nurses in cancer nursing using e-learning —Self-learning using case practice for clinical application—

菊内由貴[*1*2], 中野裕司[*2], 鈴木克明[*2], 平岡斉士[*2]
Yuki KIKUUCHI[*1*2], Hiroshi NAKANO[*1], Katsuaki SUZUKI[*1], Naoshi HIRAOKA[*1]

[*1] 独立行政法人国立病院機構　四国がんセンター
[*1]NHO Shikoku Cancer Center
[*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: universe16president@gmail.com

あらまし：平成 18 年のがん対策基本法施行に伴い、がん看護の質向上を目指して行われている「がん看護実践に強い看護師育成研修（厚生労働省）」は、研修期間がおよそ 40 日間程度と長期間であるため研修受講者および研修運営者ともに臨床現場からの人材喪失という負担が大きく、全国的に継続困難な状況に陥っている。本稿では、がん看護の質向上を目指して行われている現状の研修について、インストラクショナルデザイン（ID, 教育設計）の観点から課題を明確化し、教材の再設計を行った。本教材は、学習課題の特性を踏まえて、e ラーニングを活用しながら独習と対面学習とをブレンドし、臨床現場での事例に基づいて設計されていることにより、現場の臨床応用能力を向上させるとともに、長期間の研修拘束による人材喪失を防ぐことに貢献するものである。
キーワード：**がん看護**，　**臨床実践家**教育，　インストラクショナルデザイン，e ラーニング

1.　はじめに

平成 18 年のがん対策基本法施行に伴い、がん医療の質向上および均てん化のための医療従事者育成の必要性が示され、看護領域では「がん看護実践に強い看護師育成研修（厚生労働省）」が全国で取組まれた[1]。しかし研修が 40 日間と長期にわたるため、研修生側、研修運営側ともに、臨床現場からの人材喪失という負担が大きく、継続困難ンな状況に陥っている。本稿では、インストラクショナルデザイン（以下 ID とする）の観点から従来版のがん看護実践に強い看護師育成研修の課題を明確化し、e ラーニングを活用し独習と対面学習をブレンドしたがん看護実践における臨床応用を目的とした教材を提案する。

2. 従来版研修の全体像

本研究では、この従来版研修を参考にしながら、ID の視点から効果・効率的ながん看護研修を再設計する。従来版研修のモデルである日本がん看護学会の研修案[2]を以下に示す。

2.1 研修目的

がん看護に従事する看護師を対象に、実務研修を実施し、約 40 日間の研修をとおして、がん看護実践の核となる臨床実践能力の向上を図る。

2.2 研修目標

①がん治療に伴う主な副作用、合併症に対する適切な看護援助ができる
②がん告知や治療経過で体験する患者・家族の危機状態に応じた精神的支援ができる
③がんの進行に伴う苦痛に対する適切なアセスメントと症状コントロールが実施できる
④がんとの共生を支えるためのがん患者教育が実施できる
⑤がん患者及び家族が円滑に療養の場を移行するための、情報提供や相談、連携や協働ができる
⑥がん患者及び家族に関わる倫理的ジレンマへの対処ができる

2.3 研修項目

研修項目は、『講義・演習』『見学実習』『病棟実習』で構成され、修了 2 か月後にフォローアップ研修が設置されている。

2.4 研修評価

26 項目の研修下位目標を研修前、中間、研修後の 3 地点に 7 段階（1 できない～7 よくできる）の自己評価を行う。提出レポートの採点はない。

3. ID に基づく課題の明確化と改訂版の設計

3.1　課題の明確化

ID の５つの視点から従来版研修の課題を明確化するために、鈴木の『教育・研修の ID チェックリスト（以下、「チェックリスト」とする）』を使用した[3]。

は、従来版研修では出口・入口・構造・方略・環境の５つの視点すべてにおける課題が明確になった。この結果は､第 40 回教育システム情報学会で報告した[4]。

3.2 課題に基づく改訂ポイント

課題に基づく再設計のポイントは、７点である。
①独学を支援するしくみの導入
②学習者自身が学習を計画・管理できるしくみの導入
③知識習得→事例演習→臨床応用の 3 ステップの導入
④学習者の知識・経験の差の是正のための事前学習の導入
⑤学習者同士の相互作用を促進さえるしくみの導入
⑥学習目標の細分化と科目対応の明確化
⑦目標達成を確認する合格基準の導入

4. 改訂版教材の設計

4.1　e ラーニングの活用

明確化された課題に基づき、e ラーニングを活用した改訂版教材を設計した。改訂版では、学習管理システム（LMS）として Web 上で提供されている Moodle Cloud サービスを利用し､従来版の一部についてコンテンツの設置を行った。

【教材サイト】
https://specialreserch.moodlecloud.com/login/index.php
ID：user　PW：user

4.2　従来版と改訂版の対比

改善ポイントを踏まえた従来版と改訂版の対比を表１に示す。

表１　改善ポイントを踏まえた従来版と改訂版の対比

項目	従来版	改訂版
研修形式	・40日間の対面研修	・オンラインによる独習
学習目標	・６目的、26の目標	・172の評価可能なレベルの目標 ・言語情報、知的技能別に設定
目標と科目の整合	・明示無し	・学習目標に基づいた科目設定
目標到達基準	・所定の出席日数 ・記録物を提出	・学習目標毎のテストの合格 ・レポート採点基準の合格
学習者の経験の差を埋める工夫	・設定なし	・事例演習前のテスト合格
学習者が学習内容を選択の可否	・設定なし	・６学習テーマから選択可能
研修参加への自主性/自律性の程度	・参加すれば修了可能	・自分で学習課題の取組が必要
目標達成に向けた段階学習	・設定なし	・学習目標細分化によるスモールステップ ・知識習得→事例演習→臨床応用の3ステップで学習可能
学習者同士の相互作用効果	・自然発生に依存	・学習者相互コメントを設置
教師の必要性	・40日間全日程に必要	・臨床応用のみ評価に必要。 ・その他はメンテナンスのみ必要
教師による格差	・講義内容や実習指導が教師に依存	・学習内容や方法が設計

5. エキスパートレビューによる改善

5.1　エキスパートレビュー

改訂版教材の妥当性を確認するために、ID の専門家３名、がん看護の専門家３名、上長１ 名の計７名によるエキスパートレビューを実施した。

5.2　エキスパートレビュー結果に基づく改善

レビュー結果に基づく改訂版 Ver.2 の主な改善点を表２に示す。

表２　エキスパートレビュー結果に基づく主な改善点

項目	改訂版 Ver.1	レビュー結果	改訂版 Ver.2
対面研修	・無	・学習意欲維持に有用 ・対面参加が困難な場合の対応	・適宜設置 ・選択可能箇所の設置
ステップ順序	・知識→事例→応用	・学習不足の確認をしながらステップ活用	・どのステップからでも受講可能
moodle 操作説明	・オンラインのみ	・ｅラーニング不得手者の脱落防止の工夫	・対面オリエンテーション科目の設置 ・対面/オンラインの選択可能
教師	・原則不要 ・最終評価のみ要	・臨床指導者不在の不安	・事例演習での合格基準強化

6. まとめ

ID の観点から、従来版のがん看護研修の課題を明確化し、e ラーニングを活用した教材の再設計を行った。改訂版教材では、知識習得→事例演習→臨床応用の３ステップで構成され、e ラーニングを活用した独習型教材として設計された。さらに、エキスパートレビュー結果に基づき e ラーニング教材やディスカッション部分に対する不安等に対応できるよう、選択式の対面学習をブレンドできるよう改善を加え、学習者の環境やニーズ等、個別性に対応する設計へと改善された。がん看護実践能力の向上における e ラーニング教材の活用は、長期間の対面研修で生じる臨床現場からの人材喪失による看護の質低下を防ぐことができる。また、LMS のテスト機能により、既知の学習内容を省き、学習者にとって本当に必要な学習課題の厳選が可能である。さらに、臨床応用において適宜教師のコーチングを利用しながら臨床実践に取り組めることにより、OJT を通じた実践現場の質向上に貢献できる。

以上より、臨床実践家に対する e ラーニングを活用した教材の活用は、異なる知識や経験を有するがん看護教育において、学習者個々の学習ニーズに応じた学習時間および学習内容の厳選ができることによって､学習の効果･効率に貢献することができる。

参考文献

[1] がん医療水準均てん化の推進に向けた看護職員資質向上対策事業　参考資料　（accessed May.1.2016）
http://www.wam.go.jp/wamappl/bb11gs20.nsf/0/83024fb6dabd9f9d49257845001e0e93/$FILE/20110225_3sankoushiryou1.pdf

[2] 一般社団法人日本がん看護学会 HP,　がん看護実践に強い看護師育成プログラム,　（accessed May.1.2016）
http://jscn.or.jp/program/index.html

[3] 鈴木克明(2008)「インストラクショナルデザインの基礎とは何か:科学的な教え方へのお誘い」『消防研修』(特集: 教育・研修技法)第 84 号(2008 年 9 月)52-68

対面授業のｅラーニング化―科目担当教員への支援のポイント―

Conversion from lecture to e-learning course : Points of SME support

竹岡 篤永
高知大学 大学教育創造センター
Atsue TAKEOKA
Center for Higher Education Development, Kochi University
Email: atakeoka@kochi-u.ac.jp

あらまし：大学間連携による学びの強化を背景に、ｅラーニング授業のイメージを共有し、普及させるためのパイロット授業の設計に取り組み、次の３つを支援した。（１）受講者の振る舞いについてのイメージづくり（２）すべての授業が事前収録となることへの理解（３）受講者の振る舞いを織り込んだ進行についての案づくり。特にｅラーニング授業においての受講者の振る舞いに焦点をあてた支援が必要になるという示唆が得られた。

キーワード：ｅラーニング、授業設計、設計支援、インストラクショナルデザイナー

1. はじめに

講義形式の授業経験のみを持つ教員がｅラーニングなど別の形態の授業を行うには、何らかのきっかけが必要となる。本学ではある学科において、大学間連携による学びの強化を目指しており、実施方法としてフルｅラーニングの採用を考えている。大学間で授業時刻を合わせたり、教員・学生が他大学に出向くなどのコストが不要となるためである。このようにして授業のｅラーニング化のきっかけが作り出された。このような中、参照可能なｅラーニングの事例[(1)]は多く見られるようになってきているが、実際にｅラーニングがどのようなものであるか、また、どのような支援が受けられるかについては、十分にイメージが共有されていない状態にある。そこで、このプログラムを主導する教員が、まず自分の対面授業をフルｅラーニング化し、パイロット授業とすることになった。

本稿は、大学間連携による学びの強化を背景にしたある対面授業のｅラーニング化事例をもとに、インストラクショナルデザイナーの立場から、ｅラーニングが初めての教員に対する支援のポイント整理を試みた。

2. 対面授業の調査

2.1 授業の概要と教員のｅラーニングイメージ

パイロットとなる授業は、農学部２年生を対象の必修専門科目で、海洋生態系の基礎を学ぶ。授業は教員１人が担当し、全 15 回の講義と期末試験で構成されている。受講者は約 60 人である。

教員は、フルｅラーニング授業について体験的な受講経験があり、ビデオ視聴後のテストによって学習量が十分に確保されると認識していた。また、講義収録によってｅラーニングコンテンツができるという漠然としたイメージを持っていた。

2.2 調査の概要

対面授業の全 15 回うち 7 回を見学した。５回分については、教員の指示、板書内容などを時刻とともにノートに記録した。以下に、２回目講義の冒頭部分を例として示す。

14:50　出席確認
14:54　小テストの解説
14:58　講義スタート（板書による内容説明）
15:04　板書内容を記録させる時間を取る（20 秒程度の沈黙）（板書による内容説明）
15:09　「ここまでをまず書いてください」（20 秒程度の沈黙）
※ 開始時刻や沈黙の秒数はおおよそのものである。また、板書内容も記録したがここでは割愛する。

2.3 授業の特徴

授業はおおよそ次のように進められた。第１回に配られた図表を適宜参照しつつ、図や重要点を板書しながら解説が行われる。講義終了後、その回の内容を問う記述式小テストを、学習支援システム（ｅラーニングシステムとは別）を通じて出題。受講者は次回講義までの指定日時までに、同システム上に解答を提出。教員は提出された解答を採点し、次回講義の冒頭で解説し、その回の講義内容に入る。

本授業には、受講者へ指示する発言が多く見られた。例えば、「Fig1 を見てください」「書けたら僕の顔を見てください」などである。また、教員は自らの行動を通じても、受講者へ指示を与えていた。例えば、＜板書内容を記録するように促し、そのための時間を 20 秒程度確保する＞＜板書内容を記録する時間を確実にするため 30 秒程度をかけてゆっくり消す＞などである。つまり本授業は、教員が受講者の行動や授業時間の流れをコントロールする知識伝達型の授業と言えるだろう。

3.　ｅラーニング授業のデザイン

3.1 講義収録についての提案

教員は当初、対面講義を収録し、それをコンテンツとしようと考えていた。しかし、対面授業には時間の流れなどをコントロールする部分が多く含まれていたため、ビデオコンテンツには馴染まないと考えられた。そこで、講義だけの別収録を提案した。

提案の理由として、ビデオ視聴者は早送りなどができるため、考えさせたり、板書させたりの時間までを教員がコントロールできるわけではないこと、また、ビデオを見ている受講者は 20 秒、30 秒の沈黙時間を退屈だと感じるだろうことなどを説明した。教員は、受講者がどう振る舞うかについてなかなかイメージができないようであったが、観察結果を交えながら何度か説明を行い、いわゆるスタジオ収録によるビデオ作成で合意できた。

3.2 各回授業デザインについての提案

本授業の各回の冒頭は、前回の小テストの解説から始まる。教員はこの小テストの採点結果などを前回の復習や今回の授業の解説に役立てることができる。つまり、補足説明が可能となっている。しかし、ｅラーニング化にあたっては、すべての講義を事前に収録するため、小テストの結果を次回の授業に役立てることはできない。つまり、受講者が補足説明に頼ることなく、毎回の授業内容の理解を自ら確認する仕組みなどを組み入れる必要がある。

そこでまず、１回の授業内容を数回に分けることを提案した。これは小さな単位で学習を進めることができるようにするためである。その上で、小さく区切ったパート毎に自動採点の確認テストを設けることを提案した。確認のためのテストという考えは、教員にも体験があり、すぐに受け入れられた。

対面授業１回分とｅラーニング授業１回分のイメージを図１に示す。

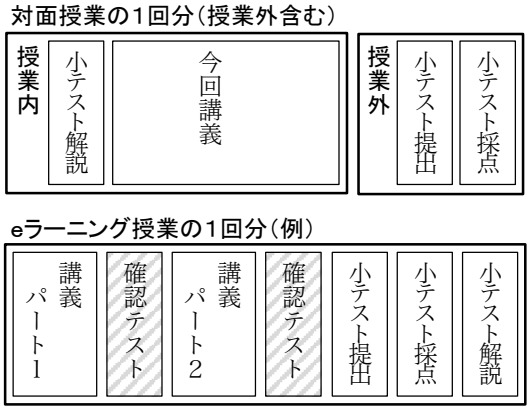


図 1 対面授業１回分／ｅラーニング授業１回分
（網掛けは新設した部分）

3.3 授業進行のデザインの設計

各回の進行デザイン、および、全体の進行に関しては、筆者が案を作成し、教員に説明を行った。

各回の進行は次のようにした。確認テストは受講者が自らの理解を確認するものであるため、何回でも受験できるようにした。すべての確認テストが満点であったときのみ、小テストへ進めるが、その回の中でならいつでも受験できるようにした。受講者にできるだけ選択の自由を持たせるためである。しかし、小テストは対面授業に倣い、締切日時を設け、１回のみの受験とした。

全体の進行については次のようにした。15 回の授業を大きく３つに区切り（ブロック）、ブロック内での進行は自由にできるようにした。ただし、順番通りの受講を確保するため、小テスト提出後にのみ次回へ進める。小テストは記述式であり、教員の手動採点が必要であるが、採点結果によって次へ進むのでなく、提出を自己申告することによって進めるようにした。また、なんらかの都合で小テストが提出できなかった場合でも、その場合小テストは零点となるが、自己申告によって次の回へ進むことができる。つまりこれによって、先に進みたい受講者へも、進行が遅れた受講者へも対応ができる。

また、教員も受講者も早めにｅラーニング操作等への疑問が解消できるよう１回目の締切を早めに設定した。その後は２回毎に締切を設定した。これにより、規則正しい学習を作り出すと同時に、少しの遅れならば簡単に取り戻すことができるようにした。

4.　まとめ

大学間連携による学びの強化を背景に、ｅラーニング授業のイメージを共有し、普及させるためのパイロット授業の設計支援に取り組んだ。対面授業の経験のみを持つ教員は、ｅラーニング授業における受講者の振る舞いについてイメージが特に持ちにくかったため、対面授業例と比較しながらの詳細な説明が必要であった。次に、すべての授業を事前収録とするため、前回の結果を次回にいかすことが難しいことへの理解も必要であった。３つめとして、ｅラーニングの授業進行は、インストラクショナルデザイナー側での案作りが必要であった。全体として、特に受講者の振る舞いに視点をあてた支援が必要であることが示唆された。

今後は、受講ログなどの調査を通じて、教育効果面での検証支援も行いたい。

参考文献

(1) 大学ｅラーニング協議会・日本リメディアル学会 (監修) : 大学におけるｅラーニング活用実践集，ナカニシヤ出版 (2016)

教材設計企画書の点検効率化のためのチェックリストの開発
－評価方法の見直しとチェック項目の再設計－

The Development of Checklist for Instructional Design Proposal
- Review of the Evaluation Method and Redesign of the Check Items to Improve Inspection Efficiency -

平岡 斉士，鈴木 克明
Naoshi HIRAOKA, Katsuaki SUZUKI
熊本大学大学院教授システム学専攻
Graduate School of Instructional Systems, Kumamoto University
Email: naoshi@kumamoto-u.ac.jp

あらまし：教授設計を学ぶ科目の提出課題の点検効率化を主目的としてチェックリストの開発を試みた．現行のチェック項目の過不足を検討・修正したのち，各チェック項目に対する評価方法を改めた．さらにチェック対象の特性に合わせてチェック項目の分割や統合を行った. 設計したチェックリストを実際に活用しながら改善を行い，科目全体を網羅する点検効率化のためのチェックリストの開発に繋げる．
キーワード：教材設計，チェックリスト，フィードバックの効率化

1. はじめに

独学用教材設計を通じて教授設計を学ぶ科目（インストラクショナルデザインⅠ，以下 ID1 と略す）の提出課題の点検の効率化を目的として，現行のチェックリストを大幅に見直すことでチェックリストの開発を試みた．本稿では 3 つある課題の 1 つである「教材企画書・前提テスト・事前/事後テスト・アンケート（課題 1）」のチェックリストの改善案と 3 つの課題を網羅するチェックリストの開発のための今後の改善プロセスを述べる．

2. ID1 の概要と現状の問題

2.1 ID1 の概要

ID1 は独学用教材の作成を通じて教授設計スキルを修得することを学習目標としたフル e ラーニングの科目である．設計する教材のテーマは学習者が自由に選択できる．例えば，コーヒーの淹れ方，ビジネス文書の書き方, PC の操作方法, 心音の聴診方法, ワインの飲み方など多種多様である．したがって提出される課題の内容も多種多様である．

ID1 では 15 回の授業の中で 3 回の課題提出を行う．課題 1 は教材設計企画書・前提テスト・事前/事後テスト・アンケート，課題 2 は指導方略表・課題分析図・教材のサンプル，課題 3 は完成した教材・形成的評価の道具・教材設計報告書であり，各課題に合格しないと次の課題の提出はできない．課題に対しては教員から問題点の指摘と改善のためのアドバイスがなされる．課題が合格基準に達成していない場合は「合格の条件」とアドバイスとともに再提出が課せられる．

2.2 現状の問題点と解決の方針

学習者側の問題

課題 1 のためのチェックリスト[(1)]（以下，現行チェックリスト）は存在し，学習者自身あるいは学習者間で課題 1 をチェックするために活用されている．しかしながら，提出された課題にはチェックされたはずの問題点が頻出している．すなわち現行チェックリストではカバーできない部分があることや学習者が使いこなせない可能性がある．そこでチェックリストを改善することで，自己あるいは相互チェックの結果の妥当性が高まり，点検が効率化される．

教員側の問題

多様なテーマで作成される教材企画書に対して，機械的な添削や採点ではなく，問題点の指摘と改善のためのアドバイスを中心にしたフィードバックを行っている．課題 1 に対する教員からのフィードバックは平均 2302 字(述べ 37 人分から算出)であり，教員 2 名がフィードバック 1 つを作成するための合計作業時間は 1－3 時間程度になる. 効率化のためには，問題点とアドバイスの関連性を明確にし，過去のアドバイスの流用をシステマチックにできるようにすることが考えられるが，そのためにはチェックリストによる問題点の整理が有効である．

科目全体に関わる問題

現在は 3 つの課題のうち，課題 1 用のチェックリスト（主に学習者用）のみしか存在していない．3 つの課題全てのチェックリストを同じ基準で作成することで，課題 1 から課題 2, 3 への教材の改善の推移のチェックが可能になり，改善プロセスを定量的に検討することができる．前の課題との比較をすることで，あらかじめチェックすべき項目を予測することも可能となるため，点検の効率化に繋がる．

解決の方針

まずは現行チェックリストを改善する形で，課題 1 用のチェックリスト設計を行い，実際に活用しながら改善する．

3. 課題 1 用のチェックリストの設計

3.1 現行チェックリストの問題点と改善

現行チェックリストの評価方法は「OK/NG/NA」で統一されているが，項目によってこの評価方法が不適切な場合がある．例えば「学習目標があるか」ならば「ある・なし」，「学習目標の分類は適切か」ならば「OK/NG」，「運動技能のチェック方法は適切か」ならば「OK/NG/NA（運動技能を学習目標にしていない場合は NA）」がそれぞれ明確な問い方である．そこでチェック項目を「項目の有無」「必須項目の妥当性」「非必須項目の妥当性」の 3 種類で分類し，分類ごとに評価方法を「ある・なし」「OK/NG」「OK/NG/NA」にした．そうすることで「ない」「NG」「NA」の違いが明確になり，より適切なチェックが可能となる．

また設計全体に関わる「教材企画書」とその具体物である「前提テスト・事前/事後テスト・アンケート」は一貫性の確認のために個別チェックをするべきだが，現行チェックリストでは個別チェックができなかった．そこでチェックリストを「教材企画書」用と「前提テスト・事前/事後テスト・アンケート」用の 2 つに分割し，再構成した．

さらに現行チェックリストでは，事前テストと事後テストを個別にチェックする構成になっていたが，事前・事後テストはその特性上，同時にチェックするほうが適切であるため，事前テストと事後テストのチェック項目を統合した．

4. チェックリストの今後の改善プロセス

作成したチェックリストが表１と表２である（以下，新チェックリスト）．今後，筆者らによる課題へのフィードバック作成時に新チェックリストを使用しながらチェック項目の妥当性や過不足をチェックし，適宜修正する．

筆者らによる新チェックリストの改善検討が完了した後，学習者へ公開し，提出課題の問題点の指摘箇所等が，新チェックリストを使用する以前と比べて改善されていることを確認する．併せて学習者に自己チェック・相互チェックに使用してもらい，使い勝手などについての形成的評価を行い，改善する．

課題１に対するチェックリストの改善と平行して，課題２と課題３に対するチェックリストの開発を行う．その際には課題１のチェックリスト改善から得られたチェック項目の検討法や妥当性の確認法を用いる．チェックだけでなく，適切なアドバイスをするための支援となるよう，チェックの結果を踏まえてアドバイスが提示されるようにする．新チェックリストでのチェック項目と課題へのフィードバック内でのアドバイスとの関連データを元にして，チェック項目とアドバイスの関連付けを行う．将来的には，オンラインでチェックリストに回答すると該当するアドバイスが提案されるような仕組みを作る．

5. 展望

本チェックリストの開発・改善プロセスと，チェックリストに関連するアドバイス提案システム設計は，本科目の後続科目である「インストラクショナルデザインⅡ」の点検効率化にも活用できる．また，この開発プロセスは，ID1 のようにアドバイス中心のフィードバックをする科目に対するチェックリスト開発に応用が可能であろう．さらには，現在は選択問題やピアレビューによるテストや評価を中心としている MOOCs などのオンライン科目でのレポート添削などに活用できる可能性がある．

参考文献

(1) 曽山夏菜・鈴木克明: ”熊本大学大学院教授システム学専攻提供科目インストラクショナル・デザインⅠ　第５回資料　教材設計企画書チェックリスト”

表 1. チェックリスト(教材設計企画書)

教材企画書			
教材のタイトルと内容		タイトルが記載されているか	ある/なし
		タイトルが学習目標と過不足なく一致しているか	OK/NG
		教える内容について簡単な説明書きが付いているか	ある/なし
教材の対象者集団		対象者が記載されているか	ある/なし
		学習目標から考えてその対象者は妥当か	OK/NG
内容選択の理由	１．自分がよく知っている内容／よくできることか？	条件1「自分がよく知っている内容/よくできることか」が記載されているか	ある/なし
		条件1を満たしていると考える根拠が明確に書かれているか	OK/NG
	２．教材作りの協力者が得られるか？	条件2「教材で教える内容を理解していない人（教材で学ぶ必要のある人）を協力者として確保出来ているか。もしくは確保できる見通しがあるか」が記載されているか	ある/なし
		対象者は教材の前提条件を満たし、かつ、学習目標を達成していない者といえるか	OK/NG
	３．短時間で学習できるか？	条件3「短時間（１時間）で学習できる内容・分量になっているか」が記載されているか	ある/なし
		1時間で学習できる内容・分量になっているか	OK/NG
	４．個別学習教材で、教材が「独り立ち」できるか？	条件4「学習者が自分の出来具合を確認しながら一人で学習を進められるか」が記載されているか	ある/なし
		学習者が独学するための環境（教材で使用する道具や設備など）は問題なく準備出来そうか	OK/NG
		独学教材であるのに学習中に第三者の支援を想定していないか	OK/NG
		教材だけで学習目標を達成できる根拠が明確に記載されているか	OK/NG
学習目標		学習目標が明確に書かれているか	OK/NG
		評価条件が明確に書かれているか	OK/NG
		それぞれの学習目標に、学習課題の種類を書いているか	ある/なし
		それぞれの学習目標の種類は正しいか	OK/NG
事前・事後テスト		事前事後テストの各設問と対応する学習目標を説明しているか	OK/NG
		テストの評価条件・合格基準が明確に書かれているか	OK/NG
		事前テストと事後テストは同レベルのテストを想定しているか	OK/NG
教材利用者の前提条件とそチェック方法		教材の利用資格（前提条件）があるか	ある/なし
		前提条件は学習する上で適切か	OK/NG
報告書作成者名と点検者名		報告書の氏名が記されているか	ある/なし
		（相互チェック後）点検者２名の氏名が記されているか。	ある/なし

表２．チェックリスト（前提テスト・事前/事後テスト・アンケート）

前提テスト・事前/事後テスト・アンケート		
前提テスト	前提テストは、教材利用資格が不十分な人と十分な人とを判別できる問題内容・合格基準になっているか。	OK/NG
	教材利用資格の有無をチェックする方法（前提テストの問題・答え・合格基準）を具体的に説明してるか	OK/NG
事前・事後テスト	事前テストと事後テストがあるか	ある/なし
	事前テストと事後テストは同レベルのテストとなっているか	OK/NG
	事前と事後テストの問題はそれぞれ学習目標全てを網羅しているか	OK/NG
	採点基準・合格基準・解説があるか	ある/なし
	事前と事後テストにそれぞれ合格した人は学習目標を達成していると言える問題＆合格基準になっているか	OK/NG
	言語情報のテストは事前テストと事後テストとで同じ内容を問う問題となっているか	OK/NG/NA
	知的技能のテストは事前テスト事後テストとで同じレベルの異なる問題になっているか	OK/NG/NA
	知的技能のテストは、教材では扱わない未知の例を用いて、教材で学んだルールを応用させる設問になっているか。	OK/NG/NA
	運動技能のテストには合否を判断するためのチェックリストがあるか	OK/NG/NA
	選択問題などの場合、偶然に正解できてしまう可能性を排除する工夫がされているか	OK/NG/NA
アンケート	アンケートの質問は、教材をよくするための質問となっているか	OK/NG

社会人教育に対応できる大学教員養成 e ラーニング教材の設計・開発 ―指導方針・学習目標・学習内容・評価方法を対応させた設計―

Design of Instruction with Consistent Teaching Principles, Learning Goals, Contents and Evaluating Procedures at an e-learning Course of Teaching Worker/Learner for University Faculty

中嶌 康二[*1], 長岡千香子[*1],平岡 斉士[*1], 喜多 敏博[*1]
Koji NAKAJIMA[*1], Chikako NAGAOKA[*1], Naoshi HIRAOKA[*1], Toshihiro KITA[*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
Email: koji-n@kumamoto-u.ac.jp

あらまし：本研究では，社会人教育に対応できる大学教員養成 e ラーニング教材の設計・開発を行った．教材では，学習目標-学習内容-評価方法を対応させるプロセスを中心とし，受講者が社会人教育に適した授業設計と実践のスキルを身につけられるように設計した．また，基礎知識の習得よりも応用問題に取り組む過程で学習者の既存の知識・スキルを活用させる教授内容を設計できることを目指す教材とした．
キーワード： e ラーニング教材・大学教員向け・社会人学習・教授設計

1. はじめに

近年，社会人になってからも学習への意欲を持ち続けることが求められており，大学・専門学校等において社会人が新たな能力を獲得するための学び直し機能に焦点が当てられている [(1)]．社会人学習者とは，「技能を既に持っていて，具体的に未習得の能力の獲得を必要としている人」であり，各大学においては，これに対応した教育の内容や支援環境を提供することが肝要である．しかし，そのためには学習者の特性を踏まえた授業設計を施し，実践する必要があり，そこでは的確に学習目標と評価方法を設定しておくなどの教授設計のための必須事項がある．本取り組みは，これを実現できる能力の涵養を目的とした，大学教員のための学習機会を提供しようとするものであり，本稿では，社会人指導の方針に学習目標-学習内容-評価方法を対応させた教材設計を行うためのプロセスを提案し，その実践内容を報告する．なお，この教材開発では，社会人向け教育の設計・実践ができるようになるための大学教員研修を様々な大学実施できるよう「横展開」することを想定していることを付記しておく．

2. 社会人教育のための大学教員向け e ラーニング教材設計・開発のための要件

教材は，12 のモジュールで構成されており，それぞれの学習目標によって，必要に応じて系列化されている（それ以外は系列化されていない）[(2)]．また，教材の学習時間は 120 時間程度を想定しており，修了者には履修証明書の発行を行う予定となっている．しかし，本教材では，受講する大学教員も「社会人学習者」であると捉え，本教材における社会人指導の方針に従って，修了の判定には，学ぶべき知識・スキルを「習得したかどうか」を評価の基準とすることとしている．つまり，「社会人向け教育の設計・実践ができるようになる」という最終目標を達成したかどうかを「習得」の観点で適切に評価できるような設計を施しておく必要があることを意味する．このため，学習目標と評価を軸とした，関連する事項を一貫して対応させることが教材設計の要件となる．次項にて，そのプロセスを記述する．

3. 指導方針-学習目標-学習内容-評価方法を対応させた教授設計

3.1 対応させるプロセスの提案

修了すれば，受講者（大学教員）が社会人教育のために必要な知識・スキルを習得することができる教材とするためには，社会人指導の方針-学習目標-学習内容-評価方法を対応させるとよい．そのためのプロセスとして，方針と学習目標の対応を確認し，学習目標と整合した評価方法を定め，同時に，その目標，評価方法と照らした学習内容となっているか確認する，という手順を提案する．

3.2 指導方針ー学習目標の対応

指導方針の決定

本教材における「指導方針」とは，「社会人学習者は○○なので，△△する」（○○は特性，△△は指導・支援内容を表す）と表現される方針のリストを意味する．社会人向け大学院で 10 年以上の実績がある熊本大学大学院教授システム学専攻において社会人指導する専任教員 3 名が中心となり，合議のもと，方針をまとめた．方針には，「社会人学習者は，『学んだことがすぐ使えるのがよい』ので，『基礎からの積み上げではなく実務に近い文脈で最初から応用問題に取り組ませる』」といった内容の項目が 17 項目挙げられた．

方針	学習目標	該当モジュール
②－2 すべての課題が，コンピテンシーと直結している	すべての課題をコンピテンシーと直結させることができる	2. 科目の位置づけを確認する（出口・入口，学習目標に応じた評価）
②－3 基礎からの積み上げではなく，実践に近い文脈で最初から応用問題に取り組ませる	スキルの習得（練習）を取り入れられる。	4. 授業ルーティンを計画する（教授方略）
	現実の課題を学習課題で用いるよう課題設定できる	
②－4 課題解決型の学びになっている	課題解決型の学びを設計できる	
		2. 科目の位置づけを確認する

図 1．指導方針-学習目標の対応表（抜粋）

教材の課題分析と対応手順

他方，本教材の第一義の学習目標は，「社会人教育に対応した授業設計と実践ができる」であることから，これを学習課題分析し [3]，下位の学習目標を列挙した．例えば，下位目標のひとつに「社会人教育に適応した授業設計ができる」が，「授業の出入口を適切に設定できる」「段階的に評価できる」などがさらにその下位の課題として挙げられた．次に，これらの下位目標と方針 17 項目を付き合わせ，下位目標がすべて実現されるとき，すべての方針項目が達成されることを確認した（図 1）．

なお，これらの下位課題をグループ分けした結果，先述のとおり 12 のモジュールとなり，それを構造化し，必要な個所は系列化した．

3.3 学習目標－評価方法の対応

各モジュールの学習目標が定まったのち，教材の責任範囲のうち最下位の学習目標から，それに対応する評価方法を決定した．評価方法は，学習目標の分類を行うことで特定できる．分類の指標には，ガニェの学習課題 5 分類 [4] を採用した．例えば，「前提条件を明確にできるようになる」という下位目標（知的技能）なら，様々な事例で前提条件を明確にできるかを確認するテストを実施することになる．先述のとおり，本教材の他大学への「横展開」の観点から，当該大学の運用担当者への負担を最小限に留めるため，評価では，自動採点が可能な形式での小テストを実施し，「自分の担当科目に適用してみる」のような自動採点で採用できない応用課題は，教材の中ではごく限られたモジュールだけに留める設計とした．なお，膨大な学習内容を 1 回の課題でまとめて自分の科目に適用することは学習者に過度の負担となるため，自分の科目への応用は，各モジュールの評価テストを実施する際のオプション課題として設定し，受講生が各自の判断で適宜実施してラーニングポートフォリオに収める，という機会提供を設定することとした．

3.4 学習目標－学習内容－評価方法の対応

学習内容は，学習目標を達成しているかを計る評価テストで計られる対象となる学習目標を網羅して説明しているものでなければいけない．このため，教材テキストの学習項目（学習内容）が，学習目標と対応していることを確認した（図 2）．

学習項目	学習目標（下位）	学習目標（上位）
第 1 回　科目の前提条件を確認する	①　前提条件を明確にできる。	科目の位置づけを確認できる（出口・入口，学習目標に応じた評価）
第 2 回　学習目標を分類する	②　学習目標の 5 分類ができる。	
第 3 回　事前テスト・事後を用意する	③　学習目標の分類に応じて評価できる。	
	④　すべての課題をコンピテンシーと直結させることができる。	
	⑤　事前テストを用意できる。	
	⑥　できるようになったかの確認を取り入れられる。	

図 2．学習内容-学習目標の対応表（抜粋）

3.5 HPI の観点から設計評価

本教材の設計に関しては，HPI（human performance improvement）の観点から，専門家により次の 3 つの視点で評価を受けた．①受講者（大学教員）が身につけておくべきスキルと現状のギャップを分析できるか，②ギャップを埋めるための効率的かつ妥当な施策を計画しており、学習成果が見込めそうか，③受講者の学習成果をシステム的に測定できそうか．なお，ギャップ測定の方法については，本稿の主題の範囲外のため，別の機会に紹介する．

評価作業の結果，HPI が求めるシステマティックなアプローチとなっているという評価の一方，学習成果のシステム的測定について，評価基準の妥当性について指摘があった．今後，試行と評価の検証作業が必要となると考えられる．

4.　まとめ

本稿では，社会人教育のための授業設計と実践を学ぶ大学教員向けの e ラーニング教材の開発において，受講した大学教員がそのスキルを身につけられる設計を施すため，社会人指導の方針に学習目標-学習内容-評価方法を対応させるという教材設計のプロセスを実践した結果を報告した．目標とする人材育成に資する設計となっているという評価の一方，学習成果の評価方法については，妥当性の検証が必要であることから，今後は，教材全編の試行検証作業を行い，成果を評価して必要に応じて改善したい．

謝辞

本研究は，「特別経費（プロジェクト分）大学の特性を生かした多様な学術研究機能の充実　採択プロジェクト（7714S012628，代表：鈴木克明）の助成を受けて行っている．

参考文献

(1) 文部科学省教育再生実行会議：“これからの大学教育の在り方について”,第 3 次提言（2013）
(2) 中嶌康二・小林雄志・平岡斉士・喜多敏弘・鈴木克明：“「社会人学び直し」支援を実現するための大学教員準備研修オンライ教材の開発”，日本教育工学会第 31 回全国大会，pp.609-610（2015）
(3) 中嶌康二・小林雄志・平岡斉士：“ID の観点によるシラバスの課題と提案”，教育システム情報学会第 40 回全国大会，pp.65-66（2015）
(4) 鈴木克明：“教材設計マニュアル”，北大路書房，京都（2002）

記述式小テストにおける解答の入力過程の分析
－打鍵間隔と自信の有無の関係－

Analysis of Typing Process to Answer Descriptive Quiz
-Relationship between interval and self-confidence-

木村 聖[*1], 高瀬 治彦[*2], 川中 普晴[*2], 鶴岡 信治[*2]
Satoru KIMURA[*1], Haruhiko TAKASE[*2], Hiroharu KAWANAKA[*2], Shinji TSURUOKA[*2]
三重大学大学院工学研究科
Graduate School of Engineering, MieUniversity
Email:*1416M215@m.mie-u.ac.jp, *2{takase,kawanaka,tsuruoka}@elec.mie-u.ac.jp

あらまし：本稿は，e-Learning システムなどを利用した小テストにおいて，問題がある学生を即時に検出する手法の開発をめざしている．我々はこれまでに，学生がキーボード入力により解答文を入力する際のキーの打鍵間隔に着目することで，学生の理解が不十分な箇所が検出できる可能性を指摘してきた．本稿では，打鍵間隔の変化が，不十分な理解ではなく自信が無いことにより引き起こされると考え，調査した結果を報告する．
キーワード：教育支援システム，小テスト，入力過程

1. はじめに

大学などに通う学生の増加に伴い，授業ではさまざまな関心や学力をもつ学生がたくさんいる．そのような授業において，講師は効果的な授業を行うことが困難である．そのため近年の計算機およびネット―ワークの発達をうけて，Moodle[(1)]や Blackboard Learning [(2)]のような e-learning システムなど支援システムが構築され，使われている．また近年，Learning analytics[(3,4)]という分野が注目を集めている．それは，学生の情報を集めたり，活動を追跡したりすることなどをすべて加味して有益な情報を抽出し，講師に提供するものである．支援システムがさらに普及されていくにつれ，効果的な Learning analytics も増加するだろう．近年，iPad や Android デバイスのような，タブレット端末が多くのクラスに広く導入されている．それらは今後も普及していくであろう．こうした状況のもとで，授業中にさまざまな情報を収集し，講師を支援してゆく必要がある．

これまでに我々は，多人数クラスにおいて，授業中に行う簡単な演習(小テスト)を対象に，指導が必要な学生を自動で抽出する研究を行ってきた．本稿では，学生の解答だけでなく，学生のふるまい（特に解答の入力過程）を分析することによって，指導が必要な学生を抽出することを試みる．

2. 学生のふるまい

講師は，小テストの結果に基づき学生の状況を把握し，さまざまな授業改善を試みる．多くの演習支援システムでは，学生の解答を分析することで，これを支援している．しかし，講師は学生の解答からだけでなく，解答中の学生のふるまいからも学生の状況を把握している．これを支援するために，さまざまな研究が行われてきた．成田らは学生を撮影した映像をもとに，学生の状況を分析した[(5)]．浅井らはペンのストロークを分析することで，解答の作成過程を分析した [(6)].

本稿では，解答の作成過程に着目し，ここから学生の状況を判定することを試みる．特に，計算機システムをつうじて小テストを実施している状況を想定し，解答の入力過程に着目する．また，入力過程に大きな影響を与える要因として，学生の自信の有無に着目する．

3. 解答の入力状況と学生の状況の関係

キーボードによる解答の入力過程は，学生の自信の有無だけでなく，タイピング技術にも大きく影響を受ける．これまでの調査により，タイピング技術の不足は，短時間(10 秒未満)の入力の停滞を引き起こすことが明らかにされた [(7)]．これをふまえ本稿では，それより長い停滞が起きた箇所と，学生の自信の有無の関係について，実際の小テストにおける解答の入力状況を収集し調査する．

3.1 解答の入力過程の収集

分析対象の入力過程は，以下の条件のもとで収集した．被験者は，理系の大学生 4 名と大学院生 4 名の計 8 名とした．小テストには，さまざまな難易度の問を 8 問用意し, それぞれ 15 分制限で解答してもらった．被験者は専用のシステムを利用し解答を入力・提出した．システムは，各被験者の入力状況を逐次収集した．各被験者には，小テスト終了後，アンケートを実施し，解答に自信がない箇所を示してもらった．

3.2 入力の停滞箇所と自信がない箇所の関係

解答数 56 個に対し, それらの解答の入力過程において，延べ 28 回の長時間停滞があった．そのうち

20 回については，停滞後に入力した解答部分に自信がないと被験者が回答していた．実際の解答における，入力が停滞した箇所と，被験者が自信を持っていない箇所の例を表 1,2 に示す．表 1 は「ドップラー効果について説明して下さい.」に対する，表 2 は「虹が七色に見える理由を 1 行以上の文章で説明してください.」に対する解答である．表中，「／」は長時間停滞した箇所を，「*」は 3 秒以上停滞した箇所を，下線部は自信がない箇所を表している．これらの結果から，入力が 10 秒以上停滞した後の記述には，高い確率で自信がない箇所が含まれているといえる．また，入力が 3 秒以上停滞した箇所を見ると，その半数以上が下線部にある．先に述べたように，短時間の入力の停滞はタイピング技術によるものもあるので，これを除くことができれば，自信がないとみなす箇所の範囲を限定できる．

4. さいごに

我々は，学生の解答だけでなく，学生のふるまい（特に解答の入力過程）を分析することによって，指導が必要な学生を抽出することを試みた．その一環として，学生のふるまい，特に解答の入力過程に着目し，学生が自信を持っていない記述を検出することを試みた．実際の解答の入力過程を分析することで，入力の停滞が起きたから，これが検出できる可能性を示せた．今後は，この情報を講師に提供するシステムの構築をめざす．

表 1　解答例

学生	自信がない箇所の解答
A	ドップラー効果とは救急車*が近づいてきた場合、遠く離れた場合*などに起こる音の高低の違いのことである。近づいて来る時*は**音源が近づいて来るため*音が高くなり、遠くなる際には音が低くなる。
B	音の波長が／変わることで元の*音*とは違う音が聞こえる効果。
C	／音源が移動しているとき，音の波が*ずれる*こと
D	動く音源があり、ある*測定点に／近*づいてくると高*い音に聞こえ、遠ざかっていくと*低い音に聞こえる*現象。
E	音源が移動することで*聞こえる音が*変化する現象。
F	／音源が近づいてくる*と*、音*が大きくなってくるし、音源が遠ざかっていくと、／減衰していく感じになる現象。
G	救急車が通り過ぎる際に、通る前と通り過ぎた後で聞こえる音が違う／現象のこと。
H	救急車のサイレンなどの音*が遅れて聞こえてくる／

謝辞

本研究は，JSPS 科研究費 26350274 の助成を受けたものである．

参考文献

(1) Moodle.org: open-source community-based tools for learning
http://moodle.org/ [Accessed 2012]
(2) Blackboard International. http://www.blackboard.com/.
(3) Usha Keshavamurthy and Dr. H S Guruprasad, “Learning Analytics: A Survey”, Int Journal of Computer Trends and Technology (IJCTT) Vol. 18 No. 6 pp. 260-264 (2014)
(4) Rob Phillips, Dorit Maor, Wendy Cumming-Potvin, Pauline Roberts, Jan Herrington, Greg Preston and Elizabeth Moore and Laura Perry: “Learning analytics and study behaviour: A pilot study”, Australasian Society for Computers in Learning in Tertiary Education Conf. pp997-1007 (2011)
(5) 成田 雅博: “授業ビデオ映像を活用した授業研究支援システムに関する調査”, 山梨大学総合情報処理センター研究報告, 山梨大学 (2007)
(6) 浅井洋樹, 野澤明里, 苑田翔吾, 山名早人: “オンライン手書きデータを用いた学習者のつまずき検出”, 第 4 回データ工学と情報マネジメントに関するフォーラム (2012)
(7) Kenji Hayakawa, Haruhiko Takase, Hiroharu Kawanaka, Shinji Tsuruoka:“Analysis of Typing Process to Answer Descriptive Quiz – A Discussion of Reason for Suspension of Typing Process”, proc. of the sixth international workshop on regional innovation studies(IWRIS), pp.77-80 (2015)

表 2　解答例

学生	自信がない箇所の解答
A	虹が七色に見える理由は太陽の光が雲で反射し、光線が拡散するため。
B	*太陽の光が空気中の水蒸気により／屈折し、／屈折した*光が異なる波長*で目に届くことにより*七色に見える。
C	*光の色素による屈折率が*違うため*、色に変化がでる。／特に*赤、黄色、紫は屈折しやすい。*なので、その三つの色はよくお目にかかれる。
D	空気中の水蒸気に*、*太陽の光が*反射する際に、*光が当たる位置によって／色が*変わる*。その結果として*虹の上の方と下の方で色が異なっ*てしまい、色が*7 色に見える。7 色に見えるのは、*太陽の光に含まれているもので*ある。
E	光が／周波数ごとに／分けら*れ*ることで、**複*数の色がみえる*。
F	人は、目に入ってくる光の波長により、色を*感じる(認識する)。／大気上で、上空に行くほど*光の波長は*大きくなり*赤色になる。下空に行くほど、波長が小さくなり紫色になる。*よって、7*お色に見える。
G	色は赤、*緑、*青の 3 色で構成されている。／太陽の光が蒸発した水蒸気に*あたり*それらの色が波長によって違って見える。
H	*太陽の光が水の中で様々な方向に反射することによって七色の*虹が見える

振り返りシートを用いた学習者理解度の分析

Analysis of the Students' Level of Understanding using Reflective Sheet

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：昨今，大学生における統計リテラシーの必要性が求められる中，文系学部でも統計関連の科目が設置され始めている．しかしながら，数学を必要としない受験科目で入学してきた学生にとって，数学を扱う科目は難しいものとなっている．そこで本研究では，学生のつまずきを振り返りシートやリアクションペーパーなどを通して分析することで，つまずきやすい学生の特性を探るとともに，その結果を授業改善に役立てることを目指す．
キーワード：授業評価，テキストマイニング，リアクションペーパー

1. はじめに

近年スマートフォンやインターネットの普及，公共情報のオープンデータ化に伴い，ビッグデータをどのように分析・利活用していくのかが重要な課題となっている．それに伴い日本でも，データサイエンス力の高い人材の育成を目指すべく，初等中等教育や大学教育において統計教育の導入を積極的に進めている．しかしながら，大学生の統計科目への苦手意識は強く[(1)]，特に入学試験に数学の問題を課さない私大文系学部の学生においては，数学に対する苦手意識が障害となり，統計科目を敬遠する傾向にある．

そのため，統計科目において学生がどの箇所で，どのようなことでつまずいているのかを把握し，それらに対応した授業カリキュラムを構築する必要がある．しかしながら，多くの大学で実施されている授業評価アンケートでは，具体的な情報を得ることが難しく，なかなか授業改善に活かせないという意見も存在する．一方，学生の声を講義毎に収集する方法として，リアクションペーパーを実施しているケースもある．リアクションペーパーでは自由に講義に関する質問，感想などを書かせることで，教員が学生の状況をリアルタイムで把握できる役割を果たしている．

そこで本稿では，講義毎にアンケート評価，リアクションペーパー，小テストを実施し，これらのデータを定量分析することで，どのデータがより学生の理解状況を表しているのかを学生の成績との関連を調べることで，学生のつまずきを探る．

2. 振り返りシートの内容

私大文系学部で実施されている科目「統計入門(必修科目」の講義 13 回分（全 15 回）において，毎回講義の終了時に次の設問を含む振り返りシートを受講生に提出させた．

受講生：66 名（大学 1 年生）

設問 1：本日の講義の理解度（5 段階評価）
5:よく理解できた，4:ある程度理解できた，3:どちらかと言うと理解できた，2:あまり理解できなかった，1:まったく理解できなかった

設問 2：予備知識（予習）（5 段階評価）
5:十分だった，4:少しあった，3:習った（予習した）記憶はあるがあまり覚えていない，2:単語を知っている程度，1:まったくなかった

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）

本稿で使用した振り返りシートは，理解度と予備知識を尋ねるアンケート項目に加え，リアクションペーパーの要素である自由記述も盛り込んだシートである．振り返りシートの配布，回収には学内の LMS（Learning Management System：学習管理システム）を利用した．

3. 分析結果

設問 1 と 2 の集計結果を表 1 に示す．分布に関する内容を扱う第 6 回以降の講義から若干理解度の平均が低くなってきていることが分かる．また同時に第 6 回から標準偏差の値も大きくなってきていることから，理解度にばらつきが見え始めていることがうかがえる．

次に，それぞれのデータ間のピアソン積率相関係数を算出した（表 2）．各データの内容は，13 回分の講義における各学生の主観的な理解度の平均，予備知識の平均，小テストの平均，総合成績である．なお，総合成績は中間試験と期末試験の点数から算出される．主観的理解度は，予備知識，および小テストと正の相関がみられるものの，最終的な成績との有意な相関はみられなかった．毎回実施した小テストと成績における相関に関しても有意水準 5%での有意性はみられなかった．この結果から，学生の主観的な理解度は必ずしも成績に繋がっていないこと

が明らかになった．一方，既存研究[2]などでは小テストと期末試験には相関関係があるといった結果が得られている．本稿で実施した小テストは問題数が3~4 問と少なく，計算過程における途中点なども考慮したため，点数に差が出なかったことで，学生の理解度合いを十分に測れなかったことも考えられる．

表 1　各回における理解度，予備知識の平均値と標準偏差

回	講義内容	理解度の平均（SD）	予備知識の平均（SD）
1	統計的方法の性質	4.17 (0.88)	2.67 (1.33)
2	度数分布表とヒストグラム	4.34 (0.65)	2.52 (1.39)
3	代表値と散布度	3.90 (0.99)	2.33 (1.45)
4	標本空間，複合事象の確率	4.15 (0.78)	4.29 (0.90)
5	ベイズの定理，順列，組合せ	4.44 (0.74)	3.84 (1.19)
6	確率分布の平均と分散	3.48 (1.14)	3.40 (1.14)
7	2 項分布，正規分布の標準化	3.54 (0.97)	1.77 (1.23)
10	無作為抽出，標本分布，不偏推定量，中心極限定理	4.00 (0.92)	2.22 (1.43)
11	点推定と区間推定，平均値の区間推定（大標本）	3.71 (0.87)	1.86 (1.31)
12	割合の区間推定，平均値の区間推定（小標本）	3.56 (1.09)	1.69 (1.19)
13	仮説検定，平均値の検定，割合の検定	3.34 (1.03)	1.57 (1.13)
14	平均値の差の検定，割合の差の検定，小標本の検定	3.04 (1.05)	1.65 (1.19)
15	相関係数，単回帰分析	3.45 (1.10)	2.05 (1.43)

※第 8 回と 9 回の講義は, 中間テストとその解説の回だった為, 振り返りシートは実施していない.

表 2　各学生データの基礎統計量と相関係数

	平均値	SD	相関係数		
			（主観的）理解度	予備知識	小テスト
(主観的)理解度	3.79	.58	1	-	-
予備知識	2.48	.72	.49 ***	1	-
小テスト	78.75	12.55	.49 ***	.13	1
成績	57.15	20.35	.17	- .14	.21

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

さらに，設問 3 の自由記述のテキストデータに対して定量分析を行った．テキストマイニングのソフトウェアである KHCoder[3]を用いて，どのような記述が含まれているのかを分析した．その際，複合語としてまとめられる語（例：標準偏差）は 1 つにまとめた．分析対象となる語の数 14230，出現回数の平均は 8.89 であった．

分析の結果，全体的な形容詞・形容動詞の出現頻度をみると，「難しい」が最も多く，続いて「多い」「新しい」「必要」「複雑」「苦手」であった．これらの語の多くは，講義の感想として用いられていたことから，学生の講義に対する印象が「難しく，苦手意識の強い講義」になっていたことが伺える.「新しい」に関しては,「新しい公式が出てきた」など，講義の中で今までの予備知識にはない内容が出てきた時などに用いられていた．さらに名詞に関しては,「確率」「高校」「標準偏差」「前回」「平均」の順で多く出現しており，主に専門用語が多く，その回で学んだことを振り返る内容の文章で用いられていた.

そこで本稿では，振り返りがしっかり行えている学生ほど真の理解度が高いのではないかという仮説をたて，設問 3 の文章（講義 13 回分）に含まれている専門用語の出現割合と成績の相関分析を行った．その結果，弱いながらも有意な正の相関がみられた（r=0.33, p<.001）．また，専門用語の出現割合と小テストの平均に関しても, 弱い相関がみられた（r=0.34, p<.001）.

4.　おわりに

本稿では，大学生の統計科目における理解度を分析した. 従来のアンケート方式の授業評価では, 個々の学生の理解度を把握することが難しく，また学生自身が感じている理解度に関してもあいまい性が高く，必ずしも正確な理解度を表していないことが分かった. そこで, 学生の言葉から理解度を探るべく，振り返りシートの自由記述欄の文章をテキストマイニングし，記述されている内容を分析した．その結果，講義内容を深く振り返る学生ほど文章に専門用語が現れる頻度が多いと想定し，専門用語の割合と成績の相関を調べたところ，正の相関に有意性がみられた.

今後の課題として, 文章中の専門用語だけでなく, 他の観点からも分析を行い，成績を説明できる要因を検討する必要がある．また本稿では，講義 13 回分のデータの平均値をもとに分析を行ったため，今後は回毎に分けて詳細な分析を行うことで，学生の特性と理解度の関連を分析する必要がある.

参考文献

(1) 藤木美江:“大学における統計関連科目に対する意識調査と考察― 担当科目における実験的試み ―”,四條畷学園大学リハビリテーション学部紀要, 第 8 号, (2012)
(2) 亀田真澄，宇田川暢: “大学の数学教育に対する主体的な学びとなる学修環境作り”, ICT 活用教育方法研究, 16(1), 36-41, (2013)
(3) 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)

教学 IR 支援に向けた SOM による退学者の傾向分析

Trend Analysis of Student Dropout using Self-Organizing Map for Institutional Research of Education and Learning

髙橋 駿嗣[*1], 小松川 浩[*1]
Toshitsugu TAKAHASHI[*1], 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
Email: cist.takahashi@gmail.com

あらまし：本研究の目的は，ICT 教育支援システム上に蓄積された学生の教学データを活用し，学生一人ひとりの教学に関する傾向を把握できる教学 IR 支援システムの確立にある．今回は，目的に向けて，SOM（Self-Organizing Map）による教学データの分析システムを試作した．そして，そのシステムを利用し，学生の教学に関する傾向，特に退学状況を把握できるか調査した．
キーワード：教学 IR, ICT 教育支援システム, SOM

1. はじめに

近年，大学の質保証への取り組みに伴い，IR (Institutional Research) 活動が注目され始めている．特に，学生の教学に関する側面に視点を当てた教学 IR 活動は，教育支援に役立つと考えられている[1].

一方，多くの高等教育機関では，e ラーニングやポータルサイトなどの ICT 教育支援システムが普及してきている．ICT 教育支援システムには，学生の教学に関するデータ (以下，教学データと称す) が各学生を識別できる形で大量に蓄積されている．そのため，蓄積された教学データを分析することで学生一人ひとりの教学に関する傾向を把握できる可能性がある．さらに，分析結果を可視化し，活用することで教職員による学生へのきめ細かな指導・支援に役立つ可能性もある．しかし，現状そのような事例はあまり見られない．

そこで，本研究では，ICT 教育支援システム上にある教学データを活用し，学生一人ひとりの教学に関する傾向の把握に向けて， SOM による教学データの分析方法を提案し，それを適用したシステムを試作した．そして，作成したシステムを利用して，学生の教学に関する傾向，特に退学状況を把握できるか調査した．

2. 提案した分析方法

本研究では，目的に向けて SOM による教学データの分析方法を提案した．分析のプロセスは，まず，SOM を用いて多変量の教学データを分析・可視化した．そして，退学者が分布するグループの特徴を教学データと照らし合わせて確認し，退学者の傾向を把握した．

2.1 SOM

本研究では，学生の多変量な教学データ全体を考慮して，学生一人ひとりの教学に関する傾向を把握していく．また，退学者の傾向把握のために，ある程度似た属性を持つ学生同士をグルーピングし，二次元上に可視化したい．これにより，グループごとに退学者の分布や特徴が確認でき，退学者の傾向が把握しやすくなると考える．そのため，本研究では，多変量のデータ分析やその結果を二次元上に可視化できる SOM アルゴリズムを採用した．

3. 教学データの分析システム

本研究では，退学状況の傾向把握のために 2 節の分析方法を適用した分析システムを試作した．作成した分析システムは，データベースにある学生の教学データを抽出し，それを標準化して csv ファイルで出力する機能とその csv ファイルを用いて SOM による分析を行い，その結果を png 形式で出力する機能を有している．可視化した二次元マップには，学生の学籍番号がプロットされる．そして，多変量データを解析した結果，類似度が高い学生同士は，グループ化され，色分けされるようになっている．SOM の計算処理には，データ分析ツールのデファクトスタンダードである R 言語を利用した．学生の教学データの標準化や標準化した数値の出力は，Java 言語を利用した．学生の教学データの管理・抽出は，PostgreSQL を利用している．教学データの分析システムでは，解析から出力までを一体的に行える仕様としている．

なお，作成した分析システムは，試作段階であるため，一部手動で行わなければならない作業がある．1 つ目は，二次元マップにプロットされる学籍番号から退学者と在学生を分類分けする作業である．2 つ目は，二次元マップ上に色分けされているグループの特徴を解釈する作業である．現状，どちらも技術的な要因から実現できていない．

4. 退学者の傾向調査

3 節で作成した分析システムを利用し，学生の教学データの分析をした．そして，その結果から退学

者の傾向を把握できるか調査した.

まず, 分析を行う前段階としてデータの整理を行った. ICT 教育支援上には, 多種多様な教学データが蓄積されているため,「学習関連」,「キャリア関連」,「その他」に分類した. 今回は,「学習関連」の教学データを軸に分析し, 退学者の傾向を把握できるか調査した.

次に. 今回の傾向調査の対象と分析する学生の教学データを表 1 に示す.

表 1. 退学者の傾向調査で利用したデータの一覧

フィールド	A 大学
対象者	2013 年度の入学前教育受講者
期間	入学前教育から 1 年次の春学期まで
教学データ	GPA 授業への出席率 演習への取り組み時間 プレースメントテストの点数

表 1 に示す A 大学では, AO・推薦入学者向けに A 大学の e ラーニングシステムを用いた入学前教育での学習によって, 学習履歴が豊富に蓄積されていることから入学前教育受講者とした. また, 特に退学者が多かった 2013 年度とした. 分析したデータの期間は, 退学者の早期発見を視野に入れ, 1 年次の春学期までとした. 分析する教学データは, 客観的に評価できる数値とし, GPA, 授業への出席率, プレースメントテストの点数, 演習への取り組み時間となっている. GPA は, 春学期に評価されたデータを用いた. 授業への出席率は, 選択科目数による誤差を考慮し, 必修科目の授業への平均出席率とした. 演習への取り組み時間は, 入学前教育での学習で蓄積された演習への取り組み時間とした. プレースメントテストの点数は, 入学前教育の最後に実施されるテストの点数としている. A 大学は理系の大学であるため, 演習の内容とプレースメントテストは, 理数系の内容となっている. これらの教学データを作成したシステムを用いて分析した. その結果を図 1 に示す. なお, 分析する学生のデータは, 個人を特定できないよう学籍番号を隠蔽して行っている.

図 1 は, 6×6 の円が参照ベクトルを表している. その中にある数値は, 学生を表している. 学生は, 類似度の高い参照ベクトルごとに 6 つのグループに分けられている. このグループと退学者の分布を分析に利用した学生の教学データと照らし合わせて退学者の傾向を把握できるか調査した.

図 1 に示すように, 退学者はグループ A, B のそれぞれに分けられた. そして, それぞれのグループで退学者の傾向がわかった. グループ A では, 授業への出席率のみ全体平均より高い, または, 演習への取り組み時間のみ全体平均より高く, 他の教学データの数値が全て平均以下の学生が退学傾向にあることがわかった. グループ B では, プレースメントテストの点数のみ全体の上位レベルで, 他の教学データが全体平均より低いといったある学生が退学傾向にあることがわかった.

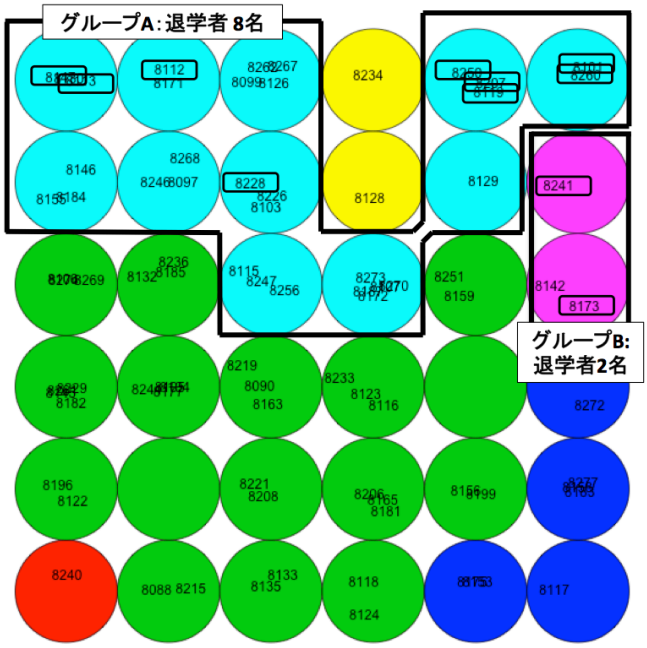


図 1. 入学前教育受講者のデータ分析結果

5. まとめ

本研究の目的は, ICT 教育支援システムに蓄積された学生の教学データを活用して学生一人ひとりの教学に関する傾向を把握できる教学 IR 支援システムの確立にある. 今回は, 目的に向けて SOM による分析方法を提案し, それを適用したシステムを試作した. 作成した分析システムで学生の教学データを分析した結果, グループ A, B の 2 つに退学者が分けられた. そして, それぞれのグループで退学者の傾向が見られた.

6. 今後の取り組み

今後は, 退学者と同じグループに存在する在学生, または, 退学者の教学データと類似度の高い在学生の傾向を調査し, 在学生と退学者の傾向の違いを把握していく. これにより, 退学を未然に防ぐ教職員の指導・支援に役立つ情報が抽出できると考えている. また, 授業の欠席間隔や演習への取り組み間隔などの数値の分析や「キャリア関連」,「その他」の教学データを組み合わせた分析, 年度ごとの退学者傾向の比較などを行っていき, よりきめ細かな退学者の傾向も調査していく.

参考文献

[1] 山田礼子 :”学生の特性を把握する間接評価 : 教学 IR の有用性” <Journal of JSEE 61(3), 3_27-3_32, 2013 年>

音のデジタル化の概念理解を促進する教材による学習効果
—JavaScript を用いた教材開発とその効果的利用—

Learning Effects of Educational Material to Aid in the Understanding of the Digitalization of Sound
-Development and Effective Use of an Educational Material Made with JavaScript -

エバンズ ベンジャミン ルカ[*1], 布施 泉[*2], 棟方 渚[*1], 小野 哲雄[*1]
Benjamin Luke EVANS[*1], Izumi FUSE[*2], Nagisa MUNEKATA[*1], Tetsuo ONO[*1]
[*1] 北海道大学大学院情報科学研究科
[*1]Graduate School of Information Science and Technology, Hokkaido University
[*2] 北海道大学情報基盤センター
[*2]Information Initiative Center, Hokkaido University
Email: benjamin@complex.ist.hokudai.ac.jp

あらまし：我々は，音のデジタル化に関する学習教材を新規開発し，学部学生約 35 名に利用させた．教材は JavaScript の WebAudioAPI を用いて作成され，利用者が Web ブラウザ内で各パラメータ値を変更し,音のデジタル化の仕組みを直感的に体験できるよう設計された．本紙では，学生に対して行った授業内の小テストの回答内容も踏まえ，教材の利用が学生の理解促進に効果的であったことを確認し，本教材を用いた学習アプローチの更なる改善点などを考察する．
キーワード：音のデジタル化，学習教材，学習効果，JavaScript

1. はじめに

アナログ情報をデジタル情報に変換する手続きはコンピュータシステムの理解において基本的なものであり，情報処理学会一般情報教育委員会では，それを大学の一般情報教育で学ぶべきものの一つとして挙げている [(1)]．我々は音のデジタル化に焦点を当て，その理解を促進するための新たな学習教材を構築した．更に，その教材を学部授業で利用した評価実験の結果から，それが音のデジタル化の概念に対する学習者の理解促進に効果的であり，また発展的知識に対する学生の興味を引き出す効果も見受けられたことを報告した [(2)]．本紙では，教材を用いて授業を行った翌週の授業内小テストの結果を確認し，教材の利用による学生の理解定着を考察する．

2. 学習教材概要

学習教材は，実行環境の制約を受けずに利用できるよう Web ブラウザ上で機能することとし，HTML と JavaScript を用いて製作した．特に音の発生機構と発生された音の逐次データ取得機構には，2013 年より W3C によって標準化が開始された Web Audio API [(3)] を利用した．なお, Web Audio API の規格は現在も開発途中にあり，その実装範囲はブラウザによって異なる．本教材は，API 実装が最も進んでいる Chrome ブラウザ上において正常に動作する．

教材は目次と 3 つの章（合計 4 つの HTML ファイル）から構成され，全体で凡そ 78.3KB のデータ容量となる．授業時には教材を圧縮ファイル（ZIP ファイル）として学習者に配布し，各自の端末で解凍の上，目次ページを開いてもらうことにより利用した．

学習者はページごとに表示されるテキスト入力欄やプルダウンメニューなどで，音量，周波数，波形，描画する粒子数などと言った様々な変数を任意に変更可能である．図 1 に，これら変数を調整して音を発生させた際の学習教材の画面の例を示す．

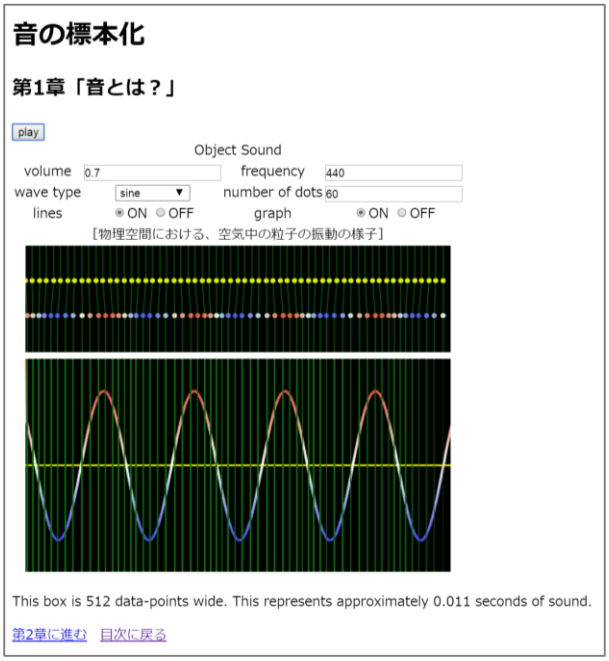


図 1 学習教材実行画面の例

第 1 章では，音が粒子の振動によって生じる物質の疎密の伝搬であることを教えることを目的とした．学習者は周波数や波形を変化させたときの粒子の疎密状態の変化を調べることが可能である．画面には粒子の移動を示すウィンドウと，粒子の移動距離をグラフとしてプロットするウィンドウの 2 つを配置

し，後者は必要に応じて学習者が表示／非表示を切り替えられるようにした．

第 2 章では，音が空気中を伝搬する様子を再現し，粒子の疎密が耳に到達することで音が聞こえる現象を提示した．ここでは，連続波の描画の他に単一波の描画を行い，一つの波が空間を伝搬する様子を模式的に表した．

第 3 章では，音をデジタル化する際の，サンプリング周波数を変化させた場合の再現波のプロット例や聞こえ方を，元の音波と比較して確認できるようにした．画面には元の波と，それを任意の周波数でサンプリングし，線形補間した再現波とが重ねて描画される．また，どちらの波も音声データとして出力し，学習者が実際に聞き比べられるようにした．

なお，その他の教材の詳細については，先の研究報告を参照されたい．

3.　学習教材の評価実験とフィードバック

開発した学習教材について，北海道大学の学習者を対象に評価実験を行った．2015 年度後期の一般情報教育科目「情報学 II」を履修した文系学生 34 人に対し，音のデジタル化に関する 30 分程度の講義を，スライドも用いて行った．講義は学習教材の章構成に沿って行い，教材の利用説明や学習者が自由に教材を操作する時間も設けた．実験前後には音に関する基礎知識などを問うアンケートを行い，理解度の変化を確認するとともに教材に関する使用感や感想等を自由記述させた．また，講義の翌週には授業内で小テストを行い，その中で音のデジタル化に関する学習内容の定着状況も確認した．

評価実験時のアンケートからは，周波数の概念や音の標本化に対する学習者の理解の深まりが確認された．また媒体による音の伝搬の違いなどの発展的知識に対して興味を持つ学習者も出た．このことから，本教材の利用は，学習者の音のデジタル化に関する理解促進に効果的であることが示唆される [(2)]．

翌週の小テストでは，標本化，量子化，およびサンプリング周波数の基準を説明する自由記述の設問を設けた．小テストは，前の週の欠席者も含め，36 人が受験した．なお，評価実験後も本教材と授業スライドは学生に公開したままにし，小テストに向けて学生が自由に閲覧・利用できるようにした．

サンプリング周波数の基準に関する設問の回答内容を分析した結果の一部を表 1 に示す．評価実験前後のアンケート結果から，サンプリング周波数に対する学習者の理解が深化していることが確認できる．また，翌週の小テストにおける，人間の可聴域を考慮した具体的なサンプリング周波数とその理由を問う設問では，「周波数の 2 倍」等に言及している回答者がさらに増えている．学習直後のアンケートと比べ，小テストでの未回答者は増えているが，学習前の「分からない」等と回答した総数よりは少ない．これらのことより，本教材を用いた学習は，学習者の音のデジタル化に関する理解定着に効果的であったと考えられる．なお，先の人間の可聴域を考慮した具体的なサンプリング周波数を問う設問に対して，1 万 2 千 Hz と回答した学習者がいた．その理由として，本教材を用いた実習結果を踏まえ，「この値がちょうど良かったため」と説明していた．教材を用いた具体的な体験に加え，抽象化し概念を理解する学びにつなげる学習過程も必要と考えられる．

表 1 音のデジタル化（サンプリング周波数の基準）の理解に関する設問

回答内容（自由記述）	学習前アンケート	学習後アンケート	翌週小テスト
「周波数の 2 倍」に言及	0　人	11　人	15　人
設問の意味が分からない	5　人	0　人	0　人
分からない	8　人	0　人	0　人
記入無し	2　人	3　人	8　人

標本化の説明を求める設問に対しては，36 人中 21 人が「信号を一定時間間隔ごとに区切る」等と説明していた．一方，量子化の説明を求める設問に対しては，15 人が「振幅の値を一定の値に近似する」等と不正確な回答をしていた．このことより，本教材は音のデジタル化の手続きの中でも，特に標本化部分への理解促進に効果的であったと考えられる．

4.　考察と展望

表 1 から，本教材を用いることにより，学習者のサンプリング周波数についての理解が助長されたことが分かる．また教材の利用が音のデジタル化の概念理解の定着にも効果的であり，音のデジタル化の手続きの中でも，特に標本化の説明に有効であることを確認した．

また小テストの回答内容から，パラメータを自由に調整できる本教材を用いた学習体験が学習者に強い印象を与えた事例なども確認した．

今後は量子化の手順を説明する機構を教材に取り入れるとともに，HTML 文書内に音声による解説等を導入することで，本教材を，学習者の自習用教材として利用可能とし，学習効果についての比較を行う予定である．

参考文献

(1) 情報処理学会一般情報教育委員会: “情報とコンピューティングのシラバス案”, https://sites.google.com/site/ipsj2010sigge/home （参照 2016.2.14）
(2) エバンズ ベンジャミン ルカ, 布施泉, 棟方渚, 小野哲雄: “音のデジタル化の概念を理解するための JavaScript を用いた学習教材の開発”, 教育システム情報学会 2015 年度学生研究発表会-北海道 (2016)
(3) W3C – Web Audio API: “W3C Edito’s Draft 05 February 2016”, http://webaudio.github.io/web-audio-api/ （参照 2016.6.17）

没入型天体教材の開発と 3 次元ジェスチャ操作の評価

Development of Immersive Learning Equipment for Astronomy Education and Evaluation of 3D Gesture-Operation

田尻 圭佑[*1]，瀬戸崎 典夫[*2]
Keisuke TAJIRI[*1]，Norio SETOZAKI[*2]
[*1] 早稲田大学大学院人間科学研究科
[*1] School of Human Sciences，University of WASEDA
[*2] 長崎大学
[*2]University of NAGASAKI
Email: tajiri-k@asagi.waseda.jp

あらまし : 本研究では，仮想空間内おける教員の介入による指導が可能な，没入型天体教材の開発を目的とした．さらに，３次元ジェスチャ操作の観点から，本教材の有用性について評価した．評価実験は，大学生 20 名を対象に，３次元ジェスチャ装置を用いて星の動きに関する指導を行った．実験後に，３次元ジェスチャ操作に関するアンケート調査を実施した．その結果，仮想空間内に講師の手が表示されることで，学習者の理解を促す可能性が示唆された．
キーワード： 仮想現実，教材開発，天体学習，3 次元ジェスチャ操作，HMD，身体動作

1. はじめに

小学４～６年生の約４割が天動説を支持し，月の満ち欠けを理解していない児童が半数以上を占めている[(1)]．児童・生徒にとって空間認識を必要とする内容理解は困難であり，学習者らの視点移動能力が成長段階であることが要因のひとつとして挙げられる[(2)]．小・中学校で学ぶ星の動きや月の観察に基づく学習は，実感を伴った体験を提供し得る野外観察が有効である．しかしながら，天候の問題や時間的制約，地理的な状況などを考慮すると，学校教育の中での実践は現実的に困難である．

一方，仮想現実（Virtual Reality：以下 VR）の技術を用いることで，仮想空間内における疑似体験を可能とし，野外観察の代替としての天体学習を提供し得る．加藤らは，VR 教材を利用した理科の授業で，平均正答率の上昇を報告した[(3)]．また，瀬戸崎らは，月の満ち欠けのしくみを学ぶための VR 教材を開発し，興味や理解度の向上における有用性を示した[(4)]．

天体分野における学習内容の理解には，空間認識力との関係もあるため，個人差が大きい．そこで，空間的な理解が困難な学習者への個別指導に VR 教材を使用する方法として，ヘッドマウントディスプレイ（Head Mounted Display：以下 HMD）が挙げられる．川崎らは，HMD を用いた VR 天体観察システムを開発し，学習者の方位や方角の認知が容易であることを報告した[(5)]．したがって，楠本らが述べた天体風景の水平移動による理解度に関する課題を解決し得るインタフェースとして期待できる[(6)]．

しかしながら，HMD によって VR 環境を構築した場合，学習者がひとりで VR 環境に没入することが想定され，教師が介入して学習支援をすることが困難である．天体分野の学習内容の理解度が低い学習者に対する個別学習を想定した場合，VR 環境における空間的な教師の指導が学習内容の支援として有効であろう．

そこで，本研究では，天体分野における個別学習を想定し，仮想空間における教師の介入による指導が可能な，没入型天体教材を開発することを目的とした．さらに，３次元ジェスチャ操作の観点から評価することで，本教材の有用性について検討した．

2. 方法

図１に没入型天体教材の概要を示す．本研究では，使用する HMD（Oculus DK2）に対応したゲーム開発ソフトフェア（Unity5.0）を使用して天体学習用 VR コンテンツを開発した．天球の画像には，国立天文台が提供する天体シミレーションソフト「Mitaka」（http://4d2u.nao.ac.jp/html/program/mitaka/）を引用した．学習者は，HMD を装着することによって星空の仮想環境を体験できる．なお，学習者に提示されて



図１　没入型天体教材の概要

表１　３次元ジェスチャ操作の評価結果

質問項目	肯定回答（人）	否定回答（人）	結果
仮想空間内に自分の手が表示されることで講師と情報共有できた	19	1	＊＊
仮想空間内に講師の手が表示されることで星の動きがわかった	20	0	＊＊
仮想空間内に講師の手が表示されることは学習者の理解を促す	20	0	＊＊
仮想空間内に講師の手が表示されることで星の位置がわかった	19	1	＊＊
講師の手が指す星の位置は正確だった	20	0	＊＊

（＊＊：p<.01，＊：p<.05，†：.05<p<.10）

表２　自由記述の結果

仮想空間内の講師の手の表示について	
方角の認知	星を見つけやすい 星の動きが分かる 方角がわかりやすい
手の表示	指をさすとわかりやすい 注目すべき点がわかりやすい 視覚的にわかる
意見・感想	興味がわいた 手が２つになると混乱する 正確な位置を指すのが困難

いる仮想環境を講師が共有できるように，講師用モニタにも同様の仮想環境を提示した．

VR コンテンツの操作には，３次元ジェスチャ装置（Leap motion）を用いた．また，３次元ジェスチャ装置によって仮想空間内に手のモデルが表示されることで，講師が，講師用モニタを見ながら学習者に対して指導することを意図した．

本教材の評価対象は，大学生 20 名であった．コンテンツの視聴・操作時に，仮想環境内での指導効果を評価するために，筆者が３次元ジェスチャ装置を用いて，星の動きに関する指導を行った．実験後に，アンケート用紙を用いて回答を得た．

仮想環境内の指導効果の評価として，４件法と自由記述による回答を得た．調査項目は，「３次元ジェスチャ操作」に関する全５項目で構成した．４件法の選択肢は，「とてもそう思う」，「ややそう思う」，「あまりそう思わない」，「全くそう思わない」とした．４件法の回答は，肯定回答と否定回答に分類し，直接確率計算によって分析した．また，「仮想空間内の講師の手の表示」に関する自由記述は，得られた回答をカテゴリに分類し集計した．

3. 結果と考察

有効回答は 20 件であった．表１に３次元ジェスチャ評価の結果を示す．全ての質問項目において肯定回答が有意に多かった（p<.01）．したがって，３次元ジェスチャ装置を用いて，仮想空間内に，講師の手のモデルを表示することで，学習者が方位や星の動きを理解しやすい可能性が示唆された．

表２に自由記述の回答を示す．「仮想空間内の講師の手の表示」に関する自由記述において，「方角がわかりやすい」など方角の認知に関しての回答が５件，「指をさすとわかりやすい」など手の表示に関する回答が 16 件得られた．したがって，仮想空間内の指導において，講師の手の表示は，学習者の理解を促す可能性が示唆された．一方，「手が２つになると混乱する」，「正確な位置を指すのが困難」などの意見・感想に関する回答が５件得られた．したがって，インタフェースの改善や手のモデルの差別化を行う必要がある．

4. まとめ

本研究は，HMD を用いた没入型天体教材を開発し，３次元ジェスチャ操作の観点から評価した．その結果，講師が，３次元ジェスチャ装置を用いて，学習者に対して指導を行うことで，学習者の理解が促される可能性が示唆された．また，講師の手のモデルが仮想空間内に表示されることで，学習者が方位や方角を認識しやすい可能性が示唆された．今後の課題は，インタフェースの改善やコンテンツの拡充を行うことである．

参考文献

(1) 縣秀彦：“理科教育崩壊－小学校教育における天文教育の現状と課題－”，天文月報，Vol. 97,No.12,pp.726‐736,（2004）
(2) 土田理：“児童生徒の天文分野における視点移動能　力の発達過程と関係する基礎的研究”，地学教育, Vol.39, No.5，pp.167‐176,（1986）
(3) 加藤浩，安藤真，相場弘明，葛岡英明，廣瀬通孝：“多視点の統合理解を促進することを目的としたバーチャルリアリティ太陽系シミレーション教材の開発（Ⅱ）”，日本教育工学会大会講演論文集，Vol.121，pp.547-548,（2005）
(4) 瀬戸崎典夫：“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，33（4）：370-377,（2009）
(5) 川崎享，岩根典之，松原行宏，岡本勝：“身体動作に連動した直感的な視線操作と視点切り替えが可能な仮想天体学習環境の構築”，日本教育工学会論文誌，Vol.33，No3，153-160,（2010）
(6) 楠本誠，久保田善彦：“小学校理科における天文シミレーションの視聴と方位や方向の理解”，日本教育工学会論文誌, Vol.36, No.Suppl, pp.93-96,（2013）

デジタルペンのストロークデータを利用した自動板書システムの開発

Development of Automatic Board Writing System using Stroke Data of Digital Pen

田中 孝治[*1]，稲垣 宏[*2]
Koji TANAKA[*1], Hiroshi INAGAKI[*2]
[*1] 静岡大学情報学部
[*1]Faculty of Informatics, Shizuoka University
[*2] 国立高等専門学校機構　豊田工業高等専門学校
[*2]National Institute of Technology, Toyota College
Email: cs14505@s.inf.shizuoka.ac.jp

あらまし：本研究では，従来の板書による授業形態を可能な限り維持したまま，教員の書き損じによる授業時間のロスなど，板書を用いた授業が抱える問題を,解決するシステムの開発を行う．具体的には，デジタルペンを用いて講義ノートを作成することで，そのストロークデータを取得する．その後，講義時にそのストロークデータをアニメーションとして，黒板に直接投影することにより，自動板書を実現する．また，本システムは，黒板の端に投影された操作アイコンを IR ペンで直接触ることにより，板書速度，色，大きさをリアルタイムに変更する機能等を備えている．
キーワード：デジタルペン，ストロークデータ，講義支援システム，自動板書

1. はじめに

板書を用いた一斉授業においては，教員の書き損じなどが授業時間のロスにつながることがある。また，板書内容が板書を行っている教員の陰になってしまい，見えなくなってしまうこともある。これらは，多くの場合プレゼンテーションツールを利用することによって解決可能である。しかしこの手法には，ノートをとらせることによる理解度向上など，板書で授業を行うことのメリットを失う恐れがある。

そこで，本研究では，板書で授業を行う際の授業準備として用意する講義ノートに着目し，講義ノートを作成するだけで利用できる板書支援システムがあれば便利ではないかと考えた．

2. 開発する講義支援システムの概要

本システムでは，デジタルペンを使って，講義ノートを作成し，そこで取得したストロークデータを黒板に直接投影する．

2.1 基本仕様

以下にシステムの基本仕様を示す．

(1) デジタルペンを用いて講義ノートを作成する．
(2) 複数ページの講義ノートから取得したストロークデータを統合し，講義一回分のストロークデータファイルを作成する．
(3) (2)で作成したファイルを用いて，講義ノートの内容を黒板にアニメーションとして投影する．
(4) 投影時は，以下に示す操作ができる．
　(a) 描画開始及び一時停止　(b) 描画速度変更
　(c) 描画色変更　(d) 巻き戻し
　(e) 拡大縮小　(f) 描画済み板書内容の移動
　(g) スキップ機能
(5) 投影時の操作は，黒板に投影されている操作用アイコンを直接操作することで行う．
(6) 板書内容が黒板の下部まで達したら，板書内容全体を自動的にスクロールする．

2.2 開発環境と実行環境

本システムは，デジタルペンとしてゼブラ社の ZEBRA WING「DigiMemo A402[(1)]」を使用し，図 1 のような構成のシステムを開発した．投影時の操作は，Smoothboard システム[(2)]を利用して行う．Smoothboard システムとは，Wii リモコンを赤外線センサーとして利用し，IR ペンの位置を検出するシステムである．開発したシステムでは，IR ペンとして「The Groove[(3)]」を用いた．

3. 開発したシステムの実行例

以下に，システムの実行例を手順に沿って示す．

(1) デジタルペンで講義ノートを作成する(図 2).

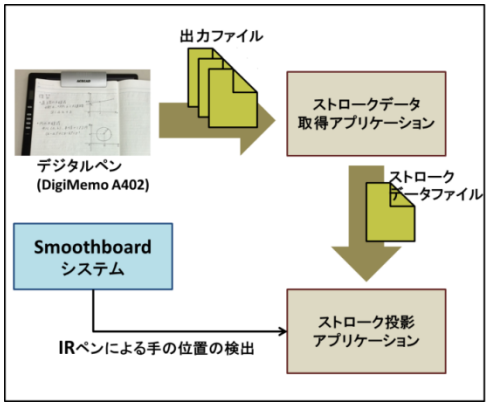


図 1 システム全体の構成図

(2) 講義ノートより取得したストロークデータのうち，次の講義で使うページを PC に取り込み，統合する．
(3) 統合したデータを用いて投影する(図 3).
(4) 黒板に投影されているアイコンを直接操作することで，授業を行う(図 4).
(5) 板書内容が黒板の下部まで達したら，板書内容全体が自動的にスクロールされる(図 5).

4. 評価実験

豊田高専の 1〜2 年生の学生 14 名を対象に，本システムを用いた講習会を実施し，その後，アンケートに回答してもらった．アンケートは 3 つの問いに対して 5 段階評価と自由記述による評価を行った．

板書を用いた授業との比較では，過半数が「授業進行がスムーズだった」，「板書が見やすかった」と回答した．このことから，本システムにより，授業時間のロスを減らし，かつ，より見やすい板書を実現することができたと考えられる．

また,「本システムによってわかりやすい授業ができるようになると感じられたか」という設問に関しては，2 名から「とてもそう感じた」，9 名から「そう感じた」という回答を得ることができた．これは，本システムの有効性を示しているといえるだろう．

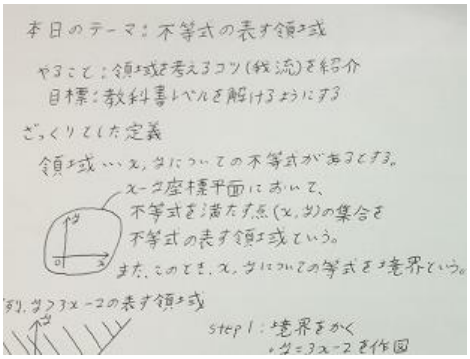


図 2 デジタルペンで作成した講義ノート

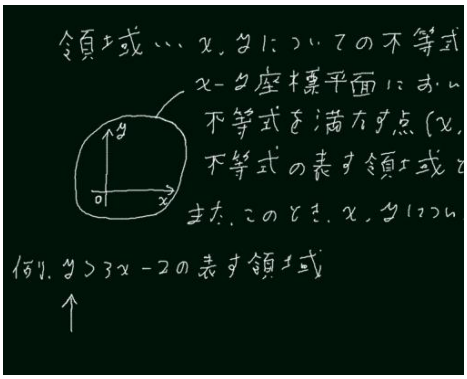


図 3 ストロークデータの投影


図 4 アイコンの直接操作による授業の様子

5. おわりに

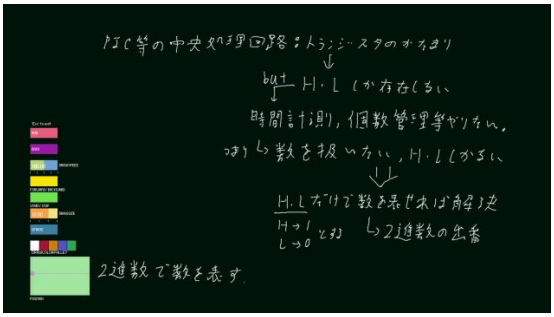
本研究では，デジタルペンを利用することで，従来の板書スタイルを拡張し，これまでにない新しい授業スタイルの創出を目指している．現在までに，板書のみで授業を行っていた教員が違和感なく使用するために,「講義ノートを書く」,「PC に取り込む」,「投影する」,「アイコンを直接操作する」，という簡単な手順で使用できるシステムを実現した．そこでは，板書速度，色，大きさをリアルタイムに変更することができる．

また，評価実験の結果から，本システムを利用することによって，従来の板書を用いた授業よりもスムーズかつ見やすい授業が展開できるとわかった．

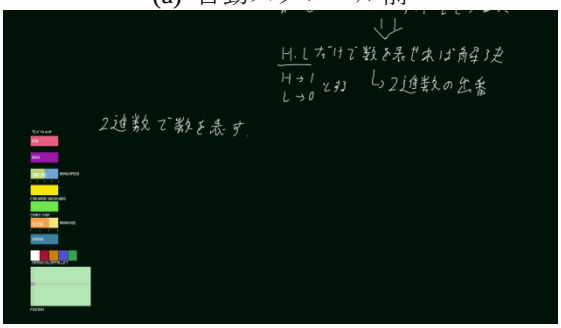
今回は，学生を対象とする評価実験を行ったが，今後，教員を対象とする評価実験も行いながら，改良を積み重ね，より良いシステムを目指したい．

参考文献

(1) ZEBRAWING :“ DigiMemo A402”, http://www.zebrawing.jp/digimemo/ (参照日 2016.5.12)
(2) Smoothboard Tech : “Smoothboard.net”, http://www.smoothboard.net/ (参照日 2016.5.12)
(3) Tino Agnitti : “IRPensOnline.com”, http://irpensonline.com (参照日 2016.5.12)



(a) 自動スクロール前



(b) 自動スクロール後
図 5 自動スクロール機能

離散型密度関数を用いた尤度推定によるスピードスケート動作解析の検討

Basic Consideration for Tracking Analysis of Speed Skating by likelihood estimation by discrete density function

小島 匡顕[*1], 松澤 拓也[*2], 香山 瑞恵[*3], 橋本 昌巳[*3], 二上 貴夫[*4]
Masaaki KOJIMA[*1], Takuya MATSUZAWA[*2], Mizue KAYAMA[*3], Masami HASHIMOTO[*3], Takao FUTAGAMI[*4]
[*1] 信州大学大学院総合理工学研究科 / [*2] 信州大学大学院理工学系研究科
[*1*2]Graduate School of Science & Technology, Shinshu University
[*3] 信州大学工学部
[*3]Faculty of Engineering, Shinshu University
[*4] 東陽テクニカ
[*4]TOYO Corporation
Email: 16w2026e@shinshu-u.ac.jp

あらまし：本研究の目的は，尤度推定を動作解析へ適用することによる効率化である．計測データを用いて速度，位置座標を算出するための座標変換を行うには修正値が必要となる．従来，修正値の候補を算出し，その中から人力で尤もらしい修正値を選出していた．その過程において尤度推定を適用する．尤度推定に用いる確率密度関数は過去に取得した実データ群に基づいて定義する．本稿では，この成果を 1 台の小型慣性計測装置を用いたスピードスケート競技の計測データ解析に適用した結果について報告する．
キーワード：動作解析，尤度，最尤推定，スピードスケート

1. はじめに

近年，ビデオカメラやセンサなどを用いた動作解析の研究がなされている [(1)]．動作解析では，人や物の動きを数値化し，分析・解析することで，動作の特徴を読み取ることができる．

我々はこれまで，慣性計測装置(以下，IMU)を内蔵した小型装置を用いた動作解析の研究 [(2,3)] をしてきた．被験者の腰部に装置を装着させられるので，解析可能範囲が広いことが特長である．現在，スピードスケートと歩行の動作解析が可能である．

IMU により 3 軸の角速度，3 軸の加速度などが得られる．これらのデータは IMU の座標系において数値化されているため，分析・解析を行うにはデータを変換する必要がある．ここで，変換に用いるのが修正値である．修正値は 3 軸の Tilt 角と 3 軸の Bias 値によって構成されている．本研究ではこの修正値の選出を効率化することを目的としている．

2. 尤度推定

2.1 最尤推定

本研究では，修正値選出を効率的に行うために，最尤推定 [(4)] を用いる．一般に，標本$\mathbf{X} = (X_1, \cdots, X_n)$が観測されるとき，密度関数を$f(\mathbf{x}; \theta)$とする．このとき，パラメータ$\theta$を推定することが最尤推定である．標本値$\mathbf{x}$を観測したのは，その標本値$\mathbf{x}$を観測する確率が最大だったからであると仮定する．このとき，パラメータθの真値は，その標本値$\mathbf{x}$を観測する尤度$L(\theta; x)$を最大にする値である．よって，最尤推定値$\hat{\theta}$は尤度$L(\theta; x)$を用いて，[1]式のように表される．

$$\hat{\theta} = \hat{\theta}(\mathbf{x}) = \arg\max_{\theta} f(\mathbf{x}; \theta) = \arg\max_{\theta} L(\theta; \mathbf{x}) \quad [1]$$

2.2 スピードスケート動作解析への適用

最尤推定をスピードスケートの滑走軌跡計測へ適用する場合，離散的な密度関数を想定することとした．具体的には，被験者の滑走軌跡を微小区間 n に分割し，各区間における離散的な尤度を求めることとする．ここでは，半円であるスケートリンクのカーブでの滑走を取り上げる．位置座標を極座標系で表したとき，偏角θ_kと動径r_kを用いて，尤度$L(\theta; r)$は[2]式で表される．

$$L(\theta; r) = \sum_{k=1}^{n} L(\theta_k; r_k) \quad [2]$$

$n = 180$とし，180 等分された各区間において，尤もらしい軌跡を基準とし，尤度を求めていく．本手法では，専門家により尤もらしいと判断された実データ群の位置座標の平均値と標準偏差に基づき密度関数を定義する．ここでの実データ群とは，競技成績の異なる 10 名のスケーターによる実験的滑走に対して人力で選出した動作軌跡である．

分割された各区間における尤度を求め，[2]式より修正値候補の$L(\theta; r)$を算出する．この値に基づき修正値候補の順位付けを行う．

2.3 密度関数

スピードスケートの動作を表現するために，2.2 節で示した異なる微小区間毎に密度関数を定義した [(5)]．平均値±標準偏差，平均値±1/2 標準偏差を算出し，範囲を定め，対象軌跡の位置によって尤度を求める．図 1 上部にカーブ部分における実データ群の平均値(点線)と，標準偏差(破線)を示す．横軸はカーブ開始地点からの角度である．この標準偏差では，

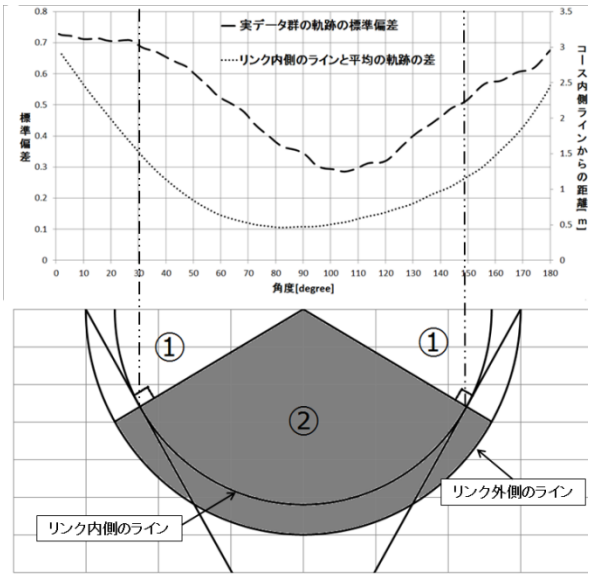


図 1 実データ群におけるカーブ滑走の特徴

カーブ開始付近とカーブ終了付近に比べて，カーブ中央付近の値は約 40 %となる．また，この平均値のコース内側からの距離はカーブ開始付近とカーブ終了付近に比べてカーブ中央付近の値は約 16 %である． よって，図 1 下部に示すように，カーブ部分を 3 区間に分け，それぞれ尤度の重みを変えることとした．カーブ開始地点と終了地点において，コースの外側から，半円であるカーブへの接線を引いた時の接点で，カーブ部分を 3 区間に場合分けをし，②における尤度は①の尤度の 2 倍に定義した．この場合，尤度の最大値は 301.0 となる．

3. 滑走軌跡計測への適用

本章では，尤度推定を実際の滑走軌跡計測に適用した成果について述べる．

3.1 実験概要

2 章に示した密度関数を定義した時に用いた実データ群(以下，学習データ)をテストデータとし，尤度推定を適用した場合に，尤もらしい軌跡が上位群に選出されることは分かっている [(5)]．ここでは，学習データとは異なる計測データ 6 データをテストデータとした場合の尤度推定を行った．

まず，IMU のセンサデータからスピードスケートの滑走特徴などを考慮し，修正値候補を求める．これらの修正値候補から算出された滑走軌跡のカーブ部分に対して，尤度推定を行う．その上で尤度の高い修正値候補から順に滑走軌跡グラフを 2 名の専門家に個別に提示し，尤もらしいものを選ばせた．このとき，専門家には滑走時に取得したビデオ映像を合わせて確認させた．提示した滑走軌跡グラフはたかだか 50 位までのものとした．

3.2 評価実験結果

専門家により尤もらしい軌跡であると選出された

表 1 実験結果

データ No	修正値候補の個数 (個)	尤度値の範囲	被験者が選んだ候補の尤度値	
			被験者 A	被験者 B
3	30	181.5～301.0	280.0 184.0	197.5
5	47	301.0	301.0	301.0
6	30	228.0～301.0	262.5	299.0

テストデータは被験者 A で 5 データ，被験者 B で 4 データであった．2 名の被験者がともに尤もらしい軌跡を選択できた 3 データの詳細を表 1 に示す．

データ 6 では 228.0 から 301.0 までの尤度を有する 30 種の修正値候補が示され，被験者 A は尤度が 262.5 の修正値候補，被験者 B は 299.0 の修正値候補を選出していた．他の 2 データについても，尤度が比較的高い修正値候補が選出されていた．

3.3 考察

本手法では尤度推定に基づき尤もらしいカーブ軌跡を定めることが可能である．このことは，カーブ部分以外の軌跡についてのみビデオ映像とともに検討すればよい状況を提供できる可能性を示唆していると考える．

今回の実験で尤もらしい軌跡がないと判断された理由は，ビデオデータ以外に妥当性を判断する材料がないことと，ビデオの画角が常に選手とリンクを捉えているわけではないことが挙げられる．

4. おわりに

本稿では，離散型密度関数を用いた尤度推定をスピードスケート動作解析に適用した成果について述べた．提案手法は，定量的根拠に基づき，候補を順位付けすることができる．今後は，さらに多くのテストデータへの適用を検討し，尤度を求める密度関数の精緻化を図る．

参考文献

(1) 阿江通良:“スポーツ選手のスキルフルな動きとそのコツに迫る”，人工知能学会誌，Vol.20，No5, pp.541-548 （2005）
(2) 高橋佑，香山瑞恵:“スピードスケート滑走における滑走速度の特徴に関する考察”，人工知能学会 SIG-KST -2014-01-03, pp.1-6 （2014）
(3) 松澤拓也，香山瑞恵: “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”，信学技法, Vol115, No.139-ET2015-66, pp.41-46 （2015）
(4) 藤澤洋徳:“確率と統計”，株式会社朝倉書店, pp.101-112 （2006）
(5) 小島匡顕，香山瑞恵:“実データに基づく離散型密度関数を用いた尤度推定による動作解析－スピードスケートへの適用－”，平成 27 年度電子情報通信学会信州大学 Student Branch 論文発表会, A-5 （2015）

科学的思考方法の育成を目指したオリガミクスによる数学教材の開発と実践

Development and Practice of Mathematics Teaching Method to Develop Scientific Thinking Method by Using “Origamics”

葛城 元[*1]，黒田恭史[*2]
Tsukasa KATSURAGI[*1], Yasufumi KURODA[*2]
[*1] 京都教育大学 大学院教育学研究科
[*2] 京都教育大学 教育学部
[*1]Graduate School of Education, [*2]Faculty of Education, Kyoto University of Education
Email: din65034@kyokyo-u.ac.jp, ykuroda@kyokyo-u.ac.jp

あらまし：スーパーサイエンスハイスクール（以降，SSH）では，高等学校の理系クラスを中心に高度な理系教科の内容に関する先進的な取り組みが行われている．今後は，文系クラスをも対象とした SSH の取り組みを実践することで，理系教科に親和性を持つ高校生の裾野を拡げることが期待される．折り紙は学習者にとって身近なものであり，それを数学教育に応用することで，学習者自らが問題を見出し試行錯誤して，実験・検証する活動が可能になる．本稿では，学習者の科学的思考方法の育成を目指したオリガミクスによる数学教材の開発を行い，SSH 指定校を対象に教育実践を実施し，その有効性を検証する．
キーワード：SSH，科学的思考方法，数学教材，オリガミクス，ダイヤカット缶

1. はじめに

SSH は文部科学省が指定する高等学校を対象に行われている事業であり，その目的は，理系教科における教育内容の開発・充実のもと，理系教科に優れた科学技術人材の育成にある．今日では，数学と他分野との協働化が推進されており，学習者は数学知識の蓄積や数学内容を理解する力とともに，数学以外の分野に数学を適応・展開し，問題を解決する力が希求されている．

したがって，学習者自らが様々な現実事象に対して問題を発見し，それを数学に関わる問題と捉えて，証明・実験などを通して検証するといった，科学的思考方法を育成することのできる数学教材の開発と教育実践による有効性の検証が不可欠である．

そこで本稿では，科学的思考方法を習得することのできる高等学校数学科の内容として，オリガミクスを取り上げ，数学教材の開発を行う．そして，SSH 指定校を対象に，オリガミクスによる教育実践を実施し，本教材の有効性を検証することを目的とする（教育実践の詳細は，ポスター発表で紹介する）．

2. 科学的思考方法とは

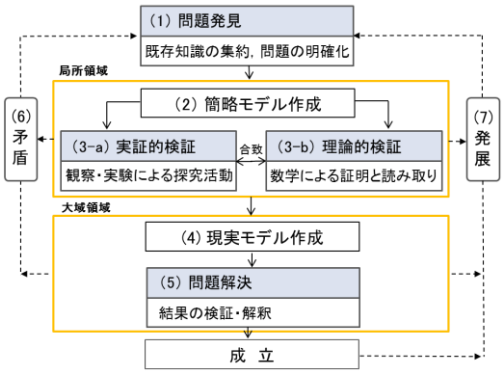


図 1 科学的思考方法の育成を図る枠組みの一つ

大槻（2001）の「人間の発見過程」を参考に[(1)]，科学的思考方法の育成が可能になると考えられる枠組みの一つを構成した（図 1）．科学的思考方法とは，新たな知見を獲得するために適した思考の方法である．まず，現実事象に対して「(1) 問題発見」を行う．次に「局所領域」において「(2) 簡略モデル作成」「(3-a) 実証的検証」「(3-b) 理論的検証」を行う．最後に「大域領域」において「(4) 現実モデル作成」「(5) 問題解決」の順を経て，問題が法則や理論として成立する．もし不都合が生じれば，「(6) 矛盾」に移行し，再度「(1) 問題発見」から順に遂行する．また，各段階において新たな問題を発見した場合は「(7) 発展」に移行させることが可能である．

3. オリガミクスとは

今日，折り紙に関する研究は，数学，工学，計算機科学，教育を含み様々な分野で取り組まれ，学際的・科学的な拡がりを持つようになっている[(2)]．この折り紙が数理的に発展して，オリガミクスが誕生した．オリガミクスは，数学を折り紙に適用し，作品を創作することや，折り紙自体の原理・仕組みを数学で解明することが可能であり，数学教育としての価値も有する．実際に紙を折る活動は，試行錯誤をする中で，学習者の多様な考えを創出し，その実験・検証が可能であることからも，科学的思考方法を促すことができる数学教材の開発が可能である．

4. オリガミクスを用いた数学教材の開発

ダイヤカット缶を題材にした数学教材の開発を，図 1 の枠組みに沿って行い，それを図 2 に示す．

4.1 (1) 問題発見；FIRE 缶の構成要素

ダイヤカット缶とは，トラス（三角形の骨格構造）を立体的に組み合わせた，切子細工のような独特の

形の加工が施された缶のことである[3]．我々の身近なところでは，図 2-A の「キリンファイア挽きたて微糖・2014 年度モデル（以降，FIRE 缶と記す）」の缶コーヒー（内容量 185g）に応用されている[4]．

そこで，FIRE 缶の銅部分にある三角形の数理的な特徴（点，線，面などの図形の構成要素）の解明を問題とする．

4.2　局所領域

「(2) 簡略モデル作成」（図 2-B）では，FIRE 缶の構造を単純化した簡易版缶モデル（以降，簡易版と記す）を，オリガミクスを用いて作製する．

次に，「(3-b) 理論的検証」（図 2-B）では，点について，垂心（●）は簡易版の突出部（山），外心（▲）は窪んだ部分（谷）に現れており，重心（■）は正方形の対角線上を三等分している．次に線については，簡易版（立面図）に引かれた縦線はオイラー線を表している．これは縦方向に 8 本描くことができ，平面図の各頂点部分に現れる．そして，面については，平面図に対応する辺が，合同な直角二等辺三角形の辺とそれぞれ対応しているので，平面図が正八角形であることが判明した．また，「(3-a) 実証的検証」（図 2-B）では，紙を折ることにより，実際に検証することが可能である．

