授業外学習における各学生に適した学習計画作成支援システムの開発

Development of a Support System to Create Learning Plans Suitable for Each Student in Out-of-class Learning

石川 晴香[*1], 高木 正則[*1]
Haruka ISHIKAWA[*1], Masanori TAKAGI[*2]
[*1] 岩手県立大学ソフトウェア情報学部
[*1]Faculty of Software and Information Science, Iwate Prefectural University
Email: g031o008@s.iwate-pu.ac.jp

あらまし：近年，授業時間外に教材等を用いて知識を習得し，教室では予習の確認や発展的な課題に取り組む反転授業が注目を集めている．反転授業では，授業外に行う学習が重要になるため，学生は主体的に自己の学習を管理及び調整する力がより一層求められる．本研究では，主体的な学習の管理及び調整の手段として学習計画の作成に焦点を当て，学生が計画通りに学習に取り組むことができ，学習目標の達成に結びつくことができる学習計画を作成できるようになることを目的とした学習計画作成支援システムを開発した．

キーワード： 反転授業，自己調整学習，学習計画，支援システム

1. はじめに

近年，授業時間外に教科書や e-Learning 教材等を用いて知識を習得し，教室では予習の確認や発展的な課題に取り組む反転授業が注目を集めている．e-Learning 教材等を用いた授業外学習では，時間や場所による制約が少なく，学生個人のペースで学習できるといったメリットがある一方，学習の実施率や継続率の低さが問題となっている．そのため，学生はより主体的に自己の学習状況を管理及び調整する力が求められている(1)．主体的に自己の学習状況を管理及び調整するための手段として，一般的に学習計画の作成が有効的だといわれている．しかし，学習計画を作成したとしても計画通りに学習が行えなければ，学習意欲が下がり学習の継続率に悪影響を及ぼす可能性があることが分かっている(2)．そこで，本研究では，学生が計画通りに学習に取り組むことができ，学習目標の達成に結びつくことができる学習計画を作成できるようになることを目的とし，過去の学習計画や学習記録を利用した学習計画作成支援システムを提案する．本稿では，開発したシステムの概要を述べる．

2. 関連研究

Nelson ら(3)は，試験勉強における学習計画立案の構成要素として，表 1 に示した 5 つの項目を挙げている．また，野上ら(4)は，学生自身が立てた学習計画が計画通りに進まなかった理由として，実行可能性の低い学習計画の立案や，学習に必要な時間の誤予測などを挙げている．さらに，計画通りに学習を進めるためには，必要に応じて学習計画を柔軟に修正することが重要であることを明らかにしている．

表 1 試験勉強における学習計画立案の構成要素

1	学習範囲の確認
2	学習範囲に対する現状の理解度の把握
3	学習目標の設定
4	試験までに利用可能な時間の把握と時間配分
5	配分された時間の学習内容の決定

3. 学習計画に関するアンケート分析

3.1 分析方法

2018 年 1 月 24 日に本学ソフトウェア情報学部 1 年生向けに開講されている専門基礎科目「情報基礎数学 C」（以下，基礎数学 C）の履修者 46 名を対象に学習計画に関するアンケート調査を行った．この授業では，e-Learning 教材を用いて授業の予習をさせ，授業中では予習の内容を踏まえた発展的な問題を解かせている．また，授業の最初と最後には，授業内容に関する確認テストを実施している．さらに，Moodle のプラグインとして開発した振り返りシートに，学生が予習した日時や学習内容などの学習記録と，次回授業に向けた学習計画を記述する時間を設けている．

3.2 分析結果

「これまで作成した学習計画通りに学習ができた」という質問では，肯定的な回答をした学生が全体の 4 割ほどで，過半数の学生は学習計画通りに学習できていないことが分かった．また，「必要に応じて学習計画を修正した」という質問では，約半数の学生が学習計画を修正せずに学習を進めていることが分かった． さらに，「どのようなことを意識して学習計画を立てたか」という質問では，以下の 2 種類の回答が得られた．

- 「計画通りに学習できるように」など，計画の実施を重視する回答．
- 「テストまでに学習範囲を理解できるように」など，学習目標の達成を重視する回答．

最後に,「学習計画を立てる上で参考になりうる情報」について質問したところ,「計画を立てようとしている時間帯は普段どのように過ごしているのか」や「自分にとって無理のない学習計画が知りたい」といった回答が得られた.

3.3 考察

以上の結果から, 学生は学習計画を作成する際に, 自身の学習可能な時間帯や学習時間を適切に把握できておらず, 実行可能性の低い学習計画を立ててしまっていることが推測できる. また, 学習計画を修正する学生が少ない原因として, 作成した学習計画を随時見直したり, 修正する必要のある学習計画を把握し, 適切な修正を行ったりするプロセスが現状の方式にはないことが考えられる. さらに, 学生が学習計画を立てる際の支援策として, 各学生の計画実施率や目標達成度の高い学習計画の提示や, 学習可能な時間帯の提示などが有効的であると考えた.

4. 学習計画作成支援システムの開発

4.1 概要

本システムでは, 各学生が授業毎に学習計画と学習記録を登録し, 過去の学習計画や学習記録をもとに, 学習計画の作成に参考となる情報を提示する. 本システムは PHP と JavaScript を用い, DB には MySQL を利用して開発した.

4.2 学習計画及び学習記録登録機能

学生は学習計画を作成する前に, 学習する授業範囲とその学習範囲に対する現状の理解度, 確認テストの目標点数をそれぞれ入力した後, カレンダー上に学習日時や学習内容を登録していく. なお, 学習可能な空き時間を把握しやすいようにするため, プライベートの予定等, 学習以外の予定も登録できる. 登録した計画は修正が可能になっており, 学習が計画通り進まなかった場合はその都度, 計画を立て直すことができる.

学習を終えたら, 学習日時や学習内容などの学習記録を登録する. カレンダーは, 学習計画と学習記録の両方を同時に表示させることが可能になっている. これにより, どの学習計画が未実行であるかを容易に把握でき, 空き時間への修正を促すことができる. 図 2 にカレンダー表示の画面例を示す.

4.3 学習履歴の参照機能

授業回ごとの計画実施率や目標達成度を算出し, 一覧にして表示する. 授業回を選択すると, 該当期間に登録した学習計画及び学習記録をカレンダー上に表示できる. これにより, 各項目の度合いが高い学習計画や, 過去の自分の生活習慣や学習記録などを参考に, より自分に最適な学習計画が作成できるようになると考えた. さらに, 授業回ごとに学習計画や学習記録の合計時間や, 1 回の学習あたりの平均学習時間, 学習時間帯ごとの合計学習時間などの統計的な情報も表示する（図 3）. これにより, 理解度や目標に応じた必要な学習時間や, 集中力が持続

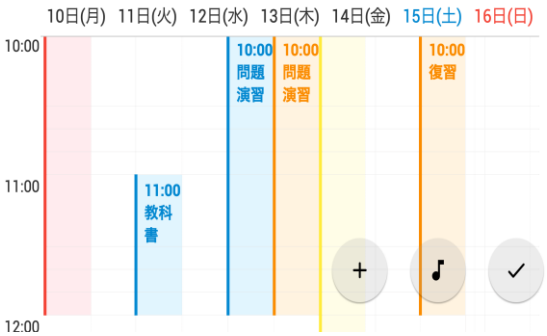


図 2 カレンダー表示の画面例



図 3 統計情報の画面表示例

可能な学習時間, 学習しやすい時間帯などを分析でき, 実行可能性の低い学習計画の作成や学習に必要な時間の誤予測を防ぐことができると考えた.

5. おわりに

本研究では, 授業外学習において, 学生が計画通りに学習に取り組むことができ, 学習目標の達成に結びつくことができる学習計画を作成できるようになることを目的とし, 学習計画の作成時に参考となる情報を提示する学習計画作成支援システムを開発した. 今後は, 実際の教育現場で本システムを利用し, 本システムの有効性を評価する. また, Google カレンダー等の既存のカレンダーアプリとの連携についても検討する.

参考文献

(1) 合田美子, 山田政寛, 加藤浩, 齋藤裕,宮川裕之.自己調整学習サイクルにおける計画とリフレクション:授業外学習時間と英語力との関係から.日本教育工学会論文誌.Vol.38, no. 3,p.269-286 (2014)

(2) 田中理恵子, 向後千春.オンライン大学に入学した社会人学生の学習継続要因—2013 年度から 2015 年度の 3 年間の調査—.日本教育工学会研究報告集,JSET16-2,p.21-28 (2016)

(3) NELSON, T. O and NARENS, Metamemory: A thoeritical framework and some new findings. In G. H. BOWER(Es.), The psychology of learning and motivation(Vol.26): Academic Press, San Diego, CA, pp.125-173 (1990)

(4) 野上俊一, 生田淳一, 丸野俊一 九州大学大学院人間環境学府 テスト勉強の学習計画と実際の学習活動とのズレに対する認識 日本教育工学会論文誌 28, 173-176 (2005)

ハプティクスを用いた映像授業における学習支援効果測定

Evaluation of effect of haptic device during self-study using lecture video

牧 遼平[*1], 白澤 秀剛[*1]
Ryohei MAKI[*1], Hidetaka SIRASAWA[*1]
[*1] 東海大学
[*1] Tokai University
Email: 6beu2106@mail.u-tokai.ac.jp

あらまし: 本研究は，振動で皮膚感覚フィードバックを与えるハプティックデバイスを用いることで動画教材の学習支援効果向上を目指したものである. 被験者にハプティックデバイスと瞬目センサを装着させた状態で動画教材を視聴させた. 動画には注意を喚起したい場面に非可聴域の信号音声を埋め込むことで振動を発生させ，集中力や記憶を補助する．本稿では，ハプティックデバイスを装着することで，学習者の緊張状態が持続することを示した結果について報告する.
キーワード: 動画教材，e ラーニング，ハプティクス，瞬目

1. はじめに

近年，大学においては講義の予習・復習のため講義を録画した動画教材の使用が増えている．また，アクティブラーニングの一環としてこれらの動画教材を反転学習に利用する例もある．丸山らによれば「動画教材を用いた学習では，講義や授業をそのまま録画した動画教材が多く，学習者は受け身で，ただ見続けるだけの学習になりがちであり」(1)との指摘がある．しかしながら，予習・復習のための動画教材を専用に作成することは教員の負担が大きい．そのため，動画教材側を工夫するのではなく，学習者の視聴環境を工夫することによって，この問題を解決する方が現実的であると考えた.

そこで本研究では，動画教材を視聴する際に振動で皮膚感覚フィードバックを与えるハプティックデバイスを用いることで，動画教材の学習支援効果向上を試みた．被験者には，ハプティックデバイスと瞬目センサを装着させ，動画教材を視聴させた．動画内の重要箇所に非可聴域の信号音声を埋め込むことで，ハプティックデバイスに振動を発生させ，集中持続や記憶を補助する．さらに実験後には５件法および自由記述を含むアンケートを実施し被験者からの感想を聞いた．本アンケートならびに生体センサから得られた測定結果について報告する.

2. ハプティクス

ハプティクスとは,「皮膚や筋肉の感覚受容器が相互に結合して発生する感覚という意味合いで使われる.」(2)ものである．ハプティクスは現在ロボットへの応用が積極的に行われており(3)，ハプティクスを用いたコミュニケーションロボットの研究も進められている(4)．しかしながら，今までにハプティクスを動画教材に対して利用した研究は過去になく，本研究ではハプティックデバイスによる学習支援効果を検証する為，実験を実施した．また今回は，皮膚感覚の中でも触圧覚を利用したデバイスを使用した.

3. 瞬目と学習行動

先行研究によれば,「心理的な動揺や怒り，疲労など人物の内部状態が外面に顕れる仕草･部位として，顔の局所的な変形・表情変化，目線の動き，瞬目回数の変化,（中略）特に視線，眼の状態，瞬目など目に関する仕草は, 非常に多くの情報量を有している.」(5)とある．これまでの著者らの研究(6)(7)により，瞬目によって学習者の心的状態や学習行動の一部が測定できることがわかってきた．加えて，学習者がアンケートで回答する自己評価が 1 つの授業に対して 1 点のみとなるのに対し，瞬目センサを用いると時系列の変化を取ることができる為，より詳細な学習者の反応を分析できる．本研究では学習者に不快感を与えることなく瞬目に関するデータを取得できるメガネ型瞬目センサ「J!NSMEME」(8)を使用し，瞬目の変化という観点から動画教材の学習支援効果を測定することを試みた.

4. 測定方法

4.1 実験に使用する動画教材

被験者の予備知識の有無が測定結果に影響を与えることを防ぐ為，被験者が予備知識を持っていない分野であり，かつ予備知識がなくてもある程度の理解が可能な，政治哲学を題材とした．動画教材 1 には「政治哲学入門 1」として功利主義に関する題材を，動画教材 2 には「政治哲学入門 2」として，カント倫理学に関する内容を選んだ．各題材を 6〜7 分程度の講義にまとめ，講師のノンバーバルコミュニケーションの影響を避ける為，直立姿勢で抑揚の無い話し方をした動画として収録した．人の声により，ハプティックデバイスが振動することを防ぐため，人の声にハイパス処理(1495Hz)をした．その上で，注意を喚起したい場面に非可聴域の信号音声(30Hz)を埋め込みハプティックデバイスが振動するようにした．実験用の動画はこの振動のある動画と

振動の無い通常の動画の 2 種類を用意した.

4.2 ハプティックデバイス

ハプティックデバイスとして「Hapbeat」(9)を用いて実験を行った.　「Hapbeat」の外観を図 1 に示す

4.3 測定装置

実験ではジンズ社製の「J！NSMEME」を用いて実験を行なった.「J！NSMEM」の外観を図 2 に搭載センサを表 1 に示す.





図 1 Hapbeat の外観　図 2 J!NSMEME の外観

表 1 J!NSMEME の搭載センサ

搭載センサー	測定内容
3点式眼電位センサ	瞬目
	瞬目速度
	瞬目強度
	視線移動
6軸センサ	xyz軸加速度
	xyz軸角速度

4.4 実験方法

実験は教室または研究室を使用し，被験者に実験の説明を行い同意書の記入をしてもらったのち，「J!NSMEME」ならびに「Hapbeat」を装着した．装着後，被験者にメガネに慣れてもらうために 5 分程度待機してもらった．その後，振動のない動画教材を視聴し，続いて振動のある動画教材を視聴してもらった．最後に 5 件法と自由記述のあるアンケートを記入してもらった．アンケートの質問内容を表 3 に示す.

5.　実験結果および考察

表 2 は，実験で取得したハプティックデバイスが振動しない通常の動画とハプティックデバイスが振動する動画における瞬目強度を示したものである．強度の差については Mann–Whitney の U 検定を行った.

本実験結果により，被験者 8 名に対して 6 名で振動があることにより瞬目強度の平均値が増加した．その内の 4 名で有意水準 5%で有意差ありとの結果になった．先行研究により，心的安定が乱れた際に瞬目強度が増加することが示されおり，振動によって，動画視聴時に緊張状態が維持されていると考えられる. このことから, 単調な動画教材であっても，ハプティックデバイスを利用することによって，緊張状態を維持できると推察できる.

表 2 振動の有無による瞬目強度の変化

被験者	振動なし時平均値	振動あり時平均値	有意差(p<.05)
A01	87.79	90.75	**
A02	72.83	72.36	
A03	65.29	73.82	
A04	53.75	58.73	
A05	87.08	100.17	**
A06	47.08	53.00	**
A07	55.40	68.34	**
A08	72.75	70.85	

6.　おわりに

本実験の結果から，ハプティックデバイスによって，動画教材視聴時の学習者の緊張状態が持続できることが示唆される．動画教材として，特別な編集をしていない大学の講義収録動画においても同様の効果が期待される．今後は，90 分程度の講義収録動画を使用した実験を行い，実用可能性を検証する予定である.

7.　謝辞

本研究は JSPS 科研費 JP15K01036 の助成を受けたものです．また，本研究は，「人を対象とする研究」に関する倫理委員会承認番号 19011「アクティブラーニングの教育効果測定」の承認を受けて実施したものです.

参考文献

(1) 丸山浩平，森本康彦，北澤武，宮寺庸造:"主体的な数学学習のための構成的アプローチに基づく動画教材作成方法の開発と評価"，教育システム情報学会誌，Vol34，No.2，pp107-121(2017)
(2) 岩田洋夫:"ハプテックインターフェース", 計測と制御, 第 38 巻，第 6 号，pp391-396(1999)
(3) 梶本裕之:"ハプティックインターフェースの実世界応用"，日本ロボット学会誌，Vol.28，No.3，pp249-252(2010)
(4) Dairoku Sekiguchi, Masahiko Inami, Susumu Tachi:"RobotPHONE:RUI for Interpersonal Communication", ACM SIGGRAPH 2000 Conference Abstracts and Applications, p.134(2000)
(5) 水戸大輔，福添孝明，伊藤雅人，渡邊睦:"人物内部状態推定のための瞬目度自動認識の研究"，情報処理学会研究報告コンピュータビジョンとイメージメディア (CVIM)，2005，112，pp83-90(2005)
(6) 白澤秀剛，及川義道:”瞬目センサによる学習行動測定可能性検証”, 教育システム情報学会第 42 回論文集, pp17-18(2017)
(7) 白澤秀剛:”瞬目センサによるアクティブラーニングの教育効果測定の試み”，教育システム情報学会第 43 回論文集，pp403-404(2018)
(8) J!NSEMEME:https://jins-meme.com/ja/(参照 2019.06.15)
(9) Hapbeat:http://hapbeat.com/(参照 2019.06.15)

プログラミングスキルとワーキングメモリの関係分析

Analysis of Correlation between Working Memory and Programming Skills

渥美　俊[*1]，白澤　秀剛[*2]
Shun ATSUMI[*1], Hidetaka SHIRASAWA[*2]
[*1] 東海大学政治経済学部政治学科
[*1] School of Political of Science and Economics, Tokai University
[*2] 東海大学情報教育センター
[*2] ICT Education Center, Tokai University
Email: 6bpp2226@mail.u-tokai.ac.jp

あらまし：総務省の調査研究の中に，IF－THEN 型の論理構成は 9 歳 10 歳では理解できないとの記述がある．我々はこの原因の一つにワーキングメモリ容量の不足があるのではないかと考えた．そこで，言語に依存せずプログラミングスキルを測定するボードゲームを開発し，ワーキングメモリ測定と合わせて被験者に体験してもらった．ワーキングメモリ容量とプログラミングスキル自己評価及びボードゲームによるプログラミングスキル測定結果との関係について報告する．
キーワード：プログラミングスキル，ワーキングメモリ，ゲーミフィケーション

1. はじめに

2020 年の新学習指導要領によってプログラミング教育が小学校で必修化される.これは幼いころからプログラムに触れることで論理的な思考力を育み,IT に強い人材を育成することが狙いとされている(1).

しかし総務省の調査研究報告書(2)によると，「IF－THEN 型の論理構成は 9 歳 10 歳では理解できない.」，「論理的思考は，11 歳以降でなければ理解するのは難しい.」，「11，12 歳以上から抽象的一般的な形で論理形式的に考えることができるようになる形式的操作期(operational stage)としている(Jean Piaget,2015).」，「フローチャートの学習は小学校 5 年生以上になってからでないと難しい.よほど優秀な場合は小学校 4 年生でもできる場合もあるが，主お学校 3 年生以下にはまず不可能である」，などの記述がある.湯澤ら(3)によれば,「数学的問題解決のプロセスでは（中略）ワーキングメモリが重要な役割を果たしている.」と述べられていることに加え，苧阪(4)によれば「リーディングスパンテスト（著者注：ワーキングメモリ測定方法の 1 つ）の得点は 7 歳の平均値が 2.0 であり，10 歳になると 2.82 まで増加し，年齢段階が上がるとともに得点が上昇することがわかった」とある.これらのことから，総務省の結果と発達によるワーキングメモリ容量増加が発達の同時期に起きているため，我々は関連があるとの仮説を立てた.

ワーキングメモリ（working memory）とは，作業記憶，あるいは作動記憶と呼ばれ，短い時間に心の中で情報を保持し,同時に処理する能力のことである.この能力は，文章理解，計算などの問題解決，予定の設計など，高度な心的活動を行ううえで中心的な役割を担うとされる(5).また,ワーキングメモリの容量は有限で，個人差や年齢による変動があるとされており，容量によって心的活動のパフォーマンスは変わると考えられている(6).

本研究ではワーキングメモリ容量とプログラミングスキル自己評価及びボードゲームによるプログラミングスキル測定結果との関係について調査を行った.その結果について報告する.

2. 実験方法

2.1 プログラミングスキル自己評価アンケート

事前と事後に被験者にプログラミングスキルの自己評価アンケートを実施した.このアンケートでは，プログラミングにおける「ループ」「分岐」「変数」「サブルーチン」の自己評価を「まったく理解していない」から「すごく理解している」の 5 段階での自己評価を回答してもらった.

2.2 ワーキングメモリの測定

本実験では，苧阪(2002)の日本語版リーディングスパンテスト(RST)を用いて測定した.テストは，提示される文章を声に出して読み，文中の赤い下線の語句を記憶し，口答で再生するというものである.文章は一文ずつ呈示し，2 文条件(二つの文を読み，二つの語句を組憶する条件)から 5 文条件まで，各 5 試行(全 70 試行)実施した.また，練習試行は 2 文条件を 2 試行ずつ実施した.

スコアの算出方法は，デーンマンとカーペンター(1980)の評定方法に準拠した.各文条件 5 試行のうち 3 試行正解の場合はそのセットをパスしたものとし，本研究ではより細かな評定を行うため正解数ごとに 0.3 点ずつ与えるという方式で採点を行った.

2.3 プログラミングスキルの測定

本実験ではプログラミングスキルを測定するため，「順次」「分岐」「変数」「関数呼出」の 4 つのプログラミングにおける要素を使用して解くパズルゲームを作成し,これを用いて評定を行った.これは既存のプログラミング知育玩具である Thinkfun 社の

「CODE ON THE BRINK（順次・関数）」「CODE MASTER（順次・分岐・繰り返し）」「ROBOT Turtles（順次・関数）」を参考にしたが,これら知育玩具では4要素が含まれないため,新規に開発した.図1にゲーム中の様子を示す.

このパズルゲームは5つレベルがありレベルごとに4問ずつ用意されており，問題の正解数で評定を行った.

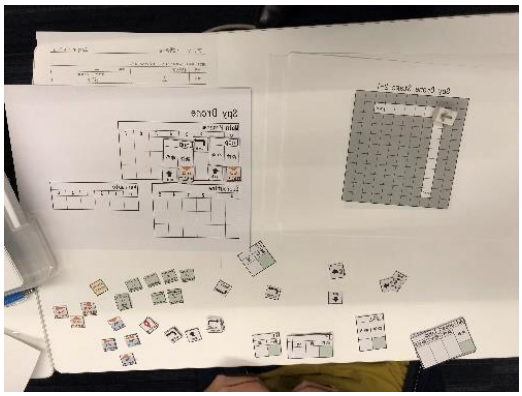


図1　ボードゲーム実施中の例

3.　実験結果

ワーキングメモリ容量とプログラミングスキル自己評価アンケートの結果及びボードゲームの結果との関連を分析した結果を以下に述べる.

3.1 プログラミングスキル自己評価との関連

「ループ」「分岐」「変数」「サブルーチン」の4項目いずれにおいても,ワーキングメモリ容量との相関は見られなかった.一例としてループ理解とワーキングメモリの結果を示したグラフを図2に示す.

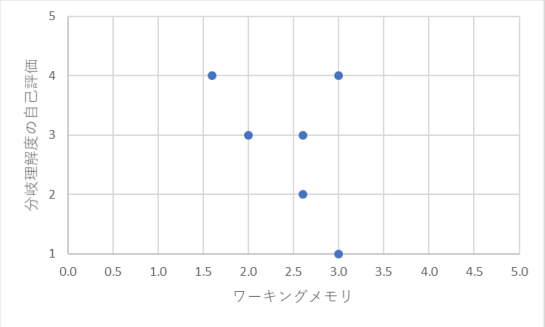


図2　ワーキングメモリ容量と自己評価結果

3.2 ボードゲーム結果との関連

ボードゲームの得点とワーキングメモリ容量の関係を示したものが図 3 である.ワーキングメモリが2.0以下の2名の被験者においては,思考中にゲームの駒の向きを把握できていない様子が見られ,解答においても向きが把握できていないと思われる解答になっていた.この観察結果及び図 3 の結果は,ワーキングメモリとプログラミングスキルとの間に関連があることをうかがわせる結果になっている.

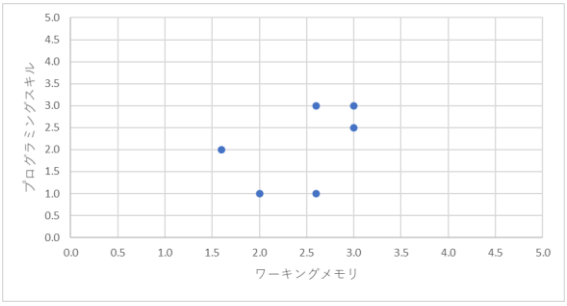


図3　ワーキングメモリとプログラミングスキル

4.　考察

本研究では,ワーキングメモリ容量とプログラミングスキル自己評価及びボードゲームによるプログラミングスキル測定結果との関係について調査を行った.その結果自己評価とワーキングメモリ容量に相関は見られなかった.一方で,ワーキングメモリ容量とプログラミングスキルの間には関連があることを示唆する結果となった.

プログラミングスキルの自己評価は，プログラミングの経験の有無や,友人のプログラミングスキルとの相対評価によっても変化すると考えられるため,ワーキングメモリ容量とは単純な相関にはならないと予想される.ボードゲームによって測定したプログラミングスキルは,ワーキングメモリ容量が多い人のほうが高い結果を出しているという傾向が見られた.また,ワーキングメモリ容量が多い被験者の中にもプログラミングスキルが低い値で出ている者がいたが,ワーキングメモリ容量が低くプログラミングスキルが高い被験者はいなかった.このことからワーキングメモリ容量は制御文を組み合わせたアルゴリズム構築の必要条件になっているが,訓練をしていなければワーキングメモリ容量が高くてもアルゴリズム構築が不可能であることが推測される.

今後の研究では,被験者を増やしてワーキングメモリとの相関を分析する.加えて,制御文の理解が困難な被験者にワーキングメモリトレーニングを行って効果を検証する予定である.

なお,本研究は「人を対象とする研究」に関する倫理委員会承認番号 19011 で承認されたものである.

参考文献

(1) 文部科学省:“小学校学習指導要領（平成 29 年告示）”,,（2017）
(2) 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”, pp.41 （2015）
(3) 湯澤正通,湯澤美紀編:“ワーキングメモリと教育”, 北大路書房, 京都 （2014）
(4) 苧阪満里子編:“脳のメモ帳ワーキングメモリ”,新曜社 (2002)
(5) Baddeley, A. D. and Hitch,G,J :“Working memory”, The Psychology of Learning and Motivation, New York （1975）
(6) Cowan,N:”The magical number 4 inshort-term memory” (2001)

ユニバーサルデザインに対応した，視覚障害者の e-Learning システム

E-Learning System for the Visually Impaired with Universal Design

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，全盲や弱視などの視覚障害を有する学生だけでなく，全聾や難聴などの聴覚障害を有する学生や，健常者を同一の教材で学習を行うための教育支援や学習環境の整備，それを利用した e-Learning システムに関するものである．従来，全盲は点字，弱視は拡大文字と言った別々の学習メディアが用意され，全盲と弱視を同時に教育するには，各々に対応した教材を用意する必要があり，また，弱視の見え方は様々で，個々の障害に対応するため，様々な補償機器を組合せる必要があった．さらに，視覚障害者だけでなく，聴覚障害者や一般の健常者も含めて，様々な情報機器などを活用し，１つの教材で対応するという，ユニバーサルデザインを目指したものである．試作されたシステムは，視覚障害者だけでなく，聴覚障害者や晴眼者も同時に授業展開を行うことが可能であることが示唆された．
キーワード：学習支援，聴覚障害，視覚障害，ユニバーサルデザイン

1. はじめに

最近，ユニバーサルデザインという言葉を耳にするが，多くの分野で「誰もが使いやすい環境を整える」と言う意味で,「ユニバーサルデザイン」と言う用語が使われている．

教育の分野でも,「授業のユニバーサルデザイン」と言う考えが広まって来ている．特に特別支援教育のように,「障害のある子にとって参加しやすい学校,わかりやすい授業は，他のすべての子にとっても,参加しやすい学校であり,わかりやすい授業である.」と言う考えである．

本研究では，視覚障害者を対象とした e-Learning システムを聴覚障害者や健常者にも対応できるよう,よりわかりやすい教育を目指して構築するための方法や教材を作成し，システム構築を検討するものである．

2. 視覚障害者に対するデザイン

視覚障害者に対応する教育システムでは，従来,

1) 点字を利用する全盲
2) 点字を利用できない全盲
3) 画面拡大が必要な弱視
4) 視野狭窄など縦横の視野に対応した弱視

のそれぞれの全盲と弱視に対応する必要があった．

このため，視覚障害に分類されても，利用できる教材が異なるため，その個人ごとの視覚障害に対応した教材が必要であった．

一般に，視覚障害者に対して，点字・拡大文字・音声の 3 つの教材が利用される．つまり，視覚障害者を対象とした教育システムはこの 3 つの教材を用意する必要があった．これらを用意することは，教員の側からすればかなりの負担である．

3. 聴覚障害者に対するデザイン

一方で，聴覚障害に対応する教育システムでは，画面提示によって情報が伝わるので，障害補償は不要とはならず，様々な障害補償が必要となる．例えば, PowerPoint などでスライドを提示している場合,スライドのどこを今しゃべっているのかが，示されないと,提示されている部分が判別できない. また,PowerPoint のスライドに提示されている内容について，付随して，解説などを行う場合には，その解説についても，その都度表示しないと，何を話しているかが理解できない．

一般に聴覚障害者は，手話通訳によって，話者の内容を理解しているため，話者が今何を話しているかという情報は，きわめて重要である．しかもその情報は,リアルタイムで提示されなければならない．

したがって，手話通訳がない状態では，全ての話す情報は，全て画面に提示されなければならず，しかも現在，話している内容がリアルタイムに提示されなければならないため，聴覚障害者を対象とした場面では,話す内容を精査し,Laser Pointer などで現在の状況を示す必要がある．さらに問題は，相手の理解度を把握することがきわめて困難であることである．つまり，授業などにおいて，質問を投げかける場面があるが，中度以上の聴覚障害者は，発語が困難であるため，学生が自身で文字を提示する必要がある．本来，手話を理解することができれば，スムーズな会話が成立するが，通常は困難である．

4. 視覚障害と聴覚障害の両方に対応

では，視覚障害者と聴覚障害者が同時に授業を受けることは可能であろうか．

視覚障害者と聴覚障害者を比較すると，視覚障害者の方が，点字・拡大・音声と言うように，対応すべき事項が様々であるため，視覚障害者用のシステムをベースに，聴覚障害者にも対応できるよう考慮する事とした．

4.1 基本システム

基本システムは，視覚障害者向けに開発した，家庭用学習支援システムとした．PowerPoint をベースとして利用し，画面表示は，Touch Display を利用し，指で文字の大きさの拡大縮小が可能として，視野狭窄などにも対応させた．

また全盲対応として，画面読み Screen Reader を装備し画面情報を合成音声で読み上げる．さらに，画面情報を読み上げるのと同時に，点字ディスプレイで点字をリアルタイムで出力する．

これで，大多数の視覚障害者に対応可能となる．

4.2 聴覚障害への対応

聴覚障害者に対する PowerPoint の教材提示では，画面全体を提示して，Laser Pointer などで指し示しながら提示するのが一般的である．しかし，この手法では視覚障害者が対応できないため，視覚障害者ベースに合わせて情報を提示して，現在の場所を色マーカ等で提示することにより，PowerPoint のどの場所を対象に話をしているかをわかるようにした．

さらに，それぞれの解説については，ノート部分に書き込み，いつでも参照できるようにして，情報量不足を補うこととした．

4.3 問題やドリル

e-Learning システムでは，学習した内容について，その理解度を把握するために，ドリルや問題をその単元の最後に提示するのが一般的である．これを PowerPoint ベースで実現するためには，様々な制約があるので，Adobe 社の Presenter を利用する事とした．Adobe Presenter は，PowerPoint のアドインソフトとして導入され，PowerPoint のプレゼンテーション能力を拡張する．Video や音声などマルチメディアに対応するが，ここでは，問題作成機能を利用する．問題やドリルについては，聴覚障害者に対する対応よりも，マウスの利用できない視覚障害者に対する対応が最も厳しいものとなる．キーボードだけで操作できるよう配慮する必要がある．

5.　実際の利用

作成できた PowerPoint のファイルは，一般のコンピュータシステムでは，健常者と聴覚障害者向けに利用可能となる．聴覚障害者向けに設定された，文字のハイライトマーカ機能などは，健常者向けのシステムでも通常通り利用可能である．しかし，視覚障害者向けの様々な障害補償は，専用の機器が必要となる．従来から開発してきた様々な視覚障害者向けの学習支援システムを利用することで，視覚障害者に対する対応が可能となる．視覚障害者向けのシステムとして数年来，開発してきたシステム [1)-5)]を図 1 に示す．Touch Panel 型のディスプレイで，指で文字の大きさを自由に設定でき，画面情報は，合成音声で読み上げるとともに，点字ディスプレイで点字を表示する．このシステムで利用するときは，視覚障害・聴覚障害・健常者のすべての学生に対応が可能となる．このシステムを利用しない場合には，視覚障害者以外の聴覚障害者と健常者に対応する．

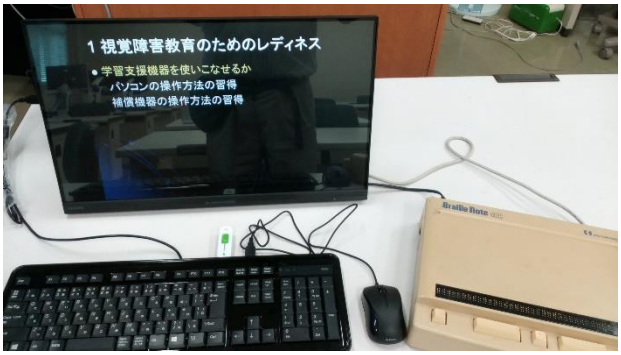


図 1 視覚障害者用学習支援システム

実際に，本学大学院のアクセシビリティ専攻の授業において，試行を行った．全盲に対しては，点字ディスプレイと合成音声で出力し，全聾に対しては，画面情報と，文字フラッシュで対応した．一般の健常学生に対しては，通常の画面出力で対応した．そして，この三者に対して，このシステムを利用して授業を行い，その有効性を確認することが出来た．

6.　おわりに

全盲や弱視と言った視覚障害者や全聾や難聴と言った聴覚障害者，そして一般の健常者を対象として同時に授業を行うような学習支援システムを開発し，実際の授業に活用して，その有用性を確認した．

視覚障害者用のシステムを利用しない場合にも聴覚障害者には対応可能となるため，今回の教材作成方法を参照すると，ユニバーサルデザインの教材として活用できることが示唆された．

参考文献

(1) 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,I1-17,p33-34(2014)
(2) 村上佳久:"視覚障害者のための e-Learning システムの試作", 教育システム情報学会 講演論文集,I2-2,p213-214(2015)
(3) 村上佳久:"視覚障害者の電子化ノート", 教育システム情報学会　講演論文集,I1-12,p23-24(2016)
(4) 村上佳久:"電子黒板や電子教科書等の技術を応用した視覚障害者の家庭学習システムの開発",教育システム情報学会 講演論文集,I1-02,p61-62(2017)
(5) 村上佳久:"全盲と弱視を同一の教材で対応し，盲ろうにも対応する学習支援システム",教育システム情報学会 講演論文集,P1-25, p49-50(2018)

生物のフィールドワーク型発見学習のための仮説の生成支援システム

Generalization Support System for Biological Hypothesis in Discovery Learning Based on Fieldwork Activity

和田 拓也[*1]，太田垣十也[*2]，小尻 智子[*3]
Takuya WADA[*1], Toya OTAGAKI[*2], Tomoko KOJIRI[*3]
[*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
[*2] 東洋大学京北中学高等学校
[*2] Keihoku Junior and High School, Toyo's Affiliated School
[*3] 関西大学システム理工学部
[*3]Faculty of Engineering Science, Kansai University
Email: wada@ksm.kis.osakafu-u.ac.jp

あらまし：発見学習は観察，仮説の生成，検証を通じて，学習者が自身の観察結果に対して妥当な仮説を導出する学習方法である。しかし，仮説を生成するのみで検証を行わず，妥当な仮説を導出することができない学習者が存在する。本研究では，生物の種の特徴を発見するための発見学習を対象に，仮説の検証を促すシステムを構築し，その有効性を検証した。
キーワード：アクティブ・ラーニング，発見学習，生物，学習支援システム

1. はじめに

初等中等教育の自然科学の分野では，能動的な学習の一形態として，発見学習の試みがなされている。発見学習は，問題に対し，学習者が観察を通して解答を得ようとする学習活動である。解答を導出するためには，仮説の生成と検証を繰り返して観察した事実の中から矛盾のない「妥当な仮説」を導出する必要がある。しかし，仮説を立てるだけで十分な検証をせず，妥当な仮説に至らない学習者も存在する。観察から仮説の導出までの過程は暗黙的に行われることが多く，妥当な仮説の導出の支援はこれまであまりなされてこなかった。

発見学習の支援として，仮想学習環境の中での試行錯誤を支援する試みはある[1]。しかし，この手法は観察対象や対象に対する操作を制限した閉鎖的な空間を対象としており，現実世界での自由な発見学習には適さない。現実世界の発見学習の支援としては，あらかじめ定義したシナリオに基づいて学習者に観察すべき内容に結び付く質問を与えることで観察を促すものはある[2]。しかし，この手法では発見学習で導出すべき知識があらかじめ定義されている必要があり，問題に対して多様な解の発見を促すような発見学習には適さない。

本研究では，これまで暗黙的に行われてきた仮説の検証を陽に行わせることができれば，学習者自身で妥当な仮説の導出が可能となると考えた。そこで，生物における動物の特徴の発見を対象に，仮説に対して検証すべき内容を定義し，その活動を陽に行えるシステムを提案する。

2. 生物の発見学習支援の枠組み

2.1 対象とする仮説

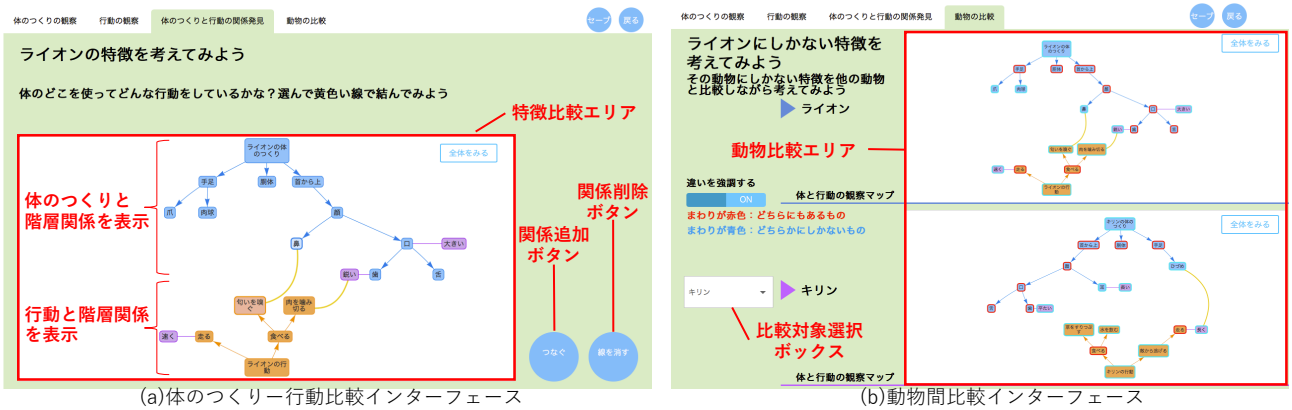
本研究では，「キリンの長い首」や「アライグマの洗う仕草」など，動物固有の体のつくりや行動（以下，動物の特徴）を仮説として発見する学習を対象とする。個々の動物に固有の特徴は，他の動物は保持していない。また，動物の体のつくりは，生存に有利な行動を可能とするように進化をしたものが多いことから，固有の体のつくりには固有の行動がペアで存在する。これらの条件を満たす妥当な仮説を立てるためには，導出した仮説に対して，他の動物にはないこと（条件 1），ペアとなる体のつくり／行動があること（条件 2）を検証する必要がある。

2.2 仮説の生成支援システム

本研究では，学習者に自身が生成した仮説が条件 1，2 を満たしているかを検証する活動を明示的に行わせるシステムを構築する。仮説の妥当性は，学習者が観察した内容に依存するため，明示的に検証させるには，観察内容が外化されている必要がある。その上で，外化したものが条件 1，2 を満たすよう確認できればよい。そこで，本研究では観察結果を外化するためのインターフェースと，外化された内容に基づいて検証を明示的に行わせるインターフェースからなるシステムを構築する。

条件 1 を検証するためには他の動物の特徴と比較する必要がある。そこで，対象とする動物と他の動物の観察結果を並べて観察でき，観察結果の共通点／相違点を確認できるインターフェースを構築する。また，システムにより，共通点／相違点を指摘する機能も構築する。条件 2 を検証するためには，自身の観察した体のつくりと行動の間の相関を考えることができればよい。そこで，体のつくりと行動を比較し，相関があるもの同士でペアを作成することのできるインターフェースを用意する。

3. プロトタイプシステム



(a)体のつくり－行動比較インターフェース　(b)動物間比較インターフェース

図 1　システムのインターフェース

プロトタイプ・システムを構築した。本システムでは，観察インターフェース，体のつくり－行動比較インターフェース，動物間比較インターフェースで構成される。

観察インターフェースは，観察して気づいた体のつくりや行動を記録する画面である。体のつくりや行動には包含関係が存在するものがある。このインターフェースでは，観察した体のつくりや行動を，それらの包含関係とともに記録できる。また，体の形状や行動の様子についても，体のつくりや行動を修飾する語として付与できるようにした。

図 1 (a)に条件 2 を検証するために用いる，体のつくり－行動比較インターフェースを示す。体のつくりは特徴比較エリアの上半分に示す青色のノードで表現される。リンクは包含関係を表しており，画面の上が親で下が子の木構造で表現されている。一方，行動は特徴比較エリアの下半分に示すオレンジ色のノードで表現される。リンクは包含関係を表しており，下が親で上が子の木構造として描かれている。体のつくりや行動を修飾する語は紫色のノードで表現し，修飾されるノードとリンクで接続されている。これら全てのノードのうち，対応関係にある 2 つのノードを選択して関係追加ボタンを押すとノード間に対応関係を表す黄色のリンクが付与される。

図 1 (b)に条件 1 を検証するための動物間比較インターフェースを示す。動物比較エリアの上段と下段に 2 体の動物の体のつくりと行動，修飾語およびそれらの関係を表示することができる。比較対象選択ボックスで，比較する動物の選択が可能である。選択された 2 体の動物のノードは，共通点は赤色で，相違点は青色で縁取られる。これらの色の相違から，仮説としたノードの妥当性を検証できる。

4.　評価実験

提案システムが検証を促進できるかを評価するため，大学生の実験協力者 13 名を対象に実験を行なった。本実験ではライオンの固有の特徴の発見を課題とする発見学習を実施した。動物園等で観察する代わりに，ライオンに加え比較用の観察対象も含めた 10 匹の動物の動画（各 1～2 時間程度）を用意し，これらを見ることで各動物を観察してもらった。協力者にはまず観察インターフェースを使用しながら動物を自由に観察してもらい，仮説を導出してもらった。その後，①体のつくり－行動比較インターフェースを使用して自身の仮説を検証して仮説を導出してもらった。最後に②動物間比較インターフェースを使用して自身の仮説を検証して仮説を導出してもらった。①と②では，動物は観察して良いとした。

協力者が仮説を検証した場合，自身の仮説に対して，「正しい／疑わしい／誤っている」のいずれかを判断することとなる。「正しい」と判断した場合は特に仮説に変化はないが，「疑わしい／誤っている」と判断した場合は，自身の仮説の棄却や，仮説の妥当性を確認することを理由とした観察が起こる。①，②において，協力者が自身の仮説を棄却する，もしくは仮説を検証する理由で観察する活動が見られた場合，検証を行ったとみなす。

1 回以上検証した人数は①，②ともに 4 人であり，あまり多くはなかった。また，棄却された仮説も合計 3 つと少なかったが，これらの棄却された仮説は全て条件 1 または条件 2 を満たしておらず，固有の特徴でないものであった。このことは，提案システムが誤った仮説を正しく棄却することに一定の効果がある可能性を示唆している。一方，①で 6 人，②では 8 人の協力者が新たな仮説を生成していた。このことは，これらのインターフェースが新たな仮説が生成に作用した可能性を示唆している。インターフェースによる仮説の生成促進の効果については今後検証していきたい。

5.　おわりに

本研究では，発見学習の仮説の妥当性の検証を促すための支援システムを構築した。評価実験の結果，本システムの一部の機能が仮説の検証促進に有効であることが示唆された。

参考文献

(1) 高橋勇ら：”科学実験を題材としたマイクロワールド型今日しくシステムにおけるプランニングとプラン認識を利用したアドバイス生成”，人工知能学会論文誌, Vol. 16, No. 1, pp. 63-73 (2001)

(2) 大杉隆文ら：“動物園における自発的な観察の促進を目的とした園内回遊行動のデザイン”，情報処理学会論文誌, Vol. 58, No. 11, pp. 1765-1775 (2017)

感情曲線による読者モデルとシーン展開支援による小説プロット作成支援システムとその評価
Emotion-based Novel-plot Creation Support System and Its Evaluation

芦田 淳[*1], 徳丸 正孝[*2], 小尻 智子[*2]
Atsushi ASHIDA[*1], Masataka TOKUMARU[*2], 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: k088944@kansai-u.ac.jp

あらまし：小説執筆では想定した読者に楽しんでもらえるような小説を書くことは重要である。しかし、読者の捉え方がわからなかったり、捉えた読者像に対する小説展開の導出が困難な執筆者が存在する。本研究では、小説を読む際の感情変化が読者の感じる楽しさに影響すると仮定する。そのうえで、小説の展開に応じて読者が感じる幸福度を表現する感情曲線を導入し、どのような感情曲線を好むかという観点で読者モデルを表現する。また、読者モデルをもとにシーンごとの登場人物の感情を設定する手法を提案し、支援システムとして構築した。本稿ではシステムの概要と評価実験の結果を示す。
キーワード：読者モデル，感情設定，小説執筆，感情曲線

1. はじめに

小説執筆において、想定した読者に楽しんで読んでもらえるような小説を書くことは重要である。しかし、読者像の捉え方がわからない、捉えた読者像に対して適切な小説の展開を設定できないといった理由で、読者を想定した小説を書くことができない執筆者がいる。文章作成支援の分野では、係り受けなどの文間関係に基づいて読者の理解を可視化し、誤解のない文章の作成を支援する研究は存在する(1)。しかし、読者の好みや楽しみを考慮した文章作成支援はあまり見られない。本研究では読者の好みを反映した小説の展開の導出支援を目的とする。

小説の展開は起承転結で作成される事が多い。本研究では、起承転結に沿った小説展開に対する読者の好みの決定方法、および読者の好みを反映したシーンの導出方法を提案するとともに、提案した手法の実現を支援するシステムを構築する。

2. 読者を想定した小説執筆プロセス

想定している読者に楽しんでもらえる小説を書くための、本研究で想定している執筆プロセスを示す。

まず、執筆者が想定している読者の好み（読者モデル）を認識する必要がある。Zillmann は「人は自分が獲得したい感情に応じてメディアを選択する」と述べている(2)。小説では読後の感情だけでなく、そこに至る感情変化も重要であるため、読者がどの様な感情変化を好むかを読者モデルと定義した。

次に決定した読者モデルの感情変化を表現できるような起承転結の展開を考える。読者は登場人物に感情移入することで感情を得る場合が多い。そこで、読者モデルの感情を引き起こすような感情を、登場人物の感情として設定させることとした。

設定された感情に対応するシーンを定義することで、読者に想定した感情を引き起こすような小説となるが、本研究ではシーンの定義までは支援しない。

3. 小説プロット作成支援システム

本研究ではこれまで、小説執筆プロセスのうち、読者モデルの設定と読者モデルに応じた登場人物の感情設定を支援するシステムを開発してきた(3)。図 1 に本システムのインタフェースを示す。本システムは読者モデル選択部、フィードバック提示部、登場人物の感情設定部の三つの部からなる。

読者モデルの設定は読者モデル選択部で行う。本システムでは読者モデル候補を提示することで、読者モデルの決定を支援する。感情の側面から物語の概形を表現する方法に感情曲線がある。感情曲線は横軸に物語の進行を、縦軸にその時点で小説が表現している幸福度を表現するグラフである。本システムでは起承、承転、転結における幸福度の遷移のうち、既存の物語表現でよくみられる 6 つのタイプ（図 2）を読者モデルの候補とし、これらの中から想定している読者に応じたタイプを選択させることで読者モデルの決定を支援する。

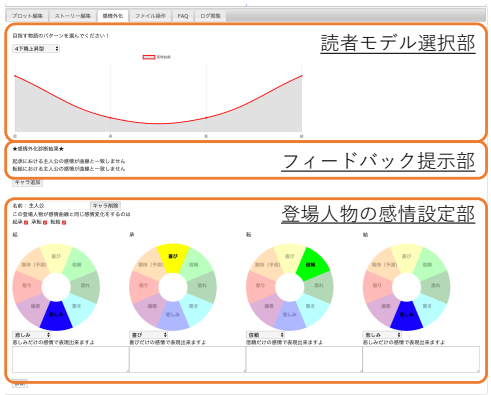


図 1　小説プロット作成支援システム

登場人物の感情設定は、登場人物の感情設定部で行う。ここでは感情の候補を提示し、そこから選択できるようにすることで、登場人物の起承転結ごとの感情の設定を支援する。Plutchik は人の感情を、8

つの基本感情とその組み合わせで生じる 24 の複合感情として定義している[4]。本システムではこれらの計 32 の感情を候補として提示する。

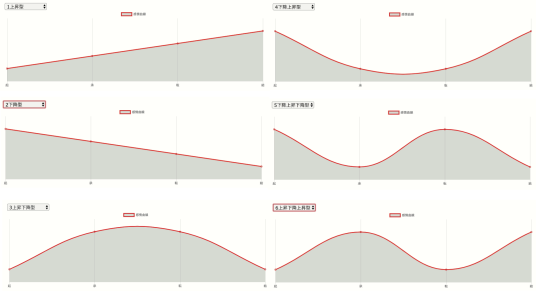


図 2　読者モデルの候補

フィードバック提示部では、読者モデルと、登場人物の感情の変化に矛盾がある場合に、矛盾の存在を指摘する。本研究では Plutchik の定義した感情間の幸福度の大小を定義した。起承、承転、転結それぞれの登場人物の感情の幸福度の遷移と、感情曲線の変化に相違がある場合、「○○（起承・承転・転結）における○○（登場人物名）の感情が曲線と一致しません」のように表示することで、感情曲線に沿った登場人物の感情の設定を支援している。

4.　評価実験

システムを用いることによる小説執筆への影響を評価するため、評価実験を実施した。本実験では、執筆者に小説の骨組みであるプロットを記述してもらい、システムを使用して作成したプロットが、執筆者が選択した感情曲線と同じ感情変化を読者に伝えることが可能かの検証に焦点をあてる。なお、プロットは小説を構成するシーンの包含関係を表したものであり、最上位には起承転結に対応するシーンが記述される。下位にはそれぞれのシーンを構成する詳細なシーンが書かれる。

大学生 6 名に執筆者（A～F）として、5 名に読者役として協力してもらった。執筆者の小説執筆の経験や意欲はそれぞれ異なっていたが、全執筆者がプロットを作成できたため、本検証に影響はないと考える。

まず、開発したシステムを用いて、執筆者に読者モデルと登場人物の感情を設定してもらった。次に、本研究室で開発したプロットを記述できるシステム[5]を用いて、プロットを作成してもらった。その後、アンケートに回答してもらった。内容は、項目 1：「感情曲線を選択する事はプロット作成に役立ちましたか」および項目 2：「登場人物の感情を考える事はプロット作成に役立ちましたか」である。それぞれ、1. はい、2. いいえ、3. どちらでもない、から回答してもらった。

次に、執筆者の作成したプロットを読者役に読んでもらい、起承、承転、転結における感情曲線の変化を、上昇、下降、変化無し、わからない、から選択してもらった。読者役の選択した感情変化と、執筆者の設定した感情曲線の変化を比較することで、システムによるシーン設定に対する効果を評価する。

表 1 は執筆者の作成したプロットの起承転結の各区間のうち、執筆者の選択した感情曲線の変化と読者役が感じた感情変化が一致した数を示す。5 名の読者役がいるため、一致数の最大値は 5 となる。協力者 A, B, E, F の作成したプロットについては、正答率が 73%以上の結果となっている。

表 2 にアンケートの各質問項目に対する執筆者の回答を示す。回答の、「はい」を 1、「いいえ」を 0、「どちらでもない」を 0.5 として、表 1 の一致率との相関を調べた。その結果、項目 1 と一致率の間に強い正の相関が（$r = 0.94$）、項目 2 と正答率の間には正の相関があった（$r = 0.60$）。これらの結果から、システムを活用できれば、選択した感情曲線を伝達するプロットを作成できる可能性が示唆された。

表 1　読者役が感じた感情のうち
執筆者の設定した感情曲線と一致した数

プロットの執筆者	一致数			一致率
	起承	承転	転結	
A	5	2	5	80%
B	1	5	5	73%
C	5	1	0	40%
D	1	0	5	40%
E	1	5	5	73%
F	4	5	5	93%

表 2　アンケート結果

		執筆者					
		A	B	C	D	E	F
項目	1	1	1	2	2	1	1
	2	1	1	1	3	1	1

5.　おわりに

本研究では想定する読者の好む小説の作成を支援するため、感情曲線の候補の提示による読者モデルの設定と、感情の候補の提示による登場人物の感情設定を可能とするシステムを開発した。実験の結果、システムを活用できれば設定した感情曲線を読者に伝達可能なプロットを作成できる可能性があることが示唆された。今後は設定した登場人物の感情から、具体的なシーンの導出を支援したい。

参考文献

(1) 松本章代, 山田未央佳, 山田翔, 鈴木雅人: “理工系学生を対象とした技術文書作成支援システム”, 情報処理学会研究会報告, Vol. 2009, No. 15, pp.91-96 (2009)
(2) Zillmann, D.: “Mood Management Through Communication Choices”, American Behavioral Scientist, Vol. 31, No. 3, pp. 327-340 (1988)
(3) 芦田淳, 小尻智子: “小説読者の感情変化パターンに基づいた登場人物の感情設定支援”, 人工知能学会研究会資料, SIG-ALST-B803, pp.76-69 (2019)
(4) Plutchik, R.: “The Nature of Emotions: Human Emotions Have Deep Evolutionary Roots”, American Scientist, Vol. 89, No. 4, pp. 344-350 (2001)
(5) Ashida, A., Kojiri, T.: “Plot-creation Support with Plot-construction Model for Writing Novels”, Journal of Information and Telecommunication, Vol. 3, No. 1, pp. 57-73 (2019)

定期試験を振り返る授業デザインの改善

Improvement of class design about reflection on an examination

竹岡 篤永[*1]
Atsue TAKEOKA[*1]
[*1] 明石工業高等専門学校
[*1]National Institute of Technology, Akashi College
Email: atakeoka@akashi.ac.jp

あらまし：学び方を学ぶ科目の中で、自己調整学習を促進するため、定期試験を振り返る授業を行っている。３回目に当たる今回は、定期試験の 4 つの振り返り項目（試験の学習方法、間違いの種類、間違いのパターン、得た学び）を一度にまとめて行うのではなく、分けて行う授業をデザインし、得た点数に囚われすぎずに振り返りが出来るように授業をデザインした。
キーワード：自己調整学習，学習経験，リフレクション，試験の振り返り

1. はじめに

学校における定期試験は、試験範囲までの学習がどれだけ身についたかを測定するために用いられることが多い。しかし、試験の結果だけでなく、学習方法や学習プロセスをうまく振り返ることが出来れば、次の学習の計画づくりに活かすことができる。筆者は、『学習設計マニュアル』(1)を使った学び方を学ぶ科目の中で、定期試験の振り返りを実施している。X 工業高等専門学校（以下、高専とする）で担当した科目より、定期試験の振り返りを始めた。自らの学習方法を認識し、その上でどのような学習方法をとるべきなのかを考えてもらうためである。その時の課題を踏まえ、昨年度と本年度は、Y 高専でも定期試験の振り返り授業を行った。本稿では主に、本年度の定期試験を振り返る授業デザインと、その実践状況について報告する。

2. これまでの定期試験の振り返りの課題

2.1 X 高専での実践（2017 年度）

X 高専で担当した必修科目の中で定期試験を振り返る授業を行った。この科目で扱う内容はキャリアと学び方で、対象は 1 年生である。振り返りの授業は通年 30 回中の後期の中間試験後に行った。当該科目では中間試験を実施しなかったため、学生に任意の試験結果を選んでもらった。振り返りには、L.B. ニルソンが紹介しているシート（p.93）(2)を一部改変したものを使用した。

振り返りの大項目は以下の４つである。

① 試験の概要と勉強の詳細（予想成績と実際成績／学習時間／特に用いた学習方法など）
② 間違えた問題の分析（間違えた問題の種類や間違いの種類）
③ 間違いのパターン
④ 何を学んだのか（次に何がいかせるのか）

このシートは、①と②とを踏まえて③を導き、次に何をするかを④に書くというつくりになっている。

2.2 振り返りの課題

記述内容を分析した結果、学生たちは普段の学習不足に気づき、なんらかの方法をとる必要があると認識したものの、その成果を次に活かす具体的な方法にまでつなげられていないことがわかった (3)。

このシートを使って間違いパターンを認識し、それを具体的な行動として記述するためには、①試験勉強の詳細と②間違えた問題の分析をできる限り適切に行う必要がある。①が自分の行動の振り返りだけから記述できるのに対し、「②間違い分類」のためには、正解（例）と自分の解答との突き合わせが不可欠となる。また、自分の理解度の度合い知っている必要があるため、①に比べると難しいと考えられる。例えば、X 高専では、ある学生が数学の間違いを分析するときに「間違った公式を適用した」として、その間違いを「不注意」に分類したが、この場合は、正しい状況に適用できるほどには理解していなかったのだから、「知らなかった」に分類するのが適当だろうと考えられる。

3. 定期試験の振り返り授業の改善

3.1 Y 高専での昨年度の実践（2018 年度）

以上の課題を踏まえ、Y 高専で定期試験を振り返る授業を行った。この科目で扱う内容は、学び方とグループワークの基礎技法であり、対象は 1 年生である。試験を振り返る授業は、半期 15 回中の中間試験後に行った。

当該科目では中間試験を実施したため、授業中にまず当該科目の試験結果について振り返ってもらった。その後、任意の科目について時間外に振り返ってもらった（宿題とした）。つまり、異なる科目で 2 回、振り返りを実施してもらったことになる。

振り返りに際しては、採点済みの答案用紙を返却し、解答例を解説した後でシートを配布し、「シートにしたがって振り返ってください」といような簡単な指示だけを与えた。しかしながら、学生の中には、指示通りに振り返るのではなく、後からでも、少しでも得点を上げようとする行動を取ったものがいた。

当該科目の試験では、図の中に用語を書き入れるような比較的得点しやすい問題も含めたが、事例に則して考えて答える問題など、暗記だけでは答えられない問題を中心とした。そのためか、学生たちは自分の理解が不足していたことを実感し、「もっと深く読もう」といった記述が見られた。

宿題として課した、任意の科目の振り返りについても、「教科書が深く読めていなかった」「問題を読み込めていなかった」「毎日少しずつ演習を行おう」などの記述が見られた。試験の振り返りについて一定の成果が見られたものと判断できた。

3.2 Y高専での本年度の授業デザイン（2019年度）

Y高専において、本年度も定期試験を振り返る授業を行った。科目は前年度と同じものである。本年度は、当該科目の試験の振り返りをより明確に振り返りの練習と位置づけた。そこで、試験の点数に囚われすぎずに、試験結果を活かせるように、授業のデザインを改善した。図1に昨年度との違いを示す。

	2018年度	2019年度
試験期間	試験の実施	←
試験を振り返る授業回	－	採点結果の役立て方についての説明
	－	①勉強の詳細
	採点済答案の返却	←
	解答例の解説	解答例の解説 ＋ ②間違い分析
	①勉強の詳細 ②間違い分析 ③間違いパターン ④学び	 ③間違いパターン ④学び

図1 前年度と今年度の授業デザイン

前年度には解答例を解説した後でシートを配布し、一括して①～④を行ってもらった。上述したように、学生の中には、振り返り活動をほとんどせず、得点にのみ注意を向けている者もいた。

そこで、今年度は、「採点結果の役立て方についての説明」を新設し、試験結果はこれからの学習に役立てることができる素材であることを解説することとした。その後、これまで使ってきたシートの①の部分を独立させたシート（ウォーミングアップシートと名付けた）を使って、採点済みの答案を見る前に、勉強の詳細を振り返らせることとした。また、このウォーミングアップシートには、試験内容そのものを思い出してもらうために、特に何が難しかったかを簡単に書かせる欄も設けた。

その後に、採点済みの答案用紙を渡し、まず、シートの①に、ウォーミングアップシートの内容を転記させることとした。そして、解答例の解説を聞きながら②間違えた問題の分析を書かせることとした。最後に、③と④とを書くこととした。また、前年度と同じように任意の他の科目を振り返る宿題も課す。

3.3 改善した授業の実践

このように改善した授業を行ったところ、学生たちは、振り返り活動に集中できるようになった。また解答例の解説時には、採点によって把握したいくつかの間違い例に言及しながら、どのような間違いが、どのような種類に分類されるかも説明した。これは、2017年度のX高専での課題「間違いを分類が適切にできない場合がある」に対応するものである。状況が異なるため、効果を把握することは難しいが、間違い分類の仕方の例を示すことには意味があると考えた。

当該科目の振り返りシートの記述には、昨年度とほぼ同等の記述が見られた[1]。詳細な分析は未実施であるが、特に③④の記述には、試験の設問に対応した具体的な内容がより多く見られたようであった。

4. 考察とまとめ

自己調整学習を促進することをねらいに、定期試験を振り返る授業を行った。今年度は、振り返りの4つの項目（試験の学習方法、間違いの種類、間違いのパターン、得た学び）を一度にまとめて行うのではなく、分けて行うことにより、得た点数に囚われすぎずに振り返りが出来るように授業をデザインし、学生は以前い比べより振り返りに集中できた。

今後は、振り返りシートに記述された③④について、どの程度具体的に記述できているのかを分析し、定期試験の振り返り効果を確認したい。また、当該科目と任意の科目の振り返りの比較から、試験の設問へフィードバックできる結果が得られるのではないかと考えている。

謝辞：本研究はJSPS科研費16K00479の助成を受けた。

参考文献

(1) 鈴木克明・美馬のゆり（編著）：“学習設計マニュアル”，北大路書房，京都（2018）
(2) L.B. ニルソン（著）美馬のゆり・伊藤崇達者（監訳）：“学生を自己調整学習者に育てる”，北大路書房，京都（2017）
(3) 竹岡篤永：“定期試験を振り返る授業実践の報告”，第43回教育システム情報学会全国大会（北星学園大学）発表論文集，33-34 (2018.9)

[1] 任意科目の振り返りは、本稿執筆段階で実施中である。

視線移動・脳活動の同時計測による立体図形課題遂行時の思考分析

Analysis of thinking when performing 3D figure task by simultaneous measurement of eye movement and brain activity

木下 卓海[*1], 岡本 尚子[*2],黒田 恭史[*3]
Takumi KINOSHITA[*1], Naoko OKAMOTO[*2], Yasufumi KURODA[*3]
[*1] 京都教育大学大学院　教育学研究科　教科教育専攻　数学教育専修 2 回生
[*1]Graguate School of Education, Kyoto University of Education
[*2] 立命館大学　産業社会学部
[**2] College of Social Sciences, Ritsumeikan University
[*3] 京都教育大学　教育学部
[*3] Faculty of Education, Kyoto University of Education
Email: di185025@kyokyo-u.ac.jp

あらまし: 近年の科学技術の進展は, 生体情報を安全, 正確に採取することを可能にしている. 本稿では, 児童生徒の立体図形課題における認識能力の特徴, ICT 機器を用いた学習における効果等を分析する基礎データ取得のため，大学生を対象に，視線移動計測装置と，脳活動計測装置として NIRS（Near Infra-Red Spectroscopy：近赤外分光法）装置を用いて実験を行った.
キーワード：立体図形，生体情報，視線移動計測，NIRS

1. はじめに

今日，生体情報計測技術の発展により，装置の小型化，精密化，操作の容易化が進んだ．その結果，普段の学習姿勢に近い状態での計測を可能としており，従来の行動観察，記述調査，アンケート調査に，生体情報を加えることで，より精緻な学習者の思考過程の分析が期待される．

本稿では，大学生を対象に，3 つの異なる媒体（実物，タブレット，紙面）を用いて複合立体図形の形状を把握する課題を設定し，それらを遂行する際の視線移動と脳活動を計測する．これにより，各媒体について，問題解決時にどのような視線移動の特徴があるのかを解明すること，また，課題遂行過程のどの段階で負荷が上昇するのかを脳活動データから明らかにすること，また，同時に媒体間の方略獲得の違いを検討することを目的とする．

2. 方法

2.1 実験概要

実験概要は以下のとおりである．

実験対象：大学生（10 名，平均年齢 21 歳）
実験日時：2018 年 11 月～12 月
実験場所：京都教育大学実験室
測定方法：被験者ごとに単独で実験を実施する．計測者は 2 名とし，1 名は解答時間の記録と，課題間のレスト時間の測定を行い，もう 1 名は，問題の差し替えを行う．
視線移動計測装置：Tobii pro グラス 2 （Tobii Technology 製）を用いる．
脳活動計測装置・計測部位：NIRS 装置として OEG-16（Spectratech 製）を用い，左右前額部を 16 箇所計測する．

2.2 実験課題

実験課題は，立方体のブロックを縦，横，高さがそれぞれ 4 個ずつになるよう積み重ねた立方体から，いくつかのブロックを抜き取り作製された複合立体について，使用されているブロックの個数を答えるものである．実物の立体を提示する課題（以下，実物課題），タブレット端末で立体を提示する課題（以下，タブレット課題），紙面上に立体を提示する課題（以下，紙面課題）の 3 媒体の課題を設定する．実物課題は手に取り，自由な角度から観察することが可能であり，タブレット課題は，画面操作により，自由な角度から観察可能である．紙面課題は，ある方向からの立体を表した前面と，前面の反対からの立体を表した背面の 2 方向からの図によって立体の形状を把握する．

各媒体で 3 種ずつ課題を作製し，それぞれを課題①，課題②，課題③とすることで合計 9 題の課題を設定した．なお，各課題①同士，課題②同士，課題③同士は同じ特徴を持つようにし，課題①，②，③の順に複雑な構造となるよう設定を行った．

2.3 実験手順

i) 被験者に視線移動計測装置，脳活動計測装置を装着後，サンプルの課題を用意し，実験課題について説明をする．
ii) 被験者の閉眼，安静状態の間に測定者は課題を机の上に提示し，「はじめ」の合図を行う．被験者は開眼し，課題に取り組む．各課題の制限時間は 60 秒，課題間のレストは 60 秒とする．
iii) 制限時間内に解答が終わった場合には被験者の

「終わりました」の合図で，レストに移行する．レストでは閉眼・安静状態とする．

課題の出題順序として，実物課題①～③，タブレット課題①～③，紙面課題①～③とした．

3. 結果

3.1 正答率，所要時間

表 1 は，各課題の正答率と平均所要時間である．

表 1　正答率，平均所要時間

	実物①	実物②	実物③	タブレット①	タブレット②	タブレット③	紙面①	紙面②	紙面③
正答率	80%	60%	80%	80%	80%	70%	80%	80%	30%
所要時間（秒）	25.5	39.3	37.3	35.2	38.3	46.2	40.6	41.6	50.8

タブレット課題，紙面課題においては，最も複雑な構造をした課題③の正答率が低くなり，所要時間も長くなるという結果になったが，実物課題では課題③の正答率が高くなり，所要時間も短くなるという結果を示した．この要因として，最も複雑な構造の課題③は，ブロック間に隙間のある立体であったため，実物課題の場合，隙間から他のブロックが目視でき，構造把握が容易になったことが考えられる．

3.2 視線移動計測

視線移動計測装置は，被験者の視野映像を録画するとともに，注視点をその映像上に表示できる．分析にあたっては，録画した動画を 0.08 秒間隔で画像に変換し，どのブロックを注視しているかを集計した．視線移動に関しては，正答者と誤答者の差異を検証することとし，正答者・誤答者別に，実物課題，タブレット課題，紙面課題の注視時間の上位 3 か所，上位 5 か所，上位 10 か所の合計を算出した．表 2，表 3 は正答者，誤答者の平均合計時間である．

表 2　正答者データ

	実物	タブレット	紙面
正答数	22	23	19
上位 3 か所（秒）	6.2	7.4	8.8
上位 5 か所（秒）	8.9	11.0	13.3
上位10か所（秒）	13.7	17.3	19.4

表 3　誤答者データ

	実物	タブレット	紙面
誤答数	8	7	11
上位 3 か所（秒）	7.7	10.4	12.7
上位 5 か所（秒）	11.6	14.7	18.0
上位10か所（秒）	18.6	22.5	27.1

表 2，3 から，正答者は誤答者に比べ，上位箇所を注視する時間が短い．つまり，正答者は立体全体を観察する傾向，誤答者は特定の箇所を観察する傾向にある．

媒体間の比較を行うと，実物課題，タブレット課題，紙面課題の順に，上位箇所をより長く注視する傾向にある．実物課題は，他の媒体よりも視線が散乱する傾向にあり，これは，任意の箇所を見やすく，立体を動かした場合でも一定箇所を注意深く追尾する必要性が低かったためと予想される．タブレット課題に関しては，画面操作の際に，移動するブロックを目で追い続ける必要があったため，注視時間の増加につながったと考えられる．紙面課題に関しては，前面，背面の 2 方向からの図に限られていること，また，各方向から対応するブロックを正確に捉えるために，同じ箇所を繰り返して確認したために，注視時間が増加したと考えられる．

3.3 脳活動計測

NIRS 装置は，頭皮上から近赤外線を照射，検出することで光が脳内を通過する際の減衰を計測し，複数のヘモグロビン濃度の変化を算出することが可能である．本稿では，酸素を含む酸素化ヘモグロビン（oxygenated hemoglobin，以下 oxyHb）に着目し，この増加を賦活として分析を行う．また，ヘモグロビン濃度変化において左右差が確認されなかったため，左前額部 1 箇所に関して分析を行う．

今回は，被験者がどのタイミングで脳が最も賦活しているのかを分析するため，oxyHb の最大値観測時間にどのような特徴を持つのか検証を行う．また，媒体間での正答者，誤答者の特徴を明らかにするため，実物課題，タブレット課題，紙面課題における，正答者と誤答者に分類し，分析を行う．

表 4，5 は，それぞれ正答者（個数）・誤答者（個数），所要時間（秒），最大値観測点（秒）を表している．

表 4　正答者データ

	実物	タブレット	紙面
正答者（個数）	22	23	19
所要時間(秒)	32.2	37.8	41.5
最大値観測点(秒)	16.6	21.7	26.5

表 5　誤答者データ

	実物	タブレット	紙面
誤答者（個数）	8	7	11
所要時間(秒)	39.3	46.9	49.3
最大値観測点(秒)	26.2	22.5	21.1

表 4，5 から，すべての媒体で，正答者の方が誤答者よりも所要時間が短くなるという結果になった．最大値観測点は，実物課題，タブレット課題，紙面課題と，所要時間の長さに応じて遅くなるといえる．

最大値観測地点以降は，賦活が抑制されていることから，そこで方略獲得がなされたことが想定できる．これを踏まえると，実物課題は，自由に観察できるため，他の媒体と比べて素早く方略を決定できたと考えられる．タブレット課題は，観察しているブロックを目で正確に追い続けることが，実物課題よりも困難であり，解決方略の獲得が遅くなったと考えられる．紙面課題は，実物課題，タブレット課題と異なり，前面と背面の 2 方向からの図の観察でのみ解決しなければならないため，方略の獲得が困難であり，所要時間が長く，最大値観測点が遅くなったと考えられる．

4. 結語

各生体情報により，実物課題，タブレット課題，紙面課題での学習者の注視傾向や，脳の賦活傾向が明らかになった．今後は，視線が移動する順序や，賦活の大きさに関して分析を行うことが課題である．

参考文献

(1) 黒田恭史, 岡本尚子, 前迫孝憲,『NIRS を用いた脳活動計測技術がもたらす教育神経科学の可能性』, 日本レーザー医学会誌,Vol.36,No.2,pp.176-185,(2015)
(2) 江田英雄,『近赤外光を用いた脳計測システム（NIRS 装置）』, 電子情報通信学会誌, Vol.96,No.9, pp.694-698,(2013)

VR 避難訓練システムの開発

Developing of VR Evacuation Drill System

竹内　賢[*1]，高橋　晃[*2]
Satoru Takeuchi[*1], Akira Takahashi[*1]
[*1] 静岡大学情報学部総合科学技術研究科
[*1] Graduate School of Informatics, Shizuoka University
[*2] 静岡大学情報学部
[*2] Faculty of Informatics, Shizuoka University
Email: takeuchi.satoru.14@shizuoka.ac.jp

VR 空間内のパノラマ画像を元に，現実世界の屋外での避難訓練を行うアプリケーションの開発を行った．Google 社の提供する API を用い VR デバイス”Oculus Rift”を通してパノラマ画像を確認しつつ，公園などの避難場所への経路探索が可能になった．このシステムを用いて，事前に避難経路や危険箇所を知ることで，旅行先で被災した際のリスクを低下させることができる．
キーワード：避難訓練，バーチャルリアリティ，Google Street View，防災マップ

1. 研究目的

この研究は，遠隔地における避難訓練システムの開発を行うものである．避難訓練の状況提示手段には VR デバイスを用いる．

例えば，旅行先など遠隔地で被災した場合には現地での避難場所の情報が得られない可能性があり，避難経路も分からない事が多い．また，避難経路周辺に危険が潜んでいる場合，避難の際に被害に遭う恐れがある．

そこで，VR 空間内で旅行先等の遠隔地のパノラマ画像を事前に確認することで，地図からは推測できない避難経路に潜む危険箇所を事前に発見し，安全な避難計画を立てることができる．

この研究では，利用者が VR 空間内で遠隔地の風景を確認しつつ，避難経路周辺の危険箇所を利用者間で共有し合うシステムを開発する．

2. 先行研究

株式会社理経と東京理科大学が開発する VR 避難訓練システムでは，参加者は，仮想空間内で土石流の様子 (1) や建物内の火災 (2) を体験することができる．こうした VR 空間での防災訓練は，目新しさによる若年層への防災学習への興味を高め，没入感や臨場感により参加者に意識改革を促すことで防災に貢献できるとされている．また，高等学校で授業に利用する試み (3) も行われている．これらのシステムは，屋内や土石流など事前のシナリオに沿った避難訓練である．

これに対して，本研究で開発するアプリケーションは，海外からの渡航客などが自宅から場所を問わず遠隔地での避難を体験でき，訪れたことのない地域でも事前に避難経路の情報を得ることが出来る．

先行研究として本システムの web ブラウザ版を開発した (4)．しかし，平面画面上での情報提供は没入感に欠けることが明らかになったため，より臨場感のある VR デバイスによる開発が望ましいと考えられた．そこで，本研究では状況提示手段として VR デバイスを用い，より現実に近い避難訓練を実現することを目標とした．

3. 開発経緯

3.1 開発目的

今回の研究はユーザーが VR 空間上で屋外における避難訓練を行うアプリケーションの開発を目的とする．ユーザーは VR 空間上に表示されたストリートビューの画像を見ながら移動を行い，避難場所への経路検索を行う．ユーザーの現在地点が画面上に地図で表示され，ストリートビューのパノラマ画像が現実世界におけるどの地点で撮影されたものか判別できる．また，経路探索機能により VR 空間上での現在地点から避難場所への経路検索を可能した．

3.2 開発環境

ゲームエンジン Unity(バージョン 2018.3.11f1)を使用して VR 対応アプリケーションを開発し，開発言語には C#を使用した．VR デバイスには Oculus 社製の Oculus Rift を使用した．画面上に表示する地図画像の取得に Google Maps API を，目的地までの経路探索に Google Map Directions API を使用した．開発用 PC の CPU は i7-4790k, OS は Windows10 education 64bit,メモリは 16GB，GPU は GeForce GTX 1080，128GB SSD を搭載している．

4. 実装

以下の図 1 に実際に稼働中のアプリケーション内でユーザーに提示する視覚情報を示す．視野全体に 360°パノラマ画像が表示され, ヘッドマウントディスプレイを通して周囲を見渡す事ができる．また，Oculus Rift 専用コントローラーを使用することで，パノラマ画像を回転させることができる．

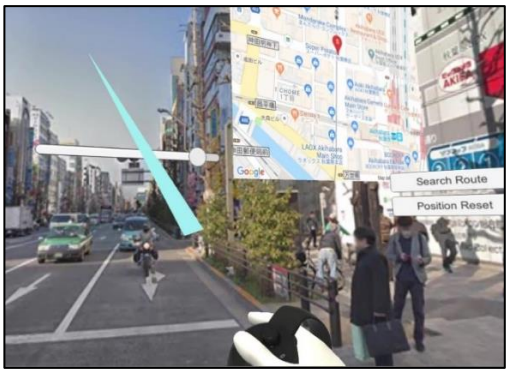


図 1 VR 空間上のインターフェイス

図 2 に経路探索を実行したときの画面を示す.



図 2 経路探索の様子

画面上に経路探索に関する情報が表示される．地図上中央の赤いピンは自身の現在地点を表し，青いピンは避難場所などの目的地を示している．また，ユーザーが経路探索コマンドを実行すると，地図上に目的地までの経路が線で表示される．

数名の参加者にデモンストレーションを行い，本プログラムを使用したのち内省報告を得た．その結果，移動に関するインターフェイスに問題があるという報告が得られたため，今後テストを重ねインターフェイスなどを評価，改善する予定である．

5. 課題

5.1 インターフェイス上の問題

Google のサーバから取得したパノラマ画像の方位が不規則であるという問題が判明した．これに対しては, 画像サーバとは別の Google サーバから方位情報を取得可能だと判明している．方位を他サーバから取得，補正することで正しい方位のパノラマ画像を提示できると考えられる．実装の具体的手段は現在検討中である．これにより，ブラウザ版ストリートビューのような直感的な移動機能が実装できる．

5.2 ストリートビューとしての問題

本研究で開発するプログラムは Google 社の地図情報サービスを用いて開発している. 従って, Google 社が提供する Google Maps API の精度が向上した場合，本サービスが提供するサービス精度も高まる．しかし, 何らかの原因で Google 社の地図情報の精度が低下した場合，本研究で開発するサービスの精度も低下する．2019 年 3 月に Google Maps の日本におけるサービス精度の低下したことで，この問題が明らかになった．これについては，他の地図情報サービスを一部のみ利用することで解決されると考えられる．

6. 今後の展望

本研究の最終的な目標は，日本の主要な都市における遠隔避難訓練システムの提供である．

小中学校では，学校付近の地図を使って避難経路や危険箇所を確認する授業やイベントがある．保険会社等も防災イベントで VR を用いた避難シミュレーションを展示している．これらと同様に，地下鉄の駅構内からの避難や高層ビルからの避難など，都市圏特有の避難行程をシナリオ形式で体験し，避難訓練を行うことを想定している．

また，VR プログラムを一般に配布し，危険箇所を一般利用者に登録してもらう．これにより避難訓練をシナリオ形式でなく，実施地点を VR 上で指定し自分で周辺の避難場所への移動計画を立てる事を目的とするプログラムを制作する. これに関連して, 発見した危険箇所の位置情報をサーバにアップロードし，利用者全員で情報を共有することで最新の避難経路情報の一つとして役立てる事を目標とする．

また，より多くの情報と連携することでサービスを向上できる．例えば，Google 社が提供している Elevation API と連携し標高情報を取得することで，津波などを想定した避難訓練が可能になる．

なお，都市圏は建築物の建て替えなどで地形の移り変わりが激しいため，最新の地形情報を取り入れる事が精度の高い避難情報の提供に繋がると考えられる．

参考文献

(1) 株式会社理経：“理経の VR 開発チームが，神戸市と協働し国内自治体初の地域課題解決プロジェクト「Urban Innovation KOBE」に取り組む”, https://www.rikei.co.jp/news/2019-7/ 参照（2019.06.12）
(2) Mogura VR : “VR でなければ伝わらないメッセージがある，大学教授もお墨付き「避難訓練 VR」”, https://www.moguravr.com/rikei-hinantaiken-vr/ 参照（2019.06.12）
(3) 情報処理学会 : “360° 画像を用いた避難訓練支援システムの改良と評価”, https://ipsj.ixsq.nii.ac.jp/ej/?action=repository_uri&item_id=189124 参照（2019.06.12）
(4) 竹内: “遠隔地ベースにおける避難訓練の開発”，未発表,（2018）

ロールプレイング形式による Web サイト作成実習における LMS 活用に関する一試行

A Practice of Web Site Creation using LMS in Role Playing

廣瀬 健一，金子 豊久，佐藤 清次
Kenichi HIROSE, Toyohisa KANEKO, Kiyotsugu SATO
産業技術短期大学　情報処理工学科
Department of Information Engineering, College of Industrial Technology
Email: hirose@cit.sangitan.ac.jp

あらまし：産業技術短期大学情報処理工学科では，Web デザイン教育の一つとして，Web サイト作成の依頼者側と作成者側それぞれの立場となり作成を行うロールプレイング形式による作成実習を行っている．そこでは学生間の相互評価において LMS(Learning Management System)を活用して教育を実践した．本稿では，その教育方法について報告するとともに，教育効果について考察する．
キーワード：Web デザイン教育，グループ学習，LMS 活用，ロールプレイング

1. はじめに

産業技術短期大学情報処理工学科では，旧来の一方向講義から脱却し，学生間の双方向コミュニケーションをベースとした協調学習を実践することで，学生の学習意欲を向上させ学習成果につなげることを目標として，これまでプログラミング教育において PBL(Problem Based Learning)によるグループ学習を積極的に実施してきた[(1)].

一方, インターネット社会といえる現在では, Web サイトを利用して，手軽に情報発信やコミュニケーションを行うことが可能となっており，情報処理技術者として Web サイトのデザイン，制作，運用に関する基礎知識の習得は必要不可欠である．そこで，本学科では Web デザイン教育においても，学生の主体的な学びと将来の実務を考慮して，Web サイト作成の一連の流れを理解できるように Web サイト作成における依頼者側と作成者側の立場をともに体験するロールプレイング形式によるグループ学習を取り入れた PBL 実習を導入している[(2)].

今回，筆者らは，ロールプレイング形式による Web サイト作成実習において，学生間の相互評価に LMS(Learning Management System)を活用して教育を実践した．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. Web デザイン教育の取り組み

本学科では，学科の重点教育と位置付けるプログラミング教育に加えて，表 1 に示す様々な科目の中で, Web サイト作成技術に関する Web デザイン教育を行っている．本稿で対象となる科目は，2 年次後期 1 コマで開講している「Web デザイン」である．表 2 に当該科目の授業内容を示す．本科目では，学生のモチベーション維持と実践力を養うために，演習時間をできだけ多く設定し, 半期 15 回の前半の授業の中では， Web サイト作成の基礎知識に関する講義を始めの 30 分程度で行い, 残りの時間をその演習とした．また，後半の授業では大部分をロールプレイング形式による Web サイト作成の実習時間とした．

3. ロールプレイング形式による Web サイト作成実習

本実習では，学生を 1〜3 人のグループに分け，全てのグループが依頼者側および作成者側となり，Web サイトの作成を行う．作成依頼のテーマは，学生がより詳しく多くの意見を出して積極的に取り組みやすいように，学生自身が興味，関心を持っている事柄やものを紹介や宣伝する Web サイトとした．

表 1　Web サイト作成に関連する科目

科目名	授業テーマ
ネットワーク基礎 （1年前期）	HTMLとCSSの基礎知識の学習
情報処理実験 I （2年前期）	HTMLとCSSによるWebページ作成実習
情報処理実験 II （2年後期）	PHPによるWebプログラミング実習 JavaScriptによるプログラミング実習
Webデザイン （2年後期）	Webサイトの制作と運用に関する基礎知識の講義 Webサイト作成実習

表 2　Web デザインの授業テーマ
および Web サイト作成実習

授業	授業テーマ	Webサイト作成実習
第1回	科目ガイダンス	
第2回	Webサイト制作のプロセスと仕事	
第3回	コンセプトメイキング	作成依頼コンセプトの検討
第4回	ワークフローとガイドライン	グループとして依頼内容の検討
第5回	情報アーキテクチャ	依頼コンセプトの完成と提供情報の収集
第6回	作成準備とプランニング	依頼者と作成者の決定，情報の収集と組織化
第7回	インタフェースとナビゲーション	プランニング①　サイト構造図，サイトマップの制作
第8回	情報の表現とデザイン	プランニング②　ワイヤーフレームの作成
第9回	企画提案プレゼンテーション	企画提案の相互評価と依頼者へ提案書の提出
第10回	Webサイトの作成実習①	作成者として依頼されたWebサイトの作成
第11回	Webサイトの作成実習②	
第12回	Webサイトの作成実習③	
第13回	Webサイトの作成実習④	
第14回	Webサイトの運用と評価ポイント	
第15回	Webサイトの提出と相互評価方法	作成したWebサイトの提出
授業後		Webサイトの相互評価および再提出

依頼者側としては，あらかじめ各自で依頼するテーマを検討した後，グループで依頼内容を決定する．また，作成者からのヒアリングに対応できるように簡単なコンセプトメイキングおよび情報収集を行う．作成者側としては，5 グループ程度の小グループの中で依頼を受けるテーマを抽選により決定し，依頼内容に対する依頼者へのヒアリングや Web 調査による詳細なコンセプトメイキング，情報の収集・分類・組織化を行った上で，サイト構造図やワイヤーフレームの作成などのプランニングを行い，依頼者に作成する Web サイトの企画提案をする．また，依頼者から提案内容の許諾を得た上で Web サイトの作成を行い，第 15 回の授業終了後に提出する．

4. LMS 活用による相互評価

本科目では，資料配付，課題提出，授業評価アンケートなどの授業運営に授業支援型の LMS を使用している．実習では，PBL 実習としての PDCA(Plan-Do-Check-Act)サイクルを学生間でしっかり回させるために，作成する Web サイトの企画提案と作成された Web サイト発表のそれぞれの相互評価において LMS のアンケート機能を活用した．

授業第 9 回の企画提案では，作成者側に依頼者側を含む小グループ内でプレゼンテーションを行わせ，その場での意見交換および LMS のアンケートによる相互評価の結果をもとに，提案の修正を行わせた．また，作成された Web サイト発表では，授業第 15 回終了後に提出された全ての Web サイトを学内ネットワーク上で一定期間公開しておき，その期間内に学生は全てのサイトを閲覧し，LMS のアンケートを通じて相互評価を行った．また，公開後に学生は自分のグループのアンケート結果をもとに修正点を検討した後，Web サイトの修正と再提出を行った．

相互評価のアンケートは，企画提案に対してはコンセプトメイキングおよびプランニングの内容について，作成された Web サイトに対してはコンセプトや設計内容との整合性やデザイン内容について，「できている」から「できていない」の 4 段階で評価させるとともに，発表内容について，「良い点」，「良くない点」，「その他コメント」を自由記述させた．

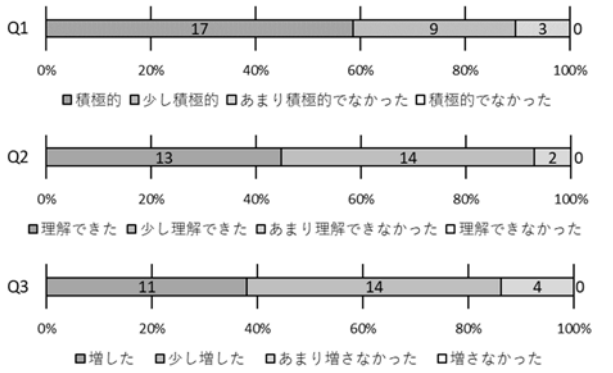
5. 実践結果と考察

本実習は，履修学生 29 人を対象に 16 グループで実践した．企画提案の相互評価は進捗状況を考慮して 5〜6 グループごとの 3 つのグループで行い，作成された Web サイトの相互評価は全体で行った．前述の相互評価アンケートの結果をもとにした相互評価後のレポートでは，CSS の設定変更やレスポンシブウェブへの対応などの様々な改善点が見られた．

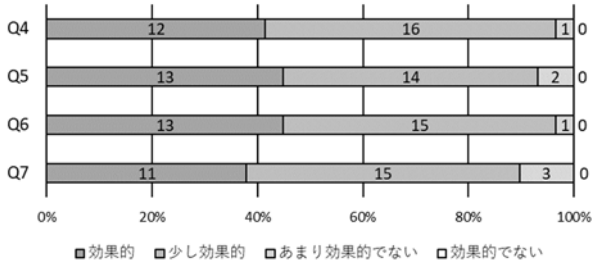
また，実習の教育効果を検証するために，全授業終了後に履修学生全員に評価アンケートを実施した．アンケートは選択式と自由記述式で行った．表 3 に選択式のアンケートの設問の一部を，図 1 にその結果を示す．ここで，授業への積極性(Q1)，理解度(Q2)，

表 3　学生への評価アンケートの設問（選択式）

選択式の設問	
Q1	あなたのこの授業に対する積極性は？
Q2	Webサイトの作成手順は理解できましたか？
Q3	Webデザインに関する興味，関心度は増しましたか？
Q4	Webサイトの作成実習は本科目の学習に効果的でしたか？
Q5	Webサイトの作成実習における企画提案段階での相互評価は，本科目の学習に効果的でしたか？
Q6	Webサイトの作成実習におけるWebサイトの公開と相互評価は，本科目の学習に効果的でしたか？
Q7	LMSを用いた授業運営は，本科目の学習に効果的でしたか？



(a) 学生の自己評価



(b) Web サイト作成実習の効果

図 1　評価アンケートの結果

Web デザインへの関心度の増加(Q3)，実習の効果(Q4〜Q7)について学生に評価させた．その結果，実習を通して学生の学習意欲を向上させ，授業に対する積極性や理解できていることを実感させることができた．Web サイト作成実習や LMS 活用による相互評価についても全体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加え，相互評価による評価する視点や他者評価の重要性について肯定的な記述が得られた．このことから，LMS のアンケート機能を活用することで，学生の意見交換が十分に行われていることが確認できた．

6. おわりに

本稿では，Web サイト作成実習において，LMS を活用したロールプレイング形式による実習を実践し，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，学生がグループワークの重要性を実感するとともに，LMS 活用の有効性が確認できた．

参考文献

(1) 金子豊久，佐藤清次，廣瀬健一: “プログラミング教育におけるグループワークに関する一考察”，教育システム情報学会第 43 回全国大会, P1-01（2018）

(2) 冨永哲貴，森真幸，飯田尚紀，廣瀬健一: “ロールプレイ型グループ学習を用いた Web デザイン教育の実践”，産業技術短期大学誌，第 51 巻, pp.1041-46 （2018）

2018 年度教育システム情報学会学生研究発表会（関東地区）における グループワークによる人材育成
－産学連携をテーマとした越境的学習の取り組み－

Collaborative Learning at the Annual Students' Presentation Meeting of Japanese Society for Information and System in Education (Kanto) in 2018
-A Case Study of Cross-Boundary Learning-

大﨑 理乃[*1]，田和辻 可昌[*2]，長谷川 理[*3]
Ayano OHSAKI[*1], Yoshimasa TAWATSUJI[*2], Osamu HASEGAWA[*3]
[*1] 産業技術大学院大学産業技術研究科
[*1]Graduate School of Industrial Technology, Advanced Institute of Industrial Technology
[*2] 早稲田大学大学院人間科学研究科
[*2]Faculty of Human Sciences, Waseda University
[*3] 武蔵野大学データサイエンス学部
[*3]Faculty of Data Science, Musashino University
Email: ayano-ohsaki@aiit.ac.jp

あらまし：教育システム情報学会学生研究発表会（関東地区）では，2016 年度より人材育成を目的としたグループワーク活動を実施しており，2018 年度は産学連携をテーマにした課題解決型学習の実践を行なった．本稿では，多様な背景と目的意識を持つ学生が参加する領域横断的な課題解決型学習について，その学習環境デザインと実践結果について報告する．
キーワード：人材育成，産学連携，学習環境デザイン，Project Based Learning，越境的学習

1. はじめに

近年，高等教育段階における教育機関以外での人材育成として，学会での人材育成活動や領域横断型の研究交流会などの学習機会が注目されている[1,2]．しかし，その学習環境デザインについて述べられた研究は未だ少ない．そこで本稿では，異なる背景をもつ学習者が協調的問題解決を行う学習環境の検討に対して情報を提供することを目的に，教育システム情報学会（以下，JSiSE）学生研究発表会（関東地区）で行なった Project Based Learning（以下 PBL）の事例を報告する．

JSiSE 学生研究発表会（関東地区）では，2016 年度より人材育成を目的としたグループワーク活動を実施している．2018 年度は，「産学連携」をテーマとして，著者らが学習環境デザインと当日の進行，グループ活動のサポーターを担当した．

2. 活動のデザイン

本研究では，(1) 課題 (2) 領域間の対話 (3) バウンダリーオブジェクトの 3 点を重視してデザインした．これらは，学習環境デザイン[3]の「学習者」「評価」「知識」「共同体」の 4 観点の検討と，越境的学習[4]と知識創造[5]の知見をもとにして導かれたものである．

活動の目的は「これまでの研究活動の意義を踏まえ，次のステップで自身の研究活動をどのようにいかせるか，を言語化する」とした．参加学生に与えた課題は「自分たちが研究をとおして出来るようになったことを，産業界と学術界それぞれに PR する」であった．

2.1 課題

PBL の実践では，参加者の課題解決に対する動機が重要となる．そして，動機づけに関する先行研究では，行動の結果に関する期待（結果期待）と自分自身の力量に関する自覚（自己効力感）の二つが行動遂行の要因とされている[6]．過去の実践では，研究に強く関連する課題は就職予定者にとってグループ活動の結果を期待しにくいためメンバーの動機に差があること，社会での実問題に対する研究の適用は実問題の内容が想定しにくいことから課題解決に困難さがあることの 2 点が確認されていた．

これらのことから，2018 年度実践では，結果期待と自己効力感に配慮した課題と活動をデザインした．具体的には，大学院進学予定者と就職予定者の両者にとって有意味な課題が必要と考え，就職活動にも研究活動にもつながる「産業界と学術界への PR」というテーマを設定した．さらに，産業界に関する情報を収集できる機会を「審査員へのインタビュー」および「産業界を知るサポーターへの質問」として明確に位置付け，他者の力を借りつつ課題遂行が可能であると示した．

2.2 領域間の対話

越境的学習の有用性の一つに，他領域の実践を認識し越境元の実践を捉え直すことがある[5]．本研究では，参加学生が自分自身の実践を捉え直すとこを目的として（1）研究室（2）産業界と学術界という

二つの観点の越境を準備した.

具体的には，グループ内で研究室単位の越境が行われるように，異なる研究室のメンバーで構成されるグループを準備した. そして, 取り組む課題を「産業界と学術界のそれぞれへの PR」とすることで各領域について検討することを求め，情報収集や中間レビューの位置付けで産業界での業務経験や産学連携研究経験をもつ教師と学生の対話を設定した.

2.3 バウンダリーオブジェクト

バウンダリーオブジェクトとは，領域横断的な活動における媒介物である [5]. 本研究では，グループワークの中で越境のレベルが最も小さく，他領域との交流の際には相対的に越境元となるグループ内の関係構築を重視し，媒介物として教育システム情報領域の研究経験を設定した．具体的には，活動開始時に，お互いの研究経験を媒介にメンバー間の意見交換ができるよう，事前課題として「自分の研究の意義とその研究経験から得た自分の強み」を 1 分程度で紹介するための準備するように案内した.

3. 実践内容

実践は，2018 年度 JSiSE 学生研究発表会（関東地区）の一部として行われた．参加学生数は学部生 9 名，大学院生 2 名の計 11 名であり，できる限りお互いの研究室が重複しないように配慮して三つのグループに分かれて活動を行なってもらった.

当日のスケジュールは表 1 のとおりである．はじめに，事前課題の共有からメンバーの経験の共通点と相違点を整理する活動を準備した．その後，課題の解決に向けて提案を作成し，2 日目に発表を行なった．発表の評価観点（図 1）と評価基準表は活動開始時点で配布されており，審査員 3 名による評価が行われた．評点は 0 点から 4 点の 5 段階評価とした． さらに，発表に対して審査から 5 分ずつの講評を行なった．最後に，講評を踏まえて自分の考えを整理する目的で，個人単員位での振り返りを準備した．振り返りの問いは，「(1) 自分の研究経験から，産業界と学術界それぞれへの PR をしてください」「(2) 他者との研究経験の共有で気づいたことを教えてください」「(3) 産業界と学術界の違いや共通点について，知ったこと，気づいたことを，そのきっかけと合わせて教えてください」である．なお，当日の時間の関係で，振り返りは研究会終了後に Web フォームから回答する形に変更された.

- 観点１：自分たちの研究経験の分析は十分か
- 観点２：PR 内容の根拠は妥当であるか
- 観点３：PR 内容は学術界のニーズに対して適切か
- 観点４：PR 内容は産業界のニーズに対して適切か

図 1 グループワークの発表観点

表 1 予定されたグループワークのスケジュール

	Phase	活動内容	時間
1日目	1	事前課題の共有	30 分
	2	提案の作成	60 分
	3	中間レビュー ＆審査員へのインタビュー	20 分
	4	提案の改善	60 分
2日目	5	発表準備	20 分
	6	発表会（発表 10 分, 質疑 5〜10 分）	60 分
	7	審査員の講評	15 分
	8	振り返り	10 分

4. 結果と考察

各班の発表に対する平均評点結果は表 2 の通りであり，多くの観点で 3 点（とても良い）と評価された結果となった.

表 3 は，学生を対象としたアンケート（回答者数 7 名）の結果である．アンケートは 5 件法で行い，いずれも「とても…だと思う」を 5 点とした．多くの設問で 4 点以上の回答を得たほか，自由記述では「就職活動に役立ちそう」という回答が多く，今回の活動が参加学生にとって有意味であったことが確認された.

表 2 各班の平均評点結果

	観点 1	観点 2	観点 3	観点 4
A 班	3.3	3	3	3
B 班	3	3	3	3.3
C 班	3	2.6	2.3	2.3

表 3 アンケート結果

項目	平均
グループワークでの学生間の交流の有用さ	4.6
グループワーク中のコミュニケーションの円滑さ	4.1
グループワークのチーム課題に取り組む過程の難しさ	4.2
グループワークのチーム課題に取り組む活動の今後の自分の活動への有用さ	4.3
グループワークを通じた変化	3.4

謝辞

本研究の一部は JSPS 科研費（17K01136，18K13238）の助成を受けた．JSiSE 関東支部役員および研究会参加教員からの支援，研究会参加学生からの本研究へのデータ提供を得た.

参考文献

(1) 日本機械工学会，“関東学生会” https://www.jsme.or.jp/kt/student/student_index.html（2019/6/13 参照）
(2) リバネス:“超異分野学会”, https://hic.lne.st/ (2019/6/13 参照)
(3) 米国学術研究推進会議（編），森敏昭，秋田喜代美（監訳）:“授業を変える”，北大路書房（2002）
(4) 石山恒貴：“越境的学習のメカニズム”，福村出版（2018）
(5) 紺野登 一般社団法人 FCAJ，目的工学研究所：“ワイズプレイス・イノベーション”，翔泳社（2018）
(6) シャンク，D.，ジマーマン，B.（編），塚野州一（編訳）:“自己調整学習と動機づけ”，北大路書房（2009）

三つの基本推論を対象とした三角ロジック組み立て演習の設計

Design Triangle Logic Composition Exercise for Three Basic Reasoning

中野 謙[*1], 林 雄介[*1], 平嶋 宗[*1]
Ken NAKANO[*1], Yusuke HAYASHI[*1], Tsukasa HIRASHIMA[*1]
[*1] 広島大学工学研究科
[*1] Graduate School of Engineering, Hiroshima University
Email: nakano-k@lel.hiroshima-u.ac.jp

あらまし: 論理を構造的に捉えるための表現として 6 要素で構成される Toulmin モデルがよく知られているが，これを「根拠」,「理由付け」,「主張」の三要素だけにした構造表現はしばしば三角ロジックと呼ばれている．この三角ロジックをモーダスポネンスもしくは三段論法に還元される演繹推論として限定し，インタラクティブな組立演習を実現したところ，論理的思考力を向上させることを示唆する結果が得られている．本研究では，この三角ロジック表現を演繹推論として定式化したことに基づき，同じ表現に基づくアブダクション, および帰納推論に相当する推論も同じ表現上で定式化し, 演習化することを試みる．
キーワード: 論理的思考力，Toulmin モデル，三角ロジック，演繹推論，帰納推論，アブダクション

1. はじめに

近年,個々の領域に依存しない一般的な能力としての論理的思考力が重視される傾向にある. [文化庁 04，文部科学省]しかしながら,その育成方法というものは明確に確立されていないのが現状である.この課題を解決しようとする試みの一つが，意味的・記号的に記述された学習課題をインタラクティブに操作できる環境を実装することで,学習課題に対する学習者の活動をより活動的で深いものする「オープン情報構造アプローチ」である[平嶋 18].

一方，論理の情報構造のモデルとして，6 要素で構成される Toulminm モデルをその本質的要素は「根拠」,「理由付け」,「主張」の三要素であるとの指摘がされており[Bryan 2014]，この三要素で構成される論理表現はしばしば三角ロジック（モデル）と呼ばれている．この三角ロジックを論理の情報構造として捉え，モーダスポネンスもしくは三段論法に還元される演繹推論であると限定したうえでオープン情報構造アプローチを適用した三角ロジック組み立て演習が実現されており，実験的使用を通して論理的思考力の育成に寄与することを示唆する結果が得られている[北村 17].

本稿では，この三角ロジックが演繹推論を構造的に表現しており，したがってこの構造上で，演繹推論とともに三つの基本推論とされている帰納推論，およびアブダクションを表現することが可能であるとの考えに基づき，これらの三つに基本推論を同一論理構造上で試行することが可能な演習を検討する．

以下本稿では,2 章にて先行研究とそれに対する本研究での目的,3 章にて三角ロジックモデルに基づく「演繹推論」「帰納推論」「アブダクション」を説明し，その演習化の検討について述べる．

2. 三角ロジック組み立て演習支援システム

三角ロジックモデルによる論理表現の例を図 1 に示した．

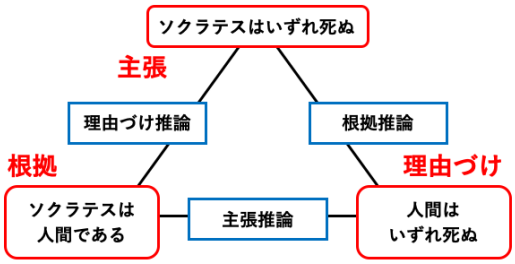


図 1 三角ロジックとその形状による 3 種類の推論

筆者らは，この三角ロジックがモーダスポネンスもしくは三段論法を構成するとの限定の元で，部品から論理構造の組み立てを学習者に行わせ，組み立てられたものをシステムが診断し，フィードバックを与える演習を実現した. 実験的利用の結果として，論理的思考の調査問題において，比較群と比較して有意な学習効果があったことを示唆する結果を得ている[北村 17].

この論理構造においては，演繹が成立することが前提となっているため，根拠と理由から主張が導かれるだけなく（主張の推論），ある主張とある根拠が存在するとすれば，それらを結ぶ理由付けが存在することになり（理由付けの推論），また，主張と理由付けが存在すれば，根拠も成立していることになる（根拠の推論）．これら三つの推論は，演繹，帰納，アブダクション, にそれぞれ相当するとの考えの元，同一論理構造が含んでいる三つの推論を考えさせる演習を実現しようというのが本研究の目的となる．なお，アブダクションおよび帰納推論の結果は，形式的には演繹推論を成立させるものとなることから，本研究の前提は妥当であると考えている．

3. 三角ロジックにおける 3 推論

本章では,三角ロジック上にて「演繹推論」「帰納推論」「アブダクション」のそれぞれについてどのよう

に考えることができるか述べる.

3.1 演繹推論

演繹推論とは「一般的かつ普遍的な事実（ルール・セオリー）を前提として、そこから結論を導き出す」という演繹法の考え方のもとで行う推論方法である。そもそも三角ロジックは図 2 のように、一般的な根拠(Data)に対してルールとなる理由づけ(Warrant)を適用することにより、主張(Claim)を導く形として構成されているため、演繹推論は三角ロジックそのものの形で実現可能である。

[北村 17]で開発したシステムにおいては，モーダスポネンス（根拠：p，理由付け：p→q，主張 q）もしくは，三段論法（根拠：p→q，理由付け：q→r，主張：p→r）とすることで組立て活動及びその診断・フィードバックを実現している.

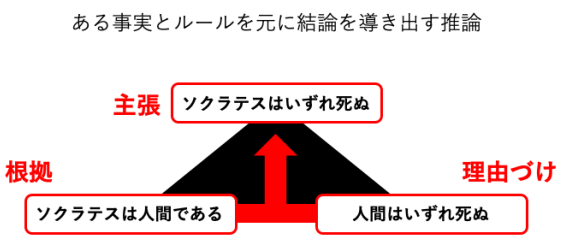


図 2 三角ロジック上の演繹推論

3.2 帰納推論

帰納推論とは「様々な事実や事例から導き出される傾向をまとめあげて結論につなげる」という帰納法の考え方のもとで行う推論の方法である.これを三角ロジックで扱おうとした場合,三角ロジック自体に一事例の論理構造を扱うという特性があるゆえに複数事例を必要とする帰納法を直接扱えてはいない.

そこで,帰納法の一事例ごとに行なっていると思われる操作を抽象化して取り出し,「帰納法に対応する推論」として扱うことを検討する.具体的に操作は 2 つのステップに分けられ,1 ステップ目ではルール推定の操作を行う.このステップでは,取り扱う一事例に対して成立していると考える理由づけ（ルール）の推定を行う(図 3 ①).

次に 2 ステップ目ではルール一般化の操作を行う.このステップでは,前ステップで推定したルールを広い事例に適用できるように一般化を行う(図 3 ②).

以上 2 操作を行うことにより,帰納法の本質的操作を行う「帰納法に対応する推論」が三角ロジック上で実現可能と考えた.

なお,本来の帰納法であれば,”ルール推定”を複数事例に対して行なったのちに,抽出した複数のルールから適切に”ルール一般化”を行うことになる.

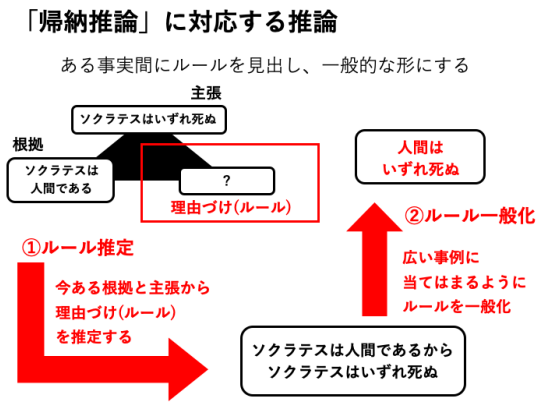


図 3 三角ロジック上での帰納推論に対応する推論

3.3 アブダクション

アブダクションとは「起こった現象を最もうまく説明できる仮説を形成する」という考え方で推論を進めていく推論方法である. これを三角ロジックで扱う場合,求める仮説というのは三角ロジックでいう根拠(Data)にあたると考えられる.

したがって,三角ロジックの形はそのままに,与えられた主張とその理由づけから根拠を求める活動を行うことで、アブダクションを三角ロジック上で実現可能だと考えられる.

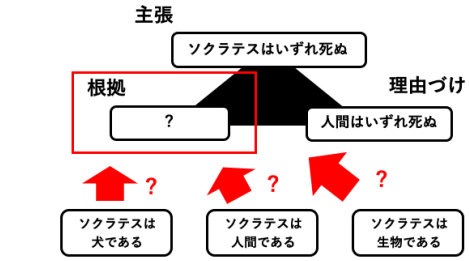


図 4 三角ロジック上でのアブダクション

4. まとめと今後の課題

本稿では,三角ロジックモデルを用いることにより,「演繹推論」「帰納推論」「アブダクション」の三つの基本推論を同一論理構造上での演習化を検討した. 今後はここまで検討した活動をシステムで実施できるように実装し,学習効果が見られるかを検証していきたい.

参考文献

(1) 文化庁:「これからの時代に求められる国語力について」文化審議会答申(2004)
(2) 北村拓也, 長谷浩成, 前田一誠, 林雄介, 平嶋宗: “論理構造の組み立て演習環境の設計開発と実験的評価”, 人工知能学会論文誌, 32 巻 6 号 C(2017)
(3) 平嶋宗: “ディープアクティブラーニングを指向した課題設計法としてのオープン情報構造アプローチ:外在タスク・メタ問題・仮説検証的試行錯誤”，人工知能学会全国大会資料（第 32 回）(2018)
(4) Bryan, H. J., et al.: “A NEW LEARNING PROGRESSION FOR STUDENT ARGUMENTATION IN SCIENTIFIC CONTEXTS” (2014).

適応型学習システムにおける実用的な問題分類手法の提案と評価

Proposal and Assessment of Practical Classification Method of Exercises in Adaptive Learning System

阿部 晃大[*1], 光永 悠彦[*2], 山川 広人[*3], 小松川 浩[*1]
Kodai ABE[*1], Haruhiko MITSUNAGA[*2], Hiroto YAMAKAWA[*3], Hiroshi KOMATSUGAWA[*1]
[*1] 公立千歳科学技術大学 大学院光科学研究科
[*1] Graduate School of Photonics Science, Chitose Institute of Science and Technology
[*2] 名古屋大学 大学院教育発達科学研究科
[*2] Graduate School of Education and Human Development, Nagoya University
[*3] 公立千歳科学技術大学 理工学部
[*1] Faculty of Science and Technology, Chitose Institute of Science and Technology
Email: abe215@kklab.spub.chitose.ac.jp

あらまし: 我々は, 授業の予習課題の達成状況を授業開始時に確認するための適応型学習システムの実用研究を行っている. 本研究では, 潜在ランク理論と教師が事前に設定した難易度双方を活用して, 過去の学習者の正否情報を参考に, 難易度毎の問題の再分類を行える仕組みを検討した. 実際にプログラミング授業で活用を図り, その有用性を検証した.
キーワード: e ラーニング, 問題分類, 潜在ランク理論

1. はじめに

我々は, 授業の予習課題の達成状況を授業開始時に確認するための適応型学習システムの実用研究を行っている. 本研究チームは先行研究において, 予習状況確認のための適応型学習システムを e ラーニングの機能として開発し, それを用いた授業モデルの構築と教育現場での活用を通じて, 一定の教育的効果を示した(1). この際, 問題の難易度は専門家が設定したルーブリックに沿って設定されていた. しかし, 専門家が設定した難易度が常に実際の学習者の正否情報[1]と整合性が取れるとは限らない. また, 予習の場合, 問題の選択は学習者に預けられることが多く, 学習者の能力に呼応した, 均等な(一定数の)正否情報の取得も難しい. 本研究では, 欠損値を含む過去の学習者の正否情報に対し, 潜在ランク理論と専門家が事前に設定した難易度双方を活用して, 難易度毎の問題の再分類を行える仕組みを検討した.

2. 授業モデル

本研究チームの上野らが提案した授業モデル(1)は, 授業前に予習として学習教材を提示する. 講義の始めにテストを行い, 予習状況を確認する. 学習成果の確認では, 講義で扱う知識の理解度を測る. 単元毎の学習教材を理解度別に段階化して整備し, 学習成果の確認においても, この段階を提示する.

2.1 演習問題

演習問題はレベル 1〜7 までの理解度別に整備している. 問題の難易度の基準は専門家が設定したルーブリックに沿って, 低レベル帯(1〜2)が全般的な知識(用語)の理解, 中レベル帯(3〜5)が基本的な知識の活用, 高レベル帯(6〜7)が応用的な知識の活用を想定して設定されている.

3. 潜在ランク理論 (LRT)

潜在ランク理論(以下, LRT)とは, 荘島により提唱されたテスト理論である(2). LRT は難易度の尺度は順序尺度であるため, 得点と能力の対応関係を説明することが容易になる. そのため, 難易度と学習モデルで定義する基準の対応関係の説明が容易になることから, LRT を用いて難易度の推定を行う. LRT を用いて推定することができるパラメータとして, 各ランクの人が項目に正解する確率を示す指標である項目参照プロファイル(以下, IRP), 学習者の性質を示す指標であるランク・メンバーシップ・プロファイル(以下, RMP)がある. 本研究では, 荘島により開発された「Exametrika」を利用してパラメータの推定を行う(3).

4. 本研究で定義する問題分類手法

本研究では, 予習で取り組まれたときの正否情報を元に LRT を用いて難易度の推定をする. その際, LRT による問題の分類を基本としつつ, 欠損値の扱いに専門家の経験則を反映させる. 推定された難易度が分類ごとに変わる可能性があるため, 難易度の推定を一定の回数試行し, 最も頻度の大きい難易度を選択し, 分類する方法を採用することで, より信頼性の高い難易度変更を図る.

4.1 問題分類手法の手順

問題分類手法の手順を以下に示す.

1. 問題の難易度を変更する知識の正否情報を用意する.
2. 欠損値がある場合は補完する. (4.2 節参照)
3. Exametrika を利用して, LRT-SOM で問題の難易度を推定する. 推定モデルは二値モデルを指定する. 潜在ランク数は 7 とする.

[1] 正解, 不正解のデータの総評とする.

4. 問題の難易度を一定の回数推定し，推定結果(IRP)の最頻値がその問題の新たなレベルとして分類する．
5. 類似問題は，類似問題確認機能[2]により，同じ正否情報となるため，同じレベルに分類される．

4.2 欠損値の補完

一般的に機械学習では，確率的に欠損値を補完する．正否情報を補完する手法として EM アルゴリズムがある(4)．本研究では，各問題に対して事前に専門家によって難易度が設定されていることから，その値に応じて，(1)式に示すロジスティックモデルを仮定して確率的に擬似的な正否情報を生成し，これを用いて補完した．

$$P_i(\theta) = \frac{1}{1+e^{-Da_i(\theta-b_i)}} \quad (1)$$

(1)式に対して，b は問題のレベルと対応するパラメータ，a は 1，θ は学習者の能力値である RMP を代入して計算する．計算結果を元に正否情報を乱数生成させることにより，補完される値が決まる．

4.3 問題分類の評価

分類された問題に対して，ルーブリックに適した難易度であるか，専門家による評価を行う．また，一部レベルの問題が不足する場合は，専門家が新規の問題を作成する．

5. 検証結果

本研究では，公立千歳科学技術大学で行われた講義，2018 年度 C プログラミング受講者 92 名の正否情報を元に問題分類手法を適用した．レベルが変更された問題に対し専門家により，ルーブリックに沿った分類が行われているか評価を行い，問題の難易度を設定した．また，問題が不足したレベルに対して，問題の追加を行った．単元「配列」の問題における例を図 1 に示す．

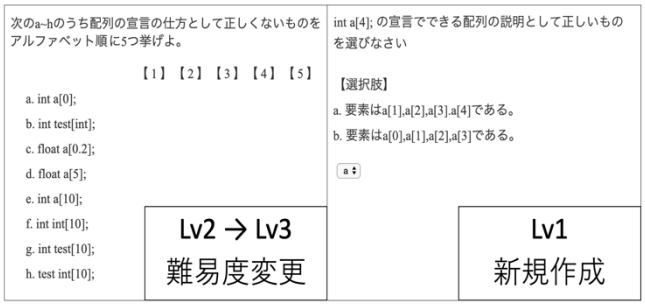


図 1. 問題の難易度変更および新規作成の例

2019 年度 C プログラミングでは，2018 年度の正否情報を元に分類および新規作成した問題を適応型学習システムで利用した．そして，2019 年度 C プログラミング受講者 101 名の正否情報を元に問題分類手法を適用した．分類の対象は，C プログラミングの 1~3 回目の講義の予習範囲である「変数」，「繰り返し文」，「条件式」，「配列」の単元の問題とする．2018, 2019 年度の分類前後のレベル帯(3 段階)が一致した確率を表 1 に示す．

表 1. 分類前後のレベル帯(3 段階)が一致した確率

単元	2018 年度	2019 年度
変数	0.76	0.95
条件式	0.59	0.92
繰り返し文	0.64	0.89
配列	0.91	0.93

学習者毎の問題初回取り組み時の正否情報を元にして，2018, 2019 年度の C プログラミングの単元「関数」のレベル別の正解率を図 2 に示す．縦軸は正解率，横軸はレベル(7 段階)を示す．左のグラフが 2018 年度，右のグラフが 2019 年度のデータである．

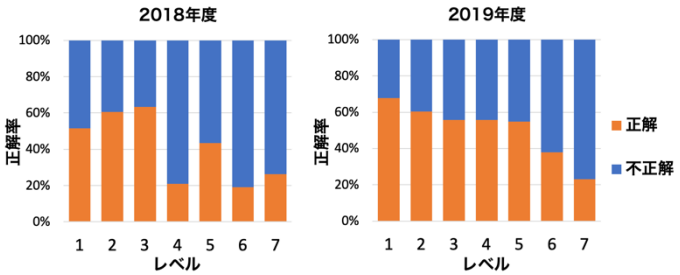


図 2. 単元「関数」　レベル別の正解率

6. 考察

表 1 より，2019 年度は 2018 年度と比較した結果，分類前後のレベル帯が一致した確率が上昇し，8 割以上の問題がルーブリックに沿ったレベル帯に分類された．また，図 2 より，2018 年度ではレベルと学習者の正否情報における正解率の傾向は一致しないが，2019 年度はレベルに呼応して，正解率が下降する傾向が顕著となった．他の単元でも，同様の傾向が見られた．そのため，複数回の分類によって，ルーブリックと学習状況の双方を考慮した分類に対して一定の効果を示した．

7. まとめ

過去の学習者の正否情報を参考に，難易度毎の問題の再分類を行える仕組みを検討した．検証の結果，複数回の分類により，ルーブリックと学習状況の双方を考慮した分類に対して一定の効果を示した．

参考文献

(1) 上野春毅，加藤巽，深町賢一，立野仁，山川広人，小松川浩 ：“CBT を活用した反転授業モデルの提案とプログラミング実習科目での評価”，第 44 回教育システム情報学会全国大会(2018).
(2) 植野真臣，荘島宏二郎 :”学習評価の新潮流”，朝倉書店(2010).
(3) 荘島宏二郎 :”エグザメトリカ” http://antlers.rd.dnc.ac.jp/~shojima/exmk/jindex.htm (参照 2019-06-14)
(4) 加藤健太郎，山田剛史，川端一光 ：”R による項目反応理論”，オーム社(2014).

[2] 本研究チームの e ラーニングに実装されている機能．問題の文字から抽出した単語同士をコサイン類似度で比較し，類似する問題を定義できる．

数学リメディアル教育における振り返りの質と理解度向上度合の分析

Analysis of Reflection Quality and Degree of Improvement in Understanding in Remedial Mathematics Education

佐藤 優輝[*1], 高木 正則[*1]
Yuki SATO[*1], Masanori TAKAGI[*1]
[*1] 岩手県立大学ソフトウェア情報学部
[*1]Faculty of Software and Information Science, Iwate Prefectural University
Email: g031o070@s.iwate-pu.ac.jp, takagi-m@iwate-pu.ac.jp

あらまし: 学習中に期待通り成果が得られたのかどうかを常に振り返り，次の学習に活かすことは重要である．著者らが所属する大学の数学リメディアル科目では，毎回の授業で実施する確認テストの後に自己の学習を振り返る機会を設け，振り返りの内容を Moodle プラグインとして実装した振り返りシートに記入させている．しかし，振り返りが学習者に与える学習効果については明らかにされていない．本研究では，毎回の授業中に学習者が記入した振り返りの質と期末試験の得点の関係を分析した．
キーワード：振り返り，質的分析，リメディアル教育

1. はじめに

学習指導要領解説 (1) では，「事後に振り返ったりすることで学習内容の確実な定着が図られ，思考力・判断力・表現力等の育成に資するものと考えられる」と述べられている．つまり，学習中に期待通りに成果が得られたのかどうかを常に振り返り，成功または失敗の要因を学習者が認識することが重要である．

著者らが所属する大学の数学リメディアル科目では，毎回の授業で実施する確認テストの後に自己の学習を振り返る機会を設け，振り返りの内容を Moodle プラグインとして実装した振り返りシートに記入させている．しかし，振り返りが学習者に与える学習効果については明らかにされていない．本研究では,「振り返りの質が高い学習者ほど授業の理解度が向上する」との仮説を立て，この仮説の検証を目的として毎回の授業中に学習者が行った振り返りの質と期末試験の得点の関係を分析する．

2. 科目概要

平成30年度に本学ソフトウェア情報学部の1年生57名が履修した専門基礎科目「情報基礎数学 C」(以下，数学 C) を対象とする．数学 C は数学リメディアル科目として開講されており，入学直後に実施されるプレースメントテストで合格点に達しなかった学生が履修する必修科目である．学修目標は論理，集合, ベクトル, 行列の基礎を理解することである．数学 C の授業の流れを表 1 に示す．学習者は予習で e ラーニング教材を学習し，授業中の最初と最後に事前テストと事後テストを行う．振り返りは事前・事後テストの直後にそれぞれ行う．

3. 仮説検証

仮説検証を行うため，数学 C で学生が記入した振り返りシートを分析した．

3.1 振り返りシートへの記録方法

表 1 授業の流れ

時間(分)	概要
10	事前テスト
5	事前テストの採点・解説，**振り返り**
5	前回授業アンケートへのフィードバック
50	発展課題 (応用問題への回答, 作問学習)
10	事後テスト
5	事後テストの採点・解説，**振り返り**
5	授業アンケート



図 1 振り返りシートの画面例

数学 C では Moodle を利用しているため，Moodle のプラグインとして，振り返りの内容を記入できる振り返りシートを実装した．振り返りシートの画面例を図 1 に示す.

3.2 振り返りの質の分析

分析の準備として，小池らが作成した「細分化した学習感想の指導の 4 段階」(2) を参考に，振り返りの質を評価する 4 つの基準を独自に開発した．振り返りの質の評価基準を表 2 に示す．表 2 の基準は第 1 段階が最も質が低く，第 4 段階が最も質が高い振り返りを意味している. 履修者 57 名が事前テスト直

表 2 振り返りの基準

第1段階	数学の学習内容についての記述がない
	1-A（学習への感想をしている記述） 主に,「満点だった」「難しかった」「忘れた」などの簡素な記述がある
	1-B（計算間違いに関する記述） 主に,「計算ミスがあった」「ケアレスミス」などの記述がある
	1-C（学習時間に関する記述） 主に,「時間が足りなかった」「勉強不足」などの記述がある
第2段階	数学の学習内容についての具体的な記述がなく，抽象的な言葉が多い
	2-A（できたこと，できなかったことに関する記述） 主に,「基礎の理解ができた」「理解が足りなかった」などの記述がある
	2-B（予習の学習内容で良かったこと，悪かったことに関する記述） 主に,「～が良かった」「～が悪かった」などの記述がある
第3段階	数学の学習内容について具体的な記述がある
	3-A（確認テストを振り返る記述） 主に,「～したい」といった，今後の学習に向けての記述がある
	3-B（予習の学習を振り返る記述） 主に，予習の学習と結びつけた振り返りがされている記述がある
第4段階	自らの学びを振り返り，学習内容と結びつけた今後の学習に向けた記述がある
	自らの学びを振り返り，予習・確認テストの学習内容・結果と結びつけた振り返りがされている記述がある

後に記入した全 8 回分 435 件の「予習の学習方法で良かった点，悪かった点」に関する振り返り内容を分析し，表 2 の基準に従って分類した．また，振り返りの質が低い順に点数をつけ（第 1 段階 : 1 点，第 2 段階 : 2 点，第 3 段階 : 3 点，第 4 段階 : 4 点），学生ごとに記入した振り返りの質の合計点を求めた．

3.3 分析結果

振り返りの質の合計点の代表値を表 3，期末試験の得点の代表値を表 4，プレースメントテストと期末試験の差分の代表値を表 5 に示す．今回の分析では，振り返りの機会を設けた全 8 回の授業の振り返りシートに記入のあった 46 名を対象に分析を行った．

表 4, 5 から期末試験ならびに期末試験とプレースメントテストの差分は，いずれも振り返りの質の合計点と無相関であることが確認できる．無相関になった要因として，期末試験の平均点が高く，分散が小さかったことと，振り返り質の合計点も平均点に集中し，分散が小さかったことが考えられる．

一方，期末試験とプレースメントテストの差分では，期末試験だけの相関より数値が高い結果となっている．これは，差分の散らばり大きかったため，数値が高くなったと考えられる. これらの結果から，今回の分析では振り返りの質が高い学習者ほど授業の理解度が向上することは示せなかったが，振り返りの質が高い学生やプレースメントテストから期末試験までに得点を大きく向上させる学生がいることが明らかになった．これらの学生を分析することで振り返りの質が理解度に影響を与えることを明らかにできる可能性があることが示唆できる．

表 3 各学生の振り返りの質の合計点の代表値

満点	32
最高点	29
最低点	11
平均点	16.522

表 4 期末試験の得点の代表値

満点	100
最高点	95
最低点	60
平均点	81.413
振り返りの質の合計点との相関係数	0.082

表 5 プレースメントテストと期末試験の差分の代表値

差分の最大値	85
差分の最低値	0
差分の平均値	41.521
振り返りの質の合計点との相関係数	0.158

4. おわりに

本稿では，振り返りの質が高い学習者ほど授業の理解度が向上すると仮説を立て，この仮説の検証を目的とした分析を行った．その結果，振り返りの質が理解度向上に繋がることは示せなかったが，さらなる分析の余地があることが示唆された．今後は，引き続き振り返りと理解度向上の関係について分析を行い，学習者に理解度向上に繋がる振り返りの支援をするシステムの開発を行う．

参考文献

(1) 文部科学省:“高等学校学習指導要領解説”，総則編, http://www.mext.go.jp/component/a_menu/education/micro_detail/__icsFiles/afieldfile/2018/07/13/1407073_01.pdf（2018）

(2) 小池克行, 霞英樹, 佐々木祐哉, 石川和広, 松沢要一, 岩崎浩:“生徒による振り返 りを視点とした授業改善への実践的アプロ ーチ”，上越教育大学教職大学院研究紀要, Vol.3 （2015）

左官初級者の塗り技術の学習を支援する映像システムの提案

Proposal of a Video System Supporting the Learning of the Daubing Technique of the Novice Plasterer

久門 岳弘[*1], 後藤田 中[*1], 米谷 雄介[*1], 林 敏浩[*1], 神田 亮[*1], 八重樫 理人[*1], 川井 翼[*2], 蟹澤 宏剛[*2]
Takahiro KUMON[*1], Naka GOTODA[*1], Yusuke KOMETANI[*1], Toshihiro HAYASHI[*1], Ryo KANDA[*1], Rihito YAEGASHI[*1], Tsubasa KAWAI[*2], Hirotake KANISAWA[*2]
[*1] 香川大学
[*1]Kagawa University
[*2] 芝浦工業大学
[*2]Shibaura Institute of Technology
Email: s15t224@stu.kagawa-u.ac.jp, gotoda@eng.kagawa-u.ac.jp, kometani@eng.kagawa-u.ac.jp, hayashi@eng.kagawa-u.ac.jp, rkanda@cc.kagawa-u.ac.jp, rihito@eng.kagawa-u.ac.jp, me18030@shibaura-it.ac.jp, kani@sic.shibaura-it.ac.jp

あらまし：現在，建設業界では人手不足が続いており，就職希望者に技術習得を支援している．キャリアアップには技術の熟達が必要である．建設業界では OJT による教育が一般的であるが，技術の早熟のためには一人でも自己学習が効率的にできる環境が必要である．本研究では，左官の技術の向上を支援する映像システムを開発に向け，映像に対して OpenPose を使用してポイントとなる動作を取得する方法を検討する．
キーワード：スキル学習，OpenPose，動作解析，職人育成，映像システム

1. はじめに

近年，建設業界では従業者の高齢化や若年者の減少など人手不足が問題になっている．そこで国土交通省は，建設業を選択してもらうためにキャリアパスモデルを作成した(1)．また，厚生労働省では，建設労働者緊急育成支援事業を実施し，基礎技能の習得や各種資格の取得，就職支援を行っている(2)．キャリアパスモデルでは，技術の熟達度で遷移しており，基礎技術は育成事業で学ぶことができる．建設業界や国は，人材確保のために将来性の提示や新規参入者の育成を行っている．

一方, この育成事業は, 短期間の集団受講であり，個人指導は補助対象ではない．受講終了後(就職後)は，個人で技術を伸ばすことになり，参考映像を視聴すること自体は有効である．しかし，映像視聴のみの学習では，個々の部位の動きに目が行きがちである．また，他者による熟達の状態把握や上達に向けた修正指摘の機会がない．その結果，理想的な動作に近づいているかが分かりにくい．単に，各部位の動きをバラバラに近づける(真似する)ことは容易であるが，例えば，他者の指摘によって得られる，学習者が直接意識しづらい各部位の連動や重心の変化など，直接目に見えない複数の動きの関係を理解しつつ, 理想に近づける仕組みと機会が必要となる．

そこで本研究では，各部位の連動や重心などを意識させる映像視聴に向けて，そのような援用が可能な映像システムの要件および映像から骨格情報を取得する方法を検討する．支援対象として建設技能の中でも左官を採用する．左官とは，人が鏝という道具を使って，壁を塗り，仕上げを行う仕事である．高い技能を習得するためには長い期間を要し，一人前になるのに数年を要する．

2. 映像システムによる学習支援の要件

学習する際に必要となる要素の策定を行う．各部位の動きを「外的な動き」とし，外的な動きから定義される各部位の連動を「内的な動き」として説明する．学習に必要な要素を次のように定義する．

１．外的な動きと内的な動きの関係
２．内的な動きの差：熟達者(教師映像)・学習者
３．内的な動きの向上に向けた外的な動きの指摘

まず，学習者は内的な動きが意識しづらいので，外的な動きとの関係提示が必要である．次に，熟達者と学習者の内的な動きの差の指標が，熟達の状態を把握するうえで必要である．さらに，試行錯誤の学習においては，内的な動きを直接改善することが難しいため，１の関係性によって外的な動きによって，２の内的な動きの差が改善される方向を学習者に示す必要がある．つまり，学習者が重要な塗り技術の体の動きを意識できるということは，外的な動きの指摘を受けた場合に，外的な動きの改善のみを意識するのではなく，内的な動きの改善を意識することが求められる．

3. 関連研究

動作の解析を行っている研究や技術習得のための教材作成を行っている研究をあげる．

高井らの研究では，左官を対象に，三次元動作測定や筋活動測定, 眼球運動測定を用いて， 左官の作業の特徴を外的な動きと内的な動きを個々に形式知

化した．解析した結果を e ラーニング教材に落とし込み，教材の制作を行った[3]．

川井らの研究では，マーカーを用いた映像解析で，熟達者と非熟達者の動きを解析し，左官においてポイントとなる外的な動きと内的な動きの定義を行った[4]．外的な動きである頭と腰の動き，肩の動き，角度，肘の角度に対し，内的な動きである部位の連動性を調らべた．その結果，熟達者と非熟達者との間で内的な動きに違いがあることを明らかにした．

また，浅利らは，子どもの関心推定のために，頭と体の位置・向きを調べるために，機械学習による画像解析を用いて映像から動的に骨格を検出している[5]．頭と体の位置・向きが外的な動きに相当し，子どもの関心が内的な動きに相当する．

本研究では，これまでの左官研究によって明らかになっている外的な動きを自動で解析し，それにより内的な動きの改善が分かる情報を抽出し，抽出した情報を重畳した映像を視聴させることによって，内的な動きの意識を支援する．

4. 手法

まず，学習者は，熟達者の外的な動きと内的な動きの関係を理解するために，あらかじめ参考とする熟達者の映像から，外的な動き(図 1)と内的な動きが可視化された映像を視聴する．次に，熟達者と自身の内的な動きの差を理解するために，その差が重畳された映像を視聴することで，内的な動きが改善される方向に意識を向ける．内的な動きを改善するために，関係している外的な動きである頭や肩の動きなどに対して指摘を受ける．なお，映像から外的および内的な動きを解析するために，機械学習による画像解析を使用して骨格を検出する．機械学習を用いることは，解析が自動化でき，フィードバックの迅速化の観点から，一定時間内で撮影と視聴を繰り返すような，自己学習に適している．このような仕組みによって，学習者は，内的な動きを意識する機会を得られる．

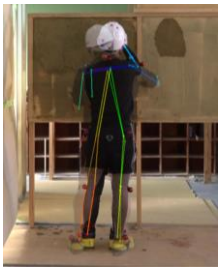


図 1 外的な動きの骨格のみを抽出した
重畳表示の例

5. 事前実験

本実験の目的は，機械学習による画像解析で，外的な動きと内的な動きの検出が可能であるかを検証することである．機械学習による画像解析を使用して骨格を検出し，川井ら[4]の手法で得られる外的な動き／内的な動きを，推定した骨格情報により，再現できるかを確かめる．

撮影は全身を画面におさめるために背後から行う．骨格情報を分析し，川井らの手法による結果と比較することで，動作のポイントとなる外的な動きや内的な動きが取得できているかどうかを確認する．また，フィードバックまでの時間を短くするために，フレームレートとデータ解析にかかる時間との関係も合わせて調べる．

本実験では，骨格情報の検出に OpenPose[6]を用いる．OpenPose は，Zhe らが開発した骨格検出のライブラリであり，人物画像を解析し，その人物の関節位置を推定することができる．川井らの研究では，人の関節の位置にマーカーを装着させ，マーカーの動きを追跡することで，外的な動き／内的な動きを検出している．そこで， OpenPose で，関節部分の動きを抽出し，川井らの手法で抽出された動きと比較し，その一致度を評価することで，目的を達成する．

6. まとめと今後の展望

左官初級者の塗り技術の学習する映像システムを開発するために，外的な動きと内的な動きとを捉える手段として，機械学習を用いた画像解析により得られる骨格情報の利用を提案した．本手法の妥当性を検証するための実験計画を策定した．今後は．実際に実験を行い，提案手法の妥当性を高める．このうえで，学習者と熟達者との差を可視化する方法について検討し，最終目的とする塗り技術の学習支援システムを開発し，左官初級者を対象とした実証実験を行いたいと考えている．

謝辞

本研究では，基盤研究(C)19K12270，基盤研究(B)18H03344 の助成を受けている．

参考文献

(1) 国土交通省: “キャリアパスモデル”, http://www.mlit.go.jp/common/001175581.pdf (2019 年 6 月 15 日確認)
(2) 厚生労働省: “建設労働者緊急育成支援事業”, http://www.kensetsu-kikin.or.jp/kunren/ (2019 年 6 月 15 日確認)
(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, Vol.33 No. 2, pp.84-93 (2016)
(4) 川井翼，蟹澤宏剛，後藤田中: “建設技能労働者の技術習得に関する研究”, 日本建築学会 (2019) (発表予定)
(5) 浅利恭美，山田徹志，青柳燎，騰川祐太，大森隆司:“子どもの動作からの関心推定に向けたセンシングシステムの開発”, 教育システム情報学会研究報告, vol. 33 No.5, pp.23-26 (2019)
(6) Zhe Cao, Gines Hidalgo, Tomas Simon, Shih-En Wei, Yaser Sheikh, “Realtime Multi-Person 2D Pose Estimation using Part Affinity Fields”, CVPR (2017)

自己調整学習サイクルに基づく個別化された学習環境の提案 －Graasp を例に－

A Proposal of Personal Learning Environments Based on Self-Regulated Learning Cycle - An Exsample of Graasp -

高橋 暁子[*1], 根本 淳子[*2], 竹岡 篤永[*3], 仲道 雅輝[*4]
Akiko TAKAHASHI[*1], Junko NEMOTO[*2], Atsue TAKEOKA[*3], Masaki NAKAMICHI[*4]
[*1] 徳島大学, [*2] 明治学院大学, [*3] 明石高等工業専門学校, [*4] 愛媛大学
[*1] Tokushima University, [*2]Meiji Gakuin University, [*3]National Institute of Technology, Akashi College, [*4]Ehime University
Email: atakahashi@tokushima-u.ac.jp

あらまし：本稿では，PLEs のプラットフォームの一つである Graasp（グラスプ）を用いて，学習者自らが自分の学習環境を整えるためのフレームワークを提案する．Graasp 上にスペースを用意し，その下位に自己調整学習サイクルに基づき〔計画〕〔学習中〕〔リフレクション〕の 3 つを用意して，外部ツールと連携させることを検討した．
キーワード：Personal Learning Environments，個別化された学習環境，自己調整学習，プラットフォーム

1. はじめに

ICT の発展によって，SNS（Social Networking Service），Wiki，ブログといったツールが一般に普及し，e ラーニングでの利用も増えている．学習者はこれらのツールを用いて自らの学習環境を整えることが可能であるが，個々の学習者にマッチした最適な学習環境とはどのようなものか，個別化された学習環境（PLEs : Personal Learning Environments）の研究が求められている．

PLEs とは，個人が自らの目標に向かい，自らの学習をコントロールし，他者との協調的な学びを最適に行うために使用する，さまざまな支援ツールやソフトウェアの総称である(1)．たとえば，ある SNS を基盤とし，必要に応じてプラグインやアドオンと呼ばれる追加機能を用いて拡張する．そして学習資源となる資料（PDF や動画）へリンクを張ったり，学習者同士でディスカッションをしたり，学習成果物をアップロードしたりと，自分好みに学習環境を整えていくことが考えられる．e ラーニングで一般的に用いられている LMS（Learning Management System）は教授者が学習環境を整えるが, PLEs は個々の学習者が目的に応じて多様なツールを組み合わせ，自ら学習環境をカスタマイズできる点が特徴である．

本研究では，自己調整学習理論に基づき，PLEs のプラットフォームの一つである Graasp（グラスプ）を用いて，学習者自らが自分の学習環境を整えるためのフレームワークを提案する．

2. Graasp

Graasp (2) とは，EU で開発された学習プラットフォームである．近年の Graasp は，2012 年～2016 年の Go-lab プロジェクト(3)や 2017 年から始まった Next-Lab プロジェクト(4)において，初等中等対象の科学技術教育用オンラインコンテンツ（コース）を，教員が共同開発・共有するためのオーサリング環境として利用されている．

しかし，もともとは 2009 年～2013 年の ROLE プロジェクト(5)において，学習者自身が自分の学習環境を作り込むためのプラットフォームとして開発された. そもそもシステム名は「**g**rasping **r**esources, **a**pps, **a**ctivity **s**paces, and **p**eople」に由来しており，さまざまなリソース，アプリケーション，活動，スペース（活動する場），そして人々を，一挙につかみ取ることができるというイメージが伺える．

Graasp が PLEs として活用された例として，中国の大学におけるヒューマンコンピュータインタラクションの授業や，ヨーロッパにおける博士課程の学生対象のワークショップなどが報告されている(5)．

しかし，前述したとおり近年は Graasp を用いた STEM 教育が盛んになったためか，機能としては備わっているにもかかわらず, PLEs のプラットフォームとして活用されることは少ない．

3. 自己調整学習サイクルに基づく PLEs

自己調整学習理論によると，学習とは「計画」「遂行または意志的制御」「自己内省」の 3 つの段階を繰り返す終わりのない過程である(6)．

この学習サイクルの実行を支援する環境として Graasp 上にスペースを用意し，その下位にサブスペースとして〔ガイダンス〕〔計画〕〔学習中〕〔リフレクション〕の 4 つを用意する（図１）．

3.1 ガイダンス

〔ガイダンス〕では自己調整学習サイクルの概要や〔計画〕〔学習中〕〔リフレクション〕スペースの利用方法など, 全体像を説明するコンテンツを置く．

3.2 計画

本研究では，「計画」において目標設定・学習計画支援を行う．具体的には〔計画〕スペースの下に，「学習目標を書く」「学習計画を立てる」の 2 つのコンテンツを用意する．「学習目標を書く」では，長期的な目標と短期的な目標立案の検討を促す．「学習計画を立てる」では，Google カレンダーを使用し，具体的な学習計画を立てる．図 2 に示すように，Graasp では Google カレンダーの埋め込み表示ができる．

3.3 遂行または意志的制御

「遂行または意志的制御」の支援としては学習者が課題に集中し，遂行の最適化を促すことである．遂行中の Graasp 利用として，学習者が学習コンテンツへのリンクを張ったり，参考資料をアップロードしたり，他の学習者とディスカッションをしたりといった活動を想定している．Graasp 上には，これらの活動のやり方を紹介するコンテンツや，「学び方を学ぶ」コンテンツを用意する．

3.4 自己内省

「自己内省」段階における自己評価支援ツールの 1 つとして，先行研究で開発した「学びのスケッチグラフ ver.2」(7)を用いることを提案する．「学びのスケッチグラフ ver.2」は外部ツールとして動作することを想定している．学習者は，学習活動を週単位で振り返り，0〜10 の 11 段階で自己評価し，グラフを記述する．振り返る内容は「努力」と「得られた成果」など，教員が適宜設定する．現時点では開発途中であるが，学習者は一定の区切りで自分が描画したグラフを Graasp へ張り付けられるようにする（図 3）．学習者はこれまでの学習過程を眺め，Graasp 上でリフレクションレポートを作成する．最後に学習目標と学習計画を見直すメッセージを提示する．

4. おわりに

本研究では，PLEs のプラットフォームの一つである Graasp を用いて，学習者自らが自分の学習環境を整えるためのフレームワークを提案した．今後は関連ツールの開発を進めるとともに，自己調整学習サイクルの各段階で利用できる既存ツールをいくつか提案し，学習者が選択できるようにしたい．そして，本提案の有用性を評価していくことが課題である．

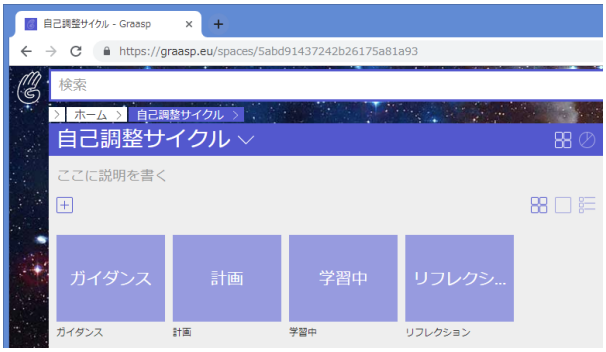


図 1 自己調整学習サイクルのスペース

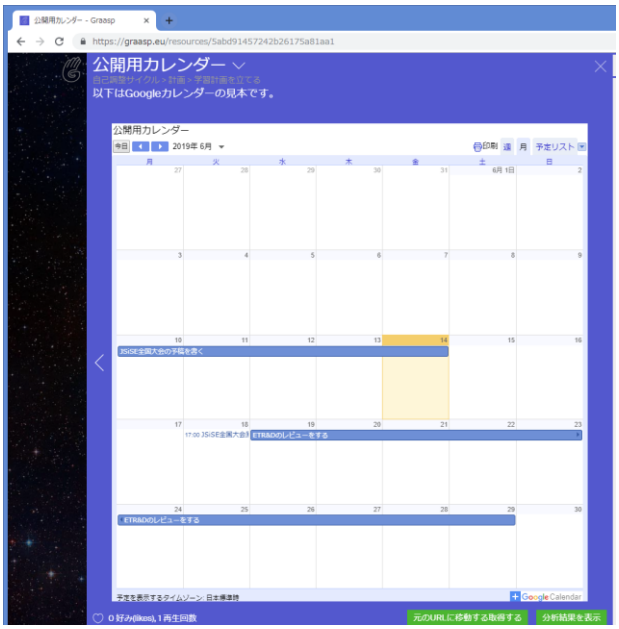


図 2 Google カレンダーを埋め込んだイメージ

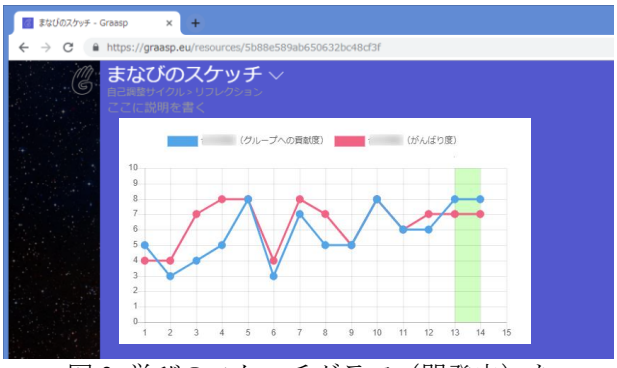


図 3 学びのスケッチグラフ（開発中）を埋め込んだイメージ

謝辞

本研究は JSPS 科研費 15K01073 の助成を受けた．

参考文献

(1) EDUCAUSE: 7 Things You Should Know About Personal Learning Environments. http://www.educause.edu/Resources/7ThingsYouShouldKnow AboutPerso/171521（参照 2014.10.10）
(2) Graasp: http://graasp.eu/（参照 2019.6.14）
(3) Go-lab: https://www.golabz.eu/（参照 2019.6.14）
(4) Next-Lab Project: https://nextlab.golabz.eu/（参照 2019.6.14）
(5) Kroop, S., Mikroyannidis, A. and Wolpers, M. (Eds.), Responsive Open Learning Environments: Outcomes of Research from the ROLE Project. 2015 https://www.springer.com/gb/book/9783319023984（参照 2019.6.14）
(6) シャンク＆ジマーマン（編著）塚野州一（編訳）:自己調整学習の実践．北大路書房，京都（2007）
(7) 高橋暁子，根本淳子，竹岡篤永，仲道雅輝，和田卓人，リフレクションを促す「学びのスケッチ ver.2」の開発と形成的評価．第 43 回教育システム情報学会全国大会（北星学園大学）発表論文集，267-268（2018）

制約特殊化による行き詰まり原因自己認識法と その習得支援システムの設計と開発

Design and development of a system that supports learn how to recognize the cause of deadlocks in problem solving by specializing constraints

元川 凱喜[*1]，林 雄介[*1]，平嶋 宗[*1]
Kaiki Motokawa[*1], Yusuke Hayashi[*1], Tsukasa Hirashima[*1]
[*1] 広島大学院工学研究科
[*1]Graduate School of Engineering, Hiroshima University
Email: motokawa@lel.hiroshima-u.ac.jp

あらまし：問題解決の行き詰まりを能動的な学習の機会とするためには，学習者自身に行き詰まり原因を認識させることが有効と期待できる．本研究では，問題の制約を特殊化していくことで解ける問題を見つけ，元の問題との差分を行き詰まり原因として検出する方法（制約特殊化による行き詰まり原因自己認識法）を力学問題において定式化し，その方法の習得を支援する演習システムを設計開発する．
キーワード：単純化，特殊化，単純化方略，自己克服

1. はじめに

学習者が問題解決の際に，その問題を解くための知識は持っているにもかかわらず失敗してしまうことがある.一般的な学習では教授者が問題の正しい解き方を教えることが多いが，これでは学習者がその正しい解き方を受動的に受け入れてしまいがちであり，学習としては効果的であるとはいえない．一方，学習者が行き詰まりの原因を自身で発見し，再び元の問題に挑戦して克服することを自己克服といい，学習者が能動的に自己調整活動の一つであり，高い学習効果が期待できる失敗の解消法となる．本研究では，制約特殊化による問題の単純化による自己克服に焦点を当てる．

自己克服する方法としてポリヤ(1)は『もしも，与えられた問題がとけなかったならば，何かこれと関連した問題を解こうとせよ．もっと易しくてこれと似た問題は考えられないか．』と述べている．しかし，ここでは「易しくて似た問題」が明言されていない．筆者らの先行研究ではこの易しく似た問題を「単純化」と呼び，この単純化とは問題の正答率といった難易度ではなく解決過程の包含関係によって定義を試みている．解決過程の包含関係で定義することで行き詰まりの原因を差分として抽出することが可能になる．

先行研究で開発された力学の問題演習における自己克服を支援するシステム（ICP）(2)では，学習者に初期問題を与え,その問題を解決できなかった際に,その問題を単純化した問題を提供して解かせることで元問題の自己克服を促すものである．この自己克服の方法を単純化方略(3)と呼んでいる．単純化方略では行き詰った問題を一段階単純化し，解ける問題が見つかるまで繰り返す．解ける問題が見つかったときは直前の問題と比較する．単純化は先ほど述べたように解決過程の包含関係で定義しているので，比較し差分をとることで学習者は行き詰まりの原因を発見することができる．

この ICP による自己克服支援は実践的利用を通して有効性が確認された．しかし，このシステムではシステム内で単純化を行った問題を提供していた．つまり，単純化をブラックボックス的に行われたため，学習者はシステム演習中に何を学習しているのかわからない可能性や，システムなしでは単純化を行えない可能性がある．そこで本研究では単純化の仕組みを，システム利用を通して再構成し，学習者にとってホワイトボックス化することで単純化の習得を目的とする．

2. 単純化の定義

単純化を定義するためにはまず問題の構造を定義する必要がある． 先行研究(4)では力学における問題を表層構造(問題文)，制約構造(物理状況)，解法構造(解法)に分類して定義し，このうち問題を解く際に特に影響する物理状況と解法において単純化を定義した．「状況」は重力加速度や質量といった問題を構成する属性と，それらの属性を結ぶ数量関係によって構成されたネットワークであり,「解法」はそのネットワーク内で問題から与えられた入力属性と求めるべき出力属性をつなぎ合わせた木構造で表現される解法構造である．これらの構造に操作を行うことで関連した問題を作ることができる．

状況の単純化では問題の持つ属性の値を考えなくてよい値にデフォルト化することで単純な問題を得る（たとえば，摩擦係数を 0 とする，など）．これを「特殊化」と定義する．摩擦係数が存在する状態

が一般的な状態であり，摩擦係数が 0 という値に特定されているのが特殊な状態である．複雑な問題の解決過程は，摩擦係数が 0 でない場合の解決過程は，0 である場合の解決過程を含んでいることになる．解法の単純化は解法構造の一部分を抜き出すことであり，中間属性を出力属性や入力属性にすることで単純な問題を得る． これを部分化と定義する．以下本稿では，特殊化に焦点を絞って話を進める．

3.　システム

3.1　システム概要

本システムでは問題間構造の可視化，操作可能化をシステムで実現することで，問題の単純化をホワイトボックス化し，「特殊化」の習得支援の実現を目指す．具体的には，問題間の特殊化関係の構造の可視化し，さらにその構造を部品から再構成することを演習としている．

3.2　問題間構造組み立て演習

問題間構造組み立て演習では問題間構造が体系的な構造をとることを学習者に意識させることを目的とする．具体的には状況をノード，単純化する属性をリンクとしたキットを組み立てることでマップを組み立てる．例えば図 1 では，リンクラベルは摩擦係数になっており，リンク元（矢印のないほう）のノードの問題は摩擦係数が 0 でなく，摩擦力が働いている問題，リンク 先となっているノードの問題は，摩擦係数が 0 に特殊化され，摩擦力が働かない特殊化，つまり単純化された問題となっている． 続いて図 2 では完成したマップを各ノードが何度単純化されたかを「単純度」とし，その単純度に従って所定の位置に再配置することで階層構造をとることを学習できる．

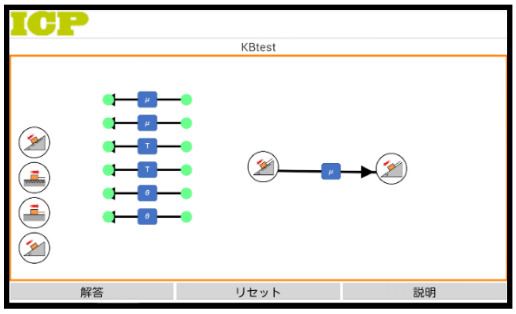


図 1 問題間構造組み立て演習①

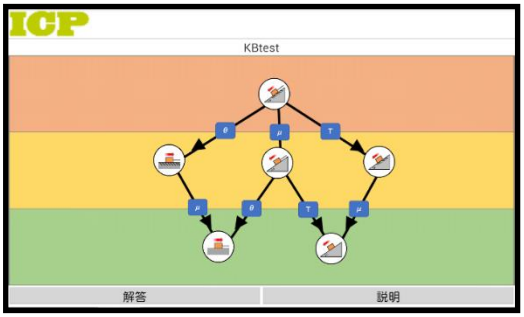


図 2 問題間構造組み立て演習②

3.3　解法構造特殊化演習

特殊化が解き方にどのように影響するのかを解法構造を再構成することにより学習する．元問題の解法構造において特殊化によってデフォルト化される属性(図 3)，それにより考える必要のなくなる部分(図 4)を選択することで単純化後の問題の解法構造を再構成する演習を行う．

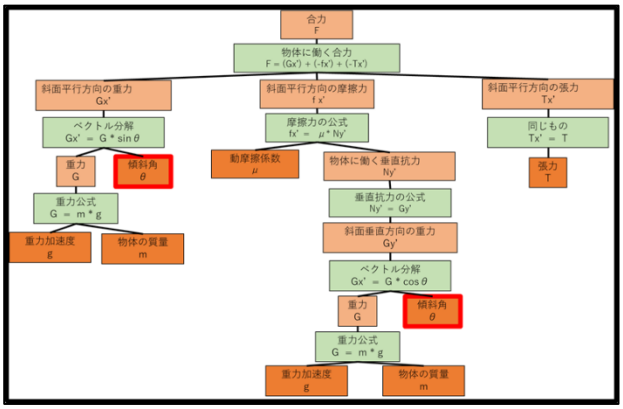


図 3 解法構造特殊化演習①

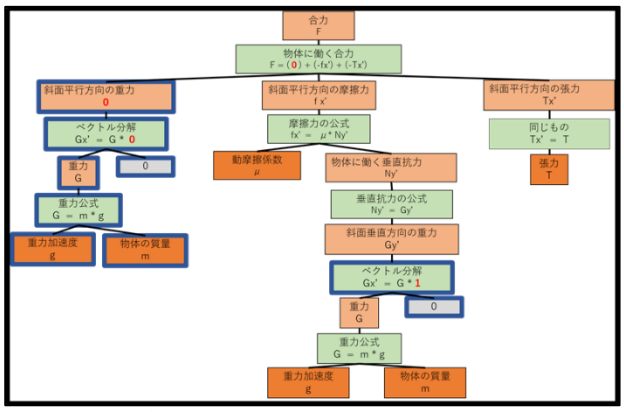


図 4 解法構造特殊化演習②

4.　まとめと今後の課題

本研究では制約特殊化による問題間構造の組み立て、また特殊化による解法構造の変化を再構成することで特殊化の習得を支援するシステムを設計・開発した．今後の課題としては正誤判定以外のフィードバックの追加や実践的な利用があげられる．

参考文献

(1) Polya:“How to solve it”, Princeton University Press (1957)
(2) 林直也,篠原智哉,山元翔,林雄介,堀口知也,平嶋宗,” 単純化による問題解決行き詰まりの自己克服支援” ,第 39 回教育システム情報学会全国大会,I1-28,pp. 55-56, (2014,09,10-12)
(3) 武智俊平,林直也,篠原智哉,山元翔,林雄介,平嶋宗：単純化方略を用いた問題解決失敗の自己克服支援システムとその実践的評価―初等力学を対象として―,電子情報通信学会論文誌 D, J98-D No. 1, pp. 130-141(2015. 1)
(4) 平嶋 宗, 東 正造, 柏原 昭博, 豊田 純一：“補助問題の定式化”, 人工知能学会誌, Vol.10, No.3, pp.413-420(1995)

VR 空間とモーションキャプチャを利用した 大量調理シミュレータの開発

Development of mass cooking simulator using HMD and Motion Capture

櫻井 皓太[*1], 中山 洋[*2], 堀端 薫[*3], 藤倉純子[*3]
Kota SAKURAI[*1], Hiroshi NAKAYAMA[*2], Kaori HORIBATA[*3], Junko FUJIKURA[*3]
[*1] 東京電機大学院理工学研究科
[*1]Tokyo Denki University
[*2] 東京電機大学
[*1]Tokyo Denki University
[*3] 女子栄養大学
[*3]Kagawa Nutrition University
Email: 19rmd14@ms.dendai.ac.jp

あらまし：現在、VR 技術などのデジタル技術を利用した熟練者の動作を学習するためのシステムの研究が進められている。一方、栄養士養成施設において、時間や効率等の問題によって大量調理実習の実施回数が少ないことから、学生が十分な理解と経験を得られないという問題がある。その中で本研究では、HMD とモーションキャプチャシステムを用いた大量調理シミュレータを開発した。まず本システムでは、被験者が没入型 VR 空間で大量調理の疑似体験ができる。さらに、被験者がモーションキャプチャシステムによって計測した教師の動作と自身の動作を、VR 空間上で様々な位置、角度から客観的に観察を行い、学習することが可能である。
キーワード： VR, HMD, モーションキャプチャ，シミュレータ，経験知

1. はじめに

栄養士資格の取得には、厚生労働大臣の指定した栄養士養成施設において、法律で定められた栄養士資格必修項目をすべて履修し、卒業することが定められている。しかし、給食管理実習などの集団調理実習では、作業を分担して大量の調理を行うため、少ない実習実施回数の中で、一人の学生が関わることのできる調理が少なく、実習の全体像を把握できないという問題がある。また、大量の食材と大型の調理器具を扱うため多くの経費がかかる。さらに、肉体的負荷のかかる実習の特質上、女子大学や女子短大が非常に多い栄養士養成施設での集団調理実習では、十分な配慮を必要とする。このような点から、十分な実習時間が得られていないのが現状である。

以上の課題を鑑みて先行研究では、Kinect v2 と HeadMountedDisplay（以下 HMD）を用いた大量調理シミュレータを開発した。このシステムでは、Kinect v2 を用いて事前に収集した熟練者の動作データと、被験者の動作を比較して評価と音声による教示を行い、HMD を用いて Virtual Reality（以下 VR）上に調理場を再現し、調理時における変化を体験することが可能であった。このシステムを用いた実験の結果、このシステムを繰り返し体験することによって、初心者の技能習得に一定の効果があることが分かった。本研究では HMD とモーションキャプチャシステムを用いて、大量調理を被験者に疑似体験させ、また、被験者が熟練者の作業中の動作と自身の動作を VR 上で様々な位置、角度から客観的に観察、学習を行うことを可能とすることにより、大量調理シミュレータによる学習効果の向上を図ることを目的とする。

2. 大量調理シミュレータの構築

2.1 大量調理シミュレータの概要

本シミュレータは実際の大量調理実習の調理メニューを想定しており、回転釜（大型の鍋のような器具）で行う「炒める」「煮る」といった作業工程を含んでいる調理モデル（カレー調理）を設定した。

本シミュレータでは HMD を用いて調理モデルの作業工程の一つである、回転釜を用いて具材を加熱し、スパテラと呼ばれる大きなヘラを用いてかき混ぜる動作(図 1)を VR 上で疑似体験できる。さらに、モーションキャプチャシステムを用いて、熟練者及び被験者の作業中の動作を計測記録し、VR 上で被験者に再現提示し、客観的に観察、学習を可能とするシミュレータを構築した。



図 1 想定した作業工程の様子

2.2 大量調理シミュレータのシステム構成

HMD には HTC 社の VIVE を使用した。VIVE はリアルタイムに VR 世界に高没入することができ、さらに、広い空間における人や物の動きを認識することが可能である。

次に、身体動作を取得するためのモーションキャプチャシステムとして、IKINEMA 社の ORION（以下 ORION）を使用した。ORION は HTC 社の VIVE

tracker を身体に 6～8 箇所装着することによって、全身の動きをリアルタイムで記録できるシステムである。なお VIVE tracker とは、VIVE のトラッキングシステムに対応し、装着した対象の傾きや移動などの動きを VR 上に反映することが可能となるセンサである。

また、VR 上の回転釜やスパテラの抵抗感を表現するため、模擬回転釜と模擬具材(図 2)を用意した。スパテラには、スパテラの動きを VR 上に反映させるために、先述した VIVE tracker を装着した(図 2)。



図 2 模擬回転釜と模擬具材、
スパテラと VIVE tracker

3.　シミュレータの内容

本シミュレータの外観図を下記図 4 に示した。被験者は HMD を装着した状態で模擬回転釜の前に立ち、VIVE tracker をつけたスパテラを用いて具材を混ぜる作業を行う。その際、スパテラの動きは VIVE tracker を通じてトラッキングシステムが認識し、VR 上に反映される。

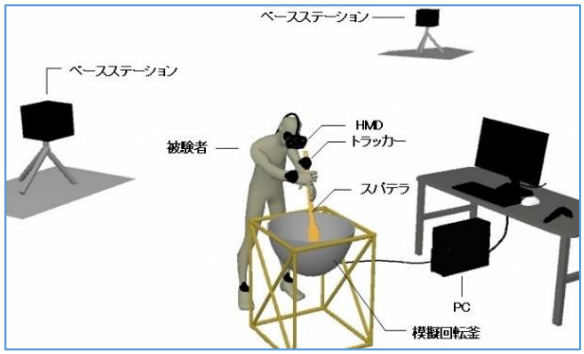


図 4　システム全体図

3.1 HMD による VR の内容

HMD により被験者の視界に VR 上に再現された回転釜・具材・スパテラが見えるようになっている。

調理が進むにつれて具材が過熱され色の変化が表現される。色の変化は実際の調理と同じく段階的なもので、視覚的に変化を実感することができる。

スパテラの動きはリアルタイムで VR 上に反映され、現実での模擬回転釜・模擬具材の抵抗感とともに反応を得るため、実際に調理しているような感覚が得られ、臨場感を高めることを可能とする。

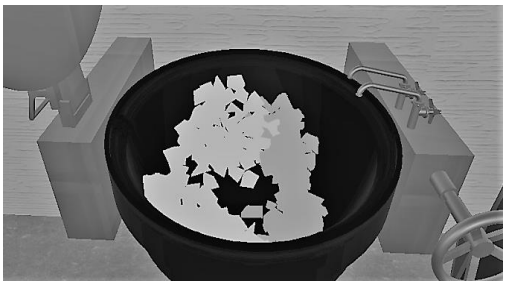


図 5 VR 上の回転釜と具材の様子

3.2 モーションキャプチャによるシステムの内容

モーションキャプチャシステムである ORION を用いて、身体の 6~8 箇所に VIVE tracker を装着して作業中の全身の動作の測定、記録を行う。

被験者の大量調理疑似体験中の動作を記録し、予め取得した熟練者の動作とともに、VR 上で 3DCG モデルを用いて再現を行い、様々な角度、位置から観察と学習を行うことを可能とする。また、被験者が学習しやすいよう、再生速度の変更も可能である。

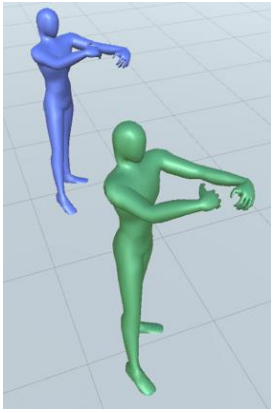


図 6 動作再現画面の一例

4.　まとめと今後の課題

本研究では、HMD による VR とモーションキャプチャを用いた大量調理シミュレータを開発した。

今後の課題として、本シミュレータを使用した実験を行うことで、本シミュレータの体験を通じて被験者の技術の向上が見られるか評価実験を実施する予定である。また、被験者に効率的なフィードバックを行うため、VR 上の具材の混ざり具合や焼け具合から、熟練者と被験者の違いを定量的に評価するシステムの検討を行う予定である。

参考文献

(1) Horibata Kaori, Arai Kenta, Nakayama Hiroshi, Fujikura Junko: “Development of Cooking Simulator for the learning of basic action of mass cooking”, The 13th Annual Hawaii International Conference on Education Proceedings Submission, (2017)

(2) 原 皓輝, 中山 洋: “VR を用いた大量調理シミュレータの開発”, 東京電機大学修士論文, (2018)

(3) 脇田 航, 齊藤 充行, 小林 康秀: “没入型 VR 環境における舞踊動作訓練システム”, 電気学会論文誌 C, Vol.137, No.3, pp.495-501（2017）

UML クラス図の自然言語化に基づくクラス図自己レビュー支援環境の構築

Construction of Self-Review Support Environment based on Natural Language Translations from UML Class Model

西畑 瞬[*1], 高倉 将希[*1], 岸本祐季[*1]
Shun NISHIHATA[*1], Masaki TAKAKURA[*1], Yuki KISHIMOTO[*1]
野口 靖浩[*1], 小暮 悟[*1], 近藤 真[*1], 小西 達裕[*1]
Yasuhiro NOGUCHI[*1], Satoru KOGURE[*1], Makoto KONDO[*1], Tatsuhiro KONISHI[*1]
[*1] 静岡大学情報学部
[*1]Faculty of Informatics, Shizuoka University
Email: cs16070@s.inf.shizuoka.ac.jp

あらまし： クラス図を用いた設計の学習方法として，要求に基づくクラス図を作成して相互レビューする方法がある．レビューに際しクラス図を自然言語に置き換えて解釈することが良く行われるが，初学者が自信を持ってクラス図を解釈することは難しい．そこで，本研究では，学習者の選択したクラス図中の要素の組み合わせを自然言語化して提示する支援システムの構築とともに，学習者の気づきを促進する言語化のタイプを検討した．評価実験から，誤り・設計漏れの発見・修正に対して有用であると確認した．
キーワード：UML モデリング，モデリング教育，ソフトウェア開発教育，レビュー支援，自然言語化

1. はじめに

近年，システム開発の場ではシステムの内部構造の把握と開発者間での設計共有の重要性が高まっており，UML 等の設計記述言語でモデルを記述することや，記述されたモデルを読むことも増えている．

クラス図を用いた設計の学習方法のひとつとして，与えられた要求仕様に基づいて考案したモデルをクラス図で記述し，それを相互レビューすることで学習する方法がある．しかしながら，初学者にとってはクラス図で記述されたモデルを読み取り，仕様と照らし合わせて誤りや設計漏れを発見することができない場合がある．また，クラス設計は解がひとつに定まらないため，互いの指摘の妥当性を初学者同士で判断することが難しい．田中ら[(1)]はオブジェクトモデリング演習を分析し，初学者が図の間違いに自分で気づけない場合があることを報告している．

クラス図の学習支援システム[(2)(3)]が存在するが，学習者の作成するクラス図と比較するために正解を予め設定しておく必要がある．そのため，課題として与える要求仕様は，学習者が用いるべきオブジェクトを規定するなど，ある程度の設計案を与える必要があり，演習の自由度は限定される．

クラス図の一般的なレビュー方法のひとつとして，クラス図の意味を自然言語に置き換えて解釈する方法がある．これはクラス図の各要素に意味が規定されていることに基づく方法で，クラス図と仕様間の定式的な変換についても研究されている[(4)(5)]．萩原[(6)]は，要求に含まれる目的語と動詞に着目し“クラス図を読み上げたとき機能を表現する文章になる”ようにクラス図に落とし込む手順と基準を整備することで，モデリングのトレーニングを実施し成果を上げている．しかしながら，UML 初学者にとっては，クラス図自体の学習と，手順と基準の学習を並行して行い，その手順と基準に正しく従っていることを自己確認しながら演習を進めることは簡単ではない．また，クラス図の各要素に規定された意味に基づく自然言語表現からは，誤りや設計漏れに関する気づきを得ることができない場合がある．特にクラス図の要素によって明示的に記載されていない事柄についての気づきを得ることは難しい．

そこで本研究では，学習者がクラス図をレビューする際に自動的にクラス図を自然言語化して提示することのできる学習支援システムを構築した．その結果，学習者のクラス図自体のレビューを支援するとともに，クラス図と要求仕様との比較も支援することができる．更にクラス図の各要素に規定された意味に基づく自然言語化に加えて，誤りや設計漏れに関する気づきを促進する自然言語化を組み込んだ．

2. システムの概要

クラス図と仕様間の形式的な変換に関する研究[(4)(5)]では，クラス図の要素に規定された意味に基づく自然言語化をテンプレートによって実現している．

本研究ではクラス図の以下の要素の組み合わせに対するテンプレートを設計した．

・クラス・属性・操作
・可視性
・関連・ロール・多重度・誘導可能性
・集約・コンポジション
・汎化・実現・インタフェース
・依存

テンプレートの設計方針は以下の３通りである．

(A) クラス図の要素に規定された意味に基づくテンプレート
(B) クラス図の要素（の組み合わせ）により実現される内容に基づくテンプレート
(C) クラス図の要素（の組み合わせ）の典型的な設計意図に基づくテンプレート

（A）のタイプのテンプレートは，例えば「会員」と「本」のクラスが関連の関係を持った設計（図 1）において，学習者の定義した関連名，誘導可能性等から生成された「本が会員を借りる」という表現から，本来「会員が本を借りる」という設計を考えていたにも関わらず，正しくクラス図に反映できていないことに気づくことができる．

（B）のタイプのテンプレートは，例えば「司書」と「会員」が誘導可能な関連を持ち「会員」が「返却依頼」の公開関数を持つ設計（図 2）の場合に，「司書は会員に返却依頼を依頼できるか定かではない」という表現から“関連を持つクラスに公開関数が定義されているが，誘導可能性が未定義である”設計が示す内容を確認し，誘導可能性の定義が不十分なために意図した設計になっていないことに気付くことができる．

（C）のタイプのテンプレートは，例えば「会員」に対する「本」の多重度が”1”の設計（図 3）の場合に「会員は常に 1 つの本を借りる」という表現から複数冊の本を借りる状態及び 1 冊も本を借りていない状態が規定されていないことに気づくことができる．



図 1　（A）のテンプレートが役立つ設計例



図 2　（B）のテンプレートが役立つ設計例

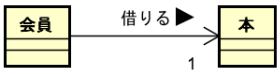


図 3　（C）のテンプレートが役立つ設計例

本システムのインタフェースを図 4 に示す．本システムはモデリングツール Astah*のプラグインとして実装しており，図中の①で任意の要素群を選択し，②の RUN ボタンを押すことで，選択した要素群に対応する自然言語表現を③に表示する．現在は（B）以外の（A）（C）のタイプを中心に計 15 個のテンプレートを実装している．

3.　評価実験

学習者に対してクラス図内の誤りと設計漏れの発見と修正を支援する効果があることを確認するため，評価実験を実施した．クラス図の記述方法を学んだことのある被験者 6 名を対象とした．被験者には仕様書を与え，仕様を実現するクラス図を作成させ，各自が納得の行くまでレビュー・更新した後に提出させた．その後，システムを利用して自身の書いたクラス図をレビューさせ，クラス図内の誤りと設計漏れを指摘させた（制限時間 30 分）．更にその誤りと設計漏れを修正させた（制限時間 30 分）．評価実験の結果，上述の効果が確かめられた．

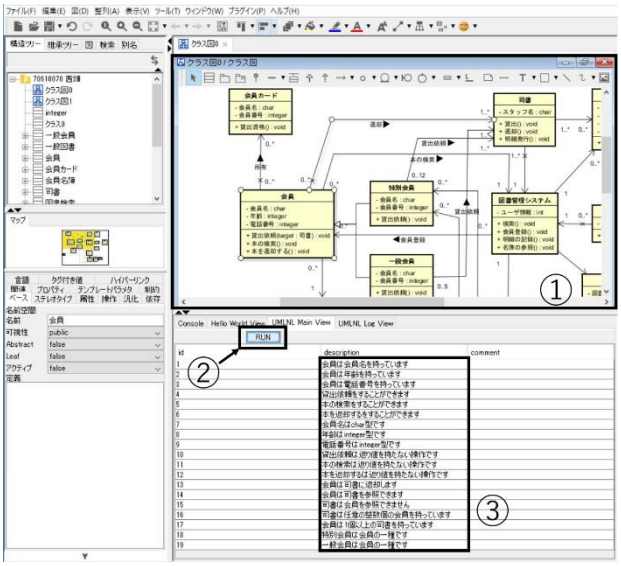


図 4 システム外観

4.　まとめ

本稿では，自然言語化に基づくクラス図自己レビュー支援環境を提案した．評価実験により，学習者に対してクラス図内の誤りと設計漏れの発見と修正を支援する効果を確かめた．

今後は学習者に気付きを与えるシステムの自然言語生成に関して，特に（B）（C）のタイプのテンプレートを充実させていきたい．

参考文献

(1) 田中昂文，森一樹，橋浦弘明，櫨山淳雄，古宮誠一: “オブジェクトモデリング演習における学習者にとっての難所の検出方法と支援システムの提案”，情報処理学会研究報告 Vol.2014-SE-183 No.10 (2014)

(2) J. Schramm, S. Strickroth, L. Nguyen-Thinh, N. Pinlwart: “Teaching UML Skills to Novice Programmers Using a Sample Solution Based Intelligent Tutoring System”, Proceedings of the Twenty-Fifth International Florida Artificial Intelligence Research Society Conference, pp.472-477 (2012)

(3) J. Soler, I. Boada, F. Prados, J. Poch and R. Fabregat, “A web-based e-learning tool for UML class diagrams”, IEEE EDUCON 2010 Conference, pp. 973-979 (2010)

(4) F. Meziane, N. Athanasakis, S. Ananiadou: “Generating Natural Language Specifications From UML Class Diagrams”, Requirements Engineering, Vol.13, Issue.1, pp 1–18 (2008)

(5) P. Liang, A. Romanczuk, J. Royer: “A Translation of UML Components into Formal Specifications”, Technology of Object-Oriented Languages, Systems and Architectures, Springer, Boston, MA, pp. 60-75 (2003)

(6) 萩原豊隆: “セイコーエプソンのモデリングトレーニング～センスに依存しないモデリングを実現する～”, UMTP モデリング技術部会 (2013)

画像処理教育における映像教材の試作

A Study of Video Materials for Image Processing Education

冨永 哲貴[*1], 森 真幸[*2], 飯田 尚紀[*1], 廣瀬 健一[*1]
Hiroki TOMINAGA[*1], Masayuki MORI[*2], Naoki IIDA[*1], Kenichi HIROSE[*1]
[*1] 産業技術短期大学
[*1]College of Industrial Technology
[*2] 京都工芸繊維大学
[*2]Kyoto Institute of Technology
Email: tominaga@cit.sangitan.ac.jp

あらまし：産業技術短期大学では，情報処理技術者にとって必要なビジュアル情報処理教育の教育方法について検討してきた．映像教材を用いた教育は，座学と実習科目のどちらにも利用することが可能で，学生からも「わかりやすい」などの評価を得ている．本稿では，画像処理の空間フィルタにより，画素の値がどのように変換されるかをアニメーションにした映像教材を試作した．
キーワード：映像教材，学習支援，e Learning，画像処理教育

1. はじめに

産業技術短期大学（以後，本学）では，映像教材を用いたさまざまな教育方法の改善を行っている．実学実習教育の 1 つであるプログラミング実習(1)や 3 次元 CAD 教育(2)では，実写を用いた映像教材を試作し，教育実践後のアンケートにて学生から「わかりやすい」などの評価を得た．また，実写以外にも，テキストや図表にアニメーションの効果を付加した映像を用いて、物理学(3)や数学(4)のような座学に対応した教材の制作も行っている．

情報処理技術者にとって，画像処理やコンピュータグラフィックス（CG）などのビジュアル情報処理技術の修得は必要不可欠である．特に画像処理においては，ソフトウェアが簡単に画像を生成できてしまう．そのため，学生が変換の仕組みを理解するためには，その原理である数式を確かめる必要がある．しかし，学生の中には，数式だけでは理解できない者もいる．

そこで，本研究では画像処理の計算がどのように行われているのかを映像にした教材を試作した．本教材は，数式で書かれた計算方法をアニメーションにしたもので，具体的な数値を用いて変換前と変換後の画素の値を確認することができるので，学生の理解が深まると考えた．本報では，画像処理の空間フィルタに関する映像教材について報告を行う．

2. 本学における画像処理教育

本学，情報処理工学科では，科目として「画像処理」を開講している．そこでは，ディジタル画像に関する基礎知識の修得と，画像処理の専門用語の理解を目的とし，基礎的な理論および基本技術について講義を行っている．本科目は，CG-ARTS 協会(5)の検定試験の 1 つである画像処理エンジニア検定の受験を視野に入れており，座学だけでなくソフトウェアを使用した演習を行い，学生は画像処理技術を体験的に学習している．

しかし，ソフトウェアを用いた画像変換処理は，パラメータを与えることや，ボタン操作のみで変換結果が表示されるものがあり，処理の過程を学生が理解しにくいものもある．そこで，著者らは，変換前と変換後の画素値がどのように計算されているかを解説した映像教材の試作を行った．図 1 にソフトウェアによる画像変換の例を示す．



(a) 変換前　　(b) 変換後

図 1 ソフトウェアによる画像変換の例

3. 映像教材の試作

今回，試作する映像教材の内容を「空間フィルタ」とした．理由は，学生が苦手とする数式があり，その数式の中に文字係数が含まれているからである．線形フィルタの一般的な表現は，変換前である入力画像を f(i,j)，変換後である出力画像を g(i,j)とすると，(1)式を用いて以下のように表現される．

$$g(i,j) = \sum_{n=-W}^{W} \sum_{m=-w}^{W} f(i+m, j+n) h(m,n) \quad \cdots (1)$$

ただし，f(i,j)および g(i,j)は，画像中の位置(i,j)の画素値を表し，h(m,n)はフィルタの重み係数行列であり，フィルタの大きさは，(2W+1)×(2w+1)である．

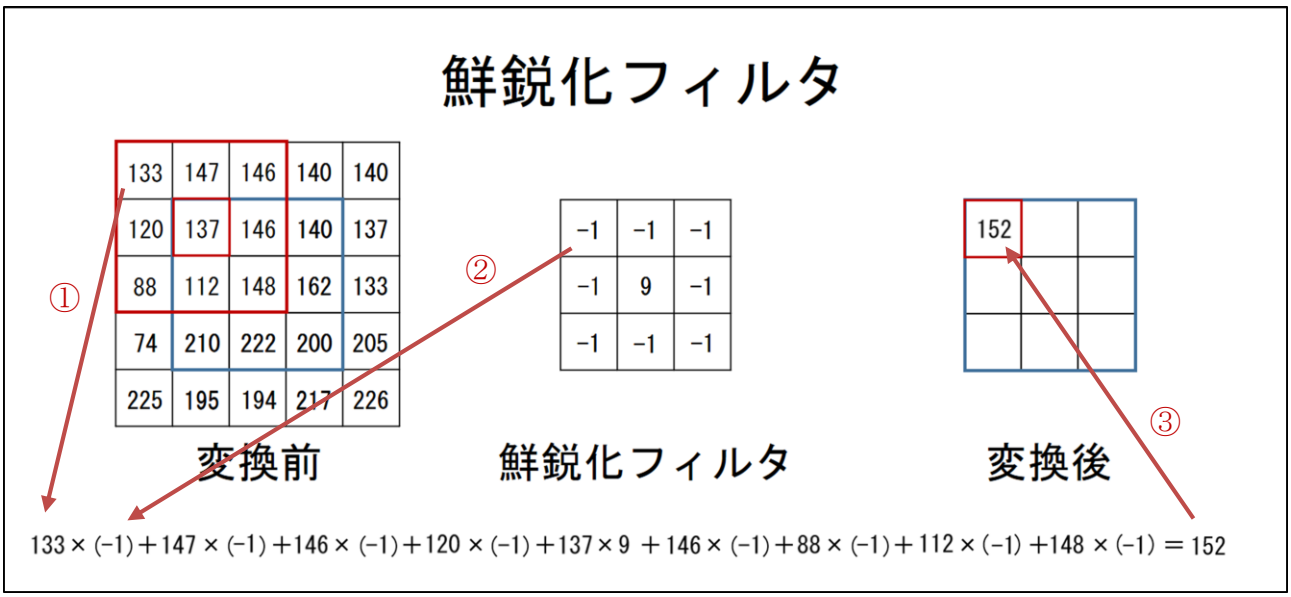


図 2 映像教材のアニメーション効果の例

本教材は，図 1 の変換結果や(1)式のように文字係数を含んだ数式表現だけではなく，具体的な数値にアニメーションの効果を付加した映像による表現を行う．

3.1 映像教材

映像教材の例を図 2 に示す．図 2 は，鮮鋭化フィルタにより，変換前の画素値がフィルタ変換でどのように計算されているかを表した映像教材である．変換前と変換後の画素数は 3×3 にし，重み係数には一般的な数値を与えている．鮮鋭化フィルタとは，元の画像の濃淡を残したままエッジを強調するフィルタであり，その変換結果の画像は，図 1 の(b)のようになる．

図 2 のアニメーションは，以下の動作を行う．

1. 変換前の画素は，計算するために 4×4 に増える．
2. 変換前の画素値が，①の軌道で移動する．
3. 数式内の記号の“×”や“( )”は，式の表示を行うタイミングで表示する．
4. 鮮鋭化フィルタの重み係数が，②の軌道で移動する．
5. 2.～4.のような動作を図 2 の数式となるまで繰り返す．
6. 数式から得られた数値が，③の軌道で変換後の画素に移動する．
7. これらの 1.～6.の動作を変換後の画素の値がすべて決まるまで繰り返す．

制作した映像教材は，計算による変換結果がアニメーションで表示されるので，学生にとっても理解しやすいと考えられる．

4. おわりに

本報では，画像処理における映像教材の試作を行った．数式や変換前・変換後の画像の提示だけではなく，画像変換の計算方法をアニメーションで表現した教材である．変換前の画素値と変換後の画素値を見比べることができる映像教材を提供することで，学生の画像処理に関する理解度が深まると考えた．

今後は，映像教材を学生に提供し，学習効果の調査やアンケートを実施する．その結果から，アニメーションの表現方法などの見直しを行っていく．

5. 謝辞

本研究は，JSPS 科研費 JP 17K00503 の助成を受けたものです．

参考文献

(1) 廣瀬健一，冨永哲貴，森真幸，金子豊久，飯田尚紀，佐藤清次:“実学実習科目における実写を用いたインタラクティブ映像教材の試作と実践”，産業技術短期大学誌，第 42 巻, pp.63-68 （2008）

(2) Hiroki TOMINAGA，Naoki IIDA，Masayuki MORI, Kenichi HIROSE: “ A Research of Multimedia Teaching Materials for 3-Dimension CAD Education ” , Proceeding of The 16th International Conference on Geometry and Graphics, pp.1048-1054 （2014）

(3) 冨永哲貴，飯田尚紀:“タブレット型パーソナルコンピュータを利用した学習支援教材の試作”，産業技術短期大学誌，第 48 巻, pp.37-41 （2015）

(4) 冨永哲貴，森真幸，飯田尚紀，廣瀬健一:“科学教育のためのインタラクティブなアニメーションを用いた学習支援教材に関する一考察”，日本科学教育学会，第 39 回年会, pp.193-194 （2015）

(5) “CG-ARTS 協会”，https://www.cgarts.or.jp/ (参照:2019/6/11)

博物館来館者向けの情報提示システム構築のための情報資源関連づけに関する一提案

A proposal on the method of organizing information resources for the construction of information presentation system for museum visitors

岩谷 洋史[*1], 本村 康哲[*2]
Hirofumi IWATANI[*1], Yasunori MOTOMURA[*2]
[*1] 神戸大学　国際人間科学部, [*2] 関西大学 文学部
[*1]Faculty of Global Human Sciences, Kobe University, [*2]Faculty of Letters, Kansai University
Email: motomura@kansai-u.ac.jp

あらまし: 国立民族学博物館には膨大な展示物が存在するが，解説パネル等の情報を細やかに提供することはコスト的に困難である．また，展示に関するデータベースが整備されているにもかかわらず，展示との関連づけがなされていない．本発表では，民族学データベースである eHRAF に含まれる OWC と OCM コードを電子ガイドで利用することにより，解説パネル等が存在しない標本の情報についても来館者に提供する手法について提案する
キーワード: **データフォーマット，システム連携，データ運用管理，ナビゲーション支援**

1. はじめに

国立民族学博物館(以下，民博)は，世界の諸文化への深い理解を促すために，生活様式に関わる有形の資料（標本）だけでなく，それらに関わる映像音響資料や文献図書資料などの種々の資料の収集を積極的に行ってきた. 現在, 民博には, 34 万点の標本, 7 万点の映像・音響資料，65 万点の文献図書資料などが所蔵されている．

来館者は，展示場で標本を直接閲覧する以外に館内に設置されているビデオテークブースで映像資料を視聴したり，パソコンを通じてデータベース化された標本に関する情報を得たりすることで標本について深く学べるようになっている．また，来館者の見学を支援するために，無料で「みんぱく電子ガイド」の貸し出しを行っており，来館者は展示場でこのガイドを操作することで標本を理解することもできる．

来館者が館内の展示場で標本を閲覧し，興味を持ったものに対して関連情報を得たいと考えた場合に，他の標本，図書，ビデオテーク，データベース等への案内がタイムリーできれば，学習への動機が高まり効果的な支援が期待できる．しかしながら，民博では，これらは館内の個別の場所に分かれて設置されているおり，来館者の情報資源へのアクセスを困難にしている．また，これらの資料間で情報の連携もなされていない．

そこで本稿では，こうした問題点を解決するために, 来館者が関心を持った展示物に対し, OCM コードと OWC コードにもとづいて，電子ガイドを用いて，エリア内に存在する関連標本へ誘導する手法について提案する．

2. OCM と OWC

OCM(Outline of Cultural Materials, 文化項目分類)と OWC(Outline of World Cultures, 地域・民族分類)は，世界中の文化や社会に関する資料を体系的・網羅的に分類することを目的として設計された分類コードである．これらの分類コードが付与された標本を用いることで，研究者が関心のある標本を HRAF から効率的に抽出することができる．

まず，OCM は，人間の行動・習慣・物の生産などに関連する資料を文化活動で分類するためのコードである．2 桁の数字で表される 10 から 88 までの 79 項目から成る大項目分類コード(ここでは *SS* と定義, 以下同様)，9 項目から成る 1 桁の小項目分類コード(*T*)の合計 3 ケタのコード(*SST*)で構成されている(例: 24: 農業, 243: 穀物栽培農耕)．また，項目間の関連を示すクロスリファレンス(他標本への参照)も付与されている．

つぎに，OWC は，文化や民族の単位で標本を分類するためのコードであり, OCM を補足するために作られた．世界を 8 つの地域に区分した大項目分類コード(*P*)に加え，国・民族などの政治単位で区分した中項目分類コード(*Q*)，さらに地域・民族・時代に応じて小項目分類コード(*R* または *RR*)を付与し，合計 3 または 4 桁のコード(*PQR/PQRR*)で構成されている(例 : A: アジア, AB: 日本, AB2: アイヌ, AB11: 北海道)．なお，両コードは 1 つの標本につき複数コードが付与されていることが多い(特に OCM)[(1)(2)].