4.3　大域領域

「(4) 現実モデル作成」（図 2-C）では，問題解決を行うために，簡略モデルよりも精巧なダイヤカット缶のモデル（以降，缶モデルと記す）を作製する．

「(5) 問題解決」（図 2-D）では，点，線については，局所領域での分析結果と同様であった．ただし面については，缶モデル（立面図）に引かれたオイラー線は，22 本描くことができ，平面図が正二十二角形であることが判明した．実証的検証と理論的検証の結果の合致することから，問題が解決された．

4.4　(7) 発展；FIRE 缶の構造計算

発展内容として，図形の計量について取り上げる．FIRE 缶の内側に凹みを有することから，円柱型の缶コーヒーと比較し（FIRE 缶と同規格とする），体積量の相違を問題として設定する（図 2-E, 2-F, 2-G）．

大域領域について，「(3-b) 理論的検証」では，コーヒーの液面の高さに換算すると，FIRE 缶（5 段分）では，円柱型の缶との差が約 2.8mm となった．「(3-a) 実証的検証」（図 2-H）では，ものさしで測定すると FIRE 缶は液面からの高さが約 0.9cm，円柱型の缶コーヒーは約 1.2cm で，その差は約 3.0mm という結果になった．よって，理論的検証と実証的検証の結果がほぼ合致したので，ここでは問題が解決されたと判断する．

5.　結語

科学的思考方法の一つの枠組みに従って，ダイヤカット缶を題材にした数学教材を開発することができた．今後の課題は，高校生を対象に，本教材を用いたオリガミクスによる実践授業を行い，有効性を検証することである．

参考文献

(1) 大槻説乎：“発見学習支援”，実教出版，東京，pp.125-128　(2001)
(2) 野島武敏，萩原一郎：“折り紙の数理とその応用”，共立，東京　(2012)
(3) 第一宇宙技術部門ホームページ：“宇宙工学のスピンオフ”，JAXA，（2016 年 6 月 1 日現在），<http://www.rocket.jaxa.jp/basic/knowledge/spinoff.html>
(4) キリンビバレッジ株式会社ホームページ：“容器のなるほど 03 FIRE のダイヤカット缶”，（2016 年 6 月 1 日現在），<http://www.kirin.co.jp/csv/eco/special/recycle/package03p.html >

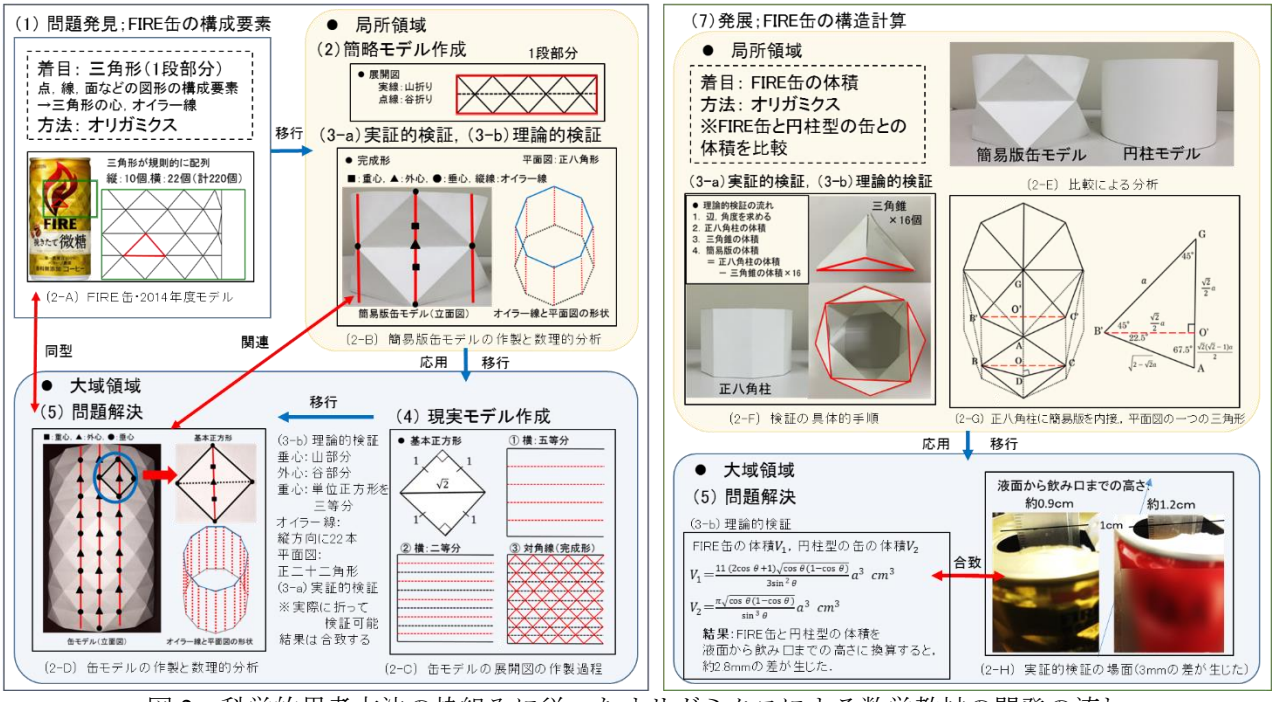


図 2　科学的思考方法の枠組みに従ったオリガミクスによる数学教材の開発の流れ

論理の三角モデルを用いた三方向論理組み立て活動とその支援環境の設計・開発

Design and development of a three-way logic assembly activities and its support environment using the logic of the triangle model

北村 拓也[*1], 長谷 浩也[*2], 前田 一誠[*2],林 雄介[*1],平嶋 宗[*1]
Takuya KITAMURA[*1], Hironari HASE[*2], Kazushige MAEDA[*2], 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
[*2]IPU・環太平洋大学
[*2]International Pacific University
Email: kitamura@lel.hiroshima-u.ac.jp

あらまし：主張が論理的に成立するためには，「主張」だけではなく，「根拠」と「理由づけ」が伴っている必要がある．本研究では，トゥールミン・モデルをベースとして，これら三つの要素の関係を構造的に視覚化した論理の三角モデルを提案し，この論理の三角モデルを用いた論理の組み立て演習システムの設計開発を行っている．この演習システムの実験的利用の結果についても報告する．
キーワード：論理的思考力，トゥールミン・モデル，論理の三角モデル

1. はじめに

近年，コンピテンシとしての論理的思考力が注目されており，教育国際学力到達度調査(PISA)や全国学力調査の課題において，主張に対して,「根拠」となる客観的な事実・データと自らその意味を推論・解釈した「理由づけ」を与えることが求められるようになってきている[(1)]．この論理的な主張の構造を表現するモデルとして,トゥールミン・モデルが広く知られている[(2)]．このモデルでは，主張・理由づけ・根拠・限定・反証・裏付けの六要素によって論理的な主張の構造を定式化しているが，Bryan はこの六要素のうちの主張・理由づけ・根拠の三つの組み合わせとした,論証能力のモデルを提案している[(3)]．

本研究では，Bryan の三要素モデルに基づいて，論理の構造を「根拠・理由付け・主張」の三つを構成要素とする三角モデルとして定式化し，この三角モデルに基づく論理の組み立て活動を演習として行うシステムを実装した．このシステムの実験的評価も行ったので報告する．

2. 論理の三角モデル

本研究では論理的思考の一つの形態として，主張・理由付け・根拠の三つで構成される論理の三角モデルを提案する．ここで,根拠は主張に対する客観的な証拠資料・事実を示し,理由付けは根拠と主張を結び付けるものであり，根拠が存在した場合に主張を導くことができる理由を表すとする[(1)]．

本研究では,これらの要素とその関係性を明示化し,各要素を推論によって導きだすことで,適切な論理的思考を学ぶための活動が設計できると考えた．この際に用いる論理の三角モデルを図 1 に提示する．論理の三角モデルは,各辺の両端頂点の情報から,対頂点の情報を推論する,二要素から一要素を推論する推論モデルである．具体的には,(1)主張と理由付けの組から根拠が推論可能である（根拠推論）(彼はイギリス人である,バミューダ生まれの人はイギリス人であるという二要素から,彼はバミューダ生まれであるという根拠を推論可能),(2)主張と根拠から理由付けの推論が可能である（理由付け推論）,(3)理由付けと根拠から主張が推論可能である（主張推論），を表している．本演習は，具象化された論理の三角モデルを操作するという具体的な活動を通して，学習者がこれらの推論を習得することを指向している．

このような具体的な操作は,ガリペリンの知的行為の多段階形成理論において,第二段階である,物質的行為または物質化された行為の段階として位置付けられる．この段階が実行されなければ,対象とする行為は身につかないことが多く,重要な段階であることが先行研究で明らかになっている[(4)]．よって本研究では先述のような活動を支援するシステムを開発することで,多段階形成理論の第二段階を行う,インタラクティブな三方向論理組み立て演習を実現した．ここでの三方向とは，前述の(1)-(3)の推論のことを指している．また，次章で上げるように，一つの要素に対して他の二つの要素を組み立てるような演習も実現している．

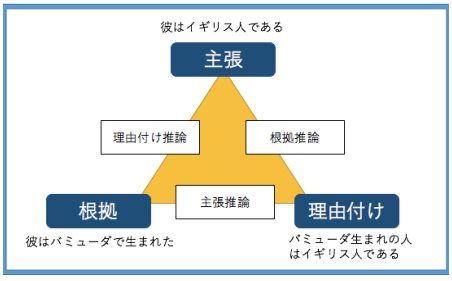


図 1 論理の三角モデル

3.　演習システム

図 2 にシステムの演習画面を示す．学習者には画面左に命題を単位とした具体的な文章がカードとして与えられており,これらのカードを右にある三角モデルに当てはめることで論理構成を行う．この際,演習はモデルに基づき,以下の四つに分けられる．

(1)判定演習：根拠・理由づけ・主張の組みの正誤判定

(2)推論演習：(2-1) 根拠・理由付けから,主張を選択，(2-2) 理由付け・主張から根拠を選択，(2-3) 根拠・主張から,理由付けを選択

(3)論理構成演習 1 : (3-1) 根拠から理由・主張を選択，(3-2) 理由付けから,根拠・主張を選択，(3-3) 主張から,根拠・理由を選択

(4)論理構成演習 2：根拠・理由付け・主張を組み立てる

このような活動を通して,学習者は論理的思考力を取得する. なお,システムは正誤判定,および間違い箇所・間違いタイプを指摘というフィードバックを行う．この演習は，構造操作を通した構造に関する理解の促進[5]を指向したものとなっており，従来暗黙的に行われてきた論理的思考を，(I)論理の三角モデルとしてその構造を可視化し，(II)構造を操作・組み立て可能にし，(III)インタラクティブ化する，している．これにより，構造及びその構成要素に対する認識を深め，また，メタ認知を促進するものになることを指向している．



図 2 システムのメイン画面:ごんぎつねを題材

4.　試験的利用

4.1 手順

被験者は工学系の大学生 15 名である. 演習手順としては,(1)プレテスト,(2)プレテストの 8 日後のシステムの利用,(3)システム利用直後のポストテストおよびアンケート・フロー調査となっている．プレ・ポストテストには,国立教育政策研究所教育課程研究センターが高校生を対象に論理的に思考する力の育成状況に着目して実施した「特定の課題に関する調査（論理的な思考）」で用いられた問題のうち，一般的な表現形式による問題とされている IA および IB の問題（22 点満点）を用い，回答時間は 40 分とした．答え合わせはしておらず，また，調査問題については調べたりしないように指示している．システムには 7 つの課題を実装しており,7 つ全ての課題に正解するまでの時間を計測し，システム利用時間とした．7 つの課題の内訳は，判定演習が 3 問，推論演習が 1 問, 論理構成演習 2 が 3 問となっている．

4.2 結果

実験結果を表 1 に示す．プレテストに比べてポストテストで成績が有意に上昇し，効果量は大であったことから，演習の学習効果が示唆された．統制群との比較は今後の課題となる．また，演習時間とプレテストにおいて有意に高い負の相関が出ており，プレテストの時点で成績が悪い場合には，演習を終了するのにも時間がかかっていることを示している．これは，演習が論理的思考を要するものになっていることを示唆する．また，成績が向上したポストテストにおいても高い負の相関が現れており，成績の変化と演習時間には有意な相関がみられなかったことから，比較的に簡単に演習を行えた場合でも，効果が見られた可能性が示唆される．

フロー調査の結果，フロー体験 : 4.5, 重要性認知 : 4.2 という値が得られた．この数値は，筆者らがこれまで行ってきたフロー調査（単視点 EBS(フロー体験 : 4.8 重要性認知 : 3.8)，多視点 EBS（4.8,3.5)，リズム演習（4.9,3.2)）と比べると，フロー体験の値は若干低いものの，重要性認知は高く出ており，熱心に取り組まれただけでなく，意義のある活動として認識されていたことが示唆される．

演習利用時間（分）	調査（22点満点）	
	プレテスト	ポストテスト
27.4(σ =18.3)	13(3.7)	16.8(2.8)
プレポストの検定	p=2.6E-05	
プレポストの効果量	d=1.2	
時間と得点の相関	-0.71	-0.79
相関の検定	p=0.003	p=0.0005

表 1　実験結果

5.　まとめ

論理の三角モデルを用いた論理組み立て活動システムを作成し実験を行った．実験結果より,本システムの有効性を示唆する結果を得た．

参考文献

(1) 鶴田清司,河野順子 編:“論理的思考力・表現力を育てる言語活動のデザイン 中学校編”, 明治図書 (2014)
(2) Toulmin,S.E:The uses of argument,Updated Edition,Cambridge:Cambridge University Press(First published:1958)(2003)
(3) Bryan, H. J., et al.: A NEW LEARNING PROGRESSION FOR STUDENT ARGUMENTATION IN SCIENTIFIC CONTEXTS (2014)
(4) 駒林邦男:「知的行為の多段階形成理論」研究覚書岩手大学教育学部研究年報 31.1-86(1971)
(5) 平嶋宗 :「学習課題」 中心の学習研究: 情報構造としての学習課題の再定義と構造操作としての学習活動の設計, 人工知能学会誌 30 (3), 277-280(2015)

口頭説明の視覚的提示に着目したプレゼンテーション・リハーサル支援方法

Presentation Rehearsal Support Method focused on Visualization of Oral Explanations

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 理学部
[*1]Faculty of Science, 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・リハーサルにおいて，主にスライドを対象としたレビュー支援環境の構築・運用を行ってきた．しかし，口頭説明が音声情報であることに起因する正確性と一覧性の問題から，適切なレビューを行うことは難しいことが分かった．そこで本稿では，従来の支援方法に口頭説明の視覚的提示を加え，外化した内容全てを対象に，より効果的なレビューの実現を目指した支援の枠組みの提案と試作について述べる．
キーワード：プレゼンテーション・リハーサル，ピアレビュー，口頭説明，スライド作成，知識洗練

1. はじめに

プレゼンテーションは発表者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ける仲間・同僚からの指摘は，プレゼンタがもつ知識の不十分・不適切さに関する気づきを与え，知識洗練化の促進に貢献する(1)．筆者らはその効果に着目して，視覚的なアノテーション手法にもとづくレビュー支援環境の構築(2)を行った．本支援環境は可視化されたスライドに対する直接的なアノテーション作成を可能とすることで，レビューコメント作成の負荷軽減を図ることに成功している．しかし，これまでの研究から口頭説明が音声情報であることに起因する正確性や一覧性の問題により，レビュアが的確なレビューコメントを円滑に作成できない場合が多いことが分かった．

そこで本稿では，従来の支援方法に口頭説明の視覚的提示を加え，プレゼンタが外化した内容全てを可視化することで，より効果的なレビューを実現する支援の枠組みを改めて提案し，その中核となるプレゼンテーション作成ツールの開発について述べる．

2. リハーサルにおける口頭説明

本研究では，リハーサルにおけるレビュアの理解状態を洗い出すことで，口頭説明に対するレビューコメント作成の困難さと，それを解決するためのアプローチについて考察を行った．

2.1 口頭説明に対するレビューコメント作成

プレゼンテーション・リハーサルにおける情報伝達と理解は，図 1 に示すようにスライドコンテンツの提示と口頭説明の双方を交えて行われる．左側が視覚情報として提示されるスライドコンテンツ，右側は聴覚情報による口頭説明を表しており，レビュアは双方を同時に時間軸に沿って受け取りながら発表内容を理解する．

例えば,プレゼンタが 2 枚目のスライドで Content 3 について Explanation 3 による説明を行っている場合，その説明内容に疑問を感じた場合には，その時点での発表の理解状況に応じた判断にもとづき，レビューコメントの作成を行う．その際，より確信を持って精度の高いレビューコメントを作成するには，一般的なレビュー環境において，以下に述べるような点においてある程度の妥協が必要となる．

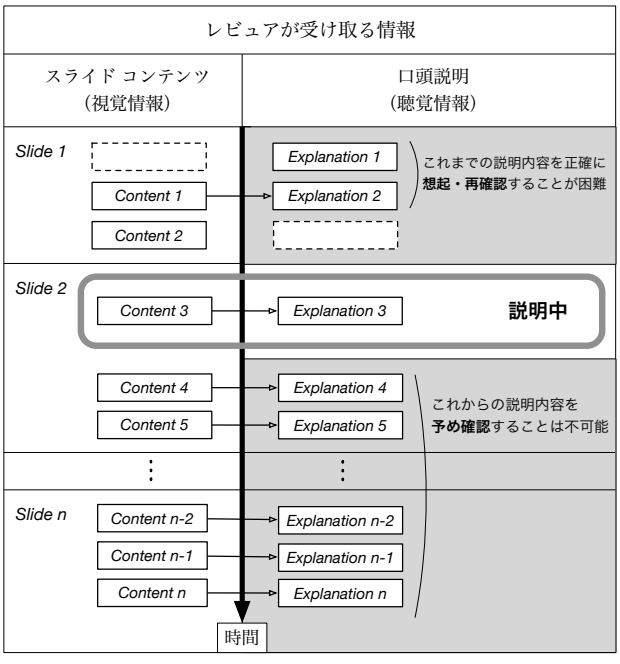


図 1 レビュアが受け取る情報とその理解

(1) 先行する口頭説明の内容を再確認できない

レビュアが一度聞いた説明内容を再確認できる状態であれば，レビュアは確信を持ってレビューコメントを作成できる．しかし，口頭説明は聴覚情報であり，情報が固定化されていないため，レビュアが説明内容の全てを正確に想起し，再確認することは

困難である．

(2) 後続の口頭説明を予め知ることができない

レビュアが説明中より，以降の内容を予め確認できれば，レビュアがこれまでの説明内容から，内容を予測する必要がなくなるため，説明中の口頭説明の妥当性を判断しやすくなる．しかし，これから説明される内容を予め確認することは不可能である．

以上からレビュアは，作成しようとする指摘内容の妥当性の判断に時間が掛かる上に，十分な確信をもってコメントを記述することが難しい場合がある．

2.2 口頭説明の視覚的提示

前節で述べた問題は口頭説明が聴覚情報であり，情報が記録として固定化されていないことが原因である．口頭説明をスライドと同様に扱ったレビューを行うためには，口頭説明の聴覚情報を視覚情報として表現する必要がある．そこで本研究では，口頭説明を可視化し，レビュアに視覚的に提示する方法を提案する．

3. スライドと口頭説明を統合したリハーサル支援方法

本研究では，前章の考察にもとづき，スライドと口頭説明を統合した支援方法の提案と実現するためのプレゼンテーション作成ツールの試作を行っている．

3.1 リハーサル支援方法

レビュアに対してインタフェース上で口頭説明を視覚的に提示するには，口頭説明の内容を文字データとして取得する必要がある．そこで本研究では，プレゼンテーション・ソフトウェアが備える発表者ノートの利用を検討している．本研究では開発に先立ち，研究初学者を対象として発表資料作成と事前練習に関する実態調査を行った．その結果，74 人中 64 人(86.5%)が発表資料の一部として，あらかじめ口頭説明の台本作成を発表者ノートを用いて行っていることが分かった．したがって，本研究では市販のプレゼンテーション・ツールを使用する現状，負担増加は少ないと判断し，あらかじめプレゼンタに口頭説明を記述させることを前提とする．

また，可視化された口頭説明を用いたレビュー支援方法については，本研究ではスライドと口頭説明を統合した支援方法の提案に先行して，口頭説明を可視化する手法としてプレゼンテーション・マップ[3]を提案した．プレゼンテーション・マップとは，スライドコンテンツとテキスト化された口頭説明の対応関係を視覚的に表現したものである．本マップでは，箇条書き単位に分割されたスライドコンテンツをスライドエレメントとよび，各スライドエレメントに対応する口頭説明をオーラルエレメントとよぶ．これにより，レビュアはスライドだけでなく，口頭説明に対するマウスによる直接操作によるアノテートが可能となる．また，口頭説明に対するアノテーションを議論時の指摘や発表資料の改訂時に利用できる．

以上より本研究では，プレゼンテーション・マップを用いたリハーサル支援方法により，外化した知識の全てに対するレビューの実現を目指す．

3.2 プレゼンテーシン作成ツールの試作

前節で提案した支援方法を実現するには，プレゼンテーション・マップにもとづく発表資料を作成することが必須である．したがって，本研究では以下に示すような機能をもつ独自のプレゼンテーション作成ツールを開発した．

(1) プレゼンテーション・マップの作成機能

本ツールはエレメント単位でのスライドコンテンツと口頭説明の作成を実現する．また，双方のエレメントの対応付けを可能とする．

(2) リハーサル・システムとの連携

発表中はリアルタイムなレビューを実現するために，スライド切り替えのタイミングとプレゼンテーション・マップのデータを随時，各レビュアが使用するアノテーション作成ツールに送信する．

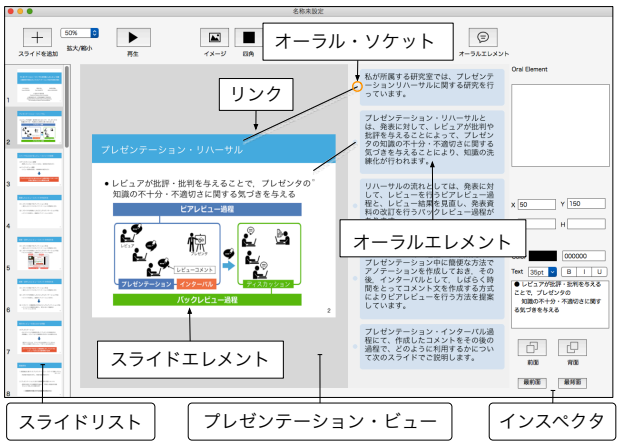


図 2 プレゼンテーション作成ツール

4. おわりに

今回開発したプレゼンテーション作成ツールは，市販の発表ツールの代替として利用可能となっており，今後は本ツールの表示モジュールを従来開発してきたレビューツールや議論ツールなどに組み込むことにより，支援システム全体として口頭説明を含めたレビュー支援を実現する予定である．

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) 渡邊悠人，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)

運動スキル学習のための好みの知覚に基づくフィードバックを用いたトレーニング環境の提案

Proposal of a Training Environment with Feedback based on Individual Perceptual Preference in Motor Skill Learning

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]，八重樫理人[*1]，林敏浩[*1]
Takuya ISHIOKA[*1], Naka GOTODA[*1], Kenji MATSUURA[*2], Karungaru STEPHEN[*2], Rihito YAEGASHI[*1], Toshihiro HAYASHI[*1]
[*1] 香川大学 [*1]Kagawa University
[*2] 徳島大学 [*2]Tokushima University
Email: s13t284@stmail.eng.kagawa-u.ac.jp

あらまし：従来，運動のスキル習得では，指導者による対面式の指導が主体である一方で，ウェアラブル装置のセンサログを活用した教師信号による自学援用の可能性が示されている．本研究では，学習者間のトレーニングログを共有し，手本となるログの抽出・教材化を検討する．抽出から各感覚器に対応したアクチュエータ出力を教材ごとに整備し，学習者は教材を選択した上で，教材に対して好みの知覚に基づくフィードバック選択ができる学習環境を実現する．
キーワード：運動教育，フィードバック支援，再現アクチュエータ，知覚の好み，能動学習

1. はじめに

従来の運動スキルの習得においては，学習者と教師が対面して行う指導が主体である．対面指導では，教師が学習者に合わせて指導法を変えることが可能である．一方で，各種センサ・アクチュエータを用いて学習者のトレーニングのログを取得，活用することで，運動スキル習得において自学支援の可能性が示されている．本研究では競技ごとのログを複数学習者間で共有し，学習者同士でそのログを評価することによって手本となるデータの教材化を検討する．この手本データに基づく教師信号を生成し，このフィードバック信号を学習者へ適切に伝達する．このフレームワークを整備すれば，対面式の学習の補助が実現できる可能性がある．

学習者へのフィードバックとして触覚，視覚，聴覚を与えると経験値の獲得をする際に有効であることが示されている[(1)(2)]．さらに，学習者が様々な知覚を試行錯誤的にフィードバックとして利用し、好みの知覚を選択可能にすることで，学習者がより容易にスキル学習可能な可能性がある．

本研究では，学習者間のトレーニングログを共有し，手本となるログの抽出・教材化を検討する．抽出から各感覚器に対応したアクチュエータ出力を教材ごとに整備し，学習者は教材を選択した上で，どの教材でも好みの知覚に基づくフィードバック選択ができる能動的な学習環境を実現する．

2. 知覚を用いたトレーニング環境について

後藤田らは，テニス初心者が正確にボール到達地点へ移動し，ショットを打つスキルを身につける研究を行っている[(1)]．この研究は，ボールの軌道を予測し，ボールの高度に合わせてプロジェクタでボールを擬似的に着色することで，学習者へフィードバックを与え，適切なショットタイミングを学習者が獲得できるよう支援する．また，教材は教師側が提供し，フィードバック方法もあらかじめ決定されている受動的な学習で，初学者に対して有効な学習システムが実現されている．田村らの研究では，フライングディスクの支援を行なっている[(2)]．この研究は一連の投擲時のモーションで細かに指摘することを目的に，教師が閾値を設定する．学習者はそれとの差分によってスキル到達度の判定が行われている．この研究も初心者が基礎的な運動技能を習得する上では効果的な手法であると考えられる．

これらの先行研究では，初学者の支援をしていることから，運動中のセンサのログの共有や教材選択については対象としていない．一方で初級者以上では学習内容に対して明確な解があるとは限らない．そこで本研究では，学習者のログの共有，評価から手本教材やスキル熟練度基準の生成を行う．さらにフィードバックに用いる知覚の種類を選択可能にすることで，学習者がより容易にスキルを獲得可能なトレーニング環境を構築できるシステムを提案する．

3. 知覚情報の活用

3.1 知覚の好みの選択のシナリオ

本研究では，学習者が教材を選択する．次に図 1 に示すように教材に対して複数の感覚器を対象としたフィードバックを用いた学習を試行する．

例えばボールの高度をフィードバックする場合では，後藤田の研究のように色で高度の表現をする方法の他に，音の高低や強弱，触覚刺激の強弱でボールの高度を表す方法もある．次に，学習者は試行の後に自分に合っていると感じた「しっくり感」[(3)]を参考にして点数化しシステムに与える．その後，システムは最も点数の高い知覚情報をその学習者が用いる知覚情報として採用する．そして，トレーニング時に教材とともにフィードバックとして用いるよ

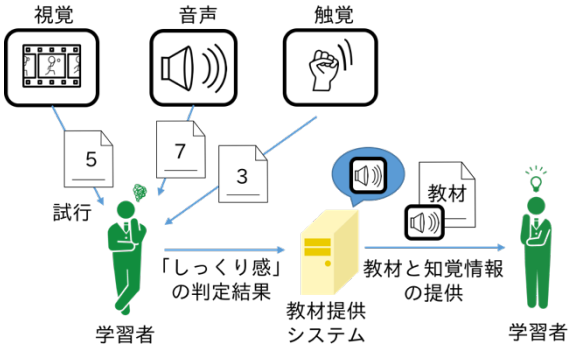


図 1 教材の作成と知覚情報の選択

う学習者へ提供する．図 1 では音声を用いた学習で最も点数が高いため，知覚情報として音声を採用している．このようにして，学習者は能動的に学習する中で好みを推定し，教材とともに提供される知覚情報の種類を試行錯誤的に決定する．

3.2 学習者の身体運動の取得

本研究ではウェアラブルデバイスのセンサを用いて学習者の動きを検出する．搭載するセンサとしては，加速度計，磁気センサ，ジャイロセンサが考えられる．学習者の動作の開始や停止，動作方向の変化を取得するには加速度計が有効であると考えられる．また，磁気センサを用いると，体の姿勢や方向が検知可能であると考えられる．これを利用すると，例えば，テニスのサーブ時に掲げた手の方向を検知することが可能である．本研究のシステムではこのように各種センサを利用して，学習者の体の動きを取得し．そのログを収集した上で，他の学習者の学習に活用する．

4. システム設計

本システムの処理の流れの概要を図 2 に示す．本システムで用いるウェアラブルデバイスは 3.2 節に示したようなセンサを搭載している．各学習者はこれを装着し，システムはこれを用いて練習中に学習者の身体各部の加速度や身体の姿勢などを計測する．

システムの流れとして，まず，システムは他の学習者が練習している間その動きを計測する．取得したセンサデータはデバイス内に一時的に溜め込んでおき，学習終了後，ログとしてシステムへ送信される．システムに送られたログは他の学習者と共有され，評価される．その評価結果はシステムに送られ，システムは高い評価を獲得したログを手本データとして採用し，手本データから運動時の体の動かし始めなどのタイミング，体の傾きや腕の向く方向など姿勢といった情報を抽出し教材化する．学習者は試用教材を選択し，それに対応する各感覚器を対象とした知覚情報を受け取り試用する．図 2 では試用教材として教材 A，教材 B に対して映像，音，触覚のフィードバックが与えられる．試用の際デバイスは，その教材と自身の運動中のセンサデータの差分を基にして知覚情報を生成する．その情報をデバイスに搭載されたモータやスピーカ，LED などのアクチュ

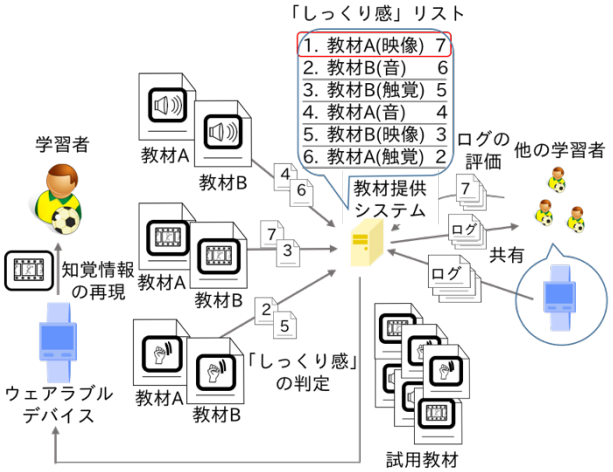


図 2 教材の生成と知覚の好みの選択の設計

エータによって感覚器が受容できる刺激に再現し，学習者はそれをフィードバックとして受け取りながら学習を行う．学習後，学習者は各フィードバックに対して「しっくり感」の判定を行う．判定結果はシステムに与えられ，システムはそれに基づいて教材の優先順位をつけ，リスト化する．次に同じ教材を用いて学習者が学習する際にシステムはしっくり感リストの上位のフィードバック情報を選択し，学習者に提示する．

5. 終わりに

本論文では．好みの知覚を試行錯誤の中で決定し，学習に用いる能動的学習支援の環境について提案した．試行錯誤の際には学習者が教材を選択し，フィードバックに用いる知覚を試す．その後，「しっくり感」を判定としてシステムに与えることで好みの知覚を決定する．そして，その選んだ教材と好みの知覚を用いて学習を行う．今後はシステムの実装を行い，運動学習者を対象とした実験でスキルの内容と学習者の好む知覚の関係性について検証する．

6. 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)の助成およびダイヤ工業株式会社との共同研究による．

参考文献

(1) GOTODA, N. and MATSUURA, K. and NAKAGAWA, K. and et al. : “Design of Tennis Training with Shot-timing Feedback based on Trajectory Prediction of Ball”, Workshop Proceedings of the 21st International conference on computers in Education 2013, pp.196-201 (2013)

(2) TAMURA, Y. and UEHARA, M. and MARUYAMA, T. and et al. : “Feedback of Flying Disc Throw with Kinect: Improved Experiment.”, Workshop Proceedings of the 21nd International conference on computers in Education, pp.209-216 (2013)

(3) 橋本悠希，熊倉祥人，米村朋子，飯塚博幸，安藤英由樹，前田太郎:“投球動作における”しっくり感”生起要因の検証(<特集>教育・訓練・協調)”，日本バーチャルリアリティ学会, Vol.16, No.4, pp.633-641 (2011)

映像で集約した実践知の体系化と獲得支援

Systematization and Acquisition Support of Practical Knowledge Collected with Videos

嶌田 聡，菅野安紘
Satoshi SHIMADA , Yasuhiro KANNO
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，作業映像にコメント交換できる Web アプリケーションの映像シーン連動掲示板で集約した個人の体験やノウハウを体系化すると同時にそれらの獲得を支援する方法を提案する．提案方法は，掲示板で集約した実践知をブログ記事に変換し，それらの記事を起点に振り返る探索学習，他人との意見交換を行う協働学習，専門家による指導（反転学習）の３段階学習で実践知を体系化する．
キーワード：技能伝承，SECI モデル，SNS，オープンエデュケーション，登山技術

1. はじめに

熟練者が持っている知識や技術を共有・伝承することをねらいとして，著者らは知識創造の SECI モデル[1]における各プロセスの実践の場を提供する映像シーン連動掲示板を開発している．本システムは映像視聴とコミュニケーションツールを統合したもので，個人に偏在する技やコツなどの実践知を効率よく集約できる[2]．本稿では，映像シーン連動掲示板で集約した個人の実践知（主観知）を知識獲得のための学習を通じて体系化する方法を提案する．

2. 課題

映像シーン連動掲示板は映像の任意の時刻に対して意見交換が行える電子掲示板を映像シーンに連動させたものである．作業映像の視聴で疑似体験が誘導されて実践知の表出や話題の背景の共有が容易に行えることがメリットである．一方，コメントが映像の時間軸に紐づけられているのでコメントを横断的にアクセスしにくいことと集約した実践知が断片的であるという性質もある．その結果，個人が表出した実践知の体系化やそれを獲得するプロセスへの移行が進展しにくいことが課題である．

3. 提案方法

SECI モデルの表出化と共同化に対する実践知の集約は映像シーン連動掲示板で行うこととする．その後，集約した主観知を別システムに移行し，SECI モデルの連結化と内面化を推進させる．提案方法の実現形態を図１に示す．

まず，①映像シーン連動掲示板にコメント登録することで主観知を集約する．次に，②映像シーン連動掲示板では映像が主でコメントが従であるが，主従関係を反転させて，登録コメントをブログ記事の本文，映像を添付とするブログで管理する．このように変換されたブログ記事を素材記事とする．最後に，③素材記事を起点に次の３段階学習で教材コンテンツを生成する．この学習を通じて実践知の伝承を推進する．同時に，④素材記事に表現された実践知を体系化する．

Step1:探索学習．素材記事を閲覧してテーマ設定し，関連する素材記事を調べ自分の考えをまとめる．

Step2:協働学習．利用者間で意見交換を行う．

Step3:反転学習．これまでのまとめた結果をもとに専門家と対面での意見交換や指導を受ける．

各ステップにおける学習を効率よく行えるように教材作成のエディター（教材テンプレート）を提供する．テンプレートには表１に示す項目を用意し，利用者は穴埋め形式で教材コンテンツを作成できる．

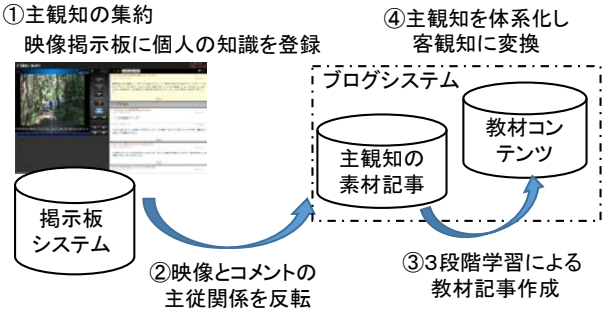


図１ 提案方法

表１　３段階学習による教材コンテンツの作成

学習プロセス		作業内容	テンプレート
探索学習	①テーマ設定	関心記事の発見	タイトル
	②調査	類似記事の調査	引用記事
	③内省	振り返り	私の意見
協働学習	④教材の閲覧	関心ある教材の発見	
	⑤意見交換	意見交換	みんなの意見
	⑥内省	振り返り	みんなの意見
反転学習	⑦事前知識獲得	作成中の教材の確認	
	⑧議論	対面学習	登山の知識

4.　実験

映像シーン連動掲示板で登山技術に関する個人の実践知を集約し，それらから教材コンテンツを作成する実験を行い，提案手法の妥当性を検証する．

4.1 方法

インターネット上に実験サイトを構築し，登山者 10 名と 30 名の各グループ内で登山記録映像を視聴してコメントを登録してもらった[3,4]．スレッド単位にブログ記事に変換し，166 件の素材記事を収集した．収集した素材記事を実験データとし，一般登山者から募集した 12 名で３段階学習による教材コンテンツの作成を行う．

4.2 結果

利用期間３か月の間に 36 件の教材コンテンツが作成された．以下では３つの検証を行う．検証１と検証２については，実験サイトに初めてアクセスする登山者 14 名を対象に素材記事と教材コンテンツの評価を質問紙調査（７件法）で行った．最初に，指定した 19 件の素材記事を１件ずつ閲覧して評価し，休憩後，指定した 12 件の教材コンテンツを１件ずつ評価してもらった．検証３は教材コンテンツを作成した６名を対象に学習効果についての質問紙調査（７件法）を実施した．

（１）検証１：素材記事への変換の妥当性

映像掲示板で集約したコメントから素材記事を作成しているが，その妥当性について検証する．素材記事 19 件の評価結果を図２に示す.「Q2 内容把握に映像が役に立つか」で被験者の平均スコアが 4 以上の素材記事 9 件（映像と関連している A 群）とその他の 10 件（B 群）に分けている.「Q1 記事内容が理解できたか」は両群とも高いスコアとなりコメントと映像の主従関係を反転させることに問題ないことが分かる．また，Q2 の結果から A 群の素材記事については映像が有効であることを確認した．

（２）検証２：主観知の体系化

教材コンテンツ（12 件）と，それらの教材で引用されている素材記事（19 件）の評価は別々に評定されているが，それらを対応付けて比較した結果を図３に示す.「Q3 話題に興味があるか」,「Q4 内容に同意できるか」,「Q5 十分に記載されているか」,「Q6 登山に生かせるか」,「Q7 登山者の育成に役立つか」のすべてにおいて T 検定により教材コンテンツの方が有意に高く評価された($p < 0.05$).

（３）検証３：学習効果

教材コンテンツ作成の学習効果を図４に示す.「Q1 理解が深まったか」,「Q2 新しい発見があったか」,「Q3　今後の登山活動に生かせるか」,「Q4　学習することができたか」のすべての質問について高い評価が得られ, 学習効果を確認することができた.

5.　まとめ

映像シーン連動掲示板で集約した個人が保有する実践知をベースに技能の共有・伝承を行う方法を提案した．提案方法は映像掲示板に登録された知識をブログ記事に変換し，ブログ記事からの教材コンテンツ作成を知識獲得のための学習として行う．一般登山者を対象に行った実験により付加価値の高い教材コンテンツが生成できることと学習効果を確認した．今後は大規模な実験で提案方法の有効性を評価する．

参考文献

(1) 野中,竹内,梅本:“知識創造企業",東洋経済新報社(1996)
(2) 嶌田，東，寺中，小島，真嶋,前川:“映像シーン連動掲示板による技能伝承での知識共有と看護分野での評価”，電気学会論文誌，Sec.C,Vol. 132,No. 3,pp.477-484(2012)
(3)嶌田：“映像を介したコミュニケーションでの協調学習による登山者の育成”,日本登山文化学会論集,Vol.13,pp.43-50(2016)
(4)嶌田：“映像と関連ワードの提示による実践知や経験知の効率的な集約”,教育システム情報学会研究会 Vol.30,No.3,pp.31-38(2015)

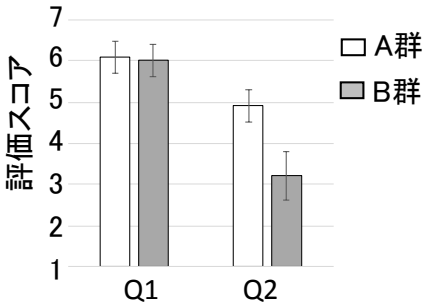


図２　素材記事の評価

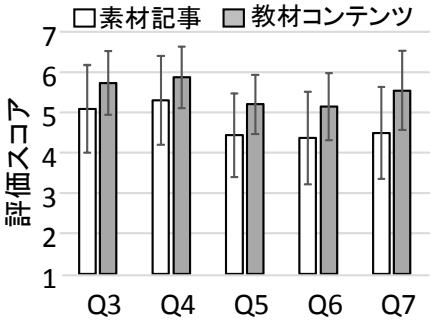


図３　教材コンテンツの評価

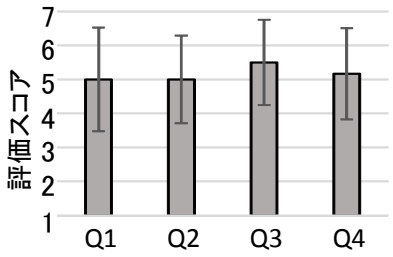


図４　学習効果の評価

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

Development of a communication skill self-directed learning support environment for candidates of teachers

山本 明依[*1], 曽我 真人[*2] 瀧 寛和[*2]
Ai Yamamoto[*1], Masato Soga[*2], Hirokazu Taki[*2]
[*1] 和歌山大学大学院
[*1]Wakayama University Graduate School
[*2] 和歌山大学
[*2]Wakayama University
Email:s175059@center.wakayama-u.ac.jp

あらまし：対人コミュニケーションスキルに必要な対話者の発言を聞き取る能力，表情や挙動から意図を察する能力，状況に応じて適切に判断する能力，実際に行動を起こす能力を総合的に学習できるシステムの構築と有用性の検証を行った．また，対象が複数の場合は対話者同士の会話に意識を向ける能力も必要となる．評価実験の結果，使用者がスキルを得られたと感じただけでなく客観的目線での評価も向上した．
キーワード：スキル学習 コミュニケーション 仮想空間 教育現場 音声認識 アバタ

1. はじめに

平成 27 年度現在，教育現場における新規採用された教職員の内，3 年以内の離職率は長年半数近い[1]．特に精神疾患による休職者数は非常に高水準である[2]．教員の仕事は教科指導だけに留まらないが，それらを練習する機会である教育実習について現状の日本の体制では不十分との声がある．他国に比べ実習期間が短いため教科指導が中心となり，公務分掌をあまり実習できないこと，実際に採用されて現場に就くまでのブランクが少なからず存在すること等から，研修期間として意味が十分果たせていない．

特に生徒との対話は必ず発生するものでありながら，教科指導等と異なり練習の場が非常に少ない．生徒とコミュニケーションがうまく取れないことから精神疾患を引き起こすこと例は少なくないが，一人で練習をするには書物を読むなど，およそ実践的ではない練習方法を取らざるを得ない．

2. 関連研究

黄ら[3]は，新任教員がより円滑に教育現場に適応できるよう，仮想学級を用いた教育の現場を体験するシミュレーションシステムを提案した．スクリーン上の仮想空間に仮想の教室と複数の生徒を配置し，実際に教室で教科指導をする練習環境を構築した．このシステムは複数の生徒の意識を集める訓練，複数の生徒へ意識を配る訓練に特化したものである．

大櫃[4]は，学習者が仮想空間上の相手との対話を通して，発話内容の理解，表情や振る舞いの認識，意図の推測，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，実際のコミュニケーションに酷似したシステムである．なお，このシステムは 1 対 1 のコミュニケーションのみを想定している．

3. 研究目的

本研究では学校教育現場を事例として，学習者が複数人に対応したコミュニケーションスキルを獲得することが可能な学習支援環境を提案し，設計して構築し，学習効果を評価することを目的とする．

複数人に対応したコミュニケーションスキルを獲得するためには，①発言内容を正確に聞き取る能力②挙動や表情から意図を察する能力③適切な対応を選択する能力④実際に行動に移す能力の 4 つに加え，自分自身以外に向けられた行動を認識する能力が必要である．本システムでは，学習者はアバタ同士の会話から状況を推察する訓練を行う．これらの設定により，現実的な対話モデルの中で総合的にコミュニケーションスキルが向上することを目標とする．

4. システム概要

本研究で構築したシステムの概要について述べる．全体の構成を図 1 に示す．画面の構成の一例を図 2 に示す．通常時，画面中央部に 2 体のアバタが表示されており，アバタの音声，Live2D によるアニメーションがそれぞれ再生される．学習者が発話すべき場面では，画面下部に学習者用の発話文が表示される．発話文については，汎用大語彙連続音声認識エンジン Julius を用いて音声認識を行った．対応を選択する場面では，画面上に表示される選択肢を学習者が選びそれに応じてシーンが切り替わる．先行研究[4]でアバタの現実感について問題視されたことから，より滑らかなモーションを実装するため，3D モデルに代わり 2D のモーフィングによるシームレスアニメーションを可能にする Live2D を用い，音声は合成音声ではなく Reaper5.11 によって肉声を収録，編集した．なお，アバタのイラストについては Live2D の公式サンプルデータ集から一部利用している．

本システムでは複数人に対応したコミュニケーションスキル向上のため，6 つのシチュエーションを実装した．それぞれに対応した選択肢を表示し，選択の正否については，フィードバックを表示する．

モデル同士に対話をさせることにより，複数人の対話を正確に聞き取る練習ができるように設計した．さらに，アバタの表情や声色の変化により，相手の意図を察するスキルを向上できるように設計した．そして，対応を選択する場面を設けることにより，適切な対応を繰り返し学べるように設計した．また，音声認識ソフトを利用することにより，学習者が実際に発話しながらスキルの練習を行えるよう設計した．これらの機能により，複数人に対するコミュニケーションスキルをシームレスに練習できる学習環境を設計し，構築した．学習者が本システムを繰り返し利用することによって学習効果を見込む．

5.　評価実験

本システムの有用性を検証するために行った 2 種類の評価実験について述べる．1 つは，主観的なシステムの有用性の検証のために大学生 14 名を学習者とし，実験群，統制群の 2 群に分けて実験を行った．はじめに事前テストを行い，その後統制群ではテキストによる学習，実験群では本システムを用いた学習を行い，最後に事後テストを行った．もう 1 つは，客観的な視点で本システムの有用性を検証するために評価者 6 名による映像評価実験を行った．評価者は学習者の事前テスト，事後テストの映像を見て学習者の成長の度合いを評価した．本システムの主観的な評価について，学習者によるアンケート結果を表 1 に示す．また，客観的な評価について，評価者によるアンケート結果を表 2 に示す．

6.　総評

学習者によるシステムの使用感について，学習者のアンケートにて実験群が総じて統制群よりも高い評価を得るという結果になった．評価者の客観的評価について，学習者により多少の差はあるが，平均的に見ると 6 項目全てで実験群の上昇率が統制群の上昇率を上回った．また，一人称や口調等システムでは特に行動指標を示さなかった項目についても評価が向上したことため，適切な言葉遣いの例文を発話するだけでも，自然と正しい対応が身につくことが判明した．これにより，本システムを用いて複数人に対応したコミュニケーションスキルの学習をすることについて，主観客観両面において有用性があると判断できる．

今後の課題として挙げられるのは，学習者の姿勢や表情などを支援する方法の検討，およびアバタの人体モデルや音声認識の質の向上である．学習者の目線や体の向きを計測し，支援できるように改善したい．また，本システムは対 2 名のコミュニケーションスキル支援環境であったため，対象を 3 名以上にした際にも有用性があるのかを検討したい．

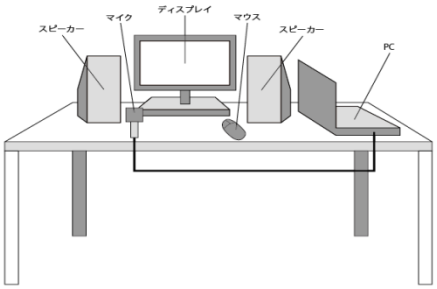


図 1　全体の構成



図 2 画面の構成

表 1　学習者アンケート

質問	実験群 平均	実験群 分散	統制群 平均	統制群 分散
モデルの種類は適切だったか	0.86	0.98	0.71	0.78
スキル学習に有効だと思うか	1.14	0.12	1.29	0.49
使いやすかったか	1.29	0.49	0.86	0.98
現実感があったか	0.71	0.20	0.57	1.96
また活用したいか	1.14	0.98	0.57	0.82

システムの使用感について，+2～−2 の 5 段階評価を行った．
表は実験群 7 名，統制群 7 名の平均と分散を示している．
なお，小数第三位で四捨五入を行っている．

表 2　評価者アンケート

質問	実験群 事前	実験群 事後	統制群 事前	統制群 事後
一人一人に気を配れていたか	0.12	0.83	−0.02	0.55
話す速度は適切か	0.90	1.19	0.88	0.86
話す音量は適切か	0.45	0.76	−0.29	−0.19
対応は適切か	0.24	0.93	−0.19	0.33
言葉遣いは適切か	0.71	1.02	0.60	0.60
信頼できそうか	0.24	0.95	0.02	0.38

学習者のコミュニケーションスキルについて，+2～−2 の 5 段階評価を行った．表は学習者の事前テストと事後テストそれぞれの評価者 6 名による評価の平均を示している．なお，小数第三位で四捨五入を行っている．

参考文献

(1)　厚生労働省：「新規学卒者の離職状況に関する資料一覧」参照先:
http://www.mhlw.go.jp/topics/2010/01/tp0127-2/24.html
(2)　文部科学省：「公立学校教職員の人事行政の状況調査について」参照先:
http://www.mext.go.jp/a_menu/shotou/jinji/1318889.html
(3)　黄宏軒，伊田侑起，山口耕平，川越恭二：「教育現場を想定した自主学習システム」，第 29 回人工知能学会全国大会 (2015)
(4)　大櫃梨衣：「アパレルショップを事例としたコミュニケーションスキル学習支援環境」，和歌山大学卒業論文 (2015)

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

Development of the Functionalities for Controlling Arduino from a Visual Programming Environment: AT

國宗 永佳[*1], 河野 直[*2], 新村 正明[*1]
Hisayoshi KUNIMUNE[*1], Nao KONO[*2], Masaaki NIIMURA[*1]
[*1]信州大学学術研究院工学系, [*2]信州大学大学院理工学系研究科
[*1]Institution of Engineering, Shinshu University, [*2]Division of Science and Technology, Shinshu University
Email: kunimune@shinshu-u.ac.jp

あらまし：我々はビジュアルプログラミング環境 AT を開発している．AT 上で作成したプログラムの動作は，変数の値の変化とプログラムが出力するデータを画面内に示すことで，学習者に伝えられていた．本研究では，プログラムの動作を外界に反映させ，直感的な理解を促進するために，AT における Arduino の制御機能を開発している．本稿では AT における Arduino 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，初中等教育，Arduino，ビジュアルプログラミング環境

1. はじめに

我々はプログラミング言語の文法を修得する必要なく，アルゴリズム的思考（あるパラダイムにおける問題解決手順の分解と整理を行う思考）を学習するためのビジュアルプログラミング環境 AT を開発している(1)．AT は使用可能なプログラム構成要素（ブロック）の制御や課題の管理，解答の分析など，教授・学習活動の支援機能を備えるという特徴をもつ．これまでに高等教育機関（大学・高専）のプログラミングに関する授業において，AT を用いたプログラミング教育が実践されている(2)(3)(4)．

AT ではプログラムの動作を，変数の値（内部状態）などを画面内に表示することで学習者に提示している．この方法によるプログラムの動作の提示は，コンピュータ単体で実現可能であるという利点があるが，比較的抽象度が高い．本研究では，プログラムの動作をコンピュータの外部に接続した機器に反映させ，プログラムの内部状態とともに機器の動作を確認することによって，より直感的な動作理解を促進することを目的として，AT に Arduino(5)を制御する機能を開発している．Arduino は，マイコンと入出力ポートを備える安価な小型の基板で，入出力ポートにモータやセンサなどの様々な機器を接続して利用することが可能である．本稿では，AT と Arduino 制御機能の概要について述べる．

2. 関連研究

Arduino を制御するプログラムを作成することが可能なビジュアルプログラミング環境として，BlocklyDuino(6), Ardublock(7), aiBlocks(8)などがある．BlocklyDuino と Ardublock では，ブロックの組み合わせに基づいて Arduino 言語で記述されたプログラムを生成する．このプログラムを統合開発環境 Arduino IDE でコンパイルし，Arduino に転送することで実行することができる．このプログラムは Arduino 上で動作するため，動作状況を機器の動作から確認することは可能であるが，内部状態を確認することはできない．

aiBlocks では，作成したプログラムを Arduino 上で動作するインタプリタで実行し，インタプリタのデバッグ用インタフェースを介して，実行中のプログラムに対応する aiBlocks 上のブロックを強調表示することによって動作状況を示している．

上述したいずれの環境においても，プログラムの動作のうち，変数の値については示すことができない．また，教授・学習活動を支援する機能についても備えていない．本稿で述べる AT では，Arduino を制御するプログラムを実行中に，プログラムの内部状態を学習者に提示するとともに，Arduino に接続された機器を動作させることによってプログラムの動作を提示することができる．

3. AT の概要

AT は web ベースのビジュアルプログラミング環境であり，課題の管理・提示・採点や解答の分析，使用可能なブロックの制御など，教授・学習活動を支援する機能を有している．

AT のプログラム作成画面（図 1）は，エディタ部と情報提示部とに分かれている．エディタ部では，ブロックを組み合わせてプログラムを作成する．情報提示部では課題の提出・保存，プログラムの実行・停止など各種操作を行うとともに，プログラムの内部状態や出力などを提示する．AT では，作成したプログラムの動作を任意のブロックで中断するステップ実行機能を提供している．また，プログラムの動作状況を，動作中のブロックの強調表示と，各変数の値や出力の表示によって，学習者に提示している．AT ではステップ実行と内部状態の表示を実現するために，ブロックを組み合わせたプログラムから javascript のプログラムを生成し，ブラウザのインタプリタ上で動作する JS-Interpreter(9)というインタプリタで実行している．

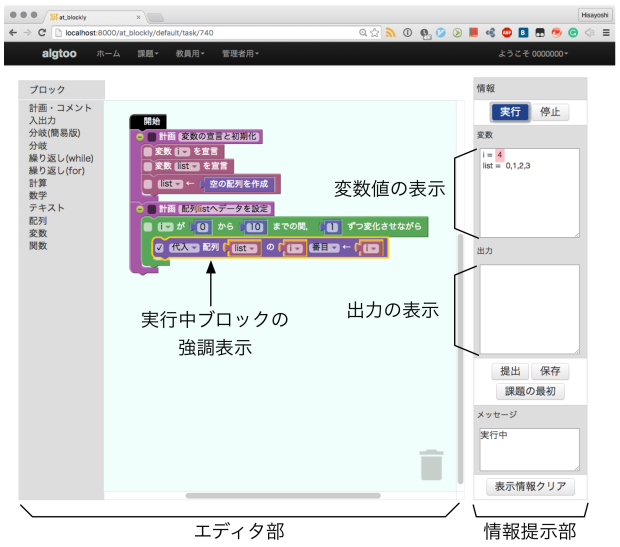


図 1 AT のプログラム作成画面

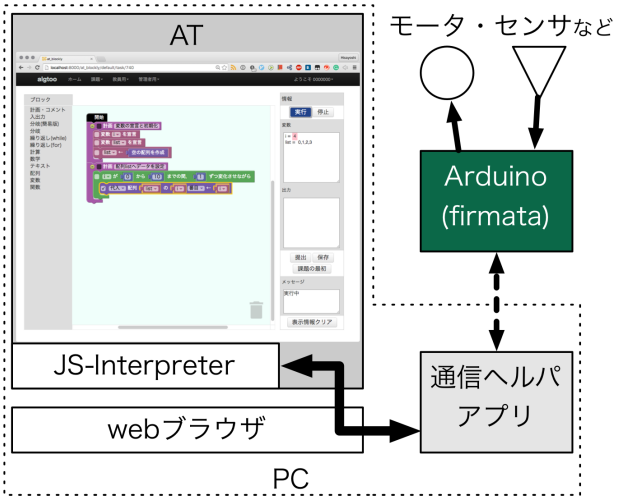


図 2 AT による Arduino の制御

4.　AT への Arduino 制御機能の実装

本研究では AT でモータやセンサなどの機器を制御し，プログラムの動作を画面外で具体的に提示するために，Arduino を制御するプログラムを作成する機能を実装した．AT が提供している実行中ブロックの強調表示や，変数値や出力の表示を行いつつ，Arduino に接続した機器の制御を実現するために，次の要件を設定した．(1) プログラムの実行は AT 上で行う，(2) ブラウザ上で動作する AT から Arduino の制御を可能とする，(3) Arduino から取得した情報を AT に反映する．これらの要件を満たすために，図 2 に示す構成で実装を行った．

AT と Arduino の通信を実現するために，通信ヘルパアプリとよぶプログラムを開発した．通信ヘルパは，AT が動作する web ブラウザと同一の PC 上で動作し，web ブラウザとソケット通信を行っている．Arduino は PC と USB で接続され，通信ヘルパとの間で Firmata プロトコル[10]による通信を行っている．Firmata は，PC とマイクロコントローラとの通信を行うためのプロトコルで，Arduino で専用のプログラムを実行することで，制御命令や取得した情報の通信を行うことができる．

また，AT には Arduino の制御に関するブロックを，BlocklyDuino のコードを流用することで追加した．このブロックを使用すると，AT では Arduino の制御命令を含むプログラムを生成する．JS-Interpreter では Arduino の制御に関するプログラムを，ブラウザのインタプリタを通して通信ヘルパアプリへ転送する．通信ヘルパアプリからは，Arduino へ命令を転送する．その結果，Arduino 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．

5.　まとめ

本稿ではビジュアルプログラミング環境 AT において Arduino を制御するプログラムを作成する機能の開発について述べた．現時点では基本的な出力とデータの取得について実装を行った．今後，この機能を用いて教育を実践するための教材の整備を行う．

謝辞　本研究は JSPS 科研費 15K01023，26350284 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) 大浦真暉，國宗永佳，山本樹，新村正明：“プログラミング学習の導入を支援するビジュアルプログラミング環境の開発と評価”，信学技報，Vol.114，No.260，ET2014-51, pp.73-78 (2014)
(3) 萱津理佳，香山瑞恵，國宗永佳，永井孝，不破泰：“アルゴリズム的思考法に関する学習を取り入れた C 言語によるプログラミング教育の実践と評価 - 2010 年度から 2013 年度の 4 年間の実践より -”，長野県短期大学紀要，Vol.69, pp.69-78 (2015)
(4) 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，Vol.30，No.7，pp.163-170 (2016)
(5) “Arduino”, https://www.arduino.cc/
(6) Fred Lin：“BlocklyDuino”，https://github.com/BlocklyDuino/BlocklyDuino
(7) “Ardublock”, http://blog.ardublock.com/
(8) 光永法明，吉田図夢，井芹威晴：“タブレット端末で動作する Arduino 用プログラミング環境 aiBlocks の初心者向け作例集の試作と評価”，人工知能学会研究会資料，SIG-Challenge-042-04, pp.16-20 (2015)
(9) Neil Fraser：“JS-Interpreter”，https://github.com/NeilFraser/JS-Interpreter/
(10) “Firmata”, https://github.com/firmata/protocol/
（文献(5)(6)(7)(9)(10)には 2016 年 6 月 6 日にアクセスした）

地域イベントでの中高生向け一日プログラミング教室用教材の開発

Development of the Teaching Materials of a 1-day Programming Class for Junior and Senior High School Students at a Regional Event

室谷 心[*1], 矢野口 聡[*2]
Shin MUROYA[*1], Satoshi YANOKUCHI[*2]
[*1] 松本大学総合経営学部
[*1]Faculty of Comprehensive Management, Matsumoto University
[*2] 松本大学松商短期大学部
[*2]Matsusho Gakuen Junior College
Email: muroya@matsu.ac.jp

あらまし：本稿では「ものづくりフェア」で開講する，中高生を対象としたプログラミング教室用の教材開発を報告する．イベントでの教室なので，内容は一日で閉じる必要があり，また主催者からは，受講者が持ち帰り，自宅で発展的な内容を自習できるものという希望があった．この要件を満たす教材としてRaspberryPi の利用を検討した．イベントが「ものづくり」をテーマとしたものなので，電子工作を組合せることとし．さらに，対象が中高生なのでプログラミングの入門と同時に発展性も意識して Scratch と Python とを並行して扱うメニューを考えた．
今年度のイベントは 7 月末のため，本論文は授業検討の経過報告である．大会での講演では実施した成果も追加して報告する予定である．
キーワード：プログラミング教育，中高生，教材開発，地域イベント

1. まつもと広域ものづくりフェア

松本市では，毎年「まつもと広域ものづくりフェア」が開催されている．このイベントは長野県中信地区の製造業の振興を目指して近隣市町村の商工会議所が共同で開催しているもので,“ものづくりフェア”の名前のとおり，製造業の会社のブースや工業高校や工業高専の出し物が中心である．今年度の企画として，進路の一つとして中高生にものつくり産業に興味を持ってもらおうと,「中高生を対象としたプログラミング教室」を実施することとなった．

商工会議所の担当者の要望は，“受講者が帰宅後，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．

2. デバイス制御プログラミング教材

RaspberryPi の最大の特徴は外部の電子部品と電気信号を送受信できる GPIO と呼ばれるピンヘッダーが搭載されている点であるが，処理能力の向上によってGUIベースのアプリケーションが実用レベルで動作するようになった. そこで今回は, RaspberryPi 上で動作する Scratch を用いて GPIO を制御するプログラムを作成することにした．モニタ上の処理だけでなく，外部デバイスの制御ができることで，受講者のプログラミングに対する興味や意欲を引き出すことが期待できる．

教材として用意するものには RaspberryPi とその周辺機器の他，電子工作に必要なブレッドボード，ジャンパー線，各種電子部品，工具などがあるが，受講者がプログラミングや電気回路の基礎知識を持ち合わせていないことを想定し，必要な基礎知識を学ぶ教材も用意した．教材作成にあたって考慮したのは，受講者がプログラミング体験を通して，もの作りに対する論理的思考や創造力の必要性を感じ取れる内容にする点と，この教室をきっかけに自宅でも学習環境を整えて続けてもらえる点であった．

受講者が使用する機器は表 1 の通りである．

表 1　教材として使う機器・工具

Raspberry Pi 3
キーボード、マウス、LCD
microSDカード
HDMIケーブル
5V/2.5A USB電源アダプタ
ブレッドボード
抵抗器
LED
ジャンパーワイヤー
タクトスイッチ
ニッパ

3. 授業プラン

受講生として，プログラミングも電子工作も未経験な中学生を想定し，RaspberryPi の OS 並びに必要なソフトのインストール作業などをあらかじめこちらで行ったものを配布することとした．

1 日の授業の流れは下記のようなものである．プログラミング初心者を想定して, まず Scratch を利用してプログラムの構造を視覚的に学習するスタイル

を取る．初めは Scratch Cat の動作でプログラムの動作を確認するが，Scratch 固有の環境から離れるために，RaspberryPi に付属している Minecraft Pi を利用して Scratch Cat 以外によるプログラム動作の可視化を行う．さらに同じ Minecraft Pi 上の動作を Python で実現し，Scratch のタイルと Python のプログラムとの対比を行い同じ構造をしていることを確認する．ここまでを午前の 3 時間で行う．

午後は回路の初歩の解説と電子工作から始め，ScratchGPIO7 の基本的な動作を解説する．受講者の学年によって理科の履修状況が違うので，電気回路の話は，回路の連続性とダイオードの極性程度にとどめる必要があるであろう．最後のコマでは，ScratchGPIO7 を使ったプログラミングを行い，時間があれば，同じ動作をする Python プログラムの作成を行う．

表２　授業の流れ（1 コマ 50 分）

時限	授業内容
1	RaspberryPi 自身とアプリケーションの起動と終了 Scratch の入門と MinecraftPi の動作確認
2	Scratch を使って繰り返しと分岐の練習
3	Scratch2MCPI を使って繰り返しの可視化 Minecraft に対して Python を使って同じ動作をさせる．
4	電気回路の基本と電子工作の入門 ScratchGPIO7　の動作確認
5	ScratchGPIO7 を使ったプログラミングと同じ動作をする Python プログラムの作成

タイルプログラミングを用いた Squeak や Scratch は，入門用のプログラミング環境として定評があるが，既存のタイルの環境から離れた次のステップへの接続が問題となる．ここでは，Mineraft Pi や電子工作と組み合わせることによって，プログラム実行の様子を可視化するとともに，Scratch Cat に対するプログラミングから離れ，さらに同じ動作，同じ構造のプログラムを実際に Python で作ることによって，言語を使ったより高度なプログラムの作成へとスムーズに発展していくことを期待している．

4.　デバイス制御プログラミング教材の試案

Scratch は流れ図を作成する感覚でプログラムを組むことが可能なため，処理の流れを視覚的に理解しやすい．そこで，プログラミングの基本 3 構造である直線型処理，繰り返し処理，分岐処理を段階的に理解できる例題を作成した．

直線型処理の例題では 3 色の LED を直線に配線して順番に点灯させるプログラムを作成する．併せて画面上に点灯メッセージを表示させることで，出力先の違いを意識させている．次に，変数を使った LED の点灯順や点灯時間を制御する方法を学べるようにした．このプログラムに繰り返し処理を追加して 4 色の LED を様々な順番で点滅させるイルミネーションのプログラムに発展させる．

分岐処理の例題では，回路上にタクトスイッチを配し，2 色の各 LED の点灯をスイッチで制御する．分岐処理の第 1 段階では各色 LED に対応したタクトスイッチを押すと LED が点灯するプログラムを作成させ，第 2 段階では 2 つのスイッチを押す組み合わせによって 2 色の LED の両方またはいずれかが点灯するプログラムを作成させる内容とした．

基本 3 構造の使い方を理解させたところで，3 つの処理を組み合わせたゲームの作成に進む．画面座標上の 4 方向に対応した 4 個のタクトスイッチと，信号機に見立てた赤と青の LED を回路上に配置し，乱数を使ってどちらか 1 色の LED を任意の秒数点灯させる．一方，画面上には 4 方向に対応した矢印スプライトを用意し，これも乱数を使って任意の秒数表示させる．プレーヤーは，青色 LED が点灯時のみ画面に表示された矢印の方向に対応したタクトスイッチを押すとスコアが得られるというルールでゲームを行う．このプログラムを完成させることで，受講者に基本 3 構造を活用した新たなプログラム作品へのイメージを膨らませてもらう．

これらの試案は 1 日で完結する内容としたものであるが，配列を使った神経衰弱ゲームのプログラミングを扱った教材を受講者に提供して自宅での発展学習を促せれば，1 日教室の更なる成果が期待できるものと考える．

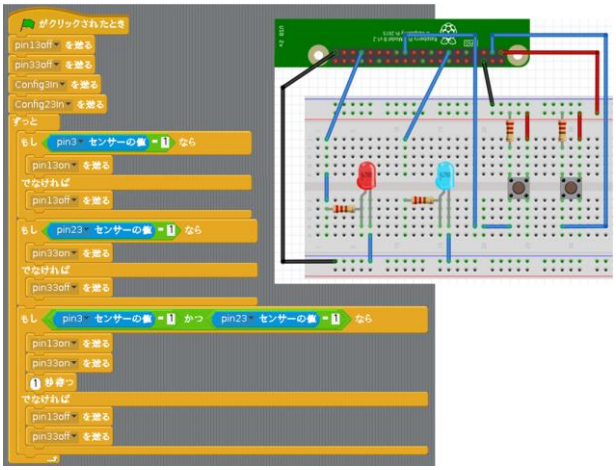


図１　分岐処理のプログラムと回路図

参考文献

(1) 総務省：”プログラミング人材育成の在り方に関する調査研究報告書”，http://www.soumu.go.jp/main_content/000361430.pdf（2016 年 4 月 30 日参照）
(2) 金丸隆志：”Raspberry Pi で学ぶ電子工作－超小型コンピュータで電子回路を制御する”, 講談社, 東京（2014）
(3) 阿部和弘編著:“Raspberry Pi ではじめるどきどきプログラミング”，日経ＢＰ社，東京（2014）
(4) 河野悦昌:“Raspberry Pi 電子工作レシピ”，翔泳社，東京（2014）

プログラミングコンテストにおける小型ハードウェア活用の試み

An Attempt for Using Compact Devices in a Programming Contest

浦尾 彰
Akira URAO
鈴鹿工業高等専門学校
National Institute of Technology, Suzuka College
Email: urao@info.suzuka-ct.ac.jp

あらまし：ソフトウェア単体ではなく，ハードウェアとも連携した作品を競うプログラミングコンテストが多く開催されるようになってきている．本稿では，「環境」をテーマとして作品の作成を行なうプログラミングコンテストにおいて，小型ハードウェアによって洗濯物干し場の環境を計測し，それらのデータをスマートフォン上から確認可能にすることにより，洗濯物の雨濡れ等を防ぐことが可能となる作品「乾い Time」について紹介を行なう．
キーワード：プログラミングコンテスト，小型ハードウェア，Arduino，クラウド

1. はじめに

近年，様々な形式のプログラミングコンテストが盛んに開催されるようになってきている．これまでに開催されてきた多くのコンテストにおいては，与えられた問題群を制限時間内にどれだけ解くことができるのかといったものや，AI プログラム同士をゲーム上で戦わせる対戦型のものが採用されてきた．

これに対し，昨今の情報通信機器の発展・普及や，小型ハードウェアの急速な進化により，ソフトウェア単体ではなく，ハードウェアとも連携した作品を競うコンテストも多く開催されるようになってきている．

本稿では，「環境」をテーマとして作品の作成を行なうプログラミングコンテストにおいて開発した作品「乾い Time」について紹介する．本作品は，小型ハードウェアによって洗濯物干し場の環境を計測し，それらのデータをスマートフォン上から確認可能にすることにより，洗濯物の雨濡れ等を防ぐことが可能となるというコンセプトのもとに作成された．

2. 乾い Time

洗濯物干し場環境計測システム「乾い Time」は，留守番中に洗濯物を取り込んでおくように依頼された学生が，ゲームに夢中になっていたために雨が降ってきたことに気がつかず洗濯物を濡らしてしまい怒られてしまったという体験をもとに開発された．

乾い Time の全体像を図 1 に示す．乾い Time は，各種センサにより洗濯物干し場の環境を計測し，そのデータをクラウドサーバに送信する小型ハードウェア「乾くん」，計測されたデータを蓄積するクラウドサーバ，スマートフォン用のソフトウェアから構成される．利用者は，洗濯物を干す際に同時に「乾くん」も設置することで，現在の洗濯物干し場の環境をスマートフォン用ソフトウェアで確認することが可能となる．



図 1 乾い Time

3. システム概要

本章では，「乾い Time」の各構成要素について述べる．

3.1 気象データ観測システム「乾くん」

洗濯物干し場の環境を計測する「乾くん」は，気温，湿度，気圧，照度を計測するセンサ，水濡れを検知するセンサ，それらのデータを処理するマイコン，計測したデータをクラウドサーバに送信するための Wifi シールドから構成される．システム構成を図 2 に，計測に用いた機器を表 1 に示す．

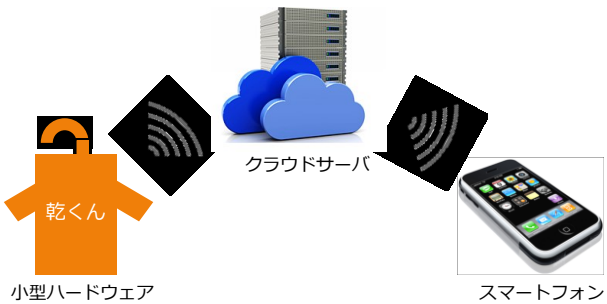


図 2 システム構成

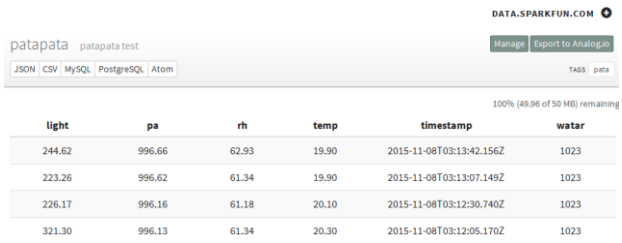
表 1 使用機器

機器	名称
マイコン	Arduino Uno
照度センサ	TEMT6000
湿度センサ	HIH-4030
気温・気圧センサ	BMP085
水濡れ検知	ＤＣ3-5V　水分センサー
WiFiシールド	CC3000

計測のためのプログラムは，神崎による書籍 (1) ならびに各種センサの販売元に掲載されているサンプルを参考に作成した．

3.2 クラウドサーバ

クラウドサーバは，各種センサの開発を行なっている Sparkfun 社が無償で提要しているサービス (2) を使用した．本サービスは，指定された形式で Sparkfun 社に計測データを送信すると，それらのデータをクラウド上に保存してくれるというものであり，蓄積されたデータは JSON，CSV，MySQL，PostgreSQL，Atom の各形式でダウンロードすることも可能である．本サービスを用いることで，自分がサーバを構築することが不必要となる．図 3 に実際の計測データ例を示す．



light	pa	rh	temp	timestamp	watar
244.62	996.66	62.93	19.90	2015-11-08T03:13:42.156Z	1023
223.26	996.62	61.34	19.90	2015-11-08T03:13:07.149Z	1023
226.17	996.16	61.18	20.10	2015-11-08T03:12:30.740Z	1023
321.30	996.13	61.34	20.30	2015-11-08T03:12:05.170Z	1023

図 3 計測データ例

3.3 ソフトウェア

開発したスマートフォン用のソフトウェアの画面を図 4 に示す．

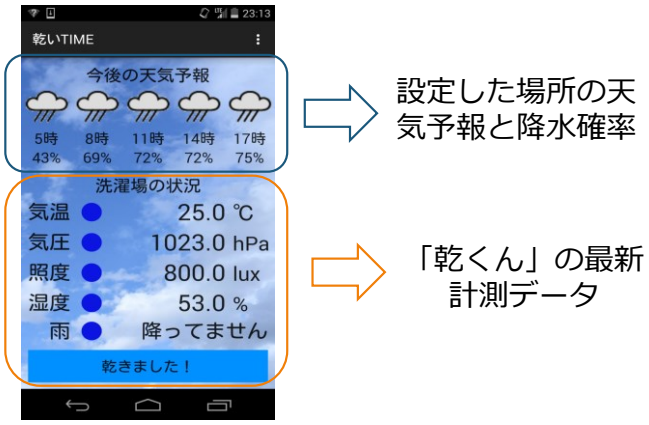


図 4 ソフトウェアの画面

上部に表示されている天気予報は，Weather Underground 社により提供されている api を用いており，「乾くん」を設置した場所の天気予報が表示されているようになっている．また，下部には最新の計測データを表示するように構成した．

ソフトウェアは，天気予報と計測データの表示以外の機能も有しており，スマートフォン内の電話帳データを利用しあらかじめ設定しておいたグループに，今後雨が予測される場合，水濡れを検知した場合にメールで警告を行なうようになっている．本機能により，洗濯物を干した本人だけでなく，家族などで協力して洗濯物が濡れることを防ぐことが可能となっている．

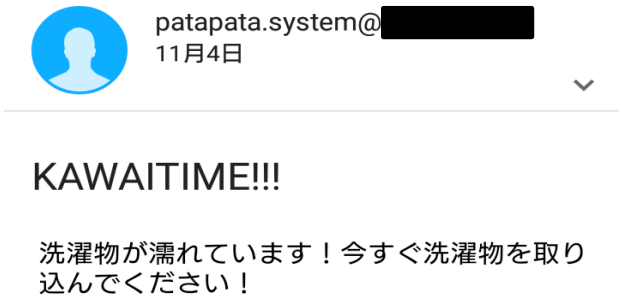


図 5 警告メールの例

4. おわりに

本稿では，「環境」をテーマとして作品の作成を行なうプログラミングコンテストにおいて，小型ハードウェアによって洗濯物干し場の環境を計測し，それらのデータをスマートフォン上から確認可能とすることにより，洗濯物の雨濡れ等を防ぐことが可能となる作品「乾い Time」の紹介を行なった．

マイコンや各種センサを用いるには，高度な知識が必要と思われがちだが，本作品で用いたセンサについては，マイコンとの配線以外に回路は必要とされず，計測のためのプログラムもセンサの販売元やインターネット上で豊富に紹介されている．また，クラウド技術の発展，普及により，データをインターネット上で収集，拡散，加工することも容易となってきており，マイコン等の小型ハードウェアや電子工作を活用する上でのハードルは確実に低くなってきていると考えられる．

今後，様々な教育分野で小型ハードウェアや電子工作を活用したシステム・ツールが発展することが期待される．

参考文献

(1) 神崎 康宏:“Arduino で計る,測る,量る”，CQ 出版,（2012）
(2) https://data.sparkfun.com/
(3) http://www.wunderground.com/weather/api

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
―保育内容（環境）の「安全と環境」において －

The Development of Learning Support System and Tuition Program of Nursery Teacher Training

舘 秀典[*1], 立野 貴之[*2], 矢野 景子[*1], 河合 光利[*1]
Hidenori TACHI[*1], Takashi TACHINO[*2], Keiko YANO[*2], Mitsutoshi KAWAI[2]
[*1] 東京福祉大学 [*2] 松蔭大学
[*1]Tokyo University of Social Welfare [*2]Shoin University

Email: hitachi@ed.tokyo-fukushi.ac.jp

あらまし：本稿では，動画教材の保育士養成への活用を目指し，学生の意識と教員の意識を視覚化し，その結果を比較することで振り返りを行える支援システムの開発と，システムに対応した授業プログラムを提案する．動画による学習支援は有用であるが，教育現場で実際に用いる場合には様々な課題がある．そこで，学生の動画によるシナリオ学習において，動画視聴終了後に，学生がリスクに対して意識したタイミングと教員との意識の差を確認することで振り返りを行うシステムを開発した．本システムでは，保育内容（環境）の授業を取り上げ，学生が現場で遭遇する，事前に気づいて介入したほうが望ましい場面を提示し，学生に教員との意識の差を思考させることができる．また，教員は各々の学生が意識したタイミングを管理画面から把握することが可能である．本研究は，学生が教員と共に，保育士として現場で遭遇する状況における介入のタイミングやその理由について考える学習を支援できると考える．

キーワード：アクティブラーニング，保育士養成，e-Leaning，学習支援

1. はじめに

本稿では，保育士養成の授業における，e-Learningの利用状況，教育方法や教材に関して過去の知見から得た事例を検証した．そして，学習支援をするための演習補助システムを開発し，保育内容（環境）の「安全と環境」における授業プログラムの検討を行った．

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. 研究の背景と目的

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（以下，ケータイ）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．

そこで，養成校における保育実習前の指導において，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た．

3. 保育士養成の学習教材支援システム

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効果的な仕組みであり，教員や学生にとって機能的な学習環境を提供する．

図 1 は，システムの動画視聴の画面である．学生は，パソコン，または，ケータイのブラウザを利用し，動画教材を視聴して事前学習する．



図 1　動画視聴画面

本学習支援システムは，保育士養成のカリキュラムにおける実習前指導の授業での利用を想定しており，学生は授業前に動画視聴によるシナリオ学習を行い授業に臨むアクティブラーニングの形式をとる．

学生は事前学習として，現場の園児の一日の一部を撮影した動画を本システムによりストリーミング

形式で視聴し，保育士の立場としての介入，または ま声かけが必要であると考えられる場所で画面上のボタンをクリックする．

ボタンを押し損ね，後から介入または声かけをすべきだったと気づいた際には，気づいたときに画面上のもう一方のボタンをクリックする．これにより，遅れてしまったが声かけすべきであった事に気づいたという意思表示となる．いずれかのボタンをクリックすると動画が一時停止され，そのボタンを押した理由を記載するコメント欄がポップアップされる．学生は，なぜその時点で介入が必要であったのか理由をメモとして記載する．

クリックしたという情報およびコメントは，動画のタイムライン上にタグ付けされ，リアルタイムにサーバ上に送信される．また，一通り動画を見終わると，再度最初から再生することや，ボタンを押下した場所を数秒前から再生し見直す事が可能となるが，その際はいずれの気づきのボタンも押下できない仕様とした．

動画視聴終了後に，自分が意識したタイミングと，現場の保育士との気づきのタイミングの差を確認することで，振り返りを行うことができる．学生の画面のタイムライン上には，自分の気づきポイントと保育士の気づきポイントの 2 つを表示する事ができる（図 2）．タイムライン上のポイントを比較し，各々の時点からの再生を行い，学生は気づきのタイミングの違いや理由，動画全体に対してのコメントを記述する．

4.　システムを利用した授業プログラム

実践の一例として，授業プログラムの事例を説明する．本学習支援システムは，保育士養成のカリキュラムにおける実習前指導の授業での利用を想定しており，教材として保育の現場における実際の様々なシチュエーションの動画を利用する．そのため，既に基本的知識を習得し，現場での実習を目前に控えている学生を対象としている．学生は事前学習として，前述にて本システムの機能として挙げた機能を利用し，自らの気づきとコメントを記述してくる．授業において，教員は学生にグループ内の学生の結果と現場の保育士に同動画を視聴しながら作業を行った結果とを一覧で表示させる（図 2）．登場する園児の背景によって様々な状況が考えられる事，人それぞれに気づきのタイミングの違いや，考え方の違いが存在する事に気付かせ（図 3），なぜ差が出たのかをグループワークによるディスカッションを通して考えさせる．その後教員は援助の理由を説明する．

このような授業実践が，事前学習⇒講義⇒事後学習といった学習の流れを支援するだけでなく，学生の思考を促し，保育士としての安全と環境におけるリスクマネジメントに対する姿勢や意識に影響を与えると期待できる．



図 2　気づきのタイミング比較

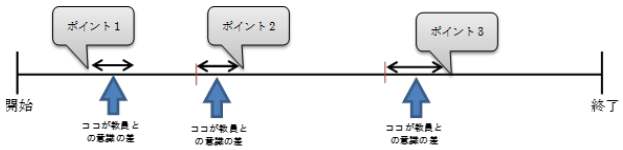


図 3　気づきのポイント

5.　おわりに

本研究では，過去の事例より問題点をあげ，保育士養成教育を支援するシステムの開発と，授業プログラムの検討を行った．

学生自身が気づきを意識し，教員との意識の差を客観的に確認し，現場での実習の際により多岐にわたる考えを促進できるのではないかと考える．動画を注意深く視聴し，リスクマネジメントに対する感性を身につける授業計画において，本システムが有効的に支援することが推測される．また，動画を利用した教育は実施の頻度が高いものの，その可能性を従来の e ラーニング研究では，捉えきれていない部分も多いと考えられる．これを明らかにすることは，保育士を目指す学生を対象とする教育研究の先駆けになると考える．

授業設計をするうえでの一つ目の課題として，共通する活動プロセスの構成を明らかにし，学習目標との対応関係を明らかにする必要がある．二つ目の課題は，システムの利用・運用に関してである．過去の知見で示された指導上の配慮点を整理し，実践を通して必要な学習環境を整えられるようにする．

今後，開発したシステムを実際に保育士養成の科目において利用し，利用した学生の現場実習において気づきや考え方に変化が生じたのか意識調査や評価，考察を行う．また，繰り返し行う評価の結果により，システムの改良を実施する．

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)　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）

マンガケース教材の e-Leaning 化の提案

A Proposal of Manga Case E-Learning 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：本研究では，マンガケース教材・教育の e-Leaning 化を提案し，実験を通してその効果を確認する．e-Leaning 化を行うことにより，多くの学習者を一度に一か所に集めて授業を行う必要性を解消することができる．なお，e-Leaning 化は，LMS の一種である Moodle を利用し，組織や学習者の ICT 環境に依存しにくい教材を実現する．100 人程度の規模の実験を行い，その学習効果を確認した結果を報告する．
キーワード：ケースメソッド，マンガ，　Moodle，LMS

1.　はじめに

近年, 知識の学びを目的とした教育手法に代わり，知識の使い方や身に付け方の学びを目的とした教育手法が重要視されるようになってきた [(1)]．こうした新たな教育手法として，ケースメソッドやマンガケース教材などのケースメソッド型研修が注目されている [(2)] [(3)]．ケースメソッド型研修では，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．学習者は，グループディスカッションなどを通して，適切な意思決定を考え出す．そして，そのディスカッション過程において，学習者は自身の知識を整理したり，他者の観点を学んだり，まったく新しい観点を発見したりすることができる．なお，マンガケース教材の場合には，描画に埋め込まれた情報を自ら読み取っていくという要素も付加されている．

こういったケースメソッド型研修の大きな課題の一つとして, 多くの学習者を同時に一か所に集めて，研修を行う必要性が挙げられる．そこで，本研究では、この問題を解決するために，ケースメソッド型研修の e-Learning 教材を開発する．

2.　実施方法

e-Learning 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 [(4)]．設定した課題および実施方法を表 1,2 に示す．

ケースメソッド教材としては，マンガケース教材である「ヤマトアオイ」を用いた．マンガケース教材を採用した理由は，マンガは独立したコマ単位で構成されており，コマが埋め込み情報の一単位として切り出せるという分析上のメリットを持っているためである．今回使用した「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



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

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，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．個人課題では，Moodle の課題機能を利用して，提出を行わせた(図 2)．グループ課題では，Moodle 上でグループチャット機能およびフォーラム機能を利用して，ディスカッションを行わせた．

Q0,1,2 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．Q3,4 は学習者の観点を抽出するための課題である．Q3,4 をプレテスト・ポストテストとして実施し，比較を行うことで，開発した e-Learning 教材による学習効果を確認することができる．Q5,6 は学習者同士によるディスカッション通して，学習を行わせるための課題である．学習者同士でディスカッションを行うことにより，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ることを狙いとしている．

実験は情報リテラシーの授業の課題として実施した．対象は経営学を専攻とする学部 1 年生 90 名である．1 グループは 5 人とし，全部で 18 グループとした．なお，グループメンバーは教室の座席等とは，関係なくランダムで割り振り，LMS 上でのみディスカッションを行うよう配慮した．

表 1 課題設定

設問番号	課題
Q0	ソーシャルメディアサービスとはなんですか?
Q1	大和葵はどのようなソーシャルメディアサービスを使っていますか？
Q2	登場人物の役割と関係,ネットの利用に対するスタンスを整理してください.
Q3,4	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(Q3)・デメリット(Q4)」は何ですか？「その根拠となるコマ」と「理由」,「だれにとってのメリットなのか（大和葵,ジェンツー社,クライアント)」を答えてください.
Q5	このマンガの結末で「それは私ではありません」と答え教育主題す.真相は次の３つが考えられます.どの結末が真相なのか選択をしてください. 1.意図的に大和葵になりすまして,問題になったブログを書いた人がいる. 2.大和葵と同姓同名,あるいは紛らわしいニックネームを持つ人と混同された. 3.大和葵本人がプライベートで書いていたものであり,彼女は隠そうとしてウソをついている. あと,どのような情報があれば,真相が何なのかを判断できるでしょうか？
Q6	企業における社員向けにネット利用のルール作りをすることになりました.ルールに関するポスターを作ってください.

表 2　タイムテーブル

No.	実施週	実施内容
1	一週目	授業外課題として，Q0,1,2 を個人で回答させた.
2	二週目	授業内課題として，Q3,4 を個人で回答させた．(プレテスト)
3		授業内課題として，グループチャット機能を使用して，グループ名を決めさせ，アイスブレークを実施した
4		授業外課題として，Q3,4 をグループ内でディスカッションさせ，結論をグループ課題として提出させた
5	三週目	授業外課題として，Q3,4 のグループ課題を Moodle 上で公開し，互いに評価させた.
6		授業内課題として，Q5 を個人で回答させた.
7		授業外課題として，Q5 をグループ内でディスカッションさせ，結論をグループ課題として提出させた
8	四週目	授業外課題として，Q5 のグループ課題を Moodle 上で公開し，互いに評価させた.
9		授業外課題として，Q5 をグループ内でディスカッションさせ，結論をグループ課題として提出させた
10		授業外課題として，Q5 グループの課題を公開し，互いに評価させた.
11	五週目	授業内課題として，Q3,4 を個人で回答させた．(ポストテスト)

3.　まとめ

本論文では，ケースメソッド型研修の実施コストを低減させることを目的として，ケースメソッド型研修の e-Learning 教材の開発を行った．そして，90 名に対して，実験を行い，その効果を確認した．

4.　参考文献

参考文献

(1) Griffin, P., Barry M. and Esther C. : “Assessment and teaching of 21st century skills”, Springer, Dordrecht (2012)
(2) Barnes, L. B., Roland C. C. and Hansen, A. J. : “Teaching and the Case Method. Text, Cases, and Readings”, Harvard Business School Press, Boston (1994)
(3) 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)
(4) Moodle (https://moodle.org/ 2016 年 6 月 4 日参照)

PBL における活動過程の可視化と 学習者の思考を外化することによる振り返り支援

Support of Reflection by Using Visualization of Activity Process and Externalization of Thinking in PBL

岩見 建汰[*1], 伊藤 恵[*1], 冨永 敦子[*1], 大場 みち子[*1]
Kenta IWAMI[*1], Kei ITO[*1], Atsuko TOMINAGA[*1], Michiko OBA[*1]
[*1] 公立はこだて未来大学システム情報科学部
[*1]Future University Hakodate, School of Systems Information Science
Email: b1013068@fun.ac.jp

あらまし：学習者の内省を促進しメタ認知を促す活動として振り返りが重要視されている．本研究では，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 PBL（Project Based Learning）における振り返りを研究対象とする．PBL の振り返りに関しては，質問会議と呼ばれる手法を用いて振り返りを行い，手法の効果を検証した研究(1)が存在する．しかし，振り返りに用いた情報がもたらす効果は明らかになっていない．そこで本研究では，振り返りに用いる情報の種類や質が振り返りの効果に影響を与えると考え，学びへの影響を調査し振り返り支援を行う．
キーワード：PBL，振り返り，KPT，外化，クリティカル・リフレクション

1. はじめに

学生の様々なスキルの向上に効果的でかつ実践的な教育として PBL が注目されている．今日までに数多くの PBL が行われてきたことによりノウハウが集まり，PBL の効果を実証する研究が盛んに行われてきた．また，PBL の活動中や終了時に「学んだこと」を学生に記述させたり，ディスカッションをして学びを共有させたりする振り返りも取り組まれている．前者に関して，振り返りミニレポートを記述させ，その記述内容の変化から意識や行動の変化を明らかにする研究(2)がある．後者に関しては，振り返りを行うことでその後のグループワークが改善した例(1)がある．個人に振り返りレポートを記述させ，その内容を分析する研究は他にも存在するが，記述内容の具体性を分析するには至っていない．また，振り返りを実施してその効果があることは報告されているが振り返りにどの情報を用いるのが最適かは明らかになっていない．

そこで本研究では，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）を対象に，振り返りに用いる情報の種類や質が振り返りの効果へ影響を与えると考え，学びへの影響を調査する．

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に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，報告のプロセスに通年で取り組む．活動は週 2 回の計 6 時間行い，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．

現状，週報を提出する目的は単なる出席確認や学生の状況を把握するなどプロジェクトごとに異なっている．また，週報の記述に関するルールが不明確であり，学生によって記述する内容が異なっている．



図 1 週報

3. 研究方法

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する学部 3 年生のうち 3 チーム 16 名とした．うち 2 チームは各 5 名，他の 1 チームは 6 名である．

3.2 データ収集

研究参加者に対して，週報の記述は所定の項目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アナウンスした．項目は振り返りを行うためのフレームワークである KPT（Keep:良かったこと・続けること, Problem:うまくいかなかったこと・問題点,Try:次に試したいこと）に沿って作成した．

K と P は週報の「活動内容」，T は「次週の課題」に記述してもらう．一方，本学の週報に記述される文字数はプロジェクト学習開始から徐々に減少していく傾向が存在する(3)．文字数が減少すると後述するデータ分析が困難になるほか，振り返りの質が低下しかねない．その対策として著者が毎週，16 名全員の KPT それぞれに対し最低 1 つ以上のフィードバックコメントを行う．フィードバックコメントが見やすく，どの内容に対してフィードバックが行われたかを明確にするために，図 2 に示す Google スプレッドシートを作成し，セル内に入力した内容を週報として提出してもらうようにアナウンスした．



図 2 作成した Google スプレッドシート

3.3 データ分析

収集した週報の内容に対して出現するキーワードを抽出する．その後，マネジメントや人間関係，技術系などのカテゴリへのグループ分けを行い，カテゴリ別の頻出度を分析する．出現するキーワードの抽出と分析に関してはテキスト型（文章型）データを統計的に分析するためのフリーソフトウェアである KH Coder を使用する．

また，週報に記述している内容の具体性に関しても分析を行う．内容の具体性を分析する手法は，日本語係り受け解析器である CaboCha を使用し，単語への係り受けが多いほど具体的に記述していると判断する．例えば，「話し合いが難しかった」の「難しかった」にかかる単語は「話し合い」の 1 つだが，「話し合いの論点を見失わないようにすることが難しかった」の場合は「話し合い，論点，見失わない」の 3 つである．

3.4 振り返り

プロジェクト学習では，7 月末と 1 月半ばにそれぞれ中間報告書と最終報告書をチーム毎および個人毎に提出する．本研究の参加チームには，それらの作成に取り掛かる直前にチーム毎に振り返りを実施してもらう．各報告書作成の直前に実施するのは，報告書に記述する内容が単なる報告ではなく，内省を盛り込んで欲しいという著者の狙いがある．振り返りの目的は研究参加者である 16 名が作成する報告書に内省を多く記述すること，学びを最大化させるためにクリティカル・リフレクション(4)を目指すことである．振り返り時には週報の分析結果に加えて，チーム内で問題が起きていた時に個々が何を考えていたのかを聞き出して可視化する．また，チームが取り組んでいた内容をおおまかに提示すると共に，教員や TA がアドバイスした内容も提示する予定である．振り返り時に用いた全ての情報は研究参加者がいつでもアクセスできる状態にして提供する．

3.5 研究の評価手法

振り返り時に用いる情報の種類や質が与えた影響を評価するには振り返り後アンケートのほかに，振り返り時の様子や提出物を評価することも重要であると考えられる．そこで本研究では以下の 3 つの手段を用いて評価を行う．

i. 振り返り後アンケート：提示した情報は見やすかったか．新たな気づきや学びはあったか．
ii. 振り返り時の内省状況：既に週報に記述してある気づきや学びをさらに掘り下げているか．他の事例に応用できるかを考察しているか．
iii. 各報告書に内省が記述されている度合い：内省に関わる文が報告書にどれだけ記述されているか．

4. おわりに

本研究では研究参加者 16 名に対して週報の記述項目を指定して記述してもらう．その分析結果を研究参加者に提示して振り返りを行うことによる学びへの影響を調査する．予稿執筆時点では，週報の収集を開始して 1 ヶ月程が経過している．現状，記述している文字数は減少することなく継続的に記述してもらっていることから，分析に必要なデータを入手することは可能と考えられる．

今後は，収集した週報の分析や振り返りに必要な情報の取捨選択を行い，振り返りの実施結果を考察していく．

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，第 39 巻，第 1 号，pp.97-100 （2015）
(2) 小柳津久美子：“段階的 PBL 実践研究～振り返りに着目して”，東邦学誌，第 44 巻，第 1 号，pp.17-32（2015）
(3) 伊藤恵，雲井尚人，木塚あゆみ：“情報系必修 PBL 科目の週報データの分析と考察”，日本ソフトウェア科学会大会論文集，第 32 巻，（2015）
(4) 和栗百恵：“サービス・ラーニングとリフレクション：目的と手段の再検討のために(<特集>サービス・ラーニングの可能性)”，ボランティア学研究，第 15 号，pp.37-51 （2015）

地元企業・行政機関との連携による PBL 型授業設計とその実践

Practice of case method learning with local business organizations as PBL

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：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．そこで，学生がリアリティを持って学習できるような PBL 型授業を構築するにあたり，地元企業・行政機関と連携し，現実の問題を授業課題として活用した実践例とその課題を報告する．
キーワード：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，本稿では，PBL 型授業で提示される課題としてどのようなものであれば学生がリアリティを持ち，かつ，学習意欲の向上につながるかという視点で試行した３つの事例を考察する．

2. 課題の位置づけと授業設計

今回は本学で開講されている，ビジネス実務演習，コミュニケーション演習，街中インターンシップの３つの授業等にて PBL 型授業を実践した．以前から，どの授業もグループワーク等を多用したアクティブラーニング型で授業を行っており，そのベースとして企業組織等でのナレッジマネジメントでも知られる SECI モデルを参考にした授業設計を実施してきた．



図　SECI モデル

授業等での課題に対しての学生の諸活動を SECI モデルで表すと以下の通りであり，学生はこれらをプロジェクトの過程でスパイラルに繰り返し，集合知への蓄積を高めていく．

(S) グループによる討論
(E) 企画書，計画書等作成による知識の表出化
(C) 表出化された知識の融合，アイディアの発展
(I) 実践により知識が暗黙知化する．

3. 企業等との連携実践例

本稿で紹介するのは，地元大型商業施設，福井市役所，市観光物産館（指定管理者）それぞれと連携した以下の３つの事例である．

3.1 地元大型商業施設でのマーケティング調査

○授業名等：ビジネス実務演習　２回生６０名
○実施期間：後期１１月～１２月の２か月
○実施内容：本授業は「ビジネス実務士」資格取得のための必修授業であり，通年３０週で構成される．前期１５週で仕事に必要な基礎知識を習得．後期は，前期の知識を活かして，ケースメソッド型の課題解決を，グループワークを通して実践し，ビジネスの実際を学ぶという授業スタイルをとってきた．本年度は，経済産業省補助事業の一環として地元大型商業施設（以下「モール」）から大学が依頼を受けたマーケティング調査の一部を，学生が PBL 型授業の一環として実施した．授業（プロジェクト）の主な流れとしては以下のとおり．

- １０月上旬：後期の授業から教員が全体計画・調査目的の提示．４～５人のグループに分かれて調査項目をまとめる．
- １１月上旬：学生に対して，直接，モールの事務局長による調査事業の協力依頼，説明を実施
- １１月下旬：学外研修授業として半日の店舗調査を実施．タブレット端末等を活用した来店客ヒアリング調査、店舗調査を実施
- １２月中旬：学生による調査結果を集計・報告，具体

的改善点の洗い出し
・　３月中旬：最終報告書への学生意見の反映



写真１　モールでヒアリング調査する学生

3.2 福井市との連携によるパンフレット作成

○授業名等：コミュニケーション演習（１回生）７０名
○実施期間：１０月～１２月
○実施内容：この授業は，地域の課題解決をとおしてコミュニケーションのあり方を学ぶことを目的に昨年度から新設された授業である．昨年９月に福井市役所から移住・定住促進のためのパンフレット作成を依頼され，授業内で基本コンセプト，基本デザインの作成までを取り組んだ．授業の流れは以下のとおり．

・　１０月上旬：教員が授業全体の流れ・目的等を説明
・　１０月中旬：福井市役所担当者からの協力依頼，趣旨説明を学生に対して実施
・　１０月下旬：４～５人のグループに分かれて，移住・定住促進に関する問題，課題の調査，今後の方針等について計画策定，発表を実施
・　１１月上旬：パンフレットのコンセプトを考えるためのワークショップを全体で実施
・　１１月中旬：パンフレットに記載する内容等をグループごとに検討
・　１１月下旬：プロトタイプを作成し，依頼主である福井市に提示
・　１２月上旬：基本コンセプトとプロトタイプをデザイナーへ渡し，プロジェクトの完了
・　２月下旬：パンフレットの完成，東京等での配布



写真２　完成した移住・定住促進パンフレット

3.3 市観光物産館のポスター作成

○実施授業：街中インターンシップ　１回生１５名
○実施期間：３月～４月
○実施内容：PBL 型授業のプレ企画という主旨で，企画実践に参加する学生を募集．４月末に JR 福井駅前にオープンする福井市観光物産館内の PR ポスターを企画・作成する内容で，指定管理会社（株式会社大津屋）の協力のもと企画実践活動を行った．

・　３月上旬：指定管理会社（大津屋）社長からマーケティング等に関する講義と企画立案・ポスター作成に関する指示を受ける．
・　３月中旬：企画主旨にあわせた内容の検討
・　３月下旬：ポスター作成準備（素材あつめ，使用する写真の版権交渉，写真撮影，コピー作成等）
・　４月上旬：ポスターデザイン，印刷
・　４月下旬：観光物産館オープンに併せたポスターの掲示・一般公開



写真３　社長との打合せ風景と完成したポスター

4.　まとめ

PBL 型の授業による定量的な評価は困難であると言われるが，それらはビジネスにおける事業評価が困難であることと同様である．一方で、学生の主体的な学びを創発するにはプロジェクトの設計において以下の点が重要であると考える．

１）プロジェクトの目的を学生が十分に理解し，自発的に行動できるような環境を整えること．
２）プロジェクトを教員側でデザインしすぎたり誘導したりしないこと．また，失敗等の経験をすることも重要．失敗等の問題を自ら切り開くことで，自分たちの学びを実感するきっかけが生まれる．
３）学生自ら成し遂げたという達成感の醸成のためには，プロジェクトの成果が最終的に具体的な形となって表れることが望ましい．

参考文献

(1) 野中郁次郎，竹内弘高：”知識創造企業 – The Knowledge-Creating Company”，東洋経済新報社(1996)
(2) 澤崎敏文，田中洋一:“PBL 型授業設計と企業参加型の授業実践”，日本教育工学会第 30 回全国大会講演論文集, pp.757-758 （2014）
(3) Toshifumi Sawazaki, Yoichi Tanaka:“Designing Courses based on SECI model with Mahara, e-Portfolio”, Proceedings of World Conference on E-Learning in Corporate, Government, Healthcare, and Higher Education(ELEARN) （2013）

大学連携 e-Learning におけるサーバおよびネットワーク負荷にかかる実践報告

An Empirical Study of Load Balancing on University Cooperative e-Learning

村井　礼[*1]，裏　和弘[*2]，末廣　紀史[*2]，山下　俊昭[*2]，藤本　憲市[*1]，後藤田　中[*2]，
八重樫　理人[*3]，最所　圭三[*3]，今井　慈郎[*2]，林　敏浩[*2]
Hiroshi MURAI[*1], Kazuhiro Ura[*2], Norifumi Suehiro[*2], Toshiaki Yamashita[*2], Ken'ichi Fujimoto[*1],
Naka Gotoda[*2],
Rihito Yaegashi[*3], Keizo Saisho[*3], Yoshiro Imai[*2], Toshihiro HAYASHI[*2]
[*1] 香川大学大学連携 e-Learning 教育支援センター四国, [*2] 香川大学総合情報センター, [*3] 香川大学工学部
[*1]University Consortium for e-Learning, Shikoku Center, Kagawa University,
[*2]Information Technology Center, Kagawa University, [*3]Dept. of Engineering, Kagawa University
Email: murai@cc.kagawa-u.ac.jp

あらまし：四国地区５国立大学連携構想における大学連携 e-Learning 科目は，５大学において同一の科目名で共同開講されるため，単位互換制度に比べて学生が履修登録しやすいという利点がある．それ故，５大学から多くの受講者数が集まり，科目提供大学のサーバやネットワークに大きな負荷がかかると予想される．そこで本報告では，香川大の LMS サーバやネットワークの負荷に関するデータ収集を行うとともに負荷対策成果を示す．

キーワード：大学連携，e-Learning，サーバ負荷

1.　はじめに

香川大学が基幹校となる大学連携 e-Learning 事業は，e-Knowledge コンソーシアム四国（以下，eK4），及び「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」（知プラｅ）である．eK4 では，平成 22 年度より e-Learning による単位互換制度の運用を開始し，四国における国公私立大８校が連携して「四国学」などのｅラーニング科目を用いて地域人材育成を行っている．ただし，単位互換制度の場合，大学によっては，他大学から提供される科目を履修する手続きが複雑であることや，自大学のシラバスに掲載されないため科目提供されても学生が気づきかないこと等，他大学からの受講生が増えにくいという欠点があった．

一方，知プラｅ事業では単位互換ではなく共同実施，すなわち５大学において同一科目名で共同開講し，シラバスに掲載することとなっている．共同実施では他の科目と同様にシラバスに掲載されることや，同様の手続きで履修登録可能なので，学生にとって履修登録が容易になり，科目内容によっては多くの受講者が見込める．ここで，四国の５国立大学における１学年の定員の合計は約 5,500 名（平成 25 年度入学生）である．受講制限を設けない場合，１クラス 1,000 人を超える大人数クラスの可能性がある．

そこで，本報告では，香川大学の学内 PC100 台から e-Learning サーバに同時アクセスを行う予備実験に基づき，サーバやネットワークの負荷および同時アクセス数のログ収集結果及び 2015 年度後期に実施された e-Learning による共同開講での負荷分散の成果を報告する．

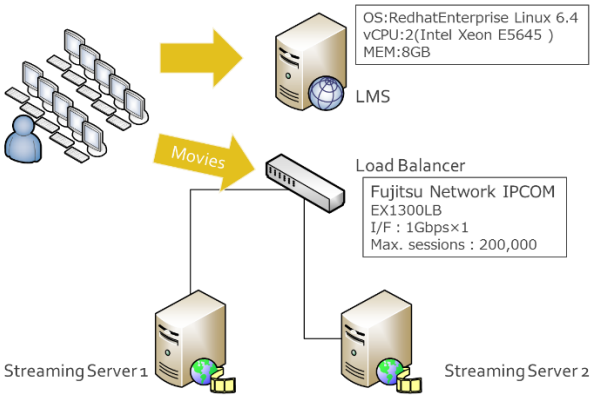


図１　香川大学における大学連携用 e-Learning 環境

2.　香川大学における大学連携用 e-Learning 環境

香川大学では，図 1 に示す e-Learning 環境を用いて eK4 および知プラｅ事業の双方にコンテンツを配信している．受講生は LMS 経由でコンテンツにアクセスする．講義を収録した動画コンテンツは 2 台のストリーミングサーバ上に置かれており，負荷分散装置（IPCOM）を用いてストリーミングサーバへの負荷分散する構成となっている．LMS およびストリーミングサーバのスペックは数千人の自宅学習運用や，授業での一斉利用など高負荷な環境を想定したものである．将来的な拡張を見込んだ構成である．

3.　予備実験に基づく負荷対策の成果

3.1　予備実験に基づく負荷対策

著者らは先行研究において，香川大学における e-Learning サーバへの負荷実験を行った[(1),(2)]．予備実験では，香川大学内の PC ルームからサーバにアクセ

スし，４パターンの動画コンテンツの再生時に発生する負荷, 及び, 平成 26 年度後期における e-Learning 講義において受講生のアクセスログを収集し，実際の運用でサーバ負荷がどの程度集中するのかを調査した．LMS サーバにスクリプトを仕込み，１分ごとのアクセス数を計測し，「受講者数が何人のときに，ピーク時の一斉アクセスがどれくらいあるのか」「そのときにサーバにどれくらいの負荷がかかるのか」などのデータを調査した．

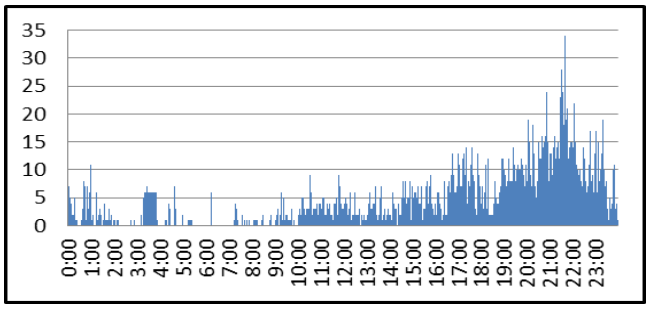
その結果, 1) 動画コンテンツのビットレートを下げる，2) 課題の提出締切日の設定をずらす，などの対策を挙げた．

表 1　平成 26 年度後期開講 e-Learning 科目の課題締切日と受講者数

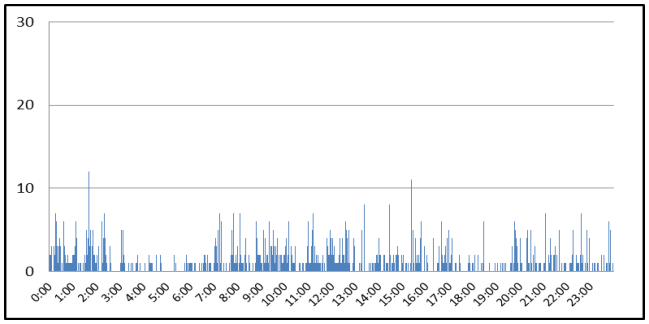
科目名	課題締切日	受講者数（人）
科目 A	20 日（火）24 時	7
科目 B	22 日（木）24 時	202
科目 C	22 日（木）24 時	40
科目 D	25 日（日）24 時	160
科目 E	25 日（日）24 時	341

表 2　平成 27 年度後期開講 e-Learning 科目の課題締切日と受講者数

科目名	課題締切日	受講者数（人）
科目 A	27 日（水）24 時	114
科目 B	28 日（木）　9 時	91
科目 C	28 日（木）13 時	48
科目 D	27 日（水）12 時	250
科目 E	2 月 5 日（金）　9 時	236



(a)平成 26 年度後期（Jan. 25th Sunday）



(b)平成 27 年度後期（Jan. 27th Wednesday）

図 2 アクセス数のピークの比較

3.2 アクセス数のピークの比較

先行研究により，課題の提出締切り直前にアクセスが集中することが分かっている．表 1 及び表 2 に平成 26 年度後期及び平成 27 年度後期に開講された五つの e-Learning 科目（科目 A から E）の課題締切日及び受講者数（LMS 上のコース登録者数）を示す．先行研究の結果を受けて, 平成 27 年度は各科目の課題締切日及び時刻を分散させている．また，図 2 に LMS サーバへの 1 日ごとのアクセスログを示す．図 2(a)は平成 26 年度後期にもっとも 1 日のアクセス数が多かった 1 月 25 日（日）の AM0:00 から PM23:59 までのアクセス履歴を示す．科目 D と科目 E の課題締切日が重なったことから，サーバへの負荷が高まっているのが分かる．一方，図 2(b)は同じく平成 27 年度後期の同アクセス数の多かった 1 月 27 日（水）のアクセス履歴を示す．表 1 に示すとおり，平成 27 年度は，課題提出日及び時刻を分散させた結果，LMS サーバへのアクセスを分散することに成功し，負荷分散対策の成果が明らかとなった．特に，平日の日中に期限を設定することにより，日中に課題を提出する学生が増え，負荷分散に貢献したと考えられる．

4.　おわりに

本報告では, 香川大学における大学連携 e-Learning におけるサーバやネットワークの負荷対策の成果に関する考察を行った．同時アクセス数が増えるのを避けるため，開講科目間で課題の提出締切日を調整する等の運用面での負荷対策が有用であるとの結論を得た．

5.　謝辞

本研究は JSPS 科研費 15K00483 の助成を受けたものである．

参考文献

(1) 村井礼，裏和宏，岩城暁大，末廣紀史，山下俊昭，八重樫理人，今井慈郎，最所圭三，林敏浩: “大学連携 e-Learning における負荷対策に関する一考察”，教育システム情報学会研究報告, Vol.29, No.6, pp.87-90（2014）

(2) Hiroshi Murai, Kazuhiro Ura, Norifumi Suehiro, Rihito Yaegashi, Yoshiro Imai, Keizo Saisho, Toshihiro Hayashi, “A Study of Load-Balancing Strategy Based on Students’ Action on University Cooperative e-Learning”, Proceedings of 16th IEEE/ACIS International Conference on Software Engineering, Artificial Intelligence, Networking and Parallel/Distributed Computing (SNPD 2015), Takamatsu, Japan, pp.587-590, 2015

大学連携 e-Learning 科目のための履修者決定支援システムの提案

Proposal of Determination Support System of Student Registered for Inter-University e-Learning Course

藤本 憲市，村井 礼，林 敏浩，後藤田 中，八重樫 理人
Ken'ichi FUJIMOTO, Hiroshi MURAI, Toshihiro HAYASHI, Naka GOTODA, Rihito YAEGASHI
香川大学
Kagawa University
Email: kfujim@cc.kagawa-u.ac.jp

あらまし：四国地区にある 5 国立大学では，四国における e-Knowledge を基盤とした大学間連携による教育を共同実施している．e-Learning 形態により各大学から提供された授業科目を 5 大学で共同開講していることから，授業科目によっては履修者数が数百人規模となる可能性がある．ネットワーク回線の帯域や e-Learning システムの性能などの諸条件を考慮すれば，履修者総数を制限せざるを得ない状況が生じうる．もしそのような状況が発生した場合，履修者総数の上限を大学数で按分した上で抽選により履修者を決定する方法が考えられるが，その方法では選択必修科目として開講している大学の学生に不利益を与えかねない．そこで著者らは，授業科目ごと及び履修希望者ごとに制限を設ける方法を採用し，学生の履修希望順位を考慮するためのパラメータを取り入れた履修者抽選システムを提案した．本稿では，その提案システムにおいて，選択必修科目を所定科目数以上当選させるようにするための制約条件の与え方について検討した．

キーワード：大学連携 e-Learning 科目，履修者数制限，履修者抽選，混合整数計画問題，分枝限定法

1. はじめに

学生は，学期の開始前又は開始直後に，その学期で開講される授業科目の履修を申請する．学生の利益を最優先するならば，選択科目の履修決定権は学生側にあるべきであるが，教室の規模やパーソナルコンピュータ（PC）の台数等の物理的制約から，履修者数の上限が設定されることはやむを得ない[1]．そのような制約は，対面授業や試験を実施しない非同期型 e-Learning 科目についても同様であり，ネットワーク回線の帯域や，映像（e-Learning 教材）を配信するストリーミングサーバや学習管理システム（LMS: Learning Management System）への同時アクセス時の負荷等を考慮すれば[2]，履修者数の制限は必要となる．

四国地区にある徳島大学，鳴門教育大学，香川大学，愛媛大学，高知大学では，四国における e-Knowledge を基盤とした 5 大学間連携による大学教育を共同実施（以下，知プラ e 事業とよぶ）している[3, 4]．それぞれの大学から提供される授業科目を e-Learning 形態により 5 大学で共同開講していることから，実際に履修者数が数百人規模となる授業科目も生じている．前述の物理的制約はもとより，教育の質を担保する観点からも，授業科目によっては履修者数を制限することが望ましい状況である．

知プラ e 事業における科目（以下，知プラ e 科目とよぶ）の履修者数を制限する方法として，例えば，履修者総数の上限を大学数で按分した上で，抽選により履修者を決定する方法が考えられるが，その方法では選択必修科目として開講している大学の学生に不利益を与えかねない．そこで，著者らは，科目ごと及び履修希望者ごとに制限を設ける方法を採用し，学生の履修希望順位を考慮するためのパラメータを取り入れた履修者抽選システムを提案した[5]．

提案システムに与える制約条件によっては，選択必修科目を 1 科目も履修できない学生が生じる結果が出力されることが判明したため，本稿では，選択必修科目を所定科目数以上当選させるようにするための制約条件について検討する．

2. 履修者数制限に係る問題

知プラ e 事業において，平成 28 年度は，徳島大学から 4 科目，鳴門教育大学から 1 科目，香川大学から 6 科目，愛媛大学から 2 科目，高知大学から 1 科目の知プラ e 科目が提供される．なお，そのいくつかは，大学ごとに履修者数の上限が設定されている．

大学ごとに履修者数の上限を設定する場合，以下の問題が生じうる．例えば，ある知プラ e 科目において，A, B, C, D, E 大学における履修者数の上限がそれぞれ 200 名，10 名，10 名，10 名，10 名と設定されていると仮定する．この科目に対し，A, B, C, D, E 大学から 100 名，60 名，20 名，10 名，30 名の計 220 名の履修申請があったと仮定する．このとき，総枠の 240 名に対して 20 名の余裕があるにもかかわらず，B 大学の 50 名，C 大学の 10 名，E 大学の 20 名はこの科目を履修できない状況が発生する．

この問題は，大学ごとの履修者数制限をなくし総枠でのみ制限することにより解決できるが，その科目を選択必修科目として開講している大学の学生の履修を優先させたいなどの配慮ができない．そこで，科目ごとに履修者数の上限を設定し，かつ諸事情を考慮できる履修者抽選システムが必要となる．

3. 履修者決定問題の定式化

科目の集合を $L = \{1, 2, \ldots, J\}$, 科目 $j \in L$ における履修者数の上限を N_j とする．また，学生の集合を$M = \{1, 2, \ldots, I\}$, 学生 $i \in M$ の履修科目数の上下限を b_i, 学生 i の科目 j に対する申請を f_{ij} 値で表現する．学生 i の履修申請科目 j に対する当落を $x_{ij} \in \{1, 0\}$ で表すことにすれば，この問題は

$$\text{Minimize} \quad \sum_{i \in M} \sum_{j \in L} -f_{ij} \cdot x_{ij}$$

$$\text{Subject to} \quad \sum_{i \in M} x_{ij} \leq N_j$$

$$\sum_{j \in L} x_{ij} \geq b_i$$

のとおり混合整数線形計画問題として定式化できる．なお，b_i を上限値とする場合，二つ目の制約条件における不等号の向きが逆になることに注意されたい．

4. 問題設定とシミュレーション結果

提案システムの有効性を検証するため，次の例題を考える．A, B, C, D, E の 5 大学にて 3 科目（X, Y, Z）を共同開講すると仮定する．各科目の履修者数の上限 N_j を 4 名，6 名，4 名とする．なお，A 及び E 大学はそれら 3 科目のうち 1 科目以上の履修が必要（選択必修科目）として開講し，残りの 3 大学は 3 科目とも選択科目として開講しているとする．

いま，10 名の学生（S1～S10）が表 1 に示すとおりに履修申請した状況を想定する．ここに，科目行における数値は f_{ij} 値を表し，1 は履修申請あり，0 は申請なしを意味する．学生ごとに履修科目数の上限，下限をそれぞれ設定した場合について，分枝限定法による抽選結果を表 2, 3 に示す．ここに，履修科目数の上限を設定した場合，学生 S2 が選択必修科目を 1 科目も履修できない抽選結果が得られたが，下限を設定した場合はそれを回避することができた．

5. おわりに

本稿では，複数大学間で共同開講される授業科目の履修者決定問題を混合整数線形計画問題として定式化し，履修者決定（抽選）システムに与える制約条件について検討した．今後，実装上の問題についての議論する必要がある．

参考文献

(1) 稲葉太一: “神戸大学における大規模授業改善の 1 つの試み”, 神戸大学発達科学部研究紀要，第 13 巻，第 2 号，pp.41–46 (2006)
(2) Murai, H., Ura, K., Suehiro, N., Yaegashi, R., Imai, Y., Saisho, K., and Hayashi, T., “A Study of Load-Balancing Strategy Based on Students' Action on University Cooperative e-Learning”, Proceedings of 16th IEEE/ACIS Int. Conf. Software Engineering, Artificial Intelligence, Networking and Parallel/Distributed Computing, pp.587–590 (2015)
(3) 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/index.html
(4) 村井礼: “四国における大学連携 e ラーニング事業の紹介”, 情報教育シンポジウム 2014 論文集, Vol. 2014, No.2, pp.1–2 (2014)
(5) Fujimoto, K., Murai, H., Hayashi, T., Gotoda, N., and Yaegashi, R., “Drawing System of Students for Inter-University Course with Limited Number of Enrollments”, Proc. Int. Conf. on Advances in Engineering and Technology Research (2016) in press.

表 1 問題設定（申請者数欄における括弧内の数値は履修者数の上限を表す）

学生 / 授業科目名	A 大学		B 大学			C 大学		D 大学		E 大学	申請者数と上限
	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8	S9	S10	
科目 X	1	1	1	0	1	1	1	0	1	1	8 (4)
科目 Y	1	0	1	1	0	1	0	1	0	1	6 (6)
科目 Z	0	1	1	1	1	1	1	1	1	0	8 (4)
履修科目数上限	2	2	3	2	2	3	2	2	2	2	
履修科目数下限	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	

表 2 履修科目数の上限を設定した場合の抽選結果（○：当選，空欄：落選又は履修申請なし）

学生 / 授業科目名	A 大学		B 大学			C 大学		D 大学		E 大学	履修者数
	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8	S9	S10	
科目 X						○	○		○	○	4
科目 Y	○		○	○		○		○		○	6
科目 Z						○	○	○	○		4

表 3 履修科目数の下限を設定した場合の抽選結果（○：当選，空欄：落選又は履修申請なし）

学生 / 授業科目名	A 大学		B 大学			C 大学		D 大学		E 大学	履修者数
	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8	S9	S10	
科目 X		○					○		○	○	4
科目 Y	○		○	○		○		○		○	6
科目 Z						○	○	○	○		4

大学連携 e-Learning における著作権処理の支援に向けた取組

A Study of Copyright-Processing Support for University Cooperative e-Learning

吉田明恵　陣内恭子　根本淳子　田中寿郎
Akie Yoshida　Kyoko Jinnai　Junko Nemoto　Toshiro Tanaka
村井礼　林敏浩
Hiroshi Murai　Toshihiro Hayashi
大学連携 e-Learning 教育支援センター四国
University Consortium for e-Learning, Shikoku Center
Email: chipula-e@stu.ehime-u.ac.jp

あらまし：大学連携による e-Learning の場合，単独の大学内で実施する場合に比べて，連携大学間の著作権処理が付加されるため，連携大学間の支援が望まれる．ただし，各大学の体制を含めた著作権処理が異なることから，画一的な処理手順を規定することが困難である．そこで本研究では，連携大学間で共通のマニュアル整備を目標とし，愛媛大学分室における著作権処理事例の整理と体系化について検討した．
キーワード：著作権処理　教育の例外規定　利用許諾申請　e-Learning

1. はじめに

平成 24 年度から「四国地区国立 5 大学連携による知のプラットフォーム形成事業」の中の「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（以下，知プラ e）事業」に取組んでいる．

知プラ e 事業では，各大学の規程をできるだけ変更することなく共同実施をすることとしている．例えば，科目担当教員を各大学の非常勤講師として任用し，単位互換ではなく，自大学の科目として開講・単位認定している．また，e-Learning コンテンツを制作する際，使用される第三者著作物の問題が生じるが，大学ごとに第三者著作物への体制が異なっているため，画一的な著作権処理手順を規定することは難しい．

一方で，愛媛大学分室では，試験的に，「教員が行う著作権処理の支援」という形で職員が e-Learning コンテンツの利用許諾申請を行い，そのノウハウを蓄積している．また，教育での e-Learning 活用を検討している教員向けに，より円滑に活用がされるよう，第三者著作物の利用許諾申請に係る「著作権法の教育の例外規定」と「ネット上で公開されている自由利用の意思表示のある著作物の探し方」等の留意事項の周知を行う予定である．

そこで本研究では，第三者著作物の利用許諾等，著作権処理を先行的に整備している愛媛大学分室での事例を元に，効率的な著作権処理が実施できるよう大学連携間共通のマニュアル整備とノウハウの共有サイトを構築することを目標としている．

2. 著作権処理に関わる実施状況

著者らは，先行研究[(1)]の中で示される通り，利用許諾申請の流れを整理した．

この結果から，著作権処理の効率化を阻害する要因は，ネットからの出典元検索や教員に書籍の出典元を確認する作業であることを明らかにした．

e-Learning コンテンツを開発する際には，対面授業用に作成したスライドが再利用されることが多い．開発スタッフが受け取った資料には，作成されたスライドのみが提出されることが多く，出典のリストが含まれていない場合がある．このような情報不足には，教員に著作権法の教育の例外規定が念頭にあることも考えられる．事前に出典リストをすべてそろえることができれば，第三者著作物に対する著作権処理の効率化が大きく図れると考える．

愛媛大学分室では e-Learning コンテンツを制作する中で，科目 A では計 54 件の第三者著作物の許諾取得を完了させた．科目 B では，90 件以上の第三者著作物があり，現在著作権処理が進行中である．

この 2 科目における第三者著作物の利用件数・利用許諾取得済件数は，表 1 の通りである．科目 B については，現在出典元を調査しつつ，許諾申請を始めたところであるため，大よその件数である．

表 1　第三者著作物の利用件数

	第三者著作物（利用許諾取得済）	
	科目 A	科目 B
国内	32（32）	45（9）
英語圏	21（21）	16（1）
中華圏	1（1）	3（0）
韓国	－	15（4）
ロシア	－	11（0）
合計	54（54）	90（14）

許諾申請をする前に，差替え可能なデータがないか調査しているが，その際は，表 2 の通りネット上で公開されている自由利用の意思表示である Creative Commons license [(2)]のマークがあるデータを

使用している．今回韓国の著作物に対して著作権処理を開始して分かったことであるが，韓国も独自に Korea Open Government License [3]を導入しており，この公式ウェブサイトで公開している公共著作物は，5,221,417 件（2016 年 6 月現在）であった．

表２　自由利用の意思表示

利用方法	Creative Commons license	Korea Open Government License	自由利用マーク
①表示			
②表示 - 非営利			
③表示 - 継承			
④表示 - 非営利 - 継承			
⑤表示 - 改変禁止			
⑥表示 - 非営利 - 改変禁止			

日本では，文化庁[4]が複製，障害者向け，及び．学校教育に限定して著作物の自由利用を意思表示する「自由利用マーク」を制定している．ただし，韓国のように公式ウェブサイトで利用対象となる著作物を公開していないため，普及状況は不明である．

3. 著作権処理の効率化のための対策

最近では，各大学のウェブページ上で e-Learning コンテンツでの第三者著作物の取扱いに対する記述が目に留まるようになった．例えば，北海道大学[5]は「コンテンツに他者の著作物を引用する際の注意事項」を掲載しており，九州大学[6]では，Q01 で簡単なチャートを用い,「①他人の著作物を使用していますか？－YES, ②例外規定に該当しますか？－NO, 著作権者から許諾を得ましょう！」と利用許諾を勧める記述がある．

これらは，著作権処理の効率化だけが直接の目的ではないだろうが，愛媛大学においては，著作権処理における土台作りとして，第三者著作物の取扱い方法の周知は，効率化に向けて有効な対策と考えられる．

3.1 愛媛大学における第三者著作物の著作権処理規程の整備と課題

愛媛大学において，平成 27 年 9 月に『愛媛大学教材著作権取扱規程』が制定され，その中で第三者著作物に対しても触れられている．教職員は第三者著作物に対して対応する必要が生じている．規程の中で，その対象教材について「本学の教育課程において用いられる一切の著作物のうち，（省略），その存在形式を問わない.」と対面授業と e-Learning に分けて明記しておらず，第三者著作物に対して「職員等は，本学に対し，次の各号に掲げる事項を保証する.」としており，e-Learning の場合は，更に注意が必要と考えられる．

本制度が制定されてからまだ間もないこともあり，この内容が周知された上で e-Learning コンテンツ制作が行われることが求められている．

3.2 規程と著作権法の周知への取組

全学での取組となるが,『愛媛大学教材著作権取扱規程』の再周知と共に，1．著作権法の教育の例外規定が e-Learning では適応外であること，2．ネット上で公開されている自由利用の意思表示のある著作物の探し方について，3．第三者著作物の利用許諾申請の必要性等についての通知をする提案を行った．現在上記第三者著作物の取扱い方法等の周知に向けたパンフレット作成の準備を始めている．

上記について，大学連携 e-Learning 教育支援センター四国のウェブページ上での周知も視野に入れ，各大学の情報整理を行うことを検討している．

4. まとめ

著者らは，先行研究[1]であげた 4 つの課題を検証・解決するために，①著者自身がさらに著作権法についての知識を高め，様々なケースに即時対応できるようになり，その情報を連携大学の職員間で共有する．そしてこれまでの活動を整理し，②大学連携共通マニュアル作成に取り掛かる．③利用許諾申請相手国の言語と英語での申請の許諾取得状況を比べ，必要に応じて多言語でのマニュアルを作成する．④第三者著作物の取扱い方法等のパンフレットを教員向けに作成・配布する予定である．

なお，6 月 3 日に開催されたセンター四国企画委員会において，5 大学共通の著作権処理マニュアルを整備することが審議了承された．本研究の成果を 5 大学連携教育にも役立てる予定である．

参考文献

(1) 吉田明恵，陣内恭子，根本淳子，田中寿郎，村井礼，林敏浩:“四国地区 5 国立大学間の e-Learning コンテンツと第三者著作物への利用許諾に関する考察”，日本教育工学会研究報告集, Vol.16, No.1, pp.413-416 （2016）
(2) Creative Commons license
https://creativecommons.jp/licenses/
(3) Korea Open Government License
http://www.kogl.or.kr/search/search.do
(4) 文化庁自由利用マーク
http://www.bunka.go.jp/jiyuriyo/
(5) 北海道大学大学院工学研究院工学系教育研究センター
コンテンツに他者の著作物を引用する際の注意事項
http://labs.eng.hokudai.ac.jp/ceed/e-learning/produce/use
(6) 九州大学附属図書館付設教材開発センター編:“大学教育における他人の著作物を含む電子・オンライン教材の作成と利用に関する Q&A”（2011）

IP ネットワーク教育の演習環境を支援する Raspberry Pi を用いた可視化システムの開発

Development of visualization system using the Raspberry Pi to support the exercise environment in IP network education

後藤　聡文[*1]，横山　輝明[*2]
Satofumi GOTOH[*1], Teruaki YOKOYAMA[*2]
[*1] 神戸情報大学院大学情報技術研究科情報システム専攻
[*2] 神戸情報大学院大学
[*1*2]Kobe Institute of Computing, Graduate School of Information Technology
[*1]Email: s12001@st.kic.ac.jp
[*2]Email: ytel@kic.ac.jp

あらまし：IP ネットワーク教育における演習では，学生が実際に機器を触りネットワークを構築することが理解のために重要である．しかし，自律分散システムである IP ネットワークを教材とする場合，教員が機器の状態や学生の進行状況を手軽に把握することは困難である．そこで本研究では，IP ネットワーク構築演習の支援を目的とし，機器やネットワーク全体の状態，進行状況を可視化する教材開発について報告する．
キーワード：ネットワーク教育，可視化

1. はじめに

IP ネットワーク教育における演習では，一般的に OSI 参照モデルの L1～L3（LAN ケーブル，HUB，ルータ，IP アドレス，サブネットマスク，デフォルトゲートウェイ，経路制御等）の設計・構築が行われている．演習を通して，理論だけでなくトラブルシューティングを学ぶことが重要である．

この演習を行うにあたり，学生がネットワークを設計し，実際に構築を行っていく．設計はシンプルで分かりやすいが，実際に学生が構築するとケーブルがスパゲティ状態になってしまい，機器を見ただけでは全体が見えないという問題が発生する．さらに，教員 PC から構築中のネットワークを遠隔管理することも難しい．また，学生がグループで演習を行っている場合，教員からは誰が何をしているか分かりづらいという問題もある．

一方，CTF（Capture The Flag）や技能五輪（若年者ものづくり競技大会）IT ネットワークシステム管理職種のようなネットワーク技術を競うコンテストでも同様の問題が見られる．競技者の行っている作業が一般の見学者からは分かりづらく，ロボコンに比べると盛り上がりに欠けるという問題もある．

そこで本研究では，IP ネットワーク構築演習の支援を目的とし，機器（Raspberry Pi）やネットワーク全体の状態，進行状況を可視化する教材開発について報告する．

2. 関連研究

IP ネットワーク構築演習では，スイッチやルータなど複数台のネットワーク機器が必要となるため，手軽に演習環境を整備することは難しい．そこで，1 台の PC 上に仮想ネットワークを構築して演習を行う研究が行われている [(1) - (3)]．これらはシミュレーションで手軽に学習できるが，そもそもネットワーク機器を触ったことのない学生にとっては理解が困難となる．また，Raspberry Pi のように安価で小型の PC が登場したことにより，手軽に演習環境を用意できるようになってきた．そこで，本システムでは Raspberry Pi をネットワーク機器（ルータ，PC）とした演習を行っていくこととした．

3. IP ネットワーク構築演習の課題と分析

IP ネットワーク構築演習の支援をするにあたり，学生と教員の視点で課題を整理する．

学生は，スパゲティ状態となった機器を見るだけでは全体が見えず，どこにトラブルがあるのか把握しづらいといった問題が挙げられる．また，構築中のネットワークを遠隔管理することが困難なだけでなく，自律分散型のネットワークでは全体管理ができない．そのため，教員が学生の進行状況を把握できないといった問題が挙げられる．

これらの課題を解決する方法として，「機器の設定を収集する」，「演習ネットワーク全体を可視化する」，「学生の進行状況を可視化する」を挙げ，IP ネットワーク構築演習を支援することとした．

前提条件として，「学生が構築する演習ネットワークに影響を与えない」，「教員や学生に追加の作業を要求しない」，「授業の進行に影響を与えない」を考慮する必要があると考える．

4. 提案システムの概要

IP ネットワーク構築演習を支援するために，遠隔管理機能，可視化機能，進行状況集計機能を持つシステムを提案する．

本稿の執筆段階では，提案システムの実現に向けて，IP ネットワーク構築演習キットのプロトタイプを開発中である（図 1，図 2）．演習キットは，PC（Raspberry Pi）2 台を 1 セットとし，学生に 1 人 1 セット配布する．2 台の内 1 台は学生が演習で使用し，もう 1 台は教員が遠隔管理で使用する．

学生が構築する演習ネットワークに影響を与えないように，PC 同士はシリアルケーブルで接続し，遠隔管理用に管理ネットワークを別途構築することとする．

実際の演習では，学生が IP ネットワークを設計し，演習キットで IP ネットワークを構築していく．演習中は，遠隔管理用 PC が学生演習用 PC のネットワーク設定をシリアル通信で自動的に収集し，管理サーバに転送する．収集するネットワーク設定は，L2（リンクアップ）と L3（IP アドレス，サブネットマスク，デフォルトゲートウェイ等）を想定している．教員は，収集したネットワーク設定を教員 PC で用途に応じて可視化して，学生の演習を支援する．

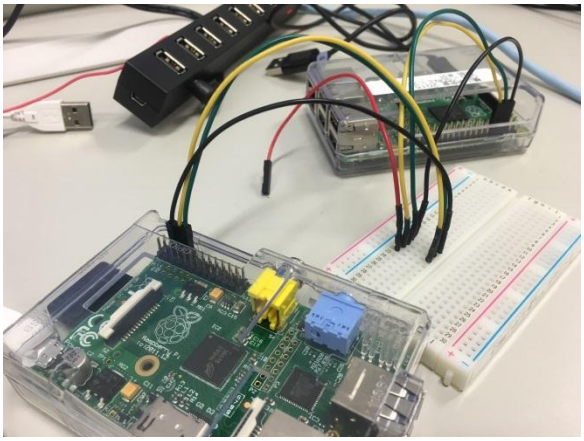


図 1 IP ネットワーク構築演習キット（開発中）

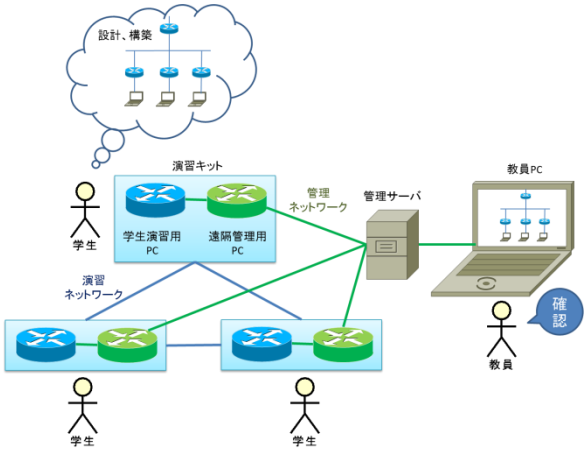


図 2 提案システムのイメージ

5. 提案システムの利点

提案システムの利点について，学生と教員の視点で整理する．

演習中にネットワークトラブルが起きた場合，機器を一台一台確認していかなくても教員 PC で一括確認することができる．演習ネットワーク全体が正常に動作しているか，どの機器にトラブルがあるのかを確認することで，トラブル時の問題の切り分けが容易となる．これにより，学生への支援をスムーズに行うことができると考えられる．

また，教員が学生の進行状況を把握できるだけでなく，学生間でもお互いの進行状況を把握できることが挙げられる．

6. 技術的課題

提案システムを開発するにあたり，技術的課題を整理した．

IP ネットワーク構築演習で学生が行う機器設定のチェック項目，進行管理の洗い出しをする必要がある．現時点では，Ethernet と PC ルータを用いた教室内ネットワークの構築演習を想定して，開発を進めている．

また，学生が構築する演習ネットワークに影響を与えないように，管理ネットワークを別途構築することとしている．この管理ネットワークの構築に手間がかかるようでは，教員側の負担が大きくなる．そこで，授業の準備・片付けを容易にすること，管理対象の追加・削除を容易にすることを考慮し，管理ネットワークを構成する必要がある．現時点では，Ethernet で構築する演習ネットワークとの混同を避けるため，管理ネットワークは Wi-Fi での構築を検討している．

7. まとめ

本稿では，IP ネットワーク構築演習を支援する方法として，Raspberry Pi を用いた可視化システムについて述べた．学生が構築する演習ネットワークに影響を与えず機器を遠隔管理する機能，ネットワーク全体を可視化する機能，学生の進行状況を集計する機能を持つ．

本稿の執筆段階では，提案システムのプロトタイプを開発中であるが，講演までに授業で使用した実証実験を行う予定である．実証実験により学習効果を確認し，システムの使いやすさを向上させていきたい．

参考文献

(1) 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ネットワーク処理可視化教育システムの開発”，情報処理学会研究報告，2005-CE-81, pp.7-14（2005）

(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) 井口信和:“仮想ルータを活用したネットワーク構築演習支援システムの開発”，情報処理学会論文誌，Vol.52, No.3, pp.1412-1423（2011）

経済データ分析のためのプログラミング教材開発

Development of Teaching Materials of Computer Programming for the Economic Data Analysis

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：昨今，プログラミング教育は子供の習い事として関心が向かいがちだが，文系の大学生には，表計算ソフトに代わるツールとして，ひいてはプログラミング独特の思考法を学ぶ機会として有用であろう。筆者は，データ分析初学者の経済学部生を対象にして，ウェブベースの JavaScript プログラミング環境を構築した．本稿では，経済データ分析の学習のために開発したプログラミング教材について報告する．教材の特徴は，実際のデータや文章を必ず引用していることである．授業の一例も紹介する．
キーワード：JavaScript，プログラミング教育，高等教育，初年次教育，統計教育

1. はじめに

昨今，プログラミング教育の重要性がうたわれている．本年（2016 年）5 月，ある経済週刊誌は，専門教育としてではなく，子供や一般の社会人を対象としたプログラミング教育への関心の高まっている様子を特集した(1)．また，4 月 19 日開催の産業競争力会議（第 26 回）で，文部科学大臣が「初等中等教育では、情報活用能力の育成・教育環境の整備を行う。特に発達の段階に即したプログラミング教育の必修化を図る」と表明し(2)，小中学校で 2020 年度から段階的に必修にする方針を固めている．

一方，経済学部生を対象として筆者が担当する選択科目「データ解析」では，表計算ソフトウェアによる授業の代替案として，プログラミングを導入している．ただし，受講者の大半がプログラミング未経験者であることから，プログラムの記述から実行までを簡便に行えるように，ウェブベースの JavaScript プログラミング環境を開発した(3)．

本稿では，経済学部生が経済データ分析の考え方を学ぶことを目的とする授業において，プログラムを作成しながらデータ分析の手法を学ぶために開発した教材について報告する．

2. プログラミング環境

図 1 に，本授業で使用するプログラミング環境を示す．できるだけ特別の準備をしないでプログラミングが体験できるようにするため，Internet Explorer などのウェブブラウザに実装されている JavaScript 言語を採用した．また，HTML 文書のテキストファイルを作成する手順を省いて，ブラウザにプログラムを書き込んで，特定のボタンをクリックすると，同じブラウザ内に実行結果が表示されるようにした．なお，(3)で報告したものを簡略化している．

プログラムの実行結果は，原則として，<pre id="text"></pre>の部分に整形済みテキストとして出力させることとした．学習者にはこうしたことを意識しなくとも実行結果を画面に表示できるようにするため，p("イ：", (c1-c2)/31*12, "¥n");のようにと記述すれば表示できるようにした。

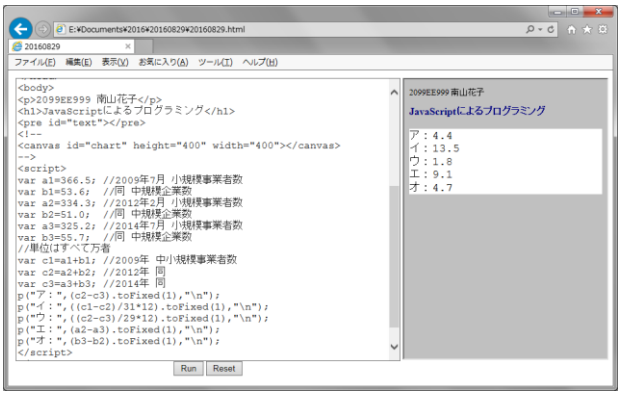


図 1 プログラミング環境の画面

3. プログラミングの基礎を学ぶための教材

本授業の受講者は表計算ソフトウェアの利用経験はあるが，プログラミングの経験はほとんどない．そこで，まず次の 4 項目をプログラミングの基礎として学ぶこととした．

- 変数の利用
- サブルーチン
- 条件分岐
- 配列変数と反復処理

教材開発にあたり，実際のデータや文章を必ず引用することを方針とした．本稿では，変数の利用を学ぶための教材を紹介する．

実際のデータや文章は 2016 年版中小企業白書(4)から引用した（図 2）．文中の数値を計算するプログラムでは，セル番地を連想させる変数名を使用した（図 1）．受講者は，提示された未完成のプログラムを補完させる過程で変数の使い方を学ぶ．

中小企業数の推移を見てみると､長期にわたり減少傾向にある（第 1-2-1 図)。足下の 2012 年から 2014 年にかけての推移についても、2 年間で【ア】万者の減少となったが、2009 年 7 月から 2012 年 2 月にかけて、年平均で▲【イ】万者であったのに対し、2012 年 2 月から 2014 年 7 月にかけては年平均で▲【ウ】万者と、減少のペースは緩やかとなった。

規模別に見ると、2012 年から 2014 年の 2 年間で、小規模企業の数は【エ】万者減少しているものの、中規模企業の数は逆に【オ】万者増加しており、合計で約〔ア〕万者の減少となった。

(注)1.企業数＝会社数＋個人事業者数とする。

図 2 教材のもととなった白書の文章

4. 経済データ処理を学ぶための教材

プログラムを作成するための最低限の基礎知識を学んだら，本来の目的である経済データ分析の考え方を学ぶ授業に移る．データ分析のテーマとしては以下の 7 項目を挙げている．本稿では，相関係数を学ぶための教材を紹介する．

- 基本統計量
- 度数分布表
- 順序統計量
- 時系列データの分析
- 横断面データの分析
- 移動平均
- 相関係数

実際のデータは小売物価統計調査(動向編)から，主要品目の小売価格（13 都市・37 品目）[5]から引用した．図 3 では 3 品目だけ示したが，実際の教材では 20 品目について，品目ごとに 13 都市での小売価格が配列変数に代入されたプログラムが提示される．

相関係数の考え方を学ぶには，まずデータを散布図で確認することが必須である．そこで，2 つの配列変数を引数に渡すと散布図を描画する機能を，オープンソースの JavaScript ライブラリ Chart.js を用いて開発した．`scatter(cabbage, radishes);`のように記述すれば散布図が描画される（図 3)．

本授業は，経済データ分析の考え方を学ぶことが目的であるから，あえて相関係数の定義などの説明には進まずに，さまざまな品目の組合せで散布図を観察しながら，データ間の関係をどのように計量すればよいかを考えてもらう．

実際の授業では，受講者に「散布図をよく観察して相関を定量化するアイデアを出しなさい」と指示し，WebClass に回答を書き込ませた．当日の授業の出席者 41 名中，23 名からのべ 35 通りの回答があった．図 4 に回答の一例を示す．

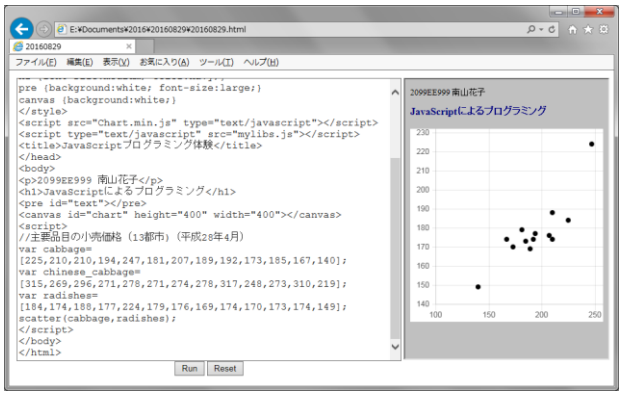


図 3 散布図を描いた例

担当者は，受講者から出たアイデアからいくつか選んで，プログラミングのヒントを受講者に与えたり，実際にプログラムを書いて提示したりする．このような形式で授業を行うことにより，相関係数の定義を理解し表計算ソフトウェアで計算できる程度を超えて，データ間の関係を計量する手法を自ら考えるという学ぶ方が可能になる．

- 第何象限に点が集まっているかで相関の正負を考える。
- 全ての値の中央値を調べ、原点から直線を引く。
- ２つのデータの集合をそれぞれ小さい順にならべて、その都道府県の順番が同じほど正の相関関係があり、逆なほど負の相関関係がある。
- 二つの点で作った直線の傾きをそれぞれ計算し傾きの平均をだす。その答えが正か負の数かで判断する。

図 4 相関を計量するアイデアの回答例

5. まとめ

本稿では，経済学部生が経済データ分析の考え方を学ぶ授業で使用するプログラミング教材の開発について報告した．開発した教材の特徴は，実際のデータや文章を必ず引用していることである．

表計算ソフトウェアや統計ソフトウェアをツールとして使うと，既成のデータ分析手法を適用しがちになるのに対し，プログラミングならば，自分なりに考え出した分析手法を実現しやすい．コンピューテーショナル・シンキング[6]と呼ばれる問題解決法にも通じるところがある．プログラミングには，経済データ分析の考え方に対する学習をより深くさせる可能性がある．ただし，最低限のプログラミングはできることが前提となるので，これを限られた時間で達成する方策を別途考えなければならない．

参考文献

(1) 東洋経済新報社：“今すぐ始めるプログラミング”，週刊東洋経済，2016 年 5 月 21 日号，pp.30-79（2016）
(2) 日本経済再生総合事務局：“第 26 回産業競争力会議議事要旨”，http://www.kantei.go.jp/jp/singi/keizaisaisei/skkkaigi/dai26/gijiyoushi.pdf，p.3（2016）
(3) 吉根勝美：“プログラミングによる経済データ分析実習の試み”, 第 40 回教育システム情報学会講演論文集, pp. 51-52（2015）
(4) 中小企業庁：“中小企業数の推移”，2016 年版中小企業白書，http://www.chusho.meti.go.jp/pamflet/hakusyo/H28/PDF/chusho/03Hakusyo_part1_chap2_web.pdf，p.24（2016）
(5) 総務省統計局：“主要品目の小売価格（13 都市・37 品目)”，小売物価統計調査（動向編）（平成 28 年 4 月)，http://www.e-stat.go.jp/SG1/estat/List.do?lid=000001153180（2016）
(6) 磯辺秀司，小泉英介，静谷啓樹，早川美徳：“コンピュテーショナル・シンキング”，共立出版（2016）

モデリング学習用モデルコンパイラを用いた IchigoJamBASIC コード生成ツールの開発

Development of IchigoJamBASIC Code Generator by using an Educational Model Compiler

但馬　将貴[*1], 香山　瑞恵[*2], 小形　真平[*2], 橋本　昌巳[*2]
Masaki TAJIMA[*1], Mizue KAYAMA[*2], Shinpei OGATA[*2], Masami HASHIMOTO[*2]
[*1] 信州大学大学院理工学系研究科 [*2] 信州大学工学部
[*1]Graduate School of Science & Technology, Shinshu University
[*2]Faculty of Engineering, Shinshu University
E-mail: 15tm515k@shinshu-u.ac.jp

あらまし：本研究の目的は，モデリング学習を支援する環境の拡張である．本研究では，Web ブラウザ上で動作するモデル駆動開発ツール：S-clooca を対象に，UML モデル図からソースコードを自動生成できる初学者向けのプログラム設計支援ツールを開発している．ここでは，教育用マイコンである IchigoJam を対象に，学習者が描くフローチャート図から BASIC コードを生成するツールを開発した．本稿では，その成果と設計概念について述べる．
キーワード：IchigoJam，BASIC，モデル駆動開発，フローチャート，モデリング学習

1. はじめに

モデリングは，現代社会を生きる全ての者に必要なリテラシであるといわれる[1,2]．対象の静的な側面を表現するクラス図や ER 図，動的な側面を表現する状態遷移図やフローチャートなどのビジュアルモデルを用いて対象をモデル化する能力は，情報専門教育の主要 5 分野（CS・IS・SE・CE・IT）はもとより，一般情報教育（GE）および高等学校での情報科の学習内容とも関連する[3,4]．我々は，2010 年より，小・中・高校生と大学生を対象としたモデリング教育のための教材および教育環境，教育カリキュラムを開発してきた[5]．

本研究は，モデリング教育を支援する環境の拡張を目的とする．ここでは，Web ブラウザ上で動作する MDD ツール：S-clooca を用いて，学習者が記述するモデルの要素を規定するメタモデルと，記述されたモデルからコードへの生成規則をまとめたテンプレートの設計を行い，教育用に展開している．

本稿では，教育用マイコン：IchigoJam[6]を用いたプログラミングを，フローチャートでモデリングするためのコード生成ツールについて記述する．

2. S-clooca を用いたモデリング学習

S-clooca は，Web ブラウザ上で動作するクラウド型 MDD ツール：clooca[7]を本研究で拡張したものである．S-clooca は，任意のモデルから任意のコードを生成するモデルコンパイラである．モデルコンパイラは，扱うモデルの定義であるメタモデルと，モデルから対象デバイス用コードを生成する規則を定めたテンプレートから成る．メタモデルとテンプレートの対をツールと称す．開発者がツールの設計を行い，教育者が学習に利用するツールを選択し，学習者がツールを利用してモデリング学習を行う．本研究ではこれまで，ロボット動作を状態遷移図とクラス図を用いてモデリングを行う学習を提案してきた[8]．今回，S-clooca の機能を活かし，フローチャートでのモデリング学習環境を構築した．

3. IchigoJam と IchigoJamBASIC

IchigoJam は，プログラミング教育用マイコンボードである．これは，児童にプログラミングをするきっかけを与えることを目的に商品化された，初学者教育に適した安価なマイコンである．OS を持たず，電源を入れるだけですぐにプログラム開発ができる．2016 年現在，全国で IchigoJam を用いた子ども向けプログラミング教室のイベントが開催されている[6]．プログラミング言語には，専用の BASIC 言語を用い，本稿ではこれを IchigoJamBASIC と称する．

一般に BASIC は，1 行ごとに命令が解釈される．各命令は，演算や制御など多様である．モデリング学習の観点では，1 行ごとにモデルの要素が対応するモデル図を用いることが有効であると考える．理由として，逐次的な処理の流れが視覚的に理解でき，コードを書く前の段階的な教育に適するからである．この目的に適したモデル図の一つに，フローチャートが挙げられる．フローチャートは，様々な形で表されるステップごとに命令を記し，ステップ同士をつなぐ矢印に沿って実行される命令の流れを表現する．フローチャートの 1 ステップと，BASIC の命令文 1 行は一対一に対応でき，基礎知識を持たない初学者向けのプログラミング教育にも有効である．

4. BASIC コード生成ツールの設計概念

4.1 メタモデル

メタモデルでは，モデル要素の名称，関連，形，属性を定義する．フローチャートを表現するメタモ

デルを次のように定義した．

モデル要素の名称は，開始，入出力，変数操作，終了，逐次遷移，条件分岐，分岐遷移の 7 種類とする．逐次遷移と分岐遷移の 2 種類を遷移と種別し，遷移を除く 5 種類をステップと種別する．

モデル要素間の関連は，各ステップ同士を遷移によりつなぐこととする．分岐遷移は，条件分岐の偽判定の遷移に利用する．

モデル要素の形は, JIS で規格化されたフローチャートの形を参考にした[9]．実際に S-clooca で記述したモデル図の例を図 1 に示す．ステップの形は，開始と終了を角丸矩形，入出力を平行四辺形，変数操作を長方形, 条件分岐をひし形とする. 遷移の形は，逐次遷移を実線矢印，分岐遷移を破線矢印とする．

モデル要素の属性は，ステップに追加する記述項目である．入出力は，「画面表示」,「キー入力」の 2 つの属性を持つ．画面表示には，表示させる文字列を記述する．キー入力には，入力された 1 字のキーを代入する変数を記述する．変数操作は,「操作対象変数」と「操作」を属性に持つ．操作対象変数には，扱う変数名を記述する．操作には，操作対象変数に対する代入や演算式を記述する．条件分岐は,「条件文」を属性に持つ．条件文には，真偽判定や比較演算を記述する．なお，開始と終了，および 2 つの遷移は属性を持たない．

4.2 テンプレート

テンプレートでは，モデル図からコードを生成する規則を定義する．フローチャートから IchigoJam BASIC コードを生成する例を図 2 に示す. ここでは，階乗の値を求めるモデルを記述している．3 章で示したように，生成結果はモデル図の 1 ステップとコード 1 行が対応している．このコードを生成したテンプレートの設計概念を示す．

まず, 逐次遷移によるステップの流れに基づいて，各ステップの処理に対し，順に行番号を割り当てる（行番号：10～50）．次に，分岐処理（行番号：40）の分岐遷移で参照されるステップの処理に行番号を割り当てる（行番号：60）．次に，終了を示す命令 END を記述する（行番号：70）．最後に，分岐遷移

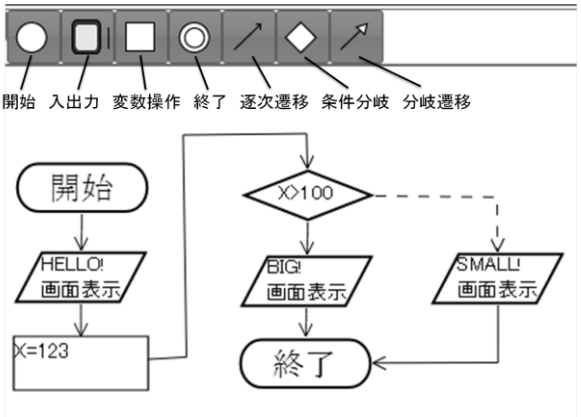


図 1 IchigoJamBASIC 生成ツールのモデル図の例
（図上部：モデル選択バー，図下部：モデル図）

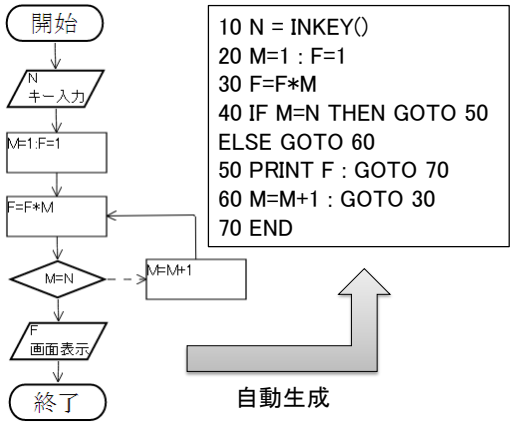


図 2 フローチャートと IchigoJamBASIC 生成例

やステップを遡る逐次遷移と GOTO 命令の行番号が対応するよう, 行番号を再度割り当てる処理を行う．

5. おわりに

本稿では，モデリング学習用モデルコンパイラ：S-clooca を用いて，フローチャートから IchigoJam BASIC コードを生成するツールについて述べた．このツールでは, IchigoJamBASIC の代表的な命令を取り上げた．さらに，より複雑な命令として，繰り返し処理などにも対応させれば，表現力が高まる．また，状態遷移図でのモデル記述とフローチャートでのモデル記述を組み合わせて利用することで，抽象度の異なる処理も記述可能になる．今後はこれらのツール開発の検討を進め, 教育実践への適用を行い，モデリング学習環境の拡充を図っていく．

謝辞　本研究は科研費 16H03074 の助成を受けた．

参考文献

(1) European Commission: “Emerging Skills and Competences- A transatlantic study”, http://www.eduser.eu/emma-archive/uploads/Documents/documents/13%20Emerging_Skills_Competences_Transatlantic.pdf (2016/6/6 確認)
(2) Assessment and teaching of 21st century skills: “ACT21 home page”, http://atc21s.org/ (2016/6/6 確認)
(3) AMC: “Curricula Recommendations”,http://www.acm.org/education/curricula-recommendations/ (2016/6/6 確認).
(4) 文部科学省: “高等学校学習指導要領解説 情報編”, 開隆館, 東京, 2010.
(5) 香山瑞恵他, “初学者向けの状態遷移図による振舞に関する概念モデリング教育へのモデル駆動開発方法論に基づく学習環境導入の効果”, ESS2014, 108-113, 2014.
(6) 株式会社 jig.jp: “BASIC でプログラミング こどもパソコン IchigoJam”, http://ichigojam.net/ (2016/6/6 確認)
(7) Technical Rockstars:clooca, http://www.clooca.com/ (2016/6/6 確認).
(8) 但馬将貴他, “モデル駆動開発方法論に基づくロボット動作設計向け UML モデリング教育用モデルコンパイラの開発”, 信学技報, ET2015-54, pp.61-66, 2015.
(9) 日本工業標準調査会: “情報処理用流れ図・プログラム網図・システム資源図記号(JIS-X0121)”.

アジャイル技術者育成のための開発方法論教育

Development Methodology Education for Agile Engineer Training

中鉢 欣秀[*1]
Yoshihide CHUBACHI [*1]
[*1] 産業技術大学院大学
[*1]Advanced Institute of Industrial Technology
Email: yc@aiit.ac.jp

あらまし:アジャイル開発が注目される中で,それに必要な能力を備えたエンジニアの育成が急務である.アジャイル開発として代表的なスクラムにおいては短い期間（スプリント）でプロダクトをユーザにリリースする.このような迅速性を達成するために、最先端の仮想環境やクラウド環境を効果的に活用した開発環境に適応する必要がある.本研究では enPiT の一環として本学で実施しているアジャイル開発人材育成のための学習環境について発表する.

キーワード：**アジャイル開発**，アジャイル技術者育成，PBL，Scrum

1. はじめに

ソフトウェア開発の新しい方法論としてアジャイル開発が産業界に普及しつつある．従来手法であるウォータフォール型の開発は，企業で利用する大規模な基幹系システム開発の方法としては未だに有効な側面はあるだろう．しかしながら，ユーザに対して新しい価値を提供する新規プロダクトの開発においては，アジャイル開発が適しているとの認識が形成され始めており，Web 開発のみならず IoT 分野での利用すら検討されている(1).

このような状況の中で，アジャイル開発に対応するスキルセットを備えた技術者の育成は急務といえる．そのためにはまず,「方法論」としてのアジャイル開発を効果的に学ぶ学習の場を提供する必要がある．加えて，アジャイル開発を円滑に進めるために有用な各種の「道具」の使い方についても学べるようにすることが大切だ.

ここでは，アジャイル開発の方法論と，開発に有用とされる各種のクラウド型サービスを活用したソフトウェア開発を学ぶ教育プログラムについて述べる.

2. アジャイル開発方法論を支援する道具

Kent Beck らが 2001 年に提唱したアジャイルソフトウェア開発宣言(2)には「プロセスやツールよりも個人と対話を」とある．プロセスやツールに価値があることを認めながらも，個人と対話することに，より価値おくとされる.

ただし,この宣言が発表されたのは 15 年も前であり,状況は多少変化している.プロセスについては,軽量なアジャイル開発方法論である「スクラム」がよく知られるようになった．なお，スクラムの定義を記述したスクラムガイド(3)が作成されたのは 2011 年である.

また,Beck らがツールについての価値を低く見ていた背景には，CASE やモデリングツールなどの重量級のツールを念頭にしていたからであろう．そうではない，ホワイトボードやポストイットのような軽量なツールは，アジャイル開発を進めるための道具として好んで用いられてきた.

ホワイトボード等は，確かに利用することが簡単ではあるが，不便な点もある．例えば，同じ場所で常に作業するチームでの開発には適しているものの,遠隔にいるメンバーとの分散開発を行う場合には不向きである.

このような理由もあり，近年はクラウド型サービス（SaaS）を，アジャイル開発を実施するための道具として活用する事例が多く見られるようになった.クラウド型であるので，情報を共有するために必ずしも同じ場を共有する必要がない．また，クラウド型のツールの一般的な特徴でもあるが，ツールが日々改良され使いやすくなってきてもいる.

アジャイル開発において重要視されているのが「かんばん」である(4)．かんばんにはタスクを定義し，開発プロセスを視覚化する効果がある．この，かんばんを共有するためのツールとして，Pivotal Tracker，HuBoard，Trello 等が知られている(5).

ここまで見てきた通りアジャイル開発においては,軽量で利用しやすいツールを利用し，近年ではクラウド型のツールも活用されている．そのため，これらのツールを上手に使いながら円滑に開発できるようになることが，アジャイル開発に対応するためのスキルセットには含まれることになる.

3. クラウドサービス・仮想環境の活用

一方で,アジャイル開発は 2012 年頃からのソーシャルコーディング(6)の潮流と融合している．ソーシャルコーディングの源流は OSS（オープンソースソフトウェア）の開発の流儀である．この開発スタイルを SaaS 型クラウドサービスとして実現したのが GitHub 等のサービスである.GitHub はソースコード管理や課題管理機能を提供する．これにより， OSS

のようにオープンかつ大規模な分散共同開発が容易になる．もっとも，アジャイル開発は必ずしもオープンソースではない．むしろ，GitHub を用いる場合の協同コーディングの流儀（GitHub Flow[7]）の方が重要であり，この流儀に従いながらクローズドな開発を行うことも一般的である．

また，GitHub と他のクラウドサービスを連携させることでより多くの機能を利用することができる．例えば，継続的インテグレーション（CI）を提供する Travis CI などと連携させるケースは多く，テストの自動実行や完成したコードのリリースの自動化などができる．この他にも，Slack 等のコミュニケーションツール（メッセンジャー）とも連携させ，各種の通知を送信することもできる．

仮想環境は，開発のための環境や，Web アプリケーションを運用するための環境として積極的に用いられる．物理的なサーバを構築する手間がいらず，サーバの構成情報を電子化することもできるので，いつでも破棄・再構築できる．Heroku 等の PaaS 型のクラウドサービスではアプリケーションを運用するための仮想環境を提供しており，これを用いてインターネットに容易に公開できる．

4. 教育プログラムのコンセプト

以上を踏まえると，アジャイル開発に対応する技術者が備えるべきスキルセットとしては，1 つ目はアジャイル開発の「方法論」の理解であり，2 つ目は開発を円滑に進める「道具」の学習である．なお，プログラミングやデータベース，ネットワークや OS 等の基本知識も必要に応じて身に付ける必要があるが，ここでは触れない．以下，これらを学ぶために本学で実施している教育プログラムのコンセプトについて記す．

1 つ目のアジャイル開発の方法論に関し，「スクラム」の習得法について述べる．スクラムはその方法がスクラムガイドにより定義されていることは前述した．このガイドは日本語版で僅か 17 ページしかないので容易に習得できるのではないか，と思われるがそうではない．スクラムガイドには「スクラムとは軽量，理解が容易」であるにもかかわらず，「習得は困難」とある．ガイドに記述されているのはスクラムで用いる用語の定義であり，これを使用する戦略は様々だからである．

このため，スクラムを学習する方略としては，まず，スクラムガイドに基づき，スクラムで定義されている言葉についての共通理解を得る．次に，実際にスクラムによるソフトウェア開発プロジェクトを体験する，という流れが求められる．そこで，講義やワークショップ形式で言葉の共通理解を得，スクラムによる開発プロジェクトを PBL で実践する．

2 つ目の道具の学習については，各種のツールの有機的なインテグレーションをモデルとして提示し，これらを用いた開発のサイクルを学ぶことを目標とする．ツールの選択肢は豊富であるが，学習効率の点から，代表的なインテグレーションの例を示し，それについて学ぶのが効果的だ．本学の例では，開発するソフトウェアは Web アプリケーションとし，プログラミング言語も Ruby に限定している．その上で，GitHub と Travis CI を連携させ，Heroku にリリースして動作させる環境をモデルとしている．

これらのツールを使いこなせるようになるには一定の訓練が必要だ．そこで，本学ではツールの使い方について演習中心の授業を実施し，その後，PBL に進むように授業設計した．

以上を整理すると，本教育プログラムでは，履修者はアジャイル開発の方法論と道具についての基礎知識を身につけてから，開発 PBL でそれらを総合的に学ぶという全体設計となっている．このように段階的に知識習得を進めるので，学習者にとっては体系的に理解しやすい内容となっている．

5. 本教育プログラムの実施と今後

本教育プログラムは，2013 年度より実施している本学における enPiT プログラムにおいて得られた知見を整理したものである．本学は専門職大学院であり，多くの社会人学生が受講している．彼らの中には今後，実務でアジャイル開発に取り組もうとしている者も多い．また，講師や外部評価者にはアジャイル開発の最先端で活躍されている方に協力して頂いている．このような環境の中で，様々な関与者から実務の観点からの多くの改善提案を頂くこともできた．大学における教育プログラムとして相当に実践的な内容となっていると考える．

今後，Web アプリケーションだけではなく，スマートフォンやタブレットで動作するアプリケーション，様々な IoT のプロダクトの開発にも対応できる教育プログラムへと発展させたい．

参考文献

(1) 日経コンピュータ: “成功する IoT 製品開発――モノづくりにも Web のスピードを”, http://itpro.nikkeibp.co.jp/atcl/column/16/020100027/020200003/, (2016/02/10)
(2) Beck, K 他.: “アジャイルソフトウェア開発宣言”, http://www.agilemanifesto.org/iso/ja/, (2001)
(3) Beck, K 他: “スクラムガイド - Scrum Guides”, http://www.scrumguides.org/docs/scrumguide/v1/Scrum-Guide-JA.pdf, (2013)
(4) Anderson, D. J. Kanban: “Successful evolutionary change in your technology business”, Blue Hole Press, Washington (2010)
(5) SideCI: “アジャイルに効く「かんばん型」タスク管理ツール SaaS まとめ”, http://blog-ja.sideci.com/entry/2014/10/23/171117 (2014)
(6) Dabbish, L and Stuart, C, Tsay, J, and Herbsleb, J: “Social coding in GitHub: transparency and collaboration in an open software repository”, ACM, In *Proceedings of the ACM 2012 conference on Computer Supported Cooperative Work* (CSCW '12), pp. 1277-1286 (2012).
(7) Chacon, S: “GitHub Flow”, http://scottchacon.com/2011/08/31/github-flow.html (2011)

医療情報専門職教育のための教材開発
－教育用模擬医療情報システムの構築－

Development of teaching materials for the medical information profession
- Development of the simulated medical information system used for education of the medical information profession -

武藤 晃一[*1], 内藤 道夫[*2]
Koichi MUTO[*1], Michio NAITO[*2]
[*1] 藤田保健衛生大学 医療科学部
[*1]School of Health Sciences, Fujita Health University
[*2] 鈴鹿医療科学大学 医用工学部
[*2]Faculty of Medical Engineering, Suzuka University of Medical Science
Email: kmuto@fujita-hu.ac.jp

あらまし:医療機関で医療情報専門職として活躍できる人材を養成するための教材となる教育用模擬医療情報システムを構築した．本システムは，模擬的な Web 型電子カルテ（オーダ機能含む）と医事会計システムの連携および放射線部門における情報連携（RIS，モダリティ，PACS）に関わるシステムの実装・構築を体験できるものとした．実装にはオープンソースソフトウェアの開発プラットフォーム，ミドルウェア，各種ライブラリと医療情報標準を利用し，その有用性・重要性も教育できるものと考える．
キーワード：医療情報専門職教育，医療情報技師，医療情報システム，情報システム教育，標準化

1. はじめに

われわれは診療情報管理士や医療情報技師などの医療情報専門職を養成する学士教育において，電子カルテ等の医療情報システムを用いた教育手法を検討してきた．このような電子カルテを活用した授業の目的には，養成する医療専門職の職種によらない共通事項の教育と個別専門事項の教育が考えられる．

共通事項としては，病院の仕組み，多職種連携による診療業務ワークフロー，診療報酬の仕組み，診療録のあり方，医療情報システムの基本機能，医療情報システムを利用する上での基本スキル（セキュリティや個人情報保護などの考え方や利用者としての態度）等である．われわれは模擬病院実習施設において電子カルテを利用したロールプレイ実習を実践し，学生に医療現場のリアリティを意識させる模擬体験を通じて，学士教育の段階では理解が困難であった多職種連携による診療業務ワークフローについて理解を深める教育が行えると考えている(1)．

個別専門事項としては，医療情報技師であれば，医療情報システムの仕組みの理解，保守，マスター管理，システム改善，医療情報システムの開発等が考えられる．われわれは電子カルテ授業の実践において，学生に電子カルテを利用させる授業展開のみでは医療情報システムを構築するための情報技術について深く理解させることは難しく，そのため医療側に立脚して実質的なシステム改善の提案が行えるような医療情報技師の養成に困難を感じてきた．

そこで本研究では，医療機関における医療情報システムの導入，維持管理，改善，開発に貢献できる医療情報専門職（特に医療情報技師）を養成するための教材を作成することを目的として，教育用模擬医療情報システム（以下，システム）を構築したので報告する．

2. 教育用模擬医療情報システムの構築

2.1 構築の方針

本システムの構築方針は下記の通りとした．

1）オープンソースソフトウェア（以下，OSS）として入手可能な既存の医療情報システム（模擬的実装も含む）を最大限に活用する
2）システムの機能のうち，既存の OSS で入手できないものは新たにアプリケーション開発を行う
3）アプリケーション開発には OSS なミドルウェア，フレームワーク，ライブラリ，開発環境を活用する
4）情報交換規約，コード，マスター等には日本で標準的に用いられるべき医療情報標準（厚生労働省標準等）を採用する
5）可能な限り OS に非依存なシステムとする

2.2 システム構成および実装方法

構築対象のシステムは，病院情報システムが持つべき基幹システムの機能と部門システムの機能を体験でき，その情報連携も体験できるものが望ましい．そこで，基幹-部門システム間連携，さらに部門システム内の医療機器までの情報連携の標準化が進んでいる放射線部門システムを構築対象とした．放射線画像オーダから画像検査装置による撮影実施，画像

保存まで，放射線部門業務に関わるシステムについて，それらの実装（開発），設定，運用を体験できるものとした．

本研究にて構築したシステム構成を以下に示す．

① 医事会計システム

日本医師会総合政策研究機構のORCAプロジェクトによる日医標準レセプトソフトを用いた．

② Web 型電子カルテ

平成 21 年度文部科学省・大学教育充実のための戦略的大学連携支援プログラム「コメディカル養成のための教育用電子カルテシステムおよびデータベースの構築と実践」にて開発された，J2EE（JBoss）ベースの Seasar2（MVC フレームワーク）で実装された模擬 Web 型電子カルテを用いた．オーダ機能は一部のオーダ種のみ実装され，ORCA との CLAIM 連携も一部実装されている．

③ 放射線部門情報システム（RIS）

IHE（Integrating the Healthcare Enterprise）の放射線ドメインの統合プロファイル「予定業務流れ」のアクターである「部門システムスケジューラ/オーダ受付」（以下，OF）の一部機能を実装した「OF シミュレータ」を開発した．

OF シミュレータは，放射線画像オーダ情報を HL7v2.5 メッセージにて受信し，それを画像検査装置へ DICOM MWM にて伝達する機能を持つものとした. HL7 メッセージは SS-MIX2 標準化ストレージにファイルとして保存管理し，RDBMS を用いない構成とした．HL7 及び DICOM による情報連携の実装には java を用い，OSS の DICOM ライブラリ（dcm4che2, 3），HL7 ライブラリ（<Hapi/>）を利用した. OF シミュレータのアプリケーション及び GUI は node.js 上で構築した．

④ 画像検査装置（モダリティ）

IHE の統合プロファイル「予定業務流れ」のアクターである「撮影機器」（以下，MOD）の機能のうち，DICOM MWM-SCU と Storage-SCU を実装した「MOD シミュレータ」を開発した．

MOD シミュレータは，Web カメラにて撮影した画像データを DICOM MWM にて取得したオーダ情報（患者情報＋検査情報）をもとに DICOM オブジェクト化し，DICOM Storage-SCP の機能を持つ医用画像保存管理システム（以下，PACS）へ保存する機能を持つものとした．DICOM オブジェクトは CR, CT, MR 等, 複数種の画像検査装置として振舞えるようにした．実装には java を用い，OSS の DICOM ライブラリ，Web カメラ制御には OpenCV を用いた．

⑤ 医用画像保存管理システム（PACS）

OSS の PACS である dcm4chee DICOM Archive を用いた．

3.　実装結果及び考察

今回新たに開発した OF シミュレータ, MOD シミュレータの画面を図１，図２に示す．

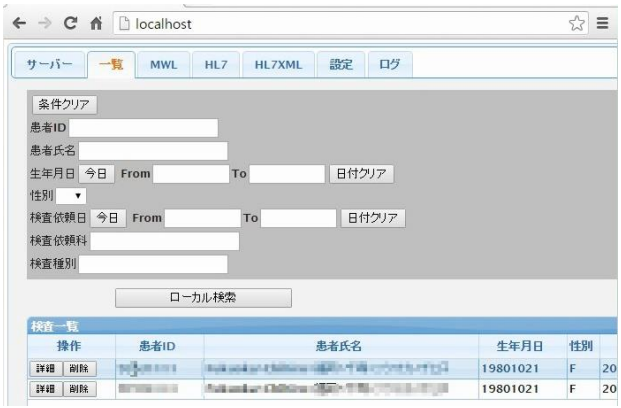


図１．OF シミュレータ（模擬 RIS）

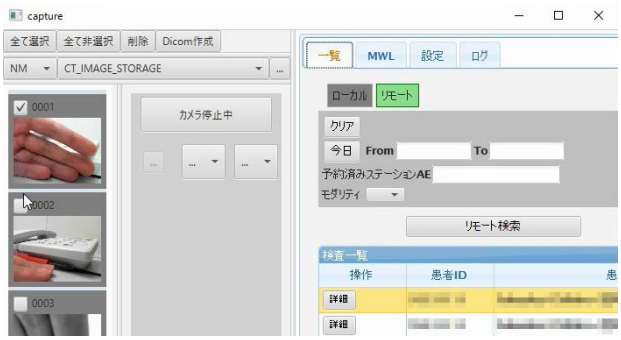


図２．MOD シミュレータ（模擬画像検査装置）

本研究にて構築したシステムは医療情報標準を活用した構成となっており，医療情報標準が病院情報システムの構築において重要な意味を持つことを理解させるのに有用と考えられる．また，OSS を活用することで, その有用性も教育できるものと考える．アプリケーション開発では node.js を用いた Web アプリケーションによる実装を行っており，さまざまな Web アプリケーション・フレームワーク, HTML5, CSS, JavaScript によるフロントエンド技術について知る機会を与えられると考える．本システムは，システム構成（アーキテクチャ），プラットフォームに関する技術の体験的な学習機会として，医療情報専門職にとって有用と考える．

4.　おわりに

今後の課題として，本システムを活用した教授法の実践的な検討がある．まずは，本システムの導入マニュアルを作成し，運用・設定の要点，アプリケーション開発における考え方，医療情報標準の重要性等を体験的に学習させる教授法を開発したい．

本研究は JSPS 科研費 24501156 の助成による. Web 型電子カルテシステムは，川崎医療福祉大学の若宮俊司教授より改良版を提供いただいた．ここに感謝申し上げる．

参考文献

(1) 武藤晃一, 内藤道夫, 堀場文彰, 久保覚司, 鈴木茂孝: “電子カルテを利用した医療情報教育の実践－ロールプレイによる診療業務の理解－”, JSiSE, 第 38 回全国大会講演論文集, pp.181-182（2013）

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

Formative Evaluation of Video Training Materials for Simulating Childcare 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　　[*2] 北九州市立大学
[*1]Fukuyama Heisei University　　[*2]The University of Kitakyushu
Email: nakahara@heisei-u.ac.jp

あらまし：これまで筆者らは，福祉専門職養成教育における模擬面接用教材の開発を発端とし，保育者養成教育におけるICT活用を検討してきた．本稿では，保育者養成教育におけるICT活用の実践事例として，模擬保育を題材とした動画教材のプロトタイプの開発とその形成的評価について述べる．
キーワード：保育者養成，模擬保育，動画教材，形成的評価

1.　はじめに

これまで筆者らは福祉専門職養成教育におけるICT活用の研究をさらに発展させ，保育者養成教育においてその質の向上を目指し，実践力を身に付けるために多くの養成校で取り組まれている「模擬保育」におけるICT技術の活用を検討してきた．

本研究では，保育士養成教育で行われている模擬保育において，学習効果が高い動画教材の開発が最終目標である．本稿では，現在開発中である模擬保育教材の形成的評価について述べる．

2.　模擬保育とは

保育者養成教育において，保育者の実践力の向上を目指し，指導計画立案と教材選択・教材作成・指導計画に基づいた保育の実践をロールプレイ形式で行うことが多い．この活動を総称して模擬保育と呼ぶ．事前に指導案を立案した後，学生が先生役・こども役に分かれ保育実践し，省察を行う．養成課程において，実践力の向上を目的として模擬保育を採用する大学は多い．本学で実施している教職実践演習内の模擬保育の取り組みについて図1に示す．

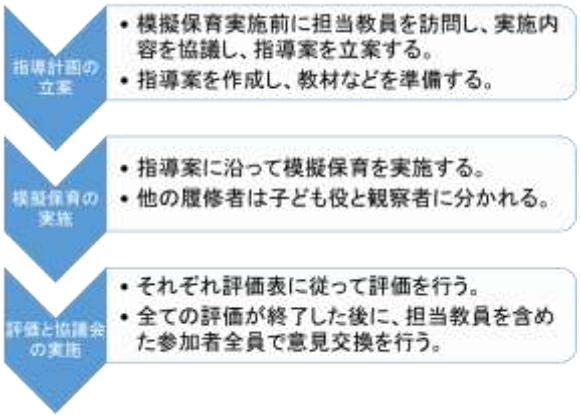


図1　模擬保育の取り組み

3.　模擬保育用動画教材の準備

筆者らが想定した模擬保育へのICT活用の利点[(1)]のうち，①模擬保育場面を自身の理解に応じて何度でも再生できる，②模擬保育場面と指導案を見比べながら「ねらい」を考えることができる，③同じ模擬保育場面で違った視点から活動を見ることができるの3点に絞り，ICT活用により学習効果があるか否かを大学生に形成的評価してもらうこととする．

最初に教材の元となる模擬保育の様子の撮影を行った．違った視点からの模擬保育の評価を可能とするため，模擬保育の撮影では先生役の様子，子ども役の様子，先生役の目線カメラの3つのカメラを用い，図2の配置で撮影を行った．



図2　カメラの配置

本教材はLMS（Learning Management System）のひとつ Moodle 上で模擬保育の動画を閲覧できるように開発した．さらに，模擬保育の映像を見ながら予め設定した評価項目により評価可能にした．開発した動画教材のスクリーンショットを図3に示す．



図 3　PC 上での本教材画面

4.　模擬保育の実施と評価

開発中である本教材の形成的評価を行うため，19 名の学生（1 年生 4 名，3 年生 5 名，4 年生 10 名）を対象として，模擬保育用動画教材を利用した模擬保育の評価を実施した．

形成的評価は，まず本研究の趣旨・手順の説明を行った後，先生役を撮影した動画・子ども役を撮影した動画・目線カメラによる動画の 3 つを視聴し，それぞれに対して模擬保育を評価し，最後にアンケートと簡単な聞き取り調査という手順で実施した．

学生が教材を利用するにあたり，模擬保育撮影時に使用した「ねらい」が記入されている指導案を印刷したものを配布している．一つの動画につき，閲覧に 15 分程度かかるため, 全ての手順を終了するまで概ね 45～60 分を要した．

動画教材を利用した後に実施したアンケートのうち，先に述べた①，②，③に関する項目についての結果は表 1 の通りである．

表 1　アンケート結果

○何度でも再生できる	○「ねらい」を考えられる	○違った視点から活動を見られる
非常にそう思う...8名	非常にそう思う...7名	非常にそう思う...10名
ややそう思う...8名	ややそう思う...11名	ややそう思う...8名
どちらともいえない...3名	どちらともいえない...1名	どちらともいえない...1名
ややそう思わない...0名	ややそう思わない...0名	ややそう思わない...0名
非常にそう思わない...0名	非常にそう思わない...0名	非常にそう思わない...0名

このように，①，②，③全てに関して肯定的な回答が得られたことから，本教材によりある一定の学習効果が期待できそうである．

さらに，アンケートの自由回答では，①，②，③の項目に関する内容として以下が得られた．

①については,「何度でも見直すことができ，自分たちの課題を見つけられそう.」という意見などがあった．一方，1 回 15 分の模擬保育を 3 場面見ることで,「小さい画面を 30 分以上見続けるのは辛い.」というネガティブな反応もあったことから，長時間の動画は何度も視聴するのが難しいことを推測できる．

②については,「ねらいの達成ができているか，できていない場合は何故かを再度確認できる.」という先生役で模擬保育を行った学生が自らのことを振りかえる際のメリットになっている記述が見られた．また,「指導案と見比べながら見られる所がよい.」とする意見もあった．その一方で，教材利用時の学生の様子を見ると，模擬保育の動画に集中をするため，ほとんど指導案に視線を落とさず，映像を見終わった後に改めて指導案に目を通すような様子も見られた．また,「指導案と動画をリンクさせて流れに沿って見れたら，おもしろいかなと思いました.」という，今後のバージョンアップを検討している内容について，利用者である学生からの意見も得ることができた．

③については，特に目線カメラを導入したことで学生達の関心は高かった.「先生の視線で見るとどのくらい子どもに視線を送っているかが分かって良かった.」や「色々な視点から保育を見ることができて良かった」という意見などが見られた．しかしながら，目線カメラについては「揺れが大きく酔いそうになった」という意見がいくつか見られ，目線カメラで撮影した動画をそのまま教材として取り上げる難しさを含んでいることもわかった．

5.　おわりに

本稿では模擬保育用動画教材の形成的評価を行ってきた．これまで筆者らが模擬保育用動画教材の利点として予想してきた，動画の反復視聴による学習の質向上の可能性, 指導案との比較による「ねらい」の理解とねらいが達成できない時の振り返りの教材としての有用性，多様な視点から模擬保育を見ることができるといった本研究のねらいは一定達せられたものと考えられる．また,「4 年生はすごい」という言葉に代表されるように，動画を視聴することで模擬保育の様子を具体的にイメージできるため，保育者養成教育における早期体験学習への活用の可能性も出てきた．

しかしながら，スマートフォン利用時の通信容量超過による動画視聴不能や学習者自身の意欲低下や端末の発熱によるなど，連続して模擬保育場面の動画を視聴することの困難性，事前作成した指導案と模擬保育の動画の関連づけなどの今後の課題も見えてきている．これらの課題を踏まえ，よりよい教材の開発を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) 中原大介，佐藤貴之，坂本毅啓 : “保育者養成教育における模擬保育への ICT 活用の検討” 第 40 回教育システム情報学会全国大会講演論文集，pp.353-354(2015)

臨床検査技師国家試験対策・医用工学ＬＭＳの開発と評価

−医用工学教育システムにおける物理現象の視認性の開発と評価−

Medical technologist national examination measures, medical engineering Development and evaluation of LMS - Of the visibility of the physical phenomenon in the medical engineering education system Development and evaluation –

柴岡 信一郎*1, 坂本 重己*2, 水野 加寿*3, 鳥谷尾 秀行*4, 渋井 二三男*5

Sinichirou SIBAOKA*1,Shigemi SAKAMOTO*2,Kazu MIZUMO*3,Hideyuki TOYAO*4, Fumio SHIBUI*5

日本ウェルネススポーツ大学*1, 日本医療科学大学*2

Nihon Wellness Sports University*1, Nihon Institute of Medical Science*2

城西大学*3, 秀明大学*4, 城西大学*5

Josai University*3, Shumei University*4 Josai University*5

あらまし：本稿では臨床検査技師国家試験対策・医用工学ＬＭＳの開発と評価について論述している。特に、臨床検査技師国家試験対策・医用工学 LMS が基本的に少ないのとその割には大学、大学院含めた臨床検査技師養成校の最近、需要急増に対して該養成校ばかりでなく、人材不足がさけばれて久しい状況にある、このような背景のなかで、該国家試験対策・医用工学 LMS の開発と評価をしたのでここに論述する。

キーワード：臨床検査技師国家試験、医用工学 LMS、医療工学機器、医療検査機器、臨床検査技師養成校

まえがき：我が国はもとより、世界的な医療機器の急速な進歩はわれわれの想像をはるかにこえた勢いでまた、隣接領域までも開発・製品化が進んでいる。その基本技術となるものは材料科学、エネルギ-、情報の３つの基幹技術といわれている。その発展形はＣｏｍｐｕｔｅｒＮｅｔｗｏｒｋの結晶となり結実される。

医療分野においても例外でなく､ダンサオジング、高信頼性、経済性、高速性などの面において日進月歩に開発・製品製は進んでいる。このような背景のなかで、新しく、臨床検査技師養成向けＬＭＳと臨床検査技師養成向けシミュレーション支援システムを開発・運用・評価を得た。(1)

１.臨床検査技師養成・教育の現状と背景

わが国ばかりでなく、全世界の人口が急激に増加しつつ、かつ、高齢化が進み、経済的、社会的な面で様々な影響が懸念される。そのような社会的な、医療的な側面から、経済界、産業界、学会などから様々な提案がなされ、それに対する様々な回答を各界からなされている。

医療工学機器、医療検査機器など最近、急速な発展も半導体工学、コンピュータ＆ｎｅｔｗｏｒｋ技術の発展と相いまって、かつて無いほどのスピードで開発・製品化が進んでいる。

臨床検査技師向け機器の開発も含め、最近、医療機器の開発はスピードばかりでなく、最小化（ダウン　サイジング)、廉価性（経済性）信頼性　高速情報処理性が改善されている。

したがって、これらに対応しうる教育者・保守者の育成・養成は苦慮しているのが実情である。そこでこれら問題に対応できる臨床検査技師養成における教育支援システムおよび、ＬＭＳを開発したので、ここに報告する。(2)(3)

２.調査項目

２．１　臨床検査技師向け機器の開発

まず、筆者らは　臨床検査技師養成受講生がどのような、属性・バックグランドなどをもってい

るかも含め、次のような調査項目より調査した。

２．２　臨床検査技師養成向けシミュレーション支援システム

臨床検査技師養成向けシミュレーション支援システム開発例を図１に示す。

図１．属性・バックグランド調査

放射線物理半減期過渡現象

アンケート集計（個別）

回答	質問1（e-learning）	質問2（利用）	質問3（インターネット）	質問4（好き）	質問5（物理）	質問6（本など）	質問7（絵など）	質問8（授業）
1	1	2	0	0	0	8	6	
2	1	1	0	0	0	0	2	
3	0	0	0	0	0	0	0	
4	0	0	0	2	0	0	0	
5	5	0	5	0	8	0	1	

回答	質問9（国家）	質問10（従来）	質問11（電気工学）	質問12（動画）	質問13（説明）
1	0	5	8	1	0
2	6	0	3	1	0
3	0	0	0	2	0
4	0	2	1	1	0
5	0	4	2	4	14

放射性物質は $^{4}_{2}\mathrm{He}$ 核または電子を放出して、崩壊していく。そして、最初にあった原子核数が半分になる時間を半減期という。半減期を T、最初の原子核数を N_0 とし、時間 t のときの原子核数を N とするとき、公式 $N = N_0\left(\frac{1}{2}\right)^{\frac{t}{T}}$ が成り立つ。

つまり、時間 T ごとに原子核数は半分になる。

それをグラフにすると次の図８のようになる。

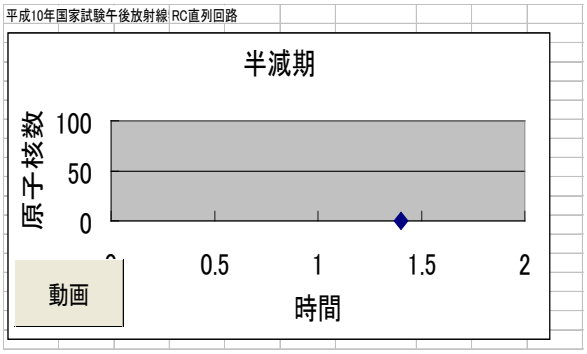


図２．半減期過渡現象

３．結果

３．１　臨床検査技師養成向けＬＭＳ

ａ　図２より、受講学生はＬＭＳやｎｅｔ、動画には非常に興味関心があることがうかがえる。

ｂ　受講学生は必ずしも該試験を受験するということでな、受講者本人も絶対に受験するとは限らなく、いわゆる受験するかを迷よっている受講学生もいるようである。

３．２　臨床検査技師養成向けシミュレーション支援システム

ａ　臨床検査技師養成向けシミュレーション支援システムは媒体が紙でなく動画である。一方、受講学生は該事象を時系列的・体系的・動画的にみることができるため、受講学生は関心が高く、理解ももはやいとおもわれる。

ｂ　ＯＰ　ａｍｐ、ＣＲ回路、演算増幅回路における過渡現象など学習項目で最も重要で分かりにくい積分領域、微分領域などは、臨床検査技師養成向けシミュレーション支援システムにより、時間軸で積分･微分するところが可視化（見える化）になるので、受講学生の理解が早まる。

考察

今後は臨床検査技師養成向けＬＭＳ、臨床検査技師養成向けシミュレーション支援システムにより、理解度などを定量的に測定し、臨床検査技師養成教育の一助としたい。

謝辞：

今回　臨床検査技師養成向けＬＭＳ、臨床検査技師養成向けシミュレーション支援システム開発・運用・評価する際、斉藤祐樹・野村悦司東洋公衆衛生学院講師、野崎昭子氏のご指導・ご協力を得た、深く感謝もうしあげる。

参考文献

(1)齋藤祐樹，野村悦司：“医用工学概論実験指導書”東洋公衆衛生学院（2010）

(2)“東洋公衆衛生学院案内書”（2013）東洋公衆衛生学院

(3)柴岡信一郎，鳥谷尾秀行，渋井二三男：“医療系養成学校における見える化技術支援による多様な医用工学実験”　情報文化学会　第 10 回関東支部研究会（2013. 10. 10）

高齢者共助マップ共創システムのユーザーデザインレビューの分析

An Analysis of User Design Review of a Cooperative Map Co-creation System for Senior Citizens

井手 優太[*1]，田中 孝治[*1]，堀 雅洋[*2]，浜崎 優子[*3]，殿山 範子[*4]，池田 満[*1]
Yuta Ide[*1], Koji Tanaka[*1], Masahiro Hori[*2], Yuko Hamasaki[*3], Noriko Tonoyama[*4], 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 Advanced Institute of Science and Technology
[*2] 関西大学総合情報学部
[*2]Faculty of Informatics, Kansai University
[*3] 佛教大学保健医療技術学部
[*3]School of Health Sciences, Bukkyo University
[*4] 金沢医科大学看護学部
[*4]School of Nursing, Kanazawa Medical University
Email: y-ide@jaist.ac.jp

あらまし：高齢者にとっての安心・安全な町づくりには共助意識の啓発が不可欠である．高齢者コミュニティの共助活動を支えるために，高齢者共助マップ共創システムを開発した．このシステムの利用者によるデザインレビューを実施し，そこで得られた意見を分析した．その結果，高齢者共助マップ共創システムの開発にあたって既存のコミュニティとの親和性を保ちながら，住民の共助に対する意識を高めていくために考慮すべきことが明らかになった．
キーワード：地域包括ケア，共助，見守り，高齢者，共創活動，地図作り

1. はじめに

高齢者の保健・福祉や地域の自立的発展・活性化の課題の一つとして，高齢者が安心して定住地で生活できる継続的な仕組みづくりが求められている(1)．高齢者にとっての安心・安全な町づくりには共助意識の啓発が不可欠である．しかし共助を行う住民は，サービスの受け手であると同時に担い手であることが要請されるため，共助の仕組みが上手く機能するには高齢者一人一人が共助意識を持つ必要がある．高齢者同士の共助の役割が大きくなるにつれて，高齢者を中心とした居住者の交流活動は，地域を支える重要な役割を果たす(2)．

筆者らは，高齢者住民一人一人の共助意識を啓発するために，現行の交流活動と親和性の高い高齢者共助マップ共創システム（以下，共創システム）を開発した．石川県内灘町の高齢者コミュニティである鶴親会では，ペンと紙の地図を用いた，高齢者共助マップ（以下，共助マップ）の共創活動が行われており，この共創活動の場で共創システムを試用し，デザインレビューを実施した．本稿ではそのデザインレビューで得られたコメントの分析結果を報告する．

2. 高齢者共助マップの共創活動

鶴親会では週１回，公民館にて集会を開いており，高齢住民が体操を行っている．鶴親会ではこの体操の休憩時間を用いて毎月一回，ペンと紙の地図を用いて，高齢住民同士が見守りを行うために，各世帯の居住人数に応じて地図上の世帯を色分けする共助マップ作りを行っている．共助マップがホワイトボードに貼られ，居住している地区に応じて順番に，高齢者はそのマップに集まり，「ここの家の人は同居しているよ」「ここには若い人が住んでいるよ」，「ここはもう空き地じゃないよ」等と意見を出し合いながら，一枚のマップを色分けして共創するという活動を行っている．


図 1 高齢者共助マップ共創システム

3. デザインレビュー

3.1 概要

16名の鶴親会会員を対象に，筆者が所属する研究機関にて共創システムのデザインレビューを行った．レビュー対象の共創システムでは，地図と世帯情報が載っている画面上で住居をクリックすると，情報（名前，補足説明，性別，世帯種別，会員か非会員か）を入力でき，見ることができる仕様であった．共創システムは Web アプリケーションであるため，デザインレビューでは 60 インチのタッチパネル付

き PC のビッグパッドを利用して試用した（図１）．

参加者はビッグパッドの前に集まり，高齢者共助に有用な情報を入力した（約 45 分）．入力できるのは一人ずつであったが，参加者が交代しながら入力し，皆で話し合いながら共助マップ作りを行った．

マップ作り後に，参加者を３班に分け意見を出し合うワークショップを行った（約 30 分）．ワークショップでの設問は①マップの使いやすさ（入力の仕方，見やすさ，他に必要な情報），②安心感・不安感（地域で見守られることについての安心感，個人情報の取扱いについての不安），③地域の繋がり（地域住民同士の繋がり，鶴親会の活動にいつ・どのように使えるか，鶴親会の活動に参加する人を増やすことにどのように役立つか）であった．

3.2 分析結果

ワークショップでは，参加者はポストイットに各設問に対する意見を書き，それを模造紙に張り付ける形式で意見を表明した．そこで得られた意見のうち主要なものをまとめると以下の３つになる．

ユーザビリティに関する意見

「慣れが必要」「書く位置が低い」「消すボタンを分かりやすくして欲しい」といった，現状のシステムに対する使いにくさに関する意見が挙がった．高齢者にとって使いやすいシステムであるとは言えないものの，慣れが必要と発言していることから，共創システムを使用しようとする意志があり，今後コミュニティへシステムを本格的に導入するにあたって，高齢者向けのシステム設計が特段必要であることが示された．

システム導入に抱く不安

「見守られるのは嬉しいがスマートフォンに載るのは怖い」「監視されるのは困るが見られるのは安心」「個人情報が他のものに使われないか」「全てが裸にされる様な気がする」といった，個人情報の取り扱いに対して不安を抱いている意見が挙がった．参加者は，紙を用いて公民館で行われる共助マップ作りには抵抗を感じていないが，インターネットに開かれたシステムを用いた共助マップ作りに抵抗を感じている．特に「スマートフォンに載るのは怖い」にあるように，今回のデザインレビューではスマートフォンは一切用いていないのにも関わらずこのような意見が挙がっているため，スマートフォンを始めとするインターネットに繋がる端末を用いて誰からでも気軽に情報が見られることや，「個人情報が他のものに使われないか」にあるように情報の拡散に対して不安感を抱いていることが示される．

システム導入に抱く期待

共創システムに対して追加機能を要請する意見が挙がっており，共創システムに不安感を抱いている一方で，期待を抱いていることが読み取れる意見も挙がった．「鶴親会を退会した人をどのように見守るかという課題がある」「履歴を見ると鶴親会を退会した人を見守ることができる」という意見にあるように，履歴が自動で記録され，後でそれを見返せるというIT機器ならではの使い方に価値を見出し，退会者の見守りに役立てようとしていた．履歴を見られる機能から，退会者を見守るという筆者らが意図していなかった使い方が見出された．

ワークショップの発言から，会員達は退会者を見守りたいという想い・悩みを以前から持っており,それを共創支援システムによって解決できるかもしれない考えたことや,「会員・非会員の区別をできるようにして，会員でない人の見守りに役立てたい」とあるように，システムを鶴親会外に広めようとし追加機能を要請することから，参加者は共創システムを用いた見守りに期待をしており，コミュニティとの親和性を保てることが示唆された．

4.　まとめと今後の展開

鶴親会の会員は，共創システムに対して安心と不安の双方を感じている．「口頭の方が，温かみがある」といった意見や，情報の電子化に不安を抱いていることから，アナログな方法では見守り，デジタルな方法では監視と受け取られることが推測できる．

コミュニティは共創システムに対して，これまでよりも幅広い見守りができるかもしれないという点に期待を抱いており，共創システムがコミュニティに対して親和性を持つことが示唆される．特にこれまで行き届いていなかった退会者に対する見守りを行うための，共創システムの利用方法についての案が，共創システムを用いたマップの共創活動によって引き出されたことは，システムがコミュニティに対して親和性を持つことを示唆する．一方で共創システムがもたらす個人情報の取扱いに関する不安感が，今後の導入に際する懸念点であることが明らかになった．ある鶴親会の会員はこの共創システムに対して「共創システムの導入が原因で，鶴親会の活動自体に会員が来なくなることは避けたい」と述べていた．共創システムがコミュニティに与える不安感を無くすことが，高齢者共助マップ共創システムを用いた共助マップ作りを行う上で必要である．

謝辞

本研究の一部は戦略的情報通信研究開発推進事業（SCOPE）152305003 の助成を受けた．

参考文献

(1) 岩原昭彦，内海みよ子，水主千鶴子，上松右二，有田幹雄：“大学生による介入が高齢者の生きがいの向上に及ぼす効果”，人間環境学研究，Vol.8，No.1，pp.89-95，(2010)

(2) 西野達也，桑木真嗣：“高齢者通所施設利用者の生活からみたある地縁型地域における地域住民らによる共助のみられる共在の場に関する事例考察”，日本建築学会計画系論文集，Vol.74，No.642，pp.1707-1715，(2009)

CSCL システムのための言語・非言語アウェアなプラットフォーム開発

Developing Verbal and Non-verbal Aware Platform for CSCL Systems

杉本 葵，林 佑樹，瀬田 和久
Aoi SUGIMOTO, 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: sugimoto@ksm.kis.osakafu-u.ac.jp

あらまし：情報通信技術を利用し，CSCL の研究領域で様々な学習目的に応じた協調学習支援システムが開発されてきた．参加者の言語･非言語情報を扱ってインタラクションを支援する研究が行われているが，特に非言語情報を扱った研究は少なく分析に留まっているのが現状である．本研究では，開発者が参加者の言語・非言語情報にアクセスし，学習目的に応じた学習ツールを開発するためのプラットフォームを構築する．本プラットフォームでは，通信するメッセージを系統的に管理し，認証処理に関するメッセージと開発者が処理するメッセージを区別できるプロトコルを用意する．開発者は本プラットフォームに基づきシステムの認証，通信処理は意識せずに，学習目的に合目的な学習ツールの開発に専念できる．
キーワード：言語・非言語情報，CSCL，プラットフォーム

1. はじめに

情報通信技術の発達により，学習目的に応じた学習ツールを備えた CSCL システムが開発されている．実世界の協調学習では，発言のやり取りに加え，視線や韻律といった非言語的な情報も用いて学習を進めており，これらのマルチモーダル情報を手段としてグループ会話の様子や参加者の役割を分析する研究が盛んに行われている[1][2]．一方で，これらの知見を活かした実用的な CSCL システムはそれほど多くない．その一つの要因として，開発者が言語・非言語情報に並列的にアクセス可能な CSCL システムを実現するための敷居の高さが挙げられる．

本研究では，開発者が言語・非言語情報にアクセスでき，学習目的に応じた学習ツールを組み込み可能な CSCL システムを実現するためのプラットフォームを提案する．

2. 要件定義

言語・非言語情報を用いて，誰と誰によって議論が進行されている，議論の先導者が誰から誰に変わった，といった意味のある高次な解釈を導くためには，誰が誰を見ている，誰が誰に話している，といった単一のコミュニケーションチャネルに基づく情報を統合理解することが求められる[3]．このように開発者が支援対象に応じて言語・非言語情報を組み合わせ，目的に応じた学習ツールを開発できる環境を整備する．ここでは，開発者が CSCL システムに共通する認証処理等を意識することなく，必要に伴い言語・非言語情報にアクセスできることが望ましい．そこで，本研究では以下に挙げる 2 点の要件を満たすプラットフォームを提案する．

(1) 様々な言語･非言語情報を並列処理し，支援対象に応じて学習ツール開発者がアクセスできる機能
(2) 学習ツールに関連する／しない通信メッセージを系統的に峻別できる通信管理機能

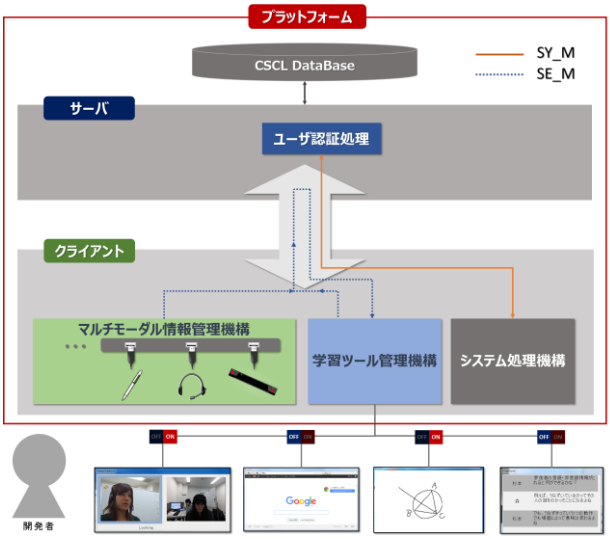


図 1 プラットフォーム構成図

3. プラットフォーム構築

3.1 プラットフォーム構成

図 1 にプラットフォームの構成図を示す．本プラットフォームではサーバ・クライアント型の構成をとり，ユーザ認証情報や，参加者の言語・非言語情報，学習ツールが独自に定義した情報など，様々なデータがやり取りされる．

サーバは RTMP プロトコルに準拠した Red5 サーバを拡張する形で実装しており，ユーザ認証管理やデータベースの更新処理を行う．クライアント側のシステム処理機構では，サーバ側とユーザ認証処理を実現している．参加者の言語・非言語情報はマルチモーダル情報管理機構で管理され，クライアント側に接続された各種センシングデバイスから取得可能なデータをサーバへ送信する．学習ツール管理機構では，開発者が独自に構築した学習ツールが管理され，サーバから受信したメッセージを適宜学習ツールへ分配する役割を担う．

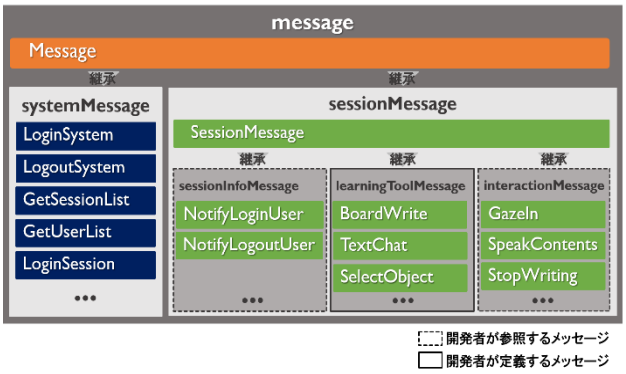


図 2 メッセージ構造

3.2 メッセージプロトコル

3.2.1 メッセージ構造

サーバ・クライアント間では，オブジェクトとして定義されたメッセージを通信する．メッセージの構造を図 2 に示す．

systemMessage（SY_M）：ログインやログアウトなどユーザ認証に使用するメッセージ．

sessionMessage（SE_M）：同一セッションのクライアント間で通信するメッセージ．SE_M を継承して，sessionInfoMessage（SI_M：セッション内のユーザ管理情報），learningToolMessage（LT_M：学習ツールで定義される情報），interactionMessage（I_M：参加者の言語・非言語情報）の 3 種類のメッセージが定義されている．

開発者は SY_M を意識することなく，I_M で定義されているメッセージを参照できるとともに，LT_M として独自のメッセージを追加できる．全てのメッセージは Message クラスを継承しており，メッセージタイプ（msgType）を識別する固有プロパティを含む．

3.2.2 メッセージの通信

サーバ・クライアント間の全てのメッセージは JSON 形式で通信される仕組みを採用した．図 3 にメッセージ通信の流れを示す．サーバ・クライアント共にメッセージを SY_M と SE_M に識別後，各メッセージに対応する処理を行う．開発者はメッセージの JSON 形式への変換や識別処理を意識することなく，チャットメッセージや発話内容等といった SE_M, I_M に該当するメッセージを学習ツールで受け取り，処理を定義するだけで通信が行える．

3.3 言語・非言語情報

マルチモーダル情報管理機構では，協調学習における言語・非言語情報として，現在以下の情報を開発者に提供している．

1. **音声情報（音声区間，音声内容）**：マイクからの入力データ，音声認識による解析データから，発話の開始・終了と発話内容を検出する．
2. **視線情報（視線対象）**：アイトラッカを使用し，参加者の視線対象人物・オブジェクトを検出する．
3. **筆記情報（筆記区間）**：デジタルペンを使用し，参加者が筆記動作をしているか否かを検出する．

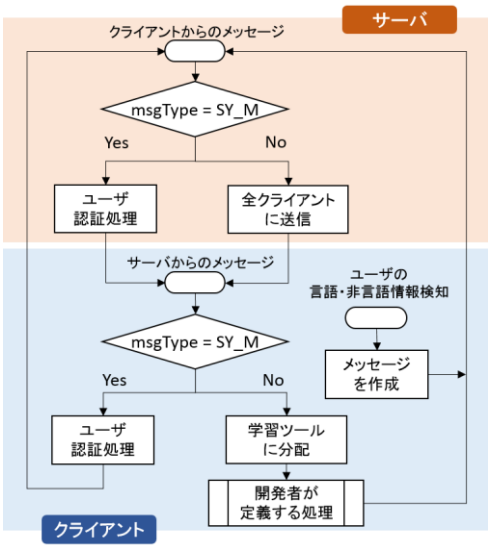


図 3 メッセージ通信の流れ



図 4 ビデオチャットツール

4. プラットフォームに基づくシステム開発

構築したプラットフォームに基づき，CSCL システムで特に重要な学習ツールとして，ビデオチャット，テキストチャット，音声会話履歴，Web ブラウザ，共有ボードが実装されている．図 4 に示すビデオチャットツールでは，マルチモーダル情報管理機構が提供する情報を活用し，参加者の言語・非言語情報をリアルタイムに表示する．開発者はシステムに共通の認証処理等を意識することなく，学習目的に応じてこれらの基本的なツールの拡張や独自の学習ツール開発に専念できる．

5. まとめと今後の課題

本研究では開発者が参加者の言語・非言語情報にアクセスし，学習ツールを開発するためのプラットフォームを構築した．

今後は，言語・非言語情報を統合的に解釈する機構を備え，協調学習のインタラクションを支援するための仕組みについて考察していきたい．

参考文献

(1) Gatica-Perez, D.:”Automatic nonverbal analysis of social interaction in small groups: A review”, Image and Vision Computing, 27(12), 1775-1787, （2009）
(2) 林佑樹，小川裕史，中野有紀子:“協調学習における非言語情報に基づく学習態度の可視化”，情報処理学会論文誌, Vol. 55, No. 1, pp. 189-198 （2014）
(3) 角康之，矢野正治，西田豊明:“マルチモーダルデータに基づいた多人数会話の構造理解”，社会言語科学会誌, Vol. 14, No. 1, pp. 82-96 （2011）

シャトル型テキストコミュニケーションツールに実装したメッセージ装飾機能の評価と課題

Evaluation and problem about the message decoration function that implemented to the shuttle type text communication tool

三池 克明[*1]，斐品 正照[*2]
Katsuaki MIIKE[*1], Masateru HISHINA[*2]
[*1] 佐久大学信州短期大学部，[*2] 東京国際大学
[*1]Depertment of Shinshu Junior College at Saku University, [*2]Tokyo International University
Email: k-miike@shintan.ac.jp, hishina@tiu.ac.jp

あらまし:受講生と教員の二者間のシャトル型テキストコミュニケーションツールである iConversation には，メッセージを作成する際に，文字色や大きさの設定，絵文字の挿入といった非言語情報を付加できる装飾機能を実装している．本研究は，このツール上での非言語情報の実態解明や，その支援方法の模索を目指す．本稿では，実際に作成されたメッセージを分析して，装飾機能に関する評価と今後の課題について述べる．

キーワード：シャトル型テキストコミュニケーション，ウェブアプリケーション，非言語情報

1. はじめに

受講生と教員の二者間のシャトル型テキストコミュニケーションツールである iConversation（以下，iCon と記す）では，メッセージを作成する際に文字色や大きさの設定，絵文字の挿入といった非言語情報を付加できる装飾機能を実装している．本研究ではこれまでに，iCon の使用において受講生はテキストメッセージに文字色や絵文字などの非言語情報を付加する必要性を感じており，実際に非言語情報を付加していたことを確認している(1)．本研究の一部では，このツール上での非言語情報の実態解明や，その支援方法の模索を目指す．本稿では，実際に作成されたテキストメッセージを分析して，装飾機能に関する評価と今後の課題について述べる．

2. iConversation について

iCon は毎回の授業にて教員と受講生が表 1 に示すサイクルでテキストコミュニケーションを行う．また受講生が作成するテキストメッセージに非言語情報の付加を支援するメッセージ装飾機能を図 1 に示すように実装しているが，一つ一つの機能は筆者らが推論して決定したものであり，その評価を試みていない．

3. メッセージ装飾機能の評価

先行研究から受講生は非言語情報をテキストメッセージに付加することは推測できる．もし iCon のメッセージ装飾機能が実装されてない場合，受講生は文字絵など文字の組合せを用いて非言語情報をテキストメッセージに付加すると考えられる．その状況において，メッセージ装飾機能を実装した場合，これまで文字の組合せによる非言語情報の表現の一部は装飾機能のいずれかに置き換わる可能性が考えられる．このとき，置き換わっていない非言語情報の表現があれば，それは装飾機能に実装すべき表現と判断できると筆者らは考えた．

3.1 分析対象について

そこで 2012 年度～2014 年度に A 大学にて iCon を使用した 4 科目 8 クラスのうち，装飾機能の未実装バージョンと実装バージョンの使用経験がある 2 科目 2 クラスの受講生が作成したメッセージ 721 件を分析した．科目の種類はデータ分析を指導する科目

表 1 授業における iCon 使用のサイクル

タイミング	内容(太字部で iCon を使用)
授業中	教員が授業を実施して受講生が参加する
授業終了間際	1 人ひとりの受講生が教員宛にテキストメッセージと授業に対する印象値(7 件法)を入力し送信する
授業と授業の間	教員は全受講生から送信されたテキストメッセージと印象値を個別に読み，これらを踏まえて，受講生一人ひとりに個別の返答用のテキストメッセージを入力し送信する
授業開始時	**1 人ひとりの受講生が教員から個別に送信されたテキストメッセージを読む**
授業中	教員が授業を実施して受講生が参加する

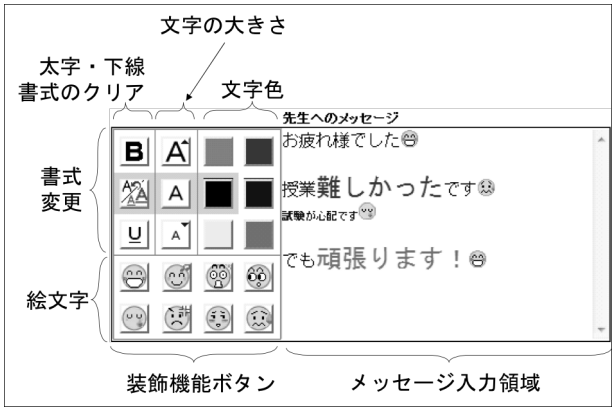


図 1 メッセージ装飾機能を実装したメッセージ作成 I/F

表 2　文字の組合せと絵文字の類似点の比較（一部）

絵文字													
文字の組合せ ＼ 定義	1. 笑っているように目がアーチ型に開じている	2. ほほが紅潮している	3. 笑っているように口が大きく丸く開いている		1. 笑っているように目がアーチ型に開じている	2. ほほが少しだけ紅潮している	3. 微笑んでいるように口が逆アーチ型に開じている	4. 音符が付いてる	1. 驚いているように眉が上部でアーチ型になっている	2. 驚いているように目が大きく見開いている	3. あごが抜けたように口が開いている	4. びっくりした衝撃を表す記号が付いている	
(^0^)	○			○	○								
(^0^)	○			○	○								
(^O^)	○			○	○								
(^P^) /	○				○								
／(^0^)＼	○			○	○								
＼(^o^)／	○			○	○								
／(^0^)／	○			○	○								
ヾ(o´∀`o)ﾉ		○											
(・▽・) ／			○										

表 3　絵文字とそれに類似する文字の組合せの分類

		類似する文字列の組合せ
絵文字に類似した文字の組合せ		(^0^)　(^0^)　(^O^)　／(^0^)＼　＼(^o^)／　＼(^0^)／　(*^^*)　(^ω^*)
		(^V^) /
		(;ﾟДﾟ i|!)　(σ´Д`)σ
		(。。)
		(；；)　(TT)
		(-ω-`*)
		(*・ω・)ノ　(*・ω・*)ノ　(－ω－；)
		(^P^) /　(^－^)　(^^)　(^^)　^^
		(・＋・)
		(－0－；)
		＼(=´Д`=)ﾉ
		＼(；´Д`)ﾉ
		ヾ(o´∀`o)ﾉ　(*´∀`*)
		(・▽・) ／
		(^ω^)/　(/)^ω^(ヾ)
類似しない文字の組合せ	顔文字	(×口×)　(>_<)　><　(=v=)　m(_ _)m　m(－－)m
	顔文字でない文字の組合せ	・・・・　・・・　・・　…　……　……　！　！！　！！！　！！！！　！！！！！　♪　！　!!　!!!　泣　(泣)　笑　(笑)　(笑　(笑)　わら　☆　★　☆★　？　？？　??　!?　(涙)　(涙)　涙　〉　〉〉　＞　＞＞　。。　。。。　。。。。　Ww　W　w　ww　www　wwww　w　ww　www　wwww　wwwww　(汗)　(汗)　(汗　(汗　←　→　↑　、、、　、、　ーーー　ーーー　gkbr　orz

とコンピュータリテラシーを指導する科目である．

3.2 分析結果

メッセージ装飾機能が未実装/実装時にテキストメッセージに含まれる文字の組合せによる非言語情報を抽出し，装飾機能の絵文字に形が似ているものを分類した．なお，分類方法は①絵文字の特徴を複数の箇条書きで定義，②非言語情報と定義を照らし合わせ，③定義に一致した個数の多い絵文字に類似すると判定，④一致した個数が多い絵文字が複数の場合はそれぞれに類似すると判定した．その一部を表 2 に，分類した結果を表 3 に示す．また分類した非言語情報を含むメッセージの件数を表 4 に示す．表 4 より実装後，文字の組合せによる非言語情報が

表 4　文字の組合せによる非言語情報が含まれたメッセージ件数(n=721)

絵文字による分類（※…実装時に増加）	メッセージ装飾機能	
	未実装時	実装時
	6	6
	1	0
※	0	2
	1	0
	1	1
※	0	1
	6	0
	19	5
	1	0
	1	0
※	0	1
	1	0
	1	1
	1	0
	1	1
分類できない顔文字	7	6
※顔文字でない文字の組み合わせ	482	558
合計	529	582

含まれたメッセージの件数は減少しているが，一部の分類および，顔文字でない文字の組合せの非言語情報を含むメッセージの件数は増加していることが分かった．特に顔文字でない文字の組合わせによる非言語情報を含むメッセージが増加していることから，これらを装飾機能に実装する必要がある可能性があるが，その詳細は明らかでないため更なる分析が必要である．

4.　おわりに

本報告では，受講生と教員の二者間シャトル型テキストコミュニケーションツール「iCon」に実装したメッセージ装飾機能の利用状況を分析し評価した．その結果，文字の組合せによる非言語情報が類似する絵文字に置き換えられていることを確認できた．その一方で顔文字でない文字の組合せによる非言語情報が実装後に増加していることから，これらを装飾機能に実装する必要がある可能性を確認した．しかしながら，評価できたのは絵文字だけで，文字色や太字・斜体などの文字飾りは評価できていない．今後も実践を継続したうえで，装飾機能の評価方法を検討し改善点を探る．

謝辞

本研究の一部は，JSPS(日本学術振興会)科研費 26330405 の助成を受けたものです．

参考文献

(1) Masateru Hishina, Katsuaki Miike, Nobutake Asaba, Satoru Murakami, Yuichi Ohkawa, Takashi Mitsuishi: “Study on Effects of Text Decoration for a Text Based Communication Tool in Education”, HCI International 2013, DVD-ROM (2013)

VR Game による防災学習システムの開発

Development of Disaster Reduction Learning System on VR Game

長谷川 忍[*1], Nursyahira Binti SHAM[*2]
Shinobu HASEGAWA[*1], Nursyahira Binti SHAM[*2]
[*1] 北陸先端科学技術大学院大学 情報社会基盤センター
[*1]Research Center for Advanced Computing Infrastructure,
Japan Advanced Institute of Science and Technology
[*2]Universiti Teknologi MARA
Email: hasegawa@jaist.ac.jp

あらまし：自然災害の発生時において，被災者の初期の行動に関する適切な意思決定スキルは防災・減災における重要な学習テーマの一つである．本研究の目的は，初等教育を対象として，非日常的な災害の状況を高いリアリティの中で手軽に学ぶための環境を構築することである．本稿では，洪水の危険から身を守るための防災・減災学習を目的とした，Virtual Reality(VR)による体験型のゲームベーストレーニングシステムの開発を目指して開発したプロトタイプについて述べる．
キーワード：防災・減災，VR，学習環境，ゲームベーストレーニング

1. はじめに

自然災害の発生時において，初期の行動に関する適切な防災意識や意思決定スキルは防災・減災における重要な学習テーマの一つである．デジタルアーカイブや防災シミュレーションをはじめとるする多様な ICT 型防災・減災教育の重要性も指摘されている[(1)]．本研究では，初等教育を対象として，非日常的な災害の状況を没入感のある環境で体験し，その中で意思決定を行いながら防災・減災について学ぶゲームベーストレーニングシステムの開発を目指している．本稿では，洪水の危険から身を守るための防災・減災学習を目的とした，Virtual Reality(VR)による体験型のゲームのプロトタイプシステムに関する設計と実装について述べる．

2. 設計

防災・減災のための意思決定スキルを向上させるためには，実際に災害現場で起こりうる状況を想定した学習環境を提供する必要があると考えられる．そこで本研究では，スマートフォンに簡易型のヘッドマウントディスプレイ(HMD)を装着することで，手軽に VR による没入感を体験できる環境を構築するとともに,「教育を始めとする社会の諸領域の問題解決のために利用されるデジタルゲーム」[(2)]である，シリアスゲームの概念を取り入れ，学習すべき内容をゲーム要素に融合したデザインとした．

2.1 要件

プロトタイプシステムの設計に当たっては，筆者らの関連研究[(3)]に基づき，以下のような要件を設定した．

- 災害状況を表現するシナリオ

災害そのものに関する情報だけでなく，地理的状況や文化的状況を含めたものとする．

- 災害対応に関する基礎的なルールの埋め込み

「自分の安全を第一に行動する」など理解が必要な基礎的なルールをシナリオに埋め込むことが必要.