OCM と OWC は HRAF 資料の分類を目的としていたが，博物館所蔵の標本に付与して分類することも可能である．民博では標本の目録がデータベースになっており，そのほとんどに両コードが付与されて情報検索システムで検索できる．

3. コードを利用した展示資料の関連付け

任意の標本 x_0 について, 関連する標本群 x_i(i=1, 2, 3, …)を抽出して関連度順に並べて提示するために, OWC と OCM コードを利用する方法を検討する．

まず，民博の展示は地域と国・民族ごとにエリア分類されており，これは OWC の大項目分類 *P* と中項目分類 *Q* に準じている. このため x_0 を閲覧してい

る来館者がエリア内に存在する関連標本群 x_i から新たな標本を閲覧すると仮定した場合，P と Q が最も重要になる．

次に OCM の大項目分類コード SS を利用する．OCM については，大項目分類コードが 79 項目あり，その展示物に関連する文化活動で分類するコードである．階層化されていないがゆえに，複数の OCM のコードが付与されている場合が多い．したがって，SST であるべきであるが，本研究では T を考慮に入れないことにした．

さらに，OWC の小項目分類コード R または RR を順に利用する．より狭い地域や民族の分類をこの分類コードを用いることで反映させることができる．

標本資料目録データベースに付与されている OWC，OCM からの抽出コード PQ，SS，R または RR を $x(z)$ とすると(z はコード名称)，x_0 に対して標本 x_i に関する関連度 A_i を以下のように定義することができる．ただし，i は標本群の数，j は x_0 の SS に適合した x_i の SS の数，w_1, w_2, w_3 は各コードに対する重みである．

$$A_i = C_i(PQ) \times w_1 + \sum_j C_{ij}(SS) \times w_2 + C_i(RR) \times w_3 \quad (1)$$

$$\text{ただし，} C_i(z) = \begin{cases} 0 & x_i(z) - x_0(z) \neq 0 \\ 1 & x_i(z) - x_0(z) = 0 \end{cases}$$

上記(1)を元に，1 例として w_1=5, w_2=3, w_3=1 とし，6 つの標本を適当に抽出して A_i を計算し，降順に並べ替えた結果を表 1 に示す．

表 1 標本資料目録データベースからランダムに抽出した標本群

i	標本名	標本番号	OWC	OCM	A_i
0	**仮面(モロ:ムーア人)**	H0108416	**NU66**	**527, 532, 535**	**—**
1	舞踏用仮面	H0068132	NU46	322, 527, 532, 535	14
2	仮面	H0108357	NU66	532, 535	12
3	ブリキ絵	H0132537	NU01, NU66	532, 536	12
4	舞踏用 仮面(兎)	H0068157	NU46	322, 532, 535	11
5	仮面	H0087289	FO41	527, 532, 535	9
6	テテオイナンの彫像	H0009500	NU03	172, 324, 532, 776	8



図 1 左から i =0, 1, 2, 3, 4, 5, 6 の画像

4. 考察

図 1 は表 1 に対応するデータベースに格納された画像である．ここでは，x_0 の「仮面(モロ：ムーア人)」だけではなく，見学エリア内の他地域の仮面群も来館者に提示されることになり，来館者はそれぞれを比較する機会を得ることへと繋がるだろう．

さらに，抽出された x_2 の「舞踏用仮面」の場合，が関連情報として「標本資料記事索引データベース」とリンクされており，この仮面に関連する記事の存在を知ることができる．これによって，来館者はこの仮面だけでなく，他の仮面についての詳細な情報を得ることができるようになり，より深くこの地域の仮面について学習する機会を得ることができると思われる．

5. おわりに

OWC と OCM を利用した標本の情報を関連付ける手法について提案した．近年，情報機器の小型化により，博物館において，電子ガイドとして情報端末を来館者に貸し出すサービスが行われている．しかし，現状の博物館では，音声ガイドサービスが多く，ビデオや画像の利用がある場合でも，単にそれらを提示するだけにとどまるものが多い．展示物を閲覧しながらの視覚メディアは，来館者の顕在的・潜在的ニーズに合わせたタイムリーかつ適切に提供されることが望ましい．これまでわれわれは博物館の情報提示システムとして電子ガイドの研究を推し進めてきたが[3]，この事例研究によって，いっそう博物館一般にも応用できることが期待される．

参考文献

(1) 稲葉洋子:“HRAF と国立民族学博物館所蔵図書の分類”，情報の科学と技術，第 58 巻，第 2 号，pp.64-70（2008）
(2) ジョージ・P.マードック（他編），国立民族学博物館（訳）：“文化項目分類”，国立民族学博物館，吹田（1989）
(3) 岩谷洋史，本村康哲:“博物館来館者向けのスマートフォン用情報提示アプリの設計提案”，じんもんこん 2018 論文集, Vol.2018，No.1，pp.161-168 (2018).

評価歪みの低減を目的としたピアレビューシステムの設計と開発

Design and development of a peer review system for the purpose of reducing evaluation distortion

本村 康哲[*1], 稲葉 利江子[*2], 毛利 美穂[*1], 小林 至道[*3]
Yasunori MOTOMURA[*1], Rieko INABA[*2], Miho MOHRI[*1], Norimichi KOBAYASHII[*3]
[*1] 関西大学, [*2] 津田塾大学, [*3] 青山学院大学
[*1]Kansai University, [*2]Tsuda University, [*3]Aoyamagakuin University
Email: motomura@kansai-u.ac.jp

あらまし: 授業でピアレビューを実施するためのシステムを開発した. ピアレビューでは「お互い様効果」「ハロ効果」などの評価の偏りがあることが知られているが, 本システムではこれらの歪みの低減を目的として設計を行った. レビューはレビュアによってオンラインルーブリックを用いて実施され, その結果を集計してレビュイに即座にフィードバックすることが可能である.
キーワード: ルーブリック, ピアアセスメント, グループワーク評価, LMS, e ポートフォリオ

1. はじめに

ライティング教育において，読み手からのフィードバックを受け取る機会が少ないことが課題のひとつとなっている．そこで学生のピアレビュー（相互評価）による学習活動が行われているが，ルーブリック等の評価指標の明瞭度や，レビュア側の偏見と客観性の欠如によって，評価の妥当性が担保されない可能性が指摘されている(1). 偏見がある場合には，評価が誇張され,「ハロ効果(halo effect)」と呼ばれる.

本稿では，学生のピアレビューにおいて，認知的偏りのひとつである「ハロ効果」を低減させることを目的としたピアレビューシステムを設計・開発したので報告する.

2. 評価のひずみの要因

ピアレビューの偏りについては「お互い様効果」(2)がよく知られているが，この他に「ハロ効果」がある．ハロ効果とは，最初の印象に引きずられて，その後の評価に影響を与える認知的偏りのひとつである．心理学者のダニエル・カーネマンは，2 つの課題（課題 1 と課題 2）を含む学生レポートを評価した経験から，ある学生の課題 1 と課題 2 を連続して評価した場合と，最初にすべての学生の課題 1 だけを評価した後に課題 2 を評価した場合について，明らかな違いがあることを指摘している(3). つまり，前者の場合，課題 1 に対して高い評価を付けた際，課題 2 についても高い評価を付ける傾向にある（最初の印象の重みが増し，後の情報はほとんど無視されることさえある），ということであり，その逆もあり得る.

さらに，評価に慣れていない学生の場合，明瞭な客観的指標を使用したとしても，ピアレビューの結果にこの偏りが生じる可能性がある．たとえば，複数観点を持つルーブリックを使ってライティング課題を評価する場合，最初に評価した観点の影響を受けて，他の観点の妥当性が低下してしまう可能性は否定できない（ハロ効果 1）.

また，カーネマンはジェームズ・スロウィッキーの『「みんなの意見」は案外正しい』(4)を引用しながら，複数の情報源からエラーの相関性を排除し，有効な情報を得るためには，情報源を相互に独立させておく必要があると主張している．グループワーク内でのピアレビューは，お互い様効果だけでなく，ワークの進展とともにメンバ間で特定の価値観が形成されて，ルーブリックの解釈に認知的偏りが生じることもある．このため，ピアレビューにおけるレビュアは，情報が共有された協働グループ内からレビュアを選定するのではなく，協働グループ外の異なるグループからレビュアを選定することが望ましいことを示唆している（ハロ効果 2）.

これら 2 つのハロ効果による評価の偏りを低減させることを目的として，ピアレビューシステムの設計と実装を行った.

3. システム概要

ピアレビューシステムは，OSS のライティング包括支援システム TEC-system のポートフォリオ機能である TEC-folio(5)上に構築した．ピアレビューは，PC 教室以外でも利用することを想定し, スマートフォンに対応したウェブアプリケーションとした.

ライティングの授業構成としては，ライティング課題について，まず授業において協働グループでテーマについて議論させ，授業外学習として各自でテーマに関するレポートを執筆させる．そして次回以降の授業でレポートをピアレビューさせることを想定している.

3.1 クラス登録（教員）

学事データ（ユーザ ID，パスワード，履修登録情報等）と連携できない場合を想定し，教員が Excel 形式のクラス名簿を作成し，クラス情報をはじめ履修者情報などをインポートすることで，登録ができる.

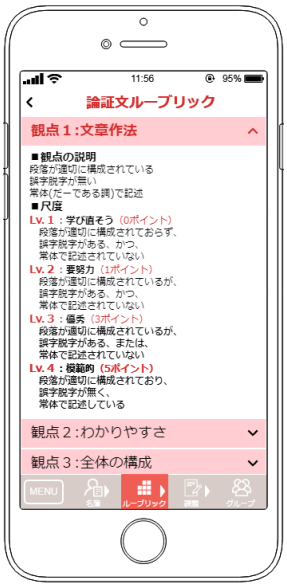


図 1 ルーブリック



図 2 評価結果



図 3 人毎の評価



図 4 観点毎の評価

3.2 出欠名簿（教員）

授業当日にピアレビューグループ編成を行うための出欠名簿を作成する機能である．

3.3 課題収集・提出（教員・学生）

教員は学生に課題を提示し，学生は課題を提出する機能である．提出された課題は，協働グループおよびピアレビューグループにおいて共有され，ピアレビューの際にも参照できる．

3.4 ルーブリック（教員・学生）

TEC-folio のオンラインルーブリックを読み込んで，ルーブリックの閲覧およびルーブリックによるピアレビューに用いることができる(図 1).

3.5 グループ作成・閲覧（教員・学生）

教員は協働グループとピアレビューグループを作成する．また，学生は所属グループの確認を行う．

3.6 ピアレビュー（学生・教員）

学生レビュアによるピアレビューの実施, および, 学生レビュイによるピアレビュー結果の閲覧を行う(図 2)．教員も結果を確認することができる．

4. ハロ効果の抑制

ハロ効果 1 の抑制を行うため，ルーブリックの評価を，人(レビュイ)毎に行う場合と観点毎に行う場合の選択ができるようにした(図 3,4)．具体的には，ピアレビューグループを作成する際にトグルスイッチで設定を行う．OFF の場合は，1 人のレビュイに対し，ルーブリックを用いて連続した観点で評価を行う(図 3)．ON の場合は，1 つの観点に対して複数のレビュイについて順に評価を行う(図 4).

ハロ効果 2 の抑制については，グループ編成を行う際に，協働グループと評価グループを異なるメンバ編成を行うことで対応できるような仕組みを実現した．

5. おわりに

ハロ効果の抑制を目的としたピアレビューシステムの設計と開発を行った．

秋学期以降，実際のライティング指導授業においてこのシステムを用い，ハロ効果の抑制が実現できるかの実証実験を行う予定である．

課題としては，ハロ効果の抑制を行うとレビュアの認知的負担が増加するため，タスク配分を考慮する必要がある．

謝辞

本研究は JSPS 科研費 18K02843 の助成を受けたものです.

参考文献

(1) David Shatz, “Peer Review: A Critical Inquiry”, Rowman & Littlefield Publishers, Inc.(2004)
(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, 31 巻 2 号, pp125-134(2007)
(3) ダニエル・カーネマン, “ファスト＆スロー(上)”, 早川書房 (2012)
(4) ジェームズ・スロウィッキー, “「みんなの意見」は案外正しい”, 角川文庫(2009)
(5) 関西大学ライティングラボ・津田塾大学ライティングセンター編, “大学におけるライティング支援―どのように〈書く力〉を伸ばすか”, 東信堂(2019)

視覚化に基づくプログラムの脆弱性学習支援システムの構築

Construction of Learning Support System for Software Vulnerability Based on Program Visualization

瀧 嘉人[*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]
Yoshito TAKI[*1], Yasuhiro NOGUCHI[*2], Satoru KOGURE[*2],
Koichi YAMASHITA[*3], Tatsuhiro KONISHI[*2], Yukihiro ITOH[*4]
[*1] 静岡大学大学院 総合科学技術研究科
[*1]Graduate School of Integrated Science and Technology, Shizuoka University
[*2] 静岡大学 情報学部
[*2]Faculty of Informatics, Shizuoka University
[*3] 常葉大学 経営学部
[*3]Faculty of Business Administration, Tokoha University
[*4] 静岡大学
[*4]Shizuoka University
Email: [*1]taki.yoshito.14@shizuoka.ac.jp, [*2]{konishi, kogure, noguchi}@inf.shizuoka.ac.jp
[*3]yamasita@hm.tokoha-u.ac.jp, [*4]itoh@inf.shizuoka.ac.jp

あらまし：現在，ソフトウェアの脆弱性に対する攻撃の増加が問題となっている．C 言語は不用意に用いると脆弱性を生みやすいプログラミング言語であるが，脆弱性についての理解を深めることは，多様な知識が必要となるため多くの学習者にとって容易ではない．そこで本論文では，脆弱性がプログラムに異常な振る舞いを引き起こす仕組みを可視化することによって脆弱性の学習を支援するシステムを構築する．
キーワード：プログラミング学習支援，脆弱性学習支援，プログラム視覚化

1. はじめに

近年，ネットワーク化されたソフトウェアシステムへの依存度が高まるにつれ，そのようなシステムを狙った攻撃の数は増え，ソフトウェアの脆弱性に関する報告は驚くべき速さで増えている(1)．脆弱性とは，プログラムや設定上の問題に起因するセキュリティ上の「弱点」であり，脆弱性が残された状態でコンピュータを利用していると，侵入されたり，不正アクセスに利用されたり，ウイルスに感染したりする危険性がある(2)．しかしながら，国内では上記のような脆弱性に対応する技術者は不足しており，多くの企業がセキュリティ人材の不足感を感じていることが報告されている(3)．演習課題によく採用される C 言語は不用意に用いると脆弱性を生みやすいプログラミング言語(4)であり，その学習には OS，機械語，ネットワークなど多様な知識が必要なためその学習は多くの学習者にとって簡単なものではない．

そこで本論文では，脆弱性がプログラムに異常な振る舞いを引き起こす仕組みを可視化することによって脆弱性の学習を支援するシステムを構築する．今回は数ある脆弱性の内バッファオーバーフローの学習を支援するシステムを構築する．

2. 関連研究・先行研究

2.1 関連研究

プログラムの脆弱性を体系的に学習する Web コンテンツとして AppGoat(5)がある．AppGoat ではアプリケーションの異常な振る舞いが起きた瞬間を観測させ脆弱性の影響の理解を促すが，ソースコードと結び付けて異常な振る舞いが起きる過程を観測することは出来ない．またプログラムの挙動を可視化するシステムの主な例として PROVIT(6)がある．PROVIT ではプログラムの振る舞いをソースコードに結び付けてステップごとに可視化することが出来るが，異常な振る舞いの観測や，異常な振る舞いが起きる仕組みの観測はサポートしていない．

2.2 先行研究

著者らが開発した TEDViT(7)は，2.1 節で述べた PROVIT と同様にプログラムの振る舞いをソースコードに結び付けてステップごとに可視化することが出来る．さらに TEDViT は上記の機能に加え以下に示す 2 つの機能を持つ．

(1) メモリ領域をステップごとに可視化する機能
(2) ルールを基に教師の説明意図を反映し可視化する機能

(2)における説明意図とは対象のプログラムの理解を助けるための視覚化の方法であり，教師が課題ごとにルールを作成する．現状の TEDViT も PROVIT と同様に，異常な振る舞いが起こる仕組みの観測をサポートしているわけではない．しかし TEDViT では上記に述べた特有の機能を用いることにより，異常な振る舞いが起こる仕組みの可視化が行える．

3. 基礎的考察

どのようなアプローチで脆弱性の学習を支援するのか C 言語プログラミングの講義を行う教師と議論を交わした．今回はバッファオーバーフローに関係する脆弱性に関して考察を行った．

3.1 脆弱性に関して

バッファオーバーフローとはプログラムが管理し

ているメモリ上に確保するバッファ領域に対して，脆弱性のある実装をしているとバッファ領域の上限を超えた部分に情報を格納してしまうことである．これによりプログラムが意図した通りに動作しなくなってしまう場合がある．またバッファオーバーフローを利用しプログラムのリターンアドレスなどを書き換えることにより任意のコードを実行させることなどが出来る．これらの動作を理解するには，脆弱性がプログラムにどのような振る舞いを引き起こすのか観測する必要がある．特に脆弱性が起きた際のメモリ領域等を観測する必要がある．

3.2 学習が困難な点

3.1 節で述べた事柄は，GDB(Gnu DeBugger)を用いることで観測できる．しかし GDB を用いて得られる情報を組み合わせて脆弱性の理解に必要な情報として確認することは，多くの学習者にとって簡単なことではない．情報系大学のカリキュラム構成から以下の点で確認が困難であると考察した．

(A) プログラムが利用するメモリ領域の構造
(B) レジスタ情報
(C) プログラムによるメモリ領域内の変化
(D) プログラムの変数とメモリ領域の関係
(E) メモリ領域特有の表示形式

4. システムの構築

今回はバッファオーバーフローに関する脆弱性を対象として，脆弱性がプログラムの異常な振る舞いを引き起こす仕組みを可視化することにより脆弱性の学習を支援するシステムの構築を行う．システムは先行研究である TEDViT を改良して構築する．具体的には，バッファオーバーフローに関係する脆弱性を理解するのに必要な GDB を用いて得られる情報を自動的に表示できるように TEDViT を拡張した．さらにそれらの表示される情報に対して 3.2 節で述べた(A)から(E)の学習が困難な点を支援できるように，TEDViT のルールの拡張を行った．

実際にバッファオーバーフローを引き起こす可能性のある関数(strcpy)を利用して，バッファオーバーフローを引き起こし，リターンアドレスを書き換えた際のシステムの挙動を示す．システムはプログラムの挙動とその際のメモリ領域をステップごとに可視化する．システムが表示するプログラムの挙動を図 1 に，メモリ領域を図 2 に示す．図 1，2 に示すようにシステムは脆弱性の理解に必要な情報を可視化し，その情報に対して注目箇所へのメッセージの提示やメモリ上の値の変化の強調表示など，教師の意図を反映し学習を支援する可視化を行う．

5. むすび

今回バッファオーバーフローに関する脆弱性を対象に，脆弱性がプログラムに異常な振る舞いを引き起こす仕組みを可視化することによって学習を支援するシステムの構築を行った．今後，システムの有効性や課題を確認するため，静岡大学で開催予定の Basic SecCap/サイバー攻防基礎演習にて評価を行う．



図 1　プログラムの挙動

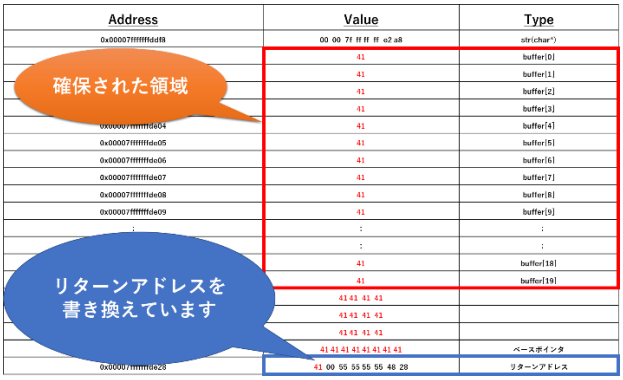


図 2　メモリ領域

参考文献

(1) JPCERT コーディネーションセンター：“CERT C コーディングスタンダード”，https://www.jpcert.or.jp/sc-rules/ (参照 2019.6.13)
(2) IPA 独立行政法人 情報処理推進機構技術本部 セキュリティセンター：“セキュア・プログラミング講座 第 1.1 版”，https://www.ipa.go.jp/files/000059838.pdf (参照 2019.6.13)
(3) IPA 独立行政法人 情報処理推進機構技術本部 セキュリティセンター:“「情報セキュリティ人材の育成に関する基礎調査」報告書について”，https://www.ipa.go.jp/security/fy23/reports/jinzai/ (参照 2019.6.8)
(4) IPA 独立行政法人 情報処理推進機構技術本部 セキュリティセンター：“セキュア・プログラミング講座 C/C++言語編”, https://www.ipa.go.jp/security/awareness/vendor/programmingv2/cc01.html (参照 2019.6.13)
(5) IPA 独立行政法人 情報処理推進機構技術本部 セキュリティセンター：“脆弱性体験学習ツール AppGoat(個人学習向け)：ツール概要”，https://www.ipa.go.jp/security/vuln/appgoat/ (参照 2019.6.13)
(6) 松村 和哉, 渡部 治朗, 寺内 俊, HE Aiguo：“PROVIT：ソフトウェア可視化手法を用いた初心者向け C 言語教育ツール”，電子情報通信学会技術研究報告, vol.109，no.268，pp.41-46 (2009)
(7) Satoru KOGURE, Ryota FUJIOKA, Yasuhiro NOGUCHI, Koichi YAMASHITA, Tatsuhiro KONISHI, Yukihiro ITOH, “Code Reading Environment by Visualizing both Variable’s Memory Image and Target World’s Status”, Proceedings of ICCE2014, pp.343-348 (2014)

科目選択支援システムにおけるリフレクション機能の開発

Development of the Reflection Functions on a Student-Centered Enrollment System

松田 岳士[*1], 重田 勝介[*2], 近藤 伸彦[*1], 渡辺 雄貴[*3], 加藤 浩[*4]
Takeshi MATSUDA[*1], Katsusuke SHIGETA[*2], Nobuhiko KONDO[1], Yuki WATANABE[*3], Hiroshi KATO[4]
[*1] 首都大学東京 大学教育センター
[*1]University Education Center, Tokyo Metropolitan University
[*2] 北海道大学
[*2]Hokkaido University of JSiSE
[*3] 東京理科大学
[*3]Tokyo University of Science
[*4] 放送大学
[*4]The Open University of Japan
e-mail: mat@tmu.ac.jp

あらまし：本発表は，大学における科目選択の多くが，学生の自己管理学習（Self-Directed Learning）として展開されていることに注目し，学生を中心とした IR サイクルを想定して開発した履修科目選択のための教学 IR 情報提示システムに対して，追加開発したリフレクション機能について報告するものである．具体的には，学生のリフレクションデータおよびコメントを保存し，他の学生に表示する機能に関して報告する機能が開発され，実装された．
キーワード：自己管理学習レディネス，教学 IR，科目選択支援，リフレクション

1. はじめに

国内の大学において教学マネジメントのエビデンスを提供する教学 IR（Institutional Research）に対するニーズが高まっている．このニーズを受けて教学 IR の導入が進み，教学に関するポリシー決定，認証評価を含む外部評価への対応，情報公開等に活用され始めている．一方で，IR データの分析結果を学生へフィードバックする方法・効果に関する研究は不十分である．報告者らは，大学における科目選択や授業時間外学習の多くが，学生の自己管理学習（Self-Directed Learning，以下 SDL）として展開されていることに注目し，学生を中心とした IR サイクルを想定して，2017 年度までに履修科目選択を支援するシステム（Decision Support System with IR Data，以下 DSIR）を開発し，学生による目標設定機能，および科目シラバス特性と学生の SDL レベルの適合度自動算出機能等を実装した[(1)]．

本発表では，DSIR に対して追加開発した機能，すなわち科目選択をしたユーザ学生のリフレクションデータおよびコメントを保存し，他の学生に対して表示する機能について報告する．

2. 追加開発に至った経緯

DSIR は，Guglielmino により開発された SDLRS[(2)] を基に，松浦らが開発した日本語版 SDLRS[(3)]を用いて単位取得可能性に関連する情報を提示する．具体的には，①授業が求める SDL レディネスの度合いと学生自身の SDL レディネスとを比較したレーダチャート，②過去の成績分布，③単位取得確率，④学生の目的に応じた他の授業のレコメンドの 4 種類のデータが表示される．これらのうち，④の授業リコメンド機能は，単に単位を取りやすい科目を示すことにならないよう，「学生のレディネスと授業の求めるレディネスとのマッチング」と，「学生の目標と授業の求めるレディネスとのマッチング」の 2 種類の視点から，いわば「相性のよい科目」と「目標に合致した科目」のリストを表示する．

スマートフォン用に開発した DSIR を学生に試用してもらい，ユーザビリティや実用性を確認したところ，高い評価が得られる一方で，いくつかの課題も明らかになった[(1),(4)]．そのうち主要なものは，以下のような内容である．

- 科目選択完了を入力できず，システム操作がどこで終わるか分からない
- 1 学期分の科目選択をした後，継続的に使用する仕様になっていない
- SDL のレディネス以外ユーザからの情報を入力できない

発表者らはこれらを勘案して，次章で述べるような機能を追加開発，実装した．

3. 開発した機能

旧システムに追加開発したのは，「振り返りモード」と名付けたリフレクション機能群であり，学生側に限定すると以下の 6 つで構成される．これらの機能のうち 3.1～3.4 はユーザ学生による新たなデータ入力を意図して開発され，3.5，3.6 は入力されたデータを処理して表示する機能である．

3.1 SDLRS アンケートに再度回答する機能

DSIR を使用開始する際に，1 回限りで回答することになっていた SDLRS アンケートへの再回答を，ユーザ任意の時点で可能にする機能である．再回答を開始することで，システム全体の表示が振り返りモードに遷移する．

3.2 目標達成度選択機能

ユーザ自身が設定した今期の目標達成度をプルダウンメニューから選択できる．選択肢は，「伸びた」・「変わらない」・「下がった」の三択とした．

3.3 科目へのコメント記入機能

履修選択した科目に対してテキストによるコメントを記入できる．コメントが入力された科目と，入力されていない科目は画面上で識別できる（図 1）．

3.4 SDLRS の各因子に関連が深いと考えられる科目を選択できる機能

因子ごとにプルダウンメニューで履修登録科目が提示され，複数科目が選択できる（図 2）．本機能によるユーザの操作が終わると，振り返りモードが終了し，パーソナル画面に遷移する．

3.5 入力内容を反映するパーソナル画面が表示される機能

再回答した SDLRS アンケート結果がレーダチャートに追記されるほか，今期の目標表示に達成度として伸びた・変わらない・下がったという自己評価が表示される．「選択中の科目」表示が「履修登録科目」に置き換わり，相性一致度・目標一致度に加えて，関連する能力・コメントの有無が表示される．

3.6 入力内容を反映するシラバス詳細画面が表示される機能

過去に履修した学生のコメントとして，当該科目に対するコメントがレーダチャートの下方に箇条書きで表示される．

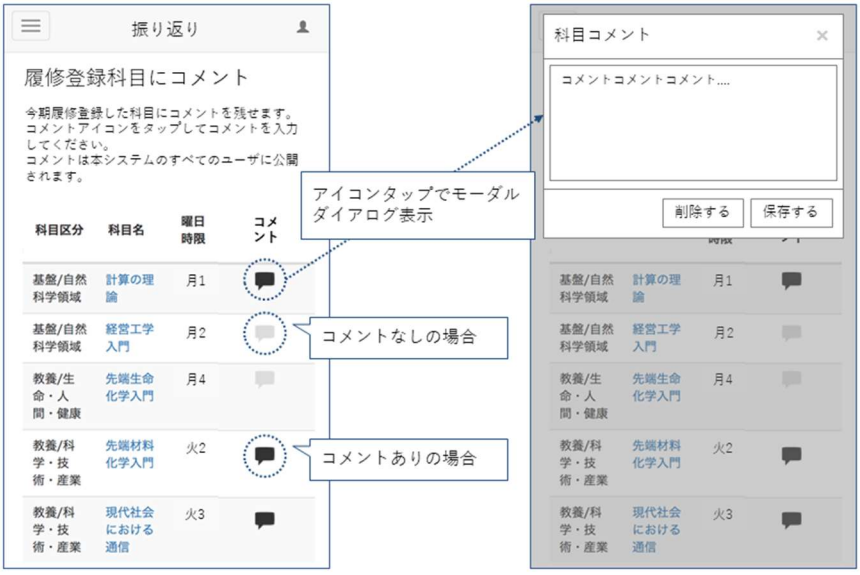


図 1　コメント記入機能

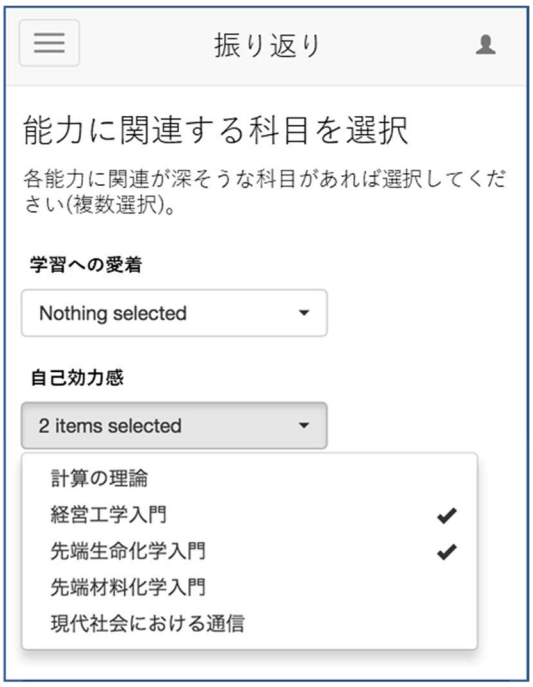


図 2 因子に関連深い科目選択画面

4.　評価へ向けて

追加開発した機能が問題なく稼働することは確認できている．また，ユーザビリティなどの評価は，一回の実験で可能である．しかし，リフレクション機能を使用する効果の検証には，時間の間隔をあけたデータ収集が必要であるため，少なくとも 3 か月程度をかけた実験を計画している．

予備的に行ったユーザ評価からは，学生の科目選択タイプを類型化できる可能性が示唆されているので，それらも考慮して多角的に効果を探りたい．

参考文献

(1) 近藤伸彦, 松田岳士, 渡辺雄貴: , 重田勝介, 加藤浩, “自己管理学習レディネスと目標設定に基づく科目選択支援システムの開発”, 第 7 回大学情報・機関調査研究会論文集, pp.100-105 (2018)

(2) Guglielmino, L. M., Development of the Self-Directed Learning Readiness Scale, Doctoral Dissertation, University of Georgia, (1977)

(3) 松浦和代, 阿部典子, 良村貞子, 神成陽子, 升田由美子, 阿部修子, 浜めぐみ, “日本語版 SDLRS の開発―信頼性と妥当性の検討―”, 日本看護研究学会雑誌, No.26, Vol.1, pp.45-53 (2003)

(4) 松田岳士, 渡辺雄貴, 重田勝介, 加藤浩, “教学データと SDLRS を用いた科目選択支援システムの開発”, 日本教育工学会研究報告集, JSET15-5, pp.225-230, (2015)

大学の ICT 活用教育に対する期待及び効果の認識における設置者別の分析

Differences among National, Public, and Private Universities in the Expectations and the Recognition of Effects for ICT Use in Education

辻 靖彦[*1]，稲葉 利江子[*2]，酒井博之[*3]，平岡斉士[*4]，重田勝介[*5]
Yasuhiko TSUJI[*1], Rieko INABA[*2], Hiroyuki SAKAI[*3], Naoshi HIRAOKA[*4], Katsusuke SHIGETA[*5]
[*1] 放送大学, [*2] 津田塾大学，[*3] 京都大学，[*4] 熊本大学，[*5] 北海道大学
[*1]The Open University of Japan, [*2]Tsuda University, [*3]Kyoto University, [*4]Kumamoto University, [*5]Hokkaido University
E-mail: tsuji@ouj.ac.jp

あらまし： 日本の高等教育機関における ICT 活用教育の実施状況を明らかにするために 2017 年度に実施されたアンケート調査の回答データを用いて，大学の ICT 活用教育に対する期待及び効果の認識の質問項目に焦点を当てて設置者別の違いを調べた．その結果，次のことが分かった．(1)いずれの設置者の大学においてもアクティブラーニングの利用を含む教育的な効果や効率化の効果を期待していること，(2)特に国立大学において教育的な効果に対する期待だけでなく大学経営的な効果に対する期待を含んでおり多様な期待感を持っていること，(3)いずれの設置者の大学においてもある程度の教育的な効果と効率化の効果を認識していること，(4)先進的な教育への取り組みに関する項目において国立大学がより効果を認識している傾向があること．
キーワード： 高等教育，ICT 活用教育，悉皆調査，教育効果

1. はじめに

近年，日本の高等教育においてはグローバル化が進展し，教育内容の高度化・複雑化とともに入学する学生の学力の多様化も進んでいる．そのような状況の中で各高等教育機関は効果的・効率的な教育が求められており，その解決方法の一つとして ICT を利活用した教育の推進は重要な課題の一つと考えられる．その実態を把握するために，これまで文科省委託事業により放送大学 (2011)，京都大学 (2014)，そして大学 ICT 推進協議会（2016，2019）の主導により定期的に行われてきた．

本稿では，2017 年度に行われた最新の調査である「高等教育機関における ICT の利活用に関する調査研究」（AXIES 2019）の回答を用いて，「ICT 活用教育に期待される効果」と「ICT 活用教育の導入により得られた効果」の質問に着目し，設置者（国立大学，公立大学，私立大学）別における違いを調べたので報告する．

2. 調査概要

本調査（AXIES 2019）の概要を示す．本調査は，我が国の高等教育における ICT 活用教育の現状及び特徴を明らかにするために日本国内の 1173 機関を対象に 2017 年度に行われたアンケート調査である．回答は Web アンケートシステムを用いて行われ，各機関が公式に 1 通回答するよう文書で依頼した．回収率は全体で 60.4%（709 機関）であり，内訳としては国立大学 70.9%（61），公立大学 51.6%（46），私立大学 60.9%（370），大学合計 60.9%（477），短期大学 55.3%（185），高等専門学校 82.4%（47）であった. ここでは, 各大学の回答を分析対象とした．

3. ICT に期待される効果の設置者別分析

図 1 に，設置者別の ICT 導入により「期待される効果」の設置者別の回答結果を示す．これは「ICT 活用教育に期待される効果は何ですか？」の質問における 17 の小項目に対してそれぞれ 4 段階尺度で回答しているが, その中で肯定的な「よくあてはまる」と「ややあてはまる」の 2 項目を回答した割合を示している．これより，「(1)学生に対してより便利な環境の提供」「(2)学習意欲の向上」「(3)学習効果の向上」「(8)教職員の作業効率化」「(10)教育の質の向上」「(15)アクティブラーニング型授業での利用」「(17)授業外学習時間の向上」の項目に対してはいずれの設置者でも 70 ポイント以上と肯定的な回答の割合が高いことが分かった．その一方で，「(5)大学の競争力や知名度の向上」「(13)単位互換など他大学との連携」の項目においては国立大学が公立と私立よりも 10 ポイント以上高い割合であった．さらに，「(4)学生の修了率の向上」「(7)学生市場の拡大」「(16)PBL 型授業での利用」「(17)授業外学習時間の向上」の項目においては公立大学が国立と私立と比べて 10 ポイント以上低いことが分かった．

以上より，ICT 活用教育に対して，教育的な効果だけでなく「競争力や知名度の向上」や「学生市場の拡大」など大学経営的な効果に対する期待を含んでいるという意味で，特に国立大学における期待感の多様さが覗えた．

4. ICT によって得られた効果の設置者別分析

図 2 に，ICT 活用教育の導入により「得られた効果」の設置者別の回答結果を示す．こちらも「ICT 活用教育の導入によって得られた効果は何ですか？」

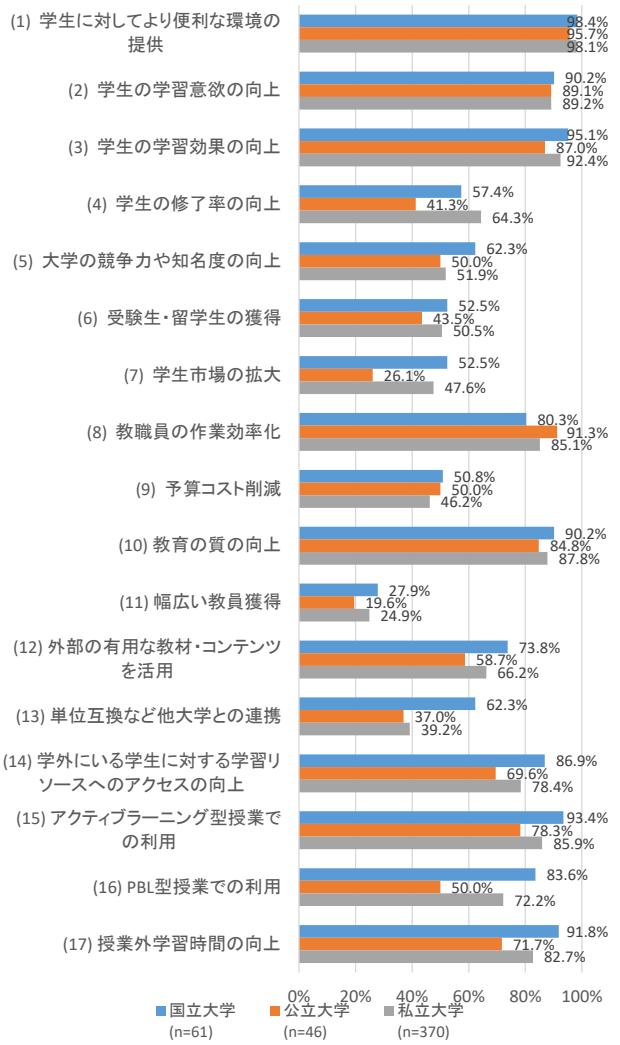


図 1　ICT 活用教育に期待される効果

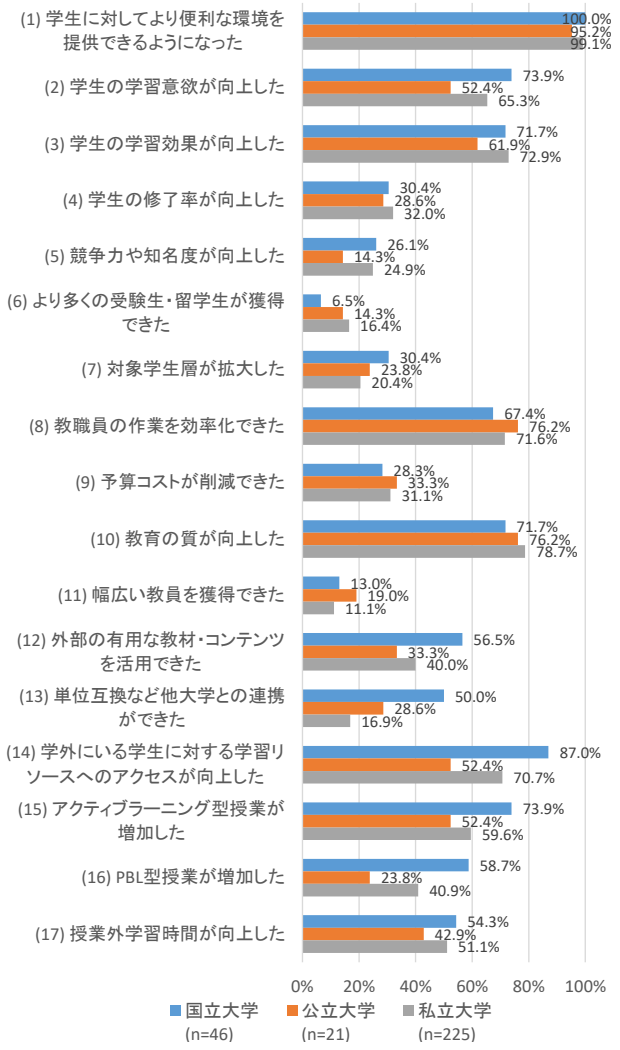


図 2　ICT 導入により得られた効果の認識

の質問における 17 の小項目に対して，4 段階尺度の中の肯定的な 2 項目（「よくあてはまる」と「ややあてはまる」）を回答した割合を示している．

図 2 より，「(1)学生に対してより便利な環境を提供できた」と「(10)教育の質が向上した」の項目では 70 ポイント以上，「(3)学習効果が向上した」と「(8)教職員の作業を効率化できた」の項目では 60 ポイント以上と，いずれの設置者においても肯定的な回答の割合が高いことが分かった．一方，設置者別の違いを見てみると，「(12)外部の有用な教材・コンテンツを活用できた」，「(13)単位互換など他大学との連携ができた」，「(14)学外にいる学生に対する学習リソースへのアクセスが向上した」，「(15)アクティブラーニング型授業が増加した」，「(16)PBL 型授業が増加した」においては国立大学が公立や私立と比べて 10 ポイント以上高い割合であることが分かった．特に，(14)と(16)の項目については国立大学＞私立大学＞公立大学の順にそれぞれ 15 ポイント以上の差が見て取れた．これらはいずれも先進的な教育に関する取り組みと考えられ，特に国立大学においてその効果を強く認識していることが覗えた．

また，「(2)学生の学習意欲が向上した」，「(5)競争力や知名度が向上した」の項目においては公立大学が，国立や私立と比べて 10 ポイント以上低いことが分かった．公立大学においてはこのどちらの項目も前節の期待感を大幅に下回っており，ICT 活用教育に対して期待通りの効果を認識できていないことが覗えた．

5.　今後の課題

今後の課題として，以下が挙げられる．

- 国立大学において得られた効果の認識が高い要因の分析
- 過去の調査を含めた経年的な傾向の分析
- 大学規模との関連性の分析

参考文献

(1) 大学 ICT 推進協議会（AXIES）ICT 利活用調査部会: “高等教育機関等における ICT の利活用に関する調査研究 結果報告書”，https://axies.jp/ja/ict/2019_survey_report（取得日：2019 年 6 月 17 日）　(2019)

プログラムの理解状況に応じた図の外化による学習評価

Learning Evaluation by Externalizing the Diagram to Depending on the Understanding of the Program

疋田 将之[*1]，仲林 清[*2]
Masashi HIKITA[*1], Kiyoshi NAKABAYASHI[*2]
[*1] 千葉工業大学大学院
[*1] Graduate School of Chiba Institute of Technology
[*2] 千葉工業大学
[*2] University of Chiba Institute of Technology
Email: s1432126ah@s.chibakoudai.jp

あらまし:プログラムの理解度向上を目的としてプログラムのイメージや動作の流れを図として外化させる学習手法を検討した．使用したプログラム課題は雑誌の購読サイトをモデルとしたプログラムである．学習者の理解状況を踏まえ，アクティビティ図・シーケンス図などをもとに考案した複数種類の図を使い分けて提示し，外化の支援を行った．外化する前と後で学習者のプログラムの理解度を調査・分析した．実験の結果，大きな理解度の変化は見られなかったが，一部に理解度の向上が見られた学習者がいた．
キーワード：図，外化，プログラミング，理解度向上

1. はじめに

プログラミング学習者にとって重要なことは，その内容を理解することである．しかし，学習者の中にはプログラムの内容理解が不十分な学習者もいる．この原因としてデータ構造をイメージできていないことや，ソースコードの処理とプログラムの機能を結びつけて考えられないことが挙げられる．

これらを解消する方法として外化に着目した．外化とは認知プロセスの途中で生み出される処理結果を何らかの形で表すことを示す[(1)]．外化を行うことによって自身が考えていることが明確になり，問題を解いていくうえでのヒントとなる．本研究では学習者の理解度を調査し，UML 図をもとに考案した複数種類の図を使い分け，学習者の理解状況に応じて提示し，外化してもらうことによってプログラムの内容理解度の向上を図る．

2. 学習目標

本研究では java を学習対象とする．学習者の理解状況を調査するために，プログラムに関するスキル[(2)][(3)]にあるプログラムを説明するスキルやトレーススキルと，独自に考案したプログラムの構造理解のスキルをもとにプログラムの内容理解過程モデルを作成した．図 1 に示す．本研究では理解過程モデルを使い，学習者の理解状況を調査し，理解度を現段階から向上させることを学習目標とする．

3. 学習手法

3.1 学習の組み立て

学習目標を達成するために理解過程モデルに対応した理解度調査問題と理解度を向上させるための 4 種類の図を作成した．

理解度調査問題は理解過程モデルのプログラムを理解していくための前準備段階の「クラスが持つ構造」の項目からプログラムの内容を理解していく段階の 5 項目の理解度を調査する問題となっている．問題は 2 種類あり，1 つ目は外化前と後に理解度を調査する問題 1 である．2 つ目は外化後のみ理解度

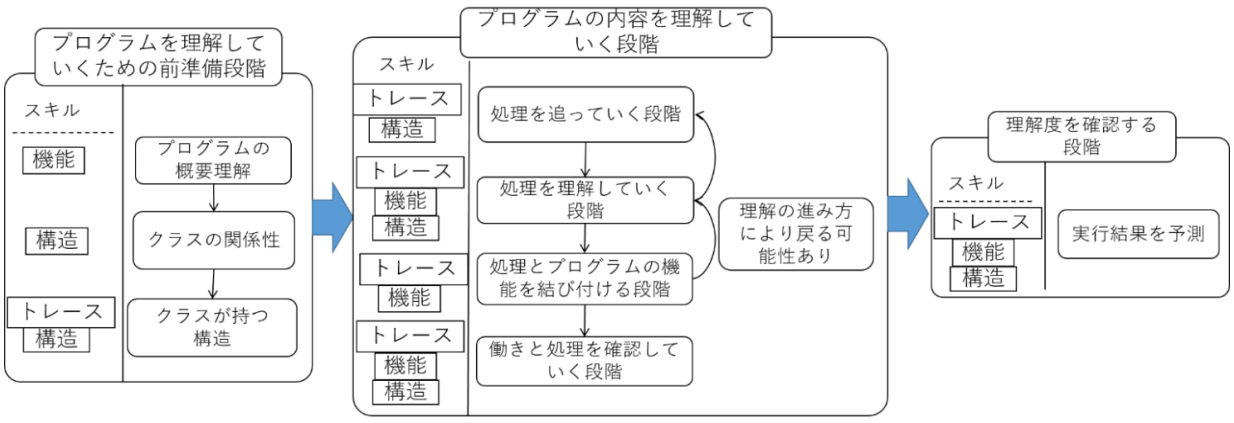


図 1 理解過程モデル

を調査する問題 1 の類題である問題 2 である．これらの問題は H26 基本情報技術者試験の java のプログラムを用いて作成した．

理解度を向上させる図はプログラムの内容を理解していく段階の項目に対応した 4 種類の図を使い分けて提示し, 外化させることで理解度の向上を狙う．提示する図は問題に使用するプログラムではなく，別のプログラムを図で表したものを提示した．

3.2 学習の流れ

学習の流れを表 1 に示す．問題 1 の解答結果から学習者の理解状況を判断し，それぞれの理解状況にあった図を外化してもらうように指示を出す．

表 1　学習の流れ

学習の流れ	目的
1. 事前アンケート	プログラムに対する意識調査
2. ソースコード配布	プログラムの簡単な概要説明の資料とプログラム内で使われる API の説明も配布
3. 問題 1 配布	学習者の理解状況を調査（全 11 問，11 点満点）
4. 図として外化	理解度の向上を狙う
5. 問題 1（2 回目）配布	外化前後での理解状況の差異を調査（全 11 問，11 点満点）
6. 問題 2 配布	問題 1 と同じ傾向で違う問題を使うことにより，さらなる理解状況の調査する（全 6 問，6 点満点）
7. 事後アンケート配布	図として外化したことが問題を解くのに役に立ったか，またプログラムに対する意識の変化の調査

3.3 評価基準

外化前と後の問題 1 の解答結果の差異と問題 2 の解答結果, 学習者が外化した図を評価した. 問題 1, 問題 2 の評価は正解（1 点），一部正解（0.5 点），不正解（0 点）の 3 段階で行った．学習者が外化した図はこちらが指示した通りの図の意図に沿っているかどうか評価した．

4.　実験結果

表 1 をもとに実験を行った．対象者は情報系学科 3 年生 5 人である．

外化前の問題 1 の解答から理解状況に応じて学習者に適した図をそれぞれ提示し, 実験を行った結果, 外化前と後の点数に大きな差はなかった．理解度調査問題の結果を表 2 に，学習者 E が外化した図を図 2 に示す．

学習者 E は構文 1 つ 1 つの処理や制御構造の理解度を上げるために「処理を追っていく段階」の図を指示した. その結果, 外化後の点数が上がっていた．処理を追っていく段階に対応した問題の点数が上がったことや，アンケートに処理を意識するようになったことが書かれていたことから，提示した図が意図したとおりに機能したと考えられる．

一方，学習者 B にはソースコードとプログラムの機能を結びつきの理解度を上げるために「処理とプログラムを結びつける段階」の図を提示したが，点数は外化前より後のほうが下がっていた．アンケート結果からは，ソースコードとプログラムの機能の結びつきについては意識していなかったことが分かり，提示した図が意図したとおりに機能しなかったと考えられる．

表 2　問題 1 と問題 2 の点数結果

	問題 1	問題 1（外化後）	問題 2
学習者 A	3.5 点	3.5 点	5 点
学習者 B	8.5 点	6 点	5 点
学習者 C	4.5 点	4 点	2.5 点
学習者 D	6 点	2.5 点	4 点
学習者 E	3 点	6 点	5 点

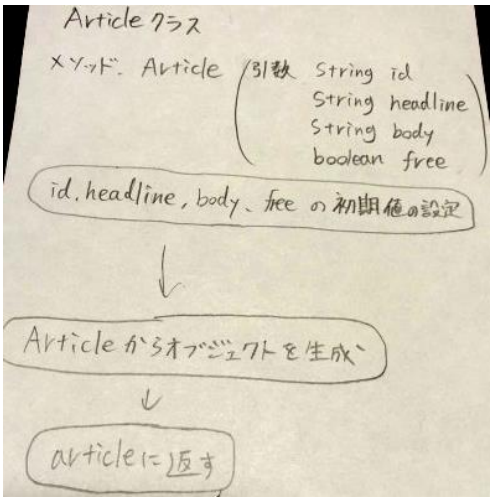


図 2　学習者 E が外化した図

5.　今後の課題

今後の課題として，提示した図が意図したとおりに機能しなく，指示した図の内容に考えが偏っていたことから学習手法の見直しを行い，個々の図だけではなく，プログラム全体を把握させる手法を考えていく．

参考文献

(1) 鈴木弘明:“教養としての認知科学”，東京大学出版会,（2009）
(2) 山本三雄，関谷孝之，山口和紀: “プログラミングのスキル階層に関する研究”，情報処理学会研究報告, Vol20, 100CE-104, ,No3, pp.1-25 （2010）
(3) Lopez, M., Whalley, J., Robbins, P. and Lister, R: “Relationships between reading, tracing and writing skills in introductory programming”, ICER ’08:Proceedings of the fourth international workshop on Computing education research, pp101-112(1972)

大学生の生涯学習とキャリアレジリエンスの関係

Relationship between Life-long Learning and Carrier Resilience of Undergraduate Students

合田 美子[*1], 山田 政寛[*2], 新目 真紀[*3], 半田 純子[*3], 長沼 将一[*4], 上田 勇仁[*3]
Yoshiko GODA[*1], Masanori YAMADA[*2], Maki ARAME, Junko HANDA, Shoichi NAGANUMA, Hayato UEDA
[*1] 熊本大学教授システム学研究センター
[*1] Research Center for Instructional Systems, Kumamoto University
[*2] 九州大学
[*2] Kyushu University
[*3] 職業能力開発総合大学校
[*3] Polytechnic University
[*4] 東京通信大学
[*4] Tokyo Online University
Email: ygoda@kumamoto-u.ac.jp

あらまし: 本研究は, 大学生の生涯学習スキルとキャリアレジリエンスの関係を明らかにすることを目的とする. 工学部 2 年生 68 名の生涯学習尺度(Wielkiewicz & Meuwissen, 2014)とキャリアレジリエンス尺度(児玉, 2015)に対する回答を分析した. その結果, 生涯学習と, キャリアレジリエンス全体および下位 5 要因すべてに有意な相関がみられた. 生涯学習の項目毎とキャリアレジリエンス全体との分析では, 「学んだことを他の人と会話する」が最も正の相関が高く, 「私は批判的思考をとる」には有意な相関は見られなかった.
キーワード: キャリアレジリエンス, 生涯学習, 大学生

1. はじめに

高等教育において, 卒業後も主体的に活躍できる人材を育成することが期待されており, その中で, 生涯学び続ける基礎を培い(1), キャリアレジリエンス(CR)と呼ばれる, 充実したキャリアを形成するための資質が求められている(2).

CR とは, キャリア形成を脅かすリスクに直面した時, それに対処してキャリア形成を促す働きをする心理的特性と定義され(3), 社会や仕事の変化にかかわる危機に対応し回復する力である. CR を効果的に機能させるためには, 状況を見極めたり, 失敗から学んだり, 学びが関係すると考えられる. そこで, 本研究では, 大学生の生涯学習と CR の関係を明らかにすることを目的とした.

2. 研究方法

2.1 調査方法と調査対象者

2019 年 1 月に Moodle 上のアンケート機能を使い質問紙調査を実施した. 質問紙には個人を特定することはないと明記し, 口頭でも本調査への参加は任意であることを伝えた. 対象者は, 国立大学工学部 2 年生 93 名(男性 74 人, 女性 19 人)であり, 欠損値を含まない有効回答数は, 68 人(男性 52 人, 女性 16 人)であった.

2.2 質問紙

生涯学習に関しては, Wielkiewicz Lifelong Scale (LLS)(4)を採用した. LLS は, 5 段階リッカート尺度で 16 項目から構成される.

CR 測定には, 児玉(2015)が開発した尺度を使用した(3). 尺度は, 4 段階リッカート形式の 34 項目から構成され, 問題適応力, ソーシャルスキル, 新奇・多様性, 未来志向, 援助志向の 5 要因が含まれる.

3. 結果

尺度の信頼性は, 表 1 の通りである. 未来志向が低い結果となった. LLS と CR の相関は, 表 2 に整理した. LLS 全体(合計)は, CS 全体, CS 各要因と有意な正の相関があった. LLS の項目毎と CR 全体の結果を見ると, 「私は新しく学んだことについて他の人と会話する」が CR 全体と最も相関が高かった. 「私は批判的思考をとる」のみ, 有意な相関が見られなかった.

表 1. 尺度の信頼性

尺度		項目数	α係数
生涯学習		16	0.95
キャリアレジリエンス	問題対応力	13	0.84
	ソーシャルスキル	9	0.86
	新奇・多様性	6	0.91
	未来志向	4	0.55
	援助志向	2	0.75
	合計	34	0.93

4. 考察

生涯学習とキャリアレジリエンスには，正の関係が存在することが示唆された．学習の仕方では，他の人と学ぶ方法は，キャリアレジリエンスと高い相関が示された．批判的思考とは，相関が見られなかった．これは，大学生の批判的思考の捉え方が意図したものと異なっていた可能性がある．また，相関が低めの項目には，LLS の項目が，動画から学ぶなどを含まず，現在の学習方法に合致していないことに起因するとも考えられる．

5. まとめ

本研究は，大学生が社会に出て活躍するために，学びという観点からどのようにアプローチできるか検討するための基礎研究と位置づけられる．引き続き，キャリアと学びを多方面から分析し，より充実した人生のための学び方についての研究を推進したいと考える．

参考文献

(1) 中央教育審議会: “初等中等教育と高等教育との接続の改善について(答申). 第 3 章高等教育の役割” (2009)http://www.mext.go.jp/b_menu/shingi/old_chukyo/old_chukyo_index/toushin/attach/1309749.htm (アクセス:2019 年 6 月 17 日)

(2) 児玉真樹子: “大学生用キャリアレジリエンス測定尺度の開発,” 学習開発学研究, Vol.10, pp.15-23. (2017)

(3) 児玉真樹子: “キャリアレジリエンスの構成概念の検討と測定尺度の開発”, 心理学研究 86, pp.150-159 (2015)

(4) Wielkiewicz, R. M. and Meuwissen, A. S. “A Lifelong Learning Scale for Research and Evaluation of Teaching and Curricular Effectiveness,” Teaching of Psychology, Vol. 41, No.3, pp.220-227 (2014)

謝辞

本研究は科学研究費助成事業研究課題番号(17K18659)の助成を受けたものです.

表 2 生涯学習とキャリアレジリエンスの相関係数

生涯学習			キャリアレジリエンス					
	M	*SD*	問題対応力	ソーシャルスキル	新奇・多様性	未来志向	援助志向	合計
1 私は知的なチャレンジを楽しむ	3.10	0.87	.504**	.471**	.638**	.569**	.271*	.599**
2 私は新しいことを学ぶために文章を読む	3.01	0.84	.385**	.382**	.646**	.607**	.253*	.531**
3 私は新しく学んだことについて他の人と会話する	3.04	0.87	.525**	.509**	.647**	.495**	.372**	.619**
4 私は問題や課題を深く分析することが好きだ	3.19	0.80	.425**	.434**	.551**	.580**	.291*	.539**
5 私は自分のことを生涯に渡って学習する人だと思う	3.06	0.83	.329**	.472**	.530**	.556**	0.223	.496**
6 私は文章を読む習慣がある	3.04	0.87	.322**	0.169	0.209	0.191	0.237	.278*
7 私は文章を書く習慣がある	3.03	0.90	.370**	.428**	.441**	.459**	0.110	.454**
8 私は自分のことを自律的に学習する人だと認識している	3.07	0.82	.338**	.383**	.542**	.617**	0.215	.485**
9 興味深い本や雑誌を探すために図書館や書店，インターネットを閲覧する	3.04	0.92	.370**	0.077	.266*	0.208	0.196	.283*
10 私はクラス，職場，または友人とのディスカッションを引き立てるような貢献をしている	3.07	0.80	.426**	.366**	.433**	.538**	0.220	.478**
11 私は批判的思考をとる	3.04	0.76	.292*	-0.003	0.100	0.066	0.169	0.166
12 私は気晴らしやエンターテイメントのために文章を読む	3.22	0.90	.331**	0.163	.284*	.264*	.268*	.311**
13 私は多くのことに好奇心を持っている	3.24	0.79	.451**	.279*	.308*	.301*	.454**	.421**
14 私は幅広い学習関心を追求する	3.06	0.84	.336**	.395**	.484**	.446**	0.219	.450**
15 私は新しいことを学ぶことを好む	3.12	0.78	.347**	.422**	.496**	.507**	0.239	.475**
16 私は授業や仕事とは関係ないトピックに関する本や文書を多く読む	3.18	0.85	.359**	0.190	0.223	.288*	.378**	.328**
生涯学習合計	49.53	10.00	.513**	.430**	.570**	.560**	.344**	.580**

注. *N*=68, **p<.01, *p<.05.

人型ロボット NAO を使ったプログラミング学習の支援
ー音声合成機能を利用した多人数授業の試みー

Support of Programming Learning using Humanoid Robot NAO
-An Attempt of Multi-Person Class using Speech Synthesis Ability-

小川 真里江，新井 正一，吉岡 由希子
Marie OGAWA, Masakazu ARAI, Yukiko YOSHIOKA
目白大学
Mejiro University
Email: ogawa@mejiro.ac.jp

あらまし：バーチャル空間上の NAO を使って音声でのコミュニケーションを実現するプログラミング学習の可能性を探ることを目的に，音声合成機能の活用を試みた。その結果，シミュレータで実機と似た臨場感を表現したプログラムの作成ができること，および，これらの特徴を活かした教材の提供ができることを示せた。
キーワード：人型ロボット NAO，音声合成，多人数授業，Choregraphe

1. はじめに

文科省は，第 5 期科学技術基本計画で提唱された Society5.0 の超スマート社会の実現を目指し，「Society 5.0 に向けた人材育成～社会が変わる，学びが変わる～」[(1)] を発表した。このうち高等教育では，文理分断から脱却し幅広く学ぶ人材の育成が求められている。このことは，ICT 教育への改革も意味しており，これからの社会で欠かすことのできないロボットや AI などを利活用できる新たなリテラシー能力を身に付けることが必要とされている [(2)]。この試みのひとつに，文系学生を対象に AI リテラシーの学びの動機づくりを目的とした授業が実践されている。これは人型ロボットをインターフェースとし，ロボットと画像認識 AI とをリンクさせるまでのシステム構築を学生自らがおこなうことで，最新の技術に触れさせている [(3)]。

近年は，プログラミング学習の必修化が進み，ロボットを使ったさまざまな教材が取り入れられている。例えば，音声でコミュニケーションがとれるもの，自由にパーツを組み立て制御するものなどがある。このうち，工作式ロボットを用いる目的は，論理的や数学的な思考力を身に付けるためにおこなわれている。これに加え，新たなリテラシー能力として，認知科学的な立場から研究がなされている「人とロボットの相互作用（Human-Robot Interaction）」の知見を取り入れるなど，新たな視点が必要であると考える。例えば，林 [(4)] は，人とロボットとのコミュニケーションに着目し，ロボットの外観のみが人の認識に影響するのではなく，その振る舞いや視線等も相互作用には大きな影響を及ぼすことを示している。人型ロボットのプログラミングは，この相互作用を学ぶ教材としての効果が期待できる。

2. 授業へのロボットの導入

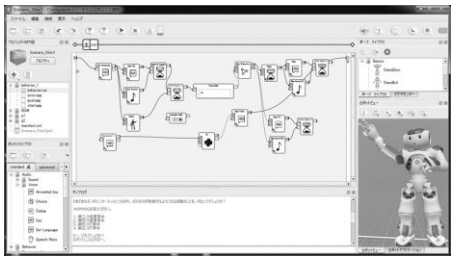
授業では，「どんなシーンで・どんな相手に・どのように表現するのか」をテーマに，人型ロボット NAO（以下，NAO と言う。）を使ったプログラミング学習をおこなった。NAO の特徴は，音声でコミュニケーションがとれ，ロボットとの会話の相手に「臨場感」を与えることができることにある。この特徴を活かして，口調や抑揚，身振り手振りの動きなどを使い，感情が表現されているかのように感じ取ることができるプログラムの作成が可能である。

プログラミング学習の多くは，1 人 1 台の実機のロボットを使い，動作確認をしながら学習が進められている。しかし，音声でコミュニケーションがとれるロボットは，高価なものが多く，1 台を共有して利用するほかない。多人数でおこなわれる授業の場合は，他者の作業が終わるまで順番を待たなければならない，何度も動作確認ができない，1 コマの限られた時間内で作業を終わらせなければならないなど，1 台のロボットを共有して使うことは難しい。また，プログラムの作成にあたっては，複数台の PC で使えるシミュレータが付属しているが，音声部分を再現することができず，テキストベースのコミュニケーションに制限され臨場感に欠ける。

本研究は，実機の使用に制限のある多人数の授業で，バーチャル空間上の NAO（以下，バーチャル NAO と言う。）を使って，音声でのコミュニケーションを実現するプログラミング学習の可能性を探っている。ここでは，音声合成を取り入れ，1 人 1 台の実機を使った時と似た環境でシミュレーションができるよう工夫したことを報告する。

3. Choregraphe と音声合成

NAO の開発用ソフトウェアは，Aldebaran が提供している Choregraphe を使用した。このソフトは，アニメーションやセンサーなどの機能を部品化したボックスをつなぎ合わせることにより，動きや会話を誰でも簡単に作ることができる（図 1）。


図 1 開発ソフトウェア Choregraphe

また，作成したプログラムは，Choregraphe 上のバーチャル NAO でシミュレーションすることができる。シミュレータでは，身振り手振りの動きや，テキストによる会話の流れが確認でき，バーチャル NAO からの問いかけに対してテキストで回答することもできる。

バーチャル NAO の会話を音声化するにあたっては, docomo から提供されているインターネット上の WebAPI の音声合成サイトを利用した。授業では，利用者が簡単に音声を調整できるように，図 2 のインターフェースを作成した。Choregraphe で利用する音声は，予め音声合成で男女の声色や口調，話すスピードなどを調整し，音声ファイルに生成しておく必要がある。

バーチャル NAO で作成した発話部分を実機で動作させるには，音声ファイルと同じ内容のテキストボックスを用意し，接続を切り替えるだけでどちらでも簡単に動かすことができる。



図 2 音声合成を使ったファイルの作成

4. 授業での取り組み

授業は, 医療系学科 1 年生 29 名を対象におこなっている。この科目は，一般基礎教育に位置付けられている情報の授業で選択科目になっている。受講者は，ほとんど全員がプログラミングの知識および経験がない。また，PC に対する苦手意識を強く持っている者が 30%ほど含まれている。

授業では，グループ学習をテーマに，バーチャル NAO を使った作品づくりをおこなった。作品づくりにあたっては，希望者にのみ授業時間外に実機の NAO でも動作確認ができるようにした。

はじめに，プログラムの設計図となるシナリオを作成した。グループ学習のシーンには，図 3 のように登場人物をロボット，メンバーA，メンバーB にし，それぞれに役割分担を設定した。

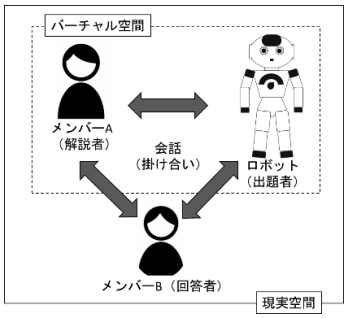


図 3 シナリオの設定

例えば，バーチャル空間上のロボットが学習課題に関する問題を出題し，現実空間にいるメンバーB がその問題に対する回答者となる。また，バーチャル空間上のメンバーA が，メンバーB とロボットに向けて問題や回答に関する解説をおこなっている会話の様子を表している。

次に，シナリオに沿って音声合成を使ってプログラミングし，バーチャル NAO で動きや会話を確認する。最後に，それぞれが作成した作品の発表会をおこなった。

5. おわりに

作品の完成後，音声合成を使って作品づくりをするうえで工夫したことについて，受講者に感想を求めたところ,「速度や音程を調整し登場人物のキャラクター性を表現できるようにした」や「実際の会話風景に近い会話のテンポや感覚が感じられるように作成した」といった感想が挙げられた。これは，ロボットプログラミングに重要な「臨場感」を表現することに結び付けて，作品づくりをしていたと推測される。また，バーチャル空間には，声を変化させることで複数の人物を登場させることができるため, さまざまなシーンを想定したロボットのプログラミング学習ができる特徴も見られた。

1 人 1 台の実機のロボットを使用することに制限のある場合でも，バーチャル空間上に環境を整えれば，教材として十分に活用できることが伺える。

参考文献

(1) 文部科学省:“Society5.0 に向けた人材育成～社会が変わる、学びが変わる～”（2018）
(2) 政府:“AI 戦略 2019（有識者提案）”（2019）
(3) 新井正一,小川真里江,吉岡由希子:“文系学生を対象にした AI と人型ロボットを体験する授業の試み”,PC カンファレンス（2019）
(4) 林宏太郎:“We-mode が開く人と相互作用を行うロボット・デザインの扉”，心理学評論，59 巻，3 号，pp.330-343（2016）

社会的課題解決を目的としたPBL型授業がキャリアレジリエンスに与える影響

Impact of PBL Aimed at Solving Social Issues on Career Resilience

新目 真紀[*1],半田 純子[*1], 長沼 将一[*2],合田 美子[*3],玉木 欽也[*4]
Maki ARAME[*1], Junko HANDA[*1], Shoichi NAGANUMA[*2], Yoshiko GODA[*3], Kinya TAMAKI[*4]
[*1] 職業能力開発総合大学校
[*1]Politechinic University
[*2] 東京通信大学
[*2]Tokyo Online University
[*3] 熊本大学
[*3]Kumamoto University
[*4] 青山学院大学
[*4] Aoyama Gakuin University
Email: arame@uitec.ac.jp

あらまし：本研究では，学生に対しておこなったキャリアレジリエンスに関するアンケート調査の分析を通じ，社会的課題解決を目的としたPBL型授において養成される能力の向上について検討する．また分析結果をふまえ，それらの獲得プロセスや位置づけを考察することを目的とする．
キーワード：PBL型授業，キャリアレジリエン，援助志向，ソーシャルスキル

1. はじめに

第4次産業革命を意識した教育内容へと世界各国がシフトする中，OECDでは，イノベーションを起こすのに必要なスキルを身につける教育として，人材育成の手法が伝統的な暗記学習から，創造性と独創性を発達させるためのPBLへシフトしていることが報告されている(1)．青山学院大学では，日本の将来に向けて「広義の製品ライフサイクルマネジメント(PLM)」をプロデュースする能力を持つ人材を育成するために，2013年からインストラクショナルデザイン（Instructional Design：以下ID）手法を用いて開発したPBL型授業を実施してきた．ID手法とは，学習目標を詳細化したうえで，それぞれを達成するための教材や学習活動を開発することにより，教育活動全体の効果・効率・魅力を高めるための手法である．しかしながら現実に即した実務場面を想定したPBL型授業では，課題の困難さや複雑さ等から主体的に課題に取り組めず，グループによってはメンバーのドロップアウトやフリーライダー問題が起きるケースが散見された．そこで2017年度からは，教員一人で多数の学生を相手にするのではなく，学生アシスタント(以降，SA)12名からなる教育組織を運営し，組織的な支援を行うこととした．

2. 研究の目的

近年，複雑なシステムのリスク低減手法として注目されているのが，プリペアドネス向上やレジリエンスの向上である．プリペアドネス(preparedness)とは，災害リスクマネジメントでいうところの事前対応を意味する．災害から地域を完全に守りきることは，技術的にも社会的コストの面でも非現実的であるとの前提のもとに，防災意識の高揚や防災訓練による防災力の向上がプリペアドネス向上につながることが示唆されている．同様の概念にレジリエンス(resilience)という言葉があり，「弾力性」，「復元力」を意味する．

レジリエンスに関する研究には，個人的要因を重視する研究と，環境的要因を重視する研究，相互作用を重視する研究があるが，レジリエンス力を高めることによってリスク要因によるネガティブな結果を減少させることを共通認識としている．社会的課題解決を目的としたPBL型授業の学習支援を行う教育組織のレジリエンス力が高ければ，結果的に受講生のレジリエンス力を高め，授業のドロップアウトやフリーライダーを低減できる可能性がある．

3. 先行研究の知見

レジリエンス・エンジニアリング手法では，社会・技術システムとそれがおかれている環境は常に変化を続けており，変化が常態であるという認識を前提にする．このため人を含めた対象システムのレジリエンスを向上させるためには，モニタリング力や組織の予測力を高める支援を推奨している(2)．より具体的には「過去に類似のことは起こらなかったか？」という時間的または経験参照的振り返りを支援することや，「機器Aの状態がXである時，機器Bの状態はYで問題ないか？」という機能空間を横断的に見たクロスチェックや複数観測者の観測結果のクロスチェックをするといったヒューリスティックの導入が推奨されている．本研究のPBL型授業では，ID手法を用いて様々なワークシート（以降、WS）を開発しており，ヒューリスティックの導入に寄与していると考えられる．

一方，個人のレジリエンス力を測定する尺度としてキャリアレジリエンス尺度がある．キャリアレジリエンスとは，キャリア形成を脅かすリスクに直面した時，それに対処してキャリア形成を促す働きをする心理的特性と定義されている．レジリエンス要因については，個人がどのような行動特徴を身に付けてこられたかによって介入が可能であると述べている．本研究では，教育組織メンバーと受講生のキャリアレジリエンスを調査し，レジリエンス力を向上させる支援方法を検討する．

4. 研究方法

本研究では青山学院大学経営学部で 2018 年後期に開講した PBL 型授業（グローバル戦略Ⅱ）授業を対象とする．授業の実施に際してモニタリング力や組織の予測力を高める WS の開発に携わった SA はキャリアレジリエンス力が高まると考えられる．そこで 2019 年度の関連授業でキャリアレジリエンスを調査したところ，2018 年度の SA6 名，受講者 14 名，2019 年度グローバル戦略Ⅱの SA 担当予定者 8 名，受講予定者 20 名の回答を得られた．本研究では 4 群のレジリエンス力の相違からレジリエンス力を支援する方法を検討する．キャリアレジリエンスの尺度は児玉（2015）を参考に 5 因子（「因子 1：チャレンジ」「因子 2：ソーシャルスキル」「因子 3：新奇・多様性」「因子 4：未来志向」「因子 5：援助志向」）34 設問で調査した(3)．回答は各項目について「とてもそう思う(5 点)」から「全くそう思わない(1 点)」の 5 段階評定で求める．

4.1 2018 年度の授業概要

2018 年度の PBL 型授業は，国内市場の縮小や国際競争市場の急激な環境変化を背景に,「モノ（製品）」中心的な事業着想・発想・構想から脱却し，日本の産業界が不得手と思われる「グローバル製品戦略／サービス戦略／ICT 戦略」のプロデュースができる人材の育成を目指す取り組みの一環として実施されたものである. 授業では, 2020 年東京五輪時に, 4000 万人の「インバウンド訪日外国人」に対して，「地方創生」を目指すイベントと衣食住サービスを伴う体験ツーリズム中に，「ダイバーシティーカルチャー」に対応した「価値共創(安心・安全・便利・快適・感動など)」の事中サービスの提供を想定する．

4.2 2018 年度に開発した WS 概要

各グループはプロジェクトテーマを達成するために第 1～6 回までグループ全体で活動し，第 7～12 回まで個別に活動し, 第 13～14 回で新製品サービス事業構想企画書をまとめる. サービス, コンテンツ, 企業間関係(サプライヤー，戦略提携、競争関係) ，社会システム(社会インフラ，スマートハウス，スマートシティ)など，どこまで周辺の問題を取り扱うかについては，グループの裁量に任せられる．全体活動のために開発した WS は 8 種類あり，個別活動用の WS は外部環境分析 WS や現地顧客行動観察 WS 等用途に応じ 24 枚の WS を開発した．

5. 分析結果

個人のレジリエンス力を因子別にまとめたものが表 2 である．α係数を算出したところ因子 1：：チャレンジ（α=0.88），因子 2：ソーシャルスキル（α=0.84），因子 3：新奇・多様性（α=0.89），因子 4：未来志向（α=0.84）因子 5：援助志向（α=0.93）となり内部一貫性に問題はなかった．2018 年度の SA のレジリエンス平均は 4 群中最も高く本仮説の有効性を示す結果となった．2018 年度の受講者と比較したところ因子 1，因子 4，因子 5 の SA の平均が有意に高い．2019 年度の SA と受講予定者には有意差は見られなかった．更に 2018 年度の SA と 2019 年度の SA 予定者は因子 1 と因子 5（r=.68，P<0.01）因子 3 と因子 5（r=.74，P<0.01）には高い相関が見られた．

表 1　キャリアレジリエンス

		2018 年		2019 年予定	
		SA 6 名	受講者 14 名	SA 8 名	受講者 20 名
因子 1	平均	4.13	3.65	3.88	3.36
	SD	0.41	0.38	0.80	0.57
因子 2	平均	3.70	3.37	2.97	3.09
	SD	0.55	0.53	0.84	0.66
因子 3	平均	3.92	4.15	3.42	3.84
	SD	0.86	0.51	0.93	0.66
因子 4	平均	4.25	3.59	3.5	3.09
	SD	0.63	0.68	0.91	0.74
因子 5	平均	4.42	4.00	4.13	3.95
	SD	0.49	0.34	1.38	0.54
平均	平均	4.08	3.75	3.58	3.47
	SD	0.59	0.49	0.97	0.63

N=48

6. 結果の考察と今後の課題

検証の結果，PBL 型授業の教育組織としての活動がキャリアレジリエンスを高める可能性が確認された．一方因子別に見ると「因子 2：ソーシャルスキル」の平均が他の因子と比べて低いことから，因子 2 については異なる支援が必要な可能性がある．今後は本結果を踏まえ, 更なる検証を行う予定である．

参考文献

(1) OECD. Innovating Education and Educating for Innovation. The Power of Digital Technologies and Skills. OECD Publishing, Paris. （2016）
(2) Christopher P. Nemeth, Erik Hollnagel（編）,北村正晴（監訳）”,レジリエンスエンジニアリング応用への指針: レジリエントな組織になるために”,日科技連出版社、（2017）
(3) 児玉真樹子:“キャリアレジリエンスの構成概念の検討と測定尺度の開発”,心理学研究 86(2), pp.150-159 (2015)

学びを肯定する学生を育てるオンラインプラットフォームの開発

Development of the Online-platform for Fostering Student's Affirmative Attitude Toward Learning

及川 義道[*1], 成川 忠之[*1]
Yoshimichi OIKAWA[*1], Tadayuki NARUKAWA[*1]
[*1] 東海大学
[*1]Tokai University
Email: oikawa @tokai-u.jp

あらまし: 学びに対する回避行動を抑制し、学びを肯定するような行動様式への変容を支援することを目的としたオンラインプラットフォームの開発を試みている。特にこの回避行動が仲間集団の影響により強くなることから、学びを肯定する別な仲間集団への参加を支援する機能や学びの啓発を支援する機能について検討を行なっている。本発表では、当該プラットフォームの構想と実装を試みている機能について報告する。
キーワード: グループ学習支援，学びの啓発，学習回避行動抑制，仮想仲間集団

1. はじめに

所属機関で新入生を対象として実施した国語、英語、数学の基礎学力試験の 2007 年度から 2017 年度の結果を分析すると、学修を維持、推進するための基礎的な学修力の低下傾向が見られた。この学修力の低下は、学修態度に影響を与える自己肯定感の低下に繋がり、この自己肯定感の低下を受け入れることのストレスを回避するため、学生は学修そのものが価値のないものであると位置づけ、学修を積極的に回避する態度をとるようになる。このような学修を回避する態度は、仲間集団の中でより強く確立されていく。

例えば、Friend [(1)] は、スラムで育った子供を、全く行動様式の異なる環境に置くと、その中で形成される仲間集団の様式に影響され、スラムで行なっていた行動とは全く異なる行動様式を持つ人間に成長すると報告している。また倉住 [(2)] や松岡 [(3)] の研究からも、学修に取り組むことで仲間から否定的に見られ、関係が悪化して友人を失うことが危惧される状態を回避することが、学修を回避する動機となると考えられる。

我々は、この仲間集団と学修動機との関係に着目し、学生を、学びを肯定する仲間集団の中に置く、あるいは学生が所属する仲間集団を、学びを肯定する集団に変容させることができれば、その集団に所属する学生の学びに対する態度を変容することができるのではないかと考えている。しかし、大学生が初期に形成する仲間集団は､同一クラス､サークル、出身地、出身校といった等質なメンバーにより構成される場合が多く、行動様式の変化が起きにくい。行動様式を変化させるために、この初期に形成された仲間集団を意図的に解体、再構成する方法も考えられるが、学生の心的ストレス等を考えると現実的ではない。

そこで我々は、現存する仲間集団を維持しつつ、異質のメンバーを緩やかに結合するための手法として、ソーシャルネットワーク様の機能を提供するオンラインプラットフォームの構築と、その機能を活用したアプリケーションの開発を試みている。

2. プラットフォームが提供する機能

開発中のプラットフォームは次の機能を提供できるように設計した。

１）ロールモデルの提供

現在行っている学修が、将来の自分にどのように繋がるのかを想像できない学生は多い。このことが、学修意欲を削ぐ要因の一つとなっている。そこで、本プラットフォームでは、在校生、卒業生などをロールモデルとした情報の提供が可能な機能を提供するようにした。この機能では、インタビュー記事、映像等のコンテンツ管理、科目履修履歴、ポートフォリオとの連携ができる。

２）グループ管理機能

本研究の最終的な目的が、オンライン上に構築した仲間集団の影響を検証することであることから、プラットフォームには仲間集団の形成、活動支援を行う機能の提供が可能な仕様とした。学生には、学修グループを立ち上げてメンバーを募集する機能、グループにメンバーあるいはサポーターとして参加する機能が、教師には意図的にファシリテーターをメンバーとして参加させるなど、グループ活動に介入する機能が提供される。また、アバターを提供することで、現実の仲間集団とは切り離した利用を可能としている。

３）情報交換機能

既存の SNS(Social Networking Service)と同様のグループメンバー間の情報交換を支援する機能を提供

する。グループメンバー間の会話は既存の SNS の利用も考えられるが、日常的に利用しているサービスと切り離して利用できること、共有ホワイトボードなど独自サービスの提供を予定していることなどから、プラットフォーム独自に SNS を提供する仕様とした。参加者は、教員、グループリーダー、グループメンバー、ファシリテーター、サポーターなど各種ロールで参加できる。また、同系統の科目を履修する学生間での教え合いでの利用を想定し、シラバスシステムとの連携機能、他のグループの学習内容を参照可能な機能も利用可能な仕様とした。

4）活動記録管理機能

仲間集団の形成には、グループメンバーの継続的な交流が必要である。そのためには、学習者が頻繁に利用したいと思わせる仕掛けが必要である。そこで本プラットフォームでは、システム内での活動記録を閲覧できる機能、活動の内容をポイント化、ランキング化する機能、特定の条件をクリアしたことを証明するバッジを付与する機能等を利用できる設計とした。

3.　アプリケーションの例

本プラットフォームが提供する機能を利用して開発することが可能なアプリケーションの一例を図１に示した。サインアップの後、学生がログインすると図１のメイン画面が表示される。なお、サインアップするためには、学生証番号および大学が提供する組織メールアドレスが必要である。

ロールモデルアクセス部分では、登録されているロールモデルから学部学科、卒業年次等を用いて検索・表示できる。各ロールモデルの情報画面では、公開が許可されている場合に限りロールモデルとなっている学生あるいは卒業生の科目履修状況、ポートフォリオの情報を閲覧することができ、学修プラン作成の参考となる情報が得られる。

学修グループに関する部分では、学生は任意の学修グループに参加する、自分で学修グループを立ち上げることができる。当該アプリケーションの例では、アシスタントロールで参加しているグループには☆印が付与される。また、未読の投稿数がグループごとに表示される。学生は一つのホームとなるグループと任意の目標を持つ複数のグループに参加する。なお、授業の課題に取り組むためのグループでは、シラバス等、授業関連の情報にアクセスすることができる。

学修記録部には、システムの利用を促すために、学習活動状況をスコアおよびランキングで表示する、活動が一定条件を越えるとバッジが付与され、アバターで使用できるアイテムも増えるなど、ゲーミフィケーションの要素が加えられている。特に顕著な活動を行っている学生に対しては、アシスタントやファシリテーターとして参加することが認められ、それに対応した拡張機能が利用できるようになる。



図１　アプリケーション実装例

4.　終わりに

現在のところ、プラットフォームの機能を利用したアプリケーションのモックアップが作成されており、PHP によるプラットフォームの実装およびモックアップに対応したアプリケーションの開発を同時に進行している。データ構造や活動の数値化、バッジと提供条件など、学修成果の視覚化に関しては、検討が不十分であり、今後も、どのような情報のフィードバックが学生の琴線に触れるのかを検証しつつ、プラットフォームの機能の検討と拡充、アプリケーションにおけるスコア化のアルゴリズム、学修成果の視覚化およびインセンティブの提供方法など検討したいと考えている。

参考文献

(1) Friend, T.: “A young man goes west to prosper.”, New York Times, August 1, pp.7-11 （1995）
(2) 倉住友恵:“学習への動機づけに対する新たな視点の提案: 中学生における学習回避動機(学習しない理由)のプロセス検討”, 日本パーソナリティ心理学会発表論文集 17, pp.220-221 （2008）
(3) 松岡陽子:“大学生の学習回避と否定的学修価値観”, 日本パーソナリティ心理学会発表論文集 18, pp.74-75 （2009）

謝辞

本研究は科学研究費助成事業（課題番号 18K02909）の支援を受けて行なっている。本稿文末にて謝意を表する。

教育改善スキル修得オンライン教材での知的技能のテストの設計

Designing Tests of Intellectual Skills in Educational Reform Skill Learning Online Program

平岡斉士，長岡千香子，喜多敏博，鈴木克明
Naoshi HIRAOKA, Chikako NAGAOKA, Toshihiro KITA and Katsuaki SUZUKI
熊本大学教授システム学研究センター
Research Center for Instructional Systems, Kumamoto University
Email: naoshi@kumamoto-u.ac.jp

あらまし：教育改善スキル修得を目的としたオンラインプログラムを設計した．その際，不特定多数の受講者が想定されるオンラインプログラムであること，また学習目標が知的技能であることによる制約条件があった．それらの制約条件の中で，知的技能の修得を支援し，その達成を確認するための設計上の工夫を行った．本稿では，それらの制約条件ならびに設計上の工夫について説明する．
キーワード：インストラクショナルデザイン，教育改善スキル，知的技能，評価方法，LMS 活用

1. はじめに

熊本大学教授システム学研究センターでは，大学教員と大学院生を対象とした「教育改善スキル修得オンラインプログラム」を設計・開発し，その第一弾となる「科目デザイン編」の無料版と有料版を順次公開している(1)．無料版では不特定多数の受講者が想定される．また，本プログラムの学習目標は言語情報（知識）の暗記ではなく知的技能（スキル）の習得である．本稿では，オンラインプログラムにおいて，不特定多数の受講者の知的技能修得の確認をするための設計の工夫を紹介する．

2. ３つの制約条件

本プログラムで使用するテストを設計する上で，制約条件が３つあった．以下にそれを述べる．

2.1 知的技能の特性

本プログラムの設計思想である教授設計学（以下，ID）では，教育プロセスでは言語情報ではなく知的技能を積み上げることを推奨(2)しており，本プログラムでも知的技能を学習目標として設定している．一般に言語情報のテストは「ただの知識の確認」であるため，LMS の小テストの作成と実施が容易である．しかし，知的技能は知識を応用するスキルであるため，習得の確認のためには，多様な事例で確認する必要がある．また，一度使った問題は，正解を憶えてしまう可能性があるため，常に未知の問題を使用する必要がある．そのため，学習目標の達成を正確に評価するためには，多様かつ多数の問題を用意する必要がある．

また，知的技能のテストでは，提示された事例に対して，何らかの知識やルールを正しく適用できるかどうかを問うことが多い．その場合，どのように知識やルールを適用したかに加えて，その判断の理由を尋ねることが一般的である．例えば「あなたはどう判断しましたか？」「その判断の理由は何ですか？」のような段階的な問いが有効となる．

2.2 無料版の受講者数と開講期間

有料版は開講期間と受講者が定まっているが，無料版では開講期間を定めておらず，不特定多数の受講者を想定している．無料版では多数の受講者がそれぞれのタイミングでテストを受験することが想定されるため，採点を行うタイミングや頻度が想定できず，教員が採点をすることは現実的ではない．したがって，無料版受講者が受験できるテストは，LMS を用いた自動採点に委ねる必要がある．

2.3 LMS の小テスト機能の特性

本プログラムでは LMS（Learning Management System）として Moodle を使用する．Moodle の小テスト機能は，テストとしてよく使われる出題形式には一通り対応している．しかし，知的技能のテストで有用な「回答の内容に応じて次の問題が変わる」ような段階的な出題形式は対応していない．したがって，一回の問いで複数の判断結果を確認するためには，問題設計の工夫が必要となる．

3. 制約条件を踏まえた解決策

本プログラムは全部で５つのモジュールから構成されており，そのうちの３つが同形式の構造で設計されている．本発表ではそれら３つのモジュールのテストの設計上の工夫を述べる．

これらのモジュールの学習目標は「各モジュールで提唱している教育設計のための７つのアイデア（以下，７つのアイデアと呼ぶ）を，自身の教育改善に正しく適用できる」である．この学習目標の達成を評価するため，先に挙げた３つの制約条件を踏まえて，表１のように設計した．以下に各項目の詳細を述べる．

3.1 有料版受講者の特権（教員による採点と掲示板）

上述した「７つのアイデアを自身の教育改善に正しく適用できる」という学習目標の達成を確認するためには，各受講者が７つのアイデアを適用した授業の改善計画をチェックすることが必要である．しかし，個別の授業計画に７つのアイデアが正しく適用できているかどうかを自動で確認するのは現時点では不可能と判断した．

そこで，この学習目標の達成のチェックは有料版受講者の特権とし，自身の教育改善計画レポートを課題として提出し，プログラム担当教員による採点が受けられることとした．併せて，レポートの提出前に受講者同士で相互にアドバイス・コメントをするための場として，フォーラム（掲示板）を設定し，これも有料版受講者の特権とし，無料版受講者は議論のサンプル投稿のみを閲覧可能とした．

3.2 全受講者が受験可能なテストの設計

無料受講者を含む全受講者が受験可能なテストとして３種類の段階的なテストを用意した．それぞれ簡単な順に，単体問題，複合問題，力試し問題と呼ぶ．力試し問題に合格することは，モジュールの学習目標である「７つのアイデアを自身の教育改善に正しく適用できる」の前提条件となる「提示された教育改善案に７つのアイデアのどれが使われているか，また正しく使われているかが判断できる」ことを意味するように設計した．

７つのアイデアを多様な事例に適用できることを確認するため，特性が異なる７科目（看護学，心理学，宗教，PBL，スポーツ，プログラミング，民法）の簡易シラバスを用意し，テストでの事例とした．各テストではこれらのいずれかの科目と，その科目に対する改善案が提示される．３種類のテストでは，改善案の提示のされ方と設問が異なる．単体問題では７つのアイデアのうちの１つのアイデアに基づいた改善案を示し，「改善策がこのアイデアを正しく適用できているか否か」を解答させる．複合問題と力試し問題では，７つのアイデアのうちの複数のアイデアを適用した解決案を提示し，「どのアイデアを適用しているか」と「正しく適用できているか」を解答させる．この場合，７つのアイデアについて関連づけられた 2 種類の解答をするため，1 問で実質 28 回の判断が要求されるため，知的技能の確認をするための問題としての特性を満たしていると言える．

知的技能の特性として，常に未知の問題を用いる必要がある点に関しては，単体問題と複合問題はあくまで練習問題と位置づけて，同じ問題の受験を可能とし，力試し問題のみを常に未知の問題が出題されるようにした．力試し問題は現時点で 3 問を用意しているが，3 問とも不正解となり，さらに受験を希望する受講者がいれば，新たな問題を作成することで、未知の問題を受験できるようにした．

4. おわりに

本プログラムと同様の不特定多数を対象としたオンラインプログラムでは，その評価の難しさからか，コンテンツの内容（知識）を小テストで確認したり，受講者同士が掲示板で互いの成果物を評価したりすることで評価することが多い．また，知的技能のテスト作成に関する工夫も報告されている[3]が，自動採点による制約は考慮されてはいなかった．

本発表では，オンラインプログラムでの知的技能の修得を可能とし，また，知的技能の達成を適切に評価すべく，制約条件の中でなしうる設計上の工夫を述べた．これらは知的技能修得を目的とする本プログラムの中での工夫に留まらず，LMS を用いる教材全般に適用可能であると考えている（ただし，教育改善スキルが必要）．

参考文献

(1) http://kyoten1.cica.jp/moodle/
(2) 鈴木克明（2017）教授・学習過程の革新－教授設計論（Instructional Design）の視座からの提言－．東北大学高度教養教育・学生支援機構紀要 3:13-26.
(3) 平岡斉士（2017）言語情報のテストをやめて，知的技能のテストをやろう．日本教育工学会 第 33 回全国大会(島根大学) 発表論文集，481-482

表１ ３つのモジュールの評価の設計

名称	役割	採点者	事例	問題形式	問題数	再挑戦
課題	モジュールの修了判定	プログラム担当教員	－	7つのアイデアを用いた自身の授業計画の改善計画を提出する	－	再提出要求の場合、何度でも再提出可能
掲示板	課題提出物作成のための議論	受講者同士	－	7つのアイデアを用いた自身の授業計画の改善案を議論する	－	議論の回数に制限なし
力試し問題	7つのアイデアの適用の基礎スキルの確認	自動	7つのアイデアのうち複数を同時に適用した事例	どのアイデアを適用しているか＋それは正しく適用できているか	科目ごとに3問	各問1回のみ挑戦可能
複合問題	練習	自動	7つのアイデアのうち複数を同時に適用した事例	どのアイデアを適用しているか＋それは正しく適用できているか	科目ごとに3問	何度でも挑戦可能
単体問題	練習	自動	7つのアイデアの1つを適用した事例	このアイデアを正しく適用できているか	アイデアごとに3問	何度でも挑戦可能

外れ値分析を用いて自己評価の変化を検出する方法の提案

Proposal of a Method for Detecting Changes of Self-Assessment Using Outlier Analysis

蛯名 哲也[*1], 森本 康彦[*1]
Tetsuya EBINA[*1], Yasuhiko MORIMOTO[*1]
[*1] 東京学芸大学
[*1]Tokyo Gakugei University

あらまし：現在，育成すべき資質・能力の三つの柱が挙げられている．これら資質・能力の育成においては，自己評価が注目されており，児童生徒は様々な学習活動において適時自己評価を行っている．その際，分自身で自己評価の変化を認識することは容易ではない．そのため，学習者に対し，自己評価の変化がみられたタイミングでそれに気づかせることで，自己評価がより促進されることが期待される．そこで，本研究では，外れ値分析を用いて，自己評価が変化したタイミングを検出することを目的とする．本論文では，10 段階の数値データから，外れ値分析を用いて外れ値を検出できるか検証するために，シミュレーションを行った．以下，シミュレーションの結果及び考察について述べる．
キーワード：自己評価，外れ値分析，シミュレーション，ルーブリック

1. はじめに

2020 年から実施される新学習指導要領では，「知識・技能」，「思考力・判断力・表現力等」，「学びに向かう力・人間性等」を資質・能力の三つの柱として挙げ，これらをバランスよく育成することが求められている．これら資質・能力を育成する留意点として，自己評価の重要性が指摘されている(1)．自己評価とは，「自身のパフォーマンスを観察，分析，評価し，どのように改善していくことができるか自問自答し，省察すること」と述べられている(2)．つまり，学習者は様々な学習活動において，学習の成果や状況について適時自己評価をしていると考えられる．その際に，自身で自己評価の変化を認識することは容易ではない．そのため，学習者に対し，自己評価の変化がみられたタイミングでそれに気づかせることで，自己評価がより促進されることが期待される．

そこで，本研究では，外れ値分析を用いて，自己評価が変化したタイミングを検出することを目的とする．具体的には，10 段階の数値データを活用した自己評価に焦点を当て，外れ値分析を用いて外れ値を検出することを試みる．本論文では，10 段階の数値データから，外れ値分析を用いて外れ値を検出できるか検証するために，シミュレーションを行った．以下，その結果と考察について述べる．

2. 自己評価が変化したタイミングの検出方法

本研究では，10 段階の数値を用いた自己評価に焦点を当て，その数値データから外れ値分析を用いて，学習者の自己評価が変化したタイミングを検出することを試みる．

ここで，想定している分析の流れについて述べる．まず，学習者は自己評価に取り組む．次に，自己評価の数値データから，学習者の自己評価が変化したタイミングを外れ値分析により検出する．

外れ値分析とは，データの大部分の傾向と異なり，その存在が分析結果の精度を悪化させる値を検出する手法であり，統計調査データの処理等において用いられている(2)．外れ値分析では，平均や標準偏差を用いて分析する方法があるが，これは外れ値の影響を受けやすく，正常値とみなされる範囲が広くなり，検出すべき外れ値を見逃してしまう可能性が指摘されている．そこで，本研究では，第一四分位数と第三四分位数，中央値を用いて，以下の式から自己評価の数値データから，外れ値を検出する．

下限値 = 第一四分位数 - レンジ×四分位範囲 (1)
上限値 = 題三四分位数 - レンジ×四分位範囲 (2)

ここで，第一四分位数と第三四分位数及び四分位範囲はそれぞれ，新たに入力される前の自己評価の数値データから，その都度算出される．レンジは得られた数値データが外れ値か決定する尺度を示す．レンジの値は，外れ値に該当する値を見逃さないために，扱うデータ毎に，どの値を設定するか検討する必要がある．新たに入力された自己評価の数値データが(1)式より小さい場合，または，(2)式より大きい場合，その数値データを外れ値として扱う．

以上より，自己評価の数値データから，外れ値分析を用いて，学習者の自己評価が変化したタイミングを検出することが可能になると考えられる．ここで，外れ値分析のプログラムは，オープンソース Python(Ver3.5.4)のライブラリである Pandas を用いる．

3. ダミーデータを用いた外れ値分析のシミュレーション

3.1 シミュレーションの概要

本章では，10 段階の自己評価の数値データについて，外れ値分析により外れ値を検出できるか検証するため，シミュレーションを行った．ここで，2 章で述べたレンジの値は，0.5，1.0，1.5 を用意し，分析結果について比較し，どの値が妥当か検討する．シ

ミュレーションに用いるダミーデータは，項目反応理論に基づき 500 人分, ランダムに生成する. まず，困難度パラメータが既知である, 10 段階の項目を 24 項目用意する．ここで，1~10 の各段階をカテゴリとして段階反応モデルを用いる．また，ダミーデータ生成のプログラムは Java で作成した．

3.2 結果と考察

ここでは，シミュレーションの結果及び考察について述べる．500 人分のデータを外れ値分析により分析した結果，外れ値と検出された箇所は，レンジの値が 0.5 の場合は 1784 箇所，レンジの値が 1.0 の場合は 981 箇所，レンジの値が 1.5 の場合は 764 箇所であった．次に，一人あたりの 24 項目への反応データについて，外れ値と検出された回数について，レンジの値が 0.5 の場合は 約 5 回，レンジの値が 1.0 と 1.5 の場合は約 2 回であった．更に，1 回も外れ値が検出されなかった人数は，レンジの値が 0.5 の場合は 124 人，レンジの値が 1.0 の場合は 80 人，レンジの値が 1.5 の場合は 74 人であった．

図 2, 3 に 500 人のデータから一人分を抜粋し，グラフ上に可視化したものを示す．ここで，図 2 はレンジの値が 0.5 の場合の分析結果，図 3 はレンジの値が 1.0，15 の場合の分析結果を示す．図中の横軸は項目番号を示し，縦軸はランダムに生成した数値データを示す．また，図中の丸線は，2 章の(2)式より値が大きいため, 外れ値と検出されたことを示す．図中のグラフについて，平均は 1 であるが，項目番号が進むにつれて何らかしらの原因で[2，3，6，7]になったと解釈できる．ここで，レンジの値が 0.5 の場合，[3，6，7]が外れ値として検出された．また，レンジの値が 1.0，1.5 の場合は，[6，7]が外れ値として検出された．

これらの結果の相違は，レンジの値を大きくしたため，正常値としてみなされる値の範囲が広くなったことが原因と考えられる．本研究では，学習者が認識することの難しい，自己評価の変化したタイミングを検出することを目的としているため，レンジの値を 0.5 とした場合が最も妥当であると考えた．

これらのシミュレーションの結果及び考察から，10 段階の自己評価の数値データに対して外れ値分析を用いることで，外れ値を検出することが確認された．また，この仕組みを活用することにより，学習者や教員が認識することが容易でない，自己評価が変化したタイミングを検出することが可能になると考えられる．

4. おわりに

本論文では，学習者が自身で認識することの難しい自己評価が変化したタイミングを外れ値分析に基づき検出することを目的とし，10 段階の自己評価の数値データに焦点を当て，外れ値分析を用いて外れ値を検出できるかシミュレーションを行った．シミュレーションの結果, 自己評価の 10 段階の数値データに対して，レンジの値を 0.5，1.0，1.5 の場合で分析結果を比較した際に, 0.5 が最も妥当であることが確認された．また，この仕組みを活用することにより，学習者や教員が認識することが容易でない，自己評価が変化したタイミングを検出することが可能になると考えられる．

今後は，10 段階のルーブリックを活用した方法についても検証し，その効果を検証していく．また，提案した方法に基づいたシステムを開発し，実践を行い，その教育的効果について評価・検証していく予定である．

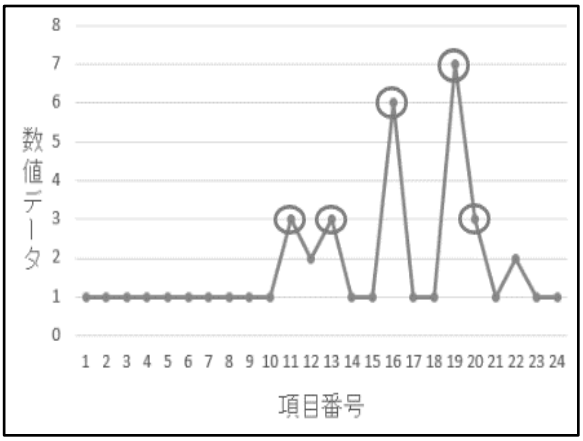


図 2　レンジの値が 0.5 の場合の分析結果

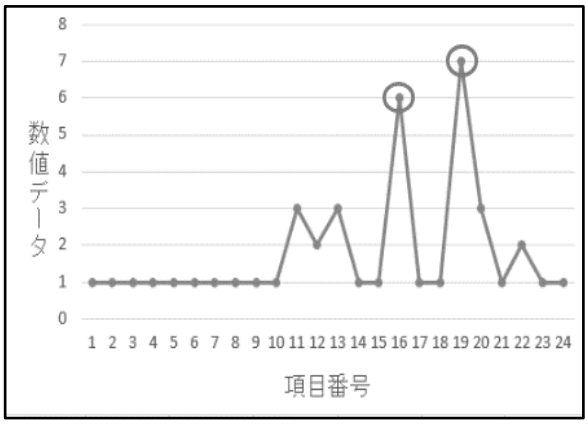


図 3　レンジの値が 1.0，1.5 の場合の分析結果

謝辞

本研究の一部は，科研費（17K01074）の助成を受けたものである．

参考文献

(1) 文部科学省：“小学校学習指導要領（平成 29 年告示）解説 総則編”, http://www.mext.go.jp/a_menu/shotou/new-cs/1387014.htm (2019 年 6 月 11 日確認)
(2) 森本康彦, 永田智子, 小川賀代, 山川修 (2017) 教育分野における e ポートフォリオ. ミネルヴァ書房
(3) 野呂竜夫, 和田かず美:“統計実務におけるレンジチェックのための外れ値検出方法”, 統計研究彙報, Vol.72, pp.41-54 （2015）

一般公開型オンラインプログラム提供のための デザインおよびシステムに対する４つの工夫

4 Ideas to Improve Design and Development of Open Online Program

長岡 千香子，喜多 敏博，平岡 斉士，鈴木 克明
Chikako NAGAOKA, Toshihiro KITA, Naoshi HIRAOKA, Katsuaki SUZUKI
教授システム学研究センター
Research Center for Instructional Systems, Kumamoto University
Email: cnagaoka@kumamoto-u.ac.jp

あらまし：熊本大学教授システム学研究センターでは，大学教員や大学院生が自身の授業設計について学習できる「教育改善スキル修得オンラインプログラム」を開発・公開した．本発表では，このオンラインプログラムを，「説明がなくても直感的に学習を進められて，スタッフの手動での評価がなくても質保証ができ，自分にとって必要な部分だけかじりぐいができ，既に知っていることは飛ばすことができるオンラインプログラム」とするための設計面やシステム開発面での工夫について説明する．
キーワード：MOOC，オンライン教育プログラム，質保証，LMS，ユーザーインターフェース

1. はじめに

熊本大学教授システム学研究センターでは，大学教員や大学院生が自身の授業設計で必要となる学習目標の立て方や評価方法の選定に関する知識・スキルを学習するための「教育改善スキル修得オンラインプログラム」を開発・公開した(1)．本プログラムの無料版は不特定多数の学習者を想定した一般公開型のプログラムであり，画面の利用方法や学習の進め方等について事前に詳しい説明やオリエンテーションがなくても利用できるようにする必要があった．また，受講者の数に制限を設けないため，LMS の自動採点などを利用して学習者の質を保証を行う必要があった．さらに学習者の層も幅広いことが想定された．そこで，「自分にとって必要な部分だけ学習できる（**学習内容のモジュール化**）」，「既に知っていることは飛ばすことができる（**既有知識に基づく学習**）」，「スタッフによる確認がなくても質保証ができる（**自動採点による質保証**）」，「学習の進め方に関する説明がなくても直感的に学習を進められる（**直感的に学習を進められるインターフェース**）」の４つの工夫を本オンラインプログラムの開発で取り入れた．本稿では各工夫について，どのような設計・システムとしての実装を行ったのかを詳述する．

尚，本オンラインプログラムはモジュールと呼ばれるトピックごとに学習コンテンツをまとめており，「学習目標の高度化」や「評価と単位認定の見直し」といったモジュールが準備されている．また，各モジュールでは最終テストの役割をもつ実力チェックテストに合格することでモジュール合格となる．本プログラムは有料版と無料版があるが，本稿では主に既に公開済みの無料版について言及する．

2. プログラム実現のための４つの工夫

2.1 学習内容のモジュール化

本プログラムでは，「大学教育に関する 5 つの物語」，「認知的発達を促す授業方法」，「評価と単位認定の見直し」等のモジュールについて，学習が可能である．各モジュールは独立しており，どのモジュールから受講しても問題ない．また，無料版の学習者に対しても「学習状況証明書」という証明書が自動で発行される（**図1**）．そのため，自身にとって必要なモジュールのみ学習して証明書を取得し，所属機関へ提出すること等も可能である．各大学では既に学内の FD 担当者によるセミナー等で既に関連する内容を学習しているケースが想定されることから，自身が今必要と考えた知識・スキルを身に着けてもらうことを想定して，モジュールとして学習コンテンツを独立させた．

2.2 既有知識に基づく学習

受講する学習者の既有知識の差は大きいことが想定される．本プログラムでは，既に FD 等の関連する領域のワークショップ等を複数受講している大学教員から，まだ教育の場に携わったことがない大学院生まで幅広い対象者を想定している．そのため，モジュール２から４では最初から実力チェックテストを受験できるように設定し，実力チェックテストに合格できた時点でモジュール合格として証明書が発行されるように設定した．一方，実力チェックテストを受験して不合格だった場合は，下位レベルの練習問題で練習をした後，再度，実力チェックテストを受験することになる．最初から最終テストを受験できるようにする取り組みは既に他オンラインプログラムでも導入されており，例えば，Google のデジタルワークショップでは，最初から章末問題に取り組むことが可能であり，不合格だった場合はコンテンツを学習してから再度挑戦できるように設定されている(2)．

2.3 自動採点による質保証

各モジュールの実力チェックテストで学習内容をちゃんと身につけていると判断された学習者に対し

ては証明書が自動で発行される．そのため，適切に学習者の知識・スキルを保証する必要があった．また，本プログラムの無料版は一般公開としているため，学習者の数が増えた場合，スタッフによる手動での採点等は困難であることが想定された．そこで，LMS（Learning Management System）である Moodle のクイズの自動採点機能を利用して，学習者の知識・スキルを保証することを目指した．クイズでは単純に学習した知識を覚えているのかを問うのではなく，そのモジュールで学習した知識をちゃんと実際に事例で応用できるのかという観点から問題を作成した．例えばモジュール４「学習目標の高度化」では「現実場面での活用を試みる」等のアイデアに基づいて，実際に開講されている科目を元に作成された架空の科目に対する改善案の適切性を判断する問題を作成した．

2.4 直感的に学習を進められるインターフェース

本プログラムでは学習者にとって最も都合がよい時期に自分でアカウント登録をして学習を進め，証明書の取得まで行ってもらうため，各学習者に対して画面の使用方法や学習の進め方等の説明を個別に行うことが困難であった．そのため，説明がなくても学習の進め方を理解でき，自身の学習進捗状況を把握でき，何ができれば学習が完了となるのかを直感的に理解してもらえるようなインターフェースにする必要があった．そのためのシステム面の工夫として（１）インタラクティブなボタンの実装（２）ゴールベースの学習画面設計（３）グラフィカルな進捗管理画面を準備した．本オンラインプログラムは LMS である Moodle を利用しており，（１）については自身の学習状況に応じて各問題のボタンが切り替わるように設定した（例：クイズを受験して不合格であれば不合格と赤いボタンで表示）．（２）についてはモジュール２から４のトップ画面において，一番上に実力チェックテストを設置し，そのテストを解くための下位問題や学習コンテンツをグラフィカルに下に設置した．（３）については学習中の各モジュールについて自身の学習進捗状況が色つきのバーで表示されるように，既存の進捗状況のモジュールに対してカスタマイズを行った．

3. おわりに

既に本プログラムの無料版は公開されているが，モバイル端末への対応，既に公開されている無料版を受講した学習者の行動履歴に基づく教材の改善等，今後も開発を進める予定である．

参考文献

1. http://kyoten1.cica.jp/moodle/
2. Google デジタルワークショップ https://learndigital.withgoogle.com/digitalworkshop-jp
3. COMPLETION PROGRESS https://moodle.org/plugins/block_completion_progress

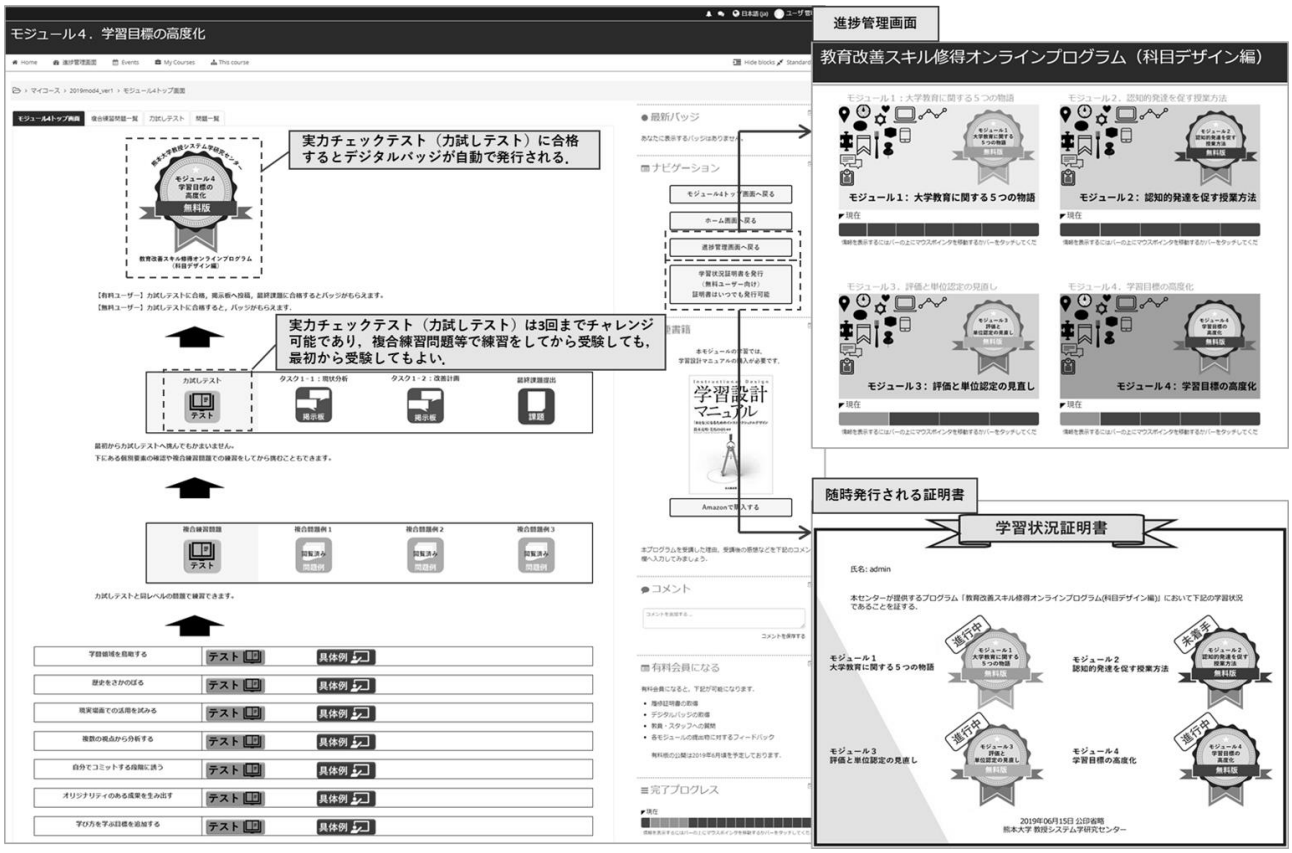


図1：本プログラムのモジュールトップ画面，進捗管理画面，発行される証明書

効果的な PBL 型アクティブ・ラーニング実施のための 教育 ICT 活用とデータ解析

Utilization of ICT and Data Analysis in Education for the Implementation of an Efficient PBL-based Active Learning

健山 智子[*1], 折本 研[*1], 松本 慎平[*2]
Tomoko TATEYAMA[*1], Ken ORIMOTO[*1], Shimpei MATSUMOTO[*2]
[*1] 広島工業大学 情報学部 知的情報システム学科 知的情報可視化研究室
[1]Intelligent Visual Analytics Lab, Faculty of Applied Information Science, Hiroshima Institute of Technology
[*2] 広島工業大学 情報学部 知的情報システム学科 社会システム工学研究室
[*1]Social System School of Informatics, Faculty of Applied Information Science, Hiroshima Institute of Technology
Email: {t.tateyama.es, md19002, s.matsumoto.gk}@cc.it-hiroshima.ac.jp

あらまし：教科書のデジタル化など教育現場においてもデジタルコンテンツは今日，広く扱われており，反転学習やプロジェクトベース（PBL）学習などの能動学習(以下 AL)の基盤をとした役割を担っている．一方，有用なデジタルコンテンツから得られた膨大な情報やデータは未整備であり，その活用について広く議論が今後展開されるであろう．この膨大なデータの解析・可視化技術は教室における問題や個々学生の傾向において，迅速な理解・対応を可能にし，その整備ならびに確立が求められる．本研究は，本学で現在行っている，理工学大学生の講義で AL を実施し，データ分析・可視化から効果と有用性を提示する．
キーワード：教育デジタルコンテンツ，PBL 学習，アクティブ・ラーニング効果， データ解析

1. はじめに

情報化の進展は，我々の便利な生活や社会の提供だけでなく，その収集された情報やデータから様々な分野において整備・解析されることで戦略や基盤形成にも大きな影響を与える．これは，教育現場でも同様である．教育現場では，教科書や資料のデジタル化や ICT コンテンツの活用などの情報化が広く普及され，学生たちの勉強取り組みにおける多くの重要な収集に役立っている．この情報化と ICT コンテンツの活用は，反転学習や学習者たちがそれぞれグループを構成し学習対象の調査理解をグループワークから深めるプロジェクトベース学習（以降：PBL）など，アクティブ・ラーニング（以降：AL）の展開に大きな影響を与えており，その取組は今後の教育現場においてもさらなる飛躍が期待できる．この AL が広く拡散され，有意義であると薦められる一方，この AL を活用した効果などにおけるデータ解析，またその効果に対する分析なフィードバックに対しては，未着手であり検討するべき内容が多いことも現状の課題である．その理由として，一貫された解析手法が確立されていない，そして，講義ごとにおける AL 手法が異なっている，さらには，収集されたデータがどのような効果があるかについての可視化が展開されていないためである．

上記の問題に取り組むため，本研究では，今回 AL が教育においてどのような効果があるかの評価を行う．解析として，本学の情報系 3 年生講義を対象として PBL ベースでの AL を展開し，データ収集に本学で利用しているポートフォリオより行う．比較のデータは，AL を行っていなかった年度と AL を行った年度間で行い，その情報可視化と意見などから，効果的な PBL をどのように展開するかについて，本稿で議論する．

2. 本研究における PBL 展開方法

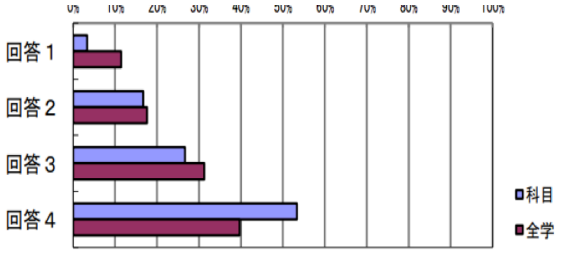
本研究の取り組みは，グループワーク中心と講義中心の比較を対象として行う[1]．まず，講義は情報系大学 3 年生を対象とし，本学で筆頭著者が展開する「組織活動と情報システム」という，情報システムがどのように企業や組織で活用されるか，情報化，経済活動，経営，データやインフラ整備の種々進展からどのように社会とか変わっているかを議論する講義である．講義は 5 名～6 名でグループを構成し，毎回のテーマをそれぞれのグループが発表形式で講義を行う PBL で行っている．講義は担当教員，1 名の TA が聴講・コメント，補足説明する．

各グループは担当テーマについて，グループ間で議論・教員確認を行い，まとめた資料を講義前までに本学の教育用ポートフォリオ上で受講者全員に公開する．当日は，担当グループがメインで講義内容の発表を 30 分の制限時間内で行う．また，講義受講生は，講義前までに教科書と教員が公開された資料，そして先述の担当グループが公開した資料に基づいて予習を行った上で，講義聴講を行う．この予習と当日の発表にもとづき，各グループ間において，発表終了 10 分間で内容について検討を行い，その後，30 分間の質疑応答を各グループから展開し，担当グループは対応する．残り 20 分は，ポートフォリオ上

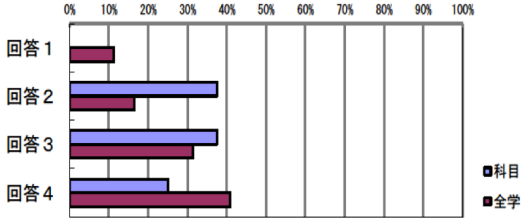
に用意された講義内容の確認を 15 分，そして，5 分間を教員からの補足説明としている．毎回の講義後，学習効果を評価するため，受講者全員に講義内容についての感想をアンケートベースで行い，各グループへフィードバックさせる．

3.　データ収集ならびに AL 効果の評価

2.で述べた講義進行について，本研究ではすべて，本学の教育用ポートフォリオを通してデータを収集した．また，本講義の期末試験は，開講期間中の講義内容に基づき，記述式で行った．また，本研究の成果を比較するため，AL 講義を展開していない 2017 年度と 2018 年度で比較をそれぞれ行った．なお，期末試験とミニワークは，AL 導入前と AL 導入後ともに同じ問題を採用している．毎回の講義前予習時間の比較を図 1 に示す．各グラフの赤，紫はそれぞれ，本講義と全学全体での提示である．また，回答 1 ～4 はそれぞれ，予習時間として，1：週 3 時間以上，2：週 2-3 時間，3:1-2 時間，4: 1 時間未満を示している．この結果から本講義の予習時間は講義中心では低い成果であったが，PBL ベースとなった 2018 年度では全学比較でも非常に高いペースとなっており，予習時間が増加している．また，アンケートでもグループワークを介し，みんなで学習，発表するので勉強時間が増えた，とのコメントも多く目立った．この結果からも本研究の取り組みは勉学意欲効果にも活用されていることが詳細に可視化され，示唆された．



（a）2017 年度講義前の予習平均時間

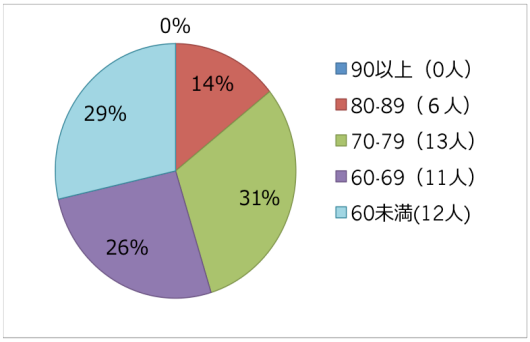


(b) 2018 年度講義前の予習平均時間

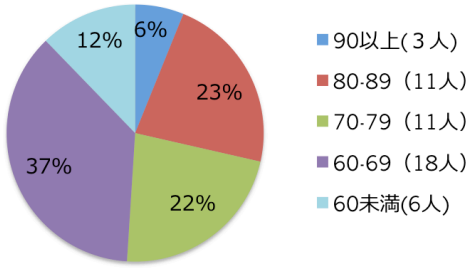
図 1 AL 効果検証のための期末試験点数分布比較

3.1 全講義理解度の確認についての比較

受講生全員の期末試験点数分布について図 2 のように可視化し，分析を行った．AL 導入前では，その点数分布において，90 点以上の学生はなしかつ平均が 65.8 点であったのに対し，AL 導入した講義では，90 点以上の学生が 3 名で平均が 71.0 点と全員の点数が向上していることが確認できた．さらに，アンケートコメントからも，一方的な講義聴講でなく，質疑応答をグループ間で検討が求められることから，講義内容をより考察する時間が増えたこと，そして考察する時間からミニワークにも十分対応ができた，とのコメントであった．以上より，AL 導入は，受講者が問題考察に対する意識工場にも繋がり，その成果として成績向上にもつながることが分析された．しかし，この調査は 1 年分の評価である．そのため，本研究では，今後継続して調査・分析を行う．



（a）2017 年度試験結果



(b) 2018 年度試験結果

図 1 AL 効果検証のための期末試験点数分布比較

4.　おわりに

教育 ICT 活用による AL 効果を検証するため，本研究では，PBL に基づく講義に対し，データ分析を行った．PBL 学習効果の可視化により受講者向上が示唆され，有効性を提示した．今後，本研究は他の講義ならびに継続した調査と分析を行う．

謝辞

本研究は，広島工業大学 HIT 教育機構“次世代 ICT 教育情報可視化研究開発センター（代表者：健山智子）”助成および，同大学知的情報可視化研究センター(大業者：健山智子)の協力の下，調査，研究を遂行した．

参考文献

(1) 杉山　成，辻　義人:“アクティブ・ラーニングの学習効果に関する検証-グループワーク中心クラスと講義中心クラスの比較による”，小樽商科大学人文研究，第 127, pp.61-74　(2014)

個人端末を活用した実験実習支援システムの開発

Development of Support System for Experiment Learning with Personal Mobile Terminal Device

稲守　栄[*1]，千田　和範[*1]
Sakae INAMORI[*1], Kazunori CHIDA[*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：これまで基礎知識不足により協働作業が苦手な学習者を支援する実験・実習ナビゲーションシステムの開発と運用をしてきた．しかし，本システムは限られた時間と端末でのみの運用だったため，実験後の支援ができない．また，学生レポートには，特徴点の取りこぼし等の報告書に不備が多く見られる．そこで本研究では，個人端末(スマホなど)を導入し，実験の予習からレポート作成時まで支援するシステムの構築を行う．
キーワード：ICT 活用，学生支援，学生実験，協働作業

1.　はじめに

近年の教育現場では 21 世紀型スキルの向上が注目されている(1)．筆者らも，これまで 21 世紀型スキルのひとつであるコミュニケーションスキルの向上を目指すため，問題解決型 PBL 実験や計測型実験において，基礎知識不足により協働作業が苦手な学習者を支援するための実験・実習ナビゲーションシステムの開発と運用をしてきた(2)．このシステムを実験の事前学習に用いることで，協働作業が苦手な学習者に基礎知識を補うことができ，他の学習者との協働作業を円滑に取り組むことができた．しかし，さらに学生実験を観察すると，実験考察時に必要となる実験値の取りこぼしで再実験につながる場合があり，学習者のモチベーション低下の原因の 1 つとなっていた．また，実験後は個人作業のため，データ処理作業などで不明な点が生じても，学習者同士で話し合いができず，報告書の不備が多く見られた．

そこで，本研究では支援対象者を全学習者に広げ，時間や場所に限定されず実験支援をすることができるように実験学習支援システムの開発を行う．

2.　学生実験の取り組みと問題点

本校電気工学科 4 年の学生実験では，計測型実験と試行錯誤型実験を行っている．実験の取り組み手順は次の通りである．

①　実験で使用する機材や計測器の選択
②　機材や計測器の配線
③　各計測器値の測定
④　測定結果を元に考察・検討

これまで開発し運用してきた実験・実習ナビゲーションシステムでは，事前学習と手順②の支援を行ってきた．しかし，学生実験の様子を観察するといくつかの問題点が明らかになった．

- 計測型実験では，試験毎に計測器や回路結線が変更になる．手順①は，実験作業内で大半の時間を占め，この時に計測器の選定ミスを招く場合が多い．
- 手順③では，一人の学習者に対して，複数の計測器の値を測定する．そのため，特徴点となる値の取りこぼしや異常値に気づかない場合がある．
- 手順④では，学習者は個別に作業をして，報告書を作成する．その際，不明な点が生じても，学習者同士が話し合いをすることができず，報告書の不備が多く見られる．

これらの問題点の原因は，学習者が実験前に指導書の内容を理解せずに取り組んでいるためである．そのため，各手順でのミスが重なった結果，測定不備などが生じ，再実験をしなければならない場合があった．再実験は学習者にとって，モチベーション低下を引き起こし，実験から習得できる知識も，モチベーション低下により，十分に理解することができなくなる．

そこで，これらの問題点を改善するため，全学習者に対して，実験の目的や計測器の選定，測定ポイントなどのアドバイスといった考察・検討時のサポートなどを支援するシステムの開発を行う．本システムは，これまで開発・運用をしてきたペアプログラミング手法に基づいた実験・実習ナビゲーションシステムを基に開発する．次に，基となるナビゲーションシステムについて説明する．

3.　ペアプログラミング手法に基づいた実験・実習ナビゲーションシステム

協調作業が必要な実験において，消極的な学生を支援するため，ペアプログラミング手法に基づいた

実験・実習ナビゲーションシステムの開発，運用を行ってきた．このナビシステムには，かざす情報表示機能がある．この機能は，実験装置に付けた AR マーカーにタブレット端末をかざすと，端末画面上に表示されている実機画像の上に，3D で実体配線図が表示される．この機能により，配線が苦手な学習者を支援することができる．

4.　デバイス端末の利用方法

これまで述べてきたナビシステムを基に実験学習支援システムの構築をする．この支援システムの支援対象者は実験参加者全員である．従来のナビシステムは，限定された学習者のみの支援のため，事前に用意したタブレット端末でナビシステムの運用をしていた．しかし，実験参加者全員分のタブレット端末を準備することは難しい．そこで注目したのが，学習者の所有するデバイス端末である．最近の学習者はスマートフォンなどのデバイス端末を個人で所有し活用している．そこで，本研究では個人が所有するデバイス端末を活用して，実験学習支援システムの構築を行う．

5.　実験学習支援システム

5.1 実験学習の支援

これまでの学生実験において学習者は，実験指導書を理解してから実験に取組むことが少なく，作業開始時に実験内容を把握する場合が多かった．そこで，学習者が実験の目的や理論にあった計測を行い，データ処理をして，考察・検討を行えるよう支援をする必要がある．学習者に支援する事柄は，実験前，実験中，実験後と異なる．そのため，各タイミングで支援する事柄を変更しなければならない．次に，各タイミングによる支援内容について説明する．

5.2 実験前と実験後の支援

学習者は，これから取り組む実験の原理などを理解せずに実験の作業に入ることがある．また，考察・検討時には，実験結果をどのように考察・検討に関連付けるかわからない場合がある．そこで，実験前と後の支援では，各状態に応じて実験を円滑に進めるための情報を図 1 の様に提示する．これにより，学習者は必要に応じて情報を入手し，学習に活用できる．なお，各状態で表示される情報内容を PNG データにすることで，内容の更新はデータを差し替えるだけで対応できる．そのため，システムの運用がしやすくなる．

5.3 実験中の支援

実験中には，試験毎に同じ計測器を使いながら配線を変更することが多い．そのため，学習者は試験毎に計測器の計測範囲などを注意しながら取り組む必要がある．そこで，実験中の支援として，計測器に取り付けた QR コードを読み取り，試験毎にその計測器の利用方法の情報を提示する．図 2 はイメージ図である．この QR コードを読み取れば，試験毎



図 1　実験前と実験後の支援イメージ

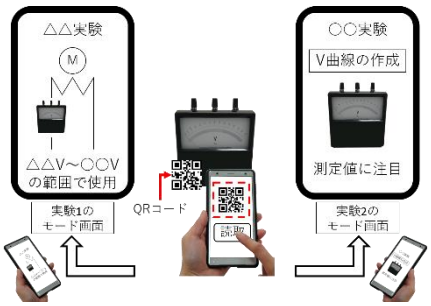


図 2　実験中の支援イメージ

にその計測器の測定ポイントや測定時の注意事項などを提示させる．これにより，学習者がこれまで取りこぼしをしていた計測値や異常値に気付きやすくなり，考察・検討へ計測値を反映させやすくなる．

6.　学生実験導入に向けての試作

学生実験導入に向けて，本校電気工学科 4 年の実験で行われている試行錯誤型実験と計測型実験の 2 テーマの実験に導入する予定である．この導入に向けて各実験の事前準備で必要な原理や要点などの要点を情報端末に表示させることができた．また，実験後の考察・検討時に必要なポイントの情報も提示させることができた．今後は，実験中に支援するために必要な QR コードを読み取り，試験毎に計測器の使用用途などの情報を提示できるようにする．

7.　おわりに

本研究では，個人端末を活用した実験学習支援システムの開発を行った．これまでの学生実験での学習者の取り組み方について，いくつか問題点を挙げた．これらの問題点を改善するため，実験前，実験中，実験後と各タイミングにあった支援をする．支援する学習者は実験を行う全学習者が対象となるため，学習者が所有するデバイス端末を利用して支援する．学生実験への導入に向けて，実験前と後の支援をするための情報を提示させることができた．

今後は，学生実験へ向けて，各支援時の機能を強化させていく予定である．

参考文献

(1)　文部科学省　教育の情報化の推進，http://www.mext.go.jp/a_menu/shotou/zyouhou/main18_a2.htm (2019/6/15 確認)

(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 ナビの開発と実践”，信学技報（教育工学），Vol.115，No.319，pp.47-50（2015）

水環境健全性指標の WEB サービスによる活用
－環境情報システムとしての考察－

Applications of Soundness Indexes of Water Environment by Web Service
- Case Study Concerning a Model on Environment Information System -

清水 康生[*1]，下平 由美子[*2]
Yasuo SHIMIZU[*1], Yumiko SHIMODAIRA[*2]
[*1]㈱日水コン　経営企画本部・経営企画部
[*1]Corporate Planning Division Corporate Planning Department
[*2]㈱日水コン　管理本部・総務部人事企画課
[*2]Management Division Human Resources Planning Division
Email: simizu_y@nissuicon.co.jp

あらまし：環境省の開発した水環境健全性指標を WEB サービス版として公表した．同 WEB の大学の授業等への活用，自治体の行政サービスへの利用，さらに住民・NPO 等の活動での利用など普及が進んでいる．WEB とすることで，河川調査が簡単になり，調査データの集計・共有が容易となった．また，身近なスマホの活用により学生等が主体的に調査を行い，調査結果を共有することができ，議論をする材料を得ることができたと考える．これら各場面での調査の仕組みを情報システムの観点から紹介する．
キーワード：水環境健全性指標，WEB サービス，情報システム

1. はじめに

水環境健全性指標（以下，同指標 [1] と称す）は，高度経済成長期以降に身近な川が住民の意識から遠ざかった反省から，環境省が再びこれを取り戻そうと作成した水環境調査のツールである．2009 年に公表されて以来，多くの教育現場，行政の事業，さらには住民・NPO 等で使用され活用されてきた．しかし，紙面の調査票を使用するため，慣れた調査員がいないと円滑な調査が難しく，また，集計や調査結果の共有などにおいて課題を有していた．

これらの課題を解消するために，スマホを利用した同指標の調査方法として WEB サービスを活用した技術を開発した．そして，その成果として平成 30 年 9 月には“水辺へ Go！”をβ版として公開している [2)3)]．本稿では，同ツールの有効性を情報システムの観点から考察した．

2. 水環境健全性指標とは

同指標は，水辺の健全性を判断するための指標である．ここで言う「健全：soundness」とは，自然環境と人間活動がその場に於いてバランスしている状態と定義している．同指標は 5 つの調査軸から構成されており，全部で 20 の個別指標を有している（表 1）．これら 5 つの視座，20 の視点で川を見ることにより，川の良さが明確になるものと考えている．

第 1 軸と 2 軸が自然環境を表し，第 3 軸から 5 軸までが人間活動を表している．調査者は，個別指標毎に 3 点満点で水環境（水辺）の良し悪しを判断する．この際に調査者は，調査マニュアル [1)] を参照しながら，できるだけ主観を排除して水環境が 1～3 点までのどの分類に該当するかを判断する．

表 1　水環境健全性指標

調査軸	個別指標	
Ⅰ．自然なすたが	①流れる水の量	自然の状態を表す
	②岸のようす	
	③魚が川をさかのぼれるか	
Ⅱ．ゆたかな生きもの	①川原と水辺の植物	
	②鳥のすみ場	
	③魚のすみ場	
	④川底の生きもの	
Ⅲ．水のきれいさ	①透視度	人間活動を表す
	②水のにおい	
	③COD	
Ⅳ．快適な水辺	①けしき（感じる）	
	②ごみ（見る）	
	③水とのふれあい（触る）	
	④川のかおり（かぐ）	
	⑤川の音（聞く）	
Ⅴ．地域とのつながり	①歴史・文化	
	②水辺への近づきやすさ	
	③日常的な利用	
	④産業などの活動	
	⑤環境活動	

3. WEB 版による調査

3.1 WEB 版の概要

“水辺へ Go！”の画面で「スタート」と「注意事項に同意して調査開始」を続けて押すと現在位置をセンターとした地図が表示される（図 1）．この地図上で水辺の位置を「長押し」すると調査を行う 5 つの軸が表れて軸毎に個別指標に回答することとなる．回答は，水辺の状態を 3 段階で判断し，理由をコメントとして残す．そのエビデンスとして各軸 1 枚の写真を撮影する．WEB 調査では，この写真が全ての

判断の根拠となるため重要な情報となる．

1 回の調査では，20 の個別指標の 3 段階で表された得点とコメント及びエビデンス写真（1 枚以上）が調査情報として記録される．

3.2 WEB 版の様々な用途への活用

WEB 版のデータは従来の紙調査の場合と違い大量のデータを一度に取得・記録できる特色がある．このため，学校での授業の教材として利用されることが多い．また，そのデータは研究者の研究材料ともなる．また，行政の有する情報と併せて住民自らが水辺を調査するツールとしても有効に利用できる．行政はその結果を活用することもできる．さらに，住民・NPO 等が活用する場合には活動の成果を直ちに情報発信できるというメリットがある

4.　環境情報システムとしての構造

WEB 版の環境情報の流れについてシステム論的な観点から以下に考察する．

4.1 個人における情報処理プロセス

WEB 版では前述のような様々な用途で容易に調査を行うことができる．その際に，水辺での調査者の判断は，図 2 のような自己判断システムによって情報処理がなされると考えられる．即ち「調査者の属性」「水環境意識」「水環境特性」及びそれらより選択される「水環境利用行動（水環境の判断：得点化）」から構成されるシステムである [4]．まず，調査者の属性（例えば居住場所の近くに河川があるか否か，水辺を遊び場所としていた経験の有無等）が基本的な要因として存在する．次に調査者の過去の経験を通して醸成された潜在的な水環境意識が作用し，これら 2 つの要因に加えて，判断基準となるマニュアル [1]の写真に示される「判断基準」を想起しつつ，利用行動の一環として得点化の判断がなされる．できるだけマニュアルに基づく客観性のある判断を行いたいが，実際には上記のような情報システムとして作用していると推察される．

4.2 水環境調査での水環境情報の流れ

調査者個人は行政の方々や学生・生徒、住民・NPO 等である．個人が水環境の判断を行い，付与した得点を保存するとともにその場でレーダーチャートとして得点を確認することができる．一方，保存されたデータは取り出して調査者のグループで共有することができる．これらデータを利用して図 3 に示すデータ活用①②③に示す様々な活用が可能である．これらの調査結果は水辺のランキング等として相対評価される．このことは調査者のモチベーションを高めることともなる．このようなサイクルを繰り返すことで普及を進めることができると考えている．

5.　まとめ

水環境健全性指標を“水辺へ Go！”という WEB 版の調査ツールとして提供し，その調査場面から活用までの情報の流れをシステム論的に整理した．データを広く共有することで様々な活用が可能であると考えている．今後の調査手法の普及とデータ蓄積，それら情報を活用した展開が期待される．

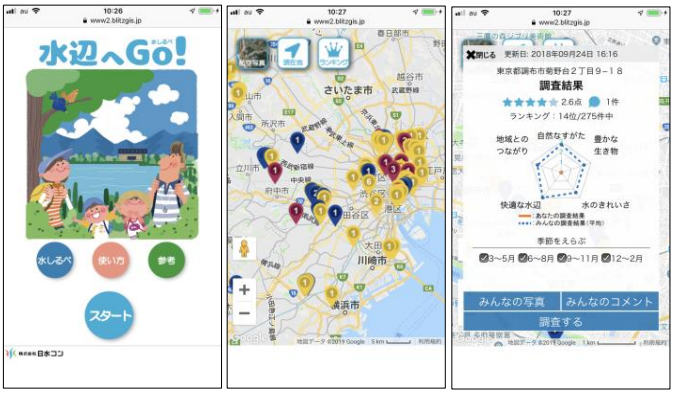


図 1 WEB 版の“水辺へＧｏ！”

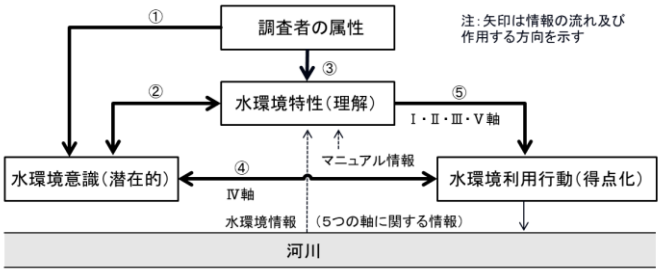


図 2 調査における調査者の自己判断システム

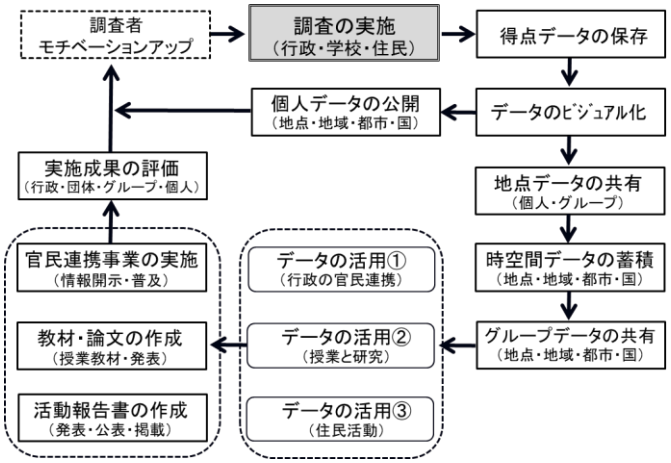


図 3 調査展開段階における情報処理と調査フロー

参考文献

1) 環境省水・大気環境局水環境課：水辺のすこやかさ指標（みずしるべ）「みんなで川へ行ってみよう！」HP. http://www.env.go.jp/water/wsi/index.html（2019）
2) ㈱日水コン HP：「水辺へ Go！」 http://www.nissuicon.co.jp/mizube/
3) 下平由美子，清水康生：住民を水辺へ誘う「水辺へ Go！」，月刊下水道 Vol.42，No1，pp.55-59，（2018）
4) 清水康生，原口公子：水環境健全性指標と住民の水環境意識に関する考察－遠賀川水系笹尾川を事例として－，土木学会第 42 回環境システム研究論文発表会講演集，pp.329-335，（2014）

PBL 授業における課題の協働作業への GoogleDrive の活用と展開

Deployment and utilization of GoogleDrive to the collaborative work of the assignment in PBL lesson

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：PBL 授業で実施するさまざまな課題の多くはグループワーク等によって，多人数で協働作業としてあたっていく．その中で，1 つのレポートやデータ，プレゼンテーション資料等を作っていくことがあるが，それをグループメンバー間で上手く共有させ，授業時間外でも作業させたいと考えた．そのための一番簡単な手段として GoogleDrive を活用した．本発表では，GoogleDrive を使って，協働で課題を作成させた授業を紹介し，GoogleDrive を活用するメリットとデメリットについて解説する．さらに授業以外での利用などへの展開についても解説していく．
キーワード：PBL 授業，クラウドサービス活用

1. はじめに

現在, 導入が進められている新学習指導要領では，「教育の情報化の推進」として，各学校に ICT 環境の整備を求めるとともに,『主体的・対話的で深い学び』をキーワードとする「アクティブラーニングの視点からの授業改善の推進」やプログラミング教育の導入が求められている．あわせて，学校教育法の一部を改正する法律(2)で，教科書の内容をデジタル教科書化したものがある場合は通常の紙の教科書に代えて使用できるようになった．著作権法の一部を改正する法律(3)によって，著作権法 35 条の改正による権利制限規定等が整備され, LMS などへの教材掲載時の著作物の取扱いが，著作権の制限の枠組みに入る代わりに，その分の著作権使用料は，それら掲載された著作物を一括で管理する団体(4)へ，基本，学校単位で児童・生徒・学生数に応じて支払うこととなる（2019 年 6 月現在施行前の準備中）．これらによって，教育へのアクティブラーニングの導入と ICT 活用環境が，高等教育だけでなく，初等中等教育に関しても整えられつつある．

一方で，このアクティブラーニングには，実施の一形態として PBL（Project Based Learning）型授業がある．これは授業の学習内容に則したプロジェクトを課題として課し，それを学習者達が協働して推進し，学習開始から終了までのさまざまな時点で，いろいろな成果物を作成していく．その作成および作成過程におけるさまざまな活動で得られる深い学びを期待する学習方法である．

PBL 型授業自体は，協働作業による課題解決を促していくものであり, ICT 活用自体は必須ではない．しかし,「教育の情報化の推進」を背景とみるならば，協働作業のための ICT 活用は必須であろう．既に，大学を始めとする高等教育機関においては，PBL 型授業に限らず，レポートやデータ取りまとめ，プレゼンテーション資料等作成及びプレゼンテーション実施については，パソコン上で行うことが，ほぼ前提となっている．そのパソコンをどのように用意するかは，その機関によってさまざまだろうが，金沢大学を始めとする大学では, 必携化(5)や BYOD などの名称がついた取組によって学生自身に準備させている．

前段の社会的背景も含めて，本研究では，PBL 型授業における課題の協働作業を題材として，その課題を効率的に実施していくための ICT の効果的な活用の 1 つの方策として，GoogleDrive を活用した．本稿では，その活用方法についての紹介し，メリットデメリットについて検討する．

2. GoogleDrive を活用する PBL 型授業

本研究では，金沢大学養護教諭特別別科の 2018 年度と 2019 年度の前期「情報機器の操作」の後半 8 回分の授業において GoogleDrive を活用することとした．

「情報機器の操作」の授業は，将来，養護教諭を目指す学生に対して，情報機器の取扱い方法について習得させることを目的としている．そこで，取扱う情報機器に関してパソコンを設定し，授業期間中にグループワークとして実施する課題として「アンケート調査作業」を設定している．授業の流れは表 1 の通りで，アンケート調査作業を行うことによって，文章作成，表計算，プレゼンテーション用の各ソフトウェアの使用方法を学ぶとともに，アンケー

表 1 授業回数と授業内容

授業回数	内容
2 回	調べるべき対象, 事項, 方法, 内容について検討, 調査用紙作成（文章作成）
1 回	実際の調査・調査結果の集計とデータ化
2 回	集計したデータの解析（表計算）
2 回	調査結果のとりまとめ（表計算）
1 回	調査結果報告（プレゼンテーション，文章作成）

ト調査のやり方について学習する．なお，統計的な解析作業については，SPSS を用い，その使い方を学習している．

3. GoogleDrive の活用と 2 つのメリット

金沢大学では，学生に付与するメールとして Gmail を用いており，そのため金沢大学として G Suite を利用している．その結果，学生に付与した Gmail を ID として，GoogleDrive を活用できる．

授業では，最初に，アンケート調査をグループワークで実施するため，調査作業で作成するさまざまな成果物をおき，協働作業する場として，グループ毎にフォルダを共有化し，そこにアクセスさせた．この中で作業することで，全ての作業がグループで共有される．また，共有のさいに，教員である森のメールアドレスも登録させた．これによってグループ毎の作業状況を把握できるようになる．

この GoogleDrive の活用には，2 つのメリットが存在する．1 つ目が，GoogleDrive がサービスとして提供する 1 つのファイルを複数人で同時編集できる機能である．これ自体は，GoogleDrive 上のドキュメント（文章作成），スプレッドシート（表計算），スライド(プレゼンテーション) というソフトウェアに，古くからついている機能で，学生が使用しているそれぞれのパソコンから 1 つのファイルに同時にアクセスし，ディスカッションをしながら，その内容を編集できる．これはインターネットにアクセスできれば使用可能な機能なので，夜，自宅などからでも作業可能である．実際に，学生は，アンケート調査票作成時に，その内容をグループ内で推敲している．また，スプレッドシートにアンケート結果のデータを入力するときには，それぞれ別の部分を手分けして入力している．2 つ目が，マイクロソフト Office の代替である．金沢大学では，マイクロソフト社との包括ライセンス契約を結ぶことで，学生は卒業するまでマイクロソフト Office 製品を使用できる．しかし卒業後まで勘案すると，マイクロソフト Office 製品を継続使用できるとは限らない．そこで，状況に応じていろいろな Office 系ソフトウェアを使用できた方が良いと考え，無料で使用可能な GoogleDrive の活用にいたった．

4. 実際の授業での活用とデメリット

「情報機器の操作」の授業では，成果物の作成に GoogleDrive を使用した．具体的には，ドキュメントを使ってアンケート調査用紙を作成，スプレッドシートを使ってアンケート調査結果をデータ化，解析作業の後グラフ作成，スライドを使って調査内容を取りまとめて発表を行うという一連の作業をプロジェクト学習として実施した．操作方法は，マイクロソフト Office 製品との類似性から，大抵の学生はこなすことができていた．

GoogleDrive の活用によって発生したデメリットとして，学生のディスカッションが深まりにくい点が挙げられる．同時に編集できるというメリットが，成果物作成時の内容の推敲等に生かされるより，作業の分担に収束してしまうのだ．これは単なるファシリテートの失敗とも取れるが，ICT の教育活用がもたらす便利さが，学びの深化よりも，作業の省力化へ至ったようである．そしてこの点は，GoogleDrive を活用した際の特有の現象とは言えないため，対応方法の検討が必要となる事案だろう．

また，GoogleDrive が「クラウドサービス」であることも活用のデメリットとなる．これは，作成したデータが，ある特定の企業がサービスとして提供しているシステムへ保存されていることそれ自体が，データの内容や種類によっては問題となる．授業課題の成果物であれば，問題はほぼ起こらないが，GoogleDrive の活用を展開させる際には注意が必要だろう．

5. まとめと展開

PBL 型授業の課題の協働作業への GoogleDrive の活用を行った．マイクロソフト Office 製品以外の GoogleDrive のようなサービスを十全に活用できるようにすることは，Office 系ソフトウェアを普遍的に活用するために必要な方策の 1 つだろう．一方で，PBL 型授業の協働作業の課題を行うための方策としては，そのサービスで得られる利便性がメリットとデメリットの表裏で生じるため，メリットを活かし，デメリットおさえる方法論の検討が必要だろう．

一方で，オンライン上のサービスである GoogleDrive は，LMS などとの相性が良い．GoogleDrive で作成した資料を LMS に掲載する場合，資料そのものを共有化し，その URL へのリンクを LMS に載せるだけで掲載が終了する．今後，教育の情報化の推進に併せて，さまざまな教材を作成し，LMS などに掲載して学習させる場合に，GoogleDrive を活用することは，動画教材で YouTube を活用することと併せて，大きなメリットを得られるだろう．これは研究発表などでも，発表資料の掲載・保存に役立つであろう．

参考文献

(1) 文部科学省，“学習指導要領” http://www.mext.go.jp/a_menu/shotou/new-cs/1383986.htm（2019 年 6 月 15 日確認）
(2) 文部科学省，“学校教育法等の一部を改正する法律” http://www.mext.go.jp/b_menu/houan/kakutei/detail/1405486.htm（2019 年 6 月 15 日確認）
(3) 文部科学省，“著作権法の一部を改正する法律” http://www.mext.go.jp/b_menu/houan/kakutei/detail/1405213.htm（2019 年 6 月 15 日確認）
(4) 一般社団法人授業目的公衆送信補償金等管理協会 SARTRAS, https://sartras.or.jp/（2019 年 6 月 15 日確認）
(5) 森祥寛，佐藤正英，大野浩之，金沢大学における携帯型パソコン必携化と情報教育実施 12 年間の取組, 学術情報処理研究（投稿中）

フルカラーシリアル LED テープを用いた ルーティングの可視化による経路制御学習教材の開発

Development of Teaching Materials for Routing Control by Visualizing Routing Using Full Color LED Tape

石川 有彩[*1]，吉原 和明[*1]，渡辺 健次[*1]
Arisa ISHIKAWA[*1], Kazuaki YOSHIHARA[*1], Kenzi WATANABE[*1]
[*1] 広島大学教育学研究科
[*1]Graduate School of Education, University of Hiroshima

あらまし：中学校、高等学校の新学習指導要領に、ネットワークに関する内容が追加された。しかし、ネットワークの技術は利用者の目に触れることがなく、実生活と結びつける学習が難しい。また、ネットワークの技術を実感できる教材が少なく、体験的な学習が行われていないのが現状である。そこで、Raspberry Pi とフルカラーシリアル LED テープを用いて、ルーティングを物理的に可視化し、体験的に経路制御の技術を学習できる教材の開発を行なった。
キーワード：ネットワーク，情報教育，Raspberry Pi，可視化

1. はじめに

中学校学習指導要領（平成 29 年度告示）解説、技術・家庭編[(1)]によると、D 情報の技術において、制作するコンテンツのプログラムに対し、「ネットワークの利用」および「双方向性」の規定が追加された。また、高等学校学習指導要領改訂のポイント[(2)]によると、情報科の科目が再編され、必修となる「情報Ⅰ」にネットワークの基礎等の内容が含まれる。

しかし、ネットワークの技術は利用者の目に触れることなく動作しているため、実生活と結びつける学習が難しい。また、情報教育では、ネットワークの技術を実感できるような教材が少なく、実験や実習を通して体験的な学習が行われていないのが現状である。

そこで、本研究では、フルカラーシリアル LED テープを用いてネットワークの主要な技術の一つであるルーティングを物理的に可視化し、体験的に経路制御の技術を学習できる教材の開発を行なった。

2. 開発環境

本教材の開発環境を表 1 に示す。

表 1 教材の開発環境

分類	詳細
使用したコンピュータ	Raspberry Pi 2 Model B V1.1
OS	Raspbian stretch
開発言語	Python
物理的可視化のための機器	フルカラーシリアル LED テープ

2.1 Raspberry Pi 2 Model B V1.1 について

Raspberry Pi は Raspberry Pi Foundation によって、学校で基本的なコンピュータ科学の教育を推進することを目的として開発されたマイクロコンピュータ基盤である。Raspberry Pi 2 Model B V1.1 はその第 2 世代である。

Raspberry Pi 2 Model B V1.1 には 40 ピンの拡張コネクタが搭載されており、最大 26 本の汎用 I/O ポートが用意されている。各ピンはそれぞれ役割が決まっており、オス-メスのジャンパーワイヤを用いてブレッドボードで回路を組むこともできる。

2.2 フルカラーシリアル LED テープについて

フルカラーシリアル LED テープは、フルカラー LED がテープ状に連なっているものである。5V、GND、PWM 信号の入力端子があり、5V と GND を電源に、PWM 信号の入力端子をマイコンに接続することで使用できる。

3. ルーティングの物理的可視化

本教材では、ICMP パケットが異なるネットワークを経由して目的のホストまで到達する様子を、フルカラーシリアル LED テープで可視化する。

3.1 ネットワーク構成と LED テープの制御

図 1 はネットワーク配線の例である。Raspberry Pi の各インタフェイスは有線で接続している。また、各 Raspberry Pi はルータの機能を持っており、パケットは異なるネットワーク間を移動できる。経路制御の技術を実感させるため、有線で接続された 2 つのインタフェイスにつき、1 つのネットワークが構築されるようにネットワーク設定をしている。

そして、各ネットワークにつき 1 本のフルカラーシリアル LED テープを割り当てている。各 Raspberry Pi は、自身の eth0 と eth2 が属するネットワークを表現する、２本の LED テープを制御する。

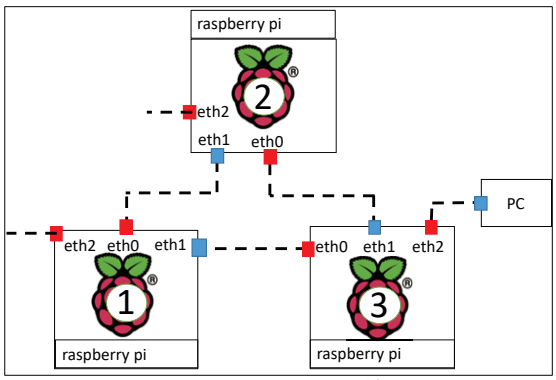


図 1 ネットワーク配線の例

端末から、Raspberry Pi を介した宛先へ ping を送信すると、Raspberry Pi が ICMP パケットをキャプチャして分析し、送信元 IP アドレスや宛先 IP アドレスなどの情報を得る。またパケットをキャプチャするたびに、subprocess を用いて route コマンドを実行し、その時点での経路表の情報を取得する。これらの情報に応じて、光らせる LED テープの光の向きや色などを決定する。

ping を送信すると、エコー要求とエコー応答という 2 種類のパケットがインタフェイス間を移動する。その本来の通信速度は一瞬だが、パケットの流れを可視化するために、LED テープの光るタイミングを調整する必要がある。本教材では、そのタイミング調整を、Socket 通信を用いたメッセージのやりとりで制御している。

3. 2 Socket 通信によるタイミング制御

タイミングを調整するためのメッセージは 2 種類ある。エコー要求のパケットの流れを表す際に用いる start_msg と、エコー応答のパケットの流れを表す際に用いる back_msg である。

複数のネットワークを通ってパケットが移動する際、一番はじめに通るネットワークを表す LED テープが光り終えるまで、次に通るネットワークを表す LED テープは待機している。一番初めの LED テープが光り終えると、その LED テープを制御していた Raspberry Pi のインタフェイスから、次の LED テープを制御する Raspberry Pi のインタフェイスに start_msg が送信される。start_msg を受け取った Raspberry Pi は、待機していた LED テープを光らせ始める。また、start_msg の送り先はパケットキャプチャや subprocess で得た情報により決定する。

光り終え、もし、エコー要求の宛先ホストが自分であれば、光の流れる向きを変えて、次はエコー応答のパケットの移動を表現する。それが光り終えると、次は back_msg を次の Raspberry Pi のインタフェイスに送信する。また、start_msg には送信したインタフェイスの IP アドレスを格納しており、back_msg はそのアドレスに送信される。

図 2 はタイミング調整の様子である。各 Raspberry Pi が制御する LED テープは、eth0 と eth2 から伸びる 2 本のみである。eth1 から伸びる LED テープは、接続先の別の Raspberry Pi が制御する。

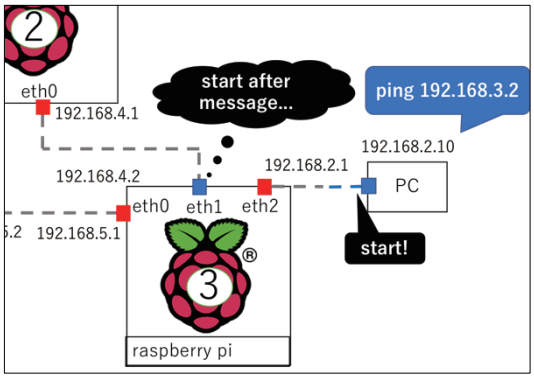


図 2 タイミング調整の様子

ping が送信されるとすぐに、パケットが通ったインタフェイスにて、パケットがキャプチャされる。その後、一番はじめに通るネットワーク、つまり送信元のネットワークを表す LED テープがスタートする。図 2 の場合は Raspberry Pi③と PC の間の LED テープである。

次に光る、Raspberry Pi②と Raspberry Pi③の間の LED テープは start_msg を受け取るまで待機をする。このテープを制御するのは Raspberry Pi②である。

Raspberry Pi③と PC の間の LED テープが光終えると、Raspberry Pi③の eth2 から Raspberry Pi②の eth0 に start_msg を送信する。

start_msg を受け取った Raspbery Pi②は、待機させていた LED テープを光らせ始める。

4. おわりに

本研究では、フルカラーシリアル LED テープを用い、ルーティングを物理的に可視化することで、経路制御の技術を体験的に学習できる教材の開発を行った。

本教材では、IP アドレスの割り振りや、経路表の設定などを生徒が行い、その結果パケットがどのように動くかを LED テープの光の流れで確認することができる。また、経路表の設定を動的にすると、ソフトウェアによる経路制御の様子も可視化することができる。

今後は、本教材を実際の中学生・高校生の授業で実践し、有用性を確かめたい。また、中学生や高校生がより扱いやすい教材にする必要がある。

謝辞

本研究は JSPS 科研費 18K11570 の助成を受けたものです。

参考文献

(1) 文部科学省:“中学校学習指導要領(平成 29 年度告示)解説 技術・家庭編”, pp.43-53 (2018)
(2) 文部科学省:“高等学校学習指導要領の改訂のポイント”, pp.3 (2018)
http://www.mext.go.jp/b_menu/shingi/chukyo/chukyo3/080/siryo/__icsFiles/afieldfile/2018/09/05/1406428_1.pdf (2019/05/17 access)

動画から取得した顔の動き数値化と慣性センサによる検証

Verification of the facial movement picked out from Videos by an inertial sensor

伊藤　敏[*1]，井上祥史[*2]，　鷲野 嘉映[*3]
Satoshi ITOU[*1], Shoshi INOUE[*2], Kaei WASHINO[*3]
[*1] 岐阜聖徳学園大学経済情報学部
[*1]Fac. Economics and Information, Gifu Shotoku University
[*2] 岩手大学教育学部
[*2] Iwate University
[*3] 岐阜聖徳学園大学看護学部
[*3]Fac. Nursing, Gifu Shotoku University

Email: itous@gifu.shotoku.ac.jp

あらまし：動画から機械学習の Dlib の学習済みモデルを使い顔検出し，顔の特徴点などの情報を抽出した．慣性センサと同時計測をすることで，得られる情報を検証した結果，顔の水平の動き x，縦の動き y の値を取得できることを確認した．座標情報はテキストデータとして得られるため，数値処理教材として有用であると思われる．
キーワード：**慣性センサ**，録画，Dlib，顔の動き，数値化

1.　はじめに

ICT の高度化により，スマートフォンなどの出力を利用して社会生活を送る私たちにとり，ブラックボックス化した結果の利用(顔認証や歩行状態)だけでなく，原理や仕組みに目を向ける教材の必要性は高いと思われる．

我々は学習者自身の動きを数値データとして取得し，数値処理することが可能になる教材として，USB カメラから脈波を取得して処理する教材の提案を行ってきた．

今回，自分の意思で動かすことが可能な顔の動きをテーマに教材を作成することを目的とした．一般に学習者が自身の顔の動きに関心を持つことは容易であり，鏡などで確認が可能である．しかし，その動きを数値データとして処理することは経験がないであろう．

自分で制御が可能な顔の動きを数値データとして取得し，処理する教材を作成することで，学習者の処理選択の自由度を通じた気づきが可能な教材とすることができる．何気ない行動を数値で表現し，処理が可能なことに気づかせるのには適した教材である．本研究では上記システムの開発とそれを用いた教材を作成し，実践で検証することを目的とする．

研究目的である教材作成の第一歩として，頭の動きを検出可能であるかどうかを確かめる．画像から顔の特徴点を抽出するライブラリ Dlib[1)]を用いる．本研究では，座位での顔の基本的動きとして，1）首を軸とした左右の動き，2）顔を上向き下向き(上下動)，3）首をかしげる（傾ける）とし，顔の特徴点座標の変化から頭の動きを抽出することを試みる．同時に，頭頂部に慣性センサを付けて，頭の動きを記録し，Dlib で検出した動きと照らし合わせ，検出の精度などの検証を行う．

本稿の目的は，顔画像を観測し，頭の動きを数値化するツールを提供することである．動画より，顔を検出し，顔の位置，特徴点座標を取得する．それらより，顔の特徴点変動から顔の向き推定を行う．これらの推定などが正しいかを慣性センサで同時計測を行うことで検証を行う．なお，動画のリアルタイム解析は高性能コンピュータが要求されるため，低性能のコンピュータでも処理が可能なように動画は録画をして，解析に供した．

本稿では，2 章で慣性センサによる動き検出法と動画録画の方法と顔検出の方法を記述し，3 章で顔の基本動作の実験例と検証を行い，4 章でまとめる．

2.　方法

座位での顔の基本的動作，a）左右動，b）上下動，c）傾き　を一連の動作としてカメラで録画して，同時に頭頂部に慣性センサを付けて計測を行った．その動画から顔を検出し，顔の特徴点座標を得た．それらの特徴点座標より，頭の動きを推定するのに適した特徴点の動きを検討した．同時に計測した慣性センサより得られた頭の動きと照合をして顔の特徴点からの結果の検証を行う．

2.1　慣性センサ

動きの検出に用いる慣性センサは加速度，角速度，磁気方位が検出可能な BNO055 を用いた．加速度と角速度に加え，DMP(Digital Motion Processor)機能を有効にして quaternion を求め，それらから yaw, pitch, roll を計算した．計測データは無線でコンピュータに送付し，解析を行った．

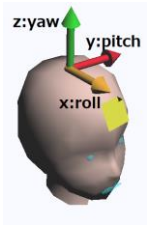


図 1. 頭部に装着した慣性センサの座標

慣性センサの頭部への装着方向は図 1 に示すように，顔の基本動作，a)左右動は慣性センサの yaw に対応，b)上下動は pitch に，c)傾きは roll に対応するように配置した．

2.2 動画録画と顔の特徴点座標の抽出

動画からフレーム毎に機械学習ライブラリである dlib[(1)]を用いて顔検出と顔の特徴点 68 点を求めた [2)]．抽出した特徴点を顔画像に配置した様子を図 2 に示す．特徴点の座標は画像の座標値として得られる．得られた座標は動画の 1 フレーム毎(30fps)に数値として保存され，分析に用いられた

解析に用いる顔の特徴点は，次の 2 種とした．

1. 鼻頂点の x，y 座標

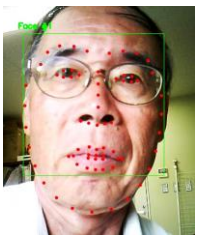
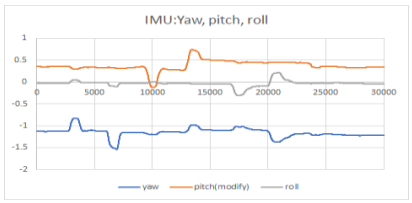
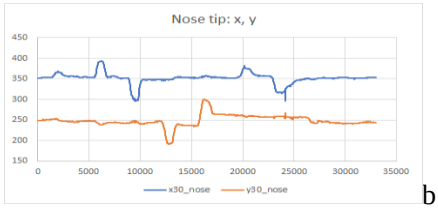


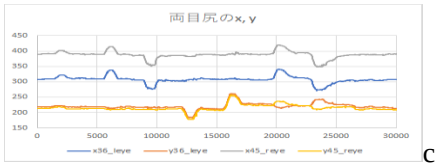
図 2. 顔の特徴点表示



a



b



c

図 3. 慣性センサによる動き検出

2. 目尻（左右）の x，y 座標

特徴点の文中に用いた「左」は動画観測者から見た「左」とした．

3. 顔の向き変動実験

3.1 実験

顔の動きは正面を向いた状態をスタート状態とし，動作ごとに正面向きに戻るものとした．動作 a). 左へ右へ，動作 b).上へ下へ，動作 c).左へ傾け，右へ傾け，この順で一連の動作として実施し，記録した．なお，この動作で用いた「左」は実験協力者自身から見て左を「左」とした．したがって，観測者から見た向きは「右」になる．

3.2 慣性センサと顔座標の変化

慣性センサによる動き検出の結果を図 3a に示す．顔の鼻頂点 x，y 座標の変化を図 3b に示す．両目尻の x，y 座標の変化を図 3c に示す．

図 3a の慣性センサ結果では動作 a で実験協力者が左に顔を向けたとき z 軸の回転角が+16 度，右が-24 度回転し，実施した実験と一致する．顔の特徴点座標からは，同一時間に鼻頂点，両目尻の x が増減し，左へ向くことは画像としては右への移動になり，x が増加するのと一致する．上下変動がない動きなので y は変化しない．

動作 b では慣性センサの y 軸の回転として得られる動作と一致する．鼻頂点では y が減少―増加する．画像では上下座標がワールド座標と反転するので y の減少は顔の上向き動作と一致する [2)]．x は変化しない．両目尻の動きも同様である．

動作 c では慣性センサの x 軸回転として得られる動作と一致する．両目尻の動きで左目と右目の y の変化が逆転し，顔を傾ける動作を反映している．その他の動きは鼻頂点と同様である．

3.3 教材としての可能性

顔の水平移動は x 座標，縦移動は y 座標変化に反映され，学習者に把握しやすい変化が得られた．

4. まとめ

顔の写った動画から特徴点の座標を取得し，それらから顔の動きを，表計算ソフトなどを使って解析処理することができることが示された．今回は座標の水平垂直変化のみから議論をしたが，傾きを三角関数と関連させることなどの教材としての可能性を持つと考える

本研究の一部は科研費（16K01083,19KK03178）の助成を受けたものである．

参考文献

(1) http://dlib.net/ 2019 年 6 月 10 日確認

(2) S. Itou, Y. Otsuka, K. Washino and S. Inoue:“Extraction of human behavior information from movie with camera by image analysis”, 2018 Joint International Conference on Science, Technology and Innovation by IEEE, p520-523（2018）

ロボット教材を用いた個別学習と協調学習が混在できる学習環境

A Learning Environment where Individual and Collaborative Learning using Teaching-aid Robot can be Mixed

野口　孝文[*1]，布施　泉[*1]，梶原　秀一[*2]，千田　和範[*3]，稲守　栄[*3]
Takafumi Noguchi[*1], Izumi Fuse[*2], Hidekazu Kajiwara[*3], Kazunori Chida[*1], Sakae Inamori[*1]
[*1] 北海道大学
[*1]Hokkaido University
[*2] 室蘭工業大学
[*2]Muroran Institute of Technology
[*3] 釧路高専
[*3]National Institute of Technology, Kushiro College
Email: noguchi@iic.hokudai.ac.jp

あらまし： 我々は，移動制御に組み込み用小型コンピュータを用い，またこれを組み込んだ基板やモータを取り付けるためのベースに使われなくなった CD を用いた教材ロボットを開発してきた．本教材ロボットは，直感的に分かりやすい移動命令を持っているため，幅広い学習者のプログラミングの入門用として利用することができる．本報告では，ロボットを IoT 化することによって，個別学習から協調学習までシームレスに利用できるようになったことを報告する．
キーワード：プログラミング教育，協調学習，ロボット教材，IoT，IoT プラットフォーム

1.　はじめに

我々は，小型コンピュータを用い直感的に分かりやすい命令セットを持つロボットを開発し，大学等におけるプログラミングの導入教育に利用してきた[(1)(2)]．そこでは，基本的な操作やプログラミングの学習をした後，より深く学ぶためにグループで作品を提出する課題を与えるという授業を行った．各グループは，作品を考えそれを小さな課題に分割し個別に制作しそれを持ち寄って，統合した作品にする．これまでは，複数のロボットの動作が同期して見えるように，試行錯誤で調整したり 1 台のロボットにプログラムを統合したりして，作品を作ってきた．

本論文では，ロボットを IoT 化することによって．個別にプログラムした任意のロボット同士の組み合わせが操作簡単になり，より複雑な動作もできるようになったことについて述べる．また．ロボット同士の統合を容易にする IoT プラットフォームについても述べる．

2.　教材ロボットの構造

図 1 に本教材ロボットを示す．ロボットは，2 つのギヤドモータに直結した車輪で移動する．ロボットを制御する命令セットには，モータ制御やセンサ入力を読み取る命令の他，演算命令等の用意している[(4)]．また，ロボットを動作させるプログラムの入力や実行をすべて図 1 のロボット上面にあるスイッチのみで行うようにしているばかりでなく，PC に接続して PC からプログラム作成の支援をしたりプログラムを実行したりすることができる．本研究では，この接続端子に通信機能を持つ基板を接続して，ロボットを IoT 化しプログラム作成の支援や，ロボット同士の連携を実現した．

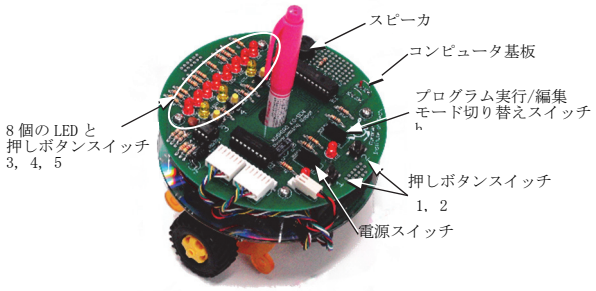


図 1 教材ロボット

3.　協調学習の方法

個別学習は，独力で課題を解くことから，確実に学習を進めることができる可能性が高いといえる．また個別学習はグループ学習に比べ，学習に行き詰まって先に進めなくなる可能性が高いという欠点もある．一方グループによる学習には，異なる視点を取り入れたディスカッションや試行錯誤ができることから，より深い学習ができる可能性が高いという利点もある．しかしグループ学習は，学生間に知識の差があるとき，何らかの制御がないと一人の学生が主導的に実験や実習を進めてしまうことが懸念される．この様に個別やグループで行われる実験や実習のそれぞれの形態には長所と短所がある．

本研究では，個別学習と協調学習を組み合わせた，両者の利点を合わせ持った協調学習支援システムを提案する．

3.1 室蘭工大における協調動作

室蘭工大の情報電子工学系学科夜間主コースの「フレッシュマンセミナー」について紹介する．本授業では新しい試みとして，個別にロボットのプロ

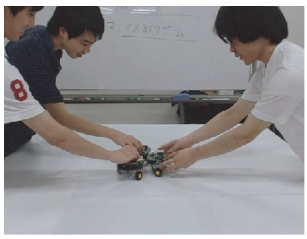


図 2 教材ロボットを使った協調学習

グラム作成の他，グループで作品を作ることを行った．グループは 3 人が一組で，3 台のロボットが協調（通信はないため，動作時間で調整）して動作する作品を作った．その様子を図 2 に示す．このときのプログラムは全てロボット上面のスイッチを用いておこなった．そのときの感想には，長いプログラムの入力やロボットの同期が面倒ということを述べたものがあった．

3.2 北海道大学における協調動作

北海道大学では，2017 年から本ロボットを用いた授業を行っている．2018 年には，グループで作品を提出する課題を与えた．グループは数人の学生で構成され，グループごとに 1 つの作品（動作や図形描画）を考え，そのプログラムを分担して制作し，統合することで完成させる．分担したプログラムを制作するときには，一人 1 台のロボットを使用した個別学習になっている．またプログラムの統合は，1 台のロボットに順に分担したプログラムを書き込むことで行った．学生同士のプログラムの整合を考慮する必要があり，この作業は協調学習になっている．

2018 年度は，科目名「一般教育演習（フレッシュマンセミナー）タンジブルな情報科学入門」における 15 回の授業のうち 9 回で，18 名の履修者を対象に本ロボットを用いて授業を行った．ロボットは，原則として授業時のみに貸与し，授業時間外での貸し出しは行わないが，グループでのプログラム完成が遅れた 1 チームは授業時間外に集まり完成をさせた．また授業前半は個別学習として行い，ロボットの操作一般とロボットに書き込まれたプログラムを PC 上で確認する方法，PC からデータをロボットに流し込む方法等を学習した．グループ活動は，3-4 名のグループとし，グループ分けは履修者自身に決めさせた．全体で 5 グループとなった．テーマは，北大，北海道，自転車，雪，ハロウィン，の 5 種であった．グループ内で相談し，個別作業を役割分担し，最後に一つのプログラムとしてまとめ，ロボット 1 台を動作させた（1 グループは描画と音を 2 台のロボットに分担させた）．個別プログラムを連結する際には，何らかの繰り返し処理を要するプログラムがあるグループでは，サブルーチンを用いる傾向が高かった．

学生の提出したレポートの感想には，協調学習について，従来の個別学習にはない分担や連携の方法を学ぶことができたことや完成させたときの楽しさについて書いたものもあった

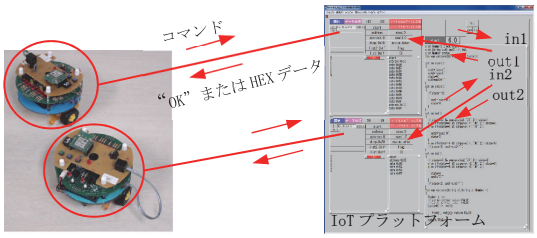


図 3 IoT 化したロボットと IoT プラットフォーム

4. ロボットの IoT 化と IoT プラットフォーム

本研究では，シリアルポートに TCP/IP 通信を行うインターフェースを図 1 のロボットに接続することでロボットを IoT 化した．PC との通信は，シリアルポートを介して行うのと変わらないが，ロボットを自由に配置できるようになった．また，ロボットと通信を行うコントローラのプログラムを複数個共存させ連携させることで，複数のロボットを同期させて動作させることができる．その様子を図 3 に示す．

図 3 の左は，ロボットの上面に WiFi の基板を載せたところを示している．また右は，ロボットの通信やロボットを統合するプログラムを実行する IoT プラットフォームである．IoT 化したロボットを利用することによって，個別学習におけるプログラム作成やデバッグが容易になるばかりでなく，協調作業における連携動作やプログラム統合が容易になった．さらに，各ロボットのプログラムを実行させた状態で，PC を介してデータの授受もできるようになり，より多様な作品を作ることが可能になった．

5. おわりに

本研究では，ロボットを IoT 化することによって．個別に作成した任意のロボット同士を組み合わせ動作させることを簡単したことについて示した．また．ロボット同士の統合を容易にする IoT プラットフォームについても示した．IoT 化したロボットを導入することで，個別学習と協調学習をシームレスに支援することが可能になった．

本研究の一部は，科学研究費基盤研究(B)(19H01727)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)
(3) 野口孝文，布施泉，梶原秀一，千田和範，稲守栄，“高専・大学連携によるプログラミング教材の開発と利用”，教育システム情報学会全国大会，pp.135-136 (2018)
(4) T. Noguchi, H. Kajiwara, K. Chida and S. Inamori, “Development of a Programming Teaching1-Aid Robot with Intuitive Motion Instruction Set”, Journal of Robotics and Mechatronics, Vol.29 No.6, pp.980-991 (2017)

スマートスピーカーと Raspberry Pi を用いた教材に関する研究

A Resarch on Teaching Material Using Smart Speaker and Raspberry Pi

吉原　和明[*1]，渡辺　健次[*1]
Kazuaki YOSHIHARA[*1], Kenzi WATANABE[*1]
[*1] 広島大学大学院教育学研究科
[*1]Graduate School of Education, Hiroshima University
Email: d173863@hiroshima-u.ac.jp

あらまし：新学習指導要領の中学校技術・家庭科技術分野において，D:情報の技術においては，双方向性のあるコンテンツに関するプログラミングが新たに加わった．そこで本研究では，発展的な教材として音声操作に対応した AI アシスタントを搭載するスマートスピーカーと Raspberry Pi を用いた教材に関する研究を行った．
キーワード：スマートスピーカー，Raspberry Pi，技術・情報教育

1.　はじめに

我が国では, Internet of Things（IoT)や人工知能（AI）などの最新テクノロジを利用して，経済発展と社会的課題の解決を両立する新たな社会（Society5.0）を目指すべき未来の社会の姿として提唱している(1)．

また，文部科学省が示している新学習指導要領の中学校技術・家庭科技術分野では，D：情報の技術において，従前からの計測・制御に加えて，双方向性のあるコンテンツに関するプログラミングや，ネットワークやデータを利用して処理するプログラミングも題材として扱うことが挙げられている(2)．高等学校の新学習指導要領においても科目構成が大きく変わり，プログラミング，ネットワークやデータベースの基礎等の内容が必修化し，内容が大幅に充実した(3)．このように技術・情報教育では，我が国が目指している社会にできるような新しい教育が試みられようとしている．

その一例として，本研究では，音声操作に対応した AI アシスタントを搭載するスマートスピーカーの機能を拡張し，教材への様々な活用法について研究を行った．

2.　本研究の概要

本研究では人工知能 Alexa を搭載したスマートスピーカー「Amazon Echo」とシングルマイコンボードである「Raspberry Pi」を主に用いた(4)(5)．開発環境を表 1 に示す．

表 1　開発環境

分類	詳細
スマートスピーカー	Amazon Echo
コンピュータ	Raspberry Pi
赤外線リモコン	irMagician
	ADRSIR
制御対象	家電製品（エアコン）
	Scratch1.4

これらの開発環境で示した機器を用いて, 以下のような動作実験を行った．

- irMagician と Amazon Echo を連携し，家電製品の制御
- ADRSIR と Amazon Echo を連携し，家電製品の制御
- Amazon Echo のスキルの作成
- Raspberry Pi に Alexa の実装
- Amazon Echo と Scratch との連携

本研究発表論文では，音声操作による赤外線リモコン操作と Scratch との連携について述べる．

2.1　音声操作で赤外線リモコン操作

Alexa の Node-RED スキルを用いて Raspberry Pi で動作させた Node-RED で学習した赤外線を照射するフローを作成する．このシステムを用いることによって，赤外線で操作する家電製品であれば，Amazon Echo の音声認識によって操作することができる. Raspberry Pi と接続して用いる赤外線リモコンには，PC 対応型の赤外線リモコンシステムである irMagician と赤外線学習リモコンとして動作可能な Raspberry Pi 用拡張基板である ADRSIR を用いた．設定は以下の手順で行う．

① Raspberry Pi へ赤外線データの保存
② Alexa Home Skill Bridge でデバイスの登録
③ Alexa アプリで Node-RED スキルの有効化
④ Raspberry Pi 上の Node-RED に Alexa Home Skill Bridge を導入し，保存した赤外線データを照射するフローの作成

システムの概要図を図 1 に示す．

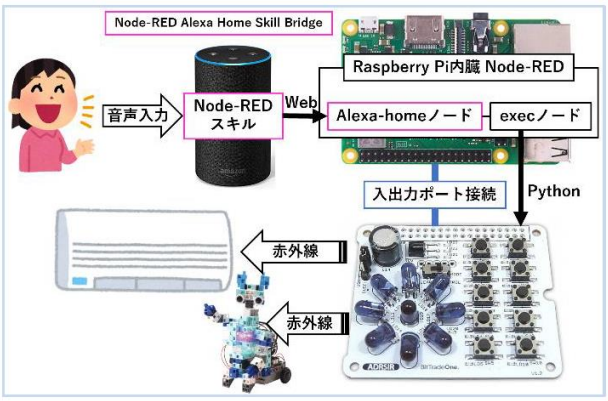


図 1　システム概要図

Raspberry Pi で Amazon　Echo と連携するためには，Node-RED Alexa Home Skill Bridge において仮想デバイスを作成する．エアコン制御の場合，仮想デバイス作成時にアクションのチェック項目の「On/Off」と「%」のところにチェックを入れておく．仮想デバイスの追加画面を図 2 に示す．



図 2　仮想デバイスの追加画面

また，Raspberry Pi 上の Node-RED におけるパレットの管理において node-red-contrib-alexa-home-skill をインストールする．すると，alexa ノードが追加され，登録されたスキルを扱うことが可能になる．Amazon Echo と連携するフローを作成することで Amazon Echo に音声を入力すると，Raspberry Pi に接続された赤外線リモコンから赤外線を照射することができる．例としてエアコンを制御するための Node-RED のフローを図 3 に示す．

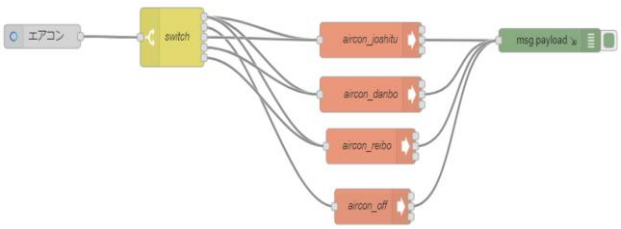


図 3　エアコン制御のフロー

2.2　音声による Scratch の操作

Amazon Echo と Raspberry Pi を Node-RED で連携し，Raspberry Pi 上の Scratch を Amazon Echo で操作できるようにした．Node-RED と Scratch の連携するために Scratchpy を用いた．Scratchpy は，Python プログラムや Scratch で扱っている変数を送受信するためのモジュールである．本研究では，Amazon Echo に占い結果を尋ねることで，Scratch 上のキャラクターが占い結果を教えてくれる占いシステムを作成した．

このシステムにおいても，2.1 節で述べたように Node-RED Alexa Home Skill Bridge で仮想デバイスを作成し，Node-RED 上でフローを作成する必要があるが，図 2，3 で示した仮想デバイス作成画面やフローと同じく，シンプルなフローで Amazon Echo と Raspberry Pi 上の Scratch とを連携することができる．例として，占いシステムで作成したフローを図 5 に示す．



図 5　占いシステムのフロー

3.　おわりに

本研究では，スマートスピーカーの機能を拡張し，赤外線で操作する家電製品等を音声によって制御できるシステムを開発した．システムを開発するさいに作成する仮想デバイスや Node-RED でのフローなどは中学生や高校生でも作成できる内容となっており，Amazon Echo を題材とした授業も可能であると考えられる．また，開発したシステムを応用することで，様々なコンテンツと組み合わせることができ，より発展的な教材の開発を考案することができる．

今後は，Amazon Echo を用いた教材の開発を行い実際に授業実践することで，教材の評価をしたいと考えている．

謝辞

本研究のシステム開発に大きな寄与を頂いた広島大学教育学部志垣奈央氏（現，中国総合通信局）に感謝します．

参考文献

(1) 内閣府:“Soity5.0”,https://www8.cao.go.jp/cstp/society5_0/index.html（2019 年 6 月 18 日アクセス）
(2) 文部科学省:“中学校学指導要領解説　技術・家庭編”(2017)
(3) 文部科学省:“高等学校学習指導要領解説　情報編”(2018)
(4) RASPBERRY PI FOUNDATION:“Raspberry Pi”,http://raspberrypi.org（2019 年 6 月 18 日アクセス）
(5) Amazon:“Amazon Echo”，https://www.amazon.co.jp/dp/B071LMG8BQ（2019 年 6 月 18 日アクセス）

質問ワークは心理的安全性を向上させるのか

Does the Question Workshop Improve Psychological Safety?