- 意思決定に対する結果のフィードバック

学習者の意思決定に伴う行動の結果を即時フィードバックすることで，意思決定に対するリフレクションを行わせる．

- スモールステップな学習環境

いつでも（短時間でも長時間でも）どこでも継続的に学べる環境を提供する．

2.2 シナリオボード

プロトタイプシステムでは，1 軒の家を学習環境とし，その家の中の各部屋にタスクを埋め込むことで，スモールステップな学習環境を指向した．具体的には，洪水前，洪水中，洪水後のそれぞれに起きうる状況を設定したシナリオボードを作成した．ここでは，学習者にゲーム内で期待する意思決定活動に災害対応に関する基礎的なルールを埋め込んでおり，さらに，時間制限や得点，フィードバックについてもあわせて設計した．ゲームの難易度については，初等教育での利用を目的としているため，主に部屋の移動や時間制限による難易度設定を行い，オブジェクトの重要性（金銭価値など）は対象としなかった．

3. 実装

プロトタイプシステムは，Unity3D で実装し，図 2 に示す通り，段ボール製の VR3D 眼鏡組立キットである Google Cardboard にスマートフォンを挿入する形で実現した．プロトタイプシステムでは，360 度 3D の VR 動画が生成され，首を上下左右に振ることで画面内の移動やオブジェクトの選択を行い，左側面にある磁石を押し下げることでクリック操作を行うことができる．

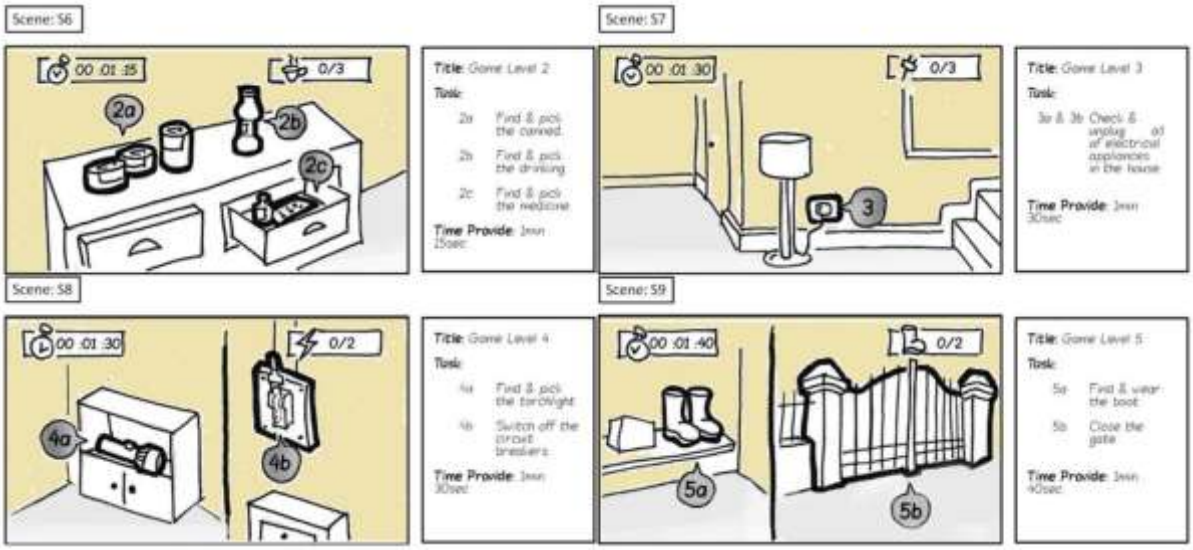


図 1. シナリオボードの例



図 2. プロトタイプシステムの利用の様子

ゲーム画面は図 3 に示すようにサイドバイサイド方式によるコンテンツとなっており，両眼視差によって立体的に映像を見ることが可能である．この環境の中で学習者はゲーム内で要求されたタスクを時間内に達成しながら学習を進めていくことになる．



図 3. プロトタイプシステムの画面

4.　おわりに

本稿では，洪水から身を守るための防災・減災学習のために開発中の Virtual Reality(VR)による体験型のゲームのプロトタイプシステムについて述べた．

VR 型の学習システムは，そのリアリティの半面 VR 酔いの悪影響が指摘されているが[4]，本研究ではスモールステップで長時間の利用をなるべく行わない形でのゲームデザインを行うことで，その課題を回避しようとしている．しかしながら，現時点では操作性に若干の課題があり，チュートリアルを導入することで軽減を図っているが，解消されるには至っていない．また，複数の部屋にまたがるタスクについては，家全体のレイアウトを把握する必要があるため，どのようにそうした情報を学習者に提供するかも課題の一つとなっている．さらに，制限時間と連動して環境を変化させること（例えば，水位が上がり行動しにくくなるなど）も検討中である．

今後は，これらの課題を解決した上で，シナリオのバリエーションを追加するとともに，実際の小学生に利用してもらい，さらにブラッシュアップさせていきたい．

参考文献

(1) 光原弘幸: “ICT 活用型防災教育を盛り上げるには?”, 人工知能学会誌 30(4), pp.517-518, (2015).
(2) 藤本徹: シリアスゲーム 教育・社会に役立つデジタルゲーム，東京電機大学出版局，(2007).
(3) Didin Wahyudin，長谷川 忍 : “災害支援ボランティアの意思決定スキル向上を目的とした Game-enhanced Learning アプローチ”，2013 年度人工知能学会全国大会(第 27 回)論文集，4J1-OS-23-2, (2013).
(4) J. Kawai, S. Iwama, H. Mitsuhara, K. Iwaka, Y. Kozuki, K. Tanaka, M. Shishibori: “GAME-BASED EVACUATION DRILL SYSTEM USING AR, HMD, AND 3DCG”, Proceedings of INTED2015, pp.6688-6698, (2015).

地域の課題解決を目的としたARの活用による スマートフォン向けアプリケーションに関する検討

Consideration on Smartphone Application Having AR Function for Solving Problems Faced by Local Government Office

山野 仁美 Hitomi YAMANO
栗崎 功二郎 Kojiro KURISAKI
齋藤 祐太 Yuta SAITO
嶋津 佑奈 Yuna SHIMAZU
鶴丸 木綿花 Yuka TSURUMARU
堀 明日香 Asuka HORI
飯村 伊智郎 Ichiro IIMURA
熊本県立大学総合管理学部
Faculty of Administration, Prefectural University of Kumamoto
Email: {g1330280, g1330089, g1330098, g1330120, g1330156, g1330218, iiimura}@pu-kumamoto.ac.jp

あらまし：現在，少子高齢化，雇用機会の減少等，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．代表的な手段として，Facebookなどの SNS を活用し，情報発信の強化を行う自治体が増加している．本研究の対象地域である熊本県球磨郡錦町も，町役場の公式Facebookページを有し，情報発信のツールとして活用している．しかし，Facebookページを有効活用しきれず，情報発信が不十分であるという現状がある．筆者らは，錦町の町役場が抱える「情報発信の不十分さ」と「ゆるキャラの認知度の低さ」の課題解決を目的とした共同プロジェクトを立ち上げた．本研究では，AR（Augmented Reality）の技術と錦町のゆるキャラを取り入れたスマートフォン向けカメラアプリケーション（以下，アプリ）の開発及びWebサイトの構築，ゆるキャラのデザイン制作を行った．本稿では，その概要について述べ，考察を加える．

キーワード：ICT，学官連携，スマートフォン，アプリケーション，Webサイト，AR

1. はじめに

現在，少子高齢化，雇用機会の減少等，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．その代表的な手段として，Facebook などの SNS を活用し，情報発信の強化を行う自治体が増加している．

本学における地域活力向上に向けた取り組みとして，総合管理学部に所属する有志の学生が地域の抱える課題に対して，様々な専門分野の教員の指導のもと「学際的・総合的なアプローチ」で調査・研究し，解決方法を考え，実施する「KUMAJECT」という活動が行われている．筆者らはその活動の一環として，熊本県球磨郡錦町において活動を行った．後日行われた活動に関する意見交換の場で錦町役場の方々から，更なる地域活力の向上のために「更なる情報発信が必要である」という意見が挙げられた．筆者らはこの「情報発信の不十分さ」「ゆるキャラの認知度の低さ」という課題の解決策として，AR の技術を活用してゆるキャラを登場させ，実際に観光地に訪れることでゆるキャラと一緒に写真を撮影することができる機能を持つアプリの開発を考案した．

本研究では，錦町役場の抱える課題解決を目的とし，錦町役場と協力した学官連携によるアプリの開発及び観光地やゆるキャラに関する情報発信を目的としたWebサイトの構築，ゆるキャラのデザイン制作を行った．

2. 研究の概要

本研究では，iOS 及び Android OS を搭載したアプリの開発及び Web サイトの構築，ゆるキャラのデザイン制作を行った．アプリでは，実際に観光地に訪れることでゆるキャラと一緒に写真を撮ることができ，観光地にちなんださまざまな装いの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，錦町の多くの観光地を訪れるきっかけ作りができるようにしている．また，Web サイトでは，観光地の情報や，ゆるキャラの情報を閲覧できるようにしている．更にデザイン制作に関しては，既存のゆるキャラをもとに観光地にちなんだ新たな装いのゆるキャラを制作し，アプリ及びWebサイトに表示している．

3. アプリの主な機能

アプリの主な機能は，ゆるキャラと一緒に写真を撮影することができるカメラ機能，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 AR の技術を活用し，観光地に設置してあるマーカーパネルにアプリ内の AR カメラを起動した状態のスマートフォンをかざすことでゆるキャラが画面上に登場し，一緒に写真を撮影することができる仕様となっている．コレクション機能では，一度撮影したことのあるゆるキャラを観光地の説明と共にコレクションとして表示させる．また，コレクションされたゆるキャラとは，観光地以外の場所でも任意のタイミングで写真を撮影することができ

る仕様となっている．

コレクション画面の一例を，図 1 と図 2 に示す．



図 1　コレクション画面



図 2　詳細画面

4.　Web サイトの主な機能

(1) アプリ公式 Web サイトは，アプリでは不足している情報を掲載し情報発信の補助を目的としている．Web サイト内コンテンツの「撮影ポイント（パネル設置場所）」では，錦町の地図及びマーカーパネルの設置してある観光地についての説明を掲載している．図 3 はその画面例である．また，「錦町・錦太郎」のページでは，錦町及びゆるキャラ「錦太郎」の詳細情報を掲載している．図 4 はその画面例である．



図 3　撮影ポイントページ



図 4　錦町・錦太郎ページ

5.　ゆるキャラデザインの制作

今回，アプリに用いたゆるキャラは，観光地にちなんだ新たな装いのデザインを，ゆるキャラ自身のイメージと関連したプロジェクト全体のイメージに相違がないように制作している．これらは，錦町役場公認のデザインとなっている．

6.　アンケートによる主観的評価及び考察

本研究では，開発したアプリ及び構築した Web サイトを実際に被験者に利用してもらい，見た目，使いやすさ，ゆるキャラのデザインや学官連携によるプロジェクトなどに関する設問を 5 段階評価の選択及び記述式により回答してもらう形式で，錦町役場職員男女 35 名及びアプリ利用者男女 21 名を対象に，主観的な評価アンケートを実施した．アプリを利用してみて，観光客に対して錦町の知名度向上を図ることが「おおいにできる」「できる」と回答した人は役場職員向けアンケートにおいては 77%，アプリ利用者向けアンケートにおいては 100%を占めた．また，Web サイトを利用してみて，観光客に対してゆるキャラの知名度向上を図ることが「おおいにできる」「できる」と回答した人は役場職員向けアンケートにおいては 94%を占めた．これらの結果より，本研究は錦町やゆるキャラの認知度向上を図ることができ，「錦町の情報発信不足の解消」「ゆるキャラの認知度向上」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「グルメ情報の掲載」や「観光地に関する音声案内機能」等の様々な追加機能の実装に関する要望・意見が寄せられた．そこで今後は，アプリの機能追加による観光補助アプリとしての側面強化に伴う観光客の増加によって，更なる認知度向上を図るなどの改善策が考えられる．

7.　おわりに

本研究では，錦町の情報発信不足の解消とゆるキャラの認知度の向上を指向し，観光地を訪れることでゆるキャラと一緒に写真を撮影することができる AR カメラ機能と，撮影したゆるキャラをコレクションできる機能を実装したアプリの開発と，アプリによる効果をより強固にするための Web サイトの構築及びゆるキャラのデザイン制作を行った．開発したアプリ及び Web サイトを利用してもらうことで，利用者に対して，ゆるキャラの認知度向上と，写真を撮影しコレクションするために錦町の多くの観光地に訪れるきっかけを作ることが期待される．

今後は，自治体アプリの開発という学官連携による取り組みが広がり，地方自治体における ICT の利活用に繋がるよう，引き続きアンケート調査とその分析に基づくシステムの改善と，プロジェクト全体のフィードバックを行いたい．

謝辞　本研究は，平成 26 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．錦町役場企画観光課長の藤芳様をはじめ，錦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)　にしきゃめら，入手先 http://www.nishiki-machi.com/_common/nishicam/（参照 2016-1-12）

ゲーミフィケーションを適用した議論における活動ログを用いた参加者タイプ分類

Participant Type Classification using Activity Logs with Gamification Framework in Laboratory Seminar

大平 茂輝† 前田 夏美‡ 長尾 確‡
Shigeki Ohira† Natsumi Maeda‡ Katashi Nagao‡
†名古屋大学情報基盤センター ‡名古屋大学工学部
†Information Technology Center, Nagoya University
‡Dept. of Information Engineering, School of Engineering, Nagoya University
Email: ohira@nagoya-u.jp

あらまし： 筆者らの研究室では，ゲーミフィケーション技術をゼミの記録システムに導入し，学生のゼミへの参加意欲や議論能力の向上に関する評価・可視化を行うことにより議論の活性化につなげる Gamified Discussion (GD) システムの開発を行ってきた．本研究では，GD システムによって獲得される活動ログに対してクラスタリング技術を適用することにより，議論参加者のタイプ分類を行った結果について述べる．
キーワード： ゲーミフィケーション，議論，タイプ分類，活動ログ，スマートデバイス

1. はじめに

大学の研究室では，日々さまざまな研究活動が行われており，その中でも，ゼミは発表者と参加者との間で研究内容に関して議論される重要な機会である．しかし，実際に学生が積極的に議論に関与することは難しく，多くの場合，主体的に議論に参加するのは発表者と指導教員である．

筆者らの研究室では，議論風景の映像や発表スライド，発言テキスト等をゼミの実時間内に意味的に構造化して記録する技術の研究・開発を行っており，ゼミを支援する各種ツールを含む情報技術環境を総称してディスカッションマイニング (DM) システムと呼んでいる．さらに，ゲームではないアプリケーションやシステムにゲームのメカニズムを適用するゲーミフィケーション[1,2]と呼ばれる技術を DM システムに導入し，学生のゼミへの参加意欲や議論能力の向上に関する評価・可視化を行うことにより議論の活性化につなげる Gamified Discussion (GD) システムの開発を行ってきた[3]．

ゲーミフィケーションを適切に導入した場合，モチベーションを向上・維持できることは心理学の観点から分かっており，実際に GD システムを運用した結果からも，幅広いゲーム要素を採り入れることによって議論に対するモチベーションの向上が確認されている．しかし，Fogg[4] が述べているように，モチベーションを高める要素は人によって異なるため，当該システムの利用者を特徴別に分類することが有効であると考えられる．ゲームに関する文脈においては，プレイヤータイプの分類がそれにあたり，Bartle はプレイヤーを 4 タイプ(Achiever，Explorer，Socializer，Killer) に分類している[5]．しかし，議論という日常的な活動状況下において，Bartle の 4 分類が最適であるとは限らない．そこで本研究では，GD システムによって獲得される活動ログに対してクラスタリング技術を適用することにより，議論参加者のタイプ分類を行うことを目指す．

2. ゲーミフィケーションを適用した議論活動

GD では，目標，可視化，ルール，デザイン，ソーシャル，チュートリアル，難易度調整の 7 要素をゲーミフィケーション・フレームワークとして定義した．主なゲーム要素と導入した仕組みを表 1 に示す．

表 1: GDの主なゲーム要素と具体的な仕組み

ゲーム要素	具体的に導入した主な仕組み
目標	細分化された議論能力の習得 レベル ランク バッジ収集 ミッション
可視化	評価の即時フィードバック マイページによる議論能力の可視化
ルール	議論能力の段階的習得 目標の相互評価
デザイン	アビリティ アイテム
ソーシャル	議論能力の比較 ランキング

議論能力は，理解力10個，分析力28個，構成力11個，伝達力26個にシステム利用力8個を加えた計83個の議論スキルに細分化されている．細分化された議論スキルを1つずつ習得していくことにより，総合的

な議論能力の向上が期待されることから，その過程をゲーミフィケーションにおける目標要素として利用する．ゼミ参加者は，議論スキルの一覧を見ながら，随時，目標の設定・変更を行うことができる．

ゼミ中には，タブレットデバイス上のブラウザアプリとして動作する発言評価インタフェースを用いて，議論中に行われる発言に対して，議論スキルの達成度と発言の質を評価することができる．評価が行われると，即座にサーバ上ですべての評価点数が集計され，発言者のインタフェースに結果が表示される．

また，ゼミ以外の時間に自身の議論スキルの達成度や報酬などの情報をWeb上でいつでも確認できるよう，マイページを用意している．マイページは，「トップ」「スキル」「ステータス」「履歴」「アビリティ」「アイテム」「バッジ」の計 7 つのタブで構成されている．

3. クラスタリングによる参加者タイプ分類

本研究では，GD システムによって獲得される活動ログに対してクラスタリング技術を適用することにより，ゼミ参加者のタイプ分類を行った．具体的には，半年間のシステム利用履歴から12個の説明変数を用意し，代表的な非階層的クラスタリング手法である x-means 法と k-means++ 法を用いて，研究室の学生10名を対象としてクラスタリングを行った．12個の説明変数を表 2 に示す．

表 2: 説明変数

#	変数名
1	目標変更回数
2	評価した回数
3	評価した点の平均点
4	アビリティの装備の有無
5	取得経験値の会議ごとの平均
6	発言回数の合計
7	GDマイページへのアクセス日数
8	「評価しない」をした回数
9	質の評価をした回数
10	アイテムの使用の有無
11	評価された平均点
12	質の評価をされた合計点

表 3: 実験条件の組み合わせ

クラスタリング手法	クラスタ数	変数の個数	
		12 (全て)	5
x-means	-	(1)	(5)
k-means++	2	(2)	(6)
	3	(3)	(7)
	4	(4)	(8)

手法やクラスタ数，説明変数の違いに基づく表 3 に示す 8 種類の組み合わせに対してクラスタリングを行ったところ，(1)(2)が一致し，(5)(6)が一致したことから，R1 : (1)(2), R2 : (3)，R3 : (4)，R4 : (5)(6), R5 : (7)，R6 : (8) の 6 種類の結果が得られた．各クラスタリング結果についてアンケート調査を実施し，9 段階のリッカート尺度で評価した結果を図 1 に示す．本結果から，すべての変数を用いて k-means++ 法により 4 分類した場合が，最も主観評価に近いクラスタリングが行われていることがわかった．

また，R3 の 4 分類について，クラスタ中心における各変数の値を比較したところ，それぞれ「発言回数が多い」「システムの利用が消極的」「会議内での利用が活発」「会議後の利用が活発」といった傾向が見られた．

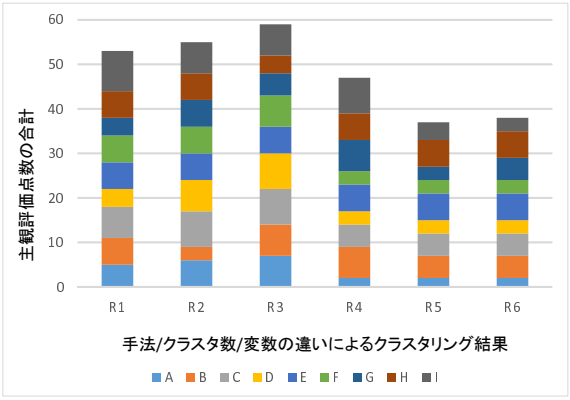


図 1: クラスタリング結果に対する主観評価

4. 今後の課題

参加者タイプに基づく情報提示方法の変更や行動推薦が今後の課題として挙げられる．

謝辞　本研究は，JSPS 科研費 15K01066 の助成を受けたものである．

参考文献

(1) Deterding, S., Dixon, D., Khaled, R. and Nacke, L. : “From Game Design Elements to Gamefulness: Defining “Gamification”,” Proc. of MindTrek ’11, pp.9–15 (2011)

(2) Werbach, K. and Hunter, D. : “For the Win: How Game Thinking Can Revolutionize Your Business,” Wharton Digital Press (2012)

(3) 大平茂輝, 川西康介, 長尾確 : “ゲーミフィケーションを導入したゼミ環境におけるモチベーションと議論能力の評価”, 教育システム情報学会研究報告, Vol. 28, No. 6, pp.123–130 (2014)

(4) Fogg, BJ : “A Behavior Model for Persuasive Design,” Proc. of the 4th International Conference on Persuasive Technology (Persuasive ’09), pp.40:1–40:7, ACM (2009)

(5) Bartle, R. : “Hearts, Clubs, Diamonds, Spades: Players Who Suit MUDs,” Journal of MUD research, Vol.1, No.1 (1996)

探究的な歴史学習支援のための LOD の活用

LOD-Based Support for Self-Exploratory Learning in History

室谷 大貴，林 佑樹，瀬田 和久
Daiki MUROYA, 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: muroya@ksm.kis.osakafu-u.ac.jp

あらまし：歴史学習において，年代やキーワードを単に暗記するのではなく，自身の興味や関心に基づいて探究的な学習を行うことが望ましい．本研究では，歴史学習において探究的な学習活動を支援するために，セマンティック Web 技術の一種である Linked Open Data（LOD）を活用することで，学習コンテンツの振る舞いを動的に提供し，時空間的な関係を可視化するシステムを提案する．
キーワード：歴史学習，探究的学習，Linked Open Data（LOD）

1. はじめに

自身の興味・関心に強く動機付けられた駆動力を伴う探究学習では，それに応じた意味的つながりの理解が構成されていく．本研究で対象とする歴史学習においても，自身の興味のあるイベントや人物を起点とした探究的学習が駆動遂行されれば，年代やキーワードを断片的に暗記するのではない，歴史の文脈を理解して学習を進めていくといった意味的理解が伴う歴史的学習の遂行が期待される．しかし，(1)そのような学習活動の「自発的遂行」のハードルは低くは無い．さらに，(2)紙媒体の線形的物理制約上に歴史的時間・空間的つながりの構造が射影された教科書の上で，その「遂行を外側から求めても」そのハードルが劇的に低くなるわけではない．そして，(3)紙媒体の教材と比べ，物理的に，より自由度の高いデジタル教材を用いてそれを克服することを想定しても，学習者の興味・関心を事前に網羅することはできないため，学習者の興味に追従できるオープンエンドな学習支援の場が求められる．

本研究では，歴史学習における能動的な探究的学習活動実施のハードルを低くする学習場の構成を目的とする．具体的には，同時期に発生した各地域のイベント・人物の時空間的なつながりを可視化し，話題を限定しないオープンな学習場において，個々の興味に応じた学習コンテンツを動的に提供する手段として Linked Open Data（LOD）を活用した探究的学習活動支援システムを提案する．

2. 探究的学習に向けたアプローチ

2.1 歴史学習における探究学習

学習者の主体的な歴史学習を促すためには，指導者が「事実に関する気付き」を与えるような発問を行うことが重要とされている[(1)]．本研究ではこの発問の具体例[(1)]を参考にして，歴史分野で学習者が探究学習を行う際に立てることが望ましい「問い」を表 1 にまとめている．本研究では，表 1 の①と②の「問い」に焦点を置き，学習者がこれらの「問い」に応える自発的な探究活動を促すことを目的に，「イベント」，「人物」の 2 つの歴史学習コンテンツについて，それらの時空間的関係を学習者の興味に応じて適応的に提供できる仕組みを開発する[(2)]．

学習者が立てる「問い」	具体例
①「誰がどのようなイベントに関与していたのか」	織田信長はどのような合戦に関与していたのか
②「あるイベントと同時期に他の地域ではどのようなイベントが発生していたか」	関ヶ原の戦いが起こった江戸時代に世界ではどのような戦いが起こっていたのか
③「あるイベントはどのように展開していったのか」	関ヶ原の戦いはどのように戦地が推移したのか
④「その結果どうなったのか」	関ヶ原の戦いが起こった結果どうなったのか
⑤「A と比べて／関連して何が言えるか」	長篠の戦いにおいて織田軍と武田軍の戦力差はどの程度か

表 1 ：歴史探究学習における学習者の「問い」

一方で，前述したように，学習者の興味を網羅する歴史学習のコンテンツを予め体系化した形で作り込み準備しておくことは現実的ではない．そこで本研究では，様々なオープンデータが構造化され関係付けられている LOD に着目する．

2.2 Linked Open Data（LOD）

LOD は，RDF 形式でデータが構造化されている．図 1 に「長篠の戦い」を例としたデータ構造の具体例を示す．ここでは，メタデータ「db:commander」により，戦闘に関与した人物として，データ「織田信長」，「徳川家康」が「長篠の戦い」と関係付けられている．LOD を学習リソースとして利用し，学習者個々の興味に応じた探求学習を支援する仕組みは既に実現している[(3)]．本研究では，この知見をベースにして，DBpedia を用いて学習リソースを動的に生成し，表 1 に示す時空間的なイベント・人物の関係を直感的な形で可視化することを試みる．

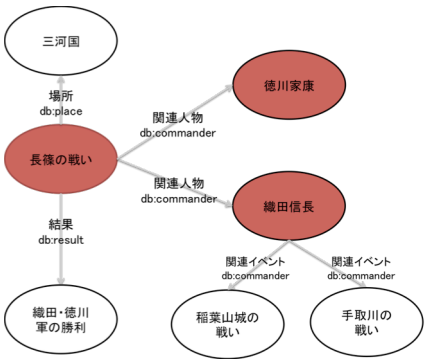


図 1：データ構造の具体例

3.　探究的学習活動支援システム

3.1 システム構成

図 2 に本研究で構築したシステムを示す．インタフェースは，「時代・地域選択エリア」，「タイムラインエリア」，「マップエリア」の 3 つのエリアから構成されている．

以下に各エリアの役割を示す．

(a) **時代・地域選択エリア**：学習者が興味対象とする「時代（例．室町時代，江戸時代）」および，「地域（例．アジア，ヨーロッパ）」を選択するエリアである．時代は開始年／終了年情報，地域は，経度・緯度情報に基づいてそれぞれ区画化している．学習者が設定した時代・地域に基づき，以下の(b)と(c)のエリアに表示するための「イベント」，「人物」に関する情報を DBpedia から取得する．

(b) **タイムラインエリア**：(a)で設定された時代・地域に発生した「イベント」とその期間に実存していた「人物」をタイムライン形式で表示するエリアである．(b1)はイベントを，(b2)は人物のタイムラインを表示するエリアとなっており，タイムラインをスクロールすることで表示区間に応じた情報が動的に表示される．また，イベントは発生した時点の年月日情報に基づいてプロットされ，人物は生存期間が帯で表示される．

(c) **マップエリア**：(b)でプロットされている「イベント」が地図上にマーカ形式で表示されるエリアである．このマーカは，DBpedia から取得したイベントの緯度・経度情報に基づいて，世界地図上に表示される．学習者がマーカをクリックした場合，当該イベントに関する Wikipedia の概要部分がポップアップ形式で表示される．

3.2 学習者の興味に応じた情報の可視化

本システムでは，タイムラインエリアでの学習者の操作(興味)に応じた情報提供機能を有している．

イベントに関連する人物情報の可視化：学習者が，(b1)のイベントを選択することで，当該イベントに関係する人物が(b2)エリアに表示される．例えば，「長篠の戦い」を選択すると，これに関わる「織田信長」や「徳川家康」の人物情報が表示され，イベントを起点とする探究学習が促される．

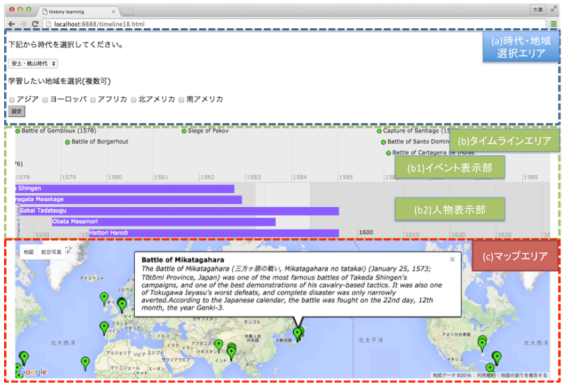


図 2：システムのインタフェース

人物に関連するイベント情報の可視化：学習者が，(b2)の人物を選択した場合，当該人物が関係するイベントが(b1)エリアに表示される．例えば，「織田信長」を選択すると，「稲葉山城の戦い」や「手取川の合戦」のイベント情報が地図上に可視化され，人物を起点とする探究学習が促される．

さらに，2 度の世界大戦のように，関わった多数の人物，情勢の変化を時間的経過，空間的推移を掴みながらイメージするような学習は，紙媒体学習教材では実施が難しい．本システムでは，タイムラインをスクロールすることで世界各地に戦地がどのように広がっていったのかということも，地図上で把握できるようになっている．

また，イベントと人物間の関係は DBpedia に予め定義されている述語を利用しているが，他の述語も追加することで，様々なイベントと人物間の関係を表現しコンテンツを拡充していくことも可能である．

4.　おわりに

本研究では，歴史分野で学習者が探究学習を促す「問い」に着目し，これらの「問い」に応じた探究学習を促す仕組みとして，イベント・人物の時空間的つながりを，学習者の興味に応じて動的に可視化して提供できるシステムを構築した．

現在のシステムでは，国土の変遷については考慮できていない．今後は，各時代の国土を正しく反映できる機能を考察していくこと，意味的な理解を育む情報提示のさらなる洗練，拡充と，探究意欲の喚起の観点からの効果についても検証していきたい．

参考文献

(1) 鹿児島総合教育センター: "主体的に課題を追究させる社会科学習指導の在り方", 鹿児島県総合教育センター 平成 25 年度長期研修報告書 (2013)

(2) 柏原照博: "Web におけるナビゲーションを伴う学習活動と支援環境のデザイン", 人工知能学会誌, Vol.25, No. 2, pp.268-275 (2010)

(3) C. Jouault, K. Seta, and Y. Hayashi: "Content-Dependent Question Generation using LOD for History Learning in Open Learning Space", New Generation Computing, Vol.34, Issue 4, Springer-Verlag (2016)

自作論文を対象とした視線情報に基づく思考モニタリング活動の活性化に向けて

Towards Reflective Thinking Support Based on Eye-movements in Reviewing Own Paper

荻野 了[*1]，林 佑樹[*1]，瀬田 和久[*1]
Ryo OGINO[*1]，Yuki HAYASHI[*1]，Kazuhisa SETA[*1]
[*1] 大阪府立大学大学院人間社会システム研究科
[*1]Graduate School of Humanities and Sustainable System Sciences，Osaka Prefecture University
Email: ogino@ksm.kis.osakafu-u.ac.jp

あらまし：自分が書いた論文を推敲する活動は，思考をモニタリングしコントロールする活動である．本研究では，視線の軌跡を追うことで思考モニタリング活動の一端を捉えることができるのではないかという研究仮説を設定し，初学者の思考モニタリング活動の活性化を目指して，初学者自身が記述した論文の読解過程における視線と指導者が初学者の論文を読解する過程における視線の差異から思考モニタリング活動への気づきを促すシステムを提案する．
キーワード：自作論文，視線情報，思考モニタリング活動

1. はじめに

書くことには，思考のモニタリングとコントロールが必要不可欠である(1)．しかし，初学者は指導者のように自身の思考を正確にモニタリングするスキルが成熟していないため，記述内容に矛盾が生じていても，このことに気がつかなかったり，つじつまがあっていると判断してしまうことがある．さらに，初学者は指導者のように思考モニタリング活動ができていないと頭では理解していても，具体的に何がどのようにできないのかは認識できないことがある．

教育現場において，初学者が書いた文章を指導者が添削するとき，指導者は違和感を覚えた部分に線を引いたり，コメントを残したりする．添削結果として外化された指摘は指導者のモニタリング・コントロールの結果であり，そのプロセスは暗黙的で捉えることができないため，初学者はコメントされた部分を吟味することなくコメント通りに修正するに留まってしまい，初学者の思考モニタリング活動が十分に活性化されないことがある．

本研究では，初学者／指導者の自作論文の読解過程における視線の軌跡を追うことで，思考モニタリング活動の一端を捉えることができるのではないかという研究仮説を設定した．初学者の思考モニタリング活動の活性化を促すことを目標に，自作論文の読解過程における視線情報から，モニタリング活動の差異への気づきを促すシステムを提案する．

2. 思考モニタリング活動の活性化に向けて

客観的かつ論理的な文章が求められる自作論文では，思考モニタリング活動を十分に行う必要がある．一方，初学者が自作論文を推敲する過程では，自身が産出した文章ゆえに思い入れや思い込みが生じ，客観視し難い状況に容易に陥りやすい．このため，

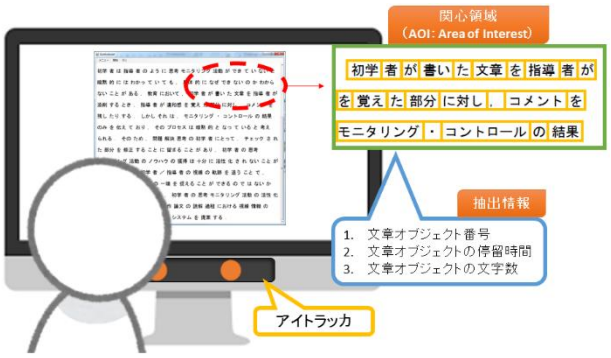


図 1：提案システムインタフェース

一貫性のない文章でも，その論理構造の矛盾などを見落としてしまうことも少なくない．一方，指導者が添削する場合，初学者よりも思考スキルが高く，他者の産出物をチェックする立場であるため，読者に相対的に近く位置し，客観的に論文を読解できると考えられる．このような学習者／指導者の論文読解における視線軌跡の違いが，思考モニタリング活動の相違を表しているものと捉える．

思考モニタリング活動を活性化するためのアプローチとして，初学者自身の思考モニタリング活動と指導者との違いに初学者が気づくことが重要であると考え，各々の視線情報を対比した結果を初学者が確認でき，自身と指導者との思考モニタリング活動の差異への気づきを促すシステムを構築する．

3. 提案システム

ディスプレイ設置型のアイトラッカを用いた GUI アプリケーションとして，論文読解時の視線計測システムを実装した．図 1 にシステムのインタフェースを示す．本システムでは，論文の構造を保持するために，HTML 形式で書かれた自作論文を入力としている．表示された文章に対する視線情報を文章の

意味のまとまり毎に計測するために，形態素解析エンジンにより区切られた文章オブジェクト毎に，関心領域 (AOI：Area of Interest)が付与される．ディスプレイ上の視線座標が，AOI が設定されたオブジェクトに重畳しているかどうかという情報に基づき，各文章オブジェクトの観察タイミングを計測する．これらの情報をもとに，初学者／指導者の差異を以下の 2 種類の表示手法により可視化する．

3.1 ヒートマップ対比

論文読解における初学者／指導者が，どの部分を重点的に読解したのかどうかを文章オブジェクト毎の視線停留時間に基づき背景色の濃淡で表現する．

各々の視線情報に基づくヒートマップを対比して表示することで，自身と指導者との文章に対する思考モニタリング活動の差異への気づきを促すことを狙いとした可視化手法である．

システムでは，形態素で区切られる文字量の長さにより停留時間が変化することを考慮し，各オブジェクトの停留時間をその文字数で正規化し，1 文字あたりの注視時間の割合の大小を濃淡で表現する．

3.2 重畳ヒートマップ

初学者／指導者の「注視した／注視していない」という情報から，「初学者／指導者両方が注視した」や「指導者はよく注視した」重要だと考えられる 4 通りの組み合わせに適応する視線情報を重ね合わせて表示することで，ヒートマップ対比情報の差異を顕著に表現する可視化手法である．

初学者／指導者それぞれの読解時間の違いを考慮するため，各文章オブジェクトの停留時間を文字数で正規化することに加えて，初学者／指導者の総読解時間で正規化した結果を比較することで，文章オブジェクトの背景色がハイライトされる．

4. 初期実験

4.1 実験設定

実験 1:2 種類の可視化インタフェースの呈示により，初学者の思考モニタリング活動が活性化されるかを確認することを目的とする．被験者は，教員 1 名，大学院生 3 名から構成され，大学院生を初学者とし，教員を指導者とした．教材は，研究会に提出する初学者の論文 4 本とし，論文の中でも，論文の全体像を指し示す「タイトル」，本論に導く記述をする必要がある「1. はじめに」の部分を使用した．文章を読解する前に，初学者には「指導者に提出する直前の読解である.」，指導者には「おかしいと感じた部分が生じても，おかしさの理由を考えるところまでに留め，修正方法を考えることは控える.」旨のインストラクションを行い，文章を読解時の視線を計測した．また，思考モニタリング活動の活性化を確かめるために，初学者には可視化インタフェースを見せて気づいたことを記述させ，指導者には読解直後に読解中の思考内容の発話を求めた．



図 2：ヒートマップ対比

実験 2：ヒートマップ対比を呈示することで，指導者の意図に気づきが生まれるかどうかを確認することを目的とする．実験 1 において使用したヒートマップ対比（図 2）を利用し，大学生 6 名，大学院生 4 名に対して,「どちらのヒートマップが初学者のものであるか」，また，「なぜそう思ったか」という質問を行い，回答を記述してもらう実験を実施した．

4.2 実験結果と考察

実験 1 の結果：可視化インタフェースにより，最初の読解時点では違和感が生じていなかった文章に対して再考する記述が見られたことから，初学者がモニタリングを再度行っているといえる部分が見受けられた．このことから，思考モニタリング活動を活性化している可能性があることが示唆された．しかし，初学者の記述内容については，指導者のコメントの内容とは異なっていた部分も多いことから，モニタリング方略やノウハウ等の獲得といった段階の活性化にはいたらなかったということが伺える．

実験 2 の結果：初学者と指導者のヒートマップを判別できたのは，大学生 2 名，大学院生 3 名と，全体の半数であった．判別ができた被験者の中には，初学者と指導者の立場の違いにおける視線の違いだけでなく，例えば「指導者はタイトルと文章全体との整合性を考えながら見ている」ことを初学者／指導者の判断理由に挙げ,「なぜそう思ったか」を記述させているのにも関わらず，指導者の読解意図に気づく被験者もいた．

以上より，現状のヒートマップ対比を見せることで，必ずしも指導者の意図を初学者が汲み取ることはできないものの，文章に対する視線情報を手掛かりとして，指導者の意図に対する気づきが生まれる可能性があることを確認した．

5. 終わりに

自作論文読解時の初学者（執筆者）と指導者の視線の差異から，思考モニタリング活動への気づきを促すことを目的としたシステムを構築した．今後，本提案手法が初学者の思考モニタリング活動の活性化に繋がるのか分析していく必要がある．

参考文献

(1) Douglas J. Hacker, John Dunlosky, Arthur C. Graesser: "Writing is Applied Metacognition", Handbook of Metacognition in Education, pp.154-172, (2009)

高専専門教育に対する学生意識調査における自由記述を対象とした定量的分析のための学習場面ラベルの定義

A Design of Learning Scene Label for the Quantitative Analysis for the Free Description of Students Questionnaires on Technical Education in the “KOSEN”

田中 ゆみ[*1 *2], 三石 大[*2],大河 雄一[*2],本郷 哲[*1]
Yumi TANAKA[*1 *2], Takashi MITSUISHI[*2], Yuichi OHKAWA[*2], Satoshi HONGO[*1]
[*1] 仙台高等専門学校
[*1]National Institute of Technology, Sendai College
[*2] 東北大学
[*2]Tohoku University
Email: yumi-t@sendai-nct.ac.jp

あらまし:仙台高専名取キャンパスの本科全学生を対象に実施した専門教育に関する意識調査の分析にあたり，自由記述による回答内容をカリキュラムと照らして定量的に分析するために，学習場面を示すラベルを作成した．今回，自由記述のうちの楽しさに関する設問への回答に提案ラベルを適用し，集計を試みた結果，学科や学年の傾向や，少数ではあるが一定数存在する意識についても確認でき，提案ラベルによる分析が可能であることを確認した．
キーワード：定量的分析，自由記述，ラベル付け，高専専門教育，学生意識調査

1. はじめに

筆者らは,学習動機付けの高い教材開発を目的に,高専専門教育に対する学生の意識調査を仙台高専名取キャンパス本科全学生へ実施した(1)．本調査では,限られた選択肢により被験者が選択したいものがなかったり，回答の誘導を引き起こしたりすることを避けるため,回答形式として選択回答だけではなく,自由記述も設けた．高専の全学規模の調査であることから，結果として，得られた自由記述回答は設問ごとに多種多様なものとなっており，回答から傾向を掴むためには何らかの方法で自由記述を定量的に分析する必要があると考えられた．

そこで本研究では，自由記述分析で一般に用いられるラベル付け手法(2)について検討した．ただし，回答文から読み取れるラベルを単純に付与し，共通性のあるラベルをカテゴリ化する手法では，生成されるカテゴリが多岐に渡り，本研究で確認したい内容そのものの定量的な傾向を読み取ることはできないと考えられる．そこで本研究では，あらかじめ自由記述から抽出すべき内容に基準を設け，それに沿ったラベル付けを行うこととした．

2. 提案手法と分析対象

本研究では，どのような場面で学習が行われたのか，および，学習の際に何を心に受けとめたのかを自由記述から抽出してラベルを付与する基準として採用した．各規準で付与するラベルを**場面ラベル**および**感受ラベル**と呼ぶ．この 2 つのラベルを付与するのは，学生がどのような専門教育の場面で，何に心を動かされたのかを知ることで，学習動機付けの高い教材開発の際，種類や題材，提示方法等を選り抜く参考になると考えたためである．なお，本報告では場面ラベルの定義，適用例について報告する．

本研究で使用する意識調査は平成 24 年 7 月末に仙台高専名取キャンパス本科生を対象に実施された．対象は機械科，建築科，材料科，電気科，情報デザイン科の 5 学科, 5 学年(一部 2 学年)から構成される．今回場面ラベルを適用した設問では全 902 名のうち 841 名の回答を得た．

3. 提案する場面ラベルの構成と定義

本研究で提案する場面ラベルは階層構造で表現することとした．これは，高専学生が専門教育に接する場面は，一般的に講義科目や実験科目等の種別で表現されるが，これらの授業科目は，説明を受けたり演習を行ったりする学習活動に細分化が可能であり，実際の学習活動も知らなければ学習動機付けの解明にはつながらないと考えるためである．場面ラベルの各階層の構成を表 1 に示す．

次にラベルの各階層について述べる．レベル 1 は大別であり，回答の専門教育が行われたのが学内か学外なのかを区別する．

レベル 2 は授業形式等の主たる区分である．この分類はシラバス記載内容に基づいている．本レベルの**全般**は，当該学科で開講されている専門の授業科目全般を示す．また回答の中には具体的にどんな授業科目等であるのか，及び単独の科目か複数科目か特定のできないものもあるため，その際は**不明・その他**を付与するものとした．

レベル 3 は実際の学習活動場面にあたる. 例えば,講義科目においては，まずは，**説明**を受け，得られた知識を基に**演習・実習**を行うといった，科目内で実際に行われる学習活動を示す．

レベル 4 は，レベル 3 が**演習・実習**または**実験**ラ

(a) レベル 1，2(授業科目の大別と種別)

レベル 1	レベル 2
学内授業	講義
	演習・実習科目
	学生実験
	研究
校外・実社会	校外研修
	課外活動
不明・その他	全般
	不明・その他

(c) レベル 4(実践的な学習活動の詳細)

レベル 3	レベル 4
(※)実践的学習	手法・プロセス
	成果

表 1 提案場面ラベルの構成

(b) レベル 3(授業内の学習活動)

レベル 3	レベル 3 定義
説明	事柄についてよくわかるように述べてもらったり，ときあかして教えてもらったり等の説明を受けたこと
演習・実習(※)	手法や知識，技能，解法を会得・体得するために，練習したり実践的課題に取り組んだりすること
実験(※)	何らかの手順の実施で起こされる事象を観察・考察し，仮説検証を行っていること
見学	実際に見て知識をつけること
試験・評価	知識技術の到達を測る試験や与えられた課題の成果により得られた得点，評語，評点等が得られたこと
予習復習	次に学ぶところを前もって学習する・学んだところを繰り返し習う等の予習復習したこと
全般	説明を受けることや演習・実習，実験を行ったこと等の，学習場面について多岐に渡り言及しているもの
不明・その他	説明を受けることや演習・実習，実験を行ったこと等の，どんな学習場面を指しているのか特定できなかったり，専門の学習場面以外の事柄について述べていたりするもの

ベルの場合の下位ラベルとして付与するラベルである．一般に高専では，演習や実習，実験を扱う授業科目を「実践的教育」(3)として位置付けており，授業数が多い．このため，学生の学習動機付けに与える影響も大きいと予想される．一方で，学習動機付けを与える要因としては，演習や実習，実験の手法や過程に関するものと，その成果に関するものの異なる言及が考えられるため，本レベルで区別を行うものとした．

なお，実際の場面ラベルの付与にあたっては，例えばレベル 2 が講義科目に分類される場合でも，授業の中で具体的な学習活動(レベル 3)として演習や実験を実施する場合もあるため，シラバス等を通じ授業科目の詳細を確認するものとした．また，複数の場面の定義に一致する回答には，複数のラベルを付与することとした．

4. 提案場面ラベルの適用とその結果

3.で提案した場面ラベルを 2. で示した学生意識調査の一設問である「専門の学習において楽しさを感じたこと」についての自由記述回答に適用した．その結果，517 件の自由記述に対し，ラベルを 612 組付与できた．実際の自由記述に対して，付与された場面ラベルの例を次に示す．

・「実験が成功して理解したとき」(材料 2 年)

→レベル 2 **学生実験**，レベル 3 **実験**，レベル 4 **成果**

・「製図・見学」(建築 3 年)

→レベル 2 **演習・実習科目**，レベル 3 **演習・実習**，およびレベル 2 **校外研修**，レベル 3 **見学**，**説明**

前者の例では，学生は所属・学年から「マテリアル基礎実験」科目についての言及と推測しラベルを付与している．後者の例では，「設計製図」と「校外研修」の 2 つの異なる科目についての言及と考えられ，工場見学に行った際，見学だけでなく説明を受けたことも考慮してレベル 3 説明ラベルを付与した．

次に，本手法により定量的分析が可能かを確認すべく，機械科の学生が楽しいと感じた学習活動を例に付与したレベル 3 のラベルを集計した(図 1)．これを見ると**演習・実習**ラベルの割合が大きい結果が得られ(121 件回答 135 個中 102 個)，演習・実習を主に楽しいと感じていたことを確認できる．一方，知識の教授を受ける**説明**ラベル(10 個)等も，少数ではあるが一定数存在することも確認できた．

5. まとめ

本研究では，自由記述を定量的に分析するための場面ラベルを提案し，実際の意識調査の自由記述回答に適用した．その結果，学科や学年の大まかな傾向を確認できた．

今後は，提案した場面ラベルの適用結果の詳細な分析を行っていく．また，感受ラベルについても検討を行う．

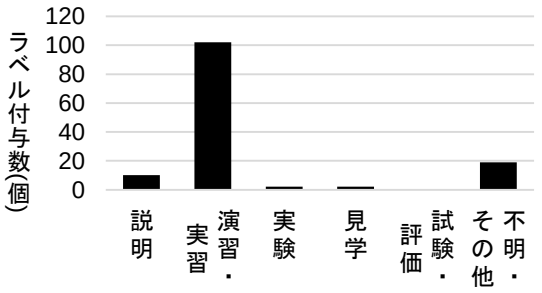


図 1 場面ラベル集計の例(機械科)

参考文献

(1) 田中ゆみ:“高専学生を対象とした工学・技術教育における学習動機付けに関する研究”(修士論文),東北大学機関リポジトリ，(2013)

(2) 戈木クレイグヒル 滋子 他:“データの読み込み・プロパティとディメンション・ラベル名”，インターナショナルナーシングレビュー139 号, pp. 48,49 (2009)

(3) 独立行政法人国立高専機構:“高等専門学校 50 年の歩みー高等専門学校五十年史ー”, pp.8,59 (2012)

既存の学習指導案作成方法の分析および作成支援ツールの提案
－アクティブラーニング型授業の導入支援を題材にして－

Analysis of the Existing Way of Creating Teaching Plans and Proposal of a Creating Support Tool
-As the Theme of Introduction Support of Active Learning-

畠 勢也[*1], 伊藤 恵[*1], 椿本 弥生[*1]
Seiya KUROKOME[*1], Kei ITO[*1], Mio TSUBAKIMOTO[*1]
[*1] 公立はこだて未来大学システム情報科学部
[*1] Future University Hakodate, School of Systems Information Science
Email: b1013116@fun.ac.jp

あらまし：学習指導案は教員が記載する学習指導の計画書である．小学校・高校教員の意識調査では，「学習指導案はいつも作成している」という質問に対して，否定的な回答が多い．また，教授経験の差によって学習指導案の内容や作成時間が異なると考えられる．既存の作成支援方法の改善すべき点を考察し，より良い方法を模索する．本研究により，学習指導案作成に要する時間や内容が教授経験によらず，均質化，効率化できることが期待される．
キーワード：学習指導案，作成支援，授業設計，アクティブラーニング

1. はじめに

学習指導案(以下，指導案)は，授業を構想する際の設計図であり，授業を行う際には進行表となり，実施後には，授業や学習指導の記録，次への構想の準備となるものである．必要な内容を備え，授業や研究に役立つ機能的な指導案を作成することは，充実した授業に直結することであり，生徒に質の高い学力を身に付けさせる上できわめて重要である [(1)]．しかし，学校業務の増大により，教員が多忙化し，十分に授業設計・授業研究の時間を取ることが難しいのが現状である．特に教授経験が少ない新任教員にとって，指導案の作成は多くの時間を要すると考えられる．

一方文部科学省によると，教員による一方向的な講義形式の教育とは異なり，学習者の能動的な学習への参加を取り入れた教授・学習法の総称であるアクティブラーニング [(2)] は，資質・能力を育むための具体的な改善の方策として期待されている．しかし，アクティブラーニング型授業の授業事例や授業共有の不足のため，アクティブラーニング型授業を導入するのが困難になっている [(3)]．

2. 先行事例

既存の指導案作成ツールとして「授業ナビ」[(4)] 等がある．このツールを用いると授業計画の作成，授業時数の自動計算等のデータの一元管理が可能である．しかし，このツールで作ったデータは自らの振り返りをすることが目的であり，他の教員の指導案を参照しながら新しく指導案を作成することはできない．

一方，安藤らは指導案蓄積・共有のための SNS システムの設計を行っている [(5)]．このシステムでは，蓄積･管理するために指導案フォーマットを用意し，指導案の統一を図っている．また，授業後に評価を入力できることや他の教員からのコメントを記録し，自己や他者からの振り返りを行えるようにしている．さらに，他の教員が作成した指導案を条件に従って参照することができ，指導案設計時にそのまま加筆・修正することが可能である．しかし，指導書や指導要領等の文言を参照する機能がなく，新たな指導案の作成に時間がかかると考えられる．また，指導案フォーマットにある講義形式が細分化されていないため，アクティブラーニング型授業の導入支援は困難であると考えられる．

3. 既存作成方法の分析と支援ツールの提案

本研究では，既存の指導案作成ツールや関連研究を考察し，アクティブラーニング型授業に着目したより良い指導案作成支援方法を提案する．指導案作成時の効率化とアクティブラーニング型授業の導入支援を目指す．

3.1 既存作成方法の調査

小学校および高校の教員に指導案やアクティブラーニングに関する実態調査を行った．調査は無記名式のオンラインフォームと紙の 2 つの方法で質問紙調査を行い，小学校教員 6 名，高校教員 1 名の回答が得られた．得られた回答を 1~4 の数値に変換し，平均値を算出した．具体的には，「全く思わない」等の回答を 1，「あまり思わない」等を 2，「そう思う」等を 3，「大変思う」等を 4 とし，否定的，中立的，肯定的回答に分類した．表 1 に質問項目，回答数，平均値を示す．

集計した結果によると，「人の作った指導案や教材を参考にしたいと思いますか？」や「指導案や教材の素材をデータベース化してあれば使いたいと思い

ますか？」という質問に対し，肯定的回答が多いことがわかった．

表 1 回答集計結果

質問項目	平均
人の作った指導案や教材を参考にしたいと思いますか？	3.57
他の人の指導案をみることはありますか？	3.14
指導案や教材の素材をデータベース化してあれば使いたいと思いますか？	3.14
アクティブラーニングをご自身の授業で実践していますか？	3.00
過去のご自身の指導案を再利用していますか？	2.86
日常の授業活動において指導案を作ることは重要だと思いますか？	2.83
ご自身の授業でアクティブラーニングを今後増やしていこうと思いますか？	2.71
アクティブラーニングの授業事例が容易に参照できれば導入，活用が楽にできると思いますか？	2.71
他の先生の科目の進捗を意識して授業設計を行っていますか？	2.57

(注)無回答含む

また,「その他何かありましたら，記述をお願い致します.」の項目に対して「教科書会社から出ている指導書や指導要領等からすぐ参照できて，文言を持ってこられたりする機能があれば教員はうれしい.」という回答が得られた.「指導案作成，授業設計を行う際にパソコンのツールを使用していますか？(専用ソフト，Word，Excel など)」の項目に対しては，7 名中 5 名が Word，1 名が一太郎，1 名が手書きという回答が得られた．さらに「使用していない方にお聞きします．ツールで作成しない理由はありますか？(手書きのほうが楽，導入が大変など)」の項目に対して「ツールに関していえば，作成の際に様式等に制限がある場合があるので，結局自分の自由に作れるもののほうが良いと感じます.」という回答が得られた．

3.2 指導案作成支援ツールの提案

本研究で提案するツールは, PC で指導案を作成している教員が多いため，Web アプリケーションを想定している．提案ツールの使用サイクルを図 1 に示す．

はじめに，教員はデータベースに蓄積された過去の指導案，アクティブラーニング型授業の導入事例を学年,単元等の授業要素に従って参照する.また，指導案の編集や他の教員からのコメントを参照することによる振り返りの支援も行う．次に，参照した指導案や導入事例を適宜再利用しつつ，自分の指導案を作成する．HTML や Word 形式に出力し，教員が印刷，参照しやすいようにする．また，新規に指導案を作成する際には，教科書会社の指導書や指導要領の文言を引用することで，効率良く作成できると考えられる．最後に，作成した指導案をデータベースに蓄積し，他の教員も参照できるようにする．

この工程を循環させ，作成・参照・蓄積を促進する．

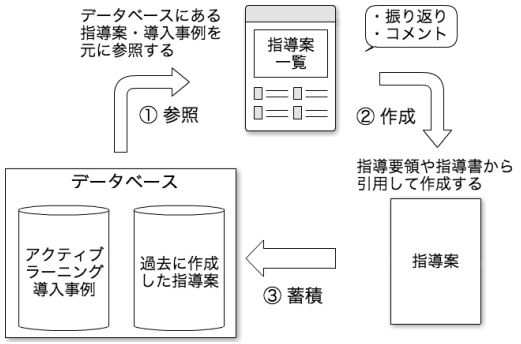


図 1 提案ツールの使用サイクル

3.3 評価方法

既存ツールを使って指導案を作成している教員，文書作成ソフトを使って作成している教員，手書きで作成している教員それぞれに本研究の提案ツールを用いて指導案を作成してもらう．それぞれの作成方法との比較を行い，作成効率，アクティブラーニング型授業の導入支援になるか等を評価してもらう.

3.4 期待される効果

本研究の提案ツールにより，指導案作成に要する時間や内容が教授経験によらず，均質化，効率化でき，アクティブラーニング型授業の導入支援が期待できる．また提案ツールの指導案作成・参照・蓄積を循環させることで，様々な様式の指導案を教員が用いることができる．

4. おわりに

本研究では教員への実態調査を行い，既存の指導案作成方法の分析を行った．分析結果から，指導案の共有やデータベース化に関して教員が比較的肯定感を持っていることがわかった．そこで，指導案を作成・参照・蓄積するツールを提案する．本研究により，指導案の作成時間の効率化や内容の均質化が期待できる.

今後は，アクティブラーニング型授業の導入支援方法の考察を行い，具体的な機能を提案する.

参考文献

(1) 京都府総合教育センター:“学習指導案ハンドブック”, http://www.kyoto-be.ne.jp/ed-center/gakko/pdf/sidoanhandbook.pdf, 参照(2016-6-3)
(2) 文部科学省中央教育審議会：“新たな未来を築くための大学教育の質的転換に向けて”, http://www.mext.go.jp/component/b_menu/shingi/toushin/__icsFiles/afieldfile/2012/10/04/1325048_3.pdf, 参照(2016-6-3)
(3) 上條晴夫：“教科横断的な資質・能力を育てるアクティブラーニング 小学校”,図書文化社 (2015)
(4) 日本標準：“授業ナビ”, http://www.nipponhyojun.co.jp/htdocs/jyugyo-navi/, 参照(2016-6-3)
(5) 安藤俊明，長谷川忍：“学校教育現場における学習指導案蓄積・共有のためのSNSシステム設計”, 電子情報通信学会技術研究報告, Vol.109, No.335, pp.7-12, (2009)

ライティング指導者の添削思考を推定する 視線パターン分析支援システムの設計

Take advantage of the learning of how to learn using the accumulated learning resources in training

中島 仁喜[*1], 松田 憲幸, 劉 朝陽[*2] ,田中 孝治, 池田 満, 瀬田 和久[*3], 林 佑樹
Toki NAKAJIMA[*1], Noriyuki MATSUDA, Liu Chaoyang[*2], Koji TANAKA, Mitsuru IKEDA, Kazuhisa SETA [*3], Yuki HAYASHI

[*1] 和歌山大学
[*1]Wakayama University
[*2] 北陸先端科学技術大学院大学
[*2] Japan Advanced Institute of Science and Technology
[*3] 大阪府立大学大学院理学系研究科
[*3]Graduate School of Science, Osaka Prefecture University
Email: s161038@center.wakayama-u.ac.jp

あらまし：本稿では、自分の「ものごと」の考え方（思考）について根源的な理由を明らかにするための表現「思知フォーマット」に注目し,思知フォーマットにこめられた著者の思考の意図を読み取るために、視線に注目した分析法を検討した.さらに、思知フォーマット上で記述された事例を熟練指導者と新人指導者の２名による添削を行ってもらい、添削時のログデータを収集・分析し、また添削者自身に対し、事例の筆者の推定について評価アンケートを行った.その結果、ライティング指導者の添削思考を推定する視線パターンの分析及び視線のログデータが思考プロセスを含む可能性を見出した.
キーワード：視線分析，ワークショップ 思考トレーニング

1. はじめに

企業の人材育成の場や病院看護の現場では数学の問題のように決まった答えはなく，多様化する仕事への適応力が求められている. そのような力を身に着けるには, 日常的に自ら学ぶ環境を作ることが重要である. 一例として, 状況によって依存し決まった答えのないことを指導することは困難であり決まった指導法が確立されていないことである．それに伴い, 人材育成の場において指導者に落差が存在する. その差を無くすべく指導が上手くできない指導者が, 指導が上手い指導者から指導について学び取ろうとしても学ぶための手がかりとなるのは新入社員が成長したという記録，すなわち「結果」だけだということが現状である. 答えのない問題に対してそのノウハウを学ぶとき,「結果」に至った指導の意図（思考プロセス）を知ることが学び手の学習効果を上げるきっかけとなると言われている[1].

筆者の所属する研究室では平成 22 年度より病院看護組織と連携し，考え方の指導法を確立することを目標とした研修（思知ワークショップ）を実施している[2]. 研修では，看護師に, 思考を論理構造で表示するための支援ツール（思知ツール）を用いて自らの経験について思考の経緯を書き表してもらい, 指導者は書き表された文章を添削・講評することで思考の指導を行う．指導者が添削する際，学習者によって書き表された文章（思考結果）を整理し，学習者の頭の中に内在する悩みを分解することにより認知されなかった自身の中の対立する 2 つの信念に気付かせることで頭の中の葛藤に向き合うための支援を行っている．この研修において熟練の指導者が添削指導を行ったとき，新人の指導者がその指導法を学ぶことが困難である．この理由は先述した企業の新人育成の場と同様，学びの手がかりが添削指導として熟練指導者によって書き表された添削後の文章という「結果」だけになってしまっているためである．以上のことから，考え方の指導のように指導することが難しく指導法が体系化していない指導を学ぶとき，学び手はその思考の意図となる思考プロセスを知ることが重要となる.

本研究では, 指導者の意図の共有に貢献することを目的とし, 自分の思考をさらに深堀するために考案されたフォーマット（思知フォーマット）上での視線の動きに注目し, 添削時の思考プロセスが視線データに含まれている可能性を示す.

2. 思知ツール

思知ワークショップでは, 看護師たちに過去に経験した業務での出来事を振り返ってもらい, 自らの思考を文章として表現してもらう. その支援ツールが, 思知ツールである. 研修の指導者は, このツール

によって作られた文章を添削・講評することで思考の指導を行う.

2.1　Web 版思知ツール

図 1 はWeb版思知ツールのケース記述画面である. まず, 自らが下した判断の論理的な道筋を思考A, もう一人の自分, あるいは他者のくだすであろう別の判断の論理的な道筋を思考 B として記述する. その後, 思考A, 思考Bの記述から対立点を葛藤として記述する. そして, 対立点を解消する新たな知識を生み出し, 「知識構築」として記述する.



図 1　Web 版思知ツール記述画面

2.2　アイトラッキング版思知ツール

添削者が添削する際の視線の動きから添削者の添削意図を読み解くツールとしてアイトラッキング版思知ツールを用いる.

アイトラッキング版思知は Web 版思知ツールと異なり, 重要項目である「思考 A」「思考 B」「認知的葛藤」「知識構築」のすべてを一瞥するだけで見ることが出来るフォーマットとなっている. このフォーマットは視線から添削者の意図を読み解くための視線ログデータを記録する際に必要不可欠な要素であり, 他の思知ツールと比べ決定的な違いである.

図 3 はケース記述画面において添削者の視線の動きと, 実際に記述に対して行われた操作を時系列順に記録したファイルの出力画面である.



図 3　ログデータの出力画面

例えば, 図の赤枠で囲まれた箇所は, 添削者がケース記述画面のある個所を添削者が注目していたことを示すログデータである. このように生成された時系列順のログデータを分析することによって, 添削者の思考をたどることが可能となる.

3.　添削思考を推定する視線パターン分析

添削指導における視線ログデータから思考プロセスを見出すための分析方法, 指導者の思考を分析した結果から推定される思考パターン, 分析結果から推定された思考パターンの妥当性に関する評価について述べる.

3.1　分析対象

6 年間による思知ワークショップで蓄積された約 70 名の 100 ケース以上の添削指導を行っている熟練指導者Aと思知ツールを用いた添削経験がある新人指導者Bの２名にそれぞれ３件の同じケースに対して添削する際に記録したログデータを扱う.

3.2 分析結果

ログデータの分析から見出した視線パターンに添削者の思考を推定された（表１）. また, 分析結果に対して視線パターン（P）とその視線パターンから推定される思考（T）の関係について指導者A, Bにアンケートを行った.

評価アンケートでは, 本研究の分析によって推定される思考とその視線パターンの組み合わせ 10 組について妥当性を評価する内容となっている. 導き出された推定に対して添削者はA「推定が妥当であると思われるもの」, B「推定が妥当ではないと思われるもの」のどちらかを回答してもらい, 推定が妥当であるかそうでないかについて選択した理由を記述してもらう. 結果, 視線パターンから導き出したすべての推定される思考が, 添削者本人から妥当であることがアンケート回答によって示された. さらに, 視線パターンと推定される思考の組み合わせについて, 添削者自身が無意識の内に頭の中で行っていた思考であることが分かった. 以上より視線から思考プロセスを見出す可能性を示すことができたのではないかと考えられる.

表１　指導者の思考推定の一部

P1：指針 A と判断 A を交互に見比べた後，指針 B と判断 B を交互に見比べ その後に葛藤を注視
T1：葛藤から読み解ける指針が書けているか，また思知フレームに合った記 述（指針と判断の区別）ができているか診断

4.　まとめ

本論文ではライティング指導者の添削思考を推定する視線パターンの分析及び視線ログデータが思考プロセスを含む可能性を見出した. 今後は指導者の思考法共有の実現に向けた, システムの開発を行う.

参考文献

(1)　田中 孝治, 水島 和憲, 仲林 清, 池田 満：”営業実習週報の質的分析による新入社員と指導員の相互作用のモデル化の試み”　第 5 回知識共創フォーラム, 石川（2015）

(2)　崔 亮, 田中 孝治, 陳 巍, 松田 憲幸, 池田 満: “医療サービス改善のための思考スキル育成プログラム”　電子情報通信学会技術研究報告, pp55-60 (2014)

教育工学をデザイン研究の系譜で再定義するための萌芽的研究の着想と目標

A Study to Redefine Educational Technology Research from Design Perspectives

鈴木 克明
Katsuaki SUZUKI
熊本大学大学院教授システム学専攻

Graduate School of Instructional Systems,
Kumamoto University
Email: ksuzuki@kumamoto-u.ac.jp

根本 淳子
Junko NEMOTO
愛媛大学 大学連携 e-Learning 教育支援センター四国愛媛分室
University Consortium for e-Learning, Shikoku Center,
Ehime University
nemoto.junko.nu@ehime-u.ac.jp

あらまし： 本発表は、教育工学の専門性を「デザイン」の伝統から再吟味した時に、実践者・研究者の育成にどのような示唆が得られるかについて探索的に調査してその知見を踏まえた提言を行おうとする萌芽的研究の着想と目標を述べた第一報である。「科学」でも「工学」でもない第三の学術的伝統である「デザイン」に学ぶという観点から教育工学の専門性を捉え直した時に、提言できることは何かを模索していくのが本研究の目的である。
キーワード：インストラクショナルデザイン，デザイン，科学，工学，萌芽的研究，着想

1. はじめに

教育工学研究は、これまで結論指向の「科学」に対して、問題解決指向の「工学」たらんことを旨とし、「現場に役立つこと」すなわち実践に資する有用性を重視してきた。その結果として、様々なインストラクショナルデザイン（ID）の理論やモデルが提唱され、教育を設計するプロセスを支援し、また効果的で効率的で魅力的な設計にするための指針を提供してきた。しかし、研究成果が蓄積され、問題解決手順の定式化が進めば進むほど、その結果提案される教育の実践が「おもしろくないもの」になってしまう傾向が指摘されたり、あるいは研究成果を活用するのは初学者のみでベテランの設計者は理論やモデルを活用していないという乖離が指摘されたりもしてきた。

近年になって、教育工学の学術的特色は「科学」でも「工学」でもない第三の伝統「デザイン」にあるとの主張が目立ってきた(1)。「デザイン」は自己表現の発露を目指す「アート」とは異なり、発注者が欲していたが具体的なイメージが持てていなかった「究極のこだわり（Ultimate Particular）」(1)(2)を創造する営みであり、ある文脈の中に産み落とされて初めて「こういうものが欲しかったんだ」と実感できるモノを現実化する行為である(2)。つまり、漠然とした姿が徐々に明確化していくプロセスが不可避であり、「工学」が目的からさかのぼってその最適解を実現する行為であることと対照的に捉えられている。

本発表は、教育工学の専門性を「デザイン」の伝統から再吟味した時に、実践者・研究者の育成にどのような示唆が得られるかについて探索的に調査し、その知見を踏まえた提言を行おうとする萌芽的研究の着想と目標を述べる第一報である。本研究は、「デザイン」の伝統から教育工学研究を捉え直した時に、提言できることは何かを模索していくことを目指した３カ年計画のものである。

2. 本研究の背景動向と研究方法

ID の理論やモデルが成熟期を迎えつつある現在、ID 研究の主流はこれまでの拡散的であった研究成果を統合し、共通知識基盤の構築を目指す動きである。例えば、ライゲルースとカー＝シェルマン(3)は、メリルが提唱した「ID の第一原理」(4)を主軸に据えて、状況依存原理でその精緻化を狙った研究の体系化を提唱した。また、ID モデルが乱立している状況を危惧し、Gropper(5)は「ID モデルが異なれば分析結果も異なり、採用するモデルの必然性が欠如しているという現状は、工学的見地からは、不完全であると言わざるを得ない」と主張し、より信頼性と妥当性が高い ID モデルを実現することが急務であるとしている。「工学」としての更なる精緻化を求める主張であり、学問領域の成熟には不可欠と思える。

一方で、「科学」や「工学」の伝統とは異なる「デザイン」の伝統から教育工学を再定義しようとする試みは主流派とは言えないものの無視できない動きになってきた。例えば、米国教育工学コミュニケーション学会（AECT）は、2010 年に学術誌 *International Journal of Designs for Learning*（http://aect.site-ym.com/?page=international_journa）を創刊した。教育工学におけるデザインについての論文を集めた書籍も相次いで発刊され (6) (7)、デザインの伝統の中に教育工学研究を位置づける試みも盛んになってきた。

そこで、本研究は、文献研究とヒアリング調査を中心に進めていく。まず、欧米で端緒についたばかりの「デザイン」の伝統から教育工学を見直そうという研究動向を調査する。その後、教育工学以外の「デザイン」の伝統に立脚している領域の実践者・研究者養成について文献とヒアリング調査を交えて調べ、その結果を整理する。最後に、教育工学研究者・実践者の養成プロセスに活かす方法についての提言をまとめ、その妥当性や実現可能性について教育工学研究者にヒアリング調査を行う予定である。

3. 本研究の斬新性

デザインの伝統から教育工学研究を捉えなおすことは、「科学」ないしは「工学」の学問領域としての確立を試みてきた教育工学研究者にとっては、これまでの常識を覆すことにもなりかねない。工業デザインや建築デザイン、あるいはその他のデザイン領域での人材育成から学べることを模索し、自らの専門性を「デザイン」の伝統から捉え直すというアプローチはこれまでになく挑戦的なものであろう。

例えば、Nelson と Stolterman(2)が主張する以下のようなデザインの考え方は素直に受け入れられるであろうか？　すなわち、「描写と説明（科学）には、アクションを処方することはできない。予測と制御（工学）には、アクションの正統性を示すことはできない。世界中で科学と工学に多額の研究資金が投じられているが、それは両者をすり合わせるとアクションが処方できると信じられているからである。残念ながら、その処方は、もう一つ別のところから発する必要がある（p.106）」。それは、本当に欲しいモノ（desiderata)である。

デザインはサービスであるが、それは人がすでに欲しいと知っているモノを創り出すことではない。デザインの成功事例では、サービスを受ける側が自分をより深く知るという驚きが起きる。顧客が当初求めていたとおぼろげながらに思っていたものを実現するだけでなく、それを超越するモノを生み出す。顧客もデザイナーも当初は完全に想像しえなかった何かがデザイン過程で生み出されることが期待されている（an expected unexpected outcome）。欲しいと思っていたことが実現するだけでなく、それと同時に当初の期待の延長線上にあるものだがそれ以上で、自分の関心にも状況にも合致した重要な何かが付加されたと思えるものが生み出される、と主張する。

デザイナーは顧客が望むものが何であるかを探り当ててひき出し、それをプロアクティブで肯定的な具体物として表現することが求められる。顧客と対話し、顧客に共感することで、顧客の「意味づくり」を手助けする。目的や方向を探り、具体的にそれを概念化し、顧客自身の理解と想像を超えながらも、顧客の願望をフルに実現するものを創造する。

顧客とデザイナーのこの関係が構築できないケースも少なくない。「芸術家デザイナー（designer artist）」は顧客のニーズに関心がなく、自己表現に熱心でその結果を顧客に押し付ける。その逆の「支援家デザイナー（designer facilitator）」は顧客の言いなりに何でも提供しようとする。その他、顧客との対話なしに既製品で済ませようとする「専門家デザイナー（designer expert）」や、顧客の求めに応じてそれを単に実現する「技術屋デザイナー（designer technician）」がいる。このいずれでもない理想的な関係は「サービスデザイン（service design）」の関係である。互いに尊敬しつつも対等で親密な関係を築き、緊張感を持って動的なデザインプロセスに十全にかつ真正に関与していく。顧客は、デザインチームの不可欠な構成員になる（いずれも著者らが試訳）。

これまでの研究者・実践者養成課程では、定説となった ID 理論やモデルに習熟し、それを応用できるスキルを育ててきた。そのアプローチは、「デザイン」の伝統では「学生の不安感を取り去る」という欠点であるとみなされる(1)。つまり、定式化を教えることは本来、不確実性に対処することを学ばなければならない学生から、そのチャンスを奪うことである。「不確実性に対処することこそが私たちデザインの専門職の中核である（p. 641）」と考えるデザインの伝統を、どのように統合あるいは折衷していくのか、その可能性は未知数である。

4. おわりに

本研究での試みが一定の提案に結びついた暁には、これまでの教育工学の研究アプローチや研究者・実践者養成のプログラムの常識に対して、新たな視点をもたらすことが期待できる。すなわち、実践者に寄り添い、実践者が漠然と描いていた授業や教材の思いを明確な形にすることを通して、新しい教育実践を切り開いていくことができる研究者の育成に資する提案としてまとめることができよう。理論を実践に応用するだけでなく、研究者と実践者の共同作業を通じて、実践者自身にとっても漠然としていた「究極のこだわりを創造する営み」の「サービスデザイン」の関係を担う研究者が育つのであれば、願ってもないことではないだろうか。

謝辞

本研究は，科研費挑戦的萌芽研究（16K12793，代表：鈴木克明）の助成を受けて行っている．

参考文献

(1) ボーリング・スミス「変化するというデザインの本質（第 37 章）」R.A.リーサー・J.V.デンプシー（編著）、鈴木克明・合田美子（監訳）『インストラクショナルデザインとテクノロジ: 教える技術の動向と課題』北大路書房、630－644.（2013）
(2) Nelson, H. G. & Stolterman, E. *The design way: Intentional change in an unpredictable world* (2nd Ed.). MIT Press. (2012)
(3) ライゲルース・カー＝シェルマン（編著）、鈴木克明・林雄介（監訳）『インストラクショナルデザインの理論とモデル（第３巻）－共通知識基盤の構築―』北大路書房(2016)
(4) 鈴木克明・根本淳子「教育設計についての三つの第一原理の誕生をめぐって[解説]」教育システム情報学会誌、28(2)、168-176（2011）
(5) Gropper, G. L. Evaluating instructional design models: A proposed research approach. *Educational Technology, LV* (5), 13-20. (2015).
(6) Luckin, R. et al. (Eds.). *Handbook of design in educational technology*. Routledge. (2013)
(7) Hokanson, B. & Gibbons, A. (Eds.). *Design in educational technology: Design thinking, design process, and the design studio*. Springer. (2014)

最先端の Learning Analytics 研究を目指して
－周回遅れのわが国の LA 研究を打破するために－

Toward the Advanced Learning Analytics Research
- Breaking the Mold and Trying Something New -

安武公一[*1]，中村泰之[*2]，山地一禎[*3]，古川雅子[*3]，梶田将司[*4]，山川修[*5]，多川孝央[*6]
Koichi YASUTAKE[*1], Yasuyuki NAKAMURA[*2], Kazutsuna YAMAJI[*3], Masako FURUKAWA[*3],
Shoji KAJITA[*4], Osamu YAMAKAWA[*5], Takahiro TAGAWA[*6]
[*1] 広島大学社会科学研究科
[*1]Graduate School of Social Sciences, Hiroshima University
[*2] 名古屋大学情報科学研究科
[*2]Graduate School of Information Science, Nagoya University
[*3] 国立情報学研究所
[*3]National Institute of Informatics
[*4] 京都大学学術情報メディアセンター
[*4]Academic Center for Computing and Multimedia Studies, Kyoto University
[*5] 福井県立大学学術教養センター
[*5]Center for Arts and Sciences, Fukui Prefectural University
[*6] 九州大学情報基盤研究開発センター
[*6]Research Institute for Information Technology, Kyushu University

Email: [*1]ystake@hiroshima-u.ac.jp, [*2]nakamura@nagoya-u.jp, [*3]{yamaji,furukawa}@nii.ac.jp,
[*4]kajita.shoji.5z@kyoto-u.ac.jp, [*5]yamakawa@fpu.ac.jp, [*6]tagawat@cc.kyushu-u.ac.jp

あらまし：現在のところ日本の「教育ビッグデータ」研究は，先行する世界の Learning Analytics (LA) 研究の現在から見て，閉塞的で周回遅れなものとなっている．ビッグデータ分析でもない．本研究では，世界の最新の研究動向（われわれの一部は LAK2016，L@S16 に参加した）を踏まえ，わが国の LA 研究において解決すべき問題点を指摘する．その上で，関連するシステム開発研究，環境整備，さらには LA の可能性を広げ真に最先端のデータ分析科学となるために必要な「進むべき方向性」について提案する．
キーワード：Learning Analytics，データサイエンス，ビッグデータ，数理科学

1. はじめに

今年（2016 年）4 月，学習分析 (Learning Analytics: LA) 分野における代表的な国際会議のひとつである Learning Analytics and Knowledge Conference (LAK) が UK のエディンバラ大学で開催された．さらに今年は学習の大規模データ分析に関する国際会議である Learning at Scale (L@S) も同時期同大学において開催された．発表者ら[(1)]はこれらの国際会議に参加し，最先端の学習分析研究の世界的動向について知見を得てきた．そこから見えてきたのは，国際的な LA 研究は常に進化しており，前回まではカッティングエッジだった話題が今回はすでに実践的で成熟したデータ解析へとダイナミックに展開しているという，当たり前の事実である．すでに海外では LMS 上に学習履歴データ分析を盛んに集めその分析だけを行なう段階から，LA の未知なる可能性に挑戦する段階に入っているとも言える．

こうした世界の現状に比べわが国の LA の現状は，大きく後れを取っているといわざるを得ない．もちろん先端的な研究も進められている．しかしその横展開や層の厚さは国際的なレベルからは程遠い．

そこで本研究では，わが国の LA 研究が現段階かかえている課題について議論するとともに，今後の研究の展開において必要になると思われる，新しい LA 研究のフレームワーク，さらには，関連するシステム開発と基盤情報整備について言及する．なお本稿が対象とするのは高等教育である．初等・中等教育の LA 研究は対象としない．

2. わが国の LA 研究の課題あるいは問題点

わが国の LA 研究がかかえる課題（あるいは問題点）として指摘できるのは，分析対象も分析手法も狭い範囲に閉じてしまっているという現状である．

まず第 1 に，LA 研究の多くはクラス単位，授業単位に対象を限定して行なわれているのが実情である．しかもそこで分析対象として収集される学習データは，主に（授業単位の）LMS 上の履歴データ，あるいはせいぜい対象を広げてデジタル端末（デジタル化された教科書など）へのアクセス記録が中心となっている．

こうした手法の最大の問題点は，特殊性と一般性を厳密に区分して抽出することができないことである．ある特定の環境，条件下で実施された授業内容の，特定の学習デバイスを通して得たデータだけを分析することで，どれだけ「学習の本質的なメカニズム」や「有効な学習プロセスを導くための十分条

件」を明らかにすることが可能なのか，疑問の余地がある（多くは事後的に収集したデータなので必要条件はある程度抽出できるかもしれないが）．

第 2 に，わが国では LA と IR (Institutional Research: 大学全体などを対象とした機関データの分析) は別物として扱うことが多い．しかしながら，高等教育環境が様々なレイヤーで重層的に構成されている以上，このような研究の縦割り的な区分を（分析対象としてではなく）最初から頑なに守ることにどれだけの意味があるのか，再考する必要があるだろう（LAK でも L@S でも LA のみならず IR に関するセッションが当たり前のように設けられている）．

そして第 3 にわが国の LA 研究の問題点として指摘されるのは，分析手法がこれまでの教育工学・学習科学研究に沿ったものがほとんどであることである．これについては次のセクションで説明する．

3. 新しい研究のフレームワークとデータ情報基盤整備の必要性

教育環境は幾層にもレイヤーが重なった重層的な構造のサブシスムである．それは神経科学が対象とするミクロのレベルから Complex Networks Science が対象とするマクロのレベルまで，各層が複雑に相互作用するシステムである．残念ながらいまの（特にわが国の）LA は，学習環境をこうした複雑系のひとつのレイヤーとしてとらえる，ほんとうの意味での「データサイエンス」としてのフレームワークは持っていない．だがこれまでの教育工学・学習科学研究の枠組みを越え他分野の領域に目を向けたとき，LA はその可能性を広げることができる[(2)(3)]．

たとえば，認知神経科学（cognitive neuroscience）レベルまで降りていくならば，近年の研究によって抽象的な数学的概念の取得（の困難さ）には，生物学的・進化論的な制約を受けた脳の機能と構造が関係していることが分かっている[(4)]．あるいは同様に cognitive neuroscience の領域で，「デジタルネィティブ」と呼ばれる世代であっても，記憶や学習にはデジタル媒体よりも紙媒体の方が有効であるという研究もある[(5)]．一方視野を教室を越えて社会的レベルにまで広げるならば，膨大な breadcrumb データの解析によって，集団の生産性と人々のコミュニケーションの在り方（その内容は無関係！）の間には密接な関係があることも分かってきている[(6)]．今後はこれまで対象外とされていたこうした領域を含めた研究も LA の射程に入ってくるだろう（事実，センサデータを使った生態学的研究に関するセッションが今年の LAK には設けられていた）．

ただし，現在の LA 研究の方法論に依拠する限り，アプローチの視野をただ広げただけではデータ間の相関性が分かるだけで，データを生成した学習のメカニズムまでは知ることはできない（他領域の教育科目を担当する教員にとって価値があるのは学習のメカニズムに関する情報，特に効果的な学習を実現させるための十分条件である．必要条件ではない）．これは統計分析に付随する本質的な限界である[(7)]．

データ間の因果関係を解明する上で有効となるひとつの戦略は「観測によるデータの収集-仮説（モデル）の提唱-仮説の検証」という数理科学のアプローチである．このアプローチは極少数の例外を除いてこれまでの教育工学・学習科学の研究では，ほとんど行われてこなかった．しかしながら，重層的なレイヤーによって構成された複雑系のサブシステムとして学習環境をとらえ，この環境が生成するデータを解析し，その意味をとらえようとしようとするならば，これまでの方法論はほぼ無力である．認知神経科学が対象とする「ミクロ・レベル」と社会的ネットワークといった「マクロ・レベル」の相互関係において高等教育環境を分析しようすれば，それに適しているのはたとえば統計物理学のような数理的なアプローチである（実際，Complex Networks Science が採用しているのは統計物理学的アプローチである）．

最後に，上で述べた新しいフレームワークでの LA とその成果を実践的に活用するために必要となる，大学間でのデータ連携のためのシステム環境ならびに基盤整備について触れる．学習現象の一般的な特性を解明しようとするならば，単に教室単位，授業単位で閉じた研究は不十分である．特に統計データから何らかの一般的法則を得ようとすれば膨大なデータの収集と処理が不可欠である（それこそが「教育ビッグデータ」である）．しかしそうしたデータを収集し共有する仕組みも得られたデータを共同で解析する研究も，わが国ではまったくと言っていいほど行われていない．もちろん学習データの収集と解析には「個人情報」という問題が付いてまわる．しかしながら，この問題が解決しないからと言って入口で足踏みをしていたのでは，わが国の LA はいつまで経っても現状を打破することはできないだろう（停滞するだけである）．こうした，個別の大学の枠を越えたデータ共有ならびに解析を可能とするシステムの開発とそのための基盤整備も，周回遅れとなってしまっているわが国の LA 研究，ひいては高等教育改革のためには，是非必要である．

参考文献

(1) 古川雅子ほか: ”第 6 回 Learning Analytics and Knowledge (LAK16) 参加報告”, mimeo (2016)
(2) MIT Online Education Initiative: “Online Education: A Catalyst for Higher Education Reforms” (2016)
(3) 安武公一，中村泰之，山川修: “Social Learning Analytics ver.2 の提案”, 情報処理学会研究報告, IPSJ-CLE8 (2012)
(4) S・ドゥアンヌ:“数覚とは何か？”, 早川書房 (2010)
(5) Ferris Jabr: “Why Brain Prefers Paper”, *Scientific American*, vol. 309, pp. 48 - 53 (2013)
(6) Alex Pentland:“Social Physics”, Penguin Press (2014)
(7) 新井紀子: “ほんとうにいいの？デジタル教科書”, 岩波書店 (2012)

学習履歴を基にした社会人学習者の学習スタイル調査

Learning style survey for Adult Learners based on Learning History Data

戸田博人[*1*2*3]，　香山裕子[*1]，　小田有希子[*1]，　小枝浩[*1]
Hiroto TODA[*1*2*3], Yuko KAYAMA[*1], Yukiko ODA[*1], Hiroshi KOEDA[*1]
[*1]富士通ラーニングメディア
[*1]Fujitsu Learning Media Limited
[*2]明治大学サービス創新研究所
[*2]Institute for Service Innovation Studies of Meiji University
[*3]熊本大学大学院教授システム学専攻
[*3]Graduate School of Instructional Systems, Kumamoto University
Email: htoda@jp.fujitsu.com

あらまし：企業内で実施されている e ラーニング学習者の状況を LMS 履歴データから分析した．社会人が e ラーニングで学習する際の学習パターンを初心者と上級者の学習履歴から比較評価した．その結果，初心者の e ラーニング学習は就業時間内学習が定着しているが，上級者は就業時間外の学習が主体となっていることが明らかとなった．
キーワード：学習履歴，LMS，e ラーニング，社会人学習，階層別学習

1.　はじめに

企業内研修において e-Learning による研修は定着してきた．多くの企業が社内研修の一環として e-Learning を利用している．富士通ラーニングメディア（以下 FLM）で提供する社会人向け e-Learning の学習者も継続的に増加している．

著者らは FLM で提供している LMS 上の学習履歴から社会人の e-Learning 学習者の学習者特性を継続的に調査してきた[(1)(2)]．全体的な社会人の学習傾向を主体に調査してきた結果，e-Learning 学習は就業時間内学習が定着していることが明らかになった．

しかし，全ての社会人が同じパターンで学習しているとは限らない．今回学習対象者を初級・中級・上級の 3 階層に分け，個々の学習者特性を調査・分析した．本稿では，その分析結果について述べる．

2.　調査対象データ

今回の学習者分析は，過去に著者らが分析したデータ[(1)]に 2015 年度の e-Learning の学習履歴を追加した上で実施した．対象とした学習者 ID 数は 26，191 件，有効ログ件数は 22，531，216 件である．学習者の分布状況は，従来の調査から大きな変動はない．男女比が男性約 80%，女性約 20%である．年代別では 20 歳代が約 40%，30 歳代が約 30%，40 歳代が約 20%，それ以外が約 10%である．

3.　時間帯別の学習状況

学習時間帯別の変化を確認するため，2015 年度の 1 日の学習時間帯別学習者ログイン状況を分析した．その結果を図 1 に示す．学習は平日の就業時間帯に集中しており，従来から変化していない．社会人の e-Learning は自席での就業時間内学習が定着していることが伺える．

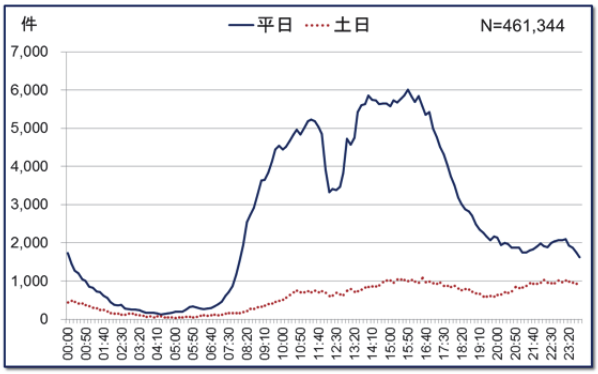


図 1　2015 年度 1 日の時間帯別学習状況

図 2 は 2015 年度の月曜日から金曜日までの 1 日あたりのアクセス数の状況を示したものである．過去の分析結果[(1)]と同様に週初めから後半に従って学習者が減少する傾向が見られる．

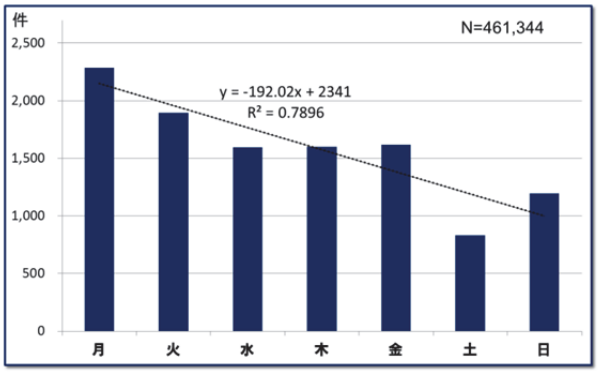


図 2　2015 年度各曜日 1 日あたりのアクセス数

2015 年度学習者の分析結果を見ても，社会人の e-Learning 学習は過去の分析結果と同様の傾向を示している．過去 3 年間で特に変化していない．

4.　対象者別の学習状況

今回，学習対象者を，初心者・中級者・上級者（リーダクラス）の 3 階層に分け，それぞれの学習対象者の学習パターンを分析した．LMS で取得した学習履歴データの中から，各階層に対応している学習コンテンツの学習状況を抽出し分析対象とした．各階層で対象としたコンテンツを表 1 に示す．

表 1　対象者層と対象コンテンツ

対象者	対象コース
初心者	初心者のためのコンピュータ基礎
	初心者のためのネットワーク基礎
	初心者のためのサーバ基礎
	初心者のためのデータベース基礎
	初めてのクラウド技術
中級者	システム開発基礎
	システム開発見積の基礎
	システム設計基礎
	システム要求分析の基礎
上級者	PMBOK(R)ガイド　第5版
	PMP(R)試験対策講座

図 3 は初心者・中級者の学習状況を分析した結果である．図 4 は上級者の学習状況を分析した結果である．上級者のデータはモバイル学習の状況も合わせて分析した．初心者・中級者のモバイル学習はデータ件数が少なく今回は分析対象外とした．

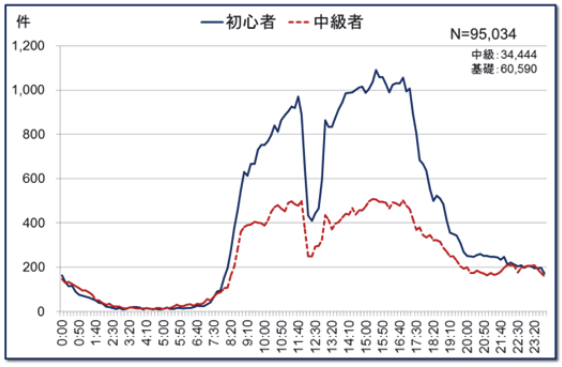


図 3　初心者・中級者の時間帯別学習状況

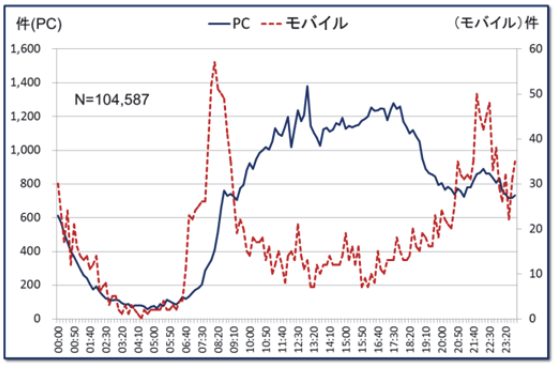


図 4　上級者の時間帯別学習状況

初心者・中級者については，図 1 に示される全体の学習パターンに近い学習状況が表れている．就業時間内学習を行っており，休憩時間帯（昼休みなど）は学習者が減少している．

しかしながら，上級者の学習パターンは全体の学習パターンと比較して大きく異なっている．上級者は休憩時間帯（昼休み）に学習者が増加している．また，夜の時間帯を含めて終日学習している様子が伺える．モバイル学習の分析結果は，7 時から 9 時台ならびに 21 時から 22 時台の学習者が急激に増加していることを示している．モバイル学習は通勤時間帯に実施されていると考えると，上級者は残業が多く退社時間が 22 時近くになっていることが想定できる．

次に，各階層の 1 回の学習にかけている時間を比較するため，2015 年度のデータから 1 回あたりの平均的な学習時間を調査した．調査結果を図 5 に示す．

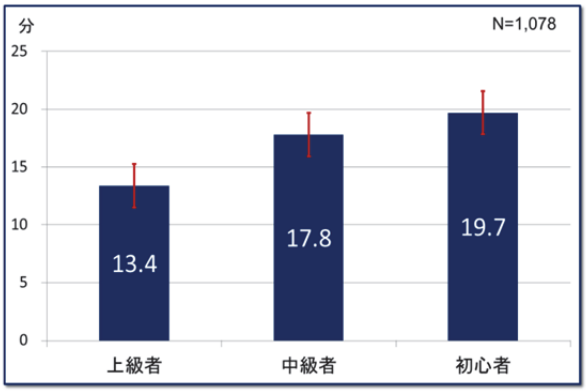


図 5　階層別 1 回あたりの平均学習時間

社会人の 1 回あたりの平均学習時間は 2012 年 10 月以降の継続調査では 20 分前後で推移している．2015 年度は 1 回あたりの平均学習時間は 18．7 分であった．平均的な 1 回あたりの学習時間と比較すると，初心者・中級者ではそれほど差異は見られない．しかし上級者は，13．4 分と他の階層と比較して 1 回あたりの学習時間が短い結果となっている．

この結果から，上級者は業務多忙のため，就業時間外あるいは就業時間内の空き時間を利用して学習していることが想定できる．

5.　おわりに

今回の調査により，対象者層により学習パターンが異なっている様子が明らかになった．この結果を考えると，e-Learning コンテンツの開発・学習支援については対象者の学習パターンに応じた設計が必要になってくるであろう．今後，コンテンツ内容も含めた学習者の学習傾向の調査を継続して行うと共に，学習支援の方法についても研究を行っていく．

参考文献

(1) 戸田博人，香山裕子，小田有希子:“e ラーニングの学習履歴を基にした社会人の学習者特性調査”，JSiSE2015，第 40 回全国大会，pp. 383-384（2015）
(2) 戸田博人，香山裕子，小田有希子:“学習履歴分析による e-Learning 学習者特性調査”，JeLA 学会誌，Vol. 14，pp. 42-52（2014）

アクティブラーニング型授業の分析 ― 授業状況推定と可視化

Analysis of Active Learning Classes — Estimation and Visualization of Lesson Process

阪口 真也人[*1], 豊浦 正広[*1], 茅 暁陽[*1],塙 雅典[*1], 村上 正行[*2]
Mayato SAKAGUCHI[*1], Masahiro TOYOURA[*1], Xiaoyang MAO[*1], Masanori HANAWA[*1], Masayuki MURAKAMI[*2]
[*1] 山梨大学
[*1] University of Yamanashi
[*2] 京都外国大学
[*2]Kyoto University of Foreign Studies
Email: g16tk007@yamanashi.ac.jp

あらまし: アクティブラーニング型授業では学修者の能動的な参加を促す必要があり，講師がどのように授業を運用するかが，これまでよりも重要となる．本研究では，講師が自身の授業の内容を把握できるようにするために，各時刻で何が行われたかを一覧可視化することを目指す．機械学習によって状況分類を自動化することで，人手を掛けずに可視化ができるようになる．4 カ月 8 科目の授業の可視化から見えてくる授業の様子について，考察する．
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，機械学習

1. はじめに

多くの教育機関ではアクティブラーニング型授業が導入されてきている．アクティブラーニングとは受講者の能動的な参加を目指した教授・学習法の総称を指し，学習内容の定着率の高さなどから，近年注目が集まっている．アクティブラーニング型授業の実施のためには，学生を誘導するなどのこれまでの授業では必要なかったテクニックやメソッドが講師に要求され，これに関する提案が数多くなされている．一方で，これらの手法を実施する講師自身が授業の成否を認識することは難しく，試行錯誤による負担を強いている．また，授業を振り返るためには，撮影された授業映像を見ることも有効である．その際にどのような授業展開がなされたのか，という情報が提示されることは有用であると考えられる．さらに，他の講師や自身の別の授業回との比較があれば，講師が自身の授業の成否を把握することができると期待できる．このような授業展開の可視化を目指して, 近年の Scientific Visualization や Information Visualization の手法を適用した例は著者らの知る限りなかった．また実験的に少数の授業について解析される例はあっても，複数講師・複数回の授業の解析は，手間がかかりすぎる問題があって実現されてこなかった．

そこで本研究では，授業収録映像から複数講師・複数回の授業の展開を機械学習により自動で判別し可視化することで，講師が自身の授業の特徴を把握できるようにすることを目的とする．

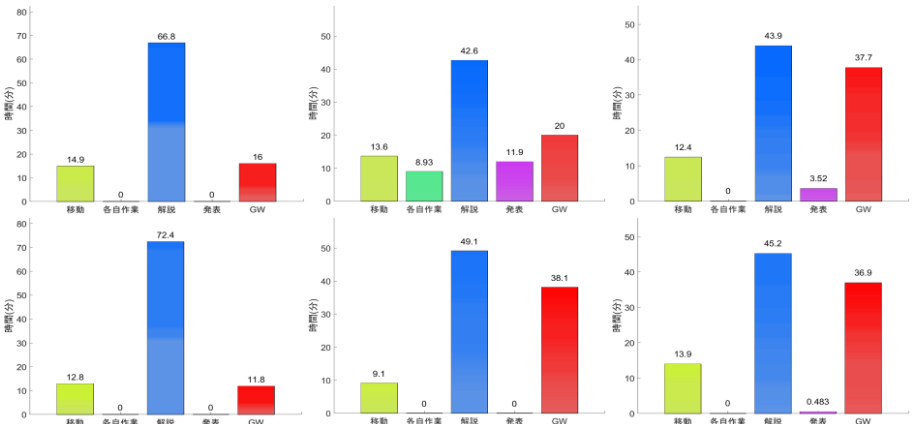
2. 授業展開の抽出と可視化

本研究では授業状況を(1)移動，(2)各自作業，(3)解説, (4)発表, (5)グループワークの 5 つに分類する．移動は授業間の移動や資料の配布，各自作業は小テストや問題演習等の個人での作業，解説は講師による指示や問題解説，発表は意見の発表や講師の質疑に対する応答，グループワークは複数人での作業が含まれる．

分析のために，教室をカメラで撮影し，講師マイクの音声を収録した．授業の様子を判断する特徴として**マイクおよび環境音の音量と映像中のフレーム間差分量**に着目をする．音量は授業の盛り上がりと相関があると考えられ，授業の状況を推定するために有用であると期待できる．環境音とマイク音を別々に収録することで，講師と受講者のどちらから出た音量かを推定する．また映像内のフレーム間差分量は授業がどれほど活発であるかを表すと考えられ，手を動かして作業をするときや講師の話を聞くときとでは大きな差があることが期待できる．これらの特徴は 1 秒ごとに取得し，1 秒ごとの授業の状況の自動判定を目指す．授業の展開をある 1 時刻の特徴のみで判断することはできないので，各時刻の特徴に加えて，前後数秒の特徴も含めたものを 1 つの特徴として分類器にかけた．

2.1 授業状況の推定

分類には Bag-of-Words による機械学習の手法を用いる．各時刻で得られた特徴の類似しているものを特徴空間上でクラスタリングをし，各クラスタのセントロイドを求める．そして求めたセントロイドから各クラスタを次元とするヒストグラムを作成し学習データとして保存する．このヒストグラムはその時間帯で起こった内容を指し示すことになる．分類対象の時刻も同様にヒストグラムを作成し，学習データと比較し, k-NN 法により類似のクラスタに分類をする．



授業 a　　授業 b　　授業 c

図 2 自動推定値と真値の可視化の例 ：上段真値，下段推定値

2.2 授業展開の可視化

機械学習によって分類した授業展開の様子の可視化を行う．可視化の例を図 1 に示す．これはタイムラインと呼ばれる可視化手法の一応用であり，授業の時系列における状況変化を表している．授業の流れや時間配分が一目で確認することができ，授業時間と同じ長さの映像を，1 枚の画像に集約して表現したことになる．また他講師や自身の他の授業と比較することで，より詳しく自身の授業展開の特徴を把握することができる．

図 2 は授業カテゴリの所要時間のみを抽出しグラフ化したものの例である．横軸は各カテゴリ，縦軸は時間を表し，授業内で各カテゴリがどの程度の時間行われたのかを一目で確認することができる．図 2 からは，すべての授業で解説に多くの時間をかけている，授業 b および c ではグループワークを多く行っているというような授業の特徴があることがわかる．このように複数の授業を並べて閲覧した場合に授業間に大きな差があることが見て取れる．これは授業の解析の大きな手がかりになると考えられる．

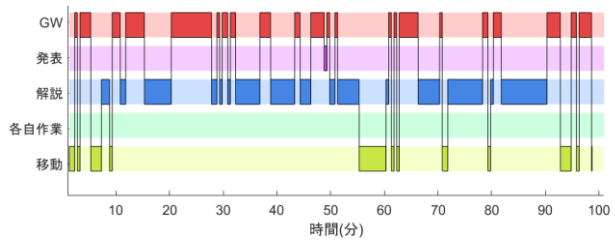


図 1 授業展開の可視化結果例

3. 実験結果

同講師による 90 分の授業映像 6 本を使い，Leave-one-out 交差検証(LOOCV)を行った．図 2 の上段の 3 つのグラフは真値を表し，下段の 3 つのグラフは上段の図に対応する授業の推定値を表している．推定率に注目すると，LOOCV の平均推定率は 72.4%であった．最大値が図 2 の授業 a で推定率 86.8%，最小値が図 2 の授業 b で 54.5%であった．およそ平均においても真値と推定値に大きな差は観られず，授業特徴を把握できることがわかる．推定率が悪かった授業 b に関しては，各自作業と発表のカテゴリにおいて誤分類が多いことがわかった．この 2 つのカテゴリは学習サンプルが比較的少なったため，より多くのサンプルを用れば，推定制度を高めることができると期待される．

4 カ月 8 科目分の授業をグラフ形式で一覧可視化し，結果の考察を行った．可視化結果は原稿の分量が限られているために省略する．対象とした教室ではアクティブラーニング型授業を強く志向する講師らが授業を行っているにも関わらず，半分以上の時間を解説に費やす傾向が見られた．また比較を行う際，自身の他の授業間に比べて，各講師間の時間配分に大きな差が見られた．これはアクティブラーニング型授業を行う講師はそれぞれ異なる指導を行い，同講師については毎回似た授業展開がなされているということがわかる．これらの情報が授業改善の手掛かりになることを期待する．

4. おわりに

授業展開を他の授業と容易に比較可能にする情報の提示することを可能にした．また映像・音声・加速度センサの特徴から，高精度の自動分類を行うことができた．

謝辞

本研究の一部は，科学研究費補助金(26282062,16K12784)の助成を受けて行われたものである．

参考文献

(1) Edger Dale, “Audio-Visual methods in Teaching, ” Dryden Press, 1946.
(2) J. Sivic and A. Zisserman, “Video Google: A Text Retrieval Approach to Object Matching in Videos,” ICCV, pp. 1470–1477, 2003.