田中 洋一[*1 *2], 山川 修[*3]
Yoichi TANAKA[*1 *2], Osamu YAMAKAWA[*3]
[*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] 福井県立大学 学術教養センター
[*3]Center for Arts and Sciences, Fukui Prefectural University
Email: you@jin-ai.ac.jp

あらまし：福井県の大学連携で設計・実施・評価している地域協働型（Project Based Learning）科目では，「問いを立てる」ことと「関係性を創る」ことが重要だと考えている．この２つに大きな影響を持つのが対話である．本科目において，質問ワークを活用することにより，対話が創発され，信頼感が育まれている．特に，心理的安全性という視点で，本授業の設計理論及び2018年度の評価について報告する．
キーワード：**質問ワーク**，**心理的安全性**，**対話**，**関係性**，**地域協働学習**，Project Based Learning

1. はじめに

福井県では県内の５つの高等教育機関が連携した福井県学習コミュニティ推進協議会「Ｆレックス」が 2008 年度から継続的に活動している．連携の強みを活かし，各機関に属する学生がチームを構成し，地域の問題解決に取り組む Project Based Learning 型授業（以下，本科目と記す）を 2014 年度から実施している（現在は５日間の集中講義）[(1)]．本科目の到達目標は，「内発的動機づけを高め，自律的に学習できる」ことである．授業設計としては，エンゲストロームの探求的学習[(2)]の枠組みのもと，問いのデザインとして「デザイン思考[(3)]」，関係性のデザインとして「リーダーシップの最小３要素[(4)]」を用いている．リーダーシップに関しては，立教大学 BLP 等で用いられている最小３要素（①目標共有，②率先垂範，③同僚支援）というマインドセットだけでなく，SBI フィードバックや質問会議[(5)]を参考とした．本科目では，質問会議を簡易化した「質問ワーク」を用いている．質問ワークは，質問によるグループワークのため，関係性を創るだけでなく，問いを立てることにも役立つ．

2. 質問ワーク

立教大学 BLP で取り入れられている「質問会議」は，マーコードのアクション・ラーニング・セッション[(6)]をもとに開発された手法である．主に企業において，チームや組織開発に用いられる．チームの抱える問題に対して，質問を活用した振り返りを行うことにより，問題の再定義が生じ，問題解決につながる．立教大学における質問会議では下記の①～⑥のとおり進める[(7)]．①問題提示，②問題の明確化，③問題の再定義，④解決策の検討，⑤アクションプランの提示，⑥質問会議の振り返り．参加者は，研修を受けたアクション・ラーニング・コーチ（ALC），問題提示者，メンバーの役割に分かれる．ALC は，コンテンツには介入せず，ファシリテーターとして，プロセスのみに質問を用いて介入する．問題提示者は，現在自分が抱えている問題を提示する．他のメンバーは，意見やアドバイスではなく，質問を通して，問題そのものを掘り下げる．

本科目では，このうち①問題提示，②問題の明確化，③問題の再定義を行う「質問ワーク」を取り入れている．また，ALC はおかず，前年度本科目合格者か教員がファシリテーターとして関わる．チームの関係性を創るため，１日目の事前学習において，１回目の質問ワークを実施している．質問ワークの流れは，大学生活における現在の問題点をチーム全員が提示し，全員で質問ワークする問題を１つ選択した上で，質問を通して②を行う．10 分程度質問し合った後，他のメンバーが問題の再定義を発表．最後に問題提示者が問題の再定義を説明する．また，本科目の最終課題として，「デザイン思考を用いて，自分の問題を解決する」というレポートを課している．デザイン思考の共感及び問題定義の部分は，５日目午後に，質問ワークを用いて実施する．この際は，レポート作成のため，全員が問題提示者を１度担当する．

3. 心理的安全性

Google は，人事関連研究の成果として，「成功するチームの構築に最も重要なものは，心理的安全性（Psychological Safety）である」と報告した[(8)]．この

心理的安全性とは，他者の反応に怯えや羞恥心を感じることなく，自然体の自分をさらけ出すことのできる環境や雰囲気を指す．同様に，エイミー・C・エドモンドソンは，医療分野における組織行動学の研究成果として，心理的安全性とチーム生産性の関連性が高いことを報告した(9)．筆者らは，関係性のデザインとして，心理的安全性を高めることが重要であると考えている．

3.1 学習共同体

ROVAI（2002）(10)は学習共同体を「メンバー各人が共通の学習目標に向けたコミットメントをすることを通して，自らの教育ニーズを満たそうと相互に確信している集団」と定義しているため，対面教育において心理的安全性を測る場合にも，The Classroom Community Scale（CCS）は参考になると考えている．本科目では，プレ（１日目「事前学習」の昼休み）とポスト（５日目午後「事後学習」修了時）に調査した．ポストの Connectendness と CCS は正規性が無かったため，Wilcoxon 検定を行ったところ，すべての項目において有意差があった（表１）．

表１ CCS の平均と標準偏差（*n*=27）

	Connectendness	Learning	CCS
プレ	27.6 (4.5)	28.1 (5.5)	55.7 (9.3)
ポスト	32.6 (5.0)**	31.4 (5.0)**	64.0 (9.2)**

Wilcoxon 検定，* 5%有意，** 1%有意

3.2 科目に関するアンケート

ポスト（５日目午後「事後学習」修了時）に，本科目の改善に関するアンケートを調査した．「質問ワークは，グループ内の信頼感を育む上で，役に立ちましたか？」という問いに対して，４件法で回答した結果（*n*=28），助けになったが 82.1%，ある程度助けになったが 14.3%，どちらでもないが 3.6%，あまり助けにならなかった及び助けにならなかったは 0.0%であった．１名の学生以外には，役立ったようである．理由としては，「相手のことも，自分のことも共有できて，こういう繋がりは大切だと感じた」，「相手のことを知ると安心感が生まれ，リラックス状態で考えられる」，「自分には無い考えを知ることができ，広い視点でその問題を考えることができる」，「すごく仲が深まる感じがする」，「メンバーの考えや感じ方を知ることができた」，「ちょっと突っ込んだ質問をすることで，逆に親近感が沸いた」等．

3.3 UR シート（自己振り返りシート）

毎日最後に，SBI フィードバックを交換した後，筆者らが開発した UR シート（自己振り返りシート）(11)を記入する．５日目事後学習における質問ワーク後の UR シートから本稿に関係する記述を下記に紹介する．「まだ浅めな関係性だからこそ，本音で話し合えることが多かった」，「自分ばかり発言するのではなく，聴くことも大切だし，話しやすい雰囲気づくりをすることが重要」，「質問をすることで，相手のことを知れるだけでなく，自分自身を見つめ直すことができた」．

4. おわりに

「質問ワークは心理的安全性を向上させるのか」という本稿タイトルへの答えであるが，現時点では心理的安全性の高等教育向け心理尺度が無いため，明確には示せないのが現状である．ただし，ROVAI の The Classroom Community Scale，科目に関するアンケート結果，UR シートの記述を読み解く限り，質問ワークが関係性の向上に効果があることは確かであろう．筆者らは，日本の高等教育における心理的安全性を設計する場合のチェックリストや心理尺度を作成していく予定である．

謝辞

本研究は，JSPS 科研費 JP 19K03100 の助成を受けたものです．

参考文献

(1) 田中洋一，山川修:“大学連携で取り組む地域協働型 PBL の設計と評価”，JSiSE Research Report34(1) pp.15-18（2019）
(2) エンゲストローム，ユーリア:“変革を生む研修のデザイン―仕事を教える人への活動理論”, 鳳書房(2010)
(3) ハッソ・プラットナー・デザイン研究所:“デザイン思考家が知っておくべき 39 のメソッド”,（一般社団法人デザイン思考研究所編）(2012)
(4) 日向野幹也:“新しいリーダーシップ教育とディープ・アクティブラーニング”，松下佳代編著，“ディープ・アクティブラーニング”，勁草書房（2015）
(5) 清宮普美代:“質問会議”，（株）PHP 研究所（2008）
(6) M・J・マーコード（著），清宮普美代ら（訳）:“実践アクションラーニング入門”, ダイヤモンド社(2004)
(7) 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 39(1) pp.97-100（2015）
(8) Google re:Work,“「効果的なチームとは何か」を知る”, https://rework.withgoogle.com/jp/guides/understanding-team-effectiveness/steps/introduction/，2019 年 6 月 18 日閲覧
(9) エイミー・C・エドモンドソン，“チームが機能するとはどういうことか”，英治出版（2014）
(10) Rovai, A. P.:“Development of an instrument to measure classroom community”，The Internet and Higher Education 5(3) pp.197-211（2002）
(11) 田中洋一，山川修ら:“ディープ・アクティブのための問いと関係性のデザインと実践Ⅱ”，日本教育工学会研究報告集 17(1) pp.709-714（2017）

他者との相互作用に重点を置いた キャリア教育科目のデザインに関する研究

Study on Design of Career Education Courses with an Emphasis on Interaction between Learners

桑原 千幸*
Chiyuki KUWAHARA*
*京都文教短期大学
*Kyoto Bunkyo Junior College
Email: ckuwahara@po.kbu.ac.jp

あらまし：本研究の目的は，デザイン研究アプローチにより大学生が他者との相互作用を通じて主体的なキャリア形成能力を高めるキャリア教育科目の授業を設計することである．短期大学の初年次キャリア教育科目における Moodle を用いた相互評価学習の試行から，課題投稿者の氏名を表示するほうが，他者から評価を受けるやりがいを感じていることがわかった．そこで，他者との相互作用をさらに促すように授業デザインを改善したところ，相互評価学習を今後もやってみたいと感じる満足感について一定の効果が得られたものの，評価割り当てや評価対象課題表示方法の工夫，相互コメントを促す足場かけ等について，改善の必要性が浮かび上がった．
キーワード：キャリア教育，キャリア構築理論，相互評価学習，Moodle，デザイン研究

1. はじめに

近年のキャリア発達理論においては，構成主義的学習観を背景とした Savickas のキャリア構築理論のように，個人の主観的な意味づけや相互作用の重要性が指摘されているが，他者との相互作用により主体的にキャリアを構築する具体的な授業方法は明らかではない．筆者はこれまで，短期大学のキャリア教育科目において，Moodle を用いた相互評価学習が進路選択自己効力の向上に有効であることを明らかにした [(1)]．また，多様な学生が受講する非同期 e ラーニング科目で同様の実践を行い，授業全体を通じた相互コメント学習が学びやキャリア意識の向上に役立ったという意見が得られた [(2)]．

本研究では，他者との相互作用を通じたキャリア構築を促進する学習方法の要件を明らかにするため，理論的枠組をもとに学習デザインの定期的な改善サイクルを実現することでよりよい教育実践を生み出すデザイン研究アプローチ（Design-based Approach）に基づき，授業設計を改善しその効果を検討する．

2. 方法

2.1 対象

私立短期大学において，2018 年度 1 年次選択科目として開講されたキャリア教育科目の前期 2 クラス，後期 1 クラスを対象とした．受講者数は，前期 75 名，後期 17 名である．

2.2 授業設計の概要

短期大学初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，キャリアプラン作成という進路選択課題を中心とした授業を設計した．第 1 回～10 回は，社会状況についての知識習得や自己理解に関わる講義・演習を行い，第 11 回～15 回でキャリアプラン作成・発表と相互評価学習を行う．

2.3 前期のデザイン

第 1 回～10 回のうち 2 回の講義において，リフレクションを Moodle に投稿し，次回の授業で他の学習者の課題を閲覧・評価する相互評価学習を行った．一方はデータベースモジュールに匿名で投稿し，匿名で評価を行った（以下，前期匿名群）．もう一方は，フォーラムモジュールに各人が氏名を表示して 1 件のディスカッションを投稿し，匿名で評価した（以下，前期実名群）．評価対象は，両群とも「お互い様効果」を考慮せず，一人あたり 5～7 件をランダムに割り当てた．評価尺度は，「いいね／なるほど／読んだよ」の 3 段階でコンボボックスから選択した．

2.4 後期のデザイン

前期実践の検証結果から，匿名の題を相互評価するよりも氏名を表示した課題に対する相互評価のほうが，他者から評価を受けることにやりがいを感じることがわかった [(3)]．そこで，後期の相互評価学習でも投稿者の氏名を表示した 2 回の相互評価学習を行い，さらに他者との相互作用を促すために，他の学習者のフォーラム投稿 1 件に実名で返信を行う相互コメント学習を 1 回の講義で実施した．学習方法の違いを表 1 に示す．

表 1　相互評価学習方法の比較

	前期匿名群	前期実名群	後期群
モジュール	データベース	フォーラム	フォーラム
投稿者	匿名	実名	実名
評価者	匿名	匿名	3 段階評価は匿名／相互コメントは実名

2.5 調査方法

相互評価学習終了後に Google フォームで調査を行った．有効回答数は前期匿名群 33 件，前期実名群 38 件，後期群 15 件の計 86 件であった．相互評価学習に対する動機づけについて ARCS モデルを参考に 12 項目(5 件法)を作成し,「まったくそう思わない」を 1 点,「そう思う」を 5 点として得点化した．また，システムの使いやすさ（5 件法），課題の投稿者氏名表示, 任意の自由記述についても回答を求めた．

3. 結果と考察

3.1 相互評価学習課題に対する動機づけ

他の学生の意見を読むこと，他の学生から評価されることに対する動機づけについて，一要因の分散分析および多重比較を行った結果を表 2 に示す.「評価されることが自分の課題の内容に影響を与えた」については後期群が前期実名群よりも高かった（$F(2, 83)=2.367, p<.05$）．後期群の自由記述では「ほかの人が何をどう考えていたのか分かって面白かった。自分の考えにも少なからず影響した。」といった意見が見られた．また,「今後もやってみたい」という設問については,「意見を読むこと」「評価されること」ともに後期群が前期の 2 群よりも平均値が有意に高かった（読むこと : $F(2, 83)=2.367$, 評価されること : $F(2, 83)=4.267$, ともに $p<.01$）．他者とのやり取りを促すように相互評価学習方法を改善したことにより, 相互評価に面白さややりがいを感じ，またやってみたいと思わせる点で一定の効果が得られたのではないかと思われる．

3.2 システムの使いやすさ

システムの使いやすさについて 5 段階で評価した結果の平均値は，前期匿名群 3.91（*SD* 0.15），前期実名群が 3.34（*SD* 0.21），後期群が 4.20（*SD* 0.24）であり，分散分析の結果，前期実名群が他の 2 群よりも有意に低かった（$F(2, 83)=4.360, p<.05$）．同じフォーラムモジュールを使用した前期実名群と後期群で差があるのは，受講人数の違いが投稿の一覧性に影響した可能性があり，評価割り当てや表示方法の工夫による学習方法の改善が必要であると考えられる．

3.3 評価の実名／匿名について

評価対象となる課題の投稿者氏名の表示／非表示についての好みを尋ねた結果を表 3 に示す．

表 3　投稿者氏名の表示についての集計結果

	前期匿名群	前期実名群	後期群
匿名	27	14	1
氏名を表示	0	3	1
どちらでもよい	6	21	13

3.4 相互コメント

後期のデザインでは，2 回の相互評価学習に続いて，他者の投稿に返信する相互コメント学習を 1 回実施した．受講生はあまり抵抗なくコメント投稿をしているように見られたが，具体的なコメント内容を検討すると，相手の意見をもとに建設的に自分の意見を述べているコメントもあるものの,「私もそう思いました.」といった単純な一言コメントも散見され，コメントの質には差が見られた．今後は，他者との相互作用を通じたキャリア構築を促進するために，意見表明やディスカッションの能力向上も視野に入れ，相互コメントのルール共有やコメント例の提示といった足場かけを検討していきたい．

本研究は，科学研究費補助金若手研究（課題番号：19K14336）の補助を受けたものである．

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) 桑原千幸，喜多敏博，合田美子，鈴木克明:“非同期 e ラーニング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変化”，教育システム情報学会誌，34(3)，pp.238-250（2017）
(3) 桑原千幸:“他者との相互作用を重視したキャリア教育科目のデザインのための相互評価学習の試行”,第 43 回教育システム情報学会全国大会, pp. 43-44（2018）

表 2　相互評価学習に対する動機づけ　(* p <.05　** p<.01)

質問項目		前期匿名群 A（N=33）	前期実名群 B（N=38）	後期群 C（N=15）	分散分析 多重比較	
他の学生の意見を読むこと	面白かった(A)	4.30(0.81)	4.50(0.65)	4.73(0.46)		
	やりがいがあった(R)	4.00(0.61)	4.11(0.56)	4.53(0.64)	*	C>A
	自分の考えに影響を与えた(R)	4.33(0.92)	4.13(0.93)	4.40(0.74)		
	相手のためになる評価ができた(C)	4.06(0.79)	4.00(0.57)	4.00(1.00)		
	やってよかった(S)	4.33(0.78)	4.32(0.62)	4.73(0.46)		
	今後もやってみたい(S)	3.91(0.95)	3.89(0.86)	4.67(0.49)	**	C>A，C>B
他の学生から評価されること	面白かった	4.18(0.73)	4.18(0.65)	4.67(0.62)	*	
	やりがいがあった	3.94(0.61)	4.24(0.54)	4.47(0.64)	*	C>A
	自分の課題の内容に影響を与えた(R)	3.97(0.98)	3.84(0.79)	4.53(0.64)	*	C>B
	自分ができたことを認めてもらえた(C)	4.03(0.85)	3.87(0.74)	4.33(0.72)		
	やってよかった(S)	4.21(0.74)	4.16(0.72)	4.60(0.63)		
	今後もやってみたい(S)	3.82(0.92)	3.74(0.72)	4.20(0.94)	**	C>A，C>B

※各セルは，平均値（SD)を示す

「振り返りシート」への回答をつうじて，学習者はどのような内的変容を想起しているのか

How Do Learner Recall One's Internal change through Answering by the "Reflection Sheet"

石井 雅章[*1]
Masaaki ISHII[*1]
[*1] 神田外語大学
[*1]Kanda University of International Studies
Email: masaaki@kanda.kuis.ac.jp

あらまし：報告者は 2018 年度より担当するすべての科目で，報告者が提案する「学びのプロセス」モデルに基づいた「振り返りシート」を導入し，各回の授業終了後に学生が授業の振り返りをおこなっている．本報告では，「振り返りシート」への回答データを元に，学習者が「振り返りシート」への回答をつうじてどのような想起をおこない，自身に生じた内的変容を記述しているのかについて分析する．
キーワード：振り返りシート，内的対話，メタ認知，リフレクション

1. はじめに

授業での学びの効果を高める手法の一つとして，リフレクション（振り返り）がある．学習者は「自分で構築している知識を外化し明確化するときに，より効果的に学ぶことができる」とされる(1)．リフレクションをつうじて，授業時の学習によって構築された知識を外化し，それにより学習効果が高まることが期待できる．

リフレクションには様々な手法があるが，振り返りシートを用いたリフレクションは代表的なものといえる．しかし，授業時間内もしくは授業時間外での実施にかかわらず，振り返りシートへの記述行為が，学習者にとって有効なリフレクションの契機となっているかどうかは，授業の実践者としては常に気になる点である．

報告者は，学習者の「学びのプロセス」モデルを提示した上で，そのプロセスに適合した形式の「振り返りシート」を作成し，担当授業で活用している．

本報告では，上述の「振り返りシート」への回答内容を元に，学習者が「振り返りシート」をつうじてどのような想起をおこない，自身の学習行動による内的変容をしているのかについて検討する．

2. 「学びのプロセス」モデル

報告者が提示する「学びのプロセス」モデルでは，学習者は《他者》との相互作用をつうじて何らかの刺激を受容し，学習者がすでに有している「知識・経験の総体」（《知識》と記す）と相互作用することで，学習者に何らかの心的変容をもたらすプロセスを重視している（図 1）(2)．

授業における学習をこのモデルに当てはめると，学習者は教員の講義やワーク，ディスカッション等の学習行為をつうじて何らかの刺激を受容し，自身がすでに有している《知識》との相互作用により，学習者の心的変容をもたらすプロセスと言える．

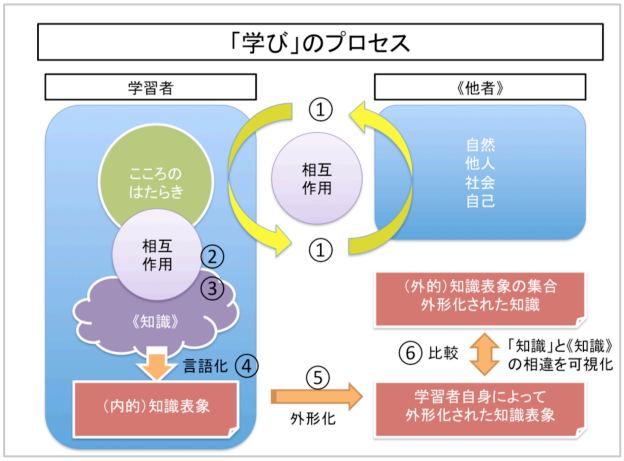


図 1 「学びのプロセス」モデル

3. 「振り返りシート」のデザイン

適切にデザインされていない「振り返りシート」は，学習者に学習機会及び学習内容の何を想起させ，何を言語化させるのかを明示していない．その結果，授業の振り返りであれば，単なる感想が記述されていることもあれば，授業方法への疑問・要望等が記述される場合もある．

学習プロセスの一部としてリフレクションを実施するのであれば，「振り返りシート」のデザインが重要となる．

報告者は 2 で提示した「学びのプロセス」に基づき，学習者がリフレクションをつうじて，何を記述すべきなのかを明確にした「振り返りシート」を作成した．

「振り返りシート」の設問を図 1 に即して説明すると，①当該授業で「おこなったこと（事実）」を記述する，②＋③当該授業をつうじた「心的変容」の有無を想起し，想起に要した時間と心的変容の種類

（驚き，納得，疑問，知識欲，なしから複数回答）を選択する，④自身に生じた「心的変容」をこころの中で言語化する（内的言語化），⑤内的言語化した内容を文字として記述する（外的言語化），という構成になる．

本「振り返りシート」のポイントは，授業内での学習行為（事実）と自身の内的変容を明確に分けて記述すること，自身の内的変容を想起すること，内的言語化すること，外的言語化することを段階的に分けておこなうことである．

4.　「振り返りシート」の活用

報告者は，2018 年度から担当するすべての科目において毎回の授業で「振り返りシート」を活用したリフレクションを実施している．

リフレクションは授業終了後に，Google フォームをつうじて実施し，基本的に授業翌日から 2 日以内に回答を促している．

本報告では，担当するすべての科目における結果を示すことが出来ないため，2019 年度前期における「基礎演習」（日本語レポート・ライティング）科目における「振り返りシート」の記述内容をデータとして取り上げる．

表 1　2019 年度「基礎演習」における
振り返りシートによる記述結果（N=136）

項目	平均	標準偏差
①授業でおこなったことの記述文字数	20.78	17.17
②想起に要した時間（分）	6.39	12.31
②-A 驚きの出現回数（回）	0.32	0.47
②-B 納得の出現回数（回）	0.79	0.41
②-C 疑問の出現回数（回）	0.07	0.26
②-D 知識欲の出現回数（回）	0.24	0.43
②-E なしの出現回数（回）	0	0
④想起達成度（10 段階）	6.70	2.18
⑤心的変容を外的言語化した記述文字数	52.58	58.98
⑤外的言語化の達成度（10 段階）	6.70	2.18

8 週目までの振り返り記述データ（N=136）における各回答項目の平均及び標準偏差をまとめたものが表 1 である．授業でおこなったこと（事実）に関する記述量が少ないこと，記述文字数のばらつき（偏差）が大きいこと，心的変容の種類としては「納得」が多く出現していることがわかる．

2019 年度の授業においては，「振り返りシート」のなかで，④学習者自身による内的言語化における達成度合い（10 段階による自己評価）と⑤外的言語化の達成度合い（同じく 10 段階による自己評価）についての質問項目を追加した．

なお，2018 年度授業における「振り返りシート」の活用と，記述文字数及び内的変容の有無との相関については，別に報告をしているため本報告では省略するが，記述文字数といくつかの内的変容の有無については相関が見られたことを記しておく[(3)]．

5.　心的変容の種類と振り返りの関係

授業での学習活動をつうじて生じた心的変容の種類により，振り返りがどのように異なるのかについてまとめたものが表 2 である．

表 2　2019 年度「基礎演習」における
心的変容の種類別の記述結果（平均）（N=136）

項目	驚き	納得	疑問	知識欲	全体
選択数	43	108	10	32	-
①事実記述文字数	22.95	22.73	25.10	20.03	20.78
②想起時間（分）	5.84	6.97	4.78	3.50	6.39
④想起達成度（10 段階）	6.47	6.89	6.20	6.94	6.70
⑤外的言語化記述文字数	76.12	53.91	110.9	69.44	52.58
⑤外的言語化の達成度（10 段階）	6.51	6.80	6.20	6.75	6.70

結果を見ると，事実を記述した文字数に関しては大きな違いが無いものの，外的言語化した記述文字数に関しては，疑問や驚きという心的変容が起きたと想起した際に多くなっていることがわかった．また，疑問の心的変容を想起した場合は，想起時間をはじめ想起達成度についても他の変容と比較して異なる傾向を示していることがわかる．

6.　おわりに

本報告では，実際の記述内容に関する分析までおこなうことができなかった．今後は振り返りシートに記載された記述内容と想起の傾向についての分析をおこないたい．

参考文献

(1) キース・R・ソーヤー: “イントロダクション：新しい学びの科学”，“学習科学ハンドブック第 2 版”，北大路書房，（2018）
(2) 石井雅章，陣内雄次，勝浦信幸，長岡素彦：“PBL 実践における学修成果の可視化手法に関する実践と考察”，関係性の教育学 17(1) 15-27，（2018）
(3) 石井雅章：“授業内学習行動の想起に重点をおいた「振り返りシート」の効果検証”，第 25 回大学教育研究フォーラム予稿集，p.188，（2019）

ロボット教材を活用した小学生向け認知症啓発プログラムの実践と評価

Practice and evaluation of dementia enlightenment program for primary school students using robot teaching materials

村嶋　琴佳[*1], 桝田　聖子[*1], 真嶋　由貴恵[*1], 中村　裕美子[*2]
Kotoka MURASHIMA[*1], Seiko MASUDA[*1], Yukie MAJIMA[*1], Yumiko NAKAMURA[*2]
[*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
[*2] 大阪府立大学　看護システム先端技術研究所
[*2]Research Institute for Advanced Nursing Technology, Osaka Prefecture University
Email: s-masuda@kis.osakafu-u.ac.jp

あらまし：我が国では認知症高齢者数の増加が見込まれていることから、学校教育の中で認知症啓発教育を行うことが期待されている。
しかし、殆どの小学生は認知症高齢者が身近にいないため、接し方がわからない状況にある。そこで、小学生が認知症高齢者への接し方をイメージできるロボット教材を活用した認知症啓発プログラムを考案し、２つの小学校で実施した。その結果、小学生は認知症高齢者への適切な声かけについて学ぶことができた。
キーワード：ロボット，小学生，認知症

1. はじめに

我が国では今後認知症高齢者が増加していくことが見込まれている．こうした背景から，近年学校において認知症啓発教育(「認知症サポーター養成講座」以下，講座とする)が各地で行われている．ほとんどの小学生は認知症高齢者が身近にいないため，接し方がわからない状況にある．そのため講座の受講によって，認知症に対する正しい知識と理解を持ち，地域で認知症の人やその家族に対してできる範囲で手助けする[(1)]認知症サポーターとして，認知症への理解を深める良い機会となっている．

しかし，現在の講座では，学んだ認知症高齢者への声かけや対応方法を実際に体験し，その対応についてフィードバックしているような講座内容はあまり見られない．そこで本研究では，認知症の知識習得だけでなく，認知症高齢者への声かけや対応方法を実践的に学ぶために，認知症高齢者に見立てたロボット教材を活用した小学生向け認知症啓発教育プログラムの実践と評価を行ったので報告する．

2. 教育プログラムの開発

本プログラムでは，小学生が認知症高齢者に対して正しい対応ができるよう，認知症高齢者に見立てたロボットを活用した教材を考案した．使用したロボットは，双方向のコミュニケーションが可能なPepper(ソフトバンクロボティクス株式会社／Aldebaran)を使用した. Pepper の画像認識･音声認識･会話の機能を使って認知症高齢者に多い症状をモデル化して Pepper に組み込んだ．

Pepper は,「お風呂に入りたがらない Pepper おじいちゃん」を演じた．小学生は声かけの工夫によってPepperおじいちゃんが入浴拒否している理由を類推できるようヒントをストーリの中に盛り込んだ．

小学生が内省をふまえて効果的に学習を統合するため，教材にメリルの ID 第一原理[(2)]を教材に応用させた．具体的には，学習者である小学生は認知症の人にどう対応すればよいかという問題に直面する(①問題)。次に，講座で学習した内容やこれまでの経験から得られた知識で対応する(②活性化)．間違った声かけをするとPepperが怒ったり悲しむことを示し，思いやりのある声かけをとると Pepper が穏やかになることを示す(③例示)．Pepper が怒ったり悲しんだ場合，2 回目に挑戦し思いやりのある声かけを考える(④応用). 2 回目の挑戦でなぜ自分たちはその声かけを選択し，Pepper がどう反応したのか振り返ることができる(⑤統合)． Pepper の操作には，対話型シミュレーションの 1 つである WOZ(Wizard of OZ)[(3)]法を用いた．

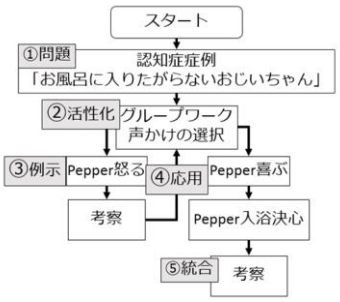


図 1　メリルの ID の第一原理を教材に応用させるタイミング

認知症高齢者への対応方法を効果的に学習させるために，Pepper の身振りと胸元のタブレットで認知症高齢者の感情の変化を視覚的に示した．図 2 に示すように，タブレットに感情を表現するイラスト(左

から順に「嬉しい」,「悲しい・混乱」,「怒り」)を表示させ，良い声かけを選択すると「嬉しい」が点灯し，Pepper が両手を挙げて喜ぶ．逆に悪い声かけを選択すると,「悲しい・混乱」または「怒り：が点灯し，Pepper が両手を振り上げて怒りを示すように設計した．

実施にあたっては，大阪府立大学人間社会システム科学研究科の研究倫理委員会に申請, 承認を得た．

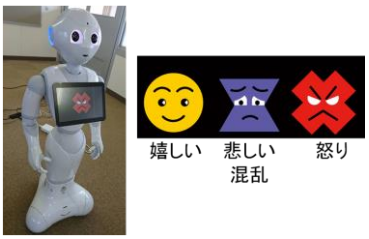


図 2　Pepper のタブレットへの感情表示

3.　結果

3.1　対象

S 市にある A 小学校および B 小学校の 3・4・5 年生 64 名に対して，ロボット教材を活用して「認知症キッズサポーター養成講座」を行った．日時は，2019 年 2 月 13 日と 2 月 22 日に実施した．

3.2　プログラムの実践

当日の全体プログラムを表 1 に示した．学習者の知識の差異を少なくするために，グループワークに入る前に「認知症講座(前編)」と「声かけ 7 つのポイント」によって，認知症高齢者への正しい対応方法についての説明を行った．

グループワークでは，各班に配置された認知症キャラバン・メイト(認知症サポーター養成講座の講師資格者)がファシリテーターの役割を行い，全ての班で児童が集中してグループワークを進めることができた．両日とも最初に発表したグループの声かけでは，Pepper の反応が「怒り」や「悲しい・混乱」を示した．しかし，発表が進むにつれて，グループワークを重ねPepperの反応が良くなるよう声かけの内容を見直していた．

表 1　当日の全体プログラム

時間	内容	授業形態	教材等	担当
5分	挨拶・自己紹介	講義		S市保健師
30分	認知症ってなあに	講義	スライド	大学教員
10分	休　憩			
	声かけ7つのポイント	講義	スライド・プリント	S市認知症キャラバン・メイト
25分	お風呂に入らないPepper おじいちゃん	グループワーク	スライド・Pepper	大学院生
10分	わたしたちにできること	講義	スライド	大学教員
5分	オレンジリング配布・説明	講義		S市保健師
5分	地域の人のおはなし	講義		地元警察・民生委員

3.3　事前・事後のアンケート結果

認知症に関する知識を問う質問について，事前・事後にアンケートを行い、その結果を比較した. 7 項目中 6 項目で有意差が見られた．有意差が見られなかった項目は,「困っている人がいたら助けたいと思う」(P=.0277)であった．

表 2　事前・事後のアンケート結果

回答数 / 項目	事前				事後				P
	はい	いいえ	わからない	無回答	はい	いいえ	わからない	無回答	
認知症は誰でもなる病気	16(25.0)	22(34.4)	25(39.0)	1(1.6)	51(79.7)	8(12.5)	4(6.3)	1(1.6)	<0.001
困っているのは認知症の人とその家族	39(60.9)	4(6.3)	20(31.2)	1(1.6)	47(73.4)	6(9.4)	10(15.6)	1(1.6)	0.009
困っている人を助けてくれる人がいるまちはみんなが暮らしやすい	49(76.5)	3(4.7)	11(17.2)	1(1.6)	56(87.4)	3(4.7)	4(6.3)	1(1.6)	0.042
困っている人がいたら助けたいと思う	51(79.7)	3(4.7)	9(14.0)	1(1.6)	54(84.4)	3(4.7)	6(9.4)	1(1.6)	0.277
近所の見守りネットワークを知っている	37(57.8)	7(10.9)	19(29.7)	1(1.6)	52(81.2)	3(4.7)	8(12.5)	1(1.6)	<0.001
認知症の人にどう声かけをすればよいか知っている	9(14.0)	28(43.8)	26(40.6)	1(1.6)	54(84.4)	3(4.7)	6(9.4)	1(1.6)	<0.001
認知症の人を見守る方法について知っていますか	3(4.7)	38(59.3)	22(34.4)	1(1.6)	42(65.6)	11(17.2)	10(15.6)	1(1.6)	<0.001

4.　考察

今回，認知症啓発教育にロボット教材を活用したことで，小学生は認知症の知識習得だけでなく，認知症高齢者への声かけを実践的に学ぶことができた．

しかし，1 回の講座では全ての小学生が認知症高齢者への正しい声かけや対応方法を理解することは難しいと考えられる．そのため，講座の時間を増やすことができれば，児童間の学びの共有と学習成果の格差を解消できると期待される．

5.　謝辞

本研究は，JPSS 科研費 JP16K12355 の助成を受けて行った．ロボット教材の開発については，大阪府立大学大学院人間社会システム科学研究科博士前期課程村嶋琴佳が担当した．本報告は村嶋の修士論文の一部を改変してまとめた．

今回の講座にご協力いただきました S 市地域包括支援センター，A 小学校および B 小学校の皆様に感謝いたします．

参考文献

(1) 厚生労働省：“認知症サポーターとは”, https://www.mhlw.go.jp/stf/seisakunitsuite/bunya/0000089508.html　(参照 2019.6.16)

(2) Merril. M. D :“First Principles of Instruction”, Educational Technology Research and Development, Vol.50, No.3, pp.43-59　(2006)

(3) Fraser, N.M. and Gilbert, G.N. :　“Simulating Speech Systems”, Computer speech and Language, Vol.5, No.1, pp. 81-99　(1991)

ロボットと楽器を活用した高齢者向け教育プログラムの開発

Development of Dementia Education Program Using ICT such as Robot and Musical Instrument for Elderly

村嶋　琴佳*2,　中村　裕美子*1, 真嶋 由貴恵*2,　桝田 聖子*2
Kotoka MURASHIMA*2, Yumiko NAKAMURA*1, Yukie MAJIMA*2 , Seiko MASUDA*2
*1 大阪府立大学　看護システム先端技術研究所
*1 Research Institute for Advanced Nursing Technology, Osaka Prefecture University
*2 大阪府立大学大学院人間社会科システム科学研究科
*2 Graduate School of Humanities and Sustainable System Sciences, Osaka Prefecture University
Email: naka-yu@nursing.osakafu-u.ac.jp

あらまし：**日本においては、**認知症患者の急増が見込まれていることから，その予防対策の確立が急務である．本稿では，ロボットなどの複数の ICT 機器と楽器を用いた高齢者向けの教育プログラムを開発し，実際の高齢者に対して実証実験を行った．その成果から，高齢者とロボットとの関わりは楽しさを増すことが明らかになり，今後の高齢者向けの認知症予防教育の在り方の方向性を示すことができた．
キーワード：**ロボット**，教育プログラム，高齢者，認知機能

1.　はじめに

日本においては、高齢化に伴い認知症患者の急増が見込まれている．とくに高齢者においては，認知症は非常に身近な問題であり，認知症患者を介護した経験がある人も少なくないことから，高齢者自身が認知症を理解し，健康でいるための意識的な予防活動をすることが重要である．

本稿では，ロボットなどの複数の ICT 機器と楽器を用いた高齢者向けの教育プログラムを開発し，実際の高齢者に対して実証実験を行った．その成果から，ICT を活用した高齢者向けの認知症予防教育の在り方を示すことができたので報告する．

2.　目的

ロボットと楽器を使った共同作業を含むプログラムを開発し，A 大学で開催される「脳いきいき教室」（以下，教室）に参加する高齢者を対象に，実証実験を行う．その結果から高齢者の教室に対する参加意欲と満足感，自己肯定感を把握し，ロボットを活用したプログラムの評価を行うことを目的とする．

3.　教育プログラムの開発

3.1 使用した機器類

コミュニケーションロボットは，Pepper（ソフトバンクロボティクス株式会社／Aldebaran）を採用した．補助的なロボットとしてアレクサ（Amazon）とロボホン（SHARP 社）を使用した．

楽器は，高齢者が簡単かつ複数人で役割を分担して演奏が出来る楽器として，スウェーデン発祥の「ブンネ楽器」と呼ばれる楽器の 1 つである「スウィングバーギター」を採用した．

3.2 基本モデルと教育プログラム

動機づけモデルの一つである ARCS モデル（Keller, 2008）を基本に教育プログラムをデザインした．ARCS モデルでは，学習意欲を Attention（A：注意），Relevance（R：関連性），Confidence（C：自信），Satisfaction（S：満足感）の 4 因子に分類している．

開発した教育プログラムの内容を以下に示す．

表 1　ARCS モデルに基づく教育プログラム

時間	ARCS	内容
5 分	A 注意	**①ブンネ楽器の紹介・説明** (ア)ブンネ楽器の紹介 (イ)演奏方法の説明
5 分	R 関連性	**②演奏する曲の紹介** 1.Pepper がアレクサに『虫の声』を流すよう指示する 2.スマートスピーカーに『虫の声』で流す 3.Pepper がロボホンに『つき』を歌うよう指示する 4.ロボホンが『つき』を歌う
15 分	C 自信 S 満足感	**③合奏（曲名：虫の声）** ・3 人 1 組になる ・1 人はレバー，もう 1 人はピック，もう 1 人は指揮者(色を読み上げる) ・Pepper の指示に合わせて演奏する ・他の人は歌を歌う
15 分	C 自信 S 満足感	**④合奏（曲名：つき）** ・3 人 1 組になる ・1 人はレバー，もう 1 人はピック，もう 1 人は指揮者(色を読み上げる) ・Pepper の指示に合わせて演奏する ・他の人は歌を歌う

3.3 ロボットの役割

本プログラムでは，コミュニケーションロボットである Pepper を主に活用した．Pepper の役割は，アクティビティの説明係と，合奏時の全体指揮係を担当させた．

Pepper は指定した曲を歌う機能が搭載されていないため，同じくコミュニケーションロボットのロボホン（SHARP 社）とスマートスピーカーのアレクサ（Amazon）を補助役として採用し，曲を流すことで合奏する曲の確認を行った．さらに，指揮者として Pepper が色を指示し，そのタイミングにあわせてレバーを指示された色のところに倒すことで合奏が成り立つように設計した(図 1).

4.　実践

4.1　実践の概要

今回のプログラムは，2018 年 10 月 31 日(水)と 11 月 1 日(木)に開催された脳いきいき教室に参加した 65 歳以上の男性 21 名，女性 58 名の計 79 名を対象に 2 日間に分けて行った．参加者は教室開始前に認知症スクリーニング検査（MMSE 検査）を受けている. 認知症疑いとされる 23 点を下回る高齢者はいなかった．教育プログラムに沿って，スライドを映写しながら Pepper が①ブンネ楽器の紹介と説明を行い，②演奏する曲の紹介ではアレクサが曲を流し，ロボホンが歌うようにした．③と④の演奏では，Pepper の指揮にあわせながら 3 人 1 組(図 1･右)で演奏し，楽器を持たない参加者とロボホンと一緒に歌ってもらった．なお，すべての参加者が楽器を演奏できるように演奏は交代して繰り返した．

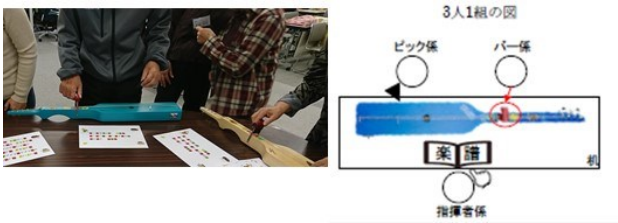


図 1.ギター練習をする高齢者と 3 人 1 組の図

4.2　実践の結果

教室終了後に，参加者に対して無記名自記式アンケート調査票により，評価を行った（表 2，図 2）.

表2　プログラムに対する参加者の評価

n=79(人)

		とても	少し	あまり	全く
印象	楽しかった	54	19	4	0
	明るい気分になれた	61	16	2	0
	笑顔が増えた	53	23	3	0
参加	手や体を動かせた	44	28	5	0
	他の人と一緒に話せた	42	32	2	0
	また参加したい	57	18	2	0
	今日のことを誰かに話そうと思う	55	22	1	0
難易度	ギターは弾きやすかった	34	33	9	0
	演奏した曲は弾きやすかった	33	35	7	0

無回答を除く

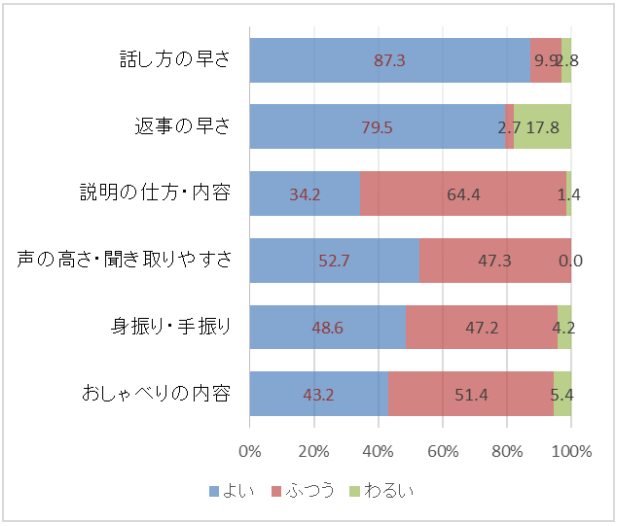


図 2　使用ロボットの機能評価

5.　考察

アンケート結果から，楽器を簡単に合奏できたことや，複数のロボットと直接触れ合えたことで満足度が向上し，参加高齢者の意欲の増加に繋がったと考えられる．一方で，ロボットの身振り手振りや反応が人間よりも遅いため，ロボットに対する印象が下がってしまったという意見も得られたため，参加者が不満を持たないように各ロボットの反応速度の違いを考慮し，やり取りに間があかないようなプログラムを開発する必要があることが分かった.

6.　謝辞

本研究は，科学研究費挑戦的研究（萌芽）（17K19833）により実施した．ロボットのプログラム開発においては，大阪府立大学大学院人間社会システム科学研究科博士前期課程村嶋琴佳が担当した．本報告は村嶋の修士論文の一部を改変し，まとめた．教室にご参加いただきました皆様に感謝いたします.

参考文献

(1) 中村裕美子，真嶋由貴恵，坂田信裕，深山華織: “認知機能低下予防教室における高齢者のロボットに対する反応と評価”，第 43 回全国大会論文集教育システム情報学会, pp.123-124　(2018)
(2) J.M.Keller, “An integrative theory of motivation, volition and performance”, Technology, Instruction, Cognition and Learning, Vol6, pp.79-104, 2008
(3) 横井和美，国友登久子，島田淳子，辻利美子: “効果的な認知症予防事業に関する実践的研究: 音楽療法とレクリエーション活動の取り組みに対する比較検討”, 人間看護学研究, Vol.5, pp.81-88, 2008
(4) 髙橋昌子, “スウェーデン発音楽ケア 「ブンネ・メソッド」 からみた高齢者福祉（神戸親和女子大学創立 50 周年記念号)”, 福祉臨床学科紀要, Vol. 14, pp. 21-33, 2017

大学生を対象としたロボットを用いた血圧測定促進教材の提案

Proposition of Blood Pressure Measurement Teaching Materials with Communication Robot for University Students

三原 和馬[*1]， 真嶋 由貴惠[*1]，松田 健[*2]
Kazuma MIHARA[*1]， Yukie MAJIMA[*1]，Takeshi MATSUDA[*2]
[*1]大阪府立大学 人間社会システム科学研究科
[*1]Graduate School of Humanities and Sustainable System Science, Osaka Prefecture University
[*2]長崎県立大学 情報システム学部
[*2]Department of Information Systems, University of Nagasaki

あらまし：近年，日本人の総医療費に占める生活習慣病の医療費は 11%に上る．これらの問題に対して，生活習慣病を発症割合の多い高齢者だけでなく，若いうちから自らの健康に関心を持ち，予防に努めてもらうことが必要である．そこで本研究では大学生を対象とし，血圧に関する正しい知識を身につけ，継続的な血圧計測を動機づけることを目的として，手軽に血圧が測定できるための Android アプリを開発した．また，血圧を測るだけでなく，測定した数値がどのような値であるかを RoBoHoN に読み上げてもらうことで，自身の血圧値の変動や状況に関心を持つような血圧測定促進教材の提案を行った．
キーワード：血圧測定，大学生，コミュニケーションロボット，RoBoHoN,

1. はじめに

日本の高齢化は今後ますます進んで行くことが予想される．それに伴い将来の医療費は大幅に増大していくことが確実である．生活習慣病医療費の動向に関する調査によると，総医療費のうち，生活習慣病 10 疾病医療費は全体の約 11%を占めている [(1)]ことから，これらの予防対策は喫緊の課題である．これらの問題に対して，高齢者だけでなく，若いうちから自らの健康に関心を持ち，予防に努めてもらうことが必要である．近年，健康状態を自己チェックできる機器の普及も進んでいる．特に血圧のコントロールは，脳血管疾患，心疾患の予防にもつながり重要である．

そこで本研究では，高校までと生活習慣が大きく変化する大学生を対象とし，血圧に関する正しい知識を身につけ，継続的な血圧計測を動機づけることを目的として，ロボットを活用した血圧測定促進教材とモバイルで手軽に血圧が測定できるための Android アプリの開発を行った．

2. ARCS モデル

大学生にとってなじみのない血圧の知識を習得させるためには，まず学習意欲を高めることが必要であり，その上で，血圧の測定行動への動機付けが非常に重要である．動機づけの設計モデルとしては，John M. Keller が 1983 年に提唱した ARCS モデルがよく知られている．ARCS モデルとは，注意（Attention），関連性（Relevance），自信（Confidence），満足感（Satisfaction）という 4 つの領域それぞれにおいて学習者の主体的な学習意欲や目標設定に大きな影響を与えることを可能にする[(2)]．

3. ICT の活用

3.1 RoBoHoN の活用

近年，ロボットは様々な分野において活用されるようになってきている．特にコミュニケーションロボットのヘルスケア分野での活用は，一定の効果が得られている[(3)(4)]．また，大学生を対象とした姿勢矯正にコミュニケーションロボットを用いた研究では，ロボットは監視役としてだけでなく，伴走者としての役割も果たし，対象者にはロボットに対する愛着形成が見られた [(5)] ことから，今回は先行研究でも用いられた SHARP 製のモバイル型人型ロボット”RoBoHoN”を採用した．

3.2 血圧測定アプリ

血圧を継続的に測るための障壁になるものの一つとして，“測定値の管理”が挙げられる．測定者は毎回測定後に記録を行い，測定値を保持しなければならない．この問題に対して我々は Android スマートフォンアプリケーション“ReadMtL_651BLE”を開発した．このアプリケーションは Bluetooth 接続で血圧計とペアリングすることができる．これにより，Bluetooth を搭載している血圧計であればどこでも手軽に血圧測定することができる．血圧測定値は Bluetooth 経由で Android スマホアプリに読み込まれ，任意のサーバーへ測定値を転送される．これにより，測定者は測定値の管理の煩わしさなどを感じず，数ステップで血圧を測定することができる．

また，血圧は長期的に保存されたデータこそ意味がある．そこで本システムでは QR コードを作成し，測定者の識別を行う機能を付加し，測定者の継続的な測定値を保持できるようにした．下記にシステムの概要図を示す．（図 2）

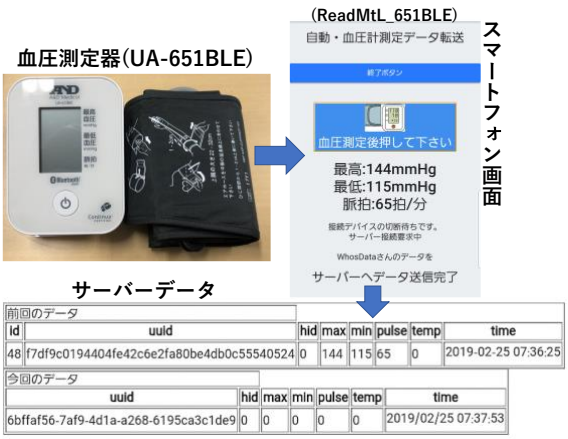


図 2. 血圧測定システム概要図

4. 教材設計

4.1 読み上げ機能

本機能では，大学生に身につけてもらいたい知識の 1 つである「正しい血圧の測り方」を測定中に RoBoHoN に読み上げてもらう．測定者の「今から測るよ」という声に対して読み上げを開始する．RoBoHoN の読み上げ内容は，以下の 4 つのポイントである．

(1) 椅子の背もたれにもたれてリラックスする
(2) 血圧計の中心を心臓の高さと同じにする
(3) 腕の力を抜いてテーブルの上に置き，掌を上向きにする
(4) 足を組まずに，両足を床につける

4.2 測定値に対してのコメント

大学生に身につけてもらいたい知識の 2 つ目として,「血圧の数値」に関する知識である. 測定終了後，測定値に対して RoBoHoN がコメントする．高血圧治療ガイドライン 2019[6]に基いて，数値を判断し RoBoHoN がそれに対してコメントを行う. 正常値であれば「褒める」コメントを，少し高めならば「注意喚起」のコメントなどを測定者に与え，自分の血圧値について関心を持ってもらう．

4.3 測定後のクイズ

身につけてもらいたい 3 つ目の知識として,「高血圧予防に関する知識」である．測定終了の最後に振り返りとして RoBoHoN が毎回血圧に関するクイズを出す．このクイズは血圧が高いとどのような症状があるのか，また，どのような食べ物や運動が血圧を下げるのに適しているかなど，学習者の興味関心を引き，知識の定着を図ることを目的とする．

4.4 ARCS モデルとの対応

今回, 学習者の動機付けを行うにあたり, ARCS モデルを応用した．各要素に対して工夫した点を表 1 に示す．

（1）注意(Attention)：学習者の興味を引くための方法として，自身の測定値がどのような値なのかを RoBoHoN に読み上げさせ, 同年代の人たちの平均値と比べるなど，自分の数値に関心を持ってもらう．

（2）関連性(Relevance)：グループで測定し共有することによって他者の数値に関心を持ち，自分のやりがいにもつながる．

（3）自信（Confidence）：継続的に測りやすい環境を整えるだけでなく, 継続状況が可視化されることで, 自信につながる．

（4）満足感(Satisfaction)：過去の自分の数値を見ることにより，長期的なデータが手に入ると同時に，継続できた達成感や，満足感を得られ次の継続への意欲につながる．

表 1. ARCS モデルの応用

ARCS モデル	工夫点
注意(Attention)	RoBoHoN による読み上げ
関連性(Relevance)	グループでの測定値の共有
自信（Confidence）	アプリ（ReadMtL_651BLE）による計測の継続と可視化
満足感(Satisfaction)	過去の数値の一覧表示

5. おわりに

本研究では，コミュニケーションロボットを用いて，血圧測定を促進するアプリケーション教材を提案した．今回は，生活習慣病の要因である高血圧に対して若いうちからの対策が喫緊であることから，大学生を対象とし，RoBoHoN の介入や，スマートフォンの Android アプリを使い血圧測定の継続促進を行う機能を実装した．

現在，大学生を対象に ReadMtL_651BLE を導入し検証を行っている．対象者からは「記入の手間が省けるのが良い」という意見が多く聞かれたことから，まず手間なく測定できる環境が重要であると考える．今後は RoBoHoN の機能と教材を合わせて実践を行い，大学生の血圧に対する関心の向上と行動変容について検証を行う予定である．

参考文献

(1) IT 推進部データ分析推進グループ：生活習慣病医療費の動向に関する調査分析(平成 28 年度)
(2) 渡邊昌宏，石塚和重ら：大学における学内臨床実証による学生への動機付け，理学療法科学 28(4)，pp.469−472(2013)
(3) 玉井臣人，真嶋由貴恵，石亀篤司，中山正哉:“看護師 ~ 患者間の同調現象に着目した看護技術教育システムの設計 ~ロボットとのインタラクションを通して~”，第 12 回 医療系 e ラーニング全国交流会公演要旨集，pp.56-59(2017)
(4) 桝田聖子，村嶋琴佳，真嶋由貴恵:“認知症高齢者支援力 を育成する小学生向けバーチャル教材の開発”，第 12 回 医療系 eラーニング全国交流会公演要旨集，pp.54-55(2017)
(5) 長谷川隼平, 真嶋由貴恵:“姿勢に対する意識行動変容の実効性～ロボットの励ましによって~” JSiSE Research Report，Vol.33,no.4，pp.101-106(2018-10)
(6) 日本高血圧学会(2019)，「高血圧治療ガイドライン 2019」

ＩＣＴ利活用による生活等の危険性について

金山　茂雄
Shigeo KANAYAMA
拓殖大学商学部
（拓殖大学経営経理研究所）
Faculty of Commerce , Takushoku University
(The Business Research Institute Takushoku University)
Email: skanaya@ner.takushoku-u.ac.jp

あらまし：ICT 利活用、つまり情報活用能力を使うことである。この中には基礎力（コアと５つの基礎力）が含まれている。さらに５つの基礎力が社会人に求められる能力として位置づけられている。この研究は、今年度第２回研究会において発表しその続きと位置づけ、前回までの研究報告等の産業社会教育にも一歩踏み込んで、一つ目はその情報に対する実態調査を行った結果を別の視点から客観的に評価、検証する。二つ目は、社会にとって ICT は重要なインフラであり、個人にとっても同じである。科学技術の進歩の象徴であるインターネットが世の中に普及し、PC 利用と共に今も増加している。今日、PC 利用から携帯電話利用へ移行し、スマートフォンの使用がほとんどである。本研究報告は新たにインターネットの普及が何をもたらしたのか、インターネットの存在が生活にどのように影響しているのか。今回実施した予備調査から、傾向を推察し、仮説を上げ、これらについて、検討・整理、分析を行い、考察した内容を報告する。
キーワード：学習者特性・行動分析　　連携型 MOT・産業教育　　ネット依存

１．はじめに

ＩＣＴ利活用、つまり情報活用能力を使うことである。その情報活用能力とは「収集、文責、整理・保管、表現、運用」である。この中には、基礎力（コアと５つの基礎力）が含まれている。さらに基盤力とは、「論理」と「数理」の力及び「ICT 基礎知識」のことである。この基盤力がコアで、「情報活用力」「ビジネスフレームワーク」「モチベーション」「コミュニケーション」が「５つの基礎力」として社会人に求められる能力として位置づけられている。この研究は 2019 年度第２回研究会において発表した。2017 年度の全国大会において発表した先行研究の「数理的処理や経営学などの研究で医療の人材育成、評価等」を参考に、研究会における前回までの研究報告の産業社会教育にも一歩踏み込んで検討、考察している。一つ目はその情報に対する実態調査を行った結果を別の視点から客観的に評価、検証する。二つ目は、社会にとって ICT は重要なインフラであり、個人に対しても同じである。科学技術の進歩は、新しい社会の創造を成し遂げた。その象徴であるインターネットが世界に普及し、

PC → 後の携帯電話 → スマートフォン

へ、変化している。本研究報告は新たに技術のインターネットの普及が何をもたらしたのか、インターネットの存在が生活にどのように影響しているのか。今回実施した予備調査から、傾向を推察し、仮説を上げ、これらについて、検討・整理、分析を行い、考察した内容を報告する。

２．インターネット依存調査と結果等

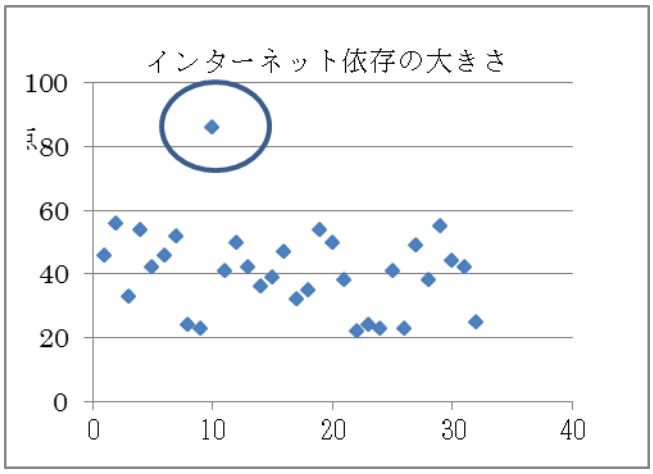
調査内容は「インターネット依存のチェック」として「インターネット依存の大きさ・生活への影響等のチェック 20 項目について「５段階」で答えてもらった。「全くない：１点、時々ある：３点、いつもある：５点」などの、質問項目・内容である。内容の一部は、

・インターネットで新しい仲間をつくることがありますか。→
・インターネットのために、仕事の能率や成果が下がったことがありますか。→
・睡眠時間を削って、深夜までインターネットをすることがありますか。→
・インターネットをする時間を減らそうとしても、できないことがありますか→
・インターネットをしている時間の長さを隠そうとすることがありますか。→

（残りの質問項目は、省略する）

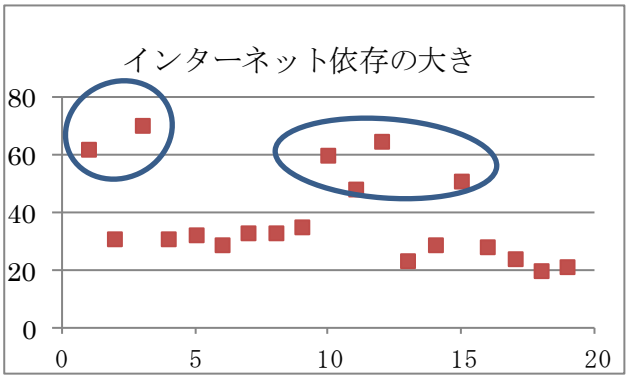
調査結果から、現代人は「平均的にオンラインを主としたオンラインユーザーである」、しかしそうでもない者いる。そうではない者は少数ではあるがインターネットが生活に重大な影響を与えていると考えている。

図１．インターネット依存チェック１



注）インターネット依存の調査結果の一部である。

図２．インターネット依存チェック２

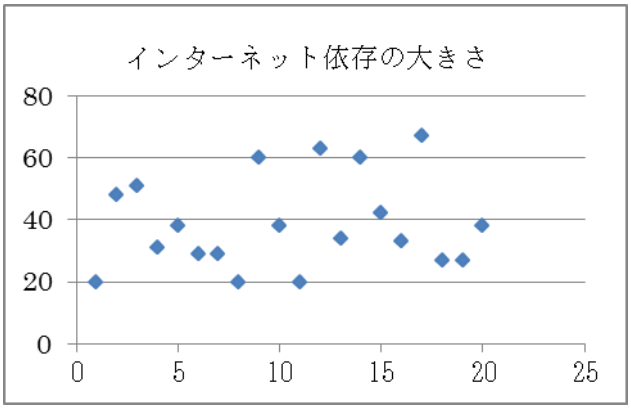


注）インターネット依存の調査結果の一部である。

今回、「インターネット依存のチェック」の実施は、インターネットの普及率の増加と世帯への PC 導入や携帯電話のインターネット機能の利用など、以前から問題視していた「依存症」への懸念である。また、新聞や TV ニュースなど、インターネット上のゲームアプリの利用、コミュニケーションに過度にのめり込んで、依存傾向にないのか、把握するためである。これらは、新聞と TV 等では深刻な問題としており、また社会的な問題に発展する可能性もある。そのための調査でもある。このインターネット依存度高いと、生活のリズムが変化し、例えば、健康、精神、学業、対人関係、そして家族・家庭で影響が出てくるのである。健康では、「視力低下、頭痛、遅刻、学習意欲低下、成績が落ちる」「眠れなくなる、切れやすい、すぐ怒る（怒りぽい）、けんかする」など、である。」

図３．では、３分の１は、依存度が高い、も。残りの３分の２は、「特に異常のあるオンラインユーザー」ではない。つまり、インターネットを主とした生活等ではないことが分かる。

図３．インターネット依存チェック２



注）インターネット依存の調査結果の一部である。

３．今後の課題について

今回初めてインターネット依存関係の調査を実施した。結果から、思ったより依存度が高く・大きくなかった。しかし、生活の一部であると把握・認識できる。さらに、今後も調査を実施し、詳細な整理・検討、考察を試みたい。

《参考文献》

（１）窪田, 金山：”社会環境の変化と情報教育の対行動意識”平成 19 年度情報教育研究集会論文集, 大阪大学 (2007).

（２）窪田, 金山：”情報教育と学部専門科目群との連携強化”, 平成 18 年度情報教育研究集会論文集, 広島大学 (2006).

（７）読売新聞社：”厚生労働省調査”, 読売新聞社, p. 20, 2007 年.

（８）窪田, 金山：”情報処理能力育成と教育の質保証との関係”, 教育システム情報学会全国大会 (2011).

SDN 技術理解のためのアンプラグドな演習の設計と実践

Design and Practice of Unplugged Exercise for SDN Technology

新村 正明[*1], 野瀬 裕昭[*2], 國宗 永佳[*3]
Masaaki NIIMURA[*1], Hiroaki NOSE[*2], Hisayoshi KUNIMUNE[*2]
[*1] 信州大学
[*1]Shinshu University
[*2] 長野県工科短期大学校
[*2]Nagano Prefectural Institute of Technology
[*3] 千葉工業大学
[*3]Chiba Institute of Technology
Email: niimura@cs.shinshu-u.ac.jp

あらまし: 新しいネットワーク技術である SDN(Software Defined Networking)技術では，パケットヘッダによる条件処理が中心であることから, 制御ソフトウェアにおいてデータフロー的な要素を考慮する必要がある．本研究では，パケットをデータフローと扱うことを体験的に学ぶため，SDN によるパケット制御を人間が処理するアンプラグドな演習を設計・実践した．
キーワード: 演習，アンプラグド，ネットワーク技術，SDN

1. はじめに

SDN(Software Defined Networking)技術は，2008 年頃に提唱された新しいネットワーク技術である．従来のネットワーク技術が，OSI 参照モデルに代表されるよう，通信機能を階層構造に分割して実装していたのに対し，ネットワークのトラフィックをすべてソフトウェアで制御する技術であり, Google のバックエンドネットワークの制御に用いられる[(1)]など，実ネットワークへの導入も進んでいる．

我々も，SDN 技術習得のための演習システム [(1)] を開発し，実際の授業への展開を行ってきた．しかし，SDN は，ソフトウェアによる制御と，ハードウェアによるパケット転送に分離されており，この役割の違いについて理解する必要がある．

そこで, SDN の制御ソフトウェア開発を行う前段階として，この違いを理解するためのアンプラグドなための演習の設計と実践を行った．今は，SDN 技術に実装例である OpenFlow によるパケット制御を対象とした．

2. OpenFlow の学習における問題点

2.1 OpenFlow の動作

OpenFlow によるネットワーク制御は，コントローラとスイッチの２つの機能により行われる．

まずスイッチは，パケットヘッダにおける部分一致による条件設定(Match)と，条件に一致した際に行う動作(Action)及び優先順位からなるフローエントリを複数持つ．この複数のエントリを保持するものをフローテーブルと呼ぶ．スイッチは，受信したパケットのヘッダに一致する Match を持つフローエントリを優先順位順に検索し，最初に一致したエントリの Action に従ってパケット転送を行う．

フローテーブルに一致するエントリがない場合には，そのパケットをコントローラに送り，コントローラは制御ソフトに従って新たなフローエントリを生成し，スイッチに送信する．

2.2 問題点

前節で述べたとおり，スイッチは指定された条件に一致した場合にパケットに対する処理を行うことから，データフローとして処理を考案する必要がある．これに対し，コントローラでは，制御構造をもつソフトウェアによりフローエントリが生成される．

このように，学習者は，パケット転送を直接制御するわけではなく，フローエントリにより間接的に制御しなければならず，作成するソフトウェアと実際のパケット処理に乖離が生ずることになる．

3. 演習設計

3.1 方針

問題点で述べたとおり，演習においてはコントローラのソフトウェア開発が中心となるが，パケットの処理をイメージすることが困難である．

そこで，まずパケットの流れに着目させる演習を検討した．このような演習のためのパケットの可視化については先行研究[(2)]があるが，SDN 向けに改変するにはコストがかかることから，実現が容易で，かつ，体験的に学ぶことが可能なアンプラグド教材として設計することとした．

3.2 演習構成

演習は，図 1 に示すようなループ状のスイッチ接続をもつネットワークを想定する．従来のネットワーク技術では実現困難であり，SDN 技術の理解に適している．また，各機能の分離が明確になるよう，少なくとも 1 人が 1 つのスイッチを担当し，コントローラ役 1 名，端末役 2-3 名を含めて 7 名程度でのグループワークとする．

3.3 端末

演習では，端末役の学習者間で ping を打つ場合のパケットの流れを再現する．ping では ARP 要求, ARP 応答，ICMP echo 要求，ICMP echo 応答の 4 パケットのやり取りがなされる．そこで，図 2 に示すような 4 パケットのヘッダ部だけ記入するテンプレートを用意した．

3.4 スイッチ

スイッチ役の学習者は，図 3 に示すようなフローテーブルシートを保持し，端末役から受け取ったパケットシートを, フローテーブルに従って処理する．また該当するフローエントリがない場合，後述のコントローラにパケットシートを送り，コントローラでエントリを追加してもらう．

3.5 コントローラ

今回は，パケットの流れに着目することを目的とし，制御ソフトウェアはこちらで提供することとする．そこで，コントローラ役の学習者には，図 4 に示すコントローラのソフトウェアを示したシートを配布する．これには，エントリの追加が容易になるよう，図 3 のフローテーブルシートと同様な形式で制御ソフトウェアが記述されている．

4. 実践

本提案により，長野県工科短期大学校の授業にて演習を行った．図 5 に演習風景を示す．

演習では，全グループで，ping を打つ場合のパケットの流れが再現でき，フローテーブルの情報等も正しく記載されたことから，SDN の動作原理については，概ね，理解が進んだと思われる．

しかし，スイッチ役がフローエントリを記入したり, 端末役が直接, 他の端末にパケットを渡すなど，役割分担が不明瞭になってしまう点が見受けられた．また，フローテーブルを確認せずにパケットを渡すなど動作原理に基づかない処理も見受けられた．

5. まとめ

本提案により，SDN 技術の動作原理の理解が進むであろうことが確認できた．今後は，パケット制御部分だけの演習にとどまっていることや，役割分担が不明瞭である等の問題点の解決を図っていく．

参考文献

(1) B Koley: “Software Defined Networking at Scale”, Google Research, (2014) https://research.google.com/pubs/archive/42948.pdf
(2) 百瀬拓也, 横山貴志, 國宗永佳,新村正明: “Web ベース統合開発環境による SDN 実習支援システムの提案”, 電子情報通信学会技術研究報告(教育工学), 115, 492, pp.7-10, (2016)
(3) 大脇裕也, 立岩佑一郎, 片山喜章, 高橋直久:“ネットワーク学習者支援のためのパケット可視化システムについて”, 電子情報通信学会総合大会講演論文集, 2, 82 (2015)

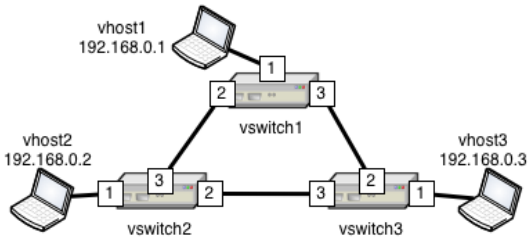


図 1 演習対象のネットワーク

ARP 要求	
送信先MAC : destination mac	ff:ff:ff
送信元MAC : source mac	
送信先 IP: destination ip	
送信元IP : source ip	
IP 192.168.0.[ ] を使っているのは？	

ARP 応答	
送信先MAC : destination mac	
送信元MAC : source mac	
送信先 IP: destination ip	
送信元IP : source ip	
IP 192.168.0.[ ] を使っています	

ICMP 要求	
送信先MAC : destination mac	
送信元MAC : source mac	
送信先 IP: destination ip	
送信元IP : source ip	

ICMP 応答	
送信先MAC : destination mac	
送信元MAC : source mac	
送信先 IP: destination ip	
送信元IP : source ip	

図 2 パケットシート

Priority	Match		Action
	source_mac_address :		
	destination_mac_address:		
	in_port:		
	source_mac_address :		
	destination_mac_address:		
	in_port:		
	source_mac_address :		
	destination_mac_address:		
	in_port:		
	source_mac_address :		

図 3 フローテーブルシート

条件		Priority	Match		Action
message.source_mac :			source_mac_address :		
message.destination_mac:	Switch Ready	100	destination_mac_address:		Port 1 へ Port 2 へ
in_port:			in_port:	3	
			source_mac_address :		
			destination_mac_address:		
			in_port:		

条件		Priority	Match		Action
message.source_mac :			source_mac_address :	message.source_mac	
message.destination_mac:		400	destination_mac_address:		Drop
in_port:	1		in_port:	3	
			source_mac_address :		
		400	destination_mac_address:		Port 2 へ
			in_port:	1	

図 4 コントローラシート



図 5 演習風景

システム開発における要求具体化スキル獲得支援環境の構築

Construction of a Skill Acquisition Support Environment for Requirement Embody in System Development

茂木 誠拓[*1]，古池 謙人[*2]，東本 崇仁[*1]
Tomohiro MOGI[*1], Kento KOIKE[*2], Takahito TOMOTO[*1]
[*1] 東京工芸大学工学部
[*1]Faculty of Engineering, Tokyo Polytechnic University
[*2] 東京工芸大学大学院工学研究科
[*2]Graduate School of Engineering, Tokyo Polytechnic University
Email: tomo1238hi@gmail.com

あらまし: システム開発では, 顧客の要求を具体化して整理する必要がある. 要求される各機能を整理し, 構造を読み取り, 再構築する能力の獲得が有用である. 本研究では, この能力の獲得支援環境を開発する. まず，システムに必要な各目標を文章で学習者に提示し，文章からタスクと操作対象を読み取り，分解をさせる．次に同一タスクの共通化，タスク毎の入出力の定義をさせ，システムのタスクを整理し再構築させることで，能力獲得を支援する．
キーワード：**プログラミング学習**，**要求定義**，**学習支援システム**

1. はじめに

要求に基づいてシステムを開発できる能力は，システム開発者にとって重要である．しかし，顧客と開発者の理解がずれている場合や，開発者が機能を十分に理解出来ていない場合には，プロジェクトが失敗してしまうことがある．要求工学やソフトウェア工学ではこれらの問題を解決するために，様々な要求分析手法が提案されてきた．

しかしこれらの手法では，要求分析の手順や注意点についてのみ重点がおかれているのみであり，開発者の能力や経験が不足している場合，手法をうまく活用することができないという問題がある．これらは，要求分析を演習する機会が開発者に不足していることに起因する．

システム開発では多くの場合，顧客の持っている要求に対して，要求を達成するために必要な機能の一覧が記述された文書が作成される．しかしこの文書には，機能の対象や動作が記述されていない，記述されていても表記に揺らぎが生じている，という場合がある．このような不完全な文書からシステムを開発するためには，記述されている機能の振る舞い，機能間の接続などを再整理し，その関係性を開発者自身が再構築できる能力が必要になる．筆者らはこれまでの研究でこの能力を要求具体化スキルと定義し，スキルの獲得を支援する学習環境について検討した[(1)]．本稿では，構築した学習支援環境について説明を行う．

2. 学習手法

今回構築した学習支援環境は，Activity-First Method[(2)]と呼ばれる手法に基づいている．この手法は(1)文章から処理の抽出, (2)抽出した処理の組織化, (3)処理の流れを分析，することでオントロジーの構築を行うものである．したがって，これを機能の一覧に対応した文章に応用することで，機能の関係性を整理できると筆者らは考えた．本稿で説明する学習環境では，機能の抽出とその関係性の再構築を演習形式で繰り返すことによって，要求具体化スキルの獲得を目指す．

3. 学習環境の構成

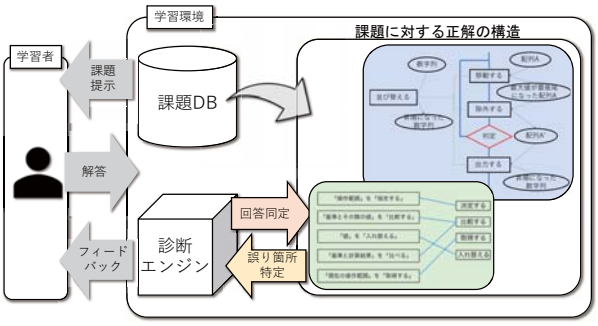


図 1 本学習環境の構成

図 1 に本研究で構築した学習環境の構成図を示す．本学習環境は Web アプリケーションとして開発を行なった．課題 DB 内に課題に対する正解の構造を保持しており，その構造と学習者の解答を診断エンジンによって比較することでフィードバックを行う．

学習環境の流れを図 2 に示す．本学習環境は大きく分けて 3 つのフェーズで構成されている．

(1) 概念抽出フェーズ

このフェーズでは，(a)問題文整形の画面で学習者に対して「基準とその隣の値を比較する」のように，処理対象と処理が含まれている短文を提示する．そこから「比較する」という処理と「基準とその隣の値」という処理対象を学習者自信に抽出させることで，文章中における処理と処理対象の関係について

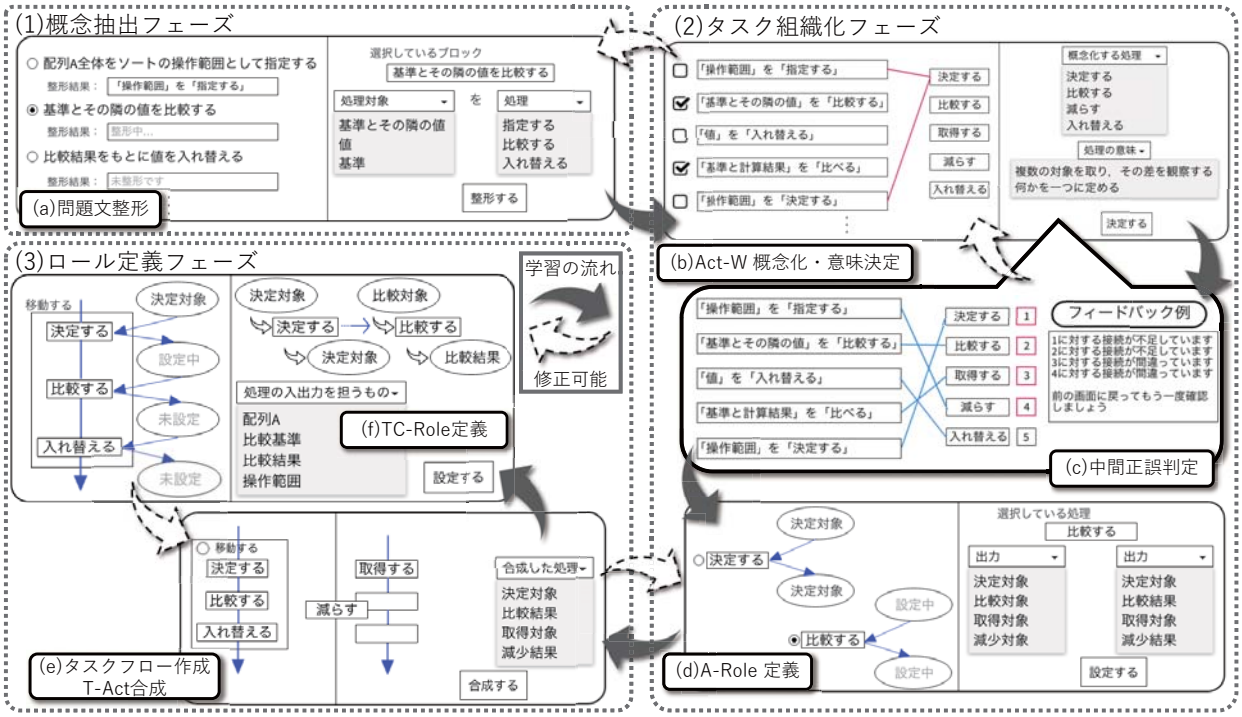


図 2 学習環境の流れ

理解を促す.

(2)　タスク組織化フェーズ

このフェーズでは，(b)アクティビティワード概念化・意味決定の画面で，(a)で抽出した「基準とその隣の値を比較する」や「基準と計算結果を比べる」といった処理に対して，「複数の対象をとり，その差異を観察する」という意味で「比較する」にまとめることができると考えさせる．これによって処理を表す単語の本質的な意味の理解を促す.

(c)の画面では，学習者の(b)での解答に対してフィードバックを与える.「基準とその隣の値を比較する」と「基準と計算結果を比べる」を「比較する」にまとめるという解答が正解になるが，学習者が「基準と計算結果を比べる」を「取得する」に接続してしまった場合,「比較するに対する接続が不足しています」「取得するに対する接続が間違っています」のように学習者の解答を診断し，(b)に戻ることを促す.

(d)の画面では，(b)でまとめた「決定する」や「比較する」などの処理に対して，「決定対象」や「比較結果」などの入出力を定義させることで，処理単体で見た場合の入出力を考えることを促す.

(3)　ロール定義フェーズ

(e)の画面では，(b)でまとめた「比較する」や「決定する」などの処理が表示される．学習者はその処理を見て「決定する」と「比較する」と「入れ替える」を組み合わせることで「移動する」を合成することができる，というように考えさせることで，小さな粒度の処理から共通点を見つけだし，大きな粒度の処理を作ることを促す.

(f)の画面では，(d)で定義した「比較対象」などの処理単体で見た場合の入出力を表示し，学習者はそれを参考にして“バブルソートにおいて「決定する」の入力を担っているのは「配列 A」である”といったように，コンテキストを考慮した状態の入出力を定義させることでシステムの流れを把握し，システムの全体像が理解できるように促す.

(f)の解答後，(c)と同様に入出力や合成の部品に対する正誤判定を行い，フィードバックを与える．全てのフェーズ終了後に，学習者が作成したシステムの構造を提示することで，自分の行なった作業と問題文の関係を認識させることを促す.

4.　おわりに

本稿では，要求具体化スキルの獲得を支援する学習環境の構築を行なった．構築した学習環境では AFM と呼ばれるオントロジー構築方法をもとに，文章から機能を抽出しその関係性を構築する方法を演習形式で繰り返し学ばせることで，要求具体化スキルの獲得を目指した.

今後の課題として，システムによる学習効果の検証や，フィードバック手法の検討などがある.

謝辞

本研究の一部は科研費・基盤研究(C)(18K11586)の助成による.

参考文献

(1) 茂木誠拓，古池謙人，東本崇仁: “システム開発における要求具体化タスクと支援環境の提案” 人工知能学会先進的学習科学と工学研究会，Vol. 86, To appear, (2019)

(2) 石川誠一，久保成毅，古崎晃司，來村徳信，溝口理一郎: “タスク・ドメインロールに基づくオントロジー構築ガイドシステムの設計と開発−石油精製プラントを例として−”，人工知能学会論文誌, Vol. 17, No. 5, pp. 585-597, (2002)

動画制作機器を用いた教育実践の始まりに関する考察

A Study on the beginning of educational practice using moving image production equipment

長谷　海平[*1]，筒井 武文[*2]
Kaihei HASE[*1], Takefumi TSUTSUI[*2]
[*1] 京都大学
[*1]Kyoto University
[*2] 東京藝術大学
[*2] Tokyo University of the Arts
Email: hase.kaihei.4a@kyoto-u.ac.jp

あらまし：カメラなどの動画制作機器を用いた教育実践は，専門家の育成を目的とした場合，映画の誕生期より取り組まれていることが明らかになっている．そして，専門家の育成を目的としない動画制作を通じた教育実践は，先行研究より，その始まりは1960年代以後であると示される傾向にある．
本研究では，1960年代以前に専門家の育成を目的としない動画制作を通じた教育実践が行われた可能性を検証し，考察を行う．
キーワード：映像教育，デバイス，映像制作，カメラ，

1. はじめに

動画の制作機器を用いた教育の実践は，映画の装置が発明された頃から取り組まれている．例えば，「映画の父」とされるリュミエール兄弟がその機器を公開したのは1895年のこととされているが，同年には弟のルイ・リュミエールによって命じられたジョルジュ・ミシェル・コワサックが興行用の映画制作に従事する「スタッフの教育」(1) に取り組み始めたとされている．このように専門家の育成を目的とする動画の制作機器を用いた教育の実践はその歴史の始まりは明瞭である．

今日では中等学校や高等学校などでの取り組みとしてビデオカメラやスマートフォンの録画機能，モバイル端末の録画機能など，動画の制作機器を用いた教育実践が少なからず取り組まれており，その手法だけ取り上げれば珍しいものではない (2)．

では，このように専門家の育成を目的としない場合について，動画制作機器を用いた教育実践の始まりはいつ頃であろうか．この疑問について調査・検証を行なった先行研究はいくつか存在し，共通する見解が示されている．しかしながら，その主張には再検証を要する点が存在する．

2. 先行研究

動画制作専門家の育成を目的としない中等学校や高等学校などでの動画の制作機器を用いた教育の始まりについて，主にふたつの観点から研究が行われている．ビジュアル・リテラシー研究の観点と，メディア・リテラシー研究の観点である．

これらの先行研究によると中等学校や高等学校などでの動画制作機器を用いた実践の始まりの時期は機器の発展の時期と関係が深いと述べられており，アマチュアでも扱えるカメラなどの機器が登場し一般化し始めた，1960 年代の初頭がその時期であるとされている．

2.1 動画の制作機器を用いたビジュアル・リテラシー実践の始まり

Mullen の研究 (3) によればビジュアル・リテラシーとして初めて動画制作を通じた教育の実践を行なった人物はアメリカの高校教師 Sullivan であるとされている．この実践は1965年に公用語（英語）の授業として取り組まれ，8mm フィルムカメラを用いて行われたものである．実践の内容や考察について Sullivan 自身が報告 (4) を残しており，「映画の制作を学ぶことは日常的な映画表現の能力を育むことになる」と実践の意図を述べている．Mullen は Sullivan の残したそのほかの記録や報告と併せて考察を行い，1965年に行われた Sullivan の取り組みこそがビジュアル・リテラシーとして最初期の動画制作を通じた教育者（パイオニア）であると主張している．

2.2 動画の制作機器を用いたメディア・リテラシー実践の始まり

メディア・リテラシー研究においても，動画の制作機器を用いた実践の始まりは，ビジュアル・リテラシー研究と同様に1960年代であるとされている．

例えば，Moody はメディア・リテラシーの観点から1960 年代中盤から 1970 年代中盤にかけてアメリカのニューヨーク州ウェストチェスター群の公立学校で実践された実写動画制作をその最初期のものとしている (5)．Hobbs もまた 1960 年代が動画の制作機器を用いた教育実践を取り組み始めた時期としており，その社会的な背景としてポータブルなビデオ

カメラが普及したためである[6]と述べている．また，Fedorov によればアメリカで 1960 年代に動画制作を通した教育実践がはじまった背景には，実写動画を制作する上で比較的安価でコンパクトな 8mm などのフィルムやカメラ，現像に必要な薬品が出回ったことなどが挙げられる指摘している[7]．

Mullen の研究でも 8mm フィルムとカメラが制作を通じたビジュアル・リテラシーの始まりに用いられていたことから，1960 年代ごろの絵動画制作機器の発展が，中等学校や高等学校などの普通教育における動画の制作機器を用いた教育を促したとする観点は状況からすると正しい主張のように見える．

3. カメラの普及時期と先行研究への疑問

家庭用のビデオカメラが登場したのは 1965 年であり，この年に「世界で初めて家庭用として実用化された VTR」[8]としてソニー株式会社の CV-2000 が登場した．このことから，Hobbs が述べるように 1960 年代を動画の制作機器を用いた教育実践の始まりの時期とする先行研究の主張は一応正しいように見える．しかし，8mm フィルムカメラの登場は 1932 年のことである[9]．また，8mm フィルムはアマチュア・家庭用として登場している．もし，アマチュア向け動画制作機器の登場や普及がその始まりに重要な意味を持つのであれば，1960 年以前にも普通教育の場で動画制作機器を扱った教育実践を可能とする環境は存在していたと考えられる．

機器の登場とその機器が社会に馴染む時期が異なり，結果として登場より 30 年ほど遅れて，8mm フィルムやカメラを用いた教育実践が普通教育の中で扱われ始めた可能性はある．しかし，これは推測に過ぎず，実際にはいかなる状況であったのか疑問が残る．

4. 1960 年以前の教育機関における動画制作機器の普及状況

Alvin は 1939 年[10]と 1945 年[11]にアメリカ，イリノイ州におけるオーディオ・ビジュアル機器の教育環境への普及について調査を行い，その結果を残している．この報告によれば，1940 年前後には 15% 程度の中等学校や高等学校などいわゆる普通教育機関にフィルムカメラが備わっていたことが示されている．また，Alvin は学生と機器の関係性についても調査を行なっており，半数程度の回答者がフィルム関連機器を学生に操作させていたことが示されている．

それら教育機関に配置されていたカメラが 8mm フィルムカメラであるか否かは不明である．しかし，少なくとも当時，一定割合の教師や学生の近くに動画制作機器が存在しており，それらは学生でも扱えるものであったと見なされていたのは明らかである．

このことから，1960 年代以前に動画制作機器を用いた教育実践を行う環境が存在していたのであり，1960 年代の新しい動画制作機器の登場や普及が動画制作機器を用いた教育実践を促したとする先行研究の主張は不確かなものであると言える．

5. まとめと今後の課題

本研究の結果から，先行研究の示す専門家の育成を目的としない，動画制作機器を用いた教育実践の始まりを促したのは，1960 年代ごろに登場した動画制作機器や機器の普及状況であると断言できないことが明らかになった．また，この主張は同時に動画制作機器を用いた教育実践の始まりの時期が 1960 年代ではない可能性があることも示している．しかし，本研究が示すことができたのはあくまでもその可能性であり，事実を示すにはさらなる調査を必要とする．

今後は 1960 年代以前に本研究が対象とする実践が行われていたか否かについて，特に実践環境が整っていたアメリカの事例を中心に調査し，本研究で示された可能性の検証に取り組む．

謝　辞

本研究は JSPS 科研費 18K02819 の助成を受けたものです．

参考文献

(1) ジョルジュ・サドゥール, 村山匡一郎・出口丈人訳: “世界映画全史 2 -映画の発明 初期の見世物-”, 国書刊行会, p86 （1992）
(2) 下口美帆, 長谷海平, “雑誌『教育美術』に見る映像メディア表現 -映像制作を用いた実践の概観とその意義-”, こども教育研究 第 1 号, pp.93-104,（2014）
(3) MULLEN, Lawrence., “Sister Bede Sullivan: Pioneer of Visual Literacy”, Journal of Visual Literacy, 24（2）, pp.99-120 （2004）
(4) SULLIVAN, Bede., "Making Movies in High School”, The English Journal, 54（5）, pp. 433-435（1965）
(5) Moody, K. The Children of Telstar. Early Experiments in School Television Production. New York: Vantage Press（1999）
(6) HOBBS, Renee., JENSEN, Amy., “The past, present, and future of media literacy education”, Journal of media literacy education, 1（1）, p.3 , （2009）
(7) Fedorov, Alexander. "Media education around the world: Brief history." Acta Didactica Napocensia,1（2）, p57（2008）
(8) 産業技術史資料情報センター,「2011 年度登録『重要科学技術史資料（未来技術遺産）』」, http://sts.kahaku.go.jp/material/index.html （参照 2019.6.15）
(9) Kodak, Milestones, https://www.kodak.com/us/en/corp/aboutus/heritage/milestones/default.htm （参照 2019.6.15）
(10) ALVIN B. ROBERTS., “Status of Visual Instruction by Projection in Illinois”, Educational Screen, pp.239-241 and 267 （1939）
(11) ALVIN B. ROBERTS., “Trends in Audio-Visual Instruction in Illinois”, Educational Screen, pp.185-187 and 196（1945）

学部新入生の BYOD 環境の活用を支援する環境の構築

Building BYOD Environment supported for First-Year Students

尾崎 拓郎[*1]，佐藤 隆士[*1]
Takuro OZAKI [*1], Takashi SATO [*1]
[*1] 大阪教育大学 情報処理センター
[*1]Information Processing Center, Osaka Kyoiku University
Email: {ozaki[*1], sato[*1]}@cc.osaka-kyoiku.ac.jp

あらまし：大阪教育大学では，情報活用能力の育成と，それらを活用した学校教員としての指導力を養成するために，平成 29 年度学部入学生よりノートパソコンの必携を行っている．入学直後の学部新入生に対する，BYOD 環境のセットアップ作業の支援方法および支援体制の改善を行った結果，新入生に対する ICT 環境活用に対して一定の成果が見られた．本報告では，具体的な支援改善方法とその結果を述べる．
キーワード：BYOD，ノートパソコン必携，活用支援

1. はじめに

大阪教育大学（以下，本学）では，豊かな教養と広い視野を有し，教育現場を担える人材を輩出するポリシーのもと，学生の ICT 利活用能力の向上を目指すべく，2015 年からノートパソコン（以下，PC）の必携についての議論を重ね，2017 年度の学部入学生から PC 必携を行っている [(1)]．本稿では，学部新入生に対する支援の改善について，実践した内容およびその効果と課題について述べる．

2. 必携端末の仕様

調査やアンケートをもとに，更に検討を深め，2017 年度から情報端末の必携化が実施される運びとなった．検討ワーキングで検討した結果，2019 年度の必携情報端末の仕様概略は以下のとおりである．

- ネットワーク：Wi-Fi で接続可能
- バッテリ： 8 時間以上推奨
- ハードウェアキーボードを有する
- OS：Windows 10 (1803) もしくは macOS 10.14 にアップデート可能な OS であること
- Office：Word, Excel, PowerPoint 相当
- セキュリティ：定義の自動更新が可能

大学として，学生への負担を軽減するため，ウイルス対策ソフトについては包括ライセンスを契約し，Office に関しては学生向け Microsoft Office ライセンス特別プランが利用可能なように取り計らい，学生へ周知を行っている．

2.1 PC のセットアップ

PC のセットアップは，授業開始までに新入生自身で PC が利用可能な状態とするように，合格者通知を通じて案内を行っている．

しかし，様々な理由により，新入生自身によるセットアップが適わないことが想定されたため，全学必修授業の ICT 基礎 a の時間を利用して，セットアップの確認を行うようにした．

2.2 ノートパソコンの点検届

本学では，PC 必携事業以前は，学生の所持端末についての把握をしてこなかったが，必携端末の仕様を定めているため，新入生が所持する端末については，学生の自己点検に基づき，「ノートパソコン点検届」（以下，点検届）を課すようにしている．この取組は，広島大学の例 [(2)] を参考にしている．

点検届では，下記の内容を自己点検により学生自身に記入しもらい大学に提出するように案内した．

- PC メーカおよび型番
- OS の種類とエディション
- OS ビット数
- 無線 LAN の規格
- バッテリ駆動時間
- ウイルス対策ソフトウェア名
- インストールされた Office スイート及び Office のアプリケーション名

これらの取りまとめについては，本学情報処理センターの下部組織である ICT 教育支援ルームが行った．点検届の回収は，全学必修の情報基礎科目である ICT 基礎 a で行い，授業時間以外での提出を可能にするべく，別途 ICT 教育支援ルームへの提出も可能とした．なお，誤記入や未記入等，入力不備に備えるべく，A4 紙での配布・回収の方式をとった．

ICT 教育支援ルームにて記入内容に対しての確認作業を行い，未記入や不備があった届出に対しては，学生への再提出を促すようにした．2017 年度における点検届の回収率は 96.9%，2018 年度は 97.9%（920/940），2019 年度は 97.5%（892/915）であった．全体数が減少しているのは，夜間部学生の 3 年次編入生への調査が行われていないためである．

PC 必携初年度の 2017 年度では，様々な記入に対応する処置方法を持ち合わせていなかったため，原則として，点検届に記載された，いわゆる疑問票については，ICT 教育支援ルームの担当教員がその都度記載事項について確認を行っていた．そのため，点検届記載事項の集計にはかなりの時間を要する事

となった．2018・2019 年度では，点検届に記載事項想定シートを作成し，関係者に対して，事前の情報共有を図った．

3.　利用者の情報活用能力向上に向けた支援体制

必携 PC へのウイルス対策ソフトウェアのインストール支援や，所持端末に対するネットワーク接続支援，大学メールの送受信設定等の利用者からの問い合わせについては，ICT 教育支援ルームが窓口となっており，学生スタッフが対応している（授業日平日の 10:30 – 16:30）．2019 年 6 月現在，16 名の学生スタッフが在籍している．

3.1 新たな学生スタッフへの研修とヘルプデスク体制の構築

2019 年度 4 月からは新たな学生スタッフとして，現行の学生スタッフ 16 名中 6 名の学生スタッフを迎え入れることとなった．2017 年度，2018 年度に在籍していた，これまでの運用方法を熟知していた学生スタッフの多くが卒業したため，運用方法のノウハウを持った学生スタッフが年度当初には人数が限られている．

年度当初の 4 月は，必携 PC のセットアップ対応に多くの時間を費やすこととなり，授業時間内でセットアップの確認ができなかったり，大学の ICT 環境に対して質問があったりする学生が多く来訪することとなった．結果的に学生スタッフに対しては実際の対応をしながら研修を行うこととなり，「自分自身がそのトラブルに立ち向かうような感覚で業務に臨んだ」「人に頼らずに自分で調べてみるようになった」といった感想を確認している．

図 1 に ICT 教育支援ルームにおける 2019 年度の日別来訪件数の推移，図 2 に案件別の来訪数を示す（4/8 – 6/14）．4 月の 2 週目の来訪件数が多いことが伺える．とくに，PC のセットアップ関係（ネットワークの接続，ウイルス対策ソフトウェアのインストール，メールの設定，Office ソフトウェアのセットアップ）の件数が多いことが確認できる．

3.2 来訪者の分析を踏まえたマニュアルの提示

2018 年度では，訪問者のヒアリングシートから，依頼内容のカテゴリ分類を行い，利用者のニーズを把握し，重点対策箇所の分析を行った．これまでの対応実績から，年度はじめの必携 PC セットアップ

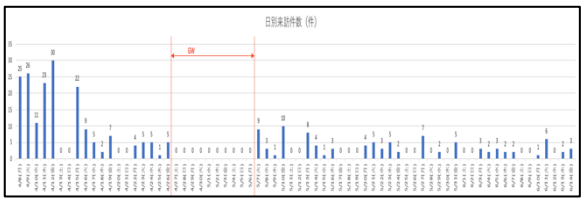


図 1　ICT 教育支援ルームにおける 2019 年度日別来訪件数（4/8 – 6/14）

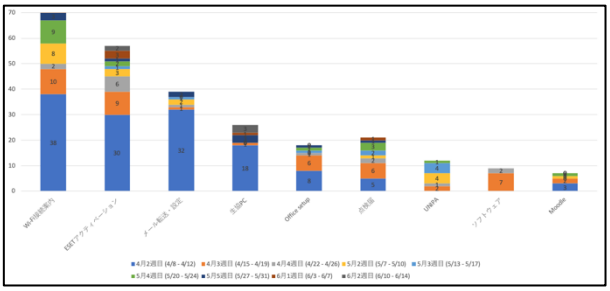


図 2　ICT 教育支援ルームにおける 2019 年度案件別来訪数（4/8 – 6/14）

特需に対応することと，学生スタッフの対応力に差異が見られたため，優先順位を検討するためのデータ収集を行い，訪問者の需要に対応できるような体制を取ることができた．

この体制を実践すべく，2019 年度では，マニュアルの再整備を行った．具体的には「Wi-Fi 接続マニュアル」「メール接続マニュアル」「ウイルス対策ソフトウェア導入マニュアル」を刷新し，簡易版を ICT 基礎 a の授業時に配布した．また，詳細版は ICT 教育支援ルームに閲覧可能な冊子体を整備し，来訪者の需要が発生した際に，随時閲覧しながら利用支援を行う形を取り，フローを簡略化した．

4.　支援体制の向上を目指して

ICT 教育支援ルームの学生スタッフは，単なるヘルプデスクにとどまらず，学生スタッフ自らが考えて，学生に対する ICT 利活用を中心とした支援に貢献できる組織を目指している．

そのために，他大学学生スタッフとの交流や IT 関連企業との交流，学生スタッフの ICT 利活用スキル向上の自主プロジェクトの運用を行い，ICT 教育支援ルームの強化を行っている．

5.　おわりに

本稿では，学生の ICT 利活用能力の向上を目指すべく，2017 年度の学部入学生から，ノートパソコンの必携事業を行い，それに関連したヘルプデスクとしての ICT 教育支援ルームの取組と，支援の改善を目指した取組を来訪者の記録をもとに報告を行った．

PC 必携事業を開始した過去 2 年の実績をもとに，学生への IT ヘルプデスクとしての対応が改善されつつある．今後も，学内外との交流を通じて，組織への貢献に務める．

参考文献

(1) 尾崎拓郎，佐藤隆士，片桐昌直，学習管理システムを利用した全学情報関係共通必修科目「ICT 基礎 a」の実践，大学 ICT 推進協議会 2017 年度年次大会，WA2-6，(2017)

(2) 天野由貴，広島大学のノートパソコン必携化の取り組み～教員・学生アンケートの結果から～，情報処理学会　第 21 回教育学習支援情報システム研究発表会，CLE-2017-21(6)，pp.1-6，(2017)

タブレットによる動画視聴時の気づきの取得に関する考察
ー認知～操作の反応速度に注目してー

Consideration of Tablet Use when Watching Audiovisual Aids Focusing on the Response Rate in Human Act of Awareness

舘 秀典[*1], 立野 貴之[*2], 加藤 由樹[*3]
Hidenori TACHI[*1], Takashi TACHINO[*2], Yuuki KATO[*3]
[*1] 東京福祉大学 保育児童学部 / CRET
[*1]School of Childcare early childhood education, Tokyo University of Social Welfare
[*2] 松蔭大学 観光メディア文化学部
[*2] Faculty of Tourism and Culture, Shoin University
[*3] 相模女子大学 学芸学部 / CRET
[*3] Faculty of Arts and Sciences, Sagami Women's University
Email: hitachi@ed.tokyo-fukushi.ac.jp

あらまし：本稿では，筆者らが開発した，動画視聴時の気づきのタイミングと場所を取得し共有するシステムを利用する際に，利用者が意図したタイミングで意図した場所を指摘できるか，認知から操作に至までの反応速度について調査を行った．その結果，提示から 1 秒程度の遅れが生じる事が明らかとなった．
キーワード：テスト　教育測定　教育ソフトウェア開発　マルチメディア　気づき

1.　はじめに

一般的に学習成果や知識を測るには，各種テストによる数値としての評価を行う事が多いが，保育の現場や教育実習等の人材育成の分野に関しては，数値化する事が難しく，一般のテストでは測定に種々の課題が存在するものがある．筆者らは，保育士養成校における授業において，数値化しにくい学生の気づきや考え方・意識を視覚化し，記録された気づきをコメントとともにタイムランで一覧表示する事ができるシステムを先行研究で開発した．本稿では，開発したシステムを利用する上で懸念・留意する必要があると思われる気づき～反応までの速度についての実験結果を報告する．

2.　先行研究にて開発したシステム

過去に開発したシステムは，保育士養成のカリキュラムにおける実習前および実習後指導等の評価での利用を想定して開発を行ったが，教育現場における振り返り，グループディスカッション・研修会，医療・福祉現場におけるヒヤリハットの気づき等，様々な分野で活用できると考えられる．

具体的には，動画中の気になる点をタッチして，コメントを入力するシステムであり，情報を共有し，ディスカッション等に活用することが可能となる．

システムは，下記の３つの特徴を備えている．

1．学習者は，動画の視聴中に，動画中の気づきの場所とコメントを気づいたタイミングで付与できる．

2．教員用の画面では，タイムライン上の気づきポイントをクリックすると数秒前から動画再生が可能であり，画面中の気づきポイントとコメントとが同期表示され，利用者の気づきを時系列で表示し，他者との比較も可能としている．

3．Web ブラウザから利用可能である (図 1 ,図 2).



図 1　学生用画面



図 2　一覧画面

3.　今回の実験

本システムでは，動画の再生中の気づきを記録するために，利用者は画面をタッチして気づきの場所の入力を行う．その際の瞬時の判断に起こる，タッ

チする場所が意図した場所や気づき～該当箇所をタッチするまでの反応の遅れが，利用者の気づきのタイミングと大きく異なる事は望ましくなく，また，システムによって補正や許容範囲を広げる等の調整を行う事が必要となる．本実験では，気づき～入力までのタイミングのずれの測定を行った．

3.1 調査項目

今回は，ユーザーインターフェースの評価として実施した．利用者が動画を視聴中に，動物のイラストを提示し，タッチされるまでの時間の遅れ，場所のずれの測定を行った．また，アンケート項目として，普段利用しているスマートフォンのアプリ（反応速度が重視されるゲーム等を利用しているか）等についても調査を行った．

3.2 システムの詳細

システムはブラウザから利用するが，利用者がタッチ入力する動画再生範囲の仕様は以下とした．

・画像グリッド　：72×48
・動画制御　　：100/60(ms) ≒ 160ms

3.3 対象・内容

大学生 60 名(男 30，女 30)を対象とし，配布されたタブレットのブラウザ(Chrome)から実験用 Web ページにアクセスし，システムを利用した．

実験用ページにて動画を閲覧し，突如表示される動物のイラストをなるべく早く正確にタッチする事を課題とした．イラストは画面の中央と，中央から 4 隅に寄せた 5 カ所について調査した．

タブレットの持ち方は各自の自由とし，利用しやすい持ち方で行うようにと指示を行った後，利用者の意識を動画に集中させるため，映像についての質問を後ほど行うと説明し，内容についての質問用紙を配布した．また，今回の目的である，反応速度と反応箇所の取得については説明を行っていない．

3.4 結果

画像の提示からタッチされるまでの時間と，タッチされた場所には，被験者によってばらつきが見られた（図３，図４，図５）．

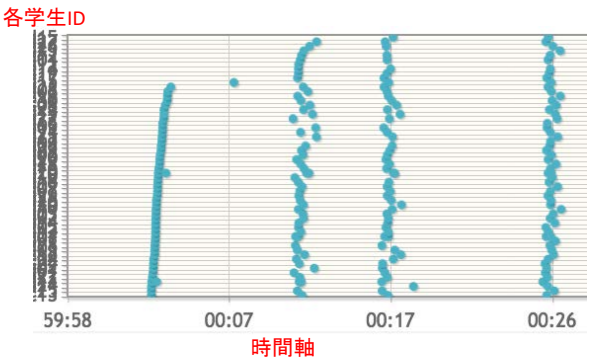


図３　反応からタッチまでのばらつき

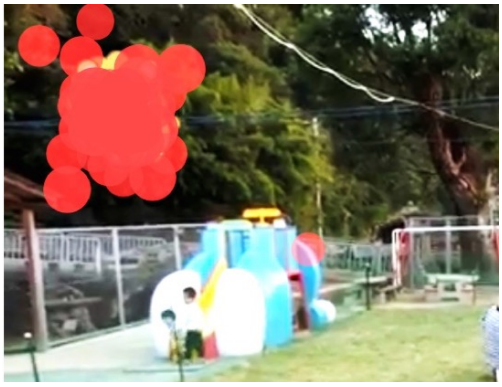


図４　タッチされた場所（部分拡大）

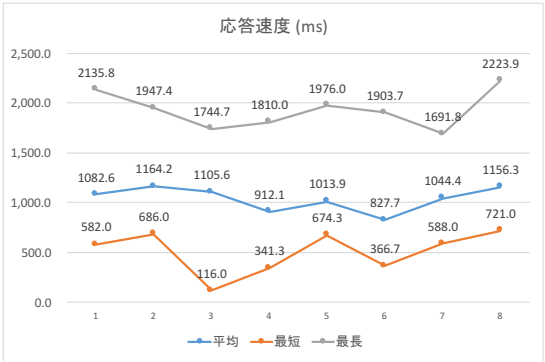


図５　反応速度：認識～判断～動作　までの時間

3.5 考察

本結果から，画面上に画像が提示されてから，認識，判断，動作までに 1 秒以上を要する事が分かった．また，とっさの判断で操作を行ったためか，イラストを正確にタッチする事ができない場面も見受けられた．

4.　まとめ

今回測定した反応時間は，一連の流れの中がある実習中の動作や保育園における園児の動作等ではクリティカルなものにはならないが，ドライブレコーダーの動画から見る交通事故の要因等では，意図しない場所が指摘対象となってしまうため，考慮する必要がある．本システムの活用において，どのような動画を利用するかにより，データとして記録する時間の調整を行う必要がある．

謝辞

本研究は教育テスト研究センター(CRET)および JSPS 科研費 JP19K02647 の助成を受けたものです．

参考文献

(1) 舘秀典，立野 貴之，矢野景子，河合光利：“保育士養成の学習支援システムと授業プログラムの開発”，第 41 回教育システム情報学会 全国大会 講演論文集 293-294 (2017)
(2) 舘秀典: “学習者の気づきに着目した学習成果確認システムの開発”，日本教育工学会 第 33 回全国大会 講演論文集, 2a-101-02 (2017)

写真データを用いてシームレスな学びを支援する次世代 e ポートフォリオの提案

Proposal of a Next Generation e-Portfolio for Promoting Student Seamless Learning by Utilizing Photo Data

丸山 浩平[*1,2]，森本 康彦[*3]
Kohei MARUYAMA[*1,2]，Yasuhiko MORIMOTO[*3]
[*1] 東京学芸大学大学院連合学校教育学研究科，[*2] 信州大学
[*1] The United Graduate School of Education Tokyo Gakugei University，[*2] Shinshu University
[*3] 東京学芸大学
[*3] Tokyo Gakugei University
Email: r199003w@st.u-gakugei.ac.jp

あらまし：本研究では，e ポートフォリオを活用した児童生徒のシームレスな学びを支援することを目的とする．具体的には，写真データを用いて，各教科等や学校外の課外活動，家庭学習といったあらゆる学習活動における e ポートフォリオを蓄積・活用して学びを振り返ることによるシームレス学びを支援するモデルを提案し，次世代 e ポートフォリオとして開発することを目指す．実物や紙の学習の記録をも写真に撮ることで，電子的に e ポートフォリオとして蓄積・活用できるようになり，これまでに学び身に付けてきたことを継続的に振り返って，次の学習へつなげるシームレスな学びを支援できると期待される．

キーワード：e ポートフォリオ，写真データ，学びのアルバム，教科横断的な学び，シームレスな学び

1. はじめに

新学習指導要領では，主体的・対話的で深い学びを通じて，「知識・技能」の習得，「思考力，判断力，表現力等」の育成，「学びに向かう力，人間性等」の涵養が求められている．これらの資質・能力を様々な場面で統合的に働かせることができるように，単元や題材など内容や時間のまとまりを見通して重点の置き方等に工夫を加え，各教科等及び各学年間の連携を図ったり，長い期間をかけて学習活動を展開するなど，教科横断的な視点を重視した教育の中で資質・能力を育成していくことが求められている(1)．

また，児童生徒に「どういった力が身に付いたか」といったよい点や進歩の状況など学習の過程や成果を評価し，資質・能力の育成に生かす学習評価が求められている．この学習評価は，テストの結果のみならず論述やレポートの作成，発表，グループでの話合い，作品の制作等といった多様な活動を対象に多面的・多角的に評価し(2)，学習履歴，学習記録，学習成果物等の授業・学習の記録（e ポートフォリオ）を有効につなげ，データに基づいた児童生徒自らの学習の振り返りに生かすことが重要とされている(3)．

つまり，児童生徒には，各教科等や学年を問わないあらゆる学習の記録を e ポートフォリオとして蓄積し，蓄積された e ポートフォリオに基づいて継続的に学びを振り返ることにより，これまでに身に付けたことを活用しながら次々と学んでいく「シームレスな学び」が求められていると考えられる．

しかし，学習活動では，実物や紙ベースのポートフォリオが生成されたり，実技や実習といったその場限りの学習活動も行われたりするため，あらゆる学習活動における e ポートフォリオを蓄積していくことは難しい．このため，多様な学びの内容や文脈においても e ポートフォリオを密に蓄積し，児童生徒の継続的な学びの振り返りを促し，シームレスな学びを支援していくことが求められると考えられる．

そこで，本研究では，e ポートフォリオを活用した児童生徒のシームレスな学びを支援することを目的とする．具体的には，写真データを用いて日常の学びにおける e ポートフォリオを蓄積・活用することでシームレスな学びを支援するモデルを提案し，次世代 e ポートフォリオとして開発することを目指す．

2. 写真データを用いたシームレスな学びを支援する次世代 e ポートフォリオ

2.1 写真データを用いたシームレスな学び支援モデル

写真は，スマートフォンやタブレット端末により容易に撮影できる．また，写真データには，日付や GPS による地理情報も含められるため，いつ，どこの，どのような写真かを絞り込めることから，写真を学びをアルバムとして整理し見える化することで，これまでの学びの振り返りを促すことが期待できる．

そこで，本研究では，写真データを用いたシームレスな学びの支援モデルを提案する（**図 1**）．本モデ

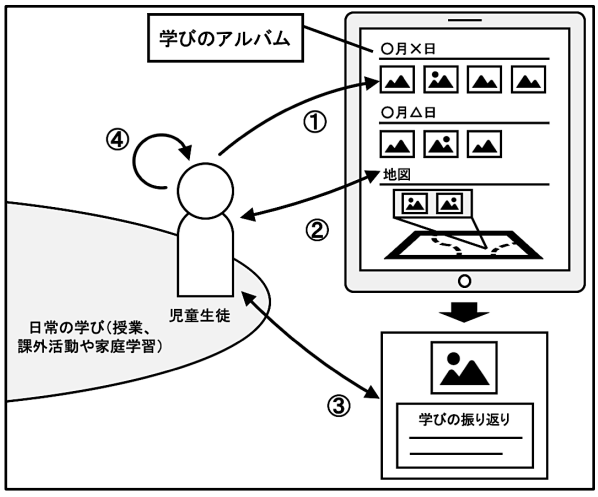


図 1 写真データを用いたシームレスな学びの支援モデル

ルでは，児童生徒は，日常の学びにおける学習の記録を写真に撮ることで e ポートフォリオとして蓄積していく．そして，蓄積された写真データを活用し，「いつ」，「どこで」，「どのようなことを学んだか」に応じた学びのアルバムに整理し見える化することで，学びの振り返りを促し，シームレスな学びを支援していくことを目指すものである．具体的には，次の流れでシームレスな学びに取り組んでいく．

① タブレット端末等を用い，学習の記録（作成・記述した記録，取り組んでいる様子や大切だと思ったこと）を写真に撮って蓄積する．
② これまでに蓄積された写真（学びのアルバム）から，いつ，どこで，どのようなことを学び,取り組んできたかについて見返す．
③ ②で写真を見返して，蓄積された写真が表す学びにおいて，自身が何をどのように考えていたかの学びの振り返りを，写真を選んで記述する．
④ ②と③による写真の振り返りを踏まえ，蓄積した写真そのものを教材とし次の学びに活用する．

たとえば，児童生徒が，授業や学校外等の課外活動や家庭学習における学習活動で作成，または作成途中の紙ベースのポートフォリオや活動の様子そのもの，および，学習活動をする中で大切だと思ったことを写真に撮っていく（**図 1**:①）．そして，学習活動後やある学びの区切りの時に，蓄積された学びのアルバムを見返して，「いつどのようなことを学んだか」や，「どこでどのようなことを学んだか」を想起，把握し（**図 1**:②），写真を選択してその写真が表す学びにおける学びの振り返り（この時，何に取り組んでいたか，どのようなことを考えていたか，今後の学びにどう生きるかなど）を記述する（**図 1**:③）．写真を見返したり，学びの振り返りが終わった後，蓄積された写真そのものを教材として活用しながら次の学びにつなげていく（**図 1**:④）．

このように，児童生徒が取り組んだ紙ベースの記録や実物，実技の様子でさえも写真に撮ることで e ポートフォリオとして扱え，密に蓄積することが可能になる．そして，蓄積された写真データを，時系列，地理情報別，学びの文脈や内容別に形を変えて見える化することで，これまでの学びの振り返りを促すとともに，これまでの学びを生かしたシームレスな学びを支援することが可能になる．また，写真を並べてこれまでの学びをたどっていくことで，学年や学期にわたってどれだけ成長したかや，児童生徒自身のよい点や可能性，進歩の様子を学習評価し，資質・能力の育成につなげていくことが可能になる．

2.2 写真データの活用による次世代 e ポートフォリオに求められる機能

提案モデルによる児童生徒のシームレスな学びを支援する次世代 e ポートフォリオに求められる機能として以下があげられる．

機能（1）写真データ蓄積機能（**図 1**:①に対応）

児童生徒のあらゆる学びにおいて撮影した写真データをオンライン，オフライン問わずに蓄積，アップロードできる機能が求められる．

機能（2）写真データ分析・分類機能（**図 1**:①②に対応）

蓄積された写真データから，日付時刻，地理情報，学びの内容や文脈を分析し，時系列別，地理情報別，学びの内容や文脈別に写真を分類できる機能が求められる．ここで，現在の端末自身の位置情報や EXIF 情報から地理情報を分析することや，写真データが表す学びの内容や文脈を分類することが重要である．

機能（3）学びのアルバム機能（**図 1**:②に対応）

写真データの分析・分類結果に基づいて，写真を「時系列別」,「地理情報別」,「学びの内容や文脈別」に学びのアルバムとして見える化する機能が求められる．ここで，学びのアルバムは，児童生徒が見返す時に，任意にアルバムの表示別を変えて，これまでの写真を見える化し，見返せることが重要である．

機能（4）学びの振り返り機能（**図 1**:③に対応）

蓄積された写真が表す学びにおける学びの振り返りを行って記述できる機能が求められる．ここで，ただ写真に対する事実や感想を記述するのでなく，その時何をどのように考えていたか，次に向けてどのように生かしていくか，といったメタ認知を働かせながら振り返って記述することが重要である(4)．

機能（5）シームレスな学び支援機能（**図 1**:④に対応）

蓄積された写真やその学びの振り返りの記述そのものを教材として活用し，次の学びにつなげていくことを支援できる機能が求められる．ここで，写真を見返す時などシステムを利用している時に，「今取り組んでいる学びとこれまでの学びはどうちがうかな」や「今日取り組んだ学びは次どのような学びにつながるかな」と学んだことをつなげて活用していくことを促すプロンプト（声かけ）を適応的に提示し，自問自答を促すことが重要である．

3. おわりに

本研究では，写真データを用いてシームレスな学びを支援するためのモデルを提案し，そのモデルに基づく次世代 e ポートフォリオに求められる機能について述べた．今後は，本モデルに基づく次世代 e ポートフォリオを開発し有効性を明らかにしていく．

謝辞

本研究は，科研費（17K01074），（19H00181）の助成を受けた．

参考文献

(1) 文部科学省:“小学校学習指導要領（平成 29 年告示）解説 総則編”，東洋館出版社，東京（2018）
(2) 文部科学省:“児童生徒の学習評価の在り方について（報告）”，http://www.mext.go.jp/b_menu/houdou/31/01/1412838.htm （2019.06.18 参照）
(3) 文部科学省:“「2020 年代に向けた教育の情報化に関する懇談会」最終まとめ”, http://www.mext.go.jp/b_menu/houdou/28/07/1375100.htm （2019.06.18 参照）
(4) Maruyama, K. and Morimoto, Y.: “DEVELOPMENT OF A STUDENT REFLECTION SUPPORT SYSTEM BY AUTOMATIC CLASSIFICATION OF SENTENCES OF REFLECTION ON LEARNING USING A CUSTOM MACHINE LEARNING MODEL”, *Proceedings of 11th annual International Conference on Education and New Learning Technologies (EDULEARN2019)* (In Press).

VR を用いた立体構造物の学習を促す支援システムの提案
－結晶格子の学習を対象として－

Proposal of a learning support system for the 3D object using VR
-For understanding of crystal structures-

布施 詠政[*1]，小山 慎哉[*2]，倉山 めぐみ[*2]
Eisei FUSE[*1], Shinya OYAMA[*2], Megumi KURAYAMA[*2]
[*1] 函館工業高等専門学校 専攻科生産システム工学専攻
[*1] Advanced Course of Production System Eng., National Institute of Technology, Hakodate College
[*2] 函館工業高等専門学校 生産システム工学科
[*2] Dept. of Production System Eng., National Institute of Technology, Hakodate College
Email: 18704@hakodate.kosen-ac.jp

あらまし：本稿では，初等・中等教育における空間図形や立体構造物を理解する上で必要不可欠な空間認知能力を補う VR 教材の開発とその教材の有用性についての検証について述べる．ここでの対象は，中等教育の単元である化学の結晶構造とし，教材を有効に使うための学習方法についての提案も行う．
キーワード：初等・中等教育，立体構造物，空間認知能力，VR 教材，化学

1. はじめに

初等・中等教育における問題点として，空間認知能力の低下があげられている．理由の一つとして，子ども達の遊びの変化が考えられる．かつては，子ども達が野外での体全体を使った遊びや室内での積み木やブロック遊び等の実際に物を触る立体の遊びで空間認知能力を築き上げてきたのに対し，現代の子ども達の遊びの主体がゲーム機等のボタンなどによるコマンドを入力するだけの平面の遊びに移ってきたことが要因と考えられている(1)．ここでの空間認知能力は，空間図形などの立体構造物を脳内で構築し，その物体に変形や切断などの操作を加えた結果についても理解することができる能力である．

数学や化学などの理系分野には，空間認知能力を必要とした空間図形や立体構造物が登場しており，その学習や指導についての研究が，これまで盛んに進められてきた．そのいくつかの先行研究を以下に示す．

藤原(2)は，ミクロやマクロの単元の学習は，観察や実験が困難であるという理由から，内容の理解が深まりにくいと述べており，モデル教材としての模型に工夫を施すというアプローチで内容の定着を促し，理解度の向上が伺える結果を示した(2)．

また，瀬戸崎ら(3)は，空間認知学習の導入に VR 教材を利用し講義を行った場合と，講義の後に VR 教材を利用した場合に分けた比較実験を行っている．対象は，小学生と高校生で，結果としてそのどちらについても事前テストを上回る点数を見せた．二つのグループで理解度の差はなかったが，学習の導入に VR 教材を使用したグループよりも学習のまとめとして VR 教材を使用したグループのほうが学習への興味を高く持っているという結果が得られている(3)．

そこで，本研究では，立体構造物の学習に不可欠な空間認知能力を向上させることに目を向けるのではなく，空間認知能力を補う VR 教材の開発を行う．この VR 教材は，かつての子ども達の遊びを参考にし，VR 空間で三次元空間と同じように物に触れているかのようなシステムとする．また，学習そのものへの興味関心を強くするため，事前に講義を行い，理解の定着を促すものとして VR 教材を用いることとする．

2. 学習の対象となる単元

本研究では，高校化学の結晶構造の一つである「金属の結晶格子」の学習に着目する．

結晶格子とは，たくさんの原子が集まり構成されている結晶のうち，ある一つの原子に注目した時の結晶の繰り返し単位のことを指す．図 1 のように金属の結晶格子には三つの形があり，面心立方格子・体心立方格子・六方最密構造と呼ばれている．それぞれの形は原子が規則的に配置されており，その中で単位原子当たりの配位数や原子間の距離，充填率などを求めるのが問題として出題される．原子が規則的な配置を取ることから，イラストやその断面図の工夫から計算することで問題を解くことが可能となっている．

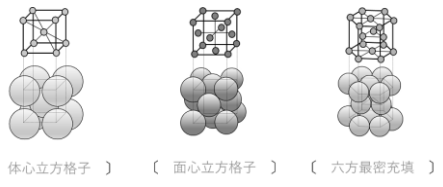


図 1.結晶格子のイメージ(4)

3. VR 教材の開発と学習方法の提案

本研究で開発する VR 教材の概要と教材を利用した学習方法についての提案を行う．

3.1 システム概要

図 2 に示す通り，本 VR 教材は，HMD (Head Mount Display)を装着し，専用のコントローラを使用する．HMD には，Oculus Rift を使用し，コントローラは Oculus Touch を使用している．ユーザは HMD を装着し，コントローラでの操作によって立体構造物の学習を行う．

図 3 では，HMD で提示する映像を示している．図のように VR 空間に机のような台を作成し，その上に立体構造物を配置する．コントローラをセンサでトラッキングし，リンクした手のオブジェクトをユーザが操作することで，VR 空間の立体構造物を現実世界のものを操作するように動かすことができる．

現実世界で立体構造物にできる操作はもちろんのこと，現実世界ではすることのできない物体の拡大や縮小をインタラクティブに行うことができる．また，複数配置した立体構造物同士を近づけることで結合，離すように力を加えることで分解を行うこともできる．

たとえば，本研究の対象である金属の結晶格子では，体心立方格子の単位原子当たりの原子配置から八分の一の原子を取り出し，それを八個結合することで一つの原子を作り出すなどの操作を行える．また，ある原子配列から単位原子当たりの結晶格子を取り出すことも可能となっている．

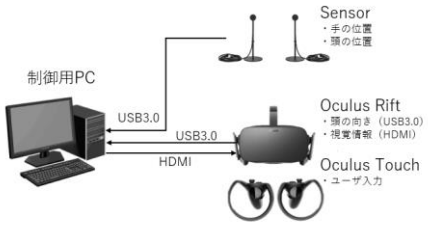


図 2．ハードウェア構成図

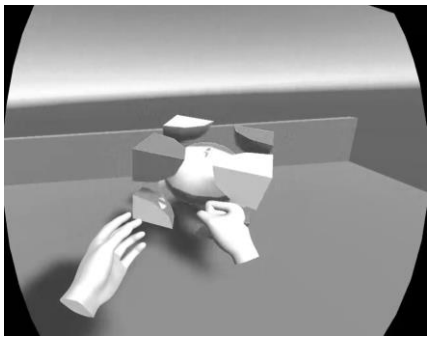


図 3. VR 教材の視覚イメージ

3.2 VR 教材による学習

学習過程において，VR 教材をどのように使用するかについては，瀬戸崎ら(3)が明らかにしたように，VR 教材を使用した学習で最も意欲的に取り組んだという結果が得られた「講義のまとめ」としての使用を本研究でも採用した．また，本 VR 教材を使用するにあたり，その効果をさらに高めるために，教材使用中に教員の指導を合わせて行うものとした．ユーザは HMD とコントローラにより VR 教材を利用し，教員は，ユーザが見ている視点を別のモニタから共有し指導を行う．教員にはあらかじめ本 VR 教材の使用法を習得してもらったうえで指導をしてもらう．指導の内容の指定はないが講義の内容を補う形で，ユーザに操作の指示を出してもらう．

VR 教材による視覚と手を動かすことで得られる空間的な理解に加え，教員による的確な指示と事象の説明を同時に行うことで知識の定着を促すことを狙いとしている．

4. 効果検証の準備

VR 教材の有用性を検証するために高校化学の学習をすでに終えている高校二年生相当を対象として検証実験を行うこととする．

事前準備として，協力してもらう教員には VR 教材の説明と使用法を習得してもらう．講義の内容に関しては，心的な要因がないよう必要最低限のものとする．

検証の方法としては，VR 教材を用いて講義のまとめを行った学生と行っていない学生にアンケートをとることとする．アンケートの設問項目は，興味や理解，態度の三項目についていくつかの設問を用意する．

5. まとめ

VR 教材を用いることで空間認知をサポートし，イメージを補うことで本質的な理解ができると考えた。

本研究では，VR 教材の開発とその使用方法について述べ，高校二年生相当を対象とした検証実験の準備として実験方法やアンケートの内容について考えた．

また，本研究の課題として，HMD を装着し学習する本 VR 教材では，クラス単位の指導の際には，別のユーザの視点をモニタにより共有するのみに留まる当店があり，検証実験とは別にあらゆるユースケースを想起し，VR 教材の利用方法やシステム自体の考察も必要だと考える．

参考文献

(1) 木原裕紀, 若杉祥太, 林徳治: “空間把握能力及び学習者の主体性向上を目的とした授業実践~教具「立体 4 目並べ」を使って~”，日本教育情報学会　第 30 回年会（2014）
(2) 藤原克彦: “生徒の空間認識を高める学習指導方と教材開発-「地球と宇宙」の単元を通して-”,神奈川県立総合教育センター長期研修員研究報告 4,37~40（2006
(3) 瀬戸崎典夫，森田裕介，竹田仰: “多視点型太陽系ＶＲ教材の効果的な活用に関する検討”，科学教育研究，Vol.33，No.4(2009)
(4) 金属結合と金属結晶(https://pigboat-don-guri131.ssl-lolipop.jp/315%20Metal%20binding%20and%20metal%20crystals.html)

VR を活用した遠隔間地域学習の効果と教材開発について

About the Effect of the Regional Learning in the Distance using VR and the Teaching Material Development

坪谷里咲*1, 卯木 輝彦*2, 永岡慶三*3, 米谷雄介*4, 林幹夫*5, 谷田貝雅典*5

Risa TSUBOYA*1, Teruhiko UNOKI*2,Keizo NAGAOKA*3,Yusuke KOMETANI*4,Mikio HAYASHI*5 and Masanori YATAGAI*6

*1共立女子大学大学院 文芸学研究科

*1Graduate School of Arts and Letters, Kyoritsu Women's University

*2株式会社フォトロン 研究開発センター

*2R & D Center, Photron Limited

*3早稲田大学人間科学術院

*3Faculty of Human Sciences, Waseda University

*4香川大学創造工学部

*4Faculty of Engineering and Design, Kagawa University

*5 共立女子大学文芸学部

*5 Faculty of Arts & Letters, Kyoritsu Women's University

Email: 19V006rt@kyoritsu-wu.ac.jp

あらまし：中・高生を被験者とし、郷土理解と他地域の学習を行うため、VR を活用した遠隔地間における地域交換交流学習を行った。VR 教材の視聴前後で学習効果測定試験、および視聴後に学習内容に関する質問紙調査を行った。結果、学習効果測定試験では全てのコンテンツにおいて学習効果が得られ、質問紙調査からは VR 教材に対し中･高生ともに社会科への期待があることがわかった。以上の結果をもとに、今後の新たな教材開発計画を立てた。

キーワード：VR、地域学習、教材開発

1. はじめに

先行研究(1)では VR 技術の活用より、ビジュアル的かつ空間認識の付加から興味関心や学習意欲の向上に寄与するものと考え、研究計画を立案した。VR の利活用で最も効果的な学習はフィールドスタディーであると考え、本研究では VR システムを活用した地域学習における教材開発とその学習効果の検証を試みた。

2. コンテンツについて

本研究では新潟と東京間で互いの郷土の特徴を学ぶ地域交流学習として設定した。利用した機材は、撮影に RICOH THETA V 360°、VR 映像編集に Adobe Premiere Pro CC を使用し、６～１３枚の静止画を繋げたものにナレーションを加えた VR コンテンツを４つ制作し、実験に用いた。図１に制作した動画コンテンツの静止画を、表１に各コンテンツ内容を示す。

3. 研究方法と分析について

本研究では、東京都の私立蒲田女子高等学校と新潟県立大手高等学校、新潟県立吉田高等学校、新潟県加茂市立加茂中学校、新潟県加茂市立若宮中学校を対象に VR 教材を制作した。実施は VR コンテンツの視聴、事前事後の学習効果測定試験、事後の質問紙調査を行った。被験者の詳細を表２に示す。事後アンケートによる主観評価を取得し、その結果を因子分析した。VR 学習に関する質問紙（３１項目５段階評定尺度）の自由記述を抜いた計２９項目をとりあげて最尤法、プロマックス回転を用いて因子分析を行った。

4. 結果と考察

学習効果測定試験結果について、各コンテンツ事前事後テストの平均値の比較（t 検定）をした。結果を図2に示す。図2より全てのコンテンツにおいて、テスト平均が事後に向上することが認められた。よって、今回の VR コンテンツは地域学習において一定の効果があることが分かった。

事後の質問紙調査結果に対し因子分析を行った結果、(図 3 中に示す)7 因子を得た(累積率は 58.2%)。４つのコンテンツを比較するために、各コンテンツの因子代表値（各因子を構成する項目のうち因子負荷が 0.5 以上のものを抽出し平均した）に対して分

散分析を行い、有意であった因子に対してその後の検定として多重比較（TukeyHSD）を行い、各教材の差異を検証した。結果を図 3 に示す。多重比較の結果から、「上杉謙信」の教材に関する質問紙「疲労感」関して、「徳川」との有意差が認められた。テーマ「正岡子規」に対して「上杉謙信」との有意差が認められた。「徳川」「正岡子規」のコンテンツよりも「上杉謙信」を視聴した被験者らが疲労感をもった要因は、最も使用した静止画が多かったが、扱った静止画の内容（場所）に変化がなかったこと、再生時間の長さが目や身体に疲れをもたらしたと考えられる。

事後の質問紙調査の自由記述では地域学習で VR 教材を扱った影響も考えられるが「VR が今後あったら良いと思う分野」に対して５１人が社会科と回答した。意見、感想では「その場にいる感じがした」「映像に集中できた」という多く臨場感や没入感をもつことができた意見が多く、「もう少し長い時間の映像も体験してみたい」「楽しくできた」　「分かりやすかった」「VR 教材を学校で取り入れたら良いと思った」等の意見が多く、VR によって興味、理解感を持ったことから今後の VR 学習への期待をもった生徒がいたと考えられる。



図 1 正岡子規コンテンツの素材（正岡子規記念球場）

表 1　VR 教材コンテンツの内容

テーマ	取り入れた素材、場所（再生時間）
上杉謙信	上杉謙信が旗揚げをした長岡市（栃尾）、城下町である春日山、春日山城跡、林泉寺。（3 分 10 秒）
米百表	「慈眼寺」、「船岡公園」。長岡市「米百俵の群像」。司馬遼太郎の小説「峠」の題材ともなった河井継之助が生涯最後に超えた峠「八十里越」。(3 分 22 秒)
正岡子規	東京都東区根岸にある子規庵。東京都東区東上野下谷神社の石碑。「正岡子規記念球場」。東大予備校。(3 分)
徳川	この教材に取り入れた場所は皇居を中心とした江戸城跡、桜田門、徳川歴代将軍が眠る台東区、寛永寺。（2 分）

表 2 テーマと被験者

テーマ	被験者
上杉謙信（新潟）	東京の高校生２０名
米百表（新潟）	東京の高校生２０名
正岡子規（東京）	新潟の中学、高校生３５名
徳川（東京）	新潟の中学、高校生３５名

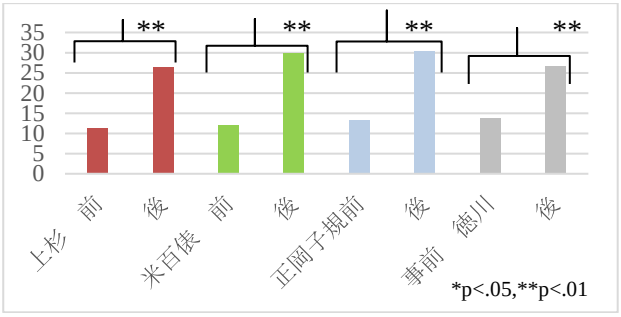


図 2　学習効果測定試験(事後－事前)平均点の差

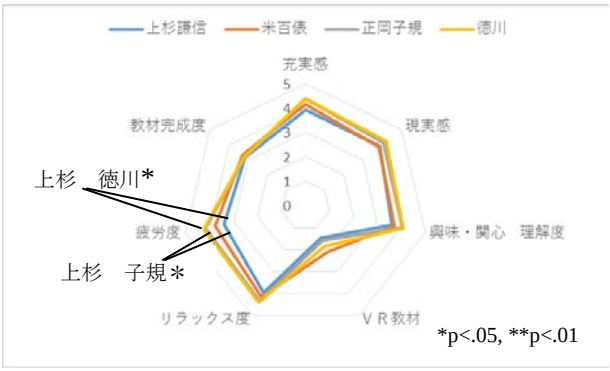


図 3　コンテンツ毎の 7 因子の因子代表値の比較

5.　おわりに

本研究では学習効果測定試験から点数の向上がみられ VR を用いた地域学習は効果があることが明らかとなり、自由記述から生徒は VR 学習へ期待があり VR を活かした学習の有用性も明らかとなった。今後の研究では郷土紹介として遠隔地の生徒間において地元を紹介する VR システムを用いた地域学習の検証を行う計画である。

謝　辞

本研究に際し、調査にご協力いただきました東京都私立蒲田女子高等学校、新潟県立大手高等学校、新潟県立吉田高等学校、新潟県加茂市立加茂中学校、新潟県加茂市立若宮中学校のみなさまに深く感謝申し上げます。また，本研究は平成 28 年度 科学研究費補助金 基盤研究 (C) (課題番号:16K01126) および，令和元年度　科学研究費補助金 基盤研究 (C) (課題番号: 19K03091) の補助によるものです。

参考文献

(1) 坪谷里咲，永岡慶三，　米谷雄介，　谷田貝雅典（2018）“VR を活用した地域学習とＶＲ修学旅行について”JSiSE 第４３回全国大会講演論文集

仮想立体上での絵付け学習を目的とした AR と力覚提示装置を用いた情報提示システム

Development of an Interactive Training Support System for Drawing and Painting Skill on a 3D Object with AR and Haptic Device

島 治季[*1], 曽我 真人[*2]
Haruki SHIMA[*1], Masato SOGA[*2]
[*1] 和歌山大学システム工学研究科
[*1]Graduate School of System Engineering, University of WAKAYAMA
[*2] 和歌山大学
[*2]University of WAKAYAMA
Email: s206122@wakayama-u.ac.jp

あらまし: 描画支援の研究では，平面へのスケッチを支援する研究に比べて立体への絵付けを支援する研究は多くない．そこで，拡張現実感と力覚提示装置を用いて，立体への絵付けを支援できるシステムを開発することを最終目標とする．本稿では，仮想立体に絵付けを行い，現実世界で拡張現実として確認できるシステムとアンケートによるシステム評価について報告する．
キーワード: 絵付け，描画支援，拡張現実感，デジタルスケッチ，力覚提示装置

1. 研究目的および提案手法

従来の描画学習では，キャンバスにスケッチを行うのをサポートすることを目的としたものが多い．しかし，立体に絵付けを行う際，曲面に描くことになるため，こういった描画学習では得られないスキルが必要となる．システムを用いた描画支援に関する研究は多くの人に行われてきたが，平面上にスケッチすることを対象とした研究と比べると，立体上に絵付けをすることを対象とした研究は多くない．

絵付けを練習するために現実世界の道具を用いると，場合によっては多くの費用を必要とする．また，モデルを用意して模写を行った際，モデルの絵と学習者の絵を比較することは容易ではない．

そこで，実物に絵付けをするのではなく，仮想の立体に絵付けできることを目的とした．仮想の立体に絵付けをすることにより，モデルの絵と学習者の絵を比較しながら絵付けをすることが可能である．

仮想の立体に絵付けをするためのインタフェースとして力覚提示装置を用いた（図 1）．力覚提示装置は，操作者に対して力のフィードバックを与えられる装置である．力覚提示装置を用いることにより，仮想世界の立体に絵付けを行った際に，実世界の立体に絵付けを行っているような感覚を提示することが可能である．力覚提示装置を用いた描画支援システムとして，Bill Baxter らは，スタイラスペンを絵筆として操作することで，仮想空間内の絵筆で仮想のキャンバスに絵を描くことのできるシステムを開発している(1)．しかし，このシステムはキャンバスにスケッチすることを対象としており，立体への絵付けを対象としているわけではない．また，Bart Adams らは力覚提示装置を用いて 3D オブジェクトに絵を描くことができるシステムを開発している．このシステムは 3D オブジェクトに絵を描くことを目的としているが，実物の絵と比較する機能は実装されていない(2)．

そのため，本システムでは，モデルの絵と学習者の絵を比較すること可能にするために，AR で仮想の立体を表示することを提案した．AR（拡張現実感）は，コンピュータを利用して，現実の風景に情報を重ね合わせて表示する技術である．AR を用いることで，学習者が絵付けをした仮想モデルが現実世界でどのように見えるかを確認することが容易である．また，学習者が絵付けを行った仮想立体を実際の立体に重ねることで，実際の絵と学習者の絵のずれを確認することもできる．



図 1　使用した力覚提示装置

2. システムの概要

本システムには「絵付けモード」と「AR モード」の 2 つのモードがある．

2.1 絵付けモード

タ絵付けモードでは，学習者は仮想立体に絵付けを行う（図 2）．力覚提示装置を用いてシステム画面に表示された仮想ペンを操作することで仮想の立体に絵を描くことができる．

学習者は画面上の UI およびキーボード入力に

より，色や太さ，オブジェクトの位置を変更することができる．

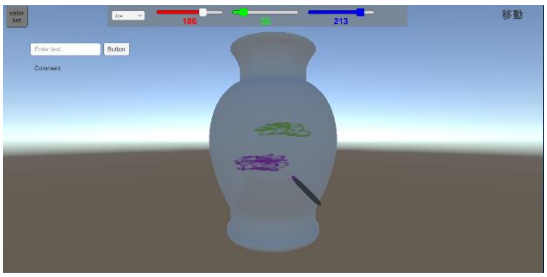


図 2　絵付けモード

2.2 AR モード

AR モードでは，学習者は実物と仮想の立体を比較することができる（図 3）．仮想の立体は拡張現実感を用いて表示している．

キーボード上の特定のボタンを押すことで仮想の立体を半透明にすることができ，これにより実物の絵と学習者の描画した絵を重ね表示し，どれだけズレが生じているかを確認することができる．



図 3　AR モード

3.　評価実験

本研究では，開発したシステムが絵付け支援システムとして適切であるかを検証するために評価実験を行った．被験者にはシステムの操作を確認した後，システムを使って仮想の立体に絵付けをしてもらった．評価方法は，被験者に対して実施したアンケート調査とする．アンケートは，主にシステムのユーザビリティ評価を目的としており，段階評価と自由記述を含む 12 問の質問で構成されている．アンケートの結果の一部を表 1，表 2，表 3，表 4 に示す．

アンケートの結果を見ると，概ね高い評価を得たことが分かった．しかし，表 1 から力覚提示装置を用いて仮想ペンを操作することに違和感があった人は多いことが判明した．また，表 3 から本システムの操作が難しいと感じた人がいることも分かった．これらは絵付けをする際に，学習者のストレスになる可能性があるため，システムを改良する必要があると考える．

さらに，自由記述では「システムを使うと疲れてしまう」，「インタフェースが多くスムーズに他の動作に移るのが難しい」といった意見も見られた．これは，本システムが力覚提示装置，マウス操作，キーボード操作，Web カメラで AR を表示するといった多数のタスクが必要なため，本システムを使うことが学習者の負担になっているからだと推測する．

表 1　仮想ペンの操作による違和感は気になるか

気になる	0 人
どちらかというと気になる	7 人
どちらかというと気にならない	3 人
気にならない	1 人

表 2　AR による重ね表示は役立ったか

役立つ	11 人
どちらかというと役立つ	0 人
どちらかというと役立たない	0 人
役立たない	0 人

表 3　本システムの操作は簡単か

簡単	4 人
どちらかというと簡単	3 人
普通	1 人
どちらかというと難しい	3 人
難しい	0 人

表 4　システムをまた使いたいか

そう思う	8 人
どちらかというとそう思う	3 人
どちらかというとそう思わない	0 人
そう思わない	0 人

4.　今後の課題

本システムが立体に絵付けをするシステムとして適切であるかを評価するために実施したアンケートでは，「力覚提示装置で仮想ペンを操作して絵付けをすること」，「AR で実物と仮想の立体を重ね表示すること」の双方で高い評価を得た．一方で，「システムを使うと疲れてしまう」，「インタフェースが多くスムーズに他の動作に移ることが難しい」，「立体に絵付けをするという動作は仮想上では操作が難しい」といった意見も見られたため，本システムを使うことが学習者の負担になってしまうことが判明した．また，比較検証を行っていないため，本実験ではシステムの優位性が測れないことも事実である．

これらの事実から，学習者の負担を減らすためにインタフェースや機能を再検討した後，他の手法との比較検証およびユーザビリティ評価を行う必要があると考える．

参考文献

(1) Bill Baxter , Vincent Scheib , Ming C.Lin , Dinesh Manocha:”DAB: Interactive Haptic Painting with 3D Virtual Brushes”, Proc. Of the 28th Annual Conference on Computer Graphics and Interactive Techniques, pp.461-468(2001)

(2) Bart Adams, Martin Wicke, Philip Dutré, Markus Gross, Mark Pauly, Matthias Teschner: ”Interactive 3D Painting on Point-Sampled Objects”, Proceedings of the Eurographics Symposium on Point-Based Graphics, pp.57-66(2004)

AR 技術とセンサーを用いた物理実験教材のコンテンツ開発

Contents Development for the Physics Experiment Teaching System Using Augmented Reality and Sensors

塩澤 秀和
Hidekazu SHIOZAWA
玉川大学工学部
Department of Software Science, Tamagawa University
Email: shiozawa@eng.tamagawa.ac.jp

あらまし：物理学の学習では，力やエネルギーなどの物理量は直接人間の目には見えないので，実験による教育を行っても，物理が苦手な者にとっては現象が理解しづらいという問題がある．我々はこれを解決するために，実際に小型センサーで計測した物理量を，AR（拡張現実感）技術を用いて実験中の映像に重ねて表示する物理実験教材の開発を進めてきた．本論文では，力学実験教材のためのコンテンツの開発とその使用例について報告する．
キーワード：マーカー型 AR，加速度センサー，物理実験，実験教材，物理量の可視化

1. はじめに

理工系の教育においては，現実の現象を体験し，実践的な理解を深める狙いで実験が重視されている．しかしながら，物理学の実験では，力・エネルギー・電流・電圧などの物理量はそのままでは人間の目に見えないので，目の前で起きていることに興味が持てず，学習意欲が低下する者も多い．

そこで，我々は AR（Augmented Reality；拡張現実感）技術とセンサーを利用した教材 [(1) (2) (3)] の開発を進めている．このプロジェクトは，学習者が図 1 のように画面を通して実験装置等を見ると，状態や位置がセンサーや AR マーカーによって認識され，現実の物理量がリアルタイムに実験装置上に分かりやすく可視化されるというものである．

これによって，学習者の物理現象に対する興味と理解を促進する実験教材の実現を目指している．

2. 関連研究

AR を用いた化学実験の安全技能学習システムとして ost4ce [(4)] がある．これは，AR マーカーを貼付した実験器具を用い，ユーザの模擬実験の様子を真上からカメラで撮影して認識し，プロジェクタを通してテーブル上に化学実験で起こり得る危険に注意を喚起するメッセージを投影する．

電子回路と AR を組み合わせた知育教材としては，LightUp [(5)] 等が開発されている．これは，回路素子が組み込まれたパーツを組み立ててスマートフォンで撮影すると，回路の接続が認識され，電気を流す前にシミュレーション等を表示することができる．

センサーを利用した力学教材の例としては，Wii リモコンのセンサーを用いた実験教材 [(6)] も提案されている．これは，斜面を下る台車の位置，速さ，加速度をリアルタイムに表示することができる．

3. 本研究のシステム

我々は，AR を物理学の実験に適用するシステムの開発を行っており，力学実験への適用では加速度センサーおよびジャイロセンサーを搭載した装置に AR マーカーを付与したセンサーボックスを提案している．システムは，センサーの測定値から力のベクトルや力学的エネルギーをリアルタイムに計算し，カメラ映像に合成して表示する（図 2）．

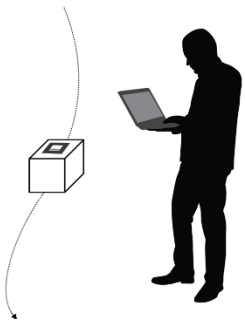


図 1 本プロジェクトのコンセプト

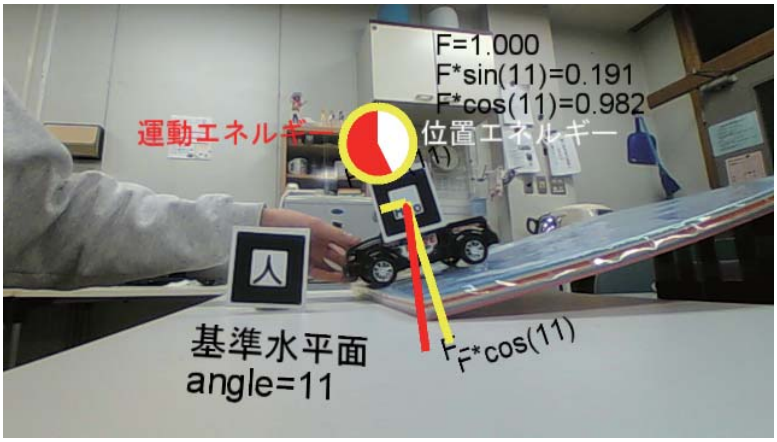


図 2　力の分解と力学的エネルギーの可視化

最初のシステム[1]は Arduino に加速度センサーと Bluetooth モジュールを接続して開発されたが，その後，最低限の機能を持つ Arduino 互換の回路を自作して名刺ケースの大きさに小型化したシステム[2]，さらに Arduino 互換の ESP32 マイコンによって小型化した本論文のシステムへと改良を続けている．

4.　コンテンツ開発

本手法が教育的に有効かどうか評価するためには，実際にユーザに使ってもらうための実験例（コンテンツ）が必要である．そこで，以下のような具体的な力学実験のコンテンツの開発も進めている．

4.1 複数の物体にかかる力の比較

まず，複数の物体の力やエネルギーを可視化し，学習者が直感的に比較できるようにする実験例を開発した．ESP32 マイコンの利用によって複数のセンサーボックスを作成することが容易になったので，図 3 のように，それらを異なる傾きの斜面に置くなどして，条件の異なる複数の物体にかかる力を比較することができるようになった．

4.2 風などの外力による運動

従来の実験例は，物体に重力や一定出力のモーターによってかかる力を可視化するものだったため，表示の変化が乏しく，センサーのリアルタイムな測定値を受信して表示している効果が薄かった．そこで，帆掛け舟や帆掛け車（図 4）を使用し，学習者がうちわで扇ぐなどして，より能動的に力を加えられるような実験コンテンツを開発している．船の例では，水の流れによる力も可視化できれば面白い．

4.3 円運動と向心力の可視化

円運動（等速円運動）をする物体にかかる力の向きは，物理学が苦手な者には，直感的に理解しづらいものである．そこで，図 5 のように，電車のおもちゃにセンサーボックスを載せて円形のレールの上を走らせることで，円運動における向心力について理解する実験コンテンツを開発している．

4.4 物体同士の衝突とその軌跡

また，物体（マーカー位置）の軌跡を AR 表示する機能も開発を進めている（図 6）．これを用いれば，複数の物体が衝突する前後の軌跡とともに，速度や力学的エネルギーの可視化を組み合わせることで，物体の衝突についてより理解を深められるようなものになると考えている．

5.　おわりに

本論文では，AR 技術とセンサーを用いて物理実験を支援するプロジェクトにおいて，実際にユーザによる使用評価を行うために開発を進めている実験教材（コンテンツ）について述べた．

本プロジェクトでは，物理量の可視化方法の改善，マーカーの認識精度の向上などの技術的課題にも引き続き取り組んでいる．今後，電子回路実験のためのコンテンツ開発も進めていきたい．

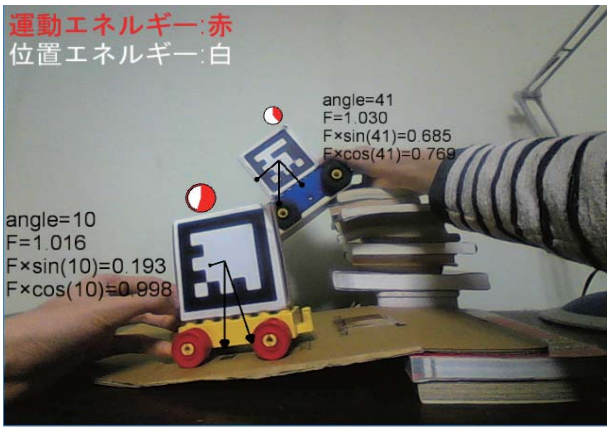


図 3 複数の物体にかかる力の比較



図 4 市販の実験用帆掛け車

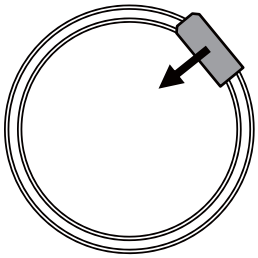


図 5 円運動と向心力

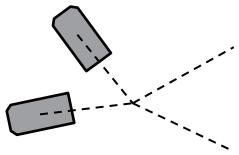


図 6 衝突の軌跡表示

謝辞

本プロジェクトは，小松京平氏[1]，廣田翔平氏[2]，山本陽介氏の貢献が大きい．また，本研究は，科研費 JP18K02907 の助成を受けたものである．

参考文献

(1) 塩澤，小松:“マーカー型 AR とセンサーを用いた物理（回路・力学）実験教材の開発”，日本 VR 学会 CS 研究会, VR 学研報, Vol.22, No.CS-2, pp.27-32　(2017)
(2) 廣田，塩澤:“AR 技術と加速度センサを利用したカード型の力学実験教材”，日本 VR 学会 CS 研究会，VR 学研報, Vol.23, No.CS-1, pp.35-38　(2018)
(3) 塩澤:“AR 技術とセンサを用いた物理実験教材の開発”，教育システム情報学会 第 43 回全国大会, D6-3, pp.435-436　(2018)
(4) 伊藤，田口，藤波:“化学実験安全教育システムにおけるメッセージ内容及び提示方法の検討”，情報処理学会 第 75 回全国大会　(2013)
(5) LightUp: LightUp, http://www.lightup.io　(2013)
(6) 堂本 他:“Wii リモコンを用いた力学実験教材の開発”，第 27 回理科教育学会支部講演予稿集　(2010)

短期派遣留学プログラムによる SDGs に対する興味関心の向上

Increasing Interest in SDGs through Short-term Study Abroad Programs

北川 達也[*1], 田中 孝治[*2]
Tatsuya KITAGAWA[*1], Koji TANAKA[*2]
[*1] 金沢工業大学情報フロンティア学部経営情報学科
[*1]Department of Management Systems, College of informatics and Human Communication, KIT
[*2] 金沢工業大学情報フロンティア学部心理科学科
[*2] Department of Psychological Science, College of informatics and Human Communication, KIT
Email: tatsuya.kitagawa@neptune.kanazawa-it.ac.jp

あらまし：グローバル人材育成を目指し，SDGs を学習の軸としたベトナム短期派遣留学プログラムを実施した．本研究では，参加学生を対象に，SDGs の 17 個の各ゴールに対する興味関心の度合いについて，プログラムの実施前後で調査した．その結果，プログラム前後でゴール 1・9・14 に対する興味関心が向上していることが示された．農村部見学体験や地下鉄建設現場視察などの活動が興味関心に影響を与えた結果であるといえる．
キーワード：SDGs，異文化理解，パートナーシップ，短期派遣留学プログラム

1. はじめに

国連全加盟国が合意した SDGs が，内閣においても SDGs 推進本部が設置されたことを皮切りに，日本中で広がりをみせている．教育界においても，学習指導要領の改訂が行われ，中央教育審議会の答申において，「持続可能な開発のための教育（ESD）は次期学習指導要領改訂の全体において基盤となる理念である」と述べられている．このような流れを受け，大学機関においても，SDGs を達成するための ESD の推進が求められている [(1)]．また，SDGs は，世界共通の達成目標であり，達成のためには国や文化を超えたパートナーシップが重要となる．筆者らが所属する教育機関（以下，本学と略す）は，このような流れを踏まえ，他の国の大学機関と共に，各国内の地域活性化と地球規模課題の解決を両立する次世代のグローバル人材を輩出するための新たな教育カリキュラムの在り方を模索している．

すでに本学では，SDGs への低関心層に対する意識啓発を促す教育カリキュラムとして，SDGs に関する基礎知識の習得のみならず，SDGs の個別目標に関するディスカッションや提言策定を通じて，自らの意思で特定の SDGs に関連する課題を選択し，自分事として課題解決に向けて行動することを促す授業が実施されている [(2)]．この授業により，SDGs への興味関心が向上しているものの，情報を得ることによってもたらされた興味関心を持続させ，更に向上させるためには，その情報を知識に変換する経験が必要であると考える．

そこで本研究では，情報を知識に変換するための経験として，ベトナム人学生とのチーム活動及びフィールドワークを取り入れた，短期間でのベトナム留学プログラムへの参加が，SDGs の各ゴールに対する更なる興味関心の向上に資するか否かを検証することを目的とする．

2. ベトナム短期派遣留学プログラムの概要

ベトナム短期派遣留学プログラム（以下，プログラムと略す）は，2018 年 2 月 21 日から 2 月 28 日までの期間（移動日を含む）に実施された．参加者は本学の学生 10 名，現地の大学（越日工業大学：VJIT）の学生 15 名程度であった．VJIT からの参加人数は，同時期に開講されている別授業に出席する必要があるため流動的であった．本プログラムでは，本学の学生と VJIT の学生の混成チーム（3 チーム）を構成し，チームごとに SDGs に関連するベトナムの課題を発見して，課題解決方法を考案する活動を行った．プログラムの実施内容の概要を表 1 に示す．

表 1　教育プログラムのスケジュール概要

日程	実施内容
1日目	● SDGsに関する概要説明 ● チームごとにSDGsに関連するベトナムの課題の調査とディスカッション
2日目	● メコンデルタでのフィールドワーク ＊ 周辺の農村部視察，伝統芸能鑑賞，手漕ぎボートでの川下り，水上マーケット視察
3日目	● クチの地下道でのフィールドワーク ＊ ベトナム戦争の現場視察 ● ホーチミン市都市部の視察 ＊ 建設中の地下鉄現場周辺視察
4日目	● フィールドワークでの体験を踏まえて，チームごとに取り組む課題を決定 ● 課題解決に利用できそうな，ベトナムらしいリソースを全員でブレーンストーミングして列挙
5日目	● チームごとに，前日に列挙したベトナムらしいリソースと既存の世の中に存在するリソースを組み合わせて解決策を考案
6日目	● 取り組んだ課題と考案した解決策をチームごとに発表 ● 取り上げた課題に対して，各人ごとにこれから行っていくアクションを宣言
7日目	● 日本へ帰国

Goal	Pre (*SD*)	Post (*SD*)	*Z*	*p*	
1	5.10 (1.85)	6.50 (0.97)	-2.03	0.04	*
2	5.40 (1.84)	6.10 (0.99)	-0.92	0.36	
3	5.40 (1.78)	6.20 (1.03)	-1.41	0.16	
4	5.70 (1.34)	6.10 (0.88)	-1.41	0.16	
5	4.60 (1.71)	5.30 (1.25)	-1.60	0.11	
6	6.10 (0.99)	6.30 (0.67)	-0.82	0.41	
7	5.70 (1.06)	6.20 (0.92)	-1.89	0.06	†
8	6.20 (1.03)	6.40 (0.70)	-0.82	0.41	
9	5.20 (1.55)	6.10 (1.20)	-2.46	0.01	*
10	6.00 (1.49)	6.56 (0.53)	-0.96	0.34	
11	5.60 (1.07)	6.10 (1.20)	-1.63	0.10	
12	6.10 (0.99)	6.50 (0.53)	-1.63	0.10	
13	5.30 (1.57)	5.50 (1.43)	-1.00	0.32	
14	5.00 (2.26)	6.10 (1.45)	-2.33	0.02	*
15	6.20 (1.14)	6.10 (0.88)	-0.38	0.71	
16	5.20 (1.87)	5.70 (1.83)	-1.89	0.06	†
17	5.70 (1.34)	6.60 (0.97)	-0.38	0.07	†
Ave.	5.56	6.14			

Note. n=10; Wilcoxon signed-rank test. $^{\dagger}p$ <.10, * p<.05.

図 1　各ゴールの興味関心の評定値の変化

本プログラムのねらいは，国や文化を超えたパートナーシップの重要性の認識を促すこと，と，パートナーの抱える SDGs の課題の実体験を促すことであった．前者については，国籍の異なるメンバーとチームを構成し活動するなかで，異なる価値観や考え方を持つメンバーでの協働によって今まで個人では考え付かなかった解決策のアイデアが生まれる課程を経験してもらう．後者については，フィールドワークを重視したスケジュールを設定し，課題を認識する機会に多く身を置いてもらう．これらの取り組みによって，事前の教育カリキュラムで芽生えた，SDGs の各ゴールに関連した課題に対する興味関心を，短期間で醸成させることを目的としている．本稿では，特に後者のフィールドワークによる経験の観点から事前事後調査の結果について考察を加える．

3.　興味関心についての事前事後評価

本学からの参加学生 10 名を対象に，プログラムの実施前後で，SDGs の 17 個の各ゴールに対する興味関心の度合いについて 7 段階評定を求めた（1 : 興味関心がない－7: 興味関心がある）．事前の評定値は，平均 5.56 であり，参加者が本プログラムの参加前に既に興味関心が高い状態であったことがわかる．そこで，事前事後の興味関心度の評定値について，ウィルコクソンの符号順位検定を行ったところ，ゴール 1「貧困をなくそう」，ゴール 9「産業と技術革新の基盤をつくろう」，ゴール 14「海の豊かさを守ろう」の三つのゴールに有意差が認められ，事前の評定値よりも事後の評定値の方が高かった（図 1）．これらのゴールの興味関心の向上は，フィールドワークの影響を受けているものと考えられる．ゴールとフィールドワークの関係については，以下のようにまとめることができる．

3.1 ゴール 1「貧困をなくそう」

まず，ゴール 1 については，メコンデルタにおける農村部視察において，貧困層の生活を間近で見た経験が影響しているといえる．参加学生は，現地の住民がメコン川の汚れた水で体を洗う様子などを見て，自分たちの生活環境がいかに整っているかを強く実感した可能性が考えられる．

3.2 ゴール 9「産業と技術革新の基盤をつくろう」

ゴール 9 については，ホーチミン市都市部での建設中の地下鉄現場を視察した経験が影響しているといえる．プログラムでの移動中に大量のバイクで埋め尽くされている道路を見て，地下鉄を含むインフラ整備の重要性を改めて強く認識した可能性が考えられる．

3.3 ゴール 14「海の豊かさを守ろう」

ゴール 14 については，メコンデルタにおける川下りや水上マーケットの視察の経験が影響しているといえる．茶色に濁った川の水や捨てられているゴミを非常に近い距離で目の当たりにし，海洋汚染を強く実感した可能性が考えられる．

4.　おわりに

本研究では，プログラムのねらいの一つである，フィールドワークでの実体験を重視することによる SDGs に関連した課題に対する更なる興味関心の向上については，おおむね達成できたと考える．

一方，もう一つのねらいである，パートナーシップの重要性の認識については，ゴール 17「パートナーシップで目標を達成しよう」についての興味関心度合いの向上は有意な傾向を示すにとどまった（図 1）．一定の効果がある可能性は示すことができたものの，VJIT の参加学生が流動的であったことにより，十分に同一学生とのディスカッションができなかったことが原因と考えられる．

今後は，プログラムの実施時期を検討し，固定したメンバーで活動ができるよう配慮するなど現地での活動の改善を図るとともに，遠隔地のパートナーとの継続的なディスカッションを可能にする教育システム構築の検討が必要である．

謝辞

本研究の一部は科研費 18H01050 の助成を受けた．

参考文献

(1) 中央教育審議会大学分科会将来構想部会: “今後の高等教育の将来像の提示に向けた中間まとめ” ,http://www.mext.go.jp/b_menu/shingi/chukyo/chukyo4/houkoku/_icsFiles/afieldfile/2018/07/03/1406578_01.pdf（参照日 2019.06.15）

(2) 平本督太郎: “SDGs への低関心層に対する意識啓発を促す教育プログラムの開発と評価” , KIT progress 工学教育研究 No26, pp.179-187 （2018）

全天球 VR 教材を活用した戦争の加害と被害を学ぶ平和教育の実践

Practice of Peace Education to Learn the War from the Perspective of Both Offenders and Victims using VR Learning Materials

瀬戸崎 典夫[*1]，片山 桂維[*2]
Norio SETOZAKI[*1], Kei KATAYAMA[*2]
[*1] 長崎大学教育学部育
[*1]Faculty of Education, Nagasaki University
[*2] 長崎大学大学院教育学研究科
[*2]Guraduate School of Education, Nagasaki University
Email: setozaki@nagasaki-u.ac.jp

あらまし：全天球カメラやタブレット端末の普及により，VR 環境の提示が比較的容易となった．また，平和教育における日本の加害と被害の両面からの学びは，次世代の平和教育として重要な観点とも言える．そこで，本研究では，全天球 VR 教材を活用し，戦争の加害と被害について学ぶ平和教育を実践した．その結果，児童らは原爆投下に対して複数視点から考察することができた．また，児童らの原爆投下に対する考えを揺さぶることができ，多角的・多面的な思考を促し得ることが示唆された．
キーワード：バーチャルリアリティ，平和教育，授業実践，批判的思考

1. はじめに

戦後 70 以上が経過し，被爆者の高齢化にともなった被爆体験証言者の減少が課題となっている．そこで，証言者の減少による直接体験継承の難しさから，戦争の実相に迫る学び方を変える必要がある(1)．また，原爆による惨劇を後世に伝えていくためにも，若い世代の関心を高めるべく次世代のための平和教育のあり方について検討することは意義があろう．

一方，戦争における被害面の教育だけではなく，加害面の教育の必要性について述べられており(2)，日本の原爆認識が被害者としての認識に留まっていることが報告された(3)．さらに，自国の加害と被害を重ね合わせ，平和について考え続ける必要性が述べられており(4)，加害と被害の両面からの学びは，次世代の平和教育として重要な観点とも言える．

近年，平和教育に利用し得る新たなコンテンツが増加しつつある．例えば，長崎の原爆投下を題材とした全天球パノラマ VR 教材が開発され，学習者の興味や関心を高めることが示された(5)．また，真珠湾攻撃を題材とした全天球 VR 教材も開発されており，加害と被害の両面から学ぶことが可能である(6)．

そこで，本研究は長崎の原爆投下と真珠湾攻撃を題材とした全天球 VR 教材を活用し，戦争の加害と被害について学ぶ平和教育を実践した．

2. 全天球 VR 教材を活用した平和教育の実践

本研究では，鹿児島県枕崎市の小学 4 年生 26 名を対象に，全天球 VR 教材を用いた平和教育を実践した．授業実践の様子を図 1 に示す．

まず，児童らは全天球 VR 教材を各 10 分程度使用し，真珠湾攻撃と原爆被害について学んだ．次に，原爆が投下された当時の「長崎市民（2 班：計 10 名）」，「枕崎市民（2 班：計 8 名）」，「ホノルル市民（2 班：計 8 名）」の立場に分かれて議論した．なお，児童らは「原子爆弾が長崎に落とされたことをどう思いますか．」の発問に対して，班のメンバーでそれぞれの立場から「許せない」，「仕方がなかった」，「わからない」の観点で議論した．その後，発問に対する班の意見をまとめ，学級全体で共有した．

さらに，各班からの意見が共有された後に，原爆投下に対して「許せない」，「仕方がなかった」，「わからない」から自分自身の考えを選択させ，理由とともにワークシートに記入させた．最後に，同様の発問に対する自分自身の考えを学級全体で共有し，それぞれの考えについて議論した．



図 1　授業実践の様子

3. 評価方法

授業に参加した児童らを対象に，主観評価によるアンケート調査を実施した．児童らは，7 項目の質問に対して，「とてもそう思う」，「ややそう思う」，「あまりそう思わない」，「まったくそう思わない」の 4 件法により回答した．また，肯定回答（とてもそう思う，ややそう思う）と否定回答（あまりそう思わない，まったくそう思わない）の数をそれぞれ算出し，直接確率計算（両側検定）を行った．

また，児童らは授業中に記入したワークシートと同様のワークシートを授業前（実践前日）と授業後（実践 3 日後）に，それぞれ記入した．なお，ワー

表１　主観評価によるアンケート調査の結果

質問項目	肯定回答（名）		否定回答（名）		直接確率計算（両側検定）
	とても そう思う	やや そう思う	あまり そう思わない	まったく そう思わない	
授業に積極的に参加することができた	16	9	0	0	**
授業の内容は難しかった	2	14	5	4	*n.s.*
アプリを使って原爆投下について学べた	16	8	1	0	**
アプリを使って真珠湾攻撃について学べた	6	15	4	0	**
長崎市の視点から原爆投下を考えられた	11	11	2	1	**
枕崎市の視点から原爆投下を考えられた	8	12	5	0	**
アメリカの視点から原爆投下を考えられた	10	11	4	0	**

**：$p<.01$

クシートには「原子爆弾が長崎に落とされたことをどう思いますか.」に対して，「許せない」，「仕方がなかった」，「わからない」から選択し，選択した理由を記入させた．次に，児童らが選択した理由について，「多面的・多角的な視点」と「一面的な視点」，「その他」の３つに分類した．

4.　結果・考察

4.1 主観評価によるアンケート調査の結果

表１に主観評価の結果を示す．結果から，６割以上の児童らが本実践の授業内容を難しかったと感じたにも関わらず，すべての児童が授業に積極的に参加できたと回答した．授業では，疑問に思ったことを教師に質問する様子や，議論の際にも全天球 VR 教材から知識を獲得しようとする様子が観察され，４年生の児童らにとっては難しいテーマであったにも関わらず主体的に学ぶ様子を見とることができた．

また，原爆投下および真珠湾攻撃において，「アプリを使って学べた」の質問項目に対して肯定的に回答した児童が有意に多かった．したがって，短い利用時間ではあったが，本教材は戦争の加害と被害を学ぶ教材として有用であったことが示された．

さらに，３つの各視点で「原爆投下を考えられた」と回答した児童が有意に多かった．したがって，本実践によって原爆投下というひとつの事象に対して，児童らは複数視点から考察することができた．

4.2 ワークシートにおける回答理由の変移

図２に「原子爆弾が長崎に落とされたことをどう思いますか.」について回答した理由を分類した結果を示す．なお，１視点からの記述を一面的な視点からの回答とし，２つ以上の視点からの記述を多面的・多角的な視点からの回答とした．その結果，一面的な視点が減少し，多面的・多角的な視点が増加した．また，８割以上の児童は，発問に対して授業前から授業中の回答が変容した．したがって，本研究のような授業を実践することで，児童らの原爆投下に対する考えを揺さぶることができ，多角的・多面的な思考を促し得ることが示唆された．

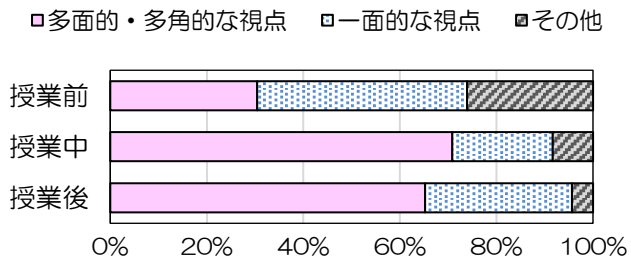


図２　ワークシートにおける回答理由の変移

5.　まとめ

本研究では，全天球 VR 教材を活用し，戦争の加害と被害について学ぶ平和教育を実践した．その結果，児童らは原爆投下に対して複数視点から考察することができた．また，児童らの原爆投下に対する考えを揺さぶることができ，多角的・多面的な思考を促し得ることが示唆された．今後の課題は，多面的・多角的な思考を促す手立てについて検討し，批判的思考力向上についての知見を得ることである．

参考文献

(1) 藤田康郎: “小学校の授業 総合学習 沖縄を学ぶことで子どもたちがつかんだこと : 和光小学校の平和教育の到達点と課題”, 歴史地理教育, 第 823 巻, pp.42-47 (2014)
(2) 安達喜彦, 福田弘, 対馬達雄, 伊々崎曉生, 高嶋伸欣: “戦後 50 年と平和教育-加害責任の教育をどう考えるか-”, 教育学研究, 第 63 巻, 第 1 号, pp.43-48 (1996)
(3) 手塚千鶴子: “日米の原爆認識―「沈黙」の視点からの考察―”, 異文化コミュニケーション研究, 第 14 巻, pp.79-97 (2002)
(4) 伊藤剛: “なぜ戦争は伝わりやすく平和は伝わりにくいのか ピース・コミュニケーションという試み”, 光文社新書, 東京 (2015)
(5) 瀬戸崎典夫, 佐藤和紀: “平和教育実践における全天球パノラマ VR 教材の効果的な活用に関する検討”, 教育メディア研究, 第 23 巻, 第 2 号, pp. 15-24 (2017)
(6) N. Setozaki, S. Matsushita, T. Nagahama: “Development of Spherical Panorama VR Learning Materials about the Pearl Harbor Attack”, *International Conference for Media in Education* (2017)

学習者が日常的に利用する場所を VR で再現した地震避難学習ゲームの試作

Prototyping of an Earthquake Evacuation Learning Game Reproducing the Place that Learners Use in Daily Life.

山本 頼弥[*1], 北岡 麻耶[*1], 井上 啓[*1]
Raiya YAMAMOTO[*1], Asaka KITAOKA[*1], Kei INOUE[*1]
[*1] 山陽小野田市立山口東京理科大学工学部
[*1]Faculty of Engineering, Sanyo-Onoda City University
Email: ryamamoto@rs.socu.ac.jp

あらまし：近年，世界的に大地震が発生しており，いつ災害に遭遇しても適切な判断を行うことができるようにするために防災教育を自分事として継続的に行うことの重要性が高まっている. 自分事のとして防災学習をできるように，光原は対応に焦点を当てた階層的な GLI（Global, Local, and Individual）モデルを提唱している(1)．本研究では自分事として学ぶために Local と Individual レベルが重要と考え，それらのレベルで地震防災を学ぶことができる学習環境を提案する. 本研究では提案する学習環境は継続的に学習する動機付けをするために Game-based Learning の要素を取り入れ，ヘッドマウントディスプレイを用いた没入型 VR を利用して学習者が日常的に利用する場所を再現した地震避難学習ゲームとして試作する．予備評価を行った結果, ①日常的に利用する場所を再現した環境にて学習することで地震が起きたときの状況をイメージさせやすい，②ゲーム要素により学習が促進された，という 2 点を示唆する結果を得た．
キーワード：防災教育，仮想現実(VR)，学習支援システム，Game-based Learning

1. はじめに

近年，世界的に大地震が発生しており，いつ災害に遭遇しても適切な判断ができるようにするために防災教育の継続的な実施が重要である．しかし，防災を他人事と捉えている人は少なくなく，自分事として認識させ継続的に取り組ませる必要がある．

光原は防災を自分事として学ぶに至る防災教育を目指し，対応に焦点を当てた階層的な GLI（Global, Local, and Individual）モデルを提案している(1)．本研究では，自分事として防災学習に取り組むために Local と Individual レベルでの学習が重要と考える．

地震防災の学習環境について，Li らは VR で一般的な屋内環境を再現した地震防災学習システムを開発しており，没入型 VR での学習がビデオやテキストでの学習より効果的であることを報告している(2)．

以上より，本研究では，没入型 VR を用いて日常的に利用する場所を再現し，Local と Individual レベルでの地震学習ができる環境の構築を目指す. また，学習者の動機づけを狙い Game-based learning の要素も取り入れる．本稿ではそれらの要素を取り入れ試作した地震避難学習ゲームについて報告する．

2. 基礎的考察

2.1 本地震避難学習ゲームのステージ

今回は本学工学部の学生を対象とし，日常的に利用する場所として本学 5 号館を選択した．図 1 が Unity を用いて VR 上に再現した本学 5 号館である．

2.2 本地震避難学習ゲームで採用するゲーム要素

本地震避難学習ゲームでは，学習促進のために以下のゲーム要素を採用した．

①タイマー

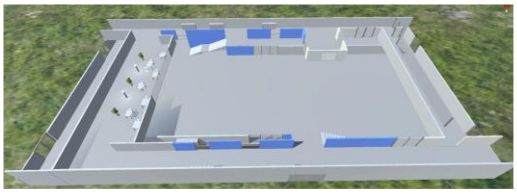


図 1: VR 環境上に再現した本学 5 号館

タイマー機能は避難時の経過時間を表示する．経過時間は記録され，後述の評価機能に利用される．

②安全度 （一般的なゲームの HP に該当）

安全度は避難時に安全な避難ができたかを示し，避難時に不適切な行動を取ると減少する．本学習ゲームでは，地震発生時にテーブルに隠れない，窓などの割れやすいものに近づく，避難時に走る，の 3 つの行動が該当する．初期値は 100%であり，安全度が 0%になるとゲームオーバーとなる．これにより，避難時の不適切な行動の学習を支援する．

③危険行動数 （一般的なゲームの残機に該当）

危険行動数は危険行動を取った回数を示す．危険行動を取ると危険行動数が増加し，ゲームは再スタートする．本学習ゲームでは，避難時にエレベーターを利用する行動が該当する．初期値は 0 であり，3 回危険行動を取るとゲームオーバーとなる．これにより，避難時に危険な行動の学習を支援する．

④評価機能と課題一覧

本学習ゲームでは，避難成功時の経過時間と安全度に基づいてクリア時の評価を行い，最高記録は保存される．課題一覧には避難する場合の課題が書かれており, 課題の達成状況を確認することができる．これらにより，より良い評価や未達成の課題クリアを目指させ，繰り返し学習する動機づけを狙う．

3.　本地震避難学習ゲームでの学習の流れ

本学習ゲームでは，学習者はヘッドマウントディスプレイ（Oculus Rift）とコントローラー（Oculus Touch）を用いてゲームをプレイする．本学習ゲームには練習モードがついており，Oculus Touch の利用方法について十分練習してから学習をスタートする．

本編を開始すると，図 2 に示す画面が表示され，学習者は VR 上に再現された 5 号館から避難する．

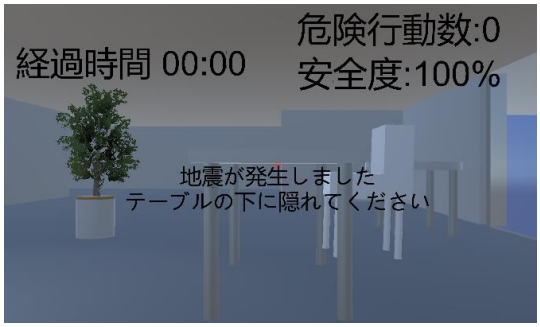


図 2: ゲーム開始時の画面

ゲームのスタート地点は学生達が談話や学習など日常的に利用する 5 号館 2 階の学生ラウンジである．まず，学習者は画面の指示に従い，地震の揺れが収まるまで机の下に身を隠す． 揺れが収まった後，避難を開始する．避難は 5 号館 1 階に数か所あるドアまで辿り着き，外に出ることができれば成功となる．

上述の通り，避難に不適切な行動を取ると安全度が低下し，危険な行動をすると危険行動数が増え，ゲームが再スタートする．安全度が 0%になるか危険行動数が 3 回になるとゲームオーバーとなる．避難に成功するとクリア時間と安全度に基づいた評価が表示され，最高記録だった場合保存される．

学習ゲーム本編を終了後，学習者は課題リストを閲覧する．課題リストを閲覧しながら次に取り組む課題を決定し，再度学習ゲームをスタートする．

以上の流れを辿ることで，学習者は本学 5 号館 2 階学生ラウンジからの避難方法を繰り返し学習する．

4.　予備評価実験

4.1　実験仮説

本評価実験では，以下の仮説を検証する．

仮説 1: 日常的に利用する場所を再現した環境での学習は防災に関するイメージが湧きやすい

仮説 2: 取り入れたゲーム要素が学習を促進する

4.2　実験概要

最初に，実験参加者にマニュアルを見せ，学習ゲーム内で何を行うか説明する．次に，練習モードにて学習ゲームを行うのに充分と感じるまで操作練習させ，終了したら学習ゲーム本編を開始させる．実験参加者は避難の成否によらず，ゲーム内で 2 回避難活動を行う．ゲーム終了後，アンケートに回答させる．アンケートは，とても良い（4 点），良い（3 点），悪い（2 点），とても悪い（1 点）の 4 段階評価である．実験には本学工学部の学生 12 名が参加した．

4.3　アンケート結果と考察

アンケートの設問と回答結果を表 1 示す．

Q1 では 7 割が 3, 4 点に回答していた一方で，Q2 では 3, 4 点と 1, 2 点が半々であった．この結果は，本研究で再現した 5 号館が日常的に利用する場所での地震をイメージさせたが，再現が完全でないため実際の避難に活用できると感じなかったことを示唆しており，仮説 1 は部分的な支持に留まる．

Q3, Q4, Q5 では 8 割以上が 3, 4 点に回答している．これは本学習ゲームで採用したゲーム要素が学習を促進することを示唆しており，仮説 2 を支持する．

5.　最後に

本研究では，日常的に利用する場所を VR で再現し，ゲーム要素を取り入れた地震避難学習ゲームを試作した．予備評価の結果，日常的に利用する場所の再現が災害のイメージを促進し，ゲーム要素が学習の動機づけを示唆している結果を得られた．今後の課題として，ゲーム内の物理挙動の改善や火災など地震の際に併発し得る災害の再現を考えている．

参考文献

(1) 光原弘幸:“ICT 活用型防災教育システムの現状と展望”，教育システム情報学会誌, Vol.35, No.2, pp.66-80（2018）

(2) Li, C., Liang, W., Quigley, C., et al.: “Earthquake Safety Training through Virtual Drills”, IEEE Transactions on Visualization and Computer Graphics, Vol.23, No.4, pp.1275-1284 （2017）

表 1: アンケートの設問と回答結果

設問	4 点	3 点	2 点	1 点
Q1: 今回の体験で身近な場所で大きな地震が起きた時のイメージができましたか？	0%	75%	25%	0%
Q2: 今回学習したことは実際の避難活動に活かせると思いましか？	8.3%	41.7%	50%	0%
Q3: 安全度や再スタート機能があることで不適切な行動や危険な行動がわかりやすかったですか？	33.3%	50%	0%	16.7%
Q4: 評価機能や最高記録保持機能があることでより良い評価を目指して繰り返しこの学習を行いたいと思いましたか？	16.7%	66.7%	16.7%	0%
Q5: 課題一覧は繰り返し学習を行う上で役立ちましたか？	8.3%	83.3%	8.3%	0%

行動の規定因を他者の視点から考える情報モラル教育
－大学初年次生を対象とした実践－

Education Program to Consider Factors of Behavior in Other's Perspectives
-Application for the first-year university students-

田中 孝治[*1], 堀 雅洋[*2]
Koji TANAKA[*1], Masahiro HORI[*2]
[*1] 金沢工業大学情報フロンティア学部
[*1]College of informatics and Human Communication, Kanazawa Institute of Technology
[*2] 関西大学総合情報学部
[*2]Faculty of Informatics, Kansai University
Email: kjtanaka@neptune.kanazawa-it.ac.jp

あらまし：適切な情報モラル行動をとり続けるためには，意思決定の場面において，その拠り所となる自身の心の働きに注意を向ける学習活動が必要である．本研究では，計画的行動理論において行動意図に影響を与えるとされる，態度，主観的規範，制御感について異なる立場の視点から考える学習活動を提案する．大学初年次生を対象にした授業科目で実践したところ，受講生は提案する学習活動に対して価値を見出し，情報モラルに対する理解度，学習意欲，当事者意識について肯定的に評価していることが示された．
キーワード：情報モラル，計画的行動理論，他者視点，学習意欲，当事者意識

1. はじめに

持続可能な開発に伴う情報技術の発展や新たな情報サービスの展開に伴い，求められる情報モラル行動は今後も変化していくことが予想される．その中で，適切な情報モラル行動をとり続けるためには，講義などの特定の期間に教示される情報モラルの知識として記憶するだけではなく，当事者意識を持ち，適切な情報モラル行動が求められる意思決定の場面において，その拠り所となる自身の心の働きに注意を向ける学習活動が必要である．

筆者らはこれまで，学習者自身が選択しようする行動と原則としての知識のギャップの存在（知識と行動の不一致）に立ち返ることで，自身の判断に対する自己評価を促し，情報モラル行動を適応的に判断する考え方を継続的に学ぶ意欲を高める学習支援方式を開発してきている[(1)]．また，学習支援方式を採用した教育プログラム（図 1(A,B,C,G)）の実践では，学習者が，知識と行動の不一致を自分事ととして捉え，講義内の学習内容にとどまらず，講義外でこれから直面する可能性のある問題についての学習意欲が向上していたことが窺えている．一方で，計画行動理論において行動意図の規定因とされる，態度，主観的規範，制御感の観点から情報モラル行動を評価する課題[(1)]については，興味に対する肯定的な評価は一定数あったものの，学習効果として十分とは言えない状況であった．そこで本研究では，規定因である三要因に対する理解を促す学習活動に改善を加え，情報モラルに対する理解度，学習意欲，当事者意識の向上を学習目標とした教育プログラムを開発し，実践する．具体的には，問題場面に登場しうる人物の立場に立って，情報モラル行動に対する三要因の評価を行う活動として行動評価他者視点課題（以下，視点課題）を設計した（図 1 (D,E)）．

2. 視点課題とプログラムの実践

視点課題の設問での登場人物は，学習者自身（自分視点），学習者とは別の人（他者視点），悪事を働こうとしている別の人（悪者視点）であった． 設問での立場の設定は，自分視点が「あなた自身がその状況に置かれたとき，以下のどちらの行動をとるか考えています」，他者視点が「あなたとは別の人がその状況に置かれて，その人は以下のどちらの行動をとるか考えています」，悪者視点が「あなたとは別の人がその状況を利用して悪事を働こうとしているかもしれません．そのとき，あなたは以下のどちらの行動をとるか考えています」であった．このとき提

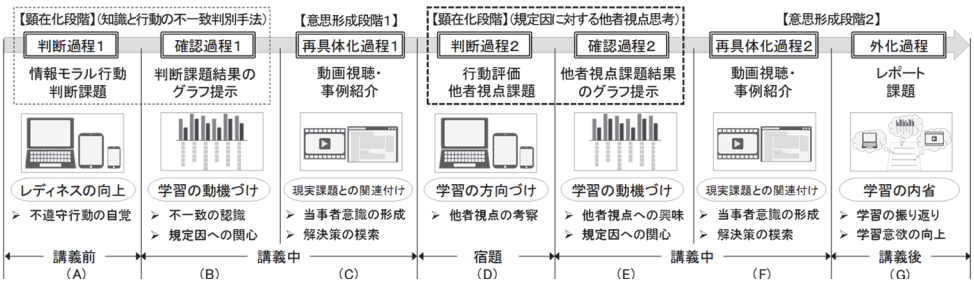


図 1　教育プログラムの概要

示される状況文および行動の選択肢は，判断課程 1（図 1(A)）の行動判断課題と同様の 20 種類の情報モラルに関するものであった．回答時に想定する三要因は，各視点とも共通であり，態度が「その行動をとることで，自分にとって望ましい結果が起こると思うことは，…」，主観的規範が「その行動をとることで，重要な人からの期待に応えられると思うことは，…」，制御感が「その行動をとることが容易である（困難でない）ことは，…」であった．質問文における問いは，自分視点が，「…は，あなたの判断にどの程度影響すると思いますか？」，他者視点が「…は，その人の判断にどの程度影響すると思いますか？」，悪者視点が「…を，悪意のある他者はどの程度利用しようとしていますか？」であった．視点課題は，これら設問に対して 7 段階評定（1 : 非常に弱く影響／利用する－ 7 ：非常に強く影響／利用する）を求めるものであった．

本プログラムを，2019 年春学期に情報系学部の大学一年生の必修科目として開講された情報処理に関する講義（2 クラス）の一部（7 回）で試行した．その際，再具体化課程 1（図 1(C)）では，標的型攻撃メールなど迷惑メールの事例を採り上げた．再具体化課程 2 では，ウェブコンテンツと著作権についての事例紹介（図 1(D)と(E)の間）および標的型攻撃メールについての動画閲覧（図 1(F)）を実施した．なお，図 1(C)と(D)の間に，HTML の基礎，CSS によるスタイル設定についての講義が行われた．

3.　学習内容の振り返りに対する分析

本研究では，外化課程（図 1(G)）として学習内容の振り返り（授業を受けて考えたことや感じたこと）を求めたレポート（約 1000 字）およびレポート提出後に求めた学習内容に対する事後評価（価値判断，学習評価）を分析対象とした．なお，これら両方を提出した 391 名を分析対象者とした．

3.1 レポートに対する計量テキスト分析

学習者が認識した学習内容の概括を把握するために，レポートに対して，KH coder を利用し，抽出された出現頻度の高い語（100 語）から共起ネットワークを作成した．サブグラフ検出（modularity）によって，8 グループが示され，情報モラルに関しては 4 個（知識と行動の不一致，パスワードの使い回し，著作権，迷惑メール）であった．その他は，HTML，CSS 等についてのグループであった．また，「情報モラル」との関連語の共起ネットワークから，三要因が，情報モラルと強い関連語として抽出され，「適切」「考え」「影響」と共起していることが示された．これらの結果は，行動の規定因が，適切な考え方や行動に影響を及ぼすものとして，本教育プログラムの学習対象として認識されたことを示すものといえる．

3.2 事後評価に対する量的分析

学習者が講義後において自ら学びを続けるためには，学習に対する価値を自ら見つけ，自身で学習への意欲を高めることが重要である．学習に対する価値づけを測る一つの手法として提唱された課題価値尺度では，利用価値，興味価値，私的獲得価値，公的獲得価値に，課題に対する価値が分類されている[(2)]．本実践では，学習内容に対する価値判断（30 項目）を 7 段階評定（1 : 全くあてはまらない－ 7 ：非常にあてはまる）で求めた．各価値判断に対して，4（どちらともいえない）を定数とする *t* 検定を行ったところ，全ての価値判断で有意差が認められ，肯定的に評価されていたことが示された（表 2）．

表 1　価値判断および学習評価の評定値

	N =391	*t*	*p*	N評価 (*n* =131)	LP評価 (*n* =139)	HP評価 (*n* =121)	*F*	*p*
総合価値評価	4.38 (1.16)	6.40	0.00	3.14 (0.76)	4.42 (0.28)	5.67 (0.56)	628.14	0.00
利用価値	4.48 (1.39)	6.80	0.00	3.15 (1.11)	4.56 (0.79)	5.83 (0.65)	298.09	0.00
興味価値	4.34 (1.32)	5.10	0.00	3.01 (0.96)	4.41 (0.59)	5.70 (0.66)	404.78	0.00
私的獲得価値	4.21 (1.29)	3.26	0.00	3.27 (1.16)	4.13 (0.86)	5.32 (0.92)	135.84	0.00
公的獲得価値	4.48 (1.35)	6.98	0.00	3.13 (0.99)	4.58 (0.69)	5.82 (0.70)	351.58	0.00
情報モラル								
理解度	4.54 (1.83)	5.87	0.00	3.17 (1.71)	4.66 (1.45)	5.89 (1.17)	109.47	0.00
学習意欲	4.46 (1.71)	5.30	0.00	3.11 (1.57)	4.62 (1.22)	5.73 (1.21)	120.20	0.00
当事者意識	4.51 (1.88)	5.37	0.00	3.11 (1.84)	4.61 (1.46)	5.91 (1.09)	109.95	0.00
著作権								
理解度	4.53 (1.78)	5.92	0.00	3.23 (1.66)	4.58 (1.43)	5.89 (1.10)	110.15	0.00
学習意欲	4.55 (1.63)	6.71	0.00	3.28 (1.48)	4.70 (1.20)	5.76 (1.16)	117.73	0.00
当事者意識	4.62 (1.87)	6.58	0.00	3.31 (1.78)	4.66 (1.57)	5.99 (1.16)	96.27	0.00

さらに，情報モラルおよび著作権について，この講義を受ける前と比較しての，理解度の深まり，学習意欲の高まり，当事者意識の高まりを 7 段階評定（数字の割り当ては，判断課題と同様）で求めた．各設問に対して，4 を定数とする *t* 検定を行ったところ，全ての設問で有意差が認められ，肯定的に評価されていたことが示された（表 2）．

また，学習評価に対する価値判断の影響を検討するために，個人の全価値判断の平均値を総合価値評価とし，N 評価（4 未満），LP 評価（4 以上 5 未満），HP 評価（5 以上）の三つの群に分類した．三群の学習評価の評定値に対する一元配置の分散分析を適用したところ，全ての設問で各群間に有意差が認められ，HP 評価群，LP 評価群，N 評価群の順に，肯定的に評価していたことが示された（表 2）．

4.　おわりに

本研究で提案する学習支援方式を採用した教育プログラムにおいて，学習者は，行動の規定因である三つの要因が情報モラル学習の対象として認識し，情報モラルの理解度，学習意欲，当事者意識を高めたことが確認できた．今後，学習効果を詳細に検証するために，価値判断の違いがレポートの内容にどのような影響をもたらすかを検討する必要がある．

謝辞

本研究の一部は科研費 16K12782 の助成を受けた．

参考文献

(1) 田中孝治, 三輪穂乃美, 池田満, 堀雅洋: “知識と行動の不一致の自覚を通して情報モラル学習への動機づけを高める学習支援方式: 認知心理学的実験手法を用いて”, JSiSE 学会誌, Vol.35, No.2, pp.111-121 （2018）

(2) 伊田勝憲: “課題価値判定尺度作成の試み”, 心理発達科学, Vol.48, pp.83-95 （2001）

受講者の挙動に基づく講義状況の遷移パターンの分析

Analyzing Patterns of Transition between Situations for Students' Behavior during Lectures

小竹原 祐希[*1], 角所 考[*1], 西口 敏司[*2], 飯山 将晃[*3], 村上 正行[*4]
Yuki KOTAKEHARA[*1], Koh KAKUSHO[*1], Satoshi NISHIGUCHI[*2], Masaaki IIYAMA[*3], Masayuki MURAKAMI[*4]
[*1] 関西学院大学 理工学部
[*1]School of Science and Technology, Kwansei Gakuin University
[*2] 大阪工業大学 情報科学部
[*2]Faculty of Information Science and Technology, Osaka Institute of Technology
[*3] 京都大学 学術情報メディアセンター
[*3]Academic Center for Computing and Media Studies, Kyoto University
[*4] 大阪大学 全学教育推進機構教育学習支援部
[*4]Department of Teaching and Learning Support, Osaka University
Email: {yuki-kotakehara, kakusho}@kwansei.ac.jp

あらまし：本稿では，先行研究において，講義の受講者の撮影映像から得られる受講者の姿勢を分類することで得られた講義状況を基に，その時間変化を分析することで，講義中に現れる講義状況の遷移パターンを獲得できる可能性について議論する．このために，先行研究と同じ講義映像に基づいて，講義状況の時間変化を調べた結果について報告する．
キーワード：講義映像，振り返り，講義状況認識，クラスタリング，遷移パターン

1. はじめに

講義映像を用いた講義の振り返りの効率化を目指した講義状況認識の従来研究には，講師の状況に注目したもの(1)と，受講者全体の状況に注目したもの(2)がある．このうち前者については，板書やスライド提示など，多様な講師行動が考慮されてきたのに対し，後者については，受講者の講義への関心が，前方に注目する挙動に反映されるという知見(3)により，そのような挙動が主に議論されてきた．しかし，受講者による講義の理解度と挙動の関係を分析した研究(4)では，よそ見や居眠りなど，他の様々な挙動の有用性も示唆されている．しかし，そのような挙動は，それぞれの講義においてどれが生じ得るのかが予め分からない上，同じ挙動でも各受講者がとる姿勢が様々に異なる．このため筆者らは，先行研究(5)において，それぞれの講義で生じる受講者の挙動やそれに基づく講義状況を，講義映像から得られる受講者の姿勢のクラスタリングによって獲得することを試みている．しかし，この研究では，講義映像のフレーム毎の講義状況のみを考えており，フレームをまたいだ時間変化は考慮できていない．そこで本稿では，このような時間変化に注目することで，講義状況の遷移パターンを獲得できる可能性を明らかにするための第一歩として，上の先行研究の手法で得られた各フレームでの講義状況の間にどのような遷移パターンが見られるかを分析した結果について報告する．

2. フレーム毎の講義状況の獲得(5)

2.1 受講者の観測姿勢のクラスタリング

先行研究(5)の手法では，講義映像の各フレームで得られた各受講者の観測姿勢を受講者毎にクラスタリングすることで，それぞれの受講者の挙動を獲得する．フレーム数をT，受講者数をNとしたとき，t番目のフレーム$F_t(t=1,\cdots,T)$から得られるi番目の受講者$S_i(i=1,\cdots,N)$の姿勢をF_tにおけるS_iの“観測姿勢”と呼び，$\boldsymbol{x}_i(t)$で表す．$\boldsymbol{x}_i(t)$は，各受講者の各関節の二次元座標で記述され，関節数をJとすると $2J$次元ベクトルとなる．先行研究(5)では，S_iは同じ挙動では類似した姿勢をとると仮定し，$O_i=\{\boldsymbol{x}_i(1),\cdots,\boldsymbol{x}_i(T)\}$をクラスタリングすることで S_iのとり得る挙動の種類を求める．このときのクラスタ数を$K(i)$とすると，任意のクラスタ$C_i^{k(i)}(k(i)=1,\cdots,K(i))$のクラスタ中心$\boldsymbol{X}_i^{k(i)}$を，$S_i$のとり得る$k(i)$番目の挙動の“代表姿勢”と呼ぶ．

2.2 受講者の代表姿勢のクラスタリング

S_iのF_tにおける観測姿勢$\boldsymbol{x}_i(t)$を，2.1 で得られた代表姿勢の中で最も近いものに置き換えた結果を$\boldsymbol{y}_i(t)$で表すと，F_tにおける受講者全体の挙動は，$\boldsymbol{y}(t)=[\boldsymbol{y}_1(t)\cdots\boldsymbol{y}_N(t)]$によって記述できる．このとき，さらに$R=\{\boldsymbol{y}(1),\cdots,\boldsymbol{y}(T)\}$をクラスタリングすることで，講義中に生じ得る受講者全体の講義状況の種類を求める．

3. 遷移パターンの分析

3.1 先行研究の手法による講義状況の獲得

2.で述べた手法によって得られる講義状況の時間変化に注目することで，講義状況の典型的な遷移パターンを抽出できるのかを実験によって調べた．対象とする講義は，先行研究(5)で用いたものと同じも

ので，著者の一人が主宰する大学のゼミである．このゼミは週 1 回開催され，授業時間は約 90 分で，ゼミに所属する大学 3 年生と 4 年生を合わせた約 20 名が参加する．毎回のゼミでは，4 年生の中から 4 名程度が自身の行っている卒業研究の内容について輪番で発表する．各発表は，(i)本人によるスライドでのプレゼンテーション，(ii)教員による補足説明と発表者－受講者間の質疑応答，(iii)受講者それぞれによるコメントシートへの記入の 3 つで構成される．

上のようなゼミでは，発表者を講師とみなせば，通常の講義と同様の授業形態となるため，これを撮影した講義映像に対して先行研究[5]の手法を適用し，講義状況を獲得した．このときクラスタ数は未知であるため，様々なクラスタ数で試したところ，クラスタ数が 4 のときに，それぞれ，多くの受講者による“前方への注目”，“コメントシートへの記入”，“よそ見”，および“コメントシート記入完了者(前方への注目またはよそ見)／未了者(コメントシート記入中)の混在”，と解釈できる講義状況が得られた．

3.2 講義状況の時間変化の分析

上で得られた講義状況を用いて，同じ講義状況が一定フレーム数以上連続して続く区間に注目して，フレームをまたいだ講義状況の変化を調べてみた．各フレームの講義状況を時間軸に沿って並べた結果を図 1 に示す．図の横軸は，講義映像の各フレームを表し，縦軸はそれぞれのフレームでの講義状況を表す．このときの縦軸の 0〜3 の数値は，それぞれ，“コメントシートへの記入”，“コメントシート記入完了者／未了者の混在”，“前方への注目”，“よそ見”に対応している．この図をみると，いくつかの遷移パターンが見てとれるが，代表的なものとして，2-1-0 の繰り返しと，2-1 の繰り返しが存在する．これら 2 つのパターンは 2 から 1 の流れは同じだが 1 から次に 0 に遷移するか 2 に戻るかが異なる．このとき前者は，3.1 で述べた(i)〜(iii)の繰り返しに伴って，(i)で多くの受講者が前方へ注目し，(ii)でいくつかの受講者がコメントシートへの記入を始め，その後(iii)で多くの受講者がコメントシートへの記入をするようになった状況であるのに対して後者は(ii)でコメントシートへの記入を始めた受講者が(iii)で記入が完了し，前方への注目またはよそ見をすることにより 0 に遷移せず 1 が続いたと考えられる．このような結果より先行研究[5]の手法によって得られる講義状況の変化に注目することで，その講義で生じ得る授業形態の遷移パターンを獲得できる可能性が確認できた．さらに 1 のような講義状況をその前後の講義状況に基づいて分類できる可能性も期待できる．

4. まとめ

本稿では，講義の振り返りのための受講者に関する講義状況認識として，先行研究[5]で獲得した受講者の様々な講義状況を基に，その時間変化を分析することで，講義中に生じる講義状況の遷移パターンを獲得できる可能性を明らかにすることを目指し，先行研究[5]と同じ授業映像を用いて講義状況の時間変化について調べた．その結果，授業形態の遷移パターンに対応した講義状況の遷移パターンとして主に 2 種類確認できた．今後はこの結果に基づき，実際に遷移パターンを獲得するための手法やそれに基づく講義状況の細分化について検討する予定である．

参考文献

(1) 丸谷宜史, 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）
(2) 勝間田剛, 長岡千賀, 小森政嗣: “引き込み現象に基づく講義関心度評価手法”，ヒューマンインタフェース学会論文誌, Vol.13, No.3, pp.275-282 （2011）
(3) 京都大学高等教育教授システム開発センター編: “授業過程の評価指数としての学生の「顔上げ」行動”，玉川大学出版部, pp.99-119 （2001）
(4) 椋木雅之, 上松信, 美濃導彦: “項目反応理論に基づく理解度と振る舞いの関係性解析”，教育システム情報学会誌, Vol.30, No.1, pp.65-76 （2013）
(5) Kotakehara, Y., Kakusho, K., Nishiguchi, S., et al. : “The Classification of Different Situations in a Lecture Based on Students’ Observed Postures,” International Conference on Human-Computer Interaction （2019）(to appear)

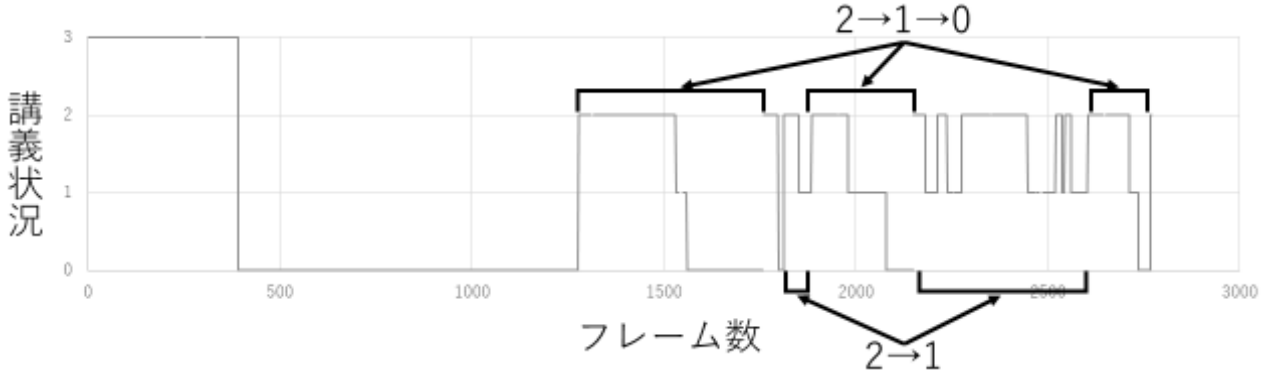


図 1 講義状況の時間変化の分析結果

講義コンテンツを用いた学習における 質問行動を促すインタラクション機能の開発

～学習者の学習状況調査（ペルソナ法，ジャーニーマップ，インタビュー）について～

Development of the interaction function which promotes question behavior

- Learner experience survey -

羅　中偉[*1], 矢部　智暉[*1], 卯木　輝彦[*2],
米谷　雄介[*3], 後藤田　中[*3], 國枝　孝之[*3], 八重樫　理人[*3]

Zhongwei　LUO[*1], Tomoki　YABE[*1], Teruhiko　UNOKI[*2],
Yusuke　KOMETANI[*3], Naka　GOTODA[*3], Takayuki　KUNIEDA[*3], Rihito　YAEGASHI[*3]
[*1]香川大学 大学院工学研究科
[*1]Graduate School of Engineering, Kagawa University
[*2]株式会社 IMAGICA GROUP / 株式会社フォトロン
[*2]IMAGICA GROUP Inc. / Photron Limited.
[*3]香川大学 創造工学部
[*3]Faculty of Engineering and Design, Kagawa University

Email: s19g474@stu.kagawa-u.ac.jp

あらまし：UX(User Experience) に基づいてサービスやシステムをデザインする UXD（User Experience Design）が，さまざまな分野で注目されている．本論文では，ペルソナ法，ジャーニーマップ，インタビューによる学習者の学習状況調査と，その結果について述べる．

キーワード：講義コンテンツ，質問行動

1. はじめに

ISO/IEC25010(1)では品質モデルとして，システムやソフトウェアなどの製品自体の品質を指す「製品品質」と，「有効性」「効率性」「満足性（実用性，快感性，快適性）」などを指す「利用時品質」が定義されており，システムの満足度を高めるためには，製品品質だけでなく，利用時品質の一部である UX(User Experience)も考慮する必要がある(2). UX とは，ある製品やサービスを利用，消費した時に得られる体験の総体を指し，個別の機能や使いやすさのみならず，ユーザーが真にやりたいことを楽しく，心地よく実現できるかどうかを重視した概念である．製品やサービスを企画の段階から UX に基づいてサービスやシステムをデザインしていく手法を UXD（User Experience Design）と呼ぶ．現在この UXD が，さまざまな分野で注目されており，教育分野においても，ユーザーである学習者の体験を意識したサービスやシステムのデザインが求められる．

本研究では，八重樫研究室が開発した講義コンテンツ視聴システム(3)における，双方向性を確保するためのインタラクション機能を学習者の体験に基づいた学習状況調査の結果をもとに開発する．

本論文では，ペルソナ法，ジャーニーマップ，インタビューによる学習者の学習状況調査と，その結果について述べる．

2. 学習状況調査

学習状況調査は, 2018 年 11 月 14 日に香川大学工学部の学生 3 名を被験者として，ペルソナ法，ジャーニーマップ，インタビューを用いて実施した．ペルソナ法(4)は，典型的なユーザーパターンを導出し，ユーザーを代表するモデルとしての仮想の個人を作る方法で，本調査では，3 つのユーザータイプのペルソナを作成した．表 1 は，作成した 3 つのペルソナのうち，ジャーニーマップの作成に使用したペルソナを示している．本調査で作成したペルソナは，被験者のペルソナへの共通理解が高まるようアルバイトの勤務内容や趣味まで細かく設定し，より具体的なペルソナ像をイメージできるように配慮した．本調査では，被験者の周囲の環境に存在するユーザータイプにもっとも近い表 1 のペルソナでジャーニーマップを作成した．ジャーニーマップ(5)は，ユーザーと製品やサービスとの関わりを時間軸で表現したもので，複数のタッチポイント（ユーザーとサービスの接点）におけるユーザーの体験に着目し, その過程で起きるさまざまな出来事について，行動，感覚，認識，思考，感情などを明らかにする手法である．図 1 は，本調査で作成したジャーニーマップを示している．インタビューは，ジャーニーマップ作成後，ジャーニーマップから考えられるユーザーの心理状況と感情曲線の関連性を把握することを目的に，被験者 3 名に実施した．インタビュー

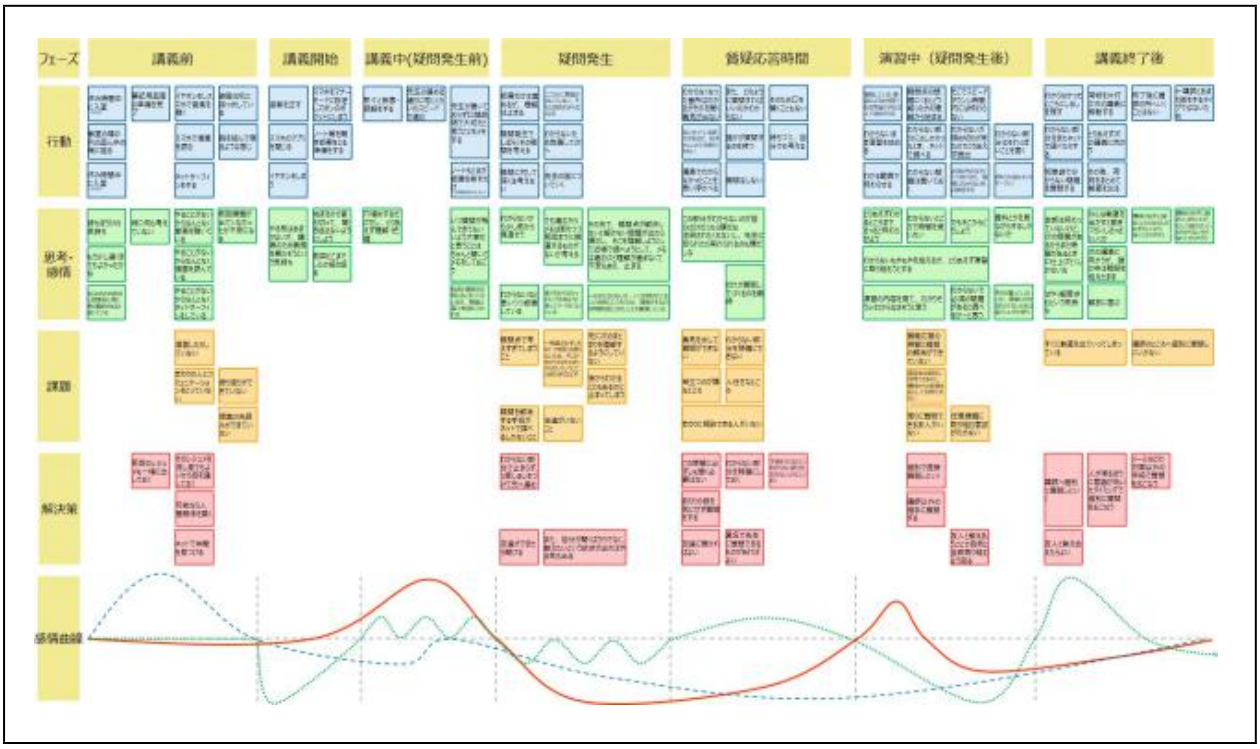


図 1　作成したジャーニーマップ

では，ジャーニーマップの各項目内の内容と描画してもらった感情曲線を確認し，感情曲線の起伏が，「行動」,「思考・感情」の項目内のどの内容が要因となって発生しているのかを問うた．学習状況調査の結果,「疑問発生時に感情がマイナスになること」,「質問行動にはいくつかの段階があること」,「学習者は周囲の目を気にしていること」がわかった．

本研究では，学習者が疑問発生時に，周囲の目を気にすることなく，質問行動がおこなえるインタラクション機能を開発する．

表 1 ジャーニーマップの作成に利用したペルソナ

性別	男性
年齢	21 歳
学部	工学部
学年	3 年生
アルバイト	飲食店勤務・調理担当 （1 年時から勤務している）
住居	1K / 1 人暮らし
趣味	ソーシャルゲーム ネットサーフィンン
講師との親密度	すれ違っても挨拶できない程度
質疑応答の時間	質問があるが挙手できない
理由	周囲の目を気にする
講義に対する姿勢	真面目 毎週欠かさず講義開始前には席についている 席には 1 人で座っており講義開始までイヤホンで音楽を聴いている

3.　おわりに

本論文では，ペルソナ法，ジャーニーマップ，インタビューによる学習者の学習状況調査とその結果について述べた．学習状況調査の結果，学習者は，「疑問発生時に感情がマイナスになる場合があること」,「質問行動にはいくつかの段階があること」,「学習者は周囲の目を気にしていること」が判明した．

今後は学習状況調査の結果に基づき，学習者の質問行動に対する心理的負担を軽減させることを目的とした質問行動を促すインタラクション機能の開発をおこなう．

参考文献

(1) ISO/IEC 25010: “Systems and software engineering - Systems and software Quality Requirements and Evaluation (SQuaRE) - System and software quality models” （2011）
(2) 独立行政法人情報処理推進機構（IPA）技術本部ソフトウェア高信頼化センター（SEC），“ユーザのための要件定義ガイド～要求を明確にするための勘どころ～”独立行政法人情報処理推進機構(IPA)”（2018）
(3) 高田良介，後藤田中，藤本憲市，村井礼，林敏浩，上之薗和宏，三好匠，八重樫理人:“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の開発”，教育メディア研究，Vol.23，No.2 pp.95-106 （2016）
(4) 安藤昌也:“UX デザインの教科書”，丸善出版株式会社 （2016）
(5) 玉飼真一，村上隆介，佐藤哲，太田文明，常盤晋作:“Web 製作者のための UX デザインをはじめる本”，株式会社翔泳社 （2016）

学習方略による主体的学修分類尺度の開発

Development of Autonomous Learning Scale with Learning Strategies

白澤　秀剛[*1]，岩屋　裕美[*2]，結城　健太郎[*1]
Hidetaka SHIRASAWA[*1], Hanako JOHO[*2], Kentaro YUKI[*1]
[*1] 東海大学
[*1]Tokai University
[*2] 川崎市立看護短期大学
[*2]Kawasaki City College of Nursing
Email: sirasawa@tokai-u.jp

あらまし：高等教育でのアクティブラーニング、初等中等教育における主体的・対話的で深い学びなど、学生や生徒の主体的な学習を促す教授法に関する議論が活発になっている。一方で、主体的学びの定義や評価方法については議論の途上にある。本研究では、学習方略の使用頻度に着目して大学生・短大生を対象にアンケート調査を行い、因子分析により、学習によって自らの成長を目指す「獲得因子」と学習過程で生じる不利益の回避を目指す「回避因子」の２因子を抽出した。この調査から、学生は自らの意思で主体的に不利益回避行動を選択していることが明らかになった。この２つの因子の大小により、主体的学習は「成長志向」「完了志向」「防衛志向」「参加志向」に分類された。大学や学部によってこの４分類の分布が異なり、また GPA や留年・退学などとも関連が見られた。
キーワード：教育システム情報学会，全国大会，Microsoft Word，テンプレート

1.　はじめに

2014 年度の文部科学省大学教育再生加速プログラム（通称 AP）でアクティブラーニングのテーマが設定されて以降、国内の大学においてアクティブラーニングに関する議論が活発になり、学会などでもアクティブラーニングの実施方法や効果に関する報告が盛んに行われるようになった。また、2018 年度に文部科学省が告示した新学習指導要領では、「主体的・対話的で深い学び」という表現に変更され、学習や指導方法の改善に向けた実践研究も文部科学省主体で進められている。

一方で、主体的学びに関する明確な定義はなく、中教審の中でも現在議論中であるとされている。文部科学省が示した資料の中では「学ぶことに興味や関心を持ち、自己のキャリア形成の方向性と関連付けながら、見通しを持って粘り強く取り組み、自己の学習活動を振り返って次につなげる」とある。我々の研究グループでは、文部科学省が示すような学習姿勢を維持している学生は多くないとの実感を持っていることに加え、これまでの研究から学習に対する自己効力感が低い学生が多く存在することも認識していた。そこで、教員が理想的と感じる学習方略だけでなく、教員には不適切と感じるが学生は特に問題を感じずに行なっている学習方略、学生も不適切だとは思っているが行ってしまう学習方略を加えた、学習活動全体を通した網羅的な学習方略に関する調査が必要と考えた。その上で、網羅的な学習方略の使用頻度によって学生の主体性を分類する尺度の作成を行うこととした。

2.　予備調査

不適切な学習方略についての網羅的な先行研究がないことから、そのような学習方略も含めた日常の学習行動に関する自由記述形式の匿名調査を行なった。学生に対する質問項目を表 1 に、教員に対する質問項目を表2に示す。学生からの有効回答184件、教員からの有効回答 29 件を得た。

予備調査の回答を集計した結果として 134 種の学習行動が得られた。その中から、学習行動でないものを排除した上で、5 名の研究者で KJ 法によるグルーピング作業を行い、43 個の学習方略を抽出した。

表 1 学生向け予備調査質問項目

問	質問項目
1	得意科目であなたが行なっている勉強方法を、理由と併せて教えてください。
2	苦手科目でついついやってしまう勉強方法を、理由と併せて教えてください。
3	ついついやってしまう授業中の態度を、理由とともに出来るだけ多く教えてください。
4	あなたが見たり聞いたりしたことのある、明らかに不適切だと感じる学習方法や学習態度があれば教えてください。

表 2 教員向け予備調査質問項目

問	質問項目
1	最近の学生が行なっている不適切と感じる学習方法を出来るだけ多く教えてください。
2	最近の学生がとっている不適切と感じる学習態度を出来るだけ多く教えてください。
3	教員側からやってほしいと思う適切な学習方法を出来るだけ多く教えてください。
4	教員側がとってほしいと思う学生の適切な学習態度を出来るだけ多く教えてください。

3.　主体的学習分類尺度の開発

主体的学習分類質問項目による本調査及び因子分析結果、及び分析結果の評価について以下に述べる。

3.1 本調査

研究承諾の得られた、4 大学・短期大学の計 5 キャンパスの学生を対象としてオンラインまたは質問紙によるアンケート調査を実施し、1089 件の有効回答を得た。この回答データを用いて探索的因子分析を行なった。因子抽出法に最尤法を用い、プロマックス回転を行なった。因子負荷が 0.3 未満の項目を削除した上で再び因子分析を行い、スクリープロットにより判断して 2 因子とし、プロマックス回転を行なった。第 1 因子は、「教員の指示がなくても、重要と思うものはメモする」「学生同士で教えあったり、学びあったりする」などの項目に対する負荷量が高く、学習によって自身の知識獲得を積極的に行う項目によって構成されることから「獲得因子」とした。第 2 因子は、「重要語句や答えだけを丸暗記する」「理解できないと思ったら途中で勉強をすることをあきらめる」「授業中に指名されないような態度で受講する」などの項目に対する負荷量が高く、学習がうまくいかない不利益を回避したり、恥ずかしい思いをすることを回避したりする項目によって構成されることから「回避因子」とした。

3.2 主体的学習分類

因子分析の結果、回答項目で「獲得因子」と「回避因子」の双方に因子負荷が高い項目がないことから、各因子の単純合計を用いることとした。各因子の合計得点平均値を求め、平均以上か以下かの組み合わせによって学習行動を 4 つに分類した。この 4 分類は、学生が自ら選択している学習方略の頻度によって構成されており、これを主体的学習分類と名付けた。主体的学習分類を図 1 に示す。

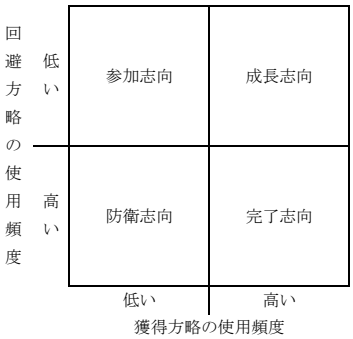


図 1　主体的学習分類

3.3 大学間比較・学年間比較

主体的学習分類を用いて学生の 4 つの主体的学習志向の割合を大学ごとに比較したものを図 2 に示す。なお、大学の特定を避けるため、全て X 大学と記載している。また、学年別の主体的学習志向の割合を比較したものを図 3 に示す。

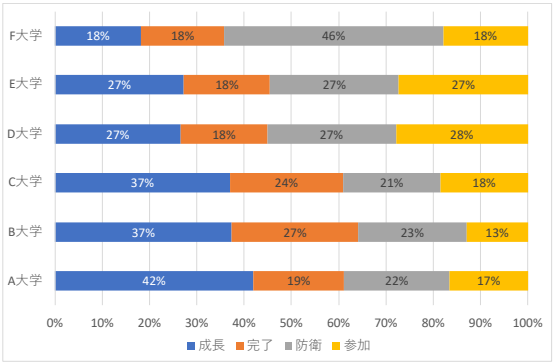


図 2　大学別主体的学習志向分布

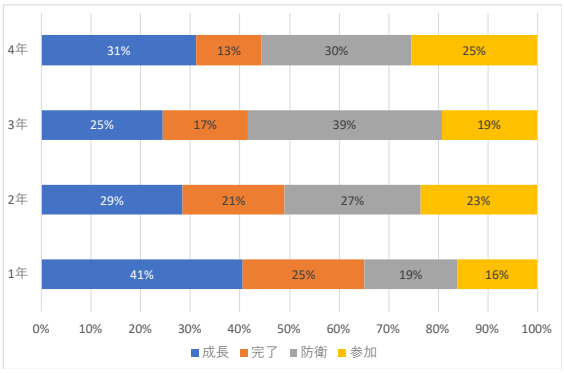


図 3　学年別主体的学習志向分布

4.　考察

A、B、C の 3 大学はいずれも国家資格を得ることが目的の学科であり、将来を見据えた学習がしやすいことから成長志向が多い一方で、国家試験合格という緊張感によって完了志向が多くなっていると解釈できる。一方、D、E の 2 大学はいずれも文系大学で多様な進路を選択することができることから参加志向が多くなっていると考えられる。F 大学は理系学生の割合が多い大学で、防衛志向が多いことがわかった。学年別分析では、学年進行とともに学習内容が高度になってくるため、成長志向が減少し、防衛志向が増加すると解釈できる。4 年生は卒業研究などの影響で成長志向が増えていると考えられる。また、1 大学での追跡調査の結果、回避方略得点が極めて高い防衛志向の学生で退学・留年の傾向が見られた。以上のことから、本尺度が学習に対する主体性の志向を示す尺度として利用可能であると言える。

本研究は、東海大学「人を対象とする研究」に関する倫理委員会承認番号 19006 により承認されたものである。また、東海大学医療技術短期大学総合看護研究施設 2017 年度のプロジェクト研究助成及び JSPS 科研費 JP15K01036 の助成を受けて実施したものである。

オープンデータを活用した学習分析研究者のための ディープラーニングセミナー
ー学習分析学会における取り組みー

Deep Learning Seminar for Learning Analytics Researchers using Open Data
- An Initiative by Japanese Society for Learning Analytics -

卯木 輝彦[*1,*6], 加藤 利康[*2], 佐藤 伸也[*3], 堤 宇一[*4,*6], 児玉 靖司[*5,*6]
Teruhiko UNOKI[*1,*6], Toshiyasu KATO[*2], Shinya SATO[*3], Uichi TSUTSUMI[*4,*6], Yasushi KODAMA[*5,*6]
[*1] 株式会社フォトロン, [*2] 日本工業大学, [*3] 茨城大学, [*4] アルー株式会社, [*5] 法政大学
[*1]Photron Limited, [*2]Nippon Institute of Technology, [*3]Ibaraki University, [*4]Alue Co., Ltd., [*5]Hosei University
[*6] 学習分析学会
[*6]Japanese Society for Learning Analytics
Email: unoki@photron.co.jp

あらまし：学習分析学会では，学習分析へのディープラーニングの適用拡大を目的に，2016 年から「ディープラーニングによる Learning Analytics ワークショップ」を開催してきた．その後，ディープラーニングの応用を体系的に学びたいとの要望を受け，ハンズオン形式のセミナーを実施することにした．セミナーでは実践的な学習ができるよう，公開されている実データを使い実習を行っている．本稿では，JASLA 主催ディープラーニングセミナーの概要を紹介し，セミナーで使用したデータセットについて述べる．
キーワード：ディープラーニング，学習分析，ラーニングアナリティクス，オープンデータ，セミナー

1. はじめに

教育データにディープラーニングを適用した研究は，2015 年頃からみられる(1)．初期の研究は，オンラインコースや LMS の操作ログなど，受講生の PC 操作履歴データを利用して，成績予測や離脱予測を行う研究が多い．その後，グループワークやプレゼンテーション練習など，学習者の身体の動きや心的状態が重要となる学習活動を対象に，映像，音声，その他各種センサーデバイスから得られたデータに対してディープラーニングを適用する研究がみられるようになった(2)．

学習分析学会（JASLA）では，Learning Analytics（LA）研究の普及促進を目的に各種研究会やセミナー等のイベントを実施している．2017 年 2 月および 2018 年 3 月の二度にわたり「ディープラーニングによる LA ワークショップ」（以下，LA ハッカソン）を開催した(3)．

LA ハッカソンでは，参加者は数名ずつのグループに分かれ，成績予測やクラスタリングなどの課題に取り組んだ．大学で実際に運用中の e ラーニングシステムから収集した学習履歴データを使用した．ディープラーニングを実際の教育データに適用することで，従来手法との差異や適用するための課題を把握するとともに，使用したデータセットにおける学習行動と成績の関係を明らかにした．

一方，LA ハッカソンで使用したデータセットは，匿名化を施してはいるが，成績などの情報が含まれている．データを提供いただいた大学からの使用許可は，プライバシー保護の観点から本イベントに限定されていた．すなわち，参加者は LA ハッカソンで使用したデータを持ち帰って振り返り学習等に活用することができなかった．

LA ハッカソンの限られた時間内だけでディープラーニングの多くを習得することは容易ではない．参加者の多くから，自由に使えるデータを使って，基礎的な事項から体系的にディープラーニングを学びたいとの要望があがってきた．そこで，JASLA では，ディープラーニングの LA への応用に関心を持つ方を対象に，ハンズオン形式のセミナーを実施することにした．

本稿では，JASLA ディープラーニングセミナーの概要を紹介し，セミナー内で使用したデータセットについて述べる．

2. JASLA ディープラーニングセミナー

セミナーは，2017 年 12 月から 2019 年 2 月までに計 4 回を実施した(4)．参加者は，毎回満席で 25 名程度，内訳は大学教員が 6 割，学生が 3 割，残りが企業である．ディープラーニングの可能性は知りつつも，これまで手を動かして学ぶ機会を作れなかった方や，環境構築でつまずいていた方が多い．参加者にはノート PC を持参してもらい，各自が自分の PC でプログラムの実行結果を確認できるようにした．

実行環境は，セミナーの前半 2 回と後半の 2 回で大きく変えた．前半 2 回では各自の PC に Python 環境を構築した．当時，クラウド上で容易に機械学習が実行できる適当な環境が存在しなかったためである．ノート PC の性能を考慮すると，大きなサイズのデータを扱うことはできなかった．後半 2 回は状況が変わり，Google Colaboratory(5)を使うことにした．Google Colaboratory は，クラウド上で実行される Python の実行環境である．Google アカウントさえあれば，GPU/TPU も無料で利用できる．Google Drive や Github との連携ができるため，参加者へのデータ

の配布も容易で, PC の性能によらず比較的大きなデータを扱うことが可能になった.

セミナーでは，Python や機械学習の基礎的な学習項目に加え，毎回異なる題材を取り上げ，実データを使い様々なディープラーニング手法での分析を行った．題材として，前半 2 回は LMS のデータを利用した成績予測などを，後半 2 回は時系列データを利用した異常検知や行動分析などを取り上げた.

3. データセット

3.1 利用するデータセットの選定

セミナーで使用するデータセットは，次の条件を満たすものとした.

(1) インターネット経由でだれもが入手可能
(2) 他の研究者による分析結果が公開されている
(3) セミナー環境で妥当な時間内に処理が可能

データセットの選定は，各所で運用されている機械学習用データリポジトリ，Kaggle[6]に代表される機械学習コンペティションプラットフォーム，edX や Coursera などのオンラインコース，関連学会で開催された機械学習コンペティションやチュートリアルなどから情報を得て行った.

例えば，KDD Cup 2015[7]では，中国の MOOC 受講者の離脱確率予測を題材としたデータセットが利用できるが，比較的データのサイズが大きく複雑な構造のため，セミナーでの利用は見送った．PSLC DataShop[8]では，知的学習支援システムで収集された学習者の行動履歴が蓄積されているが，結果の比較ができそうな先行研究が少なく, 利用を見送った.

時系列データについては，実際の教育の場で取得された適当なオープンデータを発見することができなかった．今後のマルチモーダル LA 研究でも有用と考え得る波形データを中心に，直観的に理解しやすいデータを採用することにした.

以下では，セミナーで使用したデータセットの一部について概観する.

3.2 Students' Academic Performance Dataset[9]

ヨルダン大学の学習管理システム（LMS）によって収集された 480 名分の学生のデータから成る．e ラーニングシステム上のグループディスカッションへの参加回数や欠席状況など計 16 の特徴量を持ち，各個人の最終成績が 3 段階で付与されている.

3.3 Classifying Heart Sounds Challenge

心音データを分類するデータ分析コンペティション Classifying Heart Sounds Challenge 2011[10]で使用されたデータセットである． 30 秒以下で心音を録音した長さの異なる 812 個の音声ファイルから成る.

3.4 MIT-BIH Arrhythmia Database[11]

男女 47 人の被験者から得られた 48 時間 30 分の心電図データである. 心臓専門医が付与した約 11 万個のアノテーションデータとともに公開されている.

3.5 Human Activity Recognition Data Set[12]

19 歳から 48 歳の 30 人が，スマートフォンを腰に着用し，6 種類の活動（歩行，階段上昇，階段下降，着席，直立，横たわる)を行い収集されたデータである．スマートフォンで計測した角加速度，直線加速度およびジャイロのデータからなる.

4. まとめ

JASLA ディープラーニングセミナーについて，セミナーで使用したデータセットを中心に述べた.

画像認識の分野では研究や教育に利用できる大規模なデータセットが多数公開されている．実験結果を実行可能なプログラムとともに公開することも盛んである．学習分析の分野においても学習履歴データを共有しようとする動きは広がりつつあるが，現時点ではその数は少ない．オープンなデータセットが数多く公開されることを期待したい.

参考文献

(1) Coelho, O. B. and Silveira, I. :“Deep Learning applied to Learning Analytics and Educational Data Mining: A Systematic Literature Review”, Brazilian Symposium on Computers in Education (Simpósio Brasileiro de Informática na Educação-SBIE), pp.143-152 (2017)
(2) Baker, R. et al.:“Workshop on deep learning with educational data”, Proceedings of the 10th International Conference on Educational Data Mining, p.474 (2017)
(3) 児玉靖司，卯木輝彦，加藤利康，堤宇一：“学習分析学会研究活動報告”，学習分析学会 2018 年度第 1 回研究会 (2018)
(4) 学習分析学会：“Keras/Python3 で学ぶ ディープラーニングによる時系列データ解析入門【実践編】”, https://jasla.jp/event/seminar007/ (2019 年 6 月 14 日アクセス)
(5) Google Colaboratory，https://colab.research.google.com/ (2019 年 6 月 14 日アクセス)
(6) kaggle, https://www.kaggle.com/ (2019 年 6 月 14 日アクセス)
(7) KDD Cup 2015, https://www.kdd.org/kdd2015 (2019 年 6 月 14 日アクセス)
(8) PSLC DataShop , https://pslcdatashop.web.cmu.edu/ (2019 年 6 月 14 日アクセス)
(9) kaggle: "Students' Academic Performance Dataset", https://www.kaggle.com/aljarah/xAPI-Edu-Data (2019 年 6 月 14 日アクセス)
(10) Bentley, P. et al.:“The PASCAL Classifying Heart Sounds Challenge 2011 Results ”, http://www.peterjbentley.com/heartchallenge/, (2019 年 6 月 14 日アクセス)
(11) Goldberger, A.L. et al.:“PhysioBank, PhysioToolkit, and PhysioNet: Components of a New Research Resource for Complex Physiologic Signals”, Circulation 101(23) , pp.215-220 (2000)
(12) UCI Machine Learning Repository:“Human Activity Recognition Using Smartphones Data Set ”, https://archive.ics.uci.edu/ml/datasets/human+activity+recognition+using+smartphones (2019 年 6 月 14 日アクセス)

産学官連携によるデータ利活用人材育成プログラムの構築
－初年度の実践に基づくプログラムの改善－

Construction of a Data Utilization Skill Development Program in Collaboration with Industry, Academia, and Government
- Improvement of the Program based on the First Year Practice -

米谷雄介[*1]，米丸浩一郎[*2]，樋川直人[*3]，高橋亨輔[*1]，後藤田中[*1]，國枝孝之[*1]，八重樫理人[*1]
Yusuke Kometani[*1], Koichiro Yonemaru[*2], Naoto Hikawa[*3], Kyosuke Takahashi[*1],
Naka Gotoda[*1], Takayuki Kunieda[*1], Rihito Yaegashi[*1]
[*1] 香川大学
[*1] Kagawa University
[*2] 日本電気株式会社
[*2] NEC Corp.
[*3] かがわ県民情報サービス株式会社
[*2] Kagawa Information Service Co., Ltd.
Email: kometani@eng.kagawa-u.ac.jp

あらまし:データ利活用型スマートシティはデータの利活用を通じて都市の課題を分野横断的に解決することを目指すまちづくりのモデルである．その中心は市民中心型のサービス開発であり，地域課題とデータ利活用を踏まえた解決策を考える市民を育成することが求められる．著者らは 2018 年度に産学官連携によるデータ利活用人材育成プログラムの構築を行った．本研究では，その実践結果を踏まえ，2019 年度に向けたプログラムの改善について述べる．
キーワード：スマートシティ，データ利活用人材，データ利活用基盤，データ利活用サービス

1. はじめに

データ利活用型スマートシティはデータの利活用を通じて都市の課題を分野横断的に解決することを目指すまちづくりのモデルである(1)．その中心は市民中心型のサービス開発であり，地域課題とデータ利活用を踏まえた解決策を考える市民を育成することが求められる(2)．著者らは 2018 年度に産学官連携（日本電気株式会社・香川大学・香川県）によるデータ利活用人材育成プログラムの構築を行った(3)．本研究では，その実践に基づき，2019 年度に向けたプログラムの改善について述べる．

2. データ利活用人材育成プログラムの概要(3)

2.1 プロトタイプ作成支援環境

著者らは，データ利活用サービスのプロトタイプを作成するための知識・スキルを補完するプロトタイプ作成支援環境を開発した．本支援環境は欧州の官民連携プロジェクトで開発／実証された IoT データ利活用プラットフォーム FIWARE(4)を基盤として，データ登録及びデータ利活用サービス開発を容易にするライブラリ群で構成されている．

2.2 本支援環境を用いた人材育成プログラム

2018 年度に，本支援環境を活用したデータ利活用人材育成プログラムを設計し，香川県の市民講座「まちのデータ研究室」で実践した.講座は 1 回 90 分，全 12 回が実施された.最終回は受講者がデザインしたデータ利活用サービスの成果発表会であった．

3. 初年度実践に対する受講者の総括的評価

最終回に，本プログラムに対する総括的評価を受講者に依頼した．方法は匿名式のアンケートであった．回答者は最終回に参加した 9 名である．受講者の回答結果に基づき改善点を考察する．

図 1 に受講者による講師／講座内容／運営に対する評価の結果を示す．改善に関連する内容として，難易度については「4. やや難しい」と回答する受講者が 6 名，1 回の講義・演習時間については，「2. やや短い」とする回答が 4 名，開講日数については「4. やや長い」「5. 長い」とする回答が併せて 8 名であった．

図 2 に受講者による自己評価の結果を示す．改善に関連する内容として，講義の様子を撮影した動画教材について「3. やや利用した」が 7 名であった．「地域課題への関心が向上した」「データ利活用への興味が向上した」とする質問に対しては回答者全員が肯定的評価であった．継続できたと思うかという質問に対しては，2 名が「2. ややできなかった」と回答した．

図 3 に受講者による参加しやすい時間帯についての意見を示す．本結果により，土曜午後が比較的参加しやすい時間帯であることがわかる．

図 4 に受講者が感じる受講継続要因を示す．受講者によって継続要因には多少ばらつきがあることが推察される．運営側の要因としては，開講日数，開講時期があがっている．受講者側の要因としては、データ利活用への興味関心がわずかに多い．

上記の択一式，複数選択式項目に加えて，自由記述式の質問を行った．質問文は「地域課題をテクノロジーを活用して解決するための有効な取り組みは何だと思いますか？」であった．これに対し以下の意見が得られた：

・「課題とテクノロジーのマッチング．課題だけ、テクノロジーだけでは前に進めない．」
・「地域課題を地域だけで抱え込まずに類似する課題を持つ地域・団体と情報共有して解決させるといいと思います．」

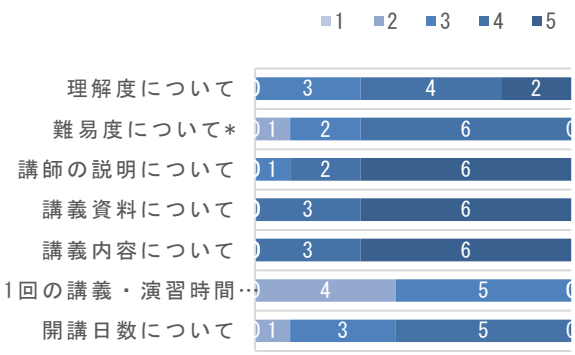


図 1 受講者による講師／講座内容／運営評価（5 段階評定、*：反転項目）

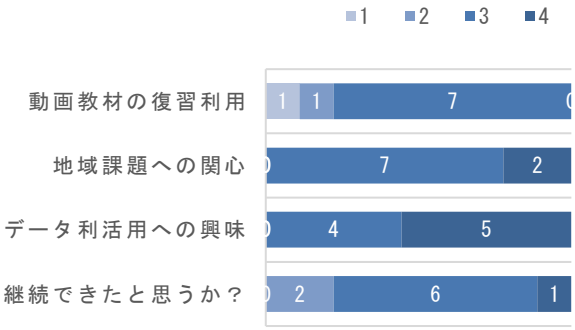


図 2 受講者による自己評価（4 段階評定）

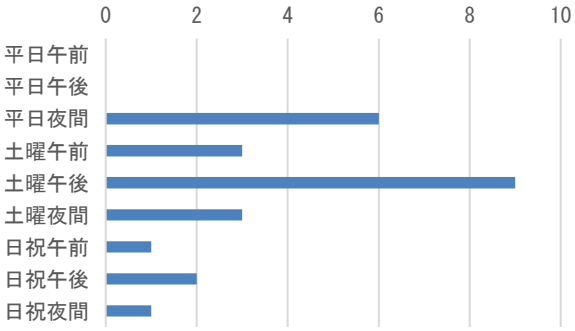


図 3 受講者による参加しやすい時間帯

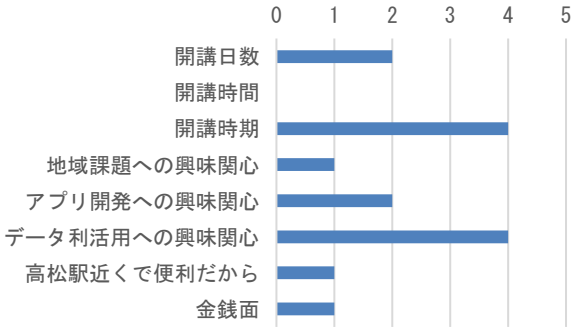


図 4 受講者が感じる受講継続要因

4. 初年度実践に基づくプログラムの改善

受講者の総括的評価に基づき改善を行った．具体的な内容は参考文献(5)に譲る．初年度から継続した箇所，改善として変更した箇所をそれぞれ述べる．

継続して残した箇所は次のとおりである．曜日は土曜日午後の開講とした．動画教材は一定の有用性があると考え，提供する方針とした．図 1 より，理解度，講師説明，講義資料，講義内容については肯定的に評価する受講者が多かった．そこで例示等のコンテンツの変更よりは，テーマの明示や，サブ講座への切り分けなどコンテンツの位置づけや流れを整理する方針とした．

変更した箇所は次のとおりである．テーマとしてデータ利活用による地域課題の側面を強調した(5)．難易度に関連して，初年度は，Web 技術と IoT 技術とが混在した内容であった(3)が，これらをサブ講座として切り分け，どちらか一方だけでも受講可能とすることで難易度の分散を図った．受講期間は，初年度実践において年をまたいだ際に，受講者が著しく減った(3)ことから，年末までにプログラムが完了するようにし，開講日数を少なく（1 サブ講座ごとに 4 日間），1 回の開講時間を長め（2 コマ 120 分 休憩あり）に取ることとした．

5. おわりに

産学官連携によるデータ利活用人材育成プログラムの改善について述べた．今後は経年比較により改善効果を調べ，プログラムを充実させていきたい．

参考文献

(1) 日立株式会社：“今、求められる「データ利活用型」の街づくり”，https://cgs-online.hitachi.co.jp/contents/401_1.html（2019 年 6 月 18 日確認）
(2) 日本電気株式会社: “世界のデータ利活用型スマートシティ開発動向”, https://jpn.nec.com/techrep/journal/g18/n01/180103.html（2019 年 6 月 18 日確認）
(3) 米谷雄介，米丸浩一郎，樋川直人，高橋亨輔，後藤田中，國枝孝之，八重樫理人：”ライブラリを用いた足場かけに基づくデータ利活用人材育成プログラムの開発と市民講座における実践”，教育システム情報学会研究報告，Vol.33，No.7，pp.29-36（2019-3）
(4) FIWARE foundation: “FIWARE”，https://www.fiware.org/（2019 年 6 月 18 日確認）
(5) 情報通信交流館 e-とぴあ・かがわ：“まちのデータ研究室”，https://www.e-topia-kagawa.jp/kouza/towndata2019.asp（2019 年 6 月 18 日確認）

いけばな（華道）とマルチメディア・コラボレーションに関する考察

A Study on Ikebana (Kadō) and Multimedia Collaboration

加藤藍[*1]，　永岡慶三[*2]，　米谷雄介[*3]，卯木輝彦[*4]，林幹夫[*5]，谷田貝雅典[*5]
Ai KATO[*1]，Keizo NAGAOKA[*2]，Yusuke KOMETANI[*3]，
Teruhiko UNOKI[*4]，Mikio HAYASHI[*5]，Masanori YATAGAI[*5]
[*1] 共立女子大学大学院文芸学研究科
[*1] Graduate School of Arts and Letters，Kyoritsu Women's University
[*2] 早稲田大学人間科学学術院
[*2] Faculty of Human Sciences，Waseda University
[*3] 香川大学創造工学部
[*3] Faculty of Engineering and Design，Kagawa University
[*4] (株)フォトロン 研究開発センター
[*4] R&D Center，Photron Limited
[*5] 共立女子大学文芸学部
[*5]Faculty of Arts & Letters，Kyoritsu Women's University
Email: 19v003ak@kyoritsu-wu.ac.jp

あらまし：いけばな（華道）は，長い歴史の中で衰退期のたびに異分野との融合が試みられ存続してきた経緯がある．現在，華道は衰退期であるが，この歴史から「時代に沿った在り方の変化」が重要であると考えられる．よって，本研究では，華道と多様なメディアとのコラボに関し調査を行った．結果，新しいもの（プロジェクションマッピングなど）か，伝統的なもの（茶の湯など）かに関わらず他とコラボすることで文化として受け入れ難くなることが分かった．
キーワード：いけばな，華道，伝統文化，マルチメディア，多変量解析

1. はじめに

明治時代の文明開化によって一時衰退の危機に陥ったいけばな(華道も含む)が復興をとげた要因は，今まで床の間に飾っていたものを洋風の建物の中でも飾れるようにいけばなの型を新たに考案し，いけばなの在り方を増やしたためである．文明開化による衰退以前にもいけばなの在り方は時代と共にふさわしい型を考案し変容することで，時代に応じた新しいいけばなの在り方を増やしている[(1)]．

文化庁文化財部の平成 27 年度伝統的生活文化実態調査事業報告書[(2)]によると，伝統文化において茶道・華道人口の減少や若者の伝統文化離れ，高齢化などの問題が挙げられ，継承が困難になっている流派まである．その原因として調査報告書では伝統文化に触れる機会の減少が大きいとしている．以上より，いけばな人口が減り衰退傾向にある現在，伝統文化であるいけばなを衰退させずに残していくにはどういった活動をする必要があるのかを検討する必要がある．一方，近年のいけばなは，プロジェクションマッピングとのコラボレーション（以下，コラボ）や舞台上で音と光を交えて行う，いけばなのデモンストレーションなど新しい試みがなされている．その根底には，興味関心を引き，いけばなを身近なものにすることや，新たな挑戦という意図がある．以上より，現在のいけばなは新たな在り方を増やそうとしているのではないかと考えた．よって，本研究では，さまざまな分野とのコラボを行う，新しいいけばなの在り方が，受け入れられ，存続に寄与するものであるのかを明らかにするために，アンケート調査を行った．

2. アンケート調査

『いけばなとは何か』[(3)]や池坊[(4)]，龍生派[(5)]の活動を参考に，本研究でいけばなの在り方に関する意識調査のアンケート（自由記述回答 5 項目，5 段階評定 51 項目）を作成し，172 名（女性:170 名，男性:2 名）に回答してもらった．いけばな経験の有無，およびいけばな知識の有無による比較をするために，豊島岡女子学園中学校・高等学校と共立女子中学高等学校の華道部の生徒らを中心にいけばな経験者として 96 名，他同校の非華道部の生徒らを中心に未経験者として 76 名に協力してもらった．

3. アンケート結果の因子分析結果

いけばなの在り方に関する意識調査のアンケート（56 項目 5 段階評定尺度）の自由記述項目 5 項目といけばなの写真画像による質問項目 6 項目を省いた，計 45 項目に対して最尤法プロマックス回転を用い，因子分析を行った．結果，因子抽出後の累積寄与率が 50.2%で，第 1 因子「伝統文化間コラボの古風さ」，第 2 因子「パフォーマンス否定感」，第 3 因子「伝統文化とのコラボ拒否感」，第 4 因子「コンクール・展覧会否定感」，第 5 因子「いけばなへの親近感」，第 6 因子「アニメ・ゲームとのコラボ拒否感」，第 7 因子「コラボ時のいけばな主役感」の 7 因子構造を得た．

4.　経験・知識別 7 因子間重回帰分析結果

アンケートのいけばな経験と知識を問う項目よりグループ分けを行う．いけばな経験年数より，一か月以上の経験者を「経験有」，一か月未満の経験者を「経験無」とした．「いけばなは何のために始まったと思いますか．記入してください．（わからなければ無記入）」という自由記述項目において正しい回答者は「知識有」，誤った回答者，および未回答者は「知識無」とした．ただし「経験有」で「知識無」と判断された回答者は，経験している分全く知識が無いわけではないため「知識低」とした．

因子分析で得られた結果から，各因子を構成する因子負荷量が 0.5 以上の項目を代表とし，これらの平均得点を因子代表値と定めた．得られた因子代表値をもとに，重要な因子である「伝統文化とのコラボ拒否感」と，「アニメ・ゲームとのコラボ拒否感」を従属変数と定め，その他の因子を独立変数に定め重回帰分析（強制投入法）を行った．分析結果を表 1 および表 2 に示す．

表 1「伝統文化とのコラボ拒否感」の規定因

対象・条件別ー強制投入法

	伝統文化とのコラボ拒否感							
	経験有・知識有		経験有・知識低		経験無・知識有		経験無・知識無	
	β	B	β	B	β	B	β	B
伝統文化間コラボの古風さ	.177	(.119)	.229	(.145)	.373*	(.215*)	.255†	(.277†)
パフォーマンス否定感	-.045	(-.033)	.267†	(.238†)	.389*	(.341*)	-.062	(-.090)
コンクール・展覧会否定感	.389**	(.415**)	.373*	(.378*)	.273	(.298)	.260†	(.321†)
いけばなへの親近感	-.288*	(-.197*)	-.021	(-.016)	-.228	(-.131)	-.284†	(-.326†)
コラボ時のいけばな主役感	-.116	(-.069)	.327*	(.224*)	.269	(.163)	.030	(.029)
自由度調整済みR^2	.253***		.332**		.312*		.155*	

標準偏回帰係数(偏回帰係数)　　有意確率†p<0.1,*p<0.05,**p<0.01,***p<0.001

β＝標準化係数　B=非標準化係数

表 2「アニメ・ゲームとのコラボ拒否感」の規定因

対象・条件別ー強制投入法

	アニメ・ゲームとのコラボ拒否感							
	経験有・知識有		経験有・知識低		経験無・知識有		経験無・知識無	
	β	B	β	B	β	B	β	B
伝統文化間コラボの古風さ	.034	(.050)	-.093	(-.106)	-.093	(-.086)	.146	(.205)
パフォーマンス否定感	.348**	(.550**)	.509**	(.812**)	.526**	(.742**)	.282†	(.532†)
コンクール・展覧会否定感	.260*	(.595*)	-.078	(-.142)	-.082	(-.144)	.072	(.116)
いけばなへの親近感	-.143	(-.210)	-.072	(-.099)	.171	(.157)	.132	(.196)
コラボ時のいけばな主役感	-.140	(-.179)	-.056	(-.068)	.086	(.084)	-.109	(-.133)
自由度調整済みR^2	.201**		.179*		.195†		.017	

標準偏回帰係数(偏回帰係数)　　有意確率†p<0.1,*p<0.05,**p<0.01,***p<0.001

β＝標準化係数　B=非標準化係数

5.　分析結果の考察

表 1「伝統文化とのコラボ拒否感」の規定因より，「伝統文化間コラボの古風さ」の規定力は経験無・知識有(B：0.215，p<0.05)と経験無・知識無(B：0.277，p<0.1)が同程度で高く有意であった．経験無・知識有では重回帰分析の標準偏回帰係数を比べると，「パフォーマンス否定感」(β：0.389，p<0.05)，「伝統文化間コラボの古風さ」(β：0.373，p<0.05)が有意で同程度に高かった．このことから，経験有・知識無において「パフォーマンス否定感」と「伝統文化間コラボの古風さ」が「伝統文化とのコラボ拒否感」を押し上げている要因であることが分かる．「コンクール・展覧会否定感」の規定力は，有意ではなかったが経験有・知識有(B：0.415，p>0.1)が最も高く，次いで経験有・知識低(B：0.378，p<0.05)が高く有意であった．経験有・知識有では重回帰分析の標準偏回帰係数を比べると，「コンクール・展覧会否定感」(β：0.389，p<0.01)が最も高く有意であり，次いで「いけばなへの親近感」(β：-0.288，p<0.05)が高く負の値で有意であった．このことから，経験有・知識有において「コンクール・展覧会否定感」が「伝統文化とのコラボ拒否感」を押し上げており，「いけばなへの親近感」が「伝統文化とのコラボ拒否感」を押し下げていることが分かる．

表 2「アニメ・ゲームとのコラボ拒否感」の規定因より，「パフォーマンス否定感」の規定力は経験有・知識低(B：0.812，p<0.01)が最も高く有意であり，次いで経験無・知識有(B：0.742，p<0.01)が高く有意であった．経験有・知識低では重回帰分析の標準偏回帰係数を比べると，「パフォーマンス否定感」(β：0.509，p<0.01)が最も高く有意であった．このことから，経験有・知識低において「パフォーマンス否定感」が「アニメ・ゲームとのコラボ拒否感」を押し上げていることが分かる．

以上より，伝統文化は古風であるという認識があるために，いけばなと他分野とのコラボの試みに対して否定的になると考えられる．さらに「アニメ・ゲームとのコラボ拒否感」についてもパフォーマンス否定感が大きいことから，経験や知識の有無を問わず，全体的にいけばなの新しい試みに対して否定的であると考えられる．よって，新しいものか伝統的なものかは問わず，いけばなが他とコラボすることで，伝統文化であるいけばなの印象に偏りが生じ，コラボすることはいけばな文化として受け入れられなかったものと考えられる．

6.　おわりに

本研究の結果より，伝統文化であるいけばなは、古風であるという認識があるために，他分野とのコラボに対して否定的となった．

今後の課題として，斬新な分野とのコラボを検討する際は，いけばな文化との印象バランスを十分考慮する必要がある．また，いけばなの存続を危惧するうえでも，これまでの歴史的な試みを再度十分検討し，いけばな文化を新しいステージに昇華できる新たな試みを検討する必要がある．

謝辞

調査にご協力いただいた豊島岡女子学園中学校・高等学校と共立女子中学高等学校の華道部の生徒の皆さん，池坊文和会支部近藤総光先生をはじめとする池坊の関係者の方々に深く感謝致します．

また，本研究は平成 28 年度 科学研究費補助金 基盤研究 (C) (課題番号:16K01126) および，令和元年度　科学研究費補助金 基盤研究 (C) (課題番号:19K03091) の補助によるものです．

参考文献

(1) 北條明真『いけばなとは何か　北條明真著作集 1』1997，至文堂，（文献初出 1964，角川新書）
(2) 文化庁ホームページ，統計・調査研究等，伝統的生活実態調査「平成 27 年度伝統的生活文化実態調査事業報告書」http://www.bunka.go.jp/index.html　最終閲覧 2019/6/17
(3) （1）に同じ
(4) 池坊 http://www.ikenobo.jp/ 最終閲覧 2019/6/11
(5) 龍生派 http://www.ryuseiha.net/ 最終閲覧 2019/6/17

中等教育向け IoT 教材のための BaaS による情報管理基盤の設計
Design of Management System by BaaS for IoT Based Learning Material which Intended for Secondary Education

等々力 崇史*1, 香山 瑞恵*2, 舘 伸幸*3, 永井 孝*4, 二上 貴夫*5, 足助 武彦*6
Takafumi TODORIKI*1, Mizue KAYAMA*2, Nobuyuki TACHI*3, Takashi NAGAI*4,
Takao FUTAGAMI*5, Takehiko ASUKE*6
*1 信州大学大学院総合理工学研究科
*1Graduate School of Science and Technology, Shinshu University
*2 信州大学工学部
*2Shinshu University Faculty of Engineering
*3 名古屋大学組込みシステム研究センター
*3Nagoya University, Center for Embedded Computing Systems
*4 ものつくり大学技能工芸学部
*4Institute of Technologists Department of Mechanical and Production Engineering
*5 東陽テクニカ
*5TOYO Corporation
*6 伊那市立高遠中学校
*6Ina City Takato Junior High School

Email: 18w2074b@shinshu-u.ac.jp

あらまし：本研究の目的は，中等学校の正課授業を対象とした IoT 教材基盤の構築および IoT 教材の利用による授業支援である．これまでに実験器具および教材の IoT 化と，教材および教材から得られたデータを管理する情報基盤の設計を行った．また，プロトタイプを構築し，理科「状態変化」単元を対象として開発教材・基盤の評価を行った．本稿では，クラウドシステムと CMS を用いた情報管理基盤の設計および改良について述べる．
キーワード：IoT，授業支援， iPad, CMS，教材設計

1. はじめに

情報技術では，近年 IoT(Internet of Things)への注目が高まっている．IoT とは，身の回りの様々な「モノ」がインターネットに繋がることで情報の発信主体が「モノ」となる仕組みである．現在，農業や医療を始めとして様々な分野への IoT 活用が進んでいる．

教育分野において，プログラミングの必修化を含む学習指導要領の改定があった．また，文部科学省の「教育の情報化の推進」(1)や総務省の「教育クラウドプラットフォーム」(2)で提唱されるように，初等中等教育で情報活用能力の育成やクラウドを利用した学習の効率化・高度化が図られている．ICT を活用し，地域による学習格差の解消を図る取り組み(3)も開始され，情報技術と教育の結びつけが進んでいる．

そこで，本研究では，情報技術の教育分野への活用に注目する．高等教育の専門科目において，IoT を活用する学習事例は存在する．例えば LEGO を用いる工学実験において，IoT を活用することで協調学習を促進する報告がある(4)．しかし，初等中等教育の正課授業に対し，IoT を活用した事例はない．

また，CMS(Contents Management System)を用いた授業支援の事例も存在する．しかし，その多くは教員が資料や課題ファイルをアップロードし，生徒がそれを扱うものであり，実験で得られるような生データを扱うことは難しい．

本研究では，IoT を活用して学習の効率化および高度化を図ることを目的とする．対象は中学校以上の正規科目とする本稿では，中学校理科「状態変化」単元を対象として設計・開発した IoT 教材の設計および改良について報告する．

2. IoT 教材の概要

これまでに，中学校理科「状態変化」を対象とした IoT 教材の設計および開発を行った．「状態変化」単元では，煮沸実験を行い，物質の変化を観察し，沸点および融点は物質によって決まっていることを見出す(5)．そのため，液体温度を計測しクラウドのデータストアへ格納する計測デバイスと，データストアからデータを抽出し，端末上で可視化および管理する計測サイトから IoT 教材を構成した．

図 1 に IoT 教材を示す．計測デバイスは Arduino Leonardo に Wi-Fi モジュール付シールドとデジタル温度センサである DS18B20 を使用し，計測データを格納するクラウドシステムは Milkcocoa を用いた．また，計測サイトは CMS である Plone(6)で構築した．

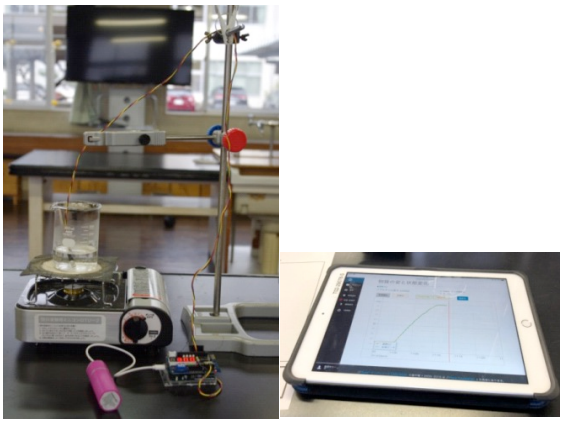


図 1 IoT 教材の使用例
(左:計測デバイス，右：計測サイト)

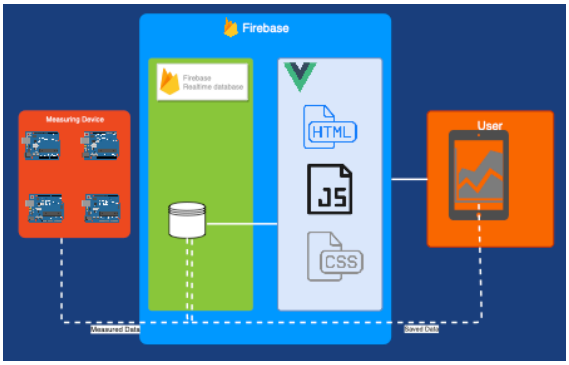


図 2 計測サイトの再構築案

2.1 クラウドシステムの問題点

開発した IoT 教材を 2 学校 10 クラスで運用した結果，特に，クラウドシステムに関して問題点が見つかった. Milkcocoa では, 1 アプリの同時コネクション数の上限は 20 であった．本教材では，計測デバイスがクラウドのデータストアへ計測データを格納するために接続し，また，計測サイトがデータストアから計測データを参照するために接続される．つまり，本教材を使用すると 1 つの班のセクション数が 2 となる．そのため，班数が多い学校ではアプリを 2 つ作成する必要があり，同時に違うクラスでクラウドシステムを使用するような場合に対応が難しい状況であった．また，不定期なメンテナンスが発生し，教育現場のような特定時期に集中して利用される状況への対応が難しかった．

そこでクラウドシステムを Firebase へ変更することとした. Firebase とは, Google が提供するバックエンドサービスである. Firebase の Realtime Database では，1 つのデータベースで同時コネクション数は約 100,000 であり, IoT 教材を約 50,000 台同時運用することができる．定常稼働が保証される環境でもあり，特定時期に，同時にかつ複数のアクセスが生じる状況での利用に向いていると考えた．

2.2 Firebase での計測サイトの再構築

クラウドサービスを Firebase に変更すると同時に，Plone で構築された現行の計測サイトも再構築することとした．図 2 に計測サイトの再構築案を示す．これまでのクラウドサービスの役割は，計測デバイスから計測されたデータのバッファの役割しか担っておらず，ログイン認証や計測データの管理は Plone 内で行なっていた．そこで Firebase を用いることでクラウドシステムとの親和性が高くなる．また，物理サーバを準備する必要がなく，使用率に合わせて計算機資源をオートスケールすることができる．これらより，拡張機能が多く備わっている Firebase をバックエンドサービスとし，計測サイトの機能を再構築することとした．

現在，クラウドシステムに Firebase の Realtime Database を利用した計測サイトを運用している. 2 学校 2 クラスで運用した. Milkcocoa で見つかった問題点は解決されており，クラウドシステムとして Firebase の Realtime Database を採用することとした．

3. おわりに

本稿では，IoT を活用して学習の効率化および高度化を図るため，中学校理科「状態変化」単元を対象とした IoT 教材の設計・改良について述べた．先行教材で使用されていたクラウドシステムを変更し，問題点が解決されたのを確認した．そして，Firebase を用いた計測サイトの再構築について概説した．

今後は，フロントエンドに Vue.js を用いて計測サイトの再構築を進め，教育現場での実運用を通して，提案学習環境の評価を行なっていく．

謝辞：提案教材に対してご指導をいただいた上伊那理科教育研究会および伊那市立東部中学校理科教科会の先生方に感謝申し上げます．本研究は JSPS 科研費 22300286 と 16H03074 の助成を受けた．

参考文献

(1) 文部科学省： “教育の情報化の推進”, http://www.mext.go.jp/a_menu/shotou/zyouhou/detail/1369603.htm (2019/02/03 確認)
(2) 総務省： “教育クラウドプラットフォームについて”, http://www.soumu.go.jp/main_content/000411858.pdf (2019/02/03 確認)
(3) 竹生秀之，足助武彦: “伊那における遠隔授業”, 日本デジタル教科書学会発表原稿集, 6(0), pp63- 64 (2017)
(4) 野口孝文: “知識構成型ジグソー法と IoT を組み合わせた工学実験環境”, 2018 年度人工知能学会全国大会 (第 32 回)
(5) 文部科学省, “中学校指導要領解説 理科編” : http://www.mext.go.jp/component/a_menu/education/micro_detail/__icsFiles/afieldfile/2018/06/12/1387018_5_2_2.pdf (2019/02/03 確認)
(6) 鈴木たかのり，寺田学，永井孝，中西直樹，堀田直孝，本多重夫，本多誉子，間中宏修，安田善一郎 : “Plone 4 Book”，有限会社 Talpa-Tech，東京, (2011)

スマートフォン教材を利用した初修語学学習における復習活動の文脈を考慮した学習分析手法の初期的検討

An Initial Study on a Methodology of Learning Analytics Considering the Context of Review Activity in Language Learning for Beginners with Smartphone Materials

三石 大[*1], 大河 雄一[*2], 趙 秀敏[*3]
Takashi MITSUISHI[*1], Yuichi OHKAWA[*2], Xiumin ZHAO[*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] 東北大学大学院教育学研究科
[*2]Graduate School of Education, Tohoku University
[*3] 東北大学高度教養教育・学生支援機構
[*3]Institute for Excellence in Higher Education, Tohoku University
Email: takashi.mitsuishi@tohoku.ac.jp

あらまし：大学初修外国語教育のためのスマートフォン復習教材を利用したブレンド型学習において，担当教員自身が学習者全体や個別の学習者の学習状況を確認可能な学習分析ツールの開発に取り組んでいる．特に，初修語学学習で必要とされるくり返し学習や４技能のバランスのとれた学習のために，学習項目や頻度だけでなく，復習のタイミングや学習項目間の遷移等，学習者の復習活動の文脈を確認可能な学習分析手法の実現に向けた検討を行う．
キーワード：**学習**分析，ブレンド型学習，スマートフォン教材，マイクロラーニング，初修語学学習

1. はじめに

我々は，現在，継続的な繰返し学習が要求される初修外国語授業を対象に，通常の対面授業に加え，マイクロラーニングに基づく復習教材による隙間時間を積極的に活用した自己調整型の復習と，これによる学習履歴の担当教員自身による学習分析による個別のクラスに応じた授業展開や個々の学習者に対する必要な学習指導により，持続的な学習を可能とするブレンディッドラーニング環境の構築に取り組んでいる．

本稿では，本研究におけるこれまでの取り組みを確認するとともに，個々の学習者の効果的な学習の促進に必要となる，復習活動の文脈を確認可能な学習分析手法の実現に向けた初期的検討を行う．

2. 初修外国語学習のためのスマートフォン活用ブレンド型学習と探索的学習分析

2.1 マイクロラーニングに基づくスマートフォン教材を活用したブレンド型学習

本研究で実現を目指す初修外国語授業のためのブレンド型学習環境では，我々がこれまで提案してきた 3 段階学習プロセスモデル(1)に基づくブレンド型学習において，スマートフォンを活用したマイクロラーニング形式による復習教材を提供する．

一般に，初修外国語学習では，継続的な繰返し学習の持続が必要となる一方，大学における第二外国語教育の授業時間は極めて限られ，授業時間外の復習が欠かせない．しかしながら他の専門科目等の学習にも時間をかける必要のある学生にとって，第二外国語の復習のためのまとまった時間を確保することは難しく，学習意欲も相対的に低くなりがちとなる．このような問題を解決するためには，隙間時間等を活用した復習を習慣化した自己調整学習ができることが求められる．

そこで我々は，昨今の学生が常時携帯するスマートフォンに着目し，その上で，細分化された学習単位による断続的な学習を可能とするマイクロラーニング形式の復習教材を提供するスマートフォンアプリケーション KoToToMo を開発するとともに，実授業での実践を通じて有用性を確認した(2)．また，当該実践で確認された操作性等の課題を解決するとともに，学習時の文脈を含めた学習履歴を xAPI 形式により記録する KoToToMo Plus (図 1)の開発を進めている(3)(4)．

2.2 授業担当教員自身による探索的学習分析

また本研究では，必要に応じて個別の学習指導や授業内容・進度の調整を行えるよう，授業担当教員自身がスマートフォン教材による学習履歴を容易に確認，分析可能とするための探索的学習分析ツールの開発を進めている．

我々の提案するスマートフォン教材を利用したブレンド型学習環境により復習を促進できることが確認できた一方，何らかの理由により学習意欲が低下し，十分な復習を継続できない学生も一定数いることも確認されている．このような学習者の存在は，教育現場では時折見られることでもあるが，授業期

間の早い時期に，このような学習者に担当教員が気づき，注意喚起や必要な学習指導ができれば，その後の学習活動や学習方法の改善が期待できる．しかしながら，個別の学習者に常に注意を払うことは容易ではなく，とりわけ，大学における第二外国語の授業のように，一人の教員が複数のクラスを同時に担当する場合，その受講生数は相当となり，これらの受講生一人ひとりの復習状況を確認することは現実的ではない．

これに対し我々は，確認が必要な学生を早期に発見し，注意を喚起できるよう，機械学習を利用して学習者の将来的なパフォーマンスを予測する手法についても開発している(5)．しかしながら，単純な機械学習と比較して精度を向上できる一方，データだけでは識別が困難な学生が多く，担当教員自身による学習状況の確認が必要であることも確認された．

そこで，必ずしもデータ分析の専門家ではない授業担当教員が，授業中の形成的評価や気付きに基づき，担当する複数クラス全体や個別の学生の学習状況を対話的に切り替えながら確認し，分析可能とする探索的学習分析ツールの開発を進めている(6)．



図 1 スマートフォン教材 KoToToMo Plus



図 2 開発中の探索的学習分析ツール

3. 復習活動の文脈の確認の必要性と課題

初修外国語学習では単純な学習回数や学習時間の積み重ねだけでなく，4 技能のバランスのとれた学習が必要となる．そのため，学習状況の確認においても，学習時間や学習回数等だけでなく，どのような学習状況においてどのような学習を行ったのかといった文脈を含めた確認が必要となる．

初修外国語を効果的に学ぶためには，発音のみや文法のみといった偏った学習ではなく，4 技能を織り交ぜながらバランスよく学習することが求められる．また，学習者によって得手不得手が予想されるため，必要に応じて過去の学習内容のふり返りも必要となる．そのため，学習分析を行う場合も，どのような学習状況において次に何を学習したのか等，学習時の文脈を含めた学習分析ができることが求められる．現在，KoToToMo Plus では，復習課題の取り組みの有無だけでなく，アプリケーションの操作履歴を含む詳細な記録を行っているが，その確認方法については検討課題となっている．

4. まとめ

以上，我々が提案する 3 段階学習プロセスモデルに基づくブレンド型学習において，マイクロラーニング形式による教材を提供するスマートフォン教材と，これによる復習状況の確認のための探索的学習分析ツールを確認するとともに，初修外国語学習の促進のために復習時の文脈の確認の必要性を確認した．

謝辞

本研究の一部は，JSPS 科研費 17K01070, 19K00875, 19H04223 の助成による．

参考文献

(1) 趙 秀敏，今野 文子，朱 嘉琪，稲垣 忠，大河 雄一，三石 大：第二外国語としての中国語学習のためのブレンディッドラーニングの開発と実践，教育システム情報学会誌，Vol. 29, No. 1, pp.49-62 (2012)

(2) 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「KoToToMo」の開発と実践，教育システム情報学会誌，Vol.36, No.2, pp.131-142 (2019)

(3) Yuichi Ohkawa, Masaaki Kodama, Yuta Konno, Xiumin Zhao, Takashi Mitsuishi: A Study on UI Design of Smartphone App for Continuous Blended Language Learning, Proc. of 2018 5th International Conference on Business and Industrial Research, pp. 584-589 (2018)

(4) 児玉 雅明，今野 裕太，趙 秀敏，大河 雄一，三石 大：ブレンド型初修外国語教育における持続的な復習活動を可能とするスマートフォン学習教材の開発と評価，情報処理学会研究報告 2019-CLE-27(18), pp.1-8 (2019)

(5) Byron Sanchez, Xiumin Zhao, Takashi Mitsuishi, Terumasa Aoki: A Study on Prediction of Academic Performance based on Current Learning Records of a Language Class using Blended Learning, Proc. of ICCE2017, pp.493-495 (2017)

(6) 今野 裕太，児玉 雅明，趙 秀敏，大河 雄一，三石 大：教員の気づきに基づく探索的分析を可能とする学習分析システムの開発と評価，情報処理学会研究報告 2019-CLE-27(9), pp.1-8 (2019)

ダイナミックプロジェクションマッピングによるデバイスレスな教育学習環境の提案

Proposal for Deviceless Learning Environments Based on Dynamic Projection Mapping Techniques

水谷 晃三[*1]
Kozo MIZUTANI[*1]
[*1] 帝京大学理工学部情報電子工学科
[*1]Department of Information and Electronic Engineering, School of Science and Engineering, Teikyo University
Email: mizutani@ics.teikyo-u.ac.jp

あらまし: ひとり 1 台の情報端末を配備して教育に活用していく取組みが世界的に行われている．その効果を確実に得るためには整備された ICT 環境とその運用を支える技術スタッフが不可欠であり，これに伴うコストの増加は大きな課題である. 本論文ではプロジェクションマッピングを応用したデバイスレスな教育学習環境の実現方法を提案する．前述の課題の改善に加え，既存技術にはない新しい教育学習環境を提供できる可能性があることを述べる．

キーワード: 教育学習環境, スマートデバイス, AR/MR, Dynamic Projection Mapping, One-to-One Computing

1. はじめに

情報活用能力の育成などのために，情報端末をひとり 1 台ずつ配備して教育に活用していく取組みが世界的に行われている（One to One Computing，以下 1:1 と略す）．一方，端末の購入から運用までの全体としてのコストや，コストに対する教育効果はしばしば議論される課題であり，解決が望まれる．その解決を目指し，筆者は既存の情報端末の活用に代わる新しい形の教育学習環境の実現方法を研究している．本稿では，現状の課題を俯瞰するとともに，その課題の改善を目指すデバイスレスな教育学習環境の実現方法について述べる．一部の機能を実装したシステムの試作を通じて，提案手法が諸課題を改善するだけでなく，既存手法にはない新しい教育学習環境を提供できる可能性があることを述べる．

2. 研究背景

本研究では，次に示す課題を解決する教育学習環境の実現を目指している．

2.1 導入から運用に関わるコストと教育効果

安価なタブレット型端末の登場により, 1:1 のために要するコストは低下しつつある．一方，端末を活用することの効果を得るためには，端末やネットワーク回線などの IT 環境のトラブルが支障になって授業が滞ることがないよう，専任の技術スタッフを配置したり，予備の端末を用意したりするなど対策が不可欠である．端末のセキュリティの確保のためのツールや未成年に有害なコンテンツのフィルタリングなどのための製品，これらの導入やメンテナンスの費用なども必要になる．すなわち，端末の配備や関連設備の導入に関わる一時的なコストだけでなく，これらの運用コストが継続的に生じることになる．コストに対する教育効果も課題である[(1)].

類似する課題は企業内の IT インフラにおいても生じており, その解決方法の一つとして VDI（Virtual Desktop Infrastructure）が導入されることがある．一方，教育における 1:1 の取組みにおいては VDI を導入する事例はほとんど見られない.

2.2 初等・中等教育における課題

初等・中等教育において，とりわけ低学年での利用ケースを想定すると以下に示すような課題もある.

(a) バッテリー：充電忘れや寿命により，必要な時に使用できないことがある．休み時間中の娯楽目的での消費する可能性もある.

(b) 汚損・紛失

(c) 注意散漫になりやすい：端末の操作に意識が向きがちになり，授業に集中できなくなるなどの課題が指摘されている[(2,3)]. 不要なときは端末を所定の場所にしまうなどの対応が考えられるが，積極的かつ効果的な利用を妨げる要因になり得る.

(d) 狭い学習机：教科書，ノート，資料，配布物などに加えてタブレットを置くには机が小さい．将来，これらは端末に統合される可能性もあるが，物理的な道具を使うほうが教育上好ましい場合もある．狭い机は落下による汚損の要因にもなる.

3. デバイスレスな教育学習環境の提案

本研究で実現を目指している教育学習環境の概要を図 1 に示す．天井部に下方へ向けてプロジェクタとセンサを複数配置する．センサにより机の配置や受講者の動作を認識する．その結果に基づいて UI（User Interface）を各机に投影する．いわゆる，プロジェクション方式のデーブルトップ UI と同様であるが，提案手法ではプロジェクタの投影範囲の一部分を使って各机へ UI をダイナミックに投影する.

1つのプロジェクタで複数の UI を同時に投影できるため，従来方式に比べて少ない機材で複数の机へ対応できる．UI の投影先の位置，大きさ，向きの自由度も高い．これを教室内全体で使用できるようにすれば，タブレットなどの情報端末の代替手段となる．デバイスレスであり，受講者の動作に追従するように UI が投影されるため，本研究ではこの環境を Followable Learning Environment（FLE）と呼ぶ．

図 2 に机の検出と模擬的な UI の投影機能を実装した試作システムの実行例を示す．各机へ UI が投影されるほか，グループ活動を想定した机配置ではこれに適したサイズの UI が投影される．

4.　考察

FLE の実現には，センサを用いた机や受講者の動作の認識，複数センサのデータの統合方法や複数プロジェクタによる UI の投影制御の方法，実用的なアプリケーションの実装など，解決しなければならない課題も多い．本稿では，これらが解決されたときの実現可能性と改善効果，将来性を考察する．

4.1 実現可能性

教室内全体をカバーするようにプロジェクタやセンサを複数配置することは，現時点では現実的ではない．しかしながら，室内照明とプロジェクタが一体になった製品が提案されており，将来このような製品が普及した場合は室内全体で FLE を提供できるようになる可能性がある．

4.2 改善効果

VDI と同様に FLE では各 UI を提供するプログラムをシステム内部で実行する．情報端末を配備する方式に比べて運用コストを下げ，セキュリティ性も向上すると考えられる．2.2 で述べた(a)，(b)も同時に解決される．(c)についても UI の投影・非投影を教授者側で容易に制御できるため改善が見込まれる．

FLE では投影される UI のサイズを変更したり，矩形ではない UI を投影したりすることが理論上可能である．狭い机の上を効果的に使用できるため，(d)に対する改善効果も期待できる．

4.3 将来性

① 協調学習に適した環境の提供

IT を活用した協調学習では，メンバ間の情報共有や協働作業のために，大型のディスプレイなどをグループ毎に配置した専用の教室が使用されることがある．ディスプレイの数が限られるためグループの最少人数が決まっていたり，グループあたり人数が多い場合ではディスプレイが小さかったりするなど，柔軟な運用が難しい．一方，FLE ではグループの構成に応じて UI のサイズや位置を最適化できるため，より効果的な協調学習が可能になると考えられる．

② プロジェクションベースの AR 教材

机の上の教材やノートなどにオーバラップする形で学習支援のコンテンツを投影するプロジェクションベースの AR 教材を提供することができる．そのような手法はすでに DigitalDesk[4]など古くから存在しているが，FLE では AR 教材を複数の机へより少ない機材により提供できる．

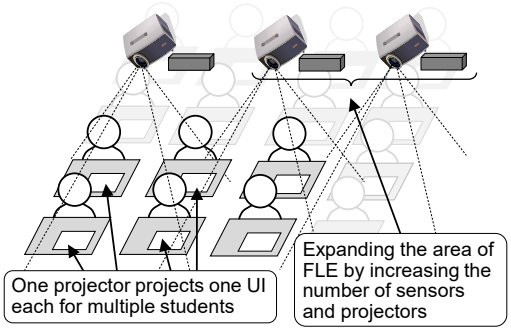


図 1 デバイスレスな教育学習環境（FLE）の概念


図 2 1 つのプロジェクタによる UI の投影例
（左：受講者別，右：2 名グループ別）

③ Learning Analytics

FLE では教室全体をカバーするようにセンサを配置する．このデータを活用した新しい形の教育支援が可能になると考えられる．

5.　おわりに

本論文ではひとり 1 台の情報端末を配備する教育学習環境の諸問題を解決する手法を提案した．提案手法ではプロジェクションマッピングを応用してデバイスレスな環境を提供する．本手法には，諸問題の改善だけでなく新しい形の教育学習環境を提供できる可能性があることを述べた．

謝辞　本研究の一部は JSPS 科研費 JP18K11580 の助成を受けた．

参考文献

(1) Valiente, O.:“1-1 in Education: Current practice, international comparative research evidence and policy implications”, OECD Education Working Papers 44, OECD Publishing (2010).
(2) Karsenti, T., & Fievez, A.:“The iPad in education: Uses, benefits, and challenges—A survey of 6,057 students and 302 teachers in Quebec (Canada). Montreal”, QC: CRIFPE. (2013)
(3) Ditzler, C., Hong, E., & Strudler, N.:“How tablets are utilized in the classroom”, Journal of Research on Technology in Education, Vol.48(3), pp.181-193 (2016).
(4) Wellner, P.:“The DigitalDesk calculator: Tangible manipulation on a desk top display”, In Proceedings of the 4th Annual ACM Symposium on User Interface Software and Technology (UIST '91), pp.27-33 (1991).

e ポートフォリオのデータから見る効果的な使用方法

Efficient Usage of Data from Students' Journals of e-Portfolio

油川ひとみ[*1]　野平知良[*2]　清水顕[*3]　市来真彦[*4]　長岡由女[*5]　赤羽大悟[*6]　三島史朗[*7]
天野景裕[*8]　太原恒一郎[*9]　中神義弘[*10]　青木昭子[*11]　R. ブルーヘルマンス[*12]　三苫博[*1]　山科章[*13]
Hitomi YUKAWA[*1]　Tomoyoshi NOHIRA[*2]　Akira SHIMIZU[*3] Masahiko ICHIKI[*4] Yume NAGAOKA[*5]
Daigo AKAHANE[*6] Shiro MISHIMA[*7] Kagehiro AMANO[*8] Koichiro TAHARA[*9] Yoshihiro NAMAGAMI[*10]
Akiko AOKI[*11] R. BREUGELMANS[*12]　Hiroshi MITOMA[*1]　Akira YAMASHINA[*13]
[*1] 医学教育学分野 [*2] 産科婦人科学分野 [*3] 耳鼻咽喉科・頭頸部外科学分野 [*4] 精神医学分野 [*5] 腎臓内科学分野
[*6] 血液内科学分野 [*7] 医療の質・安全管理学分野 [*8] 臨床検査医学分野
[*9] 糖尿病・代謝・内分泌・リウマチ・膠原病内科学分野 [*10] 泌尿器科学分野
[*11] 八王子医療センターリウマチ性疾患治療センター [*12] 英語教室 [*13] 医学教育推進センター
[*1]Department of Medical Education [*2]Department of Obstetrics and Gynecology, [*3]Department of Otorhinolaryngology, Head and Neck Surgery [*4]Department of Psychiatry [*5]Department of Nephrology
[*6]Department of Hematology Medicine [*7]Department of Quality and Patient Safety [*8]Department of Laboratory Medicine [*9]Department of Diabetes, Metabolism, Endocrinology, Rheumatology, Collagen Diseases [*10]Department of Urology [*11]Rheumatology Center [*12]Department of English [*13] Medical Education Promotion Center
東京医科大学
Tokyo Medical University
Email: yukawa@tokyo-med.ac.jp

あらまし：本学の臨床実習では学生がeポートフォリオの日誌を用いて日々の省察を記録している。指導教員が学生の省察にコメントを書き指導（「足場かけ」）を行い、学生の生涯学習の礎としてのコンピテンシーの育成を図っている。また、電子化された記録を残すことは学習のエビデンスとして学生の財産となる。eポートフォリオのより効率的な使用と効果的な指導を目指し、eポートフォリオのデータとそれから得られる知見について調査した。

キーワード：e ポートフォリオ，コンピテンシー，臨床実習，日誌

1. はじめに

知識基盤型社会における教育ではコンピテンシー（知識のみならず、スキル、思考力、コミュニケーション能力、問題解決力、経験、態度など）の育成が重視される。本学の臨床実習では e ポートフォリオを用いた日誌を全診療科で使用可能としている。学生の日々の省察を記録した日記に指導教員がコメントを書き「足場かけ」を行うことで学生の生涯学習の礎としてのコンピテンシーの育成を図っている。e ポートフォリオの日誌を用いた指導はその効果の認知度が低く、労力の大きさの印象が強い傾向にある。学生のコンピテンシーを育成し、生涯にわたる自律学習へ導くために有用である e ポートフォリオの使用方法を提示すべく指導に結び付くと思われるデータを取得し検討した。

2. 方法

2018 年度の臨床実習の学生（医学科 4-5 年生 112 名、期間: 2018 年 1 月～12 月）の e ポートフォリオ日記の記載の割合と教員からのコメントの関連性、学生のアンケートの結果からコンピテンシー育成への影響、さらに、記載された単語をテキストマイニングして e ポートフォリオから見られる学生の学習状況および成長の段階を調査した。

3. 結果

3.1 教員のコメントと日記の関連性

日記の数は教員のコメントが多い診療科に多く見られた。ほぼ 100%のコメントを受ける診療科では学生の日記もほぼ 100%書かれていた。コメントを書かない診療科では学生の日記は 10~20%程度であり強い正の相関が見られ（図 1）、カイ二乗検定でも有意差が認められた（$p<.05$）。また、学生のアンケートからコンピテンシーに関わる項目（主体的な学びができた、何を優先して学習すべきか考えられた、自分のなりたい医師像について考えられた）についても教員のコメント数と評価に正の相関が見られたがカイ二乗検定では有意差は認められなかった。

3.2 日記のテキストマイニング

3. 2. 1　名詞

名詞を「臨床」と「学習」のカテゴリで分類し検討した。臨床実習の 1 年間では「臨床」に関する記載が「学習」の 3 倍程度多く書かれており、試験勉強のみならず実習中は臨床に注力している姿が浮き彫りにされた。

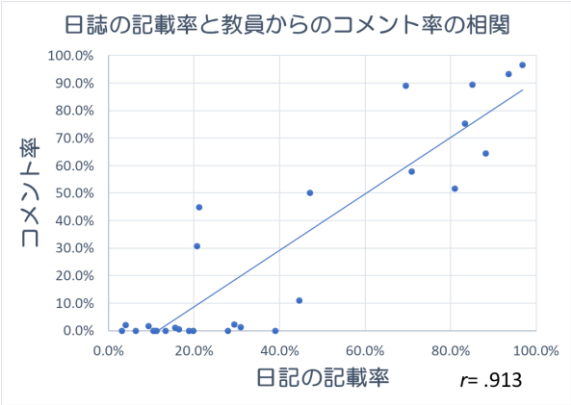


図 1　日記の記載率と教員からのコメント率の相関

3.2.2　形容詞

形容詞を「肯定的」と「否定的」のカテゴリで分類し検討した。学生の普段の言動から「難しい」などの否定的表現が多いような印象でいたが、「興味深い」「ありがたい」などの肯定的表現が否定的表現の約 2 倍使用されており、学生が前向きに臨床実習を行っていると考えられた。

3.2.2　動詞

動詞を「守」「破」「離」のカテゴリで分類し検討した。教員の教えを守る「守」、教えから発展させる「破」、教えから独立した「離」で学生の成長段階を検討した。臨床実習の 1 年間では「守」:「破」:「離」は 6:2:1 程度の割合で「守」の表現が多く、年間を通しても変化が見られなかった。学生が臨床実習の 1 年間は「守」の段階と無意識に位置付けている結果とも考えられた。

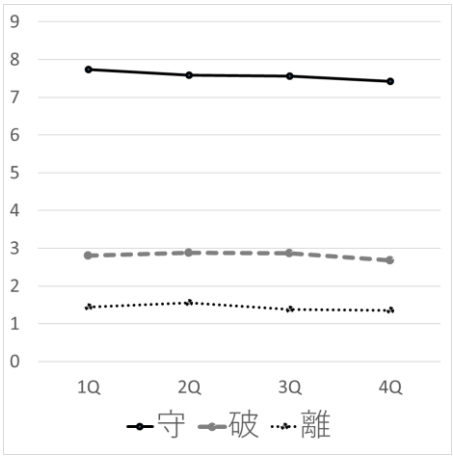


図 2　分類された動詞の使用比率～4 半期毎の変化

4.　考察

今回の調査では指導教員のコメントが学生の日々の日記記載のモチベーションになり、日記の記載数を増すことが分かった。

学生によるアンケート結果からコメントが多い診療科では「主体的学びができた」「学習の優先順位を考えられた」「自分のなりたい医師像について考えられた」の評価が高く、コンピテンシー育成に有効であると考えられた。

また、テキストマイニングの結果から、学生は日記の記載において、前向きに臨床実習を行っているが、その成長段階は「守」であり、教員の教えに沿って学習している状況であった。

これらの結果から、臨床実習の学生の成長段階では、教員の影響力が強く、教員による e ポートフォリオの日記へのコメントが学生のモチベーション上昇とコンピテンシー育成には効果的であると言える。

しかし、今回の調査方法では個々の学生の学習状況、できている点、努力が必要な点までは、描出するにはいたっていない。実際に指導してコメントを書いている指導教員には個々の日記から見えていると考えられる。実際の指導では教員がこれらを丁寧に拾い上げ、学生の成長段階に応じた指導を行うことがコンピテンシー育成につながると考えられた。

5.　おわりに

e ポートフォリオの日誌を用いた臨床実習の学生への指導は有用であるとの結果を得た。教員がコメントを書けば学生はさらに省察を行い、自分のなりたい医師像に向かって優先順位をつけて主体的に学びを行うことになる。しかし、日々の臨床、研究、教育に多忙を極める教員には日記を読んでコメントすることは大きな労力を伴う。それを持ってしても学生の成長のために「足場かけ」を行う価値がこの教育方法には存在することが調査結果から得られた。

今回の調査では学生の e ポートフォリオを用いた教育の効果をある程度示すことができたが、学生の変容を示せなかったのが残念であり今後の課題となる。なぜなら、日記のコメントによる指導で成長を見せる学生が存在することを実際に指導している教員は肌で感じているからだ。

参考文献

(1)　森本康彦, 永田智子, 小川賀代, 山川修: “教育分野における e ポートフォリオ”, ミネルヴァ書房（2017）
(2)　小川賀代, 小村道昭:“大学力を高める e ポートフォリオ”, 東京電機大学出版局（2012）
(3)　東京学芸大学 森本研究室: “教育分野における e ポートフォリオとは”, https://sun.u-gakugei.ac.jp/ePortfolio/（アクセス日: 2019 年 6 月 6 日）

看護職の遠隔学習実施予測因子の分析と学習支援方法の検討

Predictors of Course Completion and Optimal Learning Supports of Distance Learning for Nurses

八木街子[*1]，村上礼子[*1]，鈴木美津枝[*1]，春山早苗[*1]
Machiko YAGI[*1], Reiko Murakami[*1], Mitsue SUZUKI[*1], Sanae HARUYAMA[*1]
[*1] 自治医科大学看護学部/看護師特定行為研修センター
[*1] School of Nursing, Jichi Medical University
Email: mati-s@umin.ac.jp

あらまし：看護職への適切な学習支援方法を検討するために，学習者の背景情報や学習ログから遠隔学習の実施予測因子を分析した．その結果，学習者の背景情報や遠隔学習経験からは学習遅延を予測できなかったが，順調に実施する学習者はメインプログラム開始前からログイン件数が多く，火曜日，水曜日や夕方のログイン件数が多かった．これらの情報はメインプログラム開始後すぐに収集できるため，適切な学習支援の検討に有用な情報になる．
キーワード：遠隔学習，学習分析，学習支援，継続学習，看護職

1. はじめに

近年，特定行為に係る看護師の研修(1)（以下，特定行為研修）などの看護職の継続学習に遠隔学習を用いる機会が増加するとともに，対面授業とは異なる学習支援が必要になっている．遠隔学習を実施する教育機関では，オリエンテーション(2)やメンタリング(3)を行うことにより，学習者がドロップアウトすることなく学習できるように支援してきた．しかし，入学時の学習者情報は限られていることに加え，学習進捗を即座に分析し学習者に最適な支援を導き出すのは難しい．また，学習者自身による遠隔学習への適性評価の信頼度は低く(4)，メインのプログラム開始前に学習者の学習傾向を予測するには有効ではない．そこで，本研究では，これまで蓄積された看護職の遠隔学習に関する学習情報を分析し，スムーズに学習を進めることができた学習者の傾向から，迅速かつ適切な学習支援方法を導くことを目的とした．

2. 方法

2.1 対象者

遠隔学習での研修を実施しているAセンターの学習者153名を対象とした．Aセンターでは特定行為研修の共通科目315時間のうち255時間について協調学習を含む遠隔学習にて実施している．つまり，学習の継続や修了のためには，学習者の遠隔学習への適応が求められる．Aセンターでは，遠隔学習のための支援としてメインプログラムである共通科目を受講する1ヶ月前からオリエンテーションコース（以下，オリエン）を設置し，オリエン内のすべてのコンテンツを実施することをタスクとして課している．オリエンは，ニュースフォーラム，交流用フォーラム，ファイル閲覧，課題提出，ワークショップ，質問用フォーラムといったコンテンツを含めてあり，メインプログラムに慣れるように設計されている．対象者153名のうち138名（以下，A群）が既定の学習期間（6ヶ月）を延長することなく255時間の学習を終了し，15名が学習期間を延長した（以下，B群）．

2.2 調査内容と分析方法

初めに，遠隔学習開始前から情報収集が可能な対象者の背景情報7項目（年齢，性別，婚姻の有無，勤務年数，学歴，認定資格の有無，勤務施設の種類），遠隔学習経験に関する情報3項目（PC操作やインターネットの利用が得意か，eラーニング経験の有無，skype利用経験の有無）と学習延長の有無との関係カイ2乗検定にて分析した．次に，オリエンの総ログイン件数ならびに各コンテンツ（ニュースフォーラム，交流用フォーラム，ファイル閲覧，課題提出，ワークショップ，質問用フォーラム）の学習ログと学習延長の有無との関係をMan-WhitneyのU検定にて分析した．このデータはメインプログラム開始後すぐに分析が可能な情報である．最後に，学習開始後に分析が可能になる学習ログ（月別，曜日別，時間別）と学習延長の有無との相関をMan-WhitneyのU検定にて分析した．Aセンターは学習管理システムとしてMoodleを用いているため，学習ログの抽出にはConfigurable Reports plugin(5)を用いた．

3. 結果

3.1 背景情報と遠隔学習経験に関する情報の分析

背景情報7項目，遠隔学習経験に関する情報3項目すべてにおいて学習延長と関係はなかった．つまり，遠隔学習開始前の情報から学習延長を予測するのは困難であることが明らかになった．

3.2 オリエンテーションコースの学習ログの分析

A群とB群で有意に差があった項目は，オリエンの総ログイン件数（平均：A群=499回，B群=342回，

$p = .00$），火曜日（平均：A 群=59 回，B 群=19 回，$p = .00$），水曜日（平均 A 群=57 回, B 群=28 回, $p = .00$）15 時（平均 A 群=16 回，B 群= 9 回，$p = .02$），18 時（平均 A 群=23 回，B 群=11 回，$p = .03$），20 時（平均 A 群=31 回，B 群=11 回，$p = .02$）のログイン件数にであった．各コンテンツの学習ログでは，ワークショップ（平均 A 群=23 回，B 群= 8 回，$p = .01$），交流用フォーラム（平均 A 群=18 回，B 群=10 回，$p = .00$）課題提出（平均 A 群=14 回, B 群= 7 回, $p = .02$）質問用フォーラム（平均 A 群= 6 回，B 群= 1 回，$p = .00$）で有意な差がみられた．これらのコンテンツは学習者自身が能動的に実施する必要があるコンテンツであった．

3.3 学習開始後に分析が可能になる学習ログの分析

月別，曜日，時間毎のログイン件数では 3 時（平均 A 群=187 回，B 群=185 回, $p = .25$），4 時（平均 A 群=180 回，B 群=177 回, $p = .78$），5 時（平均 A 群=260 回，B 群=171 回, $p = .92$）以外すべての項目で有意な差がみられた．

4. 考察

4.1 予測因子の整理と学習支援方略の検討

今回の検討では，教育者側が事前に把握可能な学習者情報から学習延長に対する有益な予測因子は得られなかった．これは，ポジティブに捉えれば，どんな背景があっても遠隔学習を学習期間内に遂行することができる可能性があるということを示している．

また，オリエンの学習状況により，学習延長の有無のスクリーニングができることも示唆された．特に，火曜日，水曜日といった平日や 15 時，18 時，20 時という時間帯に学習ができるように学習計画を立て，調整することができる学習者は，その後も学習を延長せずに進めることができる傾向があることが明らかになった．これらの結果を活用した支援方法として，オリエンに「自分に合った学習時間をみつけ，学習の習慣をつけましょう．」などといった啓蒙を追加することができるだろう．

その他に，オリエンのコンテンツのうちフォーラムやワークショップなど実際に実施するコンテンツの利用状況も学習延長のスクリーニングに使うことが可能であることも明らかになった．これらのコンテンツのログイン件数が多いということは，タスクとして課せられた内容を実施した後にもコンテンツを利用しているということを示している．つまり，自己の能力に合わせて提示されたコンテンツを必要なだけ利用する，自律性があると推察できる．加えて，質問用フォーラムは，自己の疑問の解決を目的として利用するだけでなく，他の学習者の疑問を確認するために利用するコンテンツであり，このコンテンツのログインがない場合には，学習者に生じやすい疑問やトラブルとその対処法を知らないままメインプログラムに参加することになるため，メインコンテンツに入ってからの動向に注意が必要ということになる．このような事態を避けるためにもフォーラムの閲覧を促すだけでなく，投稿された内容がメールで転送されるかなどの設定を確認するようにアナウンスすることも，学習支援者には求められる．

メインプログラムの開始後は，深夜帯（3 ～ 5 時）を除き，ログイン件数数が少ない学習者をスクリーニングするとよい．例えば，もし，メインプログラム開始 1 ヶ月後にログイン件数を分析し，これまでの学習延長者（B 群）と同程度のログイン件数であれば，学習者に連絡を取るなどの積極的介入も学習支援者の役割に加えることが必要である．

4.2 研究の限界

今回，平日や 15 時にログインできる学習者が学習延長しにくかった．これは，勤務時間内に勤務調整をして，職場で学習できた学習者がいる可能性を示唆している．勤務時間内の学習は，就労する学習者にとって学習促進因子になると推察する．勤務時間内の学習の可否や，上司の理解や職場の協力の有無[6]に関しても今後は検討していく必要がある．

5. まとめ

本研究の結果，学習者の背景情報や遠隔学習経験からは学習遅延を予測できなかったが，順調に実施する学習者はオリエンの段階からログイン件数が多く，フォーラムなどのコンテンツの利用も多いことが明らかになった．オリエンのログイン件数は学習者の今後の実施予測因子になるため，分析するだけでなく，アナウンスや情報共有など状況に合わせた介入を行うことが望ましい．

参考文献

(1) 厚生労働省: “特定行為に係る看護師の研修”, https://www.mhlw.go.jp/stf/seisakunitsuite/bunya/0000077114.html, (参照 2019.05.23)
(2) Means, B., Bakia, M., Murphy, R.: "Online Learning for Less-Prepared Students" in Learning online: What research tells us about whether, when and how, pp.140-164. Routledge, New York (2014).
(3) 松田岳士, 原田満里子: "e ラーニングのためのメンタリング: 学習者支援の実践", 東京電機大学出版局, 東京 (2007).
(4) Aragon, S. R. and Johnson, E. S.: "Factors influencing completion and noncompletion of community college online courses", The American Journal of Distance Education, Vol. 22, No 3, pp.146-158 (2008).
(5) 淺田義和, 八木(佐伯)街子: "Configurable Reports プラグインを用いた Moodle の学習分析および教学 IR への活用展望", 日本教育工学会論文誌, 第 42 巻, 増刊号, pp.121-124 (2018).
(6) Ivankova, N. V. and Stick, S. L.: Students’ persistence in a distributed doctoral program in educational leadership in higher education: A mixed methods study. Research in Higher Education, Vol. 48, No.1, pp. 93-134 (2007).

採血技術の成否における看護師のリフレクションの分析と考察

Analysis and Consideration of Nurse's Reflection on Success and Failure of Blood Drawing Technique

真嶋由貴恵[*1], 桝田 聖子[*1], 前川 泰子[*2], 秋吉 政徳[*3], 松田 健[*4], 泉 正夫[*1]
Yukie MAJIMA[*1], Seiko MASUDA[*1], Yasuko MAEKAWA[*2]
Masanori AKIYOSHI[*3], Takeshi MATSUDA[*4], Masao IZUMI[*1]
[*1] 大阪府立大学　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
[*2] 香川大学　医学部　[*3] 神奈川大学　工学部
[*2]Faculty of Medicine, Kagawa University　[*3]Faculty of Engineering, Kanagawa University
[*4] 長崎県立大学　情報システム学部
[*4] Faculty of Information Systems, University of Nagasaki
Email: majima@kis.osakafu-u.ac.jp

あらまし：本研究では，看護実践技術に含まれる「熟練の技（わざ)」や「コツ」などの「暗黙知」を体得するために，脳波，脳血流，視線，注射時の血管の伸展圧，看護師の意識などの複数のデータから可視化して教育支援に役立てることを考えている．今回，これら複数のデータ収集のために，困難度の異なる 4 種類の血管によるシミュレータモデルを使用して 19 名の臨床看護師に採血技術を実施してもらった．本発表では，実験終了後のインタビュー調査により，採血の成功時および失敗の要因についてリフレクションを行ってもらった結果，看護師の技術実施時の思考の状況を質的に分析したので報告する．
キーワード：採血技術，看護師，リフレクション

1. はじめに

本研究では，看護実践技術に含まれる「熟練の技（わざ)」や「コツ」などの「暗黙知」を体得するために，脳波，脳血流，視線，注射時の血管の伸展圧，看護師の意識などの複数のデータから可視化して教育支援に役立てることを考えている．今回，これら複数のデータ収集のために，困難度の異なる 4 種類の血管によるシミュレータモデルを使用して 19 名の臨床看護師に採血技術を実施してもらった．本発表では，実験終了後のインタビュー調査により，採血の成功時および失敗の要因についてリフレクションしてもらい，看護師の技術実施時の思考の状況を質的に分析したので報告する．

2. 看護技術の暗黙知研究の経緯

本稿に関係して，著者らがこれまでに行った看護技術の技能の暗黙性に関する研究を以下に示す．

(1)インタビュー調査から，多くの看護師は静脈の確認ができればほとんどは静脈への刺入はできると認識しているが，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」と表現するにとどまり，その感覚を正確に伝えることは困難であること[(1)]，初学者である看護学生は，手順を覚えることが技術のコツであると考えており[(2)]，学習支援のプロセスとしては，手順のマスター，次いで熟達者の特徴に近づけていくことが重要であることを明らかにした．

(2)視線分析から，初学者（看護学生）と熟練者（看護職）の特徴と違い，熟練者は次の作業に向かって視線を動かす（先行処理）ことなどを明らかにし[(3)]，技術の振り返りを支援する内省型学習支援システムと手指用モーションキャプチャにより技術実施時の手指動作を CG で再現できるシステムを開発した[(4)]．

(3)「脳波」と「心拍」データの分析から，看護技術実施プロセスにおけるリラックス状態と緊張状態を明らかにした上で，熟練者と初学者の「技能」の特徴を比較した[(5)]．

3. 実験概要

静脈路確保困難度別の血管を装着できるシミュレーション用腕モデル（LM-086）を用いて，「採血技術」における看護師の脳波，脳血流量，視線，皮膚伸張圧，全体手順動画など各種のデータを収集する実験を行った．採血の臨場感を出すために腕モデルの前には患者役を設置し，看護師は患者と会話しながら実施できる環境とした．患者役にも脳波計を装着した．実験は，2018 年 11 月～12 月の 4 日間に A 病院付属看護学校の実習室で実施した．実験環境を図 1 に，使用したシミュレーション用腕モデルと用いた血管の種類を図 2 に示す．

なお，本研究は大阪府立大学人間社会システム科学研究科の倫理委員会の承認を得て実施している．

3.1 対象者

研究協力への同意が得られた，病院に勤務する現役看護師 19 名を対象とした．看護師のラダーレベルと人数の内訳を表 1 に示す．ラダーレベルとは日本看護協会が定める看護師の能力開発・評価のシステムの 1 つであり，その能力・キャリアをⅠ～Ⅴの 5 段階に分類する．数字が大きい人ほど高い看護実践能力を有しているとされる．

3.2 実験手順

被験者は脳波，脳血流量，視線等のデータ分析機器を装着し，難易度の異なる複数の血管モデルシミュレーション腕モデルに対して，各 5 回ずつ計 20 回採血を実施する．ただし，被験者にはどの血管モデルに対して採血を行うのかはわからないものとする．一人当たりの所要時間は 1 時間程度とし，いつでも離脱できることを説明していた．測定実験がすべて終了した後に，インタビューの中でリフレクションを促した．



図 1：実験環境

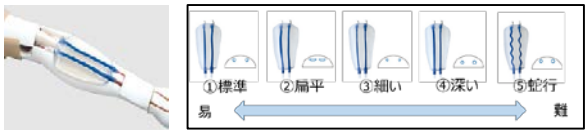


図 2：シミュレーション用腕モデルと血管の種類

4.　結果および考察

4.1 採血の成否

表 1 に示す通り，20 回の試行の平均成功回数は 8.8 回であった．ラダーレベルⅣ，Ⅴが高いように見えるが，平均成功回数より低い 9 回未満，高い 9 回以上にレベルⅠ，Ⅲ，Ⅴは半々，Ⅳが 1 人と 3 人に別れていたことから，必ずしもラダーレベルと技術の上手さは一致しないことが分かった．血管の種類別に見た成功率を図 3 に示す．全体の成功率は 47.3%，最も成功率が高いのは「扁平」で 57.1%，最も低いのは「深い」15.3%であった．

4.2 採血実施時間

1 回の採血平均時間は表 2 のようになった．実施時間が 1 分を切るものは，「細い」「蛇行」血管で，1 分を少し超える「扁平」「標準」が続いた．成功率が最も低い「深い」血管が最も長く，80 秒近くかかっていた．看護師らは失敗しても試行錯誤して血管を探している様子が伺える．

4.3 看護師のリフレクション状況

うまくできた瞬間については，「逆血がみられた」「血管に入った感覚」など，先行研究[1]と同様の結果が得られた．失敗の要因については，「血管がわからなかった」「血管選定のミス」とほとんどが答えていた．一方で，成功回数が 17 回（85%）とトップで，最も困難であった「深い」血管の成功率が高い（60%）ラダーレベルⅣの看護師（No.9）からは「採血の中でいろいろなことを考えている．（失敗した時は）意識していないが，感覚的に失敗の原因を消去していた．」との回答が得られた．これは，採血という即応的実践の中でショーンのいう reflection-in-action[6]（行為内省察）を行い，失敗原因を排除するという試行的理論を生み出し，仮説検証的にふるまっていたことが伺えた．

表 1：看護師のラダーレベルと採血実施平均回数

ラダー	Ⅰ	Ⅱ	Ⅲ	Ⅳ	Ⅴ	計
人数	9	0	4	4	2	19
平均回数	8.8	-	6.3	10.8	10.5	8.8

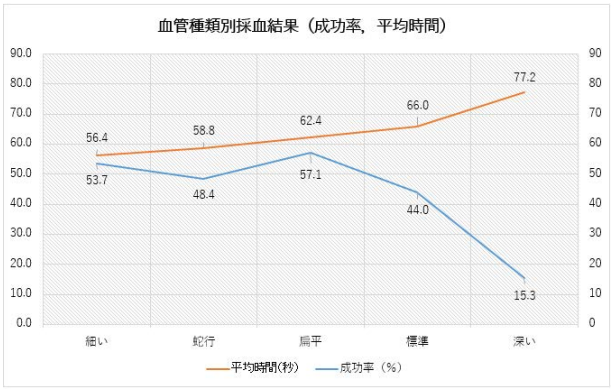


図 3：血管種類別採血結果（平均時間，成功率）

表 2：血管の種類別の平均成功率と所要時間

血管の種類	細い	蛇行	扁平	標準	深い
成功率（%）	53.7	48.4	57.1	44.0	15.3
平均時間（秒）	56.4	58.8	62.4	66.0	77.2
MIN（秒）	21.0	24.0	23.0	31.0	21.0
MAX（秒）	159.0	160.0	242.0	122.0	253.0
SD	26.0	23.9	35.5	29.7	42.0

謝辞

本研究は JSPS 科研費 17H04433，16H05571，17K19845 の助成を受けたものである．研究にご協力いただいた A 病院の看護師の皆様に深謝する．

参考文献

(1) 真嶋由貴恵，前川泰子：看護師の注射技術におけるコツ（暗黙知）の分析-インタビュー調査より-，第 28 回看護科学学会学術集会論文集，p.299(2008)
(2) 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)
(3)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)
(4) Y. Majima, Y. Maekawa and M. Soga: Learning Support System Reproducing Finger Movements in Practicing Nursing Techniques，Proceedings of the 11th International Congress on Nursing Informatics, pp.278-282(2012)
(5) 前川泰子，真嶋由貴恵，川野常夫，片桐真子，川崎愛実：生体データから見る看護実践知の特徴-採血技術実施時の脳波および心拍数の分析から-，第 32 回医療情報学連合大会，pp.604-607 (2012)
(6) Donald A. Schon The Theory of Inquiry: Dewey's Legacy to Education Curriculum Inquiry22-2, pp.119-139(1992)

コンテナ型仮想化によるモデリング教育向けコンパイルサーバの設計

Fundamental Design for Educational Compilation Server with Container-based Virtualization Method

中野 敬久[*1], 香山 瑞恵[*2], 永井 孝[*3], 原 舜弥[*1]
Takahisa NAKANO[*1], Mizue KAYAMA[*2], Takashi NAGAI[*3], Shunya HARA[*1]
[*1] 信州大学大学院総合理工学研究科
[*1]Graduate School of Science and Technology, Shinshu University
[*2] 信州大学工学部
[*2]Faculty of Engineering, Shinshu University
[*3] ものつくり大学総合機械学科
[*3] Department of Mechanical and Production Engineering, Institute of Technologists
Email: 19w2085a@shinshu-u.ac.jp

あらまし：本研究の目的は，モデリング教育支援環境の改良である．ここではモデリング学習に用いるモデル駆動開発ツールのコンパイルサーバを対象とし，Docker を用いてコンパイル環境のコンテナ型仮想化を行い、モデル駆動開発のターゲットロボットの種類ごとに独立したコンパイル環境を現行の学習支援環境に組み込むための設計を試みた．本稿では既存環境の概要を述べ，改良に際しての課題を示し，新たな環境の設計成果を述べる．
キーワード：モデリング教育，モデル駆動開発，コンパイルサーバ，コンテナ，仮想化，コンパイル環境

1. はじめに

大学の情報系学科や情報系の専門学校など，高等教育における専門情報教育において，モデリング能力を習得することで「捉える力」や「考える力」、「表現する力」などを養成することがカリキュラム標準として指向されるなど，対象をモデル化する能力の育成が重要視されている [(1)]．

モデル化する能力を習得するにあたり，モデル駆動開発(Model Driven Development．以下，MDD)ツールを用いた教育事例では，clooca [(2)] や astah が利用されている．学習者はこれらのツールを利用して、与えられた課題に合わせてモデルを記述する．この学習で用いられている既存の MDD ツール群には現状運用面での問題点がある．本稿では，その問題点を整理し，それらを解決した新環境を提案する．

2. 既存の MDD ツール群

2.1 概要

MDD を用いた学習環境の概要図を図 1 に示す．MDD ツール群はモデルエディタ，モデルコンパイラ，コンパイルサーバからなる． 学習者は clooca 等のツールのモデルエディタ機能を用いてモデル図を記述する．続いてモデルコンパイラによりモデル図がソースコードに変換される． ソースコードを与えられたコンパイルサーバは実行コードを生成し，その実行コードは学習者の使用端末にダウンロードされる．学習者はこの実行コードを開発対象であるロボット等に転送し挙動を確かめ，モデル図の妥当性を検証する．

2.2 コンパイルサーバの動作

既存のコンパイルサーバの動作概要図を図 2 に示す．既存のコンパイルサーバには，モデルコンパイラが生成したソースコードを受け付けるアプリケーション(図 2 左下 front)，負荷分散のために builder(後述)にコンパイル要求を振り分けるアプリケーション(図 2 下部 cheif)，ソースコードから実行コードへ

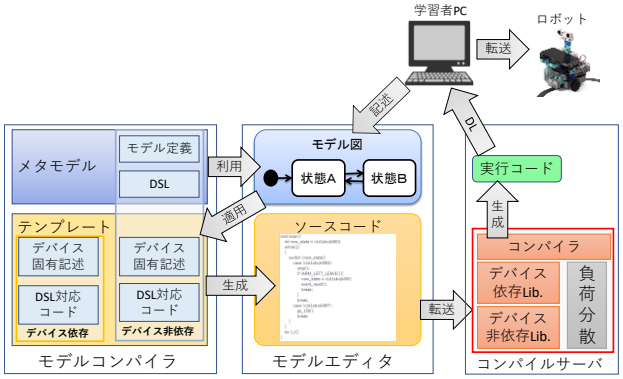


図 1: MDD を用いた学習環境の概要図

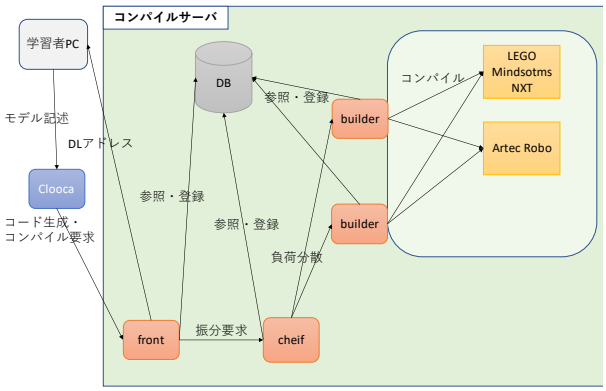


図 2: 既存のコンパイルサーバの動作概要図

の変換を命令するアプリケーション(図 2 中央 builder)の 3 種が実装されている．各アプリケーションはコンパイルに用いられる各データをデータベースに登録，および参照し，順次コンパイル要求を処理していく．ソースファイルをコンパイルサーバが受け取ると，これらのアプリケーションが動作して実行コードが記述された実行ファイルが学習者へ渡される仕組みとなっている．

2.3 コンパイルサーバの問題点

これまでこのツール群を用いた MDD 学習では小型ロボットを対象とした開発が取り上げられてきた．学習に用いられるロボットの種類は複数あるが，それらのコンパイル環境は全てサーバ上に直接展開されている．そのため現在は異なるコンパイル環境を必要とするロボットのコンパイル環境を共存させるためにツールチェーンを都度登録する必要があった．

また，コンパイル環境維持のための OS やライブラリのアップデートに制約が生じるなど，コンパイル用アプリケーション・サーバの環境を容易に変更することができない．

3. 提案環境の設計

3.1 提案環境の概要

2.3 の問題点を解決するために，コンパイル環境をコンテナ型仮想化（以下，コンテナ化）することにより，アプリケーション・サーバから独立させ，複数の異なるコンパイル環境を共存させることとした．

個々のロボット用のコンパイル環境をコンテナ化し，コンテナ内にコンパイラやライブラリなどのコンパイルツールを設置することで，コンテナに対してホストとなるコンパイルサーバ(以下，ホスト)の OS やライブラリのバージョンといったホスト環境に依存しない，独立したコンパイル環境が得られる．

3.2 コンテナ化

コンテナ化とは仮想化技術の手法の 1 つである．コンテナ化には Docker [3] を用いる．Docker とは Docker 社が開発しているコンテナ型の Linux 仮想環境を提供するオープンソースソフトウェアである．Docker はホスト OS のカーネルを共有し，ディストリビューション以上の層のみを仮想化している [4]．このため，コンテナ化は，ハイパーバイザ型の仮想環境と比較して，環境の立ち上げや削除を素早く行える．また，オーバーヘッドが少なく，環境を複数立ち上げた場合のサーバにかかる負荷が少ない．そのため，大量の処理を同時に実行できる．さらにコンテナは動的なスケーリングができるため効率的な負荷分散を行うことが可能になる．

3.3 既存環境へのコンテナ実装構成案

提案環境のコンパイルサーバの動作概要図を図 3 に示す．既存環境でのコンパイルは，図 2 中 builder がデータベースからソースコードをホスト上のディレクトリにコピーし，シェルコマンドを実行するこ

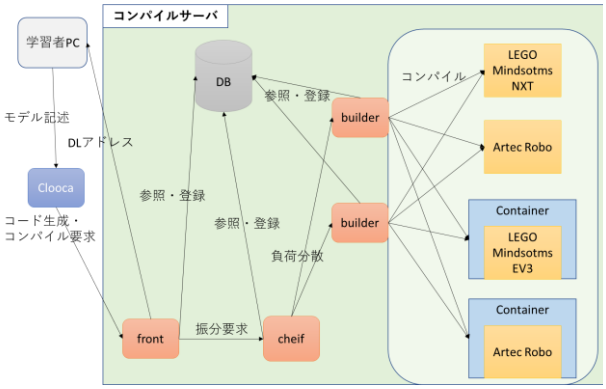


図 3: 提案環境のコンパイルサーバの動作概要図

とで実現していた．そのターゲットロボット判定後の動作を，新環境ではコンパイルをコンテナ内で行うため，図 3 中 builder を以下の動作となるように変更した．

1. ロボットに対応したコンテナ（図 3 右下 Container）を起動させる．
2. データベースからソースファイルを含む zip ファイルをコンテナとの共有ディレクトリにコピーする．
3. 2.とは別の共有ディレクトリに出力された実行ファイルとエラーログをデータベースに登録する．

なお，コンテナ内では，共有ディレクトリに zip ファイルが置かれると，コンパイルを実行し，実行ファイルを指定した共有ディレクトリに出力するスクリプトが実行される．

4. おわりに

本研究の目的は，MDD を用いたモデリング教育の支援環境の改良である．本稿では，MDD ツール群でのコンパイルサーバを対象に，複数ロボットの開発環境共存法の提案とその設計について述べた．

今後は本稿の設計に基づいて実装を行い，新環境による学習を実施していく．また，より多くのコンパイル要求を同時に処理するため，効率的な負荷分散を意識した改良を図る．

参考文献

(1) 情報処理学会，“カリキュラム標準 J17 カリキュラム標準ソフトウェアエンジニアリング領域(SE) J17-SE-報告書-20180319,”（2018）
(2) Hiya, S. et al. “Clooca : Web based tool for domain specific modeling,” CEUR Workshop Proceedings Volume 1115, Pages 31-35, （2013）
(3) Docker Inc., “Docker: Enterprise Container Platform” https://www.docker.com/, （2019/06/17 参照）
(4) Docker Inc.“What is a Container” https://www.docker.com/resources/what-container, （2019/06/17 参照）

学習の連続性を意識した UML プログラミング環境の提案

Proposal of UML Programing Environment Conscious of Learning Continuity

原 舜弥[*1], 香山 瑞恵[*2], 中野 敬久[*1], 永井 孝[*3], 舘 伸幸[*4], 田口 直実[*5]
Shunya HARA[*1], Mizue KAYAMA[*2], Takahisa NAKANO[*1],
Takashi NAGAI[*3], Nobuyuki TACHI[*4], Naomi TAGUCHI[*5]
[*1] 信州大学大学院総合理工学研究科
[*1]Graduate School of Science and Engineering, Shinshu Univ.
[*2] 信州大学工学部
[*2]Faculty of Engineering, Shinshu Univ.
[*3] ものつくり大学
[*3]Institute of Technologists
[*5] 箕輪町立箕輪中学校
[*5]Minowa Junior High School
[*4] 名古屋大学組込みシステム研究センター
[*4]Nagoya Univ., Center for Embedded Computing Systems
Email: 18w2083a@shinshu-u.ac.jp

あらまし：本研究の目的は，中学校における技術科学習を支援する UML プログラミング環境の提案である．本研究では，状態遷移図を用いたプログラミング環境と，プログラム結果から対象デバイス向け実行コードを自動生成するシステムとから成る UML プログラミング環境の開発を行っている．本稿では，中学校での技術科内での学習における連続性を意識した UML プログラミング環境を提案する．さらに本学習環境を用いた学習のユースケースを示す．
キーワード：UML，モデル駆動開発，モデル化，UML プログラミング，状態遷移図, micro:bit

1. はじめに

近年，情報系の大学や専門学校，高等学校でのモデル化に関する教育において，モデル駆動開発(Model Driven Development，以下 MDD)ツールを用いた授業が注目されている[1,2,3]．これらの授業では，抽象度の高いモデルを統一モデリング言語(Unified Modeling Language，以下 UML)で描くことで，コード文法の形式的な学習にとらわれず，システム設計の本質を理解することができる．

これまで，モデル化の学習は初中等教育段階では馴染みのない概念であった．しかし，この概念はプログラミング的思考[4]との親和性が高い．さらに，中学校技術科の新学習指導要領解説[5]では，「D 情報の技術」における計測・制御のプログラミングによる問題を解決する学習活動として，生活を支援するロボットのモデル設計が例示されている．このようなモデル記述には UML の利用が適していよう．

本研究では，モデル化の学習を支援する環境の実現を目的としている．ここではモデルの記述を UML プログラミングと称する．これまでに公立中学校技術科において MDD ツール：S-clooca を用いて計測・制御のプログラミングにより問題解決をする学習活動を実施してきた[6]．本稿では，中学校で技術科における学びの連続性を意識した UML プログラミング環境を提案する．また，提案環境を用いて実現できる学習活動の例を示す．

2. S-clooca を用いたモデリング学習

本研究では，MDD ツール：clooca[7]を拡張し，S-clooca[8]の開発を行っている．本ツールでは，学習者は UML プログラミングによる学習を行うことができる．本研究の UML プログラミングでは，ロボット動作を状態遷移図で記述することでプログラミングを行う．ここでは主に，状態（□）と遷移（→）の 2 要素で対象の振舞いを表現する．状態には対象の動作を表すアクション，遷移には状態が変化する条件にあたるイベントを割り当てる．アクションには DC モータや電子ブザーなどの出力を使用する．イベントにはタッチセンサや光センサなどのセンサ類からの入力に加え，時間制御を使用する．このアクションとイベントは，ドメイン特化言語（Domain Specific Language，以下 DSL）として用意しておく．

3. micro:bit への適用

S-clooca で UML プログラミングの対象デバイスとして新たに micro:bit を採用した．現状で使用できる筐体を図 1 に示す．ここではアクションには出力パーツの DC モータ，LED(赤・青・緑・白)，電子ブザーを使用する．イベントには赤外線フォトリフレクタ，タッチセンサ，光センサ，音センサからの入力を使用する．いずれのパーツも Artec 社の Studuino

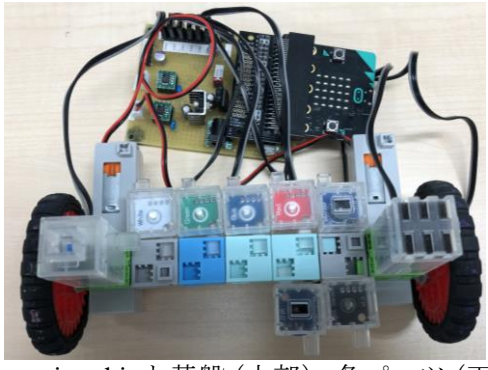


図 1　micro:bit と基盤（上部），各パーツ（下部）

用パーツを使用している[1]．これらのパーツを使用するにあたり，micro:bit に接続するための基盤を作成した(図 1 上左部).

4. 本プログラミング環境のユースケース

ここでは，中学校技術科において，S-clooca と micro:bit を用いたプログラミング学習と，他単元との連続性を意識した学習例を示す．新学習指導要領「B 生物育成の技術」「C エネルギー変換の技術」「D 情報の技術」での学習を関連付けて実施する例である．

「B 生物育成の技術」には学習活動として「資材や用具，設備を利用して安全・適切に，生物の成長段階に応じた管理作業（中略）等ができるようにする.」とある．ここでは発泡スチロールの温室内で温度管理をしながらプチトマトを育成することを例として考える．この育成環境に必要な機器として，植物育成に適するといわれる赤 LED と青 LED，温度測定を行う温度センサ，温室内が適性温度でなくなった時に知らせる電子ブザー，デバイス操作用のタッチセンサが考えられる．

「C エネルギー変換の技術」には学習活動として「電気回路については，電源，負荷，導線，スイッチ等からなる基本的な回路を扱い，電流の流れを制御する仕組みについても知ることができるようにすること」とある．ここでは上記 B の学習のために必要な赤 LED，青 LED の回路作成を学習の題材として考える．電源とスイッチを micro:bit で制御することとし，負荷，導線，LED から成る回路を作成する（図 2 参照）.

そして「D 情報の技術」の学習活動として，プログラミングを行う．ここで表 1 の DSL を用意することで，S-clooca と micro:bit，C.で作成した LED と他のパーツ類を用いて，温室を照らす LED を制御するプログラミングと，温度管理のためのプログラミングを行うことができる．これらのモデルとしては図 3 のものが一例と考えられる．さらに作成したプログラムを micro:bit に転送して，実際に植物育成の体験的学習が可能である．

5. おわりに

本稿では，科目内での学びの連続性を意識し，micro:bit を対象とした UML プログラミング環境の提案をした．そして，本環境を用いた複数単元間の関連性性を意識した学習活動の例を示した．

さらに，理科や数学などの他科目との連続性，あるいは小学校での micro:bit を用いた学習経験との連続性を考慮した展開が可能である．学習者が教具として操作していたマイコンを，学習者自らがプログラミングするという体験を提供することが可能である．これにより，プログラミング活動により一層学習者の興味を持たせることができると考える．

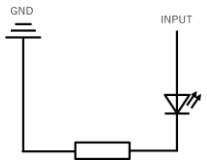


図 2　LED の回路図例

表 1　使用する DSL

アクション	イベント
停止，LED 点灯，ブザーを鳴らす	スイッチが離された， 温度が下がった， 温度が上がった，

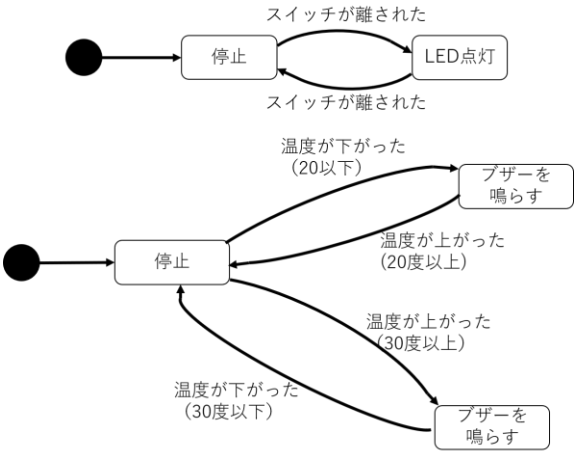


図 3　LED を制御するモデル図（上部），電子ブザーを制御して温度管理を行うモデル図（下部）

参考文献

(1) C. Starrett : “ Teaching UML Modeling Before Programming at the High School Level”, Proc. of 7th IEEE ICALT, pp.713-714 (2007).
(2) 赤山聖子他：“オブジェクト指向モデリング教育におけるモデル駆動開発ツールの活用方法の検討”，情報処理学会論文誌，Vol.55，No.1，pp.72-84 (2014).
(3) 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”，組込みシステムシンポジウム 2014 論文集，pp.108-113 (2014).
(4) 文部科学省：“小学校プログラミング教育の手引き(第一 版) ” ，http://www.mext.go.jp/component/a_menu/education/micro_detail/__icsFiles/afieldfile/2018/03/30/1403162_01.pdf (accessed 2018/10/21).
(5) 文部科学省：“中学校学習指導要領(平成 29 年告示)解説技術・家庭編”，http://www.mext.go.jp/component/a_menu/education/micro_detail/__icsFiles/afieldfile/2019/03/18/1387018_009.pdf (accessed 2019/6/15).
(6) 原舜弥，香山瑞恵，中野敬久他，“中学校での利用を想定した UML プログラミング環境の評価”，信学技報, Vol. 119, No. 43, ET2019-1, pp.1-6 (2019).
(7) S Hiya, K Hisazumi, A Fukuda, T Nakanishi："clooca: Web based tool for Domain Specific Modeling", Proc. of MoDELS2013, pp.31-35 (2013).
(8) S-clooca : https://mdd.shinshu-u.ac.jp/ (accessed 2019/6/15).

[1] Studuino 用パーツでなくとも、接続ピンが同様のものであれば，任意のパーツも使用することができる．

AI スピーカーを題材とした難易度レベル別演習教材の開発

Development of Teaching Materials for Various difficulty Levels using AI speakers

真田 博文[*1], 和田　直史[*1], 竹沢　恵[*1], 松﨑　博季[*1]
Hirofumi SANADA[*1], Naofumi WADA[*1], Megumi TAKEZAWA [*1], Hiroki MATSUZAKI [*1]
[*1] 北海道科学大学工学部情報工学科
[*1]Hokkaido University of Science

Email: sanada@hus.ac.jp

あらまし： 近年の AI スピーカーの普及とその将来性から，北海道科学大学工学部情報工学科では，AI スピーカーを題材とした演習教材の開発を進めており，一部，試行を開始している．AI スピーカーを題材とすることにより，AI スピーカーと各種ウェブサービスの連携システムの構築や SDK を用いたアプリ開発まで様々な内容の展開が可能であり，さらには情報技術を専門としない分野におけるテクノロジーリテラシー教育における活用もできることから，その利用範囲は広いと考えられる．本稿では，その中で特に情報工学科２年生向け教材と演習科目における利用計画について報告する．
キーワード：AI スピーカー，スマートスピーカー，SDK，Google Home

1. はじめに

これまでに我々は，様々な情報技術を題材とした演習授業を立案し実践してきた[1-3]. 近年の AI, IoT, ビッグデータといった技術の発展に伴い，それらの分野の技術を使いこなす人材の養成が必要となっている．また政府方針として，大学においては文系や理系を問わず全学生が AI の初級教育を受けるように要請されている．

このような背景の下，我々は，近年の AI スピーカーの普及とその将来性から，AI スピーカーを題材とした演習教材の開発を進めており，一部，試行を開始している．AI スピーカーを題材とすることにより，各種ウェブサービスとの連携システムの構築や SDK を用いたアプリ開発まで様々な内容とレベルの展開が可能であること，さらには情報技術を専門としない分野におけるテクノロジーリテラシー教育[4]における活用も期待でき，その応用範囲は広いと考えられる．ここでは，その中で特に情報工学科２年生向け教材と演習科目における利用計画について報告する．

2. 演習の概要

2.1 演習の対象並びに環境

ここで報告する演習の対象者は，本学工学部情報工学科２年生であり，演習は２年後期に行われる．学生は３名で一つのグループとし，グループ毎に AI スピーカーとして Google Home 及びタブレット端末を配布する．また，２～３グループごとに学内 LAN 接続用の無線 LAN ルーターを利用する．

2.2 演習の構成

演習は，座学１コマ（９０分），演習３コマ（９０分×３）で構成される．座学では，演習に入る前の事前準備として，

1) アプリ開発に必要な google アカウント作成
2) AI スピーカーの基礎知識学習
3) AI スピーカー利用体験

を行う．

演習３コマでは，以下のアプリ開発演習を行う．

4) 演習１回目
   単純な会話を行うアプリを作成することで，その開発方法を理解する．
5) 演習２回目
   より複雑な会話を行うアプリを作成することで，その開発方法を理解する．具体的には，会話から必要な情報を抽出し，その内容をもとに応答するアプリを開発する．
6) 演習３回目
   演習２回目から継続して，会話から必要な情報を抽出し，不足があれば追加の会話しながら必要な情報を取得して応答を決定するアプリを開発する．

表１に，演習３回における事前学習，演習，事後学習の内容を示している．

表１　事前学習，演習，事後学習の内容

	事前学習	演習	事後学習
１回目	座学で学習した内容の確認	演習１回目及び成果物評価	演習１回目に対応したレポート課題
２回目	アプリ開発手順の確認	演習２回目及び成果物評価	演習２回目に対応したレポート課題
３回目	アプリ開発手順の確認	演習３回目及び成果物評価	演習３回目に対応したレポート課題

また，演習の達成目標を以下のように設定した．

①AI スピーカーの歴史，位置付け，できること，将来性について専門分野外の人にわかりやすく説明できる．

②学んだ内容をもとに単純な会話を行うアプリを作成できる．

③学んだ内容をもとに会話内容から必要な情報を抽出し，その内容をもとに応答するアプリを作成できる．

④学んだ内容をもとに会話内容から必要な情報を抽出し，不足があれば会話しながら必要な情報を取得して処理するアプリを作成できる．

⑤自ら考案したアイディアをもとにオリジナリティーのあるアプリを設計し作成できる．

①から④までは全学生向け，⑤は余力のある学生向けの達成目標である．評価方法であるが，①はレポートによる評価，②～④は演習時間中の動作確認およびレポートによる評価とする．⑤まで行ったグループに関しては別途，企画および動作について評価を行う．

3. 教材の概要

教材は実験書，説明用パワーポイント，Google Home，Android タブレット，無線 LAN ルーターで構成される．また，事前学習用，演習用，事後学習用に動画教材を準備し，学生が自己学習用に活用できるようにする．

実験書およびそれに対応した説明用パワーポイントの内容概略は以下のようである．

1) AI スピーカーの基本（座学）

代表的な AI スピーカーである Google Home と Amazon Echo を例として「AI スピーカーとは？」,「AI スピーカーの登場とその背景」,「AI スピーカーの仕組み」,「AI スピーカーでできること」などについて学ぶ．

2) 活用事例を学ぶ（座学）

AI スピーカーの活用事例として，「音声コマンドによる各種操作」,「スマート家電を用いたスマートホーム」,「子育てサポートでの活用」,「高齢者サポートでの活用」など現在既に活用されている分野から将来活用が期待される分野まで，具体的な例について学ぶ．

3) AI スピーカーを使ってみる（座学）

グループ単位で実際に AI スピーカーの設定を行い，利用してみる．現状の性能を評価し，得意なこと，苦手なことを把握する．

4)アプリ開発手法を学ぶ（演習）

2.2 の演習の構成で説明した内容である．

5)オリジナルアプリの企画と開発（演習）

標準的なレベルを超えて作業が可能な場合に対応し，オリジナルアプリの企画と開発について示す．

4. 模擬演習

演習の難易度，演習に要する時間などを検討するために，ゼミ配属されている４年生８名の協力を得て模擬演習を行った．模擬演習では，教員がアプリ開発について基本的な説明を行った後，３．の 3)～4)に相当する実験資料を参考に２グループに分かれて作業を進めてもらった．その結果，資料に沿って行う作業については，想定時間内（３時間程度）で終了した．ただし，作業終了に要する時間には差が生じることから，作業の早いグループ用に追加課題などを準備する必要が感じられた．

5. まとめ

AI スピーカーを題材とした演習教材の開発を進めている．各種ウェブサービスとの連携システムの構築や SDK を用いたアプリ開発まで様々な内容の展開が可能であり，さらには情報技術を専門としない分野におけるテクノロジーリテラシー教育における活用もできことから，その利用範囲は広いと考えられる．本稿では特に情報工学科２年生向けに開発を進めている演習教材とその教材を利用した授業計画について報告した．今後，授業での実践を経て改善を進めていく．また，入門編，初級編，応用編に相当する教材の開発も行う予定である．

謝辞

本研究にご協力いただきました北海道科学大学名誉教授岡崎哲夫先生並びに株式会社 HBA 山野孝則氏に感謝いたします．

本研究の一部は JSPS 科研費 19K03008 の助成を受けたものです．記して感謝します．

参考文献

(1) 真田博文, 松﨑博季, 上野健治:“センサーネットワークを題材とした演習教材の開発”, 第６３回工学教育研究講演会論文集 1G05, pp.140-141 （2015）

(2) 真田博文, 松﨑博季, 竹沢恵, 上野健治:“マイコンボードを利用した情報系学生のための ICT 入門教育”, 日本工学教育協会「工学教育」, 第 63 巻, 第 2 号, pp.22-27 （2015）

(3) 本郷節之, 稲垣潤, 真田博文, 岡崎哲夫:“NFC 利用サービスの企画/実現演習”, 第６４回工学教育研究講演会論文集 2B23, pp.226-227 （2016）

(4) 坂田信裕:“コミュニケーションロボットを活用した新たなテクノロジーリテラシー教育”, 教育情報システム学会誌,第 36 巻, 第 2 号 pp.66-75 （2019）

学びの過程とその成果を振り返るための ショーケース・ポートフォリオの活用

Using Showcase Portfolios to Reflect on Student Learning Process and Outcomes

佐藤 隼明[*1]， 森本 康彦[*1]
Toshiaki SATO[*1]， Yasuhiko MORIMOTO[*1]
[*1] 東京学芸大学
[*1]Tokyo Gakugei University

あらまし：近年，学習者自身の学びの過程やその成果をアピールすることのできるショーケース・ポートフォリオが注目されている．ショーケース・ポートフォリオは，これまでの学びの中で生成されたeポートフォリオから特徴的なものを精選することで作成され，作成の過程を通して学習者のこれまでの学びの振り返りが促進されると考えられる．しかし，ショーケース・ポートフォリオをどのように作成すれば，より振り返りが促進されるかは，明らかにされていない．そこで，本研究では，ショーケース・ポートフォリオを作成することの効果を明らかにすることを目的とする．本論文では，学びの過程と学びの成果を振り返るためのショーケース・ポートフォリオの作成方法の提案とそれに基づいた実践について述べる．
キーワード：ショーケース・ポートフォリオ，eポートフォリオ，キャリア・パスポート，振り返り

1. はじめに

新学習指導要領では，育成すべき資質・能力の三つの柱として「知識及び技能」，「思考力，判断力，表現力等」，「学びに向かう力，人間性等」が挙げられている(1)．これら資質・能力のバランスのとれた学習評価を行っていくために，学習者の学びの記録であるポートフォリオを活用することが求められている．さらに，近年では，ICT 機器の普及に伴い，ポートフォリオを電子化したeポートフォリオを学びの中で活用していくことが進められている．

一方．学びの中で長期的に蓄積されたeポートフォリオから特徴的なものをまとめ直したショーケース・ポートフォリオが注目されている．ショーケース・ポートフォリオを作成する際には，学習者は，これまでのeポートフォリオを見返し，その中から特徴的なものを精選するため，その過程を通して，振り返りが促進されると考えられるが，その効果やより効果的に振り返るための方法は明らかにされていない．

そこで，本研究では，ショーケース・ポートフォリオを作成することの効果を明らかにすることを目的とする．本論文では，学びの過程と学びの成果を振り返るためのショーケース・ポートフォリオの作成方法の提案とそれに基づいた実践を行った．

2. 学びの過程とその成果を振り返るための ショーケース・ポートフォリオ

2.1 ショーケース・ポートフォリオとは

ショーケース・ポートフォリオは，学習者のこれまでの学びの中で生成されたeポートフォリオから特徴的なものを精選することで作成される（図１）．

また，学習者は，学んでいく中で生成されたeポートフォリオを見返し，何を精選するか考えることを通して，自身の学びを総括的に振り返ることができると考えられる．その際，eポートフォリオは，学習者の学習の成果だけでなく，その過程をも記録することができるため(2)，ショーケース・ポートフォリオを作成することを通して，これまでの学びを振り返るときにも，学習の過程と学習の成果を振り返ることが可能になると考えられる．

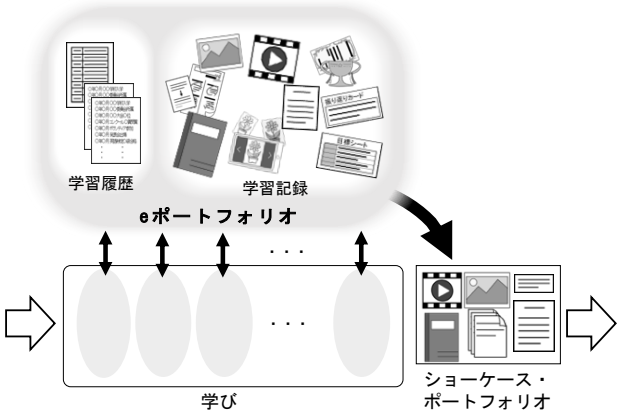


図１　ショーケース・ポートフォリオを活用した学び

2.2 学びを振り返るためのショーケース・ポートフォリオ作成方法

前節で述べた，ショーケース・ポートフォリオの特徴を踏まえると，ただ漫然とショーケース・ポートフォリオを作成するのでなく，学習者が学びの過程を振り返るのか，または，その成果を振り返るのかを意識することで，振り返りがより促進されると考えられる．そこで，学びの過程と学びの成果に着目したショーケース・ポートフォリオの作成方法を提案する．それぞれの方法は，学びの過程を振り返るための作成方法には４つの手順，学びの成果を振り返るための作成方法には３つの手順が挙げられる（図２）．それぞれの方法について詳細に説明する．

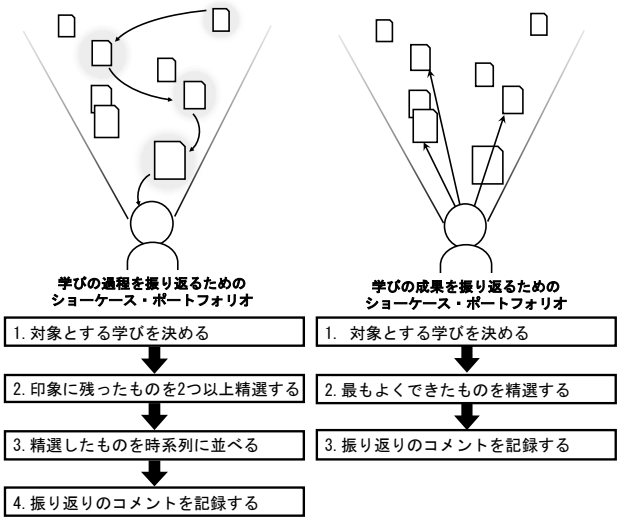


図２　学びの過程と学びの成果を振り返るための
ショーケース・ポートフォリオ

学びの過程を振り返るためのショーケース・ポートフォリオ

1) **対象とする学びを決める**:一学期間の学びや一年間を通した学び，部活動における学びなど，様々な学びの中から対象とする学びを決める．

2) **印象に残っているものを２つ以上精選する**:学びの中で生成されたｅポートフォリオから現在の自分にとって印象に残っているものを２つ以上選ぶ．

3) **精選したものを時系列に並べる**：2)で精選したｅポートフォリオから，どのような過程で学んできたのかを考え，時系列に並べる．

4) **振り返りのコメントを記録する**：2)，3) で精選し，時系列に並べたものに対して，「何を学んだのか」，「どのように学んだのか」，「次の学びにどのようにつなげていくのか」を振り返り，記録する．

学びの成果を振り返るためのショーケース・ポートフォリオ

1) **対象とする学びを決める**:一学期間の学びや一年間を通した学び，部活動における学びなど，様々な学びの中から対象とする学びを決める．

2) **最もよくできたものを精選する**:学びの中で生成されたｅポートフォリオから，現在の自分から見て，最もよくできたものは何かを考えて選ぶ．

3) **振り返りのコメントを記録する**：2)で精選したｅポートフォリオに対して，「なぜそれを選んだのか」「これからの学びにどう活かせるのか」を振り返り，記録する．

3.　実践

2018 年 10 月から 2019 年２月に本学で開講された授業の受講生 19 名を対象として実践を行った．本実践では，ショーケース・ポートフォリオを作成する際に，提案した作成方法に基づき，大学４年間の学びを対象として，２種類のショーケース・ポートフォリオをそれぞれが作成した．また，その際に，Microsoft のパワーポイントを用いて，一枚のスライドに，精選したｅポートフォリオとそれに対する振り返りのコメントを記録した（図 3，図 4）．

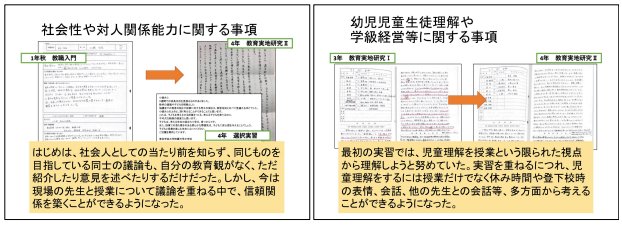


図３　学びの過程を振り返るための
ショーケース・ポートフォリオ

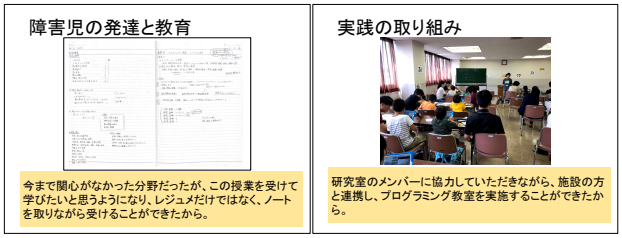


図４ 学びの成果を振り返るための
ショーケース・ポートフォリオ

4.　おわりに

本論文では，学びの過程とその成果を振り返るためのショーケース・ポートフォリオの作成について述べ，それに基づいた実践を行った．

今回示した，２つのショーケース・ポートフォリオを用いた振り返りの仕方を参考にすることで，学びの場面に応じて，目的に合った振り返りを促進することができると考えられる．たとえば，児童生徒が自身の変容や成長を自己評価できるように工夫されたポートフォリオであるキャリア・パスポートがある(3)．それを作成する際には，学びの過程を振り返るためのショーケース・ポートフォリオを用いることが有効だと考えられる．また，大学入試に向けた出願書類を作成する際には，自身の成果を確認するために，学びの成果を振り返るためのショーケース・ポートフォリオを用いることが有効だと考えられる．

また，現在までに実践の評価を行った．その結果，概ね良好な結果が得られた．これら詳細な分析の結果についても，今後，報告していく予定である．

謝辞

本研究の一部は，科研費（17K01074）の助成を受けたものである．

参考文献

(1) 文部科学省:高等学校学習指導要領（平成 30 年告示）解説　総則編．東洋館出版社，東京（2018）

(2) 森本康彦，永田智子，小川賀代，山川修: “教育分野における ｅポートフォリオ”，ミネルヴァ書房（2017）

(3) 文部科学省:「キャリア・パスポート」の様式と指導上の留意事項（案），http://www.mext.go.jp/b_menu/shingi/chousa/shotou/143/shiryo/__icsFiles/afieldfile/2019/02/20/1413594_002.pdf（2019 年 6 月 17 日確認）

政府統計を用いた社会科学系向けデータ分析教材作成

Development of Teaching Materials on Data Analysis in the field of Social Sciences using Government Statistics

吉根 勝美
Katsumi YOSHINE
南山大学経済学部
Faculty of Economics, Nanzan University
Email: kyoshine@nanzan-u.ac.jp

あらまし: 社会科学系の大学新入生を対象にした表計算ソフトウェアによるデータ分析の指導では，架空のデータではなく，後に実際の分析対象となるデータを教材にする方が望ましい. 社会科学系の学生には，さまざまな分野を網羅する政府統計がデータ分析の教材に適しているが，統計ごとにデータ構成が異なるため，一律的な教材化が困難である．本稿では，政府統計を用いたデータ分析教材の作成支援手法を，具体例を通して検討する．
キーワード：政府統計，教材開発，データ処理，実際のデータ

1. はじめに

社会科学系の大学新入生を対象にした表計算ソフトウェアによるデータ分析の指導では，のちに実際の分析対象となる可能性があるデータを教材にする方が望ましい. 社会科学系の大学生には，問題発見・解決能力向上の一環として，必要なデータを自ら収集し，分析するスキルを獲得させたい．その第 1 段階で行われる表計算ソフトウェアの操作指導では，架空の数値を使って，きれいな結果が得られるようにすることが多い．しかし，いずれ使いこなすためには，必ずしもきれいな結果が得られない実際のデータにも対応できるようにする必要がある．

大学生や社会人に対する統計教育では，架空のデータではなく，実際のデータを使用することが望ましい. アメリカ統計学会は，「統計教育における評価と指導のガイドライン」の College Report 2016[(1)]で，実際のデータを使用することの重要性を示している. 同ガイドラインでは 6 項目の推奨事項が提示されており，その中の 1 つ Recommendation 3: Integrate real data with a context and a purpose. の前提となるのが“Use real data”である．

社会科学系の大学生，特に経済学部生が実際の分析対象として政府統計を利用することが多い．例えば，景気動向の把握に用いられる主要な経済統計は，GDP をはじめとして，個人消費，設備投資，住宅投資，公共投資，輸出・輸入・国際収支，生産・出荷・在庫，企業収益・業況判断・倒産，雇用，物価，金融の多分野に及ぶ[(2)]．これらの経済統計の一部は民間が作成しているが，大多数は政府が作成している．

政府統計は，統計ごとにデータ構成が異なるため，一律的な教材化が困難である．政府統計のポータルサイト e-Stat[(3)]には，605 調査のデータ，1,531,904 件のデータセットが掲載されている(2019 年 6 月 18 日現在). 各調査は 1 個以上の統計表からなり，EXCEL，CSV，PDF 形式のファイルをダウンロードするか，データベースの検索結果としてデータを取得する．

本稿では，政府統計から，社会科学系新入生向けのデータ分析教材作成の支援方法を明らかにすることが目的である．具体的には，総務省統計局による小売物価統計調査年報 平成 29 年のうち「調査品目の月別価格及び年平均価格【県庁所在市及び人口 15 万以上の市】」[(4)]を用いて，ヒストグラム作成と散布図作成のそれぞれにふさわしいデータを見つけるためのユーザインタフェースを試作し，この試作を通じて，教材開発の支援手法を検討する．

2. 試作環境

Windows 10 Home で動作する RStudio Desktop Open Source Edition (Version 1.2.1335)で試作し，R version 3.6.0 で動作を確認している. エクセルファイルを読み込むパッケージ readxl と，インタラクティブな Web アプリケーションを容易に構築できるパッケージ shiny を使用している．

R 言語の使用はプログラムの簡潔さをもたらし，プログラミングの経験が少ない教材作成者でも，自らプログラムの修正が可能になることが期待できる．

3. ユーザインタフェースの試作

3.1 前処理

81 都市 560 品目の 2017 年平均小売価格をダウンロードし，欠損値を空欄にした EXCEL 形式のファイルを元データとした．

3.2 ヒストグラム

試作したヒストグラム閲覧用ユーザインタフェースを図 1 に示す．教材作成者が求めるヒストグラム

の形状を見つけることを支援するため，品目を切り替えると，直ちにヒストグラムが描き換えられるようにした．

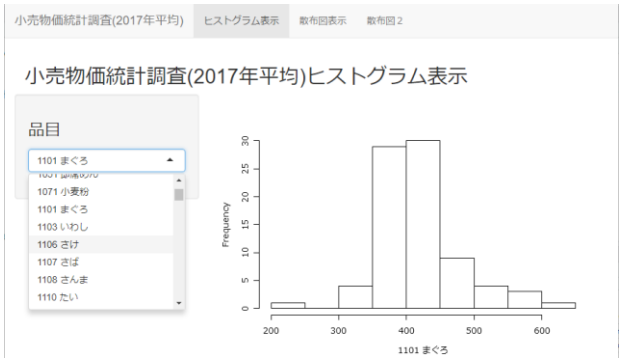


図 1 ヒストグラム閲覧用ユーザインタフェース

また，プログラム中，データフレーム sk に品目毎に歪度を計算し，names(sk)[sk > 1]とすれば，図 2 のように，右に裾の長い分布の品目だけがインターフェースに現れるようにすることが可能である．

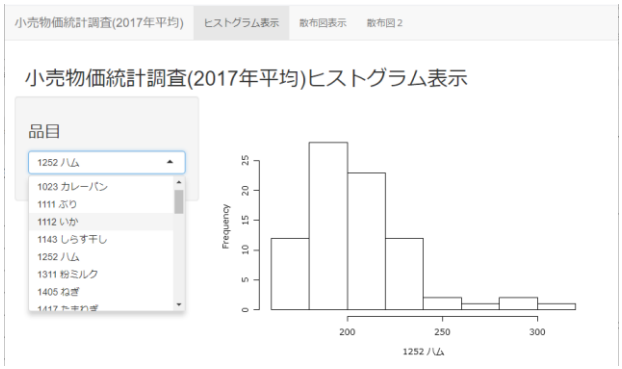


図 2 図 1 で「歪度＞ 1 」に限定した場合

3.3 散布図

試作した散布図閲覧用ユーザインタフェースを図 3 に示す．教材作成者が求める分布を見つけることを支援するため，2 種類の品目を切り替えると，直ちに散布図が描き換えられるようにした．

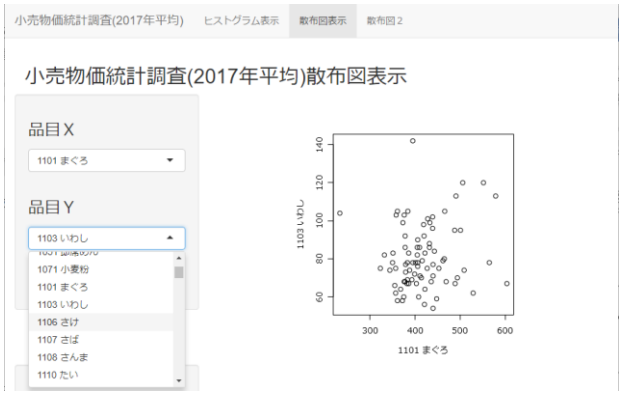


図 3 散布図閲覧用ユーザインタフェース

また，例えば「やや正の相関」がみられる分布を見つけやすくするため，相関係数行列から特定の範囲にある品目の組合せを作成しておいて，組合せを切り替えると直ちに散布図が描き換えられるようなインターフェースを図 4 のように作成した．本試作では，コードが 1100 番台で欠損値のない 21 品目について相関係数行列 cor.df を作成し，相関係数の値が 0.3 以上の品目の組合せのリスト pair を下のように作っている．

```
if (cor.df[i,j] > 0.3) {
   pair<-c(pair,paste(rownames(cor.df)[i],"x",colnames(cor.df)[j]))
}
```

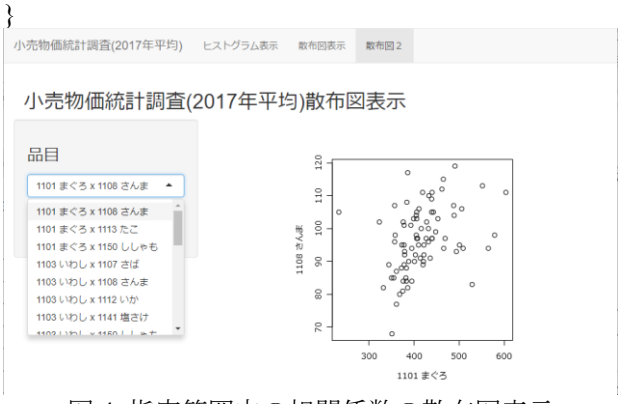


図 4 指定範囲内の相関係数の散布図表示

4. おわりに

本稿では，都市別小売物価のデータを具体例として，社会科学系新入生向けのデータ分析教材作成を支援することを目的に，ヒストグラム作成と散布図作成のそれぞれにふさわしいデータを見つけるためのユーザインタフェースを試作した．

この試作には R 言語を用い，インタラクティブな Web アプリケーションを容易に構築できるパッケージ shiny を使用することにより，簡潔なプログラムで実現することができた．

プログラムの簡潔さは，プログラミングの経験が少ない教材作成者でも，names(sk)[sk > 1]や cor.df[i,j] > 0.3 の部分を書き換えれば自分が望む分布が得られることに気付くという利点をもたらしている．

今回の試作では，教材作成者がさまざまなデータに対するグラフを次々と閲覧しながら，教材にふさわしいものを見つけるということを想定している．今後の検討課題として，例えば，特徴が類似しているデータ，まったく特徴が異なるデータ，対照的な特徴をもつ 2 群に分けられるデータのように，教材作成者の要求に沿うデータを探索する手法の開発が挙げられる．

参考文献

(1) GAISE College Report ASA Revision Committee: “Guidelines for Assessment and Instruction in Statistics Education College Report 2016”, http://www.amstat.org/education/gaise (2016)
(2) 内閣府：“マクロ経済統計リンク集”, https://www5.cao.go.jp/keizai3/getsurei/macro/
(3) 総務省統計局，独立行政法人統計センター：“政府統計の総合窓口(e-Stat)” https://www.e-stat.go.jp/
(4) 総務省統計局：“小売物価統計調査（動向編）について（2018 年 4 月現在）” http://www.stat.go.jp/data/kouri/doukou/1.html (2018)

初年次教育プログラムが大学生に与える効果
－情報基礎知識・操作スキル・日本語知識の比較から－

The Effects of the First-year Education Program on University Students
-From comparison of basic ICT Knowledge, Operating Skills, and Japanese Knowledge-

金子 大輔[*1]
Daisuke KANEKO[*1]
[*1] 北星学園大学経済学部
[*1]School of Economics, Hokusei Gakuen University
Email: kaneko@hokusei.ac.jp

あらまし：初年次教育プログラムの重要性はますます高まっており，多くの大学と同様，本学においても初年次教育を目的とした教育プログラムの充実が図られている．しかし，その「学修成果」は必ずしもわかりやすいものではないため，それらを可視化して示すことが必要とされるようになっている．本稿では情報と日本語に着目して，新入生に対して実施したプレイスメントテストと到達度テストの結果をもとに，本学の初年次教育プログラムの有効性を検討する．
キーワード：初年次教育，リテラシー，プレイスメントテスト，到達度テスト，情報教育，日本語教育

1. はじめに

近年，大学の初年次教育の重要性はますます高まっており，初年次教育をどのように実施すれば良いかについて，多くの議論がこれまでに行われてきている．各大学においても多様な初年次教育のプログラムが実施されており，自校教育や平和教育など大学独自に設定される科目をはじめ，情報教育，日本語教育（アカデミック・ライティング），初年次ゼミなどの科目が設置されている．筆者の所属する北星学園大学においても初年次教育の重要性は認識されており，「初年次教育」とは銘打っていないものの，大学共通科目においては「キャリア支援」のカテゴリが設置され，その中で「情報入門」「情報活用 I または II」「日本語表現 I」「日本語表現 II」「学びとキャリア形成」が初年次必修科目（一部の学科を除く）として開講されている．

多くの初年次教育科目は，大学在学中またはその後の社会人生活を見据え，これまでの高校までの学び方ではない，大学での学び方に学生を導くための役割を有している．そのため，すぐに教育の成果が出るような性質を有してはいない．しかし近年では，こうした科目であっても目に見える形での「学修成果（ラーニング・アウトカムズ）」を求められることが増えている．確かにこれまで，これらの科目の「学修成果」について，目に見える形で示される機会は少なかったと指摘できる．その要因の一つは，教育の成果（とくに初年次教育の成果）は一般的に，時間が経過してからわかるものであり，それらを目に見える形ですぐに示すことはそもそも困難であると思われてきたことであろう．さらに，「学修成果」を示すためになんらかの調査を行うとしても，何をもって成果とみなすかに関しての統一した基準は整理されていない．そのため，そもそもそのような調査は，一部の先進的な取り組みで行われる以外にはほぼ存在しなかったとも指摘できる．

2. 本研究の目的

筆者はこれまで，自身の担当する初年次情報教育に関しては，なんらかの形で「学修成果」の可視化が必要であると考えていた．そのため，プレイスメントテストや授業終了時のスキル調査チェックなどを独自に開発し，活用してきた．

こうした調査を個人ではなく大学全体で実施する必要性を感じていた頃，平成 24 年度より開始された文部科学省大学間連携共同教育推進事業「学士力養成のための共通基盤システムを活用した主体的学びの促進」に本学も参画する機会を得た．本事業は，大学入学段階の学生の学習状況や学修観の特性を把握し，学生の主体的な学びにつなげていくために，英語，日本語，数学，情報の分野において，プレイスメントテスト，到達度テスト，e ラーニングで自習可能な学習教材の開発を行うものである．その枠組みの中で筆者らは，情報に関する基礎知識調査やコンピュータの操作スキルを自己評価できるチェックリストを開発し，複数年にわたり活用してきた[(1)(2)]．

また本学においても，本事業で開発されたプレイスメントテストと到達度テスト，e ラーニング教材を活用した自学自習を取り入れることとなり，初年次の学生を対象に複数年にわたって実践を行ってきた．

本研究は，初年次教育プログラムの成果を，筆者をはじめ大学連携事業の中で開発したプレイスメントテストや到達度テストの結果によって可視化することで，初年次教育プログラムの有効性を示そうとする研究である．本稿では，初年次教育の中でも特に重要であると考えられる，情報教育と日本語教育に着目する．そのため，情報と日本語に関するプレイスメントテストと到達度テストの結果をもとに，

初年次学生の検討する．以下ではまず，本学における初年次教育について概説する．次に，情報と日本語のプレイスメントテストと到達度テスト等について述べる．最後にそれらの結果について述べる．

3. 本学における初年次教育

情報科目は前期に「情報入門」を，後期に「情報活用 I または II」を履修する．学科別にクラス分けされ，前期はプレイスメントテスト等の結果をもとにした能力別クラスである．情報入門では基本的なコンピュータの操作方法や情報モラル，基礎知識を学ぶ．情報活用ではそれらを用いた PBL を行い，日常的な文脈の中で情報を活用する能力を身につけていくことを目的としている．

日本語科目は，前期に「日本語表現 I」を，後期に「日本語表現 II」を履修する．学科別にクラス分けされ，1 クラスは 25 名以下の少人数になるように設定される．前後期を通して，大学および社会において必要とされる論理的な日本語の運用能力の基礎を，実際に文章を作成する過程を通じて習得することを目的としている．

4. テストの概要

情報のテスト問題は，情報教育の目標の 3 つの観点（情報活用の実践力，情報の科学的な理解，情報社会に参画する態度）から出題される．実践 12 問，理解 15 問，態度 13 問の合計 40 問からなる．回答方法は，5 つの選択肢から正答を 1 つ選択する形式である．正当が分からない場合に当て推量で選択することを防止するため，選択肢のひとつは「わからない」と設定した(1)．なお，プレイスメントテストと到達度テストは同じ問題・選択肢であり，標準解答時間は 20 分である．

これとは別に操作スキルチェックリストを活用している．学生が自己評価できるようにチェックリストとなっており，自分ができると思う操作スキルにチェックをつける形式である．具体的な項目数は，(a)コンピュータ操作が 10 項目，(b)インターネット・電子メールが 6 項目，(c)Word が 14 項目，(d)Excel, PowerPoint が 10 項目の合計 40 項目である．このほか，学生が日常的に利用している端末（パソコン，スマートフォン，タブレット PC 等）を尋ねる項目も含められている．

日本語のテスト問題は，漢字（読みと書き・四字熟語），語彙（語義，ことわざ・成句），文法・敬語（受身･使役・可能，敬語），読解力（短文読解，長文読解，図表読解）の 4 つの分野から出題される．プレイスメントテストと到達度テストでは異なる問題を使っており，問題数も異なるが，標準解答時間はどちらも 20 分である．プレイスメントテストは，漢字 20 問，語彙 30 問，文法・敬語 10 問，読解力 10 問の合計 70 問，到達度テストは，漢字 15 問，語彙 20 問，文法・敬語 10 問，読解力 15 問の合計 60 問である．回答方法は，4 つまたは 5 つの選択肢から正答を 1 つ選択する形式である．

5. テストの結果

本稿では，情報と日本語のプレイスメントテストと到達度テスト，操作スキルチェックリストのすべて受検した 2018 年度の 1 年生 642 名を対象に分析を行った．全体のテストの結果を表 1 に示す．比較がしやすいように，それぞれ 100 点満点で換算した．すべてのテストにおいて，平均点が上昇していることがわかる．また，Kaneko et al.(2018)でも指摘した通り，スキルチェックは上昇幅が非常に大きいことがわかる(2)．平均得点の伸びは，情報 8.4 点，日本語 8.6 点，スキル 34.9 点であった．対応のある t 検定を実施した結果，平均点は有意に上昇していた．

表 1 テストの結果（全体）

		Mean	*S.D*	*t value*
情報	プレ	57.84	15.56	
	到達度	66.20	13.68	15.43***
日本語	プレ	52.63	13.46	
	到達度	61.27	13.74	19.47***
スキル	プレ	59.12	23.81	
	到達度	94.00	11.60	38.55***

N=642, df=641, *** p<.001

6. おわりに

本稿では，本学における初年次教育の「学修成果」を可視化するために，1 年次の学生を対象に実施しているプレイスメントテストと到達度テストの結果を取り上げた．情報基礎知識や日本語知識は全体として向上が見られ，操作スキルの自己評価は大きく向上した．これらの結果は，初年次教育プログラムの有効性を示唆するものであると考えられる．今後は項目・分野別の成績推移や両科目の関係性など，より詳細な分析を行いたいと考えている．

付記

本研究の一部は，平成 24 年度文部科学省大学間連携共同教育推進事業，2019 年度北星学園大学特定研究費の支援を受けている．

参考文献

(1) 金子大輔，石田雪也，小俣昌樹，吉川雅修，古賀崇朗：大学の初年次学生を対象とした情報に関する基礎知識調査の開発と調査結果の分析．日本教育工学会論文誌，40(suppl.), 201-204（2017）

(2) Kaneko, D., Ishida, Y., Omata, M., Yoshikawa, M. & Koga, T. : Development of a Self-Evaluation Checklist of Computer Operational Skills for First-year University Students. In *Proceedings of World Conference on E-Learning in Corporate, Government, Healthcare, and Higher Education.* 530-534, (2018)

学生による学生のための学習支援を中核とした学習支援モデルの開発
－学習支援デスク設置の試みから－

Development of a Learning Support Model by University Students at Higher Education Institutions

宮原 俊之[*1]
Toshiyuki MIYAHARA[*1]
[*1] 帝京大学
[*1]Teikyo University
Email: tmiyahara@main.teikyo-u.ac.jp

あらまし：学生の多様化が進む中，学習成果として重視される「何ができるようになったか」に対応するためには，チームによる学習支援が必要である．本研究は，この総合的な学習支援体制のモデル開発を目的としている．今回は，2018 年 4 月帝京大学八王子キャンパスに開設したこのモデルの中核となる授業時間外における学生による学生のための学習支援の取り組みついて，成果と課題の報告を行う．
キーワード：学習支援，ピアサポーター，チュータートレーニング，研修設計

1. はじめに

近年の教育では，「何を学んだか」だけでなく「何ができるようになったか」を重視する．高等教育機関においても例外ではなく，加えて，少子化などの社会環境の変化によって，学生の多様化が進んでいる．これらのことに対応するためには，単純に FD や SD などをとおしてそれぞれの能力開発を行うだけではなく，これらも含めたうえで，授業時間内外において学生・教員・職員に必要に応じて企業を加えた多様な協働（チーム）による組織的な学習支援体制が必要である．本研究は，この総合的な学習支援体制のモデル開発を目的としている．

今回は，事例調査とともに進めている，2018 年度から帝京大学八王子キャンパスで開始した授業時間外における学生による学生のための学習支援（以下，学習支援デスク）の取り組みについて報告する．

2. 学習支援デスクとは

学習支援デスクは，帝京大学八王子キャンパスに作られた「まなぶ」を楽しむ新しい学習空間（ACT3）に設置され，選抜された学生からなるピアサポーターが常駐し，全学生の学習に関するすべての相談に対応している．活動人数と採用種別について表 1 に，相談件数と内容について表 2 に示す．

初年度である 2018 年度のピアサポーターの選抜にあたっては，教務などの関係部署や団体などからの推薦と一般公募にて実施したが，2019 年度からは，採用過程を見直し推薦と公募と一括して選抜を実施した．また，2019 年秋からは学部 2 年生も採用する予定である．

相談件数については，2019 年 4 月に新入生に対する認知度を上げる取り組みの成果もあり，2019 年 4 月の件数は，2018 年度 1 年分に近い件数があった．相談者の学年は 1 年生が圧倒的に多く 6 割以上を占める一方，4 年生もわずかながらいる．時間帯別にみると昼休み以降が 85%（2018 年度）となり，午後の空きコマに来るケースが多いことが分かっている．

表 1 ピアサポーター内訳

年度	院 1 年	学部 4 年		学部 3 年	
	推薦	推薦	公募	推薦	公募
2018	－	14 名	2 名	5 名	8 名
2019	1 名	3 名	7 名	－	12 名
継続	1 名	3 名	6 名		

表 2 相談内容別件数

相談内容	2018 年度	2019 年 4 月
ﾚﾎﾟｰﾄ・論文の書き方	10	6
授業全般	6	16
授業内容・課題	17	5
その他	14	18
合計	47	45

3. ピアサポーターの能力開発

学習支援デスクに常駐するピアサポーターの活動の中心は，当然，学習相談ではあるが，相談者に対して効果的な学習相談を実現するためには，個々の能力開発は欠かせない．そのため，大学発行資料の内容把握，想定問答集の作成やピアサポーターのみのランチミーティングや関係教職員も加わった定例会議も実施し，組織として情報共有を図っているほか，ピアサポーター向けに様々な研修を行っている．研修については，数年後の ITTPC(International Tutor Training Program Certification)の認定を意識した設計を行っている．事前研修，マナー研修，レポート講座，質問力研修，広報力研修，情報探索講座，教え方（学習理論）研修，チームビルディング研修，危機管理研修などである．この研修の一部は，学内の学生団体に所属する学生（大学の公的機関が抱える

学生スタッフ）と合同で行い，学内の様々な人と交流し，見識を広げることも行っている．また，すべての研修を収録し LMS へアップすることで，欠席者や復習する機会も提供している．

一方で，学習支援デスクにおいては，学生の主体的な学習支援運営をとおしての成長も期待しており，職員は運営のバックアップを中心に，教員は専門家としての見地から研修や運営にあたっての相談対応という形をとっている．

4. 効果の確認

初年度である 2018 年度は，⑴支援される側の学生への学習効果（課題解決の点から），⑵支援する学生への学習効果，⑶教職員のかかわり方（体制）について―― の 4 点について検証を行った．

まず，支援される側の学生（つまり相談者）への効果であるが，相談者には，その効果を測るために事後アンケートを実施した．その結果は，図 1 に示すとおりであり，有効回答 53 件のうち相談内容の解決に至ったケースは 51 件を数え，その場での問題解決という視点では，その効果は示されている．2019 年度は 4 月のみのデータである．

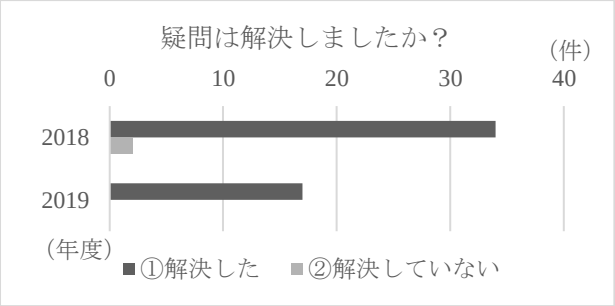


図 1　相談者調査

次に支援する学生（つまりピアサポーター）への効果であるが，ピアサポーターへの効果については，GPA に加えて，社会人基礎力の項目[1]についての自己評価および「ピアサポーターの活動をとおして何を得たか？」の振り返りにより確認した．約半数が 2019 年 3 月に卒業したため一部データ取得できていないものもある．GPA については，昨年度より継続しているピアサポーター10 名の 2018 年春と 2019 年春を比較した．結果，6 名の GPA が向上していた．ただし，この 10 名はもともと GPA の高い学生であることから，その効果の判断は難しく，今後のデータの蓄積が必要であると考える．社会人基礎力については，継続しているピアサポーターの平均値と 2019 年度からピアサポーターになった学生の平均値を比較した．その結果，12 項目中 9 項目で継続しているピアサポーターの平均値が優位であった．これは，表 3 に示すような「通常の学習では得られないことを学ぶことができ社会に出る準備ができた」と振り返った学生が多かったことを踏まえると，その効果が示されたと考えることもできる．

一方で，ピアサポーターの必須の導入研修を除く

表 3　ピアサポーターとして得たこと

2018 年度ピアサポーター
・ゼロからのプロジェクト立上げ経験 ・帰属意識 ・視野の広がり ・協働の大切さ，難しさ ・共有の大切さ ・物の見方がそれぞれ違うこと

表 4　ピアサポーターの活動状況

項目	2018 年度
会議・ミーティングへの平均出席率	23.5%
研修への出席率（導入研修を除く）	19.8%
就業時間上位 9 人で(全 29 名)	54%

研修やランチミーティング，定例会議，他大学の学習支援を行っている学生との交流会などへ出席率は非常に低く，ピアサポーターが相互に学びあえる環境には至っていないことがわかった．

5. 今後の課題と対策

相談者への効果が見込まれる中で，相談件数が少ないことは大きな課題である．ただし，2018 年度は初年度であり年度当初から活動ができなかったこと，2019 年度に入り 2 年目を迎えたピアサポーターが部局を立上げ，学習支援デスクの認知度を新入生を中心に上げる取り組みを行い始めたこと，授業との連携も始まったことから，しばらくその様子を経過観察する．加えて，ピアサポーターの役割は同じようなことに出会ったときに今度は自分で解決できるようにするということまでを相談者に行う必要があるため，リピーターについてはその内容についても確認していく．また，ピアサポーターの温度差が活動へ大きな影響を及ぼすことが明らかになったが，こちらは質の維持のために（これが相談者への効果に直接的に関わるため）早急な対応を行っていく必要がある．早速，推薦枠をなくし公募一括採用とするとともに，採用過程に必須の導入研修を組み入れた．さらに，留学生もピアサポーターとして採用し留学生に対する学習支援も一本化することも試みる．様々な状況での影響を確認しながら，教職員がどのような形で連携することが学習支援への効果につながるかも含めて検証していく．そしてその時，教職員にどのような能力開発が必要かを確認し，FD/SD への展開も試行し，全体のモデルの開発につなげる．

データ集計についてご協力をいただきました帝京大学学術情報グループに御礼を申し上げます．また，本研究は JSPS 科研費 JP18K13241 の助成を受けたものです．

参考文献

(1) 経済産業省:“社会人基礎力”, https://www.meti.go.jp/policy/kisoryoku/index.html（参照 2019.6.3）

数学及び物理課題を題材としたゲーム開発学習教材の開発と試用

Development and Trial Use of Game Development-based Learning Materials on the Subjects of Mathematics and Physics

岩本 朋也[*1], 松本 慎平[*1]
Tomoya Iwamoto[*1], Shimpei Matsumoto[*1]
[*1] 広島工業大学工学系研究科
[*1] Graduate School of Engineering, Hiroshima Institute of Technology
Email: {md18002, s.matsumoto.gk}@cc.it-hiroshima.ac.jp

あらまし：本研究ではゲーム開発学習に着目し，物理や数学の学習要素を取り入れたプログラミング初学者向けの学習教材を開発した．教材の特徴は，ゲーム開発の中で数学の方程式や物理の運動方程式の課題を取り入れ教材を設計した点である．このことにより，プログラミングの学習と並行して，数学や物理への興味・関心の向上を試みている．プログラミング未経験の高校生を対象に教材を提供した結果，物理の教材に学習効果がみられたと共に，数学や物理の授業の中での導入を望む回答など高い評価が得られた．
キーワード：プログラミング，初学者，教育，物理，数学

1. はじめに

プログラミング学習を通じて様々な能力が身に付くと言われている [(1)]．例えば，プログラミングの思考過程の構造と問題解決の過程には相関があると報告されている [(2)]．プログラミングは他の学習課題においても効果的と考えられており，数学や物理の学習においてもプログラミングを用いた学習が行われている [(3,4)]．しかし，プログラミング自体高い学習負荷を有するため，プログラミングを通じた数学・物理の学習は容易ではない．プログラミング教育では，学習意欲を高める工夫など [(5)] 学習者にとって少しでも学びやすい教材の提供が重要であるとされている．よって数学や物理を題材とした教材を構築する場合，より一層の工夫が必要であると考えられる．

ゲームを用いた学習は学習者の意欲促進につながるという報告がある [(6)]．これらのような先行研究の成果より，ゲーム開発の要素に数学や物理を取り入れることは，学習者の意欲を高めながら数学や物理を学習可能なプログラミング教材として有効であると考えられる．そこで本研究では，プログラミングの学習効果に注目し，ゲーム開発を題材として，プログラミングと同時に数学や物理の知識の獲得が可能な学習教材の開発を目的とする．提案教材では，プログラミング初学者がゲーム開発を通してプログラミングを学習できる．その中でゲームの要素に数学や物理の要素を取り入れることにより，学習者が数学や物理に興味を持ちこれらを同時に学習できることを狙いとしている．プログラミング未経験の高校生を対象に教材を提供した結果，物理の教材に学習効果がみられたと共に，数学や物理の授業の中での導入を望む回答など高い評価が得られた．

2. 教材

2.1 学習プログラミング言語

本研究では，ゲーム開発のための学習言語として enchant.js を利用した．enchant.js は HTML5 に準拠した JavaScript 用ゲーム開発フレームワークであり，公式の学習サイトが提供されているなど，学習に最適な環境が用意されている．また，enchant.js を用いたプログラミング学習は，プログラミング初学者にとって学習意欲の促進につながると報告がある [(7)]．以上から，本研究は enchant.js を利用した．

2.2 教材プログラム

本研究では，ゲーム開発にあたって数学や物理の重要性を学習者に伝えるため，ゲームに数学や物理の要素を追加した．ひとつの学習課題である関数方程式を学ぶゲームを例に説明する．ゲームは 2D 画面にプレイヤーとなるクマのキャラクター1 体と，アイテムとしてフルーツやハートのようなアイテムが複数，0 から始まるスコアのラベル 1 つの要素が表示されている．このゲームは，キーボード操作でクマのキャラクターを上下左右に操作し，画面左から一定間隔で出現し移動するアイテムを取得し，スコアを上げることが目的となっている．この時，アイテムの動作は数学の方程式をもとに作られている．たとえば，フルーツは三角関数の正弦の波の動きをしながら左から右へ動作する．学習者はアイテムの動きに数学の知識からなる方程式をもとにした動作を追加して，ゲームの完成度を高めることを目指す．なお，他のゲームも同様に，物理や数学の方程式をもとにゲームのオブジェクトに適切な動作を与える．以上の学習活動を通じて，学習者はプログラミングの知識と共に数学や物理の理解を深め，かつそれらへの興味・関心を高めることを目指している．

3. 実施概要

プログラミング未経験の高校 1-3 年 8 名を対象に教材を提供した．学習内容は表 1 に示すとおりである．これらの学習内容を 1 日あたり 180 分の計 5 日

間の 900 分で学習者に提供した．各学習課題はおよそ 150 分ずつとした．学習者には，ゲームごとに開発に必要なライブラリや画像データがまとまったフォルダを提供し，1 つのスクリプトファイルにゲームの各要素の記述を求めた. 表 1「チュートリアル」では，数学や物理の要素は取り入れず，繰り返し処理や条件処理といったプログラミングの基本要素を学習させた．その後，ゲームのオブジェクトの動作に数学や物理の要素を追加したプログラムを作成させた．なお，学習者には事前に数学，物理の知識に関するテストへの回答をそれぞれ 15 分ほどで求めた．プログラミング学習の終了後，参加者には同様のテストを再び与えた．テストの点数は 1 問 1 点とし，数学が 18 点，物理が 16 点とした．どちらも中学校までの知識で解ける難易度とした．また，最終日の講義終了後に 6 段階リッカート尺度のアンケートへの回答を学習者に求めた.