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

Analysis of Active Learning Classes
― Evaluation and Visualization of Group Activity

水越 駿[*1], 豊浦 正広[*1], 茅 暁陽[*1], 塙 雅典[*1], 村上 正行[*2]
Shun MIZUKOSHI[*1], Masahiro TOYOURA[*1], Xiaoyang MAO[*1], Masanori HANAWA[*1], Masayuki MURAKAMI[*2]
[*1] 山梨大学
[*1]University of Yamanashi
[*2] 京都外国語大学
[*2]Kyoto University of Foreign Studies
Email: g16tk014@yamanashi.ac.jp

あらまし: 映像を用いた授業改善のために，グループ活動があればそれぞれのグループの観察する必要がある．特にアクティブラーニング志向の授業では，グループ活動が課されることの多い．グループ活動は教室内で同時多発的に起こっているため，映像観察には時間を要する．本研究では，映像中の受講者から自動でグループを推定し，活動の大きなグループを映像内で強調して可視化することで，授業内活動を抽出する支援を目指す．
キーワード: 映像解析，授業改善，アクティブラーニング，可視化

1. はじめに

近年，授業の改善のために授業の様子を映像として残す，ビデオリフレクションが多く実践されている．講師が後からその映像を見ることで，教室の様子や講師自身の振る舞いを振り返ることが可能となる. 西口(1)らや成田(2)は講師と受講者を授業映像から観察するための支援システムを提案した．丸谷(3)らはより講師行動に着目した授業内容の分析を進め，授業改善に役立てようとした．

近年，アクティブラーニング（以下，AL）志向の授業が導入されてきている．AL 志向の授業では各グループがそれぞれ議論や活動を行うことが多いが，グループごとの活動は教室において同時多発的に起こるため，状況の把握には時間と手間を要する．映像から教室の様子を把握しやすくするために，映像中の個別活動を可視化する研究もなされてきた．村上ら(4)は一斉講義を対象に受講者の集中状態を検出し，Toyoura ら(5)は受講者の反応を可視化するシステムである ActVis を提案した． ActVis では，観察範囲を手動で指定する必要があり，受講者の数が多ければ範囲の指定に時間と手間がかかってしまうという問題があった．

本研究では，ActVis において時間と手間がかかった範囲の指定を自動で行い，特に AL 志向の授業における受講者グループごとの活動を可視化する．

2. 映像からグループの自動分割

受講者は服装や髪の色などが多様であり，受講者以外の物品も映っているため，教室全体を把握しやすい俯瞰カメラの映像を用いても受講者の切り出しは容易な問題ではない．そこで受講者が映像を通してどこかで必ず動くこと，物品などは動きが無いか小さいことに注目して，映像から受講者ならびにグループの抽出を実現する．映像中において受講者の動きが活発な場所を検知すれば，その位置周囲がグループであることが期待できる．手法は混合ガウス分布推定を用い，離散的に存在する受講者をガウス分布によってグループ化，その位置を取得した．

山梨大学で行われた，グループワークを中心とする AL 志向の 3 つの授業を俯瞰魚眼カメラで撮影した映像を対象とした．3 つの授業についてそれぞれグループの自動分割を行い, 位置の精度を検証した．グループの数が増えれば精度は低くなるものの 15 グループの場合でも 60%以上の精度でグループ抽出が正しく行えた．抽出に失敗した例では，講師の机間巡視など本来受講者が存在しない場所も受講者位置の候補が生じてしまっていたものがあった. 一方，推定を誤る場合においてもおおよそ正しい位置にグループを推定できていることから，対話的な操作で推定結果に対して手動で修正ができるように実装した. これにより観察者の手間を減らせるようにした．

3. 抽出されたグループ活動に関する検討

分割したグループそれぞれについて活動度の抽出を行う．本研究では ActVis と同様にフレーム間差分を用いて受講者の動きを取得し，フレーム間差分がグループワークの活動量を正しく示しているかどうかを確かめた．この映像中のあるグループで行われたグループワークにおいてグループに属する受講者がどの程度話し合いに参加していたかのタグ付けを被験者 4 名に行ってもらった．タグはそれぞれ，観察対象のグループの中で，5:全員が議論に参加，4:80％以上の受講者が参加，3:50％以上の受講者が参加，2:30％以上の受講者が参加，1:誰も議論していない，と 5 段階に設定した．この結果，図 1 のように得られたフレーム間差分量の増減と受講者グループの活動評価の推移が必ずしも一致しないことがわかった．ここでさらに，図 2 のようにフレーム間差分の時間軸増加量に着目すると，活動評価との一定の相関が見られた．例えば，紙を囲んで話し合いが

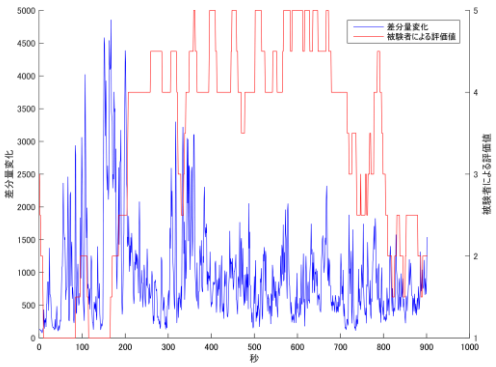


図 1.フレーム間差分と被験者による活動評価．あるグループにおいて時間軸方向に得られた被験者による活動の評価（タグ）の推移（赤線），フレーム間差分量の推移（青線）．

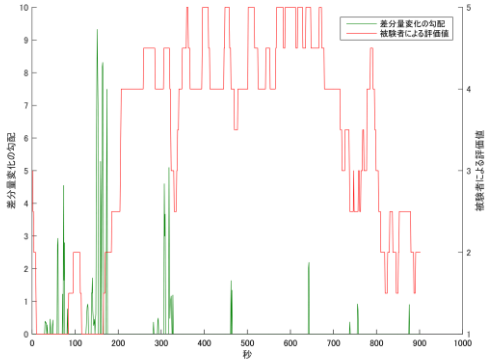


図 2.フレーム間差分量の勾配と活動評価．あるグループにおいて時間軸方向に得られた被験者による活動の評価（タグ）の推移（赤線），フレーム間差分量の勾配の推移（緑線）．



図 3.活動立ち上がりの可視化．白円は各グループ．赤円は活動立ち上がりを検出したグループ．

始まった，1 人が席を立ち話し合いが止まった，メンバー全員がノートに何かを書き始めたといった活動が見られた箇所は勾配が急であった．これらはそれぞれグループワークにおける議論と個人作業の契機であるといえる．つまり，このフレーム間差分の増加量に着目することでグループ内の活動の契機を検知することができると考えられる．このフレーム間差分画の増加量は活動立ち上がりを示しうるものとして，映像上に可視化することとした．授業の映像において時間軸上にすべてのグループの活動に着目するのではなく，活動立ち上がりが起きてから観察者がそのグループを観察ことができるようになる．映像において各グループを囲った円の色を図 3 のように変化させることでグループごとの活動を観察者に提示した．

4.　まとめ

授業中のグループワークにおいて同時に複数のグループを観察することは難しく，時間と手間を要する．本研究では今まで手動で行われてきたグループの分割を自動化し，利用者の手間を省くことを試みた．

グループである可能性が低い画素はグループの候補から省くことで位置推定の誤差は改善できると見込まれる．教室の中心から離れたグループは映像上での動きが小さくなるため，グループの推定に修正を要した．こちらも教室の奥行きを考え，フレーム間差分に適切に重みを与えて取得することで解決できると見込まれる．

また各グループの活動立ち上がりを取得し，可視化することも試みた．受講者グループごとの活動の盛り上がりを検知，観察者に提示した．

今後の研究ではグループ分割の高精度化ならびに活動立ち上がりが起こったグループについて詳細な活動評価を行う．可視化についても，観察者に注意を喚起しすぎることで注意を散漫にしないよう，工夫して適切に可視化する．

謝辞

本研究の一部は，科研費(26282062,16K12784)の助成を受けて行われたものである．

参考文献

(1) 西口敏司，村上正行，亀田能成，角所考，美濃導彦:“受講者撮影機能を持つ双方向コミュニケーション記録型講義自動アーカイブシステム”，日本知能情報ファジィ学会誌, Vol.17, No.5, pp.587-598 (2005)
(2) 成田雅博:“授業ビデオ映像を活用した授業研究支援システムに関する調査”，山梨大学総合情報処理センター研究報告, Vol.11 (2007)
(3) 丸谷宣史，杉本吉隆，角所考，美濃導彦:“講師行動の統計的性質に基づいた講義撮影のための講義状況の認識”，電子情報通信学会論文誌, Vol.J90-D, No.10, pp.2775-2786 (2007)
(4) 村上正行，G.J.Coffman，庄司哲郎，上田真由美，角所考，美濃導彦:“一斉講義における受講生の姿勢情報の分析に基づく集中状態の検出”，人工知能学会第 55 回先進的学習科学と工学研究会，SIG-ALST-A803, pp.7-10 (2010)
(5) Toyoura.M, Nishiguchi.S, Mao.X, Murakami.M:“ActVis: Activity Visualization in Videos”, International Conference on Cyberworlds, pp.222-225 (2013)

段階的学びを促す証明問題解決支援システムの開発

An Interactive Environment of Proof Questions for Systematic Learning

倉山　めぐみ*，浜本　風花*，中村　香織*
Megumi KURAYAMA*, Fuka HAMAMOTO*, Kaori NAKAMURA*
*函館工業高等専門学校
*National Institute of Technology, HAKODATE College
Email: kurayama@hakodate-ct.ac.jp

あらまし：証明問題の解決手法として，条件と結論，もしくは条件が記されたカードを利用する証明問題解決支援システムの開発を行っている．すでに開発されているシステムでは，三角形の合同に対する証明について，合同を証明するのに必要な条件と合同条件が空欄となり，そこに必要なカードを利用し，解決支援を行ってきたが，学習における差分を減らすために，空欄とカードについて段階的に学習できるようにした．
キーワード：

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)．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，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を行っている(2)(3)．この支援システムを利用して既に，高専生を対象とした利用実験が行われた．その結果，システムの操作性に関しては，良い結果を得られた．しかし，学習内容については，良い結果は得られなかった(4)．その原因の一つとして，選択できるカードが，仮定，条件に限定されている点である．そこで，仮定や条件以外の部分も空欄にしてカードを選択させることで記述式問題に近い形式で出題し，学習の進んだ学習者に適した難易度にするようシステムの開発を行った．

本稿では，空欄と選択できるカードを増やし，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，既に作成された証明問題解決支援システムの変更，追加について述べる．

2.　学習方法による違い

2.1 既存の学習方法

一般的な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．

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を考える．

2.2 提案する学習方法

本研究では 2 つの学習方法と別の方式の「カード選択方式」を採用する．

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

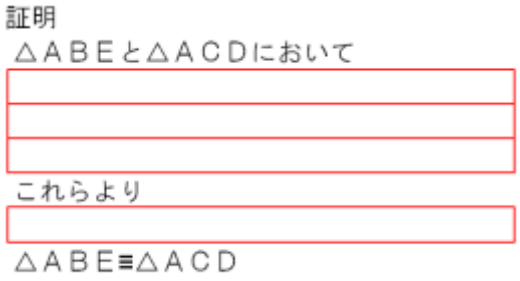


図 1　穴埋め式に近い出題形式

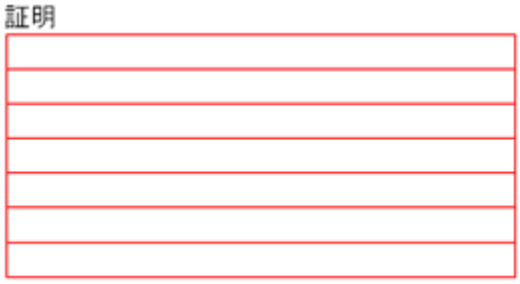


図 2 記述形式に近い出題形式

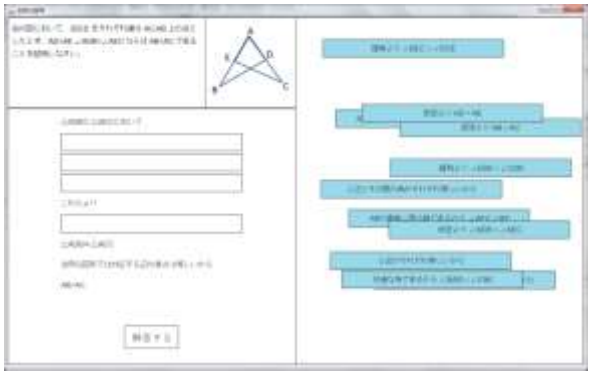


図 3 記述形式に近い出題形式

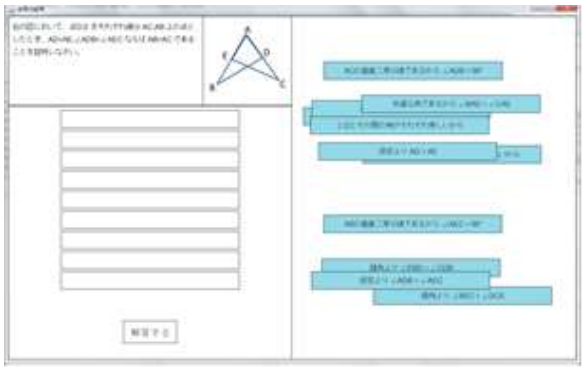


図 4 記述形式に近い出題形式

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. システムの概要

カード選択方式を用いた証明問題解決支援システムの実行画面を図 3 に示す．システムが起動すると画面上に問題が図 3 のように表示され，右側のカード群から左下の証明の空欄部分にカードをドラッグアンドドロップで移動させ空欄を埋めると解答ボタンが押せるようになり，解答ボタンを押すことでシステムが正誤判定を行うものとなっている．

このシステムを使った学習は，学習者が画面左上の問題文を読み，カード群からカードを取捨選択し，左側証明部分の空欄に当てはめていく．空欄をすべて埋めて解答ボタンを押すと，システムが正誤判定を行い，正解の場合は「正解です」というメッセージを，不正解の場合は「不正解です○枚目のカードが間違っています」というメッセージを表示する．正解の場合メッセージウィンドウを閉じた時点で問題を終了する．不正解の場合はウィンドウを閉じても問題は終了せず，カードを選択する場面に戻る．

4. 段階的な学びを促すシステム

カード選択方式の利点を活かし，最初は仮定と条件のみを空欄にして，簡単な問題を解けるようにする．学習者が学習を進めていくとまずは「与えられた図形が合同である」といった結論，次に結論から導き出される結論を空欄にしていく．次々に空欄を増やし，最終的には証明すべてを空欄にする．仮定と条件のみを探すのではなく，与えられたカードを自分で並び替えて証明を解くことで，学習者の段階的な学びを促す．

学習者が作成した証明の診断では，以下のように行っている．カードにはそれぞれ番号が振り分けてあり，各カードにはその番号を情報として持たせている．空欄番号は正解となるカードの番号と一致するので、空欄にはめ込まれたカードの番号と比較すると正誤判定が行われる．また，仮定から導かれる 3 つの要素のように順番を問わない部分に関してはどの順番でカードがはめ込まれていても正しければ正解と判定を行う．

5. まとめ

本研究では，既に開発されている証明問題解決支援システムについて述べ，問題の難易度を向上させるための空欄とカードの追加と正誤判定の変更を行った．

今後の課題として，以前の研究で行われた証明問題の構造分析の結果から作成された分布図による難易度の情報をデータベースに持たせ、システムを改良する必要がある。また、空欄とカードを増減させることで難易度を段階的にあげられるように対応した問題作りを行うこと、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 15635722 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
(4) 中村香織，浜本風花，倉山めぐみ，証明問題解決支援システムの利用実験，教育システム情報学会 2015 年度学生研究発表会予稿集，pp.143-144，2015

能力別の最適なタイピング練習回数に関する研究

Study on most suitable typing exercise

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：情報リテラシーが求められるようになって久しい．情報リテラシー教育として大学入学前から「情報」の授業が行なわれるようになってきた．しかし社会人として求められるタイピング能力に限れば，スマホの普及に伴いキーボードの操作を苦手とする学生も増えてきている．レポートを作成するにもパソコンを避けて通ることはできない．本講ではタイピング能力の上達と練習回数の関連性についてまとめ，効果的な練習指導に繋げていく．
キーワード：タイピング練習，情報リテラシー，

1. はじめに

情報リテラシー教育が必須となってから久しい．リテラシー教育とひと言でまとめても，初歩的な内容から高度なものまで多様となっている．殊に高等学校で「情報が必修化」されてから，大学・短期大学に入学してくる学生の情報リテラシー能力の差が顕著になり，大学で求められる情報リテラシー教育にもさらに多様性が求められるようになってきた．

社会では一般的にワープロと表計算の能力を有することが期待される．本学でも「情報機器演習Ⅰ・Ⅱ」において表計算とワープロ能力を高めるカリキュラム内容としている．しかしそれ以前の問題として，10 年前の学生と比べて，キーボードに慣れていない学生が増えてきたように思われる．これをスマートフォンの普及が原因と指摘する報告もある（児島完二，2016）．

そこで，タイピング能力の向上を目的に 2004 年から取り組んできたタイピング課題を体系化し，効果的な指導方法についての検討を行なうこととした．タイピング課題の取り組み状況を検証し，効果的な練習回数を提示することにより，どの程度能力向上の効果が見られるかについて確認する．

2. 研究概要

本研究では，必修科目である「情報機器演習Ⅰ」履修者の課題取り組み状況を元に研究を行なった．授業内で課したタイピング練習を通じて，レベル向上を確認すると共に，どの程度の練習量がレベル向上に効果的なのかについて確認を行なった．ここから，開始時のレベルに合わせて最適なタイピング練習量を提示し，無理のないレベル向上を図ることとした．

「情報機器演習」は 1 年次の必修科目として前期と後期に開講されている．前期の「情報機器演習Ⅰ」では Excel と Word を中心に学び，後期の「情報機器演習Ⅱ」では Excel の復習と PowerPoint を用いたプレゼンテーションを学ぶ内容となっている．

本学におけるタイピング練習は 2004 年度から専用ソフトウェアを導入するなどして授業内に取入れてきていた．しかし学生の自主性に任せていた関係から，継続的な調査は行なっていなかった．情報教室のハードウェア環境更新に伴いタイピングソフトの更新が行なわれなかったため，練習方法としてインターネット上のタイピング練習サイトを用いることとした．本稿で学生に紹介して練習に使用しているサイトは「e-typing*」の「腕試しレベルチェック」である．授業内で学生に記録用紙を配布し，次回授業までに一定回数以上練習を行なって記録を付けるよう指導している．記録を残すように指導を始めたのは 2014 年度からである．これまで全く取り組まない学生も一定数存在するが，8 割以上の学生は積極的な取り組みを行なっている．

課題として 2014 年度の授業から記録を行なっており，そこから「練習量－上達度」についての分析を行なう．ここから効果的に上達に繋げる練習回数を求め，2016 年度学生に対して練習回数が上達に与える影響について検証を行なうこととした．

データは筆者が担当するコミュニティ文化学科の「情報機器演習Ⅰ」で回収したものを用いた．履修人数は表 1 の通りである．

表 1 「情報機器演習Ⅰ」履修人数

年度	2014	2015	2016*
履修者数	42	64	60

***20016 年度より「情報機器演習 A」**

調査を開始するに当たり，練習量とレベルアップについて正の相関関係が確認されると予測した．これについて検証した後，強い相関関係が見られなかったことから，改めてレベル別の指導について検討を行なった．

*e-typing ((http://www.e-typing.ne.jp/)

3.　タイピング練習サイトについて

タイピング練習サイト「e-typing」の練習画面イメージは図 1 の通りである．特徴として，無料で使用できること．ブラウザ上で動作するので，練習環境の自由度が高いこと．課題数が多いこと．毎回詳細な成績が表示されることから，自分の上達具合を把握しやすいという事が挙げられる．またサイト内の説明ではユーザー登録により詳細なデータを確認できることになっている．一通り練習後に出力される情報は図 2 の通りで，これを表 2 に表す．スタート時に練習のテーマを選択することが可能となっていて，その時どきの気分で内容を選ぶことができる．また，特に薦めてはいないが，「日本語タイピング」以外にも，「英文タイピング」や「かなタイピング」なども選択し練習することができる．



図 1　e-typing　練習画面



図 2　e-typing　スコア表示

表 2　e-typing　スコア表示

スコア
レベル
入力時間
入力文字数
ミス文字数
WPM
正解率
苦手キー

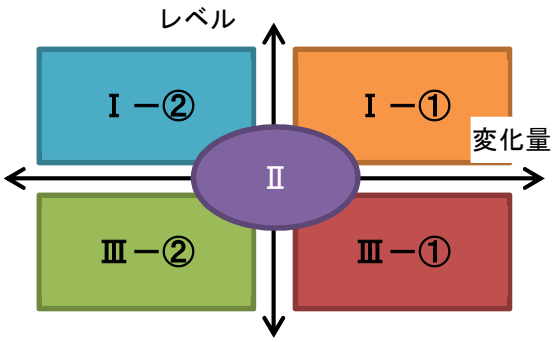
学生にはスコアを記録用紙に転記し，提出するよう指示している．しかし学生によっては練習を促していても，練習しない者や，練習していても記録シートを提出しない者もいるため，履修人数通りのデータ数は得られていない．

4.　データ分析

2014 年度生と 2015 年度生のデータから分析を行なった．始めに提出された記録を分析しやすいよう，コードに置き換え一覧表にまとめた．データ整理にあたり，全員がレベルアップしていると限らないことが問題となった．そこで，二つの観点から分析を行なうこととした．一つは一週間当たりの練習量とレベルアップの関係性であり，もう一つは開始時のレベルと練習量が及ぼす伸び代についてである．

4.1　練習量とレベルアップの関係性

練習量とレベルアップに焦点を当てて検証した．始めにデータを大きく 5 群に分けた．レベルに焦点を当て，タイピング練習前に比べてレベルアップした群（Ⅰ群），変化しない群（Ⅱ群），どちらかというと下がった群(Ⅲ群)．次いで変化量に焦点を当て，Ⅱ群を除いた群の中で，変化量の大きい群（①群）と僅かな変化の群（②群）に分け，合計 5 つの群（図 4）でそれぞれ練習量について検証を行なった．検証した結果，僅かであるが練習量とレベルアップに関連性が見られ，少なすぎず且つ多すぎない練習量が好ましいという結果だった．



Ⅰ-①群：最終的に大きく伸びた群
Ⅰ-②群：最終的に少し伸びた群
Ⅱ群　　：変化していない群
Ⅲ-①群：伸びたと言えず波が大きい群
Ⅲ-②群：伸びたと言えず波が小さい群

図 4　検証群

4.2　開始時のレベルと練習量が及ぼす伸び代

開始時のレベルを基準に，練習量とその結果の到達レベルについて確認した．こちらも開始時のレベルが低い学生ほど，上達の余地が残っていることは当然だが，個別に見ると 7 段階上達（「B-」から「Good!」）した学生は先の結果と矛盾せず，少なすぎず多すぎない練習量の学生ほど上達が見られた．

5.　まとめと展望

タイピング練習に当たり，闇雲に回数を増やすのではなく，達成度合いに合わせて調整が必要なことがわかった．この結果をもとに 2016 年度学生を対象に指導を行ない，今回明らかになった結果との検証を行なっていく．

歩行動作を対象とした Cloud 上での解析環境構築の試み

Proposal for Cloud Computing and Application for the human Gait Analysis

松澤 拓也[*1], 香山 瑞恵[*2], 橋本 昌巳[*2], 二上 貴夫[*3]
Takuya MATSUZAWA[*1], Mizue KAYAMA [*2], Masami HASHIMOTO [*2], Takao FUTAGAMI[*3]
[1] 信州大学大学院理工学系研究科
[*1]Graduate School of Science & Technology, Shinshu University
[*2] 信州大学工学部 [*3] 東陽テクニカ
[*2]Faculty of Engineering, Shinshu University [*3]TOYO Corporation
Email: 15tm530c@shinshu-u.ac.jp

あらまし：本研究の目的は，歩行動作解析のクラウド化による効率的な被験者へのフィードバックシステムの開発である．慣性計測装置で計測したデータをクラウド上にアップロードし分析と可視化を行う．本稿では，歩行計測の結果から歩行の安定性と効率性をクラウド上で評価する仕組みを概観し，可視化の成果を示す．
キーワード：歩行解析，安定性，クラウド，加速度，慣性計測装置

1. はじめに

医療やリハビリテーションの場において歩行支援のための動作解析が行われている．歩行動作の解析にはビデオカメラ，レーザー，フォースプレート，加速度センサなどを用いる手法がみられる [1,2]．しかし，これらの計測手法は複数の計測機器や計測手法を複合して利用しており，計測環境の構築が容易ではないという問題点がある．この問題を解決するため，本研究では，被験者の腰部に装着した 1 つの IMU（Inertial Measurement Unit）のみで実現する計測手法および簡易な解析手法の提案を提案し，歩行動作解析システムの構築を進めてきた [3]．なお，本研究で利用する IMU では 3 軸(左右方向, 前後方向, 上下方向）の加速度と 3 軸の角速度を計測できる．

本稿では，解析システムの利便性と汎用性の向上を意図した目的で，クラウド環境での動作解析システムの設計について述べる．

2. 解析システム

本章では，スタンドアロン PC 上で動作する従来の解析システムについて概観する．この解析システムは計測データ変換ツールとフィードバック情報生成ツールとから成る．以下，各部について示す．

2.1. 計測データ変換ツール

計測データ変換ツールは，計測したデータからユーザへ提示するためのデータ（フィードバックデータ）に変換するツールであり，計測データと補助データ，運動範囲，被験者の初期位置を入力とする．

2.2. フィードバック情報生成ツール

フィードバック情報生成ツールは，計測データ変換ツールにより変換された解析を行うためのデータ（以下，フィードバックデータ）を入力とする．フィードバックデータは時間, 3 軸の角速度, 3 軸の加速度, 3 軸の変位, 運動平面上の合成速度からなり，これらの値から次節に示す計算方法を用いて歩行の

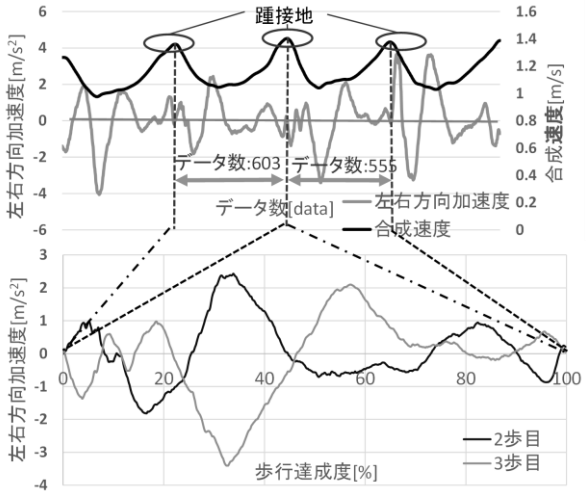


図 1：パーセント歩行周期に基づく 1 歩の正規化

安定性の各評価値を出力する．

2.3. 計算方法

本研究では，ある片足の踵接地（図 1 上段の上に凸部）からもう一方の足の踵接地までを“1 歩”とし，解析単位とする．また，被験者によって 1 歩に要す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 [1] の考えに基づき正規化し評価を行う．本研究では, この考え方を 1 歩に適用し評価を行う．

一般に，歩行動作の解析には安定性という指標が用いられる．安定性は，対称性，再現性，動揺性，円滑性からなるとされている [1]. 本研究では, 更に，歩行時の速度変化から歩行の効率性を定義し，5 つの指標用いて解析を行っている [3].

3. クラウド化のための概念設計

3.1. システム概要

現在の解析システムのクラウド化を行うことで，利用場所の制限が少なくなることや，計測データの

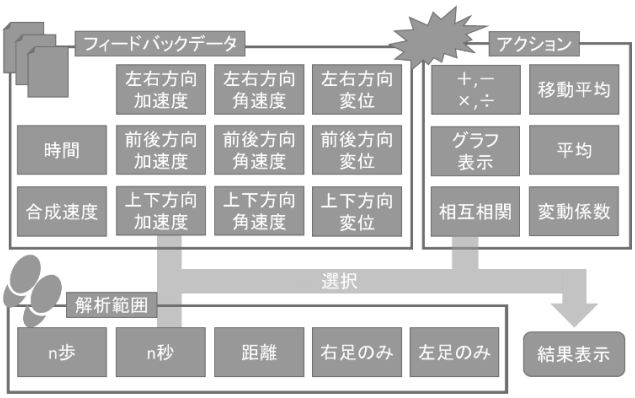


図 2 : フィードバック情報生成ツールの概念図

集積が容易になること，集積したデータから新たな知見が得られるといった利点があると考えられる．そのために，2 章に示した解析システムにデータベースを追加し，クラウド化を行う．データベースではアップロードされた計測データ，フィードバックデータ，被験者情報等を集積する．また，データベースにより計測データやフィードバックデータ，被験者情報を管理することで，年代，性別における評価指標の平均など，新たなフィードバックの可能性がある．

3.2. フィードバック情報生成ツールの概念設計

クラウド化に伴う新たなフィードバック方法について概念設計を図 2 に示す．ユーザは，フィードバック可能なデータ群から可視化したい項目を選択する．次に選択した項目の解析範囲を選択する．ここでの解析範囲とは，歩数や時間，距離，足の左右などである．最後に選択した項目に対する演算やグラフ表示といったアクションを指定し，結果を表示させる．例えば，フィードバックデータから時間と左右方向の加速度を選択し，解析範囲からは 10 歩，アクションからはグラフ表示を選択した場合，縦軸に左右方向の加速度，横軸に時間をとり波形のグラフをユーザに提示する．

また，フィードバック情報生成ツールの応用として，歩行以外の運動への適用を検討している．歩行以外の運動に対してフィードバックを行う場合，新たにアクションや解析範囲を定義する必要があると考える．例えば，陸上競技に適用した場合，解析範囲は歩数，秒数，右足，左足の他に 400m トラックのストレート部分，カーブ部分のようにトラックの範囲毎の選択が考えられる．このように，フィードバックの対象毎に解析範囲を増やせるよう検討していく．

3.3. 生成例

歩行の安定性についてクラウド上で各評価指標の自動算出を実装した．2 章に示した歩行の安定性としての 5 指標を選択した場合は，歩行の評価指標をユーザに提示する．

対称性は，ある 1 歩の加速度波形とそれに続くもう 1 歩の加速度波形の変化に対して，相互相関から算出している．フィードバック情報生成ツールでは，フィードバックデータからは 3 軸のいずれかの加速度を，アクションからは相互相関を，解析範囲からは n 歩を選択することで算出できる．

再現性は，解析対象区間での同一足での加速度波形の相互相関を用いて評価値を算出している．フィードバック情報生成ツールでは，フィードバックデータからは 3 軸のいずれかの加速度を，アクションからは相互相関を，解析範囲からは右足のみもしくは左足のみを選択することで算出できる．

動揺性は，歩行時の腰部の変位と解析対象区間での平均値との差分の和から算出し評価値としている．フィードバック情報生成ツールでは，フィードバックデータからは 3 軸いずれかの変位を，アクションからは平均と四則演算を，解析範囲からは任意の範囲を選択することで算出できる．

円滑性は，解析対象区間での 1 歩に要する時間のばらつきを，変動係数を用いて算出し評価値としている．フィードバック情報生成ツールでは，フィードバックデータからは時間を，アクションからは変動係数を，解析範囲からは秒数，距離以外を選択することで算出できる．

効率性は，解析範囲内の 1 歩における運動平面上の合成速度の速度差から仕事率を算出し，評価値としている．フィードバック情報生成ツールでは，フィードバックデータからは合成速度を，アクションからは四則演算を，解析範囲からは任意の範囲を選択することで算出できる．

4. おわりに

本稿では，解析システムの利便性と汎用性の向上を意図した目的で，歩行動作を対象としたクラウド上での解析環境構築の設計について述べた．

フィードバック情報生成ツールについて，これまでに定義してきた歩行の評価指標の自動算出の実装を行った．

今後は，フィードバック情報生成ツールのデータ，解析範囲，アクションの組み合わせ部分の実装を行う．また，システムを実際に利用し，計測データ，フィードバックデータ，被験者情報等の集積を行う．集積したデータから新たなフィードバック手法の提案ができないか検討を行っていく．

参考文献

(1) 小椋一也,小渕修一,小島基永,古名丈人,潮見泰蔵,“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）, pp1038-1040, 1993.
(3) 松澤拓也,香山瑞恵,橘本昌巳,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.

最尤推定によるスピードスケート競技の滑走軌跡同定

Consideration for Tracking Analysis of Speed Skating by maximum likelihood estimation

小島 匡顕[*1], 松澤 拓也[*2], 香山 瑞恵[*3], 橋本 昌巳[*3], 二上 貴夫[*4]
Masaaki KOJIMA[*1], Takuya MATSUZAWA[*2], Mizue KAYAMA[*3], Masami HASHIMOTO[*3], Takao FUTAGAMI[*4]
[*1] 信州大学大学院総合理工学研究科
[*2] 信州大学大学院理工学系研究科
[*1*2]Graduate School of Science & Technology, Shinshu University
[*3] 信州大学工学部
[*3]Faculty of Engineering, Shinshu University
[*4] 東陽テクニカ
[*4]TOYO Corporation
Email: 16w2026e@shinshu-u.ac.jp

あらまし：MEMS 慣性計測装置を用いたスピードスケート競技の計測においては，滑走範囲内全てを探索し，位置座標の候補を算出し，候補の中から最も滑走軌跡に近い位置座標を同定する．この過程には多大な時間を要し，また人によっては違う滑走軌跡を同定する可能性がある．本研究では，過去に得られた計測データをもとに，最尤推定を用いることで位置座標同定の効率化を図る．
キーワード：尤度，最尤推定，スピードスケート，カーブ滑走

1. はじめに

近年，ビデオカメラやセンサなどを用いた動作解析の研究がなされている(1)．動作解析では，人や物の動きを数値化し，分析・解析することで，動作の特徴を読み取ることができる．

我々はこれまで, MEMS 慣性計測装置（以下, IMU）を用いた動作解析の研究(2,3)をしてきた. IMU を内蔵した装置を被験者の腰部に装着し計測を行う．場所に囚われず計測できること，また軽量かつ小型であることが特長である．現在，スピードスケートと歩行の動作解析が可能である．

2. 従来手法の問題点

IMU による計測の問題点として，偶然誤差（ランダム誤差）がある．我々は，計測によって得られた加速度から位置座標候補を算出し，その滑走軌跡を可視化してきた．一般に，位置座標候補は数十～数万算出される．その上で，ビデオカメラによる滑走撮影動画を参照しながら，もっとも実際の滑走軌跡に近いであろう位置座標を同定してきた．この過程には多大な時間や経験，知識を要し，また，選ぶ人によっては異なる軌跡を同定することがある．

そこで本研究では，最尤推定を適用し，軌跡同定の支援となる手法を導くことを目的とする. その際，各位置座標候補における尤度を想定し，尤度が大きい候補から順に提示することとした．これまでの研究で，スピードスケート競技においてはストレート部分の滑走に比べて，カーブ部分の滑走では個人差が小さいことが分かっている(4)．このことより，本手法はカーブ部分に限定して適用する．このとき，カーブ部分を 180 の微小区間に分割し，各区間における微小尤度を求めることとした．

しかし，従来手法では次に示す 3 つの問題点が挙げられる．1 点目は，位置座標候補には解析の仕様上，位置誤差が含まれる点である．2 点目は，カーブ部分の滑走において，滑走コースよりも内側の滑走軌跡や，滑走コース外寄りの滑走軌跡に対する尤度が低くなることである．3 点目は，数万に及ぶ位置座標候補について，同じ尤度の候補が複数出現することである．本研究ではこれらの問題点の改善を試みる．

3. 密度関数の改善

前章の問題点を改善するため，滑走軌跡同定手法の再検討を行う．

3.1 解析による位置誤差

本研究で使用している IMU での解析による最大位置誤差は約 0.5 m である．この位置誤差を考慮した密度関数を定義することで，より尤もらしい軌跡を上位に選出することを目指す．

3.2 カーブ部分の滑走特徴

10 名のスピードスケーターによる滑走に対して，カーブ部分の位置座標を極座標系で表したとき，以下の特徴がみられた．

- カーブ中央付近に進行するにつれ，中央値より内側（原点に近い方）の狭い範囲に集中して分布している．
- カーブ中央付近からカーブ終了付近に進行するあたりでは，分布に偏りはみられない．
- カーブ終了付近では，中央値より外側の狭い範囲に集中して分布している．

3.3 密度関数の定義

前節までの特徴を踏まえて，各微小区間における密度関数を次のように定義した．

ある微小区間kでは図 1 のような密度関数を定義する．まず，従来手法と同様に，10 名のスピードスケーターによる滑走の位置座標の平均値と標準偏差を用いて範囲を定め，動径r_kの値によって微小尤度が定まる．そして，改善点として，偏角θ_kの値で場合分けをし，最大微小尤度をとる区間（$L_k(\theta) = 1.0$となる区間）を図 2 のように場合分けをし，変化させた．$0° \leq \theta_k < 30°$においては，最尤推定を適用しない．これは，カーブ部分において最も個人差が大きい区間であるからである．$30° \leq \theta_k \leq 100°$（図 2①）においては，図 1 の①の範囲で最大微小尤度をとり，$100° < \theta_k < 120°$（図 2②）においては，図 1 の②の範囲で，$120° \leq \theta_k \leq 180°$（図 2③）においては，図 1 の③の範囲で最大微小尤度をとる．

4. 密度関数の評価

前章で示した密度関数の評価を行う．

4.1 適用方法

前章で示した密度関数を用いた最尤推定を滑走軌跡候補に適用する．用いるデータは，密度関数の平均値，標準偏差を算出したデータとは異なる 6 データとした．これらのデータの位置座標候補の数は 1 桁から 5 桁とさまざまである．

4.2 適用結果

改善した最尤推用した結果，特定の尤度の値に偏らず，各候補の順位に差が出た．例えば，位置座標候補の数が 15682 のデータにおいては，最大尤度となった位置座標候補は 2 パターンに限定された．従来手法では 47 パターンであったことと比較しても改善が確認できた．

また，カーブ部分滑走時に滑走コースよりも内側の滑走軌跡についても，尤度が一意に低くなることはなく，その前後の滑走軌跡の尤もらしさが反映した順位となっていた．

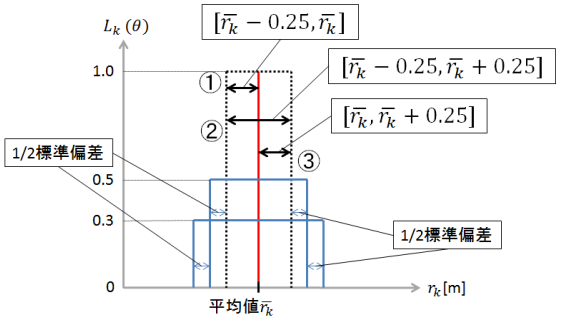


図 1 密度関数

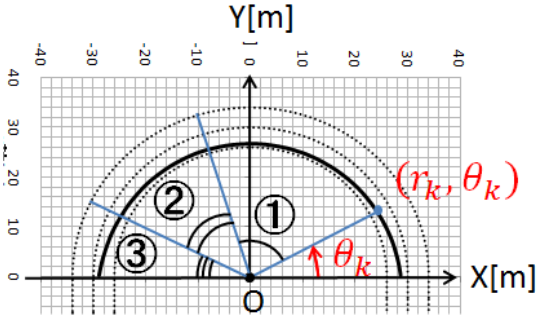


図 2 カーブ部分の場合分け

4.3 考察

改善手法では，密度関数の平均値に位置誤差をもって範囲を定めることで，1 点目の問題点が改善された．2 点目の問題点については，リンク内側に位置する軌跡があったとしても一概に尤度が低くならないことを確認できたデータもあった．しかし，今後適用事例を増やし，その改善を確認する必要がある．3 点目の問題点に対しては，滑走特徴などを加味することで，位置座標候補の尤度の差が明確になり，順位に差がついた．

さらに，各データにおける最尤推定後の上位候補に対して，滑走撮影動画を参照し，軌跡同定を行った．滑走撮影動画から位置を確認できる点に着目し，不適切なものを除外した．そして，尤度の大きい順番に候補を確認し，もっとも実際の滑走に近いであろう軌跡を同定することができる可能性を見出した．以上のことから，提案手法による軌跡同定の効率化が示唆されたと考える．

5. おわりに

本稿では，解析による位置誤差と，スピードスケート競技のカーブ部分の滑走特徴を考慮することで，従来手法の問題点を改善し，スピードスケート競技の滑走軌跡同定の支援となる手法を述べた．

今後は，IMU とは異なるデータを用いた平均値と標準偏差を用いて最尤推定するのが適切であると考え，その点について検討を行う．

参考文献

(1) 阿江通良:“スポーツ選手のスキルフルな動きとそのコツに迫る”，人工知能学会誌，Vol.20, No.5, pp.541-548 （2005）
(2) 高橋佑他:“スピードスケート滑走における滑走速度の特徴に関する考察”，人工知能学会 SIG-KST-2014-01-03, pp.1-6 （2014）
(3) 松澤拓也他:“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”，信学技法，Vol.115, No.139-ET2015-66, pp.41-46 （2015）
(4) 小島匡顕他:“離散型密度関数を用いた尤度推定によるスピードスケート動作解析の検討”，教育システム情報学会 2015 年度学生研究発表会，北信越地区，pp.19-20 （2016）

項目反応理論に基づいた適応的足場かけを用いた穴あきワークシートの提案

Proposal of a Fill-in-the-blank Worksheet using Adapptive Scaffolding Based on Item Response Theory

榎本 命[*1], 宮澤 芳光[*1], 宮寺 庸造[*1], 森本 康彦[*1],
Mikoto ENOMOTO[*1], Yoshimitsu MIYAZAWA[*1], Youzou MIYADERA[*1], Yasuhiko MORIMOTO[*1],
[*1] 東京学芸大学
[*1]Tokyo Gakugei University

あらまし：本研究では，学習者のプログラミング能力に応じた支援を目的とし，項目反応理論に基づいた足場かけの枠組みを穴あきワークシートでの演習に適用する手法を提案する．具体的には，空欄の大きさが異なる穴あきワークシートを作成し，それぞれの穴あきワークシートの難易度を項目反応理論に基づいて分析し，適切な足場をかける方法を提案する．本論では，穴あきワークシートの課題を項目反応理論で分析した結果を報告する．

キーワード：プログラミング教育，穴あきワークシート，項目反応理論

1. はじめに

近年，初等中等教育を中心としてプログラミング教育が注目されている．プログラミングとは，コンピュータに意図した処理を実行させるためにプログラムを作成することであり，このプログラミングの能力を習得させるための教育をプログラミング教育と呼ぶ．プログラムを用いて現実の課題を解決するには，文法的な知識の習得のみだけでなく，解決する場面を想定し，実際にプログラムを作成して学ぶ必要がある．そこで，プログラムの一部を空欄として，その空欄に当てはまるコードを解答させる穴あきワークシートを用いた学習方法が挙げられる．穴あきワークシートは，穴を埋めるために既に書かれたコメント文やコードをヒントとして自ずとプログラムの処理過程を考える機会が増え，理解が深まると言われている(1)．また，学習者が空欄を埋める学習と，空欄の周囲にヒントとして情報を残すことで支援を同時に行うことが出来ると考えられる．しかし，一般的な穴あきワークシートは，プログラムの中で静的に空欄が設定されるものであり，学習者の能力に応じて空欄が大きすぎれば課題を解くことが困難になり，空欄が小さすぎると学習者自身が思考する学習機会が減少するため，トレードオフが存在する．

本研究では，プログラムに異なる大きさの空欄がある穴あきワークシートを用いて，学習者のプログラミング能力に応じた支援を行う方法を確立することを目的とする．具体的には，足場かけの枠組みに基づいた穴あきワークシートを提案し，この穴あきワークシートを用いた学習環境を提案する．本論では，足場かけの枠組みに基づいた穴あきワークシートを作成し，被検者にその穴あきワークシートを解かせ，そこで得られた反応データから項目反応理論に基づいて分析した結果を示す．

植野・松尾（2015）らは，項目反応理論に基づいて適応的なヒントを用いた足場かけの研究を行っている(2)．ここでは，プログラムを学習させるため，トレースの課題を出題し，誤答したときに学習者に応じたヒントを提示している．本研究は，ヒントの提示ではなく，穴あきワークシートの空欄の大きさを変化させることで足場かけを実現する．

2. 項目反応理論に基づいた足場かけ

まず，足場かけの枠組みに基づいた穴あきワークシートを定式化する．ここでは，項目反応理論に基づき，被検者の反応データXから課題jの識別力パラメータa_j，課題jにおいてk番目の空欄の大きさで正答するときの難易度パラメータb_{jk}を推定する．本研究では，被検者iが課題jを解くとき，はじめの空欄の大きさで正答したものを$k=\mathrm{K}$とし，次の空欄の大きさで正答したものを$k=\mathrm{K}-1$，さらに次の空欄の大きさで正答したものを$k=\mathrm{K}-2$というように，学習者が正答するまで空欄を小さくする．これにより，

$$X=\{x_{ijk}\},(i=1,\dots,N,j=1,\dots,n,k=0,\dots,K)$$

を得ることが出来る．ただし，

$$x_{ijk}=\begin{cases}1 & \text{空欄の大きさが}k\text{のときに学習者}i\text{が課題 }j\text{ に正答}\\ 0 & \text{それ以外}\end{cases}$$

である．$k=0$は最小の空欄で誤答したことを表し，$x_{ij0}=1$は最小の空欄で誤答した反応データを示す．正答率は，反応データから推定した被検者iの能力パラメータθ_iと項目パラメータa_j，b_{jk}を所与として，式(1)の通りである．

$$P(u_j=k|\theta_i)=\frac{1}{1+\exp(-1.7a_j(\theta_i+b_{j(k-1)}))}-\frac{1}{1+\exp(-1.7a_j(\theta_i+b_{jk}))} \quad (1)$$

これにより，学習状況を能力パラメータθ_iとして，能力に応じた足場かけを行うことができ，課題に正答するごとに逐次能力を推定することで，能力が向上するに従って空欄が増加し，足場かけが実現される．

3. 足場かけに基づいた穴あきワークシート

3.1 足場かけの枠組みの適用

本研究では，穴あきワークシートに対して足場かけの枠組みを適用する．ある課題に関して段階的な大きさの空欄を持つ穴あきワークシートを作成することで，学習者の学習状況に応じた足場かけとなる穴あきワークシートを実現する．

3.2 穴あきワークシートの作成手順

演習課題は，現実で用いるようなプログラムであるため，一つのプログラムが大きなものとなる．したがって課題をそのままワークシートとすると，足場かけになるように段階的に穴あきを作成することは困難である．

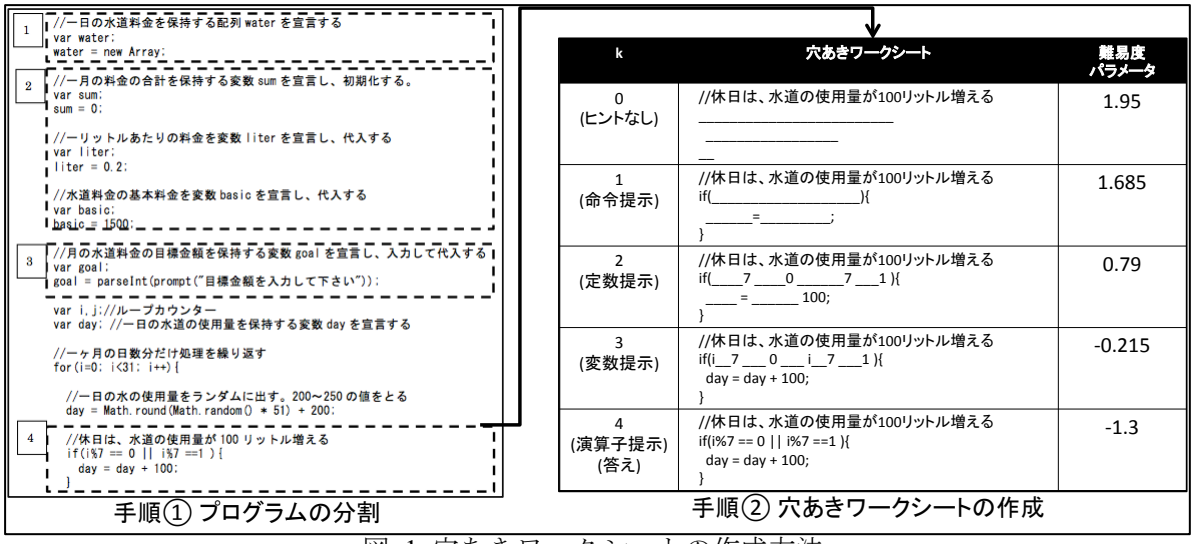


図 1 穴あきワークシートの作成方法

そこで本研究では，大学教授 2 名と大学院生 1 名で議論し，以下の手順で穴あきワークシートを作成することを提案する．この手順で作成した穴あきワークシートの例を図 1 に示す．

手順①. プログラムを作成し，そのプログラムを処理の単位で独立になるように分割し，それぞれを課題とする

手順②. プログラムの中で，予約語，定数，変数，演算子の順番で提示されるように段階的に空欄を設定し，穴あきワークシートを作成する

本研究では，この手順でプログラムに段階的な空欄を設けることで足場かけを実現することを考える．

4. 項目パラメータの推定

反応データは，提案した方法で穴あきワークシートを作成し，その穴あきワークシートを被検者に解答させて収集した．

4.1 概要

実験は，期間を 2016 年 3 月 18 日～5 月 25 日として，プログラミングの基本構文を学んだ高校生 20 名と大学生 42 名，合計 62 名を対象に行った．

4.2 課題と穴あきワークシート

今回の実験で用いたプログラミング言語は，JavaScript を用いた. 演習課題は, 以下の通りである．

- 水道料金のシミュレーション用プログラム
- 学級委員を決める投票プログラム

これらの演習課題で 3.2 に従って課題を作成した．結果，合計 16 問の課題で構成された．

4.3 実験の手順

実験は画面例を含む課題用紙，基本的な構文が記載されたリファレンスを配布し，紙の穴あきワークシートに解答を記入させる形で行い，課題 1～課題 16 の各課題について，以下の手順で進めた．

手順1. 課題jにおいて最も大きな空欄に解答する

手順2. 正答した場合は解答を終了する

手順3. 誤答した場合は，空欄を段階的に減少させる

手順4. 課題jにおいて最小の空欄で誤答した場合には，解答を終了する

この実験で 2 章の反応データXを得た．

5. 項目分析の結果

提案した穴あきワークシートの作成方法で足場かけが実現できるかを検証するために，各課題における穴あきワークシートの位置母数を推定することで難易度パラメータを求めた．その結果，図 1 の難易度パラメータを例として，すべての課題において穴あきワークシートの段階によって難易度に十分な差があることが確認された．したがって，難易度パラメータを用いて足場かけが実現できることが示された．また，すべての課題において穴あきワークシートの段階が進むにつれて難易度パラメータが減少していることから，穴あきワークシートによる空欄が減少するほど課題が簡単になる．つまり，穴あきワークシートの作成方法が妥当であることが示された．

6. おわりに

本論文では，足場かけの枠組みに基づいた穴あきワークシートを用いたプログラミング学習支援の手法を提案した．また，実際に穴あきワークシートの課題を作成し，被検者にその課題を解かせ，得られた反応データから項目反応理論に基づき項目分析を行った．その結果，穴あきワークシートに対して足場かけが実現可能であることが示された．

今後は，この手法を用いて支援者がいなくても学習者のプログラミング能力に合わせた学習支援が行えるように，今回推定した項目パラメータを用いて演習用 e ラーニングを開発していく．

謝辞

本研究は科研費（15H01772）の助成を受けたものである．本研究に御協力いただいた，光明学園相模原高等学校の笹原健司様，埼玉県立川越南高等学校の春日井優様，および関係者の皆様に感謝申し上げます．

参考文献

(1) 柏原昭博, 久米井邦貴, 梅野浩司, 豊田順一: “プログラム空欄補充問題の作成とその評価”, 人工知能学会論文誌, 16 巻, 4 号 C, pp.384-391 （2001）

(2) 植野真臣, 松尾淳哉:“項目反応理論を用いて適応的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, Vol.J98-D, No.1, pp.17-29 （2015）

プログラミング言語の文法習得のための自学自習支援システムの開発
Development of A Self-Study Support System to Learn Grammar of Computer Programming Language

†林 康弘，‡伊藤 巧也，‡小幡 晃司，‡永井 拓平，‡山田 大樹，‡小松川 浩
†Yasuhiro Hayashi，‡Takuya Ito，‡Koji Obata，‡Takuhei Nagai，‡Taiki Yamada，‡Hiroshi Komatsugawa
†帝京平成大学地域医療学部
†Faculty of Community Health Care, Teikyo Heisei University
‡千歳科学技術大学総合光科学部
‡Faculty of Photonics Science, Chitose Institute of Science and Technology
Email: †yasuhiro.hayashi@thu.ac.jp,
‡{cist.b214.t.ito, cist.b214.k.obata, cist.b214.t.nagai, cist.b214.t.yamada}@gmail.com,
‡hiroshi@photon.chitose.ac.jp

あらまし：本研究では，コンピュータ・プログラミングの授業において学生に技能習得させる実習時間を確保するために，その授業の予習として学生に文法習得させる自学自習支援システムを開発している．本システムの設計は，これまでに我々がプログラミング科目において実施した反転授業により得られた履修学生の要望に基づき行われ，さらに，本システムの開発は，プロジェクト型学習の課題としてその反転授業を経験した学生らによって取り組まれている．今回，この取り組みの詳細を述べ，さらに，アクティブ・ラーニングが抱える知識と活動の乖離の解消について触れる．
キーワード：プログラミング教育，アクティブ・ラーニング，反転授業，自学自習，e ラーニング

1. はじめに

近年，コンピュータ・プログラミングにおける一連のプロセス（深く物事を考えて，他者と協働しながらアイディアを実現する）が，学生の論理的思考力，判断力，コミュニケーション力の向上に役立つものとして注目されている．しかし，プログラミング初学者にとってソースコードとしてアルゴリズムを表現することは難しく，このため，実習では，自ら手を動かせずに，教師や友達が書いたコードを書き写すだけの学生もいる．

我々は，従来のプログラミング実習の状況に問題意識を持ち，理工系学生を対象とした科目において ICT を活用した授業改善を重ねて，学生に予習を割り当て，授業ではアクティブ・ラーニング（深く考えさせたり，グループワークを行ったりする）に専念する反転授業を実践してきた[1, 2].

この実践を通して，履修学生から次の要望を得た．

（1） 帰宅するまで間，電車の中などでスマートフォンを使って勉強したい．
（2） 予習を行った際，自分がどれだけ内容を理解できたか，すぐに確認したい．
（3） 予習で分からない点があった場合，誰かに質問したい．
（4） 文法をもっと理解するために，簡単なプログラミングを授業以外でも行いたい．

また，履修学生の特性として，使用するデバイスについては，授業では PC 教室の PC を使用し，日常生活ではスマートフォンの利用頻度が高い．宿題の取り組みについては，放課後に大学で行う者，アルバイトを終えた深夜に自宅で行う者に大きく分けられる，ということが分かっている．

本研究では，コンピュータ・プログラミングの授業において学生に技能習得させる実習時間を確保するために，その授業の予習として学生に文法習得させる自学自習支援システムを開発している．本システムの設計は，これまでに我々が実施したプログラミング科目の反転授業によって得られた履修学生の要望に基づき行われ，さらに，本システムの開発は，学部 2 年次にプログラミング科目の反転授業を経験した学生 4 人の学部 3 年次のプロジェクト型学習の学習目標として取り組まれている．今回，この取り組みの詳細を述べ，さらに，アクティブ・ラーニングが抱える知識と活動の乖離の解消について触れる．

2. プログラミング言語の文法習得のための自学自習支援システムの開発

本システムは，学生によるプログラミング言語の文法習得のための自学自習支援を行う．本システムのコンテンツは，文法を説明する教科書，その内容確認のための演習問題から構成される．教科書と演習問題は教員によって作成される．学生は本システムにログインした後に表示される画面にて，教師が記述した予習の説明を閲覧できる．本システムの教科書によりプログラミング言語の文法を学習でき，演習問題により学習した文法を確認できる．学習内容は単元ごと（変数・条件・繰り返し・配列・関数など）に取り扱われている．演習問題は画像データとして管理されており，それらは，あらかじめ設定された順番か，ランダムに表示される．出題される演習問題の形式は記入問題または四択問題である．学生の解答は，サーバに送られて正誤判定されたの後，学生にその結果と解説が表示される．現在，学

生が本システムにより学習できるプログラミング言語は C と Java である．本システムは Web アプリケーションであり，学生は自宅の PC とスマートフォンを用いて本システムを利用できる．現時点で，本システムは履修学生の要望（1）と（2）に対応できる．さらに，本システムは，サーバ・アンド・クライアント構成として実装され，開発技術として HTML5，CSS，JavaScript，PHP，PostgreSQL を利用している．システム構成・利用手順を図 1 に，本システムの演習問題の画面キャプチャを図 2 に示す．

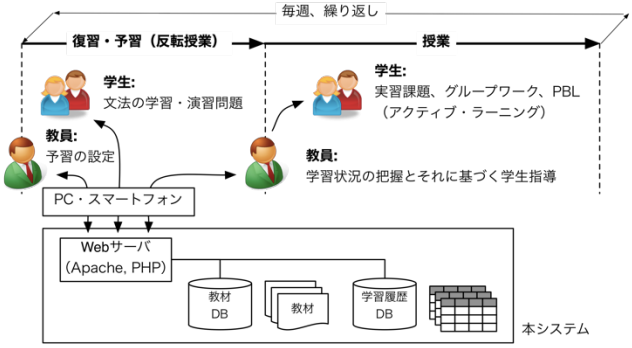


図 1　システム構成・利用手順

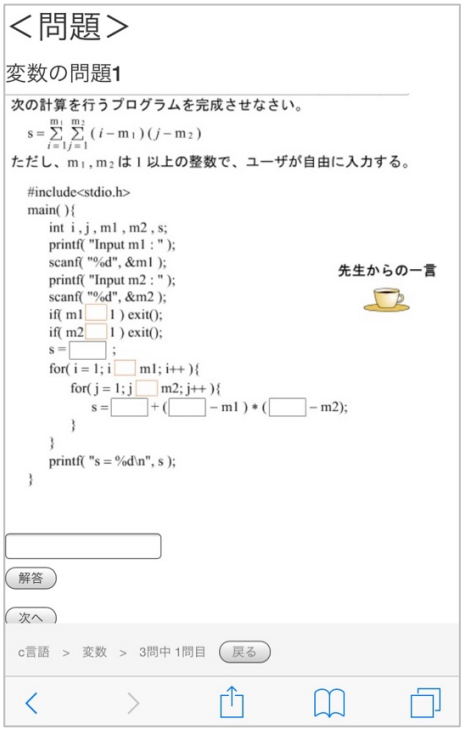


図 2 演習問題の画面キャプチャ

このシステム設計・開発は，昨年度，千歳科学技術大学の学部 2 年生を対象とするプログラミング科目，「プログラミングスキル」と「オブジェクト指向型プログラミング」にて，実際に反転授業を経験した学生 4 人によって，今年度，学部 3 年生を対象とする「システムデザインプロジェクト C」のプロジェクト型学習の課題として取り組まれている．システムに必要な機能は，履修学生から出された要望と 4 人のアイディアを踏まえて実装されている．15 週ある授業の内，前半の 2 週にて，システムおよびコンテンツの設計を，残りの期間および課外活動にて，それらの開発を行っている．

3.　アクティブ・ラーニングが抱える知識と活動の乖離の解消

教師が，アクティブ・ラーニングによる活動（技能習得）に授業時間を割り当てると，知識の伝達（文法習得）に使える時間は減る．一方で，アクティブ・ラーニングにより学生に深い学習を行わせるには，十分な知識の獲得が必要とされる．本システムはこの知識と活動の乖離を解消する一つの手法として位置付けられる反転授業の支援システムとして見なすことができる．今回，開発したシステムは学生側の要望に基づくが，実際の授業を考慮すると，それだけではなく，学生の学習履歴を詳しく分析することにより，支援システムがどのようなアクティブ・ラーニングの内容にすべきか，予習をしない，または，予習をしても知識習得が芳しくない学生に対する個別指導をどのようにすべきか，教師に示唆を与える機能も提供することが求められる．

4.　まとめと今後の課題

本稿では，今年度より開発している自学自習支援システムについて述べた．本システムはコンピュータ・プログラミングの授業において学生に技能習得させる実習時間を確保するために，その授業の予習として学生に文法習得させるために利用される．本システムの設計は，これまでに我々がプログラミング科目において実施した反転授業により得られた履修学生の要望に基づき行われ，さらに，本システムの開発は，プロジェクト型学習の課題としてその反転授業を経験した学生らによって取り組まれている．

今後，今年度秋学期のプログラミング科目に本システムを利用し，学生に知識習得をさせ，授業では技能習得のための実習時間を確保することを試みる．

謝辞

本研究は，科学研究費助成事業（基金）若手研究（B）（課題番号: 15K21315）の助成を受けて行われています．

参考文献

[1] 林 康弘, 深町 賢一, 小松川 浩: “e ラーニング利用による反転授業を取り入れたプログラミング教育の実践,” 社団法人私立大学情報教育協会, ICT 利用による教育改善研究報告第 16 巻, pp.19-23, 2013 年 11 月.

[2] 林 康弘，深町 賢一，小松川 浩: "プログラミング教育における反転授業の実践と評価，" 教育システム情報学会第 40 回全国大会，2015 年 9 月.

[3] 松下 佳代: “ディープ・アクティブラーニング,” 1 月 2015

[4] Marton, F., Saljo, R.: “On qualitative differences in learning: I Outcome and Process,“ British Journal of Education Psychology, 46, 4-11, 1976.

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

Visualization of Personal Progress Situation with Code Difference and Winning Point in Java Programming Exercise with Board Game Strategy

花川 直己[*1], 富永 浩之[*1]
Naoki HANAKAWA[*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：ボードゲーム戦略を題材とする対戦形式の応用 Java プログラミング演習を実践している．提出された戦略同士を対戦させる大会を運営し，重付勝点度によるランキングを公開する．学生は，戦績に基いて，戦略コードを改良し，提出を繰り返す．本研究では，提出コードの得点推移を視覚化し，更新前後の差分量とも照らし合わせる．これまでの演習実践に適用し，個人進捗の状況を考察する．
キーワード：ボードゲーム戦略，Java 演習，個人進捗の視覚化

1. はじめに

問題解決型の応用プログラミングとして，ボードゲーム戦略を題材とする対戦形式での Java 演習を提案している(1)．2005 年度より，情報系学科 3 年生の必修科目において, 課題の 1 つとして実践している．ゲームとして，五目並べに石取りを加えた五五を採用している．五五は，石を取ることで局面が大きく変化する．連と取という 2 つの勝利条件があり，それぞれに攻撃と防御の優先度が考えられ，初心者でも戦略の個性が出やすい．

戦略の作成手順は，戦略方針に従って，各枡の評価値を求め，最高点の位置を着手とする(図 1). 評価値は，経験的に割り当てた値から，実戦を通して調整していく必要がある．また，局面パターンのより詳細な判別に基づいて精密化していく．学生には，プロトタイプのソースコードを提示し，最低限必要な処理をコメントで指示する．学生はまず，典型的な配置パターンの実装から始め，独自の局面分析に進んでいく．

2. 予備大会と最終大会

本演習では，作成された戦略同士を対戦させる大会を運営している．大会は，演習期間中にオープンしている予備大会と，最終的な成績確定の最終大会に分かれている．予備大会では，提出された戦略同士を総当り的に対戦させ，戦績や順位を公開する．これらの情報を基に，学生は自身の戦略を修正し，何度も提出を繰り返すことができる. 提出締切後に，最終大会として，各自の最強戦略同士での総当り対戦を行う．これにより，学生は試行錯誤的なプログラミングによる持続的な戦略修正を動機付ける．

これらの大会を運営するため，大会運営サーバ WinG-CS を開発している. 2011 年度から新サーバに移行し，本格的に運用を開始した．強さの指針となる指標戦略を導入し, 具体的な目標を提示した. 2013 年度からはレーティングとして WWG を導入した(2).

3. 予備大会での個人の得点推移グラフ STG

大会期間中の個人の進捗状況については，まずは提出ごとの得点推移について調べた．ここで，図 2 のような得点推移グラフ STG を用いる(3). STG では，横軸を大会開始から終了までの相対時間とし，縦軸を外部評価としての WWG とする．

STG は，大会期間のよって傾向が異なる．大会序盤は，盤面の走査や評価値の調整によって外部評価が上昇する. 中盤は点数の伸びづらい停滞期がある．このときの評価の上下は，試験的な提出によるものである. 終盤にかけて, 評価が高い部分で安定する．これは，先読みやシミュレーションによる，安定した強さの戦略の実装によるものである．

しかし，本演習における問題点として，対戦形式の演習である．そのため，時間経過によって STG の形が変化する．今後，対戦シミュレーション等による，演習期間中の STG の変化について，調査する必要がある．

4. 2013 年度の STG の傾向分析

2013 年度の演習における，学生の STG を図 3 に示す．WWG については演習終了時の値を利用している．また，WWG によって，受講生を 4 群(a)～(d)に分割した．第 1 群(a)については，殆どが中盤から定期的な提出を行っていた．序盤から提出毎に WWG が伸びている学生が多い. また, 大きく WWG が上下する学生も数名おり，熱心な試行錯誤をしていると思われる．第 2 群(b)については，第 1 群と同様に継続的に提出している．第 3 群(c)については，

序盤に提出が見られるものの，その後空白期間がある学生が多い．第 4 群(d)は，序盤から中盤にかけての提出数がかなり少ない．終盤になって提出を始めているが，試行錯誤中に締切となっている．そのため，実装が間に合っていない状態であるといえる．

5.　提出コードの差分量による追跡

得点の推移とコードの変更量の関係を調査する．図 4 は，学生の提出ごとのコードの行数の差分量である．図中の青は増加量，赤は減少量となっており，変化量は緑で示している．ラベルは，大会期間中の相対時間である．(a)は，上位陣の学生のグラフである．取組みの開始はやや遅い．提出の序盤は変化量が大きく，増加傾向にあることから，新規の戦略の実装を進めている．中盤から後半にかけて，変化量が小さくなっていることから，評価値の修正やパターンマッチの充実を行っている．(b)は，中下位に位置する学生の差分量である．取組みは早い時期から行っている．序盤の提出については変化量が少ない．目視にて確認を行ったところ，提示している戦略の評価値の調整を行っていた．中盤から終盤にかけて大きくコード行数の変化が見られる．これは，新規の関数の実装を行っていた．

6.　おわりに

ボードゲーム戦略を題材とする Java プログラミング演習における，学生の個人進捗の分析を行っている．得点推移グラフ STG を用いて，学生の演習中の WWG の推移を調査した．加えて，提出毎のコードの差分の量について調査した．

今後の課題として，より詳細な学生の個人進捗の分析を試みる．STG とコード差分グラフによる，点数上昇の要因の調査を行う．また，コード更新の追跡手法 TDQP と組み合わせる(4)．コードの量的指標として，適切なものを取り上げる．特に，本演習はオブジェクト指向の Java 言語による実装であるため，行数ではなく，トークン数などの利用が考えられる．定量的な分析を行い，学生の振舞いパターンの検出を試みる．WinG-CS に組込み，教員の指導の支援につなげる．

参考文献

(1) 尾崎浩和，富永浩之，林敏浩，山崎敏範: “ボードゲームの戦略プログラミングを題材とした Java 演習の支援システムの開発”，情処研報，Vol.2006，No.108，pp.1-8　(2006).
(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　- 指標戦略の導入と重み付き勝点度による結果分析 - ”，教育システム情報学会 研究報告, Vol.28, No.2, pp.127-134 (2013).
(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 演習の予備大会における提出コードの個人進捗の分析手法”，情報処理学会 第 78 回全国大会，Vol.78, pp.901-902 (2016).

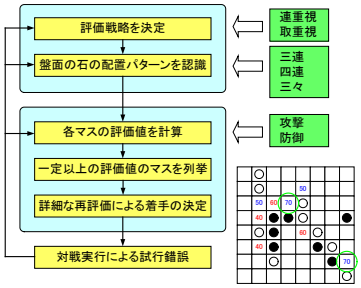


図 1 戦略プログラムの組立て方

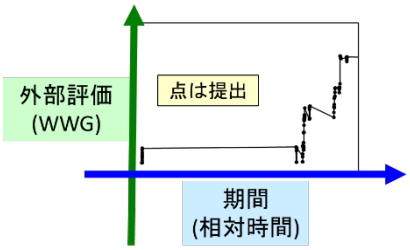


図 2 STG による得点推移の可視化

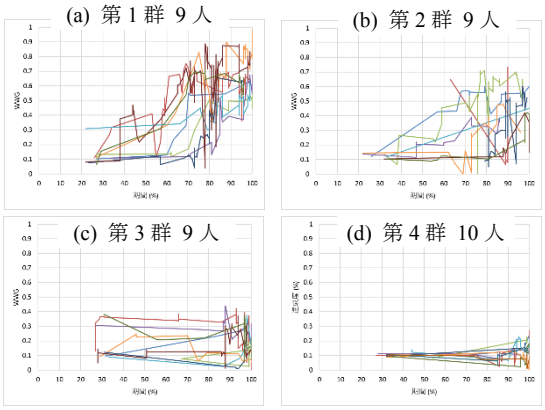


図 3 2013 年度の成績群ごとの STG

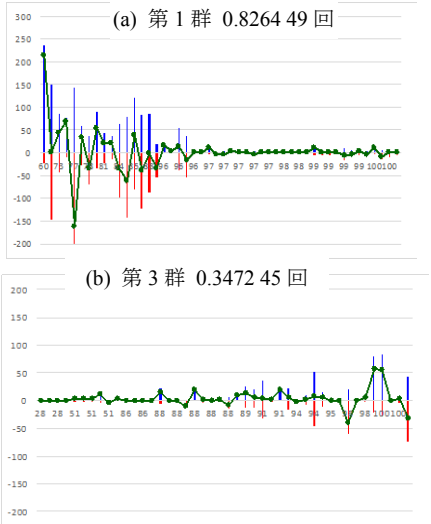


図 4 提出毎のコード差分の推移

初学者に体系的デバッグ手順を指導する学習支援システムと講義パッケージの設計

Design of a Learning Support System and Lecture to Teach Systematic Debugging Process to Novice Programmers

山本 頼弥[*1], 野口 靖浩[*2], 小暮 悟[*2], 山下 浩一[*3], 小西 達裕[*2], 伊東 幸宏[*4]
Raiya YAMAMOTO[*1],Yasuhiro NOGUCHI[*2], Satoru KOGURE[*1],
Koichi YAMASHITA[*3], Tatsuhiro KONISHI[*1], Yukihiro ITOH[*4]
[*1] 静岡大学創造科学技術大学院, [*2] 静岡大学情報学部
[*1]Graduate School of Science and Technology, Shizuoka University
[*2]Faculty of Informatics, Shizuoka University
[*3] 常葉大学経営学部, [*4] 静岡大学
[*3]Faculty of Business Administration, Tokoha University [*4]Shizuoka University
Email: dgs15009@s.inf.shizuoka.ac.jp

あらまし： 本研究では，プログラミング初学者が体系的なデバッグ手順を学習するための講義パッケージを設計した．この講義パッケージは，(1) デバッグプロセスとそのプロセスを実現するためのデバッグスキルの両方を学習可能である，(2) 講義・演習問題・学習支援システムがセットになっている，という特徴を持つ．本稿では，この講義の指導内容・指導方法と学習支援システムの機能について述べる．
キーワード：プログラミング教育支援，デバッグ学習支援，学習環境

1. 研究の背景・目的

我々は先行研究で場当たり的デバッグを行う初学者に対し体系的なデバッグプロセスの学習を支援するシステムを開発した(1)．しかし，評価実験の結果によれば全ての被験者がプロセスを部分的にしか学習できなかった．我々は(1)デバッグプロセスの実行に必要なスキルを被験者が身につけていなかったこと，(2)デバッグ演習のみを通じてプロセスを学び取るのは難易度が高かったこと，が主な原因と考えた．

原因(1)について，デバッグプロセスの実行には命令文の動作を評価するスキルや観察する命令文を決定するスキルなどが必要である．そこで，本研究ではデバッグプロセスとデバッグスキルの両方を指導する手法を提案する．

原因(2)について，先行研究では演習のみから発見学習的にデバッグプロセスを習得可能と考えていた．しかし，この方法での学習には長時間を要することが明らかになったため，我々はデバッグプロセスに関する講義を演習に組み合わせることとした．そこで本研究では講義・演習問題・学習支援システムからなる講義パッケージを設計する．

本稿では，以上の議論をもとにデバッグ学習のための講義と学習支援システムを設計する．

2. 講義設計

我々はこれまでに，演習問題を含む講義シナリオを以下のように設計した．まず，学習目標として図1のプロセスを設計した．プロセス内の各タスク(図1の長方形)ではA～Eの5つのスキルが必要となる．複数関数からなるプログラムのデバッグには5つのスキルすべてが必要だが，メイン関数のみのプログラムのデバッグは関数内部をチェックするためのスキル A, B, C があればよい．このことから，1回目の講義ではスキル A, B, C を指導し，2回目の講義で残りのスキルを指導する．

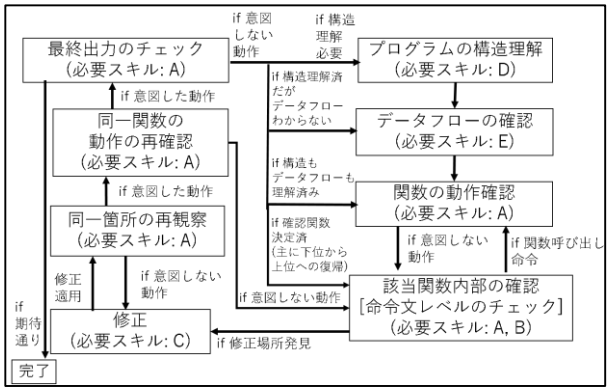


図1 学習目標であるデバッグプロセス

以下，各スキル及びそれらの(サブスキル)と[サブスキル学習のための講義内容]について述べる．

スキル A: 着目した命令文を評価するスキル
(A-1): その命令文の期待する動作を想起
[この想起が必須であるということを指導]
(A-2): その命令文の実際の動作を観察・確認
[観察のための出力命令の挿入方法を指導]

スキル B: ソースコード内の正しく動く(正常)範囲とそうでない(異常)範囲を分けるスキル
(B-1): 観察すべき命令文を決定
[コードの上から順に観察する単純な手法を指導]
(B-2): スキル A を用いて命令文を評価し，正常・異常範囲の区分けを行う

[観察結果に基づき範囲を区分けするよう指導]
スキル C: 命令文を修正するスキル
[一般化が困難なため，修正の典型例のみ示す]
スキル D: プログラムの構造を整理するスキル
(D-1): コード内の関数をリストアップ
(D-2): 呼び出し関係を再現した構造図の作成
[いずれも，関数に関する文法と手順がわかればできるので，その 2 つを理解するように指導]
スキル E: 構造図でデータフローを確認するスキル
(E-1): 次に実行される関数呼び出し命令を選択
(E-2): 構造図上でデータフローを辿る
[スキル D と同様]

3.　学習支援システムの設計

我々はデバッグプロセス・スキル学習のために 3 つのワークシート(WS)を提供する．WS は図 1 の各タスクに対応する作業エリア・ボタンからなる．学習者は WS 上での作業を通じて，図 1 のデバッグプロセスを正しい手順で体験する．また，学習者の作業はシステムにより評価され助言が生成される．これにより, スキルを正しく身につけることができる．

3.1　単一関数内のデバッグの WS (WS0)

学習者は WS0(図 2)で単一関数内のデバッグプロセスとスキル A, B, C を学習する．この WS は開発中である．システムは学習者に，これまでに評価済みの命令を表示し，次に評価すべき命令を指定するよう促す．学習者は評価する命令文をエリア(ii)で選択する(スキル B-1 の訓練)．するとシステムは，該当命令文の期待される動作を想起してエリア(v)に入力するよう促す．学習者はこれを行う(スキル A-1 の訓練)．次に学習者は，エリア(ii)に出力命令を挿入し，評価すべき命令の動作の観察をする(スキル A-2 の訓練). 学習者は, 動作が正しいか否かにより，評価した命令が正常・異常範囲のどちらに属するかを判断する(スキル B-2 の訓練).

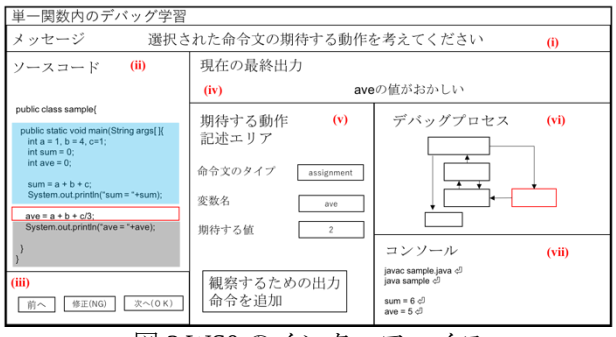


図 2 WS0 のインターフェイス

3.2　プログラムの構造理解の WS (WS1)

学習者は WS1(図 3)で，図 1 の「プログラムの構造理解タスク」とスキル D を学習する．WS1 は先行研究で構築したものを流用する．WS1 は 3 つのボタンと 1 つのエリアをもつ．ボタン 1 は関数リストアップ作業を想起させる(スキル D-1 の訓練)．これを押すと各関数に対応した円形オブジェクトがエリア 2 に現れる．エリア 2 は学習者に構造図の作成作業を想起させる．学習者は構造図を作成し(スキル D-2 の訓練)，その後ボタン 3 を押し正誤判定を受ける．

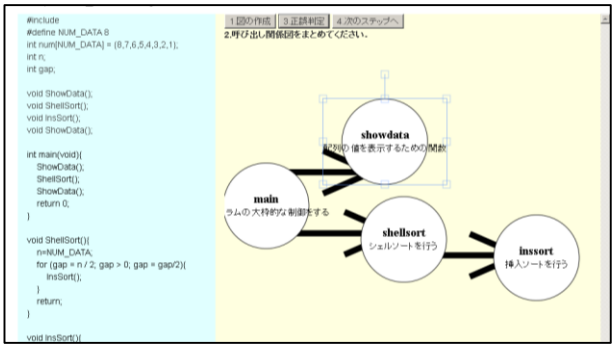


図 3 WS1 のインターフェイス

3.3　データフロー確認の WS (WS2)

学習者は WS2(図 4)で，図 1 の「データフローの確認タスク」とスキル E を学習する．この WS は開発中である．この WS は 2 つのエリアをもつ．エリア 1 で次に実行される関数呼び出し命令の選択作業を想起させる．学習者はエリア 1 で命令を選択する(スキル E-1 の訓練)．エリア 2 は構造図上でのデータフロー確認作業を想起させる．エリア 2 では，ソースコードで確認したデータフローの順序に対応した数字が構造図上に現れ，学習者はこれらを確認してデータフローをトレースする(スキル E-2 の訓練)．学習者は作業後ボタン 3 を押し正誤判定を受ける．

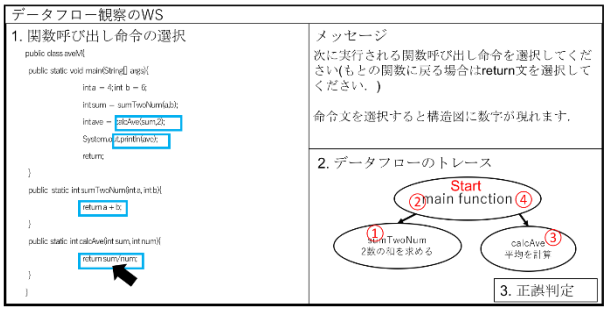


図 4 WS2 のインターフェイス

4.　まとめ

本稿では，先行研究で構築したデバッグプロセス学習支援システムにおける問題点を検討し，それに対する解決策として講義と学習支援システムを設計した．設計した講義と演習については実際に講義をし，予備評価を行う(演習で教師は設計したシステムの挙動を再現しながら指導を行う)．そして，予備評価の内容に基づき講義パッケージの調整を行う．その後システムを実装し, 講義パッケージを評価する．

参考文献

(1) R. Yamamoto, Y. Noguchi, S. Kogure, K. Yamashita, T. Konishi, and Y. Itoh : “Construction of an Environment to Support Learning Systematic Debugging Process with Worksheets and Synchronized Observation Tool”, Proceedings of ICCE2015, pp.269-274 (2015)

Online システムを活用したアソシエイト/フェローシップ プログラムの構築ならびに実践

Construction and practice of online system for Associate/Fellowship Program

丹羽 雅之，西城 卓也，藤崎 和彦，鈴木 康之
Masayuki NIWA, Takuya SAIKI, Kazuhiko FUJISAKI, Yasuyuki SUZUKI
医学教育開発研究センター
Medical Education Development Center
岐阜大学
Gifu University
Email: mniwa@gifu-u.ac.jp

あらまし：医学教育開発研究センターでは主に医療教育者を対象とした「医学教育セミナーとワークショップ（S&W）」を年 4 回開催している。今回さらなるキャリア開発を支援するため、online システムを主体としたアソシエイト制度ならびにフェローシップ プログラムを開始した。すなわち S&W で所定の単位を取得した参加者を「アソシエイト」と、アソシエイトの単位を満たし online 履修により医学教育学を学び、合格した者を、「フェロー」と認定するものである。これらのサポートシステムを構築し、トライアルを実施した。

キーワード：医療教育者，アソシエイト/フェローシップ，認定プログラム，Online システム，セミナーとワークショップ

1. はじめに

超高齢社会･国際化社会に対応できる医療人を育成し､真に教育を牽引できるリーダーを育成するためのプログラムは必須である｡海外ではリーダー育成のための医療者教育修士課程やフェローシップ プログラムが普及しつつあるが､わが国の取組は立ち遅れている｡そこで､国際標準の医療者教育を推進できる指導者を育成するため、オンライン履修を主体とした「医療者教育アソシエイト/フェローシップ プログラム」を構築し全国展開を図ることとした。これにより従来型の FD を脱却した新たな取組により、国際標準の教育力と確かな教育キャリアを確立し、医療教育の改善、ひいては医療レベルの向上を図ることができる｡2015 年度にアソシエイト/フェローシップ プログラムのトライアルを実施したので、その概要・プログラム構築について報告する。

2. 医療者教育アソシエイト/フェローシップ･プログラムの概要

2.1 背景

文部科学省･医学教育共同利用拠点である岐阜大学医学教育開発研究センター(MEDC)は全国 FD「医学教育セミナーとワークショップ(S&W)[1,2,3]を 2001 年以来、原則年 4 回開催し、全国の医学部･医療系教育機関の教員、臨床指導医、模擬患者などに対して多彩な研修事業を実施してきた｡すでに通算 60 回を開催しのべ参加者は 6,500 名以上となり、リピーターも多く、全国の各大学・地域で指導者として活躍している。

2.2 アソシエイト制度

医学教育に関する基本 5 領域（教育方法・評価・カリキュラム設計・運営とリーダーシップ・研究）の S&W 企画に参加し、所定の単位を取得した者をアソシエイトとして認定する（図 1）。

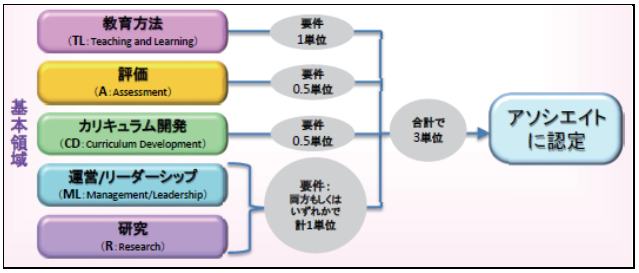


図 1　アソシエイト制度

2.3 フェローシップ プログラム

大学教員・臨床指導医・幅広い医療教育指導者を対象とし、教育･研究の実践能力をさらに高め､リーダーシップ/マネジメントについて修得した者を認定する。この認定にはアソシエイト認定が必須条件となる。プログラムはメドギフト（MEDC, Gifu Total learning course）と称する 3 つのモジュールからなり、学習方法、評価、プログラム設計、運営とリーダーシップ、学研的活動に関する基本や原則をトータルに学ぶ。また参加者各自の教育実践を題材にし、その改善を議論する。本プログラムは参加者が職場や自宅で学べるよう、原則として online コースならびに web ミーティングで実施した（図 2）。

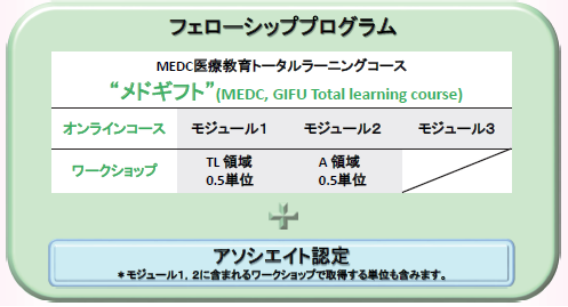


図２　フェローシップ プログラム

3.　プログラム構築

医療者教育アソシエイト/フェローシップ プログラムの運用には、S&W 受講状況、獲得単位数の把握、受講者への案内配信、受講受付・管理、online によるディスカッション等各種プログラム提供、e-ポートフォリオ等を用いた受講者評価、プログラム認定判定など総合的な web 管理システムが必要となるが、平成 27 年度は既存のシステムをバージョンアップするなどして、トライアルを実施した。

3.1 管理システムの構築

既存の S&W 受講システムを online 化し、S&W に参加した述べ 6,500 余名の参加者のデーターベースを構築し、基本 5 領域毎の獲得単位に基づき、アソシエイト認定ができる管理システムを開発・構築した。MEDC で受講状況を一括管理・認定するとともに、受講者は自身の獲得単位状況を検索できる。現時点では暫定的に過去 5 年間の集計に基づき仮運用している。

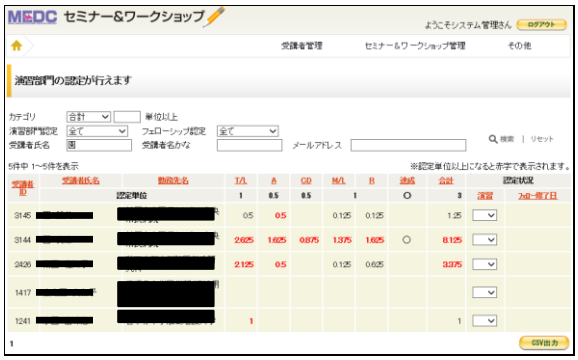


図３　受講状況管理画面

3.2 フェローシップ online 学習システムの構築

MEDC ではオンライン学習システムとして ePBL（楽位置楽 The Tutorial）を独自に開発し、長年にわたり実践してきた[4,5]。この蓄積されたノウハウを生かし、既存のシステムを改修し、フェローシップ プログラムでの重要な位置づけを占める online ディスカッション用のシステムを構築した（図４）。受講者はこのシステムを介して議論するとともに、担当教員よりフィードバックを受け、レポートなどの成果を投稿した。なお、オリエンテーション、成果発表等の目的で実施する web ミーティングは V-Cube ミーティングシステム™を使用した。



図４　online ディスカッションコース一覧画面

4.　トライアルコースの実践

2015 年度はトライアルコースとして実施したところ、フェローシップ プログラム　モジュール１、２、３への受講は表１のとおりであった。受講者の各モジュールの評価は MEDC 教員が複数で行った。3 モジュールすべてを合格したのは 4 名であった。そのいずれもがアソシエイト認定基準を満たしていたため、フェローシップ認定とした。他方、現時点でアソシエイト認定基準を満たしている S&W 受講者は 27 名であるが、そのうち 1 名がアソシエイト認定を希望し、フェローシップ認定者とともに S&W 開催時に称号を授与した。

表１　2015 年度トライアル参加人数

モジュール1		モジュール2		モジュール3	
クラス金華山	11	クラス金華山	12	クラス河原町	10
クラス長良川	11	クラス長良川	11		

5.　おわりに

トライアルは概ね順調に実施でき、フェロー認定 4 名、アソシエイト認定１名を輩出した。今後は正式実施を行うとともに、総合的な web 管理システムを構築するなど改善を図りたい。

参考文献

(1) 丹羽雅之，鈴木康之，藤崎和彦，加藤智美，谷本真由実，松尾　理，名郷直樹，吉田一郎，高橋優三，医学教育セミナーとワークショップの１０回にわたる開催経験，医学教育，第 36 巻，第 2 号, pp89-96 (2005)
(2)　丹羽雅之，藤崎和彦，加藤智美，阿部恵子，若林英樹，高橋優三、鈴木康之，医学教育セミナーとワークショップ：３０回開催を振り返って，医学教育，第 40 巻，第 5 号，pp 367-74 (2009)
(3) 西城卓也，丹羽雅之，川上ちひろ，今福輪大郎，坂下和美，藤崎和彦，鈴木康之．医学者教育における教育者養成のこれまでとこれから：医学教育セミナーとワークショップの歴史が示す将来，医学教育，第 45 巻，第 2 号, pp13-24 (2014)
(4) Suzuki Y, Niwa M. e-PBL: e-PBL: Possibilities and Limitations. J Med Educ, Vol.16, No.1, 1-8 (2012)
(5) Niwa M, Yoshida S, Takamizawa K, Nagaoka S, Kawakubo N, Takahashi Y, Suzuki Y. Facilitation of web-based Internet PBL: what is an adequate group size? IeJSME, Vol.8, No.2, 4-11 (2014)

医療系教育への反転授業の応用

Practical Applications of the Flipped Classroom to the Medical Education

金西 計英[*1]，高橋　暁子[*1]，南川 貴子[*1]，戸川　聡[*2]
Kazuhide KANENISHI[*1], Akiko TAKAHASHI[*1], Takako MINAMIKAWA[*1], 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：徳島大学では 2014 年度より反転授業の実践に取り組んでいる．アクティブラーニングの教育効果の検証をおこなうためである．我々は，複数の授業で反転授業を実施している．その中には，医療系の部局の専門授業での実践も含まれる．我々は実践に当たって，授業の前後で質問紙による調査をおこなった．本稿ではこの調査ついて報告する．今回の実践から，反転授業では一定の効果があることが分かった．とくに，学習時間が伸びることから効果がえら得ることが分かった．これは表層的な学習効果だと言える．一方で学習者が能動的に学習に関わるようになった，学習観の明確な変化は得られなかった．
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

北米で広がった Flipped Classroom と呼ばれるブレンド型の授業方式が，山内らによって反転授業として国内に紹介されると注目を集めた．また，大規模オンライン学習である MOOCs が話題となったことで, さらに注目を集める後押しとなった. その結果，国内の大学で導入が急速に進み，反転授業という言葉の認知度は高まった．一方，反転授業の実践に関し，知見が十分に共有されるに至ったかどうかは明らかではない．手探りで実践を始めることはよくあることだが，知見が共有されれば，他の実践者が経験した失敗を回避することができる．残念ながら，同じような問題を繰り返している場面に遭遇することがあり，担当者のモチベーションの維持が危惧される．着実な実践知の共有が図られなければならないと考える．本研究では，我々の実践事例を報告することで，実践の共有の途につくものである．

本稿では，医療系の教育における反転授業の実践を取り上げる．医療系の教育に着目したのは，いろいろな分野の実践を積み重ねることに需要と考えるからである．また，医療系の高等教育分野においては, これまでも教育改革が熱心に取り組まれてきた. 例えば，徳島大学でも，チュートリアル教育が 2001 年より導入された．新しいアクティブラーニングの手法は，医療系の教育に導入されることから始まったという経緯が見られた．現在，多くのアクティブラーニング手法が提案されており，ICT の活用への需要の高まりと相まって，反転授業の導入に対する需要は高いと考える．上述の通り，反転授業の実践を着実に広げるためには，実践の知見の共有を図る必要がある．そのため，本稿では，医療系の教育を取り上げ，報告をおこなうものである．

2.　徳島大学における反転授業

2.1　反転授業の概要

反転授業は，北米の高等学校で予習用の教材を iTunes で配布し，その結果，学力の向上が見られことに端を発しているとされる. いわゆる反転授業は，ｅラーニングと対面を組み合わせた形態のブレンド型授業の一種と考えられる．反転授業では，対面の授業の前にｅラーニングを用いた予習を課す．対面授業は，予習を前提に授業を進めるため，復習が中心になる．復習の形は，演習を繰り返し，スキル等の着実な定着を目指す完全習得型と，学生との討議等の主体的な活動を促し発展的な学習を目指す高次型である．山内らによって反転授業は達成目標の違いから，完全習得型と高次能力型の二つに分けた．反転授業では，教師の準備として，ｅラーニングでおこなう予習のための教材（コンテンツ）や，課題等が必要となる．

2.2　徳島大学における実践

徳島大学では，2014 年度後期より反転授業を，教授法の開発を目的に幾つかの科目で試験的に導入した．2014 年度は 6 科目，2015 年度は 7 科目で反転授業を実施した．反転授業について様々な情報を集めることを目指したため，教養科目（共通教育科目）から専門科目と，様々な科目で実施した．授業の規模は，授業がいろいろな科目で実施したため，履修者の規模も 20 名から 100 名でいろいろとなった（専門の科目は，学科やコースの規模に依るため比較的に少人数となり，共通教育科目では数十から百名程度となった）.

今回の実践では, 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基本的な枠組みだけを課すことにした．実施の詳細は，教員の裁量を大きくし，柔軟に対応するこ

ととした．ｅラーニングのためのコンテンツの作成はお願いしたものの，コンテンツの中身は，いろいろなものがあった．各教員がそれぞれ独自に作成したため，パワーポイントのスライドに音声を加えたもの，予習用に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といろいろなものが作成された．対面授業でおこなう内容も、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．予習・復習の実施は可能なかぎりとしたため，3 回から 11 回の範囲で実行された．実施に当たって，授業の初回と最後に，調査票によるアンケートに基づく調査をおこない，反転授業の効果等に関するデータを集めた．

2014 年度は 1 科目，2015 年度は 2 科目，医療系の専門科目において反転授業を実施した．各科目の履修生は 80 名から 100 名程度であった．実施した科目は，臨床に関する専門知識の習得を目指すもの，医療現場での実習を実施する前に十分な理解を目指すものであった．前者の科目は，二種類のアクティブラーニング（一つは反転授業）を，15 回の授業の前半と後半で変更することで，アクティブラーニングの比較をおこなった．もう一つの科目では，既存の映像教材（学内の他のプロジェクトで作成した映像）を事前学習用のコンテンツとして活用し，対面授業では学生に討議をおこなわせるといったものであった．なお，授業を履修した学生に対し書面調査をおこなうことから，学内の研究倫理委員会の了承を求めた．

表 1. アンケートの結果について

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	3.18	1.05
2.この授業に関し、授業外での勉強を十分行った	3.44	0.87
3.自分の受講態度を自己採点すると何点ですか？	7.34	1.06
4.この授業の内容理解度を自己採点すると何点ですか？	7.40	1.16
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？	7.36	1.37
6.この授業に対する満足度は何点ですか？	7.90	1.32
7.この授業に関する教室外で学習した平均時間／週を選択してください	3.20	0.94

※問１と問２は５件法、問３から問６は 10 件法　　N=160

3.　反転授業実施の結果と考察

我々は，授業開始時と授業終了時の 2 回，質問紙による調査をおこなった．アンケートの結果の一部を表 1 に示す．これは，2014 年度の調査結果の一部を示したものである．授業授業に対する主観的か評価を尋ねたものである．この表からは，学習者は自ら対象科目の学習をおこなったという意識（学習の充足感）が高いことが分かった．また，授業に対する満足感も同様に高いことが分かった．上記以外の，「しっかり勉強できたか」「もっと勉強していく自身があるか」といった満足度を問う項目において，反転授業を受ける前と後でほとんどの項目で値が高くなった．また，本学でおこなった予習時間に関する調査（徳島大学第 26 回学生生活実態調査報告）と比べても（一時間未満），反転授業では予習時間が長くなることが分かった．本研究では，学習時間の増加が見られることや，授業の充足感や満足度が高いこと（授業の満足度と成績は相関があること）から，一定の学習効果が得られることが分かる．多くの学習者にとって，学習時間が延びることは効果を生む原因だと考えられる．一方で，学習者の学習観，つまり能動的な学習態度が増えたかどうかについては，明確な結果は得られなかった．

2 種類のアクティブラーニングを実施した授業において，TBL と反転授業を，前半の数回と，後半の数回に分けておこない，これらの授業形態の比較をおこなった．TBL と反転授業においては，明確な違いは見られなかった．

実習の事前指導をおこなった授業では反転授業の回数そのものは少なかったものの，アンケートの自由記述からは，「文章だけでなく、映像であって内容把握がしやすかった」，「自分の好きな時間に（映像が）見えてよかった」，「グループで話し合うことやレポートにまとめることで、学びを深める良い機会になった」などの意見が得られた．反面，「自宅では（インターネット接続の問題があり）見にくかった」などの意見があった．

なお，反転授業を授業することで，ｅラーニングの有用性に対する意識が高まることも分かった．学習者は，反転授業を受けることでｅラーニングが学習に有用であると実感したと考えられる．

4.　まとめ

本稿では，徳島大学における反転授業の実践についての報告をおこなった．とくに，医療系教育における反転授業についても取り上げた．今回の実践から反転授業は一定の学習効果があることが分かった．学習時間の変化によることが示唆される．一方で，学習者の学習観の変化に関することは，明らかにならかった．今後も継続して，実践をおこない．実践の充実を図るとともに，深い学習が進むかどうか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“徳島大学における反転授業の実践から”,日本教育工学会第 31 回全国大会論文集, pp.491-492,（2015）.

[2] 金西 計英, 高橋 暁子“反転授業の実践と課題について,”大学教育学会第 37 回大会発表要旨集録, 148-149, (2015).