表 1 学習内容

ゲーム題目	学習課題
チュートリアル	プログラミングの基礎
バスケット入れ	つるかめ算
フルーツ取りゲーム	関数方程式
ボールのかご入れ	運動方程式
箱止め	摩擦運動
釣り合いゲーム	力の釣り合い

表 2 テストの点数

	事前テスト	事後テスト	p 値
数学	9.375	8.375	0.5281
物理	6.125	7.875	0.1443

表 3 アンケート結果

アンケート内容	評価点
プログラミングは楽しかったですか	5.125
本講座のような物理と数学に関連付けたプログラミング学習教材についてどう思いますか？	5.125
本講座内容を物理の教材として使うことはよいことであると思いますか？	5.500
本講座内容を数学の教材として使うことはよいことであると思いますか？	5.500
機会があれば，本講座のようなプログラミングの授業を受けてみたいですか？	5.250
本講座でプログラミングの基礎が理解できましたか？	4.875

4. 結果

テストの点数を表 2 に示す．数学のテストの点数は事後テストの方が低かったが，対応のある t 検定の結果有意な差は確認されなかった．また，物理のテストに関してはテストの点数が上がっていた．有意な差は確認されなかったが，p 値は比較的小さい値であった．このことから，ゲーム開発学習が物理学習において知識の獲得に役立った可能性を示唆した結果と考えられる．物理の事象に対する学習者の考えを画面で表示することは学習者の物理の概念の理解の助けになるとの指摘があり[8]，ゲーム開発においても同様の効果が確認されたと考えられる．

学習後に得たアンケート結果の平均を表 3 に示す．アンケートの評価は 6 に近いほど評価は高いものになっている．アンケート結果より，全ての項目において高い結果が得られていることが確認できる．この結果より，学習者の意欲を高めながら学習できていたと考えられる．

5. まとめ

本研究では，enchant.js を用いたゲーム開発学習と数学・物理学習に着目し，学習教材を開発した．その結果，プログラミング初学者にとって好意的な教材であることが明らかになった．

今後の方針として，教材の改良，学習者がファイル等の準備をせずに Web ブラウザのみで簡易学習可能なシステム開発などを行う予定である．

謝辞

本研究は，独立行政法人日本学術振興会科学研究費助成事業(基盤研究(C)17K01164，19K02987)及び FOST 公益財団法人科学技術融合振興財団平成 30 年度補助金助成による助成を受けて実施した成果の一部である．ここに記して謝意を表します.

参考文献

(1) 鈴木克明: “「魅力ある教材」設計・開発の枠組みについて”, 教育メディア研究, Vol.1, No.1, pp.50-61 （2005）
(2) 山本利一，本郷健，本村猛能，永井克昇: “初等中等教育におけるプログラミング教育の教育的意義の考察”, 教育情報研究，第 32 巻，第 2 号, pp.3-12（2016）
(3) 杉野裕子: “数学教育におけるプログラミングの利用" 学校図形 Logo"を通して”，教育情報研究，第 5 巻，第 1 号, pp.79-89 （1989）
(4) K. Aho, K. Chandra, and E. Robers: “Introducing Programming into the Physics Curriculum at Haverhill High School Using the R Langurage”, ASEE 2014 Zone I Conference（2014）
(5) 文部科学省: “諸外国におけるプログラミング教育に関する調査研究”，文部科学省ホームページ(2012）
(6) 藤本徹: “ゲーム要素を取り入れた授業デザイン枠組の開発と実践”,日本教育工学会論文誌，第 38 巻，第 4 号, pp351−361（2015）
(7) 室谷心，矢野口聡，浅見（林）大輔: “JavaScript を使った 1Day プログラミング教室用教材の開発と試用 II”, 教育システム情報学会 JSiSE2017 第 42 回全国大会，B3-2，pp.197-198 （2017）
(8) 今井功，東本崇仁，堀口知也，平嶋宗: “中学理科における Errorbased Simulation を用いた授業実践”，教育システム情報学会学会誌，Vol.25，No.2，pp.194-203（2008）

スクラッチプログラミングの実習を受けた教員が想起する授業科目の調査結果
ーどの教科でプログラミングを行うのかー

Survey Result of the Subject of the Class thought by the Teacher who Received Training of Scratch Programing
- Which subject does the teacher program in -

山本 光[*1]，松下 孝太郎[*2]
Ko YAMAMOTO[*1], Kotaro MATSUSHITA[*2]
[*1] 横浜国立大学
[*1]Yokohama National University
Email: yamamo-ko-zf@ynu.ac.jp
[*2] 東京情報大学
[*2]Tokyo University of Information Sciences
Email: matusita@rsch.tuis.ac.jp

あらまし：小学校でのプログラミング教育は教科の中で実践される．指導要領解説やプログラミング教育の手引きによると小学校 5 年生の算数で多角形の作図，6 年生の理科でエネルギーの箇所での授業の例示がされている．しかし，プログラミングを実施する教科の指定は特にされておらず，学校や教員の裁量に任されている．本研究では，プログラミングの初心者である教員に対して，約六時間のプログラミングの講習を行った後，どのような科目で実施したいかを調査した．その結果，国語，算数，総合の順に実施したいことが分かった．また，講習会前後の自由記述の比較から，プログラミング教育に対する心配は低下することが明らかとなった．
キーワード：プログラミング教育，Scratch，教員研修，教師教育，テキストマイニング

1. はじめに

新学習指導要領[1]における小学校でのプログラミング教育では，プログラミングという教科を設けたわけではない．既存の教科のなかでプログラミングを実施することになっている．小学校プログラミング教育の手引き[2]では，小学校 5 年生の算数で多角形の作図および 6 年生の理科でエネルギーにおいてその例示がされている．これらはあくまでも例示であり，教科が指定されているわけではない．

したがって，どの学年でどの教科でプログラミングを実践するかは，学校及び教員の裁量に任されている．

先行研究での過去の調査(2018 年実施)では，「算数や理科などの教科の中でプログラミング教育を実施すること対してあなたはどう思いますか」という調査では，教員 293 名にしてその 60%が算数や理科は合っていると答えており，次いで国語や社会 4%，図工や音楽 4%となっている．この調査においては，質問の仕方は算数や理科などと文中にあるため，バイアスがかかっていると考えられるため，偏った結果となっている．

さらに，単なる意識調査では，授業構想までを含んだ回答ではないため，プログラミング教育に対する印象を聞いたことになる．

本研究では，約六時間のプログラミングの講習会を受講した教員に対して，どの教科で行い，その実践内容までを考えるために指導案(略案)を作成し，その分類を試みる．また，講習会前後で，プログラミング教育に対する心配なこと，期待することについてどのように変容するかを調査する．

2. 目的と方法

2.1 調査の目的

本研究の目的は 2 つある．1 つ目は，プログラミングの講習を受講した教員が，どの科目でプログラミングを実践したいかを把握すること．2 つ目は，講習会前後の自由記述を比較することにより，講習を受けることによって，プログラミング教育に対する心配がどのような変化をするか知ることである．

2.2 調査対象者と期間

調査対象は，教員免許更新講習「Scratch プログラミング」に参加した 50 名および 90 名である．調査期間は 2018 年 8 月の 2 日間である．上記講習会の内容は，1 時間の講義の後，約 5 時間のプログラミングの実習を行った．実際に行ったプログラミング環境は，ビジュアルプログラミング言語の Scratch を用いた．教科書には「親子でかんたん　スクラッチプログラミングの図鑑」[3]を利用し，簡単なゲーム作成から，教材開発までを行った．

2.3 調査の方法

データの収集方法は上記の講義の前後に「プログラミング教育に対する心配なこと」と題した自由記述を用いた．さらに，講習の最後に実際に行いたいプログラミング教育の指導案を作成し，その指導案を調査対象とした．

3.　結果

講習の受講者が作成した指導案 52 例について分類したものを**表 1** に示す．学校種では，小学校で実施する指導案が 21 例，中学校で実施する指導案が 18 例，高等学校で実施する 指導案が 4 例，特別支援学校が 9 例となっている．

上位から小学校国語，算数，中学校技術家庭，そして総合の順となっていることが分かった．

学校種をまとめると，国語，算数(数学)，総合の順となっていることが分かった．

表 1　想起する学校種と科目

	国語	算数数学	総合	技術家庭	情報	社会	理科	音楽	英語	保健	教育相談	自立活動	課題別学習	総計
小学校	8	7	4			1							1	21
中学校		2	3	7		3		1	1	1				18
高校	2				1		1							4
特別支援	1	1	2		3						1	1		9
総計	11	10	9	7	4	4	1	1	1	1	1	1	1	52

次に，講習会前後で，プログラミング教育に対する心配について自由記述の解析結果を示す．

講習前の自由記述は，語数が 8499 語，文数が 327 文あった．講習後の語数は 7616 語，文数は 262 文あった．それらの文章を，テキストマイニングの手法を利用し，KH-coder 3 を用いて共起ネットワークを作成した．

共起ネットワークの結果を**図 1** および**図 2** に示す．共起ネットワーク図を作成するにあたり，抽出条件は，集計単位は文単位とし，最小出現語数は 10，品詞はすべてとし，共起関係上位 60 を抽出した．また，描画条件を最小スパニングツリーとして，次数により中心性を選択し描画している．

講習前と後について「心配」という語に注目し，その構造を比較すると，講習前では「心配」がより多く使われており，それらは「プログラミング」「教える」「小学校」「自分」に隣接している．

そして，受講後は「心配」の数は少なく，「教える」のみ隣接している．

一方で，講習後で新たに表れた言葉に「授業」があり，それらは「取り入れる」「活用」などに隣接していることが分かる．

4.　考察

プログラミング初心者の教員に対して，約六時間の講習会を行った結果，小学校の国語，算数，総合での実践ができそうであると考えている教員が多いことが分かった．作成された指導案から，国語では，ビジュアルなプログラミング環境から，キャラクターを中心に，アニメーションやセリフを表示するプログラムから物語を読み，自分なりの表現をする活動などが考えられていた．

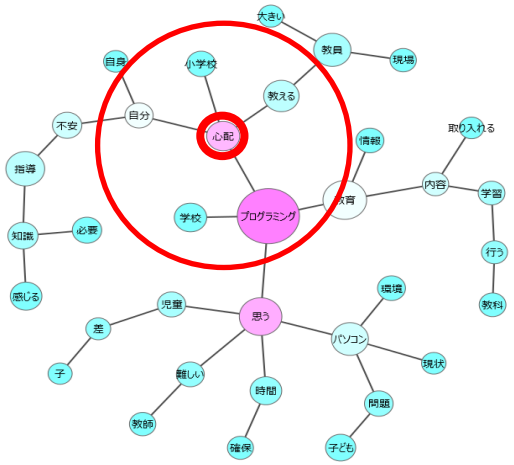


図 1　講習前の共起ネットワーク

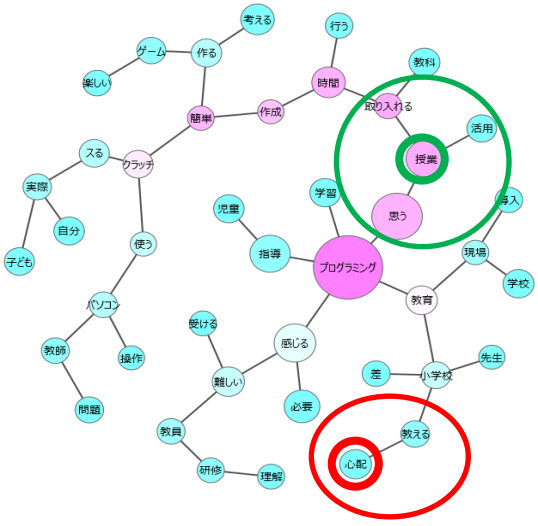


図 2　講習後の共起ネットワーク

5.　おわりに

本稿では，教員免許更新講習における教員の意識に関する調査であった．今後は，調査対象を増やすとともに，より良いプログラミング教育への指針を得られるように，インタビュー調査などを用いて定性的なデータも収集する予定である．

参考文献

[1] 文部科学省，学習指導要領解説，(2017)
[2] 文部科学省，小学校プログラミング教育の手引き（第二版），(2019)
[3] 松下孝太郎，山本光：“親子でかんたん スクラッチプログラミングの図鑑”，技術評論社，(2017).

プログラミング教育としての micro:bit カーの開発 ～小学校６年理科での実践～

Development of micro:bit Car as Programming Education

山崎 宣次[*1]，溝口 裕太[*2]，埴岡 靖司[*3]，及川 浩和[*4]，後藤 和男[*5]，加藤 直樹[*2]
YAMAZAKI Senji[*1], MIZOGUCHI Yuta[*2], HANIOKA Yasushi[*3],
OIKAWA Hirokazu[*4], GOTO Kazuo[*5], KATO Naoki[*2]
[*1] 山梨県立大学，[*2] 岐阜大学，[*3] 岐阜県山県市立伊自良南小学校，
[*4] 中日本自動車短期大学，[*5] 岐阜県関市立桜ヶ丘小学校
[*1]Yamanashi Prefectural University, [*2]Gifu University,[*3]Ijiraminami Elementary School,
[*4]Nakanihon Automotive College , [*5]Sakuragaoka Elementary School
Email: s-yamazaki@yamanashi-ken.ac.jp

あらまし：小学校におけるプログラミング教育として，６年理科「電気の利用」の単元で micro:bit を利用した教材の車を開発し実践した．「電気の利用」の単元でのプログラミング教育は今までにも多く実践されてきた．しかし，単にプログラミングによって電灯がついたり，動いたりといった制御をさせるのではなく，この単元の発電・蓄電・変換といった一連の流れの中で電気の量や働きに着目させる工夫をした．児童は手回し発電機で発電し，教材の車に搭載されたコンデンサーに蓄電し，その電気をできる限り有効利用し，安全でより長い距離走らせる車にすることを課題とする．実践から，開発した車は児童がこの単元の前時までに学習したことを活用し，対話的に工夫する姿が見られた．
キーワード：プログラミング教育，小学校理科，電気の利用，micro:bit

1. はじめに

小学校ではプログラミング教育として様々な実践がされている．文部科学省も昨年 11 月に小学校プログラミング教育のねらいや育む資質・能力，指導例などを説明した教材として「小学校プログラミング教育の手引き（第二版）」(1) を出し，プログラミング教育に関する研修教材用のテキストや映像教材を公開している．また，文部科学省と総務省，経済産業省による「小学校を中心としたプログラミング教育ポータル」では様々な教科における実践事例を具体的に紹介している．理科においては，いずれも 6 年「電気の利用」の単元で電気をできる限り無駄なく効率よく使うことを目的に 3 校の実践事例が紹介されている．

前述以外でも理科においては 6 年の「電気の利用」の単元での実践が多くなされている．そして，その多くが無駄な電気の使用をなくすためにセンサー等を利用して，使用しないときは自動的に切れる仕組みを考える実践となっている．そこで今回，単元のねらいを大切にし，発電・蓄電・変換といった一連の流れの中で児童が課題追究できる教材を開発した．

2. 開発した教材（車）の仕様

2.1 基本的な仕組み

開発した車は，図 1 のようにプラダンに竹籤で模型用のプラスチックの車輪 4 つを取りつけたものがベースとなる．車に付けられた市販の教材コンデンサー（2.3V 10F）に手回し発電機で蓄電する．コンデンサーと市販の模型用モーター（1.5V～3.0V 用）を結線し，モーターと前輪の車軸は輪ゴムでつないだ．コンデンサーに蓄電された電気によってモーターが動き，前輪が動くことによって車は動く．

2.2 モーターとランプの制御

児童にはコンデンサーに蓄電した電気を使って，次の 2 点の課題を追究できるようにした．

a）できる限り長い距離を走らせる
b）安全な車にする

なお，micro:bit（以下 mb と記す）を動かすための電源はそれぞれの mb 用に別途乾電池を設置し，コンデンサーの電気は使わないようにした．

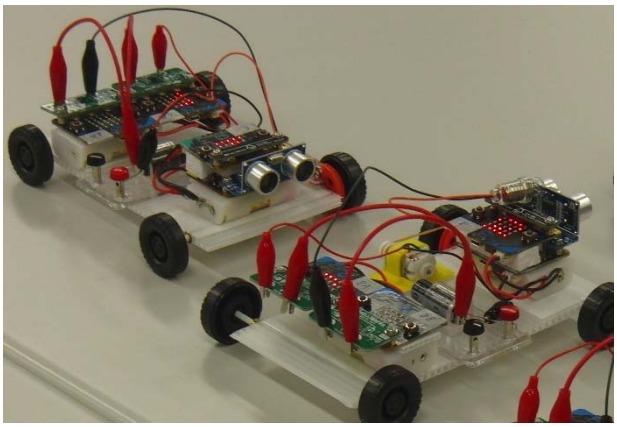


図 1 開発した mb カー

b)の安全対策として，次の 2 点はあらかじめ mb にプロトタイプとしてプログラムされたものを与え，プログラムを改良できるようにした．

・トンネル内を走行するときは自動的にヘッドランプ（初期設定は 3V 用豆電球）が点灯する．
・障害物等にぶつかりそうになったときは警告音が鳴って自動ブレーキがかかる．

コンデンサーに蓄電された電気は，車を動かすモーターとヘッドライトのためのみに使用される．つまり，mb によって制御されるのは，モーターとヘッドランプのみとした．そのため，搭載した 4 枚の mb は次のように働く．

・A：距離センサー付の mb

前方の障害物の有無を距離センサーで判断し，mb の LED 表示でその結果を表示するとともに，B と C の mb に信号を送る．

・B：スピーカー付の mb

A の mb からの信号によって障害物があった場合は警告音を鳴らす．また，加速度センサーによって急加速した場合は警告音を鳴らし，LED に表示する．

・C：モーターを直接制御する mb

A の mb からの信号によってモーターに電流を流すかどうか制御する．なお，この場合デジタル出力とアナログ出力の 2 通りが選べる．

・D：ヘッドライトを制御する mb

光センサーによって，暗くなるとヘッドランプが点灯する．この場合もアナログとデジタルの出力が選べる．なお，上記 4 枚の mb 間は無線通信でデータの授受をする．また，単 4 乾電池 2 本で A と B を，別の単 4 電池 2 本で C と D を動かす．また，プログラムは iPad にて組み，Bluetooth を使って mb に送信される．

2 点の安全対策を担保したまま，充電した電気で車をできる限り長く走行させるために児童が追究するのは次の 3 点などが考えられる．

① ヘッドライト点灯にできる限り節電する
② 安全対策用の使用電流をできる限り節電する
③ 車の走り方で急加速等を押さえ，電気の消費の少ない走り方にする

例えば①では，豆電球を LED 電球に変える．ランプ点灯の明るさを抑える．光センサーによるランプ点灯開始時刻をやや遅らせる．②では，自動ブレーキのタイミングを変え，車が電気を消費しない惰性走行する時間を長くする．③では，加速を押さえ，緩やかな発進に制御する等が考えられる．そのために，事前にプログラミングされたコードを児童が自分たちの願いに合ったものに変えていく活動が予想される．

3. 小学校における実践

2019 年 2 月に A 県 B 小学校 6 年理科にて，開発した mb カーを使った実践を行った．児童数 19 名（女 8 名，男 11 名）で 4 名 1 グループとし，各グループに 1 台 mb カーを配布した．「電気の利用」の単元最後の時間で，電気は発電・蓄電・変換できることなど学習した事項を使ってグループ内で対話的に活動した．授業時間は 2 時間（約 90 分）で，充電した電気で車をより長く安全に走らせる課題を追究させた（図 2）．なお，児童は mb のプログラムのコードは全く学習しておらず，授業に参加したメンター（プログラム言語や技能の熟達者）に改良の願いを話すことによってプログラムの改良をしてもらった．



図 2 実践の様子

授業開始直後は，児童にどのように工夫すればよいかの戸惑いも見られたが，開始 20 分後ぐらいから次第にグループの仲間と話し合い，mb カーの改良が始まった．ヘッドライトを豆電球から LED 電球に交換することはどのグループもすぐに思いついた．その後，試行錯誤を繰り返し，参加していたメンターにコードを教えてもらう中で，自分でプログラムを改良する児童も出てきた．

授業後のアンケート「プログラミングを取り入れた授業を，今後もやってほしいか」については全員が「今後もやって欲しい」と回答した．また，「プログラミングは，これからの自分にとって必要だと思うか」については図 3 のように 68.4%が「必要である」と回答した．「必要ない」と回答した児童の大半は，「将来このような職業につかないから」と回答していた．

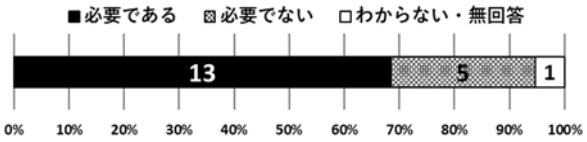


図 3　プログラミングはこれからの自分に必要か

4. まとめと今後の課題

今回，開発した mb カーによって，児童は単元で学習した事項を使って課題を達成しようとする姿が見られた．今後，更に改良を重ね，児童の願いが反映しやすいような教材に工夫していきたい．

参考文献

(1) 文部科学省，「小学校プログラミング教育の手引（第二版）」2018 http://www.mext.go.jp/component/a_menu/education/micro_detail/__icsFiles/afieldfile/2018/11/06/1403162_02_1.pdf（2019.6.15 最終確認）
(2) Micro:bit を使った「小学校プログラミング教育の手引き（第一版）」A 分類 6 年生理科の作成例 http://asondemita.hatenablog.com/entry/2018/05/27/203526（2019.6.15 最終確認）

フェイント学習におけるソフトウェアディフェンス設計の改善

Improvement of software defense design in feint learning

幸田 尚也[*1], 箭野 柊[*1], 松浦 健二[*1], 谷岡 広樹[*1], カルンガル ステファン[*1], 和田 智仁[*2], 後藤田 中[*3]
Naoya KOHDA[*1], Shu YANO, Kenji MATSUURA[*1], Hiroki TANIOKA[*1], Stephen KARUNGARU[*1], Tomohito WADA[*2], Naka GOTODA[*3]
[*1] 徳島大学
[*1] Tokushima University
[*2] 鹿屋体育大学
[*2] National Institute of Fitness and Sports in Kanoya
[*3] 香川大学
[*3] Kagawa University
Email: ma2@tokushima-u.ac.jp

あらまし：本研究では，バスケットボールの 1 対 1 の場面におけるフェイント動作について取り上げる．その学習支援として，学習者にソフトウェアで実装したディフェンスを提示する．このディフェンスを突破する練習を行う環境の設計に関する改善を図る．フェイント動作を身体部位の動作の仕方に着目し分析する．そのために事前に撮影した動画を解析し，学習者ごとのモデル化を行い，それに対応するディフェンスの挙動を提案する．
キーワード：学習支援．支援モデル，統合運動，フェイント動作

1. はじめに

本研究は対戦型のチームスポーツであるバスケットボールの 1 対 1 の場面におけるフェイント動作に注目する．統合運動は複数の身体部位を協調し動作させ，表現を行う運動である．フェイント動作などの統合運動は，各運動要素を適切に動作させるスキル習得が必要不可欠となる．その中でも本研究では，フェイント動作のタイミングに着目する．

フェイント動作において適切な動作タイミングの習得は有効である(1)．しかし，筋力や持久力などの身体機能や基礎的な運動技量は学習者によって異なる．そのため，学習者ごとに最適な支援環境の提供が必要となる．最適な支援環境を学習者に提供するために学習者の動作の仕方を計測し，モデル化方法の検討を行う．また，このモデルを利用して，学習者に応じた支援環境の設計を行う．

2. 学習支援要件

本研究で支援を行うフェイント動作は，バスケットボールの 1 対 1 場面におけるピボットを用いた動作である．フェイント動作においてディフェンスを突破できる要因として，動作を行うタイミングがある．フェイント動作においてオフェンスとディフェンスとの動作開始のズレが発生する．このタイミングのズレによりオフェンスとディフェンスとの間に新たに移動距離の差が生じる．この生じた距離が大きければオフェンスはより有利にディフェンスを突破することができる．そのため，フェイント動作の支援においてオフェンスとディフェンスの動作を行うタイミングのズレが大きくなるように支援することが重要となる．

Lalson の運動能力の階層構造の仮説(2)によると，運動に関する能力はスポーツ技能，基礎運動技能，基礎運動要素，体格・身体機能の 4 つに分けられる．この内，バスケットボールのフェイント動作などのスポーツ技能はドリブルやパスなどの基礎運動技能によって構成されている．また，基礎運動技能は身体の俊敏性や柔軟性といった基礎運動要素で成り立つ．更に，基礎運動要素は身長や持久力などの体格・身体機能で成り立っている．しかし，学習者によって体格・身体機能や，基礎運動要素が異なる．そのため，すべての学習者に対して同様の振る舞いを行うシステムではなく，個々の学習者にとって最適な支援を行うシステムが必要となる．そのため，学習者ごとにフェイント動作のモデルを作り，それに基づき支援を行うシステムを構築する必要がある．

3. モデル化

3.1 フェイントモデル

本研究で作成するフェイントモデルは，首，腰，フリーフット(ピボットの軸足でない足)，ボールの 4 箇所で構成される．本研究ではピボットによるフェイント動作の習得を支援対象としている．首と腰の特徴点により学習者の体幹の動作を得る．また，体幹に対する左右の動作を得るためフリーフットの動作を得る必要がある．加えて，学習者は両手でボールを保持する体勢であるため，手の位置ではなくボールの位置をモデル化する特徴点として有効であると考えた．

3.2 事前計測手法

学習者(オフェンス)のフェイント動作のモデル作成にあたり初めに学習者のフェイント動作を事前に計測する必要がある．計測方法として，加速度セン

サや画像処理を用いた方法がある．加速度センサを用いて動作計測する場合，計測する箇所にセンサを装着させる．センサは相対座標系であるためにセンサ同士の位置関係を特定することが困難である．一方，画像処理を用いて計測を行う場合，画像内の座標で表現されるため，動作を測定したい箇所を画像の中から特定する．また，計測箇所の位置関係を容易に特定することができる．フェイント動作の解析において身体部位間の位置関係の情報は必要である．そのため，本研究では身体部位の位置関係を特定可能であるビデオカメラを使った画像処理でフェイント動作の事前測定を行う．

動画から学習者の身体部位を計測する方法として，人間の骨格情報を特徴点として取得可能なフレームワークである OpenPose[3]を用いる．OpenPose は，単眼画像から人間の 25 箇所の特徴点を推定する．前述した通り，本研究のフェイントモデルとしては，最低 4 箇所で表現できる．この 4 点のうち身体以外の特徴点は，ボールである．このボールの検出方法として，ハフ変換を用いて検出する．

3.3 確率モデルの適用

図 1 に示す 4 つの特徴点からなるフェイントモデルに確率を加味したモデル化を行う．運動のモデル化方法としていくつか存在するが HMM (隠れマルコフモデル)の適用を考える[4][5]．動作方向に対して分割し，特徴点の変化を分割した方向に記号を付与する．記号に対しての事前撮影したフェイント動作の動画から各特徴点の動作方向の確率を求める．この確率から特徴点に対して HMM を作成する．

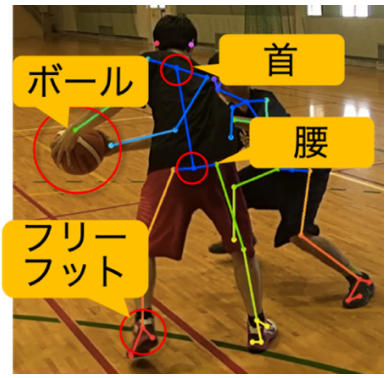


図 1 OpenPose で計測される特徴点とモデル化に利用する特徴点

4. 支援システム

学習者にフィードバックを与えるため，システムはリアルタイムで学習者にフィードバックを与え動作支援を行う．そのために，システムは素早く動作しなければならない．人間の認知速度はおおよそ 150～225 ミリ秒[6]である．画像処理を用いてフェイント動作を観測した場合，認知速度の最大値を上回る．そのため，画像処理よりも早く計測可能な加速度センサを用いる．

先行研究[1]と同様に支援システムを用いて学習者は，ソフトウェア実装したディフェンスに対するフェイント動作の練習を行う．またこの研究では，学習者の動作に単純に追従するシステムであった．また，ソフトウェアのディフェンスの提案目的は，タイミングの学習支援である．このタイミングは，オフェンスとディフェンスの距離が離れるようなタイミング設計していたが，単純な追従では動作遅延が大きかったため，課題となっていた．

本研究では，予め作成したフェイントモデルデータから学習者の動作をある程度予測する．これにより，ディフェンスは単純な追従ではなく，オフェンスの動作を予測するようなシステムとなる．ここで，本研究では熟練者のオフェンス動作に基づき動作するディフェンスの提供を考える．そのため，予め複数の熟練者からの動作モデルを複数蓄積する．学習者の計測動作と熟練者の複数ある動作モデルのうち，類似している動作モデルを選択し，そのモデルに近くなるようにタイミングを提示する様な設計を行う．

5. まとめ

本研究では，バスケットボールのフェイント動作の支援に取り組む．学習者に対して一様な支援ではなく，学習者ごとに適用的な支援を行う方法の設計を行った．事前に学習者の運動を撮影し，学習者の特徴点からモデルを作成する．また，事前に熟練者の動作のモデルを複数作成し，学習者の計測情報と最も近いモデルを選択する．そのモデルに近づくようにタイミングを支援する．今後の課題として，学習者のモデル作成手法を具体的に適用し，さらなる実現可能性を図る．

謝辞

本研究は JSPS 科研費 18H03344 の助成を受けたものです．

参考文献

(1) Kohda, N., Matsuura, K., Tanioka, H., Karungaru, S., Wada, T., & Gotoda, N.: “Technology-Supported Single Training for One-on-One in Basketball Matches”, Proceedings of IEEE TALE2018, pp. 236-242 (2018).
(2) Larson, L.A., Yom, R.D.: “Measurement and Evolution in Physical, Health, and Recreation Education”, C.V. Mosby, St. louis (1951)
(3) Cao, Z., Simon, T., Wei, S. E., & Sheikh, Y.: “Realtime multi-person 2d pose estimation using part affinity fields”, In Proceedings of the IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition, pp. 7291-7299 (2017)
(4) 高野 渉, 山根 克, 中村 仁彦: “運動記号と運動ラベルの連想モデルに基づく運動データの検索・生成計算”, 日本ロボット学会誌, 第 28 巻, 第 6 号, pp.723-734 (2010)
(5) Yamada, K., Matsuura, K., Hamagami, K., & Inui, H.: “Motor skill development using motion recognition based on an HMM”, 17th International Conference in Knowledge Based and Intelligent Information and Engineering Systems - KES2013, pp37-45 (2013).
(6) 調枝孝治: “タイミングの心理”, 不昧堂出版, 東京 (1972)

安全な職場づくりに向けた注意力訓練システムの提案

Attentiveness Training System to Ensure Safe Workplace

植松 祐斗，後藤田 中，國枝 孝之，八重樫 理人，米谷 雄介
Yuto UEMATSU，Naka GOTODA，Takayuki KUNIEDA，Rihito YAEGASHI，Yusuke KOMETANI
香川大学
Kagawa University
Email: s16t209@stu.kagawa-u.ac.jp

あらまし：我が国では， 毎年およそ 1000 名の労働者が労働災害により死亡している．その多くは， 安全に関する不注意が原因であり，早急な対応が必要である．本研究では，現在様々な分野で利用されている，VR 技術を用いた職場体験・技能訓練の枠組みの中で，労働安全に関する注意力を訓練するシステムを提案する．本稿では，訓練対象者の注意力を向上させるための訓練モデルを提案し，ケーススタディに基づく考察により本システムの有用性を検討する．
キーワード： 労働災害，職場づくり，安全訓練，注意力，VR，BIM

1. はじめに

我が国の労働災害件数は，第 13 次労働災害防止計画などの施策，政策により，年々減少傾向にある(1)．しかし依然として，毎年およそ 1000 人の労働者が労働災害により死亡している．その死亡事故の要因の多くは，墜落，転落や挟まれ，巻き込まれ等の安全に関する不注意が原因となっている(2)．

現状の安全教育では，「現場で働く人の安全に対する意識向上が難しい」や「教育担当者側の人員不足，知識不足」などの理由から，企業側が安全教育に対して負担を感じており，十分な安全教育につながらない原因となっている(3)．さらに，机上での安全教育では，危険に対する知識のみの教育になり，実践的でなく，効果が限定的であるといった問題点があると考えられる．

本研究では，VR 技術を用いた職場体験・技能訓練の枠組みの中で，労働安全に関する注意力の訓練モデルの提案とそれに基づくシステムの開発を目的とする．本稿では，ケーススタディに基づき訓練モデルの妥当性を検証し，ステムの実装に必要なセンサデータ等の検討をおこなう．

2. 注意力育成の枠組み

2.1 注意力の定義

原は危険予測能力と危険回避能力を以下のように定義している．

- 「危険予測能力とは，危険が存在する場面において， 行動する前に，①危険を知覚し（危険の存在に気づく） ②危険を評価する（どのような結果が予測されるか） 能力である．」
- 「危険回避能力とは，危険予測に基き，迅速かつ的確に意思決定し，より安全な行動を選択する能力である．」(4)

本研究では，芳賀のリスクテイキングに至るプロセスを参考に注意力は以下のように危険予測能力と危険回避能力を組み合せたものである定義する(5)．

「注意力とは，危険が存在する場面において，行動する前に，危険を知覚し，危険を評価し，その予測に基づき，迅速かつ的確に意思決定し，より安全な行動を選択する能力である．」

2.2 注意力の学習プロセスの仮定

本研究において，著者らは効果的な注意力の学習方法として，図 1 の注意力の学習プロセスを仮定する．訓練対象者は，始めに環境を体験し，その環境において危険予測をおこなう．そうした危険予測の結果を行動として外化する(行動外化と呼ぶ)．次に，訓練対象者は自分または自分たち認識として持っている安全な仕事の方法に対する知識を外化する．知識と行動の差分を確認し，知識と行動との関係における矛盾を解消するために，知識または行動を修正する．

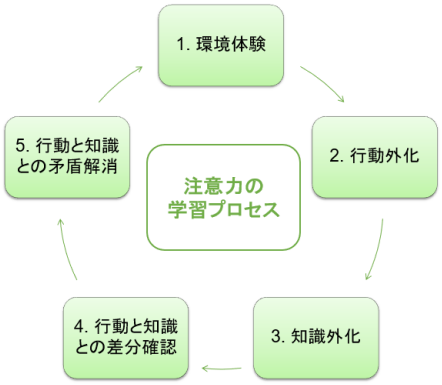


図 1 本研究で仮定する注意力の学習プロセス

3. 注意力訓練システムの設計

3.1 VR 技術の適用範囲とシステムの基本設計

安全教育を指向した注意力の学習プロセスの教育においては，環境体験と行動外化の範囲において，VR 技術を用いるメリットがある．訓練環境を仮想

空間内で表現することができ，実世界で訓練環境を用意しなくて良い点，また，訓練内容によっては，行動外化として，訓練対象者が転落するなど重大事故につながる可能性がある．仮想空間内であれば，それらの訓練もおこなうことができる．

本研究は，環境体験，行動外化の範囲における VR 技術に着目し，この範囲の充実を目指す．

開発するシステムが持つ基本的な機能としては，建造物等の訓練環境の 3D モデルを登録する，「訓練環境登録機能」，訓練対象者の行動をセンシングし，訓練環境に関連づける「行動データ登録機能」，行動データを訓練環境上に，可視化および複数の訓練対象者で共有できる「行動可視化機能」を想定する．

3.2 訓練シナリオに基づく訓練モデル

訓練シナリオとして死亡事故の最も多い建設業を対象に，図 1 の訓練モデルを説明する．図 2 に環境体験を立ち馬上での営繕作業とした場合の訓練モデルを示す．環境体験を立ち馬上での営繕作業とすると，まず，訓練対象者に自由に作業をしてもらう上で，行動外化として，高い位置を補修しようとしてつま先立ちになるという危険な行動を行ったとする．作業終了後，知識外化として，訓練対象者に「立ち馬からの転落を防止するうえで大事なことは何か」という危険な行動に対する知識を問い，「バランスを崩さないように姿勢を気を付ける」という回答を得る．その後，訓練対象者が回答した知識と作業中の危険な行動との差分を確認し，立ち馬上でつま先立ちになる行動と，バランスを崩さない姿勢に気を付けるという知識に矛盾が発生していることに訓練対象者に気づかせ，行動と知識との矛盾の解消につなげる．

知識と行動の関係性について考えると，知識は行動に対して一義的でない．例として，行動外化として，訓練対象者が高い位置を補修しようと，上ばかり見ているという危険な行動を行ったとする．しかし，知識外化は先ほどの例と同じように，「バランスを崩さない姿勢に気を付ける」となる.つまり，知識は行動に対して多義的であり，注意力の学習においては，知識と行動を同時に評価する必要がある．

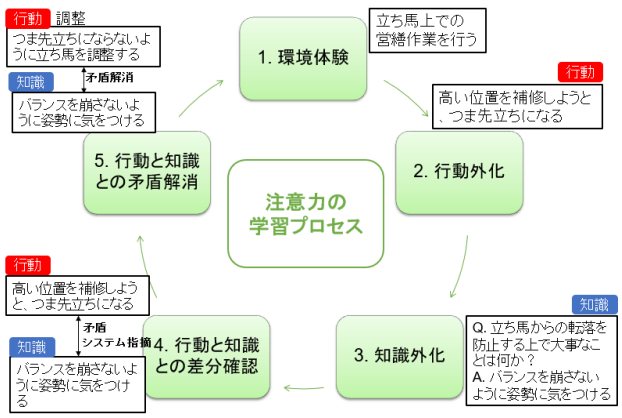


図 2 注意力の学習プロセスの具体化

3.3 行動データ登録機能の検討

取得する行動データを事例に基づき，検討する．対象を左官職人に仮定し，対象場面は熊谷組安全衛生協力会を参考に建設業で死亡事故が最も多い要因が転落であることを踏まえ，立ち馬上での天井補修とする．この場面の転落事故要因は，以下の 3 つである[6]．

- 立ち馬の長さを確認せずに転落
- 立ち馬上に障害物または隙間が存在し，それに気づかず転落
- 立ち馬上で無理な姿勢・体勢で作業し，バランスを崩し転落

これらの転落事故要因から，行動外化において評価するべき要素は視線及び姿勢であることが分かる．

4. おわりに

本研究では，VR 技術を用いた職場体験・技能訓練の枠組みの中で，労働安全に関する注意力の訓練モデルの提案とそれに基づくシステムの提案をした．本研究で提案したシステムは，注意力の学習プロセスにおいての環境体験，行動外化の範囲の充実を目指し，「訓練環境登録機能」，「行動データ登録機能」，「行動可視化機能」を基本的な機能として想定する．また，訓練対象者の注意力を向上させるための訓練モデルを提案し，ケーススタディによる考察により本システムの有用性を検討した．また，「行動データ登録機能」で用いる，取得する行動データを事例に基づき検討を行った．

参考文献

(1) 厚生労働省：“平成 29 年労働災害発生状況”，https://www.mhlw.go.jp/file/04-Houdouhappyou-11302000-Roudoukijunkyokuanzeneiseibu-Anzenka/0000209094.pdf（参照 2019.06.14）
(2) 厚生労働省：“労働災害発生状況”，https://www.mhlw.go.jp/bunya/roudoukijun/anzeneisei11/rousai-hassei/（参照 2019.06.14）
(3) 土木学会，安全問題研究委員会，安全教育小委員会：“建設業における安全教育に関するアンケート調査報告書”，https://www.jsce.or.jp/committee/csp/houkoku.pdf（参照 2019.06.14）
(4) 原洋子：“小学生における危険予測能力・危険回避能力の育成に関する研究”，大学院派遣研修研究報告，pp.23-24（2008）
(5) 芳賀繁：“不安全行動のメカニズム”，電子情報通信学会技術研究報告．SSS，安全性，第 99 巻，第 238 号，pp.29-34（1999）
(6) 熊谷組安全衛生協力会：“建設現場のヒヤリ・ハット事例集”，労働新聞社，東京（2014）

同期した速いテンポの視聴覚刺激が行動ペースに与える影響

Effect of synchronized fast-tempo audio-visual stimuli on behavior pace

佐々木 直人[*1]，曽我 真人[*2]
Naoto SASAKI[*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, University of Wakayama
[*2] 和歌山大学システム工学部
[*2]Faculty of Systems Engineering University of Wakayama
Email: s195027@wakayama-u.ac.jp

あらまし：本研究では，AR によって人間の時間評価を変調させ，行動ペースの加速ができないかを検討した．先行研究において，動きが同期して，テンポの速い視聴覚刺激を与えることで，読書の行動ペースが速くなったことが報告されている．しかし，視覚刺激がタスクの妨げになるといった意見も挙がっていた．そこで，今回は視覚・聴覚・視聴覚同時に分けて実験を行い，視覚と聴覚を同時に提示することが有用かを検討した．
キーワード：AR，心理生理学，テンポ，タスクパフォーマンス，HoloLens

1. はじめに

情報化社会の進展によって，業務の効率などが向上している一方で，平日 1 日当たりの仕事時間量も年々増加傾向にある(1)．著者の先行研究において，シースルー型 HMD の HoloLens を用いてテンポが加速し動きも同期した視聴覚刺激を与えることで，行動ペースが加速するかを検討した(2)．だが，視覚刺激の形状がタスクの妨げになるという指摘や，視覚・聴覚刺激を同時に用いる相乗効果があるのかが確認されなかった．そこで本研究では，タスクとして読書を想定して，「視覚刺激・聴覚刺激・同期した視聴覚刺激・刺激なし」の 4 通りの実験を行い，どのような刺激が効果的かを検証した．

2. 本研究の仮説

2.1 行動ペースの変化

栗林らがまとめた総説では，テンポの速い聴覚刺激を呈示すると行動ペースが速くなることが示唆されている(3)．特に読書をテーマにした実験では，騒がしいカフェテリアで読書をするときに，テンポの速い音楽を聴いているときのほうが，テンポの遅い音楽を聴いているときよりも読書ペースが速くなる事例があげられている．ペースが速くなる要因の 1 つとして，背景音のテンポが生理的覚醒度に影響を与え，内的クロックが加速すると考えられている．

2.2 内的クロックの加速

内的クロックとは，時間認知のモデルとして想定されているある種のタイミングパルスオシレータである(3)．内的クロックは生理的覚醒度が向上することでより加速する．佐竹らは立体映像・音響刺激が生理的覚醒度の向上に影響を与えたことを報告している(4)．この報告より，視覚と聴覚に，立体感のある刺激を与えることで内的クロックの加速を促せると考えた．

2.3 先行研究の問題点

著者らが行った実験では，リング状の視覚刺激とそれに同期した聴覚刺激を用いて，行動ペースの加速を試みた．その結果，単位時間当たりのタスク消費量の増加，つまり行動ペースの加速を促すことはできた．その一方で，行動ペースの加速の要因が視覚・聴覚刺激の相乗効果によるものか否かが不透明であった．

また，刺激のテンポについてもユーザ自身が調節し，加速する仕組みであった．しかしユーザが主観のみで設定していたため，考察すべき要因を増やしてしまったとも言える．

本研究では，行動ペースの加速の要因を考察するために，「視覚刺激」「聴覚刺激」「同期した視聴覚刺激」「刺激なし」に分けて実験を行った．

3. 提案システムについて

本システムでは，シースルー型 HMD と言える HoloLens と Unity2017.4.29f1 を用いて実装した．刺激とそのテンポについては以下にまとめる．

3.1 刺激について

視覚刺激については，奥行きが知覚できるように，「球形の物体の往復運動」を設定した．図 1 にある通り，視野の上部分に 2 つの球の往復運動が見えるようになっている．

聴覚刺激については，視覚刺激がスタート地点にて動き始めると同時に出力する設定とした．

3.2 刺激のテンポについて

2.3 節で挙げた通り，テンポをユーザ自身が設定することは考察の要因を増やすことになる．そのため，今回は読書の行動ペースについて考察した事例(3)を参考に，刺激のテンポを 92.0BPM(beat per minute)とした．

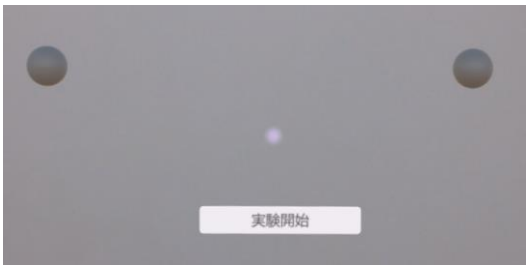


図１：視覚刺激の呈示

4. 検証実験

検証実験では,「視覚刺激」「聴覚刺激」「同期した視聴覚刺激」「刺激なし」の 4 つのパターンに分けて行った．タスクとして，5 分間の読書を選択し，読んだ文字数を評価項目とした．

- 被験者
  6 名の大学生（男性：5 名，女性 1 名）
- 読書対象
  小説 A，B，C，D（被験者が読んだ経験はない）
- 実験環境

図２に実験環境を示す．また，システムの有無にかかわらず被験者には HoloLens を着用させた．

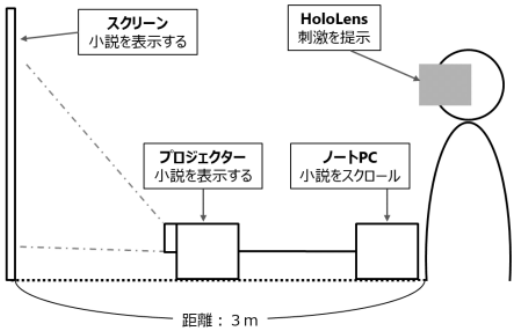


図２:実験環境

- 実験手順
  小説 A,B,C,D の順番で読み，１つ終わるごとに「小説の難易度の５段階評価」と「刺激に関するアンケート」を行った．回答後は５分間の休息を取った．被験者ごとに，刺激の順番を変えることでカウンターバランスをとった．
- 評価手順
  前提条件として小説の難易度の差を検証した後，以下の項目について，刺激や小説ごとに平均値と標準偏差を算出した．
  1. 読んだ文字数
  2. 刺激ごとの文章の読みやすさ

5. 実験結果

まず，小説の難易度の差を見ることで，難易度に違いがあったかを検証した．フリードマン検定にかけた結果，p＝0.7325 となった．これは有意水準 5%において，小説の難易度に差がなかったことが示された．次に，読んだ文字数の評価だが，ある 1 名の実験の際にシステムの不具合が起きたため，この評価では 5 名のデータより平均値,標準偏差を算出し，パターンごとに表１に示した．

表１：文字数の統計量

統計量	視聴覚	視覚のみ	聴覚のみ	何もなし
平均値	2441.20	2386.40	2790.60	2506.40
標準偏差	1113.43	705.42	1221.47	880.73

検定には，被験者数が少なく正規分布と仮定できないため，フリードマン検定を用いた．両側検定の結果，p=0.3613 となった．これにより，優位水準 5%の場合に帰無仮説が棄却され，平均値に差があることが示された．表１より，一番効果があったのは聴覚刺激だといえる．

また，刺激ごとの文章の読みやすさに関する５段階評価を表２に示す．フリードマン検定を行ったところ，p=0.2907 となり，有意水準 5%の場合，平均値に差があることが示唆された．

表２：読みやすさの統計量

統計量	視聴覚	視覚のみ	聴覚のみ
平均値	3.33	3.17	3.83
標準偏差	1.37	1.17	1.17

6. 考察

読んだ文字数の評価より，聴覚刺激が一番高い効果を生んだ．視覚刺激がある場合，そちらに意識を取られたという意見が自由記述で多く見られたが，その結果が刺激に関する５段階評価でも表れている．視覚刺激は慣れるまでの時間がかかるため，慣れるまで集中できていないと推察できる．

7. 今後の展望

本研究では，刺激を与えた際の行動ペースの変化について，視覚と聴覚に相乗効果があるかを検討した．その結果として聴覚刺激のみのパターンの行動ペースが，一番速くなった．

しかし，今回の方法では読書という行動から結果を推察しているため，心拍などの生理指標の変化を取得していなかった．視覚刺激の有用性を検討するためにも，今後は生理評価から行動ペースの変化を検討する方法を考えていく．

参考文献

(1) 関根智恵，渡辺洋子，林田将来，“日本人の生活時間・2015~睡眠の減少が止まり，必需時間が増加~,”放送研究と調査 5 月号，第 66 巻，第 5 号，pp. 4-7（2016）
(2) 佐々木直人，浅野勇大，曽我真人，“行動ペースの加速によるタスク消費量増加システムの提案と構築”，第 43 回教育システム情報学会全国大会，(2018)
(3) 栗林龍馬，入戸野宏，“背景音のテンポが行動ペースに与える効果,”人間科学研究，第 9 巻, pp. 17-29（2014）
(4) 佐竹秀一，萩原啓，“立体映像・音響刺激が脳内血行動態，心拍および主観評価に与える影響,”人間工学，第 51 巻，特別号, pp. 338-339（2015）

Model Human Processor と運動準備電位の矛盾点の検証

Verification of Contradiction between Model Human Processor and Readiness Potential

清水 菜々子[*1]，東野 利貴[*2]，曽我 真人[*1]
Nanako SHIMIZU[*1], Toshitaka HIGASHINO[*2], Masato SOGA[*1]
[*1] 和歌山大学システム工学部
[*1]Faculty of System Engineering, Wakayama 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: s206128@wakayama-u.ac.jp

あらまし：人間の認知処理過程をモデル化したものに，Card らの Model Human Processor（MHP）がある．しかし，この MHP は経験則から処理時間を予測したものであり，脳活動の側面からはあまり検討されていない．本研究では，特徴的な脳波である運動準備電位に着目し，単純反応，物理的照合反応，名称照合反応，カテゴリー照合反応と呼ばれる 4 つの基本的ユーザ・パフォーマンスを行っているときの脳波を計測することで，脳活動の側面から MHP の妥当性の検証を行った．

キーワード：Model Human Processor，運動準備電位，脳波，基本的ユーザ・パフォーマンス

1. はじめに

人間の認知処理過程のモデルとして Model Human Processor（MHP）が Card らによって構築され，システムのユーザビリティを評価するために利用されている [(1)]．しかし，MHP は経験則に従い処理時間を予測したものであり，脳活動の側面からはあまり検討されていない．そのため，MHP を用いてユーザビリティを評価したシステムが脳活動の側面からも使いやすいものであるかどうかは保証されていない．そこで本研究では，脳活動の側面から MHP の妥当性について検証を行う．

2. 研究目的

MHP では，認知処理における知覚に要する平均時間を 100ms，認知に要する平均時間を 70ms，運動に要する平均時間を 70ms として定めている．そこで，MHP を用いて，人間の 4 つの基本的ユーザ・パフォーマンスである単純反応，物理的照合反応，名称照合反応，カテゴリー照合反応を表すと図 1 に示すようになる [(2)]．なお，単純反応は何らかの視覚刺激が呈示されたときに行う反応，物理的照合反応は呈示された記号が事前に記憶していた記号と同じときに行う反応，名称照合反応は呈示された文字が事前に記憶していた文字と同じ名前で表すことができるときに行う反応，カテゴリー照合反応は呈示された文字が事前に記憶していたカテゴリーと同じカテゴリーで表すことができるときに行う反応のことである．また，図 1 から分かるように，これら 4 つの反応は，反応決定と呼ばれるプロセスを伴っている．

ここで，運動準備電位（Readiness Potential: RP）と呼ばれる特徴的な脳波について説明する．RP は，Kornhuber らによって発見された脳波であり，反応決定を伴う運動（随意運動）に 550ms 先立って出現する陰性の電位変動である [(3)]．そのため，先程挙げた 4 つの反応中には RP が出現すると考えられ，またその位置は，図 2 のようになると考えられる．

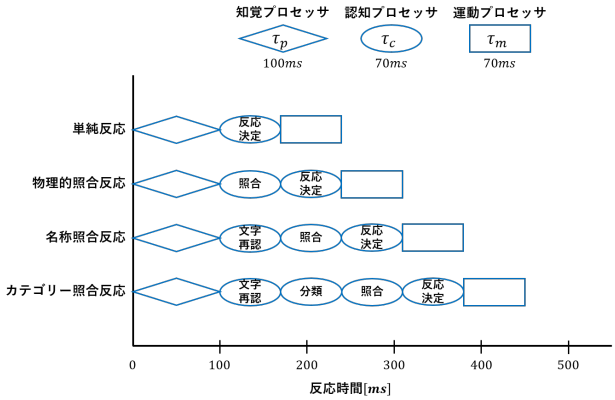


図 1　MHP を用いてモデル化した 4 つの反応

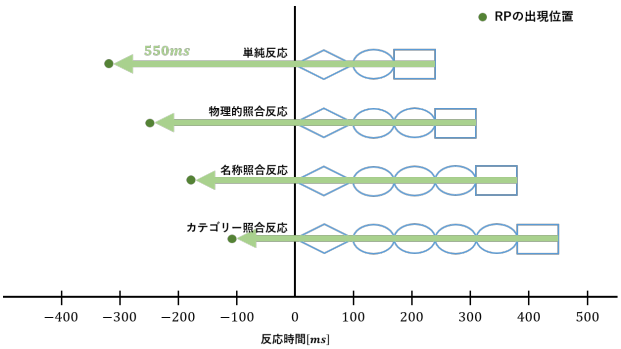


図 2　4 つの反応における RP の出現位置
（矢印は随意運動から 550ms 前を示す．）

MHP において，脳内で運動の準備が行われるのは，認知プロセッサの区間である．つまり，RP は認知プロセッサの区間に出現すると考えられる．しかし，

図 2 に示すように RP の出現位置は認知プロセッサよりも前になっており，矛盾している．そこで，本研究では，4 つの反応に対応する実験を構築し，その実験中の脳波を計測して RP の出現位置を確認することで，この矛盾点について検証を行った．

3.　実験手法

4 つの反応に対応する 4 つの実験を構築し，実験中の被験者の脳波を計測した．実験では脳波計を装着した被験者に視覚刺激を呈示し，事前に教示した視覚刺激（ターゲット刺激）が呈示されたらマウスの左クリックを，それ以外の視覚刺激が呈示されたら右クリックを行ってもらった．各実験における視覚刺激，ターゲット刺激を表 1 に示す．

表 1　視覚刺激とターゲット刺激

	視覚刺激	ターゲット刺激
単純反応	●	●
物理的照合反応	A, B, C, a, b, c, 1, 2, 3	B
名称照合反応	A, B, C, D, E, a, b, c, d, e, 1, 2, 3, 4, 5	/di:/ と読む記号（D, d）
カテゴリー照合反応	A, B, C, D, E, a, b, c, d, e, 1, 2, 3, 4, 5	子音（B, C, D, b, c, d）

4.　実験結果

4 つの反応における脳波の総加算平均波形および RP が出現し始めた位置（波形の振幅が有意に負に振れ始めた位置）を図 3 に示す．0ms はマウスクリックのタイミングを，赤線は視覚刺激呈示のタイミングを示している．縦軸は振幅（μV），横軸は時間（sec）である．なお，水色の区間は，帰無仮説を「平均がゼロで分散が未知の正規分布ある」として 1 標本 t 検定を行い，有意水準 5%で棄却された区間である．

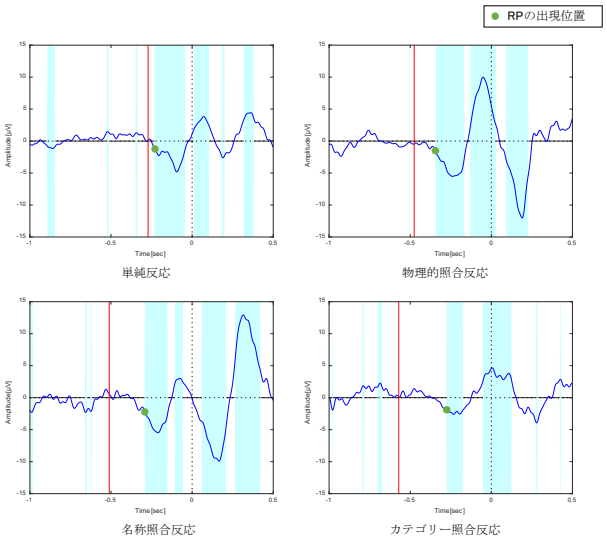


図 3　4 つの反応における脳波と RP の出現位置
（緑色の○は RP の出現位置を示す．）

5.　考察

MHP を用いた 4 つの反応のモデル，RP の出現位置，マウスクリックの位置を図 4 に示す．なお，図 4 において 0ms は視覚刺激呈示のタイミングである．物理的照合反応，名称照合反応，カテゴリー照合反応では，認知プロセッサの区間で RP が出現した．そのため，物理的照合反応，名称照合反応，カテゴリー照合反応においては，MHP は脳活動の側面から見ても問題がないといえる．一方，単純反応では，知覚プロセッサの区間で RP が出現した．単純反応は，視覚刺激が呈示されたらマウスクリックを行うという，他の 3 つの反応と比較しても非常に簡単な反応である．そのため，実際に視覚刺激を知覚するよりも前から，マウスクリックをしようという準備状態に脳内でなっていた可能性が考えられる．しかし，脳内がマウスクリックの準備状態にあったとしても，実際にクリックを行うかどうかの決定を行うのは，視覚刺激を知覚した後と考えられるため，単純反応の認知処理過程を「知覚→認知（反応決定）→運動」と予測した MHP のモデルに間違いはないと考えられる．

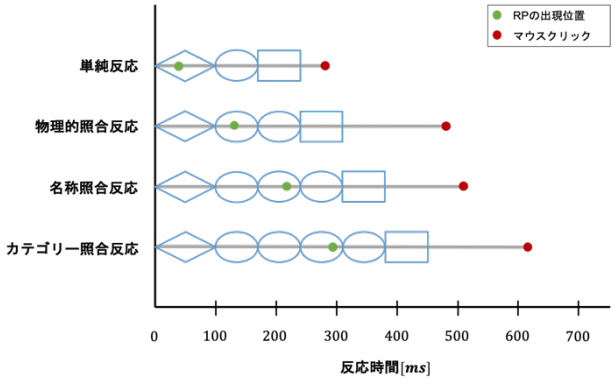


図 4　4 つの反応のモデルと RP の出現位置

6.　まとめ

本研究では，4 つの基本的ユーザ・パフォーマンスに対応する実験を構築し，実験中の脳波を計測して RP の出現位置を確認することで，経験則的に導かれたモデルである MHP が脳活動の側面からも正しいかどうかを検証した．実験の結果，MHP は特徴的な脳活動である RP の側面からも概ね説明できることが分かった．

7.　参考文献

(1) Stuart K. Card, Thomas P. Moran, Allen Newell: “The Psychology of Human-Computer Interaction”, Crc Press（1983）
(2) 古谷康一，溝口文雄:“インタフェースの科学（知識情報処理シリーズ 5)”，共立出版，pp.49-76（1987）
(3) Hans H. Kornhuber , Lüder Deecke , ” Hirnpotentialänderungen bei Willkürbewegungen und passive Bewegungen des Menschen: Bereitschaftspotential und refferente Potentiale”, Pflüger's Archiv für die gesamte Physiologie des Menschen und der Tiere, 第 284 巻，pp. 1-17（1965）

YouTube による多言語対応算数・数学学習支援システム －持続可能性実現のための運営経費低減の試み－

Multi-lingual mathematics learning support system with YouTube: Reduction of operating costs to achieve sustainability

黒田 恭史[*1]. 岡本 尚子[*2]
Yasufumi KURODA[*1], Naoko OKAMOTO[*2]
[*1] 京都教育大学教育学部
[*1] Faculty of Education, Kyoto University of Education
[*2] 立命館大学産業社会学部
[*2] College of Social Sciences, Ritsumeikan University
Email:ykuroda@kyokyo-u.ac.jp

あらまし：改正入管法の施行に伴い，日本語指導が必要な外国人の子どもの学習支援が新たな教育課題となっている．筆者らは，多言語対応した算数・数学動画コンテンツを制作し，日本語を含む 6 言語に対応した約 1,300 本の動画コンテンツを制作，無償公開している．これらのコンテンツは，神奈川県横浜市，静岡県浜松市，福井県越前市などで活用が始まっている．本稿では，動画コンテンツによる持続可能な学習支援システムが具備すべき要件の整理と，教育的有効性について言及する．
キーワード：持続可能な学習支援システム，多言語対応，日本語指導が必要な子どもの学習支援

1. はじめに

持続可能な学習支援を実現するためには，ある一定の初期投資をすれば，経費をそれほど必要とせずに長期にわたって運営していくことのできるシステムを構築する必要がある．教育効果が高いとされる学習支援システムを構築したとしても，継続的な費用や人員配置が必要となれば，持続性を維持することが困難となる場合が少なくない．ICT の活用は，こうした持続可能性を保証するための，有効な方法の一つであると考えられるとともに，限定された対象者への学習支援だけでなく，全国，全世界への学習支援へと広まることが期待される．

筆者らは，約 3 年前から多言語に対応した算数・数学動画コンテンツを制作し，YouTube サイトにおいて無償公開してきた．現段階で，日本語を含む 6 言語に対応した総数約 1,300 本の動画コンテンツと，それを補完する習熟用テキストを制作・公開している．

本稿の目的は，日本で大きな教育課題となりつつある，外国にルーツを持ち日本語指導を必要とする子ども（以下，「日本語指導を必要とする子ども」と記す）に対して，(1) 持続可能な学習支援システムを構築するために具備すべき要件を整理するとともに，(2) 支援システムの一環として制作した動画コンテンツの教育効果と普及がどの程度期待されるのかについて，いくつかの事例をもとに検討することである．

2. 日本語指導の必要な子どもの実態

2.1 10 年間の動向

日本語指導を必要とする子どもの数は約 4 万 4 千人（2016 年度）であり，不登校の小学生数約 3 万 5 千人（2017 年度）を超えた．不登校の児童生徒数がここ 10 年程度高止まりであるのに対して，日本語指導を必要とする子どもの数は 2008 年度の約 2 万 2 千人から，10 年間で約 1.5 倍の増加率となっている．

2.2 集在化と散在化の同時進行

日本語指導を必要とする子どもが在住する地域は，集在化と散在化が同時並行で進行している．すなわち，これまでも多数在住してきた地域と，これまでほとんど在住してこなかった地域の双方で，子どもが増加していると言える．とりわけ，深刻な問題は，散在化であり，専門的教育支援の蓄積や専任の人員配置も十分でない地域では，対応が手つかずといった実情がある．今後も全国各地で少子化が進行するため，専任の人員配置などに多くの期待を寄せることができない状況にあって，ICT による教育支援などが今後さらに重要になってくることが予想される．

3. 学習支援システムの構築

3.1 動画コンテンツの制作・翻訳システム

ICT による学習支援システムの構築・運営において重要なことは，動画コンテンツの継続的な制作と改善をどのように実現するかということである．

図 1 は，多言語対応版動画コンテンツ制作システムである．左上側の大学生はコンテンツ制作者であり，教員養成の一環として，ICT を用いた教材制作として講義内で制作方法を学習し制作する．毎年の講義で実施するため，年度を経るごとに動画コンテンツの量・質が向上する仕組みになっている．

右上側の留学生は，完成した日本語版動画コンテンツをそれぞれの母国語に翻訳する．翻訳作業に対しては，各種基金などを活用して謝金を払うことで対応している．

右下側の教員はコンテンツ活用者であり，各学校・

学級の実態に応じて必要な動画コンテンツを活用する．大学側へは，使用感想や改善要望を定期的にフィードバックすることで，動画コンテンツの改良につなげる．

左下側の学習者はコンテンツを使用した学習者であり，多言語対応などのサポートを得て，算数・数学内容の理解を深める．併せて，学習者からの使用感想や，学生による学習過程の観察から改善点を明確化し，次の改善につなげる．

制作した動画コンテンツは，専用 YouTube サイト，及び専用ホームページで無償公開し，併せて，練習用テキストも PDF ファイルで公開している．また，要望のある学校に対しては，DVD，SD カードなどの郵送システムでも対応している．

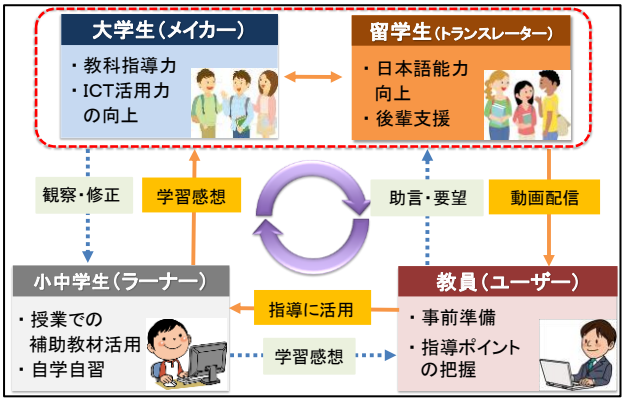


図 1　多言語対応版動画コンテンツ制作システム

3.2 動画コンテンツの内容構成

図 2 は，多言語対応版動画コンテンツの制作工程とコンテンツ構成である．

図 2 の左側は，制作工程を示しており，日本語版については，(1)教材研究，(2)スライド作成，(3)録画・録音，(4)最終確認，(5)コンテンツ投稿の順で制作する．続いて，多言語版については，(2)スライド翻訳，(3)録画・録音，(4)最終確認，(5)コンテンツ投稿の順で制作する．

動画コンテンツの質と量を保証するとともに，制作の各段階で役割分担，及びチェック体制の明確化図られるよう制作工程を確立した．

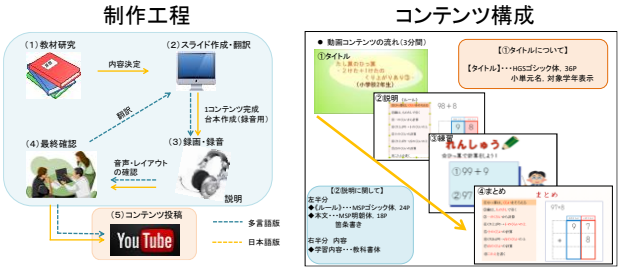


図 2　動画コンテンツ制作工程とコンテンツ構成

図 2 の右側は，コンテンツ構成を示しており，制作した全ての動画コンテンツの構成が統一されている．構成の流れは①タイトル，②説明，③練習，④まとめとなっており，動画 1 本あたりの長さは，3～5 分程度にしている．

コンテンツ構成にあたっては，学習者が一人で学習できること，算数科のどのような学習内容でも適用できる一定の形式となること，多言語であっても言語間の確認が行いやすい形式となることを考慮した．

4.　学習支援システムの運営と成果

開発した多言語対応版算数・数学学習支援システムは，2 年前から運営を開始しており，昨年度には全国 5,000 小中学校にダイレクトメールを送付し，現在では全国の学校現場での活用が始まっている．

京都市では，教育委員会ポータルサイトに，約 1,100 本の多言語動画コンテンツをアップロードし，市内の全小・中学校教員が動画コンテンツを授業等で使用可能な環境を構築している．奈良市でも，同様に教育委員会のポータルサイトでの動画コンテンツのアップロードの作業が始まっている．

静岡県浜松市では，算数科に特化した日本語指導員 25 名が，日本語とポルトガル語版の DVD を各学校に持参し，算数指導に役立てている．

神奈川県横浜市では，教育委員会指導部国際課の国際教室養成講座で各学校に周知してもらい，5 校からの個別の問い合わせが来ている．

福井県越前市や島根県出雲市では，市内全小・中学校で周知し，各学校のニーズに応じて活用がなされており，具体的な使用感想や改善要望が寄せられている．

外部リンク貼り付けの実績としては，大阪府ホームページ（大阪府教育庁小中学校課），（公財）京都府国際センターホームページ，（公財）海外子女教育振興財団ホームページなどがある．

5.　結語

持続可能な学習支援システムが具備すべき要件については，教員養成などと連動した継続性のある制作スタッフの確保，及び制作工程，コンテンツ構成などの明確化，統一化，共有化を図ることが重要であることが明らかになった．

動画コンテンツの教育効果や普及については，日本語指導を必要とする子どもの算数・数学学習支援に有効であること，既に市町教育委員会単位で全国への普及が始まっていることが明らかになった．

参考文献

文部科学省「日本語指導が必要な児童生徒の受入状況等に関する調査(平成 28 年度)」の結果について」
http://www.mext.go.jp/b_menu/houdou/29/06/1386753.htm（2019 年 5 月 6 日現在）

付記

本研究は，国立青少年教育振興機構「2017 年度 子どもゆめ基金（教材開発・普及部門）」（代表：黒田恭史），及び科学研究費補助金挑戦的研究（萌芽）（17K18629，代表：黒田恭史）の支援を受けている．

教育現場における合理的配慮の ICT 活用システムに関する研究
－精神障がいを主とするポータルシステムの活用案－

Research on ICT System of Reasonable Accommodation in the Education Field
- A Plan of Portal System Mainly for Mental Disorder -

上野 昇[*1,*2], 光原 弘幸[*3], 獅々堀 正幹[*3]
Noboru UENO[*1, *2], Hiroyuki MITSUHARA[*3], Masami SHISHIBORI[*3]
[*1] 徳島大学大学院先端技術科学教育部
[*1] Graduate School of Advanced Technology and Science, Tokushima University
[*2] 四国大学生活科学部
[*2] Faculty of Human Life Science, Shikoku University
[*3] 徳島大学大学院先端技術科学教育部
[*3] Graduate School of Technology, Industrial and Social Sciences, Tokushima University
[*1] Email: c501947004@tokushima-u.ac.jp

あらまし：本稿では，大学で取り組む「合理的配慮」の現状と課題に対し，ICT の活用を模索している中，特に増加傾向にある精神障がいを有する学生向けに，ポータルシステムを活用した改善策（案）について事例とともに説明する．
キーワード：合理的配慮，高等教育，ICT，活用システム

1. はじめに

「障がい者差別解消法」の施行によって(1), 障がいの有無に関係なくお互いに理解し合える「共生社会」の実現を目指す方針となった．それに伴い著者が勤務する私立大学でも『すべての学生に質の高い教育とその機会を保障すること』等を基本理念とし(2), 2016 年度 4 月から「合理的配慮」の提供を実施することが努力義務となった(3).

しかし，教職員にとって試行錯誤の連続で，特に増加している精神障がいの申請手続や支援提供は他の障がい種より難しい．著者が支援担当する配慮学生を事例とし，その困難な現状と課題を明らかにしながら今後の ICT 活用案について示したい．

2. 教育現場における合理的配慮の現状

著者が勤める私立大学でも，教職員向けに研修とガイドラインの施行による対応手順の明確化，学生向けにはアクセシビリティルーム等の相談窓口開設，及びコーディネータの配置等で体制を整えた．

2.1 配慮の申請手続きから卒業までのプロセス

申請に向け，本人からの①自己要請型と教職員から促す③教員打診型の２つに分けられる（図１）．

まず，①自己要請型の事例は，⑷聴覚障がい学生Ａと⑸弱視の視覚障がい学生Ｂ（表１）だが，その前提に「合理的配慮」の情報を共有しているとし，配慮希望学生が相談窓口等にて②相談・受付，⑤申請の手続きへと進む. その学生及びコーディネータ，教職員等による⑥面談を実施し，診断書確認や学生の求める配慮が妥当かどうか適宜調査を行い(4)，⑦検討・承認を経て学修配慮の⑧計画を作成し，最終的に学生の⑨合意・署名を得る．その後，配慮依頼文書を授業担当教員に⑩配布・提供（計画内容の配慮）を行い，⑪再検討も必要に応じて対応する．殆どの学生は⑫更新の手続を行い最終的に⑬配慮を中止し卒業となる．これが「合理的配慮」の基本的なプロセスである(2)（図１）．

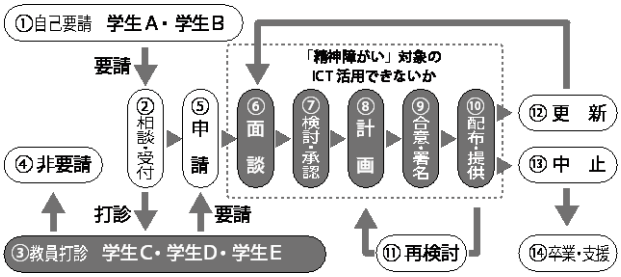


図１　配慮申請のプロセス

一方，③教員打診型の事例として⑹精神障がい学生Ｃ（⑼慢性疾患も併発）同じく学生Ｄ，それに相当する学生Ｅ（表１）は各授業を 3 回欠席した時点で直接本人と相談，③教員打診を行った（図１）．

表１　主な障がい種と事例

発達障がい	(1) 自閉スペクトラム症・ASD		（自閉症，アスペルガー症候群，広汎性等）
	(2) 注意欠如多動症・ADHD		（不注意，多動，衝動性といった３つの主症状）
	(3) 限局性学習症・SLD		（読字，文章理解，書字，文章記述，数の操作等の学習障がい）
(4) 聴覚障がい		学生A	（聞こえても言葉として理解できない聴覚情報処理障がい APD も含む）
(5) 視覚障がい		学生B	（主に「盲」と「弱視」に分けられる）
(6) 精神障がい		学生C・学生D・学生E	（統合失調症，うつ等の気分障がい，不安障がい等）
(7) 高次脳機能障がい			（認知障がい，記憶障がい等）
(8) 肢体不自由			（手・腕・足・脚・胴体に何らかの姿勢や運動の障害・欠損等がある）
(9) 慢性疾患・難病・機能障がい等		学生C	（呼吸器，心臓，腎臓、神経等の疾患等）

2.2 配慮申請に向けた難しさ

本人要請型の❶❷の学生は早い段階から申請を進めているため授業開始までに手続きを済ませていることが多い(3)．一方，教員打診型の❸❹❺の学生は（図２）出欠状況の異変に気づき初めて学生と相談

の上,「精神障がい」またはそれに相当すると発見に至ることが多い．授業出席不足となる 6 回目授業までに，⑤申請から⑩配布・提供までのプロセス（図１）を急ピッチで進めるため，その対応にしばしば困難が伴うことがある．

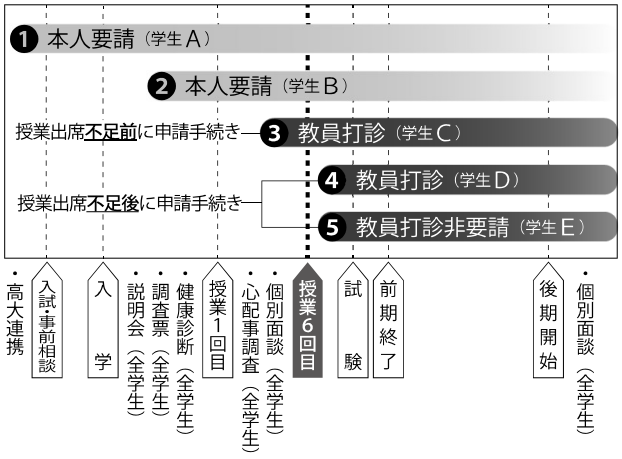


図２　配慮申請のタイミング

2.3　精神障がい特有の課題

精神障がいを有するまたはこれに相当する学生の事例より課題を３点，以下にあげる．

学生Ｃ：複数の教職員に囲まれての面談で緊張等により，本人の意向が反映されないまま計画案が作成され，後に不服の原因となる．

学生Ｄ：学生自身の突発的な心身不良による欠席等により，配慮提供を計画通りに進めることがしばしば困難になる．

学生Ｅ：過去のいじめにより精神障がい相当（診断書無し）の学生が，保護者や他人に認知されたくない理由で，配慮申請を要請せず何も施しもないまま休学を繰り返す．

3.　課題改善に向けた ICT 活用案

現状は，(4)聴覚障がい学生Ａは，授業中ロジャーダイナミックサウンドフィールドによる音声補聴システムを当学生と教員に着用させ，(5)弱視の視覚障がい学生Ｂは，パソコンを使用する授業において画面の文字やカーソルを大きく表示するアクセシビリティ設定を施す等，一定の成果も表れた（表１）．

一方「精神障がい」または相当する学生 3 名について ICT 活用は殆んど優先されていない．

3.1　精神障がいを主とするポータルシステム

まず，学生Ｃの事例では，緊張等の問題で学生の意向が計画に反映されにくい課題に対し，自宅でも事前に仮申請手続き可能なⒶポータル（計画プログラム）が有効と考える．その手順は，学生がⓐアンケートに障がい等の内容を入力し，教職員側で支援する学修内容を分かりやすくⓑ配慮のタスク化を実行，その画面を学生に提供しタスクを学生なりにⓒカスタマイズ，それに基づき教職員側でⓓ事前計画案の作成を行う，学生はその案をⓔチェックまたは再検討をして，⑥面談へ進む．自宅等で事前準備することで，その後の学生自身の意向が反映され易くなる（図３）．

また，学生Ｄの事例では，急な欠席等に対して，どの時点においても学修内容が把握可能なⒷポータル（運営プログラム）が有効と考える．その手順は，日々の学修状況をⓕ日報として入力し，担当教員がⓖチェック・再計画，その日の目標を明確に指示できるようにする．これにより，精神障がい特有の曖昧な状況にストレスを感じやすい学生に対しても，明確な自己管理と柔軟な対応が可能となる（図３）．

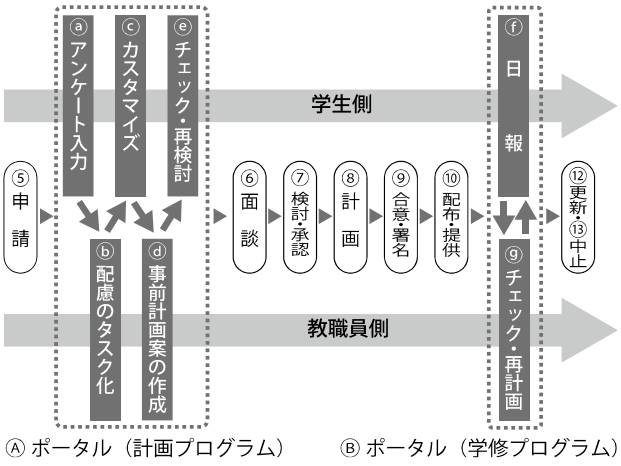


図３　ポータルシステムによる ICT 活用案

3.2　既存ポータルシステムとの相違

著者が勤める私立大学でも既存のポータルシステムが運用されているが，合理的配慮に関する学修支援プログラムはまだ現時点，組込まれていない．セキュリティ面で学外でのシステム利用を控える場面が多い中，気軽に自宅等でも利用できるよう実名等を使わない匿名性を高めたシステムが求められる．

4.　おわりに

「精神障がい」に相当する学生Ｅのように配慮申請をしない④非要請のケースもあり（図１），このような「合理的配慮」の恩恵を受けづらい学生に対しても「質の高い教育の機会」を平等に保障できるよう努めたい(1)．今後，このようなケースも増えると予想され，障がいの有無に関係なく「ユニバーサルデザイン」を意識した誰でもスムーズに利用できる ICT 活用システムが望まれる．

参考文献

(1) 内閣府制作統括官　共生社会政策担当　付障害者施策担当:　“「合理的配慮」を知ってますか？”
(2) 四国大学　学修支援センター：“合理的配慮ガイドブック”，障がい学生支援委員会，pp.2-8（2018）
(3) 独立行政法人 日本学生支援機構: “障害のある学生を支援する教職員のために”，合理的配慮ハンドブック資料編, pp.40-90 （2018）
(4) 高橋知音“高等教育機関に求められる合理的配慮”，明星大学発達支援研究センター紀要（2016 No. 1）

受講者満足度向上を目的とするプログラミング教育の一手法

A Method of Programming Education to Improve Student Satisfaction

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：本稿では，著者が担当している科目「プログラミング」における，受講者の技術修得と満足度の向上を目的とした実施内容を記載する. 科目「プログラミング」では, Moodle（LMS : Learning Management System）上に構成されている穴埋め問題と，紙面よる小テストを組み合わせることで実現した．これらの実現に至った経緯と結果を報告する.
キーワード：プログラミング教育，LMS，小テスト

1. はじめに

本研究では，金沢工業大学（以降，本学）の C 言語プログラミングの科目「プログラミング（以降，本科目）」において，受講者の満足度向上を目指したプログラミング教育を実施することで「誰も置き去りにしない」・「誰一人取り残さない」持続可能な教育を実現する. 具体的には, 課題の量を最小限にし，小テストを段階的な紙面による小テスト(1)を実施することで，他教員作成の期末試験の点数，全体の成績，受講者の理解度と満足度を向上させることを目的とする．紙面による小テストは，受講者と対面した状態で採点し，必要な箇所の復習を促すことで，学習者へのケア(2)を実施する．また，Moodle を活用しているため，プログラミングを理解している受講者は，Moodle 上の難解な問題への挑戦，他の受講生へのサポートにより，更なる向上を期待する．

2. 「プログラミング」科目概要

本章では，本学メディア情報学科の「プログラミング」科目について説明する．

本科目は，２年前学期の必修科目であり，１年後学期の必修科目「プログラミング基礎」の後継科目である．前提となる「プログラミング基礎」で C 言語の基本的文法を学ぶ演習形式の科目である．基本的な文法には，変数から始まり，ポインタ，ファイル入出力, 構造体までを含む.「プログラミング基礎」の授業クラスを 3 分割し，本科目では 3 名の教員で少人数教育を実施する．

本科目では，C 言語の基本的な文法を学んでいることを前提とし，Moodle や小テスト・レポートによる C 言語の演習が中心の科目である．

2.1 Moodle 上の穴埋め問題

本節では，Moodle 上の穴埋め問題の単元（詳細内容）を示す.

1) 基本文法（変数・演算）
2) 制御構造（条件分岐・繰り返し）
3) 関数
4) 標準ライブラリ関数（文字列処理・数学処理）
5) ファイル入出力（コマンドライン引数も含む）
6) ポインタ・他
7) 構造体
   （スタック・キュー・リストといった事例）
8) 基本アルゴリズム（ソート・サーチ）

2.2 成績評価

本節では，大きく分けて次の３種類となる成績評価を説明する．

- 「試験」　40% :
  - 50 分間の他担当者作成の期末試験
- 「レポート」30% :
  - 4 月末から毎月月末に 3 回(各 10%)
- 「小テスト」30% :
  - 内 10%は Moodle 上の点数の平均点
  - 紙による小テスト 4 回(各 5%)

「試験」は，複数クラスの別クラス担当教員が作成した期末試験であり,「レポート」は，その月の第３週に Moodle 学習進捗の平均までを範囲としたレポート課題である．

「小テスト」のうちの 10%は Moodle 上の 1) 基本文法～6) ポインタ・他の範囲の平均点とし，全クラス統一している．残りの 20%は紙面による小テストを 4 回実施している．

3. 段階的な紙面による小テスト

本章では, Moodle の単元の区切りで実施している紙面による小テストを説明する．

前述のとおり，小テストは 4 回実施しており，次のように小テストを実施した（表 1）.

表 1 Moodle の単元と小テスト

	Moodle	小テスト
1	基本文法	
2	制御構造	１回目
3	関数	２回目
4	標準ライブラリ関数	３回目
5	ファイル入出力	４回目
6	ポインタ・他	

Moodle の単元と小テストの構成で異なっている点を説明する．1 と 2 に関しては，1 の内容である基本文法のみで小テストを実施するよりも，2 の内容である制御構造も含めた方が現実的なプログラムの小テストが可能となることから，1 と 2 をまとめた小テストとして実施した．Moodle の単元 6 は，小テストの 10%に入る最終単元であることと，理解度が低めの単元であるから，小テストを実施せずとも，学習者が必死に学んでくれることを期待し、小テストは実施しなかった．

小テストは，昇級試験のように，点数が半分以下の場合は再テストとし，半分より多くの点を取得した場合は，何回目の小テストであっても成績上の 5%である 5 点満点とした．再テストの回数に応じて内容違いの小テストを作成して実施した．

4.　実施結果と考察

本章では，実施結果とその考察について述べる．

4.1 実施結果

単位修得に関係する，過去 6 年の成績分布（図 1，図 2）と過去 6 年の単位修得率と再履修者率（図 3）を示す．

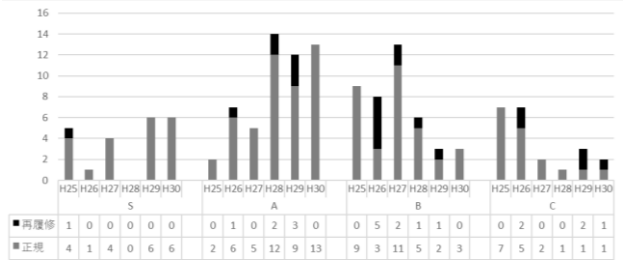


図 1 過去６年の成績（単位修得 S/A/B/C）

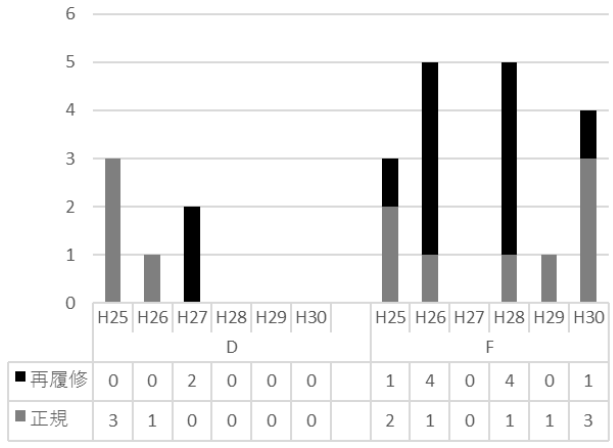


図 2 過去６年の成績（単位未修得 D/F）

ここで，成績と評語を表 2 に示す．

表 2 成績と評語

	S	A	B	C	D	F
成績	100～90	89～80	79～70	69～60	60～0	出席不良

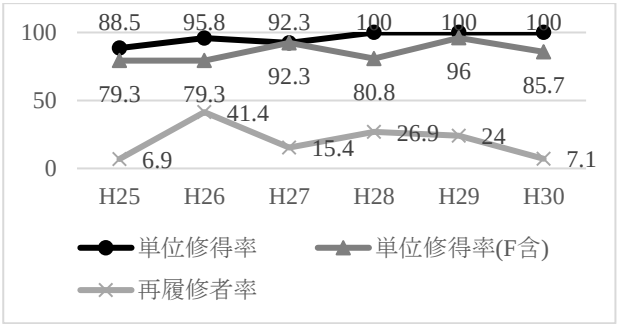


図 3 過去６年の単位修得率と再履修者率

次に，成績と成績評価項目３つの相関（表 3）を示す．

表 3 成績との相関係数の値

年度	試験	小テスト	レポート
H25	0.93	0.87	0.92
H26	0.94	0.97	0.90
H27	0.86	0.86	0.93
H28	0.96	0.99	0.95
H29	0.89	0.94	0.90
H30	0.98	0.97	0.96

4.2 考察

成績に関しては，図 1 よりほぼ正規分布となっていることが分かる．また，図 2 と図 3 から過去 3 年間，出席不良学生を除くと成績不良学生が 0 であり，再履修者の割合が 40%超であっても，関係性がないことが分かる．小テストとレポートを工夫した結果として，試験・小テスト・レポート，全ての項目と強い相関（表 1）があることが分かった．

授業時間中，受講者を観察したことで，お互いに教えあうことが多くなったように感じた．また，Moodle 上の進捗が他者に分からない状況よりも，紙の小テストを受験してもらうことにより，他者の進捗が分かることによる競争心から気力や理解に繋げている学習者の存在も確認できた．

5.　おわりに

本研究では，必修科目「プログラミング」における Moodle による課題とは別に，レポート課題 3 回，Moodle の単元末で実施する紙面による小テストを実施した．過去 6 年の成績の状況から誰一人として置き去りにしない教育が実現できたと実感している．また，再履修者が最も多い授業クラスを担当したことで，再履修者率に左右されない授業形態を確立できた．今後はプログラミングに限らず，あらゆる科目において，学習者との会話によるケアを重視する予定である．

参考文献

(1) 館宜伸:“LMS を利用した段階的な小テストの実施に関する一考察”，平成 27 年度 ICT 利用による教育改善研究発表会（2015）
(2) 佐藤学(監訳)，ネル・ノディングス:“学校におけるケアの挑戦”，ゆみる出版，東京（2007）

セマンティクスアウェアなプレゼン教材を活用したメタ学習スキーム

Meta-learning Scheme Based on Semantics-aware Presentation Materials

油谷 知岐[*1]，瀬田 和久[*1]，林 佑樹[*1]，池田 満[*2]
Tomoki ABURATANI[*1], Kazuhisa SETA[*1], Yuki HAYASHI[*1], Mitsuru IKEDA[*2]
[*1] 大阪府立大学大学院人間社会システム科学研究科，[*2] 北陸先端科学技術大学院大学先端科学技術研究科
[*1]Graduate School of Humanities and Sustainable System Sciences,
[*2]Graduate School of Advanced Science and Technology, Japan Advanced Institute of Science and Technology
Email: aburatani@ksm.kis.osakafu-u.ac.jp

あらまし: メタ学習は重要な学習課題である反面で, 陽に課題化されないため, その実践は容易ではない. 本研究では，プレゼン設計を機会として，学習プロセスの明示的な振り返りを促すとともに，プレゼン部品に備えた意味情報に基づき，「本来説明されることが望ましい知識」と「学習者が説明しようとしている知識」の差分を捉え, 学習スキルを診断する仕組みを構築し, その初期的実践により有用性を確認した.
キーワード：メタ学習，学習者モデル，プレゼン設計課題，知的学習支援

1. はじめに

情報技術の学びにおける「技術の活用法を学ぶ」ような学習領域の正確な理解に加え,「その技術が成立した背景や意図を読み取る」といった，構造的理解を指向する学びへの転換が望ましい．一方で，こうした技術導入の背景や意図は多くの教材で暗黙であり,「技術の用法」の学びに留まってしまい，学習対象の構造的理解において何を学ぶべきかの学び（メタ学習）が意識されにくい．このような学びへの転換に向けて，経験豊富な指導者が行う背景や問題意識に目を向けさせる問いかけ（メタ認知的気づきのある教示）が，その問いかけそのものの内化を促す学びの機会になることが指摘されている(1).

本研究では,「学習」を「自分で自分を教育する活動」であると捉え，熟達した指導者のような問いかけを自身に与えられることが望ましいと考えた.

個々の学習文脈で，自身に対するメタ認知的気づきのある教示が実践可能な学びのデザインとして，実施した学習（自分への教育デザイン）が適切なものであれば，自分と同等他者へのプレゼン（他者への教育デザイン）も妥当なものとなるという着想に基づきメタ学習スキーム(2)を提案した. 本稿では, ①プレゼン設計を通じた学びのプロセスの振り返りを促すための自己教育スキルの診断機能および，②これを活用した実践の初期評価を報告する.

2. メタ学習デザイン

2.1 学びの内省を促す学習デザイン

一般に，プレゼン設計活動では，他者の理解を構築するためのプレゼンの構造，すなわち教育デザインの設計と，それらを具体化するスライド設計の両活動が必要となる．しかし，初学者においてはスライドの見た目などの資料デザインに注意が払われがちになり，学びのデザインにまでは意識が向きにくい. 本研究ではこれまで, これらの困難性を軽減し, 学習デザインの内省に注力させるメタ学習課題であるプレゼン設計課題と, 学習者の学びの文脈を捉え, メタ認知的気づきを促す仕組みを検討してきた(2). 以下，構築したメタ学習スキームを概説する.

2.2 プレゼン設計を課題としたメタ学習スキーム

本研究におけるメタ学習スキームの全体像を図 1 に示す. 学習者は, 予め用意されたスライド（図 1[A]）と各スライドで説明すること，つまりプレゼンの設計意図を表す語彙（学習目標語彙, 図 1[C]）の選択・系列化によってプレゼンを設計する．本スキームにおいて学習者は，プレゼンの設計に先立ち，自身の各スライド内容に関する理解状態を理解表明課題（KMA）で検討し，プレゼンに用いるスライド選択課題（SSA）を通して資料デザインの全体像を設計する．その後，プレゼンデザイン課題（PDA）でプレゼンの意図を表す語彙とスライドを対応付けながら設計することで，資料デザインではなく学ぶべきことはなにかの考察に注力させるとともに，未学習ゆえに単独では意識化困難であった内容についても, スライドに記述された内容から学びとることにより, 内省の対象とすることを狙いとしている.

学習者はプレゼン設計課題の終了後，自身の学びが教科書やスライドに明示された内容の学びに留まっている，といった学びのプロセスについて診断を受け，診断結果を参考に自身の学びのプロセスを振り返る課題（RBD）に取り組む.

学習者の自己教育スキルを診断し, RBD で提示される振り返り参考情報を生成する方法を次節に示す.

2.3 自己教育スキルの診断に基づくフィードバック

システムは，①スライド設計者（指導者）が各スライドについて説明すべきだと考えている内容と，②学習目標語彙が示す学びの内容をメタ情報（図 1[B])として保持している．この差分を捉えることにより，学習者のプレゼン設計から，学習者が教材やスライドから読み取り，説明しようとしている，もしくは理解していない内容を捉えることができる．すなわち，あるスライドに設定された説明すべき情報（①）に対して，学習者が説明しようとしている

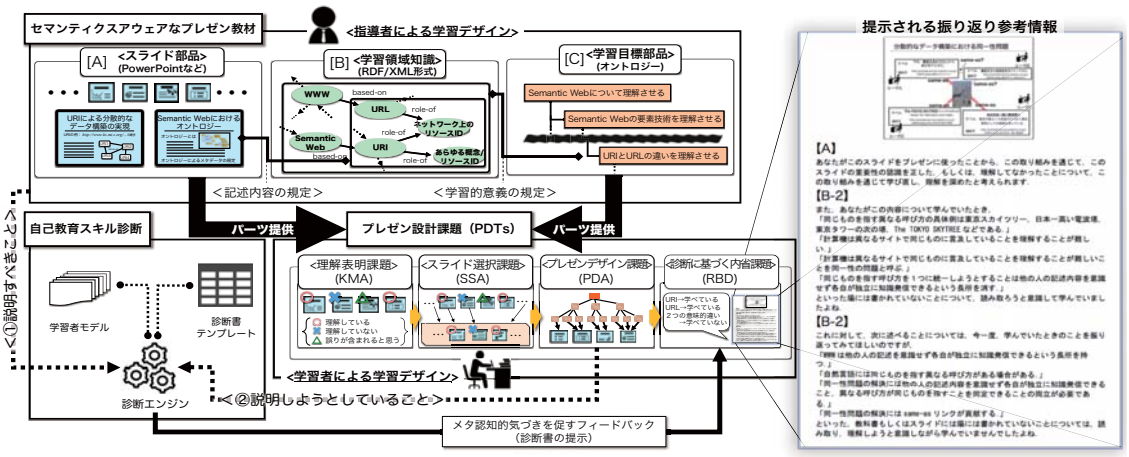


図１　プレゼン設計を題材としたメタ学習スキームの全体像

内容（②）が十分でない場合，その学習者は，対象スライドに関する自身への問いかけ（自己教育）が不十分である可能性を持つ学習者と診断できる仕組みとなっている．この仕組みにより自動生成された診断結果（振り返り参考情報）を図 1 右に示す．

3.　システムの実践利用

3.1 実践デザイン

学習スキームおよび診断機構を備えた学習支援システムの有効性を確認するため，計算機による意味理解可能な次世代 Web である Semantic Web（以下，SW）の学習を題材とし，大学生 5 名と大学院生 3 名を対象に実践利用した．本実践では，構築した学習スキームおよび診断が，学びのプロセスへの気づきを促すに足る表現力を備えているかを調査するため，RBD の実施時に，(1)今回の取り組みを通じて学んだこと，(2) SW を学ぶときに重要だと思うこと，(3)「技術的知識一般」について学ぶ際に重要だと思うことの 3 つに回答してもらった．ここでは，スライド 1 枚ごとに用意された振り返りシートに適宜メモを取りながら自身の学びを振り返るよう指示した．そして，システムによる診断の提示前後で学びの振り返りを課題化し，記述内容の変化を分析した．

3.2 実践結果

学習者の振り返りシートの平均記述数の変化を t 検定により分析したところ，表 1 に示すような有意な差が認められた．診断結果の提示が，学習者自身が十分振り返ったと認識した後でさえも，新たな気づきを促す刺激として機能することが示唆された．

また，システムからの診断前後での振り返りシートへの記述内容の質的な変容から，本スキームの実践と診断結果の提示により，以下に示す(i)~(iii)のような学びの発現を確認した．

(i)　領域知識の理解が促進される

表 1：診断の提示前後での振り返り記述数

診断前の平均 記述数(標準偏差)	診断後の平均 記述数(標準偏差)	p 値
18.5 (4.243)	26.75 (7.933)	.0021

(ii)　構造的理解に至る学習方略の気づきが促進される

(iii)　領域知識の理解が伴わない場合には，学習方略の気づきも促進されない

(i)は例えば，「診断結果の確認以前はスライド内容を理解しておらず，診断を受けた内容について考えてなかった」といった記述から，知識理解が促されたことが示唆された．(ii)は例えば，「学習対象の技術とは異なる解決方法が理解できていない」主旨の診断結果を受けて書かれた，「陽には示されない異なる解決法と対比して考えることで理解が深まる」といった記述に見られた．また，(ii)が発現するケースとして，プレゼンスライドの提示により(i)が発現し，診断結果の提示により(ii)の発現に至る場合と，事前学習において基礎知識が形成されており，診断結果の提示が(ii)の発現を促す場合があることが示唆された．さらに，(ii)の発現に至らない学習者の記述を分析したところ，(iii)領域知識が十分でない場合は，学習方略の気づきに至れないことも示唆された．

これらを総合すると，学習方略の気づきに至るには，診断結果の提示に先立って領域知識の基礎的理解が必要であることが実践的に示唆された．

4.　結論と今後の課題

本稿では，学習デザインの内省に注力させる学習デザインであるプレゼン設計課題と，学習者のプレゼン設計に基づいた自己教育スキルの診断機能を備えた学習支援システムを構築した．そして，開発したシステムの実践利用を通じて，メタ学習を駆動する気づきが促されることが示唆された．

今後は，振り返り記述を精緻に分析することで，本システム利用による気づきを質的に分類し，学び方の内化を促す介入法を検討していく．

参考文献

(1)　L.B. Nilson: “Creating Self-Regulated Learners: Strategies to Strengthen Students' Self-Awareness and Learning Skills”, Stylus Pub Inc., 2013.

(2)　油谷知岐，瀬田和久，林佑樹，池田満：“セマンティクスアウェアなプレゼン教材を活用したメタ学習の初期評価”, 第 86 回 人工知能学会 先進的学習科学と工学研究会，(印刷中), 2019.

学内ネットワークシステムを併用した授業の学修効果の検証

Verification of the Learning Effect of Information distributed on Intra-School Network

岩田 建[*1]
Ken IWATA[*1]
[*1] 鎌倉女子大学家政学部
[*1] Faculty of Family and Consumer Sciences, Kamakura Women's University
Email: k-iwata@kamakura-u.ac.jp

あらまし：通常の大学の授業において学習効率をあげるために，学内ネットワークシステムを利用して予習や復習に相当する資料や課題を配信し，学生の活用状況や実際の成績に反映されるのかどうかを検討している．今回，予習用の資料に自由参加の課題を加え，単に資料を配信するだけの場合と比べ，予習資料がより活用されるようになっているのかどうか，また成績に反映されるのかどうかを検討した．この結果，予習を強化するために自由参加の課題を加えた結果，全体の成績が下がってしまった．課題を加えたため，課題に回答することが主となり，本来の目的であった予習や復習に用いられなくなったのではないかと考えられた．
キーワード：インターネット配信，LMS 活用，サマリー配信，課題配信

1. はじめに

大学での授業において，特に厚生労働省が管轄する資格に関連する科目などでは，学生の履修を担保するうえで，授業に出席していた学生のみならず，授業を欠席していた学生についても，授業内容の確実な浸透が求められる傾向が強くなってきている．しかしながら，授業に出席しなかった学生に対して情報を提供することには，多大な時間と労力を要することも事実であろうと思われる．これを解決する手段として，学内ネットワークシステムを活用し，授業の概要を情報として配信し，その理解を確認するために小テストを実施する方法が有効ではないかと考えられた[1-4]．

昨年まで，実際の授業で実験的に学内ネットワークシステム Communication Networking Service（CNS）を用い，授業終了後に授業内容を確認するための情報として“授業概要”を配信し，さらに CNS 上で“小テスト”を実施して，学生の“授業概要”の活用状況や“小テスト”への取り組み方などついて取得した基礎的なデータを取得した結果，予習用に用いることができるように“授業概要”を配信することで全体の成績が良くなることが示唆された．

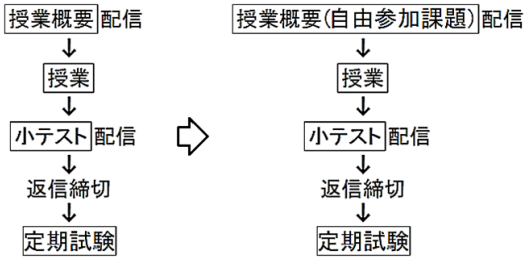


図 1　学内ネットワークシステムによる
授業概要と小テストの配信

そこで今回，より学生の予習の機会を増やすため，配信する“授業概要”に自由参加の課題を加えた．この自由参加の課題への参加率を指標に，学生の成績がどうなるかを検証した．この結果を報告する．

2. 実施概要

基盤となった授業は学部の 1 年を対象にした必修科目で，受講 136 名に対し 3 クラスで，毎週火曜日の午前 1 限から昼休みを挟んで午後 3 限までの連続した 3 コマで実施された．授業のおよそ 1 週間前に CNS で配信した“授業概要”は授業で示す内容とほぼ同じで，図や解説，発展事項などを除いて 10 行～30 行程度にまとめたものに，関連あるクイズ形式の課題を 2 問加えた．「“授業概要”における課題の回答は義務ではなく，成績とは関係しない」ことを通知し，回答の返信を義務としなかった．また，授業後に配信する“小テスト”は，授業に関連した問題（毎回 10 問，各 10 点満点）で，「“小テスト”の得点は成績に反映する」ことを通知し，“回答”の返信を義務とした．それぞれ返信があった場合にのみ返信日時が記録された．授業は，2018 年 10～2019 年 1 月に計 15 回実施され，別に定期試験（小テストの類似問題，60 問，正答率を 100 点満に換算）が 3 クラス合同で 2019 年 2 月に実施された．

今回，“授業概要”は，クラスや祝祭日などに関係無く，受講者全員に 1 週間前の全クラスの授業終了後に配信し（前週の火曜日の午後 4 時），“授業概要”の課題の回答期限は次の授業までとした．また，“小テスト”は授業当日の最初のクラスの授業が始まる直前に配信し（火曜日の午前 8 時 30 分），“小テスト”の回答期限は，祝祭日などに関係無く配信 5 日後（日曜日）の 23 時 55 分とした．

今回，データの使用に同意が得られた 133 名に限

定して，配信から返信までにかかった時間，“小テスト”の得点，定期試験の得点などを集計した結果をまとめた．本研究は，「学内ネットワークシステムを利用した授業補助教材コンテンツの教育効果の検証（平成 30 年 4 月～平成 33 年 3 月）」として，学内の倫理審査による承認を受けている（鎌倫-17021）．

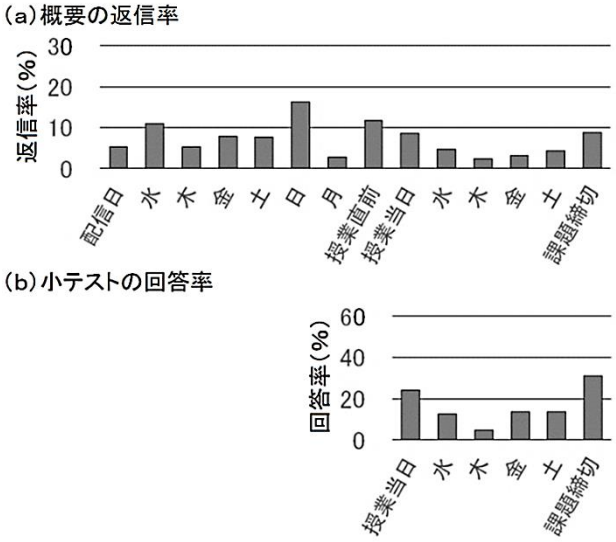


図 2　授業概要の確認と小テストの回答率
返信時間を曜日ごとに集計した．概要は授業の 1 週間前，小テストは授業後に配信した．返信率と回答率は，返信や回答のなかった分を除き，全回答に対する割合を示した．概要の確認の返信期限は小テストの回答期限とし，小テストの回答期限は授業後 5 日とした．

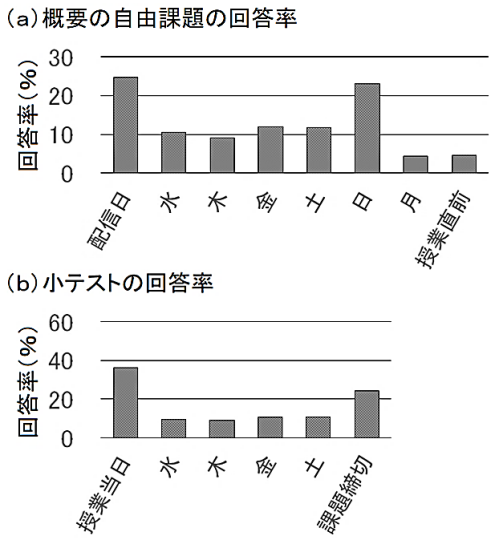


図 3　授業概要の回答と小テストの回答率
返信時間を曜日ごとに集計した．概要は授業の 1 週間前，小テストは授業後に配信した．回答率は，回答のなかった分を除き，全回答に対する割合を示した．概要の回答期限は次の授業までとし，小テストの回答期限は授業後 5 日とした．

3. 結果と考察

前年度に実施した“授業概要”のみ配信し，閲覧の確認のみの返信率は 63.7%であり，“小テスト”の回答率は 91.7%であった．それぞれの返信時間を集計し，それぞれの曜日における返信の割合を図 2 に示した．

図 2 から，“授業概要”を予習に使えるように配信した結果，利用率は 63.7%と，ほぼ 3 分の 2 程度であり，その内の約 3 分の 2 の 67.9%が，予習に用いていると思われる授業前に概要の確認を返信し，残りの約 3 分の 1 の 32.1%が，“小テスト”を回答する際に利用していると考えられた．

今回 CNS で配信した“授業概要”における自由参加課題の回答率は 52.1%であり，“小テスト”の回答率は 91.6%であった．それぞれの返信時間を集計し，それぞれの曜日における返信の割合を図 3 に示した．

予習で“授業概要”の利用率を高めようと試みて課題を加えた結果，“授業概要”の課題の回答は，“小テスト”の回答とほぼ同時におこなっているのではないかと考えられる結果になった．

次に，配信した“授業概要”に予習課題を加えた場合と加えなかった場合との“小テスト”の結果と“定期試験”の結果を表 1 に示した．

表 1　小テストと定期試験の結果

	小テスト	定期試験
概要に課題を加えた	8.4±1.3 ┐	78.2±8.9 ┐
	*	*
概要のみ	8.6±1.3 ┘	82.2±7.4 ┘

小テストは 10 点満点，定期試験は 100 点満点に換算．
*は $p<0.01$ で有意差あり．

表 1 に示したように，“授業概要”に課題を加えて予習を強化しようとした結果，成績が下がった．これは，図 3 の概要の回答率の分布からも分かるように，“小テスト”の回答と次回の授業の課題の回答がほぼ同じタイミングとなっていると考えられた．これは概要に課題を加えために，課題に回答することが主となり，いわゆる予習や復習に用いなくなったためではないかと考えられた．

参考文献

(1) 石田三樹木，越智泰樹：“オンラインテストを活用した授業時間外学習の効果”，情報処理学会研究報告，Vol.2011-CE-108，No.10，pp.1-5 (2011).
(2) 石田三樹木，越智泰樹：“WebCT を活用した経済学講義の成果”，広島大学高等教育研究開発センター大学論集，第 44 集，pp.271-286 (2013).
(3) 石津希代子：“言語聴覚学科における Moodle を活用した授業展開と学生の利用状況”，リハビリテーション科学ジャーナル，No.9，pp.63-74 (2013).
(4) 山岡真理：“授業における Google Classroom の活用に関する一考察”，文化ファッション大学院大学ファッションビジネス研究，5，pp.36-43 (2017).

主体的学習における表情からのエンゲージメント推定のためのデータセット構築に関する検討

Data Set Construction for Engagement Estimation from Facial Expressions in Self-directed Learning

長谷川 忍 [*1], ZHENG Xianwen [*2], 太田 光一 [*2], 卯木 輝彦 [*3, *4]
Shinobu HASEGAWA [*1], Xianwen ZHENG [*2], Koichi OTA [*1], Teruhiko UNOKI [*3, *4]
[*1] 北陸先端科学技術大学院大学 情報社会基盤研究センター
[*1] Research Center for Advanced Computer Infrastructure, JAIST
[*2] 北陸先端科学技術大学院大学 先端科学技術研究科
[*2] Graduate School of Advanced Science and Technology, JAIST
[*3] IMAGICA Group, [*4] フォトロン
[*3] IMAGICA Group, [*4] Photron,
Email: {hasegawa, s1810428, ota}@jaist.ac.jp, unoki@photron.co.jp

あらまし：本稿では，学習者がそれぞれのペースで学習を行う主体的学習において，ノート／タブレット PC に内蔵されているカメラの映像を活用して，学習プロセスにおける学習者の状態を推定する際に，表情要素などの学習者の外的状態や，エンゲージメントなどの心的状態，学習者が行うタスクなど，より効果的なデータセットを構築する上で検討すべきポイントについて議論する．
キーワード：主体的学習，学習状態推定，エンゲージメント，データセット，PC 内蔵カメラ

1. はじめに

e-learning やアクティブラーニングといった，学習者それぞれの主体的な活動が重視される学習環境では，学習プロセスが個別化されており，個々の学習者の学習活動に対する意欲や取り組み方，理解状態などを包括した「エンゲージメント」を推定して適切な教育的支援を行うことは容易でない．一方で，こうした学習環境においてノート／タブレット PC が利用されるようになってきているが，これらの多くに標準で内蔵されているカメラは，遠隔会議等の特定用途のみでしか活用されていない．

本研究の最終的な目的は，こうしたノート／タブレット PC を活用する主体的学習活動において，内蔵カメラで収録した顔映像を利用して学習者のエンゲージメントを推定するためのシステムを開発することである(1)．こうした推定を実現する上では，対象となる学習活動を的確に反映したデータセットを準備して，適切な特徴量の抽出や提案したアルゴリズムの妥当性についての評価を行う必要がある．そこで本稿では，対象となる主体的学習の構成要素について議論するとともに，先行研究で収集・利用されたデータセットについて整理し，本研究で目指すべきデータセットの在り方についてまとめる．

2. 主体的学習の構成要素

本研究における主体的学習とは，ある学習タスク（目的や空間・時間を内包）を達成するために，ノート／タブレット PC 上でツール（Web ブラウザやアプリケーション，支援システム等）を介して，学習空間を選択的に学習し，そのプロセスを内省しながら知識として構造化することを繰り返す学習過程として定義する．これを通じて，学習者はそれぞれの目的やスタイル，エンゲージメントや理解度等の心的状態に応じて多種多様な情報を，それぞれのペースで概念や概念間の関係として学習する．

こうした学習過程においては，従来のゴールが明確な教育的なタスクと比較して解が一意ではなく，テストなどでその成果を測定することは困難である．そのため，表情に代表される測定可能な学習者の外的状態の時系列変化は，主体的学習における心的状態を推定する上での重要な情報源となり得る．ここでの主体的学習タスクの例としては，e-Learning や Web 調べ学習，マインドマッピングなどが挙げられよう．

3. 先行研究におけるデータセットの分析

ここでは，顔映像を利用した学習者のエンゲージメント推定に関する近年の先行研究(2-6)で利用されたデータセットについて整理を行い，主体的学習におけるエンゲージメントの推定に適用可能かどうかについて検討する．

前節で述べた主体的学習の構成要素に基づいて，本研究では，(a) 学習タスク，(b) 学習(データ)時間，(c) 学習状態の尺度，(d) データの収集方法，(e) データ数，(f) その他の観点から表 1 のように整理した．

先行研究で調査対象にした「エンゲージメント」は日本語に一対一で対応する概念がなく，本研究で学習者の内的状態として活用することができるかどうかについては検討の余地があるが，これらの研究では 2 段階（エンゲージメントあり/なし）から 4 段階（エンゲージメント：なし，弱い，あり，強い）の評価が行われている．これらのうち，DAiSEE(7)

表 1 エンゲージメント推定のためのデータセットの整理

研究	(a) タスク	(b) 時間	(c) 学習状態	(d) 収集方法	(e) データ数
(2)	ビデオ視聴	約 10 秒	2-levels/3-levels	ラベル書き換え	112 名, 9068 ビデオ
	DAiSEE[7]データセットから 2 段階と 3 段階のエンゲージメントをタグ変更により付与				
(3)	ビデオ視聴	約 5 分	4-levels	5 名の専門家	197 ビデオ
	場所等の制約なしでデータを収集し，5 名の専門家がビデオのみを見てエンゲージメントレベルを評価				
(4)	ビデオ視聴	約 5 分	4-levels	5 名の専門家	262 ビデオ
	EmotiW 2018[8]の Engagement in the Wild データセットを利用				
(5)	テキスト/図の学習	約 35 分	2-levels	8 名の学生	47 名
	カメラ映像に加えて，マウスとキーボードの情報も取得して特徴量抽出				
(6)	エッセイ執筆	約 60 分	2-levels	自己申告	23 名
	2 分おきのエンゲージメントの申告と，1 週間後にビデオを見て再度のエンゲージメント評価				
(1)	問題回答(CAB)	約 30 秒	5-levels	自己申告	19 名，453 ビデオ
	問題毎の難しさ，面白さ，疲労度，集中度を，問題回答後に問題を見ながら自己申告				

や EmotiW2018[8]などのデータセットは公開されているが，学習対象がビデオ視聴となっており，主体的学習としてはやや限られている．他の研究では，テキストや図をベースにしたコンテンツの学習やエッセイの執筆など主体的な活動を含むタスクが行われているが，データ数はやや限られている．

心的状態の収集方法については，専門家によるビデオアノテーションが行われる場合と自己申告に基づく場合(定期的に質問／タスク終了後に質問)がある．エンゲージメントのような抽象的な概念では専門家による評価は適切であると考えられるが，難易度や面白さ，疲労度などより詳細な項目を分析するためには自己申告も有効である．一方で，自己申告では学習者への負担や主観的な妥当性の弱さなど注意すべき点もある．

4. おわりに

本稿では，学習空間を選択的に学習し，そのプロセスを内省しながら知識として構造化することを繰り返す学習過程としての主体的学習の構成要素についてモデル化し，主体的学習における心的状態の推定を，顔映像を利用して行う先行研究の整理を通じて，データセットの利用可能性と収集手法について検討した．今後は，公開されているデータセットのより具体的な調査と，本研究を評価する上で必要なデータセットの構築に向けた要件の検討が挙げられる．

参考文献

(1) 長谷川忍, 平子温, 卯木輝彦: “PC カメラ映像を利用した学習状態推定手法に関する研究”，教育システム情報学会研究報告, Vol.34, No.1, pp.41-48 (2019).
(2) M. Ali Akber Dewan, Fuhua Lin, Dunwei Wen, Mahbub Murshed, and Zia Uddin: “A Deep Learning Approach to Detecting Engagement of Online Learners,” 2018 IEEE SmartWorld, Ubiquitous Intelligence & Computing, Advanced & Trusted Computing, Scalable Computing & Communications, Cloud & Big Data Computing, Internet of People and Smart City Innovation, DOI: 10.1109/SmartWorld.2018.00318, (2018).
(3) Cheng Chang, Cheng Zhang, Lei Chen, and Yang Liu: "An Ensemble Model Using Face and Body Tracking for Engagement Detection," Proceedings of the 20th ACM International Conference on Multimodal Interaction, pp.616-622, (2018).
(4) Xuesong Niu, Hu Han, Jiabei Zeng, Xuran Sun, Shiguang Shan, Yan Huang, Songfan, Xilin Chen: "Automatic Engagement Prediction with GAP Feature," Proceedings of the 20th ACM International Conference on Multimodal Interaction, pp.599-603, (2018).
(5) Zhaoli Zhang, Zhenhua Li, Hai Liu, Taihe Cao, and Sannyuya Liu: "Data-drived Online Learning Engagement Detection via Facial Expression and Mouse Behavior Recognition Technology," Journal of Educational Computing Research, https://doi.org/10.1177/0735633119825575, (2019).
(6) Hamed Monkaresi, Nigel Bosch, Rafael A. Calvo, and Sidney K. D’Mello: "Automated Detection of Engagement Using Video-Based Estimation of Facial Expressions and Heart Rate," IEEE TRANSACTIONS ON AFFECTIVE COMPUTING, VOL. 8, NO. 1, pp.15-28, (2017).
(7) A. D’Cunha, A. Gupta, K. Awasthi and V. Balasubramanian, "DAiSEE: Towards user engagement recognition in the wild," in arXiv preprint arXiv:1609.01885, (2016).
(8) Abhinav Dhall, Amanjot Kaur, Roland Goecke, and Tom Gedeon: "EmotiW 2018: Audio-Video, Student Engagement and Group-Level Affect Prediction," In ACM International Conference on Multimodal Interaction 2018, DOI: 10.1145/3242969.3264993, (2018).

変化点検知を用いて自己評価の変化を抽出する方法の提案

Proposal of a Method for Extracting Changes of Self-assessment Using Change-point Detection

枝窪 悠[*1], 森本 康彦[*2]
Haruka EDAKUBO[*1], Yasuhiko MORIMOTO[*2]
[*1] デジタル・ナレッジ
[*1]Digital Knowledge Co. Ltd.
[*2] 東京学芸大学
[*2]Tokyo Gakugei University
Email: edakubo@digital-knowledge.co.jp

あらまし：現在，育成すべき資質・能力の三つの柱を育成することが求められている．児童生徒の学習状況を評価する学習評価の一つとして，自己評価が注目されており，児童生徒は様々な学習活動において，自己評価を行っている．単元や学期，学年などの区切りの良いタイミングでの自己評価において，それまでに蓄積された自己評価の記録から，自己評価の変遷の様子が変化した時期に気づかせることで，新たな視点で自己評価を行うことができると期待できる．そこで，本研究では，変化点検知を用いて，長期的に蓄積された自己評価の変遷の様子が変化した時期を抽出することを目的とする．具体的には，10 段階の自己評価の時系列データから変化点を抽出できるか検証するため，シミュレーションを行った．その結果，自己評価の時系列データから変化点を抽出することが可能であり，自己評価の変遷の様子が変化した時期を捉えることができる可能性が示唆された．
キーワード：自己評価，変化点検知，シミュレーション

1. はじめに

新学習指導要領では，資質・能力の三つの柱として「知識・技能」,「思考力・判断力・表現力等」,「学びに向かう力・人間性等」を挙げ，これらをバランスよく育成することが求められている(1)．児童生徒の学習状況を評価する学習評価の一つとして，自己評価が挙げられる．自己評価とは,「自身のパフォーマンスを観察，分析，評価し，どのように改善していくことができるか自問自答し，省察すること」と述べられており [2)]，児童生徒は，様々な学習活動において自己評価を行っている．単元や学期，学年などの区切りの良いタイミングでの自己評価において，それまでに蓄積された自己評価の記録から，自己評価の変遷の様子が変化した時期に気づかせることで，新たな視点で自己評価を行うことができると期待できる．

そこで，本研究では，変化点検知を用いて，長期的に蓄積された自己評価の変遷の様子が変化した時期を抽出することを目的とする．具体的には，10 段階の自己評価の数値データに焦点を当て，変化点検知を用いて変化点を抽出することを試みる．本論文では，10 段階の自己評価の時系列データから変化点を抽出できるか検証するため，シミュレーションを行った．以下，その結果と考察について述べる．

2. 自己評価の変遷の様子が変化した時期の抽出方法

本研究では，10 段階の自己評価の数値データに焦点を当て，変化点検知を用いて自己評価の変遷の様子が変化した時期を抽出することを試みる．

変化点検知とは，入力された時系列情報の異常を検知することができ，入力されたデータのパターン（増加，減少などの傾向）が変化した時点を把握することができる(2)．変化点検知では，パターンの変化を検知するために，予測モデルを定義し，予測モデルと入力データとの差異が増加した際，変化点として検知する．つまり，変化点検知を用いることで，長期的に蓄積された自己評価の時系列データから，自己評価の変遷が変化した点を抽出することが可能になると考えられる．ここで，変化点検知の推定プログラムは，オープンソースである Python(Ver3.5) のライブラリである Change Finder を用いる．Change Finder では，忘却パラメータ，AR モデルの次数，平滑化処理を行う際の一定時間（平滑パラメータ）をパラメータとして扱い，その値から変化点スコアを推定する．推定された変化点スコアの値が，設定した閾値を超過した場合，変化点として検知する．

3. ダミーデータを用いた変化点検知のシミュレーション

3.1 変化点検知のシミュレーション

3.1.1 シミュレーションの概要

変化点検知を用いて，自己評価の時系列データから変化点を抽出できるか検証するため，シミュレーションを行った．ダミーデータは，児童生徒 500 人 24 回分の 10 段階の自己評価の回答データを，項目反応理論に基づき生成した．検証の際，忘却パラメータを 0.02，AR モデル次数を 2，平滑パラメータを 5 に設定し，検証を行った（実験 I ）．また，変化点検知の閾値は 30 とした．

3.1.2 結果と考察

実験Ⅰの結果，500 人中 293 人に，1 回以上の変化点が検知された．図 1 に，分析結果について 1 人分抜粋したデータを示す．左軸は変化点スコア，右軸は自己評価の段階，横軸は回数を表す．また，図中の黒線は自己評価の段階，灰色線は変化点スコアを表す．この学習者の変化点スコアは 10 回目と 13～15 回目において閾値を超えていた．変化点前後のパターンについて詳しくみてみると，1 つ目の変化点以前，つまり 1 回目から 9 回目にかけては 2 点から 6 点へと緩やかに自己評価の段階が上がっている．また，2 つ目の変化点まで，つまり 11 回目から 12 回目にかけて自己評価の段階が 6 点から 10 点へと急激に自己評価の段階があがり，15 回目以降は，8～10 点で自己評価の段階が安定していた．

このことから，10 段階の自己評価の時系列データから Change Finder を用いて変化点を抽出することができることが確認された．また，変化点前後の自己評価の段階の変遷を比較することで，学習者が自己評価の変遷が変化した時期を捉えることができるようになる可能性が示唆された．

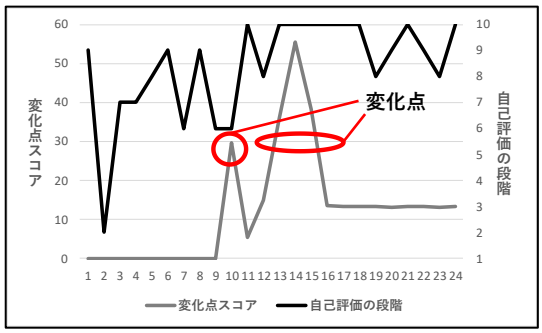


図 1 実験Ⅰの結果

3.2 パラメータを変化した際に与える影響

3.2.1 実験の概要

2 章で述べたパラメータを変更した際の分析結果の影響を検証するため実験を行った．実験では，実験Ⅰと同じ回答データを使用し，忘却パラメータを 0.01 に変更した実験Ⅱ，平滑パラメータを 10 に変更した実験Ⅲを行った．また，閾値は 30 とした．

3.2.2 結果と考察

実験Ⅱの結果，500 人中 305 人に，1 回以上の変化点が検知された．ある学習者の自己評価の段階と変化点スコア（実験Ⅰ：実線，実験Ⅱ：破線）を図 2 に示す．詳しくみてみると，実験Ⅰより実験Ⅱの変化点スコアが大きくなっていた．これは，忘却パラメータは，確率密度関数を算出する際に，過去の影響をコントロールしており，この値を小さくすると過去の影響が大きくなるため，変化点のばらつきが大きくなったと考えられる．

次に，実験Ⅲの結果，500 人中 305 人に，1 回以上の変化点が抽出された．図 2 に分析結果について比較したものを示す（実験Ⅰ：実線，実験Ⅲ：破線）．詳しくみると，変化点が抽出された回が，実験Ⅰに比べて 5～7 回分遅れていた．これは，平滑パラメータが 5 の時は 5 回分の変遷を捉え，平滑パラメータが 10 の時は 10 回分の変遷を捉えているため，その差分により，変化点と検知されたタイミングが遅れたと考えられる．

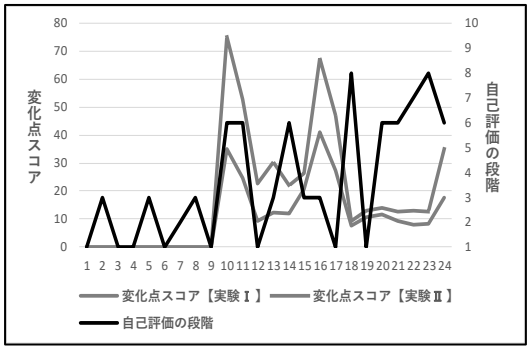


図 2 実験Ⅰと実験Ⅱの比較

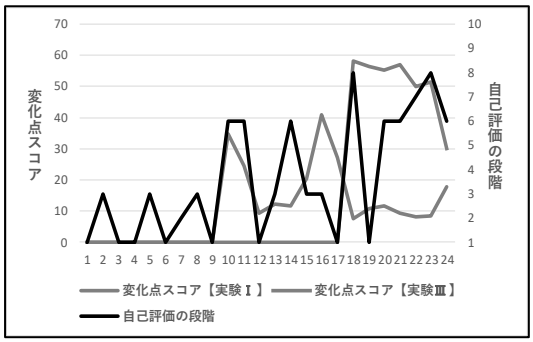


図 3 実験Ⅰと実験Ⅲの比較

4. おわりに

本研究では，変化点検知を用いて，長期的に蓄積された自己評価の変遷の様子が変化した時期を抽出することを目的とし，10 段階の自己評価の数値データに焦点を当て，変化点検知を用いて変化点を抽出できるか検証するためシミュレーションを行った．その結果，10 段階の自己評価の時系列データから Change Finder を用いて変化点を抽出することができることが確認された．また，変化点前後の自己評価の段階の変遷を比較することで，学習者が自己評価の変遷が変化した時期を捉えることができるようになる可能性が示唆された．今後は，被験者実験を行い，実データを用いた評価を行う．

謝辞

本研究の一部は，科研費(17K01074)の助成を受けたものである．

参考文献

(1) 文部科学省:“小学校学習指導要領(平成 29 年度告示)解説 総則編”，東洋館，東京 (2018)
(2) 森本康彦，永田智子，小川賀代，山川修：“教育分野における e ポートフォリオ”，ミネルヴァ書房(2017)
(3) 山村翔，熊谷充敏，神谷和憲，倉上弘:“変化点検知を用いた新種スキャンの早期発見手法の検討”，Computer Security Symposium2017, pp.823-830 (2017)

IT 勉強会への学生参加を組み入れた情報系キャリア教育授業の試み

Trial of IT Career Education Course Linked to IT Study Group

山川 広人[*1]
Hiroto YAMAKAWA [*1]
[*1] 公立千歳科学技術大学 情報システム工学科
[*1]Information Systems Engineering, Chitose Institute of Science and Technology
Email: yamakawa@photon.chitose.ac.jp

あらまし：新たな IT 技術の進展や実用化は急速であり，この中で IT 人材を目指す学生が一歩進んだ成長を遂げるには，大学の授業内で取り扱う知識やスキルだけにとどまらず，IT 業界やその現場に関わる技術者の学習の場とも交流を図り，新たな知識・関心やスキルを深めていくことも重要と考えられる．本稿ではこの仮定のもと，IT エンジニアが実務や関心に関わる技術の情報共有を行う IT 勉強会と，大学の情報系キャリア教育授業の連係を試行した情報系キャリア教育授業の試みを報告する．
キーワード：プログラミング教育， IT 勉強会， IoT， プロトタイピング

1. はじめに

新たな IT 技術の進展や実用化は急速である．この中で，IT エンジニアが企業やコミュニティの主催による学習の場（IT 勉強会）に参加し，実務や関心に関わる新たな知識・スキルを習得する姿や，他のエンジニアと交流を図る姿がよくみられる．

大学の情報系課程では，学生の卒業後や進路先としての IT 業界を意識し，関心・発展的なスキルを身につける機会として，インターンシップは勿論，IT 業界の人材による講演[(1)]や，地域や社会の課題解決に取り組み，企業やプロの視点からの評価を得る PBL [(2)]などが進められている．本稿ではこうした取り組みに加え，学生が一般の IT 勉強会の場を活用し，新たな技術や IT エンジニアとの交流に接する機会を得ることで，教育課程の体系から一歩進んだ知識・関心を深められる可能性があると仮定し，情報系のキャリア教育授業に IT 勉強会への学生参加を組み入れた試みについて述べる．

2. 情報系キャリア教育授業の設計

試行には，ある大学のキャリア教育授業を用いる．この授業は学部 2 年生（学科を問わず）を対象とし，学生が自らの進路にむけて関心のある分野のテーマ課題を選び，7〜9 回の講義時間で取り組む．情報系のテーマ課題の内容は，近年の IT システム基盤として広がりを見せる Internet of Things（IoT）の技術体験である．これは，環境・生体のセンサーデータを Web 上で用いる IoT システムのプロトタイプの試作を通じて，学生が IoT の利点・難点，要素技術の基礎を体験的に学び，情報系の進路にむけた自らの学びの状況のふりかえりを狙うものである [(3)]．

上記の狙いの観点で，本稿では，学生が IT 勉強会で成果発表・聴講することを情報系テーマ課題に組み入れ，授業と IT 勉強会との接続を図った．これにより，①学生が IT 勉強会の参加者から成果物（IoT のプロトタイプ）に対しエンジニア視点での評価を受けられる効果，②他の参加者の発表を聴講し，課題内容や既存課程にとらわれない新たな知識・関心を得られる効果を狙った．連係する IT 勉強会には，IoT 分野の幅広い事例発表が対象の点，学生が参加できる地域で開催される点，アンケート調査の実施協力が可能な点で，IoTLT 札幌[(4)]を選択した．

発表にむけ試作を課す IoT プロトタイプには，はんだ付けの作業が不要な点，Web-API を通じたセンサーデータの取得が容易な点から Wio-Node[(5)]および Grove 規格のセンサーを用いた．その上で学生にも馴染み深い LINE アプリの Chat Bot やスマートスピーカーLINE Clova のスキルを通じ，ユーザーがセンサーデータを利用できることをプロトタイプの最低要件とした．Chat Bot と Clova スキルの開発には Java フレームワークを用い，担当教員が受講者の既存スキルのばらつきを考慮してスケルトンコードやドキュメントを用意した．以上の準備を踏まえ，授業は表 1 に示す授業計画（全 9 回の講義）で行い，作業時間の不足は授業時間外の課題として課した．

3. キャリア教育授業の試行と成果発表

表 1 に示した授業計画を 2018 年度 11 月〜1 月の期間に実施した．情報系テーマ課題の受講者は 9 名で，うち 3 名が情報系以外の学科から参加した．受講者が企画・試作したプロトタイプは「部屋環境測定ツール」「忘れ物防止ツール」「植物の世話の支援ツール」など，温度・湿度・人感・距離・ダストセンサーなどと Chatbot・Clova スキルを掛け合わせたものが挙げられた．受講者によるプロトタイプの企画例を図 1 に，開発風景を図 2 に示す．

受講者のうち 8 名は，2019 年 1 月に開催された IoTLT 札幌で成果物の発表を行った*．受講者と担当教員を除いた一般参加者は 11 名で，うち 1 名は図らずも他大学の学生であった．受講者は企画と試作

* 1 名は所用で欠席した．また 1 名はプロトタイプが未完成であったが，その原因や対策について発表を行った．

内容の概要・プロトタイプの動作時の映像・取り組みを通じた振り返りの 3 パートをスライドで発表し，参加者との質疑応答を行った．図 3 にこの風景を示す．参加者からは「プロトタイプはどの程度実用したか」「プロトタイプの利用からどんな効果が見えたか」など，試作に留まらない実践的な視点での発展を期待する質問やコメントがあった．受講者は他の参加者の IoT と関連技術の発表 (4 件) も聴講した．

4.　評価と考察

プロトタイプの試作では，あくまで担当教員の所感となるが，受講者はセンサーデータの取得や Chatbot・Clova の発信・応答が思い通りに実装できると特に喜び，改善・調整に主体的に挑戦する姿が見られた．また，スマートスピーカーが自発的に（勝手に）発言できない点など，試作を通じて技術上の制約に気づき，その理由を考える姿も見られた．これは受講者に身近な製品・技術を手がけるテーマであることで，より関心を持って取り組める効果や，技術上の気づきを得られる効果の現れと考えている．

IT 勉強会との連係では，勉強会後の学生アンケート（本学と他大学学生の計 9 名が回答）を行った。**「Q.地元の IT 系の社会人がどのような分野や技術に興味をもっているかわかった」**の設問には「よくあてはまる：5 名」「どちらかといえばあてはまる：4 名」と回答があった．**「Q. 発表や聴講によって新しく挑戦したいテーマや技術が見つかった」**の設問には「よくあてはまる：4 名」「どちらかといえばあてはまる：3 名」「どちらかといえばあてはまらない：1 名」「あまりあてはまらない：1 名」と回答があり，その内容には〈ブロックチェーン〉，〈Raspberry Pi〉，〈Node-RED〉などの，既存の授業課程では取り上げていない，一般参加者の発表に関連する項目が挙げられた．こうした回答から，学生の IT 勉強会の参加を活用し，IT 業界の現場目線からの評価を通じたふりかえりや，現場のエンジニアがフォーカスしている技術・事例を知ることは，授業課程の外にも目を向けた知識・関心が育まれる機会として期待できると考えている．

表 1 試行する情報系テーマ課題の授業計画

講義回	内容
1	ガイダンス・LINE ChatBot の開発体験
2	ChatBot でのセンサーデータ利用体験
3	LINE Clova スキルの開発体験
4	Clova スキルでのセンサーデータ利用体験
5	試作する IoT システムの企画
6〜8	プロトタイプの試作および発表準備
9	IoTLT 札幌での成果発表・聴講



図 1 受講者による企画イメージの例

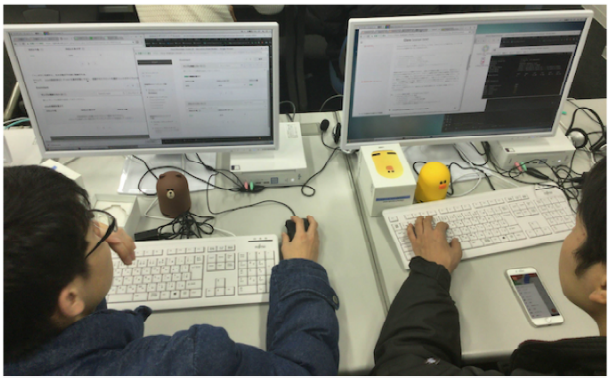


図 2 受講者の Clova スキル開発風景

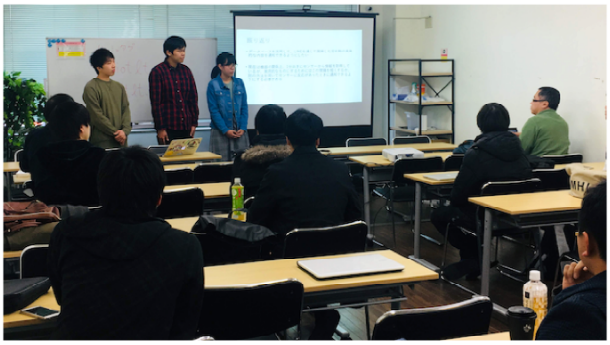


図 3 IT 勉強会での受講者の発表・質疑応答の風景

5.　おわりに

情報系のキャリア教育と IT 勉強会を連係した一事例として，情報系テーマ課題の中に IT 勉強会での発表と聴講を組み込んだキャリア教育授業の試みについて述べた．本試行を継続することで，定量的・定性的評価を得ていくことが今後の課題となる．なお，この試みは，地（知）の拠点大学による地方創生推進事業（COC+）「ものづくり・人材」が拓く「まち・ひと・しごとづくり」（代表校：室蘭工業大学）の一環での実施であることの謝辞を付す．

参考文献

(1) 山川広人，小松川浩:“情報系ロールモデルとなる外部講師の講演を通じた学生のキャリア形成の意識調査”，教育システム情報学会研究報告，Vol.32，No.6，pp.29-34（2018）
(2) enpit BizSysD × 国立大学法人室蘭工業大学，http://enpit2.muroran-it.ac.jp/（2019 年 6 月 12 日確認）
(3) 山川広人，小松川浩:“Web との連係を意識させる IoT プログラミング実習の提案”，教育システム情報学会研究報告 Vol32, No.2, pp.31-34 (2017)
(4) 【1/20@札幌】子ども・学生・社会人×札幌版 IoTLT！https://iotlt.connpass.com/event/112827/　(2019 年 6 月 12 日確認)
(5) Wio Node, http://wiki.seeed.cc/Wio_Node/ (2019 年 6 月 12 日確認)

学部 3 年通年必修 PBL 型授業の実践報告
－企業との連携教育を目指した一事例－

Practical report of PBL Class for 3rd Grade Undergraduates
- A Case for Academic Industrial Alliance -

加藤利康[*1]，卯木輝彦[*2]，後藤雅史[*1]，飯田椋太[*1]，窪川諄[*1]，高山太雅[*1]，中嶋大貴[*1]，高瀬浩史[*1]
Kato Toshiyasu[*1], Unoki Teruhiko[*2], Goto Masafumi[*1], Iida Ryouta[*1], Kubokawa Nozomi[*1], Takayama Taiga[*1], Nakajima Taiki[*1], Takase Hiroshi[*1]
[*1] 日本工業大学
[*1]Nippon Institute of Technology
[*2] フォトロン
[*2]Photron Limited
Email: katoto@nite.ac.jp

あらまし：近年，プロジェクト・ベースド・ラーニング（PBL）が学部教育においても取り入れられるようになってきた．本学情報工学科コンピュータ・ネットワークコースにおいても，2015 年度から学部 3 年通年必修 PBL 型授業を実施している．本授業では，学生約 60 名が 4 名程度のチームを結成しプロジェクトを遂行する．本論文では，2018 年度においてクライアントが企業のプロジェクトを取り上げ，その活動内容を報告する．
キーワード：PBL(Project-based learning)，連携教育，LRS(Learning Record Store)，実践報告

1. はじめに

近年, プロジェクト･ベースド･ラーニング（PBL）が大学院教育のみならず学部教育においても取り入れられるようになってきた[1,2]．日本工業大学 情報工学科コンピュータ・ネットワークコース（CN コース）においても，2015 年度から学部 3 年通年必修 PBL 型授業「システム設計開発・実習 I 及び II」を実施している[2]．本科目では，学生約 60 名が 4 名程度のチームを結成しプロジェクトを遂行する．

本科目には，学外，学内，教員提示のプロジェクトがある．学外のプロジェクトには，企業，教育機関，病院などがあり，このうちの企業は就職活動を意識する 3 年生にとって関心のあるクライアントである．学生の多様な関心やスキルレベルに対応するため，テーマの決定は学生の希望に基づく選択制をとっている．

クライアントが企業の場合，学生は積極的に授業に参加するため，教員と企業の振り返りは，企業との連携教育を目指す上で重要である．本論文では，2018 年度においてクライアントが企業のプロジェクトを取り上げ，その活動内容とプロジェクトを継続する上で明らかになった課題を報告する．

2. 「システム設計開発・実習」の概要

2.1 授業の目的・目標

「システム設計開発・実習 I 及び II」は，情報工学科の 3 年生を対象とした通年必修の学科専門科目である．例年，約 200 名の 3 年生のうち約 60 名が CN コースに配属される. 学生は本科目の I を 4 月から 7 月（春学期）に 14 回受講し，さらに，本科目の II を 9 月から 1 月（秋学期）に 14 回受講する．本科目は，週 3 コマ（1 コマ 100 分）の授業である．

本科目の目的は，情報システムの開発に必要なシステムの要件を分析し，設計・実現・評価する技術を PBL 形式の演習を通して身につけることである．また，本科目の目標は，クライアントが抱えている諸課題やクライアントから出された開発要望に対し，教員の指導のもと開発プロジェクトに関する計画を立て，遂行できるようになることである．

2.2 プロジェクト活動

CN コースの学生は，まず，4 名程度のチームを結成し，各チームが 1 つのプロジェクトテーマを選択する．それを 1 年かけて遂行することが，学生のプロジェクト活動である．

2018 年度の学外プロジェクトでは，企業のフォトロン[3]がクライアントとなり, 1 チーム 5 名がプロジェクト活動を行った．プロジェクトのテーマ名は「LRS サーバ構築」である．LRS(Learning Record Store)は，e ラーニングの学習活動を集約するデータストアシステムである[4]．このテーマは，事前に企業から要望を聞いて決めたものである．

3. LRS サーバ構築プロジェクトの活動

LRS サーバ構築プロジェクトの依頼内容は以下のとおりである．

(1) LRS サーバの構築
(2) Learning Locker のインストール手順書作成
　Leraning Locker は, LRS のソフトウェアである．
(3) LRS サーバの運用方法の確立
(4) 可視化 Web アプリの開発

可視化 Web アプリの開発は, プロジェクトの進度に合わせて内容を決めることにした．

チームが作成したプロジェクトの春学期の進捗，秋学期の進捗をそれぞれ図 1，図 2 に示す．クライアントとの打ち合わせは 2 回であり，春学期の 5 月と 7 月に行った．当初は秋学期も予定していたが，プロジェクトの進捗が思わしくなかったため，課題解決に注力した．なお，教員の立場は複数のプロジェクトを持つマネージャーとして，機材の提供や渉外を行うこととした．打ち合わせ以外の企業とのやり取りは，教員を介して行った．

プロジェクトの結果としては，依頼内容の(1), (2), (3)を終えて，(4)に取り掛かったところである．成果物は，7 月作成の Learning Locker のインストール手順書(25 ページ)および，半期ごとの活動報告書である．

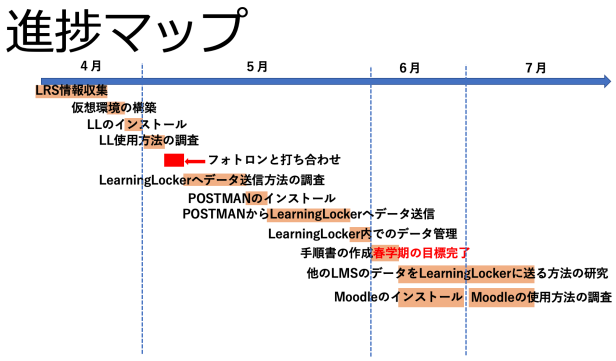


図 1 春学期のプロジェクトの進捗

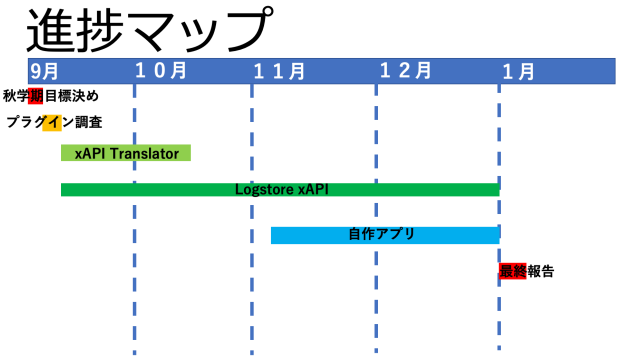


図 2 秋学期のプロジェクトの進捗

4. クライアント企業からの意見

通年のプロジェクト活動を終えたあと，クライアントから以下の意見があった．

- 「学生は任せれば，できる」ということが分かった．課題に対して主体的，積極的に取り組む姿勢に感銘を受けた．
- 学生の意欲が高い時期に，授業時間が限られていたことは残念であった．24 時間使用可能な学生室などがあれば，寝る間も惜しむ学生もいたのではないだろうか．有意義な経験になると思う．
- 長期のプロジェクトのため，学生を飽きさせないように短い周期で PDCA を回すなどの工夫が必要だったかもしれない．

5. プロジェクト活動の継続にむけた考察

今回のプロジェクト活動において，図 1 と図 2 では，項目の数と内容から進捗が大きく異なる．この理由としては，メンバーのモチベーション低下が考えられる．

メンバーのモチベーション低下に関して，大きく 2 つの要因があると考える．1 つ目は，クライアントからも意見のあった授業の頻度が週一回で，授業時間が限られていることである．知識を得る従来の授業とは異なり，あるタスクを問題解決していく PBL では，問題が発生したときに緩急がつけにくい．問題が発生していないときは，モチベーションが低下しないが，発生したときにはすぐにでも解決したくなる．週一回の授業時間では，解決しきれないことがある．メンバーの一人は，「徹夜してでも（この問題は）今日中に片付けたかった」と話していた．

2 つ目は，長期間，同じ問題が解決できなかったときである．図 2 の Logstore xAPI というタスクの期間は，実際に，問題解決に時間がかかり，「クライアントへ（新たに）見せるものがない」と，打ち合わせよりも作業を優先させたいとの学生の要望により，クライアントへの進捗報告は教員を介して行っていた．教員は情報提供やアドバイスを行っているが，PBL の目的・目標のため直接的な解決は行わない．依頼内容達成のために支障となる大きな問題に直面したときには，学生がクライアントとの打ち合わせを望んでいなくても一度クライアントと直接話をすることによって課題が解決する可能性があることを理解させる必要がある．

6. まとめ

本論文は，日本工業大学情報工学科の PBL 授業において，クライアントが企業のプロジェクト活動を取り上げ，その活動内容と企業の意見を含めた考察を報告した．プロジェクトの継続にあたり，通年授業による課題とモチベーション維持の課題が明らかになった．プロジェクトの進行に支障となる大きな問題が発生したときには，企業との打ち合わせが重要であり，学生のモチベーションを維持させるように教員が支援していく必要がある．

参考文献

(1) 三重大学: “PBL のススメ —三重大学生のための PBL 授業受講ガイド—”, http://www.hedc.mie-u.ac.jp/pdf/student_guide.pdf (2019/06/10 アクセス)
(2) 中村一博, 加藤利康, 勝間田仁, 高瀬浩史, 丹羽次郎: “学部 3 年通年必修 PBL 型授業の実践と分析”, 電気学会論文誌 C, Vol.138, No.7, pp.877-885 （2018）
(3) 株式会社フォトロン, https://www.photron.co.jp （2019/6/11 アクセス）
(4) Learning Record Store: “TinCanAPI.com.”, https://xapi.com/learning-record-store/ （2019/6/11 アクセス）

ワークショップ形式によるプログラミング教育実践
ーコーダー道場徳島へようこそ ー

A Workshop Based Programming Educational Practice
- Welcome to CoderDojo Tokushima -

谷岡 広樹[*1], 矢野 里奈[*2], 松浦 健二[*1], 佐野 雅彦[*1], 上田 哲史[*1]
Hiroki TANIOKA[*1], Rina Yano[*2], Kenji Matsuura[*1], Masahiro Sano[*1], Tetsushi Ueta[*1]
[*1] 徳島大学情報センター
[*1] Center for Administration of Information Technology, Tokushima University
[*2] 徳島大学理工学部理工学科
[*2] Faculty of Science and Technology, Department of Science and Technology, Tokushima University
Email: tanioka.hiroki@tokushima-u.ac.jp

あらまし：CoderDojo Tokushima は 2017 年 12 月から継続的に開催されている．CoderDojo は小学生〜高校生がプログラミングを学習する場としてアイルランドで生まれ，110 ヶ国，国内は 169 ヶ所で開催されている．参加者から参加費を徴収しないことを除いて，内容については主催者に委ねられているため，我々は，参加者の自主的な学習や情報交換の促進を重視し，ワークショップ形式を用いている．毎回のアンケートの統計情報からその効果と課題について述べる．
キーワード：ワークショップ，プログラミング教育，CoderDojo，アンケート分析

1. はじめに

2020 年から小学校において必須化されるプログラミング教育に先駆け，CoderDojo Tokushima[(1)]は 2017 年 12 月より定期的に開催されている．CoderDojo[(2)]は，小学生〜高校生を対象としてプログラミングを学習する場としてアイルランドで生まれ，世界 110 カ国，国内では 169 ヶ所で開催されている[(3)]. 参加者から参加費を徴収しないことを除くと，その内容については主催者に委ねられているため，各地でそれぞれ特色のあるプログラミングの場を提供している．CoderDojo Tokushima は，参加者の自主的な学習や情報交換の促進を重視し，ワークショップ形式で運営している．また，毎回のアンケートを通して，その効果を測り課題分析に用いる．

2. ワークショップの内容

ワークショップの流れについて説明する．CoderDojo Tokushima は, 各回 90 分で実施している．まず，10 分程度の時間で，その日のテーマを説明する．次にプログラミングの方法についての説明を 30 分程度のハンズオン形式で行う．その後，30 分程度は自由にプログラミングしてもらい，個別の質問に答える時間にあてる．最後の 20 分程度は，作品の発表などの時間としている．

2.1 テーマの説明

ワークショップの冒頭でその日のテーマを説明する．テーマは，季節や時事ネタを取り入れつつも，簡単かつ様々なプログラミングテクニックに触れることができることを配慮しつつ，参加者にとって身近な形式のゲームを題材にするよう心がけている．表 1 に，過去に取り組んだテーマと主に利用したテクニックの一覧を列挙する．


図 1 プログラミングの様子


図 2 プログラミング作品発表の様子

2.2 プログラミング

Scratch[(4)], Viscuit[(5)]等を用いたプログラミングの方法についてハンズオン形式で説明する（図 1）．その後，自由にプログラミングする時間を設ける．このとき，参加者同士のコミュニケーションの活性化を狙って，ワークショップ形式を取り入れている．

2.3 作品の発表

各自で作ったプログラミング作品について，発表時間を設けている（図 2）．発表によっても，参加者同士のコミュニケーションを促す．

表 1 プログラミングテーマと分析

開催	テーマ	参加数	担当	支援	中心	媒介	回答数	満足度	意欲
Vo.1	プログラミング入門	3	30	20	30	10	6	4.5	4.5
Vo.2	カードゲームを作る	17	30	20	30	10	7	5.0	5.0
Vo.3	カードゲームを作る	17	20	30	10	30	6	5.0	4.8
Vo.4	動く絵本	15	30	40	20	0	12	4.8	4.8
Vo.5	動く絵本をつくる！	15	20	40	10	20	9	4.8	4.8
Vo.6	横スクロールゲーム	11	30	20	20	20	14	4.9	4.9
Vo.7	横スクロールゲーム	9	20	30	10	30	10	5.0	4.8
Vo.8	自動運転プログラム	12	30	20	30	10	9	5.0	5.0
Vo.9	もっと自動運転	11	30	0	50	10	6	5.0	5.0
Vo.10	楽器を作る	11	30	20	30	10	11	4.6	4.6
Vo.11	オリジナルの音を使う	12	20	30	30	10	10	5.0	5.0
Vo.12	ボードゲーム	13	30	20	30	10	11	5.0	4.8
Vo.13	ボードゲーム	15	20	30	30	10	4	5.0	5.0
Vo.14	タイピング	10	10	0	60	20	3	5.0	5.0
Vo.15	作品作りと発表練習	11	20	30	10	30	6	4.8	4.7
Vo.16	作品作りと発表練習	8	30	20	30	10	6	5.0	5.0
Vo.17	アドベンチャーゲーム	7	40	10	30	10	2	5.0	5.0

*F が 2LO に関わるパターンで，担当はグループの担当者，支援は個別の支援者，中心は話題の中心となり，媒介は媒介する立場．
*担当・支援・中心・媒介はその役割を行った時間配分[分]，参加数は申込数，アンケート結果は 5 段階評価の平均．

3. ワークショップの分析

ワークショップの内容とその効果について分析を行う．CoderDojo Tokushima 主催のイベントは，夏休みや冬休みのワークショップや小学校と連携した授業[6][7]も含めると，年間 30 回以上であるが，本稿の分析対象は，ほぼ同じスタイルで実施した徳島大学開催分とする．分析には著者の内省（ふりかえり）と参加者のアンケートに基づく統計データを用いる．

3.1 F2LO モデルによる分析

ワークショップ内での参加者の様子を分析する方法として F2LO モデル[8]を用いる．F は筆者を含むファシリテーター，2L は親子，兄弟，子ども同士，O はテーマやパソコンそのものである．F2LO モデルでは，F が 2LO に関わる役割のパターン「担当・支援・中心・媒介」について，ワークショップ内の時間配分を内省によって分類する．

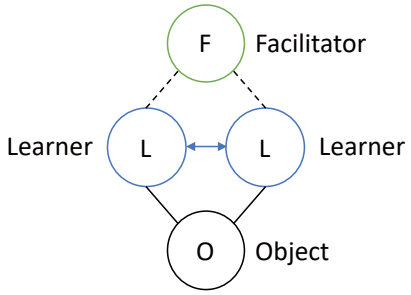


図 4 F2LO モデル

3.2 参加者アンケート

参加者へのアンケートは，ワークショップの実施後に行った．各回での参加者の満足度や今後の意欲について，役割を筆者の記憶と内省に基づく分類と合わせて表 1 にまとめる．

4. おわりに

CoderDojo Tokushima について説明し，F2LO モデルによる分類，アンケート結果の満足度や意欲との関係を探った結果，「中心」の役割によって満足度と意欲が高まる傾向があることがわかった．今後は，ワークショップ形式の学習効果やプログラミング教育の教育効果についての詳細な分析や，F2LO モデルの客観的な観測方法の開発が課題である．

参考文献

(1) CoderDojo Tokushima: “CoderDojo Tokushima”, https://cdtokushima.github.io/open/ [参照日 2019 年 6 月 17 日]
(2) CoderDojo Foundation: “CoderDojo”, https://coderdojo.com/about/ [参照日 2019 年 6 月 17 日]
(3) Sheridan, I. and Goggin, D. and O' Sullivan, L.: “EXPLORATION OF LEARNING GAINED THROUGH CODERDOJO CODING ACTIVITIES”, 10th International Technology, Education and Development Conference, INTED2016 Proceedings, IATED, Valencia, Spain, pp. 6541-6548（2016）
(4) MIT メディアラボ:“スクラッチについて”, https://scratch.mit.edu/about/ [参照日 2019 年 6 月 17 日]
(5) 合同会社デジタルポケット: “ビスケット”, http://www.viscuit.com/ [参照日 2019 年 6 月 17 日]
(6) 堀川富美, 森祐大, 谷岡広樹:“ CoderDojo との連携で無理のないプログラミング教育を ： 徳島県徳島市立北井上小学校・CoderDojo Tokushima (新学習指導要領時代の間違えないプログラミング教育) -- (プログラミング教育に外部連携を生かす)”, 総合教育技術, 小学館, Vol.73, No.11, pp.84-87（2018）
(7) 堀田龍也:“学校リーダーのための間違えない ICT 実践編 (第 36 回)外部人材活用によるプログラミング授業（上）”, 総合教育技術, 小学館, Vol.74, No.2, pp.60-63（2019）
(8) 植村朋弘, 刑部育子, 戸田真志, 高木光太郎:“ ワークショップにおける学びの観察記録ツールに関するデザイン開発”, 日本認知科学会第 29 回大会（2012）

対話型コミュニケーションにおける意識変化の調査手法に関する考察２

A study on survey method of changes of interest in the field of Interactive Communication 2

藤平　昌寿[*1]
Masatoshi FUJIHIRA[*1]
[*1] 帝京大学, [*2] 放送大学大学院
[*1]Teikyo University, [*2]The School of Graduate Studies, The Open University of Japan
Email: fujipon@riko.teikyo-u.ac.jp

あらまし：**前稿では**，対話型コミュニケーションにおける内在的思考の変化（参加者それぞれの内面での関心・興味等の変化）の調査手法についての考察を行った．本稿では趣向を変え，哲学対話・哲学カフェなどの哲学的対話を通したコミュニケーションについて，事例を通して考察してみる．
キーワード：**対話**，哲学，コミュニケーション支援，協調学習，グループ学習

1.　はじめに

対話型コミュニケーションは，複数の参加者が，発話などの表出行動により相互に伝達を行いながら，知見を得たり，新たな発想を創出したりするコミュニケーションである．

その大半は，発話や身振りなどの表出行動により進められる一方，各参加者の内面では様々な気付きや発想，思考などが，コミュニケーション中で常時発生していると考えられ，前稿ではそれを内在的思考と称した．

この内在的思考は，発話等の表出活動が無い限り，他人に伝わることはほぼ無いが，参加者自身にとってはコミュニケーション活動の成果として少なからず寄与していると考えられ，前稿では，これを外在化する手法としての関心変化調査について言及した[(1)]．

本稿ではやや趣向を変え，対話型コミュニケーション一つである哲学対話や哲学カフェといった哲学的アプローチによる対話から導かれる事例を基に，内在的思考の変化を解く糸口を探ってみたい．

2.　哲学対話・哲学カフェ

哲学対話の代表的な例として取り上げられるのが、リップマンによる「子どものための哲学(Philosophy for Children, P4C)」である．学校の教育現場において哲学的な対話を行うことにより，子どもたち一人一人が「自分自身で考える力」を身に着け、全体を探求の共同体へと導こうとする活動である．

哲学カフェは，市民を対象とした哲学的な対話の場であり，ソーテによりフランス・パリで開始されたものである．筆者は，大人や親子などを対象としたカフェへの参加経験がある．

3.　哲学対話による事例

土屋(2013)によると，“リップマンは，子どもの哲学における哲学対話の特徴を，対話の前進可能性に求めている．”と述べており，哲学上の前進を「無知への気づき」ととらえる「無知モデル」を提唱している[(2)]．

一方，本間(2005)は，オスカル・ブレニフィエ氏による哲学アトリエでの事例を取り上げており，発言された内容について執拗なまでに確認作業を行うという事例がある[(3)]．これは，たとえ子供であろうと，発話された言葉の真偽を参加者全員の前で明らかにする試みであり，その事実が他に参加者にとってもニュートラルであるという裏付けを取っているともいえる．

森本(2013)は，自身が進行役を務める哲学カフェの中で，カフェ参加者から「話のかみ合わなさ」を訴える感想を基に，「話のかみ合わなさ」をテーマとしたカフェの開催や，高齢者のセーフティーネットとしてのカフェの存在，会話中の沈黙にも意義をあることなどを報告している[(4)]．

4.　分析

土屋が述べている哲学的前進は，まさに対話の成果を示す一つの指標とも言える．リップマンは，哲学対話が「議論の導くところへついていく」ことによって，コミュニティの中で自律的・自己修正的に進展しているとき，その対話は哲学的に前進している，と表現しており，この中には外在的な発言や行動だけでなく，内在的思考をも時に包含しながら，前進していることを示唆していると考えられる．一方で土屋は，ゴールディングが対話の哲学的前進に関するリップマンの見解をベースに哲学探求の問題解決モデルを提唱しているが，これは哲学上の前進を「われわれの概念や世界のとらえ方の洗練」ととらえる「洗練モデル」であり，子ども哲学の中ではこのモデルでは説明できないものがあると主張している．そのきっかけが「無知への気づき」であり，無知モデルとして提唱している根拠となっている．筆者も親子哲学対話などで，世代間常識のギャップをあらわにされる場面に何度か遭遇しており，それは内在的に無知モデルを実感する場面でもあった．

本間によるブレニフィエ氏の事例は，筆者が触れてきた哲学対話とはおよそかけ離れた印象を持つ事例ではあったが,対話における他者の外在的行動（発言・行動など）が自身の内在的思考に大なり小なり影響を及ぼすとするならば，その外在的行動に対して,極力客観的な意味付けを行うことによってのみ,ニュートラルな対話が継続できるものであり，参加者が発言などを行う際に「よく考える」プロセスを更に要求することから，逆に，場における外在的行動への信頼感や前進が期待できるものとなる．

森本の報告例からは，例えば，話のかみ合わなさをテーマに取り上げることにより，対話への安心感を醸成し，参加意欲を維持することが示唆されている．普段は積極的に活動していない高齢者が哲学カフェの時だけ若い頃と同様に活発に参加する例や沈黙にも意義がある例からも，対話の場への信頼感・安心感につながっていることが読み取れる．

5. 考察

これらの事例から共通する点としては,「中立性」「知的安心感」「よく考える」「無知や他者との違いへの気づき」が挙げられる．

中立性は，その場の参加者全員が年齢や立場などを超えて，1 人の人間としての集まりであることを指す．リップマンの提唱する「議論の導くところへついていく」ことや，ブレニフィエ氏の外在的意味付けを繰り返すこと，森本の話のかみ合わなさカフェの実施などは，中立性を担保するための諸作業の一つであろう．

中立性が担保されることにより,（一定のルール内にて）何を言っても良いという知的安心感も同時に醸成されていく．これは，沈黙を認めることや同意圧力などを認めないこと，集団としての結論を求めないこと，他者への否定などを認めないことなどによっても担保されるものである．

知的安心感は，対話の場の中では何を言っても良いという安心感を醸成するとともに，出てくる言葉などに主観的要素が極力排除されていけば,より「考えて」発言することが求められる．その視座においては，リップマンの原則とブレニフィエ氏の手法とはアプローチが異なるだけで，目標は同じ方向を向いているとも考えられる．

そして，これらの場が設定された上で行われる哲学的対話においては，知っていると思っていたことが実は知らなかった（=違う世界を知った，世界が広がった）ということや，他者と自身との違いを認知する場面が，対話中に何度も起こり得る．筆者も実際にそういう場面が何度もあった．そのほとんどは内在的に起こると考えられる．何故ならば，外在化するためには「よく考える」ことが必要であり，また、集団としての結論を求める必要が無いからでもある．

6. まとめ

前稿で筆者が述べたような対話中の意識変化の調査手法は，哲学対話のような場では比較的導入の可能性が高いのではないかと考えられる．熟考や沈黙が認められ，自問を継続しているコミュニケーションであるからである．

引き続き、対話型コミュニケーション中の思考変化について，考察を進めていきたい．

参考文献

(1)　藤平昌寿，“対話型コミュニケーションにおける意識変化の調査手法に関する考察”，教育システム情報学会第 43 回全国大会論文集，pp169-170，2018
(2)　土屋陽介：子どもの哲学における対話の「哲学的前進」について，立教大学教育学科研究年報，Vol.56, pp77-90, 2013
(3)　本間直樹：対話を演ずる「子どものための哲学」二つの実践，臨床哲学, Vol.6, pp41-54, 2005
(4)　森本誠一：公共的対話としての哲学カフェ．Humanitas, pp35-46, 2013

研究ミーティングを起点とした認知活動の内化を促す学びの検討

Promoting Internalization of Cognitive Activities through Research Meeting

大野 寛季[*1], 林 佑樹[*1], 瀬田 和久[*1]
Hiroki ONO[*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科学研究科
[*1]Graduate School of Humanities and Sustainable System Sciences, Osaka Prefecture University
Email: ono@ksm.kis.osakafu-u.ac.jp

あらまし：あらゆる学びの場において，学習者は自身に不足している思考方略を認識し，これを獲得するスキルは重要である．本研究では研究ミーティングにおける指導者の指摘をこのスキルを養う刺激と捉え，指摘産出に至る思考プロセスの理路を振り返りで吟味させ，指導者が発揮した思考方略への気づきを与えることを考える．このような学びの実現に向けて，本稿では先行研究を活用した指摘の概念化支援システムを検討する．

キーワード：研究ミーティング，認知活動の内化支援，概念化，指摘

1. はじめに

学術研究ミーティングの場（以下，研究 MT）は，認知活動を学ぶ格好の場である．学習者が十分に吟味して準備したと考える研究資料であっても，指導者から多くの指摘を受けることがあり，それはメタ認知的学びの格好の契機となるからである．しかしながら，多くの学習者にとっては指摘内容の理解が目下の課題となり，そのような学びに至ることが困難である．すなわち，なぜ指導者はその指摘に至ったのかに意識が向きにくい問題がある．

例えば「提案システムにおける学習者の入力内容に合意を得る」ことを目的とした研究 MT において，指導者から「その入力内容は学習者の学び（学習目標）の観点から捉えて合理的か？」と指摘を受け，新たに提案された代替案を解として無批判的に受け入れてしまうことがある．このような指摘の産出プロセスを内省し，以降の研究活動（思考活動）へと活かしていくことは重要である．一方で，議論時にその指摘に至る理路が必ずしも明示的に語られるとは限らず，指導者の指摘を起点として，自身が整理した提案内容に至る理路の不備を同定し，このような思考プロセスそのものを思考方略として概念化して内化していくことは容易ではない．

本研究では，研究 MT での指摘を思考方略の学びの機会と捉えた指摘の概念化支援システムの開発を目的とする．この実現にアプローチするために，議論の振り返り活動として学習者の理路が表出された研究資料を再構成させ，この修正活動において指摘の概念化を促す刺激を提示する仕組みを検討する．

2. 要件とアプローチ

2.1 指摘からの思考方略の概念化支援の要件

受けた指摘を材料に思考方略の概念化を促すためには，指摘を起点とした学習者の理路の不備の同定とその不備への気づきによる思考方略の獲得を促すための刺激が必要である．この活動を有意味なものとするためには，議論前に自己内対話を十分に繰り返して学習者自身の理路を整理することが求められる．研究 MT においては，それでもなお，指導者により不備や矛盾が指摘されることがあり，この指摘を起点として自身の理路形成の不備を捉え，指導者の理路を推論しながら思考方略を学ぶ必要がある．

このような思考方略獲得を目掛けた振り返り活動を促進するために，以下の 3 要件を掲げる．

要件 1：議論前に十分な自己内対話を促す仕組み
要件 2：自身が研究 MT に向けて整理した理路を振り返ることができる仕組み
要件 3：指摘から思考方略の概念化を促す仕組み

2.2 研究 MT を機会とした認知活動の学習プロセス

上述の要件を満たす学習活動を検討するために，研究室で開発を進めている先行システムを活用する．図 1 に先行研究と本研究の位置付けを示す．

要件 1（議論前の十分な自己内対話）を促すために，まず，日常の研究活動において学習者自身の思考内容を思考整理支援システム [(1)] で整理させる．本システムでは，研究遂行における思考方略の概念が研究活動オントロジーとして規定されており，学習者の思考活動に応じて考えるべき「問い」として提示される仕組みを備えている．これを刺激として自己内対話を洗練できる（図 1①）．また，思考整理支援システムの操作ログに基づいたリフレクション活動を振り返り支援システム [(2)] を通じて実践させる（図 1②）．そして，要件 2 を満たすために，自己内対話支援システム [(3)] を用いることにより，研究 MT の準備に向けて①で整理した理路を MT 資料として表出する活動に取り組ませる（図 1③）．

本研究では，さらに，要件 3 の充足のために指摘の概念化を促す仕組みを検討する（図 1 赤字箇所）．学習者は，研究 MT で受けた指摘を元に MT 資料の再構成を通じた理路の修正を①で行う．この修正活動から，思考方略の学びを意識の俎上に載せる機会をシステムが検知し，この思考方略の概念化を促す機会を与えることを考える．

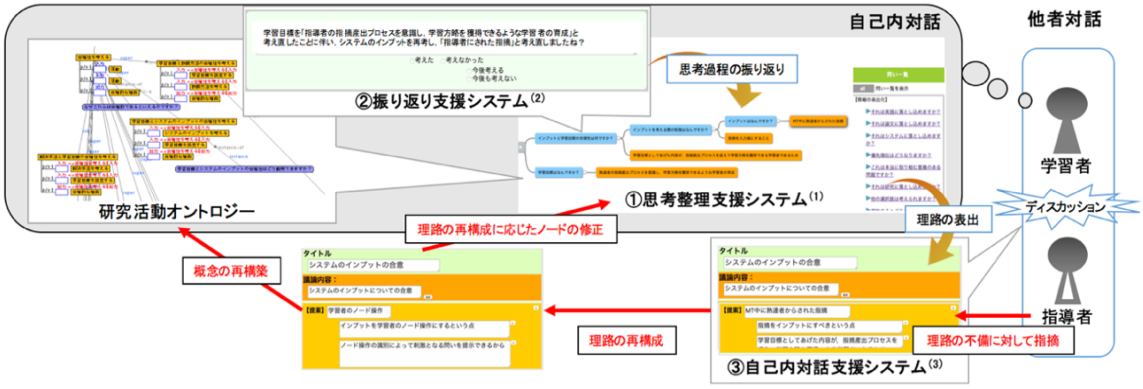


図 1　先行研究と本研究の位置付け

3.　指摘の概念化支援の検討

2.2 節で述べた指摘の概念化を促す状況として，(1)学習者が思考方略の重要性の認識に至っていない状況，(2)思考方略を認知できていない状況を想定する．以下，各状況に応じた支援手法を検討する．

3.1 思考方略適用の条件付けを促す仕組み

振り返り支援システム（図 1②）では，学習者が思考整理支援システム上に表出する思考活動ログ及び研究活動オントロジーに基づき，遂行すべきと判断された思考活動の内省を促す機能を有する．学習者は，システムが提示した活動を実践するかを選択(今後考える／今後も考えない)することにより，これを明示的に意思決定する．ここで，研究 MT において指摘された内容が「今後も考えない」と判断を下していた状況は，学習者が思考方略を行使すべき状況で重要性を認識できていなかったと検知できる．

図 2①は，振り返り支援システムで「学習者の入力内容と学習目標の合理性を考えましたか？」という問いかけを重要視せず，「今後も考えない」と意思決定していた状況である．そのような判断をした学習者が研究 MT での指摘を起点に，MT 資料中の「入力内容」に関する事項を再構成したことをトリガに（図 1 ③），「学習目標との合理性を考える」思考方略の重要性を改めて吟味させ，これを適用する条件付けを促す刺激を提示する．

3.2 新たな思考方略の概念化を促す仕組み

思考方略概念が研究活動オントロジーに規定されていない場合，思考整理／振り返り支援システムの問いかけとして，これを陽に意識する契機を与えることができない．このような思考方略の内化に主体的に取り組み，概念化を促すために，研究 MT での指摘を MT 資料の再構成活動を通じて掘り下げ，自身が整理した理路の不備を修繕するために必要となる思考方略を概念化させる．この際，システムは概念化しようとする思考方略の内容に踏み込んだ積極的支援には至れないが，既に定義されている思考方略概念と比較，吟味することで自己内対話が活性化されると考えている．そして，このように学習者が概念化して捉えた思考方略に関する高次のレベルの

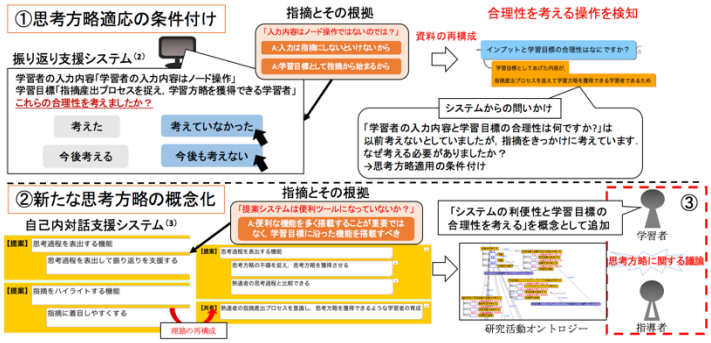


図 2　指摘の概念化を促す刺激

議論（図 2③）が発現されることが特に意味のあることであると考えている．ここで産出された思考方略概念を研究活動オントロジーに組み込むことにより，以後の思考整理／振り返り支援システムの刺激（問い）として参照されることにもなる．

図 2②は，「学習支援システムは便利ツールになっていないか？」という指摘を内省し，「学習者にとってのシステムの利便性と学習目標に対する合理性を考える」という思考方略を概念化した状況である．学習者は指摘内容を起点とし，多くの利便性ある機能を組み込むことが学習者の学びにおいて重要だ，という自身が考えていた理路の不備に気づき，「利便性ある機能を検討する際には，それが学習目標に沿った機能であるかどうかを吟味すべきである」と認識し，新たな思考方略として概念化している．

4.　まとめと今後の課題

本稿では，指摘と指摘産出プロセスを意識することで，認知活動の内化を促す学びを支援するシステムを検討した．今後の課題として，本稿で検討した概念化支援機能を備えるシステムを実装し，初期実験を行う必要がある．

参考文献

(1) Mori, N., Hayashi, Y., and Seta, K.: “Ontology Based Thought Organization Support System to Prompt Readiness of Intention Sharing and Its Long-term Practice, The Journal of Information and Systems in Education”, 18(1), pp.27-39（2019）
(2) 吉岡茉里子，林佑樹，瀬田和久：“ill-defined な問題解決プロセスのリフレクション支援システム”，人工知能学会 第 85 回 先進的学習科学と工学研究会, pp.31-36（2019）
(3) 松岡知希，林佑樹，瀬田和久：“省察的思考と研究資料作成の往還による自己内対話支援システム”，教育システム情報学会特集論文研究会, JSiSE Research Report, 第 33 巻, 第 7 号, pp.37-42（2019）

ダイアローグに対して内受容感覚の果たす役割とセキュアベース

Secure base and the role of interoception for dialogue

山川　修[*1]
Osamu YAMAKAWA[*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
Email: yamakawa@fpu.ac.jp

あらまし：ダイアローグ（対話）の機能として，内省，信頼，意味の３つがあるというモデルを昨年のJSiSE の全国大会で提案した．このうち，内省の機能に関係するものとして，内受容感覚があるのではないかと考えている．つまり，内受容感覚を正確に受容することにより，内省が促進されるということである．本発表では，なぜ内省に内受容感覚が関係しているかを，その生理学的，神経科学的研究を基礎に考察する．さらに，内省，信頼，意味の元にあるセキュアベースと内受容感覚との関係についても考察する．
キーワード：ダイアローグ，セキュアベース，ポリヴェーガル理論，内受容感覚

1.　はじめに

2018 年度の JSiSE の全国大会において，ダイアローグは，「内省」，「信頼」，「意味」の３つを創り出す機能があるというモデルを提案した(1)．今回，その考察をさらに進め，その３つの機能のもとに「安心（セキュアベース）」という共通項があり，内省という機能に関しては，内受容感覚と関係が深いのではないかという仮説にたどり着いた．以下，内省と内受容感覚の関係性，およびその基礎になるセキュアベースに関して解説する．

2.　セキュアベース

セキュアベースとは，Bowlby が提唱したアタッチメント理論(2)の中で，核になる概念として提案されているものである．アタッチメント理論は，人が他の人と交わる態度がどのように形成されたか対して，心理社会的に説明する理論である．また，セキュアベースは，近くにいて必要なときに助けてくれることを期待する人であるが，それは結果的に探索や挑戦的な行動を促進する．アタッチメント理論によると，セキュアベースがあるという感覚が，主体性，好奇心，挑戦，レジリエンス等につながっていくと考えられている．

Bowlby が想定したセキュアベースはあくまでも人であったが，それを拡張して，セキュアベースを人だけでなく，目標等もセキュアベースになると考える人たちも存在する(3)．この中で，セキュアベースは，「守られているという感覚と安心感を与え，思いやりを示すと同時に，ものごとに挑み，冒険し，リスクをとり，挑戦を求める意欲とエネルギーの源となる，人物，場所，あるいは目標や目的」と定義されている．また，自分自身が自分のセキュアベースになることも想定されている．瞑想等で心の平安が得られることは良く知られているが，これは瞑想により自分自身の中にセキュアベースが創られているといえるだろう．また，内省によっても同様の効果が期待できるのではないかと考えている．

3.　セキュアベースと 3 機能との関係

Bowlby は，もともと人に対する信頼感からセキュアベースが形成されるとしていた．それを拡張して，人生の目的や意味，瞑想や内省によってもセキュアベースが形成されうると考えると，ダイアローグが創り出す「内省」，「信頼」，「意味」の３機能は，最終的には個人の中にセキュアベースを創ると考えることもできる．それを図解化したのが，図１である．

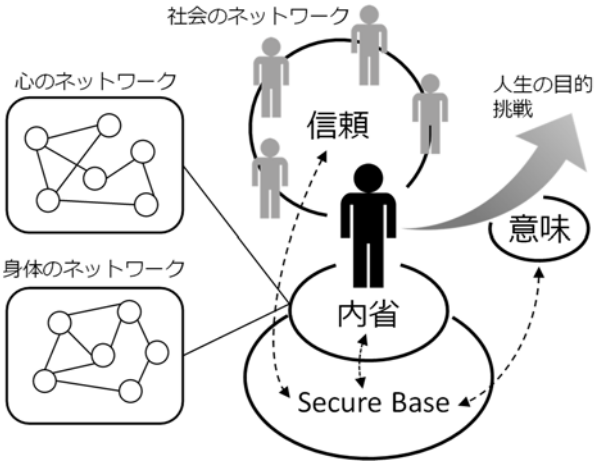


図１　内省，信頼，意味とセキュアベースの関係

社会のネットワークの中での信頼関係がセキュアベースを形成するのはアタッチメント理論が教える通りだが，セキュアベースが存在することにより信頼関係が築きやすくなることもまた自然である．これと同様に，内省や意味に関しても，セキュアベースの原因であり結果でもあると考えることができる．

この点を図１中では，双方向の矢印として表現している．内省に関しては，従来は，メンタルモデル（心のネットワーク）のみを対象として想定していた．しかし，身体感覚の認知がセキュアベース形成に関わっているのではないかという仮説のもと，図１では，内省が心と身体の双方のネットワークに及ぶのではないかと仮定した．この点に関しては，次節以降で考察する．

4.　内受容感覚と感情

身体感覚には，外受容感覚（exteroception），固有感覚（proprioception），内受容感覚（interoception）という 3 つの区分がある．外受容感覚とはいわゆる五感と呼ばれているものであり，外界の変化を私たちに知らせる感覚である．固有感覚とは姿勢に関する感覚であり，筋肉や骨格にある感覚器や三半規管などが関与する．内受容感覚とは主に内蔵の状態に関する感覚で，心拍や血圧，それに呼吸の変化の受容にも関係する．

そして，解剖学および fMRI の知見により知られている内受容感覚（固有感覚も含む場合がある）のための神経基盤（島皮質など）は，私たちの感情を受容する際に働いている箇所をかなりの部分で重なりがあることが分かってきている(4)．つまり，内受容感覚により身体の内部を参照することが，主観的に感情を経験するということと，密接に結びついている可能性がある．

5.　ポリヴェーガル理論

ポリヴェーガル理論(5)は，我々が安全ではないと感じた時に，自律神経系がどのように働くかを解明している．一般には自律神経系には交感神経と副交感神経があると教えられているが，ポリヴェーガル理論が明らかにしたところによると，自律神経系には以下の３つのサブシステムがある（図２）．

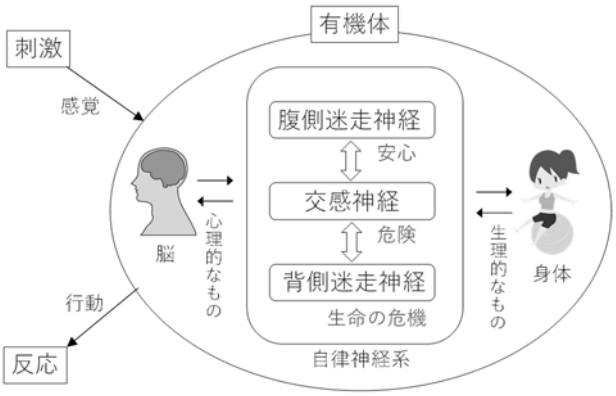


図２　３つの自律神経系

(1)無髄の迷走神経回路で，横隔膜より下の内臓の迷走神経制御を行っているもの（背側迷走神経），(2)有髄の迷走神経回路で，横隔膜より上の臓器の迷走神経制御を行っているもの（腹側迷走神経），(3)交換神経系．ここで(2)は従来の副交感神経に相当するものだが，(1)は，Porges のことばで言うと「不動化」をもたらすものであり，俗にいう「固まる」という現象を引き起こすものである．我々は安全だと感じているときには，(2)の神経系が活性化され，社会的な交流ができるようになる（社会化）が，そうでない場合，まず(3)が活性化され「闘争」か「逃走」の反応が引き起こされ（可動化），それもかなわぬ場合，(1)による「不動化」が引き起こされるとされる．

この３つの自律神経が「社会化」「可動化」「不動化」と切り替わるのは neuroception という無意識での受容により，その環境が「安全」，「危険」「生命の危機」と判断されることによるという．neuroception の具体的な中身はまだ特定されていないが，内受容感覚がそこに関与している可能性は大きい．

6.　ダイアローグと内受容感覚

今までの論考では，ダイアローグの一機能としての内省は，心のネットワークに焦点をあててきた．しかし，これまで見てきたように，感情と内受容感覚が密接に関係しているとしたら，内省で心のネットワークを観察するだけでは不十分で，身体のネットワーク（身体からの情報）を観察し，受容することが重要となるだろう．

内省により，セキュアベースが創られる場合，心のネットワークの観察だけでなく，身体のネットワークの観察も重要になる．また，ポリヴェーガル理論が指摘するように neuroception により自律神経が，「安心」「危険」「生命の危機」モードに自動的に切り替わり，その一部を内受容感覚が担っているとしたら，そこを無意識的に働かせるのではなく，内受容感覚を自覚的に受容することにより，自律神経の切り替えも，ある程度，意図的に行うことができるようになるかもしれない．

7.　まとめ

ダイアローグの３つの機能の元にセキュアベースがあるというモデルを示した．そして，セキュアベースを創る上で，内受容感覚が重要になる可能性を指摘した．今後，ダイアローグに対する内受容感覚の役割をこのモデルに沿って実証的に検証を行う．

参考文献

(1) 山川修，「自律的学習者育成のために必要なダイアローグの機能は何か 」，第 43 回教育システム情報学会全国大会予稿集，pp.229-230，（2018）．
(2) Bowlby,L,　Attachment & Loss: Vol.1. Attachment. New York: Basic Books,(1969).
(3) Kohlrieser, G. et.al. Care to Dare, John Wiley & Sons, (2012).
(4) 寺澤悠理，梅田聡，「内受容感覚と感情をつなぐ心理・神経メカニズム」Japanese Psychological Review, Vol.57, No.1, pp.49-66, (2014).
(5) Porges, S.W. The Polyvagal Theory : Neurophysiological Foundation of Emotions, Attachment, Communication and Self-Regulation, Norton series on interpersonal neurobiology, New York, (2011).

研究授業レビュー支援システムのための電子化学習指導案の開発

Development of Computerized Learning Instruction Plan for Research Class Review Support System

梶谷 拓実，岡本 竜，三好 康夫
Takumi Kajitani, Ryo Okamoto, Yasuo Miyoshi
高知大学 理工学部
Faculty of Science and Technology, Kochi University
Email: kajitani@is.kochi-u.ac.jp

あらまし：近年，中山間地域における学校では，過疎化による著しい生徒数の減少に伴う教員不足が問題となっている．本研究では，教員不足に起因する教師教育としての研究授業の問題解決に向けての研究授業を対象としたレビュー支援システム実現を目指し，レビュー支援システムの中心となる電子化学習指導案を中心とした実現方法の検討と試作を行なっている．本稿では研究授業レビューシステム，および，開発中の電子化学習指導案について述べる．
キーワード：教師教育，中山間地域，遠隔合同授業，学習指導案，ピアレビュー支援，授業研究

1. はじめに

現在，高知県では著しい過疎化により，中山間地域での高等学校の存続が困難になっており，今後 10 年間で県立高等学校 37 校のうち約 3 分の 1 にあたる 13 校が「1 学年 1 クラス 20 名以上」を条件として，特例により維持される小規模校となることが予想されている．そこで高知県教育委員会は，遠隔合同授業の導入による対策を実施している．また高知県では教員の大量退職・採用の時期を迎え，若年教員の早期指導力向上が求められており，小規模校であることに起因する教師教育の問題がより顕著になることも予想される．そこで，著者らは教師教育としての研究授業に着目し，遠隔合同授業を含む研究授業を対象として，これを遠隔非同期により実施する研究授業レビュー支援環境の実現を目指している．

2. 小規模校における研究授業の現状

本研究では，一昨年に小規模校における教師教育に関する現状把握を目的に，県教育委員会の協力のもと高知県立高校教員 127 名を対象とした研究授業に関するアンケート調査を行った．本調査により，ベテラン教員と若年教員の双方が研究授業により約 94.2%の教員が指導力向上を感じていることが示された．これは検討会の際に，学内外の教員や，指導主事による[(1)]様々な指摘などによる教師教育の成果であると考えられる．しかし，研究授業は通常授業や校務と並行して実施されるため，見学者は自身のクラスに自習などを課して参観するなどの苦労も多いことも分かった．

図 1 は本年度，筆者の一人が教育実習先の高等学校で研究授業を行なった際の参加状況をまとめたものである．所属する教員数 46 名のうち，授業を見学できたのは 7 名（15.2%）で，そのうち検討会にまで参加した教員は 4 名（8.7%）と少数であり，実質，検討会で意見を頂けなかった教員は 42 名（91.3%）という状況であった．また，さらに研究授業の実施状況について聞き取りを行なったところ，中山間地域に存在する高校には指導主事を招くことができない，参加教員数の少なさなど教師教育における格差も生じていることなども明らかになった．

以上の調査より，本研究では教師教育の観点から研究授業の有効性を高める工夫が必要だと考えた．

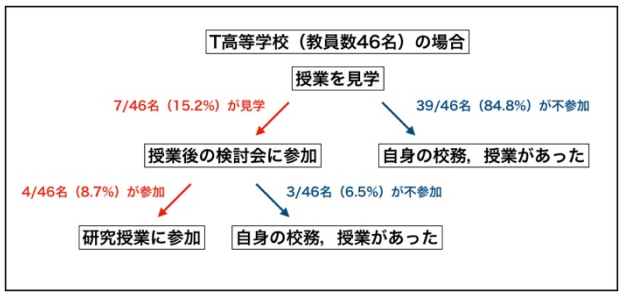


図 1 研究授業への参加状況の実例

3. 研究授業レビュー支援環境

本研究では，前章で述べた調査結果を踏まえ，新しい教育方法の導入による教員への負荷軽減も考慮の上，小規模校における教師教育の質的向上を目指した，研究授業を対象としたピアレビュー支援システムの構築に取り組んでいる．本支援システムでは，授業者が電子的に作成した学習指導案を用いて研究授業を行い，参観者はノート PC やタブレット上でレビュー用に開発する専用アプリケーションを用いてアノテーション作成を行うことでレビューを実施する．授業の様子は複数のカメラで収録され，授業後の検討会でレビュー結果と合わせて利用すると共に，授業後もサーバから配信を行うことにより授業を再現し，遠隔地から非同期的に研究授業に参加して，オンライン上での検討会も実施する予定である．

4. 電子化学習指導案

研究授業では．見学者に授業が行われるクラスの状況や授業の構築方法を伝えるため，学習指導案が

配布される．見学者は授業の様子を観察しながら，学習指導案に検討会の際にする指摘などを書き込むため，研究授業において，学習指導案は重要な役割を担っている．したがって，遠隔非同期にて研究授業を実現させるためには，学習指導案の電子化は必須である．

4.1 電子化学習指導案のフォーマット

学習指導案は文部科学省が明確なフォーマットを示していないため，各県ごとに用いる形式が異なっているのが現状である．しかし，各県では共通して，授業をどのように構築しているか分かるように留意して，学習指導案を作成することを指導している．

そこで本研究では，各県の学習指導案を精査し，2 県以上で確認できた項目を電子化学習指導案の基本記載項目として採用する．授業者の中には，自身の学習指導案に対して強いこだわりをもつ教員も多く，必要に応じて授業者は基本記載項目に項目を追加・削除することを可能とし，個人に限らず，各県や学校ごとの特色を残すことを可能とする．

表 1 電子化学習指導案基本項目

番号	項目	各県記載割合	件数	高知県
01	指導計画	100.0%	13件	○
02	学習の展開	100.0%	13件	○
03	単元名	84.6%	11件	○
04	上部情報	84.6%	11件	
05	生徒観	76.9%	10件	○
06	単元の目標	76.9%	10件	○
07	単元の評価規準	76.9%	10件	○
08	本時の目標	76.9%	10件	○
09	指導観	46.2%	6件	
10	単元観	38.5%	5件	○
11	本時の評価規準	38.5%	5件	○
12	教材準備	30.8%	4件	
13	教材観	23.1%	3件	
14	評価別観点	23.1%	3件	
15	準備物	23.1%	3件	○
16	板書計画	23.1%	3件	
17	教科名	15.4%	2件	
18	生徒の書いた課題	15.4%	2件	

4.2 電子化学習指導案作成支援ツール

本研究では前節で述べたフォーマットに基づく電子化学習指導案を作成するため，電子化学習指導案作成支援ツールを試作している．本支援ツールの特徴として，教員，生徒の各所作をノードとして定義し，授業の展開部分を非線形で表現することである．表２，表３に示すように各ノードには，より詳細な情報を追加可能とする．図 3 は数学の電子化学習指導案の授業展開部分である．研究授業の進行に合わせて，リアルタイムにノードが選択され，選択されたノードに対する，詳細情報が右枠に表示されている．従来の学習指導案では線型的に表現している学習の展開を非線形的に表現することができ，詳細な学習の展開を記述可能となる．また．研究授業の進行に応じてノードの情報が見学者にリアルタイムで提示されることにより，見学者の負担軽減が見込まれる．さらに遠隔非同期による研究授業の際に，現地の見学者と同等の見学が可能になると考えている．

さらに学習指導案には細案と本事案の 2 種類存在するが，本支援ツールではその両方を作成することが可能である．通常，指導主事や他校の教員を招いて研究授業を行う際には細案と本事案の両方を作成する．しかし，学内の教員だけを招く小規模な研究授業の場合や自分自身の振り返りを行うために学習指導案を作成する場合は本事案だけを作成することもある．本支援ツールは双方の支援を目的としているため本事案のみ作成することも可能とする．

表 2 教員・生徒の所作ノード

番号	ノード	タイプ	記載情報
01	復習	教員	復習内容
02	説明	教員	説明時間，説明内容，強調すべき事項
03	発問	教員	発問内容，回答
04	指示	教員	指示内容，指示時間
05	指導	教員	指導種類，指導時間
06	発表	生徒	発表生徒数，発表形式
07	復習	生徒	復習方法，復習形式
08	活動	生徒	活動内容，活動形式，活動人数
09	演習	生徒	演習内容，演習時間

表 3 全ノード共通情報

番号	タイプ	全ノード共通情報
01	教員	指導上の留意点，時間，配布物，評価規準，板書計画
02	生徒	時間，評価規準

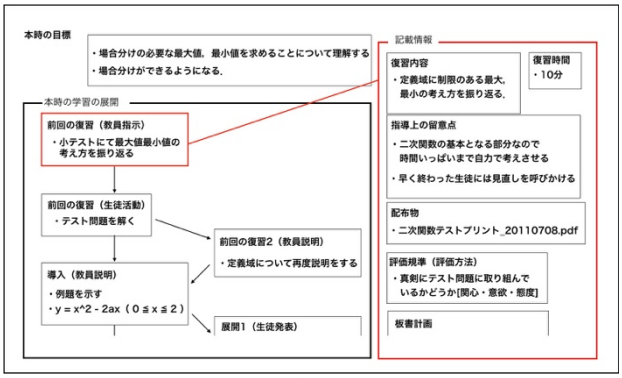


図 3 指導案の作成例

5. おわりに

本稿では，研究授業レビュー支援システムにおける電子化学習指導案の検討と試作について述べた．今後は，教育学部の学生を対象に予備的な実験を行い，その検証結果にもとづきツールを改良の上，高校教員を対象に本ツールの有効性についての検証を行う予定である．さらに，遠隔地で模擬授業を行い，実際に電子化学習指導案が有効性についても検証する予定である．

謝　辞
本研究は JSPS 科研費 JP17K01131 の援助による．

参考文献

(1) 千々布 敏弥：“授業研究とプロフェッショナル・ラーニング・コミュニティ構築の関連-国立教育政策研究所「教員の質の向上に関する調査研究」の分析結果より-”，国立教育政策研究所紀要 第 143 集 (2011)
(2) 梶谷拓実，岡本竜：“研究授業を対象とした遠隔非同期レビュー支援システムの提案―電子化学習指導案作成支援ツールの試作―”，pp219-220 (2019)

遠隔合同授業支援環境における比較思考活動支援機能について

A comparative thinking activity support function in remote joint classroom lesson support environment

横山　誠[*1, *2]，鷹岡　亮[*3]，大塚　佑亮[*4]
Makoto YOKOYAMA[*1, *2], Ryo TAKAOKA[*3], Yusuke OTSUKA[*4]
[*1] 山口大学大学院東アジア研究科
[*1]Graduate School of East Asian Studies, Yamaguchi University
[*2] 株式会社エスブレイン
[*2]ESBrain,Inc.
[*3] 山口大学教育学部
[*3]Department of Education, Yamaguchi University
[*4] 萩市立明倫小学校
[*4]Meirin Elementary School
Email: yokoyama@esbrain.com

あらまし：過去４年に渡り，（極）小規模校向けの遠隔合同授業を ICT で支援するツールを設計・開発してきた．協調学習支援ツールを活用した実践を通じ，児童が多様な意見や考えに触れる機会の創出は達成できた．しかし，遠隔合同授業の交流を通じて，協調的な思考活動ができる段階にまで達しているとは言えない状況である．そこで，形式的なやり取りではなく，児童が主体的に協調的な思考活動ができるよう，ICT で「比べる」思考活動を支援するツールを開発し，実践を行ったので報告する．
キーワード：遠隔合同授業，思考活動，比較

1.　はじめに

我が国が人口減少に転じて久しく，2016 年以降 3 年連続で出生数は年間 100 万人を割っている [(1)]．人口構成の変化も加速し，地方では学校の（極）小規模化が進行している [(2)]．（極）小規模校では児童一人一人がきめ細かな指導を受けることができ，人間関係が深まりやすい等の利点が挙げられる一方で，人間関係や役割が固定化され，集団の中で多様な意見や考え方に触れたり，切磋琢磨する機会に乏しいといった欠点も挙げられている [(3)]．これらの問題への方策の 1 つとして，2 つのクラスの児童が直接交流する合同授業の取り組みがある．しかし，費用・時間など実施には多くの制約がある．

そこで，ICT による遠隔合同授業の必要性が増している．文部科学省は 2015 年から 2017 年までの 3 年間を通して，「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」を行った [(4)]．我々は，この実証事業に参画した山口県萩市教育委員会と連携し，遠隔合同授業を支援する協調学習支援ツール「つながる授業アプリ（以下アプリ）」の設計・開発を行ってきている [(5)]．

過去の実践において，遠隔合同授業を通じて児童が多様な意見や考え方に触れる機会は達成できたが，児童が意見を吟味し，自己の知識を再構成したり，協調的な思考活動まで行える状態には達しているとは言えない状況である．そこで，思考活動の１つである「比較」に注目し，アプリに「比べる」思考活動支援ツールを実装し，その効果を検証したので，報告する．

2.　「比べる」思考活動支援ツール

思考活動に必要な能力としての思考スキルは 19 種類が挙げられている [(6)]．その中から基本的な思考スキルの１つである「比べる」を取り上げた．児童同士だけで「比べる」思考活動ができるよう，「比べる」活動を以下 8 つの手順（表１）に分け，ビデオチャットによる対話を通じて手順毎に操作・作業を行う支援ツールとした．

表１　「比べる」活動の手順

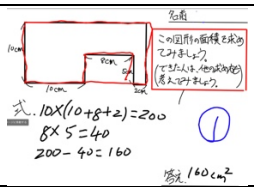
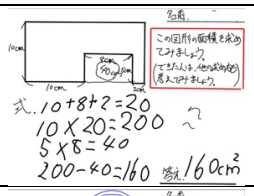
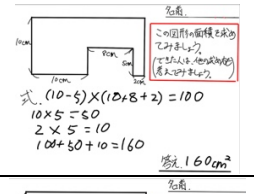
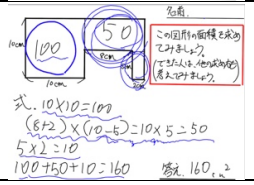
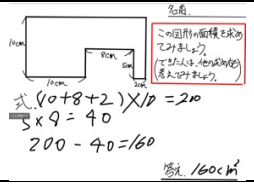
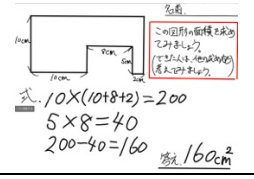
手順	内容
1	比べる活動を開始する．
2	比べる目あてを記入する．
3	比べる中心となる事柄を決定する．
4	比べる対象となる事柄を決定する．
5	２つの事柄について，比べる視点を明らかにしながら，特徴を記入する．
6	比べる視点毎に，相違の有無を判定する．
7	目あてに沿った結論を記入する．
8	比べる活動を終了する．

3.　遠隔合同授業における実践

萩市の小学 6 年生算数科の遠隔合同授業において，「比べる」思考活動を実践した．児童は各小学校 3 名の計 6 名で，お互いに相手校の児童とペアになるよう対話グループを 3 つ作成した．図示した図形の面積を求める課題を出し，児童が各自の答案画面に解答を記入した後，対話画面に設置した「比べる」思考活動支援ツールで，お互いの解答方法を提示し，

「比べる」思考活動を開始した（表 2）．「比べる」思考活動の目あては「面積の求め方を比べる」とした．

表 2　各グループの内容

グループ	比べる中心	比べる対象
1		
2		
3		

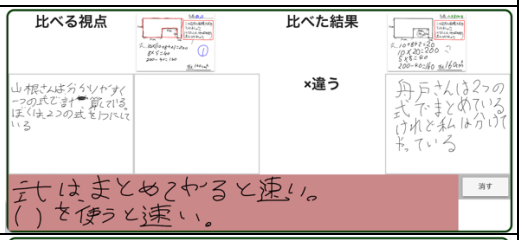
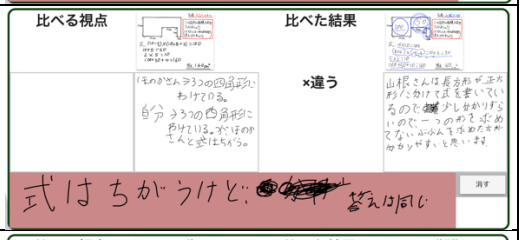
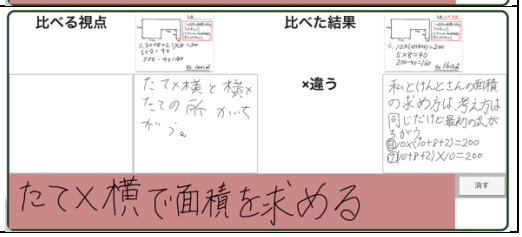
3 つのグループ内でそれぞれ対話しながら「比べる」思考活動を行い，結論が導き出された（表 3）．

グループ 1 では，解き方の流れは同じであったが，一方の児童は括弧を使って式をまとめていたため，より効率の良い方法を見出した．グループ 2 では，3 つの長方形に分けて計算して足す方法は同じであるが，長方形の分け方の違いから，効率の良い方法を指摘したが，答えは同じという結論を出した．グループ 3 では，二人とも図形全体をくくる大きな長方形から，不要な長方形を引く解き方であった．しかし，過去の授業において，「たて×横」で長方形の面積を求める公式を習ったことを思い出し，一方の児童の解き方は「横×たて」で求めていたため，「たて×横」の方が良いという結論を導き出した．

実践を通じて，3 つのグループそれぞれが 2 つの事柄から差異を見つけ出すことができ，児童は意識的に「比べる」活動を行えたと考える．発話についても，「わかりましたか」「はい，わかりました」という基本的な話型に沿った形式的な内容だけではなく，「比べる」ことを念頭に置いた，より具体的な内容が現れていた．手順 6 の判定について，すべてのグループが「違う」と判定しており，あえて違いを導き出そうという意識が働いた可能性がある．グループ 3 では，一見同じ解き方に見えるが，2 つの解き方を関係づけ，違いを見つけ，既習事項と関連付けた対話ができており，協調的な思考活動が行えていると考える．

しかし，ツールで提案した比べる視点を明らかにする作業については，いずれのグループも記入できなかった（グループ 1 は記入箇所の間違い）．「比べる」思考活動の手順をより細分化し，視点を見つける手だてを検討する必要があると考える．

表 3　「比べる」活動の結果

グループ	結論
1	
2	
3	

4.　おわりに

「比べる」思考活動支援ツールは，小学 6 年生でも使い方がすぐに分かる状況ではなかった．低学年からでも「比べる」思考活動が行えるためには，より丁寧なガイド機能が必要であると考える．また，より実践的な遠隔合同授業が行えるよう，「分類する」「関係づける」「振り返る」思考スキルについても支援機能の実装と効果の検証を行いたい．

参考文献

(1) 厚生労働省：“平成 30 年(2018)人口動態統計の年間推計”
https://www.mhlw.go.jp/toukei/saikin/hw/jinkou/suikei18/dl/2018suikei.pdf (参照 2019.06.16)
(2) 文部科学省：“学校基本調査”
http://www.mext.go.jp/b_menu/toukei/chousa01/kihon/1267995.htm（参照 2019.06.01）
(3) 文部科学省：“遠隔学習導入ガイドブック第 3 版”
http://www.mext.go.jp/component/a_menu/education/detail/__icsFiles/afieldfile/2018/09/13/1409199_001.pdf (参照 2019.06.16)
(4) 文部科学省：“人口減少社会における ICT の活用による教育の質の維持向上に係る実証事業”
http://www.mext.go.jp/a_menu/shotou/zyouhou/1364592.htm (参照 2019.06.01)
(5) 義永涼太，横山誠，鷹岡亮：つながる授業アプリを活用した遠隔合同授業における学習支援に関する研究（2016）
(6) 泰山裕：思考力育成を目指した授業設計のための思考スキルの体系化と評価，関西大学博士論文（2014）

オンライン大学におけるインタラクティブな教育の実践と学修への影響に関する一考察

A Study on Practice of Interactive Education and Influence in Learning at Online University

中村 宏 [*1], 森 佳奈枝 [*1]
Hiroshi NAKAMURA[*1], Kanae MORI[*1]
[*1]東京通信大学 メディア教育支援センター
[*1] Media Education Research Center, Tokyo Online University
Email: nakamura.hiroshi@internet.ac.jp

あらまし：高等教育の教場として通信教育のニーズは年々高まり，ICT の利活用によって大人数の学習者を対象とした多様かつ個々の要望に応じた教育が可能となってきている．本稿では，メディア授業を中心としオンライン学習支援システムを用いて通信教育を行なっている東京通信大学の実践を例に，配信期間内にオンデマンドで学ぶ映像講義において相互作用するインタラクティブな教育が学修に与える影響を考察し，展望していく．
キーワード：通信教育，映像教材，e ラーニング，SPOC，Instructional Design

1. はじめに

ICT 環境の整備に伴い，大学通信教育においてもインターネットを活用することで，スクーリングの代替として，動画配信での講義や双方向通信でのディスカッション，専用ソフトウェアを用いた演習や試験を実施する，e ラーニングによる「オンライン授業」での通信教育を行なう大学が増加している．

本稿では東京通信大学の実践を例に，配信期間内に学生がオンデマンドで学ぶ映像教材を中心とした授業において，相互作用するインタラクティブな教育が学修に与える影響を考察する．

2. 東京通信大学における通信教育

東京通信大学(1)（以下，本学）は 2018 年に開学したメディア授業を中心とした通信制大学である(2)．いつでもどこでも学べる「学びの機会」を開放し，知識とそれを活用する「智恵」を習得し世代を問わず生涯を通じて活躍できる優秀な人材を育てることを目的とし，社会的ニーズの高まりが予測される情報技術人材と福祉人材の育成を目指して，情報マネジメント学部と人間福祉学部の 2 つの学部が設立された．

本学の教育課程は 4 年間の修業年限，4 学期制，単位制で，各授業科目は 1 単位を 45 時間以上の学修を必要とする内容で構成されている．基本的には 8 回の授業回を受講し，単位認定試験を受験して，総合的に合格点を取ることにより 1 単位が認定される． 授業は一部科目のスクーリングによる演習・実習を除いて，動画配信を中心として行なう「メディア授業」で構成されている．1 授業回は，約 15 分の映像教材を 4 講受講した後に，小テストを受験することを基本とする．科目によっては小テスト以外に，演習課題のレポート，ディスカッションへの参加等が課せられる．

本学の学生が学修を進めるために必要な手続き等はオンラインキャンパス「@CAMPUS」を通じて行なわれる．またそこからアクセスするオンライン学習支援システム「@ROOM」がメディア授業受講の場となる．@ROOM は履修中の授業を受講する LMS (Learning Management System）と，日々の学修状況や活動，履修登録や成績管理，単位修得状況などを確認できる e ポートフォリオの 2 つの機能で構成されている．@ROOM は PC の Web ブラウザのほか，専用アプリをインストールすることでスマートフォンなどのモバイル端末での受講も可能である．授業出席や試験の受験に際して，なりすまし防止を図るため，顔認証システムを導入している．

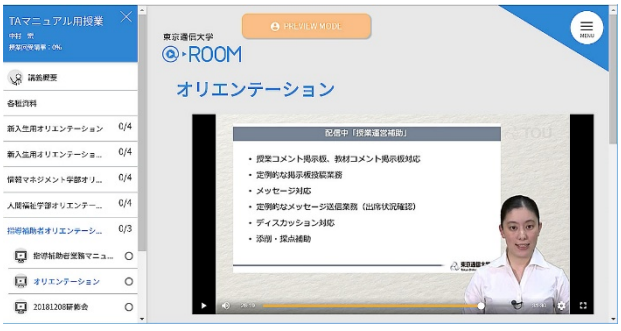


図 1 @ROOM での映像教材の一例（PC）

3. オンラインでのインタラクティブな教育

本学のメディア授業は配信期間にオンデマンドで受講できるため，非同期であり，授業の双方向性の確保が重要となる．そのため LMS の機能及び教職員の運営体制により，学生からの質問や問合せには 24 時間以内の回答を目標として，学生の多様な状況やニーズに合わせてコミュニケーションを取ることができるよう工夫し，継続的な学修を支援している．

3.1 アカデミック・アドバイザー

大学通信教育は通学教育と比べて，学習者が孤独な学習に陥りがちで，学習プランの構築や学習意欲の維持に，学習者個々が問題を抱えることがある．

本学では専任教員によるアカデミック・アドバイザー制度（以下，AA）を導入し，履修計画や学習方法について相談に乗り，指導を行なっている．AA は 1 学年約 20 人の学生を担当し，それぞれの目標や学修履歴に応じてアドバイスを行なう．東京キャンパス（総合校舎コクーンタワー）や名古屋，大阪のサテライトキャンパスにおける対面での指導のほか，電話や Skype 等を用いた面接指導，LMS 上のメッセージや掲示板（BBS）での質疑応答等，多様な手法を用意している．

AA は受動的に学生からの質問に答えるだけでなく，学生に履修のアドバイスを行なう．2019 年度 1 学期には，学期の中間時点で受講の進んでいない 1 年生に対して履修指導のメッセージを送信したところ，学生との対話の頻度が高まり，受講率の増加につながった．

AA は，2 年次以降も継続的に学生の支援を行なっていくが，学生が自ら e ポートフォリオを活用して学修状況を正しく把握し，自律的な学修を行なえるように指導していく．

3.2 科目担当教員と指導補助者

本学はメディア授業が主体であり，講義を収録した映像教材等の各種教材は事前に用意しているため，科目担当教員は開講中，LMS 上のメッセージや授業掲示板に学生が書きこんだ質問や意見を把握し，回答や指導内容を返信することが中心となる．メディア授業は多人数の履修が可能であり，原則履修者数に制限を設けない．そのため，学生数や授業形態に応じて指導補助者（以下，TA）を配置し，担当教員と連携しながら回答する体制とすることで，学生の質問を受け付けてから教員が回答するまでの時間を短縮させ，授業の双方向性の確保している．1 年次配当必修科目の「学術研究の本質」では授業掲示板の学生投稿 86 件のうち，教員や TA からの回答が必要なものに対して返答までに要した平均時間は 11 時間 39 分であった．なお学生の投稿が深夜の場合や，学生の問合せから教材資料の補足や修正が発生した場合で回答までの時間が長くなる傾向があった．

TA は学生への教育指導の一次対応のほか，質問内容の分類，LMS 掲示板の管理，添削や採点の補助，出席状況や学修進捗が遅れている学生へのメール問合せ，e ラーニング教材の作成補助，教員の指示に基づいた演習問題の解決指導等の授業補助を行なう．

本学での e ラーニングによる通信教育において，TA は必ずしも校舎から授業補助を行なう必要はなく，遠隔での業務も可能であり，時間や場所に縛られずに業務にあたることができる．



図 2 授業掲示板の一例（PC）

3.3 学内 SNS

本学では@CAMPUS や@ROOM を用いて，学生が積極的に授業へ参加する環境を構築している．更に Yammer(3)を学内 SNS として用いることによって，より多様な学生と教職員及び学生間のコミュニケーションを実現した．Yammer は学生，教職員とも自由参加としており，グループも利用者が自主的に作成しているが，そこでは学生同士の協調学習や教員による授業の補足説明のほか，サークル活動も行なわれており，オンラインのバーチャルキャンパスとして機能している．

3.4 課外教育

本学人間福祉学部では，社会福祉士・精神保健福祉士の国家試験の受験資格を取得できるカリキュラムが用意されている．理論と実践を連関させるべく入学年度より資格要件となる演習科目を受講することを推奨しているが，課外においても一年次より国家試験を意識してもらうべく，当該資格を有する教員によって定期的にコンテンツを配信している．

4. 課題と展望

メディア授業を中心としオンライン学習支援システムを用いて通信教育を行なっている本学では，授業の双方向性の確保のため，メッセージや授業掲示板を活用し，多様かつ個々の状況に応じた教育を実践している．学生の学習意欲の維持し卒業まで導くため，指導や相談の体制を充実し，オンライン学習支援システム「@ROOM」等の機能を改修して，教員の授業準備や学生の学修活動の支援に柔軟に対応していくことが，今後の課題となる．

参考文献

(1) 東京通信大学: “東京通信大学 - 人生に新しい大学を”, https://www.internet.ac.jp/（2018）
(2) 中村宏，森佳奈枝，加藤泰久 : “オンライン大学におけるメディア授業を中心とした通信教育の概要と学習者の動向” 第 43 回教育システム情報学会全国大会，pp.371-372,（2018）
(3) ソーシャル・ネットワーク・サービス，Yammer, https://products.office.com/ja-jp/yammer/（2018）

芸術作品からの共通要素抽出による芸術的感性の自己認識支援

Self-recognition Support for Kansei by Extracting Common Characteristics of Favorite Artifacts

福村　望[*1]，小尻　智子[*2]
Nozomu FUKUMURA[*1], Tomoko KOJIRI[*2]
[*1] 関西大学大学院理工学研究科
[*1] Graduate School of Science and Engineering, Kansai University
[*2] 関西大学システム理工学部
[*2] Faculty of Engineering Science, Kansai University
[*1]E-mail: k622028@kansai-u.ac.jp

あらまし：良い芸術作品を作成するための要素の一つに感性がある。感性は暗黙的であり、作者自身も意識していないことが多い。一方で、複数の作品にみられる特徴は作者の感性を反映していると考えられる。本研究ではファッションを対象に、作者の感性に関する認知を促進するため、作者が創造した複数の作品から作者が重要視している要素を抽出する手法を提案する。
キーワード：言語化支援，自己認識，データマイニング，ファッション

1. はじめに

良い芸術作品を作成するための要素の一つに感性がある。芸術作品を創造するためのスキルを獲得するためには、熟達者の感性を学ぶことが必要である。本研究ではこれまで、学習者に熟達者の感性を推測させるシステムを構築してきた[1]。これは、学習者に熟達者が作成すると思う作品を推測させる活動を取り入れている。システムは熟達者によって作成された作品を正解として保持しており、学習者が熟達者と違う選択をした場合は、間違っていると指摘して再び推測させる。この推測活動では、同じ作品を作成することができれば熟達者の感性を獲得できたとみなしている。しかし、学習者の中には作品を修正する活動に終始し、熟達者の感性を推測しない者も存在した。感性を正しく習得させるためには、推測活動をさせるだけではなく、作品の背景にある感性を説明することが必要不可欠であるという結論に達した。

そのためには、熟達者が自身の感性を認識できている必要がある。本研究では、熟達者の感性の自己認識を支援するシステムの構築を目的とする。なお、本研究では、ファッションコーディネートを芸術作品とみなし、ファッションセンスを自己認識の対象とする。

暗黙知の言語化に関する研究として、不動産営業における物件価値の判断を対象とした研究がある[2]。この研究では、熟達者に行ったインタビュー調査から物件価値の決定要因を明らかにするというアプローチをとっている。これは、熟達者が自身の暗黙知をすべて理解し言語化できる前提であるが、ファッションセンスは暗黙知であるため、すべてを言語化することは困難である。

そこで、複数の作品にみられる特徴は作者の感性を反映していると考えた。本研究では作者の作品に共通してみられる特徴を抽出して提示することで、作者が暗黙的に保持している芸術創造に関する感性への気づきを促進する。

2. 感性の自己認識支援のアプローチ

ファッションセンスとは、洋服を選択する法則と捉えられる。法則は選択する【条件】と選択する洋服を示す【結論】で構成される。ファッションセンスには、例えば、「トップスが黒色ならボトムスも黒色のものを選ぶ」などのように、【条件】と【結論】がともに洋服の属性となるものがある。一方、コーディネートは季節や場所によっても異なるため、「夏、学校に行くときはTシャツ」のように【条件】に季節や場所などのシチュエーションが入るものがある。

洋服の属性は上着や靴、帽子などの種類や素材、色、模様、経常など様々である。これに季節や場所の属性を考慮すると、一つのコーディネートが持つ属性は膨大な数となり、自身の作品の中から自身の法則を見つけ出すことは困難である。

本研究では、複数のシチュエーションにおけるコーディネートから洋服間の共通する属性を抽出し、法則を導出するシステムを提案する。図1に提案するシステムの概要を示す。本システムは、2 つのシステムから構成される。コーディネートシステムは各ユーザのコーディネートを蓄積するシステムである。現在はコーディネートした洋服の属性、シチュエーションをユーザ自身に入力してもらうにとどまっている。法則導出システムでは、入力された各洋服の属性とシチュエーションから法則を導出する。法則の導出機能にはデータマイニングの手法を用いている。

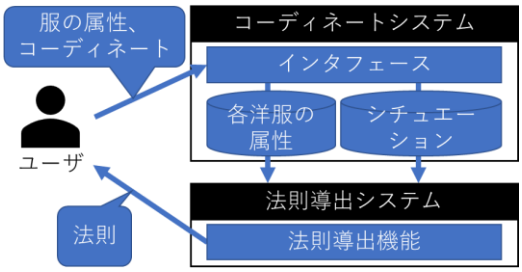


図 1 システムの概要

3. 法則導出手法

導出したい法則は、ある属性集合 X が存在する場合に、異なる属性集合 Y が存在するという関係である。すべての属性集合に対して X と Y のあらゆる組み合わせを検討するには時間が膨大にかかることが予想される。そこで X と Y は一つのコーディネートに共通して存在することが多いという仮定のもと、まず複数のコーディネートにみられる共通点を抽出し(Step1)、その後共通点から法則を導出する(Step2)という手法をとることとした。

Step1 では各洋服の属性から共通点を抽出する為に、複数の要素から成るデータの中から頻出集合を抽出することのできる Apriori アルゴリズムを用いた。Apriori アルゴリズムは、データに出現する要素のあらゆる組み合わせに対して、指定した割合以上の集合に出現する組み合わせを抽出する。例えば図 2 のような要素を持つコーディネートがあるとする。閾値を 0.5 とすると、2 つ以上のコーディネートに含まれている図 3 の 6 つが共通点として抽出される。

[パーカー、スウェット]
[パーカー、Tシャツ、スウェット]
[Yシャツ、Tシャツ、ジーンズ]
[Yシャツ、Tシャツ、綿パン]

図 2 コーディネート集合

[パーカー][スウェット][Yシャツ][Tシャツ]
[パーカー、スウェット]
[Yシャツ、Tシャツ]

図 3 抽出される共通点

共通点から法則の生成には相関ルールの導出方法を用いる。求めたい法則は、共通点として抽出された要素のうち、一部の集合 A を満たすとき、残りの集合 B を満たす洋服を選んでいる確率が一定以上のものである。これは以下の式に示される確信度が一定以上の A と B を求めることと等しい。そこで、確信度が一定以上 A、B を用いて、A のときは B という法則を導出する。

$$\text{確信度}(A,B) = \frac{\text{条件 A と B を含むデータ数}}{\text{条件 A を含むデータ数}}$$

例えば、図 2 より条件 A を Y シャツ、条件 B を T シャツとすると、A と B を含むデータ数は 2、A を含むデータ数は 2、B を含むデータ数は 3 である。確信度が 1 以上のものを法則とする場合、確信度が 1 である「A のときは B」という法則は導出するが、確信度が 2/3 である「B のとき A」という法則は導出しない。

4. 評価実験

Apriori アルゴリズムを用いた共通点の導出に関する評価実験を行った。20 代の男性 4 名、女性 1 名(A-E)を対象に、自身のコーディネートに関して認識していることを回答してもらった(事前アンケート)。その後、コーディネートシステムを用い、春夏秋冬における自身のコーディネートについて、カジュアルとフォーマルのコーディネートを最低各 1 個以上、入力してもらった。入力された数は協力者によって 8 個から 11 個までさまざまであった。入力されたデータを対象に法則導出システムを用いて、コーディネートの 8 割以上に出現する属性の組み合わせの中で、要素数が最多のものを提示した。最多の要素数は協力者によって異なり、5 個以上 10 個以下であった。提示された属性の組み合わせを見ながら、自身のコーディネートについて、新たに発見した共通点があれば回答してもらった(事後アンケート)。

実験結果を表 1 に示す。システムの提示した要素数の値の後ろのカッコで書かれた数字は，システムが提示した要素のうち、事前アンケートですでに記述されていた要素を示す。

すべての協力者に対して、事前に認識されていない共通点が提示され、それにより新たな共通点が認識されていたことが分かる。協力者 A は「裾の長さ 10」という共通点が提示され、事後アンケートでは「長ズボン」と回答していた。このことは、システムによって法則の認識につながる共通点を提示できたことが分かる。

表 1 実験結果

	A	B	C	D	E
システムの提示した要素数	10(1)	8(2)	9(1)	8(2)	5(0)
新たに追加された要素数	4	3	4	4	1

5. おわりに

本研究では、自身のファッションセンスの自己認識を促進するシステムを構築した。評価実験により、システムによって提示される共通点は法則の導出につながることが示唆された。

参考文献

(1) 福村望, 小尻智子: “ファッションコーディネートの作成を介した教授者の感性理解支援システム”, 第 80 回全国大会講演論文集 Vol.1, pp.743-744 (2018)
(2) 荒川周造, 鬼沢武久:“暗黙知に基づく飲食店向け不動産賃料推定モデルの提案”, 情報処理学会論文誌 Vol.59, No.1, pp.33-42 (2018)

身体動作の要素認識に基づくスキル学習支援システムの提案
－ワルツのステップを対象として－

Suggestion of Skill Learning Environment Based on Recognition of Action Element in Step of Waltz

山元 翔[*1], 松田 幸誠[*1], 三島 直也[*1]
Sho YAMAMOTO [*1], Kosei MATSUDA [*1], Naoya MISHIMA [*1]
[*1] 近畿大学工学部
[*1]Department of Informatics, Kindai University
Email: sho@hiro.kindai.ac.jp

あらまし：本研究はスキル学習を対象とし、身体動作のみではなく認知や判断といった動作につながる活動にも着目した学習を提案・検証する。スキル学習では身体動作を伴うため、その身体動作の正しさを検証することが困難であるとされている。一方、実際にスキルを洗練するためには、提示される正しい身体動作やその身体動作のズレだけではなく、自身がどのように身体動作を捉えているかも重要である。本稿では後者にも着目したスキル学習支援システムを提案、効果の試験的な検証結果について報告する。
キーワード：スキル学習，Situation Awareness，学習支援システム

1. はじめに

スキル学習は、人が身体動作を正確かつ高速で実行できるために重要な学習である。スキル学習は知識学習とは異なり、知識やその使い方を習得するのではなく、身体動作の習得を目的とした学習である。そのため多くの研究は、学習者に身体動作を模倣させ、正解となるお手本の動作と比較、そのズレをフィードバックすることで、学習者の身体動作の洗練を促すためのシステムを提案している(1)。

一方、複雑な認知タスクを伴う人の行動をモデル化したものとして、Situation Awareness が提案されている(2)。このモデルは人が行動する際の意思決定をベースとして、より適切な行動を取るためのプロセスを定義している。よってスキルを学習する際にはこのモデルのようなスキル発揮のための枠組みを理解し、身体動作の検証を行うことが、より深いスキルの学習に繋がると考えた。

そこで本研究では、Situation Awareness に基づき、スキル学習を身体動作の理解とその検証の２ステップに分割したスキル学習支援システム設計・開発し、その試験的利用を実施した。

2. スキル学習とワルツの学習支援

2.1 スキル学習支援システム

一般的なスキルの指導法は、教師がお手本となる動作を見せ、学習者はその動作を再現する。そしてお手本とのズレを教師が指摘することで、徐々に動作が教師のお手本と一致するように洗練していくという方法がとられる。

提案されているスキル学習支援システムの多くはこの手法をより適切かつ低コストで実現する試みになっている。例えば柴田らは舞踊のスキル学習において、教師の動作を 3D モデルで閲覧し、この動作を確認しつつ動作練習をし、教師の動作とのズレを 3D モデルで検証することのできるシステムを開発している。システムは様々な角度から 3D モデルを確認できるため、通常の指導では困難な角度からの確認もできるシステムになっている。

他にも kinect などを用いて学習者の身体動作を取得し、お手本と照らし合わせてそのズレをフィードバックするシステムが多く提案されている。

2.2 スキル学習と Situation Awareness

スキル学習は身体動作の結果によって学習結果が検証される学習である。また、スキル学習は外界に存在する対象や現象を認識し、適切なルールに基づいて体を動かし、外界の対象に対して適切な行動を起こすという一連の処理を学習の対象とすると言われている。よってこの洗練のためには、学習者は、自身の身体動作の結果やその動作に至ったプロセスを理解することが、学習の質を高める上で有用であると考えた。

ここで、Situation Awareness (SA)と呼ばれる人の行動モデルが提案されている（図１）。このモデルにおいて、人はまず、自身の達成したい行動の結果を正確に認識する。その上で、自身の置かれた環境から必要な要素を抽出し(Lv1)、その要素を関連づけて自身の置かれた状況を理解する(Lv2)。そして理解した状況から遷移可能な動作を予測し(Lv3)、その中から最も適切な動作を選択する(Decision)。後は決定された動作を実行し、そのパフォーマンスを検証する(Performance of Action)。この活動をサイクルとして繰り返し、洗練することで、適切な行動が実現できるというものである。

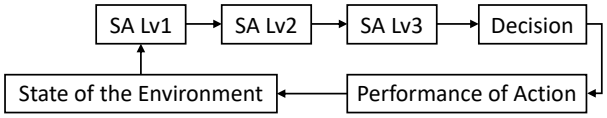


図 1 Situation Awareness の概要

2.3 本研究におけるスキル学習

前節のスキル学習と SA を踏まえ、本研究では次のようにスキル学習を捉え直した。SA のモデルに基づけば、スキルを発揮し、適切な行動を実現するためには、事前に自身の行う身体動作を理解し、その活動に必要な情報を収集した上で、次の活動を予測できることが重要となる。よってスキルを習得するためには、適切な身体動作のための要素とその関係性の学習と、それを自身の身体動作と結びつける活動としての動作訓練の２つが必要だと考えた。これによって学習者は明示的に自身がとるべき動作を理解し、実際の動作検証における情報取得や予測活動を適切に行えるようになると考えられる。

3.　提案システム

本研究では学習者のスキル学習を、身体動作の理解活動と身体動作の検証活動に分割した。この演習活動を、ボールダンスにおけるワルツのフィガーを学習するための支援システムとして実現した。

身体動作の理解活動では、図 2 に示すようなシステムで、実際に学習者が求められる身体動作を、3D モデルを操作することで作成し、理解する。システムはタブレット上で動作する。3D モデルの操作は画面上の黄色いコンテナを指で操作することで、そのコンテナに引っ張られるようにしてモデルが変化する。演習手順は、(1)お手本の動作の閲覧、(2)モデル人形を動かし、各ステップとホールド動作の作成、(3)ステップラインを作成し、各ステップをどのような流れで踏むかを作成、である。(2), (3)では学習者が完成ボタンを押すたびにお手本と比較が行われ、そのズレをシステムはフィードバックする。適切な姿勢や動作を作成できれば、次の演習に移ることができる。この活動により、学習者は動作練習時に意識すべき身体部分の各要素とその関係性を理解する。

身体動作の理解後は、身体動作の検証を行う。こちらは一般的な練習と同様に、お手本を意識しながら動作を練習し、お手本とのズレをシステムがフィードバックするものである。よってシステムはカメラで学習者の動作を取得し、各ステップのポーズ、ホールドの姿勢、フィガーの動作がお手本とどれだけズレているかを指摘する。演習は、(1)各ステップの検証、(2)ホールドの検証、(3)フィガーの検証の順で行い、適切な動作が取れれば、次のステップへと移る。なお、システムは PoseNet を利用して学習者の動作を検証している。この活動により、学習者は自身が理解した身体動作を、Situation Awareness のモデルを意識しながら検証することができる。これらの活動により、学習者はワルツのステップを適切に理解し、身体動作とその検証を行えると考えた。



図 2 Situation Awareness Model

4.　システムの試験的利用

被験者は工学系の大学生 10 名である。被験者は A 群と B 群に５名ずつ分け、A 群は先に身体動作の理解システムを用いずにクローズドチェンジを練習し、その後両方のシステムを用いてナチュラルターンを練習した。B 群は先に身体動作の理解システムを用いずにナチュラルターンを練習し、その後両方のシステムを用いてクローズドチェンジを練習した。全ての練習後、それぞれのシステムについてのアンケートに回答してもらった。なお、被験者はいずれもボールダンス未経験である。

アンケート結果から、システム自体の操作や検出能力にはまだ改良の余地があるものの、事前にイメージを組み立てて目的とする動作に必要な要素とその関係性を理解することは、事後の身体動作の訓練を行う上で有用であるということが示された。イメージを組み立ててから演習を行うことで、事後の演習の際にとるべき動作のイメージがしやすいこと、身体動作を発揮するために必要な要素をしっかり把握することができたというコメントも得ることができた。これは学習者がスキル発揮時に必要な要素を理解し、その検証として身体動作のズレを認識しているということになり、意図的にスキル発揮のための深い理解を促せる可能性も示唆された。

5.　まとめと今後の課題

本稿ではスキル学習を身体動作の理解とその検証に分けて学習することのできる学習支援環境を設計・開発した。本研究では適切な行動を行うためのモデルである Situation Awareness に基づき、スキル学習を目標とする身体動作の理解過程と、その動作を実際に行い、洗練していく検証過程に分けられると考えた。このような演習の行える環境を設計・開発し、その効果を検証した結果、事前の身体動作の組み立てが、事後の身体動作の訓練においてより詳細なスキルの発揮のための理解を促す効果がある可能性を確認できた。

今後はシステムの改良や定量的な評価、別のスキルにおいて本演習が有用であるかを検証していく。

参考文献

(1) 柴田傑,玉本英夫,松本奈緒,三浦武, 横山洋之: “学習者中心のインタラクティブ舞踊学習支援システムの開発”,電子情報通信学会論文誌 D, Vol.97, No.5, pp.1014-1023 (2014)
(2) Endsley, M.R.: “Toward a Theory of Situation Awareness in Dynamic Systems”, Human Factors, Vol.37, No.1, pp.32-64 (1995)

対戦スポーツにおけるオフェンス基本戦術のシーン抽出とその応用

A learning environment of a systematic and tactical style in team sports

箭野 柊[*1], 松浦 健二[*1], 谷岡 広樹[*1], ステファン カルンガル[*1], 幸田 尚也[*1], 後藤田 中[*2], 和田 智仁[*3],

Shu YANO[*1], Kenji MATSUURA[*1], Hiroki TANIOKA[*1], Stephen KARUNGARU[*1], Naoya KOHDA[*1], Naka GOTODA[*2], Tomohito WADA[*3]

[*1] 徳島大学

[*1] Tokushima University

[*2] 香川大学

[*2] Kagawa University

[*3] 鹿屋体育大学

[*3] National Institute of Fitness and Sports in Kanoya

Email: ma2@tokushima-u.ac.jp

あらまし： 集団対戦型フィールドスポーツにおいて，各プレイヤがチームの基本戦術を理解することが大切になる. したがって, 各基本戦術を認識し, 以後の展開予測までできることが望ましい. 本研究では, バスケットボールにおける戦術の適用場面を自動抽出し，シミュレーションと実際の映像を同期させて見せることによって，戦術が適用される場面での判断の基準を形成できるシステムを構築する.

キーワード：可視化，チーム戦術，バスケットボール，シミュレーション

1. はじめに

本研究では, バスケットボールやサッカーなどの, 攻守同数のプレイヤが同じフィールドやコートで得点を奪い合う競技を集団対戦型フィールドスポーツ(Team-Sports on Shared Field. 以下 TSSF)と呼ぶ. TSSF において, 試合を優位に進めるためには，チーム戦術理解が重要となる．ここで，戦術理解とは，使用される戦術を識別し，そこから先の展開が予想できることである. 戦術理解のためには， 試合状況に応じた動きはどのようなものがあるかを，戦術適用場面での判断に基づいて捉える必要がある．本研究では，戦術適用場面の判断支援環境を設計する．

チーム戦術の適応判断の基準形成を行う上で，ゲーム中のプレイヤの動きや，位置関係の認知を行う必要がある．そこで，本研究では， TSSF の中でもバスケットボールに着目し，試合におけるチーム戦術が使用されているシーンの自動抽出を行う．これによって，実際の試合動画から学習したい戦術の使用されているシーンを，選択して視聴することができる．さらに，試合を俯瞰視できるシミュレーションを同期させて動画を描画することによって戦術理解が進むシステムの構築を行う．

2. 学習支援要件

スキルは，認知スキルと運動スキルの 2 つに大別することができる(1). TSSF において認知スキルは試合状況からどのような運動を実行するかといった意思決定を行うスキルである．また，運動スキルは，実際に動作を行うスキルである．本研究では，認知スキルについて着目し，その学習の支援を行う．TSSF では，認知スキルの優劣の指標として，「状況判断」が使用される．また，プレイヤの状況判断の情報処理過程は,「外的ゲーム状況に対する選択的注意」,「ゲーム状況の認知」,「ゲーム状況の予測」,「プレーの決定」の 4 つの段階から構成される(2)．本研究では，前半の使用されている戦術の識別を行う 2 段階を重視する．

熟練者と未熟練者を比較したとき，熟練者は，プレーに関する戦術的知識と経験的知識を多く持っているため, 的確な状況判断を行うことができる(3). 戦術的知識は基礎知識を学ぶことで，経験的知識は実際の試合を経験，もしくは試合状況を擬似的に多数経験することによっても獲得することができる．しかし，バスケットボールの試合の動画において，特定の戦術だけを選択して視聴することは困難である．また，プレイヤとボールのコート内での位置関係を認知することも，通常の動画では困難である．

本研究では，多くのバスケットボールのチーム戦術の中から，基本的な戦術適応判断の理解支援を行う． 富樫は，オフェンスの基本的な動きとして，(1) 中抜け(以下，カットスルー)，(2) スペース，(3) ハンドオフの 3 つを挙げている(4)．本研究では，これら 3 種の戦術と, それぞれの組み合わせの 4 種の計 7 種をまとめて基本戦術とする．

試合データから，基本戦術の使用されているシーンを自動抽出し，そのシーンをアンカーにより，試合映像の中から直接参照できるようにジャンプ機能を実装した．これにより学習者は，特定の戦術だけ

を選択して視聴することができる．また，コート内でのプレイヤとボールの位置関係を把握しやすくするために，試合データを利用した，俯瞰視点のシミュレーションを試合映像と同期させて描画する．これにより，抽象化されたプレイヤ群と具象化されたプレイヤ群の相互作用を通じた理解促進を図る．

3.　システム開発

システムで使用可能な試合データは JSON 形式である．試合データには 1 試合分のプレイヤとボールの xy 座標が，フレームごとに格納されている．インターネット公開されているオープンデータを利用しても，実録した何らかのトラッキングデータからでも，プレイヤの動きがこの形式になっていれば読み込める．予め試合データに対して，開発したプログラムを使用することにより，カットスルー，スペース，ハンドオフの戦術が使用されているシーンを抽出しておく．

図 2 はシステムのジャンプ機能のインタフェースである．ここには，タイムライン上に抽出されたベース戦術の適応シーンが示される．上からカットスルー，スペース，ハンドオフの 3 種の適応シーンが表示されている．外枠の四角は左端が 0，右端が最後のフレームを表しており，右に行くほどタイムスタンプが進む．色がついている場所は，カットスルー，スペース，ハンドオフのそれぞれを含む基本戦術が使用されているシーンとなっている．学習したい基本戦術の着色部をクリックすることで，そのシーンのフレームに再生時間をジャンプさせることが可能となっている．

図 1 に本システムのインタフェースを示す．ここには実際の試合映像とシミュレーションが同期して再生される．ゲーム開始時を定めることで動画とシミュレーションの相対時刻が得られ，データ側のフレームレートとフレームナンバーから，動画内の相対時刻を得る．そして，シークバーやシミュレーションの色分けの凡例（プレイヤ・基本戦術）が表示されている．基本的な実装は，Python を使用して行う．試合映像の再生は，opencv-python を使用し，シークバーの位置によって，再生するフレームを変更する．

シミュレーションは，K. Linou 氏の公開レポジトリのソースを改変して構築した．Python の matplotlib を使用し，読み込んだデータから，フレームごとにプレイヤとボールの座標を中心とする円を描画することでプレイヤを描画する．その際に，そのプレイヤが使用している基本戦術によってプレイヤの色を変更している．この色の変化は，基本戦術が使用されていると判定される少し前から開始する．これによって，学習者がゲームの流れの中で基本戦術の適応シーンを認識しやすくしている．



図 1　システム上部の UI イメージ

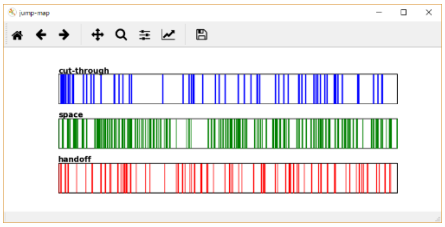


図 2　システム下部の UI

4.　まとめ

本研究では, TSSF のなかでもバスケットボールのチーム戦術に着目し，その戦術適応判断の基準を形成するための支援環境を設計した. 本システムでは，試合データから基本戦術の自動抽出を行い，実際の試合映像の中から，特定の戦術の使用シーンのみを選択して見ることできる．また，ゲーム状況が直感的に理解できるように俯瞰視点でのシミュレーションを，同時再生できるように実装を行った．

今後は，試合動画に対して，戦術を使用しているプレイヤを強調することによって，シーンの中で見るべき場所を分かりやすくする．試合データの分析を行い，プレイヤやボールのコート内での位置が，戦術自体の成功にどのように関係するのか，またある位置関係において，シュートや得点につなげるための有用な戦術を調査することなどが課題である．

謝辞

本研究は JSPS 科研費 JP18H03344 の助成を受けたものです．

参考文献

(1)　調枝孝治 (訳) リチャード・A. シュミット, 運動学習とパフォーマンス- 理論から実践へ, 大修館書店, 1994
(2)　中川昭, ボールゲームにおける状況判断研究のための基本概念の検討, 体育学研究, Vol. 28, No. 4, pp. 287-297, 1984.
(3)　深倉和明, 工藤孝幾, サッカーにおけるプレーの記憶に関する研究, 福島大学教育学部論集. 教育・心理部門, Vol. 63, pp. 13-18, 1997.
(4)　富樫英樹, バスケットボールチーム戦術の基本と実践, 成美堂出版, 2015.

外国にルーツを持つ児童と困難を抱える日本児童のポーズ特徴量に基づく音読流暢性評価

Reading fluency evaluation based on pause metrics of children with foreign roots and Japanese children with difficulties

丸山 裕也[*1]，香山 瑞恵[*2]
Yuya MARUYAMA[*1], Mizue KAYAMA[*2]
[*1] 信州大学大学院総合理工学研究科
[*1] Graduate School of Science and Technology, Shinshu University
[*2] 信州大学工学部
[*2] Faculty of Engineering, Shinshu University
Email: 18w2094g@shinshu-u.ac.jp

あらまし：本研究の目的は，読み困難児童を対象とした音読の流暢性自動評価ツールの開発である．これまでに，ツール開発に向けて音読時間とポーズ特徴量に着目した音読流暢性評価指標を提案した．本稿では，これらの指標を用いて，外国にルーツを持つ児童と困難を抱える日本児童の音読データの比較や明らかにした傾向に対する考察を示す．

キーワード：音読，流暢性，音読時間，特別支援教育

1. はじめに

児童は読み練習を重ねて流暢性を評価，アセスメントすることで学習効率の向上を高めることが示唆されている(1)．また，学校教育においては，読み書き困難児童の発達性ディスレクシアに対する認知度が低く，特別な支援が受けられない現状が見受けられる(2)．家庭でも保護者は経験や専門知識が乏しく，児童に対して適切な評価を行うことは困難である．日本において外国にルーツを持つ児童は一定数いる．彼らには言葉の壁があり支援が必要である(3)．しかしながら，彼らに対して日本国籍の児童と比べると著作権法等関連法解釈の制約から,あまり支援は進んでいない．彼らも読み困難な日本国籍の児童と同等の支援が必要であると考える．

読みの流暢性評価法として，読みの速度に着目した検査方法(4)や文字の読み書きの正確性を調べる検査方法(5)がある．これらの指標を用いる際には「できるだけ速く正確に音読する」ことが求められることが多い．先行研究では，単一項目による評価や特殊な検査が用いていた．

本稿では，外国にルーツを持つ児童と読みに困難を抱える日本児童の音読を比較し，読み困難に伴う特徴を考察する．

2. 流暢性評価指標

本研究では，これまでに，文章音読に挿入されたポーズ情報を利用した多面的指標(6)を用いることで，読みの流暢性の自動評価ツール(7)を提案してきた．本自動評価ツールで読みの流暢性評価指標としている特徴量は以下の 5 つである．

(1). ポーズの平均時間
(2). 1 モーラあたりの音読時間
(3). 音読中のポーズ回数
(4). 所要時間に対するポーズ割合
(5). ポーズの位置種類

指標(3)と(4)は正規化されていない．それらに(5)「ポーズの位置種類」を加味し，かつ音読課題文章中の句読点数やモーラ数に依存しない評価方法を提案する．それが「句読点欠如割合」と「文節途中過剰割合」である．いずれの計算結果が 0 となることが理想的な音読を示す．理想的な音読とは「句読点ではポーズが挿入され，文節途中ではポーズが挿入されていない」ことを示す．これまで，日本国籍を持つ児童を対象として，主観的でなく検査方法に基づき分類した読みの困難児童と定型発達児童の読みの流暢性評価を行った．新しく導入した指標において，統計的に有意差が示された(8)．

3. 児童の音読解析

3.1 対象音読データと音読データのグループ分け

ここでは 19 名の外国にルーツを持つ児童を対象とする．これらの児童に対して,「学習言語習得には 5~7 年の学習が必要である」「外国にルーツを持つ児童は縦書きテキストでは読みにくい」(9)という先行研究の知見に基づき，日本滞在年数（5 年未満・5 年以上）と音読課題の提示方法（縦書き・横書き）で 3 群に分けた．今回の対象者の日本滞在年数は 1~12 年である．特に，滞在年数 5 年未満群は横・縦書きとで有意差が確認されなかったため，横・縦書きを合わせて 1 つの群としている．

一方，日本国籍を持つ児童は，公立小学校 1~6 学年の通常の学級に在籍する 49 名である．「特異的発達障害診断・治療のための実践ガイドライン」に含まれる「特異的読字障害」の「単文音読検査」(10)を実施し，ガイドラインの判定基準に基づき，音読時間の結果が健常児の+2SD 以上を「読みの困難あり児童」とした．音読文章はすべて横書きである．困難あり・無しと音読課題の提示方法（ハイライトあり・なし）で 3 群に分けた．特に，読み困難あり児童の群はハイライトの有無による有意差が確認されなかったため，ハイライトありとなしを合わせて

1 つの群とすることとした. 各群の名称と人数を表 1 に示す. グループ列の括弧内は音読データ数である. 音読に用いた課題文章は 2~4 文で構成される 25 種類（横:6 種類，縦:19 種類）である．その内，4 種類が分かち書き文章である．これらの音読文章は DAISY 規格の ePUB としてタブレット端末に表示された．音読に用いた課題文章のモーラ数の平均は 92.6(最大 136,最小 52)である．句読点数の平均は 6.92(最大 12,最小 3)である．本ツールでは，音読文末の句点はカウント対象とはしない.

表 1 各群の特徴

	グループ
読みに困難なし児童（ハイライトあり）	g1 (24)
読みに困難なし児童（ハイライトなし）	g2 (23)
読みに困難あり児童	g3 (39)
外国にルーツを持つ児童(5 年以上・横)	g4 (12)
外国にルーツを持つ児童(5 年以上・縦)	g5 (12)
外国にルーツを持つ児童(5 年未満)	g6 (12)

表 2 各群の指標平均値

	ポーズ 平均時間	1 モーラあたり の音読時間	句読点 欠如割合	文節途中 過剰割合
g1	0.59±0.14	0.15±0.05	0.32±0.20	0.06±0.05
g2	0.56±0.13	0.13±0.02	0.27±0.24	0.05±0.05
g3	0.57±0.23	0.23±0.09	0.45±0.25	0.14±0.11
g4	0.50±0.11	0.15±0.04	0.92±0.12	0.07±0.05
g5	0.50±0.09	0.15±0.05	0.71±0.20	0.06±0.06
g6	0.62±0.08	0.24±0.06	0.81±0.18	0.19±0.09

3.2 解析結果

6 群を「ポーズ平均時間」「1 モーラあたりの音読時間」「句読点欠如割合」「文節途中過剰割合」で評価する．各群における指標の平均値と標準偏差を表 2 に示す．6 群をチューキー・クレーマー検定にて，多重比較を行った．信頼区間は 5%水準である．

ポーズ平均時間は，全ての組合せで有意差は確認できなかった．1 モーラあたりの音読時間と文節途中過剰割合は，[g4-g1][g5-g1][g4-g2][g5-g2] 及び [g6-g3]で有意差がない．つまり，「5 年以上滞在児」と「困難なし児」，及び「困難あり児」と「5 年未満滞在児」に有意差が確認されなかった．分節途中過剰割合では，[g5-g3]において有意差があり，「困難あり児」と「5 年以上滞在児」との差が確認された．

句読点欠如割合は, [g6-g4][g6-g5]に有意差がみられなかった．つまり，「5 年以上滞在児」と「5 年未満滞在児」に有意差がみられない.

3.3 考察

1 モーラあたりの時間には群間の差があった．ポーズについては，平均時間には群間の差はないが，ポーズが生じる箇所には群間の差がある．1 モーラあたりの音読時間において「滞在 5 年未満児(g6)」と「困難あり児(g3)」 には有意差が見られない．そのため，滞在年数が短い外国ルーツ児は音読困難あり児と同じ読みの傾向が示唆される.

文節途中過剰割合において「困難あり児(g3)」と「滞在 5 年以上縦書き児(g5)」に有意差があり，g5 の方が有意に低い.「音読困難なしハイライトなし児(g2)」と「滞在 5 年以上縦書き児(g5)」には有意差ない．そのため，滞在 5 年以上児は縦書きにおいて，音読困難なし児と同じ読みの傾向が示唆される.

句読点欠如割合において,「音読困難あり児」と「滞在 5 年以上縦書き」・「滞在 5 年未満児」に有意差がある．外国ルーツ児の方が有意に多く，同じ読み傾向であることが示唆される．この指標は外国にルーツを持つ児童であるかどうかを判断するための指標としての可能性示唆される.

4. おわりに

本稿では，4 種の音読流暢性評価指標に基づく外国にルーツを持つ児童と読みに困難を抱える日本児童の音読解析結果を示した．解析結果から，外国ルーツを持つ児童においては滞在年数の長短によらず，特に，句読点でのポーズの取り方において，音読困難あり児童と同程度な状況にあることが示された．そして，滞在年数 5 年未満の児童においては，文節をまとめて読むことに関して，音読困難あり児童と同程度な状況にあることが示唆された.

謝辞　児童の音読音声の提供及び音読評価結果の評価に協力頂いた大阪大学 楠敬太先生，立命館大学 小澤亘先生, 大阪教育大学 金森裕治先生に感謝いたします.

参考文献

(1) Deno, S.L., et al.: Relationships among simple measures of spelling and performance on standardized achievement tests [Research Report No.21] ", Minneapolis: University of Minnesota, Institute for research on Learning Disabilities (1980).
(2) 奥村智人: “発達性読み書き障害（ディスレクシア）の評価と指導”, 明星大学発達支援研究センター紀要, Vol.1, pp.13-15 (2016).
(3) 文部科学省: “「日本語指導が必要な児童生徒の受入状況等に関する調査（平成 26 年度）」の結果について”, http://www.mext.go.jp/b_menu/houdou/27/04/_icsFiles/afieldfile/2015/06/26/1357044_01_1.pdf(2019.6.15 accessed)
(4) 近藤武夫: “読み書きのアセスメント”, http://www.mext.go.jp/component/a_menu/education/detail/_icsFiles/afieldfile/2016/10/27/1378381_15_1.pdf(2019.6.15 accessed)
(5) 宇野彰他: “改訂版 標準読み書きスクリーニング検査 -正確性と流暢性の評価-(STRAW-R)”, インテルナ出版 (2017).
(6) 北川耕平他: “音読時間とポーズの特徴に着目した読みの流暢性の評価指標に基づく音読の流暢性評価の提案”,信学論 D, Vol.J101-D, No.2, pp.338-347 (2018).
(7) 丸山裕也他: “音読のポーズ特徴に基づく音読流暢性アセスメントツールの設計”, 2017 年度 JSiSE 学生研究発表会北信越地区, pp.29-30 (2018).
(8) 丸山裕也他 : ” 音読時間とポーズ時間の特徴に基づく読みの得意・不得意児童の音読流暢性評価 ” , JSiSE 特集論文研究会, E-1-3 (2019).
(9) 楠敬太他 : ” 外国にルーツを持つ児童の読み困難度に関する基礎的研究(第 2 報)”， 日本デジタル教科書学会第 7 回年次大会(2018)
(10) 稲垣真澄他: “特異的発達障害診断・治療のための実施ガイドライン”, 株式会社診断と治療社, 東京(2010)

ソーシャルメディア利用マナー啓蒙の現状に関する研究

A Study of Present conditions of the Social media use Manner Enlightenment

池村　努
北陸学院大学短期大学部　コミュニティ文化学科
Hokuriku-gakuin Junior College Community and Culture Department
Email: ikemura@hokurikugakuin.ac.jp

あらまし：本稿では，ソーシャルメディア利用マナー啓蒙の現状の研究についてまとめている．ソーシャルメディアの普及は，コミュニケーションの変化を促した．様々な組織がソーシャルメディアを活用するようになり，直接情報を届けることが可能となってきた．一方で若年層の利用も増加し，マナーやモラルに反する利用も表面化してきた．2013（平成 25）年には総務省が「ソーシャルメディアガイドラインの普及促進等に関する取組」を発表し，各教育機関や自治体などに周知啓蒙活動を行うことを求めた．ガイドラインの策定が行われてから 5 年が経過して，各教育機関，自治体がどのような対応を行っているか現状をまとめ，課題について検討を加える．
キーワード：ソーシャルメディア，利用マナー，ガイドライン

1.　はじめに

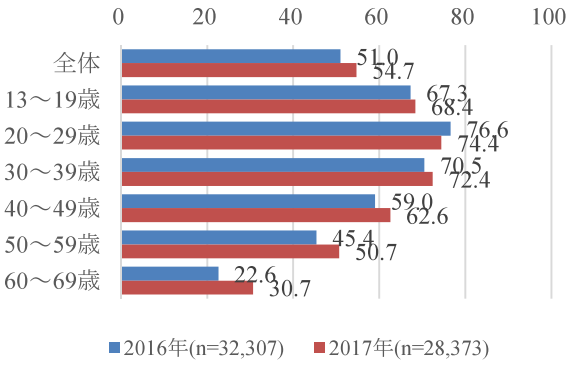
日本においてソーシャルメディアが一般的に利用されるようになってまもなく 20 年を迎えようとしている．個人の利用が中心だったものが，企業の情報発信ツールとして使用することも増え，また政治活動でもソーシャルメディアを利用するケースも増えてきている．一方で不適切な利用により「炎上」するケースが散見されるなど，ソーシャルメディア利用マナーが定着していると言いがたい面もある．そこで本研究ではソーシャルメディア利用マナーの啓蒙に着目し，個人に対する取組と，企業・大学などにおける利用ポリシーについて研究を行う．

2.　ソーシャルメディア利用状況

2017 年には個人におけるスマートフォン保有率が 60.9%に達した（H30 情報通信白書）．前年に較べると 4.1 ポイントの上昇となるが，モバイル端末全体（携帯電話・PHS 及びスマートフォン）の保有率は前年と比べてほぼ横ばいの 84.0%であった．1987 年の携帯電話サービス開始から 30 年，1994 年の買取制導入からは 27 年が経過した．iPhone が国内に登場した 2008 年から約 10 年が経過し，モバイル端末を必要とする人にはおよそ行き渡ったという考え方もできる．その間に通信サービスが高度化，高速化してモバイル端末で実現できることも多様化してきた．初めは通話のみだったサービスが，ショートメッセージのやり取りを実現し，1999 年にはインターネットサービスの導入と共に携帯メールを備えるなど多機能化した．携帯電話では小さな画面しか持たなかったが，スマートフォンの登場により大画面を備え，同時に 3G ネットワークにより動画閲覧などの利用も一般化してきた．またモバイル端末がカメラ機能を備えていることにより，自らが撮影した画像や動画を共有する楽しみ方も多くなってきた．

個人同士が繋がるソーシャルネットワーキングサービス（SNS）は，インターネット黎明期より使われていた．theGlobe.com，Geocities，Tripod.com などコミュニケーションツールとして始まり，後にプロフィールサイトとしての特徴を持つようになった．2004 年には Facebook がサービスを開始し，2019 年 3 月には世界で月間約 23 億 8000 万人が使用する，世界最大のソーシャルネットワーキングサービスとなった．日本でも 2002 年の My Profile を初めとして 2004 年に mixi や GREE，Mobage などもサービスを開始した．その後 Facebook や Twitter，LINE などのソーシャルネットワーキングサービスが日本でサービスを開始し，2016 年度には Facebook, Twitter, LINE の 3 サービスが大半を占めるまでになっている（H29 情報通信白書）．年齢階層別に利用状況を見ると 2016 年度に比べて全体的に利用者が増加している（図 1）．その中で 40 代以上の増加が目立っていが，中心的な利用階層は 20～29 歳となっていて，若者が中心であることに大きな変化は見られない．

図1　年齢階層別ソーシャルネットワーキングサービスの利用状況



（出典）総務省「通信利用動向調査」

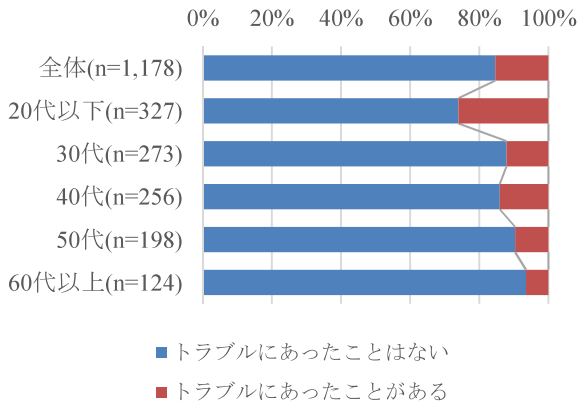
ソーシャルメディアを用いる利点として，直接情報発信できることが挙げられる．既存メディア（新聞・雑誌・テレビ・ラジオなど）を介さず発信する

ことで，自分の考えを意図したとおりに発信できる．一方で、発信時に十分な校正が行われない場合，誤った情報や，不適切な情報を投稿することにより，「炎上」などのトラブルを招くケースも見られるなど，利用に注意が求められる．2010 年代初めにソーシャルメディアを舞台に多発したトラブルを受けて，総務省が「ソーシャルメディアガイドラインの普及促進等に関する取組」(2013 年) を発表するなど，各所にソーシャルメディア取扱いの啓蒙活動を求めることになった．

3.　トラブル発生の背景

SNS を利用していて何らかのトラブルを経験したかどうかの質問に対して，SNS 利用者全体の 8 割以上が「トラブルに遭ったことはない」と回答している（情報通信白書平成 27 年版）．しかし，年齢が下がるにつれてトラブルに遭った人が増える傾向にある（図 2）．

図2　SNS上でのトラブル経験の有無（年代別）



（出典）総務省「社会課題解決のための新たな ICT サービス・技術への人々の意識に関する調査研究」（平成 27 年）

経験したトラブルの内容は「自分は軽い冗談のつもりで書き込んだが，他人を傷つけてしまった」，「自分の発言が自分の意図とは異なる意味で他人に受け取られてしまった（誤解）」，「ネット上で他人と言い合いになったことがある（けんか）」，「自分の意思とは関係なく，自分について（個人情報，写真など）他人に公開されてしまった（暴露）」が比較的高くなった（情報通信白書平成 27 年版）．意図しない形でトラブルに遭っていることがわかる．背景としてソーシャルメディアの特性を十分理解していないことが原因と考えられる．そのため不用意な投稿がトラブルを招くことになっている．逆に意識的に炎上を招き，注目を集めることを目的とした投稿もある．「炎上マーケティング」として認知されるこの手法は，アクセス数やフォロワーの増加により注目を集め，知名度を上げるのに用いられることもある．一方で，北海道長万部町のイメージキャラクター「まんべくん」のように，炎上が行き過ぎて公式サイトが閉鎖に追い込まれる（2011 年）など，リスクも併せ持つことが知られている．

総務省の調査データを基に，毎年同じ項目で学生を対象にソーシャルメディア教育の理解度確認を実施している．投稿時の注意に限って質問をしているが，年ごとに理解度が上がってきていることが確認できている．短大入学時点での理解度の向上も理由として挙げられると思われる．

4.　啓蒙活動の現状

2013 年以降，国の各機関や自治体，教育機関でソーシャルメディア利用ガイドラインを定める動きが見られた．また企業でも同様に従業員によるソーシャルメディア利用におけるガイドラインを定めている．例として総務省の例「総務省公式 SNS 運用方針」を挙げる（図 3）．

図 3　総務省公式 SNS 運用方針



「目的」「基本方針」「運用方針」「免責事項」「利用者による書き込みの削除等」「著作権について」「運用方針の周知・変更等」が定められ，告知されている．また別に「国家公務員のソーシャルメディアの私的利用に当たっての留意点」をとりまとめるなどして，周知に努めている．

本学でも「ソーシャルメディアガイドライン」として「法令遵守」「人権の尊重」「守秘義務と秘密保持」「正確な情報の記載」「北陸学院の一員である自覚」「自分自身のプライバシー保護」の項目を挙げ，入学オリエンテーション期間と，情報機器演習 A」（必修）の初回授業内でソーシャルメディア利用の注意喚起を行っている．しかし，自分のこととして認識し行動できているかどうか，検証が必要である．

5.　最後に

発信ツールとしてのソーシャルメディアはコミュニケーションツールとしても有効で，相互の意見を交換するのに役立つ．一方で他者の攻撃に用いられると，拡散速度が速く，取り返しがつかなくなることも多い．互いを尊重し合いながら利用を勧められるよう，ソーシャルメディア利用のための教育を改善していく必要があると考える．

参考文献

(1)　芳賀高洋，大谷卓史，佐藤匡，高木秀明，豊福晋平: “大学のソーシャルネットワーキングサービス（SNS）利用ガイドラインの教育的考察”，情報教育シンポジウム 2015 論文集, pp.149-156　(2015)

ソーシャルメディアを分析ソースとした有用議論事例抽出

Extraction of the Useful Discussion Cases from Social Media

中山 祐貴[*1], 大沼 亮[*2], 神長 裕明[*2], 宮寺 庸造[*3], 中村 勝一[*2]
Hiroki NAKAYAMA[*1], Ryo ONUMA[*2], Hiroaki KAMINAGA[*2], Youzou MIYADERA[*3], Shoichi NAKAMURA[*2]
[*1] 早稲田大学 グローバルエデュケーションセンター
[*1]Grobal Education Center, Waseda University
[*2] 福島大学 共生システム理工学類
[*2]Faculty of Symbiotic Systems Science, Fukushima University
[*3] 東京学芸大学 教育学部
[*3]Faculty of Education, Tokyo Gakugei University
Email: nakayama@aoni.waseda.jp

あらまし：本稿では，初学者に対して議論遂行のための経験を自ら醸成するきっかけとなる事例を与える育成手法の開発を目指す．そのために，ソーシャルメディアから話題の類似する議論，発言の参考になり得る事例を抽出する．具体的には，活性度／性質別に発言を抽出する手法，発言の繋がりから議論構造を抽出する手法をそれぞれ開発する．本稿では，主に，議論遂行能力育成の枠組みについて述べる．
キーワード：議論遂行能力育成，有用議論事例抽出，議論構造，ソーシャルメディア，情報視覚化

1. はじめに

PBL（Problem-Based Learning）など主体的学習活動の中で，議論を実施する機会が増加している．ここでの議論は，自らの調査結果などを他のメンバと共有し，課題解決に向けて新たに行うべき作業などを決定するものであり，全体の成果に影響を与える重要なものである．ゆえに，議論を遂行する能力育成の重要性が指摘されている (1)．この種の議論を行うには，経験に基づく能力・知識が必要とされ，初学者にとって容易なものではない．特に，初学者は「どのような発言をして良いのか」の経験が乏しく，これまでは，そのスキル獲得は長期間の経験によるしかなかった．また，議論の場面に応じて「どのように議論を展開できるのか」も重要な経験であるが，肯定・否定，論点の提起，質問・回答など性質の異なる発言の積み重ねによる議論展開は複雑なものであり，初学者にとっては，特に体得が難しい．

一方，教員など熟練者は，議論を経験させようと意識するものの，時間などの制約ゆえ，個別の議論に同席して助言を与えることには限界がある．例えば，初学者の参考になり得る「過去の事例」を提示することが重要な方法の１つであるが，事例を準備するコストゆえ，十分には行えない実情がある．

本研究では，初学者に対して議論を遂行するための経験（引き出し）を自ら醸成するきっかけとなる事例を与える育成手法を開発する．これにより，議論遂行能力育成に対する新たな支援の実現を目指す．

2. 問題点と支援方針

2.1 未熟者の議論遂行能力獲得に関する問題点

まず，過去の有用な事例を収集することが困難である（問題点 1）．次に，各発言が議論においてどのような意味を持つのかを把握することが困難である（問題点 2）．更に，各発言による議論の展開を把握することが困難である（問題点 3）．

2.2 関連研究

議論の内容要約や論点の抽出などの取り組みが報告されているが，主に議論の内容理解支援を目指したものが殆どである (2)．また，議論の停滞時に発言を促す取り組みもあるが，議論進行の円滑化に主眼に置いたもので，議論の遂行能力育成には及んでいない (3)．最近では，チャットボットを用いた議論活性化 (4) なども見受けられるが，議論を遂行する能力の育成とは，本質的に意味が異なる．

2.3 方針

本研究では，上述の問題点の解決のために，以下の手法を開発する．

- 支援対象議論と話題の類似する議論の抽出手法（問題点 1 に対応）
- 議論の活性度推定手法（問題点 2 に対応）
- 性質別の発言抽出手法（問題点 2 に対応）
- 議論構造の抽出手法（問題点 3 に対応）

これらの手法を導入して，支援対象と話題が類似する議論から，有用な事例（発言，議論構造）を抽出・示唆するシステムを開発する．これにより，身近な潜在ソースから「議論を遂行するための引き出し」を初学者が自ら醸成するためのきっかけを生成・提供する，新たな支援方法の実現を目指す（図 1）．

3. 類似議論抽出・議論活性度推定手法

3.1 類似議論抽出手法

本研究では，身近な潜在ソースとして，ソーシャルメディア（Twitter）でのツイートを対象に分析し，支援対象議論の話題と類似している議論を抽出する．

まず，支援対象議論のテーマを体現するフレーズを抽出する．テーマを体現するフレーズを基に，

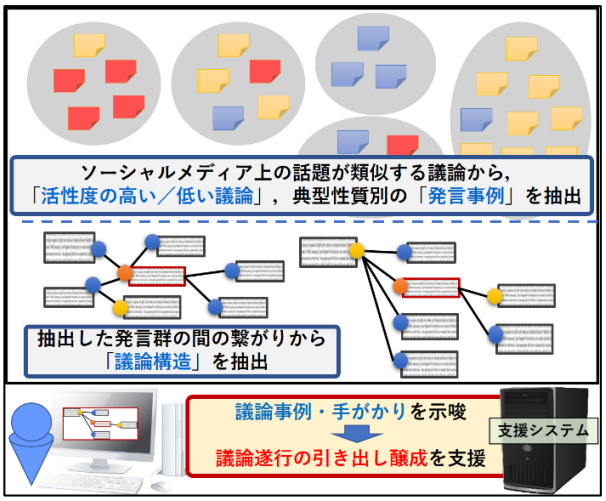


図 1 議論遂行能力支援の概要

Twitter のツイート（発言）を対象に，フレーズが該当する発言を抽出する．このときヒットした発言群を，類似議論を抽出するための起点として，その発言に対するリツイートやリプライ，ハッシュタグを基に関連性のある発言群を抽出する．これらの条件に基づいて抽出した関連性のある発言群を，議論を構成する発言群とする．

3.2 議論活性度推定手法

上記で抽出した議論を構成する発言群を分析する．まず，発言中の文章を形態素解析して，名詞句を抽出する．次に，抽出した名詞句の共起状況を発言間で比較する．一定数以上の名詞句が共起する発言群を，内容の類似が見られる発言群としてクラスタリングする．さらに，議論を構成する発言群の内容類似が見られるクラスタ数とその中の発言数に着目して分析することで，対象議論の活性度を診断する．

4. 有用議論事例抽出手法

4.1 性質別の発言抽出手法

議論を構成する発言のクラスタ間で内容分析を行う．まず，クラスタの発言群の名詞句から文章マトリックスを生成し，クラスタ間の類似度合を表す距離を算出する．ここで算出した距離を基に，クラスタ間の関係性（類似，対義など）を推定する．これにより，クラスタを構成する発言群の性質を抽出する．さらに，抽出した性質別のクラスタの発言群について，「賛成です／反対です」等の特定の文章表現に着目した２次解析を行うことで，より細かな粒度で，性質別の発言抽出を試みる．

4.2 議論構造の抽出手法

上記で抽出した性質別の発言クラスタから，時間軸，リプライ情報を基に，発言の繋がりを抽出する．また，抽出した発言の繋がりを基に，クラスタの範囲（議論を構成する全ての発言群，クラスタ間，クラスタ内の発言群）に応じた３種類の議論構造を抽出する（図 2）．

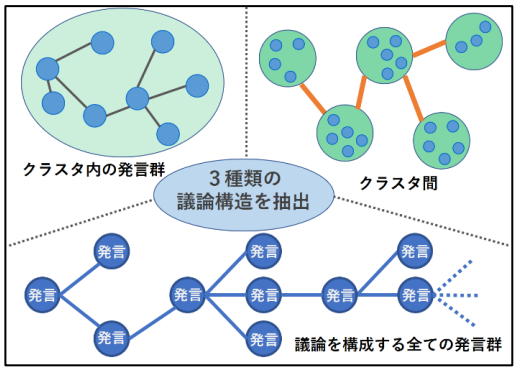


図 2 クラスタの範囲に応じた議論構造

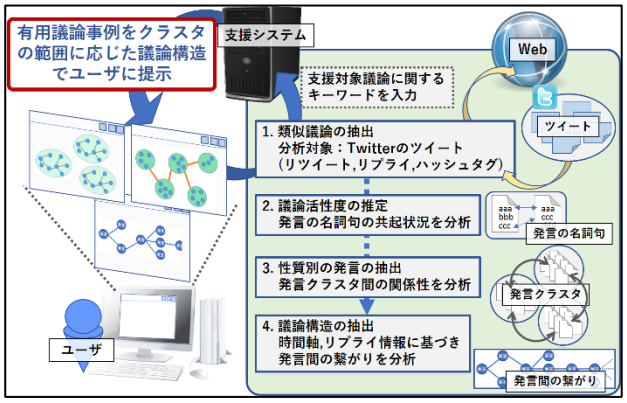


図 3 支援システムの概要

これらの手法によって，初学者に，身近な潜在ソースから，過去の有用議論事例を提示し，議論を構成する各発言の性質，多様な視点での議論構造を示唆する枠組みを提供する（図 3）．

5. おわりに

本稿では，主に，議論経験の乏しい初学者が，「議論を遂行するための引き出し」を自ら醸成するためのきっかけを生成・提供することによる，議論遂行能力育成の支援の枠組みについて述べた．具体的には，身近な潜在ソースに着目した類似議論抽出手法，議論活性度推定手法，性質別の発言抽出手法，議論構造抽出手法を述べた．今後は，実際の議論データの精査を重ね，手法の改善に努める．

参考文献

(1) Andrew A. Tawfik, et al.: “Effects of success v failure cases on learner-learner interaction”, *Computers & Education*, Vol.118, pp. 120-132, Elsevier（2018）
(2) 三浦寛也，竹川佳成，寺井あすか，平田圭二: “言語・非言語情報に基づく議論構造化と要約生成を繰り返しながら議事録を生成するシステムの実現”，日本知能情報ファジィ学会誌, Vol.31, No.1, pp.572-581（2019）
(3) 八重樫文 他，“電子掲示板における議論内容把握のためのビジュアルコミュニケーションデザイン要素の評価 ： 参加者の「発言傾向」と「活性度」に着目した可視化方法の検討”，日本デザイン学会論文誌, Vol.53, No.3, pp.1-10（2006）
(4) Shota KUSAJIMA and Yasuyuki SUMI: “Activating Group Discussion by Topic Providing Bots”, *IEICE Trans. Inf. & Syst.*, Vol.E101.D, No.4, pp.856-864（2018）

OneNote Class Notebook を利用した e ポートフォリオの試み

Attempt to use OneNote Class Notebook as an e-Portfolio

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：これまで Moodle の機能を利用した e ポートフォリオシステムにより利用者の成果の蓄積と教師からの評価結果の提示などを行ってきたが, 操作が煩雑なことと画面の構成に制約が多いことで使いにくいという意見が寄せられていた. OneNote の使い易さとクラスノートブックによる管理のし易さにより, 大いに改善された.
キーワード：OneNote, Class Notebook, e-Portpolio, Moodle

1. はじめに

e ポートフォリオ(ePF)の構築と運用は，平成 21 年度に採択された文部科学省学生支援推進プログラムの活動（Good Practice:GP）の一部として始まり，GP に関連した 1 年生向けのキャリア教育科目として開講されていた「教養演習 I 」の 2 つの「振り返り」を ePF に蓄積する形でスタートした．平成 22 年度は，システムの構築に充てられ，平成 23 年から ePF の本格運用を開始した. GP のテーマとして本学から提案された「キャンパス・キャリア・ファイル（CCF）による段階的就職支援の構築」の活動の一部として, 教養演習 I で使うワークブックを CCF と位置付け，CCF に記入された内容を ePF にも蓄積する形でスタートした.

毎回蓄積する内容としては，その回のまとめとしての「今日の振り返り」と，その日までの 1 週間で頑張った経験 2 つまでを「1 週間の振り返り」として蓄積した．最初，ePF へは，文字入力が可能なテキストボックス形式の PDF フォームを利用して，ワークブックとほぼ同じレイアウトの PDF ファイルを用意した．これら 2 つのファイルを Moodle の画面を通じて毎回アップロードとダウンロードされた.

その際の問題点として，PDF フォームへの入力がうまくできないトラブルや，2 つの PDF ファイルの提出先を間違えたり，毎週の提出頻度は多すぎたことである．提出の頻度はその後大幅に減らされていった.

次の年，PDF ファイルを介さず，ePF の編集画面に表の枠をコピーし，入力する方法に変更された．提出の頻度も 2 回だけに減らされた．その代わりに CCF を提出してもらって，教員が記述内容をチェックし，評点とコメントを学生にフィードバックするようにした．こうした学生からの入力と教員からの評価結果の提示を Moodle のオンラインテキストの機能を使って行った.

オンラインテキストを使って, Moodle 上に情報を蓄積することで ePF として役立てることができるが, 入力枠をコピーして編集画面に貼り付けてから入力するスタイルは煩雑であり, 枠が崩れることも多い. そこで学生側の入力枠を罫線の枠から文字罫線を使ったテキストベースの物に変更した．見た目は悪くなるが扱いはしやすくなった.

より CCF の紙面上のレイアウトに近く, 見た目に入力しやすい ePF を目指していた時, OneNote Online の事を知り，更にそれに Class Notebook というアドインを付加することで教員から管理できることが分かり，ePF として使えるのではないかと試みた．本稿では，従来 Moodle 上で行ってきた学生が入力する情報の蓄積と, 教員が行う CCF の記述内容を評価して評点とコメントを学生側に提示することを OneNote 上で実践してみた結果について報告する.

2. ePF への蓄積の内容と方法

蓄積内容とその方法について，経緯を説明する.

2.1 2 つの振り返りを ePF に蓄積

半期 15 回, 各回の終わりに「今日の振り返り」と，頑張った経験 2 つまでを「1 週間の振り返り」として記入し，ePF にも蓄積する．図 1 に「1 週間の振り返り」入力済の PDF ファイルを示す.

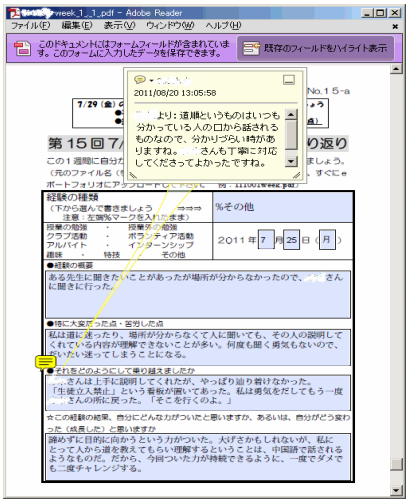


図 1　1 週間の振り返り入力済の画面例

その上に見えているコメントは，教員からのフィードバックである．

2.2 自己 PR 文と短期・長期目標を 2 度蓄積する

翌年には ePF への蓄積回数が大幅に減らされ第 2 回と第 14 回の自己 PR 文と短期･長期目標だけを ePF に蓄積することとした．図 2 は自己 PR を入力する場合の説明と編集画面である．説明文の下の入力の為の枠をコピーして，下の編集画面内に貼り付けてから，入力する方法を取った．学生側からは，編集画面が見える形になる．空の枠を上端に追加挿入することで，次々に挿入することが可能である．

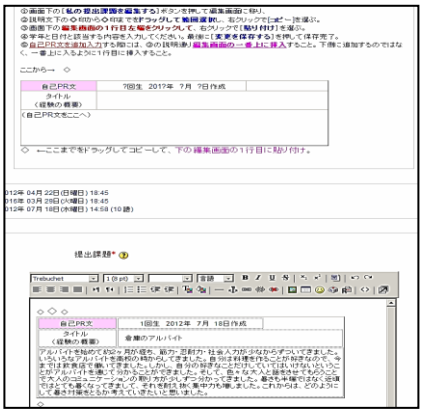


図 2　ePF の自己 PR の入力ページ

2.3 教員側からの評点とコメントのフィードバック

CCF を 4 回程度回収し，3 つの項目について各 3 点満点で評点を付け，コメントと共に学生側にフィードバックを行った．その画面例を図 3 に示す．



図 3 CCF の評点・コメントの表示例

2.4 入力枠を文字罫線に変更

図 2 の説明文の下の罫線枠をコピーして編集画面に貼り付けて使う操作は煩雑とのことで，文字罫線の枠をコピーして使うよう改良した．見た目は悪いが，扱いは楽になった．

3.　OneNote Online への移行

Moodle というｅラーニングシステムを使って，ePF を行ってきたが，以前から入力の手順が煩雑であるなどの意見があった．入力手順が簡単で見た目に分かりやすい方式を探していたが，OneNote Online に Class Notebook という機能を追加することで，入力枠を簡単に全員に配布でき，全員の入力内容を素早く閲覧できることが分かった．

OneNote Online の画面上には，ワークブックのページに似た図 4 のような見出しと枠が表示され，その枠内に入力することができる．

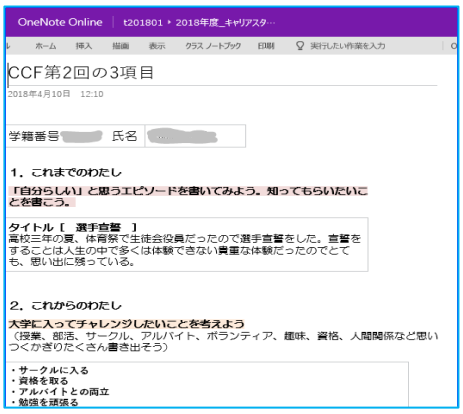


図 4 OneNote Online 上のページの例

学生向けの評価結果とコメントを入力するページは，図5のようなレイアウトで4回分の評価と各下に感想を入力してもらう欄を設けた．図3と比較して，非常にシンプルにまとめることができた．



図 5 評価と感想を入力するページの例

4.　まとめ

OneNote Online に移行し，入力画面がこれまでよりもワークブックに近いイメージで分かりやすく，無理なく入力できることから，成果物の蓄積という点では非常に良いといえる．

Class Notebook の機能により，教員側から説明や枠をレイアウトしたページを全員に簡単に配布することや，各学生の画面を順に閲覧することができ，コメントを簡単に入力することができる．

参考文献

(1) 梶木克則，西川真理子，増田将伸，前馬優策，初年次キャリア教育科目と連動させたｅポートフォリオの３年目の運用, 平成 25 年度 教育改革ＩＣＴ戦略大会, D-7, 2013

授業内外連動型学習をアシストするLMSにおけるリフレクション支援機能

A Reflection Support Tool on Dynamic LMS

喜久川 功[*1], 北 彩乃[*1], 北川 興輔[*1], 杉浦 寛[*1]
Isao KIKUKAWA[*1], Ayano KITA[*1], Kousuke KITAGAWA[*1], Hiroshi SUGIURA[*1]
[*1] 常葉大学
[*1]Tokoha University
Email: kikukawa@sz.tokoha-u.ac.jp

あらまし：大学等の授業では，学習者の学びがより一層深まるよう，授業内活動と授業外活動とが密接に連動した学習（授業内外連動型学習）を充実させることが重要と考える．そこで，授業内外連動型学習をアシストできるLMSの開発を行ってきた．本稿では，本LMS上に実装するリフレクション支援機能について述べる．本機能を用いることで，これまで以上に授業内と授業外が密接に連動した学習活動の展開が実現可能になると考える．
キーワード：リフレクション支援，授業外活動支援，LMS，機能拡張設計，ツール開発

1. はじめに

近年，大学などの高等教育機関では，アクティブラーニング型授業[(1)]の実施等による授業改善が求められている．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，授業内活動と授業外活動とが密接に連動した学習（以下，授業内外連動型学習）を充実させることが重要と考える．そこで，本研究では，授業内外連動型学習を支援することのできるLMS（Dynamic LMS，以下，DLMS）の開発を行ってきた[(2)]．本稿では，DLMSがこれまで以上に授業内外連動型学習をアシスト可能となるよう，DLMSの一部の機能を拡張する形で開発を進めているリフレクション支援機能について述べる．

2. DLMSの機能拡張の必要性

本研究では，2015年度から，DLMSを活用した授業内外連動型学習の設計および授業実践を行ってきた[(3)]．2017年度には，2016年度の授業実践に合わせて実施したアンケート調査の結果報告も行った[(4)・(5)]．本アンケート結果からは，DLMSならびに授業方略等について，概ね良好との判断が得られた．しかしながら，「DLMSは，学習活動のふり返りに役立つと思う（5段階中（5が高い）で平均点：4.00ポイント）」や「授業時間外のふり返りは，学習内容を理解する上で役に立った（5段階中（5が高い）で平均点：3.85ポイント）」といった項目が，他の項目より低めだということも分かった．そこで，DLMSをより良くするためには，既存のリフレクション用機能を強化させる必要があるとの認識に至った．

3. リフレクション支援機能の要件

前節で述べた必要性に対応するために，DLMSに拡張して実装するリフレクション支援機能についての検討を行った．その結果，以下のような要件が得られた．

要件①：学習者は，適宜，自身の学習テーマを設定することができる（複数個の学習テーマが並行して展開することも想定）．

要件②：学習者は，学習テーマごとに，学習成果物を登録したり，テーマを達成するためのスケジュールを管理（登録・編集など）したりすることができる．

要件③：学習者は，授業内・外に関わらず，自身が「ふり返り」を行うたびに，コメント等をシステム上に登録することができる．なお，この時点では，コメント等を学習テーマごとに分類する必要は無い．

要件④：学習者は，頃合いを見計らって，システム上に登録したコメント等を学習テーマごとに分類したり，削除したり，再編集したりすることができる（コメント管理）．

要件⑤：学習者同士で学び合いができるよう，学習者は，学習テーマとテーマに関連付けられたコメント等のセット（一式）を設定し，公開することができる．公開されたものについては，他者からのコメント等も付与可能とする．

要件⑥：学習者は，授業者が用意したクラスに所属することができる．なお，要件⑤の公開先は，同一クラス内とする．

要件⑦：授業者は，必用な分だけクラスを設けることができ（クラス管理），自身のクラスに所属している学習者のデータを参照することができる．

要件⑧：授業者は，自身のクラスに属している学習者に対し，自身が設定した学習テーマを課することができる．

要件⑨：授業者は，クラス内に複数のグループを設けることができ，学習者はグループに属することができる．

要件⑩：グループ活動を支援するためのサブ機能の一つとして，グループメンバー全員で作成した学習成果物等を登録・管理できる機能を用意

する．

要件⑪：学習者に対し，「ふり返り」の誘発を意図したメッセージを自動化して送ることができる（メッセージを送るタイミングやメッセージの内容は，授業者もしくは学習者が設定するものとする）．

要件⑫：本リフレクション支援機能は，可能な限り，容易に扱えるようにする（スマートフォンにも対応）．

4. ユーザーインターフェース

現在，著者らが一丸となってチームを組み，本リフレクション支援機能の開発を進めているところである．開発言語には PHP が用いられ，Web アプリケーションとして提供する予定となっている．本章では，本機能のユーザーインターフェースの一例を示す．

図 1 左は，学習者が蓄積したコメント等を一覧表示で確認するための画面である．コメント等は，書き込まれる度に 1 枚のカードとして保存される形式とした（図 1 右）．なお，図 1 左に表示されるコメント等は，まだ学習テーマへの関連付けがなされておらず，適宜（頃合いを見て），学習テーマへの関連付けが設定されることとなる．

図 2 は，学習者 ID でログインしたときのトップ画面である．画面左側はメニュー部であり，メニュー部でクリックしたページが画面右側に表示される．図 2 の①には，学習者の学習テーマがリンクとして表示されている．学習者は，本リンクから，各学習テーマの学習記録を確認したり，学習成果物を管理したり，コメント等の関連付けを設定したりすることが可能となっている（図 2 の②）．

なお，これらと同様に，クラス／グループ活動用の画面や授業者 ID 用の画面などは，図 1・2 と同等なインターフェースで提供されることとなっている．

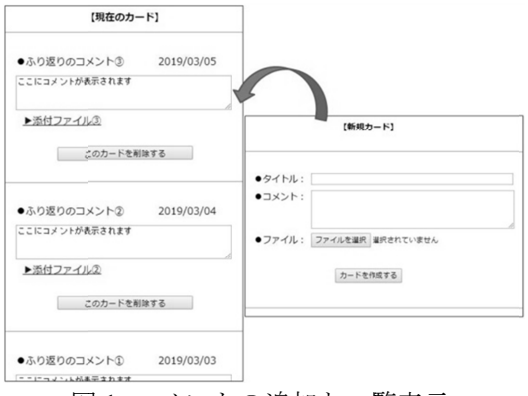


図 1 コメントの追加と一覧表示

5. おわりに

本稿では，DLMS 上に実装するリフレクション支援機能について述べた．本機能を用いることで，これまで以上に授業内と授業外が密接に連動した学習活動の展開が実現可能になると考える．

なお，本機能については，文献(6)に示してあるフィールド上でも利用したい旨の要望があり，本要望に対応するために，DLMS とは独立した形態でも利用可能となるよう（本フィールドで提供される学習環境は，授業内活動と授業外活動とが繋がりのある学びとなるように意図して設計されていて，DLMS 活用はかえって冗長になると考えられるため），開発を進めている．

今後の課題としては，本機能を活用した授業実践ならびにアンケート調査を通して，本機能の評価を行うことである．

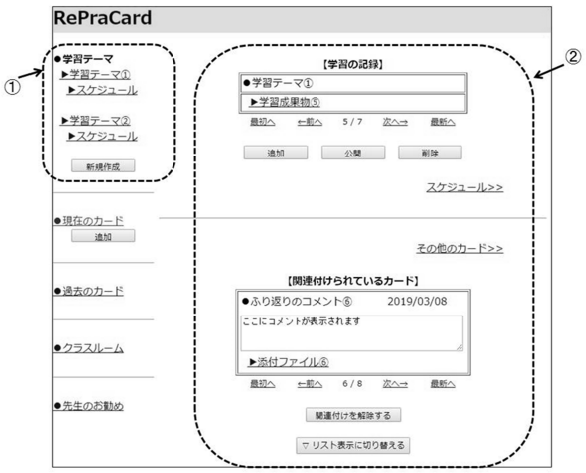


図 2 学習者 ID のトップ画面

謝辞

本研究は，JSPS 科研費 16K00492 の助成を受けた．

参考文献

(1) 溝上慎一:“アクティブラーニングと教授学習パラダイムの転換”，東信堂，東京 （2014）

(2) Kikukawa, I., Aritomi, C., Nakamura, S., & Miyadera, Y.: “Class Designing Method and Implementation for Promoting Active Learning: Four-quadrant AL Designing Method and Dynamic LMS”, Information Engineering Express, International Institute of Applied Informatics, Vol. 3, No 4, pp. 67-76 （2017）

(3) 喜久川功，有富智世，中村勝一，宮寺庸造:“ラーニングデザイン実践環境を活用した授業内外連動型学習の試み”，教育システム情報学会第 41 回全国大会講演論文集, pp. 335-336 （2016）

(4) 喜久川功，有富智世，中村勝一，宮寺庸造:“アクティブラーニング型授業におけるダイナミックな学習展開を支援する LMS を活用した授業実践”，教育システム情報学会第 42 回全国大会講演論文集, pp. 473-474 （2017）

(5) 喜久川功，有富智世，中村勝一，宮寺庸造:“授業内外連動型学習に対する受講者の評価”，日本教育工学会第 33 回全国大会講演論文集, pp. 857-858 （2017）

(6) 有富智世，喜久川功，安藤博文，内田智秀，服部悦子，山田敏之:“授業内活動と自主学習を活性化する学習支援ツールの一体化 ーデジタル教科書・デジタル教材・e ポートフォリオ・教材ダウンロードー”，関西フランス語教育研究会，RENCONTRES 32-2，pp. 11-15，（2018）

C 言語初学者のためのリアルタイムモニタリングシステムの有用性の評価

Basic Evaluation of Effectiveness of Realtime Monitoring System for Beginners of C Programming Language

大下 昌紀[*1]，買田 康介[*2]，松本 慎平[*2]
Masanori OHSHITA[*1], Kosuke KAIDA[*2], Shimpei MATSUMOTO[*2]
[*1] 広島工業大学大学院
[*1] Graduate School of Science and Technology, Hiroshima Institute of Technology
[*2] 広島工業大学情報学部
[*2] Faculty of Applied Information Science, Hiroshima Institute of Technology
Email: {md18003, s.matsumoto.gk, bl16023}@cc.it-hiroshima.ac.jp

あらまし：大学などの高等教育機関では社会の要望に合わせてプログラミング教育が広く行われている．プログラミングの授業では学習者のコンピュータ操作技能に応じて学習の進捗に大きな差が生じる場合があるため，より学習者に即した授業を実現するためには，学習活動のリアルタイムモニタリングは有用であると考えられる．そこで著者らは，C 言語初学者の学習活動をリアルタイムにモニタリング可能なシステムを開発した．本稿では，開発したシステムの概要及び有効性を述べることを目的とする．評価実験を行った結果，その有用性は十分であることが示された．
キーワード：**プログラミング**，教育，C 言語，モニタリング， リアルタイム

1. 緒言

大学などの高等教育機関では社会の要望に合わせてプログラミング教育が広く行われている．プログラミングの授業では学習者のコンピュータ操作技能に応じて学習の進捗に大きな差が生じる場合があるため，より学習者に即した授業を実現するためには，コンピュータ操作技能が十分ではない学習者であっても学びやすい環境の提供のみならず，学習活動のリアルタイムモニタリングは有用であると考えられる．これらの背景から，筆者らは C 言語学習支援システムである Hello C を作成している[(1)]．ところで，学習者に適切な学習環境を提供するために，教育者が学習活動をリアルタイムにモニタリングすることは重要であり，様々な研究が行われている．また，それらの研究から，その有用性が報告されている[(2-4)]．そこで本稿では，教育者が C 言語初学者の学習活動をリアルタイムにモニタリング可能なシステムが C 言語初学者の支援に有用であるかを調査することを目的とする．具体的には，C 言語初学者が Hello C を用いて行った学習活動をリアルタイムにモニタリング可能なシステムである Hello C Realtime Viewer(以下 Hello C RV)を開発する．評価実験の結果，その有用性は十分であることが示された．

2. Hello C

Hello C は C 言語初学者向けの C 言語学習支援システムである．クライアントサーバモデルをとっており，Hello C Client と Hello C Server の 2 種類のシステムからなる．Hello C Client は，初学者が C 言語を学習する際に，できる限り非本質的な負荷をかけないよう，簡易プロジェクト管理機能，簡易デバッガ機能，静的解析機能，オートコンプリート機能，

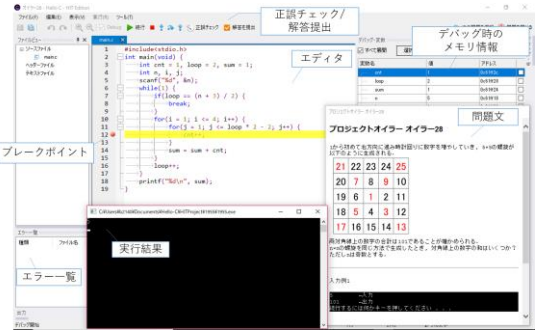


図 1 Hello C Client の外観

構文チェック機能，複数ファイルのコンパイル機能，ソースコード圧縮保存機能，練習問題取得機能など様々な機能を有する．Hello C Client は，Visual Basic .NET Framework 4.5 を用いて開発されており，コンパイルと実行は，Windows 用 gcc を用いて行う．また，Hello C を用いて学習を行うための問題作成や送信，また学習ログの保存を行うためのシステムとして Hello C Server がある．一般的な C 言語学習では，Visual Studio などのリッチな環境や，反対に Vim や emacs などの簡潔な環境が用いられる場合が一般的である．これらの学習環境では，複雑なファイル操作や専門的な知識が必要とされる．これらの操作での躓きは C 言語学習において非本質的であると我々は考えており，したがって HelloC では非本質的な躓きを可能な限り回避できるよう諸機能や UI/UX を設計している．

Hello C Server が提供する機能は，Hello C Client を用いての学習を行う学習者が直感的に C 言語学習を行うことを可能とし，ファイル操作などの本質的でない箇所に余計な認知負荷をかけず C 言語学習に集中することを可能としている[(1)]．Hello C Server は OS として Ubuntu16.04，Web サーバソフトウェアと



図 2 Hello C Real Time Viewer の外観

して Apache2.4.29，データベース管理システムとして MySQL10.1.28-MariaDB を用いて構築された LAMP 環境で動作し，開発言語は PHP7.1.11，アプリケーションフレームワークは CakePHP 3.6 により開発されている．

3.　リアルタイムモニタリングシステム

著者らは C 言語初学者が Hello C を用いて行った学習活動をリアルタイムにモニタリング可能なシステムである Hello C RV を作成した．Hello C RV の外観を図 2 に示す．Hello C RV はウェブブラウザ上で利用可能な Web システムであり，現在学習中の学習者の一覧，学習者別接続時間，問題別学習者数学習者別コンパイル数，学習者別失敗コンパイル数，学習者別直近コンパイル時間を確認することができる．また，それらの項目を降順にランキング形式で閲覧することも可能となっており，この機能により各項目において外れ値をとっていると考えられる学習者の検知を容易にしている．

Hello C RV の有用性を確認するため，被験者 16 名に対し実験及びアンケートを行った．実験では，被験者は教師としてシステムを利用し，教師としてアンケートに回答させた．アンケートの項目を表 1 に記す．アンケートは 6 段階リッカート尺度とし，アンケート項目 1 から 6 までの質問の選択肢では 1 を思わない，6 をそう思うとし，アンケート項目 7 の質問の選択肢では 1 を少ない，6 を多いとした．また，それぞれのアンケート項目に対して，なぜそのような回答に至ったのかを自由記述形式で問う追加質問を設けた．

アンケートの結果を図 3 に示す．グラフの縦軸は評価値平均，横軸はアンケート項目，エラーバーは標準偏差を表す．アンケート項目 1 から 6 において，評価値平均は高い数値が確認された．また，アンケート項目 7 において，評価値平均 3.94 と，選択肢の中央値である 3.5 に近い数字となり，適した情報量を提供できたといえる．しかしながら，否定的な回答もみられ追加質問の回答に，「どの箇所で悩んでいるのか把握できないため躓きを検知することは難しい」といった意見がみられた．学習者の躓きをリアルタイムに検知することは，学習者に適切な学習環境を提供することにつながる．よって，躓きを検知することが可能な機能の追加，検証などが今後の課題となる．

表 1 アンケート項目

1.	あなたが教授者としたときこのシステムは，あなたが学習者の進捗具合を把握するのに有用ですか
2.	あなたが教授者としたときこのシステムは，あなたが学習者の躓きを把握するのに有用ですか
3.	あなたが教授者だとしたときこのシステムは，あなたが学習者の適切な指導に有用ですか
4.	あなたが教授者だとしたときこのシステムは，あなたが初学者を支援するのに有用ですか
5.	あなたが教授者だとしたときこのシステムは，見やすいですか
6.	あなたが教授者だとしたときこのシステムは，使いやすいですか
7.	あなたが教授者だとしたときこのシステムから提供される情報量はどうですか（多いか少ないか）

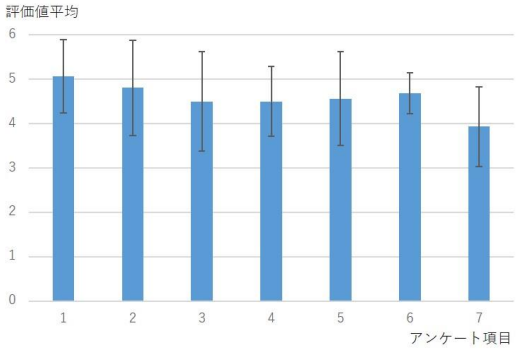


図 3 アンケート結果

4.　結言

本稿では，教育者が C 言語初学者の学習活動をリアルタイムにモニタリング可能なシステムを開発し，それが C 言語初学者の支援に有用であるかどうかを調査した．具体的には，C 言語初学者が Hello C を用いて行った学習活動をリアルタイムにモニタリング可能なシステムである Hello C RV を作成し，有用性について評価を行った．結果，Hello C RV は C 言語初学者の学習支援に有用であることが示された．

謝辞

本研究は，独立行政法人日本学術振興会科学研究費助成事業(基盤研究(C)17K01164，19K02987)及び FOST 公益財団法人科学技術融合振興財団平成 30 年度補助金助成による助成を受けて実施した成果の一部である．ここに記して謝意を表します．

参考文献

(1) 買田康介，大下昌紀，松本慎平:“大学生のための C 言語エディタの開発”，2017 年度教育システム情報学会学生研究発表会講演論文集, pp.207-208 (2018)
(2) Cambridge, D. and Perez-Lopez, K:“First Steps Towards a Social Learning Analytics for Online Communities of Practice for Educators”, Proceedings of the 2nd International Conference on Learning Analytics and Knowledge, pp.69-72, Vancouver (2012)
(3) 大森将，垣内洋介，松本慎平:“授業における PC 操作情報を用いた活動状況可視化手法”，情報システム情報学会誌, Vol.36, No.2, pp.107-117 (2019)

プログラミング学習のための自主学習支援システムに関する研究

Development of Self-learning support system for programing

田中龍之介[*1]，尋木信一[*2]
Ryunosuke TANAKAI[*1]，　Shinichi TAZUNEKI[*2]
[*1]有明工業高等専門学校生産情報システム工学専攻
[*1] National Institute of Technology，　Ariake College，　Advanced Production and Information Systems Engineering Course
[*2]有明工業高等専門学校創造工学科
[*2]　National Institute of Technology，　Ariake College，　Department of Creative Engineering
Email: e51222@ga.ariake-nct.ac.jp

あらまし：本稿では，プログラミングを学ぶ際の自主学習に注目した学習支援システムについて述べる．プログラムの作成過程を「設計」と「開発」の 2 段階と捉え，それぞれの過程を支援するシステムを構築した．具体的には，プログラムの処理の流れを視覚的に編集することができるエディタと開発時の疑問を質問することができるチャットボットで自主学習を支援する．このシステムを用いることで，プログラミング自主学習環境改善が期待できる．

キーワード：Chatbot，ICT 教育，学習支援システム，プログラミング

1.　はじめに

近年，プログラミングの必修化などに伴いプログラミング学習者が増加している．プログラミングの授業の多くは，演習型の授業形式をとっている．この演習型の授業形式というのは，指導者が単純なコードを解説し演習問題の出題を行う，学習者が課題を作成するというものである．この演習型授業形式の問題点として，指導者の不足や学習者の理解度や思考の違いなどが挙げられる．指導者の不足については一人の指導者に対して，40 人以上の学習者を監督しているといった現状である．また，プログラミング学習にはマンツーマンでの学習が効果的である(1)．指導者が不足している現状では，時間的制約や場所的制約を受けてしまうため自主学習が必須であると考える．よって本研究では，学習者の自主学習を支援するシステム開発・運用を目的とする．

2.　プログラミング学習支援

2.1 プログラミングの思考過程

我々は，プログラミング時の思考過程は 3 段階に分けられる(2)と考える．そのプロセスを図に表したのが図 1 である．一般的にプログラマは 3 段階の過程を踏んでプログラムを作成すると仮定する．思考過程第 1 段階は「分析」である．この「分析」では，学習者が与えられた課題をプログラムまで実現可能な最小構成要素までに分解を行う段階である．この思考過程では，自然言語で与えられた問題の枠組みを正確に捉え分解するといった能力が必要である．この能力を「問題の細分化能力」と名付ける．思考過程第 2 段階は「構築」である．この思考過程では，前段階で処理した最小構成要素をプログラム的に意味のある順序に構成する段階である．この思考過程では，実世界とプログラムとのギャップを含めて思考する必要がある．この能力を「プログラミング的思考」と名付ける．思考過程第 3 段階は「開発」である．この思考過程では，前段階の最小構成要素をプログラムに変換する段階である．この思考過程では，コードを能力が必要である．よって必要能力は「コーディング能力」となる．この 3 段階を経て学習者は課題を作成する．それぞれの思考過程では必要とされる能力が異なるため，各思考過程で必要な能力を育てる事によりプログラミング能力は向上すると考える．

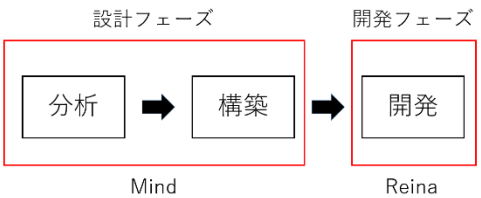


図 1.思考過程

2.2 具体的な支援

本研究では思考過程を図 1 の赤線で分割し二つのアプローチから支援システムを構築し，総合的にプログラミング能力の向上を目指す．思考過程前半部分「分析」「構築」間を「Mind」で，思考過程後半部分「開発」を「Reina」で支援する．

3.　開発

3.1 Mind

今回開発した「Mind」は，思考過程前半を支援する Editor である．設計フェーズを支援するシステムの要件について述べる．

- 並び替えを容易に行うことができる
- 自然言語の分解を視覚的に表現
- 開発言語を限定しない

上記の条件を満たした Editor を開発することで，思考過程前半部分で必要な能力を養うことができると考える.

「Mind」の画面を図 2 に示す.「Mind」は 3 つの画面で構成されている.1 つ目は，画面右側①の新規入力画面である.「Mind」では，構成要素は円で表現している.この円には，それぞれに title 属性と memo 属性があり新規入力部①で入力された各属性が円に保存される.2 つ目は，画面左側②，③の編集画面である.円を選択すると編集部②に各属性が表示される.編集画面では，更新もしくは消去が選択できる.ボタン郡③はシステムボタンである.ここでは，内容の保存，保存データの開示，新規データの作成を選択できる.3 つ目は，画面中央④，⑤の表示画面である.画面中央④は，親要素表示部である.親要素表示部は上部の階層表示と円と線の表示部で構成される.階層表示は，親要素の現在の階層を表示する.新規画面で追加した円は親要素に表示される.円をダブルクリックすることで画面中央⑤の子要素表示部を表示することができる.子要素表示部にも親要素表示部と同様に円を追加することができる.子要素内の円をダブルクリックで選択することで，子要素が親要素になり，子要素を作成する.子要素内で子要素を作成することで階層が一段深くなる.これによって自然言語の分解が行える.また，円は選択ドラッグすることで移動ができる.また，二つの円を選択することで円間に線を作ることができる.この線は円間の関連性や流れを表現している.これによって並び替えを感覚的に行うことができる.表示部には常に 2 階層分の構成要素しか表示しないため，考える際には集中して分解を行うことができる.

「Mind」のシステム構成を図 3 に示す.「Mind」は「Processing」で開発を行っている.作成したデータは，Text の独自形式で保存される.これによって，他の学習者，もしくは指導者が作成したデータを開くことができる.「Mind」の使用の提案としては，学習者が自主学習として用いることもできるが，指導者が予めデータを用意しておくことで授業を展開していくこともできる.例としては，指導者が作成した虫食い状態の「Mind」ファイルを配布し，学習者が完成させることで演習を行う手法が挙げられる.

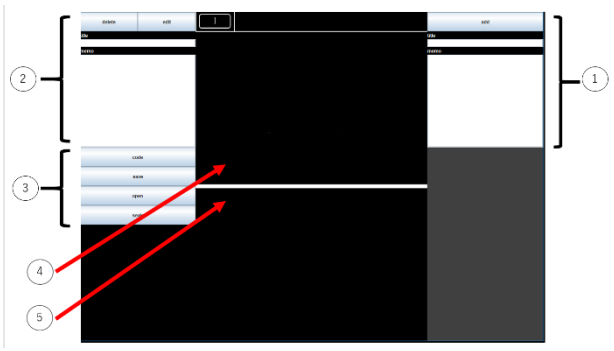


図 2.Mind 初期画面

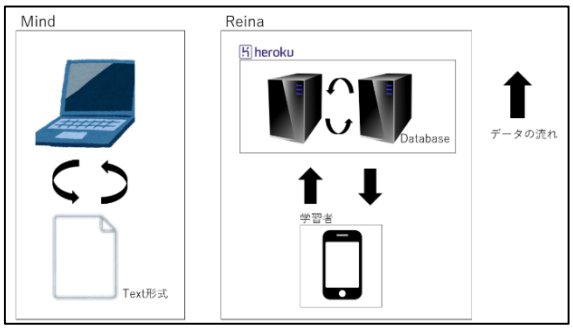


図 3.システム構築図

3.2 Reina

今回作成した「Reina」は，思考過程後半を支援する「LINE BOT」(3)を用いた Bot システムである．開発フェーズを支援するシステム要件について述べる.

・いつでも支援を受けることができる
・複数人から同時に支援を受けることができる
・先生的動作を受動的に行う

上記の条件を満たすためには独立した対話システムが最適であると考える.

「Reina」のシステム構築図を図 3 に示す.今回のシステムは「Heroku」(4)とデータベースで構築されている.現段階のシステムでは，学習者との対話によってサンプルを作り出す「サンプルコードリプライ」機能とエラーに対するアドバイスを送信する機能がある.これにより，単純なつまずきを即時に解消することができ，「コーディング能力」を支援することができる.

4.　おわりに

本研究では，プログラミングの思考過程を分割し，2 つのアプローチによる支援により総合的にプログラミングの自主学習支援システムの開発を行った.「Mind」では，円と線による単純構造と階層表現により，階層的思考と順序的思考を視覚化するシステムを構成した.「Reina」では，疑似教員として Chatbot を用いた対話システムを構築した.現段階では，「Mind」は学習者の使用によるフィードバック，「Reina」はデータの充実により支援の強化が考えられる.

今後の展開として，「Mind」は学習者間のデータの共有を可能にすることにより，学習者の自主学習を促すことができると考える.「Reina」は問題提案機能などの実装によりユーザに寄り添った支援が行えると考える.

参考文献

(1) 都倉信樹：情報処理教育について：情報処理教育における実験・演習，情報処理学会教育報告 Vol32, No.10(1991)， pp.1101-1108
(2) 田中龍之介，”ICT を活用したプログラミング学習支援に関する研究”，2018，卒業論文
(3) “Line Developer”，https://developers.line.biz/ja/
(4) “Heroku”，https://jp.heroku.com/

カード操作方式による学習支援システムにおけるフィードバック方式の提案
－学習意欲向上に対する効果－

Proposal of Feedback Method in Card Operation-based Learning Support System
- The effect for improving learning motivation -

森永 笑子[*1], 松本 慎平[*2], 林 雄介[*3], 平嶋 宗[*3]
Shoko MORINAGA[*1], Shimpei MATSUMOTO[*2], Yusuke HAYASHI[*3], Tsukasa HIRASHIMA[*3]
[*1] 広島工業大学大学院工学系研究科
[*1]Graduate School of Science and Technology, Hiroshima Institute of Technology
Email: md18006@cc.it-hiroshima.ac.jp
[*2] 広島工業大学情報学部
[*2]Faculty of Applied Information Science, Hiroshima Institute of Technology
Email: s.matsumoto.gk@cc.it-hiroshima.ac.jp
[*3] 広島大学大学院工学研究科
[*2]Graduate School of Engineering, Hiroshima University
Email: {hayashi, tsukasa}@lel.hiroshima-u.ac.jp

あらまし：教授者が意図した学習課題に集中させ非本質的な認知負荷の影響をできる限り減らすため，意味のある部分間の関係を考えることに着目したカード操作によるプログラミング学習システムが開発されている．これまでの取り組みにより，カード操作方式による学習支援システムは，教授者の意図した内容に学習者を集中させることができ，とりわけ初心者にとってより有効な学習方法であることが確認されている．また，カード操作方式に基づいたプログラミングは，従来のコーディング演習と同等の学習効果を有しながら，従来よりも学習時間を短縮できる効率的な学習方法であることが明らかにされている．一方で，部分間の関係を考えることだけに焦点を当てた学習であっても持続的な学習が容易ではない学習者が見受けられており，彼らの知覚的喚起を促進する仕組みが求められている．そこで本稿では，学習者が回答したカード順列に応じて正解までの近さを把握可能なフィードバック方式を提案する．実験の結果，提案法は十分な学習効果を有しながら学習意欲を向上可能であることが示唆された．
キーワード：プログラミング，学習支援システム，カード操作方式，部分間の関係，フィードバック

1. はじめに

意味のある部分間の関係を考えることに焦点を当てたプログラミング学習において，外在的な非本質的認知負荷(1)の影響をできるだけ少なくするために，カード操作方式によるプログラミング学習支援システム(以降，従来システム)が開発されている(2)．従来システムでは，ソースコード全体のうち意味のある部分について考えることに集中させ，プログラムの構造や全体の構造を把握することができるという習慣や技能の習得を目的としている．大学講義内で従来システムを導入した結果，外在的な認知負荷(3)を減らしながら，教授者が意図した学習活動に集中出来ていたこと，とりわけプログラミングを初めて習う初学者にとって有効な学習方法であることが示唆された．また，従来システムは，従来のコーディング演習と同等の学習効果を有しながら，従来よりも学習時間を短縮できる効率的な学習方法であることが示唆された(4)．一方で，部分間の関係を考えることだけに焦点を当てた学習であっても，持続的な学習が容易ではない学習者が見受けられており，彼らの知覚的喚起を促進する仕組みが求められている．知覚的喚起の促進に向けては，学習者の状態に応じた助言を与えることが有効であると考えられる．そこで本稿では，学習者が回答したカード順列に応じて正解までの近さを把握可能なフィードバック方式を提案する．具体的には，問題ごとにいくつかの出力結果に対して，正解までの近さを「レベル」という表現で事前に数段階用意しておき，問題提示と共に学習者にそれらを提示する．各レベルはスモールステップ(5)に対応しており，学習者は各スモールステップを目標として段階的に問題解決に取り組む．学習者が回答を送信した際，出力結果を参照でき自分の「レベル」を把握できる．このレベルを手掛かりに現状を把握し問題解決に取り組めるため，知覚的喚起に有用であると考えられる．従来システムに提案法を実装して実験を行った結果，提案法は十分な学習効果を有しながら，学習者の学習意欲を向上可能であることが示唆された．

2. カード操作方式によるプログラミング学習システム

カード操作方式は，プログラムコードの書かれたいくつかのカードを学習者に提供し，ドラッグ&ドロップでカードを並び替える操作によってプログラ

ムを組み立てる演習である．これは，プログラミング学習をいくつかの学習活動に分割した後，一部の学習活動を非本質的負荷として間接的に認知負荷を減らしながら，教授者が学習者に学ばせたい学習活動に認知資源を集中させることを狙いとしている．

従来システムでは，まず，問題文と 1 つ以上の命令のプログラムコードが書かれたカードを用意する．次に，学習者は問題文の処理に合うように用意されたカードを並び替えることで回答を行う．このとき，選択肢のカードには正解に含まれる命令群を持つカードとそうでないダミーカードで構成されている．なお，並び替えるプログラムは全体ではなく部分的とする．図 1 に従来システムの外観を示す．学習者が回答ボタンを押した際，学習者が並び替えたカードの並びに応じた実行結果と共に，正解か不正解かの判定結果を返答できる．



図 1　学習支援システムの外観

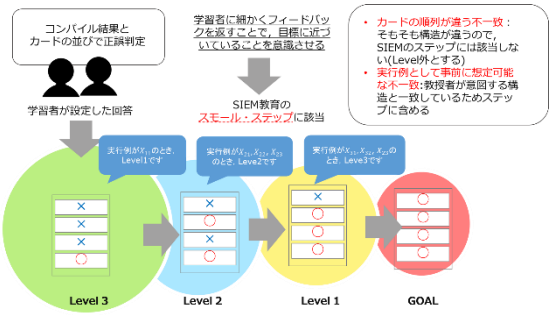


図 2　フィードバック方式

表 1　事前試験・事後試験の結果

	事前試験	事後試験
実験群	2.96	3.52
統制群	3.00	3.41

3.　フィードバック方式

本稿では，学習者自身が正解までの近さを把握可能なフィードバック方式を提案する(図 2 参照)．これは足場掛けとして有用であるため，学習者の知覚的喚起に役立つと考えられる．この効果を明らかにするために実験を行った．本稿では，フィードバック機能の効果を明らかにするため，実行結果とレベル情報を参照可能な実験群，実行結果だけのフィードバックを受ける統制群の 2 群に分け比較実験を行った．学習する前に学習者に理解度を測定する事前試験を行い，2 群の学力水準が均等になるように分けた．その後 30 分間学習実験を行い，最後に事後試験を行った．学習実験で使用した問題は，2 群ともに同じ内容の問題を 3 問出題し，ダミーカードの量も同一量とした．また，全ての試験終了後，被験者から SIEM 理論の評価に基づいたアンケート[5]を行い，回答を得た．

実験結果を表 1 に示す．事後試験の得点については，統計的に有意な差は見られなかったが実験群の方が統制群よりも高い結果となった．また，アンケート結果では，「自分が並び替えたプログラムの動作結果を見るのは楽しいですか」という質問には，統計的に有意な差($p<0.05$)が見られた．本稿で学習者に提示したアンケートは先行研究[5]を元に作成したものであり，有意差が見られた質問は，先行研究[5]から知覚的喚起の質問項目である．以上から，提案法は十分な学習効果を有しながら，学習者の学習意欲を向上可能であることが示唆されたと言える．

4.　まとめ

本稿では，学習者が回答したカード順列に応じて正解までの近さを把握可能なフィードバック方式を提案した．プログラムの実行結果を足場かけやスモールステップとして利用可能な情報を提示した．実験の結果，提案法は従来法と同等の学習効果が示され，情報提示は学習機会を減らしていなかったことが示唆された．また，SIEM 理論の評価に基づいたアンケート結果から，提案法は知覚的喚起に有効であることが示唆された．

謝辞

本研究は，独立行政法人日本学術振興会科学研究費助成事業(基盤研究(C)17K01164，19K02987)及び FOST 公益財団法人科学技術融合振興財団平成 30 年度補助金助成による助成を受けて実施した成果の一部である．ここに記して謝意を表します．

参考文献

(1) S.Garner, A Tool to Support the Use of Part-Complete Solutions in the Learning of Programming, Proceeding deconference, pp.222-228(2001).
(2) 松本慎平，林雄介，平嶋宗，部分間の関係を考えることに焦点を当てたカード操作によるプログラミング学習システムの開発，電気学会論文誌 C(電子・情報・システム部門誌), Vol.138, No.8, pp.999-1010 (2018).
(3) J. Sweller, J. Merrienboer, F. Paas, Cognitive architecture and instructional design, Educational psychology review, Vol.10, No.3, pp.251-296 (1998).
(4) 村上瑠香，森永笑子，松本慎平，林雄介，平崎宗，カード操作方式によるプログラミング学習システムの学習効果, 2016 年度 JSISE 学生研究発表会講演論文集, pp.203-204 (2018).
(5) 土肥紳一，宮川治，今野紀子，SIEM を導入したプログラミング教育の実践効果，情報処理学会，情報教育シンポジウム SSS2003,pp.199-204(2003).

模倣学習エージェントを用いたゲーム戦略学習環境の構想

The Plan of Game Strategy Learning using Imitation Learning Agents

植野　雅之[*1]，和田　慎二郎[*2],高見　友幸 [*1]
UENO Masayuki[*1], WADA Shinjiro[*2] ,TAKAMI Tomoyuki[*1]
[*1] 大阪電気通信大学 総合情報学部
[*1] Osaka Electro Communication University, Faculty of Informatics
[*2] プール学院大学 短期大学部
[*2] Poole Gakuin Collage
Email: ueno@osakac.ac.jp

あらまし：ディープラーニング技術を用いることで人間の学習者がある状況のとき，どのような振るまいをするかを機械に学習させることで，その振る舞いを模倣するエージェントとして利用することが可能である．このような模倣学習エージェントは，様々な教育的な利用が考えられる．本発表ではこの模倣エージェントを論理的ボードゲームにおける戦略の学習のための教育環境として用いる構想について述べる．
キーワード：模倣学習エージェント，論理的ボードゲーム，ゲーム戦略学習，模倣学習

1.　序

知識情報処理などの人工知能技術を教育システムに生かそうとする試みは，知的教育システム(Intelligent Tutoring Systems: ITS)研究として，様々なシステムが提案・開発されてきた．しかし，現時点の技術水準では，人間の教師をシミュレートする人工知能を作ることは難しいと考えられるため，機械知と人間知の非対称性を越えて刺激を与えることができる知的教育システムが求められており，教育エージェント（Pedagogical Agent）として研究が進められている．これは，一定の役割を担うことのできるエージェントにより，教育の支援をおこなうという発想である．

本研究において提案するのは，機械学習を用いて，人間の学習者の振る舞いを模倣する能力を持つ教育エージェント「模倣学習エージェント」である（図１）．このエージェントに学習者が持つ様々なスキルだけでなく，学習者が持っている思い込みなど含めて反映させることができれば，学習者にとって自分を振り返る教育的な意味での一種の「鏡」として機能させることができ，自分が持っている戦略の問題点や見落としていた視点，思い込みなどに気付くことができるようになると考えられる．特に相手が必要な学習，例えば，討論，外国語会話，スポーツなどの対戦，ボードゲームなどの対局，教師教育などの学習においては，このような教育エージェントを用意することによって体験的に学習することができるようになると考えられる．

2.　ゲーム戦略の学習

本研究の対象領域としては，「スポーツ」「討論」「外国語会話」等の領域への適用には技術的問題が多いと思われるので，学校教科的な内容から外れることとなるが，将棋・リバーシなどの論理的ボードゲームの戦術・戦略的スキルの学習を扱うこととしたい．

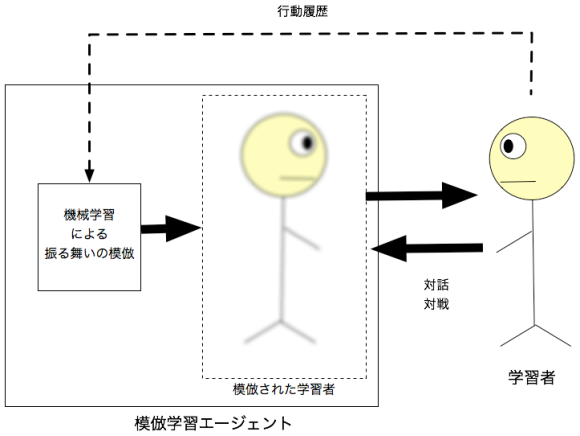


図 1　模倣学習エージェント

ここで「論理的ボードゲーム」とは学術的には「二人零和有限確定完全情報ゲーム」と呼ばれるボードゲームであり，両者の駒の位置などの勝敗に関わる情報が相互にオープンで，有限の時間で勝敗が決着するタイプのゲームである．このようなゲームでは，偶然の要素がないため，論理的かつ空間的な思考力を鍛える知育として用いられることもある．このような論理的ボードゲームでは，問題解決空間やそこでの行為が明確であるため，振り返りなどもおこないやすい．また，一般的な人間の能力を越えるレベルの AI プレーヤーが既に作られており，技術的にも利用しやすいというメリットがある．さらにボードゲームなどの戦略的スキルを学習することを目的とする教育システムはあまり例が見当たらず，新たな領域を切り開くものとして期待することができる．

3.　模倣学習の実現

将棋における模倣学習については，(2)(3)などにあ

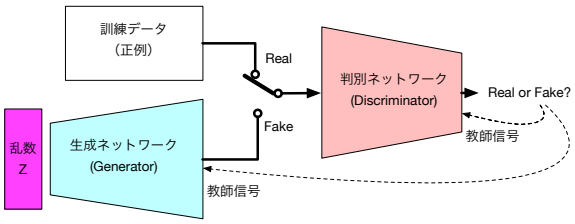


図 3　敵対的生成ネットワーク（GAN）

るようにプロ棋士の振る舞いを再現するレベルの模倣学習が実現されている．技術的には大量のデータを必要とする深層学習において，敵対的生成ネットワーク（Generative Adversarial Network：GAN）と呼ばれる技術を用いて，サンプルに類似する偽のデータを生成する生成ネットワークとその真偽を判定する判別ネットワークを競合させて学習をおこなうことで少数のサンプルからの学習を可能にしている（図 2）．(2)(3)では，棋譜の各手と生成ネットワークにより偽の手を生成したものを判別ネットワークによりその真偽を見分ける競合状態で両者のネットワークの学習を繰り返すことで実現している．

4.　模倣エージェントを用いたゲーム戦略学習のための教育環境

模倣学習エージェントをゲーム戦略を学習するための対戦環境として用いる方法としては，次の 2 段階が考えられる．

[1]単独での利用
[2]マルチユーザーでの利用

[1]単独での利用では，仮想的な自己対戦をおこなうことができる(図 1)．①仮想的な自己対戦により，自己が持つ戦略を立場を変えて見ることができるため，様々な問題点を認識することができる可能性がある．

[2]マルチユーザーで利用する場合には，仮想的な自己対戦以外に②他人の模倣エージェントとの対戦（図 3），③模倣エージェント間の仮想対戦（図 4）をおこなうことができる．人間同士の対戦では，単にスケジュールを合わせる以外に強いストレスを与える可能性があり，簡単におこなうことが難しいが，模倣エージェントとの仮想対戦ではこれらの負担を無くすことができる．さらに模倣エージェント間の仮想対戦により，大体の力量の差などを推し量ることが可能となり，仮想的なランキングを作るなど，人間間の対戦をおこなう際の参考にすることができる．

模倣エージェントの導入により，このような多様な形での対戦が可能となり，一般的な人間同士の対戦以外の様々な体験を得ることができる学習環境，教育環境として機能させることが可能になると考えられる．

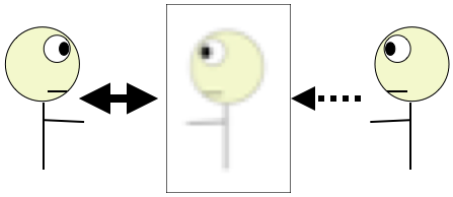


図 2　他者の模倣エージェントとの対戦

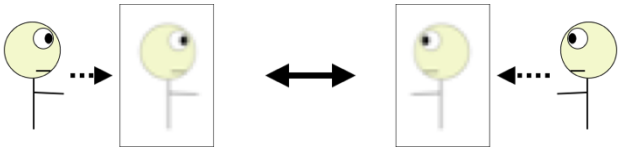


図 4　模倣エージェント同士の対戦

5.　結論と展望

技術的には 3 章に述べた方法により，特定プレイヤーの棋譜を元にそのプレイヤーの戦略的スキルを模倣する仮想プレイヤーを作り出すことができると考えられる．プロではないプレイヤーの棋譜に対して，この技術を適用する場合に考えられる問題点としては，(1) プロではないプレイヤーの打ち方はプロほど洗練されておらず，安定していないと考えられるため，機械学習がうまくいかない可能性がある点，(2) 棋譜がそれほど多くないため，有効な機械学習が成立しない可能性がある点などがある．

一方で棋譜からそのプレイヤー自身と同程度の仮想プレイヤーを作り出すことができれば，4 章で述べたようなゲーム戦略を学習する闘技的な学習環境を構築することができる．さらに記号処理的な AI 技術を用いて，模倣エージェントに新たな戦略を容易に付け加えて強化することができれば，戦略に関する試行錯誤をかなり効率化できるのではないかと考えている．また，機械学習されている戦略を何らかの形で抽出することができれば，初学者に対する明示的な指導に利用することも可能となると考えられる．今後の研究にて，実装・検証していきたい．

謝辞

本研究は JSPS 科研費 JP19K12260 の助成を受けたものです．

参考文献

(1) エージェント技術の教育応用,吉川,高橋,教育システム情報学会誌, Vol.35, No.1, 2018, pp5-12
(2) Chidambaram, M. and Qi, Y.: Style Transfer Generative Adversarial Networks: Learning to Play Chess Differently, arXiv preprint arXiv:1702.06762 (2017).
(3) Shanchuan Wan and Tomoyuki Kaneko. Style Transfer in Playing Shogi Based on Generative Adversarial Networks. GPW 2017, pp. 138-143(2017)
(4) 人間プレーヤーの振る舞いを模倣する対戦エージェントの可能性,ゲーム学会第 17 回全国大会論文集, 2018,p.21-22

ロボットを用いたプレゼンテーションセルフレビュー支援
Promoting Self-review of Presentation with Robot

瀬谷 遼太郎[*1]，稲澤 佳祐[*2]，柏原 昭博[*3]
Ryotaro SEYA[*1], Keisuke INAZAWA[*2], Akihiro KASHIHARA[*3]
[*1 *2 *3] 電気通信大学大学院
[*1 *2 *3] Graduate School,The University of Electro-Communications
Email: ryotaro.seya@uec.ac.jp

あらまし：本研究では，学習者のセルフレビューに対しロボットを用いたフィードバックを行うことでプレゼンテーションにおける改善点への気づきを促す支援を提案する．まず，学習者のプレゼンテーションに対し診断を行い，改善点を求める．次に，診断結果と学習者のセルフレビュー結果を用いて学習者のプレゼンテーションの非言語動作を再構成する．フィードバックでは，ロボットによる学習者のプレゼンテーションの再現と再構成を行うことで，学習者に対してセルフレビューが不十分・不適切であった点への気づきを促す．
キーワード：ロボット，プレゼンテーション，フィードバック，セルフレビュー，診断

1. はじめに

研究者にとって研究内容を適切に伝えるためにプレゼンテーションは重要な研究活動である．また，プレゼンテーションの改善・洗練のための方法として，プレゼンテーションへのレビューが挙げられる．本研究ではプレゼンテーションにおけるレビューのうち，自分自身でプレゼンテーションの振り返りを行うセルフレビューに着目する．

従来のセルフレビュー手法である「自分自身のプレゼンテーションの動画を視聴する」では，自分自身の映像や音声に対して心理的抵抗感を感じ客観的なレビューを行えず，十分な改善点を見出せないという問題点があった．そこで先行研究では，ロボットが学習者のプレゼンテーションをそのまま再現することでセルフレビュー時の心理的抵抗感を軽減し，客観視を促進する支援手法を提案した[(1)]．また，あらかじめレビューポイントを設けたチェックリストを提示することで綿密なレビューを促す支援を行った．しかし，それでも，セルフレビューを適切かつ十分に行えない場合が，特に研究初学者に多いという問題点が見出された．

そこで，本研究では研究初学者を対象として，プレゼンテーションにおける非言語動作（プレゼン動作）を診断し，診断結果と学習者のセルフレビュー結果の差分をロボットによってフィードバックすることで，セルフレビュー時に適切かつ十分に見出せなかった改善点への気づきを促すセルフレビュー支援手法を提案する．

2. ロボットを用いる必要性

フィードバックにロボットを用いる理由として，まずロボットが学習者の学習に対するエンゲージメントを促進することが挙げられる．本研究でも，これまでロボットが CG キャラクタと比較してエンゲージメントを促進することを確かめた[(1)]．加えて，ロボットによる離散的な動きは，プレゼン動作としての顔向けや指差しといったジェスチャーを強調することに繋がり，研究初学者のジェスチャーに対する気づきを促進することが期待される．加えて，ロボットの持つ 3 次元性もフィードバックにおけるジェスチャーへの認識を助長できると考えられる．

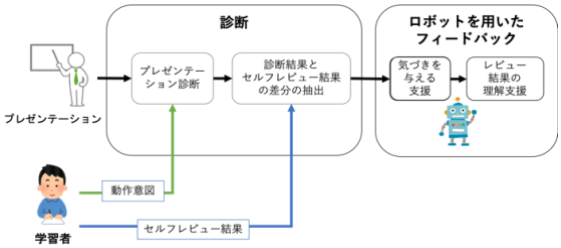


図 1 支援の枠組み

3. 支援の枠組み

図 1 に，本支援の枠組みを示す．まず，学習者のプレゼンテーションを収録し，収録結果からプレゼンテーションドキュメント，モーションデータ，オーラルデータを取得する．次に，学習者はプレゼ動作の意図をスライドに対して入力し，その後，これまでに開発してきたシステム[(1)]を用いてロボットが学習者のプレゼンテーションを再現し，セルフレビューを行わせる．次に，学習者のプレゼンテーション診断のために開発したシステムを用いて，収録結果と入力された動作意図からプレゼン動作が適切に行われているかを診断する．最後に，診断結果と学習者のセルフレビュー結果を比較し，比較結果からセルフレビュー時に学習者が見出せなかった点やセルフレビューが不適切な点が見つかった場合，ロボットによってそれらの点をフィードバックし，学習者の気づきを促す． 以下では，ロボットを用いたフィードバックについて述べる．

4. ロボットを用いたフィードバック

ここでは，セルフレビュー結果の不十分・不適切な点を具体的な内容を明示せずフィードバックすることで，学習者にプレゼンテーションにおける改善点に気づかせる支援を行う．なおロボットには

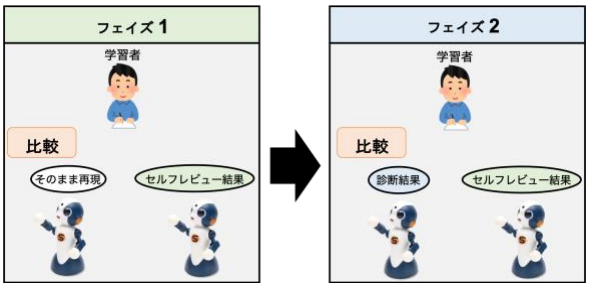


図 2 改善前後の比較の枠組み

Vstone 社の Sota(2)を使用する．

図 2 に，フィードバックの枠組みを示す．ここでは，Sota を 2 体用い 2 段階のフェイズでフィードバックを与える．フェイズ 1 では，これまでに開発したシステム(1)を用いて一方の Sota にプレゼンテーションを再現させる．同時にもう一方の Sota には，学習者によるセルフレビュー結果をもとに再構成したプレゼンテーションを実演させる．これにより，学習者に対して，セルフレビューでの改善点を反映させると自分のプレゼンテーションがどのようになるのかを確認させる．フェイズ 2 では，一方の Sota にはセルフレビュー結果をもとに再構成したプレゼンテーションを実演させる．同時にもう一方の Sota にはシステムによる診断結果をもとに再構成したプレゼンテーションを実演させる．これにより，学習者にセルフレビュー結果と診断結果に基づくプレゼン動作の差分を提示し，セルフレビュー時に不十分・不適切であった点への気づきを促す．

5. 非言語動作の再構成システム

ここではプレゼンテーションにおける非言語動作の再構成を行うシステムについて述べる．

5.1 システムの概要

再構成の対象であるプレゼン動作は顔向け・指差し・パラ言語(音程・声量・速度・間・フィラー)の 3 つである．以下，再構成部分の同定，各動作の再構成手法について記述する．

5.2 再構成部分の同定

セルフレビュー結果に基づく再構成では学習者が改善すべきだと判断した非言語動作を再構成する．なお，セルフレビューにおいて学習者が改善すべきだと判断したが診断では適切な非言語動作を行えているとした点についてはオーバーレビューとし，非言語動作の再構成は行わない．診断結果に基づく再構成ではシステムによる診断において改善すべきだと判断された非言語動作を再構成する．

5.3 顔向け，指差しの再構成

まず，Sota によるプレゼンテーションにおける顔向けと指差しは，表 1 のような”時間”とそれに対応した”顔向けの方向”，”指差しの位置” のパラメータを記録したロボット動作シナリオを Sota に読み込ませることで実行できる．そのため，顔向け・指差しの再構成はロボット動作シナリオにおけるパラメータを変更することによって行う．まず，顔向けについては，動作意図の付与された発話内容のテキストを含む 1 文の発話中はスライド方向を，その文の前の発話は聴衆方向を向くように変更する．指差しについては，動作意図の付与されたテキストを発話している間，そのテキストのスライド上の位置に対して指差しを行うように変更する．

表 1 ロボット動作シナリオ(例)

時間	顔向け	指差し
1.00	To Screen	uppointing
2.00	To learner	downpointing

表 2 音声ファイル生成のための情報(例)

テキスト	速度	音程	抑揚
それでは発表をはじめます	9	9	7

5.4 パラ言語の再構成

音程，音量，速度，間，フィラーの 5 つを再構成する．Sota によるプレゼンテーションの発話は，Sota に音声ファイル(wav 形式)を作成させ，Sota に再生させることで行う．音声ファイルは表 2 のような発話内容となるテキストとそれに対応する 3 つのパラメータ(速度，音程，抑揚)の値を Sota に与えることで，作成できる．なおテキストは発話に間が現れるごとに分割され，音声ファイルは分割されたテキストごとに生成される．音程，速度，フィラーの再構成では表 2 の情報を変更する．音程，速度の再構成では動作意図を持つテキストの発話部分に対応する音程を高く，速度を遅くするように変更する．フィラーの再構成では，テキストごとに形態素解析を行い，フィラーと見なされた文字列を削除する．音量，間の再構成は音声ファイル生成後に行う．音量の再構成では，動作意図を持つテキストの発話部分である音声ファイルの音量を音声編集用ソフトウェアによって編集し上昇させる．間の再構成も同様のソフトウェアを用いて，動作意図を持つテキストの発話部分の先頭に無音の音声を挿入する．

6. まとめ

本研究ではロボットを用いたプレゼンテーションセルフレビュー支援を提案した．具体的には，学習者がセルフレビューにおいて見出せなかった改善点や見出したが適切でない改善点に対してロボットを用いてフィードバックすることで，改善点に対する気づきを促す支援を提案した．また，そのためのシステムについて説明した．加えて，開発中の非言語動作再構成システムについて述べた．今後の課題としては，誇張再現や改善前後の理解支援の開発．ロボットによるフィードバックの有効性を確かめる評価実験などが挙げられる．

謝辞

本研究の一部は，JSPS 科研費 JP18K19836 の助成による．

参考文献

(1) 柏原昭博，稲澤佳祐:”プレゼンテーションロボットによるセルフレビュー支援”，第 82 回 先進的学習科学と工学研究会(SG-ALST), pp.91-96 (2018)
(2) VStone.： Sota，https://sota.vstone.co.jp/home/

留学情報ライフサイクルに基づく留学用グループ学習プラットフォーム

A Study-Trip Group Learning Platform based on Study-Trip Information Lifecycle

福田 裕樹[*1], 後藤田 中[*1], 卯木 輝彦[*2], 國枝 孝之[*1], 八重樫 理人[*1], 谷田貝 雅典[*3], 米谷 雄介[*1]
Hiroki FUKUDA[*1], Naka GOTODA[*1], Teruhiko UNOKI[*2], Takayuki KUNIEDA[*1], Rihito YAEGASHI[*1], Masanori YATAGAI[*3], Yusuke KOMETANI[*1]
[*1] 香川大学
[*1]Kagawa University
[*2] フォトロン
[*2]Photron
[*3] 共立女子大学
[*3]Kyoritsu Women's University
Email: s16t265@stu.kagawa-u.ac.jp

あらまし：我々は，留学情報を「留学に関する人間の判断や行動を導くための伝達的知識」と定義し，留学情報を留学前の事前情報，留学中の現地情報，留学後の事後情報に分類する．それぞれの留学情報は密接に関係しており，留学支援に利用可能である．我々は，こうした情報ライフサイクル管理のモデル（留学情報ライフサイクル）に基づき，留学用グループ学習プラットフォームを提案する．留学情報ライフサイクルに加え，インストラクショナルデザイン，ゲーミフィケーションの理論的基盤に基づき留学プロセスをモデル化し，本プロセスモデルの妥当性・有用性を考察した．これに加え，本プロセスモデルの実現に向けたグループ学習プラットフォームの開発状況を報告する．

キーワード： 留学，留学支援，留学情報ライフサイクル，留学プロセスモデル，グループ学習プラットフォーム，VR，360 度映像

1. はじめに：留学情報ライフサイクル

留学を決断する際の阻害要因として，留学先の情報不足・留学先での人間関係の構築に対する不安が，経済面での負担，語学力に対する不安に次いで大きい(1)．また留学先の情報提供や留学先での人間関係に対する取り組みは経済面での支援に対して比較的取り組みが少ないという現状がある(2)．これらの現状に対し，留学予定者が留学前に他の留学予定者とより良い人間関係を構築する手段および留学先の情報をより多く得られる手段を開発することが必要であると著者らは考えた．

熊野ら(3)は，観光情報を対象として，観光情報ライフサイクルを提案した．観光情報を観光前の『事前情報』，観光中の『現地情報』，観光後の『事後情報』に分類し，それらを関連付けてとらえることによって，観光情報の充実を支援する情報システムを開発している．本研究は、観光と留学とを類似した概念

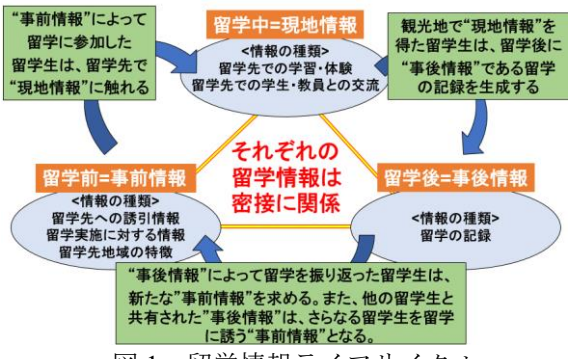


図 1　留学情報ライフサイクル

ととらえ，各領域における知見を相互に流通させることが有効であると考え，本ライフサイクルを留学情報に適用した．図 1 に『留学情報ライフサイクル』を示す．本枠組みを基盤に，留学情報の充実を図る．

本研究では留学情報ライフサイクルに基づき，留学前に留学予定者同士のコミュニケーション支援や留学に向けた留学予定者の参加意欲向上のための留学用グループ学習プラットフォームを開発することを目的とする．

2. 留学プロセスモデル

図 2 に留学情報ライフサイクルに基づき，モデル化した留学プロセスを示す．本プロセスは，留学前に留学予定者が仮想環境で疑問点や行ってみたい箇所などを登録し，現地に行ってから登録情報が可視化されることで事前の予測と実際の体験との差異に基づく学習を留学者に促し，留学後に留学経験者は経験や目標達成などをフィードバックとして得ることで満足感や自信を持ち，次の留学につながるのではないかというアイデアに基づいている．

図 2 の「デザイン原理」は留学プロセスの妥当性を高めるためのデザイン方略を示す．ARCS モデル(4)やゲーミフィケーション(5)などの理論的基盤の適用を示している．ARCS モデルを参考に学習意欲の向上，ゲーミフィケーションのフレームワークのうち，可視化要素と目標要素を参考に留学者の行動誘発をねらう．これに加えて各プロセス（「事前」「現地」「事後」）における留学情報の相互利活用を可能にするため，留学経験データの xAPI(6)による標準化を行うこととした．

坪谷ら[7]はVRを活用した遠隔地域学習およびVR修学旅行を提案し，本学習環境が現地に対する興味関心や学習意欲向上に影響を与えると述べている．近年では，遠隔地にいる参加者のVR空間を通じたコミュニケーションを可能にするマルチユーザVRの技術が一般化しつつある(例えばrumii[8])．以上の研究知見や技術動向を踏まえ，本研究では以下の2つを仮説として設定した：

仮説(1) 留学予定者は事前情報と現地情報との関連を知ることで留学意欲が高まる

仮説(2) 留学予定者は仮想環境で留学前に知り合いを作ることで現地での人間関係の不安が低減する

(1)に基づき，本環境は，留学予定者が留学先の情報を知るため，仮想空間上で3DCGや現地の360度映像を提供し，それらのオブジェクトに対する干渉（タグ付け･評価･観賞など;Like, Evaluate, Interact, LookAt, Talk などxAPIのVerbに相当）を経験として蓄積し，現地情報や事後情報として活用可能にする．(2)に基づき，仮想環境での音声対話を行った他者を「Talk」というVerbで関連づける．「Talk」で関連づけられた「知り合い」の現地情報や事後情報を「知り合い情報」として可視化する．

3.　留学用グループ学習プラットフォーム

図3，図4に留学プロセスに基づく留学用グループ学習プラットフォームのうち事前情報に関する部分の開発状況を示す．留学予定者は仮想空間にアバターとして出現する．本環境はマルチユーザを前提とし，遠隔地にいる留学予定者間で言語・非言語コミュニケーションを可能にする．仮想オブジェクトとして，3DCGや360度映像を用いる．留学予定者はこれらオブジェクトにタグ付け・評価・観賞等の干渉を行いながら他の留学予定者と対話を行う．

留学用グループ学習プラットフォームの妥当性をユースケースに基づき考察する．アクターは『留学予定者』,『留学者』,『留学経験者』とし，留学予定者に提供される仮想オブジェクトを『360 度映像』とする．留学者は現地レポートとして360度映像を撮影し，事後留学経験者として撮影された360度映像に現実空間の場所やものとの関連付け最終レポートとしてまとめる．360 度映像およびその関連づけは次の留学予定者が利用できる．これらは十分に実現可能である．

4.　おわりに

本研究は留学予定者の留学促進を目的に，留学情報ライフサイクルを提唱し，インストラクショナルデザインのフレームワーク，ゲーミフィケーションデザインのフレームワーク，および留学経験のデータ化のフレームワークを加え，留学を促進させる活動をデザインした．仮想空間における行動外化、現実空間における行動外化を経て，両者への関連付けを可能にすることで動機づけを高め，地域への興味関心／学習効果の向上を目指したい．

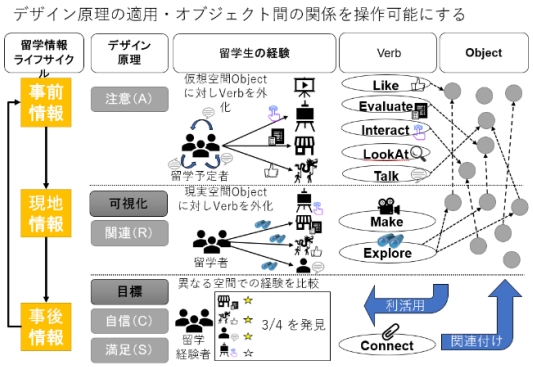
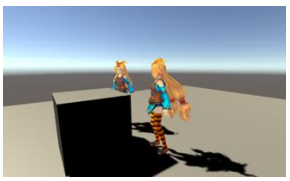


図2　モデル化した留学情報プロセス


図3　360度映像オブジェクト閲覧機能


図4　3DCGオブジェクト閲覧機能

参考文献

(1) Benesse：”大学データブック 2012” https://berd.benesse.jp/berd/center/open/report/dai_databook/2012/pdf/data_06.pdf，2012
(2) 文部科学省初等中等教育局国際教育課：”平成27年度高等学校等における国際交流等の状況” http://www.mext.go.jp/component/a_menu/education/detail/__icsFiles/afieldfile/2017/07/06/1386749_27-2.pdf　，2012
(3) 熊野 圭馬，宮川 怜，國枝 孝之，山田 哲，後藤田 中，紀伊 雅敦，八重樫 理人：”観光日記生成／印刷システム「KaDiary／カダイアリー」の開発と香川県小豆島における観光日記を用いた観光行動分析”, 情報処理学会 デジタルプラクティス，Vol.8, No.4, pp.325-333, 2017
(4) 深田浩嗣：”ゲームにすればうまくいく《ゲーミフィケーション》9つのフレームワーク”, NHK出版, 2012
(5) ジョン・M・ケラー：”学習意欲をデザインする:ARCSモデルによるインストラクショナルデザイン”，北大路書房，2010
(6) 森本容介：”xAPIの企画と適用例”，　NII 学術情報基盤オープンフォーラム 2016　講演資料 https://www.nii.ac.jp/csi/openforum2016/track/pdf/20160526_LA2_1_morimoto.pdf，2016
(7) 坪谷里咲，永岡慶三，米谷雄介，谷田貝雅典：”VRを活用した地域学習とVR修学旅行について”，第43回教育システム情報学会全国大会講演論文集，pp.195-196，2018
(8) Doghead simulations team：“rumii”, https://www.dogheadsimulations.com/

AR を用いたプライベートナビゲーションシステムの提案と構築

Proposal and Development of the System for private navigation with AR

浅野 勇大[*1], 東野 利貴[*2], 曽我 真人[*1]
Yudai ASANO[*1], Toshitaka HIGASHINO[*2], Masato SOGA[*1]
[*1] 和歌山大学システム工学部
[*1]Faculty of Systems Engineering, Wakayama University
[*2] 大阪大学大学大学院情報科学研究科
[*2]Graduate School of Information Science and Technology, Osaka University
Email: s206006@wakayama-u.ac.jp

あらまし：GPS を測位できない場所，またはプライバシーの観点から GPS を利用しない場所でのナビゲーションシステムの需要が近年高まってきている．そこで本研究では，任意の場所で GPS を用いず，AR を用いて自由にナビゲーションを設定し，それを複数ユーザーで共有できるシステムを提案し，検証実験を行なった．検証実験は，和歌山大学図書館で行い，実験者が指定した本を被験者に探してきてもらい，その探索開始から，指定の本を実験者の元へ持ってくるまでの時間を計測した．実験の結果，本システムが有用であることが検定結果から示された．
キーワード：ARKit2.0，AR，ナビゲーション，Non-GPS

1. はじめに

最近，GPS の位置情報を用いたナビゲーションシステムに AR 機能に対応したものが多く登場している．しかし，GPS を測位できない場所や，プライバシーの観点から GPS の位置情報を利用しない場所でのナビゲーションシステムの需要も近年高まってきている．そこで本研究では，任意の場所において，GPS の位置情報や AR マーカーを使用せずに自由にナビゲーションを設定でき，サーバーを経由することにより，複数端末で共有できるシステムを提案する．

2. 先行研究

AR を用いたナビゲーションシステムの先行研究は，利用場所によって大きく 2 つに分けられる．屋外では，GPS 位置情報を用いた AR ナビゲーションシステムが主流である．一方，建物の内部といった屋内では，GPS 位置情報を用いることが難しいため，Wi-Fi 測位，ビーコン測位，IMES 測位などの方法で位置情報を取得し，ナビゲーションシステムを実現している(1) 昨今では，ARToolKit の普及から専用の AR マーカーを用いたナビゲーションシステムも実現している(2) ．

しかし，上述の通り，屋内で実現されているナビゲーションシステムは，ナビゲーションを行うために，センサーや，マーカーを取り付けるなど物理的な事前準備を伴う．このような準備は，実験環境であれば大きな問題にはならないが，公共施設など一般的な場所では，大きな障壁となる．

また，従来のナビゲーションシステムでは，ナビゲーション内容を設計者があらかじめ設定しておき，それを提示することでナビゲーションを行っていた．そのため，ユーザーが自由にナビゲーションを設定し，他者と共有することは難しかった．

そこで本研究では，公共施設やプライベート空間といった一般的な屋内でのナビゲーションを対象とし，物理的な事前準備を伴わず実現できるナビゲーションシステムを提案する．また，ユーザーにより任意にナビゲーションを設定することができ，他者と共有することが可能となるシステムを提案する．

3. 提案システム

本研究で提案するシステムの概要をまとめる．

3.1 システム構成

本システムは，ARKit2.0 を用いて実装しており，現実空間において，ユーザーのデバイスの位置を特定するために使用する空間マッピング情報が含まれる ARWorldMap という仕組みを用いて実現している．ARWorldMap に空間情報ごとナビゲーションを保存することで，それを HTTP 通信を用いてサーバーに保存し，ダウンロードすることで，複数端末での共有を可能とした．

3.2 システム画面

システム画面は，実験用システムのため，システムの起動と同時に表示される画面だけとなっている．図は実験時のシステム画面である．



図 1 システム画面

4.　評価実験

構築したシステムがナビゲーションシステムとしての有用性があるかを検証するために行なった実験の概要をまとめる.

4.1 実験構成

本実験は，被験者 20 名に対して，和歌山大学図書館で，実験者が指定した本を探索してもらい，探索開始から本を発見し，それを実験者の元に持ってくるまでの時間を計測した．また，被験者は，和歌山大学図書館で本を探す時に用いられる図書請求メモを用いて行う統制群 10 名と，図書請求メモと本システムを用いて行う実験群 10 名に分けて行なった．ただし，実験群で用いたシステムでは，あらかじめ実験者が本を置いてある場所でのナビゲーションを設定し，サーバーに保存してあるものをダウンロードし用いた．両群ともに，実験前に図書分類法に関するアンケートと図書館の利用頻度に関するアンケートを実施し，その後に実験，そして最後に実験群にのみシステムの利用に関するアンケートを実施した.

4.2 実験結果

4.2.1 統計量

被験者 20 名のデータから実験群・統制群ごとに本を見つけるまでの時間（探索時間）の平均値と分散値を算出した.

表 1 平均値と分散値

統計量	統制群	実験群
平均値［s］	275.3	100.3
分散値［s^2］	187.73	35.63

実験群・統制群の差の検定は，ノンパラメトリック検定手法の１つである「Wilcoxon の順位和検定」を選択した．検定の結果，$p = 0.0036$ となったため，有意水準 1%の場合に平均値に差があることが示された.

4.2.2 システムに関するアンケート

システムに関するアンケートには 5 段階評価のリッカート尺度を用いている．アンケート結果は，被験者数が少ないことから一概に結論を述べることはできないが，今回は比較的高い評価が得られた.

表 2　アンケート結果

質問内容	質問番号
システムは目的地に着くための手助けになりましたか？	1
自分がどちらに進めば良いか適切に理解できた.	2
ナビゲーションの指示はわかりやすかった.	3
図書請求メモがなくても目的地付近にたどり着くことができると思う.	4

質問番号	強く同意しない	同意しない	どちらとも言えない	同意する	強く同意する
1	0	0	0	3	7
2	0	0	0	1	9
3	0	0	0	2	8
4	0	0	0	3	7

5.　考察

5.1 提案システム

本研究で使用しているマーカーレス AR の先行研究は複数見受けられるが(3)，GPS の位置情報と AR マーカーの双方を使用しないナビゲーションシステムの研究は，あまり行われていない．また，先行研究では，ナビゲーションシステムの設計者があらかじめ設定したナビゲーション情報を受け取ることしかできなかった．しかし，本研究では，任意の場所において，ユーザーが自由にナビゲーションを設定でき，その設定情報を複数端末に共有し，利用できる環境を構築した．この点については，本研究の大きな新規性であると考えられる.

5.2 図書館の利用頻度による影響

評価実験で得られたデータの信頼性の検証として，図書館の利用頻度による影響があるかについて考察する. 図書館の利用頻度によるアンケート結果から，探索時間と比較して考察する．以下の項目に対し，それぞれ値を割り振る.

頻繁に利用する …4 しばしば利用する　　…3
あまり利用しない…2 全く利用しない　　…1

この値はカテゴリデータであるが，この場合，図書館の利用頻度を表す間隔尺度とみなせるため，各被験者に対し，得られた探索時間と比較して相関係数を導出する．なお，用いる相関係数はピアソンの積率相関係数とする.

表 3　相関係数とその p 値

	統制群	実験群	被験者全体
相関係数	0.06681787	0.25935792	-0.0034656
p 値	0.8545	0.4693	0.9884

相関係数の信頼度に関して t 検定を用いて，検定を行う．帰無仮説を「相関係数が存在しない」，対立仮説に「相関係数が存在する」とすると，p 値は表のようになる．このことから，有意水準 5%で帰無仮説は棄却できず，相関係数の信頼性は担保できないため，本実験においては，図書館の利用頻度と本実験結果の相関関係を認めることはできなかった.

実験の探索時間の結果より，有意水準 1%の片側検定において，実験群の方が探索時間が有意に短いことが示された．このことから，本システムはナビゲーションシステムとして有用であることが示された.