医学部新入生を対象としたグループ学習授業科目における教員 20 名の協働と ICT 環境の活用

Cooperation of Twenty Faculty Members using ICT in the Group Learning Course for New Medical Students

坂田 信裕[*1]， 坂東 宏和[*1]，山下真幸[*1]，上西 秀和[*1]
Nobuhiro SAKATA[*1]， Hirokazu BANDO[*1]，Masaki YAMASHITA[*1]，Hidekazu KAMINISHI[*1]
[*1]獨協医科大学情報教育部門
[*1]Division of Information Literacy Education, Dokkyo Medical University
Email: nobus@dokkyomed.ac.jp

あらまし：医学部新入生が，能動的・自律的な学びの必要性を認識し，身につける機会とするため，2015 年度から「スタディスキルズ」科目を導入した．グループ議論，事前・事後学習へのフィードバック，授業時のアドバイス，さらに学生評価を含め，きめ細かな指導を行うため，約 20 名の教員が関わる授業デザインとした．学生・教員間，教員間，学生間の情報共有などに，LMS を始めとする ICT 環境を積極的に活用しており，2 年目に取り組んだ改善を含め，その取り組み内容について報告する．
キーワード：グループ学習， アクティブラーニング，ICT 環境，教員

1. はじめに

本学医学部では，教育改善を目的にカリキュラムの再編とともに，授業時間を 90 分間から 60 分間とする取り組みが，2015 年度から始まった．これに伴い, 午後の講義時間の終了時間が 50 分ほど早くなり, 木曜日の午後には基本的に講義のない授業編成となった．これは，事前学習や事後学習を行う時間を設け，学生が，より能動的，自律的な学びを行うことを考慮した取り組みである．

このカリキュラム再編・授業時間短縮の実施においては，医学部の新入生に対しても，対応が必要と考え，新たな科目「スタディスキルズ」を 2015 年度に導入・追加した．この「スタディスキルズ」科目（全 11 コマ）は，グループ学習を主とする授業デザインを用い，授業内容の検討はワーキンググループが行った．さらに，授業時のグループ（学生 4~5 名で構成）を担当する教員も合わせ，教養系の教員，約 20 名が関わる授業科目となった．

2016 年度も，前年度の結果・振り返りをもとに改善を試み, 教員 20 名が関わる授業を実施した. 今回, このような人数の教員が関わる授業において，どのように協働し，さらに ICT 環境を活用したかを報告する．

2. スタディスキルズ科目概要

スタディスキルズ科目では，新入生が，入学直後の時点で，事前学習・事後学習と実際の授業で，学びのサイクルを体験し，学び方を学ぶスタートアップの機会としての意味を含ませている．また，授業では，学生 4~5 名のグループでの議論をできるだけ多く取り入れることを考慮した．そのため，1 年生約 120 名を 2 クラスに分け，それぞれ別の日程に授業を設定した．また，各クラス約 60 名をさらにグループ化し，それぞれのクラスを 2015 年度は 15 グループ，2016 年度は 13 グループとなるように調整した．授業は主にグループ活動での授業を前提として設計したコンピューター教室において行った．事前学習と事後学習だけでなく，授業時のグループ内およびクラス全体の情報共有基盤として，LMS（学習管理システム）を積極的に活用する手法を用いた．LMS の機能としては，主に配布資料機能，アンケート機能，レポート機能，お知らせ機能，掲示板（フォーラム）機能を用いた．

また，授業は，グループごとの小さなセミナー室等で行う形式ではなく，クラス全体が入る教室にて行う TBL（Team-Based Learning）(1) の授業デザインや要素を取り入れて行った．しかし，大きな違いとして，TBL は基本的に少人数の教員による授業であるが，スタディスキルズの授業では，1~2 グループに教員 1 名が支援者として担当する形式とした．

また，科目全体の細かな設計をするため，2015 年度の授業のために, ワーキンググループ (7 名構成) を作り，そこでの検討を経て作成された授業内容を用いて授業が行われた．いくつかの授業形態が含まれたが，事前学習を経て，授業に臨み，グループ議論を行い，授業後にはまとめを含む事後学習を求める形で行った．

3. ワーキンググループと活動内容

2015 年度の実施結果から，スタディスキルズの科目を導入したことによる利点や課題点が明らかになった. 課題点としてもいくつかの項目が挙がったが, 教員の関わり方についてもその一つであった．

2015 年度のスタディスキルズ授業では，ワーキンググループメンバー間では協働が行われたが，役割

分担の偏りが課題点として考えられた．さらに，他のグループ担当教員との間では，ワーキンググループからの一方向的な情報提供が主になってしまい，グループを担当する教員が，どのように自ら関わることが望ましいのかについて，明確な議論ができなかった．そのため，授業でのグループ支援のレベルの差が発生してしまうことが見受けられた．そのため，2015 年度の授業には，約 20 名の教員が関わる協働の体制として，改善の余地が多く見られた．

このような結果を踏まえ，2016 年度では，教員の関わり方についての再検討も行われた．まずは，ワーキンググループにおける活動の見直しを行い，役割分担をより明確にするとともに，ワーキンググループメンバー全員（8 名）で，授業を構築していくことを目指した．メンバーは，前年度にワーキンググループのメンバーとして活動した教員と，グループのみを担当した教員で新たに構成された．

4. 各グループの担当と支援

グループ担当の教員の役割として，前年度の授業では，明確な役割提示ができなかったため，課題点の一つとして取り上げられた．2015 年度では，グループを担当する教員が，同じクラスの中で 2 つのグループを受け持つことが数名の教員で発生した．そのため，2 つのグループ間を教員が行き来するため，グループ内の議論状況の把握や授業支援が難しくなることがわかった．また，学生からも，教員の支援の程度に対して改善を求める意見がみられた．

前年度の結果を踏まえ，2016 年度のワーキンググループでは，授業中に各グループの支援をより密接に行うための方策を検討した．その一つの方法として，教養系教員の協力のもと，各グループを 1 名の教員が継続して担当する方式へと改めた．

これにより，各クラスとも全グループにそれぞれ担当する教員が付いたことで，以下の取り組みが可能となった．１つは，事前課題と事後課題の学生による提出物への対応である．とくに，事後課題の一つとして，毎回 200 文字での授業の振り返りを LMS のレポート機能を用いて提出させたが，2016 年度は，その文章の添削を各グループ担当の教員が行うことにした．学生の適切な文章を書くという技能的な練習とともに，その文章に対する添削結果を学生へフィードバックできる良い機会になると考えた．そのため，時間的な制約はあったが，授業時間内にフィードバックを行う時間帯を設け，文章の書き方に関する指導を各グループ内で行うことが可能となった．また，事前課題の提出内容を授業前に把握しておくことで，議論に用いる資料の理解や認識をある程度，グループ担当教員も把握することができる．そのため，議論の際には，その情報をもとに支援をすることが可能になると考えられた．

もう１つは，授業時間内のグループへの細かな指示や，議論をする際の支援である．前年度の授業では，この部分への対応が不十分になっていたことから，改善が期待された．

これらのように全てのグループに一人ずつ教員が担当することで，授業時間内外の支援を行うことが可能と考えられた．授業全体の終了後の学生へのアンケートでも，各グループに教員 1 名がいたことに対し，大変良いが 59%，ある程度良いが 38%との高評価が得られた．

5. ICT 学習環境の活用

スタディスキルズの 2 年目において，ワーキンググループの役割や取り組み方法の見直しを行い，また，各グループを担当する教員の授業への関わり方の見直しを行ったが，LMS を始めとする ICT 環境の積極的な活用も寄与したことが考えられた．

2015 年度においても，LMS を活用したが，検討においては限定的な利用に留まっていたと考えられた．しかし，2 年目においては，ワーキンググループで実際に議論したことを踏まえた内容を LMS やメールを活用して情報共有され，疑問の解消や，お互いの刺激につながっていたことが推察された．また，教養系教員全体で集まる教育ワークショップの開催時にも，各グループを担当する教員へ，この授業への関わり方や，考え方をより適切に伝えることができ，さらに LMS やメールなどによるタイミングを考慮した情報共有が行われた．そのため，様々な分野にまたがる 20 名の教員たちが，協働して授業に臨んでいたことが観察された．

6. まとめ

今回，2 年目として実施した「スタディスキルズ」の授業において，教員がどのように関わったかを ICT 環境の利用を含めて報告した．2015 年度の実施結果をもとに，改善を行い，20 名の教員が ICT 環境の活用を含めて、協働して授業に取り組むことができたと考えられた．

参考文献

(1) 三木洋一郎，瀬尾弘美: “新しい教育技法「チーム基盤型学習（TBL）」”，日医大医会誌 Vol. 7，No. 1，pp. 20-23（2011）

資格試験を背景とした体系的学習を効率化するレスポンスシステムの利用

Utilization of a response system progressing the systematic learning for the purpose of qualifying examination

遠藤 大二[*1],大西昭夫[*2]
Daiji ENDOH[*1], Akio ONISHI[*2]
[*1] 酪農学園大学獣医学群
[*1]School of Veterinary Medicine, Rakuno Gakuen University
[*2] 株式会社 VERSION２
[*2] Ltd. VERSION2
Email: dendoh@rakuno.ac.jp

あらまし：資格取得のための知識・思考力の定着を目的とした講義においては，知識の体系的学習に受講者をいかに参加させるかが重要となる．レスポンスシステムは，アクティブラーニングの成果で示される知識活用の有用性を通常形態の講義の中で実現させる可能性がある．このような目的のためには，受講生の真剣な思考を引き出すために，回答を保証し，評価を即時提示することが必要になる．本研究では，回答の提出を保証でき，単語・短文自由回答を即時採点可能なスマートフォンを用いたレスポンスシステムの講義での利用を報告する．
キーワード：レスポンスシステム，スマートフォン，即時採点，回答保証

1. はじめに

大学での教育では，学識に基づいた広く深い思索が重んじられ，知識の習得は必ずしも重視されてこなかった．しかしながら，医学・歯学・薬学・看護学・獣医学等の資格系(医療系)高度職業人養成課程においては，専門活動の前提として資格取得が必要となり，そのための知識の修得は教育における大きな目的となる．ただし，医療系人材の養成のためには，知識を保有していることのみにとどまらず，知識を体系的に把握するとともに，修得した知識による課題解決能力の養成も強く求められる．

このような社会的な要請に対し，教育課程では，学生個々が知識を活用する課題について時間をかけて体験し，修得した知識の活用を醸成することが望ましい．一方，医療系の現場で求められる知識は増えており，修得すべき知識が増大し，資格試験の難易度は高まっている．結果的に，大学では知識の修得と醸成に十分な時間を割くことができない状況が生じている．

このような状況で,知識のみの修得にとどまらず,課題解決能力を向上させるためには，修得した知識を講義内で活用して発信するアクティブラーニングが有効であることが知られている．アクティブラーニングには様々な形態があるが，限られた時間での課題への取り組みを誘導する方法として，クリッカーなどのレスポンスシステムでの講義中の小課題への取り組みが行われてきた．様々な研究で，クリッカーの教育上の有効性が示されている[1,2].

近年のスマートフォンの普及と無線 LAN 技術の向上にともない，クリッカーに代わるレスポンスシステムとして，学生個々人のスマートフォンを用いたレスポンスシステムが開発されている．本研究では,演者らが開発したレスポンスシステムにあわせ,修得知識の活用のための講義中での最適化した運用について報告する．

2. 修得知識の活用を誘導するレスポンスシステム

発表者らは，修得知識の活用を受講生全員に誘導させることを目的にして，2015 年 4 月から 2016 年 4 月にかけて下記の要件を満たすレスポンスシステムを開発・改善した．

第一の要件として，での学生評価の一部とできるように，学生全員の回答を保証することとした．学生の一部は講義で受け身になっており，真剣な回答を義務付けるためには，科目修得上の必要性を付与することが必要と予想された．そのためには，第一に学生の回答を例外なく受理して評価可能にすることが必要と考えられた．

第二の要件は，数字等の限られた項目以外の文字列の入力を可能にするとともに文字列で入力された回答を短時間で評価するための仕組みを整備することとした．スマートフォンを活用する場合には，文字の入力が可能になるため，採点システムが対応できれば，文字列の入力が可能になることが期待された．講義という限られた時間内で知識の活用方法を習得させるためには，設問に対する回答を迅速に評価することにより学生個々による回答するための思考を修正・発展させることが可能になる．

開発の要件を満たしたうえで，講義に先立って学生がレスポンスシステムにスムーズに接続できるように運用するための仕組みづくりが必要と考えられた．

3.　回答保証・自由記述・即時採点レスポンスシステムの開発

前節に述べた要件を満たすシステムを開発するため，以下の順で開発が進められるとともに，学生への配布資料等が作成された．

3.1 回答保証のためのシステム

学生がレスポンスシステムを使用する場合，基本的に個人が所有するスマートフォンで回答することを想定し，複数の端末OSに対応する必要が生じた．これに対しては，回答を Web ブラウザから収集し，レスポンスシステムの学生画面は Web サーバーから配信することとした．

レスポンスシステムでの回答収集の際には，アクセスポイントへの接続が最も大きな障壁となった．国内では，2 社の製品のみが 50 人以上の接続を保証しており，安定性から，フルノシステムズの Acera810 が選択された．このアクセスポイントを利用した場合，複数台のアクセスポイントを連結することにより 100 人以上の接続も可能であることが期待された．

さらに，スマートフォンの電池が切れている場合に備え，受講者の 10%程度の台数の充電器を整備し，スマートフォンを持っていない学生のために，タブレットを受講者の 15%程度準備した．結果的に，140 人の受講生に対し，充電器を 14 台，アンドロイドタブレットを 20 台準備した．

3.2 文字列入力および採点のためのシステム

文字列の入力については，web クライアント・サーバーシステムを選択することにより可能になった．140 人分の回答を迅速に採点するために，回答を分類し，分類された回答ごとに教員が評価する仕組みを整備した．具体的には，Web で収集した回答を MySQL に登録し，SQL 言語で分類を実行させた．採点は，教員が分類された回答に対して行うが，採点された結果については，分類回答に該当する回答に対して共通の採点結果を作成したのち無線により返却した．

3.3 レスポンスシステムへの接続のための運用

スマートフォンでは，一旦接続したサイトの記録がブラウザに残るため，2 度目以降からはスムーズに接続が行われることが期待された．そのため，講義一回目に当たっては，接続と回答を指示するためのマニュアルを iPhone および Android それぞれに準備した．

アクセスポイントの暗号化については，暗号を設けず自由に接続可能にした．SSID について tka や tkg などの単純な記号を使用した．レスポンスシステムの本体である Web サーバーについては，192.168.1.3/tk などのプライベートアドレス上での単純な名称を割り振った．



図 1　学生向けの接続・回答用マニュアル

4.　講義までの予行および準備

講義での利用に先立ち，協力者を 20 名集めて講義用マニュアルを配布し，接続を求めたところ，19 人が問題なく接続が可能であった．1 人については，IP アドレスの入力場所が不明であったために接続ができていなかった．この予備試験の結果を参照して，あらかじめ学生にレスポンスシステムサーバーに接続するための URL をメールで配布し，あらかじめその URL に一度接続してブックマークを付けるよう告知した．

5.　講義での利用状況

140 人中，接続上問題が起きる学生は一回目 15 人程度存在したが，ブラウザのキャッシュおよびクッキーの消去方法を告知したところ 0 名になった．6 月 7 日までに 8 回の講義を実施したが，タブレットの貸し出し数は 10-8 台で安定していた．

学生の回答収集の確認には，最終の学生の入力後 5 秒程度必要であった．そのため，各設問の回答には 30 秒から 2 分程度の制限を設けた．学生個々のスマートフォンの正確な状況は把握できないが，制限を設けない場合には，回答者の増加速度が制限時間を設けた場合に比べて明らかに遅かったため，回答収集までの時間のかなりな部分が学生の思考時間に充てられていることが示唆された．

講義では，1-4 回目においては，主として知識の確認用にレスポンスシステムを使用したが，5-8 回目については小テストとしての使用頻度が増えた．小テストでの正解率が高い問題については，レスポンスシステムでの回答・採点後，説明を実施し，再度類似問題を解くという進め方をした課題についての問題が多かったことから，回答・採点・類似問題という連続した組み合わせが，学生の理解度を高めることが示唆された．

参考文献

(1)　家島明彦：“大学教育における「クリッカー」活用の現状と可能性／限界，” 第 16 回大学教育研究フォーラム発表論文集, pp102-103, 2010.
(2)　三尾忠男：“授業におけるアクティブ・ラーニングとオーディエンス・レスポンス・システムの使用に関する学生の印象評価，”早稲田教育評論, Vol.29, No.1, pp.177-189，2015.）

外国語会話訓練を目的とした動画配信システムの構築

Development of a Videophone System for Foreign Language Conversation Training

松本 章代 † 佐伯 啓 †
Akiyo MATSUMOTO † Kei SAEKI †
† 東北学院大学教養学部
† Faculty of Liberal Arts, Tohoku Gakuin University
Email: akiyo@mail.tohoku-gakuin.ac.jp

あらまし：外国語による会話を練習させるための仕組みとして，指定日時に学習者のスマートフォンにテレビ電話（ハングアウトによるビデオ通話）をかけ，教員があらかじめ用意した動画データを自動再生するシステムを提案する．一方的に動画を配信するだけでなく，学習者に対して問いかけを行う内容になっており，学習者の発話はサーバ側に録音される．実践的な会話のトレーニングを行えることや，学習の継続し易さが期待できる．
キーワード：ハングアウト，映像・音声配信，スマートフォン，ビデオ通話，語学教育

1. はじめに

国内にいながら外国語会話を習得するための代表的な手段としては「スクールに行く」「ラジオや CD などを聴く」などが挙げられる．外国語会話教室に通っている人は金銭面・時間面で恵まれ，それらを費やして学習する強い意志がある．それらに欠けると外国語会話教室に通うことは難しい．一方，ラジオや CD などを聴き，外国語会話に必要なリスニング能力を鍛えるためには，毎日の訓練が欠かせない．しかし強い意志がないと目標に達成するまで継続し続けることは困難である．挫折してしまう人の中にも「本当はできるようになりたい」という人はいるはずである．また，聴く訓練だけでは，実際の会話において適切な間で返答を行うことは難しい．レスポンスの能力は，実際にネイティブと会話をしないとなかなか身につかないものである．

そこで我々は，強制的に継続可能で実践的な会話の練習ができるシステム「Phone me!」を提案する．本システムは，教員が指定した日時に学習者に電話をかけ，あらかじめ用意した音声を聞かせるものである．実際の会話を想定して，通話内に無音の返答時間（ポーズ）を設けており，会話における間の取り方，レスポンスのトレーニングが可能である．このトレーニング方法は,「同時通訳の神様」として知られる國弘正雄らが勧める「一人対話トレーニング (1)」であり，外国語会話学習法として有効である．さらに，予期せぬタイミングで突然外国語で電話がかかってくるという緊張感のある場面において，予期せぬ質問に即答することが要求される状況を多く経験させ，実践力が鍛えられることを期待している．

本研究の目的は，テレビ電話（ハングアウトによるビデオ通話）機能を追加し，音声のみでなく動画も配信できるようにすることである．これまでの音声のみの配信と比較を行い，動画配信の有効性を検討する．本稿では，構築したシステムの概要を紹介し，運用に先立って行われた予備実験について報告する．

2. 関連研究

語学学習にモバイル機器を用いる試みはこれまでにも多数報告されている．高等教育機関での実践的な取り組み例を挙げると，榎田は広島大学において，英語のリスニング訓練にポッドキャストを利用し，学習者の携帯電話にオリジナル教材を配信している (2)．我々のシステムとは「語学学習者の携帯電話に音声を配信し授業時間外での学習を促す」点が共通している．しかし，我々のシステムが会話訓練のための仕組みを持っているのに対し，榎田のシステムはリスニング訓練，つまり一方的な配信のみとなっている．

また，話者映像の提示は，リスニング力に関わらず外国語会話を音声のみで提示するのと比べ聴解を促進することが達川によって確認されている (3)．我々のシステムにおいても，音声と同時に話者の映像を配信することで，学習者は外国語会話を練習する際に会話相手の表情，口元を確認することができ，音声のみ配信より効果があると思われる．

3. これまでの経緯

我々はこれまでに，Skype を利用した外国語会話訓練システムを構築した (4)．しかしながら，2013 年 12 月に Skype Desktop API が突然廃止となり，利用困難な状況となった．2014 年度は古いバージョンの Skype を利用することで対応したが，それも現在は不可能な状況である．そこで，Skype に替わり，一般電話回線（PSTN）[1] を採用したシステムへと構築し直し，2015 年度以降の運用に利用している (5)．

これらのシステムは音声のみ配信可能であり，動画配信を可能にするために今回は Google ハングアウトを利用する．Google ハングアウトとは，Google が提供する統合メッセージングサービスであり，Skype と同様に VoIP(インターネット回線) を用いて無料で通話することができる．一方，一般電話回線を用いたシステムは通話料が必要となるため，Google ハングアウトには運用コスト面でのメリットもある．

[1] Twilio API を利用．http://twilio.kddi-web.com/

4.　システム概要

本システムでは，無料通話アプリとしてハングアウトを利用するため，学習者はあらかじめ所有するスマートフォンにハングアウトをインストールしておく．

4.1　提案システムの機能と意義

本システムは，ウェブアプリケーションであり，教員・学習者ともブラウザを介して利用する．ただし，通話の際には，ブラウザの起動は不要であり，ハングアウトの起動が必要である．

ここでは，主な機能とその意義について述べる．

4.1.1　学習者情報の登録

学習者はあらかじめ，ウェブブラウザ上で学習者情報（学生番号，氏名，Google アカウント）の登録を行う．

4.1.2　動画配信

学習者のスマートフォンにインストールされたハングアウトアプリに，教員が指定した日時に電話をかけ，教員があらかじめ用意した動画データを自動再生することが可能である．一方的な動画配信ではなく，学習者に対して問いかけを行う内容になっている．実践的な会話のトレーニングを行えることや，学習の継続し易さが期待できる．

4.1.3　録音

学習者の発話は録音することが可能である．この録音データは学習履歴として教員・学習者本人の双方から参照できる．発話が記録されることにより，真剣に取り組ませる効果が期待できる．

4.1.4　再配信

電話がかかってきた際に都合が悪く出られなかった場合には，学習者がシステムに対して都合の良い日時を指定すると改めて電話がかかってくる仕組みになっている．繰り返し学習することも可能である．

4.2　本システム（サーバ）の動作環境・利用システム

サーバの OS は Windows7，開発言語は JavaScript（ハングアウト制御部分）および Ruby（CGI 部分）である．ハングアウトの制御部分には “Google+ Hangouts API” および “HiMacroEx” というマウスとキーボードの操作を記録，再生することができるソフト [2] を利用している．録音には，Windows7 に付属するサウンドレコーダーを用いる．

4.3　配信処理の概要

動画配信処理の流れは次のとおりである．

① 教員がウェブブラウザから入力した，Google アカウント，配信動画ファイル，配信日時等の情報を取得する．
② 発信スクリプトをタスクスケジューラに登録する．（schtasks コマンドを用いてスケジュールタスクを追加する．）
③ 指定された日時になると自動的に発信スクリプトが起動し，画面の共有を行う．
④ 動画ファイルの再生および録音を開始する．
⑤ 受話の検知の後に音声ファイルを再生し，学習者の発話を録音する．
⑥ 再生が終わると録音を停止し電話を自動的に切る．

[2] HiMacroEx. http://fefnir.com/soft/himacroex00.htm

なお，動画配信は，1 件ずつ行う．したがって，グループによる配信の指定が行われた場合は，順次配信処理を行う必要がある．動画データの再生時間に応じて，発信時刻をずらしながらタスクスケジューラに登録する．

5.　予備実験

本番運用の前に行った予備実験について述べる．予備実験では動画の視聴や録音に問題がないかどうかの検証を行う．

5.1　実験内容

スマートフォンを所有している大学生 19 名を対象に，7 日間毎日 1 回動画を配信する．配信する動画データは毎日異なるもの（ファイルサイズ約 1MB〜5MB）を用いる．電話に出られなかったときには再配信設定を行い，必ず 7 日分の動画を視聴してもらう．

5.2　実験結果

実験の結果，まず着信については 19 名全員が 7 日間すべて正常であったことが確認された．

画質・音質については「(5) 良い」「(4) 普通」「(3) やや悪い」「(2) 辛うじて観られる・聞ける」「(1) 観られない・聞き取れない」の 5 段階で毎日評価してもらった．画質は (4) が約 6 割を占め，(1) と (2) は合わせて 1 割未満であった．音質は (3)〜(5) がそれぞれ約 3 割ずつに分かれ，(1) と (2) は合わせて 1 割未満であった．ファイルサイズと画質・音質に相関は認められなかった．そこで，(1)(2) のケースについてそのときの状況を被験者に確認したところ，いずれも地下鉄での移動中など電波状況の悪い中で動画を視聴していたことが分かった．

被験者の声を録音したデータについては，すべて問題なく録音されていることを確認した．

6.　まとめ

本稿では，外国語による会話を練習させるための仕組みとして，ハングアウトを利用して動画配信を行うシステムを提案した．これを実際に構築し，予備実験を行った．今後は外国語学習者を対象として音声のみの配信との比較実験を行い，動画配信の有効性を検証する．

謝辞

本研究は文部科学省科学研究費補助金（基盤 C，課題番号 15K00489）の交付を受けている．

参考文献

(1) 國弘 正雄，千田 潤一 : “英会話・ぜったい・音読　続・入門編”，講談社 (2004).
(2) 榎田 一路 : “オリジナル英語学習用ポッドキャストの携帯電話への配信”，広島外国語教育研究，No.15，pp.75–87 (2012).
(3) 達川 奎三 : “外国語リスニングにおける話者映像提示の聴解促進効果”，広島外国語教育研究，No.13，pp.15–31 (2010).
(4) 松本 章代，木村実穂，佐伯 啓 : “外国語会話訓練を目的とした Skype 音声配信システムの開発”，教育システム情報学会研究報告，Vol.28，No.3，pp.69–74 (2013).
(5) 松本 章代，蜂谷 僚哉，佐伯 啓 : “音声通話・SMS を利用した外国語会話訓練システムの構築と運用”，情報処理学会研究報告，Vol.2016-CE-133，No.12，pp.1–4 (2016).

デジタル教科書の導入による授業改善の提案
－保育士養成課程及び栄養士養成課程を対象として－

Proposal of class improvement the introduction of the digital textbooks
- Nursery teacher training course and target a dietitian training course-

田中 雅章[*1], 神田 あづさ[*2], 大森 晃[*3], 松尾 徳朗[*4]
Masaaki TANAKA[*1], Azusa KANDA[*2], Akira OMORI[*3], Tokuro MATSUO[*4]
[*1] ユマニテク看護助産専門学校
[*1] Humanitec College of Nursing & Midwives
[*2] 仙台白百合女子大学
[*2] Sendai Shirayuri Women's College
[*3] 東京理科大学
[*3] Tokyo University of Science
[*4] 産業技術大学院大学
[*4] Advanced Institute of Industrial Technology
Email: m.tanaka@ao-g.jp

あらまし：平成 27 年度より専門科目を中心に 38 冊のデジタル教科書を導入した．導入のメリットは次に述べる４つである．1．紙の教科書に比べ重量と容量が少ない．2. 高い携帯性による学習機会が増える．3. マルチメディア機能による学習効果が期待できる．４．ログから学習状況の詳細が把握でき，学習指導への活用が可能になる．本報告では本格導入したデジタル教科書の 1 年間の運用成果を報告し，他の養成課程への導入の参考とする．
キーワード：**電子教科書**，タブレット端末，スキマ時間

1. はじめに

平成 27 年度より 81 名の学生に，専門教科を中心としてデジタル教科書を導入した．導入したデジタル教科書は利用形態に応じて，タブレット端末，スマートフォン，パソコンから利用者の学習スタイルに合わせて，自由に利用するデバイスを選ぶことができる．また，このデジタル教科書のプラットフォームは，一つの ID で 3 台まで同時にログインすることが可能になっている．

従来の紙の教科書と併用導入のため，学生はどちらの教科書でも自由に使うことができる．われわれの想定では，学校で講義を受けるときはタブレット端末を使い，自宅ではこれまでの紙の教科書やパソコン上でデジタル教科書を利用することを予想した．また，通学途上や空き時間ではスマートフォンによる閲覧で，復習や試験対策に活用するのではないかと予想した．

デジタル教科書の利用実態を知るために導入した平成 27 年度の 5 月から定点調査を開始し，同年 10 月と平成 28 年 4 月の 3 回, デジタル教科書の実態調査を実施した．学生は授業進行に伴いデジタル教科書を 1 年間利用したことになる．本稿では，この実態調査の結果を報告し，デジタル教科書の授業方法を提案する．

2. 導入したデジタル教科書の特徴

われわれが導入したデジタル教科書の規格は PDF（Portable Document Format）ベースである．そのため，スマートフォンの小さな画面サイズでは文字が小さくなりすぎる．ピンチ操作で文字サイズを大きくすると画面からはみ出してしまい，読みにくくなる．文字が画面からはみ出さないように，自動的に改行処理を行うリフローをすることができない．しかし，PDF は学術的文書として早くから普及しており歴史がある．

PDF 型デジタル教科書は，EPUB 型デジタル教科書のようにリフローに対応していないが，既刊書籍の電子化の手間と費用が EPUB よりも少なくすむという利点がある(1)．現段階ではデジタル教科書を提供している専門書の種類の多さとデジタル教科書を利用するための費用とを総合的に判断した結果，PDF ベースのプラットフォームのデジタル教科書の導入を決めた．

導入した PDF 型デジタル教科書は透明テキスト付き PDF ファイルである．透明テキストは PDF ファイルの文字部分を OCR ソフトで読み取って日本語テキストに変換してある．さらに, テキストを「文書の画像」に見えない形で重ね合わせて一体化したものである．透明テキストはそのままでは目で見ることや印刷することができない．透明テキストは，画像の文字部分に該当するテキストと重なるように「文書の画像」にほぼ同じ位置に配置されている．透明テキスト付き PDF ファイルを検索すると, 透明テキスト部分が検索対象となる．そのため，用語検索は 1 冊単位あるいは，デジタル教科書データが保存されているタブレット端末の単位で検索することができる．マーカー機能は透明テキストの全角文字を認識することでテキスト部を認識している．半透明のラインを文字と重ねて表示することで，マーカ

ーを引いた状態を再現している．その他にしおり，付箋メモ，ページメモの機能がある．これらの機能は XML（Extensible Markup Language）によって実現されている．

デジタル教科書はデジタル著作権管理である DRM(Digital Rights Management)によって利用者保護と不正利用の防止を実現している．さらに，デジタル教科書は利用者ログを自動的に採取する．この利用者ログはデジタル教科書がネットワークに接続している時に自動でサーバーへアップロードするようになっている．この利用者ログデータを分析することで，デジタル教科書の利用状況を把握することができる．

3. 利用状況の調査方法

利用状況調査データには，利用者ログと利用者アンケートを用いた．利用者ログは，デジタル教科書の管理会社から毎月 10 日すぎにメールで送られてくる．本稿では平成 27 年分のデータを用いた．利用者アンケートは平成 28 年 4 月の下旬に，デジタル教科書を 1 年間利用した新 2 年生の 76 名が回答した．

質問内容は，タブレット端末の利用状況とデジタル教科書の利用状況，デジタル教科書の機能活用である．自己記述の無記名式調査票を学生に配布し，学生が記入後に回収した．回収された調査票を精査後，Excel2013 にて入力した．回収した 76 名分の有効回答率は 100%であった．

4. 調査結果・考察

まだ，デジタル化していない教科書のデジタル化の推進について質問した結果が，表 1 教科書の全デジタル化の意向を示す．教科書を全てデジタル化してほしいとの希望は，全体の 75%以上である．デジタル教科書の内容をプロジェクターへ投影することができるので，学生は授業の進捗状況が理解しやすい．また，通学時や臨地実習時の荷物が減るメリットが大きいと考えられる．

表 1 教科書の全デジタル化の意向　n=76

項　目	人数	%
とてもそう思う	39 人	51.3%
そう思う	19 人	25.0%
そう思わない	13 人	17.1%
全くそう思わない	4 人	5.3%
無回答	1 人	1.3%

授業以外でデジタル教科書をどのような目的で利用しているかを質問した結果が，表 2 授業以外の利用目的である．一番多いのが定期試験の勉強で，80%以上である．次に多いのが，小テストなどの 3 つの項目でほぼ半数の学生が活用していることがうかがえる．

利用者ログからは，デジタル教科書を予習に使っている様子はみられなかった．しかし，授業当日と土日などの週末には，アンケート結果のように復習をしている様子がみられた．特に専門教科は学習内容が難解なため予習をさけ，授業で学んだ学習内容を記憶の定着のための復習をしていることがうかがえた．

表 2 授業以外の利用目的　n=76

項　目	人数	%
定期試験の勉強	62 人	81.6%
授業の小テストなどの勉強	37 人	48.7%
予習や復習	37 人	48.7%
レポートの作成	36 人	47.4%
その他	2 人	2.6%

学生はどのようにデジタル教科書を活用しているのかを質問した結果が，表 3 デジタル教科書で利用する機能である．ほとんどの学生は，これらの機能を利用して教科書へ直接書き込みをしているのである．ページメモは手書きのみの書き込み機能である．付箋メモはキーボード入力による書き込み機能である．学生はこれらの機能を利用して，教科書をノートの代用として使っている実態が明らかになった．

教科書へ直接書き込む方法は，ノートを作成するよりもはるかに効率が良い．さらに，これまでの紙の教科書は一度，書き込んでしまうときれいに消すことは容易なことではない．しかし，デジタル教科書は書き直しや消去が簡単に行うことができる．また，専門用語の意味を調べるための用語検索機能を活用している様子がみられる．この機能は，専門用語の辞書代わりとして教科書を利用できる．さらに，タブレット端末で書き込まれた内容は，スマートフォンへ反映することが可能になっている．しかし，その機能を実際に利用していたのは，40%程度で利用頻度も少なかった．

表3 デジタル教科書で利用する機能　n=76

項　目	人数	%
ページメモ	69 人	90.8%
マーカー	67 人	88.2%
付箋メモ	66 人	86.8%
しおり	61 人	80.3%
用語検索	60 人	78.9%

※複数回答　利用の多い機能のみ

5. まとめ

まだ，デジタル教科書は発展途上といえる．アプリがうまく起動しないなどのトラブルが発生することがある．使いなれてくるにつれアプリの起動時間が長く感じる．学生はデジタル教科書にやや不満はあるものの，それ以上の利便性を手に入れることができた．その結果，多くの学生はデジタル化していない教科書の全デジタル化を望んでいることが確認できた．導入当初は，アプリの使い方を理解していない学生がいた．しかし，今ではほとんどの学生が，デジタル教科書の特徴を生かした使い方をしているといえる．

参考文献

(1) 植村八潮,:“電子書籍制作・流通の基礎テキスト”，ポット出版,2014

講義ビデオの画面上に学習者たちのテキストコメントを流すことが学習に与える影響に関する実験

Learning Effect for using Lecture Video System included Function of Superimposing Learners' Comments on Video

浅羽 修丈[*1], 倉光 貴子[*2], 斐品 正照[*3]
Nobutake ASABA[*1], Takako KURAMITSU[*2], Masateru HISHINA[*3]
[*1] 北九州市立大学, [*2] 九州工業大学, [*3] 東京国際大学
[*1]The University of Kitakyushu, [*2]Kyushu Institute of Technology, [*3]Tokyo International University
Email: n-asaba@kitakyu-u.ac.jp, kuramitsu@ltc.kyutech.ac.jp, hishina@tiu.ac.jp

あらまし：筆者らは，講義ビデオを視聴しながら学習者達が入力したテキストコメントを，その入力タイミングと同期させてビデオの画面上に併せて流すことが，学習に与える影響に注目している．他の学習者が入力したテキストコメントは，講義ビデオだけの視聴に比べて異なる知的刺激となり，発達の最近接領域に対する効果が期待される．本稿では，テキストコメントの有無による課題の取り組みの差異に注目した実験の概要と結果を報告する．

キーワード：講義ビデオ，ソーシャルメディア，学主課題，反転授業

1. はじめに

近年の大学教育において，復習のために講義を録画したビデオや，いわゆる反転授業のために事前に視聴させる講義ビデオを Web 配信することの普及により，学習者が自宅で講義ビデオを視聴する機会が増えている．しかし，学習者単独での視聴は，教員による一方向的な情報提供になりがちで，他者からの知的刺激を受けることは期待できない．

筆者らは，発達の最近接領域[(1)]を意識するならば，自宅で講義ビデオを視聴する機会においても，学習者同士が互いに知的刺激を行う環境を提供する必要があると考える．このような環境を提供できれば，学習者たちを現下の発達水準を超えた明日の発達水準へと引き上げる効果が期待できるからである．筆者らは，このような環境として，講義ビデオを視聴しながら学習者たちが入力したテキストコメントを，その入力タイミングと同期させてビデオの画面上に流す仕組みを提案している．この仕組みにより，テキストコメントの入力・送信による思考の外化[(2)]と，他の学習者が送信したテキストコメントの視聴による思考の内化[(2)]が促進されて，学習者同士が互いに知的刺激を行う環境を実現することが期待できる[(3)].

2. 講義ビデオと開発したシステムについて

2.1 講義ビデオ

筆者のひとりである浅羽が講師となって,「メリット・デメリット（以下，MD と記す）計算[(4)]」をテーマにした講義を撮影して講義ビデオを制作した．MD 計算とは，問題事態に対する解決案を考え，それを実行するか否か，または，複数の解決案に対してどの解決案を実施すると良いかを判断する問題解決のフレームワークの 1 つである．考えた解決案に対してできる限り多くの視点から MD を列挙し，各 MD に関わる立場と重み付けを記述する．そして，付けた重みを計算することで, 解決案の判断を下す．

講義ビデオは，解説編（9 分 19 秒），具体例編（9 分 44 秒），演習編（6 分 55 秒）の 3 種類を用意した．演習編では，「脳腫瘍摘出の手術を誰に依頼するか」をテーマとして 2 つの解決案（①米国の「神の手」と呼ばれる名脳外科医に依頼して半年後に手術，②「神の手」のプログラムが導入された高性能手術ロボットに依頼してすぐに手術）を提示し，学習者にそれぞれの提案に関する MD 計算を, 専用シート（図 1）を用いて行うことを求めている．

2.2 テキストコメントを流す講義ビデオシステム

筆者らは，講義ビデオを視聴しながら学習者たちが入力したテキストコメントを，その入力のタイミングと同期させてビデオの画面上に流すことができる Web アプリケーションのシステムを開発した．そのシステムの画面を図 2 に示す．

3. 実験

3.1 被験者と実験の概要

学生 15 名が実験の被験者として参加した. 被験者は, 実験群 9 名（第 2.2 節のシステムを用いて学習）と統制群 6 名（講義ビデオの視聴のみで学習）に分けた．その際，niconico 動画の経験を事前に調査して，両群がなるべく等質になるようにした．

実験は，2016 年 2 月 12 日～29 日の期間で実施した. 各被験者の都合のよい日時に 2 回（1 回 2 時間）指定の場所に来させて，自宅での学習を想定して，3 種類の講義ビデオを用いた学習をさせた．その際，実験群には，システム上でテキストコメントを送信でき，他者のテキストコメントも視聴できる旨を伝えた．被験者には，演習編で提示した課題に取り組み，実験の最後に専用シートの提出を求めた．

3.2 仮説

提出された課題の出来具合が，実験群と統制群で異なると考え，筆者らは以下の仮説を立てた．

仮説 1：新たに追加提案する解決案は，実験群の方が多い．
仮説 2：MD を列挙する項目数は，実験群の方が多い．

4.　実験の結果と考察

表 1 に，被験者が新たに追加提案した解決案数の平均と，各解決案で列挙された MD の項目数の平均を示す．仮説 1 について，1 要因分散分析を行った結果，有意差はない（$F_{(1,13)}$=2.13）．仮説 2 について，3 要因分散分析を行った結果，統制群の方が MD を有意に多く列挙している（$F_{(1,13)}$=451.40, p<=.01）．この結果より，統制群の方がより多くの視点から問題解決に取り組んでいることが分かった．

実験終了直後，実験群に実施したアンケートでは，「コメントは邪魔になったか（1.邪魔，2.少し邪魔，3.あまり邪魔ではない，4.邪魔ではない）」の問いに，平均 3.33 と邪魔には感じなかったが，「コメントは役立ったか（1.役立たない，2.あまり役立たない，3.まあまあ役立つ 4. 役立つ）」の問いには，平均 1.89 と役立たなかったとの意見だった．任意に求めた理由では，役立ったかの問いに 1 か 2 と答えた被験者の中で理由を記述した被験者は 1 名であり，「コメントが少なかった」という意見であった．理由の記述が少なく，十分な考察はできないが，実験群が送信したコメント数は少ない（表 2）．コメントを通じた議論もなく，知的刺激には不十分だったと推測できる．表 2 の分類では，全てが視聴者側コメント（視聴者の立場としての感想や意見など）であり，反応（「ふむふむ」等）と意見（「優柔不断かな？」等）が最も多かった．制作者側コメント（ビデオにない情報を付加して内容を補完･強化）は 0 件であった．これらが，影響を及ぼしている可能性がある．

5.　まとめ

本稿では，講義ビデオに学習者たちのテキストコメントを画面上に流す仕組みの影響に関する実験の結果を述べた．その結果，テキストコメントを送信・閲覧した被験者よりも，講義ビデオのみを視聴した被験者の方が，より多面的に問題解決に取り組んでいた．今後は，講義ビデオの内容とテキストコメントの関連を詳細に分析する等[5]して原因を追及し，効果的な学習環境についてさらに検証していきたい．

謝辞　本研究の一部は，JSPS 科研費 26330404（研究代表者：浅羽修丈）の助成を受けたものです．

参考文献

(1) ヴィゴツキー 著, 柴田 訳:“思考と言語”, 新読書社, 東京（2001）
(2) 佐伯:“新･コンピュータと教育”, 岩波新書, 東京(1997)
(3) 浅羽，斐品：“講義用ビデオの再生に併せた時系列的なテキストコメントと印象を調査するシステム “ERICA 拡張版” の概要と試作”，教育システム情報学会第 40 回全国大会 CD-ROM，pp.375-376（2015）
(4) 石桁，渡邉 監修，教育理学研究会 編著：“すぐに使える問題解決法入門，日刊工業新聞社，東京（2005）
(5) 浅羽，倉光，斐品：“映像上に被せて流された他者のコメントが視聴者の印象に与える影響の分析”，信学技報（ET），Vol.115，No.285，pp.1-6（2015）

提出日：平成26年2月22日　　学籍番号（ ■■■■ ）　氏名（ ■■■■ ）

メリット・デメリット計算シート

解決案	メリット 内容	立場	W	デメリット 内容	立場	W
①「神の手」に依頼	安心感	自分	4	半年待たなければならない	自分	5
	成功率が高い	自分	5	治療費が高い	自分/家族	4
				医師の負担が増える	医師	1
②ロボットに依頼	治療費が安い？	自分/家族	4	機械トラブルとかの不安	自分	5
	すぐに手術を受けることができる	自分	5	緊急事態に対応できるのかわからない	自分	4
	人間よりも細かい作業が可能？	自分	3			
	医師の負担が減る	医師	1			

W(ウェイト) ・・・5：重視　4：やや重視　3：どちらともいえない　2：やや軽視　1：軽視

解決案①のウェイト計算	4+5−5−4−1=−1	解決案②のウェイト計算	4+5+3+1−5−4=4
意思決定	ロボットに依頼		

図 1　MD 計算専用シートの記入例

表 1 新たな解決案数と各解決案での MD の項目数の平均

	解決案数	解決案 1		解決案 2		解決案 3		解決案 4	
		M 数	D 数	M 数	D 数	M 数	D 数	M 数	D 数
実	1.00	2.89	3.67	3.00	2.78	3.29	2.29	2.50	3.00
統	1.50	3.33	3.83	3.33	3.33	3.33	3.00	3.67	4.33

※ 実：実験群　統：統制群　M 数：メリットの項目数　D 数：デメリットの項目数

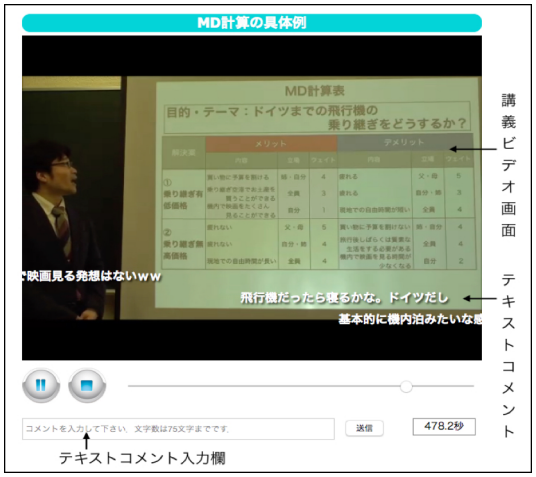


図 2 テキストコメントを流す講義ビデオシステム

表 2 分類ごとのコメントの件数

大分類	中分類	解	具	演	合計
制作者側	—	0	0	0	0
視聴者側	反応	2	5	7	14
	想起	1	1	0	2
	想像	0	1	0	1
	意見	4	9	5	18
	比較	1	1	0	2
	発想/推測	2	0	1	3
	質問	0	3	4	7
	指摘	0	1	0	1
合計		10	21	17	48

※ 解：解説編　具：具体例編　演：演習編

学部１，２年次生向け全学教育科目の全講義を対象とした授業収録・配信システムの導入

Deployment of Video Recording and Delivery System for Whole Lectures in General Education for Freshmen and Sophomores

三石 大[*1]，長谷川 真吾[*1]，田中 秀樹[*1]，今野 文子[*2]，大河 雄一[*3]，爲川 雄二[*3]
Takashi MITSUISHI[*1], Shingo HASEGAWA[*1], Fumiko KONNO[*2], Yuichi OHKAWA[*3], Yuji TAMEKAWA[*3]
[*1] 東北大学教育情報基盤センター
[*1]Center for Information Technology in Education, Tohoku University
[*2] 東北大学高度教養教育・学生支援機構
[*2]Institute for Excellence in Higher Education, Tohoku University
[*3] 東北大学大学院教育情報学研究部
[*3]Graduate School of Educational Informatics, Tohoku University
Email: takashi.mitsuishi@cite.tohoku.ac.jp

あらまし：本発表では，東北大学が平成 27 年度末に導入した授業収録・配信システムについて，その導入の目的とシステムの概要について紹介する．当該システムは，主に，学部１，２年次学生向けに開講される全学教育科目を対象とし，その全ての講義の授業風景を収録し，これをインターネット配信可能とするシステムである．本システムでは，学務情報システムで管理する授業科目の開講情報に基づき，対象キャンパスの全教室に設置されたネットワークカメラにより対象授業を自動収録し，翌日までに LMS 上の当該授業科目の教材データの 1 つとして登録する．これにより受講学生の復習に活用できるだけでなく，修学に特別な配慮が必要な学生の修学支援とできる．
キーワード：マルチメディア活用，映像・音声配信/収録，LMS，初年次教育，修学支援

1. はじめに

東北大学では，平成 27 年度末(2016 年 3 月)に，東北大学の共通 e ラーニング基盤である ISTU システムの更新を行った．本システムでは，LMS としての既存 ISTU を改善，機能強化しただけでなく，授業の開講情報に基づき自動で授業をビデオ収録し，LMS 上の教材データとして登録する機能を備えるとともに，学部１，２年次生を対象とした全学教育科目を実施する全教室にネットワークカメラを配備し，これにより全学教育科目の全講義をインターネット配信可能としている．

本発表では，今回導入した授業収録・配信機能を備えた ISTU システムの概要を紹介するとともに，今後の運用にあたっての課題についても議論する．

2. ISTU と既存 ISTU システム

ISTU(Internet School of Tohoku University / 東北大学インターネットスクール)とはｅラーニングを活用して東北大学が提供する教育機会を拡大することを目的に 2002 年より開始された事業であり(1)，ISTU システムは，そのための LMS である．

ISTU では，発足当初より東北大学大学院が開講する授業科目をインターネット配信し，社会人学生やその他通学が困難な学生が遠隔地からも受講できることを目的としており，そのための ISTU システムもオンラインビデオ配信機能を備え，社会人学生の多い部局を中心に積極的に活用されてきた．

また，当初は大学院の授業配信が中心目的であったが，2010 年にシステムを更新した際に，全学教育科目や学部専門科目等，東北大学が開講する全ての授業科目で標準に利用できるよう拡張され，教務情報システム(現，学務情報システム)や統合認証システムと連携が図られた．

ただし，授業ビデオの配信にあたっては，別途，ビデオカメラを用意して撮影する必要がある上，事前にフォーマットやビットレートを適切に変換しておく必要があるなどの煩わしさがあり，授業ビデオの配信の有用性は確認されつつも(2)，一部の部局以外ではあまり普及していなかった．

一方，学部１，２年次生を対象とした全学教育では，現在，修学上特別な配慮が必要な学生の支援を積極的に進めており，その一環として，やむを得ず授業に参加できなかった学生の修学支援方法として，教室で実施した授業をビデオ収録し，ISTU を通じてオンラインで視聴可能とすることの可能性が検討され，今回のシステム導入に至った．

3. 授業収録・配信機能を備えた LMS としての新しい ISTU システムの導入

3.1 新 ISTU システムの概要

先ず，今回のシステム更新では，授業資料の配布やレポート授受，フォーラム，確認テスト等の LMS としての基本的な機能は既存システムを踏襲しつつ，これまで確認された課題や要望に対応する形でユーザインタフェース等の改善や，レスポンスアナライザ(クリッカー)やミニットペーパーなど，より，対

面授業における教授・学習活動を支援するための機能強化を図った．その上で，北陸先端科学技術大学院大学，ならびに帝京大学の各システム[3][4][5]を参考に，今回のシステム更新の中心となる授業収録・配信機能を拡張した．また，異なる端末からもこれを活用できるよう，HTML5 やレスポンシブルデザイン等の最新のウェブ標準への対応も進めた．

3.2 新システムにおけるビデオ収録・配信機能

本システムでは全学教育科目を実施する 4 つの講義棟の全 76 教室にネットワークカメラを設置した．これらのカメラは基本的に前方のホワイトボードを収録するよう画角を固定しているが(図 1), 200 席以上の大教室 4 室については，講師等を撮影できるコントロール可能なカメラも併せて設置している．

音声については北陸先端科学技術大学院大学から提供頂いた音声データをもとに検討し，学生の音声は入力しない，手元で ON/OFF を切り替えられる等の理由から AV 卓からの入力のみとし，教室内の音声は集音しない仕様とした．ただし，マイクを使用しなかったなど, 音声が収録されない危険性は残る．

また本システムでは，全 76 教室 80 台のカメラで授業を自動収録するために，ネットワークカメラの制御と撮影されたビデオのトランスコードを行う動画収録サーバを 5 台設置し，授業開講情報を受け取った LMS が各動画収録サーバの収録スケジュールを管理する．ただし，学務情報システムからの開講情報以外に, 手作業でのスケジュールの追加, 変更, 取り消しも可能としている(図 2).

以上により収録された授業ビデオは，翌朝までに LMS に送信され，開講情報に基づき対応する授業科目の教材として登録される．

3.3 運用開始に向けた課題

今回，システムを導入し，4 月から仮運用を開始しているが，今後，解決すべき課題は多い．特に，担当教員の中にはビデオ収録されることに抵抗を感じる方もいることが予想され，本システムの主旨を十分理解してもらうことが必要と考えている．

また，当該システムは授業を収録したビデオをオンデマンドでインターネット配信するものであり，著作権法第 35 条で定められた例外規定(学校その他の教育機関における複製等)の適用範囲外となる．このことを担当教員にも確認頂く必要があり，かつ，必要な著作権処理を支援する体制の整備などが必要と考えている．

4. まとめ

以上，2016 年 3 月に東北大学が導入した，ネットワークカメラを利用して学部 1，２年次生向けの全学教育科目の全ての授業を自動収録・配信可能とする機能を備えた LMS としての ISTU システムについて紹介した．今後，2016 年 10 月からの本運用開始向けた詳細を調整するとともに，その後の実運用におけるシステムの運用状況や利用者の印象，授業運営に対する効果等を確認していきたい．



図 1 収録された授業ビデオ

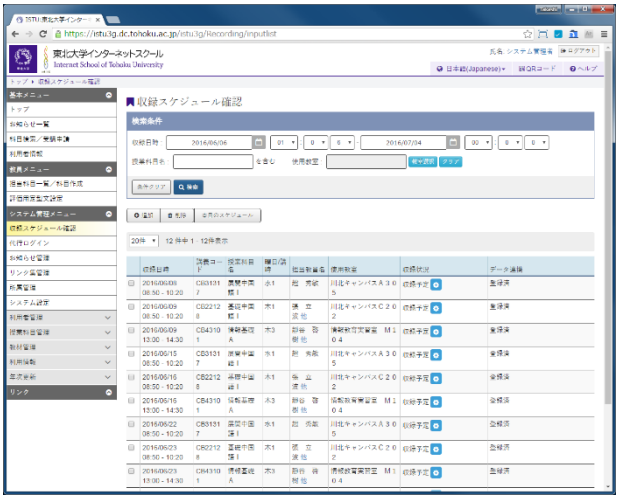


図 2 収録スケジュール管理画面

謝辞

帝京大学の渡辺博芳先生ならびに北陸先端科学技術大学院大学の長谷川忍先生には，システムの導入にあたり細微に至る貴重なご助言を頂きました．この場を借りて御礼申し上げます．

参考文献

(1) 三石 大, 熊井 正之: ISTU: 東北大学インターネットスクール, 電子情報通信学会誌 Vol.86, No.11, pp.816-820 (2003)
(2) 三石 大, 今野 文子, 長谷川 真吾: “板書型授業収録ビデオの LMS による配信とその復習教材としての役割と効果の分析”, 教育システム情報学会 研究報告 Vol.30, No.7, pp.193-198 (2016).
(3) 長谷川 忍, 辻 誠樹, 但馬 陽一, 宮下 和子, 安藤 敏也 “講義アーカイブを活用したコミュニティ動画掲示板システムの構築”, 電子情報通信学会技術研究報告（信学技報）, ET2010-11, pp.25-30 (2010)
(4) 古川 文人, 渡辺 博芳, 及川 芳恵, 小島 一晃, 高井 久美子: “学習管理システムと連携する講義ビデオ配信システムの構築事例”, 大学 ICT 推進協議会 2013 年度年次大会論文集,W3F-5 (2013)
(5) 渡辺 博芳, 大津信弘, 細井 秀樹: “全講義の完全自動収録の実装例”, 大学 ICT 推進協議会 2014 年度年次大会論文集, W3F-4 (2014)

発達障害者への対応を学ぶ問題解決型協調学習支援システム
—第 4 報　アセスメント・ツールの信頼性評価—

藤田紀勝，青木翔，深江裕忠，星野実，村上智広，松本和重，竹下浩
職業能力開発総合大学校

A Computer Supported for Collaborative Learning System to learn about Developmental Disorder in Whole-class Teaching
- The fourth report on Evaluation of the assessment tool -

Norikatsu FUJITA，Hirotada Fukae，Hiroshi Takeshita　et al.
† Polytechnic University,

概要：近年，公共職業訓練の一般校では，発達障害を理解した職業訓練指導員（以下，指導員）の育成が急務となっている。発達障害への教育指導においては，同一人物であっても状況に応じた対応を必要とする。現場では，指導員の経験をもとにした思考錯誤の教育指導が行われている。本研究では，訓練生に特有の発達を気づかせ、指導員においては訓練生の特有の発達を考慮に入れた支援ができる訓練環境を実現するアセスメント・ツールを開発している。

キーワード：発達障害，Multiple Intelligences Theory，アセスメント・ツール

1. はじめに

配慮を必要とする訓練生は、特有の発達の違いから通常と同じ訓練をしても能力が伸びにくい[(1)]。また訓練生が特有の発達に気づいていないことも多い[(1)]。職業訓練の現場では、配慮を必要とする訓練生に対して，情報を共有しながら校全体での支援と対応が行われている。現場の指導員は、「特別な配慮が必要な訓練生等への支援・対応ガイド」[(1)]などを参考に試行錯誤の支援を行っているのが実情である。

配慮を必要とする訓練生の支援においては、行動理由の探求が重要だとされている[(2)]。すなわち、行動理由の探求により、認知特性全体の把握が肝要となる。指導員は、特有の発達の違いを意識しながら状況に応じた細かい支援が求められる。

本研究では，訓練生に特有の発達に気づかせ、指導員は訓練生の特有の発達を考慮に入れながら支援できる訓練環境を実現するアセスメント・ツールを開発している。本報では、被験者 10 人によるアセスメント・ツールの予備調査を述べる。

2．訓練生の多様性に対応した訓練環境を目指して

〈2-1〉アセスメント・ツールの必要性

アセスメント・ツールの実施形態は、職業訓練の現場で実習前にコンピュータルームにおいて一斉に行う。実施時間は、30 分～40 分である。アセスメント・ツールは、ファミリーレストランの仕事という文脈の中で、配慮が必要な行動を選択すれば、店長から行動に対するアドバイスがなされる。指導員に対しては、効果的な介入へのヒントが出力され、指導員は訓練生の特有の発達を考慮に入れながら支援できる訓練環境を構築する。自分の長所を活かすことができれば、自分についてよりよい感じを持ち、有能だと思うようになる。訓練生にとって心地よく、訓練生の長所を伸ばすアセスメント・ツールの開発を目指している。

〈2-2〉MI に基づいた知性特性と認知特性の抽出

MI（Multiple Intelligences）理論[(3)]は，1983 年にハーバード大学の心理学者ハワード・ガードナーが提唱した理論である。日本では認知度が高いとは言えないが，アメリカの初等教育の現場で広く活用されている。MI では，人が持っている知性は全部で 8 個あり（本研究では職業訓練で必要と考えられる 6 個（言語、理論・数学、視覚・空間、身体運動、人間関係、自己観察）を採用（音楽、博学を除く），②それぞれの知性は独立していることを保証している。

アセスメント・ツールの設計は、「特別な配慮が必要な訓練生等への支援・対応ガイド」(1) により示された 68 個の代表的な行動に対して、行動理由を探求したものである。アセスメント・ツールでは、職業訓練実習に最低限必要となる知性特性と認知特性の両方を評価する。知性特性は、MI の枠組みで評価する。知性特性と認知特性は、(後述する表 1 の) 25 項目ある。問いかけの総数は、回答によって異なり、24 題～30 題である。

3. アセスメント・ツールの予備調査

表 1 に 10 名の被験者に対して実施したアセスメント・ツールの結果を 5 段階（絶対評価）として示す。配慮が不要な訓練生 10 名に実施したため、各項目が「5」に近くなると予想した。しかし、表 1 のアセスメント結果は、大きな誤差が生じている。被験者へのヒアリングの結果、①得意・不得意の自己申告による誤差、②想定外の深い考えからの選択、③トラックボールマウスでは測定テストで不利、の問題点が明らかとなった。これら三つの改良により「5」に近づくことが予想される。また、ヒアリングの結果、①質問することへの苦手意識（あり、なし）の項目の追加、②自由記述欄として趣味の記述項目（10 文字以内）、③指導員への要望（20 文字以内）を追加することとした。例えば、①の効果的な介入として、質問への苦手意識の項目から、質問が苦手な訓練生を固めた座席配置による支援が考えられる。

図 1 に評価結果画面例を示す。アルバイトの行動における店長の評価である。左下の数字は、自分の一番

表 1　アセスメント・ツールの予備調査結果 (5 段階評価)

No	評価項目	測定値										合計値
		被験者A	被験者B	被験者C	被験者D	被験者E	被験者F	被験者G	被験者H	被験者I	被験者J	
1	文章の理解	3	3	5	3	3	3	3	1	5	3	32
2	指示語や抽象表現	3	3	5	3	3	3	3	3	5	3	34
3	順序通りの作業	3	3	3	3	5	3	5	2	5	3	35
4	優先順位の理解	5	3	3	3	5	3	5	5	5	3	40
5	重要部分の把握	4	1	2	3	5	2	5	5	4	2	33
6	統合課題への対応	5	2	3	3	5	3	5	4	5	3	38
7	抜け落ちの保管	5	3	3	3	5	3	5	4	5	3	39
8	立体的な配置の理解	5	3	5	5	1	3	3	5	5	5	40
9	物体の記憶	4	3	5	5	1	3	3	5	5	5	39
10	物を見分ける力	5	5	5	5	3	3	3	5	5	5	44
11	平行線と一本戦の区別	4	2	4	4	0	2	2	4	4	4	30
12	別の角度から見る力	3	3	5	5	5	2	5	3	1	3	35
13	実在・妄想、過去・未来の識別	3	3	5	5	5	2	5	3	3	3	37
14	手先の器用さ	5	5	5	5	5	3	4	4	5	5	46
15	手先を素早く動かす	5	5	5	5	5	3	4	4	5	5	46
16	ボディイメージ	5	3	5	3	3	3	3	3	5	3	36
17	協調動作	5	3	5	3	3	3	3	3	5	3	36
18	人の雰囲気の理解	5	3	5	3	5	3	5	5	5	3	42
19	人との共感	5	2	5	3	5	3	5	4	5	3	40
20	相手の立場や状況の理解	4	1	5	2	5	3	3	5	4	2	34
21	暗黙の了解	4	1	5	3	5	2	5	4	5	3	37
22	物事と経験の結び付け	2	3	4	4	3	2	3	3	1	1	26
23	未来の想像	2	2	4	4	4	1	4	2	2	2	27
24	注意の解放	3	3	5	5	5	2	5	3	3	3	37
25	因果関係の理解	3	3	5	5	5	2	3	3	3	3	35

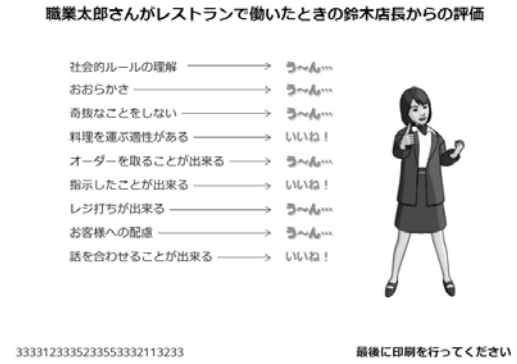


図 1　評価結果画面例



図 2　測定テスト画面例

低い項目を 1 とした相対値である。

図 2 に測定テスト画面例を示す。原画と違う箇所を 30 秒以内に 3 箇所見つけるものである。

4. まとめ

本研究は，訓練生に特有の発達を気づかせ、指導員においては訓練生の特有の発達を考慮に入れた支援ができる訓練環境を実現するアセスメント・ツールを述べた。アセスメントの評点基準は、開発メンバーの経験から規範的に設定した。今後は，アセスメントの精度をあげて実運用を行う予定である。

なお本研究は，平成 26 年度採択の科研費 C に基づいて行われた。ここに記して謝意を表する。

参 考 文 献

（1）独立行政法人高齢・障害・求職者支援機構発行：「特別な配慮が必要な訓練生等への支援・対応ガイド」, pp. 25-49 (2012)

（2）進藤祥一，北沢健：「(特別講演) これから始める障害者雇用」，職業リハビリテーション研究・実践発表会，pp.1-6，(2014)

（3）ハワードガートナー：多元的知能の世界―MI 理論の活用と可能性 ,日本文教出版 , (2003)

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
－振り返り学習との比較－

Behavioral approach on Leaner Support Environment for Various Learners
-Comparison with Reflective learning-

坪倉 篤志[*1]，高橋淳一郎[*1]，福島学[*1]，鈴木秀男[*1]
Atsushi TSUBOKURA [*1], Junichiro TAKAHASHI [*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：学習者のユニバーサル化に伴い,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,授業への取り組みから,要支援学習者を特定し,授業スタッフが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．今回，授業にて試行と効果検証に取り組んだ．
キーワード：学習者支援体制，学習環境，積極的アプローチ，キャリア支援，振り返り学習

1. はじめに

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．近年，大学の評価は，就職内定率や就職企業なども重要視されており，就職内定率の改善は重要である．本学でも,全学や学科単位で教育改善に取り組んできた．これら取り組みにより，本学の就職内定状況は改善できた[4]．また，学力の改善にむけ，学習への取り組み改善に，様々な取り組みに取り組んできた．

しかし，改善に至らない場合が増えてきた．演習系科目では，授業において解説・演習に取り組み，課題を課す．学習者は，この課題を通して，授業で学習した取り組みへの再取り組みや，応用から学習を深める．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，学習者は閲覧し，自分のできたところ，できてなかった所を捉え，自身の取り組みに足りなかった所を学び，再度取り組み，再提出に取り組ませてきた．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，イベント性，発表会，振り返り学習などを取り入れてみた[2]．いずれの手法も，クラス全体に対し，効果的な結果が見られた．しかし詳細に分析すると，中間層以上には有効に機能したが，下位層に対しては，有効に機能しない傾向が見られた．また授業内外にて，教員や TA,SA に質問を行う学習者は，成績中間層以上が多い傾向がみられ，成績下位層は少ない傾向も見られた．

今回，授業における課題への取り組みにおいて，要改善事項があり，特に改善が見られない学習者に対し，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に取り組んだ[1]．本稿では,積極的アプローチによる効果検証を行う．また比較において，前年度に取り組んだ，振り返り学習との比較を行う．

2. 積極的アプローチ

積極的アプローチでは，授業への取り組み状況として，提出物の評点，提出物の改善傾向，授業スタッフによる学習者への対応を記録する．これら記録から，提出物に改善が見られない学習者，特に学習者からの質問が無い学習者を優先して，授業スタッフから積極的に声かけを行う．これにより，学習者が自身の提出物に対し改善できてない事項に対する気づきの促進や，質問したいが質問できない学習者に対し，質問するきっかけを与えられる．

表１，今回のターゲット層

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

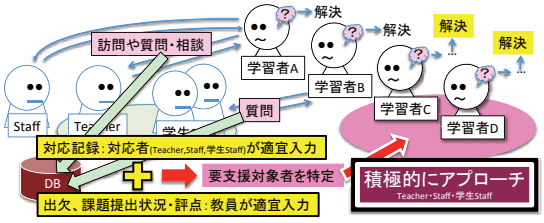


図１，支援体制

本研究で試行する演習系授業では，課題を課している．授業日前日を，提出締め切りとしている．課題の評価は，授業日の朝に，教授者が評価する．授業開始時に，学習者に提出物の評点を確認させる．教授者は，全学習者に対し，全提出物の中から代表的な提出物をレビューし，改善ポイントや，よくできているポイントを解説する．合わせて，評点が下がっている場合，要改善事項があるため，再提出するよう促している．

課題の評価は，ルーブリックで評価基準を定義している．さらに，評価項目における評価者依存特性[3)]を考慮し，課題取り組み仕様に適合し，評価者依存が現れにくい評価項目（例えば，配置，利用技術，提出項目）のみを，今回は対象とした．課題の再提出も認めており，授業日の朝，過去の課題に対する、全ての再提出分も，再度評価している．

要支援学習者は，課題提出状況から，再提出状況と，要改善事項の総数，質問回数を集計．授業スタッフで共有し，要改善事項が多く，質問回数が少ない学習者から対応．対応するタイミングは，授業の後半に，個々の学習者が個別に演習に取り組む時間を用意している．この時間に，積極的アプローチを実施した．なお授業時間中の，学習者からの質問には，適宜対応した．対応記録は記録し，質問の種類として，「学習者からの質問」か，「授業スタッフからの声かけ」か，さらに，対応内容を記録した．これらデータから，適用手法による，授業スタッフの対応状況，課題評点の変化を比較分析する．

3.　効果検証

今回，N 大学の後期に開講される Web デザインにて，本手法を適用した．授業期を，３種類に分割，１期（第１～４回講義）を通常対応とし，学習者からの質問に対し対応，２期（第５～８回講義）は積極的アプローチを導入，３期（第９回以降）は総合演習の時間とし，本取り組みの対象外とした．2015 年度に本手法を適用し，2014 年度は振り返り学習を適用していた．そのため，本手法と振り返り学習との比較を行う．履修者数は，2015 年度が 25 名，2014 年度は 41 名であった．授業スタッフは，両年度とも，教授者１名，SA2 名であった．

4.　結果

まず，授業スタッフの対応状況である．対応回数（のべ）を図２に示した．2015 年度は第１期と第２期とで大きく対応回数に差異が見られる．特に学生からの質問が大きく伸びていることがわかる．2014 年度と比較しても対応回数には大きく差があり，履修学生数を考慮すると，約４倍程度の変化がある．

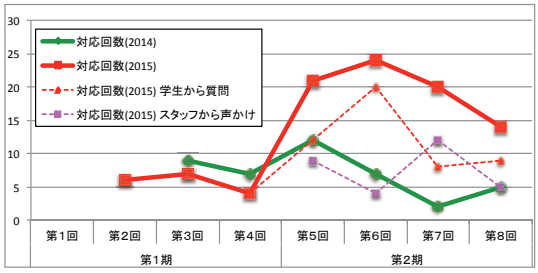
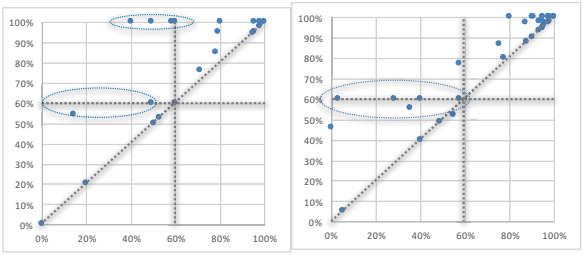


図２，対応回数の変化

次に課題評点合計について比較する．図３に，第１期について，2015 年度と 2014 年度の結果を示した．横軸が最初の課題提出時の評点，縦軸が最終的な評点である．

単位認定は，60%以上を一つのラインとしている．そこで，60%をラインに下位層について特に分析した．2015 年度と 2014 年度で，60 点未満の改善傾向として，2015 年度は，60%ラインと 100%ラインに分布が見られる．対して，2014 年度は，60%ライン近傍にのみ分布が見られる．これらより，2015 年度の積極的アプローチの方が，下位層に対する改善傾向が高いことがわかる．第２期は，いずれの方法も傾向に差異は見られなかった．



2015 年度（積極アプローチ）　　2014 年度（振り返り学習）

図３，評点の変化

5.　まとめ

今回，演習系科目において，授業への取り組み状況（課題評点や質問対応傾向）から，要支援学習者を検出．要支援学習者に対し授業スタッフが，積極的に対応をアプローチした．これにより，通常対応や，振り返り学習と比較して，学習者からの質問が増えた．さらに，下位層の改善傾向も，振り返り学習と比較して高くなる傾向がわかった．

これまで，自助努力を期待して，様々な手法を講じてきた．しかし，いずれの手法でも，改善に至らない層が残っていた．今回の取り組みにより，これまで改善に至る傾向が低かった下位層に対しても，ある程度，有効に機能することがわかった．

キャンパスライフにおいて，授業への取り組み状況は，成績にかかわる．授業への出席状況，成績が芳しく無い学習者は，３・４年生時の，卒業研究や，就職活動で，うまく行かない場合が多い．キャンパスライフを通したキャリア教育支援として，これらの記録をベースとした学習者支援に取り組んで行きたい．

参考文献

1),　坪倉篤志，稲川直裕，福島学，足立元，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～自己評価と課題評点の関係～，教育システム情報学会　第 40 回全国大会, 173-174, 2015-09

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)

中学校の特別支援学級を対象とした 単文統合型作問学習支援システムの実践事例

A Case Study of Learning Environment for Problem-posing as Sentence Integration in Special Education Classroom at Junior High School

山元 翔[*1], 平嶋 宗[*2]
Sho YAMAMOTO[*1], Tsukasa HIRASHIMA[*2]
[*1]近畿大学工学部情報学科
[*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：特別支援学級の児童には，単文であれば読解が可能だが，複数の文章が繋がると理解が困難になる児童もいる．これらの児童は作問学習のような，算数的な文章を作成することで構造理解を促進する演習は行えない．先行研究では言語的な困難さを簡易化した，３つの文章を組み合わせることによる作問学習支援システムにより実施可能性を検証できた．本研究では中学の特別支援学級の学生 16 名を対象に実証実験を行ったので報告する．
キーワード：特別支援，読み書き障害，作問，算数文章題，タブレット

1. はじめに

特別支援学級に在籍する学生には読み書き障害を伴う学生が多いことが知られている．そのため算数文章題の教育において，作問学習のように有効ではあるものの文章記述が求められる学習は事実上不可能とされていた．

本研究では単文統合型の作問とその支援システムにより，従来の文章記述の負荷を軽減し，読み書き障害を持った学生でも単文レベルでの読解が可能であれば作問を実現できるのではないかと考えた．2 名の小学校特別支援学級の児童を対象とした実践利用を通して，作問学習実現の可能性を見いだせている[1]．本稿ではこの検証のため，中学校特別支援学級の学生 16 名を対象とした検証について報告する．

2. 読み書き障害と作問

特別支援学級に在籍する学生には読み書き障害を持った学生が多いことが知られている．そのため算数文章題の学習は問題解決を対象とし，提示される文章題を丁寧に読み解いたり，おはじきなどを用いて場面を想像させたりして，読み書きの負荷を低減する試みがなされている[2].

これに対して、算数文章題の学習法として，問題を作ることによる学習（作問学習）が提案されており，算数文章題の解決スキル向上や概念理解に有効であることが知られている[3]．この演習では与えられた場面や数式等の課題に基づいて，問題を一から文章記述する必要があるため，読み書き障害を伴う学生には事実上不可能な課題となっている．しかし特別支援の教員としては，可能であれば実施したい学習として位置づけられている．

図 1 に本研究で定義した単文統合型の作問の例を示す．ここでは学習者は問題を一から記述することはなく，解答の組み合わせやダミーで提示される一つ一つの単文として提示される．学習者はこれを組み立てることで作問を行うため，文章の記述は単文の読解に置き換えられる．従って単文統合型の学習支援システムにより，単文であれば読解可能な学習者であれば，読み書き障害やそれに類する言語の困難さを抱えた学生に対しても，作問学習が実現できるのではないかと考えた．

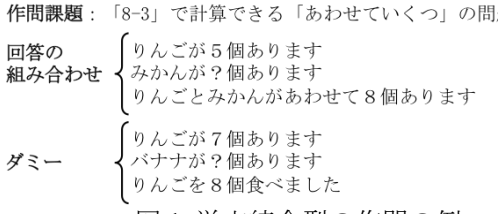


図 1 単文統合型の作問の例

3. 提案システムの診断とレベル設計

４章では作成する問題の種類と誤りに基づいて分析を行うため，ここでこれらの分類について述べる．図 1 に示す一回の加減算で解決可能な算数文章題が本研究で対象となる文章題である．この文章題は量の存在を表す単文である存在文２つと，存在する２量間の関係を表す単文である関係文１つによって構成される．この３つの種類の単文を用いていない場合，これは三文構成の誤りとして診断する．次に問題中のオブジェクトや数量の不一致についてはオブジェクト，及び数量の誤りとして処理している．これらの誤りがなくなれば，作成された問題は成立するが，課題として提示される物語や数量関係が作成された問題と異なっている場合には，物語，及び演算の誤りとして診断される．

次にレベル設計は, レベル１が順思考, レベル２，３が逆思考順演算，レベル４，５が順思考逆演算の課題となっており，この順番に困難な課題となる．これらの問題の種別や誤りについては Hirashima らの文献[4]を参照されたい．

4. 実践利用

4.1 内容

被験者は広島の特別支援学級の学生 16 名である．対象となる言語障害を持った学生は 9 名，より重度の言語障害を持った学生が 1 名, 言語障害はないが, 何らかの知的障害を持った学生 6 名である．なお，重度の言語障害を伴う学生は演習時，教員に単文を音読してもらうという処置をとっている．

本実践利用では，(a)読み書き障害を持つ学習者も, 単文レベルの読解が可能であれば，本システムを用いることで作問演習が実現可能であること，(b)対象児童の作問能力が向上すること，(c)教員にとって本システムが特別支援の児童にとって有用なものであること，の３つを検証した．

手順としては，プレ作問，問題の種類ごとに分けた本システムを用いた授業３回, ポスト作問となる．各演習は 1 時限 45 分で実施している. プレとポストの作問は本システムを用いた演習で，教師の助けなしに１時限の作問を行う．最後に各授業は，教師の支援ありでの本システムの利用になっており，最初の授業のみ三文構成についての教授を行っている．

4.2 結果

仮定(a), (b)について検証する．演習ログを分析したところ，学生全体での 1 分間の平均作問数は 3.1 問になっている．対象学生は 3.96 問，非対象学生は 2.8 問である．普通学級で行った実践では平均 2.8 問であったことから，ほぼ同数の作問が行えたことが分かる．また，対象学生のプレ・ポスト作問における各誤りの数を表 1 に示す．①は物語や演算，②はオブジェクトや数量，③は三文構成の誤りを示す．結果から，非対象学生は，Lv.2,3 の三文構成以外に有意差は見られなかったが，Lv.4,5 以外で誤り数の減少を確認することができた．対象学生においては順思考のレベルであれば有意に誤りが減少していた．よって仮定(a), (b)が正しい可能性は示唆された．

仮定(c)では，教師にアンケートとインタビューを行っている．この結果，教師にとって作問を特別支援学級の授業で実施するには，問題の準備やその提示方法，更には構造理解をさせることが難しいなど様々な制約があり，事実上実現不可能な演習であることがわかった. また, 特別支援学級全体を見ると，単文レベルの読解のできない学生は演習を本システムでも演習を行うことはできないが，対象とする学生以上の読解力があれば，特別支援で作問を行う上で有用なツールであるとの回答であった．また，教師としてはシステムを用いることで作問を実現できるが，45 分の集中は難しいこと，学習効果までは難しいという予測であった．しかしながら，すべての学生が 45 分集中して演習を行うことができ, 誤りも減少傾向に見られた．このことから，仮定(c)についても示されたと考えている．

表 1 対象学生の誤りの変化

		プレ作問		ポスト作問		
Lv	誤り	M	SD	M	SD	
1 (N=7)	①	4.14	3.48	1.86	2.34	n.s.
	②	16.71	12.89	2.57	2.23	*
	③	59.14	30.43	17.86	14.62	*
2, 3 (N=4)	①	6.50	4.51	6.00	3.92	n.s.
	②	18.75	5.56	7.50	4.04	**
	③	44.25	17.39	35.00	20.52	n.s.
4, 5 (N=4)	①	27.50	43.94	13.75	8.96	n.s.
	②	13.25	10.87	12.50	4.43	n.s.
	③	83.75	125.77	83.75	68.96	n.s.

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

5. まとめ

特別支援学級における作問学習実現のため，単文統合型の作問学習支援システムの適用とその検証を行った．結果，作問が活動として実現であること，誤りの減少などから学習効果の可能性も見いだせた．

今後は特別支援学級に合わせたシステムの改良や, 追加の実証実験などを考えている．

謝辞

本システムをご利用いただいた特別支援学級の学生と，授業の実施と有益なご意見を頂いた教員の先生方に感謝申し上げます. また, 本研究は科研費（若手研究 B，課題番号：15K16259）の助成を受けたものである．

参考文献

(1) Yamamoto, S., Hirashima, T and Ogihara, A.: “Experimental Use of Learning Environment by Posing Problem for Learning Disability. In Applied Computing & Information Technology, Springer International Publishing, pp. 101-112 (2016)
(2) 文部科学省, "特別支援学校小学部・中学部学習指導要領”, (2009)
(3) E.A. Silver, J. CAI : “An analysis of arithmetic problem posing by middle school students”, Journal for Research in Mathematics Education, vol.27, no.5, pp.521-539 (1996)
(4) Hirashima, T., Yamamoto, S. and Hayashi, Y. : “Triplet structure model of arithmetical word problems for learning by problem-posing. In Human Interface and the Management of Information. Information and Knowledge in Applications and Services, Springer International Publishing, pp. 42-50 (2014)

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

山本裕一[*1], 黄松愛[*2], 佐藤修[*3],小柳千佳子[*4],霜村耕一[*5], 伊藤かおり[*6], 濱田和[*6], 佐藤聖子[*7], ,西牧謙吾[*8]

[*1]北海道大学情報基盤センター, [*2]東北師範大学, [*3]国際交流基金ベトナム日本文化交流センター, [*4]札幌市立北辰中学校,[*5]札幌市立幌北小学校, [*6]大阪大学医学部附属病院分教室,[*7]関西医科大学総合医療センター分教室,[*8]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中国東北師範大学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きた[1,2]。その中で多く利用してきたのは北大北京オフィスであった。時差も小さく、テレビ会議システムを操作できる現地スタッフがいたからであるが、残念な事に昨年９月に閉鎖された。海外の拠点や遠隔授業を行ってくれる講師の確保が容易ではないなかオフィスの閉鎖は大きな痛手であった。そこで北大で大学間協定校事業で情報教育、遠隔教育で共同研究を行ってきた吉林省長春市にある東北師範大学にテレビ会議システムを移設し、遠隔授業を進めることとした。今回、東北師範大からの遠隔授業を大阪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にも参加してもらい進めた。

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。

東北師範大学では今年３月に設置したHITACHI Lifesize Room 200が利用できる。フルHD1080pまたはHD720pによる通信に対応し、6地点までのMCUを内蔵している。211工程重点大学の一つである東北師範大学は4大基幹ネットワークのひとつである中国教育科学研究コンピューターネットワークに接続しており、北大院内のPolycom HDX7000とのテストにおいて通信速度1Mbpsで常時通信可能であった。

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、平成１９年より教室にインターネット環境が整備され、２０年からは病室(個室)に無線 LAN 環境も整備され、更に２４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。

一昨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。



図 1 関西医科大分文教室で Skype を通して参加

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とテレビ会議システムで結び、ゲストティーチャーによる出前授業や異文化の紹介などを行ってきた。北海道大学では平成１８年４月に北京オフィスを開設し、テレビ会議システム Polycom7000 が設置され常時接続が可能となったことから、「異文化理解・環境・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、漢字・熟語の意味の相違や食文化の違いなどをクイズ形式で学びながら、異文化理解と自国文化の再認識、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。



図 2 Polycom 画面　右上:師範大、左上:阪大、下:北大

東北師範大学からの授業は５月に２度行ったところである。１回目は中国語による挨拶と漢字クイズ。自分の名前の中国語での発音、簡単な挨拶の仕方を教えてもらい、参加する児童全員に発言してもらうようにしている。２回目は長春の紹介や中国の学校生活、食文化等の紹介である。今回からの新たな試みとして、ボランティアではあるが師範大学で日本語を学ぶ学生に授業に参加してもらった。学生にとっては漢字クイズや中国文化の説明を通して実際に日本語を使う体験が出来る利点がある。日本側にとっては中国の若者に実際の学校生活などの話題を聞けることが利点であり、児童も興味をそそられているようである。これまでは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、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う事があった。今後は東北師範大学の協力によりある程度定期的に、また阪大や関西医科大の院内学級と結ぶことにより、数少ない遠隔授業の機会を十分に生かせる見込みである。

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，佐藤修，佐々木利彦，吉井英一,西牧謙吾,西堀ゆり「院内学級と北京を結んだ遠隔教育 - テレビ会議システムによる異文化理解教育の試み - 」，『教育システム情報学会第 36 回全国大会講演論文集』，404-405（2011）

自己調整学習を主題とする ビデオとオンラインレポートを活用した授業の実践と評価

Practice and Evaluation of a Lesson on the Subject of Self-regulated Learning Using Video Content and Online Report Submission

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の試行と評価を行った．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．入学時と授業後アンケートの比較から，学習者の学習経験と授業評価の関係を調べた．
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

急速な社会構造の変化に対応するために，自律的に学び続ける能力の重要性が叫ばれており，21 世紀型スキルの中にも“Learning to Learn and Metacognition”が位置付けられている(1)．本稿では，大学生を対象に，自己調整学習(2)などの学習に関する学術的・体系的知識と自らの学習経験とを結びつけて内省・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を促進することを意図した授業実践について述べる(3)．

2. 学習主題

本授業では，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る．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，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，後述するドキュメンタリービデオの内容との関連から，以下を具体的な学習主題とした．

(1) 予見段階における目標設定・動機付け・自己効力感

予見段階では，学習に先立ち学習を自己調整する準備と自己動機付けを行う．準備では，課題の目標設定や課題を解く方略の計画立てが行われる．動機付けは，自己効力，結果予期，課題興味などに依っていて，課題の目標設定や方略計画に関係している．自己調整学習に上達した学習者は，明確で具体的な目標設定や計画を立てることができ，これによって，自己効力や結果予期に起因する高い動機を得る．

(2) 遂行過程のセルフ・モニタリング

遂行段階は，実際の学習や課題解決に対応し，セルフ・コントロールと自己観察からなっている．このうち，自己観察は，メタ認知モニタリング（セルフ・モニタリング）と自己記録が含まれる．自己調整学習に上達した学習者は，遂行過程のセルフ・モニタリングを行い，これに基づいてセルフ・コントロールを行って方略を修正していくことができる．

(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

自己内省段階は，学習や課題解決の結果に関わる段階で，この段階が次の学習の予見段階に影響する．自己内省段階には，自己判断と自己反応が含まれる．自己判断は，遂行結果を目標基準と比較する自己評価，および，遂行結果の原因を能力・努力・方略使用などの原因と結びつける原因帰属からなる．自己反応は，自己満足／感情と適応的／防衛的決定に分類される．前者は自己判断に対する情動的な決定で，一般に，学習者はマイナスの感情を生じる学習活動を避ける傾向がある．適応的決定は，使用した方略が良くなかったという原因帰属を行った場合に，次回は方略を修正する，といった決定を行うことである．逆に，防衛的決定は，能力に原因を帰属させ，マイナスの感情から逃れるために遅延や課題回避を行うことである．自己調整学習に上達した学習者は，自己評価を行い，努力や方略に原因を帰属し，これらを修正する適応的決定を行うことができる．

(4) 自己調整学習を促進するための教師の介入

教師は，自己調整学習を促進するために，命令や指示といった「統制的教授行動」をとるのではなく，「自律性支援的教授行動」をとることが望ましい．このような教授行動には，「学習者がしたいことを尋ねる」，「理由を説明する」，「フィードバックでほめる」などが含まれる．

3.　授業設計

本授業の対象の大学生は，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，前節のような学術的・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，これ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．授業設計の枠組みを図 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．

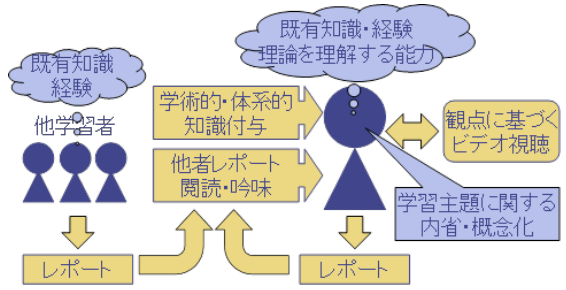


図 1　授業設計の枠組み

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．塾講師と上司，および，女子中学生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，上司は，自発的に勉強させる施策が大事だ，とアドバイスする．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書い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」という目標を決める．この結果，次回の小テストで 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「塾講師」のビデオ，2 コマ目に他のビデオ，3 コマ目に両方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．ビデオは理論を解説した教材ではないので，学習者は，自身の経験と理論や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.　実践評価

2015 年の前期に授業を実施した．対象は情報系学科の 1 年生である．事前に行った入学時アンケートと授業後アンケートの結果を表 1 に示す（n=100，7 件法）．授業後アンケート項目では，目的とした効果が得られたことがうかがえる．また，入学時アンケートの項番 1, 3 と正の相関，項番 2 と負の相関がみられ，学習者の特性と学習効果に関係があることがうかがえる．

表 1　入学時（1~3）・授業後（4~6）アンケート

項番	質問	1	2	3	4	5	6
1	働くことを通じて成長していきたい	—	**-.31****	**.46****	**.27****	.26*	**.31****
2	文を書く時考えをまとめるのに苦労する	**-.31****	—	-.23*	-.11	**-.33****	-.24*
3	勉強のやる気を出すために工夫している	**.46****	-.23*	—	.18+	.24*	**.33****
4	今後の学習を進めるうえで参考になった	**.27****	-.11	.18+	—	**.49****	**.47****
5	「学び方」に関する考え方が深まった	.26*	**-.33****	.24*	**.49****	—	**.58****
6	自分の経験と結びついた	**.31****	-.24*	**.33****	**.47****	**.58****	—
平均(S.D.)		6.00 (1.06)	5.24 (1.43)	4.73 (1.31)	5.52 (1.11)	5.71 (0.89)	5.65 (0.91)

+: $p < 0.1$, *: $p < 0.05$, **: $p < 0.01$
赤字：正の有意な相関，青字：負の有意な相関

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ビデオとオンラインレポートを活用した授業の学習者意識調査”，教育システム情報学会研究報告, 31(1), pp.51-58 (2016)
(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)

ゲームニクスを踏まえた学習支援システムの開発と実践

Construction and practice of learning support system based on the Gamenics

森　祥寛
Yoshihiro MORI
金沢大学総合メディア基盤センター
Information Media Center, Kanazawa University
Email: mori4416@staff.kanazawa-u.ac.jp

あらまし：学習支援のために，ゲームニクスやゲーミフィケーションを踏まえたゲーム性を組みこんだ Web システムを開発した．このシステムを使用することで学習者の動機や意欲の高低にかかわらず一定水準の学習活動を継続させることを目標として，まずは授業で試用した．その結果を報告する．
キーワード：ゲームニクス，自己調整学習，学習支援

1.　はじめに

本研究では，授業時間外の学習（インフォーマルラーニング）を自己調整的に行わせるための学習支援システムの構築を目的としている．システム構築に際しては，ゲームニクス[2]やゲーミフィケーション[3]を踏まえた，所謂，ゲーム性の導入を行った．これによって学習者の動機や意欲の高低にかかわらず一定水準の学習活動を継続させることを意図している．どのような形で導入していくかが本研究の中核であり，その一例として，2015 年には作成した学習者自身のキャラクターシートを作成するという観点から構築したシステムを紹介した．そのシステムを試用した結果，システムの問題点が明らかになったので，その改修を行った[4]．改修後改めて授業での実践を行った．ここではこれらについて報告する．

2.　開発した学習支援システムの概要

本研究においては，ゲームニクスの原理[2]を出発点として，学習者が，自分自身のキャラクターシートを作成し，授業等の学習活動を経ることによって，そこに記した内容がどの様に変化するかによって学習効果を計っていくシステムを提案，構築した．本システムでは，ある 1 つの授業において使用するものとして，「(A)目標の設定」「(B)学習者が習得したい能力の設定と学習行動に対する経験値の導入」「(C)学習によってできるようになる／できるようになりたいことの一覧表の作成」「(D)学習成果に対するメダルの導入」の 4 つの要素を組みこんだ「自分自身キャラクターシート作成」を行っていく．

当初は紙面上でキャラクターシートを作成していたが，ゲームニクスやゲーミフィケーションの様々な要素を導入しやすくし，様々な情報を管理しやすくするため，Web ブラウザ上で使用できるシステムを開発した．システム作成には CakePHP のフレームワーク[5]を用いた．また，スマートフォンでの利用を前提として，画面デザインを設計した（図 1）．この際，ゲームをしている感覚を持たせるために，画面の画像データには，ゲーム的なイメージのものを使用した．このためユニバーサルデザインとしての要素は落ちてしまった．また，通信状況に大きく左右されることなく使用できるようにするため，ログイン後の操作ではサーバーとの通信が発生しないようにし，一定の操作をした後に，「送信」ボタンを押すことでサーバーとの通信が発生し，情報の同期を



図 1 システムの主要画面

取るようにした．操作ログの取得も，この同期をとるときに同時に送信される．

ユーザー登録等は，別途，管理画面を用意し，表計算ソフト等で作成した定型書式を貼付けることで行えるようにした．また，操作ログのデータ確認も管理画面から行う．

3.　授業での試行

本システムを，金沢大学共通教育にて平成 28 年度前期に開講される授業「情報処理基礎習」のうち，森が担当する部分で試用した．森の担当は，医学類の新入学生が受講する授業の 1 回目から 3 回目までである．授業内容としては，金沢大学におけるネットワーク利用に関する方法とルールについての実習で，学生が習得すべき学習すべき内容はあらかじめ表にまとめられ配布されている．そこでこの表をシステムにあらかじめ組みこんだ状態でシステム使用した．使用に際しては，学生には，本システムの概要とアクセス方法とログイン方法のみを伝えた．またシステム使用は学生の任意とし強制はしなかった．

この結果，全受講者 112 名中約 42%に当たる 47 名がシステムを使用した．担当授業の最後にアンケート調査をし，使用に当たっての操作性の困難度（図 2 上）と学習効果があったかどうか（図 2 下）について聞いた．どちらも主観的判断である．図 2 より本システムの操作方法について操作方法が理解できなかったのは全体の 1 割強であった．これはゲームニクスとしての要素が活かされた結果であるといえよう．学習効果があったかについては，学生の主観であるため定量的な評価とはならないが，6 割強が，学習効果があったとしており，少なくとも学生は使用することによって学習に効果があったように感じることはできているようである．また，使用しなかった学生にその理由を聞いてみると，「（ゲームに）興味が無い」「面倒くさい」「必要性を感じない」というものが挙げられた．

4.　まとめ

これまでの本システムの試用によって「自分自身キャラクターシート作成」を行っていくためには，「(B)学習者が習得したい能力の設定と学習行動に対する経験値の導入」「(C)学習によってできるようになる／できるようになりたいことの一覧表の作成」をどのように作成するかが重要であることがわかってきた(4)．これまでの試行では，この作成を学生に行わせてきたが，今回の試行では教員側で用意したものを使用することとした．その結果，学生へのシステム導入をスムースに進めることができた．今回，システムを試行した授業は，金沢大学におけるネットワークの利用方法等を学ぶという極めて基礎的な実習であったため，システムが学習活動とその成果に対して与える影響を計るまでにはいたらなかった．今後の試行において，この点を定量的に評価できるようにしていかなくてはならない．

また，試行において本システムを使用しなかった学生が半数に登っている点は，ゲームニクスおよびゲーミフィケーションの教育への活用方法という点において要検討の課題である．

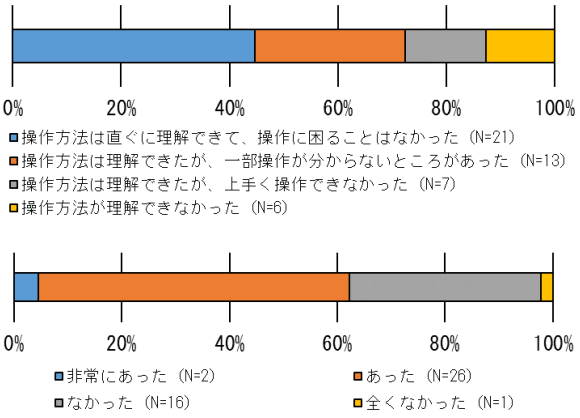


図 2 システム使用に対する所感

謝辞

本研究は科学研究費助成事業（若手研究（B））「自己調整学習を促すゲームニクスを踏まえた学習支援システムの構築と反転授業への活用」（課題番号 26750077）によって実施した．

参考文献

(1) サイトウ アキヒロ，黒川 伊保子，” ゲームニクスの可能性”，パソコン批評 (小特集 ゲームニクスが社会を変える) 8(1), 68-73, 2002-02
(2) サイトウ アキヒロ，黒川 伊保子，“ゲームニクスの可能性”，パソコン批評 (小特集 ゲームニクスが社会を変える) 8(1), pp.68-73, (2002)
(3) 井上明人，ゲーミフィケーション，“「ゲーム」がビジネスを変える”，NHK 出版，(2012)
(4) 森 祥寛,"自己調整学習を促すゲームニクスを踏まえた学習支援システムの構築",教育システム情報学会研究報告 30(6), 49-56, 2016-03
(5) CakePHP, http://cakephp.jp/ (2016 年 6 月 3 日確認)

アンケート自由回答文の複数人による評価を利用した教員・講義評価

Lecture and Teacher Evaluation from Free Answers by Multiple People

塩飽 朝美[*1], 椎名 広光[*2]
Asami SHIWAKU[*1], Hiromitsu SHIINA[*2]
[*1] 岡山理科大学大学院総合情報研究科
[*1]Graduate School of Informatics, Okayama University of Science
[*2] 岡山理科大学
[*2] Okayama University of Science
Email: i15im01sa@ous.jp

あらまし：本研究は，実際に行われた講義アンケートの自由回答文を対象に，一部の自由回答文を複数人で評価し，その評価を基にラベル無コメントの評価推定をそれぞれ行う．また，単語と自由回答文の評価を行い，その推定評価を互いに適用することで評価推定を繰り返し，全自由回答文の再評価を行う手法について述べる．そして，推定された自由回答文の評価から教員・講義評価を行った結果について述べる．
キーワード：**多人数評価**，**自由記述解析**，**単語極性**，**アンケート分析**，**講義評価**

1. はじめに

現在，大学おいてFD活動が義務付けられており，授業改善の一環として学生アンケートが実施されている．岡山理科大学総合情報学部情報科学科では、独自にセメスターの中間で講義評価アンケートを実施しており、自由記述のアンケートを実施している(2014 年春学期、調査教員 15 人，講義の科目数 40 科目，アンケート回答数 1642 個)。

そこで本研究では、中間アンケートの自由回答の記述を対象として，その分析を単語のポジティブ・ネガティブの極性評価[(1)]を行い、アンケート内の単語リストから自由回答文を評価したうえで、教員・講義の評価を行っている[(2)]。

自由回答文の評価手法については、アンケートの自由回答文に対する評価点数を取得していないため、推定が必要となってきている。そこで自由回答文の一部を人手で評価し、そこから単語の極性評価を推定し、すべての自由回答文の推定を行う手法を提案してきた。しかしながら、自由回答文の評価は評価者によって相違し、それに連動して単語の極性評価もより異なるため、複数人での自由回答文の評価が必要であると考えられる。

また、複数人での評価の際に、単語の極性評価が大きく割れるものがある。そこで単語の極性評価値の分散が大きいものと小さいものに分類し、大きいものについては、評価対象から外し上で自由回答文を評価、そして教員・講義評価を、本研究では行っている。

2. 自由回答文の解析手法

自由回答文の評価は、次の手順で行う(図 1)。

(1)コメントの人手による評価

(1-1) 教師データの作成(コメントの評価)：人手で「とても悪い」,「悪い」,「少し悪い」,「少し良い」,「良い」,「とても良い」の 6 段階評価を行う．このコメント評価されたデータをシードとして利用する．

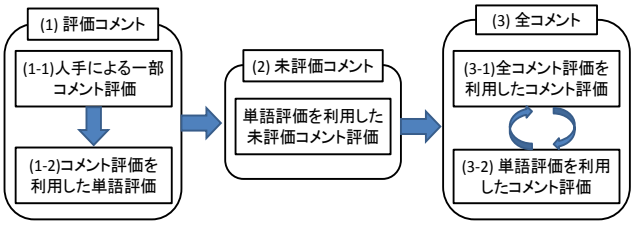


図 1 コメントの評価手順

(1-2) 評価コメントを利用した単語評価推定：評価コメントからコメントに含まれる単語の評価推定を行う．手順としては，評価コメント中の各単語に付与された評価から単語ランク分布を作成し，単語ランク分布から単語の評価を推定する．単語ランク分布の作成と単語の評価の推定の手順を以下に示す．

Step1：評価コメントから名詞・動詞・形容詞の単語を抽出し，コメントの評価値をそれに含まれている単語の評価値として付与する。

Step2:すべての評価コメントとその中に現れる単語に対して Step1 を実施し，単語ごとに付与された評価値の頻度から単語ランク分布を作成する．

Step3：単語ランク分布から，最大評価回数のランクを単語の評価とする．ランクの評価回数が，同数の場合は低い評価とする．

(2) 未評価コメントの評価推定：単語ランク分布から未評価コメントの評価推定を行う．評価コメントから作られた単語評価を直接使用し，それを利用して得られるコメント評価を再び単語評価に利用する。

(3) 全コメントの評価推定

人手で評価したコメントとそれから推定された単語の評価、また未評価のコメントの評価を利用して、全コメントの評価を推定する。推定手法としては、次の(3-1)と(3-2)を全コメント評価の改善がなくなるまで繰り返す。

(3-1) 単語評価推定をもとに未評価コメントの評価

(3-2)未評価コメントを含む全単語の単語評価推定
繰り返しが停止後、コメントと単語の最終的な推定値とする.

3.　コメント評価

前章の自由回答文の解析手法で、シードとなる自由回答文の評価を複数人場合、単語の極性評価が大きく割れるものがある。そこで単語の極性評価値の分散が大きいものと小さいものに分類し、大きいものについては、評価対象から外し上で自由回答文を評価、そして教員・講義評価を行う(図 2)。

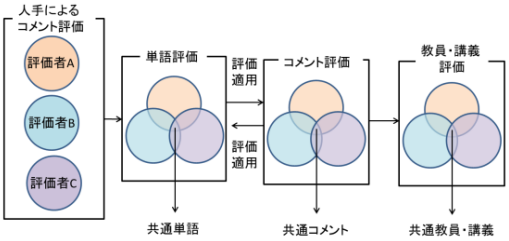


図 2　複数人によるコメント評価手順

学生 3 人による評価を行った場合の単語の極性評価の相違を表 1 に一部示す。なお、標準偏差が 1.5 以上と評価された 13 単語については､評価対象から外して、コメント評価を行った（表 2)。また、標準偏差が 1.5 以下の単語の評価が対象となる評価者のみ相違する場合、その単語を特徴語として抽出する。抽出した特徴語と共通単語、共通コメントの一部を表 3 に示す。

表 1 単語評価の相違(平均ランク、標準偏差)

単語	単語推定ランク平均	単語ランク標準偏差
思う	3.67	2.52
テスト	2.33	2.31
見易い	5.33	1.15
あたらしい	1.00	0.00
ありがたい	5.00	0.00

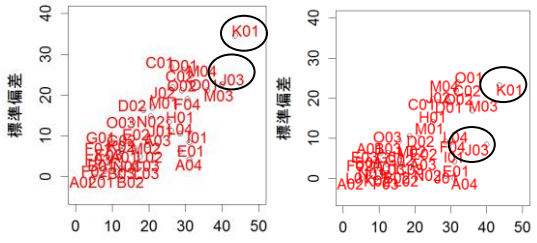
表 2 未評価コメントの推定評価

未評価コメント	個々の評価をそのまま利用した場合			相違の大きい単語を評価から外した場合		
	評価者 1	評価者 2	評価者 3	評価者 1	評価者 2	評価者 3
始めてみる方程式が…	1	5	1	1	1	1
1 つ 1 つていねいに…	6	2	2	1	2	4

表 3　推定した特徴語と共通単語・共通コメント

	評価者 1	評価者 2	評価者 3
特徴語	いい，見つめる，足りる，与える，直す	もらえる，プロジェクト，点，強い	すごい，行う，進行，配布，意欲，多く
共通単語	上げる，やる気，感想，話す，お願い，担当		
共通コメント	マイクを使わないと聞こえない．講義担当者…		
	配布資料があるとき用意してくれるのに授業…		

4.　教員・講義の評価結果



(a)全単語利用　(b)標準偏差 1.5 以下単語利用

図 3 評価者 2 講義評価

表 4　良い教員・講義

評価対象 / 評価者	全単語を利用した場合		標準偏差が 1.5 以下の単語を利用した場合	
	教員	講義	教員	講義
評価者 1	なし	A01,B03,F02,L03	なし	A01,B03,F02,L03
評価者 2	B,L	A01,B01,B03,C03,E01,F02,K02,L01,L02,L03	B	A01,B01,B03,C03,E01,F02,J01,L01,L03
評価者 3	B	A01,B01,B03,C03,E01,F02,J01,L03	B	A01,B01,B03,C03,F02,J01,K02,L03

＊アルファベットは教員、数字は講義番号を表す

教員・講義ごとにコメント評価をまとめた散布図を図 3 に示す。また、コメント内の全単語を利用した場合と標準偏差が 1.5 以下の単語を利用した場合のコメント評価推定から教員・講義評価を行った結果を表 4 に示す。教員・講義評価の考察は、(1)平均と標準偏差の値が共に大きい講義はコメント数が多く、コメントの極性に偏りが見られる。(2)全単語を利用した場合と標準偏差が 1.5 以下の単語を利用した場合のコメント評価推定では、教員・講義評価に大きな相違は見られなかった。(3)評価者 1 に比べ、評価者 2 と評価者 3 はコメントをポジティブに評価しやすい傾向にあることから、良い教員・講義数が評価者 1 よりも多い。

5.　今後の課題

本研究では、複数人によるコメントの評価を利用してラベル無コメントの評価推定を行ったが、今後はさらに評価人数を増やすことでコメントの客観的評価精度を向上させるための手法を検討する。また、学生の評価だけでなく教員のコメント評価を基にラベル無コメントの評価推定を行い、立場による評価の相違を評価する。

参考文献

(1)　高村，乾，奥村:"スピンモデルによる単語の感情極性抽出"，情報処理学会論文誌，47(2), pp.627-637,(2006).
(2)　塩飽，柳，椎名，小林: "語彙の極性分析を利用した自由回答からの重要項目の抽出と特徴分析"，教育システム情報学会第 40 回全国大会, pp.215-216, (2015).