参考文献

(1) 京極 海，島村 和典:“ナビゲーションのための屋内位置推定方式の研究”, 高知工科大学　情報学群（2013）
(2) Daniel Wagner, Dieter Schmalstieg: First steps towards handheld augmented reality , Vienna University of Technology, (2005)
(3) 李 奇傑，後藤 佑介:“SLAM を用いた屋内むけ AR 経路提示におけるオブジェクト領域の認識手法の提案”, 岡山大学大学院自然科学研究科（2018）

人工呼吸器の操作教示支援システム

Operation Teaching Support System for Ventilator

金平蓮[*1]，加藤真直[*1]，伊藤康宏[*1]，三輪直毅[*1]，藤本英雄[*2]
Ren KANEHIRA[*1], Masanao KATO[*1], Yasuhiro ITO[*1], Naoki MIWA[*1] and Hideo FUJIMOTO[*2]
[*1] 藤田医科大学
[*1] FUJITA Health University
[*2] 名古屋工業大学
[*2] Nagoya Institute of Technology
Email: kanehira@fujita-hu.ac.jp

あらまし：本研究では臨床工学分野における医療機器の操作教示と教育学習に着目している。本論文では、人工呼吸器パネル操作を中心とした「操作」と「知識」同時に学習可能なシステムの構成を行い、システムの利用によって学習効果と操作技術の向上及びトラブル対処を図った。更に、構成されたシステムの有効性を確かめるため検証実験を行い、得られた結果によってシステムの改善・改良を行った。そこで、システムの提案、構成、その効果を確認することによって技能教示法のアプローチにヒントを得る。
キーワード：教育訓練システム、スキル学習支援、臨床工学、医療機器の操作、トラブル対処

1. はじめに

近年 ICT の高度化によるコンピュータ学習支援システムが提案され、特に技能訓練に関して、従来ではなし得なかった新しい学習・教育支援が可能になり、注目されつつある(1)。また、臨床医学においても情報と工学の先端技術を活用した様々な支援システムが検討された。本研究では、医療機器の操作法教示を中心とした教育訓練支援システムの構築を目指している(2)。しかし、一般的な E-learning を利用した知識の学習に対して、操作訓練の支援システムがまだ少ない、しかも操作という経験知、身体知は，形式知に比べ，言語で知識を共有することが難しいという特徴がある(3)。そこで、本研究では、「操作」と「知識」を同時に学習可能なコンピュータ支援システムを構築し、人工呼吸器操作及びトラブルシューティングも対応できる支援システムを試みた。医療現場でよく利用される人工呼吸器のパネルの形状や操作法、ボタン位置などはメーカーごとに異なる。それにより操作はより複雑になり、ミスが生じる原因となることも少なくない。また、本学科 4 年生のアンケート調査から人工呼吸器に対する知識が足りていなく、苦手意識がある学生が多いことが分かった。これらの問題を解決するために、本論文では、人工呼吸器操作教示及びトラブル対処に着目した。

2. 医療機器操作への支援

臨床工学技士は、医療機器の操作、管理、点検、修理まで広範囲に及ぶ業務がある。そのため、高度な専門知識と技術力が要求される。しかし大学の授業と実習の限られた時間では、数多くの医療機器の原理や操作法を習熟することは難しい。また、実際の操作手順は複雑で、実機器による練習時間も少ないため、安全医療を確保するためのトラブル対処法などを身に付けることは重要な課題である。そこで、臨床工学技士教育課程において、大掛かりな実物の装置を準備することなく、低コストで、作業を体験し、繰り返し練習することができるコンピュータ教育訓練支援シミュレーションシステムが要求される。本研究では、医療機器の操作法習得における問題点を明らかにすると同時に、問題解決法の検討および提案を行ってきた。そこで、マルチメディアを活用し、操作性とスキルアップを重視する教師データによるリアルタイム教示の必要性が確認された(4)。

3. 教育訓練システムの構築

3.1 システムの構成

人工呼吸器のパネル操作を習得できるようにコンピュータにおいて学習訓練の環境を構成し、実機なしでもパネルの操作感を繰り返し練習できる教育訓練システムを作成した。特に様々なトラブルを発生した際、その対処法の訓練に重点を置いた。

人工呼吸器は「Servo Ventilator 300A」をモデルとした。そのパネルを PowerPoint の電子教材のトップページにリアルに再現し、パネルのそれぞれの操作ボタンから「知識」と「操作」のページをリンクして学習できるようにシステムを構成した(図 1)。関連知識ページでは、人工呼吸器の一般的知識をポイントに絞って分かりやすく説明した。操作方法教示のために、モード設定方法やトラブル対処法を動画教材で教示を行った(図 2)。また、関連知識や操作手順の確認ができるようにソフトウェア THINQ Maker で国家試験形式の問題を作成した。そこでリアルタイム正誤判断と解説が提示される(図 3)。

3.2 トラブル対処法の教示

人工呼吸器のパネル操作では操作ミスをすると、トラブルが発生し、重大な医療事故が起こる可能性がある。それを解消するため、すばやく再設定をしなければならない。そのために本システムでは、トラブル対処法に重点を置き、それを学習できる環境

を作り上げた。そこで、トラブル発生条件を９種類用意し、それぞれの状況に対して、パソコンモニタにトラブル原因となる設定値や自発呼吸の有無などを提示できるようにした。図４にトラブル例と対処法を示す。

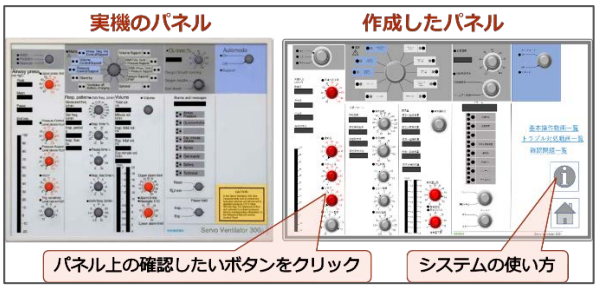


図１　システムのトップ画面

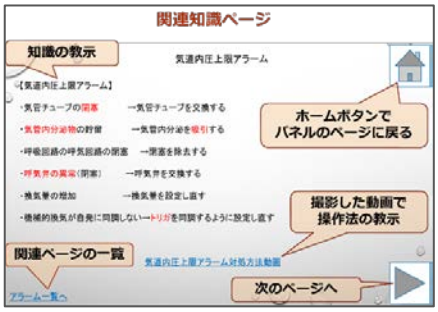


図２　関連知識と操作法の学習



図３　学習後の確認問題

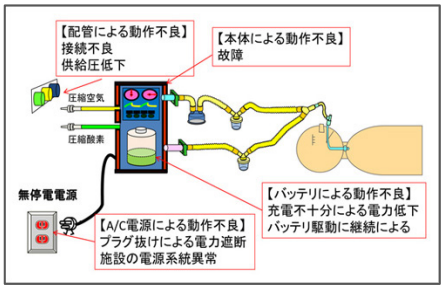


図４　トラブル対処の教示例

3.3　検証実験

構成されたシステムの有効性と改善点を確かめるため、本学科の４年生 20 名を対象に実験を行った。実験環境は教示システムの PC の隣に動作できる人工呼吸器を設置した(図 5)。システム利用前後の比較のために、実験は次のように行った。①事前アンケート記入。②人工呼吸器の注意点の説明。その後被験者に５分程度の操作時間を設けた。③システム利用前のトラブル対処の実践。そこでトラブルは用意された９種類からランダムに３種類選ばれて対処時間を記録する。④トラブル対処後のアンケート記入。⑤学習支援システムで学習。⑥システム利用後のトラブル対処の実践。そこもトラブルはランダムに３種類選ばれる。⑦最終アンケート記入。それぞれの受験者が実操作の後にアンケート調査を回答してもらった。

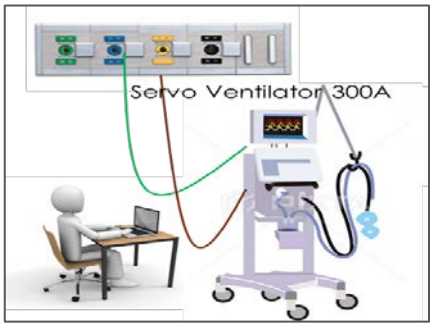


図５　操作訓練の検証実験

3.4　実験結果

トラブル対処時間の平均値は、システム利用前が 2 分 41 秒、利用後が 1 分 9 秒で、1 分 33 秒短縮でき、被験者 20 名中、18 名のトラブル対処時間が短縮した。アンケートの結果から実験前と比べ 95%の被験者が人工呼吸器に対する苦手意識は解消され、トラブル対処の自信が高まったとの結果が得られた。システム改善意見として、知識学習では図や表などを追加して更に見やすくすることや、確認問題数を増やして難易度別に作るなどが挙げられた。

4.　まとめ

本論文では、人工呼吸器のパネル操作を取り上げ、操作法の教示を中心とした教育支援システムの構成を行った。操作中のトラブル対処を体験でき、被験者がシステム利用前後でトラブル対処時間を比較することで有効性を確かめた。本支援システムは、知識だけでなく操作の学習効果が得られることが検証実験によって確認された。

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

参考文献

(1) Education IT Solutions EXPO, (2019) http://www.edix-expo.jp/
(2) Kanehira, R. et al.: Learning-training system for medical equipment operation, Communications in Computer and Information Science, Springer, pp. 321-327 (2015)
(3) K. Furukawa, (Science of knowledge) Skills Science Introduction: Approach to the elucidation of human skill, Ohmsha (2009)
(4) Ren Kanehira, et al.: Training System for Operation of Dialysis Puncture in Clinical Engineering, Proceedings of 13th International Conference on Fuzzy Systems and Knowledge Discovery, ISBN: 978-1-5386-2165-3 IEEE, pp.3086-3090, (2017)

Web 会議システムと LMS を用いた社会人教育の実践

The Education for Adults Using Web Conferencing System and LMS

山口 真之介[*1]，大西 淑雅[*1]，西野 和典[*2]
Shin'nosuke YAMAGUCHI[*1], Yoshimasa OHNISHI[*1], Kazunori NISHINO[*2]
[*1] 九州工業大学学習教育センター
[*1]Kyushu Institute of Technology, Learning and Teaching Center
[*2] 九州工業大学　教養教育院
[*2] Kyushu Institute of Technology, Institute of Liberal Arts
Email: yamas@ltc.kyutech.ac.jp

あらまし：本稿では，Web 会議システムと LMS を用いた社会人を対象とした，Web 中継型の講義の実践について述べる．受講生のアンケートから，音声・映像に不具合の指摘はあったが，概ね問題なく受講できており，LMS 上の資料を使って最後まで受講できていたとの回答を得た．
キーワード：社会人教育，遠隔中継講義，LMS

1. はじめに

近年，初等中等教育では、情報教育の必要性が高まる一方で，情報教育を担当できる人材はまだ少ない．これには，情報教育が他の教育と異なる点が理由として挙げられる．

まず情報教育では対面式の授業だけでなく，計算機を使って，文書やプログラムを作成する演習が入り，多人数を一人で教えるには負荷が大きい．

さらには，情報教育を実施するための端末の準備やネットワークの管理等，講義時間外でも教員に留まらず，専門の知識を持った支援スタッフが必要となる．

そこで九州工業大学では，小中高における情報教育を支援する人材・また教育用の情報システムやネットワークを管理できる人材を育成する為に，2007 年度から，情報教育支援士養成講座を開講している．

この講座は 2 会場を使った中継講義[(1)]として行っていたが，さらに Web 会議システム[(2)]を使って，Web 上での中継講義を開始した．本稿は Web 会議システムと LMS を用いた，Web 中継型の社会人教育について，その結果と課題について報告する．

2. 情報教育支援士養成講座の中継講義

この講座は本学の「特別な課程」であり，受講生は表 1 に示す全 9 科目（基本 1 科目あたり 15～18 コマ）と，情報教育支援士実習を修了することで，「九州工業大学情報教育支援士」の称号を取得できる．

表 1. 情報教育支援士養成講座科目一覧

情報リテラシー
プログラミング入門 I，II
プログラミング
情報ネットワーク
マルチメディア技術
情報教育概論
情報倫理
情報教育と社会
データ構造とアルゴリズム

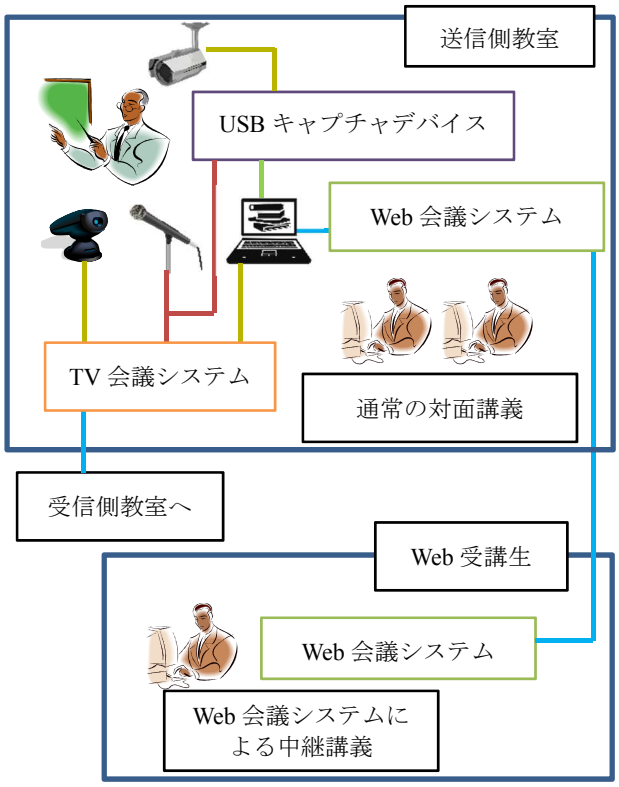


図 1　2 システムを用いた中継講義

この講座の開講時は，受講しやすい場所で学習できるように，飯塚キャンパスとサテライトキャンパスの 2 箇所で行う，中継型の講義であったが，2015 年度から，受講可能な地域を拡大するために，Web 会議システムによる中継講義を開始した． また，これを支援するためにフリーの LMS である Moodle[(3)]を，資料の配布や課題の回収に利用していた．

図 1 に TV 会議システム，Web 会議システムを併用した，講義中継の概要を示す．教員は送信側の教室で，マイクと PC のスライドを用いて講義を行う．ここでは，受講生は通常通り対面型の講義を受けることになる．一方受信側教室は，TV 会議システムを

介して教員の PC 画面とカメラ映像を見ながら，同じシステムの音声を聞いて受講する．

教員が利用する PC には，音声と映像をキャプチャできる USB デバイスを接続し，これに天井カメラの映像とマイク音声を入力している．この PC で Web 会議システムにインターネットを用いて接続し，Web 受講生に教員のカメラ映像，マイクの音声，PC の画面を送信する．Web 受講生は，自身の PC でインターネットから，Web 会議システムに接続し講義に出席する．

3. 中継講義を実施するための支援

中継講義を円滑に行う為に，以下の支援を行った．

1. 中継スタッフの雇用
2. Web 受講生への事前接続テスト
3. Moodle による復習用動画教材の配布

まず中継機器の準備や接続確認の為に，学生の中継スタッフを各会場に 1，2 名配置した．彼らは講義 TA も兼ねており，受講生からの質問にも対応する．

TV 会議システムの受講生は，中継スタッフからマイクを受け取って質問し，Web 受講生は Moodle のチャット機能を使って質問を記述，これを中継スタッフが教員に伝えている．

次に Web 受講生は，講義時間前にブラウザを使って自身で Web 会議システムにアクセスする必要がある．これには PC 操作のスキルが必要となる．そこで開講前に接続テストを行い，受講生が接続できることを確認した．なお自身で接続が難しいとされた受講生には，対面での受講を勧めている．

最後に，トラブルで受講が困難な状況になる可能性を考慮して，2 地点の中継型講義でも，自主学習用に資料を提供していた Moodle 上に，復習用の動画教材を提供した．ここで提供する動画教材は，事前に講義を撮影したものか，Web 会議システムが自動で録画したものを利用した．さらには，中継時のトラブル対応のための，中継スタッフ連絡用のコースも作成し，連絡事項やトラブル時の記録をフォーラムに書き込むことで共有した．

4. 受講生・教員の意見

試験的に行った最初の 2 年間では受講生から講義ごとにアンケートを行った．この回答と教員からの意見を以下にまとめる．

- ✧ 良い意見（受講生）
  - ➢ 画面の資料は鮮明で見やすい
  - ➢ 音声は聞きやすかった
  - ➢ 音声が途切れる箇所があったが内容が理解できない程ではなかった
  - ➢ 先生が Moodle の機能を熟知しておりスムーズに受講ができた
  - ➢ Moodle に資料があるので助かる
- ✧ 問題点（受講生）
  - ➢ 音声がプツプツと途切れる箇所があった
  - ➢ 音声が小さく TA に調整してもらっても小さいままだった
  - ➢ 先生が動かず話していない時，システムが固まったのか，問題ないのかわかり難い
  - ➢ Wi-Fi 接続時（教員側）に音声や映像が 30 分近く止まっていた
  - ➢ ビデオ画面が送信されない時があった
- ✧ 良い意見（教員）
  - ➢ 音声が聞き取り難くても，録画されている為，復習が可能
  - ➢ チャット機能により，Web 受講生によるグループディスカッションが行えた
- ✧ 問題点（教員）
  - ➢ Web 会議システムの UI がわかり難く，開始時の音声接続に時間がかかった

表 2　受講生と修了した人数

	受講生（対面）	修了生（対面）	受講生（Web）	修了生（Web）
2015 年度	26	14	4	3
2016 年度	33	18	4	4
2017 年度	38	19	5	2
2018 年度	30	17	7	4

問題が無ければ，音声・映像も良く受講できているとの回答を得ている一方，音声や映像の途切れや，配信停止が生じたとの回答もある．

原因として音声の調整不足等，中継スタッフの操作ミスがあった．対策として，中継スタッフ用マニュアルの整備とスタッフ間の連絡を密にする必要がある．Moodle の機能についての評価は高く，中継型講義の補助として有用であると考える．

表 2 に 4 年分の受講人数と修了した人数を示す．対面講義（中継を含む）の修了率は 53.5%に対し，Web 受講生は 65%である．人数は少ないが，今回の方法で Web による学習は，支障なく進められたと考える．

5. まとめ

Web 会議システムと LMS を用いた社会人向け Web 中継講義について，実践方法と評価として，利用者のアンケート結果を報告した．

謝辞

本研究の一部は，科学研究費補助金（基盤研究(C) JP16K01116）の助成を受けた．

参考文献

(1) 山口 真之介, 大西 淑雅, 西野 和典, 大橋 健, 篠原 武, "同期型遠隔講義の環境改善と課題";平成 17 年度情報処理教育研究集会講演論文集, 4p, 2005.
(2) Moodle : https://moodle.org
(3) Webex Meeting : https://www.webex.com/

ICT 活用を促す学習基盤システムの更新

Renewed Learning Infrastructure System to Enhance Education's ICT Utilization

大西 淑雅[*1], 山口 真之介[*1], 林 豊洋[*2], 大橋 健[*2], 西野 和典[*3]
Yoshimasa OHNISHI[*1], Shin'nosuke YAMAGUCHI[*1], Toyohiro HAYASHI[*2],
Takeshi OHASHI[*2], Kazunori NISHINO[*2]
九州工業大学 [*1]学習教育センター [*2]情報科学センター [*3]教養教育院
Kyushu Institute of Technology
[*1]Learning and Teaching Center, [*2]Informatio Science Center, [*3]Institute of Liberal Arts
Email: ohnishi@el.kyutech.ac.jp

あらまし：本学では 2019 年度の入学者より，ノートパソコンの必携化を開始した．これに伴い，ICT 活用の支援強化と学習履歴の本格的な収集に対応する必要がある．本稿では，学習支援の観点から設計した学習基盤システムの構成と基本能力について報告する．
キーワード：Moodle，負荷分散，学習履歴収集，仮想環境

1. はじめに

本学は学生数 5,649 規模の理工系大学である．ICT を活用した教育の展開を図るために Learning Management System (LMS)を 2004 年に導入し，2005 年度より学習支援サービスとして開始した．以降，多くの要望への対応や多様な教授スタイルを支援できるように，LMS を中心とする支援環境を提供[(1)]してきた．最近では，事前学習・事後学習に LMS を用いる好事例[(2)]も増加してきている．

今回，多様な教授法や学習法を実践する上で，ICT 活用をさらに進めてもらえるよう，考えうる基盤をパッケージ化して提供することにした．本稿では，新たに構築した学習基盤システムの構成と LMS の基本能力について報告する．

2. 第 3 期学習支援サービス(Moodle)

従来システムは，キャンパスを 2 つに分割し，どちらも同じ構成（図 1）とした．認証を行う LDAP サーバは，仮想サーバ上に別途構築し，全学共通用のサービスも同様に配置した．導入当初は 2.7 系を運用し，その後 Linux OS を最新に更新した上で 3.1 系(2017.3)に移行した．同じ物理スペック（表 1）に統一したことで, OS 移行（DB サービスに一時的に Web サービスを行わせる）は，運用を継続しながら徐々に行うことができた．なお，運用上のトピックとしては，雛形コースの自動作成(2016.3)，教務情報連携(2017.3)，シラバス連携(2018.3)など行ってきた．

表 1 各物理サーバの保有資源（1 台あたり）

	コア	メモリ	ディスク
Cisco UCS C220M3	16	128GB	300GB

※E5-2650 2.0GHz, SAS:15K6Gb, Broadcom10Gb SFP+

3. 設計方針と更新条件

今回の更新では，LMS に関連するサービスを一つの大きな仮想環境[(3)]にまとめて構築した．従来システムの運営経験から，今回もより柔軟な運営ができるように設計した．なお，すべての LMS の認証を Single Sign On 設定とし，LMS 間や他システムとの移動を容易にし，Moodle で構築した LTI Provider サーバは廃止することにした．

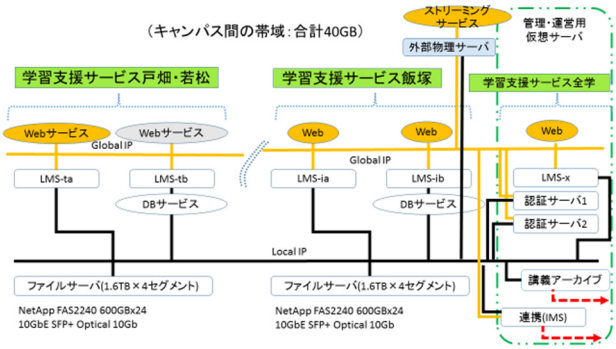


図 1 学習支援サービス(2014. 3-2019. 3)

PC 必携化[(4)]に伴い，教室での無線 LAN 通信の実験[(5)]が実施され，「1AP につき 30 台以下の収容端末数を想定して AP を整備」が無線 LAN の運用指針となった．よって，有線 LAN との性能差を踏まえ，LMS の応答性能は従来程度を目標とした．

一方，新たに，LMS アプリケーション(表 2 LMS-App)の利用や学習履歴の収集(表 2 LRS)も要件とした．また，ビデオカメラで撮影した動画ファイル(MP4 形式)もサイズ縮小することなくアップロードを可能(表 2 Upload)とし，ストリーミングサーバとの連携(MPEG DASH 対応 Moodle ビデオプラグインによる再生)も強化することにした．

4. 学習基盤システム

Hyper-Converged Infrastructure として Nutanix NX-3060(Xeon Gold 6138 x 2) 8 機が保有する総資源(320 コア,4TB メモリ,40TB データストア)[(3)] から，表 2 に示す仮想サーバにそれぞれ割り振った．

4.1 資源割振りと構成

図 2 に構成を示す．CPU アーキテクチャが異なるが，単純なコア数比較で，従来比で 3 倍，メモリで 2 倍とした．また，負荷分散スイッチ[3]で LMS の処理を分散する構成とした．Moodle 本体および Moodle データは NFS で共有しているため，どの LMS サーバへアクセスしても整合性は保たれる．なお，データ用ストレージは動画データの取り扱いを考慮し，従来の 5 倍程度（NetApp FAS2650 [3]より 20TB，HP DL380 + ONTAP Select [3]より 30TB）を確保した．

表 2 各仮想サーバの資源設定（1 台あたり）

仮想サーバ名	台数	コア	メモリ	ディスク
LMS(3 種類)	4,4,1	12	64	64
LMS-DB	1	12	128	64
LMS-App	2	8	32	50
Upload	1	8	64	60
LRS	1	12	32	50
LRS-DB	1	8	32	50
AUTH	1	8	32	50
IMS	1	4	32	50
管理用	1	1	8	50
合　計	18	177	968	1040

※仮想資源：コア・メモリ(GB)・ディスク(GB)

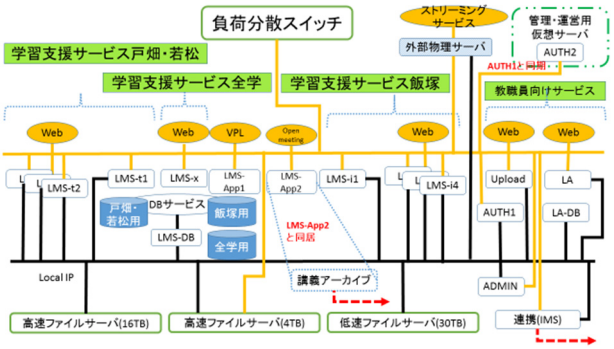


図 2 学習基盤システム (2019. 3–2024. 3)

4.2 LMS の基本性能

JMeter による基本性能の調査を行った．調査項目は，ログイン・問題 10 問の小テスト・ログアウトである．負荷分散スイッチ[6]の性能を含めたものであり，負荷生成サーバ(図 2 未掲載の外側サーバ : 20 コア，64GB メモリ)上で，スレッドを発生させ，擬似的に 200 人・400 人の同時アクセスを発生させた．なお, Ramp-Up 期間は 1 秒・ループ回数は 1 とした．

表 3 にログインの結果のみを示す．第 3 期システムにて行った 200 人規模の JMeter の結果（20 スレッド×10 ユーザ, 1 秒毎スレッドを実行）は 2529msec であった．異なる条件のため参考程度の比較となるが，LMS の能力は 90% Line の平均値で 1.45 倍(No.1,2,3)・1.94 倍(No.4,5,6)を達成した．

さらに, 既存の Linux 端末を 20 名程度で同時操作し、81 人分の同時アクセスによる，簡易な実地試験も行った．表 4 に示すように，10 秒程度の応答性能であったが，コース登録において 9 ユーザがエラーとなった．これは，Moodle のキャッシュ機構で発生するものであり，Moodle データを共有している影響が考えられる．なお，再登録は可能であったため，実運用で注意を払うことにした．

表 3 負荷試験の結果(ログイン, msec)

	200Samples			400Samples	
	90%Line	Max		90%Line	Max
No.1	2223	2305	No.4	2994	4209
No.2	1491	1645	No.5	3718	4108
No.3	1499	1574	No.6	3461	3886
No.7	1281	1513	No.10	2835	2945
No.8	1379	1790	No.11	4106	6187
No.9	1243	1637	No.12	2319	3232
			No.13	2521	3269
			No.14	2994	3165

※No.1～6 戸畑・若松用，No.7～14 飯塚用.

表 4 既存 Linux 端末による同時アクセス(81 人)

操作内容	時間	操作内容	時間
ページ表示	8	小テスト受験	10
資料閲覧	11	小テスト回答送信	10

※ページ表示はサイトホームの表示時間（秒）

4.3 新サービス

LMS-App に，Web 会議(Open Meetings)と仮想プログラミング環境(Virtual Programming Lab)を実行できるようにした．LRS サーバに Learning Locker を設置し，LMS ログ収集に加えて，その他の学習履歴（無線アクセス等を検討中）を収集できる仕組みを整えた．なお, Upload サーバには Nextcloud を採用した．

5.　まとめ

LMS 単体から，関連するツールをまとめて導入する方針で更新を行った．現時点では，大きな障害は発生していない．なお，システムを使った教育・学習の結果について逐次報告を行う予定である．

謝辞

本更新・基本性能の調査では，三井情報システム，ヒューマンサイエンス他，多くの方に協力を得た．なお，本研究の一部は，科学研究費補助金（基盤研究(C)JP16K01069 , (C) JP19K12272）の助成を受けた．

参考文献

(1) 喜多敏博, 穂屋下茂, 大西淑雅, 他 5 名, “Moodle の開発体制と日本の大学における管理運用事例”, 教育システム情報学会誌, 32 巻, 1 号, pp.16-26(2015).
(2) 尾家祐二, “九州工業大学における ICT 活用教育の組織的な取り組み”, UeLA フォーラム基調講演(2018).
(3) 林豊洋, 大西淑雅, 山口真之介, 他 5 名, “ノートパソコン必携化の支援を主眼とした教育研究用コンピュータシステムの更新”, 情報処理学会・研究報告インターネットと運用技術, IOT-46 巻, 13 号, pp.1-7 (2019).
(4) 大橋健, 甲斐郷子, 久代紀之, 鶴正人, “九州工業大学におけるノートパソコン必携化について”, 九州工業大学情報科学センター広報, 第 30 号, pp.3-12(2018).
(5) 福田豊, 畑瀬卓司, 冨重秀樹, 林豊洋, “BYOD 環境整備に向けた無線 LAN 通信実験”, 情報処理学会論文誌, 60 巻, 3 号, pp.758-767(2019).

一次方程式の題材を対象とした「教えることにより学ぶ」学習支援システムの検討

Study of “Learning by Teaching” learning support system using linear equations as a subject.

梶岡 瑞貴[*1], 松原 行宏[*1], 岩根 典之[*1], 岡本 勝[*1]
Mizuki KAJIOKA[*1], Yukihiro MATSUBARA[*1], Noriyuki IWANE[*1], Masaru OKAMOTO[*1]
[*1] 広島市立大学大学院情報科学研究科
[*1]Graduate School of Information Science, Hiroshima City University
Email: me67008@e.hiroshima-cu.ac.jp

あらまし：一次方程式の解法手順をユーザが対話的に「教える」ことのできるシステムの開発を行った．本システムはユーザに教えられた解法手順を学習する学習モードと，それを基に問題を解き学習状況の確認を行う解答モードの二つでシステムに「教える」ことを実現した．また，開発システムが教授された内容を学習したかを調査するシミュレーションの結果，全解法過程において適切な解法操作を必ず操作候補の中に含むことを確認できた．
キーワード：Learning by teaching，ITS

1. はじめに

「教えることにより学ぶ」という学習形態は古くから提唱されている [(1)]．近年，人工知能技術の発達によりこの形態の学習支援システムに人工知能を実装したものが開発されてきた [(2)]．そのいずれもが，teachable agent と呼ばれる擬似的な学習者を実装し，学習者が対話的に教授できる機能を有している．この学習形態の学習支援システムの学習効果の向上には様々なアプローチがなされている．松田は，SimStudent と呼ばれる擬似的な学習者を開発し，「教えることにより学ぶ」学習形態の学習支援システム APLUS を用いてこの学習形態の学習効果の調査をした [(2)]．このアプローチでは，ユーザに問題の解き方を支援するより，問題の教え方を支援する方が，学習効果が高いこと示している．

本稿では，「教えることにより学ぶ」を志向した学習支援システムでユーザがどのように学習するのかを調査するための初期段階として，一次方程式の解法手順をユーザが対話的に「教える」ことのできるシステムの開発を行った．

2. 提案システム

2.1 システムの概要

本システムは，ユーザが一次方程式の解法手順を「教える」ことのできるシステムである．システムに「教える」ことを行うためには，システムが教えたれた内容を学習することと，システムが学習した内容を確認することが必要だと考える．よって本システムは，システムが学習する部分を学習モード，確認する部分を解答モードの二つのモードでシステムに「教える」ことを実現した．

2.2 学習モード

学習モードのシステム画面を図 1 に示す．また，学習モードのシステム構成を図 2 に示す．学習モードでは，方程式部が問題情報 DB（Data Base）からランダムに問題を選択し方程式表示部で図 1 の方程式表示部分に表示する．その式を見てユーザは，式に対応したオペレーション（以下，OP と略記）を図 1 の OP 選択部分で選択し OP 選択部に入力する．それを基に計算部が計算を行い，方程式表示部で表示を行う．また，計算結果を知識表現部で 76 個の属性を用いて知識表現を行い知識情報 DB に保存する．属性は，ユーザがどのような式の状態でどの OP を選択するのかを確認するために，式の特徴を表現できるように作成した．またこのときの知識情報は，適応した OP の条件部をそのときの一次方程式を知識表現した 76 個の属性としたものである．保存されたデータを基に一般化部が知識の一般化を行い，そのデータを一般化知識 DB に保存する．一般化は，N 個の知識情報が与えられた場合，すべての知識情報の条件部の共通部分を抽出し，それを一般化知識の条件部とする方法である．本システムでは，OP 毎に知識情報の条件部を比較して共通部分を一般化知識とした．

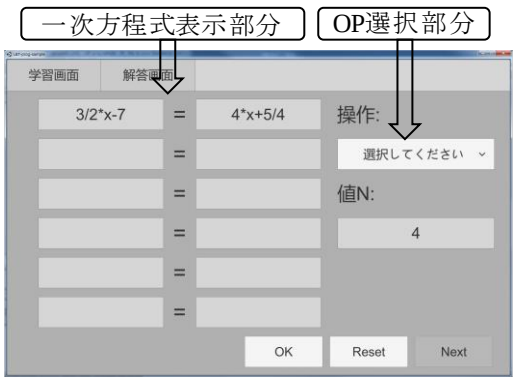


図 1 学習モードのシステム画面

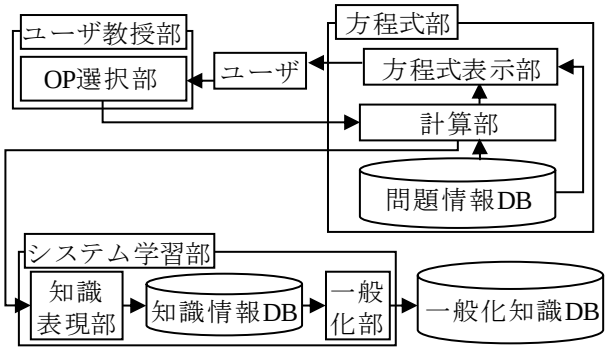


図 2 学習モードのシステム構成

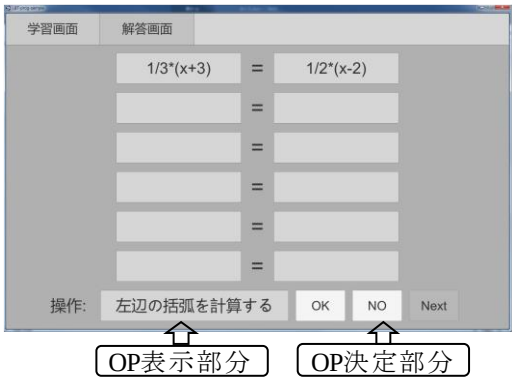


図 3 解答モードのシステム画面

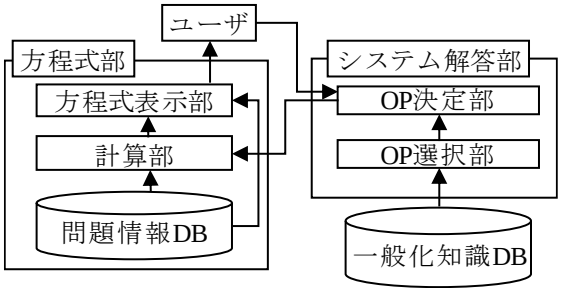


図 4 解答モードのシステム構成

2.3 解答モード

解答モードのシステム画面を図 3 に示す．また，解答モードのシステム構成を図 4 に示す．解答モードでは，作成した一般化知識を一般化知識 DB から受け取り，表示された問題に対応した OP をシステムが選択し，図 3 の OP 表示部分に表示する．システムが選択した OP が，ユーザが教授したものと同じ場合は，ユーザが図 3 の OP 決定部分から OP 決定部にその OP の使用許可を与える．しかしシステムが教授した OP を選択しなかった場合は，システムに再度 OP を選択するように指示する．ここで適応する OP が決定した場合，その OP を計算部に適応して方程式表示部で表示する．

3. シミュレーション

開発システムが，一次方程式の解法操作を知識表現と一般化を用いて学習できるかをシミュレーションにより確認した．シミュレーションは，学習モードで同じ問題を用いて教授する時に，適応する OP の順番に差をつけて行った. OP の差は変数項と定数項（項の合成が変数項と定数項同時にできる場合にどちらを優先して使用するのか）の差と，項の移項と合成（変数項が合成可能な時にまだ他の辺に変数項がある場合に先に合成するのかと，移項してまとめて合成するのか）の差である．それぞれの差を以下のパターン

- パターン 1：変数項，合成優先
- パターン 2：変数項，移項優先
- パターン 3：定数項，合成優先
- パターン 4：定数項，移項優先

で教授した時，解答モードで問題に OP を適応させるたびに，(1) 必要な OP をシステムが選択できるか，(2) 不必要な OP も選択していないかについて調べた．文献 (3) では学習モード 42 問，解答モード 14 問を用いてシミュレーションを行った. 本稿では学習モード 1080 問，解答モード 36 問でシミュレーションを行った．(1) は OP 適応ごとに必要な OP が存在する確率，(2) は OP 適応ごとにシステムが選択した OP 数の平均を調べ，結果を表 1 に示す．表 1 の (1) より両パターンで必要な OP を選択できた．(2) より両パターン共に不必要な OP も選択した．また，文献 (3) より値が大きく不必要な OP を多く選択した．以上よりシステムが学習した結果，不必要な OP を選択するが必要な OP は全て選択することができた．

表 1 シミュレーション結果

	(1)	(2)
パターン 1	1.00	1.36
パターン 2	1.00	1.45
パターン 3	1.00	1.42
パターン 4	1.00	1.22

4. おわりに

本稿ではユーザがシステムに教授を行いシステムが学習するシステムを開発した．シミュレーションからシステムが必要な OP を選択するように学習することがわかった．今後の課題は，システム学習部のアルゴリズムを不必要な OP を選択しないように改善する必要がある．

参考文献

(1) Brophy, S., et al.,:"Teachable agents: Combining Insights from Learning Theory and Computer Science", Artificial intelligence in Education, p.21-28 (1999)
(2) 松田昇:“教えながら学ばせる:-教え方を教える。人工知能技術が学習科学に期待すること”，人工知能学会研究会資料, Vol.B5, No.1, pp.11-16 (2016)
(3) 梶岡瑞貴，松原行宏，岩根典之，岡本勝,:“「教えることにより学ぶ」を志向した学習支援システムに関する研究－ 一次方程式の解法を「教える」ことのできるシステムの開発 －”, JSiSE 学生研究発表会 (2018)

慣性計測装置を用いた作業者の姿勢判別手法の検討とスキル学習支援の応用

Examination of Worker's Posture Discrimination Method using Inertial Measurement Device and Application of Skill Learning Support

畠中 啓輔[*1], 松原 行宏[*1], 岡本 勝[*1], 岩根 典之[*1], 宗澤 良臣[*2]
Keisuke HATANAKA[*1], Yukihiro MATSUBARA[*1], Masaru OKAMOTO[*1],
Noriyuki IWANE[*1] and Yoshiomi MUNESAWA[*2]
[*1] 広島市立大学大学院情報科学研究科, [*2] 広島工業大学大学院機械システム工学専攻
[*1]Graduate School of Information Sciences, Hiroshima City University,
[*2]Graduate School of Science and Technology, Hiroshima Institute of Technology
Email: lhatanaka@lake.info.hiroshima-cu.ac.jp

あらまし：本稿では，慣性計測装置である Perception Neuron(PN)で計測した情報から作業者の姿勢を判別するシステムを構築した．作業者は PN を装着し，作業を行うことで作業姿勢の危険度を計測することができる．姿勢評価方法は OWAS 法を用い作業姿勢を判別した．実験では被験者にベッドから車椅子への移乗介助を学習前と学習後に行ってもらい，作業姿勢についての学習が可能であることを確認し，リアルタイムフィードバック情報の提示について検討した．
キーワード：Perception Neuron，作業姿勢評価，OWAS，移乗介助

1. はじめに

平成 29 年度の業務上疾病は 7,844 件であり，腰痛による疾病が 63.9%を占め，そのうちの 31.5%を保健衛生業が占めた [(1)]．原因の 1 つとして，無理な姿勢での作業による疲労が挙げられ，作業姿勢の評価・改善が必要である [(2)]．そのため，腰痛等の労働災害を防止し，作業方法の改善を目的とした姿勢分析が行われてきた．分析方法の 1 つに腰部モーメントを用いた腰部負荷を評価する手法がある [(3)]．この手法を用いると，かかえ上げ型による一人介助が熟練度や身長差によらず，腰部負担が小さくなることがわかった．

しかし，介助方法は，指導することが難しい技術の 1 つであり，指導内容は経験に頼っている部分が大きい．そこで車椅子移乗介助を指導するのに必要となる指導内容の抽出をするために動作分析を行い，看護師の腰痛を予防する具体的な方法を抽出した [(4)]．

本研究では，作業者の体の各部位の三次元座標を使用し，作業姿勢評価法として職場の作業姿勢による健康障害の検討に広く利用されている OWAS 法 [(5)] を用いた作業姿勢分類システムを開発する．本システムを用いることで計測結果から自動的に作業姿勢の分類が可能である．また，学習前後の作業姿勢を比較し，学習効果について検証する．以下，提案システムの詳細を示し，検証実験結果を示す．

2. システム構成

本システムでは，姿勢データ読み込み部で作業者の各部位の三次元情報を読み込み，姿勢分類部で OWAS 法により作業姿勢の分類を行う．その分類に基づき，姿勢評価部で作業負荷を評価する．図 1 にシステム構成図を示し，以下に各部の詳細を述べる．

2.1 姿勢データ読み込み部

本稿では，作業者のモーションデータを慣性計測装置である Perception Neuron（以下，PN と略記）で計測する．PN はジャイロスコープ，加速度計，磁力計から構成される．本稿では全身に 17 箇所のセンサーを取り付け，モーションデータを取得した．モーションデータは，位置座標と回転角度から構成され，データの取得速度は 60fps である．PN，3DCG ソフトなどを用いて作業者の動作を計測したモーションデータから姿勢分類に必要な情報を取得する．全身の 17 箇所の三次元座標から姿勢分類に必要な位置情報と関節角度情報を算出する．図 2 に算出した情報の部位を示す．算出された値を姿勢分類部へ送る．

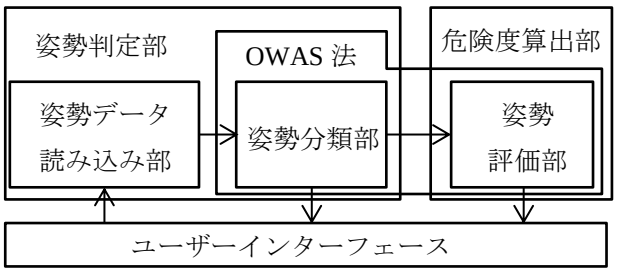


図 1 システム構成図



図 2　算出した位置・関節角度情報の部位

2.2 姿勢分類部

姿勢データ読み込み部から受け取ったデータを基に, OWAS 法を用いて姿勢分類を行う. OWAS 法は, 背部・上肢・下肢・荷重の 4 項目から作業姿勢を分類・評価する方法である．分類・評価は，不快感の主観的評価・姿勢による影響・実用可能性を考慮して決定された．算出された位置情報・関節角度情報に基づき，腕と肩の位置関係や背部と下肢の曲がり具合を判断し，入力された姿勢を分類する．モーションデータを分類した結果を姿勢評価部へ送る．

2.3 姿勢評価部

姿勢分類部の結果と持っている物の重さや力の大きさから OWAS 法より姿勢を評価する. OWAS 法では, 姿勢の負担度と改善要求度を 4 段階で判定する. 以下に姿勢の負担度と改善要求度を示す.

1：改善は不要である.
2：近いうちに改善すべきである.
3：できるだけ早期に改善すべきである.
4：ただちに改善すべきである.

3. 検証実験

OWAS 法を用いて構築した作業姿勢評価システムによって評価を行い，妥当性を確認する．OWAS 法によって分類される作業姿勢のうち 26 パターンのモーションデータを取得し，本システムと目視での姿勢分類を比較した．ただし，下肢の分類の歩くについては静止画で姿勢分類を行うと他の姿勢に分類されてしまうため除外した．また，移乗介助の経験のない 5 名の被験者にベッドから車椅子への移乗介助を行ってもらい，作業姿勢を分類・評価した．その後，学習をさせ，再び移乗介助を行ってもらい，同様に作業姿勢を判別・評価した．学習内容として文献[4]で抽出された腰痛を予防する具体的な方法のうち，移乗介助を行ったことがない被験者でも理解できる簡単な方法を抜き出し，学習させた．

本システムでは姿勢分析結果が作業姿勢の負担評価の精度に大きな影響を及ぼすため，まず姿勢分類部の精度を検証した．26 パターン全ての姿勢でモーションデータを 1 フレーム取得し，本システムで姿勢を分類した．本システムと目視での姿勢を分類した結果の差はみられず，一致率は 100%となり，高い精度で姿勢分類がされていることが確認できた．

次に学習前と学習後に行った移乗介助のモーションデータを本システムを用いて分析した．分析に使用するモーションデータは 6fps で取得した．分析の結果，被験者 5 人中 3 人は改善の傾向がみられ，2 人はみられなかった．改善の傾向がみられた 3 人のうち 1 人を例として図 3 に姿勢の負担度と改善要求度の推移を示す. 改善要求度が 1 は 18.4%から 2.7%, 2 は 23.7%%から 97.3%，3 は 52.6%から 0%，4 は 5.3%から 0%に改善された．実験後に 3 つの問いと自由記述欄から構成されるアンケートを行った．改善がみられた 3 人は自由記述欄に「背中を曲げないことを意識すると腰への負担は軽くなったように感じた.」,「学習前は持ち上がらなかったが，学習後はあまり負担なしに持ち上げることができた.」,「持ち上げるまでは楽だったように思う.」と学習効果について肯定的な記述がみられた．一方，改善がみられなかった 2 人のアンケートの自由記述欄には「資料を読んでもイマイチ理解しにくかった.」や「学んだことが 1 回で完璧にできていなかったと感じた.」と記述されていた．この 2 人の体重と身長のうち 1 人は被介助者より体重は軽く身長はほぼ同じ，1 人は被介助者より体重が重く身長が 10cm 低かった．改善の傾向がみられた 3 人のうちに，ほぼ同様の条件の被験者が存在することから学習効果が確認できなかった理由として身長や体重の関係は確認できず，うまく学習が行えていなかったことが OWAS 法による評価でわかった．

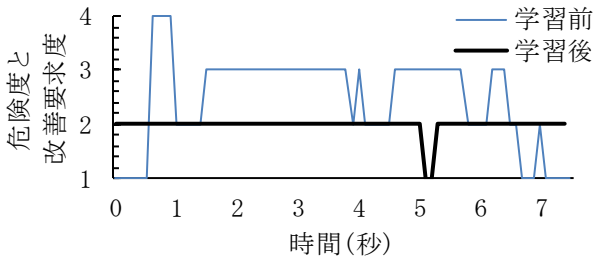


図 3 姿勢の負担度と改善要求度の推移

4. おわりに

OWAS 法による姿勢自動分類と負荷評価が可能な作業姿勢分析システムを構築した．十分な分析精度で作業姿勢を評価できることが確認できた．さらにベッドから車椅子への移乗介助を対象作業とし，学習効果を確認した．アンケートの自由記述欄により資料がわかりづらいということが確認されたので，今後はよりわかりやすい学習方法を検討し，AR や音声提示を用いた姿勢改善案の自動提示手法とその学習効果について検討したい．

参考文献

(1) 厚生労働省：“業務上疾病発生状況等調査結果” https://www.mhlw.go.jp/bunya/roudoukijun/anzeneisei11/dl/h29-10.pdf（参照 2019.2.4）
(2) 大久保裕子，小長谷百絵，小川廣一，守安貴彦，池畑弘, 小野寺直樹 : “介護労働に関するアンケート調査”, 人間工学特別号，Vol. 31, pp. 252-253（1995）
(3) 山崎信寿，山本真路，井上剛伸 : “移乗介助動作の計測と腰部負担の評価”, バイオメカニズム, Vol. 16, pp. 195-205（2002）
(4) 杉本吉恵，塩川満久，綱島ひづる，青井聡美，森木ゆう子，高辻功一 : “熟練看護師の車椅子移乗介助動作の分析”，広島県立保健福祉大学誌，Vol. 5, pp. 41-51（2005）
(5) Karhu,O.，Kansi,P. and Kuorinka,I,:” Correcting Working Postures in Industry: A Practical Method for Analysis”,Appl Ergon,Vol. 8, pp. 199-201（1977）

「相似な図形」を題材とした AR 型学習支援システムの検討

Consideration of AR Learning Support System using Similar Figures.

河中 晋規[*1], 中野 美登里[*1], 松原 行宏[*1], 岡本 勝[*1], 岩根 典之[*1]
Shinki KAWANAKA[*1], Midori NAKANO[*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 Science, Hiroshima City University
Email: me67010@e.hiroshima-cu.ac.jp

あらまし：本稿では、スマートフォンと AR マーカーを用いて、学習自身がマーカーを「操作」し、数学学習の支援を行えるシステムを構築した.「操作」を活用する題材を相似な図形とメンタルローテーション課題とし、それぞれついてシステムを開発した.両システムにおいてスマートフォンと AR マーカーを使用し、学習者が AR マーカーを移動、回転などの「操作」を行うことで、画面上の仮想図形を操作することを可能にした.検証実験から両システムを用いて学習を行うことで「操作」を伴う学習が行えたことが確認できた.

キーワード：Augmented Reality, 操作, 相似な図形、メンタルローテーション

1. はじめに

中学校で取り扱われる図形の分野では，操作を通じた学習が重要視されている[1]．本研究では操作を活用する学習対象として，相似な図形とメンタルローテーション課題を取り扱う．これらの機材において操作は重要な動作であるが，実際の教育現場では教科書等の紙媒体を用いた学習が多く，生徒は教科書に描かれた図形の形状を目視で確認するだけであることが多い．そのため，学習者の操作を伴う学習は行われていない場合が多い．

そこで上出らは，アニメーションを用いて相似な図形の定義を説明するためのシステムを開発した[2].このシステムでは紙媒体の教材では理解が困難である相似の定義を説明するためにアニメーションを用いて動的に説明している．しかし，学習者はアニメーションを閲覧するのみで，学習者の操作を伴った学習を行うことはできない．また，中野らは AR を用いることで仮想的に 3 次元空間を観察できるシステムを開発した[3]．メンタルローテーション課題において，AR(3D)を用いた学習とディスプレイ(2D)を用いた学習で判断に要する反応時間を比較した.しかし、中野らのシステムでは、AR マーカーが机上に張り付けられているため、学習者の操作を伴った学習を行うことはできない.

本研究では，学習者が図形の位置や回転角度を自由に操作できないという問題を解決するために，学習者がマーカーを動かすことで仮想物体の操作が可能な AR 型学習支援システムを提案する．本システムは学習者に操作を伴った学習を行わせることで，学習者の空間図形や相似に対する理解を深めるための支援を行う．本研究では，２つの学習対象に対応するシステムを開発した.

2. 「相似な図形」を題材とした AR 型学習支援システム

提案システムは，相似探索システムと証明学習システムから構成される．相似探索システムは学習者が相似な図形を探索するためのシステムで，スマートフォンと 6 枚の AR マーカーからなる．証明学習システムは学習者が与えられた図形が相似であることを証明するために証明学習システムを使用した学習を行う.

相似探索システムの外観とシステム画面を図 1 に示す．相似探索システムでは，学習者がスマートフ

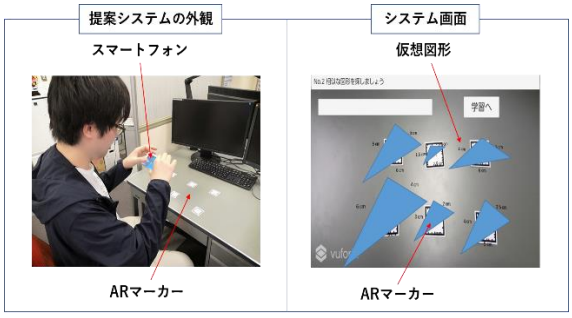


図 1 相似探索システムの外観とシステム画面

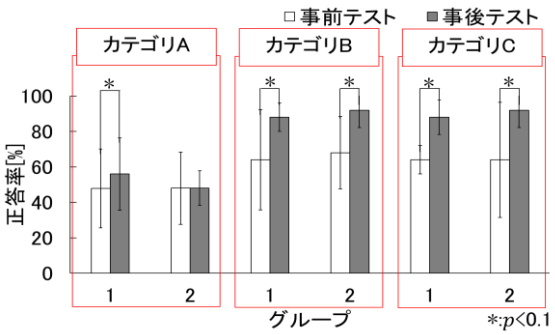


図 2 各グループの事前、事後テストの
カテゴリ別平均正答率

ォンのカメラで図形マーカーを映すことによって，仮想図形を移動，回転，拡大，縮小することができる．証明学習システムでは学習者は画面に表示される証明の穴埋め問題に対し，画面下部に表示されているボタンを用いて解答の入力を行う．このように相似探索後にその図形が相似であることを証明することで，相似な図形についての理解を促進する．

検証実験では元の学習を対象とした．被験者は 10 名とし，相似探索システムを用いるグループ 1，相似探索時に問題提示と回答の正誤判定のみを行うシステムを用いるグループ 2 分けて実験を行った．なお，証明学習システムは両グループとも同じシステムを用いた．検証ではまず全被験者に 6 つの図形から相似な図形の組を見つける事前テストを 15 問解答させ，その後学習を行わせた．学習後，事前テストと同様の問題を解かせ，正答率から評価した.出題した 15 問を相似条件で 3 カテゴリに分け．そして，カテゴリごとに事前，事後テストの正答率を比較した．結果を図 2 に示す．各グループにおいて，グループ内で t 検定を行った結果，カテゴリ B,C については，両グループにおいて有意差 10%で差が確認できた．一方で，グループ 2 では有意水準 10%で差が確認できた．一方で，グループ 2 では有意水準 10%で差が確認できなかった．よって，３組の辺の比に着目して相似な図形を探す場合に本システムが有効であると考えられる．相似探索システムでは学習者の操作によって図形を学習できるという特徴があるため，提案手法の効果だと考えられる．

3.　「メンタルローテーション」を題材とした AR 型学習支援システム

図 3 に提案システムの外観とシステムの画面を示す．提案システムは，スマートフォンとマーカーから構成される．本システムでは，AR マーカーを 6 枚組わせて立方体の形にしたコントロールマーカーを使用することで，学習者が仮想物体を主観的に操作できるようにしている．スマートフォンのカメラでコントロールマーカーを映すことによって，仮想物体をスマートフォンの画面に表示できる．学習者は画面を見ながらコントロールマーカーを操作することによって仮想物体を様々な角度から観察することができる．

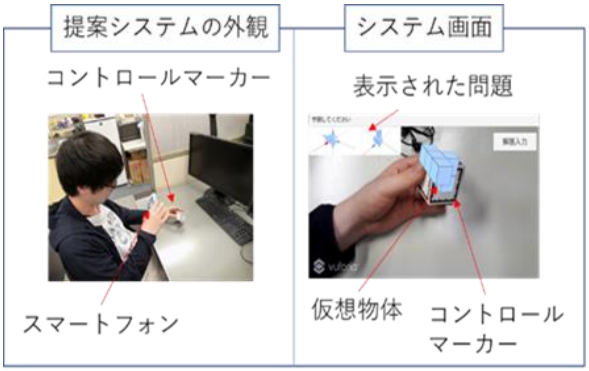


図 3 提案システムの外観とシステム画面

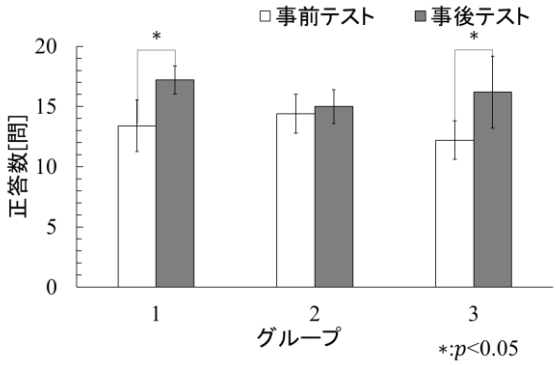


図 4 各グループの事前、事後テストの平均正答率

実験では，本システムを用いることでメンタルローテーション課題の学習を行うことができるかを検証した．被験者は 15 名とし，提案システムを用いるグループ 1，問題提示と解答の正誤判定のみを行うシステムを用いるグループ 2，指で画面をスワイプして物体を操作することで学習を行うグループ 3 に分けて実験を行った．まず全被験者に事前テストとしてメンタルローテーションの問題を 20 問解答させ，その後学習を行わせた．学習後，事前テストと同様の問題を解かせ，正答数について評価した．図 4 にグループごとの事前，事後テストの正答率の平均値を示す．各グループにおいて，平均正答率に差があるか比較した．グループ内で t 検定を行った結果, グループ 1 とグループ 3 においては有意水準 5%で差が確認でき，操作に伴う学習は出題課題の正答率の増加に有効であると確認できた．

4.　おわりに

本研究では、学習者の操作が可能な AR マーカーを用いた数学学習のための学習支援システムを構築した.検証実験では提案システムを用いて捜査を伴って学習を行えることが提案できた.今後の課題として、相似探索システムと証明検証システムで同じデバイスを使用することによる、システムの使用時間の短縮が可能かの検討、問題のカテゴリ数及び問題数の増加等が挙げられる.また、本論文で用いた題材以外に、図形分野における平面や直線の位置関係や、立体の表面積の計算といった分野への利用が可能であるか確認したい.

参考文献

(1) 文部科学省: “中学校学習指導要領解説　数学編” ,pp.74-82　(2017)
(2) 上出吉則,辰巳丈夫,村上祐子:”Scratch で学ぶ-相似の定義の概念を ICT で深く理解する-“,情報処理学会研究報告, Vol. 2017-CE-138, No. 9, pp. 1-6(2017)
(3) 中野遥，渡邊伸行:”拡張現実感による物体提示が心的回転に及ぼす影響の検討”，電子情報通信学会技術研究報告, Vol.113, No.462, pp.39-44　(2014)

大量調理に対する事前学習を目的としたデジタル教材の開発

Development of digital teaching material for prior learning for mass cooking

高橋 弘也*1, 中山 洋*1, 堀端 薫*2, 藤倉純子*2
Koya Takahashi*1, Hiroshi NAKAYAMA*1, Kaori HORIBATA*2, Junko FUJIKURA*2
*1 東京電機大学
*1Tokyo Denki University
*2 女子栄養大学
*2Kagawa Nutrition University
Email: 18rmd13@ms.dendai.ac.jp

あらまし：現在、栄養士養成施設において、大量調理実習の実施回数が少なく、学生が実習の全体像を把握できないという問題がある。そのために、十分な理解と経験を得られない。その中で先行研究では、Kinect センサを用いた大量調理シミュレータを開発した。そのシミュレータでは大量調理時の基本的な動作を学ぶことが可能であったが、被験者によって上達速度にばらつきがでるといった問題があった。そこで本研究では、大量調理の事前学習を行うための管理栄養士教育向けデジタル教科書を開発した。大量調理に対する前提知識に差がある被験者に対して、ICT を利用した教材提供を行うことで、知識レベルでの能力の差を少なくして、大量調理の実習経験を効率的・効果的に学ばせることを可能にする。
キーワード：電子教科書，映像・音声配信，通信教育

1. はじめに

現在、栄養士養成施設などで栄養士資格を取得するには、厚生労働大臣の指定した栄養士養成施設において法律で定められた栄養士資格必修項目をすべて履修して、卒業することが定められている。しかし、給食管理実習などの集団調理実習では作業を分担して大量の調理を行うため、少ない実習実施回数の中で一人の学生が関わることのできる調理が少なく、実習の全体像を把握できないという問題がある。また、大量の食材と大型の調理器具を扱うため多くの経費が掛かる。さらに、重労働となる実習の特質上、女子大学や女子短大が非常に多い栄養士養成施設での集団調理実習では、作業に危険が伴う場合がある。このため、「給食の運営」は法律で定められた科目であるが、実習による十分な理解と経験を積むための栄養士養成施設が少ないのが現状である。

以上を鑑みて先行研究では、Kinect を用いた大量調理シミュレータを開発し、事前に収集した教師の体の動きのデータと、学生の体の動きを比較して評価を下すシステムを開発した。このシステムを用いて実験を行った結果、客観的な評価を学生は受けることができるため、実際の実習などで受ける教師のアドバイスに近い効果があることが分かった。しかし、被験者によって上達速度にばらつきがあり、リアルタイムで改善点を提示すると、混乱して対応できない被験者がいるということが明らかになった。

そこで本研究では、大量調理に対する事前学習をするためのデジタル教材を開発し、大量調理の前提知識に差がある被験者に対して、ICT を利用した教材提供を行う。それにより、知識レベルでの能力の差を少なくすることで、大量調理の実習経験を効率的・効果的に学ばせることを目的とする。

2. システム概要

2.1 システムと環境

本研究では、管理栄養士資格に向けて学習を進めていて、かつ、大量調理に対する前提知識が不足している学生を対象としてデジタル教材を製作した。また、どの環境・端末でも事前学習ができるデジタル教材であることが望ましいと考え、MySQL、PHP を使用し、Web ブラウザ上で動くシステムとした。これにより、インターネットに接続できるパソコン、スマートフォン、タブレットなどでも使用可能となった。

2.2 システムの画面構成

本システムは、女子栄養大学の担当教諭との協議と助言に基づいて、主に 4 つの画面で構成した。1 つ目は利用者の認証機能が搭載されたタイトル画面、2 つ目は選択した学習項目を表示する学習項目選択画面、3 つ目は学習内容表示画面、4 つ目は選択した学習内容の設問提示画面である。設問提示画面は更に分割され、設問の解答、解答に対する合否と解説画面の２つで構成される。（図 1）

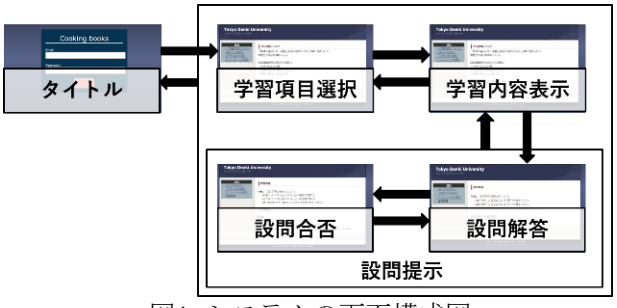


図1 システムの画面構成図

3.　デジタル教材の提供内容

本実験におけるシステムの内容は、大量調理実習の作業工程に関する学習項目に加え、調理器具の扱い方、衛生管理の知識が学べる教材とした。イメージのしやすさと理解度を高めるために、熟練者による実際の調理作業を撮影し、動画像として教材に採用した。(図 2)



図2 デジタル教材に載せる調理作業時の様子

4.　システムの主要機能

4.1　利用者の認証機能

本機能は､MySQL のサービスであるデータベースを利用することで構築した。認証はインターネットに接続し、タイトル画面にて E-mail アドレスとパスワードを入力してサインインすることで学習項目選択画面へと遷移する。

本認証機能は、練習問題機能を実装することを目的として実装した。本手法を用いると、問題を解答する際､学習者ごとの解答の合否情報を取得できる。

4.2　知識補充機能

通常のテキストベースのものに加え、タップすることで資料動画や追加のテキストが表示される機能である。これは、文字をただ読むだけでなく、学習者自身の積極的な行動(この場合は画面に意図的にタップすること)によって情報が追加されていくことにより、学習者の興味をひき、理解度やイメージのしやすさを高めることを期待するものである。



図3 学習内容表示画面

4.3　練習問題機能

設問提示画面で問題に解答すると、データベース内の設問情報を参照し、解答に対して合否を表示する。また、間違った解答をした学習者に対しては、解答の解説を表示する。練習問題機能は、ただ読むだけでなく問題を解くというステップを介することで記憶への定着を期待できる。



図4 設問提示画面

5.　まとめと今後の課題

本研究では、知識レベルでの能力の差を少なくし大量調理の実習経験を効率的・効果的に学ばせることを目的とし、事前学習を実施させるためのデジタル教材の開発を行った。

現時点でシステムを構築したが、被験者を募ったユーザによるシステム評価実験が行えていないため、それを行うことが今後の課題として挙げられる。アンケート調査の結果と実際の利用を経て，さらなる改良を行い，大量調理に対する事前学習用のデジタル教科書として、拡充を行っていく予定である。

参考文献

(1)　新井健太，中山 洋：“大量調理における基本動作を身につけることを目的とした調理シミュレータの開発”，東京電機大学理工学研究科情報学専攻修士論文(2017)

(2)　Horibata Kaori, Arai Kenta, Nakayama Hiroshi, Fujikura Junko: “Development of Cooking Simulator for the learning of basic action of mass cooking”, The 13th Annual Hawaii International Conference on Education Proceedings Submission, (2017)

(3)　曽我聡起，中原敬広，川名興人：“LMS と連携するデジタル教科書に関する考察−本当にインタラクティブなデジダル教科書がもたらす可能性−”コンピュータ＆エデュケーション 36:18-24(2014)

入学前・初年次を接続した数学学習の数学オンラインテストを用いたアセスメント

Assessment of University Pre-entrance and First Year Courses with Mathematics Online Tests

樋口 三郎[*1]
Saburo HIGUCHI[*1]
[*1] 龍谷大学理工学部
[*1]Faculty of Science and Technology
Email: hig@math.ryukoku.ac.jp

あらまし：学習者が数式で解答し，数式処理システムで採点する数学オンラインテストを，数学の大学入学前・初年次教育のアセスメントに使用した例を報告する．数式処理システムの文法に学習者が十分習熟した状態で行うことに留意している．授業時間外に Web 上で実行し，正課科目の成績と直接は関係しないため，学習者に有用性を十分に説明している．初年次学年末のアセスメントでは，参加率 55%程度を得ている．

キーワード：LMS, 数式処理, 数学オンラインテスト, 大学数学, 学習評価, 入学前教育, 初年次教育

1. はじめに

微分積分，線形代数などの数学は，大学における学習の基礎のひとつであり，理系学部では初年次に必修として学習することが多い．理系学部で専門的な科目の学習を始める前には一定の数学を修得することが求められる．学習項目の間に依存関係が強い一方で，大学入学時点での中等教育での学習項目の修得状況が学生によって大きく異なることが多く，一律の対応が困難となっている．

このような状況で，大学初年次の数学で e-learning が様々な形で利用されている．各科目の担当教員の判断で対面授業とブレンドして用いられることもあれば，学部などのより大きい単位で共通の e-learning 基盤が利用されることもある(1)．

一方，中等教育での修得状況が学生によって大きく異なる状況に，数学の入学前教育で対処することもしばしば行われている．入学前教育では学習者が対面授業に頻繁に出席することが困難であることから，e-learning が利用されることは多い(2)．

入学前教育は初年次教育を効果的にすることが目的であり，これらの間の連携は重要である．入学前教育の評価は，初年次教育の結果を参照して行う必要がある．

この発表では，龍谷大学理工学部の数学の入学前・初年次教育とアセスメントの方法と結果を報告する．

2. 数学オンラインテスト

数学オンラインテスト(3)は，数学の問題への学習者の解答を，数式処理システムを用いて，数学的等価性を考慮して自動的に評価するシステムである．問題をランダムに生成し，数学的に意味のある問題になっているかどうか数式処理を用いてチェックするようになっているものが多い．

数学オンラインテストでは,学習者が数式を指定された書式で構成して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．

3. 入学前・初年次数学教育とアセスメント

龍谷大学理工学部では，2015 年度から初年次数学教育(4)に，2016 年度から専願推薦入学者の入学前教育(5)に，2018 年度からすべての推薦入学者の入学前教育(6)に，数式処理に基づく数学オンラインテスト Maple T.A.(2018 年に Mobius Assessment と改称)と LMS である Moodle を，LTI または単なるリンクによって連携させて利用している．入学前・初年次の計算的な要素を多く含む数学では，ランダムな多数の問題を自動的に採点できる数学オンラインテストは有効である．初年次教育では，前後期の学期末のアセスメントの一部にこのシステムを利用している．

3.1 専願推薦入学者の入学前教育

11 月に合格の決まる専願推薦入学者には, 12 月に入学前教育の事前テストであるスタートテスト(表 1)を行い，次いで 12 月-3 月の時期に，独自の問題集による学習と, Maple T.A.上の演習問題を実行することを必須としている．

すべての入学予定者には，4 月初旬に数学のプレイスメントテストがあることを伝えており，プレイスメントは入学前教育の事後テストと位置づけられる(表 1). 専願推薦入学者にはプレイスメントテストの出題例を目標として提示している．

3.2 専願以外の推薦入学者の入学前教育

12 月に合格の決まる専願以外の推薦入学者には, 専願と同様の問題集, Maple T.A.上の演習問題を任意で実行することを奨めている．やはりプレイスメントテストの出題例を提示し，各自が追加の学習を必要とするか，自ら判定できるようにしている．

3.3 初年次教育

1 年次前期には，数学オンラインテストの演習問題による高等学校の数学の復習を全員に課している．さらに，いくつかの学科ではリメディアル科目の対面授業があり，プレイスメントテストはその事前テストとしても位置づけられる(表 1).

1 年次前後期とも，正課の数学科目のデザインは学部内の学科ごとに様々である．この中では，少数の正課の数学科目でだけ数学オンラインテストが利用されている．

7 月の前期到達度テストは，リメディアル科目の主要部分の事後テストと位置づけられる(表 1).

3 月の後期到達度テストは，大学で新たに学んだ内容について出題している(表 1).

表 1 の 4,7,3 月のアセスメントは正課の科目の合否や点数とは(7 月分を成績に含めている少数の科目を除き)無関係である。結果は，教員と学生(本人)に公開され，その後の学習の参考とされるが，正課の科目の成績・合否はこれとは別の紙の定期試験や紙の課題によって決定される．

7,3 月の到達度テストは数学オンラインテストによるが，1 年次前期の数学オンラインテストの演習問題により数式入力方法に習熟してもらっている．しかし，誤りが数式入力の習熟不足によると疑われる例が一定比率あり [(7)]，単純な数式入力問題に正解した後でだけ到達度試験を受験できる，到達度試験に数式入力問題を混ぜておいて正誤を見る，などによりその比率をモニターしている．

4. アセスメントの結果との分析

表 2 に，2018 年度入学生についての，各アセスメントの参加率，得点率の平均と標準偏差を示す．この得点率は単なる合計値で，数式入力の誤りを補正するようなことは行っていない．

推薦による入学者と推薦以外による入学者の間には，一貫して得点率の平均に差があり，学年末に至っても差が残っていることがわかる．

表 1 アセスメントの時期と方法

時期	名称	対象	方法	範囲
入学前 12 月	スタートテスト	専願制推薦入学者	紙. 自宅受験.	高等学校数学(内容 1)
1 年次 4 月	プレイスメントテスト	1 年生	紙. 学内集合受験.	高等学校数学(内容 2)
1 年次 7 月	前期到達度テスト	1 年生	数学オンラインテスト	高等学校数学(内容 2)
1 年次 3 月	後期到達度テスト	1 年生	数学オンラインテスト	微分積分・線形代数

表 2 各アセスメントの参加率と得点率

アセスメント		専願推薦	専願以外の推薦	推薦以外
プレイスメントテスト	参加率	0.97	0.99	1.00
	平均	0.72	0.73	0.84
	標準偏差	0.20	0.21	0.13
前期到達度テスト	参加率	0.88	0.81	0.83
	平均	0.75	0.80	0.84
	標準偏差	0.19	0.20	0.17
後期到達度テスト	参加率	0.56	0.57	0.58
	平均	0.51	0.55	0.66
	標準偏差	0.48	0.47	0.47

参加率は，初期には専願推薦入学者が高い．これは，入学前学習で数学オンラインテストに習熟していることによるものと推測できる．学年末には，参加率は入学経路によらずに同程度になっている．

プレイスメントテストと前期到達度テストの得点率の相関係数は 0.44，プレイスメントテストと後期到達度テストの相関係数は 0.24 だった．前者は同じ範囲を扱う組なので，弱いが相関があることは自然である．

5. おわりに

本発表では，数学オンラインテストによる入学前および初年次数学教育のアセスメントの試みについて述べた．これまではアセスメントの結果を本人に加え対面授業担当者に送ることを主な利用としていたが，今後は，数学オンラインテストによる学習内容をパーソナライズするためのデータとしての利用を検討したい．

参考文献

(1) 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)

(2) 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)

(3) Chris Sangwin: “Computer Aided Assessment of Mathematics”, Oxford University Press (2013)

(4) 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)

(5) 樋口三郎: “数学オンラインテスト Maple T.A. を用いた大学入学前数学教育の実践”, 教育システム情報学会 第 41 回全国大会論文集 pp.186-187(2016)

(6) 樋口三郎: “数学オンラインテストを用いた大学入学前数学教育の改良と拡張”, 教育システム情報学会 第 42 回全国大会論文集 pp.469-470(2017)

(7) 樋口三郎: “従来型と数学オンラインテストによる事前事後テスト結果の数式入力ミスを考慮した分析”, 数理解析研究所講究録 2067, pp.152-155(2018)

医学系 PBL をより能動的な学修にするための ICT 活用
－検査依頼応答システムの開発とデジタル資料によるペーパーレス化－

ICT utilization to make medical PBL more active
－Development of inspection request system and paperless by digital data－

若月徹，堀場文彰，大槻眞嗣，鈴木茂孝

Toru WAKATSUKI, Fumiaki HORIBA, Masatsugu OHTSUKI, Shigetaka SUZUKI

藤田医科大学医学部医学科

School of Medicine, Fujita Health University

Email: wakatuki@fujita-hu.ac.jp

あらまし：医学教育において PBL テュートリアルは，知識やスキルを定着し，リサーチマインドを育成する効果的な授業手法である(1)．しかし，PBL の実施には①テュータの負荷が多い，②シナリオの作成，配布物などの準備，消費資源が膨大である，③学修の進捗に応じた情報提供が難しい等の課題を持っている．これらの課題を解決するために，我々は PBL の適所に ICT を活用した学修支援手法を導入し，より能動的な臨床に沿った授業形態とした．その一つに臨床に沿った流れを模すことで能動学修を促す「検査依頼応答システム」がある．また，シナリオ資料を全てデジタル化して事前に学生端末に配付する「シナリオのデジタル資料配信」システムがある．これらにより，テュータの負担を減じつつ，学生の積極的な学修を促す仕組みを構築した．

キーワード：PBL, ICT, 授業支援, 能動学修

1. はじめに

PBL (Problem-based learning）は，医学の総合的なスキルを身につけることができる効果的な教育手法である．しかし，PBL の実施には①テュータの負荷が多い，②シナリオの作成，配布物などの準備や資源が膨大である，③学修の進捗に応じた情報提供が難しく学修効率を減じている，等の課題がある．

そこで本学では，より能動的な学修環境を構築するため，自分で検査項目を選択し，結果を受け取る「検査依頼応答システム」を作成した(2)．更に，2018 年度より，共同開発した「デジタル資料配信システム」を用いて，1 回の PBL(1 回の PBL は，6 コマ/週より構成)で使う全資料を学生端末に配信した．

2. PBL での ICT 活用支援システム

2.1 能動学修を促す検査依頼応答システム

リサーチマインド育成のため，PBL の学修をより能動化することをねらいとして，2013 年度よりシナリオ内に検査項目及び結果を提示することをやめ，検査項目の選択も学生自らが推考し選択することとした．そのため，学生はテュータに検査依頼票を提出し，テュータは事前に渡されている検査実施・結果リストをもとに，学生から受け取った検査依頼書に検査結果を転記して返す行程が加わった．これにより，学生の能動的学修過程が増え，学修効果の向上が期待されたが，テュータ(本学では 1 人のテュータは 2 室，合計 16 名ほどを担当している)(1)の負担が増え，本来のファシリテーターとしての役割を損なうことが危惧された．そこで，電子カルテを模した「検査依頼応答システム」を開発し，検査依頼から結果参照まで一連の流れを自動化し，テュータの負荷軽減と学修効果の向上を目指した(図 1).

2.1.1 検査依頼応答システムの概略

システムの開発には以下の 5 つを仕様とした．①学生はタブレット，ノート PC，スマートフォンなど様々なものを利用しているため，Web アプリケーションとすること．②システムは一般的なプレゼンテーション層とアプリケーション層，データ層よりなる 3 層構造とすること．③PBL の授業内での利用のため，シナリオに応じ，検査依頼項目数および検査依頼回数を任意に設定できること．④操作，画面構成はできる限り簡略化し，学修を邪魔しないこと．⑤シナリオごとに異なる検査項目，検査数に対応して，検査データベースや画面表示構成が容易に変更できること．初期に登録した検査項目は，直近の過去 12 回の PBL シナリオから，頻出する検査項目と症例に固有の検査項目を分けて 178 項目を抽出し，臨床検査項目分類コード(JLAC10）に準拠して登録した．かつ今後の PBL のシナリオによって容易に追加できるようにした．

2.2 シナリオのデジタル資料配信

PBL では，進行スケジュールに沿いつつ，各チームの学修進捗度合いにより，テュータがチャプターごとに配付する必要があった．配布する資料は紙媒体で，膨大な資料のコピーなどの事前準備の労力も配付する時間もかかっていた．そこで，紙資料を配付する代わりに，2016 年度に共同開発(2018 年に市

販化)したデジタル教材(文書)を配信するシステムを使用することとした。このシステムは紙の資料に代わり，テキスト，静止画や動画，音声を学生の持つ iPad に配信し，その資料に書込みも出来る。これにより教職員にとっては負担の低減と学生にとっては事前学修が可能となり，心音や医用画像，動画の提示ができるため，より臨床の現場に近い実践的な学修が可能となった．



図 1 検査依頼応答システムを用いた授業
上：授業風景　下：検査依頼画面

2.2.1 デジタル資料配信システムの機能追加

PBL では①事前学修用の資料と②授業中に進捗に応じて提示する資料を扱う必要があるため，②については資料を暗号化し，進捗に応じてテュータが閲覧パスワードを学生に伝えることとした．そのため従来の資料配信システムに，暗号化した資料の配信機能と，２つの資料を同時表示する機能を追加した(図 2).

3.　まとめ

「PBL 検査依頼応答」システムを作成し，3 回の PBL 授業(1 回の PBL は，9 コマ/週より構成)で活用した．システムの改善のため，各回の PBL で学生とテュータ全員を対象とした無記名の質問紙法による調査を行った．

テュータの全員から，「負荷が低減された」，「授業の進行に役立った」，「今後も利用したい」との回答を得た．学生 121 名中 112 名より回答を得た(回収率 92.6%).「今後も使用したい」では，5 段階中 4 以上の肯定的な回答は 83%であった．「PBL の進行に役立った」とする肯定的な回答は 87.5%であり，「医用画像の見やすさ」では，同じく 84.8%が肯定的な回答であった．一方，「機器の反応は良好」については，5 段階中の最低評価の”そう思わない” が 13%あった．これは，ネットワークの通信速度，サーバの処理能力などが原因ではなく，検査項目の選択画面が密集し，項目の選択ラジオボタンが小さく，クリック選択あるいはタップしにくいというものであった．本システムはまだ改善の余地はあるものの，PBL を改善するための一定の効果があったものと考えられた．

「デジタル資料配信システム」についても、無記名の質問紙法による調査を行った。「今後も使用したい」の項目では，76%が肯定的(5 段階中 4 以上)で否定的(5 段階中 2 以下)は 6%であった．また，「PBL の進行に役立った」の項目では，76%が肯定的で否定的な回答は 6%であった．「資料のデジタル配信」は，テュータの作業を削減し，かつ適切なタイミングで資料を閲覧でき，動画，音声も配信できることから，学生，テュータからも好評であった．以前にあった紙資料の放置，紛失も無くなり，振り返り学修にも役立つことを期待している．更に，授業前に資料を配信できることから予習を促すことにも役立っている．事務作業では，大量の印刷物を準備する労力の削減，資源の節約になった．

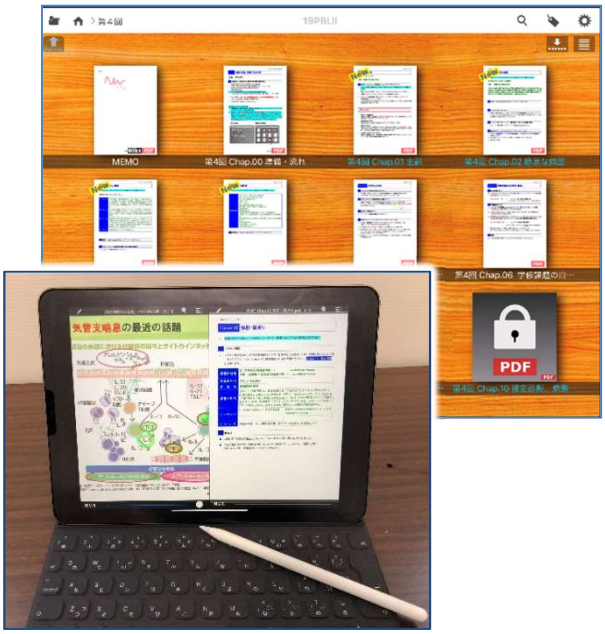


図 2 資料のデジタル資料配信 (iPad)
上：資料のサムネイル　下：iPad での 2 資料表示

参考文献

(1) 大槻眞嗣,菊川薫,江崎誠治,若月徹,田中郁子,外山宏,長田明子,石原慎,中島明,小野雄一郎,松井俊和:“テュータをモニター室から支援する「藤田式 PBL」の確立”, 医学教育,Vol.42, pp.135-140 (2011)

(2) Fumiaki H., Shigetaka S., Toru W., Hiroshi T., Masayoshi S., Kaoru K., Yuki M., Toshikazu M. and Masatsugu O.: “The Effective use of the Computers in Fujita-style PBL tutorial”, The fourth Asia-Pacific Joint Conference for PBL, Vol.4:pp.142 (2016)

臨場感を高めた段階的危険予測スキル学習支援システムの開発

Development of Learning Support System for a Stepwise Hazard Prediction Skill with Enhance the Sense of Reality

辻 文武[*1], 山元 翔[*2], 松原 行宏[*1], 岡本 勝[*1], 岩根 典之[*1]
Fumitake TSUJI[*1], Sho YAMAMOTO[*2], 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 Science, Hiroshima City University
[*2] 近畿大学工学部
[*2]Faculty of Engineering, Kindai University
Email: me67014@e.hiroshima-cu.ac.jp

あらまし：自動車で安全かつ余裕のある運転を行うためには，危険予測は必要である．自動車学校では危険予測ディスカッションとして危険予測の学習が行われているが，事例ベースの学習となっており，授業時間の都合上適応的な能力が十分に育たない可能性がある．そこで本研究では VR を利用して，ヒューマンファクターにおける Situation Awareness のモデルに基づいて危険予測を学習できる支援システムの設計・開発した．また，試験的利用結果についても報告する．
キーワード：危険予測運転，Virtual Reality，学習支援システム

1. はじめに

自動車による交通事故は，年々減りつつあるが，未だ多くの事故が発生している．この一つの原因として，起こりうる危険を予測しながら安全な運転を心がける，危険予測運転ができていないということがあげられる．自動車学校では，学習者は写真等で提示された実際の運転状況から危険を見つけ出すという事例ベースの学習が行われている．

関連研究として，事故映像から危険を探すシステム(1)により，危険予測や事故につながる状況を学習できるシステム等があるが，あくまで従来の危険予測学習を拡張する取り組みになっている．

これに対して本研究では，実際に危険予測を行う際には，運転状況下にあるオブジェクトの認識とそのオブジェクトの取りうる動作と結果により，危険が起こりうるかを予測していると仮定し，オブジェクトとその動作に基づく危険の予測を，段階的にオブジェクトを増やしながら学習できる，運転時の危険予測学習支援システムを設計・開発した．

2. 先行研究

2.1 危険予測運転

車の運転は「認知」,「判断」,「操作」に基づき行われるが，危険予測に基づく運転は，「認知」と「判断」の間に「予測」が入るとされている．例えば「道路脇に遮蔽物がある」と認知している時，「歩行者が道路上に飛び出してくるかもしれない」などの予測をすることで，「飛び出しに対する注意をした上での徐行」という判断・操作に結びつく．

図 1 に google street view より抜粋した，危険予測学習に用いられる状況の例を示す．自動車学校における従来学習では，このような事例を用いて学習者が危険を発見し，教官がフィードバックを返す形式で危険の発見を体験的に習得させようとしている．



図 1 危険予測学習に用いられる状況例

2.2 先行研究における危険予測運転

先行研究では危険予測のプロセスを，運転状況中に存在するオブジェクトを発見し(認知)，それぞれの取りうる動作に基づき，運転に支障があるものを発見(予測)，その情報に基づいて適切な運転操作を決定し(判断)，実際に運転操作を行う(操作)として定義している．よって，危険予測の学習では，道路上のオブジェクトの特徴理解が必要であると考えた．しかし，図 1 のような状況を提示し，それぞれのオブジェクトについて特徴理解をすることを繰り返すことは，学習負荷が高くなりすぎ，また時間などのコストも増大する．

そこで先行研究では，はじめは「歩行者と道路のみ」の単純な状況で予測を行い，段階的にオブジェクトを増加・変更しながら学習を進めていくことで，網羅的に危険予測を学習する方法を提案し，これをシステムに実装することでコストも低減することを試み，実験によって有効性があることを確認した．

3. 本研究

3.1 本研究における危険予測システム

先行研究では認知・予測・判断・操作の枠組みで危険予測を整理していた．しかし，ヒューマンファクターの分野では，より詳細な Situation Awareness[2] という人の行動モデルが提案されている(図 2)．このモデルを踏まえると，危険予測とは，運転状況中に存在する，運転に関係のある要素を取り出し(Lv1)，要素ごとの関係性を整理する(Lv2)．その要素から次の状況を予測し(Lv3)，安全な行動を選択，実際に操作をして結果を検証する．このとき，「運転に関係のある要素」とは，オブジェクトのことであり，「関係性」とはオブジェクトの配置のことになる．「次の状況の予測」は，オブジェクトの振る舞いを踏まえた上で，危険な配置に移行しないかを推測することになる．次に適切な，安全につながる動作を選択し，行動する．

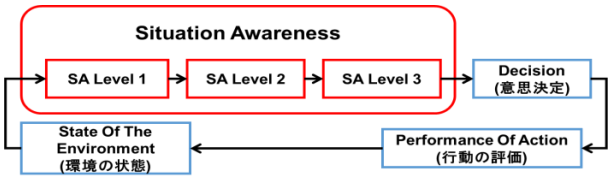


図 2 Situation Awareness

3.2 開発したシステム

システムの実現のため，表 1 のようなオブジェクトとパラメータ，そのパラメータ間の関係をシステムに実装した．そして，取りうる動作から自車との位置関係がどのように変化するかを導出し，結果が自車の進行方向に重なる場合に，危険につながるオブジェクトであるという判定を行っている．

開発したシステムのインタフェース例は図 3 に示す通りであり，VR SHINECON というスマホ用 VR HMD を用い、VR 環境下で学習ができる．学習手順は，ログイン後，学習状況を選択し，その後，危険につながるオブジェクトを推測し，選択する．正しい場合には，そのオブジェクトがどのような危険に繋がるか，その危険に繋がるオブジェクトの動作を順に回答させる．最後に危険につながる動きを対象のオブジェクトがした際に，事故につながらないためにどのように運転すればよいのかを回答させる．その後，操作に該当するフィードバックを返すことでオブジェクトの特性について学ばせながら，Situation Awareness の行動モデルを体験させている．

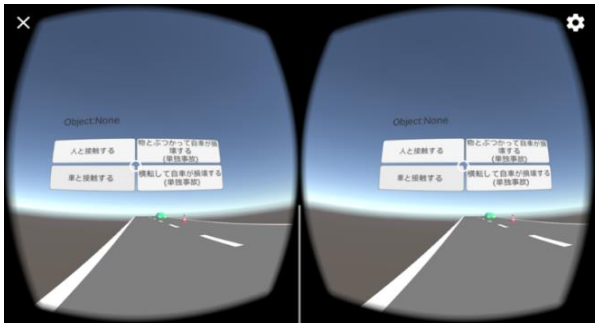


図 3 危険予測が必要な状況例

表 1 オブジェクトとパラメータの例

	動静	属性	位置座標	取りうる動作	大きさ
自動車	動的	軽，普通，トラック	x，y	右左折，直進，後退	1-2
道路	静的	通常，雪道	なし	なし	なし

4. 試験的運用

被験者は，工学系の大学生 10 名である．実験手順は (1)事前テスト, (2)システム利用, (3)事後テスト, (4)アンケートの順である．(1)，(3)では，図 1 のような状況を 5 つ提示し，それぞれで危険予測の結果を回答してもらった．(1)と(3)は，危険は同じだが状況が一見して異なる状況である．(4)では，提案した予測手法や学習が適切であるかを確認した．(1)，(3)からは提示した状況が単純であったため変化はみられなかったが，(4)の結果からオブジェクトに着目して危険予測を行う形式，またそれに基づいた演習が有用であることが示された．

5. 臨場感を高めたシステムへの展開

本稿では，先行研究で開発されたオブジェクトに着目した自動車の危険予測運転の学習支援システムの改善を行った．試験的利用の結果，本学習により危険予測を行いやすくなること，オブジェクトへの着目が適切であることへの意見が得られた．今後の展望は，実装する状況の追加やユーザインタフェースの改善を行う．また，スマートフォンでの学習は，読み込みに時間がかかる等の問題点から最低限のオブジェクトしか実装していないため，実際の運転状況下で危険予測を行っているような臨場感が低くなっている．そこで，図 4 のように危険予測の対象にはならないような周囲のオブジェクトを配置して臨場感を高め，Vive Pro を用いて演習を行うことができるシステムを開発していく予定である．

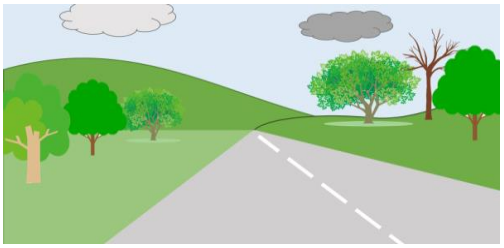


図 4 臨場感を高めた状況図の例

参考文献

(1) 中村愛，島崎敢，伊藤輔，三品誠，石田敏郎:“タブレット端末と事故映像を用いたハザード知覚訓練と運転行動の変化”，人間工学，第 49 巻，第 3 号，pp.126-131 (2013)
(2) Endsley, M.R.,:” Toward a theory of situation awareness in dynamic systems”, HUMANFACTORS, 37(1), p.32-64(1995)

シチュエーションごとの MIF 誤概念解消を目的とした物理映像授業の検討

A Study of Physics Video Content Intending to Resolve MIF-Misconception in Various Situations

石井 稜悟[*1], 仲林 清[*2]
Ryogo ISHII[*1], Kiyoshi NAKABAYASHI[*2]
[*1] 千葉工業大学大学院
[*1] Graduate School of Chiba Institute of Technology
[*2] 千葉工業大学
[*2] Chiba Institute of Technology
Email: s1532017fs@s.chibakoudai.jp

「物体が運動をするとき，進行方向には力が働いている」と考える Motion Implies a Force （MIF）誤概念を所持している大学生が多い．MIF 誤概念はあるひとつのシチュエーションだけでなく，複数のシチュエーションでみることができる．そこで，シチュエーションごとにおける MIF 誤概念の解消を目的とした物理映像授業を検討する．
キーワード：映像授業，物理学学習，MIF 誤概念

1. はじめに

高校物理学を勉強する際，学習者が経験則に基づく誤概念を所持している可能性に留意する必要がある．経験則に基づく誤概念の具体例として，Clement（1982）が提唱した「運動をする物体には運動の向きに常に力が働いている」と考える Motion Implies a Force （MIF）誤概念 (1) や，質量の異なる二つの物体が互いに力を及ぼし合うとき，質量の小さい物体が他の物体に及ぼす力よりも，質量の大きい物体が他の物体に及ぼす力の方が大きいという考えなどがある (2)．学習者が経験則に基づく誤概念を所持していると運動方程式の立式が困難となるという報告も存在する (3)．誤疑念の保持が学習のつまずきにつながるため，誤概念の払拭に適宜対応のできる授業教材が必要であると考えた．

そこで，本研究では MIF 誤概念の解消を目的とした映像授業の検討を行う．

2. 前回の研究

前回の研究 (4) では物理学映像授業において，教師の有無で学習者の理解に違いが生じるか調査をした．この調査は予備校などの教育の場で主に用いられる授業風景を録画した映像授業（以下，教師あり映像授業）と個人作成で多く用いられるスライドと音声で構成された映像授業（以下，教師なし映像授業）を作成し，教師あり映像授業を視聴する実験群と教師なし映像授業を視聴する統制群に分ける比較実験である．情報系大学の学部 3 年生 8 名を対象に物理学の習熟度に関するアンケート調査を行い，均等に 2 群分けを行った．

この実験の中で，学力調査を目的とした基礎・応用問題の他に，学習者の誤概念の保持状況について調査をする概念問題を出題した．教師あり映像授業を視聴した実験群と教師なし映像授業を視聴した統制群の両群とも，映像の視聴前と視聴後に同一の概念問題を解答させたが，事前段階で両群を合わせて多くの学習者が経験則に基づく誤概念を所持しており，映像視聴後も一部の学習者で若干の改善がみられたものの誤概念が払拭された学習者は少なかった．また，誤概念を払拭できなかったことから学力を測る基礎，応用問題でも運動方程式の立式がうまく行えず学力の向上がみられなかった．

3. 物理学誤概念と映像授業

前回の研究で研究対象とした大学生にも誤概念を持つ学習者が多く，映像での教育を行ったが従来の映像授業では誤概念の払拭までできなかったため，誤概念は学習者に深く根付いているものだとわかった．そのため誤概念にのみ焦点をあてた映像授業を作成する必要があると考えた．これまでに物理学誤概念を題材とした従来の映像教材の研究は廣瀬（1999）の動的シミュレーションと静的シミュレーションを用いた研究 (5) や，吉野ら（2007）の固定カメラと追跡カメラを用いて物体の落下を見せる研究 (6) などがある．従来研究の多くは落下物体の放物運動（物体の描く軌跡）によって MIF 誤概念を説明しようとするものが多い．そこで，本研究では物体そのものに着目した映像授業を検討していく．

4. 研究範囲

物理学誤概念も 1 章で述べたように複数存在するが，今回の研究では前回の実験より学習者の誤概念保持が最も多かった，MIF 誤概念に学習範囲を絞った．

MIF 誤概念は等速度運動を含めた連続的な運動に当てはめられ，複数のシチュエーションで生まれる．人が物体を手放して運動をさせるだけでも水平転がし・鉛直投げ上げ・斜め投射などのパターンに分け

ることができるが，シチュエーションにより少しずつ学習者の誤概念が異なる．以下の各節でシチュエーション（床の摩擦，空気抵抗は考えない）における誤概念の特徴を解説する．

4.1 水平転がし問題

物体を転がすと等速で転がり続けることは多くの学習者が理解している．しかし，MIF 誤概念により物体が転がり続けるからには力が働き続けているはずだと考える学習者が多い．

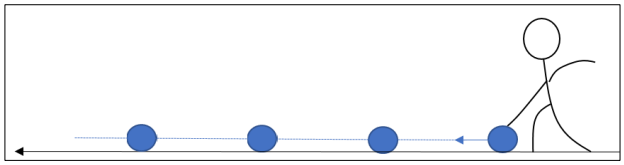


図 4.1 水平転がし問題の例

4.2 鉛直投げ上げ問題

重力下の物体の投げ上げでは，物体が上昇している間は重力に勝る上向きの力が働き，下降するのは上向きの力が徐々に減少した結果，重力が勝って下向きに力が働いていると学習者は考える [7]．

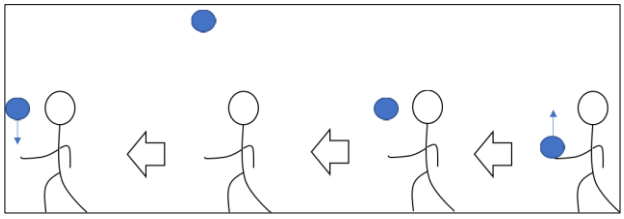


図 4.2 鉛直投げ上げ問題の例

4.3 斜め投射問題

斜め投射の問題では水平ころがしと鉛直投げ上げの誤概念の特徴が合わさったものになる．MIF 誤概念を持つ多くの学習者は物体の描く放物線に沿って力が働いていると考えるが，水平方向に力が働いていると解答する学習者も一部存在する [7]．

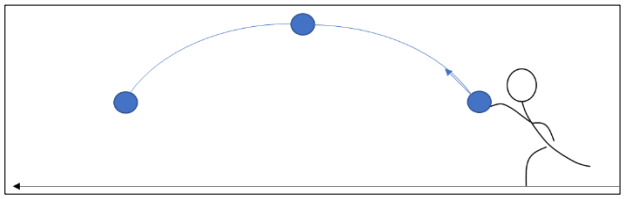


図 4.3 斜め投射問題の例

5. 研究のアイディア

5.1 実験方法のアイディア

ひとつのシチュエーションで誤概念の解説を行い，確認問題として複数のシチュエーションの問題を出題する研究や，落下問題などあるひとつのシチュエーションに対して複数要素を用いて学習者に解答をさせ，結果を比較する研究は多数存在する．しかし，ひとつのシチュエーションに着目した学習を，シチュエーションを変えて複数群で行い，学習後全シチュエーションの解答をさせて群による結果の比較をする研究は少ない．

本研究ではシチュエーションごとにおける MIF 誤概念の解消を目的とした物理映像授業を作成し，映像視聴後に複数シチュエーションで誤概念の払拭がみられるか調査を行う．

5.2 授業設計のアイディア

力が働いているということは，重力や磁場などの場から受ける力を除いた場合，物体が別の物体に触れているということである．人間がボールに力を及ぼした後，ボールがうけとるのは力ではなく運動量であり，これを力と勘違いしている人が多いのではと見受けられる．そこで運動量（速度）との違いをわかりやすく説明する必要があるのではと考えた．

また，各シチュエーションにおける MIF 誤概念を持ってしまう要因として，重力などの別の力に逆らって物体が運動をしているから進行方向に力が働いているという考えの他にも，教科書などに載っている図をなんとなく思い出した結果か，速度（向き）の矢印を力の矢印と混同してしまっているというものも見受けられる [8]．映像という利点を活かし教材のヴィジュアルに関する工夫も検討する．

6. 今後の予定

5 章で述べたアイディアをもとに検討を行い，映像授業の設計，作成を行う．その後，物理学を学習済みで MIF 誤概念を所持する大学生を対象に実験を実施する．

参考文献

(1) CLEMENT J. “Students' preconceptions in introductory mechanics”, Am. J. Phys. 50, pp.66‐71 (1982)
(2) 文部科学省：“高等学校学習指導要領解説 理科編 理数編”，文部科学省, pp.50-51(2018)
(3) 佐藤誠: “物理答案に頻出する計算間違いのパターン”, 津山工業高等専門学校紀要, 第 57 号, pp.59-62（2009）
(4) 石井稜悟，仲林清：“教師の有無に着目した物理学映像授業の作成と評価”，教育システム情報学会 2018 年度学生研究会 , pp.55-56 (2019)
(5) 廣瀬直哉: “運動の判断における動的情報の効果”,京都大学大学院教育学研究科紀要,45,pp.110-122（1999）
(6) 吉野巌,小山道人: “「素朴概念への気づき」が素朴概念の修正に及ぼす影響－物理分野の直落信念と MIF 素朴概念に関して－”，北海道教育大学紀要（教育科学編），第 57 巻 2 号, 165（2007）
(7) 徐丙鉄,安部保海,道上達広: “物理学における誤概念と答案分析”，近畿大学工学部紀要．人文・社会科学篇 45 , pp.1-22 (2015)
(8) 神村圭佑,興治文子,小林昭三: “物体の運動と力の理解を深めるリアルタイムな表現を可能にする ICT 教材の開発とその評価”，2015 PC Conference ，pp.71-74 (2015)

ICT 上の学習者特性を用いた中途退学者推論

Method of dropout students using student ICT-based Learner characteristics

高橋 大樹[*1], 山川 広人[*1], 小松川 浩[*1]
Hiroki TAKAHASHI[*1], Hiroto YAMAKAWA[*1], Hiroshi KOMATSUGAWA[*1]
[*1] 公立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: takahashi214@kklab.spub.chitose.ac.jp

あらまし：我々は先行研究にて Deep Learning を用いて, 大学内のデータを分析し, 在学生の中から将来的に中途退学する学生を推論するプログラムの開発を行ない, 7 割から 8 割の推論精度を得た. 本研究では, 先行研究のデータに加え学習者特性を活用することで学生の学習履歴だけではなく学生の自己評価に基づく数値化された学習者特性からより良い推論精度の推論を行うことができると考えている.
キーワード：ICT 中途退学者推論 データ分析 プログラム

1. はじめに

学生のデータを活用して退学者動向の解析は, Institutional Research(IR)の観点でも重要なテーマになっている. 2014 年に文部科学省が公表した中途退学者の実態調査の結果では, 1163 校の大学・短期大学・高等専門学校に対し, 2012 年度中途退学者の状況を調査したところ, 同年代における退学者は, 全学生数の 2. 65%にあたる 79, 311 人となっている(1). また近年, Deep Learning(以下 DL) が機械学習の新たなアプローチとして注目を浴びている. DL に関する話題は画像認識, 音声認識, 自然言語処理, ゲームなど様々な領域に広がり, 教育への適用も期待されている. そこで本研究では先行研究(2)で行った DL を用いた中途退学者推論の精度の精度向上を目指し, 学習者特性の活用の検証を行った.

2. 本研究の目的

これまでの分析では, 学生に関する ICT 上のデータを活用して中途退学傾向を分析していた. しかし, ICT 上の学生の学習履歴だけを用いて分析を行っていたため, 学習履歴以外の個人個人の学習に対する傾向などを分析することができていなかった. そのため, 本研究では学習者特性のデータを活用し, 中途退学傾向をさらに分析できると考えた. 学習者特性とは学習者の学習に向けた考え方や志向などの特性である. 今回の研究では学生の自己評価に基づく数値化された学習者特性を用いることとした.

3. 先行研究

3.1 先行研究 1

本研究グループによる先行研究では中途退学者推論プログラムを用いて, 中途退学者の推論精度のさらなる向上を目的として推論を行った(2). A 大学のデータを学習データとして入力し, 分析を行った. 取り扱う学生のデータに関しては, 研究倫理委員会による確認のもと手続きを行い, 学生番号や氏名などの個人情報を特定できる情報を匿名化して取り扱った. 本研究で用いたデータは A 大学の複数のデータから取得し, データセットにした. データセットとは本研究で用いるために整えたデータ群である. 本調査の対象は, 1998 年度から 2017 年度に A 大学の学生から一部を抽出した計 3514 人となった. 3514 人の内, 中途退学をした学生の数は一定数存在している. 本研究では, E ラーニングシステムと大学の講義を管理するシステムと学生の過去の成績データを管理するシステムの 3 つのデータベースから得た 37 列のデータを使用した. E ラーニングシステムは学習時間, 学習の進捗率, E ラーニングを利用したテストの結果などの学習状況のデータを利用し, 大学の講義を管理するシステムでは入学年, GPA, 学科, 出席率などのデータを利用し, 学生の過去の成績データを管理するシステムでは高校のランク, 入学方法, 基礎学力テストの結果などのデータを利用した. 分析の結果, 学習比率を 80:20 とし, 中間層が 5 層でノード数が 10 個>15 個>20 個>25 個>30 個と増加していく構造で, batchsize が 548, 学習回数が 1000 回という条件において, 推論精度が 7 割から 8 割となった.

3.2 先行研究 2

本研究グループでは, 学習者特性を診断・可視化するシステムの開発と評価も行なっている(3). 先行研究では学習者特性を 5 件法による計 81 問の質問を学生に行い, その結果から学生がより容易に自身の特性を確認できる尺度となる学びのタイプという独自の分類に分けた. 学びのタイプの 3 特性は「考えようとする意識」「行動しようとする意識」「周りの評価を気にする意識」の 3 つに分けられ, 81 問の質問全ての合計数値と国内の 11 大学の平均値を比較し, 平均値以下を L, 平均値以上を H とし, LLL から HHH の 8 タイプについて分析を行なった. タイプごとにアドバイスを作成し, 学生にフィードバックを行えるようになっている.

表 1 学習者特性について

特性	質問数
考えようとする意識	33 問
行動しようとする意識	30 問
周りの評価を気にする意識	18 問

4. 本研究で利用した学習者特性について

本研究で用いる学習者特性のデータは A 大学の 2013 年から 2017 年のデータを先行研究と同様に 81 問の質問を行い, その結果を数値化した. その後先行研究と同様に 3 特性に分けた. 考えようとする意識を特性 1, 行動しようとする意識を特性 2, 周りの評価を気にする意識を特性 3 とした. そして数値から 3 特性を H と L に閾値で分け, その後 LLL から HHH までの 8 タイプとした. 表 2 に記す. その数値と 8 タイプから分析, 推論を行った.

表 2 学びのタイプと特性

タイプ	特性 1	特性 2	特性 3
LLL	L	L	L
LLH	L	L	H
LHL	L	H	L
LHH	L	H	H
HLL	H	L	L
HLH	H	L	H
HHL	H	H	L
HHH	H	H	H

5. 本研究

本研究ではまず学習者特性と中途退学傾向について分析を行なった. 具体的には, 3 特性の数値を説明変数として中途退学傾向を目的変数として主成分分析を行なった. 分析の結果, 表 2, より第一主成分は学習者特性が第二主成分は中途退学が影響している. 図 1 より, 第一主成分である横軸に対して 3 特性が, 第二主成分である縦軸に対して中途退学傾向があることが表された. そのため中途退学傾向に対しては特徴量をあまり持たないと予想される.

表 3 学習者特性と中途退学傾向の固有ベクトル

	第一主成分	第二主成分	第三主成分
特性 1	0.5848	-0.1546	0.5362
特性 2	0.6805	0.0275	0.0662
特性 3	0.4396	0.2486	-0.7898
中途退学傾向	-0.0393	0.9558	0.2903

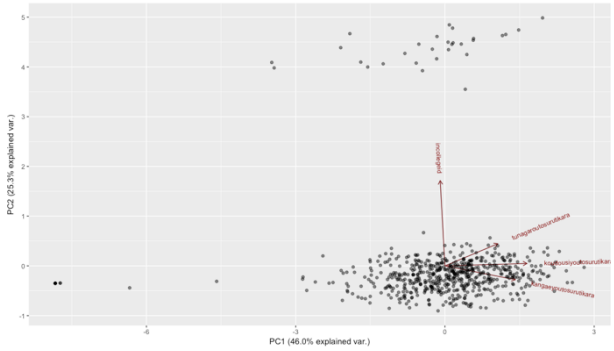


図 1 主成分分析のプロット

次に粒度を下げて, これまでの先行研究のデータに学習者特性を LLL から HHH の 8 タイプの状態で, さらにデータがない 2012 年以前のデータを加えた 9 タイプのデータ列として中途退学者推論を行なった. 入力データは 38 列となった. 先行研究と同様に中間層が 5 層でノード数が 10 個>15 個>20 個>25 個>30 個と増加していく構造の DL で推論を行なった. その結果これまでの結果と変わらない 7 割程度の結果となった.

6. 今後

本研究では学習者特性を中途退学者推論に焦点を当てて活用していたが, 中途退学傾向に対しては特徴量をあまり持たないと予想された. そのため今後は, 中途退学傾向の重要な特徴量である出席率や e ラーニングの学習状況など学習履歴のデータを補足し, 中途退学者推論精度向上のために活用できる可能性を考えている.

参考文献

(1) 文部科学省:"学生の中途退学や休学等の状況について" (http://www.mext.go.jp/b_menu/houdou/26/10/__icsFiles/afieldfile/2014/10/08/1352425_01. pdf)(2018 年 6 月 10 日アクセス)

(2) 高橋 大樹, 小松川 浩, ”ICT 上の学生データを用いた中途退学者の分析手法の検討”, 2018 年度教育システム情報学会 全国大会, (2018)

(3) 山川 広人, たなか よしこ, 小松川 浩, ”学習者特性を診断・可視化するシステムの開発と評価”, 教育システム情報学会誌 Vol. 33, No. 2 pp. 104-109, (2016)

シェアリングエコノミーのビジネスモデルを主題とした学習手法

Learning Method on Business Model of Sharing Economy

長嶋　啓太[*1]，仲林　清[*2]
Keita Nagashima[*1], Kiyoshi Nakabayashi[*2]
[*1] 千葉工業大学大学院　[*2] 千葉工業大学
[*1]Graduate School of Chiba Institute of Technology, [*2]Chiba Institute of Technology
Email: s1532116un@s.chibakoudai.jp

あらまし：本稿ではシェアリングエコノミーのビジネスモデルを主題とした学習手法を提案する．シェアリングエコノミーは従来の産業とは違い，IT の普及により出現した新規のビジネスモデルといえる．経営と IT の両面からビジネスモデルを理解するために有効な学習主題である．しかし，学習者にとって抽象的なビジネスモデルの概念は理解が困難である．本研究は実在するシェアリングエコノミーの企業を題材にして既有知識の活用を図り，それらの抽象的な概念を学習者自らに再具体化させるなどの手法を適用し，学習主題の理解の深化を目指す．
キーワード：ビジネスモデル，シェアリングエコノミー，抽象的学習，再具体化，既有知識の活用

1.　はじめに

企業経営のあり方は IT の進歩やカスタマーニーズの多様化など，あらゆる要因の影響を受け，日々変化している．それに伴い，新たな価値を創造する新規のビジネスモデルが出現している．同じ産業でも仕組みや考え方は従来のビジネスモデルと大きく異なり，時代に合わせた利便性を追求し，顧客を獲得している．

将来，企業に就職する学生にとって，新規のビジネスモデルを主題とした学習は，現代におけるビジネスの新たな価値を早期に理解する事ができ，有用性がある．ただし，ビジネスモデルの本質的な学習は基本的な性質や概念を理解する事であり，書籍やインターネット上のサイトに解説されているような特徴やメリットを理解しただけではビジネスモデルの十分な学習とは言えない．

本研究では，実在する企業のビジネスモデルを題材として学習主題を設定し，抽象的なビジネスモデルの本質的な理解を目指した学習手法の設計を行う．

2.　シェアリングエコノミー

本研究ではシェアリングエコノミーのビジネスモデルを題材として学習主題の設定を行う．

シェアリングエコノミーは，個人が保有する資産（スキルのような無形のものも含む）の貸出や売買をインターネット上のプラットフォームで仲介するサービスである．矢野経済研究所が実施した調査[(1)]では、国内市場規模は，2015 年度に約 398 億円であったものが，2016 年度には約 503 億円まで拡大しており，2021 年までに約 1,071 億円まで拡大すると予測している．

シェアリングエコノミーについて図 1 を用いて説明する．事業主は互いのニーズが合うゲスト（貸す人，売る人）とホスト（借りる人，買う人）をマッチングさせる，ホストはゲストに対し資産を提供し，ゲストはホストに対しその分の料金を支払う．事業主はホストとゲスト（ないしどちらか片方）から取引が行われる度に手数料をとる[(2)]．

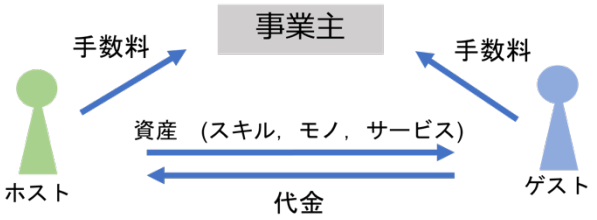


図 1　シェアリングエコノミーの仕組み

従来のビジネスでは，事業主が資産を保有し，リースや販売を行う．シェアリングエコノミーとの決定的な違いは事業主が資産（スキル，モノ，サービス）を持たないことである．このメリットとして，ゲストは新品を買うよりも安く，業者に頼むより安くなど，低コストで各サービスを利用することができる．ホストは所有する非稼動資産を効率的に運用することができ，お金を得ることができる．

一般社団法人シェアリングエコノミー協会では対象となる資産を五つのカテゴリーに分類している．表 1 に示す．

表 1　資産の五つのカテゴリー

資産	例
モノ	衣類，レジャー用品，家具，機材
空間	民泊，駐車場，会議室，店舗
移動	車，自転車
スキル	家事，育児，クラウドソーシング
お金	クラウドファウンディング

3.　学習主題

ビジネスモデルの本質は他産業への応用が効くことである．ある産業で成功を収めたモデルを他の産業に応用する，といった事例は良く見られる．このためには，ビジネスモデルの基本的な性質や概念を，

それぞれの産業に固有の属性に依存せずに，できるだけ抽象的な形で把握することが重要である．

本研究ではビジネスモデルの学習主題として，シェアリングエコノミーの性質を以下の 3 つに整理した．

（Ⅰ）ネットワーク外部性

シェアリングエコノミーはプラットホームビジネスの一種であり，ネットワーク外部性といった性質が存在する．ネットワーク外部性とは，そのサービスの利用者が多いほど，サービスを利用する価値が向上する性質である．

シェアリングエコノミーのマッチングプラットホームはゲストとホストの両方が存在する事が前提だが，その数が増えれば，ゲストはホストの選択肢が増加し，ホストは潜在的な顧客が増加する．

利用者は価値の高いプラットホームに一気に移動するため，このような性質を考慮したプラットホームを築く事業主は似通ったサービスを提供する事業主から市場を独占できる．

（Ⅱ）ニーズのロングテール化

シェアリングエコノミーが普及した背景として，ゲストのニッチなニーズに対応できる点が挙げられる．従来の BtoC ビジネスでは，企業側の業務効率化や利益向上のため，顧客のメジャーなニーズに対応するのが一般的である．しかし，シェアリングエコノミーのプラットホームでは大量のホストが存在し，ゲストのあらゆるニーズに対応する．プラットフォーム上で，従来のビジネスモデルでは不可能な多様なサービスの提供を行うことが，シェアリングエコノミーの重要な性質として挙げられる．

（Ⅲ）個人間取引と安全性

プラットフォームビジネスの事業主はサービスの信頼性や安全性に配慮しなければならない．特にシェアリングエコノミーの場合，事業主は「資産」を直接的に所有しないため，ホストが提供するサービスが良くないと，事業主の展開するプラットホーム全体の評判が悪くなる．ゲストとホストが取引後に互いに評価をしあう相互評価や，個人情報とアカウントの紐付け，安全な決済方法など，共有する「資産」に合わせた取引の安全性を考慮しなければならない．

4.　学習手法

上に述べたようなビジネスモデルの概念は抽象度が高く，単なる知識付与型の学習手法では十分な学習効果は期待できない．よって，本研究では以下の 2 つの方針を適用する．

（a）　既有知識の活用

学習者にとって，より身近な事例をあげる事で経験や既有知識に結びつけ理解させる．シェアリングエコノミーは前述した通り，比較的新規のビジネスモデルであり，実際のサービスを認知していない学習者が存在する可能性がある．そのため認知度ができるだけ高いサービスを題材とする．

PwC コンサルティングによる日本国内の世代別シェアリングエコノミーについての認知度調査では，20 代は過半数の 51.3%が認知していると報告されている [(3)]．認知されているサービスのカテゴリーとしては，「モノ」「空間」「移動」が 70%程度で，「スキル」，「お金」の 30%程度を大きく上回っている．よって，本研究では事例の対象を「空間」「移動」「モノ」の 3 カテゴリーに限定し，学習設計を行う．

（b）　抽象化と再具体化

前述した通り，ビジネスモデルは他の産業でも応用できる．本研究のシェアリングエコノミーも同様に「資産」を変えることでその特性や概念を生かし他の業界に適用可能である．学習者にその点を理解させる．

本方針について図 2 を用いて説明する，まず事例 1 として「モノ」のシェアについて，実際のサービスを用いて解説，説明を行う．それから抽象的な部分である，特性や概念を抽出し，学習させる．その後，事例 2 として「空間」，「移動」のサービスの事例を準備し，学習者に自ら再具体化させ抽象的な概念や性質を含め理解させる．

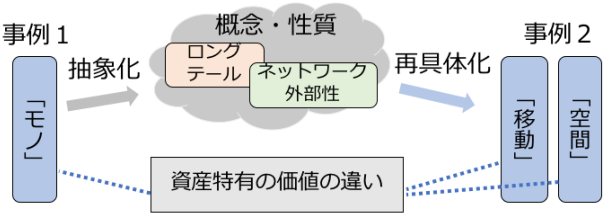


図 2　抽象化と再具体化

また，共有する資産により，利用者のやり取りの「価値」が変化する．例えば，「モノ」のシェアでは装飾品など，希少性が重視されるが，「空間」，「移動」のシェアでは希少性は関係なく，リアルタイム性や利用そのものに価値がある．各資産に対する利用者のやりとりの「価値の違い」を再具体化させる際に学習者に考えさせる．

5.　終わりに

今回，学習主題と学習手法の設計について述べたが，具体的にどのようなサービスの事例を準備するかは今後検討していく．また，再具体化する際のアウトプット方法はディスカッションかレポート提出を検討している．

参考文献

(1) 株式会社矢野経済研究所:“シェアリングエコノミー市場の実態と展望　2018”，（2018）
(2) 宮崎康二:“シェアリングエコノミー Uber，Airbnb が変えた世界”，日本経済新聞出版社，東京　（2015）
(3) PwC コンサルティング合同会社　グローバルイノベーションファクトリー:“国内シェアリングエコノミーに関する意識調査　2018”，（2018）

enPiT-Pro Emb における社会人教育実践とその評価

A Practice and an Evaluation of Workers' Education in the enPiT-Pro Emb

名倉 正剛[*1], 高田 広章[*2], 山本 雅基[*2], 塩見 彰睦[*3], 野口 靖浩[*3], 岡村 寛之[*4],
高橋 寛[*5], 一色 正晴[*5], 王 森岭[*5], 甲斐 博[*5], 木下 浩二[*5], 田村 晃裕[*5], 二宮 崇[*5], 沢田 篤史[*1]
Masataka NAGURA[*1], Hiroaki TAKADA[*2], Masaki YAMAMOTO[*2], Akichika SHIOMI[*3], Yasuhiro NOGUCHI[*3],
Hiroyuki OKAMURA[*4], Hiroshi TAKAHASHI[*5], Masaharu ISSHIKI[*5], Senling WANG[*5], Hiroshi KAI[*5],
Koji KINOSHITA[*5], Akihiro TAMURA[*5], Takashi NINOMIYA[*5], Atsushi SAWADA[*1]
[*1] 南山大学 [*1] Nanzan University [*2] 名古屋大学 [*2] Nagoya University
[*3] 静岡大学 [*3] Shizuoka University [*4] 広島大学 [*4] Hiroshima University [*5] 愛媛大学 [*5] Ehime University
Email: enpit-pro-emb-staff@nces.i.nagoya-u.ac.jp

あらまし: 文部科学省 「成長分野を支える情報技術人材の育成拠点の形成」採択事業として,「enPiT-Pro Emb 組込みシステム技術者のための技術展開力育成プログラム」を，2017 年度より 5 年間の計画で実施しており，社会人教育のカリキュラムを提供している．本発表では，このカリキュラムの目的と概要と，社会人教育での学び易さへの工夫，教育効果増大のために実施している施策を報告する．
キーワード: リカレント教育，社会人教育，キャリア教育，ファカルティ・ディベロップメント（FD）

1. はじめに

名古屋大学・静岡大学・広島大学・愛媛大学・南山大学の 5 大学は，文部科学省 「成長分野を支える情報技術人材の育成拠点の形成」採択事業として，「enPiT-Pro Emb 組込みシステム技術者のための技術展開力育成プログラム」を，2017 年度より 5 年間の計画で実施している．本稿ではまずこのプログラムで提供しているカリキュラムの目的と概要を述べる．そして，社会人に対する学びの場を提供する際の学び易さに配慮するための工夫と，それら工夫に対するカリキュラムの評価，それを受け教育効果増大のための改善に向け実施している施策を報告する．

2. カリキュラムの目的と概要

車載機器や組込み機器向けの技術分野では，近年の技術革新により様々な新しい潮流が生まれている．

- 開発技術の変化 : 部品設計の相互調整による「擦り合わせ型開発」から，標準部品の「組み合わせ開発」へ．
- 標準化 : 通信プロトコル（4G から LTE，5G へ）やプラットフォーム（Android，iOS，AUTOSAR）などの標準化の進展．
- ネットワーク接続の増加 : センサ，アクチュエータの IoT 化．
- 競争相手の増加 : Google などの IT 企業の車載分野への参入．

このように，車載機器や組込み機器のベンダで働く多くの従業員にとっては，学生時代に学ばなかった技術（例えば組み合わせ開発, 5G 通信プロトコル, AUTOSAR プラットフォームなど）がこの 15 年ほどの間に普及してきており，さらに異分野（IT 企業）の領域の知識も業務遂行に必要になってきている．しかし社内教育では業務に直接関係する技術については深く学ぶ機会が提供されるが，特に今までとは異なる分野を含む技術について，技術的な広がりをもって学ぶことは難しい．

そこで本プログラムでは，は「車載組込みシステム」と「IoT 組込みシステム」の分野で，社会人の学びを支援するための社会人教育のためのカリキュラムを提供している（図 1）．2019 年現在，5 年間計画の 3 年目の事業を遂行中である．初年度（2017 年度）は開講準備作業とカリキュラムの策定を中心に遂行し, 策定したカリキュラムに基づき昨年度（2018 年度）より 59 種類の科目を開講している．

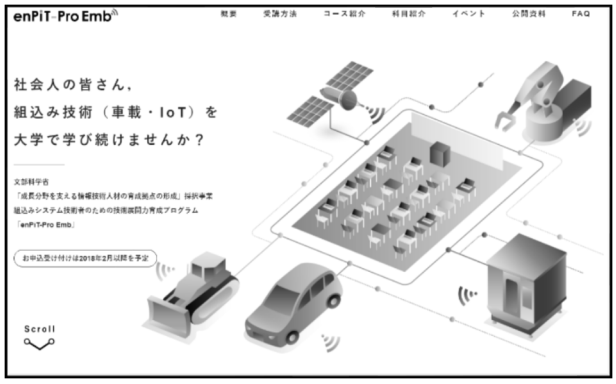


図 1 本プログラムの Web サイト
(https://www.nces.i.nagoya-u.ac.jp/enpit-pro-emb/)

3. 社会人教育への工夫

本プログラムで提供する科目群は，学部教育，大学院教育と異なり，実際の開発業務に従事する社会人（大学卒業者を想定）に対して開講している．受講対象者を想定し，開講にあたって次の特徴を持たせたカリキュラムを策定した．

- 組込み技術の多様性に対応したコース整備
  技術的な広がりを理解した上で技術を習得で

きるように，「車載組込みシステム」と「IoT 組込みシステム」の各分野の学修モデルを想定したコースを作成し，各科目をコースに分類．また，コース内の各科目をその内容に応じて，基盤，先端，技術展開力の科目群に分類．

- 学びのモチベーションの醸成
  修了者に対し，習得した技術を会社で発揮し易いよう，履修証明を大学名で発行．
- 学び易さへの配慮
  業務スケジュールに配慮し，一部科目は土曜日や，夕方に開講．大学間での Web 配信により受講者の近隣の大学で受講できる環境の整備．

さらに 2 章で述べたように，社会人は業務に直接関係する技術については社内教育で深く学んでいることが想定できるため，学生と異なり保有知識や技術に個人ごとに大きな差があることが想定できる．技術的な広がりを理解し学修できるようにコースを作成したが，一方で学修すべきコースの科目に，業務に直結するために既に習得した技術が含まれる可能性がある．このため，科目単位でも受講可能な科目を設定した．

4. カリキュラム評価と改善に向けた施策

2018 年度に開講した科目群に対して，全科目で延べ 373 人の受講者が受講した．それらの受講者からのカリキュラム評価のために，アンケートを実施した．しかし 2018 年度は講義実施の初年度ということもあり，カリキュラム評価のためにアンケート項目をどのように設定すればよいか，その詳細を想定できなかった．そこで，各大学でカリキュラム評価として考える項目を，アンケートの質問として設定した上で実施した．そして，アンケート結果を基に有益な意見が得られるかによって，次年度以降の項目を検討することにした．各大学で実施したアンケートに対する回答を分析し，その結果として得られたアンケート設計に対する振り返りを，次に挙げる．

(1) 業務への展開に対する設問について
受講した科目が，どのように自身の業務へ展開できるかを考えさせ，具体的に自由記述させる質問が，受講側，講義提供側双方にとって有益であった．受講側にとっては，講義受講のモチベーションの再確認につながる．講義提供側にとっては，より現場適用が容易になるように講義内容を改善する際の，具体的な指標になる．

(2) 今後の受講希望内容に対する設問について
今後受けたい教育内容を回答させる設問により，講義提供側が気づけなかった，受講者の所属する企業で不足している技術内容を知ることができた．今後科目の種類を増やすことを検討する際の，現場ニーズからの材料として有益であった．

(3) 受講者からの自由記述について
受講者に対する自由記述質問は，(1) で記載したように，具体的で有益な情報を得られる一方，受講者の社内での普段の常識に基づく（一般化されない）意見もあり，回答がいわゆる「玉石混交」の状態になっていた．前述のように自由記述の回答には有益な情報も含まれていた．通常の学部教育，大学院教育と異なり，受講者のバックグラウンドに相違が大きいため，こちら側から具体的に何を知りたいのかを示した上で記述させる必要がある．

(1)，(2) で述べたように，業務展開や受講希望内容に対して，一定程度の教育改善に対して有益な情報がアンケートにより集まった．この結果，次年度以降のアンケートについても，同様の設問を設定することが重要と考えられる．しかしこのことは同時に，現場ニーズに合わせて改善すべきとして残された点が，少なくはないことを意味する．

3 章では，社会人教育の工夫として，ニーズに即した学修モデルを構築し，また学び易さへ配慮したスケジュールで開講したことを述べた．アンケート結果から，前者については現場ニーズに対して改善すべき点が残されていることが判明した．なお，後者についても必ずしも休日に開講した講義が平日より受講者人数が多いという傾向は見受けられなかった（受講者からは，平日開講の方が業務として扱われ易いため，都合が良いという意見もあった）．

このように，本プログラムでの社会人教育に対する我々の初期の想定は，現場と大きく乖離していなかったものの，現場に対してキャッチアップすべき点が残されている．初年度は社会人教育に対して，大学側での想定に基づき工夫を行った．実際に社会人教育に対してどのようなニーズがあり，業種や立場によりどういう相違があるのかを分析することで，より効果的なカリキュラムに改善できる余地がある．そこで現在，初年度に受講した企業を中心に対象企業を選定し，社会人教育に対するニーズ調査を実施している．

5. まとめ

本稿では，「enPiT-Pro Emb 組込みシステム技術者のための技術展開力育成プログラム」における社会人教育を紹介し，社会人教育を開始する際に大学側からの想定に基づき実施した工夫について述べた．しかしアンケートにより，その想定に対して現場ニーズへより近づくために改善すべき点が残されていることが判明した．

今後は，社会人教育に対するニーズ調査の実施結果により，必要に応じてカリキュラムを改訂していく．初年度は，大学側から社会人教育のニーズを想定しきれていないことが判明した．ニーズ調査による改善の過程で継続的にアンケートを実施することで，ニーズ調査がどの程度の教育効果の改善につながるのかを評価していく予定である．

小学生同士の協調的なプログラミング学習場面設計を目指した児童の多様性の調査

An Investigation of Children's Diversity Aiming for Designing Collaborative Programming Environment in Elementary Schools

向江 理奈[*1], 菊地 寛[*2], 遠山 紗矢香[*1]
Rina MUKAE[*1], Hiroshi KIKUCHI[*2], Sayaka TOHYAMA[*1]
[*1] 静岡大学情報学部
[*1]Faculty of Informatics, Shizuoka University
[*2] 浜松市立雄踏小学校
[*2]Hamamatsu City Yuto Elementary School
Email: tohyama@inf.shizuoka.ac.jp

あらまし: 新学習指導要領では，全ての児童が小学校での授業を通じてプログラミングを体験的に学習することが定められたことを踏まえて，本研究の目的は，小学校の子ども達がジェンダーのちがいに左右されることなくプログラミングに親しむためにはどのような点に留意すべきかを調査することとした. 公立小学 4 年生の男子69 名，女子 77 名を対象に，18 問からなるアンケート調査と国語及び算数の各 1 問を出題し，結果を統計的に分析した．その結果，ジェンダーのちがいは主観評価に表れやすい傾向があり，中でも算数に対する主観評価がジェンダーのちがいをより強く反映している可能性が示された．
キーワード: 小学校，アンケート調査，ジェンダー，プログラミング教育

1. はじめに

本研究の目的は，小学校の子ども達がジェンダーのちがいに左右されることなくプログラミングに親しむためにはどのような点に留意すべきかをアンケート調査結果から検討することである．

新学習指導要領では，全ての児童が小学校での授業を通じてプログラミングを体験的に学習することが定められた(1)．小学校では今後，算数や理科等の教科の中でプログラミングを活用した授業が進められると考えられる．一方でプログラミングは，将来の職業としてプログラマーを選ぶのは男子が多い傾向にある，人種など文化の違いによってプログラマーを目指すか否かが左右されるといった，ジェンダーや文化によって捉え方に様々なちがいが生じることが知られてきた(2)．日本でも，希望者参加型のプログラミング体験の参加者内訳は，女子よりも男子の方が多かったことが示されている(3)．プログラミングが将来，小学校児童全員が体験すべき内容となるのであれば，ジェンダーのちがいによる差が生じないよう配慮することが適切だと考えられる．

そこで本研究では，小学校でのプログラミング教育が既存の教科の枠組みの中で導入されていくことを踏まえて，将来小学校でのプログラミング教育に関連すると考えられる教科等について，ジェンダーによって好みや得意分野等に差が生じるのか，アンケートを用いて調査した．

2. 調査方法

2018 年 12 月に, H 市にある公立小学校 4 年生（当時）の児童 146 名（男子69 名，女子 77 名）を対象にアンケート調査を行った．調査の実施は各クラス担任に依頼し，クラス別に一斉に行った．所要時間はおよそ 15 分だった．

アンケートで尋ねたのは表 1 に示す 1〜18 の質問及び問題 19, 20 である．質問 1〜17 についてはマークシート方式とし，回答の選択肢は 4 件法のリッカート尺度とした．質問 18, 問題 19, 20 については記述式とした．質問は第一著者が第三著者と協議の上作成したうえで，第二著者より小学校現場の観点から質問の難易度や実現可能性についての意見をもら

表 1 質問項目

質問番号	質問内容
1	絵を書くのは好きですか
2	本を読みますか
3	マンガを読みますか
4	ゲーム機を使ってゲームをしますか
5	算数は得意ですか
6	理科は得意ですか
7	国語は得意ですか
8	社会は得意ですか
9	習い事や授業などでプログラミングをやったことがありますか
10	プログラミングは楽しいですか
11	プログラミングが難しいと思ったことはありますか
12	プログラミングは一人でやったほうが楽しいですか
13	ふだんからみんなで話し合うのが好きですか
14	自分はみんなをまとめることができると思いますか
15	習いごとで練習している楽器はありますか
16	外で遊ぶのは好きですか
17	自分はみんなの役に立っていると思いますか
18	しょう来の夢はなんですか

い，内容の修正を行った．なお，問題 19, 20 は現行学習指導要領で用いられている小学校 4 年生用の国語・算数の検定済教科書各 4 種類を比較しながら全国学力・学習状況調査 B 問題を志向し，先行研究(4)を参考にして作成した．国語は読解問題，算数は数量関係の文章問題とした．上記の質問とともに，回答者には性別を記入させた．

質問 1〜18 と，問題 19, 20 を用意したのは，児童の主観を尋ねる質問と客観的な到達度とを区別して評価可能にするためである．問題を国語と算数の各 1 問に留めたのは調査時間の制約によるものである．

3. 分析方法

回収したマークシートをスキャンし，児童 146 名の回答を全て電子データ化した．データは，統計分析ソフト「R」を用いて分析した．分析ではまず，各教科内容に対する主観的な選好や客観的な到達度はジェンダーとの関係が深い，および普段の生活の様子とジェンダーとの関係が深い，という予想に沿って，以下の 3 観点での重回帰分析を行った．

- 分析 1. 性別を目的変数，国語・算数・理科・社会の 4 教科それぞれに対する自己評価（質問 5〜8）を説明変数とした分析
- 分析 2. 性別を目的変数，国語と算数の問題（問題 19, 20）に対する解答の正誤を説明変数とした分析
- 分析 3. 性別を目的変数，普段の生活の様子（質問 13, 14, 17）への回答を説明変数とした分析

次に，児童の主観評価が客観評価とどの程度相関しているのかを調査するため，問題 19 と 20 それぞれについて正答者集団と誤答者集団別に，ジェンダー間で児童の傾向を比較した．

4. 結果と考察

4.1 重回帰分析

分析に先駆けて，説明変数間の相関係数を求めた結果，有意な相関は示されなかったため，分析方法に示した 9 つの説明変数全てを用いて分析を行った．分析 1 の結果，各説明変数について国語: p=.01, 算数: p=.09, 理科: p=.002, 社会: p=.70 となったことから，国語・算数・理科について統計的に有意であることが示された．モデルの決定係数は 0.159 であった．児童の主要 4 教科に対する自己評価全体は児童のジェンダーを説明するものでないが，説明変数別には有意であることが示された．

分析 2 の結果，各説明変数については国語: p=.42, 算数: p=.30，モデルの決定係数は 0.01 となり，いずれも有意傾向は見られなかった．国語と算数の 2 教科のみだが，回答の正誤はジェンダーを説明するとは言い難いことが示された．

分析 3 の結果，各説明変数については「みんなで話し合うのが好きですか」: p=0.50,「自分はみんなをまとめることができると思いますか」: p=0.32,「自分はみんなの役に立っていると思いますか」: p=0.45, モデルの決定係数は 0.01 となり, 有意ではなかった．

以上の結果から，児童の主要 4 教科に対する自己評価，問題の正答率や生活の様子によってジェンダーを説明するのは困難であることが示された．一方で，上記 3 つの分析のうち児童の各教科の学習に対する自己評価の各説明変数においては 3 つの教科で有意だったことから，児童の主観的な評価は，児童の客観的なパフォーマンスよりもジェンダーを説明する可能性が高いことが示されたと考えられる．

4.2 主観評価と客観評価の比較

国語の問題 19 の正答者（男子 23 名，女子 30 名）と誤答者（男子 46 名，女子 47 名），算数の問題 20 の正答者（男子 22 名，女子 19 名）と誤答者（男子 47 名，女子 58 名）の 4 集団について，国語または算数の児童の主観評価（4 件法）の人数内訳をジェンダー間で比較する χ 二乗検定を実施した．その結果，算数の不正解者を男女間で比較した場合のみ有意となった（χ^2=11.63，p<.01）．残差分析の結果，得意・まあ得意と答えた人数が男子で有意に多く，得意でないと答えた人数が女子で有意に多いことが示された．以上より，算数の問題に誤答しても算数を得意と感じる男子が多い一方で，女子は誤答かつ得意でないと感じる児童が多いことが示された．

5. まとめと今後の展望

本研究結果より，ジェンダーのちがいは主観評価に表れやすい傾向があり，中でも算数がちがいをより強く反映している可能性が示された．今後はプログラミング教育の場面で，ジェンダーのちがいによる差が生じないような学習環境を構築するために，本研究成果を活用していきたい．

謝辞

本研究は JSPS 科研費（17K17786; 研究代表者：遠山紗矢香）の支援を受けて実施されました．本研究は静岡大学が実施する「人を対象とする研究に関する倫理審査」の承認を受けています．調査にご協力くださいました小学校の皆様に感謝いたします．

参考文献

(1) 文部科学省: “小学校新学習指導要領（平成 29 年告示）”, http://www.mext.go.jp/component/a_menu/education/micro_detail/__icsFiles/afieldfile/2019/03/18/1413522_001.pdf（2019.06.12 参照）
(2) Kafai, Y. & Burke, Q.: “Computer programming goes back to the school”, Phi Delta Kappan, 95, pp.61-65 （2013）
(3) 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/menu_news/s-news/01ryutsu05_02000068.html（2019.06.12 参照）
(4) 遠山紗矢香・白水始: “協調的問題解決能力をいかに評価するか－協調問題解決過程の対話データを用いた横断分析－”, 認知科学, 第 24 巻, 第 4 号, pp.494-517（2017）

困難度が異なる血管への採血技術における看護師の熟練度に関する考察

Research on Nurses' Technique of Blood Sampling Proficiency for blood vessels of different difficulty levels

難波 亮磨[*1], 真嶋由貴恵[*2] 桝田 聖子[*2], 前川 泰子[*3], 秋吉 政徳[*4], 松田 健[*5], 泉 正夫[*2]
Ryoma NAMBA[*1], Yukie MAJIMA[*2] Seiko MASUDA[*2], Yasuko MAEKAWA[*3]
Masanori AKIYOSHI[*4], Takeshi MATSUDA[*5], Masao IZUMI[*2]
[*1] 大阪府立大学 現代システム科学域
[*1] College of Sustainable System Sciences, University of Osaka Prefecture
[*2] 大阪府立大学 人間社会システム科学研究科
[*2] Graduate School of Humanities and Sustainable System Sciences, University of Osaka Prefecture
[*3] 香川大学 医学部 [*4] 神奈川大学 工学部
[*3]Faculty of Medicine, Kagawa University [*4]Faculty of Engineering, Kanagawa University
[*5] 長崎県立大学 情報システム学部
[*5] Faculty of Information Systems, University of Nagasaki
Email: saa01190@edu.osakafu-u.ac.jp

あらまし：看護技術の習得において, 熟練者が持つ「技」や「コツ」などの技術（暗黙知）を次世代へ伝達・伝承することの難しさが課題となっている. そこで本研究では，血管ごとの採血困難度別に実施した採血技術シミュレーション実験において，含まれる暗黙知を可視化して伝承しやすくするために，その成否と併せて熟練看護師と新人看護師の手技を比較し，双方の技術の差異を明らかにすること目的とする.
キーワード：採血技術，ラダーレベル，暗黙知，困難度別血管

1. はじめに

近年，日本では高齢社会が課題となっている．特に団塊の世代が 75 歳以上を迎える 2025 年問題を目前に控え，今後さらなる社会的影響が懸念される．高齢者の増加は医療を必要とする人数と多様なニーズの増加につながり，それに対応する医療従事者一人ひとりのスキルアップと育成が重要な課題となる．

一方，経験の浅い新人看護師が熟練看護師の持つ「技」や「コツ」などの「暗黙知」をそのまま習得することは難しい．

そこで本研究では，看護技術の中でも特に通常業務の中で実施頻度が高いと考えられる「採血」技術に着目した．看護技術の習得には，動作を熟達者の特徴に近づけていくことが重要であることが先行研究で明らかになっている [(1) (2)]．その特徴を定量化するために，今まで指導者の目視などで定性的に判断していた採血技術の「良し悪し」の評価について，技術実施時の定量的なデータを収集することで，これまで熟達者が言語化できなかった「暗黙知」について明らかにすることを目的とする．

2. 実験

2.1. 実験の概要

研究協力への同意が得られた，病院に勤務する現役看護師 19 名を対象に採血技術のシミュレーション実験を行った．内容としては，静脈路確保困難度別の血管を装着できるシミュレーション用腕モデルに対し看護師に採血技術を行ってもらい，血管モデル別の模擬血液採取の成否を記録した. 実験は, 2018 年 11 月～12 月の 4 日間に A 病院付属看護学校の実習室で実施した．実験の様子を図 1 に示す.

なお，本研究は大阪府立大学人間社会システム科学研究科の倫理委員会の承認を得て実施している.

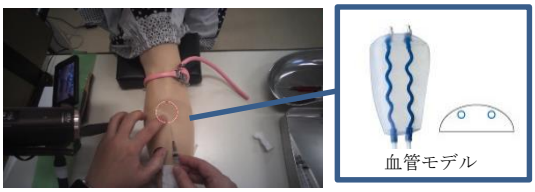


図 1 採血技術実施の様子

シミュレーション用腕モデルとともに実験に使用する採血血管モデルは困難度別に全 5 種類あり，図 2 に示すように左から順に困難度が高くなっていく. 看護師にはそのうち血管 4 モデルに対し各 5 回ずつ，合計 20 回採血を実施してもらった.

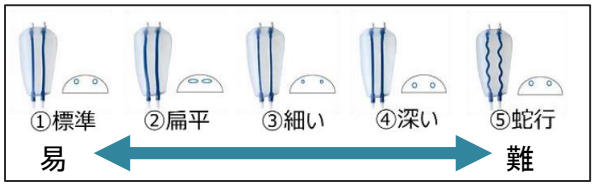


図 2 血管モデルの種類と難易度

また実験へ参加した看護師のラダーレベルと人数の内訳を表 1 に示す．ラダーレベルとは，看護師の能力・キャリアにおいて 5 段階のレベルを付与するもので，番号が大きい人ほど高い看護実践能力を有していることになる．新人／熟練者を区分するにあたって，対象看護師が勤務する病院の定めるラダーレベルを参照にし，Ⅱ以下を新人，ⅢからⅤを熟練

者とした．今回レベルⅡの看護師はいなかった．

2.2. 検証方法

新人看護師と熟練看護師の採血技術全体の成否や実施時間の比較，また血管モデルごとの成功状況をみる分析することで，新人と熟達者との技術を比較し考察する．実験後にはインタビューを行い，実験の感想を聞いた．

表 1: 対象看護師のラダーレベル内訳

ラダーレベル	人数	区分
Ⅰ	9	新人
Ⅱ	0	
Ⅲ	4	熟練
Ⅳ	4	
Ⅴ	2	
合計	19	

3. 結果

3.1 採血困難度と熟練度との関係

表 2 と表 3 に，新人看護師と熟練看護師それぞれの血管モデル別の採血成否とかかった作業時間を示す．③細いと⑤蛇行モデルでは双方にほとんど差が見られず，比較的難しいとされる④深いモデルでは新人看護師のほうが熟練看護師よりも成功していた．比較的簡単とされる②扁平のモデルでは熟練看護師は他のモデルと比べて最も多く成功しているが，熟練看護師のデータ数が 10 人分に対し，新人看護師のデータ数が 4 人分しかないため，新人と熟練者とで比較することは難しい．

3.2 インタビュー

実験後のインタビューでは「１回成功すればその後もできる」という意見があり，慣れない腕モデルでの実践には最初の成功があるかどうかが重要であると考えられる．また他に採血が難しい血管として「目視できない」「触ってもわからない」という意見があがっていたことから，④深い血管の平均成功率が最も低い理由がうかがえる．

4. 考察

以上の結果から，本実験において熟練度の違いによる採血技術の差はほとんど生じず，定量的データのみで暗黙知の可視化を行うことはできなかった．

本来であれば熟練看護師のほうが新人看護師よりも多く成功すると考えるのが自然だが，本実験においてラダーレベルの違いによる採血技術の差が見られなかったということは，腕モデルや血管モデルと人の腕や血管との違いや多くの機器装着を伴った実験環境によって，看護師らの本来の能力が発揮できていなかったことも要因の一つと考えられる．

また作業時間の点からみると，平均して新人看護師のほうが 3 分以上短い時間で終わっている．本来採血にかける時間は患者への負担の観点から短いほうが良いにもかかわらず，それを熟知している熟練看護師のほうがより時間がかかってしまっているということから，看護師にとっては実践を意識しにくく，「ベテランの技術に含まれる暗黙知の実験」というバイアスが，かえって熟練看護師にとって採血成功へのこだわりとなっていたことが考えられる．

表 2　血管モデル別の成功率と作業時間（新人）

ラダーⅠ（新人）

番号　腕モデル	①標準	②扁平	③細い	④深い	⑤蛇行	動作時間(分:秒)
1	4		2	0	5	26:07
3	0		3	2	2	10:14
4	1		4	0	2	22:21
7	1		0	1	0	20:16
8	5		4	2	2.5	16:43
13		1	3	0	1	18:29
15		4.5	4	3	5	15:26
16		5	0.5	0	1	21:29
17		0	3.5	3	4	24:07
平均	1.8	2.1	2.4	1.1	2.3	18:56

表 3　血管モデル別の成功率と作業時間（熟練者）

ラダーⅢ～Ⅴ（熟練者）

番号　腕モデル	①標準	②扁平	③細い	④深い	⑤蛇行	動作時間(分:秒)
2		1	3	0	0	19:44
5		2.5	2	0	0	16:35
6		4	3	0	3	29:57
9		5	5	2.5	4	15:20
10		0	0	0	2	18:57
11		5	3	0	5	23:01
12		3	4	0	1.5	17:06
14		5	2	0	2	18:57
18		3	4	2	5	33:10
19		2	1	0	5	32:20
平均		2.8	2.5	0.4	2.5	22:31

5. おわりに

今回は採血の成否結果から熟練度の差異を検証したが，今後はインタビューデータから各個人の思考プロセスを分析し，新人看護師と熟練看護師それぞれの技術実施に対する捉え方の違いと暗黙知の関係を明らかにしていきたい．

謝辞

本研究は JSPS 科研費 17H044333，16H05571，17K19845 の助成を受けたものである．研究にご協力いただいた A 病院の看護師の皆様に感謝する．

参考文献

（1）真嶋由貴恵，前川泰子：看護師の注射技術におけるコツ（暗黙知）の分析-インタビュー調査より-，第 28 回看護学学会学術集会論文集，p299(2008)

（2）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)

情報系大学院における技術者倫理教育

Engineering ethics education for students majoring Computer Science

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: nakanishi.michio@gmail.com

あらまし：情報系大学院における技術者倫理科目の授業内容には、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科目の前半に学ぶの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た 2019 年度の 90 分×5 回の授業について報告する。

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、たいていの文献でも共通して述べられている[(1)～(4)]。

本稿では、筆者が非常勤で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)(6)で紹介してきたが、その後の内容の変更や 2019 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。

2019 年度の受講者に対して、学部時代の受講経験について質問したところ次のとおりであった。有効回答者数 51。

・2 単位の学部専門科目を履修した：
　27 人・53%　{16 人・24%}
　[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：
　12 人・23%　{7 人・10%}
　[2 人・3%]　（7 人・11%）
・学部科目の中で 90 分×1 回程度あった：
　5 人・10%　{7 人・10%}
　[3 人・4%]　（7 人・11%）
・履修したことはない：
　7 人・14%　{37 人・55%}
　[19 人・27%]（15 人・23%）

なお、{ } 内は 2018 年度で有効回答者数 67、[ ] 内は 2016 年度で有効回答者数 70、また ( )内は 2014 年で有効回答者数 66 である。

6 年間にわたる調査結果では、2018 年度に学部専門科目で学習したことのない院生が増えている。この理由は、学部カリキュラムの変更があったものと推測できるが、調査はしていない。学部専門科目で 2 単位科目として学習した学生比率は 2016 年度と比べると 13%減少したが、2014 年度並みであった。一方、1 回も講義を受けたことが無い（履修したことがない）学生の割合は 14%に減っていることから、学部での技術者倫理教育の受講状況は改善していると言える。

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。

表 1. 2019 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)　三菱自動車燃費偽装事件の原因を探る（NHK ビデオ視聴） 3)　**内部告発**、ディジョージの要件、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)　西宮冷蔵の現状を見る(NHK ビデオ視聴) 4)　グループ討議：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

第 7 回：製造物責任と技術者の倫理
第 8 回：ヒューマンエラーとユーザインタフェース
第 9 回：技術流出と情報倫理
第 10 回：ディペンダビリティ工学と倫理
第 11 回：インターネットの文化的歴史と情報倫理
第 12 回：ビッグデータと情報倫理
第 13 回：ビジネス分野における情報倫理
第 14 回：人工知能と情報倫理
第 15 回：まとめ

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。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については、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、「技術的逸脱の常態化」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ので、2019 年度には取りやめた。その代わりに内部告発して倒産の憂き目にあっている西宮冷蔵のルポルタージュビデオなどを取り入れた。

また、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。異なる専攻の学生同士で議論するように編成している。

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好評であった。

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、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。

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く、グループ討議を中心とした授業方法が支持されている。

参考文献

(1) 札野順ほか：“新しい時代の技術者倫理”，放送大学教育振興会，東京（2015）
(2) 阿部隆夫：“技術者倫理意識の形成過程とそれに適した教育への取組”，工学教育，第 **57** 巻，第 5 号，pp.67-72（2009）
(3) 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（続報）”，教育システム情報学会全国大会 (2016)
(6) 中西通雄：“情報系学部における消費者教育を含む技術者倫理教育”、教育システム情報学会全国大会 (2018)

看護思考の誤り診断を促すライティングツールの開発

Development of a Writing Tool for Diagnosing Thinking Errors in Nursing Reflection

峠 貴文[*1], 松田 憲幸[*2], 田中 孝治[*3], 池田 満[*4]
Takahumi TOGE[*1], Noriyuki MATSUDA[*2], Koji TANAKA[*3] and Mitsuru IKEDA[*4]
[*1] 和歌山大学大学院システム工学研究科
[*1] Graduate course of Systems Engineering, Wakayama Graduate School
[*2] 和歌山大学システム工学部
[*2] Faculty of Systems Engineering, Wakayama University
[*3] 金沢工業大学情報フロンティア学部
[*3] College of Informatics and Human Communication, Kanazawa Institute of Technology
[*4] 北陸先端科学技術大学院大学知識科学研究科
[*4] School of Knowledge Science, Japan Advanced Institute of Science and Technology
Email: s191034@wakayama-u.ac.jp

あらまし：実践的知識を経験から学ぶ病院看護師にとって，自身の思考の誤りを自身の力で診断できる必要がある．看護思考では，悩みが言葉に表せないこと，論理的な精査ができないこと，判断の根源的な理由を分析できないこと，異なる思考との対比ができない特性に注目し，業務時間外の研修に特化し，看護思考を表す規約を設定した．本稿では，思考の誤りを規約に対する違反として顕在化するツールの設計について，特に，論理的な関係の精査を促す設計について述べる．
キーワード：経験学習，教材開発，思考フレームワーク，看護教育

1. はじめに

社会人専門職の中心をなす能力は，経験から学ぶ力と指摘される[(1)]．本稿は，病院看護師が，患者の価値観，家族の価値観，同僚の価値観の間で「答えのない問題」について考える思考に注目し，看護師がどのように自らの思考の誤りに気付けるのか，どのように理解を深められるのか，どのような教材によって支えられるかに注目し，本稿では，看護師の思考の誤りの気づきを支える表現ツールの設計について検討する．

医療現場では，答えのない問題に対し，経験から学ぶ実践的知識の育成の必要性が，広く認識され，多くの取り組みがなされている．たとえば，リフレクティブジャーナルは，自らの看護実体験を振り返り，1）なぜその場面・状況を選んだか，2）何をしようとしたか，3）そのときの感情はどのようなものか，4）自分の判断，言動はどうであったか，5）必要な知識や技術はどのようなことか，の質問を繰り返し自らに問いかける「習慣づけ」を通して，思考力を業務プロセスの中で習得することを目指している[(2)]．特に，思考を書き表すための特別な表現や規約を設けないことが，自由な対話の上での実施を実現している．

その反面，業務中に自分の下した判断の妥当性など，言語に表した自らの思考について，良し悪しを評価することは難しく，たとえば，同僚との間で，考え方の問題点を指摘し，指導することを難しくしている．

筆者らは，業務外で思考を訓練する場面（研修など）に特化し，思考を書き表すための規約（思知と呼ぶ）を設定してきた．こうすることで，正しい思考を仮定することができ，規約に対する違反として，思考の誤りを明示することができる．看護師間で，問題点を指摘したり，その原因を同定したり，解決方法を助言したり，その効果を示唆することが期待できる．

本稿では，看護業務時間外に実施する思考法研修において，看護師が自らの業務経験を振り返るための教材「ライティングツール」について，誤りを顕在化する設計について検討する．

2. 看護師の思考の特性

筆者らが振り返り文章を収集した病院看護師らは，日常的にパソコンを用いてその日の業務行動を記録しており，行動について分かりやすい説明ができる．しかし，一方で，業務中の思考については，同僚に分かりやすく説明することができず，多くの質問を経ても，なお，伝わらない場合もしばしば見られた．自らの判断の妥当性や，合理性が伝わらず，しかし，思考に問題があるのか判然としない状態が認められた．

分析を通して，次の 4 つの問題点を抽出した[(3)]．指導の順に述べる．

(ア) 経験した思考を言葉で伝えられない．抱えている問題が個人で支えきれないほど深刻と考えられる．たとえば，他者がインタビューを通して，徐々に，言葉に表す必要がある．
(イ) 論理的な関係の精査が不十分．複数の異なる思考が混在していることに気づけない場合や，根

拠がないままに展開してしまっていることに無自覚な場合などがある．

(ウ) 下した判断の背後にある，根源的な理由を分析できていない．思考の妥当性を，異なる他の思考と十分に吟味できない場合などがある．

(エ) 実際には起きなかった思考を広く想像することができず，思考の合理性に欠ける．予期しない結末に無自覚に固執してしまっている場合がある．

3.　思考の表現と教材の設計

看護業務とは切り離した思考法の研修のために，思考の表現規約を設定し，その表現の上で，思考の誤り気づきを促す教材設計について述べる．

3.1 表現規約

看護師の業務中の思考を表す表現規約として，次の 4 つを設定した．

A) 業務行動と思考行動を区別して表す．
B) 込み入った思考をできるだけ簡単化できるよう，経験の中から一つの判断を中心とする論理構造を表す．
C) 判断の背後にある根源的な理由を一つ表す．
D) 自身の思考の妥当性を分かりやすくするために，実際に起きなかった，異なる思考と対比して表す．

3.2 画面設計

これら規約への違反を可視化するツールを設計する．

例として，次の業務経験を取りあげる．《患者が入院した際，友人が伴った．親族からは，すべての関わりを拒絶された．患者は，看取りについて，友人への連絡を希望した．患者に意識混濁が表れると，発言が矛盾するようになり，当初の友人から親族へ変化した．患者の本当の意思が確かめられないまま，看取りの日，最後の発言を優先すると判断し，親族のみへ連絡した．看取られることはなかった》

図 1 に，ツールを通して執筆した例を示す．ここでは(イ)の誤りが含まれており，これを規約(B)の違反としてツールに表示することができる．看護師は，判断「親族へ連絡」について，患者の本当の意思が何か自信が持てない思考と，自宅へ戻りたい患者の希望に関する思考とが並行し，特に，つながりを表現していないことに無自覚な状態にある．このとき，ツールは，画面右に，論理構造を生成し，同時に，二つの思考を赤枠で提示することができる．

ツールの操作において，看護師は，画面の左の各行に対して，思考（文章），と，全体における役割を表すタグ（事実，前提，仮定，推定，判断，結果など），入力した思考（行）の根拠となる別の行を入力する．

また，15 は，判断に対して否定的な意味になっているため，判断の根拠としなかった．ここでは，肯定的な根拠と，否定的な根拠の両方を指定することで，下した判断の妥当性が強まると考えられることから，17 の根拠に 15 を指定することを規約としている．

その他の誤りには，たとえば，「推定や判断が根拠の指定がないまま放置されている」とき，ツールは，そのノードを赤枠で表示する．また，「飛躍した根拠が放置されたまま」のとき，および，「思考の分解が不十分」（本来，行を分けた方が分かりやすい内容が一つに詰め込まれた状態）のとき，注目する行を中心とした関係性を確認する画面を通して，論理関係に注意を向けることをねらっている（図 2 参照）．

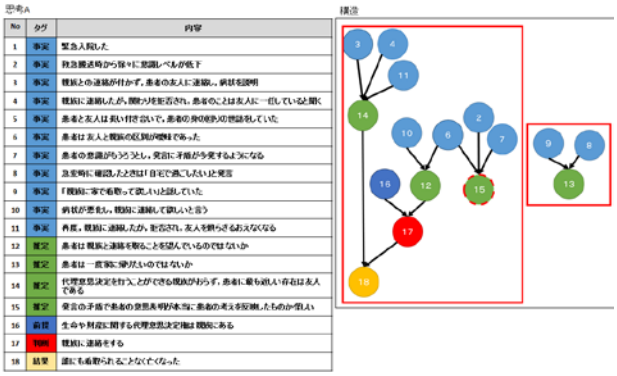


図 1 複数の思考が並行状態の誤り

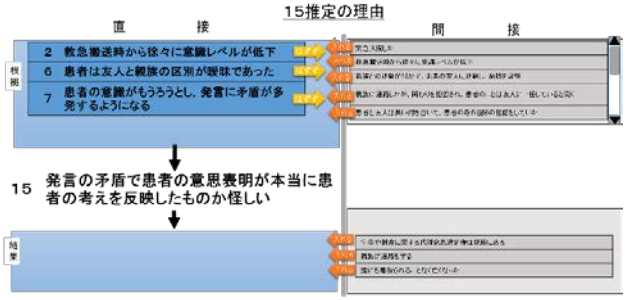


図 2　注目する行との関係設定画面

4.　まとめ

業務時間外の研修において，業務経験の思考を表す規約を設け，思考の誤りを顕在化する教材設計について述べた．今後，実際の病院看護組織の研修に導入し，検証を予定している．

参考文献

(1) 松尾睦:“経験からの学習　プロフェッショナルへのプロセス”，同文舘，（2010）
(2) 中田康夫，田村由美，藤原由佳，森下晶代，平野由美，石川雄一，津田紀子:“基礎看護実習 I におけるリフレクティブジャーナル導入の効果:リフレクティブなスキルの活用の有無による検討”，神戸大学医学部保健学科紀要, 18 巻, pp.131-136,　（2002）
(3) 峠貴文，松田憲幸，田中孝治，池田満:“病院看護における思考の振り返りを支えるライティングツールの設計”，人工知能学会 先進的学習科学と工学研究会, 85, pp.63-66,　（2019）

没入型 HMD を用いた受講者の視線傾向の獲得と分析

Acquisition and Analysis of Students' Gaze Tendency During a Lecture Using Immersive HMD

鎌田 大樹[*1], 西口 敏司[*2], 村上 正行[*3]
Taiki KAMADA[*1], Satoshi NISHIGUCHI[*2], Masayuki MURAKAMI[*3]
[*1] 大阪工業大学大学院 情報科学研究科
[*1] Graduate School and Faculty of Information Science and Technology, Osaka Institute of Technology
[*2] 大阪工業大学 情報科学部
[*2]Faculty of Information Science and Technology, Osaka Institute of Technology
[*3] 大阪大学 全学教育推進機構
[*3]Center for Education in Liberal Arts and Sciences, Osaka University
Email: m1m19a09@oit.ac.jp

あらまし: 大学等における講義状況の推定は，授業改善や講義映像の要約に活用可能な重要な情報であると考えられる．しかしながら，ビデオを用いて推定を行う従来の手法では，手間や精度の問題が大きいため，我々は，全天球カメラと没入型 HMD を用いて，視線を獲得し講義状況を推定する手法を提案した．本研究では，上記手法を用いた視線傾向に基づく講義状況の分析を行う．
キーワード: 全天球カメラ，没入型 HMD，視線検出，学習者特性，行動分析

1. はじめに

大学等の授業改善の手法の一つとして，講義における講師や受講者を撮影し，講義後に映像を視聴して講義状況の分析や振り返りを行う，授業リフレクションという取り組みがある [1]．しかしながら，1 回分の講義全体を見返し分析するには時間や労力の問題から継続的に取り組むことが難しい．そこで我々は，講義室内の受講者視点に設置した全天球カメラで撮影した講義映像を没入型ヘッドマウントディスプレイ(HMD)で視聴することで臨場感の高い受講体験が可能な枠組みを活用し，没入型講義映像を視聴する学習者の視線情報を獲得することで，各視聴者の視聴傾向や複数の視聴者間での視線の同期性を分析する手法について提案を行った [2]．

本研究では，この手法を用いて講義中の受講者の視線傾向の獲得と分析を行う．

2. 没入型講義映像を用いた視線検出

2.1 没入型講義映像の撮影

没入型講義映像として，京都外国語大学村上ゼミの学生によるゼミ発表の様子（発表映像）および質疑応答の様子（質疑映像）を撮影した．質疑時には，ゼミ担当教員も講義室の前に立ち座長の役割を担った．撮影した講義室は，高低差のない 40 名程度の受講者を収容可能である．全天球カメラとして Ricoh Theta V を利用し，講義室の受講者席の 2 箇所（前方，後方）に，着席した受講者の視点の高さとなるように設置して撮影した．

2.2 没入型講義映像における視線行動の検出

没入型講義映像を視聴する没入型 HMD として，提案した手法 [2]と同じく映像視聴中の視線方向の検出が可能な FOVE 社製の FOVE0 を使用した．実際の講義とは異なり，受講者は複数人の同一受講者席からの講義の受講と異なる受講者席からの同一講義の受講が可能となるため，複数受講者の視線行動分析の際に，受講者席に依存しない分析が可能であり，同一受講者の異なる受講者席による視線行動の変化の分析も可能である．我々の手法 [2]では，視線を向ける対象の候補として，パワーポイント用スクリーン，発表者，他の受講者(1~3)，その他，を映像中に手動で設定した．質疑映像には，視線対象候補としてゼミ担当教員を追加した．また，視線対象に目を向けていない状態として，視線移動，瞬き，不一致（左右の視線検出誤差が大きい），という状態も設定した．しかしながら，講義映像内の発表者とゼミ担当教員は，身振りなどの動きがあったり，移動したりするため，固定した設定では対応できない．

そこで本研究では，画像から人の関節の位置を推定可能な OpenPose を用いて，発表者およびゼミ担当教員の姿勢を検出し，視線対象としての設定をフレーム毎に行う．講義室中央の前から 2 列目の受講者席に設置した全天球カメラで撮影した映像を正距円筒図法で表現した例を図 1 に示し，設定した視線対象候補の領域を緑色の矩形で示している．



図 1 全天球カメラ映像における視線対象候補の例

大阪工業大学情報科学部の学生 10 名(A~J)を被験者とし，発表中および質疑中の没入型講義映像を FOVE0 でそれぞれ約 3 分(180 秒)視聴してもらい，各時刻における視線対象を記録した．

3.　視線の集中度合いの分析

被験者 10 名の視線傾向を分析する際, 各被験者の瞬き，視線移動，不一致の状態は，被験者の意図と関係なく発生するため，分析には含めなかった．また，視線を向ける対象として設定した他の受講者(1~3)は，全体で一つの視線対象とした．前方と後方の受講者席で質問シーンを視聴した際の被験者の対象ごとの時間的な視線割合を，それぞれ図 2，図 3 に表す. 縦軸が視線割合で, 横軸は時間(秒)である．

図 2 より，前方の受講者席においては，ゼミ担当教員と発表者への視線の偏りが存在することがわかる．加えて，スクリーンに視線を向けることがあることが確認できる．これらは講義中に情報を発するメディアであると捉えることができる．

一方，図 3 では，全体的に，その他の割合と他の受講者への視線の割合が高い．これら 2 つの対象は講義の進行には直接関係がなく，後方の受講者席においては，目移りする行動をとる可能性がある．ただし，85 秒~89 秒の間ではスクリーンの割合が高くなっている状況が観測されている．このタイミングでは，ゼミ担当教員が発表者に質問を行っており，スクリーンの切り替えを指示し，指差しを行っていた．このことから，教員が対象に視線を向けるような振る舞いや発言を行うと瞬間的に受講者の関心を高めることが可能であることが分かる．

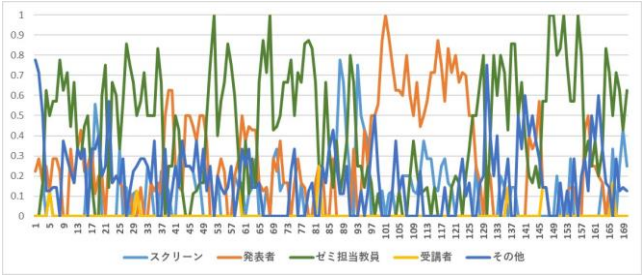


図 2 受講者視点（前方）映像の視線割合の推移

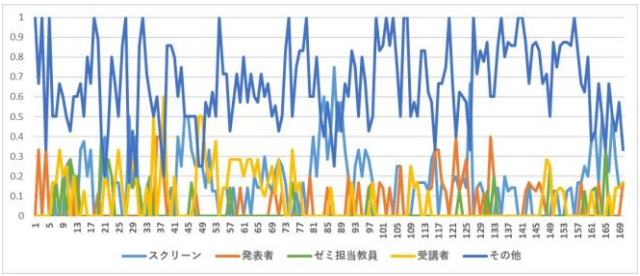
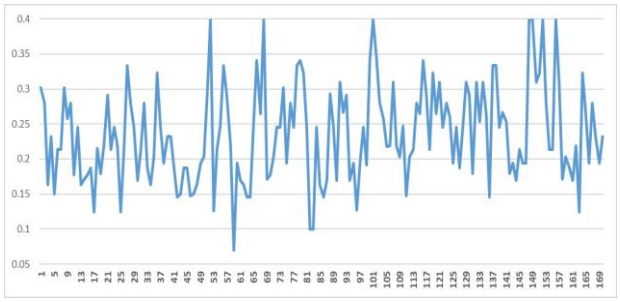
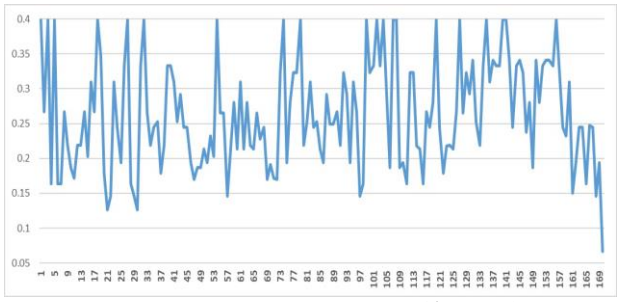


図 3 受講者視点（後方）映像の視線割合の推移

次に，前方と後方の時間ごとの被験者の視線集中度合いを視線割合の分散で求めたものを図 4，図 5 に示す．縦軸は被験者間の視線割合の分散（集中度合い）であり, 分散が大きいほど視線が偏っている，つまり，集中していることを表す．横軸は時間(秒)である．これらのグラフ上の複数のピークは，視線対象への突出した視線の集中が存在することを示している．一方，図 4 の 59 秒付近では，集中度合いが著しく低い. 図 2 を確認すると 5 つの要素すべてが，同程度の割合で存在している．そのため，各被験者がそれぞれ異なる対象を見ていたことがわかる．


図 4 受講者視点（前方）映像の視線集中度の推移


図 5 受講者視点（後方）映像の視線集中度の推移

4.　おわりに

本研究では，講義状況の分析を行う手法として，没入型 HMD を用いて，受講者の視線傾向を獲得，分析する手法を用いて分析を行った．講義における受講者の講義への関心を，全天球カメラで撮影した映像に対する視線傾向を計測することにより，受講者の講義への関心を定量的に分析および可視化する手法を提案した．今後の課題としては，より教員や発表者に動きのある映像を用いた分析，被験者数を増やした分析などが挙げられる．

謝辞

本研究の一部は，JSPS 科研費　18K11590, 18H01063 の助成を受けたものです．

参考文献

(1) 米谷 淳, “授業観察事始め ー授業というフィールドにおける本格的な行動研究を目指してー,” 大学授業のフィールドワーク ー京都大学公開実験授業ー, 京都大学高等教育教授システム開発センター編, 玉川大学出版部, p.74 - p.99, 2001.

(2) 鎌田 大樹, 西口 敏司, 村上 正行, "没入型講義映像を用いた受講者の視線特徴の分析," 教育システム情報学会，2018 年度 JSiSE 学生研究発表会，A04, 2019-02.

福井県内小学校を対象とした教育の情報化関連の実態調査

Survey on the Informatization of Education for Elementary Schools in Fukui Prefecture

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：文部科学省が推進する「教育の情報化」に関連し，福井県内小学校におけるプログラミング教育およびデジタル教材の活用や内製について，実態調査を行なった．学年・教科毎での現状を把握することで，どのようなコンテンツおよびデジタル教材に需要が有るかを分析したいと考えている．また，将来的には教員らが地域性のある教材や独自性のある教材を内製しそれらを共有して小学校等で活用できるプラットフォームを構築することを目指している．
キーワード：**小学校，教育の情報科，デジタル教材，コンテンツ共有**

1. はじめに

1.1 教育の情報化

文部科学省が推進する「教育の情報化」[1]では，次の 3 つの側面を通して教育の質の向上を目指している．

① 情報教育（子どもたちの情報活用能力の育成）
② 教科指導における情報通信技術の活用（情報通信技術を効果的に活用した，分かりやすく深まる授業の実現等）
③ 校務の情報化（教職員が情報通信技術を活用した情報共有によりきめ細かな指導を行うことや，校務の負担軽減等）

①の情報教育に関し小学校では，従来の活動に加え，新学習指導要領にあわせ 2020 年度の全面実施を予定するプログラミング教育についても対応が求められている．②については，一斉指導における教師の ICT 活用に加え，デジタルコンテンツ等の活用により児童の個別学習をすすめたり，子どもたち同士がお互いの考え方の共有や吟味を行いつつ意見交換や発表を行ったりする協働学習が想定されている．

また，情報端末・デジタル機器・ネットワーク環境等のハードウェアでの情報環境と，デジタル教科書やデジタル教材といったソフトウェアでの情報環境についても想定されている．

1.2 文部科学省の調査

このような施策の推進を図るため，文部科学省では，毎年「学校における教育の情報化の実態等に関する調査」を実施している[2]．この調査では，①学校における ICT 環境の整備状況と②教員の ICT 活用指導力を調査項目とし，全国の公立学校およびその全教員を調査対象に行ない，都道府県別および市区町村（設置者）別の集計結果も公表している．

この調査における②の５つの大項目 A~E はいずれも年々上昇してきている（教員の ICT 活用指導力の推移）が，そのうち，大項目 B「授業中に ICT を活用して指導する能力」と大項目 C「児童の ICT 活用を指導する能力」が他の項目と比較して例年低い．これらのことは教員が指導の準備段階や評価時と比べ，指導時に ICT を十分活用できていない実態を表しているものの，①の ICT 環境の整備状況が比較的高い都道府県においては，②の値も高い傾向に有るとみられ，環境の向上によって利用頻度が向上することや研修等の充実により，延いては教員の指導力も向上することが期待できる．

なお②の元となるチェックリストについては次期学習指導要領を見据えて，調査項目の見直しに向けての取り組みも始まっている[3]．

1.3 デジタル教材の内製

教員による ICT 活用については映像や音声といった情報の提示にとどまっている側面がみられ，デジタル教科書や既存のデジタル教材を授業で活用する場面も増加しているであろうが，それらはパッケージ化されているものが多く，部分的な改変やそれらの共有は難しい．また地域に依存する教材（例えば産業・特産，伝統・文化などに関連するもの）や個々の児童の理解度に応じて柔軟に対応するためには，独自に内製する必要がある．児童による ICT 活用に対しては，その教材内製がより困難であることが予想される．

一方，高等教育や企業内教育においては，より自律的に学習を進められる e ラーニング環境が提供されることが一般的なものになりつつあり，パッケー

ジ教材に加えて内製化された教材を CMS（コンテンツ管理システム）や LMS（学習管理システム）上で利用できるようにしている場合が多い．このようなシステムを小学校においても組織的に利用する場面はまだ多くは見られないが，学習者用デジタル教科書等の普及にあわせて，補助的なデジタル教材の需要も増加することが予想される．

2. 各小学校でのプログラミング教育およびデジタル教材活用の実態を調査

このような中，現場の教員は研修や指導，自身の教育研究を通して，あらたな具体的取り組みが求められることになるであろう．そのような際に教員養成機関との連携・協力なども有効であると考えられる．

また，本研究では，小学校の授業時に利用や改変が容易なデジタル教材をどのようなプラットフォーム上にどのように構築し，共有していけば良いかを検討する(4)に先立ち，福井県内の小学校の現状を把握することとした．

現場の教員等が，授業時におけるプログラミング教育や ICT の活用に関連し，どのような授業において実施済みかまた課題と考えているかをアンケートにより調査することとした．

2.1 調査内容

調査は，2019 年 6 月中旬に，福井県内の全小学校 191 校を対象にアンケート回答の依頼を行ない，各校の 1 名が代表して回答するものとした．

質問項目は以下のような内容で構成した．主に選択肢による項目であるが，それぞれの大項目において自由記述を設けている．

- 小学校基本情報：　学校名・担当者等
- ICT 環境：　PC・タブレットを利用する学年や 1 台当たりの人数，ネット利用の可否，児童の校外ネット接続状況
- プログラミング教育：　実施の有無，学年毎にどの活動で行なっているか，学年毎の各教科授業での実施の有無，頻度，利用ソフトウェアやロボット等，指導者，目的，行なっていない理由や課題
- デジタル教科書：　学年・教科別の指導者用デジタル教科書の利用状況，学年・教科別の学習者用デジタル教科書の利用状況
- デジタル教材の利用：　LMS の利用，学年・教科別の一般 Web サイトの利用，学年・教科別の各分野別 Web サイトの利用状況，学年・教科別の動画投稿共有サイト・ビデオオンデマンドサービスの利用，既存のデジタル教材の利用状況，学年・教科別のデジタル教材利用状況
- デジタル教材の内製：　文書ファイルやスライド資料，撮影・編集した動画教材，自作ソフトウェア，内製において重要と考える点，内製に必要となる知識・技術を身につける方法

2.2 調査結果

本調査は，本稿登校時，回答収集中でありその後の集計および分析結果については，大会時に発表する．

また「学校における教育の情報化に実態等に関する調査」との結果の比較についても述べる．

3. 今後の展望

本稿では執筆時に調査結果を記すに至っていないが，今後，分析結果を踏まえ，どのようなコンテンツおよびデジタル教材に需要が有るかを分析したいと考えている．また，将来的には教員らが地域性のある教材や独自性のある教材を内製しそれらを共有して小学校等で活用できるプラットフォームを構築することを目指している．

謝辞

本研究は，JSPS 科研費 JP19K12280 の助成および令和元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) 文部科学省：“教育の情報化の推進”, http://www.mext.go.jp/a_menu/shotou/zyouhou/index.htm（2019 年 6 月 18 日参照）
(2) 文部科学省：“学校における教育の情報化の実態等に関する調査結果”, http://www.mext.go.jp/a_menu/shotou/zyouhou/1287351.htm（2019 年 6 月 18 日参照）
(3) 日本教育新聞社：“文部科学省委託事業「ICT を活用した教育推進自治体応援事業」（ICT 活用指導力調査項目の改善に向けた調査研究）実施報告書”，平成 29 年 3 月 24 日
(4) 篭谷隆弘：“H5P 教材の例示と共有のための Web サイト構築”, 教育システム情報学会第 43 回全国大会講演論文予稿集, pp51-52(2018)

e ポートフォリオ利用促進のための SNS 連携

A Collaboration with SNS to promote a usage of e-Portfolio

井上 仁[*1], 宮崎 誠[*2], 北川 周子[*3]
Hitoshi INOUE[*1], Makoto MIYAZAKI[*2], Noriko KITAGAWA[*2]
[*1] 群馬大学数理データ科学教育研究センター
[*1]Center for Mathematics and Data Science, Gunma 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
[*3] 株式会社エデュプレイ
[*3]EduPlay Co.,Ltd.
Email: hitoshi.j.inoue@gunma-u.ac.jp

あらまし：e ポートフォリオへの学習活動の記録は，教室等の PC を利用してまとめて入力するだけでなく，課外活動や実習先で随時入力することが望ましい．また学習者の記録とともに指導者の助言を合わせたものが学習記録となり，さらなる学修につながる．著者らは手軽に演習問題を解くとともに学習状況に応じて適宜介入する SNS を利用した学習環境を構築中である．本発表では，e ポートフォリオシステムと本学習環境との連携機能を報告する．
キーワード：e ポートフォリオ，SNS，LINE，WebAPI

1. はじめに

近年，大学の教育改革の一環として補助金事業などの後押しもあり，e ポートフォリオシステムを導入する大学等が増えており，今後も e ポートフォリオシステムの導入が進むことが予想される．しかしながら，授業内外において e ポートフォリオの導入が進みつつもまだ充分に活用できていないのが現状である [(1)]．

また，e ポートフォリオの主体的な利用者である学生に目を向けると e ポートフォリオの利用については，教室等の PC を利用して学習活動の記録をまとめて入力するに留まっていることも多い．そのため，学生の e ポートフォリオの利用は，その場限りのものとなりがちであり，継続的な利用に課題があることが推察される．そのため，授業での e ポートフォリオの活用だけでなく，課外活動や実習先など，普段から随時入力できる環境を提供することが e ポートフォリオの利活用には必要であると考える．

著者らは，学生がスマートフォンと SNS を利用して手軽に演習問題を解くとともに学習状況に応じて適宜介入する学習環境を構築中である [(2)]．SNS を利用することで，ユーザ認証や入力フォームまでの操作を省略できる等，得られるメリットが大きく，継続的な利用にも寄与すると考えられる．そこで，本稿では，SNS を利用した学習環境と e ポートフォリオとの連携を検討したので報告する．

2. 対話にもとづく e ポートフォリオ

e ポートフォリオは，利用目的によってさまざまな分類がされており，Barret は，ワークスペースとショーケースに分類することで e ポートフォリオの二面性を説明している [(3)]．ワークスペースは，学習活動をデジタルデータとして記録し，教員や他の学生からのフィードバックを通じて，学習やリフレクションを行う目的で利用される．ショーケースは，学習目標や専門性等のテーマに沿って，学習の成果物をまとめた Web ページ等を作成することで自身の能力や技術を示し，証明する目的で利用される．

2.1 目的

本研究の目的は，学生が e ポートフォリオシステムに直接アクセスすることなく SNS を使うことで e ポートフォリオへの学習の記録を実現することである．学生は，すでに使い慣れている SNS を e ポートフォリオの入力フロントエンドとして使うことができるため，課外活動や実習先でも随時スマートフォンを使い手軽に学習の記録を残すことができると考える．また，指導者からのフィードバックも SNS における対話と同様に受けることができ，自然な対話がそのまま学習の記録となると考えられる．

2.2 方法

学生が入力した学習の記録は，SNS と e ポートフォリオシステムを WebAPI で連携することで実現する．また，SNS では，対話的に問いかけや指示などを与え，学生の入力やリフレクションの支援を行う自動応答システムを実装する．以下にシステムの選定について述べる．

SNS の選定

さまざまな SNS が存在しているが，e ポートフォリオの入力フロントエンドにはできるだけ学生が利用している SNS を選択するのが妥当である．本研究では，開発者向けの公開情報や WebAPI の提供状況などを勘案し，LINE を採用した．総務省情報通信技術研究所の「平成 29 年度情報メディアの利用時間と情報行動に関する調査報告書」[(4)] によると，LINE の

利用率は，大学生の年代で多くを占める 10 代では 86.3%，20 代では 95.8%となっており，広く利用されていることがわかる．

e ポートフォリオシステムの選定

e ポートフォリオシステムに関しても教育ベンダーが提供する製品やオープンソースのものなど多くのシステムが存在しているが，LINE と連携できることが必須の機能要件となる．WebAPI を利用して他システムと連携可能なことやカスタマイズが必要となった際に対応できること等を勘案し，Mahara を採用した．

3. 連携システムの概要

連携システムは，(1)入力フロントエンドとなる LINE の機能と，(2)LINE と Mahara との連携機能の二つから構成される．図 1 は連携システムの概要を表したものである．①から⑤が前者に対応し，⑥が後者に対応する．

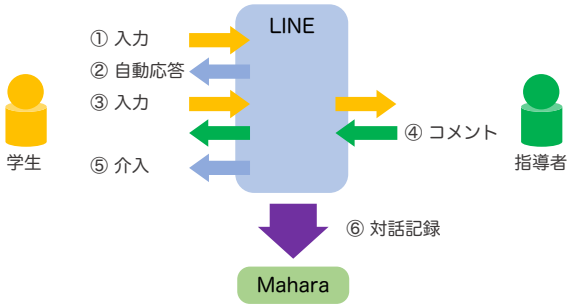


図 1 連携システムの概要

3.1 入力フロントエンドとなる LINE の機能

LINE アカウントの基本機能は，個人の利用者間における文字または音声による会話である．これに対して，企業・店舗・自治体・大学等を対象にした LINE 公式アカウントがある．特徴的なサービスに Messaging API [5] があり，主な機能は，応答メッセージとプッシュメッセージの送出である．前者は利用者からの入力に対してのみ自動的にメッセージを返信する機能であり，いわゆる Bot を実装することができる．後者は LINE 公式アカウント側から任意のタイミングで各利用者に対して個別のメッセージを送出する機能である．著者らがすでに構築中の LINE による学習環境 [2,6] では，この二つの機能を利用して，演習問題の出題，解答内容による自動応答，個別の質問に対する担当者への通知と回答の送信を実現している．

e ポートフォリオの主な目的は学習の記録であり，図 1 の①が記録の入力となる．入力された内容に応じてシステムは②の応答を返す．通常①の入力は指導者には通知されないが，フィードバックが必要な場合には，③のように指導者にも入力が通知され，学生へのフィードバックが可能となる．また，入力を促進するために，⑤のように定期的な通知や学生の状況に応じた介入メッセージを送信する．

3.2 LINE と Mahara との連携機能

LINE への入力や指導者との対話は，応答メッセージやプッシュメッセージを送出するサーバ内に逐次保持されていく．LINE は入力フロントエンドであるため，対話を学習の記録として Mahara に蓄積するために，Mahara の WebAPI [7] を利用する． WebAPI は，モバイルアプリの Mahara Mobile や LTI(Learning Tools Interoperability)によるツール呼び出しでも利用されている．Mahara への対話記録登録に必要な情報は，学生または指導者の Mahara におけるユーザ情報と入力されたテキスト情報である．Mahara では，WebAPI を利用する際にユーザ毎に発行されるトークンを用いることができ，LINE から WebAPI を利用する際，テキスト情報と共にトークンを送信することによって Mahara でのユーザ識別が可能である．Mahara では，ユーザ毎に作成できる Journal(日誌)ツールに登録される．そのため LINE からテキスト情報を送信する際にタグ情報を付与することで，学習記録をタグ付けして管理することも可能である．

4. おわりに

本稿では，e ポートフォリオの利用促進を目的として，SNS を利用した学習環境と e ポートフォリオとを連携し運用していくために，まず基盤となる SNS と e ポートフォリオシステムを選定した．次に入力フロントエンドとなる LINE の機能と，LINE と Mahara との連携機能を検討した．今後は，詳細なシステム設計，システム実装，課外活動や実習先での利用，システムの評価を順次行っていく予定である．

本研究の一部は JSPS 科研費 18K18677 と 17K12805 の助成を受けたものである．

参考文献

(1) 大学 ICT 推進協議会，“高等教育機関等における ICT 利活用に関する調査研究　調査報告書”．https://axies.jp/ja/ict/2015report.pdf/at_download/file (2016) (参照 2019-06-18).
(2) 井上仁，伊達卓二，後藤浩士，永石尚也，“LINE@を利用した学習システムの構築”，情報処理学会第 80 回全国大会講演論文集第 4 分冊，pp. 407-408 (2018)
(3) Helen C. Barrett, “Balancing the Two Faces of ePortfolios”, http://electronicportfolios.org/balance/ (2009) (参照 2019.06.18)
(4) 総務省情報通信技術研究所「平成 29 年度情報メディアの利用時間と情報行動に関する調査報告書調査」の公表，http://www.soumu.go.jp/menu_news/s-news/01iicp01_02000073.html，総務省 (2018) (参照 2019.06.18)
(5) LINE Developers Messaging API ，https://developers.line.me/ja/services/messaging-api/ (参照 2019.06.18)
(6) 井上仁，後藤浩士，望月秀樹，園木英夫，“LINE@を利用した大学情報提供のためのハイブリッド応答システムの構築”，大学 ICT 推進協議会 2018 年度年次大会講演論文集 MP-13 全 4 ページ (2018)
(7) Mahara 19.04 user manual - Web services, https://manual.mahara.org/en/19.04/administration/web_services.html (参照 2019.06.18)

大学 1 年生の MS-Office 操作スキルと苦手意識の分析

Analysis of the MS-Office Operating Skills and Weak Consciousness in University Freshmen

高木 正則[*1]，瀬戸山 光宏[*2]
Masanori TAKAGI[*1], Mituhiro SETOYAMA[*2]
[*1] 岩手県立大学ソフトウェア情報学部
[*1]Faculty of Software and Information Science, Iwate Prefectural University
[*2] 株式会社ナレロー
[*2]Narero Corporation
Email: takagi-m@iwate-pu.ac.jp, setomi@narero.com

あらまし：本研究では，MS-Office（Word，Excel，PowerPoint）操作スキルを測定するためのコンピュータ適応型テストを開発し，2018 年度と 2019 年度に全国の大学 1 年生合計約 4000 人の MS-Office 操作スキルを調査した．本稿では，2019 年度に実施した MS-Office 操作スキルの調査結果と，PC 操作等の苦手意識と操作スキルとの関係を分析した．
キーワード：**コンピュータリテラシー**，コンピュータ操作，苦手意識，適応型テスト

1. はじめに

近年，児童・生徒のスマートフォンの保有率が向上しており，平成 29 年度の調査では高校生のスマートフォンの所有率は約 97%となっている(1)．それに伴い，若者の PC 離れが進み，PC の利用スキルの低下が懸念されている．しかし，中高生や大学生の PC の利用スキルがどの程度変化しているのかは明らかになっていない．本研究では，MS-Office（Word，Excel，PowerPoint）の操作スキルに着目し，大学入学時の MS-Office 操作スキルの実態を明らかにすることを目的とする．本稿では，2019 年度に実施した MS-Office 操作スキルの調査結果について報告する．

2. MS-Office 操作スキル用のテストの開発

本研究では，PC の操作スキルを向上するための自学自習型 e ラーニングサービスである「ナレロー」で使われている問題と，問題解答機能を利用する．図 1 にナレローの学習モードの問題解答画面を示す．画面下側に問題文が表示され，問題文に指示された内容を画面中央部の MS-Office 上で正しく操作した場合，正解となる．また，本研究ではコンピュータ適応型テスト（以下，CAT）を開発し，短時間で高精度にスキルを診断できる環境を構築した(2)．

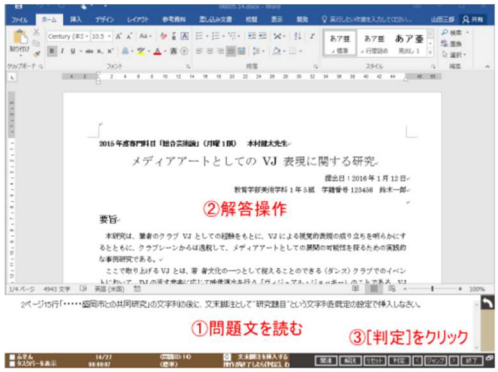


図 1 「ナレロー」の問題解答画面

表 1 各大学の調査対象データ数

	所在地	Word	Excel	PowerPoint
A 大学	北陸	1406 人	1201 人	1215 人
B 大学	東北	78 人	50 人	51 人
C 大学	東北	427 人	256 人	244 人
D 大学	関東	137 人	79 人	90 人
その他		245 人	69 人	70 人

表 2 2019 年度テスト結果（能力値）の統計値

	最低	最高	中央値	平均	標準偏差
Word	17.5	84.1	50.4	50.6	7.5
Excel	14.1	72.3	48.4	47.3	9.8
PowerPoint	13.1	75.7	53.7	52.3	8.4

3. MS-Office 操作スキルの調査

3.1 調査の概要

2019 年 4 月～5 月にかけて 4 つの大学の 1 年生の情報関連科目の中で，CAT を利用して MS-Office 操作スキルを調査した．各大学の受検者数を表 1 に示す．表 1「その他」は，4 つの大学の学生以外で，生協でノート PC を購入した大学 1 年生が，授業とは関係なく各自で試験を受けた学生である．

また，本研究で開発した CAT では，試験を受ける前に PC 操作等の苦手意識に関するアンケートに回答することになっている．そこで，操作スキルと苦手意識の関係を分析した．

3.2 MS-Office 操作スキルの調査結果

スキル診断の結果は IRT によって推定された能力パラメータ θ に 10 を掛けて 50 を足した値として分析した．テスト結果の統計値を表 2 に，テスト結果の度数折れ線グラフを図 2 に示す．表 2，図 2 から，Excel は Word，PowerPoint に比べて標準偏差が大きく，各学生の能力差が大きいことが確認された．

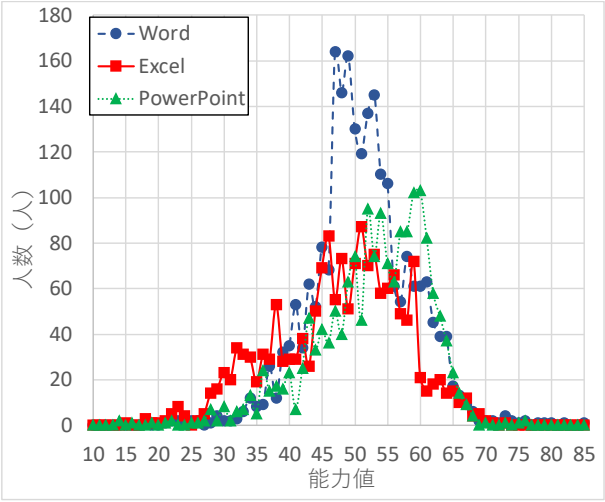


図 2　テスト結果の度数折れ線グラフ

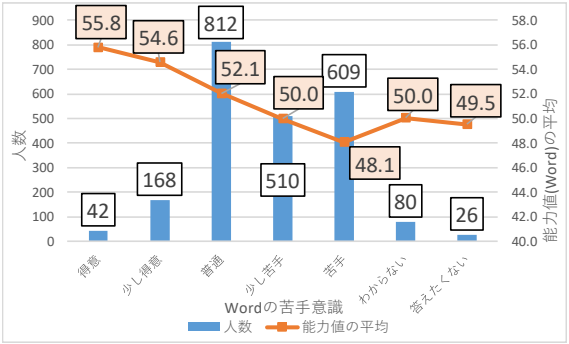


図 3　Word の苦手意識と操作スキルの関係

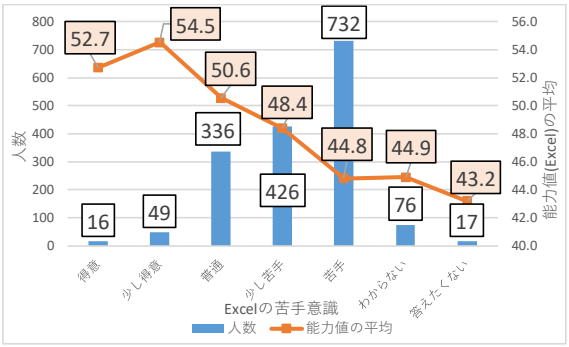


図 4　Excel の苦手意識と操作スキルの関係

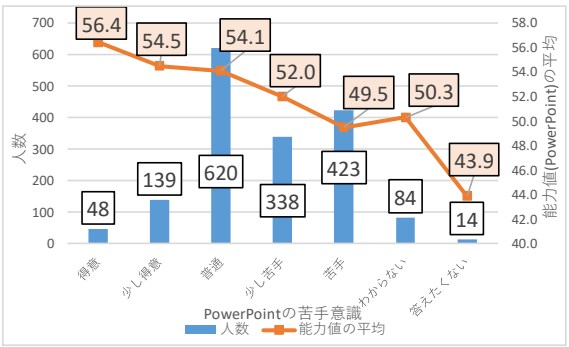


図 5　PowerPoint の苦手意識と操作スキルの関係

3.3 MS-Office 操作スキルと苦手意識の関係

図 3～5 に Word，Excel，PowerPoint の苦手意識と

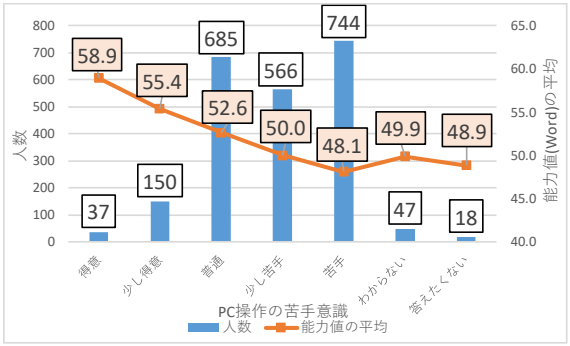


図 6　PC 操作の苦手意識と操作スキル(Word)の関係

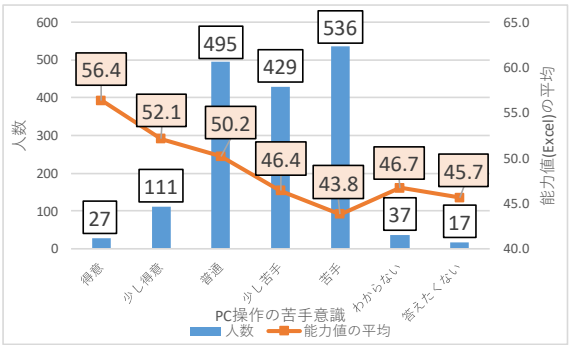


図 7　PC 操作の苦手意識と操作スキル(Excel)の関係

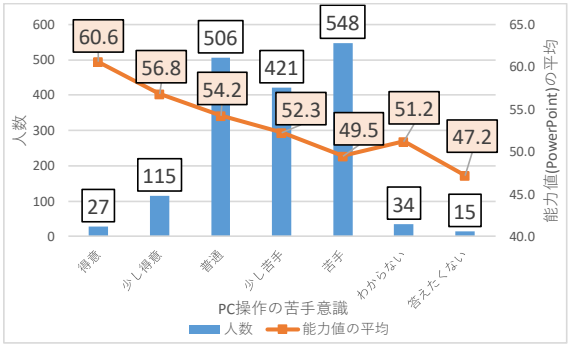


図 8　PC 操作の苦手意識と操作スキル(PowerPoint)の関係

各操作スキルの関係を示す．また，図 6～8 に PC 操作の苦手意識と Word，Excel，PowerPoint の各操作スキルとの関係を示す．いずれの結果も，苦手意識が強いと実際の操作スキルが低かった．また，創刊係数を分析したところ，弱い正の相関が確認された．

4.　まとめ

本研究では，2019 年度 4 月から 5 月にかけて実施した MS-Office 操作スキルの調査結果を報告した．今後は被験者数を増やし，継続的に調査することによって，MS-Office の経年変化を調査し，学習指導要領の改定による影響などを調査する．

参考文献

(1) 内閣府: “青少年のインターネット利用環境実態調査”, http://www8.cao.go.jp/youth/youth-harm/chousa/net-jittai_list.html （2019 年 6 月 18 日参照）
(2) 高木正則，瀬戸山光宏: “MS-Office 操作スキルを測定するコンピュータ適応型テストの開発と評価”，情報処理学会情報教育シンポジウム論文集（2019）

経済学の Web 学習コンテンツの制作と実践の試み

Trial of Production and Practice of Contents of Business Administration to Learn Using Web

小堺光芳[*1], 佐久間貴士[*2], 三好善彦[*1]
Mitsuyoshi KOZAKAI[*1], Takashi SAKUMA[*2], Yoshihiko MIYOSHI[*1]
[*1] 埼玉女子短期大学
[*1] Saitama Women's Junior College
[*2] 徳山大学
[*2] Tokuyama University
Email: kozakai-mitsuyoshi@saijo.ac.jp

あらまし：初学者にとって基本理論の修得は繰り返しによる暗記作業であり、科目への興味関心と学習習慣を必要とする。経済学は本学[1]の商学科では学科基本科目と位置付けられているが、入学時において経済学に興味を持つ学生は極めて少なく、学習習慣が身についている学生も少ない。そこで経済学の復習コンテンツを MEGP4 形式で制作し、スマートフォンでも視聴できる学習環境の構築を開始した。今年度、経済学の受講生に対する実践の試みを報告する。
キーワード：**経済学**，復習，Web

1. はじめに

2016 年度より経済学を担当する中で、本科目に対する興味関心が弱く、かつ予・復習の学習習慣が十分に身についていない学生の多いことを感じた。

2017 年度より教科書を使わず、PowerPoint とハンドアウトによる講義に切り替えた。講義内容について以前に比べ興味関心を持つようになったと感じられたが、板書量が減少してきたことで集中力が低下してしまう学生も現れた。

2018 年度にはハンドアウトの一部を穴埋め形式に変更することで、板書量の減少をカバーすることを試みた。だが、講義時間外の学習、特に復習時間に影響は与えるには至らなかった。

そこで 2019 年度は、かねてから計画していた経済学の Web 学習環境の構築を開始した。まずは試みとして、構築にあたり復習コンテンツの制作から着手した。学生が常日頃操作しているスマートフォンで手軽に復習できることに留意して、MPEG4 による数分程度の動画をサーバーにアップしておき、自由に視聴できるように環境を整え、実際に学生に利用してもらった。

以下では、その試みについて学生にアンケートを行った一部を報告する。

2. コンテンツ制作とアンケート調査

2-1.コンテンツ制作

講義で使用している PowerPoint を元に、特に復習して欲しいスライドに選択し、内容に関して追加・修正を行った PowerPoint ファイルを MPEG4 形式の動画に変換し、独自に運営しているレンタルサーバーにアップした。Web サイトの URL は QR コードに変換し学生に紹介・配布した。

2-2.アンケート調査

講義にて Web 学習環境を紹介し、時間があるときにパソコンまたはスマートフォンを利用して復習するようアナウンスしておき、後日アンケート調査を行った。

調査対象：短大生（n=123）
調査科目：経済学
調査日時：2019 年 6 月 11 日
有効回答数：123 名
調査項目：10 項目
①講義の時間外に視聴してみましたか？
②視聴しなかった理由を教えてください[2]
③この学習環境をいつ・どこで見ましたか？[3]
④何を使って、見ましたか？
⑤1 つのコンテンツの視聴時間は何分までなら視聴できますか？
⑥復習の役に立ちましたか？
⑦わかりやすさについて教えてください
⑧説明の量について教えてください
⑨Web 画面の使いやすさについて教えてください
⑩いま構築している Web 学習環境の今後の利用に

1 埼玉女子短期大学
2 質問②は、①にて視聴していないと回答した学生のみ対象
3 質問③以降は、①にて視聴したと回答した学生のみ対象

ついて教えてください

以下で 10 項目中 7 項目について報告する。

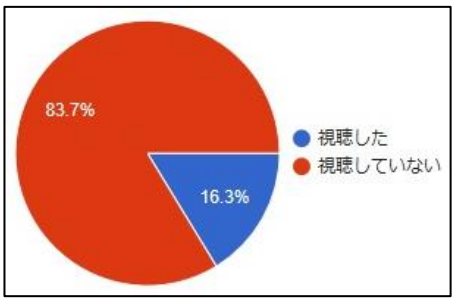


図 1　調査項目①の結果

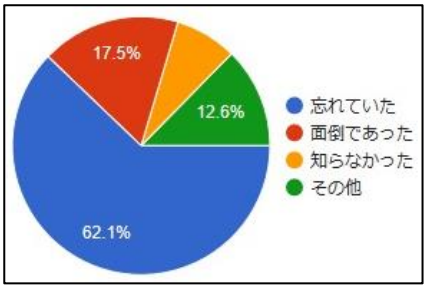


図 2　調査項目②の結果

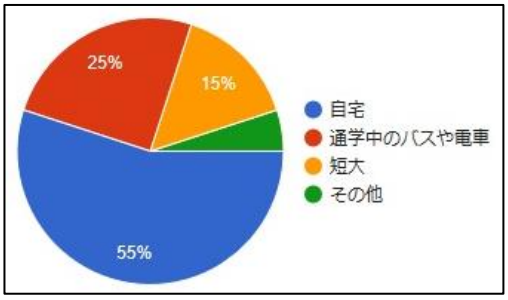


図 3　調査項目③の結果

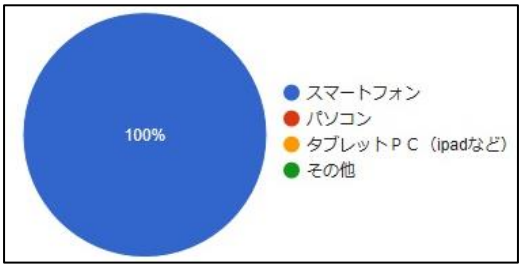


図 4　調査項目④の結果

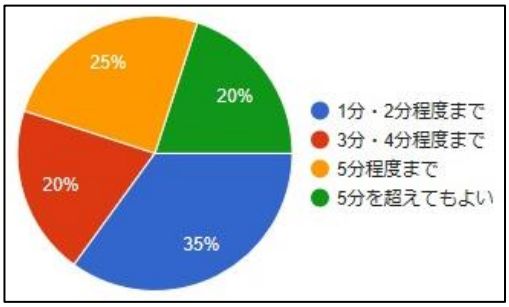


図 5　調査項目⑤の結果

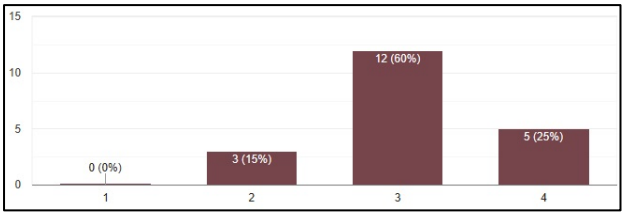


図 6　調査項目⑥の結果

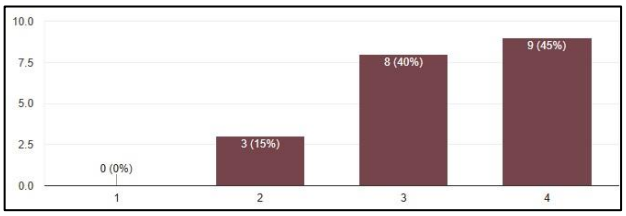


図 7　調査項目⑩の結果

3.　考察

調査項目⑩の結果から 85%が今後も利用したいと回答していた。ただし 143 人中講義時間外に本学習環境を利用した学生はわずか 20 名であった。62.1%は「忘れていた」と回答しており「時間があるときに復習しなさい」という弱いメッセージを送ったことも影響している可能性がある。だが利用者数はごく少数であることから、本格運用時には学生利用を促す工夫の必要性を強く感じた。

視聴ツールはスマートフォンが 100%であったことから、今後の学習コンテンツ制作はスマートフォンによる視聴であることをより強く意識すると同時に、1 つのコンテンツの視聴時間は 3 分・4 分以内になるよう留意する。

4.　おわりに

現在は本格運用に向けての試みではあるが、コンテンツ数を増やすとともに、あらためて期末試験の開始に合わせ再度調査を実施して、利用者数の増減を確認してみたい。

現在、経済学以外の科目において同様の試みを並行して実施している、機会があれば他の科目でもアンケート調査を実施してみたい。

参考文献

(1) 小堺光芳：「短期大学における経営学講義の再構築」2017 年 3 月，埼玉女子短期大学『研究紀要』，第 35 号，pp. 67-79
(2) 小堺光芳：「スマートフォンによる予習・復習用コンテンツ作成に関する一考察」2016 年 9 月，埼玉女子短期大学『研究紀要』，第 34 号，pp. 201-206
(3) 小堺光芳，佐久間貴士『統計学の初学者学習用 Web 環境の構築』，2016 年 8 月，教育システム情報学会第 41 回全国大会，講演論文集 pp. 31-32（2016. 8. 29）

小学校プログラミング教育の担い手養成カリキュラムの開発

Development of Curriculum to Train Teachers and Mentor for Elementary School Programming Education

今井 亜湖，村瀬 康一郎
Ako IMAI, Koichiro MURASE
岐阜大学教育学部
Faculty of Education, Gifu University
Email: akoi@gifu-u.ac.jp

あらまし: 2020 年度より小学校プログラミング教育が全面実施されるのをうけて，教員養成学部では，プログラミング教育を指導できる教員と，小学校プログラミング教育を支援できる学生（メンター）の養成が必要ではないかと考えた．そこで，本研究ではこれらの目的を達成するために，小学校プログラミング教育の担い手養成カリキュラムを開発した．本稿では，開発したカリキュラムの概要とその開発方法について報告する．
キーワード：小学校プログラミング教育，小学校教員養成，メンター養成，カリキュラム開発

1. はじめに

2020 年度より全面実施となる小学校の次期学習指導要領の総則において,「児童がプログラミングを体験しながら，コンピュータに意図した処理を行わせるために必要な論理的思考力を身に付けるための学習活動」（以下，プログラミング教育）を計画的に実施することが明示された[(1)]．小学校プログラミング教育を実施する教員に求められる力については、有識者会議の議論の取りまとめにおいて「コンピュータ科学分野の高度な知識が必要というわけではない」と明記され、教員の研修内容については「子供たちに育む『プログラミング的思考』の意義や、質の高いプログラミング教育を実現するための授業の工夫や在り方等についての研修が図られるべき」と指摘されている[(2)]。つまり、小学校プログラミング教育を行う教員には、「楽しく学んでコンピュータに触れることが好きになること」だけで終わるプログラミング教育でも，コードがかけるようになるプログラミング教育でもなく、「学習を通じて、子供たちが何に気づき、何を理解し、何を身に付けるようにするのか」といった指導上のねらいを明確にでき、そのねらいにそったプログラミング教育が実施できる力が求められていると言える。

こうした現状をふまえ、小学校プログラミング教育における「プログラミング的思考」を育成する学習活動を担える人材の育成方法を検討するため，岐阜大学教育学部附属学習協創開発研究センターの協創プロジェクト「プログラミング的思考を育成する学習活動の担い手づくり」を2018年4月に立ち上げ、初年度である 2018 年度は小学校プログラミング教育の担い手を養成するためのカリキュラムの開発と実践を行なった．

本稿では，筆者らが開発した小学校プログラミング教育の担い手養成カリキュラムについて報告する．なお, 本研究で開発したカリキュラムを「教員養成」ではなく「担い手養成」と位置付けたのは、教員になってから小学校プログラミング教育に従事する人材だけではなく、本学部に在籍している学生時代から小学校プログラミング教育に携わることができる人材（メンター）も養成したいと考えたからである。

2. 開発したカリキュラムの概要

本研究で開発した「小学校プログラミング教育の担い手養成カリキュラム」は，「基礎プログラム」，「応用プログラム」，「実地プログラム」の 3 つのプログラムから成る．

本カリキュラムの開発方法は，開発した各プログラムを今井が担当する「教授設計入門」（教職基礎コース 2 年生必修科目）において試行し、改善が必要な箇所があった場合には改善を行った上で、学部 1 年生を対象に実施した（図 1 参照）．

以下では, 開発した各プログラムについて述べる．

2.1 基礎プログラム

基礎プログラムは，小学校プログラミング教育について知ることを目的とし, 2 コマの授業（90 分×2）で実施できる内容（「プログラミング教育概論」「様々な装置を組み合わせて学ぶプログラミング」）とした．

教育学部 1 年生必修科目の「情報教育」（全 15 回）の 2 回分の授業（第 10 回、第 11 回）で実施した（図 1 参照）。この科目は学習環境の制約で 1 学年を 4 クラスに分け，4 名の教員が 1 クラスずつ受け持ち，授業を行う形式を採用している. 基礎プログラムも，各クラスの担当教員に対し，事前に授業の目的，内容について理解してもらった上で実施してもらった．

2.2 応用プログラム

応用プログラムは、基礎プログラムを受講した学生の中で希望者を対象として実施するプログラムであり，2 コマの授業（90 分×2）で実施した。第 1 回が 10 月 12 日（金）13:00〜14:30、第 2 回は 10 月

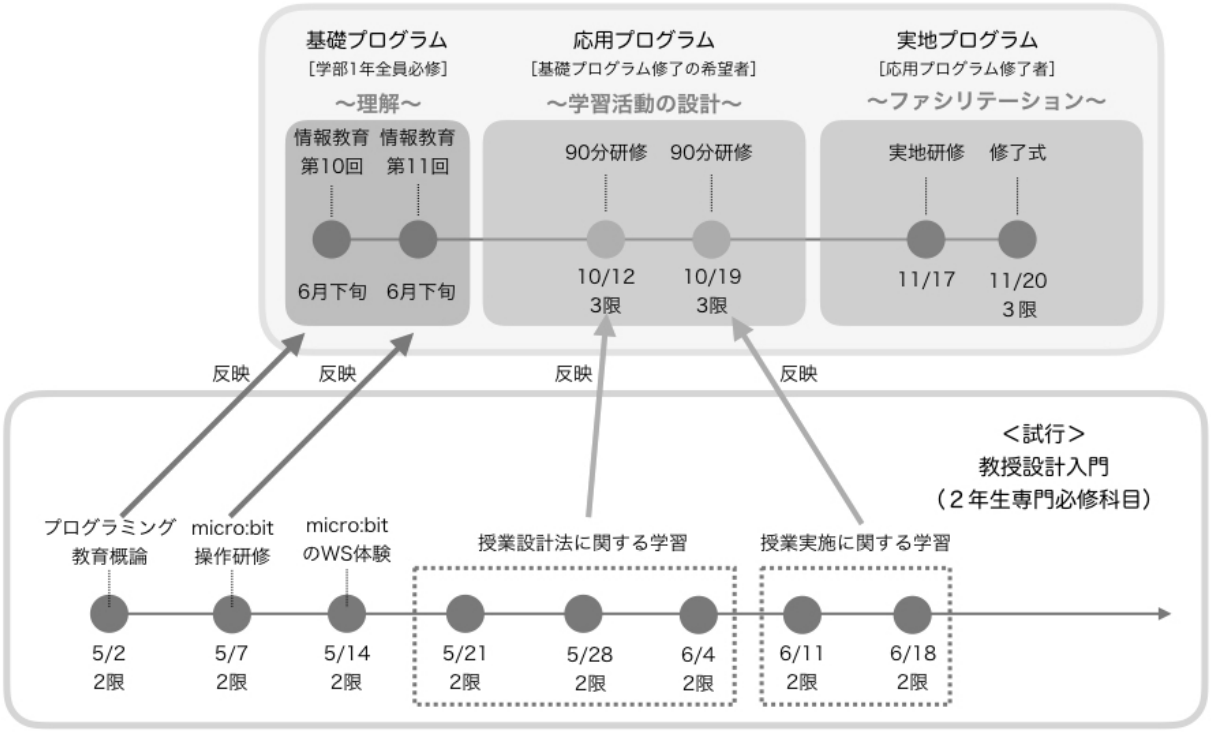


図 1 各プログラムとその開発方法

19 日（金）13:00～14:30 に行なった．本年度の受講者は 7 名であった．応用プログラムは，プログラミング教育を設計するために必要な最低限の知識やスキルを習得することを目的とし，受講生は 60 分のプログラム体験講座の設計をこのプログラムで行う．

2.3 実地プログラム

実地プログラムの目的は，応用プログラムで設計したプログラミング教育を実施するための知識やスキルを習得し、実際に小学生を対象とした実地研修をとおしてファシリテーション技術を身につけことである．2018 年度の実地研修の場は，岐阜市教育委員会主催の「ぎふサイエンスフェスティバル 2018」（11 月 17 日／岐阜市文化センター）とし，受講生が 2～3 名で企画したプログラミング講座（60 分）を 3 講座実施した．3 講座とも micro:bit を用いたプログラミング体験講座であり，micro:bit の LED をつかった課題を参加者に取り組ませた．講座ごとに参加者にアンケートを実施し，その結果をふまえて受講者にはリフレクションシートを記入してもらった．このリフレクションシートを用いて，11 月 20 日（火）13:00-14:30 に実地プログラムの 2 日目の反省会を行ない，各自の強みと今後の課題を確認し，これをもって全プログラムを修了とした．

3. おわりに

本研究では，教員養成学部において小学校プログラミング教育の担い手養成カリキュラムを開発した．

初年度は，2018 年 5 月上旬から 11 月下旬にかけて，カリキュラムの開発および実施を行なったため，2018 年度中に本カリキュラムの教育効果の検証までは行うことができなかった．今後の課題は，2019 年度の実践結果も含めて，本カリキュラムの教育効果の検証を行うことである．

謝辞

本研究は，岐阜大学教育学部附属学習協創開発研究センターの協創プロジェクト「プログラミング的思考を育成する学習活動の担い手づくり」の研究活動の 1 つとして行われたものである。

本研究を行うにあたり，カリキュラム開発および実施にあたって協力・支援をいただいた NPO 法人 CANVAS，日本マイクロソフト株式会社，岐阜市教育委員会の皆様，基礎プログラムの実践を担当した岐阜大学教育学部の小原光博氏，福岡大輔氏，舟越久敏氏に謝意を表します。

本研究の一部は，JSPS 科研費 JP25350326 の助成を受けている。

参考文献

(1) 文部科学省：“小学校学習指導要領（平成 29 年告示）”，http://www.mext.go.jp/a_menu/shotou/new-cs/1384661.htm（参照 2019.6.18）

(2) 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：“小学校段階におけるプログラミング教育の在り方について（議論の取りまとめ）”，http://www.mext.go.jp/b_menu/shingi/chousa/shotou/122/attach/1372525.htm（参照 2019.6.18）

「ものグラミング」から「ものグラミング 2」へ
～POSIX 中心主義に基づく IoT 開発方式の新しい展開～

From Monogramming to Monogramming2
- New development of IoT Development Method Based on POSIX Centricism –

大野浩之*1，松浦智之*2，森祥寛*1，
OHNO Hiroyuki*1, MATSUURA Tomoyuki*2, MORI Yoshihiro*1,
*1 金沢大学総合メディア基盤センター，*2 ユニバーサル・シェル・プログラミング研究所
*1 Informational Media Center, Kanazawa University *2 Universal Shell Programming Laboratory Ltd.
Email: mori4416@staff.kanazawa-u.ac.jp

あらまし：これまで我々が提案してきた「ものグラミング」は、ものづくりのためのプログラミング方式と当該方式を用いた実装環境であり、それを踏まえたものづくりと授業実践を行ってきた。そこで発見された課題と反省点から見直しをかけ、IoT 環境への適用も視野に「マイクロコントローラと POSIX コンピュータのそれぞれが担当する機能」の「選択と集中」を行い「ものグラミング 2」へ発展させた。本報ではこの説明と授業内容や教材について紹介する
キーワード：IoT，プログラミング教育，POSIX

1. 研究背景と POSIX 中心主義

「ものグラミング」は，もともとは趣味で電子工作を楽しむものづくり愛好家に，自分の作品とクラウド上のサービスを連携させるプログラムを「簡単」に「手早く」かつ「安全」に構成してもらうことを念頭に著者の大野が提案したプログラミング手法である(1).