算数文章題解決過程における視線移動の特徴

Eye Movement during Solving the Mathematical Problem written by sentences

黒田 恭史[*1]. 岡本 尚子[*2]. 前迫 孝憲[*3]. 深田 英里[*4].
Yasufumi KURODA[*1], Naoko OKAMOTO[*2], Takanori MAESAKO[*3], Eri FUKATA[*4],
[*1] 京都教育大学教育学部
[*1] Faculty of Education, Kyoto University of Education
Email:ykuroda@kyokyo-u.ac.jp
[*2] 立命館大学産業社会学部
[*2] College of Social Sciences, Ritsumeikan University
[*3] 大阪大学大学院人間科学研究科
[*3] Graduate School of Human Sciences, Osaka University
[*4] 京都府舞鶴市立中筋小学校
[*4] Nakasuji Elementary School, Maizuru City, Kyoto

あらまし：算数教育においては，計算問題などと比較して，文章題の指導困難性が以前から指摘されてきた．とりわけ，文意を正しく読み取り，解決に必要となる情報（数値）を取り出し，立式を行っていく過程に，児童が難しさを感じているということは，先行研究で明らかにされてきたことである．本稿では，アイトラッカーを用いて，小学校第 5 学年 10 名を対象に，文章題解決過程時の視線移動を計測し，その特徴を明らかにした
キーワード：文章題，算数科，視線移動

1. はじめに

小学校算数科の学習において，文章題を苦手とする児童の数は少なくない．とりわけ，文章題の立式過程にその難しさの要因があることが，これまでから明らかにされてきた(1)．また，文章題の文章の順序を入れ替えるだけで，文章題の難度が変化することも指摘されてきた(2)．こうした文章題解答時の児童に対する行動観察と，文章題の文章構成上の特徴分析により，文章題の理解困難な要因分析が行われてきたのである．

今後は，文章題解決時の学習者自身の思考特性に着目し，解決に際しての阻害要因が何であるのかを解明していくことが重要である．現在では，安価で容易に計測可能な生体情報計測装置が開発されてきており，生体情報からの知見を踏まえながら，学習者の思考過程を解明していくことが可能となってきた(3)．とりわけ，視覚は，五感の中でも最も情報取得の割合が多く，文章題解決時においても極めて重要な生体情報となる．

そこで，本稿では，小学校第 5 学年 10 名を対象に，文章題解決時の視線移動を計測し，その特徴を分析することで，思考特性の一端を解明することを目的とした．

2. 方法

2.1 実験概要

視線移動計測実験の概要は，以下のとおりである．
実験期間：2015 年 12 月 10 日，14 日，15 日
実験場所：京都府内公立小学校
被験者：小学校第 5 学年児童 10 名
（男子 5 名，女子 5 名）
計測方法：アイトラッカーTobii Pro Glasses2（トビー・テクノロジー製）を用いて，1 名ずつ計測した．

2.2 実験課題・環境設定

実験課題は，文章題 5 問（課題①～課題⑤）である（図 1）．

5 問とも，計算過程における難度を上げないために，加法・減法問題とする．すなわち，立式過程ではなく，計算過程でのミスを極力減らすよう問題設定を行う．

5 問それぞれの文章構成は，文章題を構成する要素である基本文，条件文，質問文，結果文，無関係文，テープ図の中から，いずれかを選択し，配列や条件（数値の有無など）を変えたものとする．

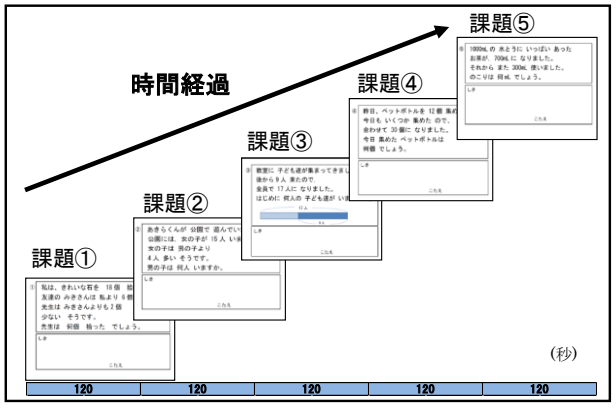


図 1　文章問題（課題①～課題⑤）

環境設定については,正確な視線計測を行うため,斜行した記入台にクリップを用いて A3 用紙の問題用紙を取り付け，赤マジックで解答させる．課題①を解き終えたら，問題用紙を交換し，課題②から課題⑤の順で取り組ませる．1 問あたりの制限時間は 120 秒間とする．全課題終了の後に事後インタビューを行う.インタビューでは,一番難しかった問題,簡単だった問題，自信がある問題，自信がない問題について質問し，回答を得る．

3.　結果

3.1 行動観察データ

被験者全 10 名とも，制限時間（120 秒間）内に全ての課題に対して回答した．

表 1 は，10 名の被験者全体の正答率，平均所要時間，インタビューによる最難関問題の結果である．

正答率 50%とは，10 名中 5 名が正答したという意味である．課題①の正答率が最も低く，続いて，課題⑤，課題②の正答率が低い．平均所要時間では，最も長いのが，課題①であり，続いて，課題⑤，課題④の順である．最も難しいと感じた課題については，10 名中 4 名が課題⑤と回答し，続いて課題①となっている．

上記 3 つの結果より，正答率が「高く」，所要時間が「短く」，難度が「低い」のは，課題②，課題③，課題④である.正答率が「低く」,所要時間が「長く」,難度が「高い」のは，課題⑤である．一方，正答率が「低く」，所要時間が「長く」，難度が「低い」のは，課題①であり，被験者はできたと感じているにもかかわらず，間違いを誘発する課題であったと推測される．

表 1　正答率，平均所要時間，難度評価（10 名）

課題	①	②	③	④	⑤
正答率	50%	80%	100%	100%	70%
平均所要時間（秒）	62.2	25.3	24.7	32.5	49.0
最難関問題（1 名無答）	2	1	1	1	4

3.2 視線移動計測データ

被験者 10 名の，各課題における注視点を 0.5 秒単位で同定し，問題文，解答欄，その他のいずれを見ているかの時間（秒）の「割合」を算出した（図 2）．実時間については，グラフ内の数値で示している．

図 2 より，所要時間の長短に関わらず，文章と解答欄を注視している時間の割合には，大きな差が見られない．

続いて，文章を見ている時間帯に着目して分析を行う．図 3 のように文を 5 種類に分類し，5 種類の文と，テープ図のいずれを見ているかの時間（秒）の「割合」を算出した（図 4）．

図 4 より，総じて注視時間の割合が少ないのは,質問文,結果文である.注視時間の割合が多いのは,無関係文，基本文，条件文である．

4.　結語

正答率の低い課題①，課題⑤に着目すると，無関係文，基本文，条件文の注視時間の割合が多い．

正答率の高い課題②，課題③，課題④に着目すると，それぞれの文章に対して，満遍なく時間配分が行われている傾向にある．

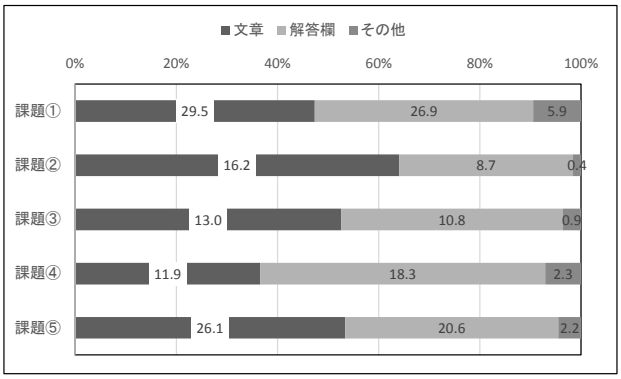


図 2　文章，解答欄，その他の注視時間の割合

・みきさんが公園にいました.　→　無関係文
・はじめに１０人で遊んでいて,　→　基本文
・あとから数人来て,　→　条件文
・２３人で遊びました.　→　結果文
・あとから何人きましたか.　→　質問文
・テープ図（課題③のみ）

図 3　5 種類の文とテープ図

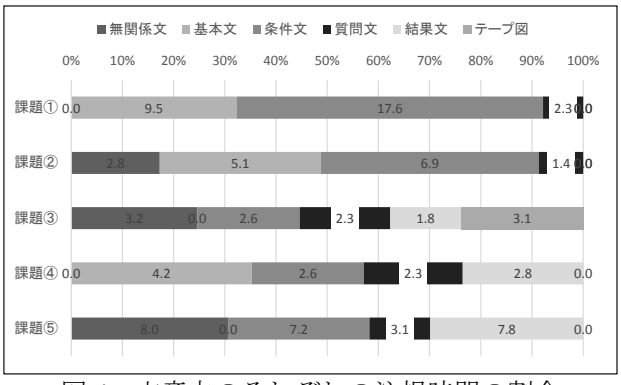


図 4　文章内のそれぞれの注視時間の割合

参考文献

(1) 多鹿秀継，石田淳一：子どもにおける算数文章題の理解・記憶，教育心理学研究，第 37 巻，第 2 号，p.126-134 （1989）
(2) 塚野弘明：加減算の文章題における幼児の変数概念の理解と活動の文脈，日本教育工学雑誌，16，pp.79-88（1992）
(3) 岡本尚子，黒田恭史，前迫孝憲：“計算課題遂行時における教師－学習者間の神経科学的検討”，教育システム情報学会誌，Vol. 30，No. 1，pp.122-127（2013）

付記

本研究は，科学研究費補助金基盤研究(B)（24330252，代表：黒田恭史），および若手研究(A)（26705012，代表：岡本尚子）の支援を受けている．

LMS ログデータからの修学モデル構築

Modelling of Students' Learning Status Based on LMS Log Data

近藤 伸彦[*1], 畠中 利治[*2]
Nobuhiko KONDO[*1], Toshiharu HATANAKA[*2]
[*1] 大手前大学 CELL 教育研究所
[*1] CELL Institute for Educational Development, Otemae 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: nkondo7@otemae.ac.jp

あらまし: 学習環境の適応的なデザインを行うためには，個々の学生の修学に関する状態をリアルタイムに把握することが求められる．本稿では，LMS（Learning Management System）のログデータにもとづいて隠れマルコフモデルを構築し，個別の学生の修学状態を適時的に推定する手法を提案し，ある大学の LMS ログデータをもとに行った実験的検討の結果について報告する．
キーワード：Learning Analytics，教育ビッグデータ，教学 IR，LMS，修学モデル，隠れマルコフモデル

1. はじめに

大学教育のユニバーサル化により，多様な学生に対する質保証が求められるようになった．知識基盤社会が要求する高等教育の質保証とこうした多様化への対応というアンビバレントな要請に対する解を見出すことが大学改革におけるエクセレンスであるといわれ(1)，さまざまな大学がその実現に向けた取り組みを行っているのが現状であるといえる．

一方で, 近年ビジネス・医療などの分野と同様に，教育においてもいわゆるビッグデータのアナリティクスの重要性が増し，Learning Analytics（以下「LA」と表記する.）と呼ばれる研究領域が大きな注目を集めている．LA においては，学習やその環境についての理解と最適化がその目的とされる．さらには，こうした理解にもとづいて，リアルタイムな学習支援などへの活用が目指されているところに LA の特色がある(2)．最近では“Adaptive Learning”という語が一般化してきているように，個に応じた適応的な学習モデルが実用上のトレンドとなっている．

また，学内外のデータをもとに機関の意思決定支援を行う機能である IR（Institutional Research）も大きな注目を集めている．IR と LA は異なる文脈で発展してきたが，データに基づく教育改善という観点から両者の関連性は強く，これらを融合させた研究が今後ますます求められるという指摘もある(3).

筆者らはこれまで，LA と IR の融合を念頭に，学士課程における大規模な教学データをもとに，機械学習による修学状態モデルの構築とその学習支援への応用について検討してきた(4)(5). これらの研究においては，修学上のあらゆるデータを用いることを基本的な方向性としていたが，リアルタイムなデータには乏しい状況であった．本稿では，よりリアルタイムに近い修学支援のために，LMS（Learning Management System）のログデータを用いることを考える．具体的には隠れマルコフモデルにより個別の学生の修学状態を適時的に推定することを検討し，ある大学（以下 X 大学とよぶ.）の LMS ログデータをもとに行った数値実験の結果について報告する．

2. LMS ログからの修学モデル構築

本稿では, X 大学における LMS のログをもとに修学モデル構築の可能性を検討する．

2.1 LMS ログ

X 大学では, 独自開発の LMS を全学的に運用しており，授業における学習管理だけでなく，大学からのお知らせの配信・閲覧，e ポートフォリオ機能，自主学習コンテンツなどを有し，学士課程教育全体において学生・教員ともに当 LMS を十分に活用することが想定されている．授業によって活用頻度はまちまちではあるが，お知らせ配信のように，学生生活を送るうえで当 LMS を使用する必要があるため，大学に対する学生のコミットメントの度合いをある程度反映していることが期待できる．

2.2 隠れマルコフモデルによる修学モデル構築

本稿では, LMS のログをもとに学生の修学状態を確率的にモデル化することを検討する．ここでいう修学状態とは，学生の「修学意欲」のような内部状態を仮想的に考えたものとする．

隠れマルコフモデルは状態空間モデルの一種であり，現在の状態のみに依存して確率的に遷移する潜在変数（隠れ状態）と，現在の状態に応じた条件付き確率により観測値を出力する観測変数とで構成されるマルコフ過程を表現したモデルである(6)．本稿では，潜在変数（隠れ状態）として上述のような学生の修学状態を仮定し, LMS のログを観測値として隠れマルコフモデルを構築することを考える．こうしたモデルを構築することで，ログから学生の修学状態を確率的に推定し，適切な介入へと結びつけることなどが期待できる．

3.　数値実験

3.1 実験概要

2.2 で示した隠れマルコフモデルの構築についての数値実験を行った．実験においては，X 大学における 2015 年度入学生（*N*=548）を対象とし，2015 年度春学期における LMS の操作ログ（授業が行われた期間である全 85 日のデータ）を用いた．

本 LMS では，ログイン，機能切り替え，お知らせ閲覧，オンデマンドコンテンツの起動，レポート提出など，何らかの操作を行うたびに，学生 ID，操作日時，操作内容が 1 つのレコードとして記録される．今回の実験では，全学生について操作レコードの 1 日ごとの総数を数えたうえで，曜日による操作数のばらつきを抑えるため，直近一週間の総数を計算し，これを観測値とした．そのため，学習に用いたデータは授業日 2 週目以降のものとなっている．

実験には R(version 3.2.0)を使用し，隠れマルコフモデルのパッケージとして depmixS4(version 1.3-3)[7] を用いた．

3.2 実験結果

状態数を 3 としてパラメータ推定した結果，図 1 のような状態遷移確率が得られた．S_1，S_2，S_3 はそれぞれ潜在変数を表わし，矢印に付随する数値が状態間の遷移確率である．このモデルにより状態遷移を推定した例として，ある学生 A，B についての，直近一週間のログ総数（観測値）および各時点で推定された隠れ状態を図 2，図 3 にそれぞれ示す．これらの図には，参考として各時点に対応する授業週の必修科目出席率も示している．同様に他の学生について推定された状態遷移系列も合わせて検討すると，S_1 は活動的な状態，S_2 はやや活動的な状態，S_3 は活動的でない状態とみなすことができる．また図 2，図 3 においては，状態の推移と出席率の推移にやや関連性がみられることからも，本モデルのような手法により「修学意欲」のような潜在的な状態を推定できる可能性があると考えられる．

4.　おわりに

本稿では，学生の修学状態を潜在変数とする隠れマルコフモデルを LMS ログから構築することについて検討した．今回は単純なログ総数のみからモデル構築を試みたが，観測値としてとらえるべき特徴量をさらに適切なものとすることで，潜在的な修学状態をより精度よく推定できる可能性がある．

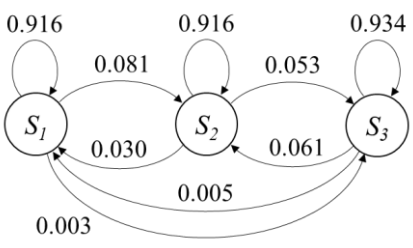


図 1 推定された隠れマルコフモデル

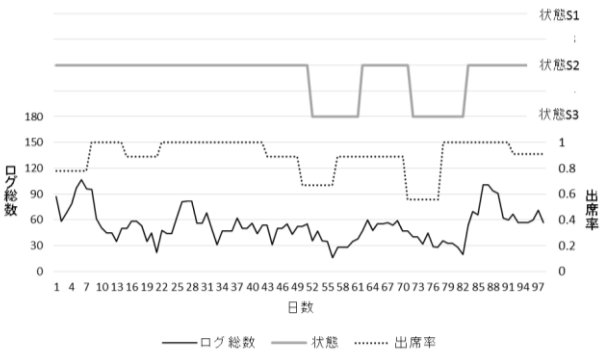


図 2 ログ総数と状態および出席率の推移（学生 A）

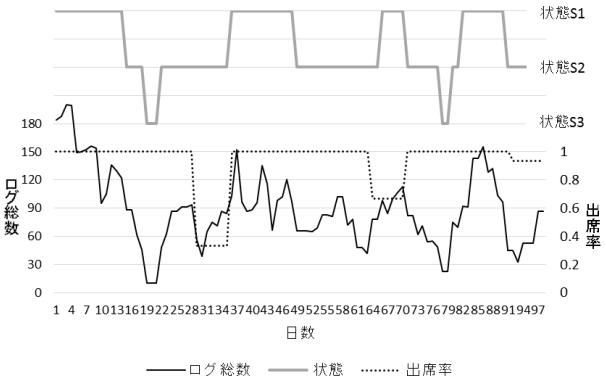


図 3 ログ総数と状態および出席率の推移（学生 B）

謝辞

本研究の一部は JSPS 科研費 16K16331 の助成を受けた．

参考文献

(1) 絹川正吉: “大学教育のエクセレンスとガバナンス”, 地域科学研究会（2006）
(2) 安武公一: “ライフログの教育活用における海外動向—Learning Analytics and Knowledge(LAK)2012 報告—”, サイエンティフィック・システム研究会 2012 年度教育環境分科会第 2 回会合（2012）
(3) 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）
(4) 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）
(5) 近藤伸彦，畠中利治: “確率モデルを用いた学修状態のモデル化と学修支援”，教育システム情報学会第 40 回全国大会講演論文集，pp.281-282（2015）
(6) C.M.ビショップ: “パターン認識と機械学習　下”，シュプリンガー・ジャパン（2008）
(7) Visser, I. and Speekenbrink, M.: R Package ‘depmixS4’, http://depmix.r-forge.r-project.org/（2016 年 6 月 5 日アクセス）

決定木学習を用いた学習履歴データからの退学者予兆の試み

Trial Study on Dropouts Detection based on Learning Log Data Using the Decision Tree Learning

松居 辰則[*1], 吉田 自由児[*2]
Tatsunori MATSUI[*1], Jiyuuji YOSHIDA[*2]
[*1] 早稲田大学人間科学学術院
[*1]Faculty of Human Sciences, Waesda University
[*2] 株式会社デジタル・ナレッジ
[*2]Digital Knowledge co.,ltd.
Email: Matsui-t@waseda.jp

あらまし：本研究の目的は，学習履歴データからの退学者予兆の可能性を検討することにある．具体的には八洲学園大学（2004 年開学の通信制大学）の過去 12 年分の学習履歴データを対象に，決定木学習を用いて退学傾向にある学習者の特徴の抽出を試みた．その結果，いくつかの興味深い特徴を抽出することができた．本発表においては，１）比較的大規模な学習履歴を構成する属性の中から高い説明能力を有する属性の選定，２）決定木学習を用いた特徴抽出の方法と結果（解釈）を中心に報告を行う．
キーワード：Learning Analytics，学習履歴データ，決定木学習，退学者予兆

1. はじめに

ICT（Information Communication Technology）の進展に伴い，学習・教育の文脈では学習過程を説明可能な多種多様なデータの取得・蓄積（学習履歴データ），そして大規模データの解析が可能になったことから，Learning Analytics（LA）への期待は大きい．特に，学習評価の観点からは学習者の知識・理解等の認知的側面に関する評価のみならず，学習者の心的状態や興味・関心等の情動的側面の評価の可能性を有することが LA の本質的興味である．従来までにも，学習履歴データを用いた学習者の心的状態の推定や分析の研究は行われてきており(1)(2)，その可能性が実証的に示されている．さらに，生体情報を用いた学習者の心的状態の推定も試みられており(3)，今後の進展が期待される．一方，教育機関においては，成績不振者や退学の可能性のある者を早期に検出して適切なフォローを行うことは，教育の質保証の観点からも重要である．そういった問題意識から LA の目的を「ドロップアウト，成績不振者の検出」に焦点化した研究も行われてきている(4)(5)．しかし，教育機関の経年データから「退学者」の予兆を目的とした研究は行われていない．そこで，本研究では，過去 12 年分の学習履歴データから「退学者予兆」の可能性を検討する．

2. 本研究における「退学」の考え方

本研究においては，「退学」を次のように考える．【「退学」は「本人の意志が固く退学した人」である．しかし，「退学」に至らなくても，学校からの案内に応じて「休学」したり「履修登録をしない」状態が続いたりする人もいる．これら「休学」や「履修登録をしない人」も「退学」と同じ位置付けで扱うものとする．】また，「退学」を厳密に規定するために【退学した人のデータをすべて退学者のデータとして扱うのではなく，在籍期ごとに評価し，退学直前期のみを退学者のデータとして扱う】こととする．

また，直前期履修登録ゼロだった場合などは「かくれ退学」と定義し，学籍上は「在籍」しているものの退学相当とみなす条件を定め，退学同等のデータ処理を行うこととした．

3. 「退学予兆」の試み。

本研究における「退学者予兆」の基本的な流れは以下のとおりである．

1. 退学者のデータを分析しそこに非退学者と異なる顕著な行動（退学前兆行動）のモデル化．
2. 在校生のデータを分析し退学前兆行動の有無を検証．退学前兆行動がある者は退学可能性が高いと判断．

また，本研究においては，退学に至る様相を，【何らかの「原因」（経済的理由，興味の低下，体調不良など）により学習に対する「姿勢」（学習に向かう意欲や態度など）が変化し，その結果，「退学」に繋がる「事実」（成績不振，履修科目減少，欠席増加など）が生じるもの】として捉えることとした．対面授業では教師は経験則的に『姿勢の変化』を認識しており，適切な学習支援への結びつけている．すなわち，本研究では，LMS に記録・蓄積された学習履歴・活動履歴といった教育ビッグデータから，教師が認識するような『姿勢の変化』を紡ぎ出し，ノウハウとして顕在化させることが目標となる．なお，「姿勢」の裏には「姿勢」に相関した「行動」があるものと考えられる（例えば，アクセス頻度，授業入退室時刻，質問回数など）．本研究では，これらの【「行動」の変化で「姿勢の変化」を検出可能である】との仮定を設定している．

4. 「退学予兆」の試み

本研究では，①データ収集，②クレンジング（データ加工），③分析，④可視化，自動化，の手順で「退学者予兆」を試みた．

4.1 データの収集

八洲学園大学（2004 年開学の通信制大学）で運用されている LMS に蓄積された過去 12 年分（2004 年春～2015 年春），延べ人数（1 期の在籍を 1 とカウント）221076 名（学生総数：2395 名，退学者：430 名，卒業生：785 名）を分析の対象とした．

4.2 クレンジング（データ加工）

八洲学園大学に蓄積されている成績情報，学生情報等の分散管理された多種多様なデータベースから，八洲学園大学の教職員への「退学予兆」に関するアンケートやインタビューを通して，データ数が十分であり，かつ「退学」に関係があると判断された以下の 23 個の属性を選択してレコードを構成した．

さらに，各属性（データ）の基本統計量，「退学（withdraw）」との相関係数から以下の 10 種類の特

徴量を定義した．そして，学生・在籍期ごとに全 23 項目に整理し検証用データを作成し，各項目に対し 10 種類の特徴量を算出し，全 230 パターンからなるデータセットを構成した．

属性	意味
#num	当該期の履修登録数
#season_span	開始期からの経過期数
#new_status	補正後の退学状況
#last_season_span	最終 season_span の番号
#is_last_season	当該期が最終期かどうか
#LIVE.attend_num	該当コマで当該受講者が出席したライブ授業数
#LIVE.attend_rate	該当コマの当該受講者の出席率（%）
#LIVE.enter_diff_mean	該当コマの当該受講者の入室時刻のズレの平均値（分）
#LIVE.exit_diff_mean	該当コマの当該受講者の退室時刻のズレの平均値（分）
#LIVE.regist_num	当該期のライブ授業の履修登録数
#LOGIN.times	該当コマのシステムへのログイン回数
#LOGIN.days	該当コマでシステムにログインした日数
#LOGIN.login_per_day	該当コマの 1 日あたりのログイン回数
#LOGIN.day_login	該当コマの日次ログイン率#
#ENQUETE.Q2_answer	授業内容に対する満足度
#ENQUETE.Q1_1_answer	機能の安定性
#ENQUETE.Q1_2_answer	音声や映像により教室の雰囲気が十分伝わった．
#ENQUETE.Q1_3_answer	板書エリアに表示される背景教材や教員の板書の有効性
#ENQUETE.Q1_4_answer	チャット発言，理解度確認やクイズの効果的利用
#ENQUETE.Q3_1_answer	授業に「夢中」で取り組めた
#ENQUETE.Q3_2_answer	スキルや知識が「身に付いた」
#ENQUETE.Q3_3_answer	新しい視点を得て「考えが豊かに」なった
#ENQUETE.Q3_4_answer	実生活で「実践」できそう
#QA.times	該当コマ期間で当該受講者が質問した回数
#QA.span_mean	該当コマ期間で当該質問者の質問から回答までに要した時間の平均値
#QA.times_per_day	該当コマ期間で当該受講者が 1 日あたりに質問した回数
#BBS.times_per_day	該当コマ期間で当該受講者が 1 日あたりに BBS に投稿した件数

特徴量
1．入力ベクトルの平均値
2．入力ベクトルの標準偏差
3．入力ベクトルの増減数（増加）
4．入力ベクトルの増減数（減少）
5．ゼロ/NA を含む入力ベクトルの要素出現率
6．前半と後半の値の変化量
7．特異点の数（箱ひげ図のヒゲ範囲外）
8．特異点の数（範囲拡大：箱ひげ図のボックス外）
9．特異点の数（範囲拡大・超過：箱ひげ図のボックス外&オーバー）
10．特異点の数（範囲拡大・減少：箱ひげ図のボックス外&アンダー）

4.3 分析

上記のデータセットに対して様々な統計量を算出した（紙面の都合で省略）．その結果，有意な属性を選出し決定木学習を行った．決定木学習の結果を図 1 に示す．

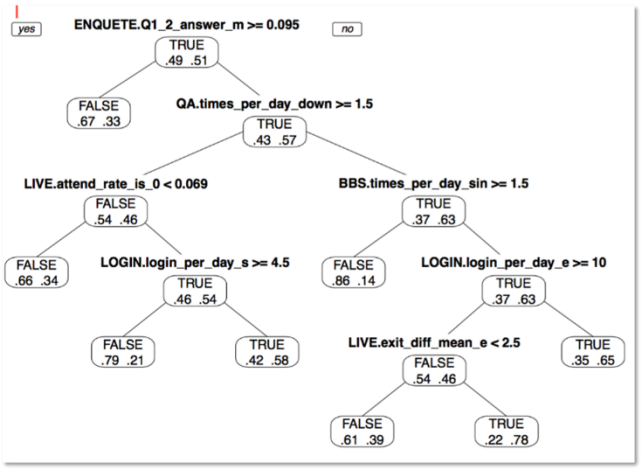


図 1　決定木学習の結果（R による）

その結果，退学につながる姿勢の変化と関係性の高い行動が以下のように抽出された．

（1）「授業終了後の退室時間，授業の回ごとに増加もしくは減少する傾向に要注意」（授業終了後も教室にダラダラと残ったり逆にサッサと早く退室する傾向が続くと，「姿勢」が悪化している傾向が見られる）

（2）「会議室での発言が突然増減するのは要注意」（普段会議室へ積極的に発言している人の発言数が突如減少したり，普段あまり発言しない人が突如発言数が増加した場合，「姿勢」が悪化している変化が見られる）

（3）「質問数の増減には要注意」（質問件数が徐々に増加もしくは減少することが「姿勢」の悪化につながる傾向が見られる）

（4）「授業後アンケートの特定質問と退学の相関関係が強い」（授業後毎回収集する授業後アンケートのうち、「姿勢」を大きく反映する有効な項目があった．質問：「音声や映像により教室の雰囲気が十分伝わった」）

5.　まとめと今後の課題

本研究では，LMS に記録・蓄積された大規模データから「退学者予兆」の可能性の検証を行った．その結果，いくつかの興味深い特徴を抽出することができた．今回は，分析結果の説明能力が高いこと，データに分布等の前提を必要としないことから決定木学習を用いた．今後も他の分析手法を適用して，「退学者予兆」の自動化，および学習適応化に向けての検討を行う予定である．

参考文献

(1) 中村，角所，村上，美濃，“e-learning における学習者の顔動作観測に基づく主観的難易度の推定”，電子情報通信学会論文誌 D, Vol. 93, No.5, pp.568-578 (2010)

(2) 堀口，小島，松居，“MRA を用いた学習者の Low-Level Interaction 特徴からの行き詰まりの推定手法”，第 58 回先進的学習科学と工学研究会資料(SIG-ALST-A903), pp.1-6(2010)

(3) 竹花，松居，“インタラクションに関する多面的データと学習者の心的状態の関係の分析”，教育システム情報学会, 2016 年度第 1 回研究会資料, pp.1-8 (2016)

(4) 岩崎，萓木，宇佐川，“e-Learning におけるアクセス履歴解析による学習者の分類とドロップアウト検知”，教育システム情報学会, 2015 年度第 6 回研究会資料 (2016)

(5) 長谷川，新村，鈴木，不破，今井，小松川，“学習行動の特徴分析による成績不振者の早期発見法の検討”，教育システム情報学会, 2015 年度第 6 回研究会資料 (2016)

ラーニング・アナリティクスにおけるデータ可視化フレームワークの提案

Proposal of Data Visualization Framework for Learning Analytics

古賀 隆行[*1], 阿保 遼[*1],堀越 泉[*2],山﨑 公明[*3],田村 恭久[*1]
Takayuki KOGA[*1], Ryo ABO[*1], Izumi HORIKOSHI[*2], Kimiaki YAMAZAKI[*3], Yasuhisa TAMURA[*1]
[*1] 上智大学理工学部
[*1] Graduate School of Science and Technology, Sophia University
[*2] 上智大学大学院 理工学研究科
[*2] Graduate School of Informatics, University of Educational Systems
[*3] (株)東大英数理教室
[*3] TEK Software Co. Ltd.
Email: ytamura@sophia.ac.jp

あらまし：Learning Analytics で得られたデータの視覚化における，データの取捨選択や軸をトップダウンに整理した．まず軸として「ヒト」「時」「内容」の３軸を想定した．この３次元の個々のポイントにおけるグラフは，それを閲覧・利用するステークホルダーによって有効性が異なる．これを「学習者自身」「学習者の保護者」「教員」「教育委員会」に分類した．また，ステークホルダー別に３軸の個々のポイントを想定し，可視化の有効性（有効／不要）や「見せてはいけない」項目を整理した．
キーワード：Learning Analytics，可視化，フレームワーク

1. はじめに

近年, 教育工学研究の分野でラーニング･アナリティクス（Learning Analytics: LA）(Ferguson[(1)]，田村[(2)]) が注目されている．これは，学習者の学習活動履歴データを収集・保存・分析し，学習者や教員に対する評価やフィードバック，形成的評価を行うものである．

LA で収集したデータは量が多く，そのままでは傾向の把握や比較が難しい．このため，データをグラフなどの形で可視化し，利用者の利便性を高める場合が多い．この可視化に関しては数多くの提案があるが，何をどう可視化するかという全体のフレームワークに着目する．これに関する先行研究として Ferguson[(3)]は協調学習の視覚化に対し，(1) Social Learning network analytics, (2) Social learning discourse analytics, (3) Social learning content analytics, (4) Social learning disposition analytics, (5) Social learning context analytics という５種類のフレームワークに分類している．また，UK Open University で蓄積したデータを視覚化する SocialLearn Dashboard を提案している．教員向けには，Dyckhoff[(4)]が LA サポートツールキットである eLat を提唱している．また学習者向けに，Duval [(5)]は NIKE のジョギング履歴の視覚化を例に取り,「最初に見た感動を超えてダッシュボードが機能し続けるためには，ゴールを明示し，そのゴールに向けてどの程度学習が進展したかを視覚化することが重要」と説き，Wakoopa Dashboard, CAM Dashboard, Student Activity Monitor (SAM) の３種類のダッシュボードを例示している. また Verbert[(6)] は，StepUp! と呼ぶ視覚化ツールを提案している．これは視覚化を通じ，Awareness, Reflection, Sense making, Impact の４ステージを構成する．

本稿では，初等中等教育におけるステークホルダー（利害関係者）別のデータ可視化フレームワークを提案する．ステークホルダーを学習者，保護者，教員，教育委員会の４種類に分類する．学校の校長や教頭などの管理職は, 今回は教育委員会に含めた．

また，可視化を行う軸と粒度を整理する．本稿ではこの軸を３次元（ヒト，時，内容）と捉える．これらは図１のように独立した軸として表現できる．また，それらの各々について粒度を想定した．

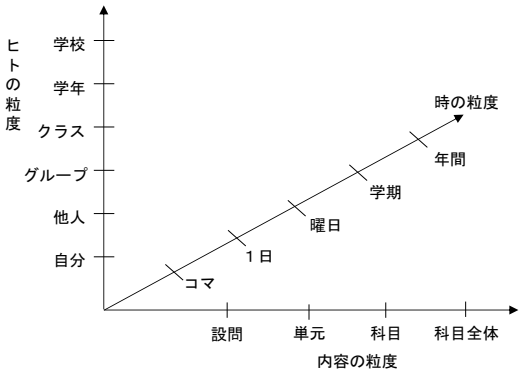


図１　可視化の粒度の整理

LA の可視化においては，ステークホルダーによって注目する軸や粒度が異なる．本稿は，各ステークホルダーが何に注目するかを検討し, 可視化が「不要」な軸や粒度を明らかにする試みである．また，個人情報保護等の観点から可視化を「禁止」すべき情報，あるいは可視化が有効ではない情報がある．これらを明らかにすることで，作成すべき／すべきでないグラフを選別し，実装の効率化を図ることが本稿の目的である．

2. 可視化対象データ

まず，上記４種類のステークホルダーの主なニー

ズを想定した．まず学習者は，「学校全体でなくクラスや学年，グループにおける自身の状況を把握したい」「通年のみならず週，日ごとの学習状況の把握したい」「複数科目を比較し，進捗状況を把握したい」「過去の自分と比べ，進歩を実感したい」というニーズがあると想定した．

また保護者は，「子供（＝学習者）が継続して勉強しているか，どの時間帯や曜日に勉強が捗るかを知りたい」「細かい設問ではなく科目ごとの学習状況が知りたい（設問，単元，全科目平均は不要)」「進捗率，正解率を知りたい」「学年，グループ，クラスにおける位置づけを知りたい」と想定した．

さらに教員は，「学校全体ではなく自分が担当している科目が知りたい（学校，科目全体は不要)」「クラス全体や学習者個人の状況を把握したい」と想定した．

また教育委員会（校長などの管理職を含む）は，「学校，学年においてのシステムの利用頻度を知りたい（個人，グループ，クラスは不要)」「科目ごとのシステムの利用頻度を知りたい」と想定した．

これらのニーズをもとに，可視化する対象を表１のように想定した．表１のセルは自：学習者本人，他：他の学習者，グ：グループ，ク：クラス，年：学年，校：学校を示す．また×は「見せてはいけない（禁止)」項目，△は「見せなくてよい（不要)」の項目を示す．斜線は可視化が不要な項目である．

学習者や保護者は，比較的粒度の細かいデータの可視化が有効である．これにより自身の学習進捗を把握したり，学習の動機を維持できる．ただし，他の学習者との比較は個人情報保護に抵触し，また過度の競争を起こすおそれがある．教員は，クラス全体を俯瞰したり，フォローすべき学習者を特定するための可視化が有効である．このように，ステークホルダーによって注目する軸や粒度が異なる．

表１　可視化対象データ

(a) 学習者に対して

	複数設問	複数単元	単一科目	複数科目	単一教科	複数教科	全教科(△)
コマ							
1日			自×グク年△	自×△△△△	自×グク年△	自×△△△△	
曜日			自×グク年△	自×△△△△	自×グク年△	自×△△△△	
学期	自×グク年△	自×グク年△		自×グク年△		自×グク年△	
年間	自×グク年△	自×グク年△		自×グク年△		自×グク年△	

(b) 保護者に対して

	複数設問(△)	複数単元(△)	単一科目	複数科目	単一教科	複数教科	全教科(△)
コマ							
1日			自×グク年△	自×△△△△	自×グク年△	自×△△△△	
曜日			自×グク年△	自×△△△△	自×グク年△	自×△△△△	
学期				自×グク年△		自×グク年△	
年間				自×グク年△		自×グク年△	

(c) 教員に対して

	複数設問	複数単元	単一科目	複数科目	単一教科	複数教科	全教科(△)
コマ							
1日			△他グク年△	△他△△△△	△他グク年△	△他△△△△	
曜日			△他グク年△	△他△△△△	△他グク年△	△他△△△△	
学期	△他グク年△	△他グク年△	△他グク年△		△他グク年△		
年間	△他グク年△	△他グク年△	△他グク年△		△他グク年△		

(d) 教育委員会に対し

	複数設問(△)	複数単元(△)	単一科目	複数科目	単一教科	複数教科	全教科
コマ							
1日				△△△△年校		△△△△年校	
曜日				△△△△年校		△△△△年校	
学期			△△△△年校		△△△△年校		△△△△年校
年間			△△△△年校		△△△△年校		△△△△年校

3.　結論，今後の課題

LA のデータを可視化するにあたり，誰を対象にどのような内容を可視化するかをトップダウンで整理したフレームワークを提案するとともに，可視化の有効／不要な項目，また可視化すべきでない項目を検討した．

本稿で提案した図１の軸や粒度，表１の可視化の可否は，研究室内で議論したものであり，実際のステークホルダーに聞き取りを行ったものではない．このため今後ヒヤリングを実施し，本提案の有効性を高めていく必要がある．

LA の可視化においては，複数のグラフを組み合わせ，俯瞰する Dashboard の提案も多数なされている．本稿の提案は単一のグラフを扱ったが，複数のグラフを用いて状況を俯瞰する組み合わせについては，別途検討する必要がある．

謝辞

本研究は，平成 28 年度 JSPS 科研費 26282059 の助成を受けている．

参考文献

(1) Ferguson, R.: “Learning analytics: drivers, developments and challenges”, International Journal of Technology Enhanced Learning, Vol. 4, No.5-6, pp.304-317 (2012).
(2) 田村恭久，”Learning Analytics の研究と技術の動向”, NII Open Forum, 国立情報学研究所，http://www.nii.ac.jp/csi/openforum2016/track/pdf/20160526_LA1_2_tamura.pdf
(3) Ferguson, R., & Shum, S. B.: “Social learning analytics: five approaches”, Proc. 2nd international conference on learning analytics and knowledge, pp. 23-33 (2012).
(4) Dyckhoff, A. L., Zielke, D., Bültmann, M., Chatti, M. A., & Schroeder, U.: “Design and Implementation of a Learning Analytics Toolkit for Teachers”, Educational Technology & Society, Vol.15, No.3, pp.58-76 (2012).
(5) Duval, E.: “Attention please!: learning analytics for visualization and recommendation”, Proc. 1st International Conference on Learning Analytics and Knowledge, pp. 9-17 (2011).
(6) Verbert, K., Duval, E., Klerkx, J., Govaerts, S., & Santos, J. L.: “Learning analytics dashboard applications”, American Behavioral Scientist, 0002764213479363 (2013).

大学入学時のスマホ･情報スキル･タイピングに関する調査について

For research on smartphone and information skills, typing at the time of university enrollment

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：数年前から，1 回生向けに担当している情報処理演習の中でスマホの所持率，携帯電話はいつから使っているか，高校でのパソコン演習科目とその期間，ワードエクセルパワーポイントの習熟度，高校でのタイプ練習の有無とタッチタイピングのレベルなどをアンケート調査してきた．高校での情報リテラシー教育は高校によりまちまちであり，期間も 1 年程度が多い．パソコンスキルの差を拡大して大学に入ってきている感があり，1 回生の前期だけの情報処理演習だけでは，それらを一定レベルまでに引き上げることは難しい．
キーワード：情報リテラシー，パソコンスキル，アンケート調査，情報処理教育

1.　はじめに

高校での教科「情報」が始まり10年以上になるが，いまだに高校で情報処理の演習を受けてこなかったとか, 1年程度であったため覚えていないというケースも多く，相変わらずスキルの格差は狭まっていないように思われる．以前から入学生に対して担当している情報処理演習の中で，高校での情報教育特にパソコンスキルに関連する部分についてアンケートを実施してきた．その他，数年前から従来の携帯電話に代わってスマートフォンが普及し，携帯電話・スマートフォンの所持率, いつ頃から使っているか, 旧型携帯とスマートフォンの割合や月額料金なども含めて答えてもらうようにした．

携帯電話に関する部分は，担当する情報処理演習の出席登録に関連して，以前から旧型携帯電話に対応したシステムで行っている関係で，小さい画面に入る設計にせざるを得なかったという点がある．その他，ｅラーニングを活用するには旧型携帯電話に対応している必要があった．さらに，大学が提供するメールについても，旧型携帯電話から送受信することは難しく，携帯電話へ転送しておくようにという指導に留まっていた．最近ではほぼ全員がスマートフォンを持つようになり，メールの設定により大学のメールの送受信が可能となってきた．画面は小さいがパソコンと変わらない環境となった．ただ，クラスに1人か2人は携帯電話を持っていなかったり，旧型携帯を持っていることが気がかりである．

情報処理演習の担当者として以前から徹底している点はタッチタイピングである．就職して職場のパソコンを使いこなす上でタイピングの速さは重要であり，楽に打てることが基本であると思っている．タッチタイピングの指導の際に，高校でタイピングの練習をしてきたかを尋ねるようにしているが，高校によりまちまちであり，徹底して練習してきたというのはわずかである．タッチタイピングの入学時での状況を調査項目に入れている．

情報スキルに関する部分では，ワード･エクセル･パワーポイントなどをどの程度習ってきたかや，使えるかについてできるだけ知っておきたいが，その度合いを測ることは，尋ね方を含め，難しくあいまいである．何らかの資格を持っているかどうかで判断する方がはっきりする項目である．

本稿では，以上のような項目に関して，私が担当する情報処理演習で，2012年度から始めたアンケート調査の結果について述べる．

2.　調査項目について

主な調査項目は，携帯電話，高校での情報科目，タイピング能力，情報スキルである．2012 年度あたりは，まだ旧型携帯電話の割合が 4 割弱あり，旧型携帯かスマートフォンかの選択肢を選ぶ形式を 2013 年度まで続けた．2014 年度からは，スマートフォンの種類として，iPhone かアンドロイドかその他かを尋ねるよう変更した．さらに，自分のパソコンやタブレットを持っているかについて，デスクトップ PC かノート PC かタブレット（3 種）について複数回答可の設問も追加した．

なお，このアンケートはグーグルのフォームを利用して作り，回答直後に集計のグラフ（回答の概要を表示）を教示用モニタを通じて見せるようにした．

2.1 携帯電話に関する項目

携帯電話に関しては，2012 年度は携帯電話かスマートフォンかのどちらか，キャリアはどこか，1 ヶ月の料金を尋ね，2013 年度から使い始めた時期とスマートフォンに変えた時期を追加した．2014 年度以降，スマートフォンの種類も尋ねるようにした．iPhone の利用者が多いことと，携帯からスマホに変

わり月額の利用料が増えたことが伺える．図 1 に質問項目の移り変わりを示す．(左 2012, 右 2016 年度)

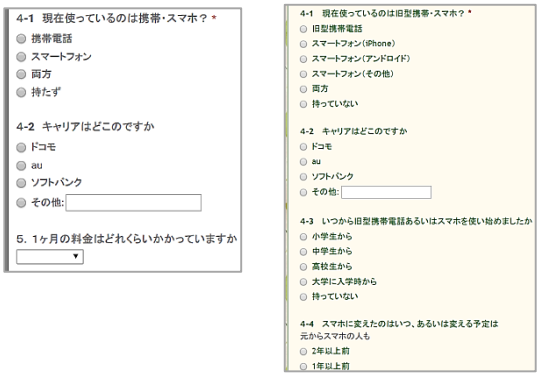


図 1 携帯に関する質問項目の移り変わり

2.2 タイピングに関する項目

高校でタイピングの練習をしてきたかを測るために尋ねているが，その度合いを表すことは難しく，図 2 右に示すようなあいまいな表現になっている．

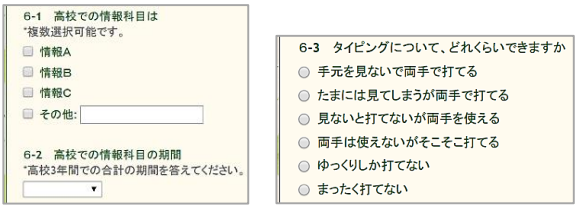


図 2 情報科目とタイピングに関する質問項目

2.3 情報スキルに関する項目

高校で習った情報関連のスキルがどの程度身についているかを 5 段階で答えてもらった．



図 3 情報スキルに関する質問項目

3. いくつかの回答結果の推移について

図 4 に示す携帯・スマホの推移では，2014 年度以降スマホの種類について選べるようにした．旧型携帯の減る様子が良く分かる．スマートフォンでは，iPhone の割合が 7 割以上を占めていることが分かる．3 つの図において，2014 年度の分布が他の年度と違うのは，回答数が少ないことが影響していると考えられる．

図 5 に示すタイピングについては，年度により多少の上下はあるが，改善されてきているということは無く，高校ではタイピングの練習は行われていないことが伺える．図 6 のワードのスキルについても，できるようにはなってきておらず，5 年間においの変化はあまりないことが伺える．

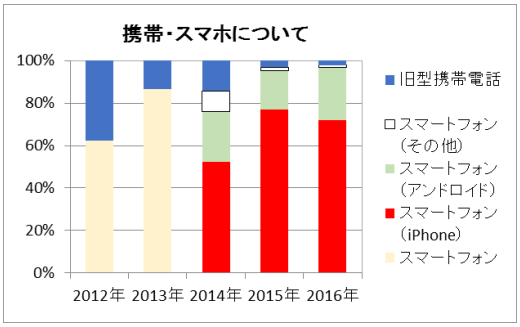


図 4 携帯・スマホに関する移り変わり

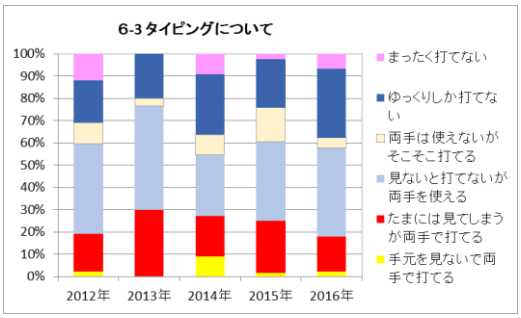


図 5 タイピングに関する移り変わり

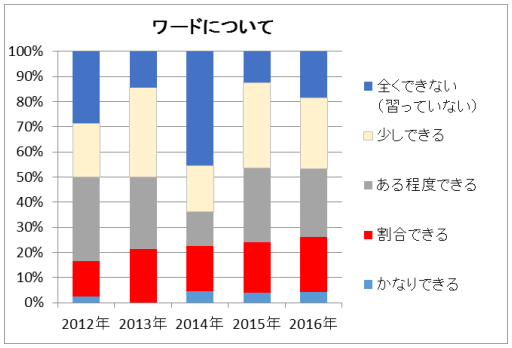


図 6 ワードのスキルに関する移り変わり

4. まとめ

旧型携帯電話が 2012 年度から 2013 年度にかけて大きく減っていったことが分かった．今ではほぼ全員がスマートフォンを持つようになり，情報セキュリティーの面から指導をする必要が出てきていると考えられる．さらに，スマートフォンでなんでもできてしまうために，パソコンのスキルアップの必要性が薄れてきているところがあり，パソコンを使いこなせない学生が増えてきているように思える．特にタイピングについて，大学生の間にタッチタイピンができるようになってもらいたい．

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)

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

First- year Information Studies: self assessment on the degree to which first-year students understand the software

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．今回，課題解決の手法として，各授業終了時に WEB アンケートシステムでリフレクションを行い、ソフトウェア（EXCEL）の各機能の理解度について自己評価を行った．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，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)]．ここでは，毎回の授業終了時にリフレクションするなかで Excel の各機能の理解度について学生に自己評価をさせ、その結果を授業改善につなげていった。その結果と効果について報告する．

2. リフレクションの実施

2.1 リフレクションの目的

Excel がメインとなる授業では苦手意識を持つ学生も多く，機能の習得に躓く学生がいる．また教員にとっては，学生の理解度を把握し，授業の進め方などに改善と工夫が必要となる．そこで各回の授業で学習した内容について理解できた点と理解できなかった点を改めて確認し，さらに改善策を具体的に自覚させることを主な目的としてリフレクションを実施した．一方的になりがちな授業に双方向性を持たせることも目的としている．

2.2 リフレクションの方法

あらかじめ WEB アンケートシステム上にリフレクション項目，選択肢を作成し公開した URL を各学生にメール送信する。学生は，各回の授業終了時に，メールを受信し，URL にアクセスして回答を行う．回答受信後教員は集計結果を即時にスクリーンに表示する．学生は自分の回答が受信されていることを確認後退席する．対象は 2015 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．WEB システムを活用することで，キーボード操作，WEB メールの送受信，アカウントの管理意識が身につき，教員にとっては，結果の集計，グラフ化などは連動して表示されるため，理解度の把握，理解不足の学生へのフォローなどに活用できるメリットがある．

回答選択肢	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
散布図グラフの用途と特徴について	3 11.5%	14 53.8%	7 26.9%	2 7.65%
ドーナツグラフの用途と特徴について	3 11.5%	15 57.65%	6 23.05%	2 7.65%
グラフの作成手順と操作について	3 11.5%	14 53.8%	7 26.9%	2 7.65%
テキストボックスの追加について	4 15.35%	12 46.15%	7 26.9%	3 11.5%
面グラフの用途と特徴について	3 11.5%	15 57.65%	6 23.05%	2 7.65%
データテーブルの表示について	5 18.5%	15 55.55%	5 18.5%	2 7.4%
グラフ中の項目の順序の変更について	5 19.2%	12 46.15%	7 26.9%	2 7.65%
グラフデータ選択の変更について	6 23.05%	10 38.45%	7 26.9%	3 11.5%
レーダーグラフの用途と特徴について	1 3.8%	14 53.8%	8 30.75%	3 11.5%
数値軸の最大値・最小値・目盛間隔の変更について	4 15.35%	12 46.15%	7 26.9%	3 11.5%
複合グラフの用途と作成方法について	2 7.65%	15 57.65%	6 23.05%	3 11.5%
2軸グラフの用途と作成方法について	3 11.5%	13 50%	7 26.9%	3 11.5%
縦棒グラフの間隔の調整方法について	2 7.65%	16 61.5%	6 23.05%	2 7.65%

図 1 WEB アンケートシステム集計結果画面

リフレクションの内容は，各回共通の設問として全体の理解度 10%～100%，理解度の理由，改善策（理解できなかった点を復習する，理解できた内容を応用して使ってみるなど），各回の授業内容に即して学習した Excel の機能の理解度について，選択肢より回答させた．また事後学習の時間数，全体の感想，選択肢以外の回答欄を設け自由に入力させた．

授業の内容により，Excel の機能を問う小テストなども含めた．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

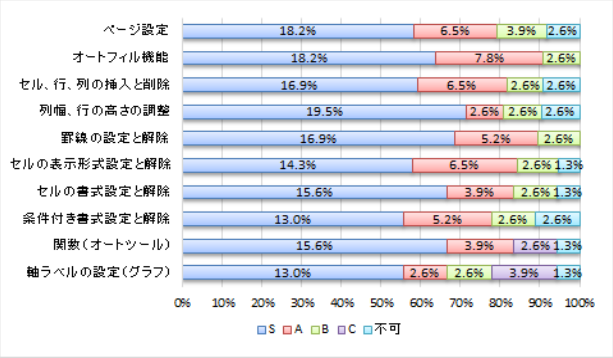
N=1247	S	A	B	C	不可
理解度 10%	2	8	7	3	2
理解度 20%	1	5	3	2	3
理解度 30%	11	10	7	16	5
理解度 40%	15	15	8	11	12
理解度 50%	44	41	8	41	15
理解度 60%	69	50	19	26	16
理解度 70%	85	53	32	58	19
理解度 80%	126	74	20	20	16
理解度 90%	101	35	9	7	15
理解度 100%	50	29	9	6	8

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，理解度自己評価が高いグループは，評価結果も高くなっていることがわかる．

3.2 Excel の機能ごとの理解度自己評価結果

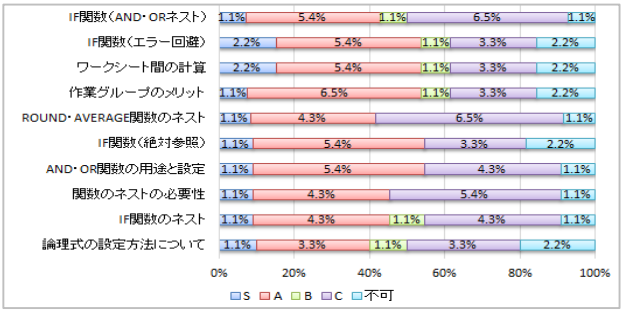
理解度の選択肢は，理解ができなかった（L4），教科書を参照すればできる（L3），資料を参照せずに自分なりに活用できる（L2），機能や活用方法を他者に教えることができる（L1）の 4 段階である．以下に成績別の結果を示す．

図 2　L1 の多かった Excel 機能自己評価結果（%）



L1 回答の機能は Excel の基本機能であり初回の授業内容に集中している．

図 3　L4 の多かった Excel 機能自己評価結果（%）



L4 回答の機能は，設定方法も複雑な関数のネストや考え方を問われる論理式の設定など，後半の授業内容に集中している．

3.3 模擬試験・期末試験での自己評価

教科書を参照せずに回答できた(L1)教科書を参照して回答できた(L2)教科書を参照しても回答できなかった(L3)回答ができなかった(L4)の 4 つの選択肢で回答をさせた．

表 2 模擬試験および期末試験の自己評価結果（%）

	模擬試験（N＝97）		期末試験（N=98）	
	LI＋L2	L3＋L4	LI＋L2	L3＋L4
VLOOKUP 関数	41	59	56	44
ページ設定	70	30	95	5
円グラフ	46	54	61	39
関数のネスト	52	48	65	35
関数（SUMIF・Rank 等）	72	28	88	12
基本的な関数	88	13	96	4
数式の設定	82	18	95	5
絶対参照	83	17	92	8
複合グラフの作成	35	65	62	38
論理関数（IF/AND/OR）	57	43	73	27

各試験終了後に自己評価させた結果，ほぼすべての機能について，L1・L2 の割合が増え L3・L4 の割合が減った．また模擬試験後のリフレクションでは期末試験に向けての学習計画を自由に入力させた．

- 模擬試験の結果を見直し，できなかった部分を中心に復習をする。また時間配分も考え、次回のテストに生かす。
- 複合グラフの作成方法、それぞれの関数の活用法をしっかりやる．
- すぐに関数を判断できるよう繰り返し関数全体の復習を行おうと思います。

といった自分の弱点を把握したうえで復習に取り組もうとする具体的で積極的なコメントが多くみられた．実際に自ら計画を立てて復習した結果が上記に出ていると考えられる．期末テスト後の正解率の自己評価と成績評価の相関分析を行ったところ正の相関がみられた（r=,596）．

4.　まとめ

毎回の授業終了時にリフレクションを行うことにより，学生の理解度を教員が把握できるだけでなく，学生自身が自ら理解度を確認し，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見られた．今後は自己評価の低い学生の個別サポートや，理解度の低い機能を補う練習問題の準備や事後課題開発，シラバスの見直しなどにより授業改善へ繋げる具体策を検討していきたい．

参考文献

(1)　石野邦仁子，松山恵美子，「大学における情報教育手法の検討 - リフレクションの教育的効果の報告-」，『日本教育情報学会　年会論文集 31』，2015 年

数学補習用 eLearning の結果の分析
－不得意な学生の場合－

Analysis of Results of an eLearning for Supplementary Lesson of Mathematics
- a case study of the students who are not good at mathematics -

稲葉　宏和, 桶　敏
Hirokazu INABA, Satoshi OKE
石川県立大学生物資源環境学部教養教育センター
Liberal Arts Education Center, Faculty of Bioresources and Environmental Sciences,
Ishikawa Prefectural University
Email: inaba@ishikawa-pu.ac.jp

あらまし：2010 年度より数学補習の eLearning を行っている．Moodle に数学の補習コースを作成し，解説や小テストを配置した．数学では答えだけでなく，それに至るプロセスが重要である．特に計算過程を意識して考えることができるようにするため，小テストでは計算過程の穴埋め問題を出題している．本発表では 2013, 2014 年度の結果について, 参加学生のうち特に数学が不得意な学生を対象に分析を行った．
キーワード：補習，数学，Moodle，不得意な学生

1. はじめに

石川県立大学は農学系の大学である．石川県立大学では，入学試験科目としての数学はセンター試験のみ(2006 年までは選択, 2007 年から必須)であり，数学を個別学力試験では課してはいない．

教養科目「数学」の受講者対象のアンケートでは，高校での数Ⅲ・C の履修者は 6～7 割程度であり，受験科目として他大学の個別学力試験で数学を受験したものは 3 割程度である．多くの学生は数Ⅰ・A 以降の科目を受験科目として勉強していない．

また，2006 年より教養教育センターで新入生を対象に行っている IRT テスト(プレースメントテスト)の結果では，年度により増減はあるが 3 割程度の新入生が文系の高 3 レベルに達していないことが示されている．

以上のことから，高校数学の理解が十分でない学生が多いことがわかる．これが数学に対し苦手意識を持つ学生の多さの理由と考えられる．

数学が不得意な学生が講義の内容を理解するには補習が有効であると考えられる．そこで，時間と場所を選ばないという利点を持つ eLearning で補習を行うことを計画した．2010 年度より補習 eLearning のシステムを構築し，実践している．(1)

eLearning 教材を用いた 2013 年度と 2014 年度の取り組みにおいて，全体の学生の eLearning 受講の有無の影響を検討した．(2)

本報告では，2013 年度，2014 年度の eLearning 受講の有無の影響を，数学が不得意な学生について調べる．

2. 対象学生

後期開講の教養科目「数学」(選択科目）で，補習の eLearning を行った．

本論文での分析の対象学生として，IRT テストのスコア・レベルが，高 2 レベル以下の学生を数学が不得意な学生とした．

2013 年度では, 教養科目「数学」履修 1 年生の 18%, 2014 年度では 21%が不得意な学生である．

高 3 レベルであっても，不得意な学生がいるとも考えられる．しかし，本発表では IRT テストの結果で明確に不得意と言える高 3 レベルに達していない学生に対象を絞った

3. eLearning 教材について

Moodle 上に数学の補習コースを作成し，後期開講の教養科目「数学」(選択科目）の講義に対応する補習の教材を作成した．

教材の基本的な構成は，項目毎に「解説」とそれに対応する「問題」,「挑戦」の組からなる．その「解説」と「問題」の組を講義の進度に合わせた内容で毎回 2 組程度用意した．説明である「解説」だけでなく，穴埋めの「問題」や「挑戦」を用意することにより単調さを避けている．

問題の最終的な解答のみを答えさせる場合には，自力で解答にたどり着く学力が必要である．しかし，その学力がない不得意な学生には「問題」を解答できないので，有効ではないと考えられる．

そこで，補習としては，解答プロセスの穴埋めをさせることで答えに至る手助けをすることができる．穴埋め問題を答えさせることにより，解答プロセスを辿らせるようにした．これにより，単に最終の解答のみを答えさせようとして，手が出ない学生でも解答にたどり着くことができる．

「問題」などの Moodle の小テスト形式では，受験するとすぐに採点され結果がわかる．そのすぐ後に正解を示される．その場でフィードバックが受けられるのが，この eLearning 教材の特徴でもある．

4.　結果と考察

今回の分析で eLearning 受講あり・なしを以下のように定めた．

eLearning 受講ありは，2 回以上「問題」を解答した学生とした．eLearning 受講なしは，解答をしなかった，もしくは，1 回のみ回答した学生とした．

図 1 に 2013 年度の IRT テストのスコアと教養科目「数学」のテストの素点との関係のグラフを示す．●が eLearning を受講した学生，○が eLearning を受講しなかった学生を表す．水平な点線はテストの素点の中央値(メジアン)を表す．点線より上側は素点の上位者，下側は下位者である．

eLearning 受講ありの学生のうち，高 2 レベルにある 2 名はテストの素点が中央値より上位にある．また，高 1 レベルにある 1 名は素点が中央値より下位にある．しかし，同程度の IRT テストのスコアを持つ学生よりも素点が高い．

eLearning 受講ありは 3 名である．受講者が少ないのではっきりは言えないが，受講することに効果があると推測される．

図 2 に 2014 年度の結果を示す．

eLearning 受講ありの学生のうち，高 2 レベルにある 2 名のうち 1 名は素点の中央値より上位に，もう 1 名は中央値より下位にある．また，高 1 レベルの 5 名のうち，4 名が素点の中央値よりも上位に，1 名が下位にある．

eLearning 受講ありは 7 名で 2013 年度より多い．しかし，受講者数は少ないので，はっきりは言えないが，2013 年度と同様に効果があると推測される．

図 3，4 に eLearning の学習効果を表す事前の IRT テストのスコアの平均点と事後の教養「数学」の素点の平均点を示す．満点が異なるので，IRT テストのスコアを 0.1 倍して表示している．

事前の IRT テストの平均点は，2013 年度，2014 年度とも eLearning 受講あり・なしであまり差がなかった．しかし，事後の教養「数学」の素点では，2013 年度は eLearning 受講ありが eLearning 受講なしより平均点で約 18 点高く，2014 年度の平均点では約 15 点高かった．

これらのことより，数学が不得意な学生に対しても補習 eLearning は効果がいくらか認められると考えられる．今後も eLearning の受講の有無の効果について調べる必要があると考えられる．

参考文献

(1) 稲葉宏和, 桶敏:“数学演習用 eLearning システム構築の試み(4)”，平成 25 年度石川県立大学年報, pp.52-59（2013）
(2) 稲葉宏和, 桶敏:“数学演習用 eLearning システム構築の試み(5)”，教育システム情報学会第 39 回全国大会論文集, pp.169-170 （2014）

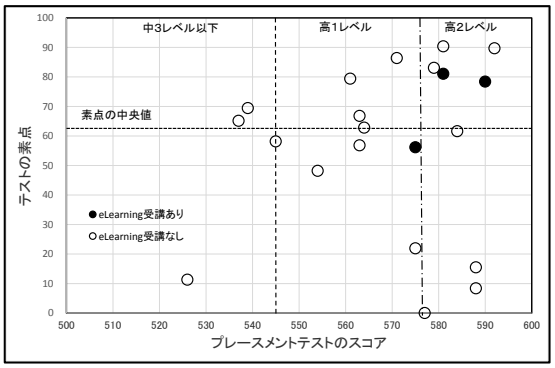


図 1　IRT テストのスコアと教養科目「数学」のテストの素点との関係
(高 2 レベル以下) (2013 年度)

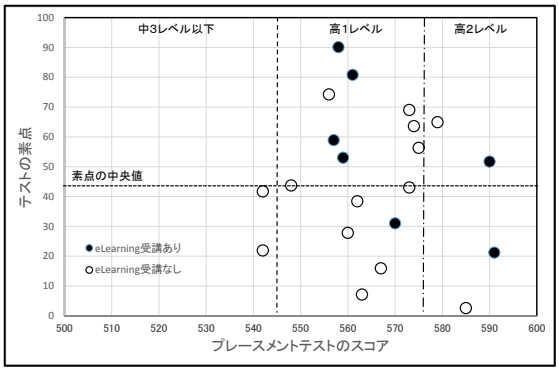


図 2　IRT テストのスコアと教養科目「数学」のテストの素点との関係
(高 2 レベル以下) (2014 年度)

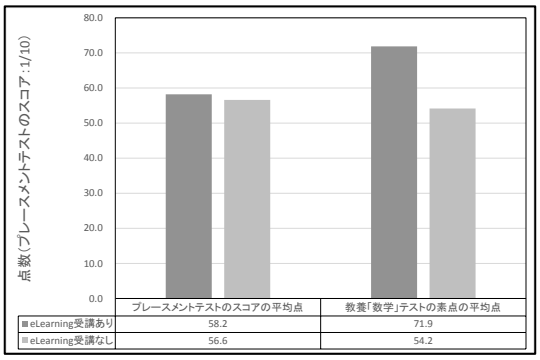


図 3　eLearning の学習効果(高 2 レベル以下)
(2013 年度)

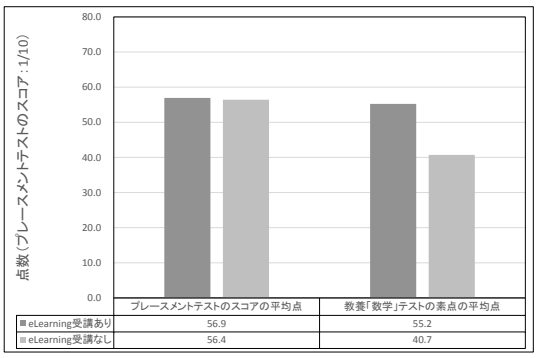


図 4　eLearning の学習効果(高 2 レベル以下)
(2014 年度)

問題の表現方法を考慮した計算問題演習システムの構成

Calculation Question Training System Which Uses the Relationship between the Representation of Questions and Their Difficulty

津森 伸一[*1], 山住 富也[*2], 西野 和典[*3]
Shin'ichi TSUMORI[*1], Tomiya YAMAZUMI[*2], Kazunori NISHINO[*3]
[*1] 聖隷クリストファー大学
[*1]Seirei Christopher University
[*2] 名古屋文理大学
[*2]Nagoya Bunri University
[*3] 九州工業大学
[*3]Kyushu Institute of Technology
Email: shinichi-t@seirei.ac.jp

あらまし：筆者らは，SPI に出題される計算文章題を用い数学の学力を向上することを狙った計算問題演習システムの開発を行っている．計算文章題の難しさは適用する公式や解法の複雑さだけでなく，問題の表現方法や扱う数値の種類等によっても変化することを実験により確認した．そこで，実験の結果に基づき，学力に応じた計算文章題の出題方法を検討している．本発表では，計算文章題の表現方法と難易度の関係，計算問題演習システムの出題方法と構成について議論する．
キーワード：計算文章題，演習システム，問題の表現方法，難易度

1. はじめに

筆者らは, 就職試験で活用されている SPI[(1)]の計算文章題を題材に用いることにより，学生のモチベーションを維持しながら学力を向上することを狙った問題演習システムの実現を目指している[(2)(3)].

計算文章題は，適用する公式や解法の複雑さが問題の難易に大きく関わるものと思われる．しかし筆者らは，同じ計算式を適用する場合であっても，問題文の表現方法や扱う数値の種類により正解率に差が出ることを確認した[(2)]．例えば速度計算の文章題においては,「時速」を用いた問題よりも「分速」を用いた問題の方が正解率が低かった．従って，解答の正誤状況に応じて問題表現の異なる問題を抽出するという出題方法を取り入れることにより，学力に合った出題が可能になるものと考えられる．

そこで筆者らは，SPI の頻出単元である「速度計算」について，同じ計算公式を用いながら表現の異なる問題により構成されるテストを実施し，正誤結果から問題表現と難易度の関係を考察した．この結果に基づき，計算問題演習システムに実装する出題方法の検討を行っている．本稿では，問題表現と難易度の関係について概観した後に，出題方法と計算問題演習システムの構成について議論する．

2. 問題の表現方法と難易度の関係

2.1 問題の表現方法

本稿では，計算式の例として SPI の「速度」単元の基本公式である以下の式を用いる．

(速さ)×(時間) = (距離)

既に筆者らは, この式を用いた 12 種類の表現方法による問題について検討してきた[(3)]．その内の一部の表現方法と問題文の一例を表 1 に，各表現方法の意味を表 2 に示す.

表 1 問題の表現方法と問題文の例

表現方法	問題文
基本形	時速 40km の車が 3 時間走行すると，走行した距離は何 km ですか
単位表記	50km／時の車が 3 時間走行すると，走行した距離は何 km ですか
単位換算	時速 60km の車が 40 分間走行すると，走行した距離は何 km ですか
未知数位置	時速(　)km で 3 時間歩くと 12km 進みます
分数	時速 10 / 3 km で 4 時間歩くと何 km 進みますか
任意定数	時速 a km で 3 時間歩くと何 km 進みますか
ダミー	100m 進むたびに 5m ずつ上る坂があります．この上り坂を時速 4km で 3 時間歩くと何 km 進みますか

表 2 問題表現方法の意味

表現方法	意味
基本形	通常の表現方法を用いたもの
単位表記	単位の表現方法を変えたもの
単位換算	長さや時間に単位換算を伴うもの
未知数位置	未知数を問題文の最初に置いたもの
分数・小数	パラメータに分数・小数を用いたもの
任意定数	パラメータに文字定数を用いたもの
ダミー	計算に不要なパラメータを追加したもの
秒速・分速	パラメータに秒速・分速を用いたもの
予想外	予想外の計算結果が正解となるもの
応用	公式の適用に工夫が必要なもの

2.2 実験用テストの実施

12 種類の表現方法を用いた計算文章題を表現方法ごとに 1〜3 問作成し，全 23 問のペーパーテスト

として A 大学に通う学生に対し実施した[3]．但し，解答の負担を軽減するため，23 問のテストを 3 回に分けて実施した．3 回のテストのうち一度でも受験した学生は 104 名であり，1 回目は 81 名，2 回目は 67 名，3 回目は 76 名の学生が受験した．採点は，最終的な答えの正・不正解のみにより行った．

2.3 問題表現と難易度の関係

23 問の問題から，全ての 2 問ずつの組合せ(253 通り)を抽出し，それぞれについて正誤答数の比較を行った．2 問を問題 A，問題 B とおき，両者の難易度の比較を以下のルールにより行った．

(a) 問題 A と問題 B の難易度が等しい
　両問共に正解だった人数と共に不正解だった人数の和が全体の 95%を超えた
(b) 問題 A の難易度が問題 B よりも大きい
　(a)を満たさず且つ問題 B のみ正解だった人数が問題 A のみ正解だった人数の 5 倍を超えた
(c) 問題 A と問題 B の難易度の関係が不明
　(a)，(b)の条件を共に満たさなかった

さらにこのルールを再帰的に適用し，全ての問題を難易度順に並べた．但し，難易度について，

(問題 A) > (問題 P) > (問題 B)
(問題 A) > (問題 Q) > (問題 B)

を満たす問題 P と問題 Q の難易度は等しいとした．以上のルールに基づき，問題の表現方法を順序尺度の観点から難易度順に並べた結果を表 3 に示す．

表 3 問題の表現方法と難易度の関係

難易度	問題の表現方法
5	ダミー，分数，応用
4	予想外
3	任意定数，小数，単位換算
2	秒速，分速
1	基本形，単位表記，未知数位置

3. 計算問題演習システムの概要

3.1 システムの動作

本研究で開発する計算問題演習システムは，SPI に出題される計算分野の多くの単元をカバーし，学生が自学自習に用いることを想定する．システムは概ね以下の方法により動作させる．

(1) 学習単元の選択
　学習単元として「速度」「鶴亀算」「仕事算」等の 10 程度の単元を準備する予定である．学生は学習したい単元を選択する．

(2) 問題演習
　Web による問題が出題され，学生は答えの数値を入力する．システムは正解との照合を行い，誤りの場合は問題に対応する説明文を表示する．なお，各単元の最初に出題する問題の難易度は，他の単元の成績を参照して設定する．問題に正解した場合は同じ難易度の他の表現方法による出題を試み，全ての表現の問題に正解した時点で一段上の難易度を持つ問題を出題する．不正解の場合は一段下の難易度を持つ問題を出題する．

(3) 他の学習単元への移行或いは学習終了
　最も難易度の高い表現を持つ問題に全て正解した時点でその単元の学習を終了し，他の単元の学習を行うように指示する．全ての単元の学習を終了した時点でシステムを用いた学習が終了する．

3.2 システム構成

図 1 に計算問題演習システムの構成を示す．

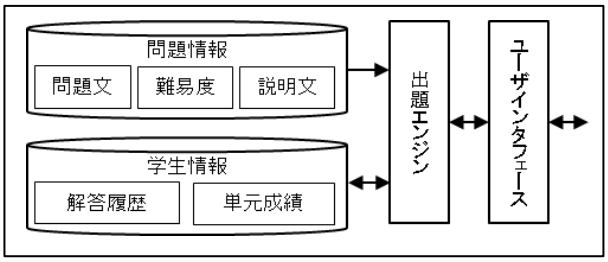


図 1 計算問題演習システムの構成

問題情報データベースに格納される問題文，難易度，説明文は問題ごとに 1 つずつのレコードとなっており，いずれも固定的なデータとして作成する．

学生情報データベースは，単元ごとに学生の問題演習の解答履歴と当該単元の成績を格納する．経験的にある単元に優れる学生は他の単元も優れていることが多いためこの値を利用して未学習の単元を学習する際の難易度の初期値として利用する．

4. おわりに

計算文章題について，問題の表現方法と難易度の関係について報告した．また，難易度に基づいて学力に合った出題を行うための方法と計算問題演習システムの構成について検討した．

今後は，計算問題演習システムのプロトタイプシステムを実装する．また，「速度」単元以外の単元についても表現方法と難易度の関係を考察し，計算文章題を実装して有効性検証を行う予定である．

謝辞

本研究の実施に当たり，テストの解答にご協力頂いた学生諸氏に深謝する．また本研究は，科学研究費補助金基盤研究(C) (課題番号 : 15K01107)の支援を受けて実施した．

参考文献・URL

(1) SPI 3 リクルートの適性検査, http://www.spi.recruit.co.jp/ (2016 年 6 月 2 日確認)
(2) 津森伸一，山住富也，坂元奎介，西野和典: “問題表現の違いによる難易度を考慮した問題演習システムに関する検討”，情報コミュニケーション学会研究報告, Vol.12, No.2, pp.15-18 (2015)
(3) 津森伸一，山住富也，西野和典: “計算文章題の問題表現による難易度の違いに関する検討”，教育システム情報学会研究報告, Vol. 30, No. 6, pp.103-108 (2016)

遠隔教育のためのプログラミング言語教育環境の構築

Development of programming language educational environment for distance education

那須 靖弘
Yasuhiro NASU
大阪滋慶学園
Osaka Jikei College
Email: y-nasu@wojc.jikei.com

あらまし：近年，MOOCs などインターネットを利用した遠隔教育が注目されている．遠隔教育では，学習者が使用するコンピュータ環境はさまざまであり，プログラミング教育のための，開発環境をどのように準備させるのかが問題となる．
そこで，Web ブラウザ上で実行できるプログラミング開発環境を構築し，それを用いたプログラミング学習教材を開発した．本教材は，SCORM に準拠しており，プログラムの入力から実行までをブラウザ上で行うことができ，キー入力や画面表示を行う対話型プログラムの実行が可能となっている．
キーワード：プログラミング教育，C 言語，遠隔教育，SCORM

1. はじめに

近年，MOOCs 等のインターネットを利用したオンデマンド型の遠隔教育が注目されている．これらの講義動画の配信による授業は，いわゆる講義科目に適した方式であり，学生がさまざまな作業を行いながら理解を深める授業では，それぞれの授業科目の特性に応じて，教員が遠隔教育に適した教材の開発を行う必要がある．

プログラミング教育は，学習者が実際にプログラムを触ることによって学習意欲を高めることができるだけでなく，試行錯誤しながら，さまざまなエラーを修正しプログラムを動作させるという作業を通して理解を深めることができるものであり，学習者自身がプログラムを記述し，そのプログラムを動作させてみることが重要である．しかし，遠隔教育においては，学習者の利用するコンピュータ環境はさまざまであり，インターネットカフェ等における学習など，開発環境の導入が難しいケースも想定される．このため，Web ブラウザ上で動作するプログラム開発環境があれば大変都合がよい．

現在，Web 上で各種のプログラミング言語を簡単に実行できるサイトは多数存在する[(1)]．また，高等教育用にも同様の機能を持った学習システムが開発されている．これらのサイトは、サーバ側でプログラムを実行して結果を表示するもの[(2)]と，クライアント側でプログラムを実行している[(3)]もの，それらのハイブリッド[(4)]に分類できる．特定の言語のサポートだけを行うのであれば，クライアント側でプログラムを実行させる方式は，サーバを準備する必要が無く，悪意のあるプログラムの実行等によってシステム障害を引き起こす可能性がないなど，運営側から見てメリットが大きい．

そこで，クライアント側でプログラムを翻訳・実行する方式によるプログラミング教育システムを構築した．本稿は，開発した遠隔教育用プログラム開発環境について述べるものである．

2. システムの概要

本システムが想定している対象学生はプログラミングの初学者であり，プログラミングを通してコンピュータの仕組みやアルゴリズムに関する理解を深めることを目的とする科目での利用を想定している．また，本システムは SCORM に準拠しており，moodle などの学習管理システム上に登録して利用するものである．教材は複数ページで構成され，課題の解説ページと実行環境を含むページが配置され，学習者はページをめくりながら学習を進める形態となっている．



図 1　演習画面

3. 演習実行環境

クライアント側で，学習者が作成したプログラムを実行するためには，Javascript 上で動作するプログラム実行環境が必要となる．そこで，Javascript 上で動作するプログラミング言語として，C 言語のサブ

セットとなるプログラミング言語（以下，TinyC と呼ぶ）を作成した．

TinyC とは C 言語の仕様から授業で扱うものだけを実装したもので，具体的には，goto 文，ポインタ，共用体，typedef 等は除外している．一方，string 型，ラベル付き break，デフォルト引数などの本来の C 言語にはない機能を一部追加した独自仕様となっている．

また，TinyC はバイトコードまでコンパイルし、バイトコードをインタープリタで実行する方式となっている．このバイトコードインタープリタは，実行速度を優先させ， Javascript の演算機能をそのまま利用している．Javascript では数値型はすべて実数型（IEEE 754 形式）であるため，TinyC では int 型の演算も内部的には実数型で行っている．

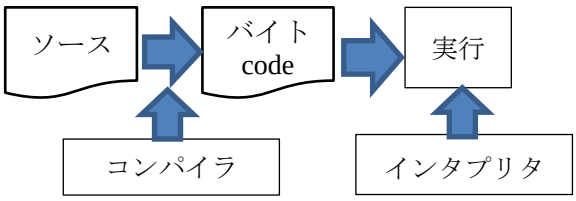


図２　プログラム実行の流れ

ブラウザ上で動作する Javascript はシングルスレッド動作が基本であり、Javascript 実行中は Web ブラウザの画面更新が行われない．このため，大きな数の素数判定を行うプログラムなど，実行に時間を要するプログラムを動かすと，ブラウザがフリーズしたような状態になる．一方， HTML5 から導入された Web worker を用いると，ブラウザの画面はプログラム実行時にも更新されるが，プログラム実行中にキー入力を受け付けることができない．画面表示やキーボードからの入力などのインタラクティブな機能は学習者がプログラムの動作を簡単に確認する手段であり，教育用のプログラム実行環境として必要な機能である．

本システムはプログラムをバイトコードに変換した後に，バイトコードインタープリタによってプログラムを実行しているが，バイトコードインタープリタは，任意の時点で実行中断ならびに再開が可能である．そこで，本システムでは，一定の間隔で実行を停止して、ブラウザが画面更新を行うことができるようにしており，対話型プログラムによる演習が可能となっている．

4.　プログラムの保存

本システムではプログラム入力のためのエディタとして，Web ブラウザ上で動作するオープンソースのエディタである，CodeMirror を利用している．このエディタは非常に高機能であり，利用するプログラミング言語の構文あわせたハイライト表示等が可能であり，一般的なエディタと同様の使い方ができる．

通常，Web ブラウザ上で入力した情報はページを移動すると消えてしまう．これは，学習者が入力したプログラムも例外ではないが，本システムでは，エディタに入力されているソースプログラムを，ページを移動するタイミングで学習管理システム上に自動的に保存している．

このため，課題プログラムの作成途中で，以前に学習した内容の確認のためにページを移動することや，作業を中断して別のパソコンで続きの作業を行うことなどが可能となっている．

5.　まとめ

プログラミング教育はプログラミングに関する理解，特定のプログラミング言語に関する学習，コンピュータシステムの理解，情報科学分野への導入などの情報学に関する目的だけでなく，問題解決能力の養成，モデル化や抽象化能力の獲得など幅広い目的での実施が可能であり，大学においても幅広い専門の学生が学ぶべき内容である．

情報を専門としない学生，あるいは初学者が学ぶことを考えた場合，コンピュータがより多くの手助けをする方が望ましい．その点，C 言語等の静的型付き言語は，人間に代わってコンパイラがプログラムのミスを検査する機能を有するため，プログラミングの学習に本質的には適している．

ただし，業務用のコンパイラは，プログラミングに習熟した者が使用するものであり，エラーメッセージも初学者にとってわかりやすいものではない．一方，独自コンパイラでは，エラーメッセージのカスタマイズや，エラーに対応する教材の該当ページへのリンクを張るということも可能である．

また，ブラウザ側でプログラムを実行する方式は，ブラウザと連携することが容易であり，学習者が興味を持つグラフィック等の機能が簡単に実現できる．

ところで，TinyC は実装されていない機能も少なくない．C 言語自体の学習が授業目的であるならば，さらに多くの機能を実装していくことが必要となるが，ある程度まで学習が進んだ時点で，サーバ側でプログラムを実行させる方式を併用するといったことも検討すべきであろう．

参考文献

(1) アサインナビ: “ブラウザ上で簡単にプログラミングができる”, http://room.assign-navi.jp/column/1519/, （参照 2016.5.30）
(2) 平田克己，AhmadZulkamal: “Web ブラウザ上で動作する C プログラミングシステムの開発”，小山工業高等専門学校研究紀要, No.42, pp.123-128 （2010）
(3) 那須野薫，上野山勝也，松尾豊: “次世代プログラミング学習サイト構築の試み”, 2013 年度人工知能学会全国大会（第 27 回）富山 （2013）
(4) 宇野　健，畝傍みなみ:“C 言語学習支援のための Web 上でのプログラミング環境の開発(2)”，県立広島大学経営情報学部論集，第 6 号, pp.35-41 （2014）

授業用プログラミング環境の開発

Development of the Programming Environment for Lessons

坂田 圭司[*1]
Keiji SAKATA[*1]
[*1] 東海大学情報教育センター
[*1]ICT Education Center, Tokai University
Email: kgsakata@tsc.u-tokai.ac.jp

あらまし：プログラミング学習の基礎段階においては経験値を高めるために，プログラミング言語の記述に注力して，なるべく多くのソースコードを記述することが求められる．既存の統合開発環境は操作が煩雑で習熟まで時間がかかりやすい．本研究では，上記の問題を解決し，授業に適したプログラミング環境を構築することを目的として，Markdown による文書記述機能を備えた Web 上のプログラミング環境を開発したので，その内容と学習効果について発表する．
キーワード：プログラミング学習，開発環境，授業支援システム，電子テキスト，Markdown

1. はじめに

プログラミング学習における重要な目標の一つは，処理の流れを言語で記述して，試行錯誤しながら動作するように作り上げることにある．

一般的なプログラミングの初学者にとって，プログラミング言語の修得と，複雑なソフトウェア開発環境の操作を習熟することを両立しなければならない状況は，学習意欲を低下させる原因の一つとなっている．

本研究では，上記の問題を解決し，授業での活用に適したプログラミング環境を構築することを第一の目標とした．

第二の目標として，電子テキストとプログラミング環境の融合を目指した．オンライン文書中にソースコード編集および実行環境を埋め込み，この文書記述に Markdown [(1)] を採用することで，授業中におけるライブコーディングに対応できるようにした．

2. プログラミング環境の検討

大学のプログラミング授業での開発環境では，Microsoft Visual Studio や Eclipse などの統合開発環境（IDE），またはテキストエディタとコマンドライン環境（CLI）が多く利用されている．これらの環境は，プログラミング初学者にとって，次の問題点を生じやすい．

・プロジェクト作成・管理
　：記述するまでの煩雑な作業
・編集，ビルド，実行手順
　：過剰な入力サポート，手順ミス
・ファイル管理
　：保存し忘れ，保存場所の指定ミス

これらの操作を習熟することは，研究や業務においては必須であるが，基礎レベルの学習では，アルゴリズムの理解や言語記述へ注力したい場合に，阻害要因となりうる．

本研究では，上記の問題点を解決して，授業利用に適したプログラミング環境を構築するために，次の機能を持たせることにした．

(1) Web サーバでのシステム運用
　・Git を用いて，マルチユーザ，ソースコード保管・履歴管理を可能
　・Atom エディタを元にした編集しやすい環境
(2) Web ベースのクライアント環境
　・インストール作業できない環境で利用可能
　・学習者がどこからでも利用可能

これらの機能によって授業担当者は，Web サーバ上にシステムを設置して，学習者に対して URL を伝えてユーザー登録させるだけで利用できるようになる．本プログラミング環境と，既存の IDE，CLI との機能比較を表 1 に示す．

表 1 プログラミング環境の比較

	IDE	CLI	本環境
プロジェクト管理	複雑	無し	簡単
コード編集	機能過剰	別途	あり
ビルド・実行環境	複雑	要入力	簡単
ファイル管理	手動	手動	自動
マルチユーザー	未対応	未対応	対応

3. 電子テキストの記述とソースコード提示

プログラミング授業において，従来はテキストを紙または電子的に提供して，それを見ながら解説を聞いてノートを取り，開発環境で実習を進めるスタイルがとられてきた（図 1）．

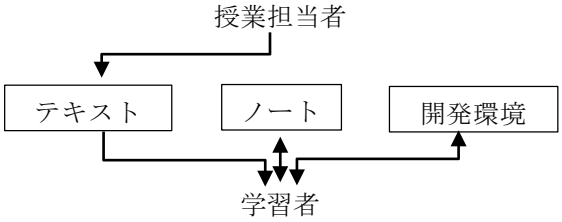


図 1　既存の授業形態

このスタイルでは,実際に作成したプログラムと,テキストおよびノートの内容は離れて存在しており,学習者と授業担当者のやりとりは,LMS など別の手段を必要とする.

本システムでは，電子テキストの記述に，軽量マークアップ言語 Markdown を用いることで，HTML よりも簡単な文法で書け，準リアルタイムでレンダリングした文書を表示可能になる.

```
# 最初の一歩
まず，c++言語で「Hello!」と画面表示するプログラムを作ってみましょう.
- 文字は，英数字モードで入力して下さい.
- 入力完了したら，*保存*，*コンパイル*，*実行*の順番で作業を進めましょう.

```cpp
#include <iostream>
using namespace std;

int main()
{
  cout << "Hello!" << endl;

  return 0;
}
```
input	output	io
入力	出力	入出力

```

⇩ レンダリング

最初の一歩

まず，c++言語で「Hello!」と画面表示するプログラムを作ってみましょう.

- 文字は，英数字モードで入力して下さい.
- 入力完了したら，*保存*, *コンパイル*, *実行*の順番で作業を進めましょう.

```cpp
#include <iostream>
using namespace std;

int main()
{
  cout << "Hello!" << endl;

  return 0;
}
```

input	output	io
入力	出力	入出力

図 2　Markdown 文書とレンダリング出力

これによって固定した内容に固執せず，動的な解説を授業内で実施できる．さらにコメント機能により，教材単位での教員と学習者の双方向性を持たせている.

また，Markdown コード中に，プログラムのソースコードを埋め込み，ビルドと実行を可能にした.

4.　期待される効果

授業担当者の立場から見ると，Markdown によるシンプルな文書記述を用いることで，教材の共有と変更がしやすくなる．さらに準リアルタイムでのレンダリングが可能なことから，解説しながら説明文やソースコードサンプルの追加を行い，ライブ感のある授業進行ができる.

学習者の立場から見ると，テキストとソースコードが一体化していて，その中でビルドと実行できるので,解説と実践のつながりを実感しやすい.また,Markdown の文法は簡単なので，自ら文書を改編してノートとしての利用も可能である.

両者共通の利点としては,授業毎に Web サイトを用意した場合，ファイル管理が容易で，実習結果やコメントの共有がしやすい点がある.

上記の関係を図 3 に示す.

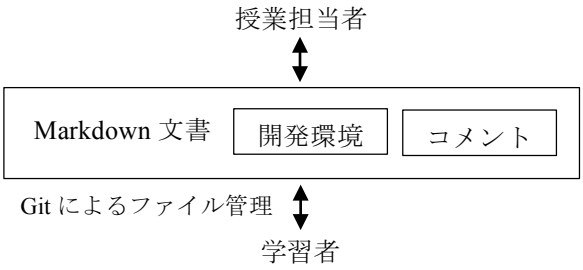


図 3　本システムでの授業形態

これらの特徴から，本システムをプログラミング基礎レベルの授業で利用することで，アルゴリズムやソースコードの理解に注力した学習を期待できると考える.

参考文献

(1)　Official Markdown project at Daring Fireball: http://daringfireball.net/projects/markdown/（2016）

大学のプログラミング教育における反転授業とルーブリックによる自己評価の導入

Introduction of Flipped Classroom and Self-evaluation by Rubrics to a Programming Course in Higher Education

盛　拓生[*1]，渡辺博芳[*1,*2]，水谷晃三[*1]，荒井正之[*1]，佐々木茂[*1]，古川文人[*1,*2]，高井久美子[*1,*2]
Takuo MORI[*1], Hiroyoshi WATANABE[*1,*2], Kozo MIZUTANI[*1], Masayuki ARAI[*1], Sigeru SASAKI[*1]
Fumihito, FURUKAWA[*1,*2], Kumiko TAKAI[*1,*2]
[*1] 帝京大学理工学部
[*1] Faculty of Science and Engineering, Teikyo University
[*2] 帝京大学ラーニングテクノロジー開発室
[*2]Learning Technology Laboratory, Teikyo University
Email: takuo@ics.teikyo-u.ac.jp

あらまし : 大学におけるプログラミング教育の最初の科目において，学生にプログラミングへの興味を持たせ，ゼロからプログラムが書ける力を身につけさせることを目標とする授業設計を行った．目標を達成するために，反転授業，予習・授業・復習ワークシート，上級生による少人数グループ指導，そしてプログラミング学習のためのルーブリックについて導入を検討した．
キーワード : プログラミング教育，反転授業，自己評価，ルーブリック

1. はじめに

本学情報電子工学科(旧ヒューマン情報システム学科)におけるこれまでのプログラミング教育カリキュラムでは，プログラミング科目の課題に対してもコピーアンドペーストによると思われるプログラムを提出する学生も少なくなく，そのため 4 年生の卒研配属の時点でも卒業研究を行うのに十分なプログラミング能力を身につけていない学生もいるような状況であった．

本学科では平成 28 年度入学者に対するカリキュラムの再設計を行ってきた．本学科入学者に対する最初のプログラミング科目であるプログラミング 1 について，ゼロからプログラムが書ける，つまり，与えられた問題に対してプログラムの内容を学生自身の考えとしてまとめてプログラミングできる力を身につけさせることを目標として授業設計を行った．

2. 授業設計

プログラミング 1 に対して，これまでのプログラミング教育の問題点を解決するための授業設計を行った．

2.1 プログラミング言語の選定

本学科ではプログラミング言語として近年は Java 言語を用いたプログラミング教育を行ってきた．しかし，Java 言語を用いてスタンドアロンで動作するプログラムを作成する場合，main メソッド含むクラスを定義しなければプログラムを実行させることができない．このため初学者であっても，クラス，メソッドの概念を十分に学ばないうちに，プログラム中に class, public static void main(String[] args)など理解できていない予約語を記述する必要があり，本質的なプログラミング学習に集中できない場合がある．このような状況を解決するためにいくつかのプログラミング言語について検討した結果，プログラミング 1 では，Processing[(1)]をプログラミング言語として採用することとした．理由は，最小限の記述で実行可能なプログラムが書けること，グラフィックスなどの視覚的要素もプログラミングしやすいこと，Java 言語との親和性が高いこと等による．

次にプログラミング 1 において Processing を教えるにあたって教科書を利用するかどうかについて検討した．現在 Processing に関するテキストはいくつか販売されているが，プログラミングの基礎的な概念を十分に網羅するものは見つからなかった．そのため，Casey Reas, Ben Fry らによるテキスト[(2)]の内容を中心とし，不足する内容は独自に教材を用意することとした．

2.2 反転授業の検討

近年，反転授業が注目されている．本学でもプログラミング教育あるいは情報教育に対する実験的な導入,検討がなされており，その有効性が確認されている[(3),(4)]．プログラミング 1 においても，次の方針のもと反転授業を導入することとした．

- イントロダクション，試験以外の授業は原則的に反転授業とする．
- 反転授業では，講義ビデオによる事前学習を義務付ける．
- 講義ビデオを視聴した後に，学生自身に自身の理解度を把握させるための“事前ワークシート”への記入を義務付ける．
- 授業中に講義は行わず，グループ単位で学習活動を行う．

- グループへの直接的な指導は，2.4 節で述べる上級学部生が行う．

2.3 ワークシートの検討

これまでの本学科におけるプログラミング教育の問題点の 1 つに，課題のコピーアンドペーストがある．電子的にプログラミング課題の提出を行う場合に，コピーアンドペーストしたものを提出していると思われる例が少なくない．

プログラミング 1 では，学生にゼロからプログラムが書ける力を身に着けさせることを目標としている．これは，プログラムの内容を学生自身の考えとしてまとめてその構造を確認した上で，プログラミングすることを意味する．そのために，紙に印刷した課題をワークシートとして配布し，学生に手書きで解答を記入させ，その内容をスタッフが確認し，解答が正しければ計算機上で実行等を行うことを意味する．この場合，教員のみで全ての学生のワークシートをチェックするのは困難であると考え, 2.4 節で述べる学生補助員を導入することとした．

ワークシートについては，各授業に対して反転授業における講義ビデオを授業の前に視聴していることを確認するための“事前課題ワークシート”，実際に授業内で取り組むための“授業内課題ワークシート”，授業で学んだ内容を振り返るための“振返り課題ワークシート”を作成することとした．

ワークシート内の課題は，コーディング，コードリーディング，その他に分類し，それぞれ難易度のレベルを表示し，学生が自身の理解度に応じて課題を選択し，取り組むことができるようにした．

2.4 学生補助員によるグループ指導に関する検討

プログラミング 1 では反転授業の形式をとるため授業中の学生の活動の主な部分はワークシートに基づく課題の作成となる．その際に，学生は個々の課題について，紙で配布されるワークシート上に手書きで解答を作成し，学生補助員に解答をチェックしてもらい，解答が正しければ計算機上で実行等を行うこととなる．従って，実際の指導もワークシートを介して学生補助員が直接行うことが有効であると考えた．

その場合の学生補助員の指導方法，配置等については，森田らが実施している SA と呼ばれる学部学生補助員を利用した授業運営，演習教育の例[5]を参考にすることとした. 以降, 学生補助員を SA(Student Assistant)と呼ぶ．

具体的には，1 回の授業を複数の教員で担当するチームティーチングで行うこととし，各教員は複数の SA からなる SA チームを担当する．SA チームを構成する個々の SA に対して 10 人以下の学生からなるグループを構成し，このグループ単位で学習活動を行うこととした．

2.5 ルーブリックの検討

2.3 節で述べたようにワークシートに取り組む際には，学生が自身の理解度に応じた課題を選択して取り組むことができるようにした．しかしこれが有効に働くためには，学生の理解度，問題の難易度を学生が容易に判定できる仕組みが必要である．その仕組みとして我々はルーブリックを採用することとし，その設計を行った[6]. 紙面の都合上，その設計等の詳細については参考文献[6]を参照していただきたい．

3. これまでの状況と今後の課題

これまで述べてきた授業設計の一部についてその有効性を確認するために，実際の開講前に SA 候補学生を対象とした Processing のプログラミング勉強会を実施した[6]．その結果得られた知見に基づき授業設計を修正し，平成 28 年度 4 月よりプログラミング 1 を開講した. 履修者は留学生等を含めて 60 名程度であり，これを担当する SA は 10 人である．この状況で 8 人程度の学生を 1 人の SA が指導している．事前学習については事前課題ワークシートにより行っている．5 回目までについては，出席者が 55 名前後で, その 9 割程度が事前学習を済ませている．

既知の問題点としては，事前学習をしてこない学生，欠席が多い学生への対応，学生へのルーブリックの理解，記述，利用の周知，SA に対する指導，指示の徹底，振返り課題シートの効率的な配布，回収の手段などが挙げられる．

4. おわりに

本稿では本学科の新入生にとっての最初のプログラミング科目であるプログラミング 1 の授業設計について述べた. 学生にプログラムへの興味を持たせ，プログラムをゼロから書ける力を持たせるために，反転授業，各種ワークシートの導入，SA による少人数グループ学習，学生の自己評価のためのルーブリックの導入について検討した．現在この授業計画に基づき実際に授業を行っている．その結果についてはまた改めて報告したい．

参考文献

(1) Processing ,https://processing.org, (参照 2016.06.06).
(2) Casey Reas, Ben Fry 著，船田　巧訳: “Processing をはじめよう(Make: Projects)”, オライリージャパン(2011)
(3) 水谷晃三, 高井久美子: “プログラミング初学者を対象にした動画教材による反転授業の実践と評価”，情報処理学会研究報 Vol.2015-CLE-17, No. 34, pp. 1-8 (2015)
(4) 渡辺博芳，高井久美子: “「情報基礎」におけるビデオ講義を用いた反転授業の評価”, 情報処理学会論文誌教育とコンピュータ Vol.1，No.4，pp.64-74 (2015)
(5) 森田　彦: “SA を活用した授業運営: プログラミング演習の場合“, 札幌学院大学社会情報第 18 巻 2 号 pp. 117-129 (2009), http://hdl.handle.net/10742/1 (参照 2016. 06.02)
(6) 渡辺博芳, 水谷晃三, 盛　拓生, 荒井正之, 佐々木茂, 古川文人, 高井久美子: “大学のプログラミング教育のためのルーブリックの検討, ”情報処理学会研究報告, Vol.2016-CLE-19, No. 6, pp. 1-9（2016）

ブレンド型による JavaScript プログラミング授業における意識の向上に役立つ活動

Useful Activities for Improving Attitude in JavaScript Programming through Blended Classes

宮地　功[*1]
Isao MIYAJI[*1]
[*1]富山高等専門学校
[*1]National Institute of Technology, Toyama College
Email: s8u3m3i2re@hotmail.co.jp

あらまし：JavaScript のプログラミングの授業において，講義内容のスライドをスクリーンに投映して講義をし，教科書の文法とプログラム例を説明した．その後，文法事項を練習するプログラム例と演習問題を記載した資料を配付して，説明した．プログラム例を参考にして，演習問題のプログラムを作成する演習をした．できるだけ授業中にプログラムを完成するように指導し，そのプログラムと報告書のファイルを e ラーニングの機能で提出させた．最後の 14 週に，学生自身が考えた自主課題のプログラムを作成させて，それを実行させて，相互評価させた．その結果を参考にして，15 週までに修正させて，再度相互評価させた．事前と事後に用語認知度調査と意識調査をした．意識を向上させるために役に立つ活動の数について意識と活動のクロス集計表を用いて，クラスター分析と χ^2 検定の結果から，意識を向上させるために役に立つ活動を知る．

キーワード：JavaScript，ブレンディッドラーニング，演習，意識，クラスター分析，χ^2 検定

1. はじめに

現在，高等教育機関を中心にして，効果的で，効率のよい，魅力的な授業にするために，ブレンディッドラーニングが実施されている[5]．著者はもの作りと評価活動を取り入れた問題解決力を育てる大学教育を進めている[3]．講義の支援として，多様な学生に学習する機会を増やし，個人に対応して予習や復習が「いつでもどこでも」できるように支援することが提言されている[2]．

その一環として，著者は講義整理ノート，e ラーニング（講義スライドによる学習，演習問題による学習，学生作成教材の相互学習と評価），小テストなどを組み合わせたブレンド型授業を実践して効果があったことを報告した[3]．また，理解度アンケート調査を取り入れて，教員との相互作用を増やすことによって，更に効果を高めることができることも報告した[4]．

PHP プログラミングの授業において，理解を深めるための方法が提案されている．その中で，ブレンド型授業は効果があると報告されている[7]．作品について協調学習して，その評価したことが報告されている．意識の向上に役に立つ活動も報告されている[8]．プログラミング力に関する意識によってクラスター分析をして，意識と学生を分類して，各学生グループの特徴が報告されている[7]．力に関係した意識が全体として事後に向上したことがわかった．その中でも，一般的な力に関係した意識よりも，プログラミングに関する意識が向上したことがわかった[7]．課題が難しいために一般的な力に関係した意識があまり向上しなかったのか，プログラミングでは一般的な力に関係した意識はあまり向上しないのかを知る必要がある．

JavaScript プログラミングにおいて，用語認知度調査と意識調査して，それらの向上の程度を知る．更に，課題をやさしくすると，先行研究より一般的な力に関係した意識が向上するかどうかを意識について分析した[9]．ここでは，意識を向上させるために役に立つ活動の数について意識と活動のクロス集計表を用いて，クラスター分析と χ^2 検定をして，その結果から，意識を向上させるために役に立つ活動について，報告する．

2. 授業設計と授業内容

A大学情報系学科では，1 年次にC言語を習い，2 年次に PHP を習っている．そのため，3 年次では，プログラミングの言語として，Perl，Java，JavaScript の中から選択させている．ここでは，JavaScript を選択した受講生 21 人を対象にする．この授業をブレンド型授業で，1 回 90 分で，15 回行った．動機付けるためと理解度を確認するために，15 回の授業後に定期試験をした．

今日のインターネットで Web サービスを行うには Web サーバ側で動的に CGI などのプログラムを動かして Web ページを変更している．本講義では，CGI としてよく利用されている JavaScript 言語を学習し，基本的なプログラムの動かし方に加えて，動的なホームページの作成ができることを目的とする．

達成目標は次の通りである．(1)サーバとクライアントの関係を理解する．(2)Web サービスについて理解する．(3) JavaScript の使い方を修得する．(4)CGI の作成法を修得する．また，調べる，考える，作る，評価する，修正する活動を授業の中に取り入れて，社会において必要となる問題解決力を高める．

授業の展開として，まず，その日の教科書[1]の文法や処理内容に基づいて，スライドを用いて講義を約35分した．次に，その日の内容を含んだ例題プログラムと演習問題を記述した資料を配布した．この資料に基づいて，スライドを使ってプログラムについて約10分説明した．その後，

文法，例題のプログラム例，実行例を参考にして，プログラムを作成する演習問題を提示して演習をさせた(約 45 分)．プログラム例を参考にして，実行して処理の流れや実行結果を確認できるようにした．演習課題のプログラムができた者には，そのプログラムと報告書のファイルを LMS に提出させた．

演習として，講義内容に示した章に関係した JavaScript のプログラムを作成する演習問題を 2 題提示した．1 題は，プログラム例に似た問題で，それを少し変更すればプログラムが作成できるような問題である．もう 1 題は，それを発展させた問題である．

1 回の授業に 1 個のプログラムは作成して提出するように指導した．時間がある者には，2 題とも作成するように指導した．プログラムが作成できたならば，そのファイルと A4 用紙の報告書の枠組みに記入したファイルを提出させた．報告書に記載する内容は，プログラムリスト，実行結果，考察である．成績は演習問題，課題などの提出物と定期試験で総合的に評価した．

13 回に，自主課題として，制御文，配列，などを使って，他の人に使ってもらえる，トランプゲーム，星占い，算数の学習などのプログラムを設計し，プログラムを作成する演習をした．その実施する流れは，次の通りである．12 回に自主課題の内容について説明し，次回までに作成するプログラムを考えて設計し，作れるように準備してくるように伝える．13 回に，(1)プログラムを作成する．14 回に他者評価用紙を配布した後に，(2)作成したプログラムを実行する，(3)相互評価をする，(4)それを参考にプログラムを修正する．次の週の 15 回に，(5)修正したプログラムを再度実行する，(6)再度相互評価をし合う，(7)適切に修正できているかどうかを確認する，(8)報告書を書いて，提出する．

3．分析結果

JavaScript プログラミングの授業を実践して，意識の変容を知るために力に関する意識調査を実施した．その事後調査において，各意識の向上に役立つ活動を尋ねて，その回答に基づいて意識と活動についてクロス集計した．そのクロス集計表を用いて，意識と活動をクラスター分析して，その結果から，意識クラスターの向上に役立つ活動クラスターが得られたことについて説明する．

意識と活動についてのクロス集計表は 55 行×33 列である．それを前節で得られたクラスターごとにセルの度数を集計した．この表を 4×3 の分割表として，χ^2検定をした．その結果，度数の偏りは有意であった($\chi^2(6)=97.6$, $p<.001$)．そこで，残差分析を行った．有意性が認められたセルの中で正の残差であるセルに着目する．

この結果から，「1．質問し修正し評価することに関する活動」は，「Ⅱ．課題に取り組み修正し遂行する力や表現に関する意識」と「Ⅲ．プログラムや報告書を読んで理解する力に関する意識」を高めるのに役立つことがわかった．

「2．教科書や演習で学習しプログラムの作成に関する活動」は，「Ⅰ．情報収集し課題設定し計画的な学習に関する意識」を高めるのに役立つことがわかった．

「3．講義を聞くことに関する活動」は，「Ⅳ．プログラミングへの興味や知識・理解する力に関する意識」を高めるのに役立つことがわかった．

表 1　意識と活動のクラスターによるクロス集計についてのχ^2検定の結果

意識クラスター／活動クラスター	実度数				期待度数		
	1質問し修正し評価する活動	2教科書や演習で学習しプログラムを作成する活動	3講義を聞く活動	合計	1質問し修正し評価する活動	2教科書や演習で学習しプログラムを作成する活動	3講義を聞く活動
Ⅰ情報収集し課題設定し計画的に学習する力	166	387	186	739	180.2	362.4	196.4
Ⅱ課題に取り組み修正し遂行して表現する力	124	173	74	371	90.5	181.9	98.6
Ⅲプログラムや報告書を読んで理解する力	54	29	20	103	25.1	50.5	27.4
Ⅳプログラミングに興味や知識を持ちコンピュータを理解する力	24	151	121	296	72.2	145.2	78.7
合計	368	740	401	1509	368.0	740.0	401.0

	調整化残差			有意性検定結果		
Ⅰ情報収集し課題設定し計画的に学習する力	−1.4	2.0	−1.0		*	
Ⅱ課題に取り組み修正し遂行して表現する力	4.2	−1.0	−3.1	***		
Ⅲプログラムや報告書を読んで理解する力	6.7	−4.2	−1.7	***		
Ⅳプログラミングに興味や知識を持ちコンピュータを理解する力	−6.8	0.7	5.9			***

*** $p<.001$, * $p<.05$

謝辞：本研究の一部は科学研究費補助金基盤研究(C)「KAKENHI Grant Number 25350364」の補助を受けて行なわれた．アンケート調査に協力していただいた受講生に感謝いたします．

参　考　文　献

(1) (株)アンク：”JavaScript の絵本”，翔泳社，東京 (2011).
(2) Central Council for Education or Construction of College Program Education (Report), http://www.meti.go.jp/press/20080627007/20080627007-3.pdf (2008).
(3) 宮地功，吉田幸二：”講義と e ラーニングのブレンディングによる授業実践と効果”，教育システム情報学会誌, Vol.22, No.4, pp.230-239 (2005).
(4) 宮地功，吉田幸二，成瀬喜則：”講義整理ノートを活用した講義と e ラーニングのブレンディッド授業の効果”，教育システム情報学会誌，Vol.24, No.2, pp.208-215 (2007).
(5) 宮地功編著：”e ラーニングからブレンディッドラーニングへ” (2009) 共立出版.
(6) Miyaji, I.：”Comparison between Effects in Two Blended Classes Which E-learning is used inside and outside Classroom”，US-China Education Review, USA, Vol.8, No.4, pp.468-481 (2011).
(7) Miyaji, I., Yoshida, K.：”Categories of Attitude and Student Determined by Cluster Analysis of the Attitudes toward Programming Abilities in a Blended Class”，International Journal Cross-Disciplinary Subjects in Education (IJCDSE), Vol.5, Issue 4, pp.1845-1853 (Dec, 2014).
(8) Miyaji, I.: “Useful Activities for Improving the Attitudes and Characteristic of Student Groups in Programming Course”，GSTF Journal on Education, Vol.3, No.1, pp.29-38 (Sept., 2015)
(9) Miyaji, I.：”Change of Term Recognition and Awareness in Blended Class of JavaScript Programming”，Proceeding of SITE 2016, Society for Information Technology & Teacher Education International Conference 2016, pp.664-669, Savannah, GA, USA (2016, Mar.)

看護師特定行為研修のための ICT システムデザイン

An ICT environment design for Nurse designated procedures

讃岐 勝[*1,*2], 福田 大祐[*3], 石塚 孝子[*3, *2]
Masaru Sanuki [*1, *2], Daisuke Fukuda[*3], Takako Ishitsuka[*3, *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
[*3] 筑波大学附属病院看護部
[*3] Nursing Department, University of Tsukuba Hospital
Email: sanuki@md.tsukuba.ac.jp

あらまし: 筑波大学附属病院では 2016 年 10 月より看護師特定行為研修事業を開始予定である．講義のほとんどを e-learning により実施する計画があり，そのような ICT 環境をデザインのうえ整備する必要があり現在構築中である．病院・大学病院の看護部という LMS 運用にあまりノウハウのない施設において，e-learning 環境を整備することは容易ではないため，大きなカスタマイズをすることなく構築できることが必要となる. 本稿では, 基本的なデザインについて考え, 筑波大学附属病院の事例について紹介をする.
キーワード：看護師特定行為研修，ICT 環境整備，e-learning

1. はじめに

2014 年 6 月より看護師特定行為研修制度が厚生労働省より創設され，2016 年 2 月現在で 21 の病院が研修指定病院であり，2016 年度中も複数の病院が申請および研修事業を開始予定である(1)．本事業では一般住民の高齢化に伴い、急性期～在宅医療等において、医療現場を支える特定行為を安全に実施出来る看護師の育成が求められている．本研修の大きな特徴として，教育方法として講義の多くを e-learning を用いることも可能であるが，自身の病院で運用が難しい場合もある．このような場合，いくつかのコンテンツ・LMS が有償で提供されておりものもあるがすべて実施可能ではない．研修生は職を持つ看護師のため，自施設で LMS を運用してほとんどの講義を e-learning で実施できることを特徴としている施設もある（自治医科大学(2)）.

筑波大学附属病院は 2016 年 10 月より看護師特定行為研修指定病院となるべく，現在準備を進めている(3)．この中で ICT 環境のデザインおよび構築は非常に重要で, 研修をどのように実施するのか, ICT 担当者がいるのか，などで実施する講義スタイルに影響を与える．厚生労働省のサイトでは LMS の 1 つである Moodle に関する説明があるが実際の運用はそれほど簡単ではない．しかしながら，上より詳細な情報はそれほどなく，何をどこまで整備すればよいのか情報は皆無である．十分な設備を準備しようとすると，大学 1 学部程度の ICT 環境になってしまう恐れもある.

本稿では，看護師特定行為研修を実施するにあたり必要なシステム要件について考え，筑波大学附属病院の事例を紹介する.

2. 筑波大学附属病院における特定行為研修

看護師特定行為研修では共通科目と区分別科目があり，各科目について指定されたカリキュラムを受講できればコンテンツに関する制約はない．筑波大学附属病院では共通科目はヴィクソンインターナショナル社の S-QUE という e-learning 教材を利用して全国共通のコンテンツを用いて学習を実施する．区分別科目は筑波大学附属病院で作成を行う必要があるが，動画コンテンツの作成に関しては，2015 年度より院内研修のほとんどを e-learnimg 化した経験があり，ノウハウ自身は持っている(4).

3. ICT 環境の整備

研修の多くはインターネット環境を利用した e-learning 研修である。そのため，研修生が受講をしているのかなどの確認および受講を促すことが重要になる. 受講状況を把握できるシステムが必要であり，また研修生と常にコミュニケーションをとれる仕組みを構築することが重要となる.

筑波大学附属病院では次のシステムを導入する.

- LMS+e-ポートフォリオ
- Wifi 環境の整備
- メール環境

これらを実現するための最小システムについて以下で述べ，合わせたネットワーク構成についても述べる.

3.1 認証サービスの統合

サービスによってユーザ名・パスワードが異なることは好ましくない. また，OS のアップデートなどで仕様が大きく変更するようなシステム・アプリケ

ーションも好ましくない．この要件を満たすサービスはアプライアンスを除くと Windows Server で利用可能な Active Directory（以下，AD）以外にない．そのため，認証の第 1 選択は AD とした．そのほか，Windows Server は wifi 環境の整備（3.4 を参照）必要な Radius 認証もサポート可能である．

3.2 学習管理システム：moodle + mahara

学習管理システムについて、e-ポートフォリオまで簡易に構築できるシステムとして moodle+mahara のオープンソースを検討した．Moodle の運用に関する情報が非常に多く複数年運用するうえでトラブルが少ないと考えた．また，看護師特定行為研修においてポートフォリオを実施することは義務ではないが，レポート提出が多いこと，学習状況の視覚化含めて mahara を導入する．Mahara は Moodle との相性が良くインストールおよび設定はすぐに完了する．

3.3 メールサービス

授業に関する連絡手段および実際に連絡を見たのか確認するにはメールサーバを建ててログなどから確認するのが安直で簡単である．また，筑波大学附属病院の看護師を例にとるとメールアドレスを取得していない者を多い．Umin などのサービスを利用する手段も検討したが，申請から取得までの手続きが煩雑であること，メールは連絡手段として重要な役割を果たすので，トラブル回避のため研修用にメールサーバを構築することとした．

3.4 Wifi 環境の整備

本研修では自宅での e-learning 学習を想定しているが，それ以外に研修会場で学習・質問などできる ICT 環境の整備も必要である．Radius 認証可能な無線 LAN 機器を選択し，新たなパスワードを配布しない工夫を検討した．多くの機器は Radius 認証に対応する．

3.5 ネットワークの設計

インターネット側で利用できる筑波大学で所有する IP アドレスの個数が制限されているため，ルータを用いて特定行為研修というネットワークを構築し，イントラネットはサービスごとに VLAN を用いてセグメントを分割した．

持ち込み PC がコンピュータウィルスに感染していると大学内に拡散させてしまう恐れがあるため，FW 代わりのルータに加えて，UTM も導入した．VLAN をサポートする機器を選定することで、WAN 側・LAN 側のいずれにもネットワーク全体の構成を

3.6 システムの構成

3.1～3.5 まで述べたシステムを構築するため次の機器を導入した．

表 1 機器の一覧

品目	品名	備考
サーバ 1: Windows Server	DELL PowerEdge	AD
サーバ 2: Windows Server	DELL PowerEdge	メール LMS e-ポートフォリオ ログサーバ
ルータ	Yamaha RTX1210	VLAN 対応
UTM	FortiGate D60	VLAN 対応
無線 LAN	Yamaha WLX302	1 台 100 端末接続可能

また，ネットワークは次のようにサービスで分割を検討している．

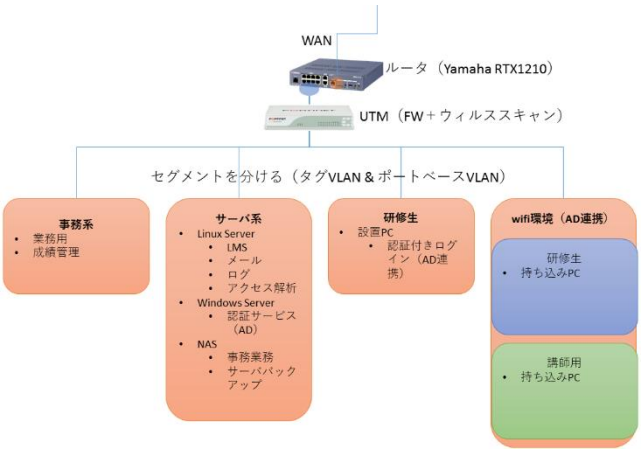


図 1　ネットワーク構成

4.　まとめ

最小の構成で特定行為研修の ICT 環境をデザイン・構築を行った．ただし，運用開始とともにシステムの構築および利用方法は変化する．

実際に構築したシステムについては，第 41 回教育システム情報学会全国大会で報告を行う．

参考文献

(1) 厚生労働省：特定行為に係る看護師の研修制度，http://www.mhlw.go.jp/stf/seisakunitsuite/bunya/0000077077.html　（2016 年 6 月 1 日アクセス）
(2) 自治医科大学　看護師特定行為研修センター：http://wma4.jichi.ac.jp/moodle/（2016 年 6 月 1 日アクセス）
(3) 筑波大学附属看護師特定行為研修：http://www.hosp.tsukuba.ac.jp/kango_tokutei/（2016 年 6 月 1 日アクセス）
(4) 讃岐勝ほか，既存の環境で e-learning はどこまで構築できるのか?、教育システム情報学会研究報告，30(7)，97-104，2016

初期臨床研修医のための ICT を活用した救急医療研修プログラム

The training program for junior residents to learn emergency practice and care introducing Information and Communication Technology

杉木大輔[*1*2], 松島久雄[*1], 鈴木克明[*2]
Daisuke Sugiki [*1*2], Hisao Matsushima[*1], Katsuaki Suzuki [*2]
[*1] 獨協医科大学越谷病院救急医療科
[*1] Dokkyo Medical University Koshigaya Hospital , Shock Trauma Center
[*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] Kumamoto University Graduate School of Instructional Systems
Email: dsugiki@st.gsis.kumamoto-u.ac.jp

あらまし：当科では３ヶ月間の初期臨床研修医向け救急医療研修プログラムの開発に取り組み、毎年インストラクショナルデザインの視点で改善を重ねてきた。その中で予算をあまりかけずに研修を効果的、効率的にするため ICT を積極的に取り入れてきた。本プログラムでは無料のグループウェアを用いてジョブエイドとなる当科独自の診療ガイドと連絡事項などを共有している。また e ラーニングによる研修での学びの支援も行っており、これらについて報告する。

キーワード：e ラーニング、グループウェア、研修医教育、救急医療

1. はじめに

獨協医大越谷病院救命救急センター（以下当センターと略す）の診療体制は、救急専従医（当センターに専属の医師で、救急専門医と将来的に救急専門医取得を目指している者が含まれる)、各科からの出向医（各科から期間限定で当センターへ出向し、診療にあたる医師を指す)、初期臨床研修医（以下研修医と略す）が 1 つの診療チームを形成し、毎日交代で救急患者の診療および病棟管理に従事する形としている。チーム制のメンバーである研修医は毎年 16 から 24 名程度採用される。救急研修は 3 ヶ月間で必修のため、1 グループ 2 名から 4 名の 6 グループに分けた後、グループ毎順番に研修を受けている。特色として前後のグループが 1 ヶ月重なる形で研修する仕組みとなっており、ひと月の研修医が多い時は 5 名から 8 名、少ない時は 2 名から 3 名となる。屋根瓦のように一時期研修医の研修が重なることで、基本的な業務や救急での考え方を研修医同士で教え合うことが可能となり、学習効果と指導医の負担減を狙っている。それでも初期治療、集中治療、一般病棟管理、手術と業務が多岐に渡り、患者数増加も加わり、勤務時間が長くなる傾向にあった。その中での研修医教育は時間やタイミングが難しく、効率的、効果的な指導や研修が以前から求められていた。そこでインストラクショナルデザインの視点から研修医に対する救急医療研修プログラムを設計し、毎年改善を重ねてきた[(1)]。近年では、グループウェアによる情報とナレッジの共有や e ラーニングによるレディネス形成に取り組んでいる。こうした取り組みの現状について報告する。

2. 救急医療研修プログラム

当院の初期臨床研修目標である患者の初期診療ができる、医療チームのリーダーができる、医療全体のプランニングができる、を達成できるように救急医療研修プログラムをデザインした。そしてチーム制という診療体制の中で、研修医がチームメンバーとして働きながら学べる環境とするため毎年更新してきた。現在のプログラムについて述べる。

まずプログラムの入口として臨床研修センターと合同で入職時研修期間に救急医療に関するトレーニング（二次救命処置、トリアージ、内科救急アプローチ、外傷救急アプローチ）を数多く取り入れている。こうした救急医療分野に力を入れた入職時研修は研修医の満足度が高く、好評である。そして救急研修開始前には e ラーニングに取り組み、チームメンバーとしてのレディネス形成を促している。

研修中は初期診療や ICU・病棟管理における当センターの診療プロトコルを研修医のジョブエイドとして活用してもらっている。また研修医との情報共有や資料・ジョブエイドの共有のため積極的にグループウェアを活用している。救急医療で学ぶべきテクニカルスキルの手順も標準化し、研修医が事前に確認でき、指導医も評価できるようにした。重要なタスク、特に初期診療については、シナリオシミュレーションでジョブリハーサルを実施し、現場でリーダーとして行動できる機会を設けた。そのパフォーマンスはビデオを用いて振り返りを実施した。こうした職場での学習環境の整備を行うことで、研修医が働きながら学べる環境を提供している。

2.1 救急医療研修用 e ラーニング

場所や時間を問わず学習者のペースで学習できる e ラーニングを取り入れる教育機関が増えてきており、医療機関でもその報告が増えてきている[(2)]。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。また入職時研修の知的スキルの再トレーニングの場としても e ラーニングが活用可能と考えた。当院臨床研修センターと協働で、救急医療研修のレディネス形成と入職時研修で得た知識とスキルの保持と転移を促すことを目標とした e ラーニング教材の企画・製作を開始した（図１）。2015 年 5 月から当センターでの試験運用を開始している。学習目標として１）実際の現場で問題解決する場合に利用できる言語情報を獲得する、２）学んだ言語情報を現場の問題解決に応用する方法について説明できる、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実力テストという 2 項目の受講を必修とした。実力テストは入職時トレーニングで獲得した知的スキルと救急医療研修で必要な言語情報を確認する記述式の課題とした。提出後は指導医による添削とコメントを返した。その他に８つのテーマ（救急初期診療アプローチ、外傷初期診療、救急外来や ICU カルテの書き方、気道管理、鎮痛鎮静、栄養療法と血糖管理、抜管基準、心肺蘇生と心拍再開後ケア）とまとめのコンテンツを設置し、救急医療研修中に自主的に学習できる位置づけとした。それぞれの冒頭には臨床で遭遇するシナリオを示し、その問題解決に役立つような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（PDF やビデオ画像）、２年目研修医や当科スタッフの体験談、関連リンク集などを設置した。また知識の確認のための選択式問題を平均５題程度設置した。解説を含め、即時にフィードバックする形とし、何度でもトライできる形とした。現在研修中に使えるコンテンツはシミュレーションやセミナー前の事前学習として活用している。

2.2 グループウェアと診療プロトコル

チーム制で診療には指導医の中で暗黙知となっているナレッジを形式知化し、表出化することで診療の標準化を推進する仕組みを構築し、診療ガイドとなる診療プロトコルを策定する必要があった。こうした診療プロトコルについて議論できる場としていつでもどこでもアクセスできるグループウェア上で行うことが効率的だと考えた。導入が容易で、プロトコルのバージョン管理ができ、修正や改訂の実施も用意で、掲示板機能も持つ無料のグループウェア（サイボウズ Live）を利用することとした。救急初期治療室、病棟、医局は Wi-Fi 接続が可能であり、モバイル端末も当センター医師および研修医全員が所有しているという環境もそれを後押しした。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。

2.3 シミュレーション

シミュレーショントレーニングはジョブリハーサルの位置づけで、実際に遭遇する可能性のあるシナリオを用いている。つまりテクニカルスキルよりも知的スキル（状況のアセスメントと治療方針の決定）とノンテクニカルスキルの評価として活用している。現在の自分のリーダーとしての診療レベルを知ることで実際の臨床現場で何が必要か、気付くことが可能となる。研修３ヶ月目になると、現場では救急患者の初期診療をリーダーとして振る舞う機会を設けている。そこでビデオやフィードバックによりパフォーマンスの改善を図る。最終的に初期診療でのパフォーマンスを研修修了の評価の対象としている。

3. 課題

e ラーニングについては自主学習としたコンテンツへのアクセスがほとんどなかった。そのため今年度から現場でのテクニカルスキルトレーニングや症例検討の事前学習として e ラーニングの一部のコンテンツを位置づけることとした。グループウェアの活用方法についてのガイダンスは研修開始当初に実施しているが、アクセスしない、臨床での活用場面がわからないといったことがよく見られる。こうしたガイダンスや活用場面の提示についても e ラーニングとリンクさせていきたい。

4. まとめ

こうした職場での学習環境を整備していくことで、研修医が働きながら効率よく効果的に学べるものと考えている。これらの取り組みに対して２年間の研修終了後のアンケート調査では、当センターの研修は高い評価を得ている。今後も改善を重ねながらプログラムをより良いものにしていきたい。



図 1 e ラーニングホーム画面

参考文献

(1) 杉木大輔, 池上敬一：“Workplace learning と救急医学教育”，救急医学, へルス出版, 東京（2011）
(2) 真嶋由貴恵, 中村裕美子, 丹羽雅之：“医療系教育における e ラーニングの動向―医療系 e ラーニング全国交流会（JMeL）から―”，教育システム情報学会誌, Vol. 31, No. 1, pp. 8-18 (2014)

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

Development of e-Learning Materials and Proof for Communication Skills Improvement of The Medical and Sports Student

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，スポーツ分野を目指す医療スポーツ系の学部生にとって患者及びその家族，コーチとプレイヤー，プレイヤー同士の対話におけるコミュニケーションのためにその能力向上が重要となっている．本研究では，本学で開講しているビジネスとコミュニケーションに関する科目群において，今年度より予習・復習での利用を想定した e ラーニング教材と演習問題を開発し，これらを用いた授業展開と科目間連携を図っている．今回，本取り組みの詳細と学生のコミュニケーションに対する意識調査の結果について述べ，医療・スポーツ分野の学生に対する授業展開の方法，アクティブ・ラーニングの可能性について述べる．
キーワード：教材開発，教材共有，科目間連携，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，スポーツ分野に従事する人材は，患者及びその家族，コーチとプレイヤー，プレイヤー同士のコミュニケーションにおいて，正確な情報伝達，適切な受け答えを求められるため，その能力向上が重要となっている[2, 3]．一方，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，看護，コ・メディカル，スポーツ分野に特化した内容となっておらず，また，科目間で重複している学習内容も見受けられる．

本研究では，医療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を目的として，問題点として挙げた開講中のビジネスとコミュニケーションに関する科目群において，今年度より予習・復習での利用を想定した e ラーニング教材（教科書，演習問題）を開発し，これらを用いた授業展開と科目間連携を図っている．対象とする科目群は，「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」（いずれも学部生 1〜4 年生向け選択科目）である．特に，開発している教科書は予習，演習問題は復習のために利用されることを想定している．このため，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，アニメーションから構成される．演習問題は，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，などである．学生への予習・復習の配信には，本学で使用している学習管理システム（manaba course2）を使用した．今回，本取り組みの詳細と学生のコミュニケーションに対する意識調査の結果について述べ，さらに秋学期以降に想定している医療・スポーツ分野の学生に対する授業展開，アクティブ・ラーニングの可能性について述べる．

2. 医療スポーツ系学生向けコミュニケーション能力向上のための教材開発

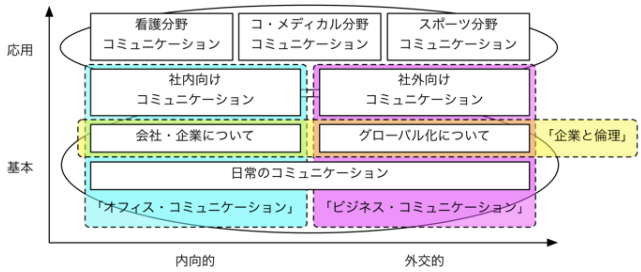


図 1 コミュニケーション能力と対象科目群の関係

我々が目指している医療スポーツ系学生を対象としたコミュニケーション能力と対象科目群の関係を図 1 に示す．それぞれの科目の主な学習内容としては，「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を取り扱う．例えば，礼儀作法，敬語，上司部下の関係などである．「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を取り扱う．例えば，自己・他者分析，ビジネス上の目的を達するために必要とされる戦略的な会話術などである．「企業と倫理」では，企業とは何か，企業の持続可能性，企業に求められる社会的責任，不祥事の歴史，社会人としての心得を取り扱う．

いずれの科目も履修学生の理解度に合わせて，日常のコミュニケーションや企業，グローバル化といった基本的な会話術，世界観を取り扱っているため，重複した学習内容が存在する．また，授業全体の前半部分に基本的な会話術や世界観の説明に時間を費やさなければならないため，応用に位置付けられる看護，コ・メディカル，スポーツ分野に特化したコ

ミュニケーションの内容にまで到達することが難しい．さらに，就職を意識している高学年とそうでない低学年の学生との間でコミュニケーションに対する重要性・必要性に差があり，授業に参加する学生の学習意欲にばらつきがある．このため，我々は次の手順で段階的に教材（教科書と演習問題）を開発し，科目間連携を図っている．

（教材 A）科目間で重複するコミュニケーションの基本，会社・企業について，グローバル化について

（教材 B）専門に関わらず，社会人として必要となる社内・社外向けコミュニケーションについて

（教材 C）看護，コ・メディカル，スポーツ分野それぞれで必要となる専門用語や慣例等を含むコミュニケーションについて

教材開発では，各科目の担当教員が，メモ帳，PowerPoint，Excel を利用して原稿を作成し，その原稿をもとにして相談しながら教材を作成している．その後，本学で使用している学習管理システム（manaba course2）上に教材データを登録している．学生はコース課題として表示される教科書を学習でき，選択または記入形式の演習問題に解答でき，教員は学生の学習履歴を学習管理システムにて確認できる．図 2 に開発した演習問題の一例を示す．

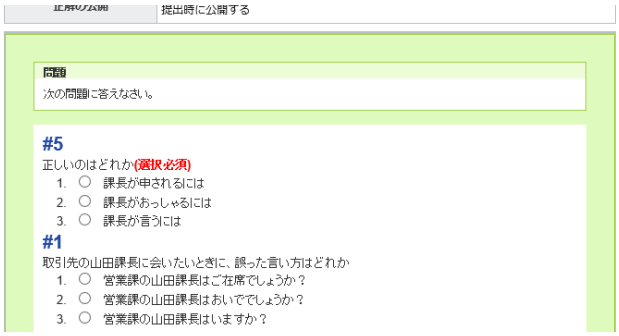


図 2 開発した演習問題の一例

3. コミュニケーションに対する意識調査

教材開発を行う上で，履修学生がコミュニケーションに対してどのように考えているのか，参考にするための無記名式のアンケート調査を行った．実施科目は「オフィス・コミュニケーション」，回答者数は看護・スポーツ分野の学生 137 名（男 46 名，女 91 名）であった．

（Q1）あなたにとってのコミュニケーションスキルの重要性を教えてください

Q1 の回答結果は「とても重要だと思う: 109 名（80%），重要だと思う: 28 名（20%），あまり重要だと思わない: 0（0%），重要だと思わない: 0（0%）」となった．男女による違いは見られなかった．

（Q2）あなたがコミュニケーションの中で重視しているのはなんですか?

Q2 の回答結果は「プレゼンテーション: 9 名（7%），自己分析: 11 名（8%），他者に対する理解: 95 名（65%），一般常識: 22 名（16%）」となった．男女による違いは見られなかった．

（Q3）この授業はあなたのコミュニケーションスキルを養う上で役立っていますか?

Q3 の回答結果は「とても役に立っている: 37 名（27%），役に立っている: 82 名（60 %），あまり役に立っていない: 14 名（10%），役に立っていない: 3 名（2%）」となった．男女による違いは見られなかった．

Q1～Q3 の結果から履修学生はコミュニケーションスキルを重要と考えており，他者の理解や一般常識を求めていると考えられる．一方で，コミュニケーションの授業では，他者とのコミュニケーションを確立するためには，自己分析と自己理解が重要とされ，一週目からこれらの学習を行うのが一般的である．学生の要求と学習内容のミスマッチが読み取れる．教材開発おいて，このミスマッチを埋めるための工夫が必要と考えられる．

4. アクティブ・ラーニング実施への可能性

本研究では，開発している e ラーニング教材を用いて学生に予習を割り当てる反転授業と，授業でのコミュニケーション向上のためのアクティブ・ラーニングの実施を目指している．

アクティブ・ラーニングとしてペアワークやグループワークを想定しているが，効果的な課題の開発は未着手である．例えば，コミュニケーション能力の向上を目的とするツールの一つとして「カタルタ」がある[4]．カタルタでは会話のきっかけを作る一言がカードに記載されており，そのカードを使って会話を行う．今後，このようなツールを利用するか否かの検討と実践を行いながら，学生のコミュニケーション能力を高めるアクティブ・ラーニングの開発を行う必要がある．

5. まとめ

本稿では，看護，コ・メディカル，スポーツ分野を目指す医療スポーツ系の学部生を対象とした e ラーニング教材と演習問題の開発の取り組みと学生のコミュニケーションに対する意識調査の結果ついて述べた．また，今後，授業への導入を目指すアクティブ・ラーニング及び反転授業について思案を述べた．

参考文献

[1] 林 康弘, 深町 賢一, 小松川 浩: “e ラーニング利用による反転授業を取り入れたプログラミング教育の実践,” 社団法人私立大学情報教育協会, ICT 利用による教育改善研究報告第 16 巻, pp.19-23, 2013 年 11 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] カタルタ: http://www.kataruta.com/ (2016.6.1)

医療技術における暗黙知はｅラーニングで自己学習できるのか？

Can we study the tacit knowledge in medical skill by self e-learning?

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：医療者教育においては，専門知識だけでなく適切な医療技術を習得することが必要である．また，医療の評価は技術の良し悪しで判断されることが多い．そのため，医療者は安全で安心をもたらすような熟達した医療技術を習得することが重要である．そこで，これまで先輩の模倣から経験を積み重ねることによってしか学習できなかった「コツ」や「熟練の技」などの「暗黙知」をｅラーニングで自己学習できるのか？といった問いに対して，本稿では，これまでの研究や取り組みについて紹介する．

キーワード：ｅラーニング，医療技術，看護技術，暗黙知の習得，

1. はじめに

医療者教育においては，専門知識だけでなく適切な医療技術を習得することが必要である．また，医療の評価は技術の良し悪しで判断されることが多い．例えば注射の上手な看護師と下手な看護師ではどちらに注射をしてほしいだろうか？もちろん上手な人にしてほしいと思うのは当然である．そのため，医療者は安全で安心をもたらすような熟達した医療技術を習得することが重要である．

看護技術を例にとると，これまでの授業は，講義で教員が看護技術の目的や必要性，手順などの説明を行い，技術演習にて技術のデモンストレーションを実施する．その後，看護学生は個人やグループ間で技術トレーニングを行うというプロセスで学習を進めている．厚生労働省が定めた新人看護師が習得すべき基礎看護技術は 103 項目あり，それらすべてを 1 回の授業で十分に習得することは困難である．そのため，自己学習の重要性は極めて高い．

新人看護師における点滴静脈注射実施において技術獲得に役立った経験内容[(1)]は，「職場での技術チェック試験」，「病棟先輩看護師からの助言・指導」，「自分の失敗体験の振り返り」，「体験することで自分の傾向を知る」，「プリセプターからの助言・指導」の順になっており，経験を重ねることや先輩達からの助言や指導の有効性が示されている．逆に役立った度合いが低い項目は「大学での技術教育」，「点滴静脈注射についての自己学習」があげられており，基礎看護技術習得における自己学習の困難さが伺える。

このような困難さの中で，これまで先輩の模倣から経験を積み重ねることによってしか学習できなかった看護技術における「コツ」や「熟練の技」などの「暗黙知」をｅラーニングで自己学習できるのか？という疑問が生じた．

医療技術を学習するために，ｅラーニングなどが導入されている．その知的学習効果については多くの研究がなされているが，技能的な学習効果を期待するｅラーニングは運動や絵画などの学習を含め，研究が始まったばかりである．

本稿では熟達者の持つ暗黙知をｅラーニングで学習するためのこれまでの研究や取り組みについて紹介する。

2. 医療技術の暗黙性

2.1 暗黙知とは

マイケル・ポランニー[(2)]は，「暗黙知とは経験や勘に基づく知識のことで，言葉などで表現が難しいもの」と定義している．この暗黙知を暗黙知のまま教授できないだろうか．

また，野中郁次郎[(3)]は「暗黙知には認知的側面と技術的側面がある．個人の知と組織の知を循環させてゆくためには，出来るだけ言葉にし，表出することが大切である．」と述べている．表出することで暗黙知を形式知にするということであるが，技術的な側面を形式知にしたところで，その暗黙的な「コツ」や「技」を，理解することはできても技能として獲得できるのだろうか．

2.2 看護技術の言語化

看護における技術の言語化については，田中が以下の 3 つに分類している[(4)]．

①すでに言語化されている技術で形式知化が可能（例：マニュアル）
②言語化することができるが，まだ言語化されていない技術
③言語化が不可能な（言葉にならない）技術であり，無理やり言語化したところで，（個々の看護師が，その場その場の状況や患者という個別的な相手を理解することなしにはもともと）使うことができない，言語化することが全く無意味であるような知識

2.3 本研究で扱う医療技術の暗黙知

本研究で扱う医療技術の暗黙性は，ポランニーの定義を用いる．それを，医療職集団（組織）に普及させるために．野中らが言うように「形式知」にして知の循環を行う．田中の分類①については自明のことであるが,②の技術も視野に入れて言語化する．③については，一見無意味であるかもしれないが，多くの事例を収集することによって，一般化できないかとも考えている．

3. 医療技術の暗黙知の学習支援システム

3.1 従来の研究：知識的側面

医療技術の暗黙知について，静脈注射技術における熟達した看護職の暗黙知の特徴を,技術実施方法,実施時の視線から分析し，その結果，基本的な実施手順は同じであるが，手順の中での注意点が個人によって異なること,視線の流れが初学者(看護学生)と熟練者（看護職）では異なり，熟練者は次の作業に向かい視線を動かす（先行処理）ことなどが明らかになっている[5]．多くの看護師は，上手にできた瞬間を言語的に，「『くくっと』,『すーっと』血管に入る感覚」と表現することが多いが，その感覚を正確に伝えることは困難であり，学習者が成功して初めてその体感をもって獲得するものと考える.一方,看護学生は，手順を覚えることが技術のコツであると考えており[6]，学習のプロセスとしては，まず手順をマスターすることが重要と考える．

これらの知見をふまえ,手順及び視線の動きから,自己学習で看護技術の振り返り（リフレクション）を支援する内省型学習機能をもったｅラーニングシステムを開発し，効果の確認を行っている[7].

しかし，これらの研究で明らかになったことは,確かに看護学生は手順を学び，正確に実施できるようになったが，熟達した技能を手に入れるまでには至っておらず,「理解はできたが，上手にできるかどうかは別である」という意見はよく聞かれる．

さらに，臨床で行われる看護技術は，個々の対象者に合わせたものであり，田中の分類の③に該当する．それらのコツを収集するために，映像ベースでコメントを登録できるSNSを活用し,新人看護師研修だけでなく，患者や医師，コメディカルなどの医療にかかわるステークホルダの参画の下で，ナレッジマネジメントによる，新しい看護実践知の学習コンテンツが自律的・継続的に精錬・発展する開かれた学習コミュニティの成長モデル（看護ソーシャルｅラーニングモデル）を提案した[8].

3.2 今後の研究：技能的側面

これまでの研究における医療技術映像は教育用に編集されたものであり，臨床の看護実践知そのものを撮影したものではない．そのため，熟練者が本来無意識的に実施した中の暗黙知については表現されているのか，その有無さえもわからない．そこで，臨床に埋蔵されている看護実践知をデータベース化し，それらのビッグデータからマイニングしてコツなどの暗黙知を抽出することを目的とし，臨床で容易に撮影・収集[9]する方法を検討している．

また，技能的な側面からは手指のモーションキャプチャーシステムを使用して，採血技術実施時の注射器を把持する手指の位置データを取得し，そのデータを用いて3次元で技術の実施過程を再現できるシステムを開発した[10]．また，これまでの注射技術においては，注射器を把持する手指に着目して分析を行っていたが，反対側の補助する側の手指に着目し，圧力センサーなどを活用して動作の分析を行っている．このように，医療技術そのものを多角的に分析することにより，これまでは暗黙的にしか伝承されなかった「コツ」や「技」の状況を明らかにし，技能を細分化してトレーニングできるようなシステムを考えていきたい．

参考文献

(1) 萩弓枝，伊藤ふみ子，西堀好恵，豊島由樹子：“新人看護師における点滴静脈注射の技術獲得に関する実態”，聖隷クリストファー大学看護学部紀要, No.15, pp.51-59 (2007)
(2) マイケル・ポラニー（佐藤敬三訳）：暗黙知の次元 言語から非言語へ，紀伊國屋書店（1996）
(3) 野中郁次郎，竹内弘高（梅本勝博翻訳）：知識創造企業，東洋経済新報社（1996）
(4) 田中美恵子：“「実践知」-「暗黙知」-「境界知」”，インターナショナルナーシングレビュー日本版, Vol.32，No.4，p.12 (2009)
(5) 真嶋由貴恵，前川泰子: “看護師と看護学生の静脈スキルの比較-視線と看護技術手順に焦点を当てて-”，教育システム情報学会第34回全国大会講演論文集, pp.28-29 (2009)
(6) 前川泰子，真嶋由貴恵: “静脈注射実施時のコツ（暗黙知）に対する熟練看護師と看護学生の意識の比較－インタビュー調査より－”, 第 29 回日本看護科学学会学術集会講演集，p.315 (2009)
(7) Yukie Majima, Masayuki Sakoda, Yasuko Maekawa & Masato Soga: “Evaluation of Nursing Skills Acquisition of Reflective e-Learning System for Nursing Students by Different Learning Methods”, Proceeding of the 20th International Conference on Computers in Education, pp.460-467 (2012)
(8) 真嶋由貴恵，前川泰子，嶌田聡，伊津美孝子: “映像ベースのコメントシステムを活用した看護技術マニュアル改善プログラム”, 信学技報，Vol.113, No.67, pp.45-50 (2013)
(9) 真嶋由貴恵, 嶌田聡, 石亀篤司, 前川泰子, 柳川のり子, 笹田友恵：“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”，JSiSE Research Report, Vol.31, No.1, pp.71-76 (2016)
(10) 真嶋由貴恵，曽我真人，前川泰子：“看護技術実施時の手指動作再現による学習支援システム”，JSiSE Research Report, Vol.26, No.1, pp.4-12 (2011)

日本における外国人向け防災モバイルラーニングシステムの開発

Development of Mobile Learning System for Disaster Preparedness for Foreign Residents in Japan

汪　曙東
Shudong WANG
島根大学教育機構外国語教育センター
the Center for Foreign Language Education, Shimane University

あらまし：本研究は，日本における外国人向けの多言語防災教育モバイルラーニングシステムの構築を目的とする。本システムでは，日本在住の外国人が携帯情報端末で,いつでもどこでもやさしい日本語または英語や中国語などの母国語で日本の災害の知識及び防災スキルを学ぶことができる。音声，動画，イラストなどのマルチメディアコンテンツを開発し，さらに，GPS，GIS，VR，AR などの技術も利用し，言葉で伝えることができない内容を学習者が「体験」できる防災 教育教材を作成する。システムの構築は日本の防災教育の素材を外国語に単に訳すのではなく,海外の防災教育現状を調査し，それぞれの対象国の災害基本データ，防災教育背景及び文化，習慣などを考慮したモバイル教材を作成し,それをシステムに実装し、運用を行う。
キーワード：防災教育，在日外国人，調査，防災教材開発,モバイルラーニング

1. 研究背景

日本は災害が多い国であることは，世界的にもよく知られている。日本人向けの災害知識の普及や防災訓練などが日常的に行われているが,言葉,習慣などの壁がある日本で暮らす外国人ための防災教育は十分に行われていない。日本在住の外国人にとっては,災害の知識や,身を守るスキルが日本人に比べて少ないのが現状である。2011 年，東日本大震災の発生後，日本への留学生が減少する事態となった。災害への恐怖心から,日本留学や就職への意欲が失われるケースも東北震災後増加している。気象庁，市町村の防災課は,防災情報を発信しているが， ほとんどの場合，情報は日本語で発信されており，外国人にとっては理解しにくいという問題 がある。また，スマートフォンに対応したマルチメディアの防災情報はほとんどない。著者は，年一度の島根県の外国人向け防災訓練に毎年参加し,「災害時外国人サポーター」にも登録しているが，外国人への防災教育の改善は喫緊の課題であると感じている。

本研究は学際的に学問の領域を超えて開発するモバイルラーニングシステムを用いることにより，日本在住外国人は多様な言語で防災教育を受けることができることが可能となる。携帯情報端末を利用したユビキタスな防災教育により，外国人の防災意識を高めると同時に，災害時の自助,共助，他助知識への認識を促すことになり，より安心して日本で暮らすことができるようになることが予想され，今後の新しい防災教育モデルになる可能性がある。また，正確な防災情 報を得ることによって,災害への懸念を取り除く一助となり，留学生や外国人研究者の招致の 増加および観光客の誘致などにおいても貢献が期待できる。

2. 開発方法

先ず，島根大学の外国人留学生，研究者，教員に対し防災意識調査を行う。調査結果を踏まえ，次に「島根大学自然災害軽減プロジェクトセンター」所属防災専門教員が防災教材の原稿を作成する。作成されたプロの防災教材を語学の教員が英語,中国語およびやさしい日本語に書き直す。その教材にモバイル技術班が，音声や動画などをつけ，マルチメディア化にする。 必要な場合，バーチャルリアリティなどの技術を用いて処理をする。次に，教材のデータベースを構築し，防災モバイルラーニングシステムを立ち上げる。その後，システムのスマートフ ォン用のアプリを開発し，島根大学および周辺大学の留学生に配信し，試運用する。最後に利 用者のフィードバックを分析し，システムや教材の改良を行ない，一般公開する。

島根大学の留学生，研究者，外国人教員などの外国人を対象に防災意識調査を実施する際、母国でよく見られる災害の種類,受けた防災教育の経験,日本の災害へ認識,防災スキルおよび来 日後に受けた防災訓練,災害情報受信有無などについて調査を行い，外国人防災教育現状について明らかにする。調査データを分析した結果を基に，在日外国人の不安が集中した分野の災害知識の普及，訓練に焦点を当てたシステムと教材を下の図 1 に示す設計で作成する。設計図によって防災教育素材を準備する。

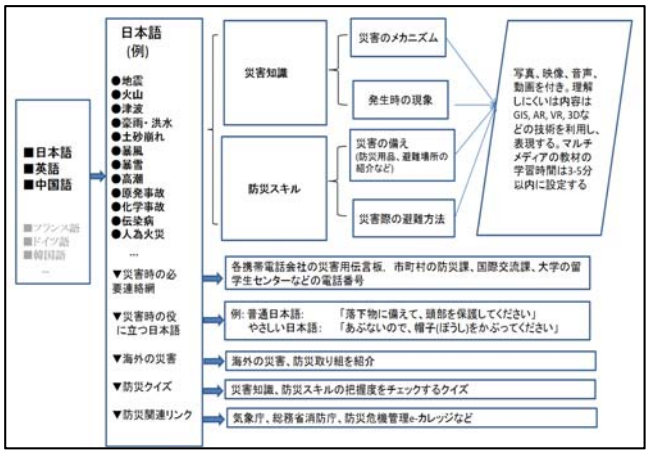


図 1: システム設計

システム搭載のための日本語版教材は日本でよくみられる災害:地震、火山、津波、豪雨・洪水、土砂崩れ、暴風、高潮、爆発事故、伝染病、人為火災などに分類して作成する。防災専門の教員が学術日本語で災害のメカニズム､発生時の現象､災害の備え、災害時の避難方法などについて教材原稿を作成。留学生の日本語教育を担当する教員は防災専門家の解説をやさしい日本語に書き直し，技術班に渡す。技術班は，モバイ ル受信端末の機能を活用し，動画，音声などをつけ，マルチメディア化する。 (2)システム構築者は，防災モバイルラーニング教材を収納するシステムを構築する。システムのデータベースで防災情報を検索できるようにする。また、「体験」できる AR 技術については，既存のスマートフォンを用いた防 災教育用アプリを援用する。VR，3D 動画ついては,ソフトで実現する｡構築したシステムには災害知識と防災スキルの紹介のほか、災害時の連絡網、災害時の役に立つ日本語、海外の災害、防災クイズ、防災関連リンクなどの内容も取り入れ、スマートフォンのアプリを開発。留学生の被験者を募集し，システムの運用実験を行う。

被験者からのフィードバックによりシステム及び教材の改良，改善を行い,無料で一般公開する。島根県国際センターの協力を得，島根県在住留学生以外の外国人への利用を呼び掛ける。

日本語版のモバイル防災教育システムの利用者からの評価を受け、システムを改善し、英語版，中国語版の開発を開始する｡日本語版を基に,海外の災害情報，防災政策，取り組みなどを考慮しつつ，日本の災害知識 防災措置などを紹介する英語版,中国語版を開発する。 外部の防災教育，モバイルラーニング，言語の専門家の協力を得，システムの総合評価を行い，その結果分析を基に，外国人向けモバイル防災教材の開発モデルの提案を行う。

3.　期待される効果

スマートフォンやタブレット型情報端末は急速に普及し，モバイルラーニングは，e ラーニ ングの主流になりつつある。いつでもどこでも使えるスマートフォンやタブレット情報端末を 利用し,防災知識を学習したり，防災スキルを「体験」したりできれば，防災意識向上への効果があると考える。本システム構築では，先ず，やさしい日本語版の防災教材を完成する。その後，英語版，中国語版を作成し，システムに実装し運用を行う。防災モバイルラーニングシステムは島根大学，山口大学の留学生に試用を依頼し，評価を行う。さらに,韓国語版，フランス語版,ドイツ語 版等主要外国語版へのシステム拡張に向けた検討を行う。コンテンツに関しては，システムを公開後,自作の教材だけではなく,ネット上に既存する防災映像,写真などの防災教育材料を 著作権所有者の同意を得て，外部リンクを貼り，システムの汎用性，利便性を高める。 本研究では:(1) 外国人向けのモバイル防災教育の利便性，効果を明らかにする。 (2) GIS，3D，AR,VR など PC ベースの防災教育で利用されている先端 IT 技術をモバイル防災教 育へ応用し,その効果,課題などを明らかにする。(3) 防災モバイルラーニングシステムの開発手法，開発ツール，開発技術，システム構成などを設計するインストラクショナルデザインを確定する。

以上の提案は，防災教育教材開発のモデルケースになると期待される。さらに，在住外国人，海外の国・社会の防災観点を取り入れた本防災教育システムモデルは,日本人向けの防災教育 にも参考になると考える。また,本研究の成果により,日本在住外国人の防災意識を高め,災害への恐怖心を軽減し,日本での勉学，就職への意欲の向上に寄与することができるものと考える。ユビキタスな学習環境で防災知識とスキルを身につけることによって,在住外国人が災害時に自分はもとより,家族や周囲の人の身の安全確保が実現できる。また災害時における地域や行政の連携により,行政の管理負担も軽減できると予想される。さらに、日本の先進的な防災教育システムによる成 果を発信することにより,アセアン諸国をはじめ，多くの国々のモデルケースとなると考える。

４．参考文献

(1) Rajib.S.，塩飽.,他.:　“防災教育: 学校・家庭・地域をつなぐ世界の事例”　明石書店（東京）(2013)

(2)梁，赤瀬，桐谷.:　“日本在住外国人に対する災害意識の調査 : 日本在住外国人に提供すべき災害情報に関する研究(2)”　デザイン学研究　57(2), 21-30.(2010)

(3) 近藤，川崎:　“留学生を情報弱者たらしめるものの実態:留学生による防災情報収集活動での事例の分析を通して”　言語文化教育研究　Vol.13, 118-133.　(2015)

多様なモバイル端末に対応した学内のイベント案内アプリケーションの開発

Development of a variety of mobile terminals supported application for event guide in University

奥 暁大，田中 久治，岡崎 泰久
Akihiro OKU, Hisaharu TANAKA, Yasuhisa OKAZAKI
佐賀大学大学院工学系研究科
Graduate School of Science and Engineering, Saga University
Email: a-oku@ai.is.saga-u.ac.jp

あらまし：本研究では，学内のイベント案内アプリケーションの開発を行う．学内のイベントを，ユーザが詳細に把握できるように，学内イベントの登録・検索機能，さらにナビゲーション機能を実装した．これにより，学内イベントの開催場所や，時間等の情報を把握できる．ナビゲーション機能では，現在地から目的地までの経路案内を実装した．また，案内中は経路の指示を行い，ユーザを目的地まで誘導する．これにより，学内に不慣れな人でも，現在地から目的地まで迷わずに行くことができる．
キーワード：情報検索，経路案内，イベント登録，学内イベント

1. はじめに

本研究では，多様なモバイル端末に対応した学内のイベントナビゲーション機能の開発を行う．

近年，大学では，高校生を対象としたオープンキャンパスを行っている [(1)]．また，大学では学会や学際等の様々なイベントが開催されており，学外訪問者が訪れる頻度も少なくない．このような学外訪問者や，入学当初の新入生などは，構内の地理に詳しくないため，現在地や構内の建物等が分からないといった問題が起きている．この問題を解決するために，大学関係者だけでなく，初めて大学を訪れる人に，学内イベントの開催場所や，時間等の情報を把握させ，大学構内を分かりやすく案内するアプリケーションを開発する必要がある．

2. 既存のシステム

スマートフォンの普及に伴い，大学の案内を行うアプリケーションやシステムは多数存在している [(2)] [(3)] [(4)] [(5)]．これらのアプリケーションは，スマートフォンのタッチ画面の仕様により，現在地や目的地の設定，案内なども行いやすくなったため，パンフレットなどの紙媒体を使って案内する必要がなくなり，便利である．

しかし，これらのアプリケーションは，学内で行われている数多くのイベントを把握し，案内することはできない．大学が公式で行っているイベントについては，案内が可能であるだろうが，学生主体で行っているサークル等のイベントは，そのすべてを把握し案内させることは困難である． また，案内についても，構内に看板を設置するなどといった方法がとられている．

そこで，本研究では，学内のイベントナビゲーション機能の開発を行う．学内で行われるイベントを，主催者側が自ら登録することで，ユーザは多岐にわたるイベントの開催場所や，時間等を詳細に把握できるようになる．登録されたイベントは，イベント検索機能で検索することができる．また，現在地からイベントの開催場所や，構内の建物までのナビゲーション機能を実装した．これにより，新入生や学外訪問者にとって，構内を迷うことなく安心して行動できるアプリケーションになると考える．

3. システムの概要

本システムは HTML5 を用いて学内のイベントナビゲーションを行うハイブリッドアプリである．Google Map を用いることで構内の案内を行う．

イベントの登録と検索については，データベースを用いた．また，データベースへのアクセス，サーバ側の処理に PHP を使用した(図 1).

大学の構内地図は Google Map を用いて表示する．現在地は GPS 機能を用いて位置座標を取得し，地図上にマーカーを使って表示する．目的地については，一覧から選択するか，建物名を入力して検索する．目的地を決定すると，現在地からの経路を地図上に表示する(図 2).

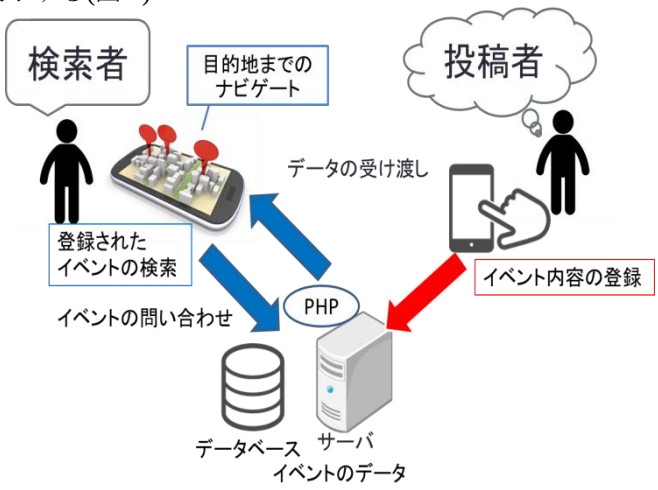


図 1 システムの構成



図 2 案内画面



図 3 登録画面

4. システムの機能

本システムでは，3 つの機能を実装した．

4.1 イベント登録機能

まず，学内で行われるイベントの登録機能を実装した．数多くのイベントをすべて把握することは，困難であるため，イベントの主催者側が，登録するイベントの名称，日程，場所，そして，そのイベントの分類を入力し，パスワードを設定する(図 3)．その後，登録内容を確認し，登録を完了させることで，そのデータは，PHP プログラムを用いて，サーバのデータベース(MySQL)に格納される．登録が完了した後，設定したパスワードを用いることで，一度登録したイベントを修正することができる．

4.2 イベント検索機能

次に，登録されたイベントの検索機能を実装した．現在登録されているイベントの検索をできるようにした．イベントは PHP プログラムを用いて，サーバのデータベース(MySQL)に接続し，検索条件から適切なデータを取得し表示させる．検索後，表示されるイベントをタップすることで，そのイベントに設定されている場所までの経路案内を行う．これにより，学内で行われるイベントを，様々な条件下で検索でき，ユーザが詳細に把握できるようになる．

4.3 ナビゲーション機能

もう一つは，学内の経路検索時に，現在地から目的地までの経路を表示させるナビゲーション機能の実装である．Google Map に備わっている経路検索機能は，学内の道路には未対応であるため，経路が表示されない．そのため，経路を表示する機能を追加することにした．現在地から目的地までの経路を緑の線を使って表示させる(図 2)．現在地から目的地までの経路は，ダイクストラの最短経路探索アルゴリズムを用い，最短距離を表示させることにした．案内中は経路の指示を行う．利用者が表示された経路から逸れている場合，音や画面を使って，経路から逸れている事を教えるようにした．線分と点との最短距離の求め方を応用させることによって，経路から逸れているかどうか判定している．

線分は経路であり，点は交差点である．この二つの最短距離を求め，それが設定した値を超えた場合，経路から逸れたと判断することにした．これにより，学内に不慣れな人でも，現在地から目的地まで迷わずに行くことができる．

5. まとめと今後の課題

本研究では，多様なモバイル端末に対応した学内のイベント案内アプリケーションの開発を行った．

本研究では，イベント登録機能，イベント検索機能，ナビゲーション機能の三つの機能を実装した．これらの機能により，ユーザは多岐にわたるイベントを把握できる．また，学内の地理に詳しくない，新入生や学外訪問者にとって，構内を迷うことなく安心して行動できるアプリケーションになると考えられる．

今後の課題としては，レイアウトについて細かく作成していく必要がある．また，現段階では，あらかじめ登録されてある構内の建物のみ案内可能となっているので，登録されていない場所の案内もできるようにする予定である．

参考文献

(1) 佐賀大学　オープンキャンパス，http://www.sao.saga-u.ac.jp/open_campus/campus-2.html
(2) Disco Inc. “南山大学 大学案内アプリ” https://play.google.com/store/apps/details?id=jp.co.disc.schoolnavi.gecahjj&hl=ja
https://itunes.apple.com/fr/app/nan-shan-da-xue-da-xue-neiapuri/id876170930?mt=8
(3) Tokushima University “徳島大学モバイル” http://www.tokushima-u.ac.jp/about/publicity/application.html
(4) 吉田真基，打矢隆弘，山本大介，内匠逸: “音声対話を用いた学内見学支援システムの試作”，マルチメディア通信と分散処理ワークショップ論文集，vol.2013, no.6, pp.254-261 (2013)
(5) 竹田健吾，柳澤政生，戸川望，新田知之，進藤大介，田中清貴: “迷いにくい可視ランドマークに基づく屋外歩行者ナビゲーションシステム”，組込みシステムシンポジウム 2014 論文集，vol.2014, pp.102-107 (2014)

学習リソースの推薦を目的としたアンダスタンダビリティ推定手法の検討

Study of understandability estimation method for the purpose of recommendation of learning resources

藤崎 優理[*1], 三好 康夫[*2], 鈴木 一弘[*2], 塩田 研一[*2], 岡本 竜[*2]
Yuri FUJISAKI[*1], Yasuo MIYOSHI[*2], Kazuhiro SUZUKI[*2], Ken-ichi SHIOTA[*2], Ryo OKAMOTO[*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] 高知大学理学部
[*2] Faculty of Science, Kochi University

あらまし：我々はこれまで、学習リソースの推薦を目的として、リソースの難易度推定手法の開発を行ってきた。本研究では、リソースで扱われている内容が同等で難しさが同じであるにもかかわらず、読むのにあたり、とっつきやすさや分かりやすさに違いがあることに着目する。我々はこの違いをアンダスタンダビリティの差として捉え、推定手法について検討する。
キーワード：アンダスタンダビリティ, リーダビリティ, 数学, 難易度推定, 情報推薦

1. はじめに

我々はこれまで、学習リソースの推薦を目的として、リソースの難易度推定をリソースに書かれた内容を一切使用しないで行う手法の開発を行ってきた(1)。これにより、学習リソースにどの程度の難しい概念を含んでいるかという意味での難易度は、ある程度の精度で推定できるようになった。しかし、文章中に含まれる難解な概念が同じで難しさが同等であるはずの複数の学習リソースを読み比べてみると、内容がすぐ理解できる読みやすいものと、理解しにくく読みにくいものがある。例えば、微分積分の意味を解説する学習リソースがあった時、図を使わずに難解な数式と文章のみで説明しているものと、図やグラフを用いてコップと水や移動速度と距離の関係等の例を織り交ぜて説明しているものとでは、後者の方が理解しやすいということである。また、後者の方が読むのにあたりとっつきやすく、初学者に対して学習リソースを推薦するのであれば、後者を薦めるべきである。

そこで我々はこの違いをアンダスタンダビリティの差として捉え、本研究は学習リソースのアンダスタンダビリティ推定を目的とする。本稿では、学習リソースとして数学に関する解説文を対象に、アンダスタンダビリティを推定する手法の検討を行う。まずは手始めに、文章のテキスト情報のみを用いた手法の検討から行うため、本稿では図、グラフ、数式の内容については取り扱わない。

2. リーダビリティとアンダスタンダビリティ

2.1. リーダビリティ

読みやすさを対象とした研究においては、リーダビリティという尺度を用いることが多い。リーダビリティ推定に関する先行研究には、例えば柴崎ら(2)や李(3)のようなリーディング教材の推薦を目的としたものがある。李は日本語教育における読解教育のための日本語文章難易度判定システムをWeb上に公開しており、誰でもフォームに文章を入力するだけでリーダビリティ値を推定することができる。

多くの先行研究のリーダビリティの定義は「文章の読みやすさ」のように厳密に定めておらず、各々の目的に応じた指標に基づきリーダビリティを推定している。基本的にリーダビリティの指標には、語彙の難しさや構文の複雑さ、1文の情報量等が用いられるが、リーディング教材推薦を目的としたものは、使われている漢字の難しさや文字種（ひらがな、カタカナ、漢字）の割合等の指標が用いられる。

2.2.アンダスタンダビリティ

我々は、文章中に含まれる難解な概念が同じで難しさが同等であるはずの複数の学習リソースの読みやすさの差を何らかの尺度で表したい。リーダビリティの先行研究のように語彙の難しさを指標として読みやすさを求めようとすると、例えば微分積分の意味を解説する学習リソースには全て「微分」「積分」という高校2年生で習う数学用語が含まれてい

るということで、全て同等の読みやすさと推定されてしまうと考えられる。柴崎らは「語彙の難易を意味や概念で考えると、それは readability (読みやすさ) の問題ではなく、わかりやすさ (understandability) の問題になる」と述べて研究対象としていないが、我々の目的においては語彙の難易を意味や概念で考えなければならず、分かりやすさの問題を扱わなければならない。そこで本研究ではアンダスタンダビリティという尺度を定義し用いることとする。

本研究のアンダスタンダビリティの定義は、文章の分かりやすさとし、文章をどれほど分かりやすく解説しようとしているかを示すものとする。アンダスタンダビリティを推定する指標として、噛み砕き度ととっつきやすさを提案する。

3. アンダスタンダビリティ推定手法の検討

3.1. 噛み砕き度

難しい概念を噛み砕いた表現に言い換えると、初心者にとって分かりやすくなる。そこでアンダスタンダビリティの指標として噛み砕き度を用いる。ここでは、ある概念をそれより少し易しい同分野の概念で表現したものを噛み砕き表現とし、文章中の最も難解な語彙に対する噛み砕き表現の噛み砕き具合を噛み砕き度とする。

数学に関する解説文を対象にした噛み砕き度を推定し数値化するアイデアとしては、数学用語の関係を表すネットワークを用いる方法を考案中である。図1は中学3年間に学ぶ単元の関係をネットワークにしたものである。このネットワークは、どの単元の知識を元に次の新しい単元を学ぶかを示したもの（ただし、これは説明のためのイメージ例であり、正確な関係を示したものではない）である。例えば、1次不等式の概念を噛み砕いて解説するには1次方程式と文字式の四則演算の概念を用いて解説すればよいということを示している。従って、1次不等式の解説文中に、1次方程式や文字式の四則演算の解説文に出てくる特徴と同じ特徴が出てくると、噛み砕き度が高い解説文であると推定できるのではないかと考えている。

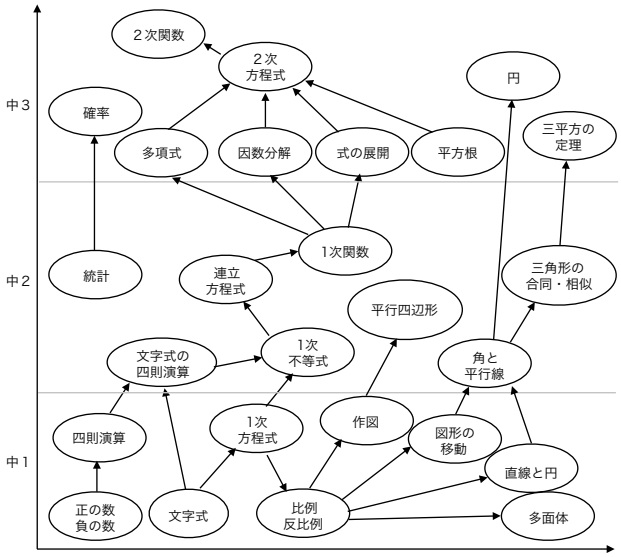


図1　中学数学単元ネットワークのイメージ

3.2. とっつきやすさ

噛み砕き度では難しい概念をその分野の少し易しい概念を用いて説明することを評価しているが、たとえ話や事例を使って解説することで初心者に分かりやすくなることもある。さらに、身近な例で説明されると話に親しみやすくとっつきやすい。そこで、アンダスタンダビリティの指標としてとっつきやすさも用いる。とっつきやすさは、文章中のたとえ話や事例の交わり具合とする。

数学に関する解説文を対象にしたとっつきやすさを推定し数値化するアイデアとして、数学用語との関連の低い語彙に注目する。数学に関する解説文中に数学用語と無関係が語彙が使われている場合、比喩表現を用い身近なものを例とした解説であると判断し、とっつきやすさを推定できるのではないかと考えている。

4. おわりに

本稿では、文章中に含まれる難解な概念が同じで難しさが同等であるはずの複数の学習リソースの読みやすさの差を表すための尺度としてアンダスタンダビリティを定義し、推定手法の検討を行った。今後は提案した手法を用いて推定システムを実装し、評価を行いたい。

謝辞

本研究の一部は、JSPS 科研費 25330364 の助成を受けた。

参考文献

(1) Miyoshi, Y., Suzuki, K., Shiota K. and Okamoto, R.: Evaluation of Difficulty Estimation for Learning Materials Recommendation, Proc. of ICCE2014, pp.71-76, 2014.
(2) 柴崎秀子, 沢井康孝：国語教科書コーパスを応用した日本語リーダビリティ構築のための基礎研究, 電子情報通信学会信学技報, NLC2007-32, pp.19-24 (2007)
(3) 李在鎬：日本語文章難易度判別システム, http://jreadability.net/ （2016年6月現在）(n.d.)

タブレット上での二次関数の可視化

Development of a visualizing software to assist understanding of linear and quadratic function

林田和樹、宮本優、 藤井研一
Kazuki HAYASHIDA, Masaru MIYAMOTO and Ken-ichi FUJII
大阪工業大学情報科学部
Faculty of Information Science and Technology, Osaka Institute of Technology
Email: e1b13078@st.oit.ac.jp

高等学校での教育において２次関数の学習は大きな位置を占めている．またこれ以降の数学学習における基礎としても重要である．２次関数について関数の特徴、方程式の解、グラフなどを学ぶが、必ずしも関係性を意識して学ぶ訳でも無く、統一的に理解することは困難と考えられる．学習者に、このような関係性を意識させることでより良い理解が得られるのではないかという動機に基づき、本研究では、まず２次関数の一般形をタブレット PC 上で可視化し、各定数の変化でどのように形を変えるかを直感的に理解させるためのソフトウェアの開発を行なった．合わせて平方完成との関連も示し、２次関数の統合的理解を与えることを目指した．

Keywords: 2 次関数、可視化、タブレット PC

1. 初めに

代数は数学に限らず、自然科学分野や工学分野の学習において必須と考えられだけではなく、経済学、社会学などの人文分野においても要求されるため、代数学習は避けて通れないものと考えられる．中学校での代数学習の重要な単元の一つが２次方程式である．２次方程式の学習では、２次関数の特徴、２次方程式の解、グラフでの理解などが必要であり、実数から複素数への数の拡張の理解も必要となる．学習者は、これらの様々な項目を理解する必要があるが、個別の理解から２次関数の統一的な理解までにはさらに距離があると考えられる．このような理解の困難さを軽減するためには、まず２次方程式のグラフと式の関係をおおまかに把握することは非常に有益と考えられる．

2. 開発環境

本ソフトウェアの動作環境として iOS を想定している．用いた iOS が搭載されている iPod、iPhone でも使用は可能であるが、操作性を考慮して主な利用環境はタブレット PC である iPad Air および iPad mini を想定し開発を行なった．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．インターフェース (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. ソフトウェア

x の２次関数 $f(x)$ は次のように表される．

$$y = f(x) = ax^2 + bx + c \tag{1}$$

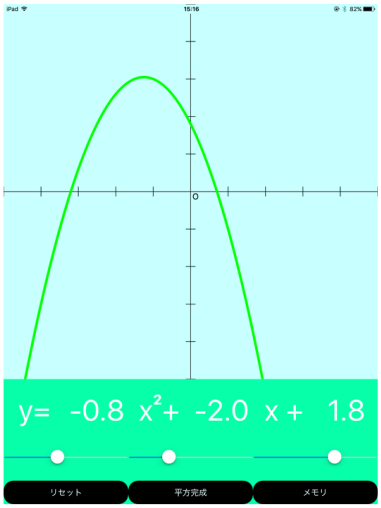


図１　２次関数表示画面．定数は任意に設定可能

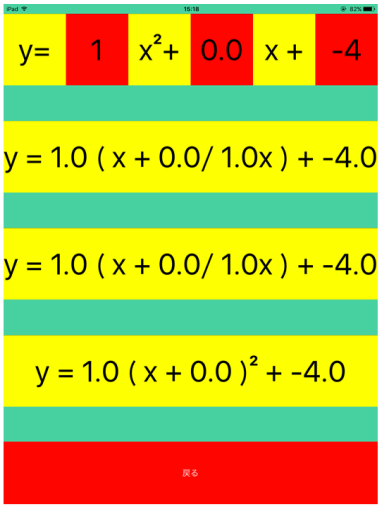


図２　平方完成の表示画面

ここで関数値を y とし xy 座標系で表すことができる．これを示したものが図１の画面になる．ここで (1) 式の３定数 a、b、c は独立に変化させることができ、変化に合わせてリアルタイムに表示される２次関数の曲線が変化する．x の２次の係数 a を正から負に変化させるとグラフは下に凸から上に凸に変化し、a の値の正負でグラフは大きく変化し、$a = 0$ とすることで１次関数の表示も可能となる．また１次の係数 b を変化させることで曲線の対称軸と頂点がどのように変化するかが分かる．y 軸に沿った方向の移動は定数 c により決まることが分かる．以上のように、２次関数の定数変化を即座にグラフ上の変化として見て取れることにより、２次関数の特徴が (1) 式の３定数からどのように決定されるかについて直感的かつ統一的に理解することが出来ると考えられる．また、このような２次関数の特徴は平方完成にも関係している．本ソフトウェアでは、表示されたグラフの元となる２次関数の平方完成は、表示ボタンを押すことで、すぐに図２のように得られる．双方を比較することで，平方完成に２次関数の軸と頂点が密接に関係していることも見て取れる．

３定数は独立に決定出来るが、グラフの表示領域は固定されており、定数として大きな値をとると表示不可能となるため、定数値としては大きさ 10 までの整数値のみに制限されている．このような制限は２次関数の性質を理解する上で障害にはならないものと考えている．この関数の可視化をもちいるならば、２次方程式 $y = f(x) = 0$ が実数解をもつためには曲線が x 軸をよぎる必要があることなど、２次方程式の解についても理解が得られる．２次方程式の解は一般に複素数解となるが、グラフから虚数部を持たない実数解はどのような場合かが直感的に理解出来るものと思われる．したがって、本ソフトウェアを計算値との比較に用いることで、方程式の解についての一般的な理解が得られるものと思われる．

4. まとめと今後の展望

２次関数の一般的な理解が得られれば、平面及び立体図形や微分の学習に発展させることが可能となり、高校数学のより深い理解に繋がることになる．目先の計算に囚われることなく、２次関数全般の理解を促すために可視化は意味を持つものと思われる．

今後は２次関数の知識をもとに微分の概念理解や図形への応用問題の解法理解のために、本ソフトウェアが活用出来るよう機能を拡張する予定である．

特別支援学校における教育実践のための学習記録蓄積と教育機関連携支援

Leaning Record Accumulation and Educational Institutes Cooperation Support for Educational Practices at Special Needs Education Schools

小田まり子[*1]，河野央[*2]，小田　誠雄[*3]，高橋雅仁[*2]，内田知巳[*1]，佐塚秀人[*2]
Mariko ODA[*1], Hiroshi KONO[*2], Seio ODA[*3], Masahito TAKAHASHI[*2], Tomomi UCHIDA [*1], Hideto SAZUKA [*2]
[*1] 羽衣国際大学放送・メディア映像学科
[*1] Faculty of Social Sciences, Hagoromo University of International Studies
[*2] 久留米工業大学情報ネットワーク工学科
[*2] Faculty of Engineering, Kurume Institute of Technology
[*3] 福岡工業大学短期大学部
[*3] Fukuoka Institute of Technology, Junior College
Email: moda@hagoromo.ac.jp

あらまし 我々は平成 23 年度より，特別支援学校に通う知的障碍児のための学習教材ソフトウエアや，各々の児童生徒に合わせた入力機器を開発してきた．また，大学生によるサービスラーニングとして教材ソフトウエアを用いた教育支援を実践してきた．本発表では，この教育実践を通して見えてきた学習記録蓄積の重要性および特別支援学校と大学，外部機間連携の必要性について報告する．
キーワード：知的障碍児，学習記録，特別支援教育，サービスラーニング，教育実践

1.　はじめに

特別支援学校では，特別支援学校学習指導要領 (1) に基づき，一人ひとりの発達や障害の状態に応じた様々な教育がおこなわれている．教員は各々の児童生徒に合わせた授業を実施していくために指導計画を作り，授業を進めるための指導形態を定めていく．障害を持つ個々の児童生徒のニーズに合わせた教育を実践するために，ICT は有効利用できる．

我々は平成 23 年度より，久留米特別支援学校に通う知的障碍児のための学習支援ソフトウエアや各々の児童に合わせた入力機器を開発してきた．また，特別支援学校における実際の授業で，教材ソフトウエアや入力機器を用いた教育実践も定期的に行ってきた．ソフトウエアやハードウエアの開発に関わった学生が，児童の反応をみながら教育指導を行い，場合によってはその場でソフトウエアの改良も行う (2)．この技術的・教育的支援は，ICT を専門に学ぶ学生にとって実践的なソフトウエア開発や教育の経験となることから，我々はこの特別支援学校における活動を大学生によるサービスラーニングと位置づけている (3)．

本稿では，平成 27 年度の特別支援学校におけるサービスラーニングの事例報告とともに，技術的・教育的支援を円滑に推進するために必要である学習記録の蓄積と教育機関連携の試みについて述べる．

2.　平成 27 年度教育実践の事例報告

平成 27 年度もこれまでと同様に，自立活動の時間帯に教育支援を実施した．学習形式は，図 1 のように児童生徒の横に大学生がついて支援する個別学習形式を取った．各々の児童生徒は，児童生徒に適した異なる入力装置でパソコンやタブレットを用い，一つの教室の中で異なる学習教材ソフトウエアによる学習を行う．



図 1 学習風景



図 2 学習者 A（左）と学習者 B(右)

以下，平成 27 年度に開発した教材ソフトウエアの一部を紹介するとともに，特別支援学校における教育実践について事例報告する．

2.1 色，図形，文字，順番の学習教材ソフトウエア

平成 26 年度に引き続き (3)，知的障害のある高校 2 年生の学習者 A を対象に図 3 に示す学習教材ソフトウエアを Processing や PowerPoint を用いて開発した．

平成 27 年 5 月から 28 年 1 月までの期間，久留米特別支援学校を計 14 回訪問し，3 人の大学生が担当し，教育実践を行った．

学習者 A はタブレット端末の操作にも慣れ，形や文字の識別はほぼ完璧にできるようになった．しか

し，色の識別は学習者の集中力によってかなり正答率に差が出る結果となった．特に，形が異なる図形を見比べて同じ色の図形を選択する問題は正解率が低かった. 図 3 下段のなぞり書き教材による学習は，現在も継続している．

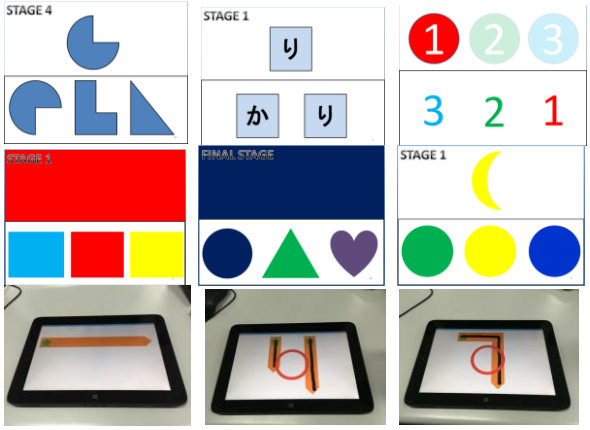


図 3 学習者 A 用：形・文字・順番・色の学習教材

2.2 語彙学習教材ソフトウエア

平成 24 年度から定期的に高校 2 年生の学習者 B を対象に教育実践を行っている [3]．学習者 B は，肢体不自由であり音声言語による表出が困難であるが，文字や絵を理解できており，コミュニケーションボードを用いた意思の疎通が可能である．そこで，今年度から，パソコン版コミュニケーションツールの利用に向けて語彙の学習をしながら，図 4 の教材ソフトウエアを用いて現在の語彙力の測定に取り組み始めた．学習単語は「小中学生のための日本語学習語リスト」[4] に掲載された 1,230 語とし，現在も語彙学習と語彙力の測定を継続している．

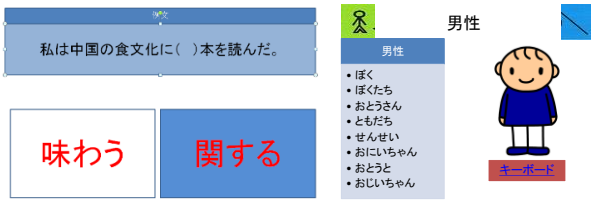


図 4 学習者 B 用：語彙学習教材とコミュニケーションツールの例

3. 学習記録蓄積と教育機関連携支援

本研究における特別支援学校への技術的・教育的支援は，現在，3 大学の教員，支援大学生と，特別支援学校の教員，児童生徒の保護者，言語聴覚士らが連携協力することにより実現している．現在，この教育機関と言語聴覚士，生徒の保護者との連携推進を図る目的で教材ソフトウエアの Web アプリケーション化と教材の蓄積，および学習記録（成績，教育実践報告書，学習記録映像）を蓄積し，学外からも閲覧できる学習記録システムの構築を試みている．

3.1 HTML5 を利用した Web 教材学習記録システム

平成 26 年度から支援学校教員との連携体制が進み，教育実践時だけでなく通常の授業において，我々が開発した教材ソフトウエアを利用してもらえるようになった．そこで，より学習効果を高める目的で一部の学習教材を Web アプリケーション化し，学校だけでなく自宅でも学習できるようにした．特別支援学校や自宅でオフラインでも利用できるように HTML5 の Web ストレージを使用し，実現した．

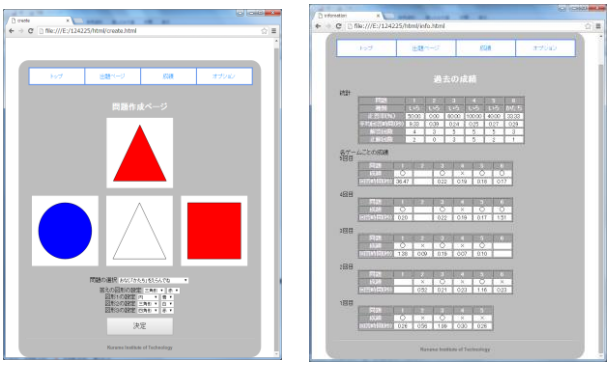


図 5　Web 教材学習記録システム

図 5 右のように，教員や保護者が学習履歴を閲覧することができ，長期的に成績を記録していくこともできる．また，図 5 左のように，教員や保護者が新たな問題を比較的簡単に設定し，出題できる仕組みも用意した．

3.2 学習記録映像の蓄積と活用

児童生徒の教育実践記録映像を残す手段として，全方位パノラマ映像の活用を考えている [5]．教育実践中の児童生徒や教育支援学生の様子，学習教材ソフトの利用状況など様々な場面に焦点を合わせて確認ができるので，記録映像を蓄積すれば，学習ポートフォリオとしての有効活用が期待できる．

4. おわりに

大学と特別支援学校の連携および言語聴覚士，生徒の保護者との連携推進を図るため，Web 教材学習記録システムを運用し、教育実践を継続していく．

謝辞

本研究の一部は，科研費（C）の助成を受けた．

参考文献

(1) 特別支援学校の学習指導要領, (2012 年)
(2) 田口浩太郎，小田まり子，河野央，小田誠雄，新井康平:“知的障害児のための CG アニメーションを用いた教育支援ソフトウエアの開発”，教育システム情報学会誌, 2014 年 1 月 31 巻号, pp48-56（2014 年）
(3) 小田まり子，小田誠雄，河野央，佐塚秀人，高橋雅仁:“サービスラーニングによる地域特別支援学校のための工学的・教育的支援”, JSiSE research report 29(6) pp.115-120 (2015 年)
(4) バトラー後藤裕子：“小中学生のための日本語学習後リスト(試案)”，母語・継承後語・バイリンガル（MHB）教育研究．第 6 号, pp.42-58，(2010 年 3 月)
(5) 内田知巳，小田まり子,:“360 度全方位パノラマ撮影による特別支援学校教育実践現場での記録撮影の可能性”,第 41 回教育システム情報学会全国大会原稿 (2016 年 8 月)

文章音読中のポーズと発声時間に基づく音読の流暢性評価の試み

Consideration of Effectiveness of Poses and Reading Aloud Periods for Oral Reading Fluency Assessment

北川 耕平[*1], 山本翔[*2], 香山 瑞恵[*2], 橋本 昌巳[*2] 金森裕治[*3]
Kohei KITAGAWA[*1], Sho YAMAMOTO[*2], Mizue KAYAMA[*2], Masami HASHIMOTO[*2], Yuuji KANAMORI[*3]
[*1] 信州大学大学院理工学系研究科 [*2] 信州大学工学部
[*1] Graduate School of Science & Technology, Shinshu Univ. [*2] Faculty of Engineering, Shinshu Univ.
[*3] 大阪教育大学
[*3]Osaka Kyoiku Univ.
Email: 15tm505b@shinshu-u.ac.jp

あらまし： 近年，学習障碍児を対象としたICTを用いた学習支援機器が小学校をはじめ多くの教育機関で普及しつつある．本研究では児童の自発的な音読スキル向上を促す支援機器開発を目的に、音読の流暢性自動評価ツールの開発を目指す．本稿では，“発話の流暢性評価に用いられる非流暢性要素は音読の流暢性評価にも有効である”という仮定の下で，小学生から取得した音読音声に対して，音読時間とポーズについて分析する．その結果，これらの観点により集団における特異的な非流暢性を示す児童の抽出が可能であると示唆された．
キーワード：音読の流暢性，自動評価，ポーズ，音読時間，非流暢性要素

1. はじめに

一般に，流暢性の評価は認知機能的側面と聞き手の印象評価的側面からなされる．このうち，聞き手の印象評価的側面からの評価として，発話の流暢性と読みの流暢性が知られている．特に，読みの流暢性は文字を正確に読むこと(文字を音に変換すること)に疲労を感じず，文章を正確に読むこと[(1)]であり，「正確さ」，「一定の割合・速さ」，「適切なプロソディー(韻律)」の 3 つの要素が含まれる[(2)]とされている．ここで「一定の割合・速さ」とは，読みにおける時間的な指標とされる．例えば，連続した単語の読み速度や文章の音読速度により，「一定の割合・速さ」を評価している研究[(3,4)]がある．しかし，これらの研究は単語の読み速度や文章の音読速度などの単一項目による評価である． 本研究では，多面的な評価指標を用いることにより，より聞き手の印象を反映させ，日本語として自然な流暢性評価を目指す．本稿では，発話の流暢性評価で用いられる非流暢性要素が読みの流暢性の「一定の割合・速さ」の評価に適応可能であると仮定し，音読評価を試みる．

2. 評価対象とする非流暢性要素と解析方法

本研究では，読みの流暢性評価で用いられる「音読時間」と，発話の流暢性評価で用いられる非流暢性要素の「ポーズ」を使用する．解析対象は音読課題中の冒頭の句点までの 1 文とし，読みはじめから次の文の発声までを所要時間とする．そして，所要時間を対象文章のモーラ数で割ったものを音読時間とする．また，解析者により音読中 0.2 秒以上の無発声区間が認められた部分をポーズとし，ポーズ回数とポーズ時間長をそれぞれ計測した．その上で，以下の二つの指標を求めた．

・所要時間と各ポーズの時間長を合算したポーズ総合時間から所要時間に対するポーズ割合
・ポーズ総合時間とポーズ回数から 1 ポーズあたりの平均時間

3. 実験方法

検査方法は，森田-愛媛式読み書き検査に準拠した読み取りとした．題材は小学校の各学年に相当するルビ有・ルビ無し文章である．被験者には原則として，両課題に取り組ませた．ただし，検査時間が限られている場合には，指導教員と相談の上でいずれか一方を取り組ませた．被験児童(以下，児童)と実施した課題の対応を表 1 に示す．

検査にあたって，担当教員はより速く正確に読むよう説明し，読めない漢字は飛ばすよう指示した．検査場所は一般教室とし，休み時間や放課後などの空き時間に，指導教員との 1 対 1 の対面形式で行った．音読データは IC レコーダにより録音した．録音したデータには，日常雑音や環境音が含まれている．

表 1　被験児童と実施課題

	4 年生	5 年生	6 年生	計
ルビ有無両方	17 名	6 名	5 名	28 名
ルビ有のみ	4 名	9 名	2 名	15 名
ルビ無しのみ	1 名	0 名	3 名	4 名
計	22 名	15 名	10 名	47 名

4. 結果

4.1 音読時間と 1 ポーズあたりの平均時間との比較

音読時間と 1 ポーズあたりの平均時間から，読みとポーズの対応を比較する．図 1 にその結果を示す．音読時間の分布範囲に対して，1 ポーズあたりの平均時間の分布範囲は 5 倍強であった．全体の約 80%の児童は，音読時間 0.1~0.2[s]，1 ポーズあたりの平

均時間 0.2~0.6[s]の範囲に分布した．一方，1 ポーズあたりの平均時間が極端に短い児童 1 名①と，長い児童 7 名②が確認された．

各児童の音読音声から読みの確認を行った．その結果，①の児童は，ポーズは文末句点の 1 箇所であった．音読時間は平均的であるが，読み誤りや読み飛ばしは確認されず，すらすらと読めていた．しかし，ポーズがないため，少々聞き取りにくい音読音声であった．一方，②の児童は，複数個所でポーズを取り，音読内容を正確にはっきりと聞き取ることができる児童 5 名と，ポーズが多く片言で，音読内容が聞き取りにくい 2 名の児童に分かれた．

4.2 ポーズの回数と割合による比較

ポーズ回数とポーズ割合から，回数と時間によるポーズの対応を比較した．図 2 にその結果を示す．各学年で使用した課題文章の句読点数を標準ポーズ数と定め，4・5 年生課題の句読点数を実線，6 年生課題の句読点数を破線で表示した．全体の約 80%の児童がポーズ回数 6 回以内，ポーズ割合 30%以内の範囲に分布した．一方，ポーズ回数が比較的多い児童 2 名(a)，ポーズ割合・ポーズ回数ともに比較的多い児童 3 名(b)，ポーズ割合・ポーズ回数ともに極端に多い児童 4 名(c)が確認された．

各児童の音読音声から読みの確認を行った．その結果，(a)の児童はポーズ回数が多いが，フレーズごとに長めにポーズを取り，聞き取りやすい音読音声であった．(b)の児童は 1 度だけ大きなポーズを取る者，あるいは長めのポーズを取る者に分かれた．いずれの児童も聞き取りやすい音読音声であった．(c)の児童は読み直しによるポーズが多く確認された．そのため，ポーズ回数が多くなり逐語読みに近い印象を受ける音読音声であった．(b),(c)の児童は，図 1 における②群に含まれていた．

5. 考察

4 章の結果より，各児童に音読時間におけるばらつきはあまりないが，1 ポーズあたりの平均時間によるばらつきが確認された．1 ポーズあたりの平均時間が短い児童は，読みが速く聞き手の印象としては聞き取りづらい．本研究の定める流暢性においては, 適切な箇所で適切な長さのポーズが求められる．

1 ポーズあたりの平均時間が長い児童は，よりはっきりとした音読である者と，片言で聞き取りにくい音読である者に分かれた．前者は，音読時間が短い傾向にあり, 後者は音読時間が長い傾向にあった．これらの児童はポーズ回数において，顕著な差が確認された．後者のポーズ回数は顕著に多かった．

これらのことより，今回評価指標に使用した 4 つの項目全てが高い傾向にある児童の音読は非流暢である可能性が示唆された．

6. おわりに

本稿では，読みの流暢性においてより聞き手の印象を反映させ，日本語として自然な流暢性評価を目指し，音読時間とポーズに着目して児童の音読音声の解析を行った．その結果，音読時間とポーズを複合的に観察することにより，非流暢性を有する児童の抽出の可能性が示唆された．

今後は，より日本語として自然な流暢性の評価を行うため，さらに，ポーズのＨＢ種類や位置に着目し，より詳細な読みの流暢性の評価項目の検討を行う．

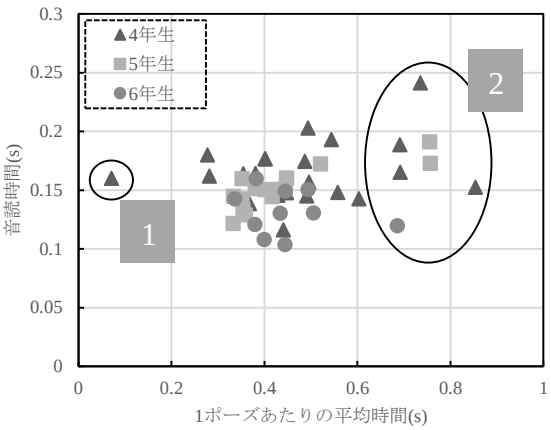


図 1 音読時間とポーズによる比較

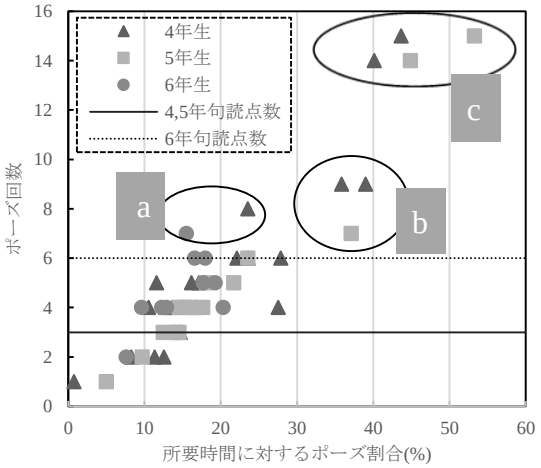


図 2 ポーズの回数と割合による比較

参考文献

(1) 宮本なおみ:“通常の学級における読みの流暢性を高めるための効果的な指導方法について”，和歌山県教育センタ学びの丘研修員研究集録, 7, pp.61-70 (2013).
(2) Torgesen, J.K. & Hudson, R. :“Reading fluency:Critical issues for struggling readers”. In Samuels,S.J.& Farstrup, A. (Eds.) : Reading Fluency: The Forgotten Dimension of Reading Success, International Reading Association, Newark, DE. (2006).
(3) 海津亜希子:“読みの流暢性に関する発達的検討-Multilayer instruction Model-Progress Monitoring (MIN-PM)”, LD 研究, 21(2), pp.238-250 (2012).
(4) 春原則子他:“典型発達児童における音読の流暢性の発達と関与する認知機能についての検討-発達性 dyslexia 評価のための基礎的研究-”，音声言語医学, 52(3), pp.263-270 (2011).

肢体不自由児のコミュニケーション支援に向けた入力デバイスの開発

Development of Input Devices for the Communication Support of Physically Disabled Pupils

小田　誠雄[*1]，小田まり子[*2]，高橋雅仁[*3]，河野央[*3]，内田知巳[*2]，佐塚秀人[*3]
Seio ODA[*1], Mariko ODA[*2], Masahito TAKAHASHI[*3], Hiroshi KONO[*3], Tomomi UCHIDA[*2], Hideto SAZUKA[*3]
[*1] 福岡工業大学短期大学部
[*1] Fukuoka Institute of Technology, Junior College
[*2] 羽衣国際大学放送・メディア映像学科
[*2] Faculty of Social Sciences, Hagoromo University of International Studies
[*3] 久留米工業大学情報ネットワーク工学科
[*3] Faculty of Engineering, Kurume Institute of Technology
Email: oda@fit.ac.jp

あらまし：**特別支援教育においては，障がいを持つ個々の児童生徒にのニーズに合わせた教育を実践する事が求められている**．我々は，平成 23 年度より，久留米市立特別支援学校に通う知的障がい児のために，各々の児童に合わせた入力機器を作成し，それを用いた学習支援ソフトウェアを開発してきた．本稿では，まず，これまでに開発を進めてきた種々の入力機器を示し，それらの問題点を改善するために現在開発を進めている新たな入力機器について紹介する．
キーワード：身体障害，知的障害者，入力デバイス，授業実践，サービスラーニング

1.　はじめに

全国におよそ 250 校ある特別支援学校では，近年個々の児童の障がいに合わせた，より専門性の高い教育が求められるようになっており，学習指導要領においてもコンピュータ等の入力機器の有効活用の推進が規定されている[(1)]．

我々は，平成 23 年度より，久留米市立特別支援学校に通う知的障がい児のために，各々の児童に合わせた入力機器を作成し，それを用いた学習支援ソフトウェアを開発してきた[(2-4)]．本稿ではこれまでに開発を進めてきた，いくつかの入力機器を紹介した後，それらの問題点を解決するために現在開発を進めている新たな入力機器等について述べる．

2.　これまでに作成した機器

2.1 タッチスイッチ

触れるだけでスイッチをオン・オフできるタッチセンサーは，障がい者向けの入力機器の最有力候補といえる．現在ではスマートフォンのタッチ入力などに静電容量方式と呼ばれるタッチセンサーが使われるようになってきている．この方式は，人体が電極に近づくと，電極と人体の間に静電結合が起きる現象を利用したもので，人体と電極が接触しなくとも検出できる特徴がある．現在ではマイクロプロセッサに検出機能を持たせた製品が出荷されており，廉価に入手可能になっている．

今回はマイクロチップテクノロジー製の PIC12F1822 と呼ばれる小型のマイクロプロセッサを利用したタッチスイッチをいくつか作成した．このプロセッサは，小型であるだけでなく安価である．そのため，一般の電子部品と同様に多数使用することも可能であり，電極に直接貼り付けて，スイッチを構成した．ただし，マイクロプロセッサのみでは，扱いにくいのでプロセッサを電極(直径 3 ㎝程の銅板)に張り付け，さらにインターフェイス用のコネクタと動作確認用の LED を付加したタッチスイッチユニットを作成し，このユニットを使って各々の障がい者向け入力機器を作成することとした．ユニットの構成図を図 1．に示す．

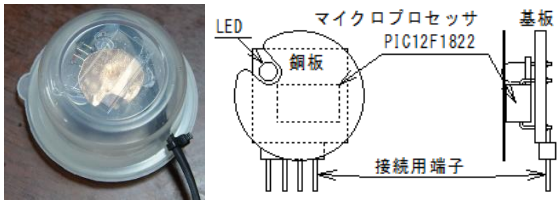


図 1．タッチスイッチ

また図 1 の左の写真は，このユニットは小型のプラスチック製ケースに内蔵したもので，後述のスイッチボックスやパソコン用入力装置に接続して利用できるようにしている．

2.2 パソコン用入力インターフェイス

前述のタッチスイッチなどをパソコンの入力機器として簡単に使えるように，USB を用いたキーボードインターフェイスを作成した(図 2)．コントローラには USB インターフェイスを持つ PIC18F2550 を利用し，外部のスイッチが押されると，それをキーボードの任意のキー入力としてパソコンに伝達する．例えば，[Enter]キーや[Space]キーと言ったアプリケーションでよく利用されるキーをスイッチに割り付けておけば，ソフトを組み変えることなく，入力機器を利用できる．キー割り当てはコントローラのプ

ログラム時に変更できる他，典型的なキー割り当ては予めプログラムしておき，ロータリスイッチで切り替えて利用できるようにしている．

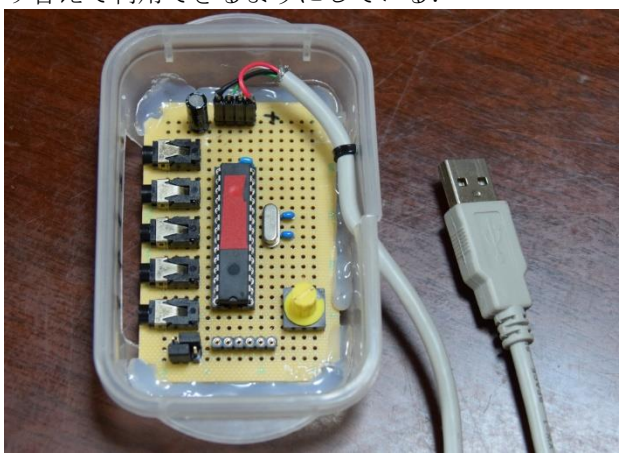


図２　USB キーボードインターフェイス

2.3 その他の機器

他にも以下の機器を作成した．

・汎用のスイッチボックス　タッチスイッチなどで扇風機等の家電機器をコントロールする．内部はスイッチをトグル動作とするためのマイクロプロセッサと交流電源を ON/OFF するリレーが入っている．

・ミュージックボックス　支援校で開催される音楽会に障がい児を参加させるため，タッチスイッチをたたくと楽器(初年度はハンドベル)の音が鳴るようなミュージックボックスを作成した．

・棒スイッチ　腕の左右の動きにより，スイッチをオン・オフさせるもので，中心に銅線を巻きつけた ABS 樹脂製の細いパイプがアルミパイプの中に入っており，腕の接触によって内側のパイプが曲がりアルミパイプと接触してスイッチがオンになる．

・大きなボタンのキーボード　タクトスイッチを大きなアクリル板で押下するような大きなボタンのキーボードを作成した．

3.　新たな入力機器

従来の入力機器は，それぞれ学習支援の現場で利用され効果をあげて来たものの，様々の問題の指摘があり，改良を進める必要があった．以下に現在進めている新たな入力機器について示す．

3.1 タッチスイッチユニットの基板化

タッチスイッチのユニットは小型であるが，ある程度の厚みがあり，スイッチとしては 2～3 ㎝の厚みが必要であった．これを押下するには腕を数センチは上げておく必要があり，重度の肢体不自由児にはうまく押下できないものもいた．

そのため今回はユニットの基板化を図り，部品を全て表面実装用のものにして厚みを約 2 ミリに抑える事としている．これによりスイッチ自体も数ミリの厚みに抑えられ，多くの障がい児にも利用可能となることが期待できる．

3.2 関節の曲りを利用した入力機器

手足の自由がきかない障がい児でも，特定の関節は自由に動かせる場合がある．そのような場合に使用できるよう，手足の関節に装着して関節の動きをとらえる曲りセンサーを開発している（図３）．この曲がりセンサーは圧力によって抵抗値が変わる圧力センサーを平板に取り付けたものであり，関節を曲げるとセンサーが圧迫されて曲がりが計測できる．

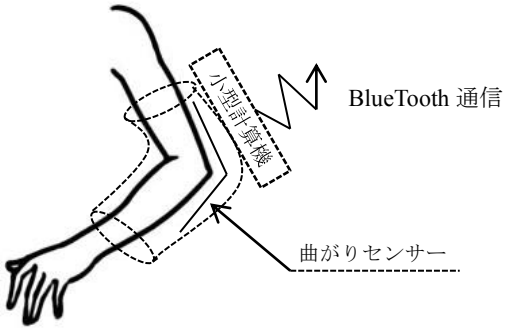


図３　曲がりセンサーと通信機能

3.3 無線によるホストコンピュータとの通信

曲りセンサーで計測された値は，障がい児によって個人差が大きく，ある程度の処理能力を備えたホストコンピュータによって値を処理し，障がい児の動きを判断しなければいけない．そのためにセンサーとホストコンピュータは通信を行う必要があるが，今回は BlueTooth という近距離無線通信に利用される通信規格を使う事とした．この理由は，①PIC などの安価なマイクロプロセッサでも利用できる通信モジュールが入手できる事．②消費電力が少なくボタン型の電池で駆動できるため，取り付けた際の障がい児の自由度が増す，の 2 点である．

4.　まとめ

これまでにいくつかの入力機器を作成し，別途作成した支援ソフトウェアを使って特別支援学校での教育に使用し，効果を検証した．ある程度の効果は検証できたが，入力機器はさらなる改良が必要とされた．今回，改良を施したいくつかの入力機器を試作ないしは設計を行うことができた．今後試作した入力機器を支援教育の現場で使用してもらい，効果を検証して行きたい．

参考文献

(1) 特別支援学校の指導要領，pp.1046-57,2012
(2) 田口浩太郎，小田まり子，河野　央，小田誠雄，新井新平: “知的障害児のための文字・発音ソフトウェアの開発”，教育システム情報学会誌第 31 巻，第 1 号，（2014）
(3) 田口浩太郎，小田まり子，小田誠雄: “知的障害を持つ肢体不自由児のための教育支援ソフトウェアと入力機器の開発”，久留米工業大学研究報告,pp85-93,2013
(4) 小田まり子，小田誠雄，河野　央，佐塚秀人，高橋雅仁:“サービスラーニングによる地域特別支援学校のための工学的・教育的支援”，教育システム情報学会研究報告第 29 巻，第 6 号,pp.115-120（2015）

360 度全方位パノラマ撮影による特別支援学校教育実践現場での記録撮影の可能性

Potential Utility of the 360-degree Panoramic Camera System in Recording Educational Practices at Special Needs Education Schools

内田知巳[*1]，　小田まり子[*1]
Tomomi UCHIDA [*1], Mariko ODA[*1]
[*1] 羽衣国際大学放送・メディア映像学科
[*1] Faculty of Social Sciences, Hagoromo University of International Studies
Email: t_uchida@hagoromo.ac.jp

あらまし：特別支援学校での教育実践において学習状況のモニタリングを行う際，児童生徒，教育支援学生，学習教材ソフトの利用状況など様々な場面に焦点を合わせる必要がある．少ない手順で異なる場面，状況を撮影・記録する方法として，全周囲を同時記録できるシステムを提案し，その有用性を検証する．
キーワード：映像記録，パノラマ撮影，学習支援，特別支援教育，教育実践

1.　はじめに

特別支援学校では，学習者である児童生徒の発達や障害の状態に応じた学習目標を教員が定め，児童生徒ごとに異なる学習内容，学習方法により教育が行われている．我々は障害を持つ児童生徒のニーズに合わせた教材ソフトウェアや入力機器の開発から，特別支援学校での授業支援まで総合的にサポートする技術的・教育的支援を行っている [(1)]．大学生による教育実践においては，技術支援・教育支援を円滑に行うため，学習者ごとに学習内容や理解度などを報告書に記録している．また，教育支援や学習効果の評価を目的として，教育実践の様子をビデオカメラで撮影してきた．この学習風景の記録映像は報告書では伝えられない学習活動の成果を刻銘に記録できる．従って，一人ひとりに応じた教育が求められる特別支援教育において，児童生徒の学習履歴，発達や障害の状態を確認する有効な学習ポートフォリオとなり得る．

しかしながら，特別支援教育に携わる教員が学習記録を残すために学習過程を撮影する作業負担は大きい．記録用映像の典型的な例として，部屋の隅や離れた場所に三脚を立て，部屋全体を長時間にわたり撮影するというパターンがあるが，この場合，広い画角の映像から，必要なごく一部に注目することは解像度に限界があり難しい．

本稿では，上記の諸問題を解決し特別支援学校における児童生徒の教育実践記録映像を残す手段として，全方位パノラマ映像の活用ついて提案し，その可能性，有効性について考察する．

2.　全方位パノラマ撮影システム

Google が 2007 年に開始した世界中の道路沿いの風景をパノラマ写真で提供するインターネットサービス「Google ストリートビュー」が公開されると，複数台のカメラを用いた同時撮影による全方位パノラマ画像が注目を集めた．2015 年 3 月には，Google 参加の Youtube が「360 度全方位動画」配信を開始し，近年，パノラマ撮影に特化した色々な製品が発表されてきている．我々はこの最新手法を教育・研究分野で試験的に活用した．

2.1 パノラマカメラ・システム部

本研究で採用したパノラマカメラ・システムは図 1 の Elmo 社製「Qbic Panorama」である．



図 1　Elmo QbicPanorama

本システムは，組み合わせ台数が 4 台と少なく，データ管理，後述のスティッチ処理の負荷が低い．また，HD 解像度のカメラを 4 台組み合わせることにより 4K 解像度と同等の映像を記録できる，という理由により採用した．

2.2 記録メディア

MicroSD カード 4 枚をカメラごとにセットする．HD 高画質での長時間収録を実現するために，Class10 以上の高速転送が可能で，容量は 32GB 以上のものが望ましい．

2.3 カメラ支持部

カメラを支え，必要な高さに設置する装置として，自立一脚型のマルチポッドを採用した．全方位を撮影するため，3 脚よりも省スペースに設置でき，カメラ下方の視界を妨げない形状が望ましい．

2.4 電源

パノラマ撮影に使用される超小型カメラに搭載されるバッテリーの駆動時間は 1 時間程度である．尚且つ Qbic の場合は内臓バッテリーで, 撮影現場での電池交換は出来ない．そのため，スマートフォン向けのモバイルバッテリーを外部電源として組み込み, 数時間の記録撮影ができるようにした．

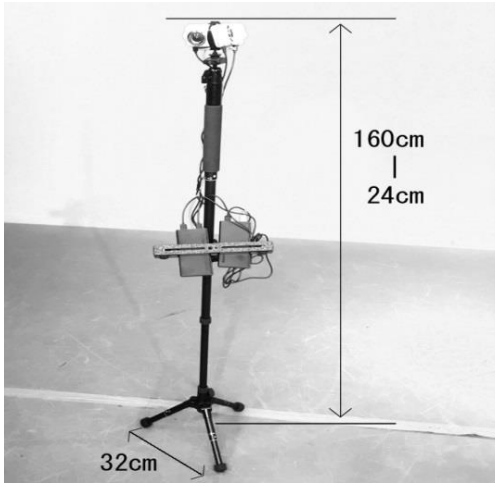


図 2 システム全体図

2.5 ソフトウェア Kolor AutoGiga / AutoPanoVideo

映像は各々のカメラに HD 映像として収録されるため，後処理として PC にてこれらの映像をマージし，パノラマ化するという工程が必要になる．複数からなる画像を仮想の球状や円筒状に一つの画像として統合（スティッチ(stitch)）する（図 3）と，統合後の画像は長方形に投影した形で保存される．



図 3　AutoPanoVideo による編集画面

3. 全方位パノラマ撮影システムを用いた学習記録映像の撮影

3.1 学習記録映像の試験的撮影

特別支援学校での教育実践は，児童生徒の横に指導学生がついて技術的・教育的に支援する個別学習形式を取る．この場合，一つの教室で複数の児童生徒が別の内容を学習する．そこで，お互いに気が散らないように机を離し，各々の児童にあったパソコンやタブレット端末, 入力機器を用いて学習を行う．

そこで，一つの教室の中で，3 人の学習者が離れて学習をする場面設定として，試験的に図 4 の配置でパノラマ撮影を試みた．

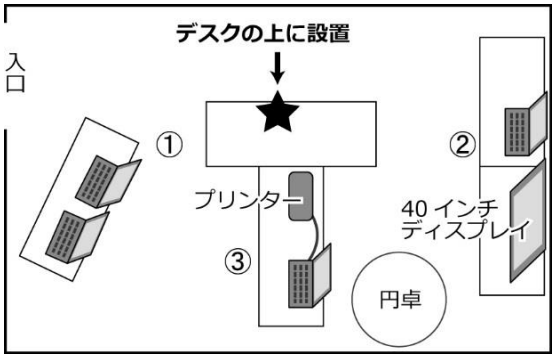


図 4　撮影時の機器の配置

3.2 全方位パノラマ映像の利点

学習記録映像としての一番の利点は，撮影時に全方位を撮影してしまうため，図 5 のように，撮影後に任意の視点で注目する場面を選択して見られることである. カメラの画角に配慮する必要がないので, たとえ，学習者が動いた場合でもカメラの設置位置を変更する必要がなく, 撮影者が不要である. また, 4 台分の映像を 1 つの動画データに統合してしまうので，アーカイブの際のデータ管理も容易である．



図 5　任意の視点による学習記録の表示

4. おわりに

本システムを用いることで，特別支援学校での教育実践中の児童生徒や教育支援学生の様子，学習教材ソフトの利用状況など様々な場面に焦点を合わせてモニタリングができる．今後の教育実践において記録映像を撮影し，児童生徒の学習ポートフォリオとしての活用など，有効性の検証を行う．

参考文献

(1) 小田まり子, 小田誠雄, 河野央, 佐塚秀人, 高橋雅仁: “サービスラーニングによる地域特別支援学校のための工学的・教育的支援”, JSiSE, research report 29(6) pp.115-120 (2015)
(2) みよしカメラ HP：http://yoshimi.ocnk.net/