一般論として．ソフトウェアは「①簡単かつ素早く開発できる」「②完成後も長期に渡って必要な性能を維持できる」「③開発後 10 年あるいは 20 年という長い時間が経過していても修正が必要になったら即座に修正できる」ことが望ましい．しかし，実際には時間の経過とともに，開発したソフトウェアを取り巻く OS やミドルウエアやアプリケーションの仕様や実装が変化するため，②や③の実現は容易ではない．このような状況の下，テキスト形式のデータ処理を行う分野で①から③を満たすことに成功したのが，著者の松浦が主導的に進めている「POSIX 中心主義」に基づくプログラミングである(2).「ものグラミング」は POSIX 中心主義の影響を強く受けながら生まれた．

そのため,「センサから得た情報を処理してクラウド上のサービスに送る」「クラウド上のサービスからの指示をアクチュエータに渡す」といった IoT 機器を使ってよく行う処理では，POSIX 中心主義の 3 要素「POSIX 準拠」「交換可能性の担保」「W3C 準拠」から極力逸脱しないようにしている．POSIX 中心主義に基づくプログラミングでは，POSIX の仕様から逸脱しないように書かれたシェルスクリプトを用いる.「ものグラミング」においてもこれに習い，例えばセンサからデータを受けるのであれば，データを受け取った直後からデータ処理は全て POSIX 中心主義に基づいて書かれたシェルスクリプトで行うし，何らかのデータをアクチュエータに送るのであれば，アクチュエータにデータを送る直前までは，POSIX の仕様から逸脱しないように書かれたシェルスクリプトに担当させる．こうすることで， IoT 機器を取り扱うプログラミングでも，これまで POSIX 中心主義で対応してきたデータ処理と同様の高い互換性と長い持続性が確保できる．これが「ものグラミング」の根底にある考え方である．

2. ものグラミング 2

「ものグラミング 2」の特徴は，ものづくりのためのプログラミングにおける「適材適所」と「選択と集中」を徹底したことである．このため，センサやアクチュエータを操作する際には，Arduino UNO のようなシンプルな組み込みマイコンを採用し，センサやアクチュエータの数だけ用意する．そして一つのマイコンにはセンサやアクチュエータのうちの一つだけを接続する．センサを担当することになったマイコンはセンサからの値を読んだらシリアルポート（主に USB 接続で与えられている）を介して POSIX 機にデータを送る作業だけを行う．アクチュエータを担当することになったマイコンは POSIX 機からデータを受け取ってアクチュエータを動かす作業のみを担当する．これを簡便に表わしたのが図

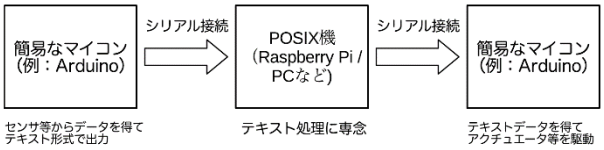


図 1 ものグラミング 2 における標準的な機器構成

1 である．なお，いずれの場合もマイコンと POSIX 機との通信はテキスト形式で行う．POSIX 機上での POSIX 中心主義に基づくデータ処理との親和性を確保するためである．そして，同じ POSIX 機に接続されたセンサやアクチュエータを互いに連携させたり，クラウドを介して他のネットワーク上の他の機材やサービスとも安全かつ確実に連携させるような高度な機能の実現には，POSIX 系 OS を搭載したコンピュータを活用し，マイコンには担当させない．POSIX 機上で用いるソフトウェアは，POSIX 標準コマンド群とこれらを活用する POSIX 中心主義に基づくシェルスクリプト，そして慎重に選んだ少数の新規コマンド類に限定する．「ものグラミング 2」では「適材適所」「選択と集中」を徹底させるため，仮にセンサが一つしかなくその値を読み取って液晶表示器に表示するだけであっても，単純構成のマイコン 2 台（センサ担当と液晶表示器担当）と POSIX 機 1 台の合計 3 台を投入することになる．センサの値を液晶表示機に表示するために 3 台のコンピュータを投入する方法は一見すると高コストに思えるが，高い柔軟性と安全性を確保できる．さらにこの方法は POSIX 中心主義に沿っているため，20 年以上先であっても動作し，容易に改修でき，安全性であることを担保できる．したがって，中長期的な視点で見れば無駄でも高コストでもなく，保守性に優れた性能価格比に優れた方法である．

3.　普及啓発～授業での実践演習～

2016 年度から 2018 年度まで、ものグラミングと POSIX 中心主義を題材として，大学コンソーシアム石川いしかわシティカレッジ提供科目として､「クラウド時代の「ものグラミング」概論」と「シェルスクリプト言語論」の 2 つの授業を開講してきた(3)。

2019 年度前期からは、ものグラミングからものグラミング 2 へと発展させる形で「ものグラミング概論」の授業内容、演習内容を再構築し、シェルスクリプト言語論とともに 2 つの授業を実践した。また，8 月末に前述の 2 つの授業をまとめて集中講義として「シェルスクリプトを用いた「ものグラミング」演習－POSIX 中心主義に基づく電子工作ー」を開講する。

これらの授業では、授業を履修する学生にはノートパソコンを準備してもらい、そのパソコンを使った演習にて、ものグラミング 2 とシェルスクリプトについて学んでいく。必要な IoT デバイスは、教員側で準備し，学生に授業期間中貸出している。また、シティカレッジ提供科目であることから、受講してくる学生の所属が、電子情報工学系の学生だけでなく、いろいろな属性をもっている。そのため前段の知識がそろいにくく、授業開始直後の数回は、パソコンの設定（Windows10 の場合は WSL の導入から、Ubuntu アプリのインストールと設定、kotoriotoko(4) を始めとするいくつかのコマンド群のインストールなど）や、GUI ではない CUI による操作方法、コマンドライン入力とは何か？　コマンド入力の方法などを説明しなくてはならない。そこで著者の森を中心に、これら前段の知識を e ラーニングなどで学習可能とする教材の作成を行い、授業開始時にできるだけ同じ状態で作業を始められるように整えたいと考えている。教材整備においては、YouTube 等に掲載できるような動画形式で作成することを検討しており，e ラーニングや反転学習用教材として使用するだけでなく，英語対応等も行い，国内だけでなく英語圏を中心に世界展開を目指したい。ただ、これらの前段の知識は､OS やシステムのアップデートに伴って、順次修正が必要となるため、どこまで対応するかを見極める必要がある。

4.　まとめと展開

「ものグラミング」の新しい方式となる「ものグラミング 2」についてその概要を述べつつ普及啓発活動について述べた．「ものグラミング 2」は，「適材適所」「選択と集中」の考え方により，マイコンにはマイコンにしかできない作業をさせ，一般性の高いデータ処理は POSIX 機上のシェルスクリプトで対応させる．これにより，POSIX 中心主義に則った高い互換性と長い持続性を IoT 機材のプログラミングにも導入できることが分かってきた。

また、著者の大野は、2018 年 5 月から 9 月までカナダ国ノバスコシア州立ダルハウジー大学にてサバティカル滞在中に、滞在先の研究室にて「ものグラミング 2」を実践し、学生にも指導を行った。他にもインド国ハイデラバード州のインド工科大学ハイデラバード校などでも実践しており、普及啓発に関する知見が溜まってきている。作成を進めている教材とあわせて、海外での展開も考えていきたい。

謝辞

本研究は，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) 大野，森，北口，中村，松浦，石山，當仲，“ものづくりのための「ものグラミング」と実践的教育環境の構築”，DICOMO2016，1335-1340, 2016-07.
(2) 松浦智之，大野浩之，當仲寛哲，“ソフトウェアの高い互換性と長い持続性を目指す POSIX 中心主義プログラミング”，デジタルプラクティス 8(4)，352-360，2017-10-15.
(3) 大学コンソーシアム石川いしかわシティカレッジ，⟨https://www.ucon-i.jp/newsite/city-college/index.html⟩（参照 2019-06-16）
(4) 秘密結社シェルショッカー日本支部，恐怖！ 小鳥男(オンライン)，入手先 ⟨https://github.com/ShellShoccar-jpn/kotoriotoko⟩（参照 2019-02-04）

可搬型端末を用いた大学のプログラミング教育
－スマートフォン用プログラミングアプリの試用－

Programming Education Using Mobile Devices in Higher Education
- Trial Use of Programming Apps for Smartphones in Classes -

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

あらまし: 大学の教養のプログラミング教育において，可搬型端末を自作デジタル教科書の閲覧用端末として用いている．学生の意識調査や成績データなどから可搬型端末の活用法として適当であると考えている．しかしながら，可搬型端末は以前に比べて“プログラミングの作成・実行が可能な環境”となってきている. そこで, 可搬型端末によるプログラミングをどのように授業に導入するかを検討することとし，２種類の授業を試行した．１つは一般教室の授業（PC の代わりにスマートフォンを用いる授業），もう１つは PC 教室の授業（宿題をスマートフォンで行う授業）である．授業終了後の学生アンケートの結果から，スマートフォンによるプログラミングはどちらの授業においても受け入れられたものと判断される．
キーワード: プログラミング教育，スマートフォン，高等教育，授業実践，タブレット，デジタル教科書

1. はじめに

筆者は，大学の教養のプログラミング教育において，可搬型端末（タブレット，スマートフォン）を自作デジタル教科書（ハンドアウト）の閲覧用端末として用いている．受講者への意識調査などから，可搬型端末，デジタル教科書は授業の満足度の向上に寄与しているものと判断される(1)．しかしながら，可搬型端末がプログラムの作成・実行環境として利用可能となってきた（そのようなアプリが充実してきた）ことから，可搬型端末によるプログラミングをどのように授業に導入するかを検討することとした．予備実験の段階ではあるが，2 種類の授業を試行した．1 つは一般教室の授業（PC の代わりにスマートフォンを用いる授業），もう 1 つは PC 教室の授業（宿題をスマートフォンで行う授業）である．言うまでもなく, 前者の授業に問題がないのであれば, コンピュータ教室から解放され, より多くの科目（専門科目を含む）にプログラミングを導入できる。後者の授業は，プログラミングへの基本姿勢への対応である．プログラミングとは，要求仕様を満たすまでプログラムの修正を繰り返す行為である．プログラミングの授業においては，復習（授業中にできなかったプログラムを最後まで完成させること）が重要である(2)．スマートフォンによるプログラミングが可能であれば，隙間時間にプログラミングを行うことができるなど，望ましい復習実行環境を授業に導入できる．ここでは．両授業に対する学生アンケートの結果を報告する．

2. 試行授業の概略

以下では，一般教室において PC の代わりにスマートフォンを用いる授業を「一般教室の授業」，授業中は PC 教室において PC を用い, 宿題をスマートフォンで行う授業を「PC 教室の授業」と呼ぶ．ここでは，これらの授業の概略を述べる．

2.1 試行 1：一般教室の授業

4 年制総合大学 A 大学において，プログラミングの基礎に関する以下の内容の全 7 回，1 回 100 分の講義・実習を一般教室を用いて行った．

第 1 回：ガイダンス　第 2 回：プログラムとは
第 3 回：順次構造　第 4 回：変数と演算
第 5 回：反復構造　第 6 回：分岐構造
第 7 回：総合演習

受講者は理系学部 X 学科 1 年生 72 名と文系学部の 2 年生以上 10 名である．開講は 2018 年度前期，本格的なプログラミング実習科目を受講するための事前学習という位置付けの授業である．プログラミング言語 Processing のプログラムの例示による上述の内容の講義であり，学生のノートテイキングを重視した授業である．スマートフォンによるプログラミングの課題は講義内容の理解を深めるためのものとして，授業中にのみ行わせた（宿題実施せず）．スマートフォンのプログラミングアプリについては，OS 毎に異なるアプリを使用した. 課題の提出については，LMS の（長文記述タイプの）課題機能を用いて，スマートフォン上で作成したソースコードを，記述欄にコピー&ペーストさせた．iOS，Android 以外のユーザおよび提出までの一連の操作がうまくできなかった学生には予め諸設定を行ったタブレット端末を貸し出した．

2.2 試行 2：PC 教室の授業

試行 1 終了後，前期後半 7 回において，PC 教室を

使った同じ内容の授業を行った．ただし，受講者は試行 1 と同一の理系学部の Y 学科の 1 年生 73 名と 2 年生以上 6 名である．学生の活動はワークシート（キーワードを空欄にした講義資料のプリント）への記入が中心である．これは，試行 1 におけるノートテイキングが大変不評であったため，変更せざるを得なかったためである．スマートフォンは，宿題においてのみ使用させ，授業中は PC 版 Processing を使用して課題を行わせた．スマートフォンのプログラミングアプリについては，iOS ユーザは試行 1 と同じアプリを用いた，Android ユーザは試行 1 のアプリが不評であったため，別のアプリを使用させた．課題の提出については，授業中は LMS の課題（ファイル提出）機能を使ってファイルを提出させ，宿題は施行 1 の方法，LMS の（長文記述タイプの）課題機能を用い，記述欄にコピー&ペーストさせた．なお，宿題には必ずスマートフォンを使用するように指示した．

3.　アンケートの結果

3.1 試行 1：一般教室の授業

授業終了後，無記名アンケートとして以下の質問を行い，肯定群，中立群，否定群の割合（5 件法としての各群の割合）を調査した．

質問 1：スマホ・タブレットを使ったプログラミングの授業は楽しかったですか．
質問 2：スマホ・タブレットを使ったプログラミングは授業内容の理解の助けとなりましたか．
質問 3：この授業を総合的に評価して，満足しましたか．

回答者は 74 人であり，そのうち 6 名は 2 年生（文系学生），残りは 1 年生（理系学生）である．タブレット利用者は 26 人（35%）である．楽しさ（質問 1）については 62%が肯定群である．授業の理解の助け（質問 2）については，57%が肯定群，授業の満足度（質問 3）は 54%が肯定群である．肯定群と中立群を合わせると，それぞれ，76%（質問 1），84%（質問 2），72%（質問 3）である．学生のコメントのいくつかを以下に記載する．

座学で勉強したことをスマホで実践できたので、理解の助けになってよかった／ネットを使っての提出は便利だった／スマホは使い慣れているので、やりやすかった／タッチパネルなので少々誤入力があり、少し難しかった／画面が小さいと打ち込みづらいと感じました．できれば PC の方でやればよかったなとは思いました．

3.2 試行 2：PC 教室の授業

授業終了後，質問 1～質問 3 と同様の質問（タブレット端末は使わないので除かれている）を無記名アンケート（5 件法）として行った．回答者は 69 人で，そのうち 4 名は 2 年生以上，残りは 1 年生である．楽しさ（質問 1）については，肯定群は 39%である．試行 1 の場合の肯定群 62%よりも大きく後退している．これは，スマートフォンによるプログラミングへの反応ではなく，宿題そのものへのアレルギー反応が顕在化したと考えている．授業の理解の助け（質問 2）については，試行 1 と同様の結果（57%）である．両質問に関して，肯定群と中立群を合わせると，それぞれ，71%（質問 1），83%（質問 2）である．授業の満足度（質問 3）については，試行 1 に比べ，否定群，中立群が減少し，肯定群が増えている（68%）．肯定群と中立群を合わせると 90%である．これは授業そのものが改善されていることに加え，授業中は PC，宿題はスマートフォンというスタイルが評価されたものと考えている．学生のコメントのいくつかを以下に記載する．

キーボードを叩くよりは携帯端末で入力したほうがお手軽で楽でした／PC だと苦手意識がある人でもスマホなどでやると空き時間ですぐできるので有用性は高いと思います／パソコンと違ってスマートフォンでプログラミングするのは大変／手軽にできるといった面では非常にいいが PC と違い間違いを見つけるのが大変だった／操作性という観点ではパソコンのほうが使いやすかった．

4.　まとめ

高等教育における可搬型端末の有効利用法を探る試みの中，スマートフォンによるプログラミングを取り入れたプログラミングの授業を試行した．授業終了後の学生アンケートの結果，以下の知見を得た．

[1]総合的に判断して，プログラミングの授業に，スマートフォンによるプログラミングを導入することへの一定の理解が得られたと考えられる．
[2]スマートフォンの利用場面の違いによらず，学生の 6 割弱が「スマートフォンによるプログラミング」は授業内容の理解に役立つと認識した．役立っていないと考える学生は 2 割弱であった．
[3]スマートフォンによるプログラミングを困難と捉える学生が一定割合存在するので，授業内外でデバイスの個人選択が可能な PC 教室の授業が適当である．

なお，[2]は学生の認識に過ぎない．試行の継続は許容されるとしても，本格運用のためには，「スマートフォンによるプログラミングが理解度（成績）を向上させ得るか」についての検討が必要である．これについての報告は，次の機会に譲る．

参考文献

(1) 岩﨑日出夫: “デジタル教科書を用いた授業に関する検討”，東海大学高等教育研究（北海道キャンパス），No.**16**，pp.23-34（2017）
(2) 武内亮・佐藤匡正: “プログラミング教育における合理的評価法”,情報処理学会研究報告情報学基礎（FI），93(2004-FI-076), pp. 153-159（2004）

シナリオ型教材作成のための Moodle レッスン用プラグインの改良

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

北川　周子[*1*2]，喜多　敏博[*1]
Noriko KITAGAWA[*1*2]，　Toshihiro KITA[*1]
[*1] 熊本大学 教授システム学研究センター
[*2] 株式会社エデュプレイ
[*1] Research Center for Instructional Systems,Kumamoto University
[*2] EduPlay Co.,Ltd.
Email: kitagawa@kumadai.jp

あらまし：本稿では，前回開発したプラグインの実証実験後に行ったアンケートに基いて，プラグインの改良を行った．本改良によりシナリオ型教材をさらに効率的に作成できる．
キーワード：シナリオ型教材，LMS，Moodle，教材開発，プラグイン

1　はじめに

シナリオ型教材とは現実的な問題解決場面で，必要な関連知識や技能を学べる教材である．山内らは，「シナリオ教材は理論的な知識を応用する機会を与えることや，実際の問題に対する生徒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だと考えられる．」(1) と報告している．

そこで，学生が自律的に学習できるシナリオ型教材を ICT 上で提供することとした．ICT の選定は高等教育機関で多く利用されており，オープンソースであるため機能拡張ができることを勘案し Moodle を採用した．

Moodle にはレッスンモジュール (2) と呼ばれる機能が搭載されており、シナリオ型教材の作成が可能である．レッスンモジュールは，HTML ベースで写真や図，動画等メディアを埋め込むことができるコンテンツページ，○/×問題，作文，多肢選択肢問題等の問題タイプが作成できる問題ページ（以下，総称してページと呼ぶ）がある．ページに設定したコンテンツや問題に選択肢を設定することにより，各選択肢に対して遷移先のページを設定することができる．シナリオ型教材を作成するには複数のページを作成する必要がある．しかし，複数のページ作成には煩雑な操作が伴い，非常に手間と時間がかかる．

そこで，シナリオ型教材作成のための Moodle レッスン用プラグインとテンプレートの開発を行った (2017) (3)
実証実験のアンケート結果として，新規作成ページの位置が不明確であるため，作成したページを探す時間がかかる，全体図を見やすく配置した後の場所の固定をしたいと意見を頂いた．この意見に基づき，今回プラグインの改良を行ったので報告する．

2　Moodle レッスンモジュール用プラグイン

前回開発した Moodle レッスンモジュール用プラグインは，先行研究である石井ら(2015)の研究(4)で開発された「statemachine for lesson」をベースに開発を行なった．開発した主な機能としては以下の通りである．

ページに設定した機能ボタンを図 1，新規開発機能一覧を図 2 で示す．

(1) コンテンツページ新規作成
レッスン全体図から機能ボタンをクリックすることで直接コンテンツページを作成できる．このことにより，次の遷移先のコンテンツページを迷うことなく作成することが可能である．

(2) 問題ページ新規作成
レッスン全体図から機能ボタンをクリックすることで問題ページを作成できる．このことにより，次の遷移先の問題ページを迷うことなく作成することが可能である．

(3) ページ削除
レッスン全体図から選択したページを機能ボタンをクリックすることにより削除できる．このとことにより，削除するページをレッスン内の複数のページから探す手間が省くことができる．

(4) 文言の修正
レッスン全体図から選択したページの修正を機能ボタンをクリックすることにより修正できる．このことにより，修正するページをレッスン内の複数のページから探す手間が省くことができる．

(5) テンプレート呼び出し
あらかじめ作成したレッスンを機能ボタンをクリックすることでテンプレートとして呼び出すことができる．

(6) 遷移先を保存
レッスン全体図のコネクタをドラッグすること

で遷移先を変更できる．変更した遷移先を保存することも可能となる．

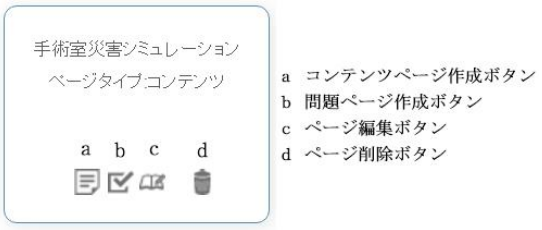


図 1 ページに設定した機能ボタン

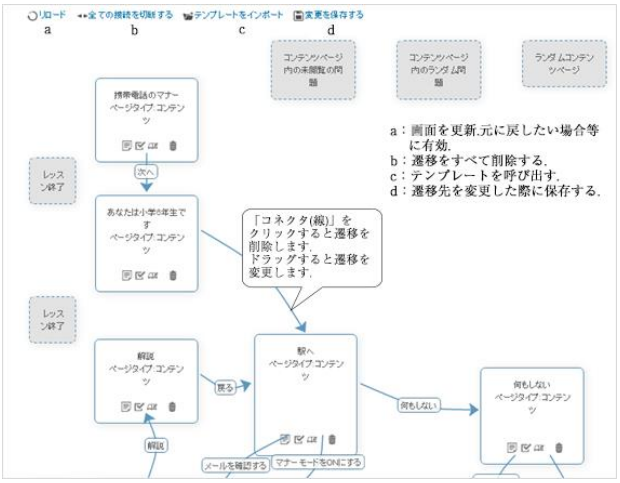


図 2 新規開発機能一覧

3　Moodle レッスンモジュール用プラグインの改良点

3.1 新規ページの識別

Moodle レッスンモジュール用プラグインは図 3 の通り，作成したレッスンの全体像を確認することができる．開発したプラグインを利用することにより，作成するシナリオ型教材の全体像を確認しながらコンテンツページ作成，問題ページ作成，ページ編集，ページ削除をすることができる機能ボタンも開発した(図 1)．各ページに機能ボタンを設定することにより，ページを編集，削除する際，Moodle レッスンの編集ページ上で探すことをせず，ダイレクトに編集や削除をしたいページにたどり着ける．だが，新たにページを作成した際，新規ページがどこに作成されたのか不明確なため，新規に作成したページを探す必要がある．作成したレッスンの多数のページから新規作成したページを探すことに時間を要してしまう．

これらを改善するため，作成した新規ページを即時に識別できるよう，新規作成したページに色をつける開発をおこなった．これにより，新規作成したページがひとめで分かるようになった．

3.2 全体遷移図の固定

開発した Moodle レッスンプラグインは，図 3 の通り作成したレッスンの全体像を確認することができる．また，各ページをドラッグすることにより，シナリオ型教材の全体像を見やすい場所にページを移動させることが可能である．しかし，作成したレッスンを終了すると，見やすく配置した全体像が配置前の画面に戻ってしまう．このため，再度配置をしなおす必要があった．また，作成したレッスンを開く度に再配置をする必要があるため，見やすく配置するのを諦めることがある．また，毎回見やすい位置に配置する場合は時間を要した．

各ユーザが見やすく配置したページを固定できるよう開発を行った．これにより，毎回見やすい場所に配置するという操作が必要なくなり，そのために要する時間も短縮できる．

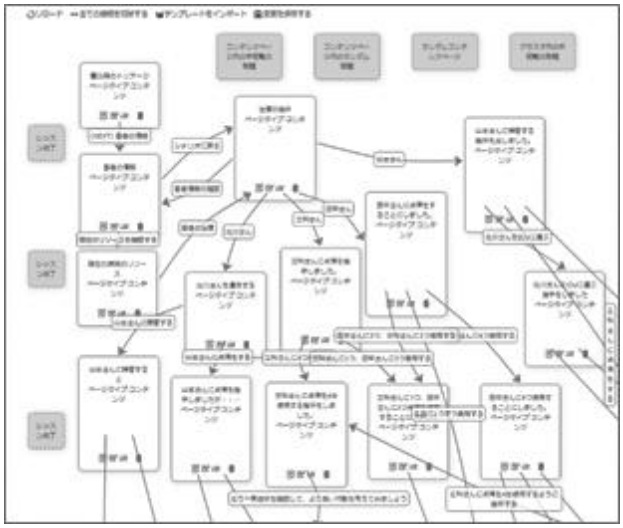


図 3 開発したプラグインの全体画面

4　まとめ

今回，ユーザがより使いやすく，直感的に操作できる Moodle レッスンモジュールのプラグインの改良を行った．本改良を行うことにより，シナリオ型教材をさらに効率的に作成できると考える．前回の被験者に再度使用して頂き，アンケートを取得する予定である．

参考文献

(1) 山内祐平ほか：”学習者の状況に対応したシナリオ型防災教育教材の開発．”日本教育工学会，第 29 回全国大会発表論文集，P3a-1-301-10
(2) moodledocs - Lesson module https://docs．moodle．org/29/en/Lesson_module
(3) 北川 周子，喜多 俊博，松葉 龍一，中野 裕司．”シナリオ型教材作成のための Moodle レッスンプラグインとテンプレートの開発．”教育システム情報学会　第 42 回全国大会発表論文集，I1-05
(4) 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

手描きでの範囲指定機能を備えた板書保存システム

A Board Document Content Recording System With Handwritten Area Specification

松田 智貴[*], 林 裕樹[*], 山田 昌尚[*], 土江田 織枝[*†]
Tomoki MATSUDA[*], Hiroki HAYASHI[*], Masanao YAMADA[*], Orie DOEDA[*†]

[*]釧路工業高等専門学校
[*]National Institute of Technology, Kushiro College
[†]Email: yoshida@kushiro-ct.ac.jp

あらまし：電子的機能を持たない通常の黒板やホワイトボードには，板書内容を保存する機能はない．そのため，一度消してしまうとその内容を再提示して授業などで利用することはできない．筆者らはホワイトボードでの板書の際に，板書内容を保存できるシステムの開発を行ってきた．それらのシステムは，保存範囲を指定することで板書内容を部分的にも保存することができるが，その範囲の指定はマウスで行っていたため使い難い面もあった．そこで本研究では，板書内容が書いてあるホワイトボード上に，任意の印を書くことで保存範囲の指定が行える方法を検討し実装したので報告する．
キーワード：授業補助システム，板書内容の保存，自動保存

1. はじめに

板書内容を保存し，後の授業で再提示して使用したいことがある．しかし，電子的機能を持たない通常の黒板やホワイトボードでは内容の保存は行えない．板書内容を保存できる機能を備えた機器として電子黒板があるが，板書に使用するのは不向きなものが多い．そこで，筆者らは電子的機能を持たない通常のホワイトボードで板書した際に，板書内容を保存し，それを再提示できるシステムの開発を進めている[(1)]．このシステムでは，板書内容の範囲を指定することで，その部分だけを保存することもできる．しかし，保存範囲の指定はマウス操作で行っていたため，ユーザはその操作の度にパソコン画面を見て行う必要があった．そこで本研究では，ホワイトボード用マーカーペン(以降，マーカーと呼ぶ)を使い，ホワイトボード上に印を描くだけで，保存したい範囲の指定が行えるシステムの開発を行った．なお，関連研究では，塚田らの研究においてホワイトボードに書いた内容の保存を実現しているが，保存範囲の指定にはマグネットを使っている[(2)]．本システムでは特別なものは使わずに，板書の際に使用するマーカーで保存範囲の指定を行えるようにした．

2. システムの概要

本システムは，ホワイトボードの全体が写る位置にカメラを設置するだけで使用できる．処理に使うパソコンは任意の場所に置くと良いが，ノートパソコンに内蔵したカメラを使う場合には，図 1 のようにホワイトボードの正面にノートパソコンを設置する．図 1 は，縦 87cm 横 367cm の大型のホワイトボードで使用している様子を示しているが，ホワイトボードから約 240cm 程度離れた位置にノートパソコンを設置している．



図 1　システムを使用中の様子

3. 保存範囲の指定

ホワイトボード上の板書内容で保存したい範囲の指定については，ユーザの負担を軽減し，なるべく容易に行える方法について検討を行った．

3.1 範囲の指定方法の検討

保存範囲を指定する方法として，まず，範囲を線で囲む(図 2 左側)方法を実装した．この方法では，保存範囲も明確となり使いやすいと思われたが，広い範囲を指定する際は，線を描くだけでも時間が掛かり，ユーザの大きな負担となることがわかった．また，この方法では，違う範囲を指定する際には，既に描いてある線の削除が必要となるため，削除する作業にも手間や時間を要した．そこで，図 2 の右側のように，範囲の上下左右の位置に印を書く方法を実装した．この方法では上述した，線で囲む方法

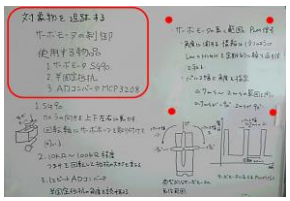


図 2　範囲の指定方法

と比較すると手間も少なく容易に行えた．しかし，範囲の指定に印を 4 つ描くのではなく，範囲の上側と下側の端が互いに対角となる位置に印を描くことで指定できると考え実装した．その結果，2 箇所の指定で範囲指定が行えるため，より使い易くなった．

本システムでは，範囲指定の印の認識には，色の情報を用いることで，印の形は特定せずに使用できるようにした．また，印の位置についても，範囲の上側と下側の端は，左右のどちらでも良い（図 3）．



図 3　印による保存範囲の指定

3.2 複数個の印がある場合の範囲の指定

印が 3 個以上ある場合には，それらの印を全て含んだ範囲を保存範囲とした．図 4 の青色の丸型は印を表し，緑色の枠線は保存範囲を表している．印を増やし，また，削除した時の保存範囲の変化を図 4 に示した．本システムでは，保存範囲の内側に位置する印については，必ずしも削除する必要はない．



図 4　印が複数個ある場合の範囲の指定

3.3 印の大きさ

検出できる印の大きさについて，ホワイトボードからカメラを 50cm 刻みで移動させて実験を行った．実験の結果，カメラからホワイトボードの距離が約 50cm の時には，約 1.0cm 程度の大きさの円の印は確実に検出できた．また，約 100～200cm の時には 2cm 程度で検出ができた．特にホワイトボードからカメラまでの距離が遠いほど，マーカーの色の濃さによって印の検出には差が生じた．

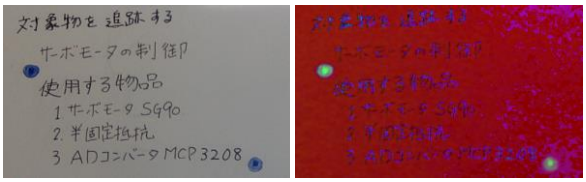
4.　保存範囲の決定

印の検出処理と印の位置の取得について説明する．

4.1 印の検出

本システムでは，印には「青色」のマーカーを使用することにした．板書画像から 3.3 節に示した大きさの青色の部分を検出することで保存範囲を確定している．次に印の検出の処理について説明する．

ホワイトボードの画面から青色の印を検出する方法には，カラー画像を色相，彩度，明度の成分に変換できる HSV 形式を用いた．ホワイトボード上に青色で 2 個の印を付けた状態が図 5(a)で，その画像を HSV 変換したものが図 5(b)となっている．



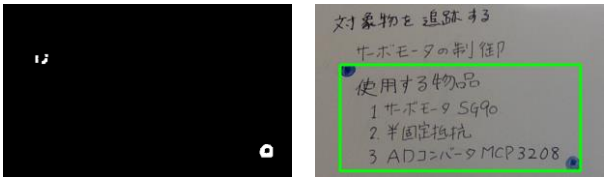
（a）範囲を指定した状態　　（b）HSV 変換の画像

図 5　印の検出

4.2 印の位置座標の取得

4. 1 節の処理の後に，二値化処理とノイズ処理によって，ある一定の大きさの白色の領域だけを残すことで印の部分を明確にした．図 6(a)の白色が印の部分であり，印の検出を確認できる．この画像から白色の部分の座標の値を取得し，その値を全て保存する．それらの値から 最も値の小さい x 軸の座標と，最も値の大きい y 軸の座標を求めることで，全ての印を含む範囲を確定できる．

パソコンのディスプレイには，図 6(b)に示すように，カメラからの画像に保存範囲を緑色の枠で囲んだ画像を表示するので，ユーザは保存範囲の確認を目視によりリアルタイムに確認できる．また，ファイルへの保存処理は自動で行われる．



（a）二値化処理の画像　　（b）保存範囲を緑枠で表示

図 6 保存範囲の取得と表示

5.　まとめ

保存したい範囲をホワイトボード上に印を書くことで指定し，その範囲だけを自動で保存が行えるようになった．印が 3 個以上存在する場合にも，その全ての印を含むように保存範囲を拡張できるように実装した．

参考文献

(1)　土江田織枝,林裕樹,山田昌尚,宮尾秀俊: “板書情報を再提示できる授業支援システム Badge の操作性の改善”,第 17 回情報科学技術フォーラム第 4 分冊,pp.287-288(2018).

(2)　塚田裕太，牛田啓太，鶴見智: “AR 白板 : 実空間情報のコピー&ペースト機能による拡張ホワイトボードの提案” ,情報処理学科シンポジウム論文集,2011 巻 3 号,pp.443-446(2011)

Web 調べ学習のための演習問題作成手法

Generating Problems for Web-based Investigative Learning

齊藤 玲[*1], 佐藤 禎紀[*2], 萩原 未来[*3], 太田 光一[*4], 柏原 昭博[*5]
Rei SAITO[*1], Yoshiki SATO[*2], Miki HAGIWARA[*3], Koichi OTA[*4], Akihiro KASHIHARA[*5]
[*1*2*3*5] 電気通信大学
[*1*2*3*5] The University of Electro-Communications
[*4] 北陸先端科学技術大学院大学
[*4] Japan Advanced Institute of Science and Technology
Email: rei.saito@uec.ac.jp

あらまし：Web 調べ学習では，学習者が Web リソースを自由に選択し，学習課題の関連項目を部分課題として展開(課題展開)するスキルが重要である．一般に認知スキルの獲得には学習者の能力に応じた演習問題が必要だが, Web 調べ学習では問題の解を一意に定義できないため演習問題の作成が困難であった．本稿では，LOD および Word2vec を用いて，課題展開の候補となるキーワードを選別して演習問題を作成する手法，およびその有効性を評価したケーススタディについて述べる．
キーワード：Web 調べ学習，LOD，適応的支援

1. はじめに

Web 調べ学習では, 学習者が Web リソースを自由に探索することで，与えられた初期課題に関して関連項目を網羅的かつ体系的に学び知識を構築することが重要となる．しかし，一般的なテキスト教材と異なり，学ぶべき項目や順序(学習シナリオ)があらかじめ定められていないため，学習者は知識構築と並行して，次に学ぶべき項目を課題の部分課題として展開(課題展開)する必要がある. そのため, 学習にかかる認知的な負荷は高い[(1)].

そこで筆者らは，Web 調べ学習のプロセスをモデル化し[(2)]，モデルに沿った支援ツールとして interactive Learning Scenario Builder(iLSB)を開発した. iLSB では, 学習者による知識構築や課題展開の足場を提供することで認知的負荷を軽減し，妥当な学習シナリオの作成を支援してきた.

一方，学習者の Web 調べ学習のスキル向上には，演習問題で繰り返し調べ学習を遂行することが不可欠である．演習問題では，あらかじめ解を準備し，解に対応する問題を作成することが一般的である．しかし, 学習者が主体的に学習を進める Web 調べ学習では，解を定義することが困難である.

そこで本研究では，Web 上の関連データをリンク付けして公開する仕組みである Linked Open Data (LOD)を用い，初期課題に関連するキーワードを課題展開の候補として取得し，それらのキーワード群を問題として学習者に提示する手法を提案する．また，提案手法による展開課題候補キーワード群の提示が，学習者に対して有効な足場形成として機能するか評価実験を行なった．その結果，展開課題候補キーワード群は Web 調べ学習初学者に対する妥当な演習問題になり得ることが確認された.

2. Web 調べ学習モデル

筆者らは，Web 調べ学習を次の 3 フェイズからなるプロセスとして捉え，Web 調べ学習モデルを提案した．学習者はこの 3 フェイズを新たに課題展開されなくなるまで繰り返し，最終的に学習シナリオを学習課題の木構造で作成することを想定している.

(1)Web リソース探索フェイズ

学習課題を表すキーワード(課題キーワード)を用いて，Web 空間から学習リソース群を収集する.

(2)Navigational Learning フェイズ

(1)で収集したリソースをナビゲーションし，学んだ項目の分節化や関連付けを行い知識の構築を行う.

(3)課題展開フェイズ

(2)で構築した知識から，初期課題を理解する上でさらに学ぶべき項目を選択し，部分課題として展開する.

3. 演習問題の作成手法

3.1 Linked Open Data (LOD)

LOD とは, Web 上の関連データをリンク付けして公開する仕組みである．本研究では日本語版 Wikipedia を LOD として表現した DBpedia Japanese を用いる．DBpedia Japanese のデータは主語，述語，目的語で構成される RDF 形式で表現され, クエリ言語の SPARQL を用いて取得することが可能である.

3.2 Word2vec

Word2vec とは, 大量の文章内の単語を入力として, 各単語の周辺語から各単語の特徴ベクトルを抽出するアルゴリズムである．本研究では，日本語版 Wikipedia の文章を mecab により単語に分解したものを入力とし, 各単語の特徴ベクトルの抽出を行う.

3.3 演習問題の枠組み

本研究では, LOD を用いて学習者が学習シナリオを作成するための部品として，初期課題の関連キーワードを展開課題候補キーワード群として取得し，

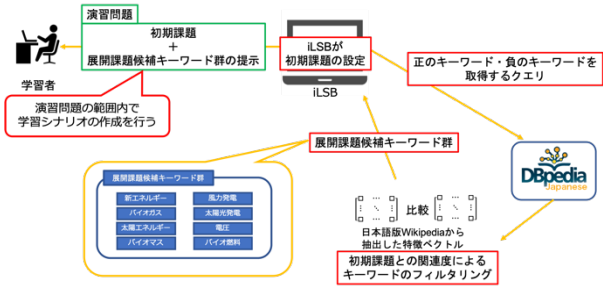


図 1 演習問題の枠組み

iLSB を用いた Web 調べ学習の演習問題とすることを提案する．展開課題候補キーワード群は初期課題と関連度の高い正のキーワードと初期課題との関連度の低い負のキーワードで構成し，適切な課題から課題展開する力と課題展開すべきでないキーワードを見極める力の向上を目指す．図 1 に演習問題の枠組みを示す．

問題作成では，初期課題を設定すると SPARQL クエリにより DBpedia Japanese から正のキーワードと負のキーワードをそれぞれ取得する．取得されたキーワードは Word2vec により抽出された特徴ベクトルにより初期課題との関連度を算出し，正のキーワード・負のキーワードを予め定められた数だけ選定する．それらを展開課題候補キーワード群として初期課題とともに学習者に演習問題として提示する．学習者は提示された展開課題候補キーワード群の中から主体的にキーワードを選択し，学習シナリオを作成し，望ましい学習シナリオを作成する能力の向上を目指す．また，正のキーワードや負のキーワードの数を変化させることで難易度調整を行い，学習者の習熟度に応じた演習問題の作成を目指す．

4. 評価実験

提案手法により作成された展開課題候補キーワード群の提示が，被験者に対して妥当な課題展開を促す足場形成として有効か評価するため，理工系大学生大学院 14 名に対して評価実験を行なった．初期課題は「再生可能エネルギー」と「食中毒」とし，被験者はそれぞれの初期課題に対して iLSB を用いた学習シナリオの作成を行なった．展開課題候補キーワード群は片方の初期課題のみに提示し，被験者には紙媒体のリストとして提示を行った．演習問題の有効性については，作成された学習シナリオを評価することで行った．具体的には，筆者ら 3 名がシナリオ内の各課題展開の妥当性について「妥当」，「妥当性が弱い」，「妥当でない」の 3 段階で評価した．また，展開課題候補キーワード群を提示しなかった際の妥当な課題展開の割合によって，被験者を上位群 6 名と下位群 8 名に群分けし，分析した．

図 2,3 に結果を示す．片側 t 検定を行なった結果，上位群では各評価に有意な増減は見られなかった．一方下位群では妥当な課題展開の割合が 0.1%水準で有意(t(14)=-4.39,p<.001)に増加し，妥当性が弱い課題展開は 1%水準で有意(t(14)=2.75,p<.01)に減少，妥

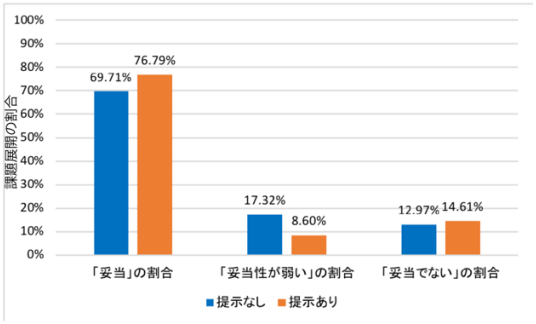


図 2 上位群の学習シナリオの評価結果

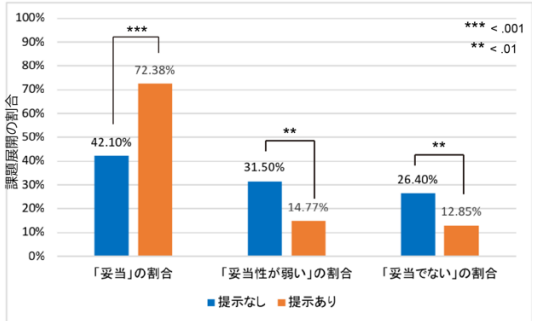


図 3 下位群の学習シナリオの評価結果

当でない課題展開の割合も 1%水準で有意(t(14)=2.72,p<.01)に減少した．以上から Web 調べ学習スキルが高くない学習者に対して展開課題候補キーワード群を提示することは妥当な課題展開を促進し，足場形成として有効であることが示された．

5. 結論

Web 調べ学習では学習者が主体的に学習シナリオを作成するため，解となる学習シナリオが一意に定義できないため演習問題を作成することが困難である．これに対し，LOD を用いて初期課題の関連キーワードを展開課題候補キーワード群として取得し，学習者に提示することで足場形成を行う手法を提案した．評価実験の結果，提案手法は Web 調べ学習スキルが低い学習者に対して妥当な課題展開を支援する足場形成として有効であることが示された．

今後の課題として，学習者の習熟度に応じて展開課題候補キーワード群の候補数や正負のキーワードの割合を変化させることで難易度の調整を行うことが挙げられる．

謝辞

本研究の一部は，JSPS 科研費 JP17H01992 の助成による．

参考文献

(1) 柏原昭博，坂本雅直，長谷川忍，豊田順一：ハイパー空間における主体的学習プロセスのリフレクション支援，人工知能学会論文誌，Vol.18，No.5，pp.245-256 (2003)

(2) Akihiro Kashihara, and Naoto Akiyama : Learning Scenario Creation for Promoting Investigative Learning on the Web, Journal of Information and System in Education, Vol.15, No.1, pp.62-72 (2017)

輝度値と形状情報を用いた膝軟骨の構造解析と医用画像読影教育支援システムの開発

Structure Analysis for Knee Joint Anatomical Region based on Intensity and Shape Features and Its Application for Medical Education System

○前元　菜摘[*1]，上原　由香里[*2]，秋山　祐輝[*2]，健山　智子[*2]，松本　慎平[*2]，青山　正人[*1]
Natsumi Maemoto [*1],Yukari Uehara[*2],Yuki Akiyama[*2],Tomoko Tateyama[*2] ,
Shinpei Matsumoto[*2], Masahito Aoyama[*1]
[*1] 広島市立大学情報科学研究科
[*1]Hiroshima City University,
[*2] 広島工業大学情報学部知的情報システム学科
[*2]Hiroshima Institute of Technology
Email:me69008@e.hiroshima-cu.ac.jp

あらまし：膝領域内に含まれる軟骨領域，十字靭帯，膝半月板領域は，MR 画像において輝度値情報が非常に類似していることから，その境界や領域の認識を客観的な特徴として理解するための臨床読影支援が求められる[1]．この支援の確立は専門医だけでなく，研修医や医学生の臨床教育においても重要な教育コンテンツとして応用が期待できる．本研究では，画像解析技術と膝領域の解剖学的特徴を用いて MR 画像からの膝軟骨領域の構造解析を検討する．さらに本研究では，この構造解析をふまえ，臨床教育支援への応用を目指す．
キーワード：臨床教育支援，膝軟骨領域の認識，確率アトラス，膝領域の構造解析

1.　はじめに

膝の屈伸は，我々の歩行や立ち座りにおける機能をもたらすなどの役割がある．膝領域の損傷により上記機能の低下などをもたらすことから，その早急な診断，観測が求められる．現状，膝領域損傷の観測として，膝領域の解剖学的特徴から，MR 画像を用いて臨床医による目視観測が主として行われる．しかし，MR 画像に撮像された膝領域，特に軟骨組織における十字靭帯と半月板領域は，その輝度値情報が非常に類似していることから，領域間の境界情報を目視で理解することは極めて難しいため，臨床医の経験と知識によってその判断のバリエーションが発生する可能性が極めて高くなる課題が挙げられる．この問題を解決する手法として，本研究では，画像解析と膝領域の解剖学的な特徴を踏まえ，計算機による膝軟骨領域における構造解析を目指す．この解析手法は，これまで臨床現場でも主に主観的な評価の下で行われていた判断を臨床的に統一された客観評価の指標を確立する手法として，期待できる．ゆえに，熟練の専門臨床医の知識と経験を導入した臨床支援として，若手の臨床教育支援にも展開が期待される．本研究では，はじめに画像解析と解剖学的特徴にもとづく膝領域の構造解析を行う．この構造解析をさらに臨床教育支援として応用する手法について，本稿で議論する．

2.　読影教育支援システム

膝領域に対する損傷観測は，臨床現場で主に MR 画像からの観測より行われる．膝領域は主に，骨，軟骨領域（十字靭帯，半月板領域），筋肉，腱より構成されており，本研究では今回，MR 画像から輝度値情報と位置が類似した特徴を持つ膝軟骨領域における解析に焦点をおく．

膝軟骨領域は，コラーゲン，水分の組織から構成されていることから，臨床医のこれまでの知識と経験より評価され，その診断におけるバラツキの低減が課題である．本研究では，この課題取り組みを臨床教育へ応用する計算機読影支援を目指す．この読影支援の構造を図 1 に示す．

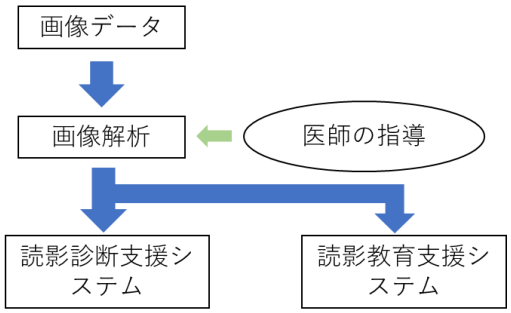


図 1：提案する読影システム

3.　画像解析による輝度値解析と解剖学的構造からの膝軟骨領域の構造解析

本研究では，医師の指導に基づき手動抽出した正常 23 症例（学習データ 22 症例，テストデータ 1 症例）の膝関節領域の MR 画像を利用する．この手動抽出結果から 1 症例について，膝軟骨領域内の半月板領域及び十字靭帯領域の輝度値のヒストグラムを 図 2 に示す．この結果から 半月板領域と比較すると，十字靭帯領域の輝度値平均が高いことがわかる．本研究では膝軟骨領域に対して式(1)に示す尤度

法を用いた解析を行う．

$$L(x,y,z)=\frac{1}{\sqrt{2\pi\sigma^2}}\exp\left\{\frac{-(I(x,y,z)-\mu)^2}{2\sigma^2}\right\} \quad (1)$$

μ：学習データの軟骨領域の輝度値平均
σ^2：学習データの軟骨領域の輝度値分散
I(x,y,z)：テストデータ I の座標(x,y,z)における輝度値

学習データ 23 症例の輝度値の平均・分散を利用し，セグメンテーションの対象となるテストデータ I の各ボクセル(x,y,z)における輝度値 I(x,y,z)から，尤度を計算し，尤度マップの作成した．尤度マップは各ボクセルの輝度値が膝領域にあたる確率を表す．この結果を利用し，任意のパラメータから自動抽出をした結果が図 3 になる．さらにこの結果を Dice 係数(式(2))による評価を行った結果を表 1(a)に示す．

$$DSC(\mathbf{A},\mathbf{B})=\frac{2|\mathbf{A}\cap\mathbf{B}|}{|\mathbf{A}|+|\mathbf{B}|} \quad (2)$$

A：手動セグメンテーション領域,
B：尤度マップに対するセグメンテーション領域

Dice 係数による評価はパターン認識で一般的に利用される評価方法で，ボクセルの情報がどれだけ，マッチングしているかという評価を行う．この結果から，過抽出が多く精度としては低いことが確認できる．よって，形状情報や位置情報を利用し更なる精度向上を目指す必要があると示唆された．

そこで，形状情報である確率アトラスの生成を行った．確率アトラスには式(3)を利用する．

$$P_n(x,y,z)=\frac{1}{n}\sum_i V_i(x,y,z) \quad (3)$$

n：症例数，V_i：各ボクセルの値

確率アトラスは，画素ごとに各臓器の存在確率を示したものである．本研究で利用するテストデータは左足であるため，左足の学習データ 14 症例から，確率アトラスを生成し，この結果の閾値 30%以上の部分と尤度情報から自動抽出したものを組み合わせて抽出した結果を図 4 に示す．この結果も先ほど同様に Dice 係数による評価を行った（表 1(b)）．このことから精度の向上は見られたが，十分であるとは言えないので，位置情報も利用した自動抽出を行うべきであることが示唆された．

表 1：Dice 係数

(a)輝度値情報からの自動抽出	半月板領域	0.141
	膝軟骨領域	0.142
(b)輝度値＋確率アトラスからの自動抽出	半月板領域	0.406
	膝軟骨領域	0.381

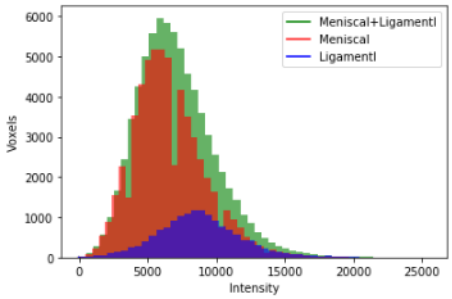
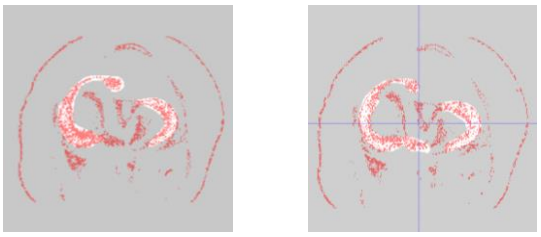
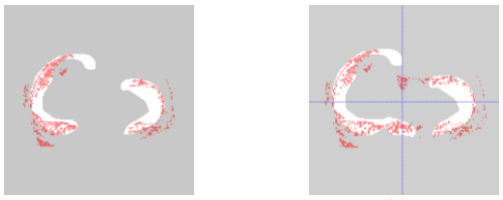


図2：任意の正常症例における膝軟骨領域（赤）
半月板領域（青），靭帯領域（緑）



(a) 半月板領域　(b) 膝軟骨領域
図 3：輝度値情報を利用した自動抽出
赤：自動抽出部分　白：手動抽出部分



(a) 半月板領域　(b) 膝軟骨領域
図 4：輝度値と確率アトラスを利用した自動抽出
赤：自動抽出部分　白：手動抽出部分

4.　まとめ

本研究では，臨床教育支援への応用を考えた膝半月板領域，膝軟骨領域において輝度値情報と確率アトラスによって構造解析を行った．この結果から半月板領域と膝軟骨領域をある程度まで絞り込むことに成功した．しかし，評価値としては未だ低いため，精度の向上を目指しつつ，若手の臨床教育支援へ応用を目指す．

5.　謝辞

本研究遂行において，膝関節領域の DICOM データの提供・議論提供を頂いた，霞クリニックの北村 直幸氏に謝意を示す．

参考文献

[1] 前元，健山他：輝度値ヒストグラムによる膝軟骨構造の解析と医用画像診断支援への応用，第23回日本知能情報ファジィ学会中国・四国支部大会講演論文集 PP39-40，2018

映像を用いた振り返り手法による批判的思考の志向性向上に関する検討

Adoption of Intentional Stance in Critical Thinking by Using Video Retrospection Techniques

平 直幹[*1], 北川 悠一[*2], 田中 孝治[*3], 堀 雅洋[*1]
Naoki TAIRA[*1], Yuichi KITAGAWA[*2], Koji TANAKA[*3], Masahiro HORI[*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 Science, Osaka Prefecture University
[*2] 関西大学大学院総合情報学研究科
[*2] Graduate School of Informatics, Kansai University
[*3] 金沢工業大学情報フロンティア学部
[*3] College of Informatics and Human Communication, Kanazawa Institute of Technology
Email: tairais1031boy@gmail.com

あらまし：高校・大学教育において批判的思考の育成が求められており，特定分野で専門性を高める前段階の高校生・大学生には，一般的な場面で批判的思考が実践できるように志向性・態度を高めていくことが必要と考えられる. 本研究では, 映像を用いた振り返り手法を合意形成のためのグループ討論に援用し，批判的思考の志向性向上について検討した結果を報告する.
キーワード：批判的思考，コンセンサスゲーム，振り返り，動画

1. はじめに

批判的思考は，論理的で偏りがなく，物事を多面的，客観的に捉えて，より良い判断を下すことができる思考であり，高校・大学教育において育成すべき学士力のうちのひとつとされている(1)．特定分野で専門性を高める前段階にある高校生・大学初年次生は, 専門分野での課題解決に実際に取り組む前に, 物事を多面的に捉えて対象に向き合う意義を理解し, 批判的思考への志向性･態度を醸成する必要がある.

批判的思考では，ある場面での自身の思考過程や行動を振り返ることによって，異なる観点から代替案の可能性を検討する内省的な思考が不可欠とされる(2)(3)．このことから，批判的思考の意義を理解するには，内省的思考を伴う振り返りを経験することが有効と考えられる．本研究では，複数の参加者が意見を交わしながら合意形成を目指すコンセンサスゲームを題材として，自身が参加した討論の様子を記録した映像を視聴することによって内省的思考を促す方式を提案し，志向性の向上に及ぼす影響について検証した.

2. コンセンサスゲーム

コンセンサスゲームは，与えられた状況設定のもと複数の参加者で議論を重ねて全員の合意を形成し，一つの結論を導くゲームである．本研究では，専門知識を前提とせずにグループ討論が可能な「砂漠で遭難したら」(4) というゲームを使用した．このゲームは,「7 月のある日，あなた達の乗った飛行機がアメリカ合衆国の南西部にある砂漠に不時着し…」で始まるシナリオを読み 12 種類の物品(「化粧用の鏡」「大きいビニールの雨具」「ガラス瓶に入っている食塩」など）について，生き残るために最も重要と思われるものから順番に，1 から 12 の順位を 5 分間でつける．その後，多数決やじゃんけんを行わないルールのもと，グループのメンバー全員で討論し，全員の合意のもと 1 から 12 の順位を 15 分間でつける.

3. 評価実験

コンセンサスゲームの様子を記録した映像を見て振り返ることによって，志向性・態度の向上に及ぼす影響についての検討した.

3.1 実験参加者

19 歳～22 歳の大学生 36 名（うち女性 17 名，平均年齢 21.3 歳）が協力した.

3.2 実験条件

振り返りを行う状況として，自身が参加したグループの討論映像を見る群（自分群），自分が参加していない他人が参加したグループの討論映像を見る群（他人群）を実験群として設定した．さらに，統制群として討論映像を見ない群（映像なし群）の計 3 条件を設定し，12 名ずつ割り当てた.

3.3 実験手順

3 条件とも最初にコンセンサスゲームでグループ討論を行ってもらった．ゲーム終了後，事前アンケートで志向性・態度に関する 9 要因（55 項目）(1)の質問（人間多様性理解 11 項目，他者に対する真正性 3 項目，論理的な理解 4 項目，柔軟性 6 項目，脱直感 3 項目，探究心 9 項目，証拠の重視 6 項目，不偏性 7 項目，脱軽心 6 項目）に 7 段階（1 : 全くあてはまらない～7 : 非常にあてはまる）で回答するよう求めた.

その後，自分群と他人群はコンセンサスゲームの討論映像を見ながら，映像なし群は映像を見ずに振り返りに取り組むように求めた．その際，内省的思

表 1 批判的思考の志向性・態度 9 要因に関するアンケートの結果

要因	自分群			他人群			映像なし群		
	事前	事後	有意差	事前	事後	有意差	事前	事後	有意差
人間多様性理解（11）	5.78	6.06	*n.s.*	5.65	5.89	*n.s.*	5.54	5.66	*n.s.*
他者に対する真正性（3）	5.17	5.92	**	4.89	5.22	*n.s.*	4.97	5.17	*n.s.*
論理的な理解（4）	5.05	5.58	*	4.93	5.30	*n.s.*	4.87	4.88	*n.s.*
柔軟性（6）	5.64	5.64	*n.s.*	5.76	5.96	*n.s.*	5.39	5.31	*n.s.*
脱直感（3）	5.69	5.94	*n.s.*	4.94	5.42	**	5.25	4.94	*n.s.*
探究心（9）	5.19	5.68	**	5.18	5.38	*n.s.*	5.22	5.31	*n.s.*
証拠の重視（6）	5.17	5.81	**	4.72	5.13	*n.s.*	5.08	5.10	*n.s.*
不偏性（7）	4.44	5.35	*	5.05	5.65	**	5.01	5.42	*
脱軽心（6）	4.96	5.29	*	4.60	5.10	*n.s.*	4.38	4.93	*

要因名に付記された数字は質問項目数を表す．　**：$p < .01$, *: $p < .05$，*n.s.*: 非有意

考を促すために，思考過程や発言を具体的に記述することを求めた．最後に，事後アンケートとして，事前アンケートと同様の志向性･態度に関する 55 項目の質問項目に加えて，コンセンサスゲーム中の取り組みを問う事後設問（4 項目）として“どれくらい積極的に自分の意見を言えたか”（積極性）を 7 段階（1：全く言えなかった〜7：非常に言えた），“どれくらい意見を聞いてもらえたか”（受容度）を 7 段階（1：全く聞いてくれなかった〜7：非常に聞いてくれた），“討論中の自分にアドバイスをしたいと思ったか”（助言志向），“振り返りを通して今後の取り組み方を変えていきたいと思ったか”（行動変容）に 7 段階（1：全く思わない〜7：非常に思う）で回答するよう求めた．

4. 結果と考察

志向性・態度に関する 9 要因のアンケート結果を表 1 に示す．振り返り方法の違いが志向性・態度に及ぼす影響を検討するために，実験条件別に各要因の事前／事後の平均評定値について，Wilcoxon の符号付き順位検定を適用した．その結果，映像なし群では「不偏性」「脱軽心」，他人群では「脱直感」「不偏性」にそれぞれ有意差がみられた．また，自分群では「不偏性」「脱軽心」「他者に対する真正性」「論理的な理解」「探究心」「証拠の重視」の計 6 要因で有意差がみられ，他の条件に比べてより多くの要因で志向性・態度の向上が確認された．

事後アンケートの追加設問「積極性」「受容度」「助言志向」「行動変容」への回答結果を表 2 に示す．各追加設問について平均評定値を条件間で比較したところ，「助言志向」（“討論中の自分にアドバイスをしたいと思ったか”）において，自分群（6.33）と映像なし群（6.00），他人群（4.27）と映像なし群の間で有意差がみられた．このことから，自分群および他人群では，視聴した討論映像を通して，自己／他者の思考過程や発言を目の当たりにすることによって，その状況での課題と対応について第三者の視点から

表 2 追加された事後設問への回答結果

	(a) 自分群	(b) 他人群	(c) 映像なし群	有意差
積極性	5.42	5.25	5.08	*n.s.*
受容度	6.17	6.17	5.58	*n.s.*
助言志向	6.33	6.00	4.67	(a-c): ** (b-c): *
行動変容	5.67	5.08	4.67	*n.s.*

**：$p < .01$, *: $p < .05$，*n. s.*: 非有意

思索できたと考えられる．このことは，自分群について言えば，自身の振舞いを客観的に振り返ること（内省的思考）を意味する．さらに，自分群では志向性・態度 9 要因のうち 6 要因で事後の評定値が有意に高かったこと（表 1 参照）と合わせて，自分が参加したグループの討論映像を用いて振り返りを行う方式は志向性・態度の向上に寄与する可能性があると考えられる．

参考文献

(1) 楠見孝，道田泰司：“批判的思考と市民リテラシー：教育，メディア，社会を変える 21 世紀型スキル”，誠信書房（2016）
(2) Kuhn: “A Developmental Model of Critical Thinking”, Edcational Reasercher, Vol.28, No.2（1999）
(3) Baird, Fenshan, Gunstone, White: “The Importance of Reflention in Improving Science Teaching and Learning” Journal of Research in Science Teaching. Vol.28, No.2（1991）
(4) 小林昭文：“すぐ使える！ワークシートでコミュニケーション教育「主体的・対話的で深い学び」の基礎をつくる”，ほんの森出版（2018）

数学証明学習のための原文対論理構造図対応付インタフェース

Web-based Application Assisting Study of Mathematical Proof with Correspondence between Original Proof and Its Diagram

田中 孝治[*1], 宮崎 佳典[*2]
Koji TANAKA[*1], Yoshinori MIYAZAKI[*2]
[*1] 静岡大学大学院 総合科学技術研究科
[*1]Graduate School of Integrated Science and Technology, Shizuoka University
[*2] 静岡大学学術院 情報学領域
[*2] College of Informatics, Shizuoka University
Email: tanaka.koji.16@shizuoka.ac.jp

あらまし：本研究では数学証明の学習を促進するための Web アプリケーション開発を行っている．先行研究では，自然言語で記述された数学証明原文の論理構造をフローチャート様の論理構造図で表現するための規則及び作図ツールが開発された．今回は，論理構造図による理解を原文による理解へ転移させることを志向し，原文と論理構造図で表現した証明に含まれる各命題同士を対応付けて提示するためのインタフェースを開発，効果を検証する．
キーワード：e-ラーニング，数学教育，論理構造，GUI アプリケーション

1. はじめに

学校数学における証明の学習に困難を抱える学習者は多い．平成 30 年度の全国学力・学習状況調査報告書(1)では，問題の条件を変更・追加した時に証明の過程や結果がどう変化するのかを正しく理解し，記述する能力の必要性について触れられている．これに対し，先行研究では証明の過程，すなわち論理構造への理解を補助するために，自然言語で記述された証明の論理構造を図式化する体系が提案され(2)，その有用性が実験によって確認された．

本研究では(2)の体系に従って証明を図式化し，提示するための Web アプリケーション開発を進めている．(3)では教員が GUI 上で教材作成を行うためのオーサリングツールが開発され，実験によりその利便性が確認された．本発表では，証明を図式化したもの（以下，論理構造図とする）による理解を自然言語で記述された証明（以下，原文とする）による理解へ転移させることを志向した機能開発を行う．そこで，今回は Google 翻訳(4)のインタフェースや，川村(5)の辞書ツールに見られるような原文と翻訳・解説を単語や小節の単位で対比できる機能を参考に，論理構造図と原文を並べて提示し，内包される命題同士の対応関係を明示するための機能及び学習者向けビューワー用のインタフェースを開発する．さらに，その効果を検証するための実験も実施する．

2. 証明図式化体系の概要

ここでは，(2)による証明図式化体系について説明する．体系において，証明中の各命題は矩形に囲まれて示され，証明の構造は矩形同士を線分で結び，上から下への命題の列を作ることで表現する．線分は推論を意味し，線分にラベル付けを行うことで，推論の根拠を記述することができる．ある命題のすぐ上に結ばれている命題を前提，すぐ下に結ばれている命題を帰結と呼ぶ．

この体系では前提となる命題群がすべて真であるときに，帰結となる命題が真となる関係にある．これにより，複数の前提から 1 つの帰結を導く構造や，1 つの前提から複数の帰結を導く構造を表現する．この体系に従って，「自然数a, b, cがすべて奇数であるとき，$a^2 + b^2 = c^2$は成り立たない」という証明を図式化すると図 1 のようになる．図中の点線で囲んだ部分は推論根拠をラベル付けしたものである．

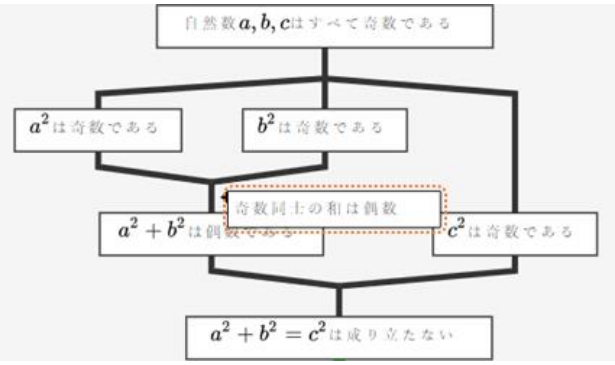


図 1 図式化した証明の例

3. 原文対論理構造図対応付インタフェース

今回開発した，原文と論理構造図を並べて提示し，含まれる命題同士の対応関係を明示する機能およびインタフェースについて本節で説明する．この「対応関係の明示」とは，原文と論理構造図の双方に共通して存在する命題について，一方を指定することで，もう一方もハイライトすることを意味する．

3.1 対応付け表示機能

学習者が提示された原文と論理構造図の各命題が持つ対応関係を明示的に参照するための機能について説明する．図 2 は図 1 の論理構造図とその原文と

が並べて提示されている画面である．左ペインが原文を提示する原文エリア，右ペインが論理構造図を提示する論理構造図エリアである．同画面上にて対応付けされている命題にマウスオーバーすると，図 2 中の命題「a^2+b^2は偶数」のように，原文と論理構造図の当該命題がオレンジ色にハイライトされる．

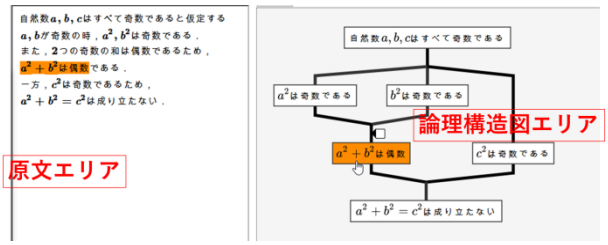


図 2 原文と論理構造図の提示画面

3.2 対応付け設定機能

ここでは，教員が教材作成を行う段階において，原文と論理構造図を対応付けるための機能について説明する．対応付けは図 3 に示すような手順によって，原文から論理構造図に向けて命題ごとに行う．まず，原文エリアの原文に対し矩形選択を行う（図 3 の①）．続いて選択した箇所をドラッグし，論理構造図エリア上にドロップする（図 3 の②）ことで，対応付けされた命題矩形が作成される（図 3 の③）．

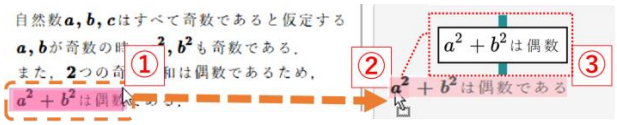


図 3 原文との対応関係を持つ命題の作成手順

3.3 学習者向けインタフェース

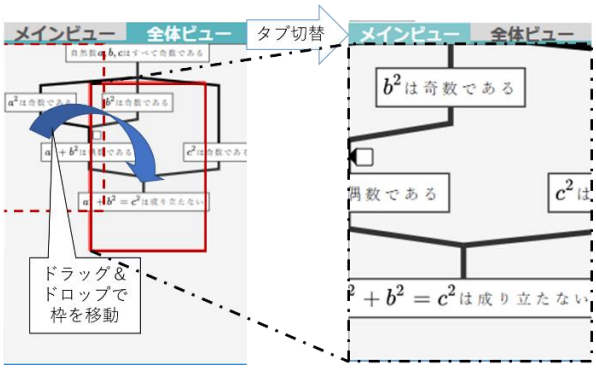


図 4 論理構造図表示用インタフェース

3.1 節で示した機能を利用した学習を促すために開発したインタフェースについて説明する．論理構造図エリアの表示には，論理構造図の一部分を大きく表示する「メインビュー」(図 4 右図)と論理構造図全体を一画面に収める「全体ビュー」(図 4 左図)の 2 種類が存在し，論理構造図エリア上部のタブをクリックすることによって，それらを切り替えることができる．全体ビュー上には，メインビュー上での表示範囲を表す赤枠が存在しており，赤枠をドラッグ＆ドロップで移動させることにより，メインビュー上での表示範囲の変更が可能である．

4. 実験

開発した原文と論理構造図の対応付け表示機能によって，学習者がその対応関係を意識，活用した学習ができるかを検証するために比較実験を実施する．実験では，原文対論理構造図対応付インタフェースをもつビューワーに対し，図中のすべての命題が原文上のどこかと対応付けられている論理構造図を提示した状態で，証明の論理構造に関する問題へ解答させる．某大学の 1 年次用数学基礎科目（2019 年度）を履修する学生を A, B 群に二分し，実験冒頭で(2)の体系およびビューワーについて説明し，例題を用いて解答手順および操作方法の確認を行ったのち，問題 1,2 の順で解答させる．各群とも，うち 1 問は対応付け表示機能を使用可能（そしてもう 1 問は不可能）とし，その設定をクロスさせることで問題間の難易度の差などを吸収させるよう努めている．

両問題とも，ある命題の前提などを問う多肢選択問題と原文上に記述された「与式」などの内容を命題群から選択する問題を出題する．本実験は実験協力者各人の PC および Web ブラウザを用いて行い，解答内容，解答時間及び，命題へのマウスオーバーなど，解答中のアプリケーション使用ログを収集するとともに，事後アンケートを行う．本実験の結果ならびに分析については，発表当日に詳述する．

5. まとめ

本稿では，(3)で開発された数学証明学習支援のためのアプリケーションに対し，学習者へ向けて新たに追加した原文対論理構造図対応付け機能およびインタフェースについて述べた．今後は，実験で得られた意見等をもとにユーザビリティの改善を行うとともに，論理構造図自体を用いた論理構造への理解や，それを原文へ転移させることをより一層支援する方法について検討してゆく所存である．

参考文献

(1) 国立教育政策研究所:“平成 30 年度　全国学力・学習状況調査　報告書　【中学校／数学】”，(2018)
(2) 渡部孝幸, 宮崎佳典, 林佳樹: “導出規則に着目した証明視覚化・式変形支援システムの提案”，京都大学数理解析研究所講究録, 第 1865 巻, pp.137-145 (2013)
(3) 田中孝治, 宮崎佳典: “数学教育における証明学習のための論理構造図式化 GUI アプリケーション”，日本 e-Learning 学会誌, 第 18 号, pp.7-18 (2018)
(4) Google: “google 翻訳”, https://translate.google.co.jp/
(5) 川村よし子: “初級中級日本語学習者用の辞書ツールの開発”，第 7 回ヨーロッパ日本語教育シンポジウム (2002)

英語エッセイライティングのためのラベル付きクラスタ図作成ツールの操作性に関する評価

An Evaluation on the Operability of a Support Tool of Drawing Labeled Cluster Diagrams for English Essay Writing

池村 政俊[*1], 呉屋 拓真[*2], 國近 秀信[*3]
Masatoshi IKEMURA[*1], Takuma GOYA[*2], Hidenobu KUNICHIKA[*3]
[*1] 九州工業大学大学院情報工学府情報創成工学専攻
[*1]Department of Creative Informatics, Kyusyu Institute of Technology
[*2] 九州工業大学情報工学部知能情報工学科
[*2]Department of Artificial Intelligence, Kyusyu Institute of Technology
[*3] 九州工業大学大学院情報工学研究院
[*3]Faculty of Computer Science and Systems Engineering, Kyushu Institute of Technology
Email: m.ikemura@minnie.ai.kyutech.ac.jp

あらまし: 英語エッセイライティングの最初の過程として，エッセイに記述したい内容に相当するアイデアを収集・整理する過程がある．我々は，英語の論理展開法に関する知識が十分ではない初学者を対象とし，アイデアの収集・整理としてラベル付きクラスタ図を作成する過程を支援するラベル付きクラスタ図作成ツールを実現した．本発表では，本ツールの実現と操作性に関する評価について報告する．
キーワード: 英語学習支援，エッセイライティング，アイデア整理，ブレーンストーミング

1. はじめに

説得力のある英語エッセイを記述するためのエッセイライティングの最初の過程として，エッセイに書きたい内容に相当するアイデアを収集・整理する過程がある．その際には，英語の論理展開法を意識しながら，エッセイの構造に適した関係性を持つ十分な量のアイデアを収集・整理する必要がある(1)．アイデア収集・整理のための手法としてクラスタ図を作成する手法があり，広く利用されているXMind(3)や Visio(4)等のツールでも同様の図が作成可能である．しかしこれらのツールは，英語の論理展開法に基づく支援は行わないため，論理展開法に関する知識が十分ではない英語初学者が利用する場合，エッセイライティングでの利用は難しい．そこで我々は，英語初学者を対象とし，エッセイライティングに適したアイデア整理支援システムの実現を目的としている．本論文では，アイデア収集・整理に用いるラベル付きクラスタ図作成ツールの操作性に焦点をあて，本ツールの実現とその評価について述べる．

2. アイデア整理支援

クラスタ図を用いてアイデアを収集・整理する際には，エッセイのトピックに関するアイデアを書き出すとともに，関係のあるアイデア同士を線で結ぶ．しかしクラスタ図では，アイデアとアイデア間の関係の有無のみしか明記されないため，その後のアイデア選択やアウトライン作成時に，再度アイデアの関係・役割を思い出す必要があり，ユーザの負担となる．この問題の解決のために，本研究では，アイデア間の関係・役割をラベルとして明記するラベル付きクラスタ図(2)を用いる．

ラベル付きクラスタ図を作成する際には，設定したトピックに関するキーワードなどを思いつく限り書き出し，整理する必要がある．本研究では，より多くのアイデアの収集を可能にするために，ユーザの思考を妨げないようスムーズにラベル付きクラスタ図を作成できる環境をユーザへ提示する．

3. アイデア整理支援システム

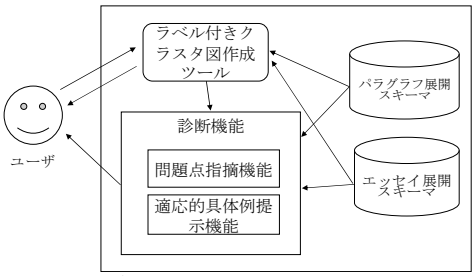


図 1 アイデア整理支援システムの概要

図 1 に本システムの概要を示す．本システムは，ラベル付きクラスタ図作成ツール，診断機能，パラグラフ／エッセイ展開スキーマ(2)から構成される．ユーザは，ラベル付きクラスタ図作成ツールを用いて，ラベル付きクラスタ図を作成する．その後本システムの診断機能が，パラグラフ／エッセイ展開スキーマを基に，ユーザが作成したクラスタ図を診断して必要に応じて修正案を提供し，正しい論理展開法に則ったクラスタ図を作成できるように支援する．

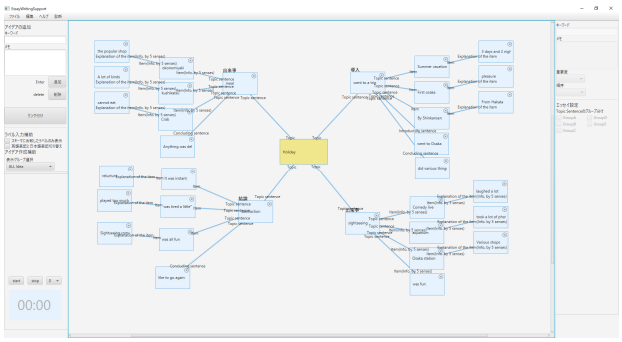


図 3 ラベル付きクラスタ図作成ツールの画面例

ラベル付きクラスタ図作成ツールの画面例を図 3 に示す．以下，ユーザの思考を妨げないよう操作性に配慮した主な機能を列挙する．

(1) キーボード操作による作図機能

マウスとキーボードとの行き来を減少させるため，ラベル付きクラスタ図の作成に必要な基本的な作図操作をキーボードのみで行うことができるようにした．具体的には，ノード生成，子ノード生成とリンク付け，兄弟ノード生成とリンク付け，ノード削除，アイデア編集，ノードの選択状態の移動，UNDO・REDO，選択ノード以下の部分木の移動，画面拡大縮小が可能である．

(2) ラベル付け機能

関連付けられたアイデア間に対し，その関係／役割をラベルとして明示するための機能である．英語初学者であるユーザに自由にラベルを入力させた場合，エッセイライティングに適さないラベル付けや，語句のゆらぎが生じる可能性がある．そこで本システムでは，パラグラフ／エッセイ展開スキーマの構成要素の名称をラベルの選択肢としてユーザへ提示し，選択させる．本機能により，ラベルの入力作業の軽減も可能となる．

(3) アイデア並べ替え機能

ラベル付きクラスタ図全体を俯瞰できるようにすることで，エッセイの構成の把握を容易にする機能である．並べ替えは，ユーザが作成したラベル付きクラスタ図内の情報を考慮して行う．

4. 評価

ラベル付きクラスタ図作成ツールの操作性の評価として，XMind および Visio との比較を行った．具体的には，基本的な操作にかかるステップ数，および，ラベル付きクラスタ図の作成にかかる時間を比較した．

4.1 基本操作のステップ数

ラベル付きクラスタ図の作成にかかる作業量が操作性に大きく影響すると考え，基本的な操作にかかるステップ数を確認した．本調査では，マウスクリックおよびキータイプを 1 ステップとしてカウントした．

結果を表 1 に示す．この結果より，本システムは他のツールと同程度のステップ数で作業可能であることがわかる．なお本調査では，キータイプを 1 ステップとしてカウントしたためラベル付け作業が同程度となっているが，実際には記入式の場合に多くのキータイプが必要となるため，ラベルの数に依存して作業量が増すと考えられる．

表 1 各基本操作のステップ数

作図操作	本ツール	Visio	XMind
アイデア生成	1	1	2
アイデア削除	1	2	2
子アイデア生成	2	2	3
アイデア編集	2	2	2
ラベル付け	3（選択式）	2（記入式）	2（記入式）

4.2 ラベル付きクラスタ図の作成時間

操作性を表す一つの指標として時間に着目し，図 3 のような同一のラベル付きクラスタ図（アイデア数 33，リンク数 33，ラベル数 66）の作成にかかる時間を比較した．被験者は，本学学部生および大学院生 12 名である．

表 2 に，ラベル付きクラスタ図の作成にかかった時間の平均と標準偏差を示す．表 2 の結果について，多重比較法により有意差を確認した結果，有意水準 5%で，本ツールが汎用のツールに対して，短時間で図を作成できたことがわかった．有意差を得られた理由の一つとして，本ツールのラベル付けが選択式であることが挙げられる．

表 2 各ツールによる作成時間

	本ツール[s]	XMind[s]	Visio[s]
平均	1013.8	1242.4	1339.8
標準偏差	145.0	305.7	207.9

5. おわりに

本論文では，ラベル付きクラスタ図作成ツールの操作性の評価について述べた．ステップ数の調査では他のツールと同程度であることが確認でき，作成時間の調査では本ツールを用いることでより短い時間で作図可能であることが確認された．以上より，エッセイライティングにおけるアイデア収集・整理過程において，本ツールの操作性に関する優位性を確認することができたと考えられる．今後は，3 章で述べた診断機能について評価を行う予定である．

参考文献

(1) 門田修平:“決定版 英語エッセイ・ライティング”，コスモピア株式会社 (2006)
(2) H.Kunichika, C.Miyazaki, and A.Takeuchi, ”An Intelligent Partner for Organizing a Paragraph,” Proc. of AIED 2009, pp.549~556 (2009)
(3) XMind Ltd, XMind 8, ” http://jp.xmind.net” (2018)
(4) Microsoft, Visio 2016, ” https://products.office.com/ja-jp/visio/flowchart-software” (2018)

競技向けゲーム練習支援のためのプレイログ収集方法の検討

A Consideration of Play Log Gathering Method for Supporting Esports Practice

河邉 倫 Rin Kawabe　三好 康夫 Yasuo Miyoshi　岡本 竜 Ryo Okamoto

高知大学大学院総合人間自然科学研究科理学専攻応用理学コース情報科学分野
Course of Information Science, Department of Applied Science, Faculty of Science, Kochi University

Email: {rikawabe, miyoshi, ryooka}@is.kochi-u.ac.jp

あらまし：近年の esports 産業は急速な発展を遂げつつあるが，esports を支援する施設や機関・研究は未だ十分ではない．先行研究では，プレイヤ個人に合わせた練習支援を行うため，プレイログからプレイヤ自身の癖や特性を可視化するシステムの開発を行った．本発表では，より効率よくプレイログを収集するために開発したプレイ動画からキーログの取得を行う機能の精度と有用性について説明する．
キーワード：esports，練習支援，プレイログ，スキル学習

1. はじめに

競技としてゲームを行う esports の世界的な市場規模は大きく成長傾向にある．しかし日本における esports は未だ馴染みが浅く，スポーツという文化としては発展途中にある.「スポーツ政策全体のグランドデザイン」について文科省が示した文書であるスポーツ立国戦略[(1)]には，スポーツの文化的な発展には，「スポーツをする人，観る人，支える人の重視，連携･協働の推進」が重要であり，その生態系を構築してゆく必要があると記されている．しかし，観ることとして人気のある競技性の高いゲームは，いずれも技術と知識が必要であり，初心者が独学で渡り合ってゆくことは難しい．それ故にプレイそのものを敬遠してしまい，ゲームを実際にプレイする人は増加しにくく，生態系の構築が正常に行われているとは言い難い．そこで本研究では，競技向けゲームを練習する環境を構築し，初心者プレイヤへの支援を目指す.

2. 本研究の概要

2.1 本研究の立ち位置

ゲームの技能向上に関連する先行研究は，そのゲームにおいて鍵となる技能の練習を支援する方法が主流[(2)(3)(4)]である．それに対し本研究は，ゲームのプレイログを元に，プレイヤ個人の癖や性質を明らかにし，そのプレイヤがどのような練習を行えばゲームの技能向上に繋がるかを提案することを目的としている.

2.2 プレイヤ特性

プレイヤ個人の癖や性質に合わせた練習支援を提案するには，まずそのプレイヤが持つ性質などを具体化しなくてはならない．そこで本研究では，それらをまとめたものをプレイヤ特性という言葉で表現する．例えば，プレイしているゲームの中で危機的状況に陥ってしまった場合，焦ってしまうことでミスを積み重ねてさらなる危機を招いてしまうのか，あるいは冷静に対処を行い危機的状況からすぐに脱することができるのか，については，プレイログからそのプレイヤの性質を得ることができる．この場合であれば「焦りやすさ」というプレイヤ特性として定めることができる.

2.3 本研究が練習支援対象とする競技向けゲーム

本研究が練習支援の対象としてシステムを試作するゲームは，競技性，認知度，操作･ルールの簡単さ等の観点から，テトリスを採用する．その中でも，40 列を消去するまでの時間を競う，タイムアタックというルールを対象とする.

3. プレイログ収集･分析システム

我々はプレイログの収集・分析を行うシステムを試作している. 本システムで収集するプレイログは，ゲームプレイ中のキー入力情報であるキーログと，プレイ画面を録画したプレイ動画である．プレイ内容の録画データは「テトリスの盤面が現在どのくらいピンチな状況にあるのか」というピンチ度の算出に用いられ，プレイヤ特性「焦りやすさ」の推定に利用される.

分析機能は未実装であり，現時点では収集したプレイログの可視化のみが行える．図 1 は，収集したプレイログの表示画面である．①はプレイ動画，②はピンチ度の推移，③はキー入力履歴，④はプレイ動画の再生箇所を遷移させるシークバーである.

試作したシステムを用いて，２名の被験者のプレイログを 5 回分ずつ収集し，それらの比較を試みたところ,「焦りやすさ」の特性に違いがあることを目視で確認することができた[(5)].

4. プレイ動画からのキーログ推定

4.1 キーログ推定手法の提案

前章で述べたシステムにより, プレイログの収集･



図 1：プレイログ表示画面

比較を行い，プレイヤ特性の可視化や簡易的な分析が可能になった．本格的なプレイヤ特性の推定を行うためには，より多くのプレイログが必要となるが，プレイログの収集は，システムの配布や設定等の手間を要し容易ではない．そこで，プレイ動画からキー入力情報を推定する手法を提案する．

本手法を用いれば，汎用のツールを用いてプレイ中の画面を録画するだけでプレイログを生成することができ，ログの収集がより容易となる．また，Web 上にアップロードされているプレイ動画からもプレイログを生成できるようになるため，ゲーム上級者の効率的なキーログデータを得ることができ，今後の練習支援に役立つと考えられる．

4.2 キーログ推定機能の実装と推定精度評価

テトリスにおいて使用されるキーは，①左移動，②右移動，③高速落下，④ハードドロップ（一瞬で落下），⑤左 90 度回転，⑥右 90 度回転，⑦180 度回転，⑧ホールド（落下中のブロックを温存）の 8 種類である．今回支援対象とするタイムアタックというルールは，対戦プレイではないため相手からの攻撃を受けることはなく，自動落下のスピードも非常に遅い．そのため，テトリスの盤面が変化した時は，プレイヤが何らかのキー入力を行ったと考えられる．

そこで，動画のフレームを比較し，前のフレームからの変化から入力されたキーを推定する機能を実装した．現時点では，③⑧キーの判定と①②キーの長押し（一瞬で左右に移動）の判定は未実装である．

本機能の推定精度を評価するために，実際のプレイ時にコントローラから取得したキーログと，その時に録画したプレイ動画を用いて推定したキーログとの比較を行った．コントローラからのキーログの取得は 1 秒間に 1000 回行い，録画したプレイ動画のフレームレートは 30fps である．無作為に選択した 1 件のプレイログ（プレイ時間 80 秒，2400 フレーム）のキー入力回数と推定されたキー入力回数，適合率，再現率を表 1 に示す．適合率と再現率は，実際のキー入力のタイミングと推定したキー入力のタイミングのずれが 2 フレーム以内で一致していれば正解として算出した．

表 1：キーログ推定機能の精度

	実入力	推定結果	適合率	再現率
①②左右移動	155 回	191 回	80.0%	96.8%
③高速落下	0 回	—	—	—
④ハードドロップ	99 回	105 回	93.3%	99.0%
⑤⑥左右回転	69 回	70 回	98.6%	100%
⑦180 度回転	10 回	10 回	100%	100%
⑧ホールド	7 回	—	—	—

①②の左右移動キーは，実際の入力回数より推定されたキー入力回数が多くなっているが，これは長押しの判定が未実装のためである．これは適合率を大きく下げる要因にもなっている．長押しを正しく判定する機能を実装すれば解決可能である．長押しの誤検出を除けば，実際のキー入力のタイミングと推定したキー入力のタイミングが 2 フレームよりずれていたものが 5 件あっただけである．

⑧キーの判定が未実装なため，これらは全て④のハードドロップとして誤推定された．これは機能を実装すれば解決可能である．1 件ハードドロップを左右回転として誤推定してしまったが，これはプログラム実装時のミスであるため改善したい．

なお，今回キーログ推定精度の評価に使用したプレイログでは，③高速落下のキー入力や，画面に反映されないキー入力（回転しても変化のないブロックが落下中に回転キーを押す，ブロックが盤面の右端に到達した状況でさらに②右移動キーを押す等）は行われなかった．

5. おわりに

プレイ動画からキーログを推定する機能を実装し，練習支援のために分析するのに十分な精度で推定できることを確認した．これによりログの収集が容易になったため，今後は大量のデータを管理するためのデータベースとインタフェースの開発を行いたい．

参考文献

(1) 文部科学省：“スポーツ立国戦略の概要” http://www.mext.go.jp/a_menu/sports/rikkoku/__icsFiles/afieldfile/2010/09/16/1297182_01.pdf (2010)
(2) 近藤裕貴，藤井叙人，片寄晴弘: “時系列パターンに着目したアクションゲームのスキル獲得支援”, エンタテインメントコンピューティングシンポジウム 2015 論文集, pp.122-126 (2015)
(3) 梶並知記，長谷川和也:“対戦型格闘ゲームにおけるキャラクターの位置情報に基づく警戒状況提示システムの試作”, 情報処理学会研究報告, Vol.37, pp.1-6 (2017)
(4) 及川大志，池田心:“テトリスにおける T-spin 構成力向上のための問題作成”, ゲームプログラミングワークショップ 2018 論文集, pp.175-182 (2018)
(5) 河邉倫，三好康夫: “競技向けゲーム練習支援のためのプレイログ分析システムの試作”, 2018 年度 JSiSE 学生研究発表会, pp.217-218 (2019)

Wikipedia を利用した調べ学習支援システムの試作

A Prototype of Inquiry-based Learning Support System Using Wikipedia

横川 晃大[*1]，溝渕 昭二[*2]
Kota YOKOGAWA[*1], Shoji MIZOBUCHI[*2]
[*1] 近畿大学大学院総合理工学研究科
[*1]Graduate School of Science and Engineering, Kindai University
[*2] 近畿大学理工学部
[*2]Faculty of Science and Engineering, Kindai University
Email: 1833340427e@kindai.ac.jp

あらまし： 調べ学習では，その過程において情報収集を行う必要がある．この作業が不十分な場合，重要な情報を逸失してしまい後続する過程に悪影響を与えてしまう．そこで，本稿では，調べ学習時の情報収集を支援するシステムを提案する．本システムは，Wikipedia のタイトルに関連する知識を区割りして俯瞰できるようにすることで，情報の逸失を軽減しようとするものである．
キーワード： 調べ学習，情報収集，Wikipedia，学習支援

1. はじめに

近年，実験や調査を通して物事を調べるという学習が増加している．以降では，この学習を調べ学習(1)と呼ぶ．調べ学習では，その過程において情報収集を行う必要がある．この作業が不十分な場合，重要な情報を逸失してしまい後続する過程に悪影響を与えてしまう．

そこで，本稿では，調べ学習時の情報収集を支援するシステムを提案する．本システムの狙いは，Wikipedia のタイトルに関連する知識を区割りして俯瞰できるようにすることで，情報の逸失を軽減することである．

2. 調べ学習

調べ学習は，課題設定，情報収集，整理・分析，まとめ・表現から構成される．調べ学習の過程を図 1 に示す．調べ学習では，まず，日常生活の疑問や自身の興味に基づいて課題を設定する．次に，その課題について情報を収集する．そして，収集した情報が適切なものかどうか整理・分析する．最後に，それらをレポートやポスターにまとめて表現する．

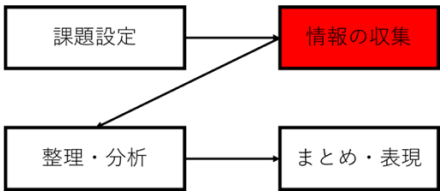


図 1 調べ学習の過程

調べ学習の過程において，情報収集は特に重要と考えられる．なぜなら，ここで集めた情報から整理・分析，まとめ・表現が行われるからである．情報収集が不十分な場合，主張したいことや結論づけたいことが曖昧になったり，矛盾した内容になったりする恐れがある．

情報収集において，使用される情報源としては，新聞，図書，雑誌，ビデオ，Web などがあり，その一つとして Wikipedia が利用されている．Wikipedia の日本語版では 2019 年 6 月 1 日時点で約 115 万ものタイトルが登録されており，情報収集における情報源としては有用と考えられる．

3. Wikipedia

Wikipedia(2)とは，Wikimedia 財団が運営しているインターネット百科事典である．一般的な百科事典との違いは，コピーレフトなライセンスのもと，サイトにアクセス可能な誰もが無料で自由に編集に参加できる点である．

Wikipedia は，タイトルと呼ばれる語句について解説するページから構成される．ページの構成を図 2 に示す．ページは，冒頭のタイトルと，その後に続く本文からなる．本文の最後には，タイトルが属するカテゴリが記される．本稿では，本文内に登場するリンクが付けられた語句を関連タイトルと呼ぶ．



図 2 ページの構成

4. 調べ学習支援システム

本システムは，調べ学習の情報収集に Wikipedia を使う場合において，関連情報の洗い出しを支援するものである．

本システムは，DB 構築と DB 検索の二つのモジュールから構成される．本システムの構成を図 3 に示す．DB 構築では Wikipedia のダンプファイルからタイトル，関連タイトルとそのカテゴリを抜き出し，データベースに登録する．DB 検索では，ユーザから入力されたタイトルをキーにしてデータベースを検索し，その結果を関連グラフとして表示する．

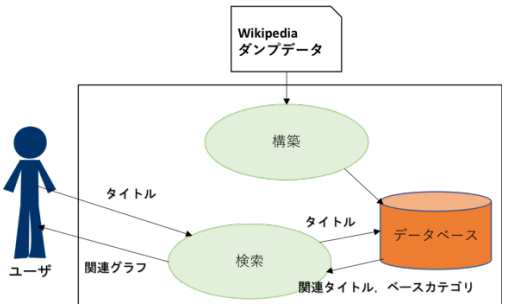


図 3 システム構成

関連グラフとは，タイトルの周りに関連タイトルとそのカテゴリを並べたものである．各カテゴリは事前に選択されたもので，ベースカテゴリと呼ぶ．関連グラフの例を図 4 に示す．図 4 にある赤色のノードがタイトル，黄色のノードがベースカテゴリ，ピンク色のノードが関連タイトルである．関連タイトルが多い場合，それらが密集しないようにベースカテゴリを階層化して表示する．

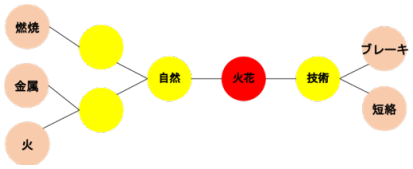


図 4 関連グラフ

タイトルと関連タイトルの間に置かれるベースカテゴリは，関連タイトルのものである．関連タイトルがどのベースカテゴリに所属するかは，白川らの手法(3)を用いて求める．

5. 実行結果

本システムを Web アプリケーションとして実装した．ベースカテゴリは，「自然」，「技術」，「社会」，「地理」，「文化」，「人間」，「総記」とした．

本システムの実行画面を図 6 と図 7 に示す．図 6 と図 7 は，それぞれ「火花」と「又吉直樹」をタイトルとして検索した結果である．

図 6 では，関連タイトルが少ないので，「火花」に関連する関連タイトルとそのカテゴリの全容をすばやく把握できる．一方，図 7 では大量の関連タイトルが表示されているため，それが難しい状況である．

また，両方において，関連タイトルのカテゴリが不適切なものが存在する．例えば，図 6 では「燃料」や「静電気」という関連タイトルに「社会」というカテゴリが割り当てられている．

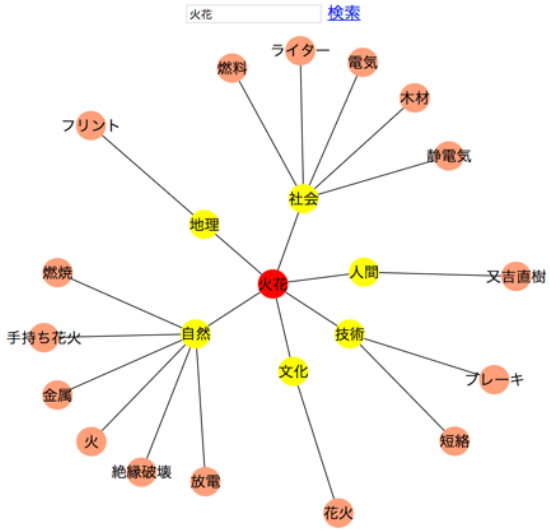


図 6 実行結果（火花）

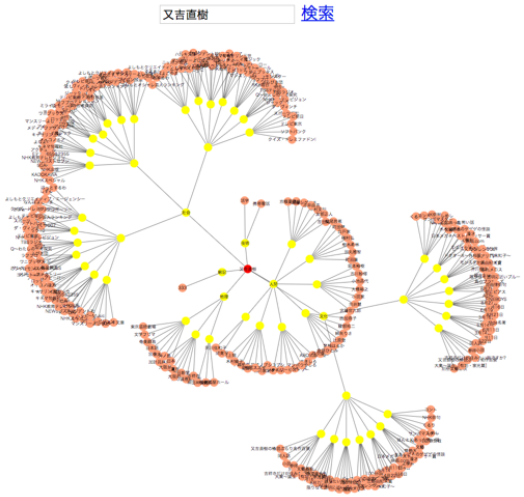


図 7 実行結果（又吉直樹）

6. おわりに

本稿では，調べ学習時の情報収集を支援するシステムを提案した．また，本システムの実装を通じて，カテゴリ別に区割りする方法に問題点があることを確認した．

今後の課題としては，明らかになった問題に対処することと，関連タイトルの区割りに別の方法を検討することである．

参考文献

(1) 文部科学省: 小学校学習指導要領解説 総合的な学習の時間編，文部科学省 (2017)
(2) 中山 浩太郎，伊藤 雅弘，Erdman Maike，白川 真澄，道下 智之，原 隆浩，西尾 章治郎: “Wikipedia マイニング : Wikipedia 研究のサーベイ”，情報処理学会論文誌 データベース，Vol.2, No.4, pp.49-60（2009）
(3) 白川 真澄，中山 浩太郎，原 隆浩，西尾 章治郎 : Wikipedia のカテゴリグラフの解析による語句の確率的分類とその応用，情報処理学会論文誌 データベース，Vol.5,No.3,pp.51-63（2012）

ページ選択行動の分析に基づく探索遂行能力育成のための手がかり示唆

Methods for Presenting the Clues aimed at Cultivating Search Skills based on the Analysis on Behaviors of Page Selection

大沼 亮[*1], 川和 耀太[*1], 中山 祐貴[*2], 神長 裕明[*1], 宮寺 庸造[*3], 中村 勝一[*1]
Ryo ONUMA[*1], Yota KAWAWA[*1], Hiroki NAKAYAMA[*2],
Hiroaki KAMINAGA[*1], Youzou MIYADERA[*3], Shoichi NAKAMURA[*1]
[*1] 福島大学 共生システム理工学類／共生システム理工学研究科
[*1] Dept. Computer Science and Mathematics, Fukushima University
[*2] 早稲田大学 グローバルエデュケーションセンター
[*2] Global Education Center, Waseda University
[*3] 東京学芸大学 教育学部
[*3] Faculty of Education, Tokyo Gakugei University
Email: {onuma, kami, nakamura}@sss.fukushima-u.ac.jp, kawawa@cs.sss.fukushima-u.ac.jp, nakayama@aoni.waseda.jp, miyadera@u-gakugei.ac.jp

あらまし：本研究では，PBL 等において重要性が増している模索的 Web 探索の遂行能力育成手法の開発を目指す．特に，実際の探索活動で認められる「既有ページに対する注目行為に，未熟者の認識や探索意図が，半ば無意識的に体現される現象」に注目し，段階的な手がかり示唆による能力育成支援の実現を目指す．本稿では主に，提案手法の枠組み，および，手がかり情報の抽出について述べる．
キーワード：模索的探索，ページ選択行為，試行錯誤経験，手がかり示唆，探索遂行能力育成

1. はじめに

PBL 等における課試行錯誤性の高い Web 探索では，探索結果と経緯（獲得したページ，検索クエリの使用推移など）を理解し，次の探索に繋げる必要がある．しかし，探索の進捗に伴い，介在する情報が増加するため，探索結果・経緯の理解が難しくなる．また，検索結果に対する探索者の評価は重要だが，探索の意図や方針は逐次変化するため，最新の探索状況を踏まえて意図を検索クエリとして表現することは難しい．加えて，未熟者は探索作業中のいずれかの段階で躓くことで，能力習得のために重要な試行錯誤を経験し難い．

一方，熟練者は，検索の方向性や検索クエリを示唆するなどの指導が可能だが，実際の時間制約下で，個々の未熟者の探索進捗状況を把握した上で助言を与えることは難しく，自身の経験に基づいた一般的な指導にとどまってしまう実情がある．

これに対して，ページ選択支援[1]やクエリ推薦[2]，Web サービスの分類管理[3]など，様々な Web 探索支援が試みられているが，探索効率化に主眼を置くもので，探索能力育成としては有効とは言えない．

本研究では，実際の探索活動で認められる既有ページに対する注目行為に，未熟者の認識や探索意図が体現されることに着目する．探索履歴の分析に基づいて，更なる探索の足掛かりとなり得るものを抽出・活用し，探索者自身の現状認識を反映した探索能力育成支援の実現を目指す．

2. 問題点と支援方針

未熟者による模索的な Web 探索における問題のうち，以下の点に焦点をあてる．

（問題点 1）探索未熟者は探索結果・経緯を十分に理解することが難しいこと
（問題点 2）未熟者は最新の探索状況を踏まえて自身の意図を新たな検索に活かすことが難しいこと
（問題点 3）探索中に躓くことで，模索的な探索における試行錯誤を経験し難いこと

上記の問題点に対して，本研究では，まず，探索意図・成果をクラスタとして整理する環境を提供する．その上で各クラスタを構成するページを分析し，注目ページ抽出手法を開発する（問題点 1 への対応）．次に，注目ページに応じた検索方針・検索クエリ生成手法を開発する（問題点 2 への対応）．さらに，段階的な手がかり示唆の削減による能力育成戦略を開発する（問題点 3 への対応）．これにより，未熟者自身に，探索結果・経緯理解とそれに基づいた探索遂行を実際的に体得させる新たな能力育成方法を開発する．支援の概要を図 1 に示す．

3. 探索意図・成果の整理のための注目ページ抽出

探索を進める際に，獲得した既有ページを分類・整理することが重要だが，個々のページをその都度整理することは探索者にとって負担を要する．本研究では，既有ページをクラスタリングし，ページ整理のたたき台として提示する．また，新たに獲得ページが増えた場合，探索者の整理したクラスタを考慮した上でクラスタに配置する．

本研究では，既有ページ中で潜在する「探索者の現状認識・要求を体現し，更なる探索の足がかりとなるもの」に着目する．クラスタを構成するページ中から注目に値する手がかりページを抽出し，探索者に提示する．本研究では，典型的な注目ページとして以下の 3 つを抽出する．

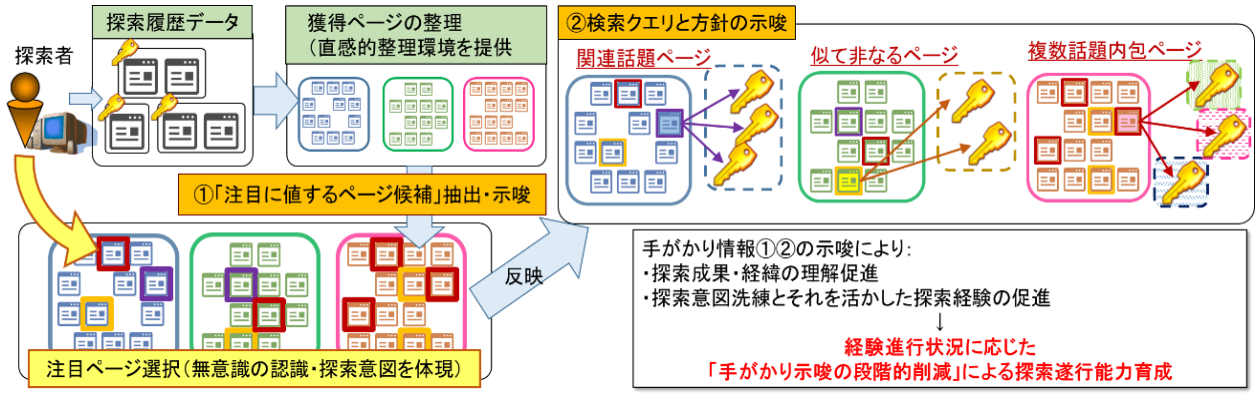


図 1 探索能力育成支援の概要

①求める情報を概ねカバーしているページ：各クラスタの主要な特徴語を抽出する．次に，クラスタ中の各ページの特徴語とその重要度を抽出する．その上で，クラスタを構成するページの中で，クラスタを代表する主要特徴語を網羅する度合いの高いものを選出する．

②求める情報の一部について詳述するページ：①の場合と同様に，各クラスタの主要特徴語，および，クラスタを構成する個々のページの特徴語をそれぞれ抽出する．その上で，１つのクラスタを構成するページについて，テキスト量（文字数），特徴語の有する重要度を比較分析し，「テキスト量が一定以上であり，より重要度の高い特徴語を含む度合いの高いページ」を選出する．

③複数の話題を含んでいるページ：はじめに，クラスタを構成する個々のページの特徴語をそれぞれ抽出し，一定以上の重要度を有する特徴語を含むページのみを抽出する．次に，抽出したページ（クラスタを構成するページの一部）を，内容の類似性に基づいて分類する．つまり，仮のサブクラスタを抽出する．その上で，抽出した各サブクラスタを代表する特徴語を改めて診断し，他のクラスタの特徴語と一定以上の差を有するものを抽出する．

4.　注目ページに応じた検索クエリ候補生成

探索者が最新の状況で求める情報を得る手助けとして，探索者が注目ページとして選択したページに応じて，検索方針毎の検索クエリを生成する．ここで，抽出した手がかりページ毎に取り得る探索方針は異なるため，注目ページの性質を考慮し，探索方針に応じて，検索クエリを抽出する．

本研究では，探索者が注目する既有情報の一部について更に詳細を求めるケースには「似て非なる」ページを探す方針，既有情報に対して広く関連ページ獲得を求めるケースには「内容の類似」したページを探す方針などの方針を対象とする．

5.　段階的手がかり示唆削減による能力育成

本研究では，探索未熟者の探索経験段階を推定し，探索段階に応じて示唆を与える．まず，成果物の収集状況や検索クエリの変更間隔などの影響要因を分析し，「整理不足」「クエリ閉塞」など探索経験状況を推定する．推定された探索状況に応じて，手がかり情報を示唆する．また，各状況に応じて与えるべき手がかり情報の示唆を段階的に減らすことで，「探索成果・経緯の理解」「新たな探索遂行への反映」の問題を軽減しつつ，探索未熟者の「探索状況理解と，それに基づく実際的な探索遂行経験」を促進し，探索能力を育成する．

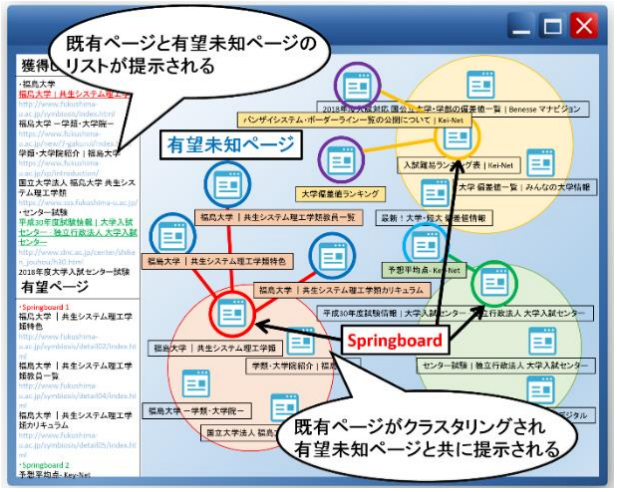


図 2 既有ページの管理・観察のための環境

6.　おわりに

本稿では，模索的 Web 探索における未熟者の試行錯誤経験促進のための，ページ選択行為の分析に基づく段階的な手がかり示唆について述べた．今後は，実際の模索的探索における探索状況を精査し，各手法の改善を進める．

参考文献

(1) 今井良太 他: “Web 検索サービスにおける多義的なクエリ推薦手法”，日本データベース学会論文誌, Vol.9, No.1, pp.7-11 (2010)
(2) 若宮翔子，河合由起子，熊本忠彦，張建偉，白石優旗: “話題に対する多様な感情に基づく Web ページ検索システム”，情報処理学会論文誌，Vol.57，No.1，pp.366-378 (2016)
(3) Fuzan Chen et al., “Web Service Discovery among Large Service Pools Utilizing Semantic Similarity and Clustering,” *Journal of Enterprise Information Systems*, Vol.11, No.3 pp.452-469 (2017)

作問プロセスシミュレータの設計・開発とその応用可能性の検討

Problem-Posing Simulator and Its Applications

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：算数文章題を対象とした作問学習支援システム「モンサクン」では，問題が満たすべき制約を学習者に考えさせる制約充足課題として作問を定式化している．本稿では，この制約を充足する過程を表現した作問プロセスシミュレータを開発したので報告する．さらに，個々の作問課題の分析・作成支援や，学習者の作問活動の分析およびフィードバック，自己説明演習の支援などの作問プロセスシミュレータの応用事例の検討について報告する．
キーワード： 算数文章題，作問，制約充足課題，作問プロセスシミュレータ

1. はじめに

有効な学習方法の一つに問題を作ることで学ぶ作問学習がある．一方で，この学習方法は教授者にとって学習者が作成した問題に対して個別診断および即時フィードバックを行うことが困難なため，それを教育現場で実現することは困難であったと考えられる．この問題点を解決するために，先行研究では，作問学習支援システム「モンサクン」の開発が行われ，学習者が作成した問題の個別診断および即時フィードバックが実現されている[(1)]．このシステムの有用性は，既に実践利用において学習効果および動機づけ向上の観点から確認されている．加えて，モンサクンを利用した作問過程のログデータに基づいた作問活動の分析が行われており，問題を作成した段階だけではなく問題を作るまでの過程も重要であることが示唆されている[(2,3)]．その一方で，このシステムでは，その過程を考慮した作問課題の診断機能は実装されていなかった．この作問課題の診断機能により，作問過程を考慮した学習者の作問活動の分析・フィードバックや教授者の作問課題作成の支援につながると考えるため，この機能の実現には意義があるといえる．本研究では，上述した学習者および教授者の支援を実現するために，作問過程を考慮した作問課題の診断機能を備えた作問プロセスシミュレータを開発し，その応用事例について検討を行った．本稿では，それらに関して報告を行う．

2. 作問学習支援システム「モンサクン」

図 1 にモンサクンのインターフェースを示す．このモンサクンにおける作問では，図 1 の左上に提示されている問題制約を満たすように右側に与えられている単文カードセットから単文を選択および並び替えることで作問を行う．

この作問は，制約充足課題として定式化されている．制約充足課題とは，学習者に制約充足問題を解決させる課題であり，学習者は制約条件を満たすように単文を操作することで作問を行うことが求められる．図 2 は， この制約充足問題としての作問の探索空間（単文選択の状態およびその状態間の遷移を表すもの）である．この探索空間における全ての状態は制約充足の観点から評価される．現状のモンサクンでは，作られた問題（つまり，3 枚のカードが選択された時点）に対する診断機能しか備えていない．そこで，作問プロセスシミュレータを開発することで問題が作られるまでの中間状態の診断や状態遷移の診断などの作問課題の分析を可能にする．

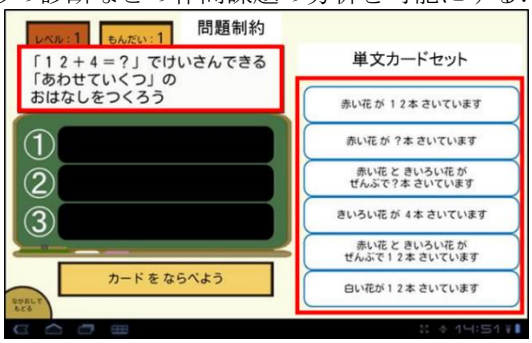


図 1 モンサクンのインターフェース

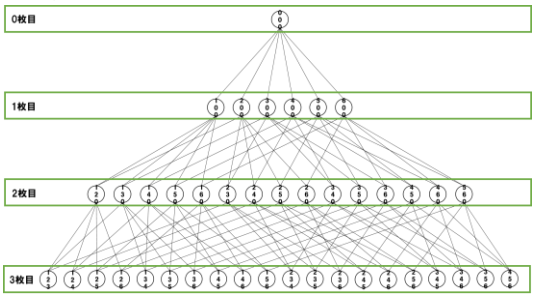


図 2 制約充足問題の探索空間

3. 作問プロセスシミュレータ

本研究における作問プロセスシミュレータは，算

数文章題の情報構造を定義した三文構成モデル[4]に基づいて設計されている[5]．このため，単文を選択した理由を含めて作問過程をシミュレーションすることが可能である．加えて，制約条件を緩和することで誤った作問過程をシミュレーションすることも可能となっている．

このシミュレーションにより，次の五つの機能が実現できる．一つ目は，制約充足診断機能である．これは，途中状態を含む 3 枚以下の単文が選択されている組み合わせを対象とした制約充足を診断するものである．二つ目は，状態遷移診断機能である．0 枚目から 1 枚目への遷移, 1 枚目から 2 枚目の遷移，2 枚目から 3 枚目への遷移を診断する．三つ目は，作問過程説明機能である．これにより，単文を選択するだけではなくその理由となる制約条件を示すことが可能である．四つ目は，探索戦略診断機能である．一部の制約条件を考慮するだけで正しい回答を特定することが可能な作問方法を診断する機能である．五つ目は，自動作問機能である．正しい作問および誤った作問を自動化することが可能となる．

4.　シミュレータの応用可能性の検討

4.1 学習者を対象とした支援

学習者を対象とした支援としては，（1）作問活動の分析，(2)作問活動に対するフィードバック，(3)自己説明演習環境の開発がある．一つ目に関しては，先行研究において多くの学習者が共通の途中状態で躓き，さらに，その途中状態から抜け出すのが困難であることが観測されている[2]．この状態の生成条件を分析する方法の一つとして，中間状態を対象とした制約充足と状態遷移の診断機能を活用することが可能である．この状態の生成条件が明らかになれば，システムでその状態を検知し，その状態を解消することにつながるため学習者の支援として有効であると考える．

二つ目に関しては，途中状態における診断およびフィードバックの診断が可能となる．例えば，“りんごが 5 個あります”と“みかんとぶどうがあわせて 8 個あります”が選択されている場合，この時点で登場するものが間違っていることを診断およびフィードバックすることが可能となる．これにより，従来は三枚選択時しか診断およびフィードバックができなかったが，二枚以下の場合でも診断およびフィードバックが可能になる．さらに，状態遷移診断機能を用いることでモンサクンを特に苦手とする学習者に対して正しい状態遷移を可視化し，作問活動をガイドするといった支援も実現可能になる．その他にも学習者の理解状況に応じて単文カードセットの種類や枚数を変更することで学習者が考慮すべき制約条件を変更するという支援も可能となると考えられる．

三つ目に関しては，シミュレータの自動作問機能により単文選択過程を学習者に見せ，その単文選択の理由を説明させる自己説明演習の支援である．この自己説明演習では，正しい作問過程および誤った作問過程に対する自己説明を行わせることが可能である．

4.2 教授者を対象とした支援

教授者を対象とした支援には，作問課題の作成を支援するオーサリングツールの開発がある[6]．このオーサリングツールでは，シミュレータの機能に基づいて単体の作問課題の分析や複数の作問課題間の比較を行うことが可能である．さらに，複数の作問課題間の比較では，過去に実践利用を行った作問課題と比較を行うことで新規に作成した作問課題の難易度が推定可能になると考える．新規に作成した作問課題に類似する作問課題を過去の作問課題と比較することで見つけ出し，その過去の作問課題で発生した誤りの数などから難易度を推定する．

5.　まとめと今後の課題

本稿では，学習者を対象とした作問活動の分析およびフィードバックの自動化，自己説明演習の支援や教授者を対象とした作問課題作成の支援を実現するための作問プロセスシミュレータとその応用事例に関して検討を行った．今後の課題としては，その作問プロセスシミュレータの応用事例の実現とその評価を行っていきたい．

参考文献

(1) 山元 翔, 神戸 健寛, 吉田 祐太, 前田 一誠, 平嶋 宗: “教室授業との融合を目的とした単文統合型作問学習支援システムモンサクン Touch の開発と実践利用”, 電子情報通信学会論文誌 D, Vol.J96-D, No.10, pp.2440-2451, (2013) .

(2) A.A. Supianto, Y. Hayashi, and T. Hirashima: “Visualizations of problem-posing activity sequences to-ward modeling the thinking process,” Research andPractice in Technology Enhanced Learning, vol.11, no.1, p.14, (2016).

(3) A.A. Supianto, Y. Hayashi, and T. Hirashima: “Model-based analysis of thinking in problem pos-ing as sentence integration focused on violation ofthe constraints,” Research and Practice in Technol-ogy Enhanced Learning, vol.12, no.1, p.12, (2017).

(4) Hirashima Hirashima, T., Hayashi, Y., Yamamoto, S.,: Triplet Structure Model of Arithmetical Word Problems for Learning by Problem-Posing, Proc. of HCII2014(LNCS 8522), pp.42-50(2014).

(5) 岩井健吾，林 雄介，平嶋 宗 : 算数文章題を対象とした作問学習支援システム「モンサクン」における個々の作問課題の分析を目的とした作問プロセスシミュレータの設計・開発先進的学習科学と工学研究会, 第 86 回 先進的学習科学と工学研究会（ALST86）,(2019) .

(6) 岩井健吾，林 雄介，松本 慎平，平嶋 宗 : 算数文章題を対象とした作問プロセスシミュレータの設計・開発とオーサリングツールへの応用，第 32 回人工知能学会全国大会, (2018) .

観測器を用いてパラメータ探索の試行錯誤を実現する初等力学学習支援システム
Physics Learning Support System Aim for the Trial and Error of Parameter Search Using Measurement

植野 和[*1]，東本 崇仁[*2]，堀口 知也[*3]，平嶋 宗[*4]
Urara UENO[*1], Takahito TOMOTO[*2], Tomoya HORIGUCHI[*3], Tsukasa HIRASHIMA[*4]

[*1] 東京工芸大学大学院工学研究科
[*1]Graduate School of Engineering, Tokyo Polytechnic University
[*2] 東京工芸大学工学部
[*2] Faculty of Engineering, Tokyo Polytechnic University
[*3] 神戸大学大学院海事科学研究科
[*3]Graduate School of Maritime Sciences, Kobe University
[*4] 広島大学大学院工学研究科
[*4]Graduate School of Engineering, Hiroshima University
Email: m1865002@st.t-kougei.ac.jp

あらまし：これまで，力学学習における概念理解や有意義な試行錯誤を目指して，学習者の誤りを基に振舞いを生成する Error-Based Simulation（EBS）を拡張し，観測器を用いて荷重・速度・加速度のパラメータを示すことによるフィードバックを検討してきた．本稿では，EBS の振舞いに対して学習者自身が観測器を設置してパラメータを探索する学習活動を提案する．さらに学習支援システムの開発および評価を行う．
キーワード：初等力学，適応的フィードバック，Error-Based Simulation，パラメータ探索

1. はじめに

初等力学の学習では，力学的概念と既知の振舞いとを正しく対応付けて理解するために試行錯誤を通した学習が行われている．試行錯誤を促す学習支援システムとして，Error-Based Simulation（EBS）による学習では，学習者の誤概念をもとにした誤った振舞いをフィードバックすることで，試行錯誤を学習者自身で行い，自発的な誤りの気付きを促す．また，これまで筆者らは，EBS が振舞いを用いて可視化困難な誤答を対象とし，観測器を用いてパラメータを振舞いとともに提示することで解答の誤りを示す手法を提案し，学習者による誤りの気付きを指向した．

本稿では，EBS における学習活動に加えて学習者自身がパラメータを観察するための観測器の設置を行う手法を提案する．本手法による学習活動によって，試行錯誤を行う思考の育成を目指し，また解答に対応するパラメータの観察を行うことを通して力学的概念を学習することを指向した．この目的から，提案手法による学習支援システムを従来の EBS と比較した試用実験を行い，学習者の解答を評価する．

2. 力学 Error-Based Simulation(EBS)

初等力学を対象とした EBS では，振舞いを問題として提示し，学習者は力などの力学的概念の解答を行う．その後，EBS が学習者の解答に対応した振舞いを生成し提示する．学習者が誤った解答を行った場合には，問題として提示した振舞いと異なる誤った振舞いがシミュレートされる．この振舞いを通して，学習者が自身の解答の誤りを認識し，また解答の自発的な修正を行うことが可能となる(1)．

3. 観測器を提示する力学 EBS

2 章で示した力学 EBS において，学習者の解答に対応した振舞いを生成すると正しい振舞いと同じ動きとなる場合や，同じ向きの運動をフィードバックする場合などが存在し，これらの振舞いからは誤りに気づくことが難しい(2)．そこで，物体にかかる荷重を示す荷重観測器や物体の速度を示す速度観測器によってパラメータを表示させる手法を提案した．誤りが認識困難な解答に該当するかをシステムが診断し，該当する場合に力学 EBS による物体の振舞いのフィードバックとともに観測器をフィードバックすることで，誤りへの気づきを指向した．

4. 提案手法：EBS における観測器の設置課題

本提案手法では，3 章においてシステムが診断して自動的に与えていた観測器を学習者自身で設置することで，観察するパラメータを自ら決定する活動によって試行錯誤を促す．これにより，学習者自身が誤りを発見し，修正することが期待できる．

観測器の設置課題においては，まず 2 章に示した力学 EBS において力の解答を行い，その後図 1 に示した観測器の設置画面で観察するパラメータ（荷重・速度・加速度）と観察対象を指定し，振舞いにおけ

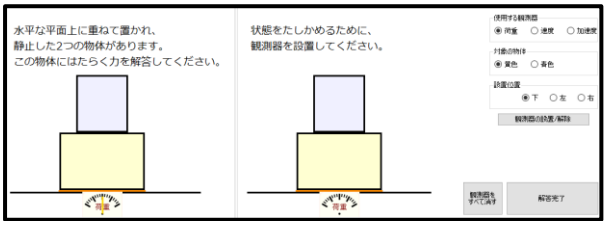


図 1　観測器の設置を行う学習支援システム

実験群

問	ID	記述内容	Level
(a)	1	上の 2 つの箱がしずむ	2
	2	観測機(重さを測る)を各物体の下においた時に重さが 0 になる	3
	3	物体は動かないが物体や床にかかる重さがなくなる	2
	4	3 つの物体の間に働いている力がないので、重量計を置いた時に正しい値を示さない	3
(b)	1	箱を押していない事になる	2
	2	観測器(重さを測る)を各物体の右においた時に重さが 0 になる	3
	3	人の押してる力がそもそもなくなる	1
(c)	1	重力と垂直抗力が存在しなくなる	1
	2	観測機(重さを測る)を物体の下においた時に重さが 0 になる	3
	3	重力がなくなってしまうので空中に浮いてしまうことになる 無重力になる	2
(d)	1	加速する	2
	2	物体の速度がじょじょに上がる	2
	3	どんどん加速をしていってまう	2
(e)	1	一定ではない速度で加速していく	2
	2	観測器(加速度を測る)をおいた時に加速度がじょじょに上がっていく	1
	3	一定に加速ではなく加速する力がどんどん大きくなってしまう	3
(f)	1	頂点のタイミングでボールがその位置にとどまる	2
	2	投げられたボールはじょじょに加速してある場所から急に減速する	2
	3	重力がないので上にのぼりつづけてしまう	2

統制群

問	ID	記述内容	Level
(a)	51	静止しているが物体が物体を押す力が働いていない	1
	52	垂直抗力が作用していないため、物体が下に落ちていく	2
	53	力の大きさがつりあっていない？	1
(b)	51	静止しているが人が押す力が働いていない	1
	52	静止はしているが、人が物体を押す力や壁が物体を押し返す力がない為不正解	1
	53	人が物体をさわろうとしているだけでなにもおきない	2
(c)	51	静止しているが物体に重力が働いていない	1
	52	力がまったく作図されていない為、何も起こらない　力を加わえ、物体を静止させるには、中心から下にのびる重力と物体が地面を押し返す垂直抗力が必要	1
	53	無重力でふゆうしている	2
(d)	51	さらに右方向に力が働いてしまい、加速する	2
	52	等速運動する物体の力はつりあっていないといけないので、このままだと加速する	2
	53	X くんと同じ答えなため、なにが正しいのかわからない	0
(e)	51	押される力が大きくなっているため加速度が一定ではなくなる	2
	52	右向きの矢印の大きさを変えると加速度	0
	53	(無回答)	0
(f)	51	重力が働いていないためずっと上に飛び続づける	2
	52	(無回答)	0
	53	頂天にたっしたときにういている	2

表 1　誤りの説明課題における記述内容

る観測器の挙動を確認する．学習者の力の解答に誤りが含まれ，誤りが可視化可能な観測器が置かれた場合には，適切な観測器が置かれたことをフィードバックすることで，学習者に観測器への注目を促す．

5.　試用実験

理系の大学生 7 名を被験者として，4 章で示した観測器の設置課題によるシステムを用いる実験群 4 名と，2 章に示した力を解答する EBS を用いる統制群 3 名に振り分けて試用実験を行った．システム学習では学習課題として，静止系においては 2 物体を重ねて置いた問題，運動系においては抵抗のない等速運動を扱った．それぞれのシステムを用いた学習後に，誤りの説明課題として図 2 の誤った力の解答に対して誤りを説明させ，また振舞いに働く正しい力を記入させた．振舞いは全て抵抗がなく重力が働いており，(d)は等速運動，(e)は等加速度運動，(f)は鉛直投げ上げ運動であることを問題文で示している．

誤りの説明課題における解答を表 1 に示す．ID は被験者番号を，背景の濃い解答は不正解を示す．また，解答の記述内容による Level では，1 が力を用いた不正解の指摘，2 が力以外の振舞いや力学的概念をもとにした指摘，3 が振舞いに対する試行錯誤をもとにした指摘としている．観測器の設置課題を行った実験群では，問題(a)などにおいて 4 名中 3 名の被験者が観測器によって観察できる「重さ」を用いて説明を行っていた．このように，誤りを力そのものではなく，振舞いや別の概念を用いて説明した解答（表 1 の Level 2 以上の解答）は，実験群で正解 18 解答中 15 解答であったのに対し，統制群では正解 12 解答中 7 解答であったことから，特に実験群が力を振舞いや概念間で結び付け，かつ正しく理解したことが示唆された．さらに，Level 3 のように振舞いに対する試行錯誤を前提とした解答を行った被験者が実験群のみに 2 名おり，学習者自らが振舞いに対して操作を行うことで，試行錯誤的な思考を促進する可能性が示唆された．一方で，従来 EBS で学習できる力のつりあいを用いた解答が比較的難しい運動系の問題(d)において統制群の被験者 1 名にみられ，力学 EBS での学習が有効に働いたと考えられる．

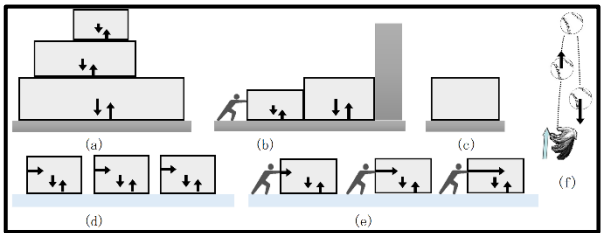


図 2　誤りの説明課題で示した誤答

6.　おわりに

本稿では，学習者がパラメータの差分発生箇所を自ら考え観測器を置かせる活動を提案し従来の力学 EBS と比較を行った．本稿の提案システムにより学習者の試行錯誤をより促進する可能性が示唆された．今後は，システム利用時の活動を検証することや，図 4 の課題に対して観測器を設置させて観察を促し観測器の設置活動を強化すること，3 章で示した観測器提示を行うシステムとの比較実験，力のつりあいを学習させる場合などに従来の力学 EBS の強みを失わない学習手順の検討などを行う予定である．

参考文献

(1) 今井功，東本崇仁，堀口知也，平嶋宗: “中学理科における Error‐based Simulation を用いた授業実践―「ニュートンに挑戦」プロジェクト―”，教育システム情報学会誌，Vol.25，pp.194-203，2008
(2) 堀口知也，平嶋宗:“誤りへの気付きを支援するシミュレーション環境 - 表現手法と視覚効果を考慮した Error-Based Simulation の制御 -”，教育システム情報学会誌，Vol.18，No.3，pp.364-376，2001
(3) 植野和，東本崇仁，堀口知也，平嶋宗: “速度・重量の観測器による誤りの可視化を目的とした力学学習支援システムの開発と評価”，人工知能学会 先進的学習科学と工学研究会，Vol.82，pp.73-78，2018

裸眼 3D 視線一致型テレビ会議システムを用いた 高・大間における多様な遠隔学習について

About various distance learning between High school and University using the Autostereoscopic Eye-contactable video conference system

藤本彩華[*1]，　永岡慶三[*2]，　米谷雄介[*3]，卯木輝彦[*4]，林幹夫[*5]，谷田貝雅典[*5]
Ayaka FUJIMOTO[*1]，Keizo NAGAOKA[*2]，Yusuke KOMETANI[*3]，
Teruhiko UNOKI[*4]，Mikio HAYASHI[*5]，Masanori YATAGAI[*5]
[*1] 共立女子大学大学院文芸学研究科
[*1] Graduate School of Arts and Letters，Kyoritsu Women's University
[*2] 早稲田大学人間科学学術院
[*2] Faculty of Human Sciences，Waseda University
[*3] 香川大学創造工学部
[*3] Faculty of Engineering and Design，Kagawa University
[*4] (株)フォトロン 研究開発センター
[*4] R&D Center，Photron Limited
[*5] 共立女子大学文芸学部
[*5]Faculty of Arts & Letters，Kyoritsu Women's University
Email: 15l297af@og.kyoritsu-wu.ac.jp

あらまし：本研究では女子教育の特徴を活かした異校種異年齢が混在する高大連携授業において，裸眼 3D 視線一致型テレビ会議システムを用いた双方向遠隔学習環境による多様な対話型学習を試行し，双方向遠隔学習環境における向き不向きな学習を個々に検証している．特に，本稿ではこれまでの研究より見出した新たなテーマとして，女子教育における女性のためのキャリアデザイン学習を追加し，女子高大連携による遠隔進路学習の研究計画について述べる．
キーワード：視線一致，テレビ会議システム，遠隔教育，対話型学習，学習効果測定，女子教育，進路学習

1. はじめに

これまでの研究[(1)]で，遠隔間における女子高校と女子大学が連携する 2D 視線不一致型・2D 視線一致型・裸眼 3D 視線一致型の各テレビ会議システムを利用した，対話型学習には，向き不向きがあることが分かった．特に 2D 視線一致型では，ディベート学習に適しており，裸眼 3D 視線一致型では華道に適していることが明らかとなった．本結果および女子高校と女子大学が連携する特徴を生かし，本研究では，女子教育に特化した多様な進路指導型遠隔アクティブラーニングを提案する．

2. 裸眼 3D 視線一致型テレビ会議システム

谷田貝ら[(2)]はすでに眼鏡が不要な 3D 映像で，遠隔によって対峙するお互いが視線を合わせることできるテレビ会議システムを開発しているため本研究では同機を使用する．図 1 に本研究で利用する裸眼 3D 視線一致型テレビ会議システムを示す．図 1 のシステムは先行研究[(1)]において使用されているものと同一である．

3. 研究方法について

本研究では，蒲田女子高等学校と共立女子大学文芸学部において，遠隔環境で表 1 に示す対話型学習を実施する．学校間の特性として，女子高と女子大であることから，授業として取り入れられている華道や幼児教育などの学習内容についても盛り込んだ．

本研究では，先行研究[(1)]で実施済み (表 1 に明記) の学習に加え，新たに，表 1 に示す「進路指導型学習」を提案する．先行研究[(1)]で行った学習は意見の交換を主とした学習内容であったが，本研究では相手から発信された情報を自分のものとして学び取る学習に重点をおく．そのため志望進路先の情報を自ら取得し学習する進路型学習を新たに位置づけた．

表 1「面接練習」では大学入試面接や企業就職面接を想定する．志望進学先分野や架空の会社を複数設定し，志望先ごとの「求める人物像」を実際の大学や企業の公開情報をもとに設定し，生徒および学生同士で模擬面接を行えるマニュアルを作成する．模擬面接方法はグループ面接と個人面接を行う．グループ面接は面接官 1～2 人，受験者 3 人～4 人，1

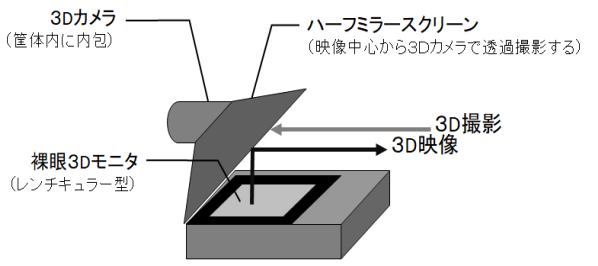


図 1 裸眼 3D 視線一致型テレビ会議システム

回 20～30 分程度で行いあらかじめ用意した議論テーマを提示し，受験者同士でディスカッションを行い，その内容により人物評価を行う．個人面接では 1 対 1，1 回 20～30 分程度で行いあらかじめ用意した同一質問を試問し，回答を評価する．

表 1「オープンキャンパス」では大学生 5 人，高校生 5 人，1 回 15 分で学校説明，や在学生との交流を行う．前提としてオープンキャンパスの内容は共立女子大学をモデルとし，高校生に大学での学びに興味を持ってもらい，進学への足掛かりとなるような実践的な内容を設定する．また一般的に文系の学際的な学部は学びの内容が広範であり，実際の在学生から学びの内容を聞くことにより進学後の具体的なビジョンが浮かびミスマッチ回避をできるのではないかと考えられる．オープンキャンパスで体験できる模擬授業は大学生が参加せず，かつ 1 回限りの授業のため，本来の大学の授業とはかけ離れている場合がある．よって，今回はオープンキャンパスの一般的なメニューから模擬授業は除外し，在学生との交流を中心とした．

表 1「模擬ゼミナール」では大学生 3~5 人，高校生 5 人, 1 回 15~45 分程度で模擬ゼミナールを行う．前提として，昨今多くの取り組みがなされている高大連携授業を想定し，大学ならではの授業形式であるゼミナール授業を，高校生とともに実施する．特に，女性同士の交流ということで女性ならではの社会問題や感性に関する幅広い課題を中心に，年代を超えて学びあう．高校生にとって新しい学びの形式に触れる機会であるとともに，世代を超えた女性同士の学び合いから，大学のゼミという嗜好や年齢が限定された人員で構成される閉鎖的な学習活動の場を，少し開放することができるものと期待できる．

以上の学習環境は，裸眼 3D 視線一致型テレビ会議システムと 2D 視線一致型テレビ会議システムを使用し，多様な高大連携遠隔対話型学習を実施し，その効果を質問紙調査(学習者の主観評価)により取得し，多変量解析手法により比較分析する．

4. おわりに

本研究では先行研究[1]の結果を踏まえ進路学習，女子生徒の進路選択について追加提案を行った．そのため女子生徒が自らのキャリアデザインを描くにあたり女子大学生より何を学び，どのような交流方法を望むのか実施後の内容評価も重要であると考えられる．よって今後は，共学大学とで差異が認められるのかについても比較検討する価値があるものと考えられる．

謝辞

研究協力をご快諾下さった蒲田女子高等学校の教職員と生徒の皆さんに深く感謝いたします．

また，本研究は平成 28 年度 科学研究費補助金 基盤研究 (C) (課題番号:16K01126) および，令和元年度　科学研究費補助金 基盤研究 (C) (課題番号:19K03091) の補助によるものです．

参考文献

(1) 藤本彩華(共立女子大学)，永岡慶三(早稲田大学)，米谷雄介(香川大学)，谷田貝雅典(共立女子大学):“裸眼 3D 視線一致型テレビ会議システムを用いた高校・大学間遠隔対話型学習のデザインと実践”教育システム情報学会研究報告 33(6),pp.79-86，April.2019

(2) 谷田貝雅典，根来民子，永岡慶三:“裸眼 3D 視線一致型テレビ会議システムを利用した遠隔学習の効果と身体負荷について”教育システム情報学会研究報告，130(6),pp.69-76，March.2016.

表 1　対話型学習内容

競争型学習	ディベート【先行研究[1]にて実施】 高大対抗または高大混成チームで，教育ディベートを行う．
	競争課題 高大対抗または高大混成チームで，競争課題解答や競争フェルミ推定の競技を行う．
協調型学習	討論【先行研究[1]にて実施】 高大共通テーマに関しディスカッションする．
	調べ学習 高大混成チームにより，特定課題に対する協議・調査・発表を行う．
	課題研究 高大混成チームを結成し，共同研究と発表を行う．
協働型学習	伝統文化【先行研究[1]にて実施】 華道や茶道などの伝統文化に関する協働活動．
	制作 絵本，人形劇，手芸，調理などの協働制作．
交流型学習	自由会話【先行研究[1]にて実施】 自己紹介やお互いを知るために自由に会話する．
	コミュニケーションゲーム【先行研究[1]にて実施】 言葉遊びや対話ゲームなど行い懇親を深める．
進路指導型学習	**面接練習** 女子特有のキャリアデザインに着目し，入試面接や就職面接練習を行う．
	オープンキャンパス 学校説明や在学生との交流を行い，女子高・女子大間の遠隔オープンキャンパスを展開する．
	模擬ゼミナール 女子高・女子大間の高大連携授業を想定し，女性ならではの社会問題や感性に関する幅広い課題をゼミナール形式で扱う．

（**太字**箇所が本研究で追加及び実施する学習内容）

産学官連携による地域課題解決のアイデア創出を目指した「かがわ ICT まちづくりアイデアソン」の実践

Practice of “Kagawa ICT Ideathon for Solving Regional Problems” through industry-government-academia collaboration

矢部　智暉[*1]，浜田　順子[*2]，黒木　昭博[*3]，金　潤和[*2]，川池　拓史[*4]，
米谷　雄介[*4]，後藤田　中[*4]，國枝　孝之[*4]，佛圓　哲朗[*4]，八重樫　理人[*4]

Tomoki YABE[*1], Junko HAMADA[*2], Akihiro KUROKI[*3], Yoonhwa KIM[*2], Hirofumi KAWAIKE[*4]
Yusuke KOMETANI[*4], Naka GOTODA[*4], Takayuki KUNIEDA[*4], Tetsuro BUTSUEN[*4], Rihito YAEGASHI[*4]

[*1] 香川大学大学院　工学研究科
[*1]Graduate School of Engineering, Kagawa University
[*2] 富士通株式会社
[*2]Fujitsu Limited.
[*3] 株式会社富士通総研
[*3]Fujitsu Research Institute
[*4] 香川大学　創造工学部
[*4]Faculty of Engineering and Design, Kagawa University

Email: s18g479@stu.kagawa-u.ac.jp

あらまし：香川大学は，2016 年度から産学官連携による地域課題解決のアイデア創出を目指した「かがわ ICT まちづくりアイデアソン」を実施している．かがわ ICT まちづくりアイデアソンは，香川県内の学生に加えて，地域企業，地方自治体からも参加者を募って実施された．本論文では，香川大学が実施した「かがわ ICT まちづくりアイデアソン」の取り組みについて述べる．
キーワード：産学官連携，地域課題解決，アイデアソン

1.　はじめに

アイデアソン（Ideathon）は，アイデア（Idea）とマラソン（Marathon）をかけ合わせた造語で，特定のテーマについて多様なメンバーが対話を通じてアイデアを出し合いそれをまとめていく形式のイベントであり，新しいサービスやイノベーションを創出する手法として注目されている(1)．

香川大学では，香川県内の地域企業や地方自治体と連携し，「かがわ ICT まちづくりアイデアソン」を開催した．「かがわ ICT まちづくりアイデアソン」は，2016 年度より継続的に開催され，ICT を用いて地域課題を解決し，魅力あふれるまちにするためのアイデア創出を目的としている．「かがわ ICT まちづくりアイデアソン」は，司会や当日の運営など，開催に関わるほぼ全てを，香川大学の学生や地域企業の若手が務めている．2016 年度は，「想像もできないかがわを創造しよう」，2017 年度は，「“クセになる”かがわ～リピートされる旅を考えよう～」，2018 年度は「“明日も”住みたいかがわ」をテーマに開催された．

本論文では，「かがわ ICT まちづくりアイデアソン」の取り組みについて述べる．

2.　かがわ ICT まちづくりアイデアソン

「かがわ ICT まちづくりアイデアソン」は，『アイデアを考えるワーク』（アイデアカメラ，スピードストーミング，アイデアスケッチ，ハイライト）と『アイデアを形にするワーク』（ダーティープロトタイピング，プレスリリース作成）から構成される．図 1 は，2018 年度の「かがわ ICT まちづくりアイデアソン」のスケジュールを示している．「かがわ ICT まちづくりアイデアソン」は，香川県内の学生（高校生以上），地域企業，地方自治体など立場や年齢の異な

時間	内容
09:30－10:00	オリエンテーション&アイスブレイク
10:00－11:00	キーノート
11:00－13:10	アイデアを考える
13:10－14:00	お昼休憩
14:00－15:50	アイデアを形にする
15:50－17:00	発表（寸劇形式）
17:00－17:45	結果発表
18:00	終了

図 1 アイデアソンのスケジュール（2018 年度）

る参加者から構成されており，参加者相互のコミュニケーションを促す目的で「オリエンテーション&アイスブレイク」を実施した.「キーノート」は，テーマに対する理解を深め，アイデアを創出する視点やヒントを得ることを目的としたワークで，参加者が新たな気づきを得られるように，テーマ毎に講演者を設定し実施した.『アイデアを考えるワーク』では，複数のワーク（アイデアカメラ，スピードストーミング，アイデアスケッチ，ハイライト）を用いて実施した.「アイデアカメラ」は，課題を発見するための，写真を使った擬似フィールドワークである.「スピードストーミング」は，UC Berkeley で開発された手法で，異なる専門の人同士が連携することで，アイデアを創出することを目的としている(2).「スピードストーミング」は，参加者がペアになって議論をおこなう．一般的に，相手のアイデアの良いところに光をあててコメントする「プレイズ・ファースト」のルールを採用する．本アイデアソンでも，「プレイズ・ファースト」のルールを採用した.「アイデアスケッチ」は，「スピードストーミング」で創出されたアイデアを絵で表現するワークである. 図 2 は，「アイデアスケッチ」で用いたワークシートと，実際に参加者が作成した「アイデアスケッチ」を示している.「アイデアスケッチ」で作成するワークシートの数には制限を設けず，できるだけ多くのスケッチを書いてもらうよう参加者に促した.「ハイライト」は，参加者が「面白い」「アイデアが発展しそう」と感じた「アイデアスケッチ」の右上に☆マークを記載するワークで，参加者相互で「アイデアスケッチ」の評価をおこなうことを目的としている．図 2 の右上に記載された☆マークは，参加者が記載した評価を示しており，17 人の参加者が，この「アイデアスケッチ」が評価したことを示している.

『アイデアを形にするワーク』では，ダーティープロトタイプとプレスリリースを作成した．プロトタイピングは，簡易的なプロトタイプ（試作品）を作成し，それを用いて有効性の検証をおこなうための手法で，本アイデアソンの「ダーティープロトタイピング」は，アイデアの有効性を会場に用意したアイテムを活用して簡易的なプロトタイプを作成・検証するワークである.「プレスリリース」は，アイデアの概要をユーザの体験を踏まえて検討するワークで，本アイデアソンでは，ワークシートに記載する形式でおこなった．図 3 は，実際に作成されたプレスリリースを示している.「発表」では，作成したプロトタイプとプレスリリースのワークシートを用いて，寸劇形式でアイデア発表（発表 3 分，質疑応答 1 分）をおこなった．図 4 は，寸劇の様子を示している.



図 2　アイデアスケッチのワークシート

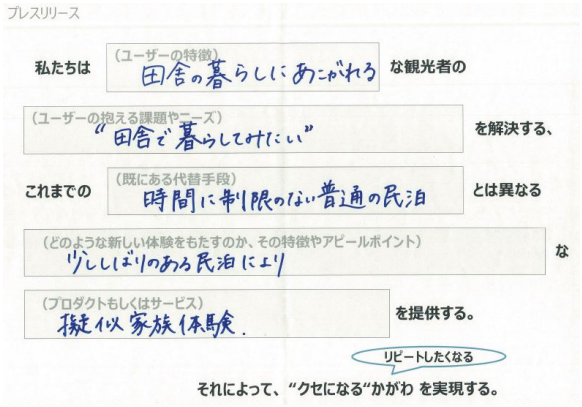


図 3　プレスリリースのワークシート


図 4　寸劇の様子

3.　おわりに

本論文では，香川大学が実施した「かがわ ICT まちづくりアイデアソン」の取り組みについて述べた．現在，今年度の「かがわ ICT まちづくりアイデアソン」の開催に向けて，実行委員会を組織し，検討を進めている.

参考文献

(1)　株式会社富士通総研：“オープンイノベーション/共創の手法として注目されるハッカソン・アイデアソン”, http://www.fujitsu.com/jp/group/fri/¥¥businesstopics/hackathon/trend/ (2017)
(2)　石井力重：“ブレインストーミングの技術”, https://www.slideshare.net/ishiirikie/ve-iws5　(2013)

香川大学と芝浦工業大学の大学生対流促進事業「うどん県住みます学生プロジェクト」の実践

Practice of Educational Project by which students lives in Udonken by Kagawa University and Shibaura Institute of Technology

長尾　敦史[*1]，松永　貴輝[*1]，神田　亮[*1]，蘆澤　雄亮[*2]
廣瀬　三平[*2]，山澤　浩司[*2]，古屋　繁[*2]，八重樫　理人[*3]
Atsushi NAGAO[*1], Takateru MATSUNAGA[*2] Ryo KANDA[*1], Yusuke ASHIZAWA[*2]
Sampei HIROSE[*1], Koji YAMAZAWA[*2] Shigeru FURUYA[*1], Rihito YAEGASHI[*3]

[*1] 香川大学地域連携・生涯学習センター
[*1] Center for Regional Collaboration and Lifelong Learning, Kagawa University
[*2] 芝浦工業大学デザイン工学部
[*2] College of Engineering and Design, Shibaura Institute of Technology
[*3] 香川大学創造工学部
[*3] Faculty of Engineering and Design, Kagawa University
Email: a.nagao@cc.kagawa-u.ac.jp

あらまし：香川大学と芝浦工業大学の大学生対流促進事業「うまげなかがわ感じてみまい！「うどん県住みます学生プロジェクト」」は，香川大学が COC 事業や，COC+事業で整備したローカル教育プログラムを芝浦工業大学に提供するとともに，芝浦工業大学が SGU 事業で整備したグローバル教育プログラムを香川大学に提供することで，グローバルを理解したローカル人材，ローカルを理解したグローバル人材を育成することを目的としている．本稿では，本事業の実践について述べる．
キーワード：地域活性化，人口流出，大学生対流促進事業，うどん県住みます学生プロジェクト

1. はじめに

香川大学は芝浦工業大学と共同で, 平成 30 年度地方と東京圏の大学生対流促進事業に応募し，採択された．香川大学と芝浦工業大学の大学生対流促進事業「うまげなかがわを感じてみまい！うどん県住みます学生プロジェクト」[(1)(2)]（以下，本事業）は，香川大学が COC 事業や，COC+事業で整備したローカル教育プログラムを芝浦工業大学に提供するとともに, 芝浦工業大学が SGU 事業で整備したグローバル教育プログラムを香川大学に提供することで,「グローバルを理解したローカル人材」,「ローカルを理解したグローバル人材」を育成することを目的としている. 本論文では, 本事業の実践について述べる.

2. 香川大学のローカル教育プログラム

香川大学は, 文部科学省 COC 事業の採択をうけ,「自治体連携による瀬戸内地域の活性化と地（知）の拠点整備」事業を実施している．この事業では，香川県と 7 市町村を連携自治体とし，島活性化や街活性化などを通じて地域理解をはかるとともに，瀬戸内地域の活性化を目指す PBL 型（Project/Problem based Learning）型教育プログラム「瀬戸内地域活性化プロジェクト」を整備した．平成 29 年度は，香川県と 5 市町村と連携し，173 名の香川大生が受講した．また香川大学は，文部科学省 COC+事業にも採択され,「うどん県で働こうプロジェクト」事業を実施している．この事業では，COC 事業の連携自治体に加え，地域企業の就労体験を通じて地域理解をはかるインターンシップ型教育プログラム「地域インターンシップ」を整備した．連携企業数は 70 社を超えており，平成 29 年度は 314 名の学生が受講した．

香川大学は，PBL 型，インターンシップ型教育プログラムを通じて，香川大学の理念である「世界水準の教育研究活動により，創造的で人間性豊かな専門職業人・研究者を養成し，地域社会をリードするとともに共生社会の実現に貢献する」人材の育成を目指している．

3. 芝浦工業大学のグローバル教育プログラム

芝浦工業大学は，4 学部 2 研究科を有する工科系単科大学であり，学生数は約 8600 人である．芝浦工業大学は，SGU 事業（グローバル化牽引型）に採択され,「価値共創型教育を特徴とする理工学人材育成モデルの構築と世界発展への貢献」を実施している．芝浦工業大学は SGU 事業を通じて，海外の学生や企業と一緒に問題解決型のワークショップを展開する PBL 型教育プログラム「グローバル PBL」や，海外企業の就労体験を通じてグローバルに活躍する人材育成を目指すインターンシップ型プログラム「国際インターンシップ」を整備した．

芝浦工業大学は，PBL 型，インターンシップ型教育プログラムを通じて，グローバルに活躍する「グローバル人材」の育成を目指している．

4.　うどん県住みます学生プロジェクト

本事業は，香川大学が COC 事業や，COC+事業で整備したローカル教育プログラムを芝浦工業大学に提供するとともに, 芝浦工業大学が SGU 事業で整備したグローバル教育プログラムを香川大学に提供することで，グローバルを理解したローカル人材，ローカルを理解したグローバル人材を育成することを目的としている．本事業は，1 週間程度の短期プログラムと，2 ヶ月～半年の長期プログラムから構成される．　平成 30 年度は，3 種類の短期プログラムと 2 種類の長期プログラム（単位互換型，三者共同研究型）を実施した．以下にその概要を記す．

①香川県で実施した短期プログラム
・「うまげな小豆島を感じてみまい」

本プログラムは，平成 30 年 9 月 3 日から 7 日までの 4 泊 5 日間,香川県小豆島で実施された．芝浦工業大生 28 名，香川大生 9 名，計 37 名が参加した．本プログラムには，自治体職員や小豆島へ移住した移住者，小豆島をフィールドに研究されている研究者による講話や, 小豆島内にある農村歌舞伎の舞台，150 年以上続く醤油蔵の見学だけでなく，中山地区にある棚田での稲刈り体験，神浦地区での地引網体験など，地域理解につながる様々な内容が盛り込まれ実施された．図１，２は，稲刈りと地引網の様子を示している．

②東京圏で実施した短期プログラム
・「2020 年東京オリンピック・パラリンピックを疑似体験。オリンピックの〇と×」

本プログラムは，平成 31 年 3 月 1 日から 5 日までの 4 泊 5 日間，芝浦工業大学にて実施された．香川大生 12 名，芝浦工業大生 10 名，計 22 名が参加した. 前回の東京オリンピックと 2020 年東京オリンピックを比較し，実際の現場フィールドワークを通してオリンピックにおける PBL 型フィールドワークに取り組んだ.



図１　中山地区の棚田での稲刈り



図２　神浦地区の海岸での地引網

・「デジタルアート×照明ワークショップ」

本プログラムは，平成 31 年 3 月 14 日から 17 日までの 3 泊 4 日間，芝浦工業大学にて実施された．香川大生 5 名，芝浦工業大生 16 名，タイ・アサンプション大生 24 名，計 45 名が参加した．英語を共通語とし，プロジェクションマッピング・動画・グラフィックデザインの技術用いて，空間をデザインする PBL 型フィールドワークに取り組んだ.

③香川県で実施した長期プログラム

長期プログラム（単位互換型）は，平成 30 年 10 月から開始され, 芝浦工業大生 2 名が参加した. 2 名の学生は本学で実施している「瀬戸内地域活性化プロジェクト」にも参加し，地域課題解決を目指した様々な取り組みにも参加した．東かがわ市では，福栄地区にて農業の六次産業化をテーマにした商品づくり，農業イベントの運営，小海地区にて，お遍路小屋づくりのワークショップなどに取り組んだ．丸亀市では，丸亀市や商店街組合の協力のもと，子どもの居場所づくりを考えた子ども食堂の企画運営にも取り組んだ．観音寺市では，地元で行われている祭りに参加し，地域の伝統文化に触れた.

長期プログラム（共同研究型）には，芝浦工業大学生 1 名と芝浦工業大学大学院生 1 名が参加した．長期プログラム（共同研究型）は，香川県のクラフトマンテック株式会社，香川大学，芝浦工業大学での３者による共同研究の一環としておこなわれ，建設作業従事者の安全意識向上をはかるシステムの研究, および IT を利用し効率的に建設業における技術を学習するシステムの研究に取り組んだ.

5.　まとめ

本論文では，本事業の実践について述べた．本事業を高度化するためには，教育プログラムを充実させることはもちろんのこと，生活支援の体制整備が必要不可欠である．現在，学生の自主的な活動を支援する仕組みだけでなく，両大学の教職員の連携を強化する仕組みについても検討している.

参考文献

(1)　香川大学「うどん県住みます学生プロジェクト」:“うまげなかがわ感じてみまい「うどん県住みます学生プロジェクト」”，香川大学，https://www.cpp.ao.kagawa-u.ac.jp/（2019）
(2)　芝浦工業大学「うどん県住みます学生プロジェクト」:“うまげなかがわ感じてみまい「うどん県住みます学生プロジェクト」”，芝浦工業大学, https://student-mobility.shibaura-it.ac.jp/（2019）

問題解決ゲームによる問題解決能力への影響の分析
Analysis of Learning Effect through Problem Solving Game

高橋　B.　徹[*1], 高橋　聡[*2], 吉川　厚[*3]
Toru B. TAKAHASHI[*1], Satoshi TAKAHASHI[*2], Atsushi YOSHIKAWA[*3]
[*1] 実践女子大学
[*1]Jissen Women's University
[*2] 関東学院大学
[*1]Kanto Gakuin University
[*3] 東京工業大学
[*2]Tokyo Institute of Technology
Email: takahashi_toru@sfo.kuramae.ne.jp

あらまし：問題解決の初学者は問題発見を軽視しがちである．そこで，問題解決のプロセスを経験する問題解決ゲームを開発し，問題発見に重要な問題分析と評価の必要性を学ばせることを行なっている．これまでの実験結果の分析から，学習者の問題発見への意識をゲームが変えられることがわかっている．そこで、今回は問題解決の取り組みについて報告する．
キーワード：問題解決，問題発見

1.　背景と目的

問題解決を実施する上で重要なサブスキルが問題発見力である．問題発見は非明示的な問題を明確にすることである．問題が何であるかを明確にすることができれば，それに対する効果的な解決策は考えやすくなる．逆に問題が明確になっていない状態で解決策を考えてしまうと，見当違いで効果を上げることができない解決策になってしまう危険性がある．

問題発見を行う上で重要な考え方として『タテの分析』,『ヨコの分析』,『PDCA』がある．タテの分析とは，問題の原因を深堀していく方法であり，いわば「問題の原因」の原因を探っていくことである．ヨコの分析とは問題を引き起こしている原因を網羅的に上げることである．このタテの分析とヨコの分析を組み合わせたものに『イシューツリー』がある．イシューツリーは問題を樹状に分析していく手法である． PDCA は改善方法として有名な方法である．この考えは問題発見においても重要な考え方である．一度の問題分析で十分な問題発見をすることは難しい．そこで，一度の問題発見から見つけた問題に対する解決策を（Plan），実施してみて（Do），その結果を評価し（Check），その結果を次なる問題発見に役立てる（Act）ことが必要になる．

問題解決能力を身に着ける方法として PBL のような実践的な方法が主流である．一方で PBL のような実践的な方法は非常に実施コストがかかる．事前の準備のほか，実施などを含めると時間的なコストが高い．そのため，何度も繰り返し実施するのは難しい．そこで，座学で基本的な問題解決の考えかたを教えることが考えられる．座学は実施コストが低く，その基本的なところだけでも学ぶことができれば実践の PBL などを効果的に実施できるようになることが期待される．

しかし，問題解決を座学で教示しても効果はやはりかなり限定されているとする報告がある [(1)]．主に見られたのは問題発見の方法を教えたにもかかわらず，それを十分に実施せず，解決策を中心に考えるような解決策中心思考的な学習者が多く見られた．例えば,問題発見で問題を見つけたにもかかわらず,その結果を利用せず，解決策は解決策で考えてしまうというものが見られた．

そこで，学習者を問題発見中心思考にするべく一人で実施できる問題解決ゲームを提案した．問題解決ゲームは，問題解決を半実践形式に，特に問題発見の重要さを学ぶためのものである．本稿では特にこの問題解決ゲームが実際の問題解決行動にどのような影響を与えたかを報告する．

2.　問題解決ゲーム

問題解決ゲームは問題発見を中心とした問題解決の意思決定を行うゲームである．このゲームは学習者に問題発見の重要さを学ばせ，解決策中心思考から問題発見中心思考へと導くことを目的としている．

学習者は問題解決ゲームで概ね以下の順番で意思決定を繰り返す：１）目標設定，２）問題分析，３）解決策の決定，４）評価方法の設定，５）解決策の実施．目標設定では，あらかじめ与えられた選択肢から目標を設定する．問題分析では，イシューツリーの形でモデリングされた問題を分析することになる．初期の時点では大まかな問題を表すイシューツリーの一つのノードがあるだけであるが，それに対してタテの分析をするか，ヨコの分析をするかを意思決定することにより，徐々にイシューツリー全体が明らかになっていく．また，問題の発見時に，関連する解決策や評価方法を思いつくようになっている．解決策の決定・評価方法の設定では，問題の分析で思いついたものから実施するものを選択する．解決策の実施では決定された解決策を実施し，その

結果を設定された評価方法で評価を行う．このときに正解となる解決策を同時に実施できていたらゲームクリアとなる．クリア条件を満たしていない場合は，設定された評価方法に基づいた評価結果が示される．これをクリアできるまで繰り返し行っていく．この流れは PDCA を模している．

このゲームをクリアするには解くべき問題を発見して，それに対応した解決策を実施する必要がある．そのためには発見した問題を読み込み，それに対応した問題がなんであるかを読み解かねばならない．また，問題の分析でタテとヨコに分析していくが，効率的に分析を進めていくには評価結果も読み解く必要がある．評価結果からは，まだその評価範囲に問題が残っているの，あるいは解決しているかが分かる．これを適切に利用するには，実施している解決策と対応した評価方法を設定する必要がある．

3. 実験

本実験では問題解決ゲームにより，学習者の問題解決行動がどのように変化するかを評価する．実験参加者は問題解決の実践を行い，そのあとに問題解決ゲームを実施する．そして，もう一度，最初に行った問題解決の実践の内容を修正してもらう．本実験では，この修正内容が問題解決ゲームより学んだ結果として考える．実験参加者は大学生・大学院生 11 名である．

実験参加者はまず問題解決の学習を座学で受ける．次に問題解決の実践を 30 分ほど行う．この中で，問題発見をイシューツリーを使って行う．そして，「目標」，「問題」，「解決策」，「評価方法」についてまとめる．そして，問題解決ゲームを実施する．それが終わると問題解決の実践したものを修正作業を 30 分ほど行う．このほかに問題解決の意識に対するアンケートを行っている．

本稿では問題解決ゲームの実施が問題解決の実践にどのような影響をもたらしたかを報告する．アンケートの結果の詳細については先行の発表で示している．概要だけ述べると，問題発見に必要な問題分析については重要性について理解し，修正を行おうとしたことも確認した．ただし，評価については問題解決ゲームを通して，重要性の理解が深まったものの，十分とは言えなかった．

表 1 に問題解決ゲーム後に各問題解決の過程について修正を行った実験参加者の割合を示す．目標は 3 人が修正を行っているがうち 2 名は目標を増やしていて，結果的に意味が分からなくなってしまっているので，良い修正とは言い難い．問題分析は 72.73%の実験参加者が修正を行っている．修正の仕方はイシューツリーを整理したり，タテの分析を増やしたり，ヨコの分析を増やしたり，1 名についてはほぼ一から作り直したものもいた．特筆すべき点として，修正を行ったすべての実験参加者がその修正内容に合わせて解決策も修正を行っているところである．評価については，修正した実験参加者は多くはないが修正したものの中には増やした解決策に合わせて評価方法を増やせている．一方で，27.27%の実験参加者は初めの時点で評価方法を捉え間違えており，それは問題解決ゲームを行った後でも改善が見られなかった．

問題発見に重要な問題分析について，アンケートで重要であることは理解されていたことは分かっていたが，それに加えて実践においても実際に行動に現れているのが確認できた．そして，問題分析に修正を行った実験参加者のすべてが，対応する解決策を加えているのは，問題分析の結果から解決策を考えるという，問題発見中心思考で行動できていることが分かる．一方で，問題発見に同様に重要な評価については，アンケートでも重要であることが十分には伝わっていないことは明らかになっていたが，ここでも実際に修正を行ったものは少なかった．それればかりか，評価方法自体を捉え間違えているものがいることが明らかになった．つまり，評価の重要さが理解できていないのはそもそも評価方法を捉え間違っていることが原因である可能性がある．

表 1 修正した実験参加者の割合

目標	27.27%
問題分析	72.73%
解決策	90.91%
評価	36.36%

4. 結論と今後の課題

本稿では問題解決ゲームが，学習者の行動に効果をもたらすかについて報告を行った．結果として，問題発見に重要な問題分析については理解するばかりでなく，行動にまで効果をもたらすことが分かった．また，問題の分析から解決策を考えるといった，問題発見中心思考的な行動も確認できた．一方で，評価については行動に効果をあまり与えていないどころか，捉え間違っていることが分かった．今後は，評価の意味をより理解できるようなコンテンツを作成する予定である．また，問題発見中心思考にするだけでなく，その質を向上させるようなコンテンツも開発する予定である．

参考文献

(1) 高橋 B.徹，高橋聡，吉川厚：“問題発見工程におけるつまずきの分析 ”，平成 27 年度日本科学教育学会第 3 回研究会，pp. 65-70（2015）
(2) 高橋 B.徹，高橋聡，吉川厚：“問題発見の重要さを学ぶためのゲームの開発・評価”，教育工学会，19-1，B13（2019）

学外学習プログラムを対象としたLMS「KadaRiku/カダリク」の開発
－学習プログラムマッチング機能の提案－

Development of “KadaRiku” for External Learning Program
-Proposal of matching function for learning program -

椎木　卓巳[*1]，矢部　智暉[*2]，米谷　雄介[*3]，後藤田　中[*3]
國枝　孝之[*3]，松永　貴輝[*4]，神田　亮[*4]，長尾　敦史[*4]，八重樫　理人[*3]

Takumi SHIIKI[*1], Tomoki YABE[*2], Yusuke KOMETANI[*1], Naka GOTODA[*3], Takayuki KUNIEDA[*3], Takateru MATSUNAGA[*3], Ryo KANDA[*3], Atsushi NAGAO[*3], Rihito YAEGASHI[*3]
[*1] 香川大学　工学部
[*1] Faculty of Engineering, Kagawa University
[*2] 香川大学大学院　工学研究科
[*2]Graduate School of Engineering, Kagawa University
[*3] 香川大学　創造工学部
[*3] Faculty of Engineering and Design, Kagawa University
[*4] 香川大学　地域連携・生涯学習センター
[*4] Center for Regional Collaboration and Lifelong Learning, Kagawa University

Email: s16t232@stu.kagawa-u.ac.jp

あらまし：香川大学では，文部科学省のCOC事業，COC+事業の採択をうけ，香川県内の自治体や企業と連携し，瀬戸内地域の課題解決や地域自治体・企業での就労体験を通じて地域理解を促すPBL・インターンシップ型教育プログラムを整備したが，必要としている学生にそれら学習プログラムに関する情報を適切に提供する仕組みは有していない．本論文では，香川大学が実施するPBL型，インターンシップ型などの学外学習プログラムを対象としたLMS「KadaRiku/カダリク」の学習プログラムマッチング機能について述べる．
キーワード：PBL型・インターシップ型教育プログラム，マッチング機能

1. はじめに

香川大学は,「世界水準の教育研究活動により，創造的で人間性豊かな専門職業人・研究者を養成し，地域社会をリードするとともに共生社会の実現に貢献する.」ことを理念に掲げている．香川大学は，文部科学省のCOC事業(1)の採択をうけ，「自治体連携による瀬戸内地域の活性化と地（知）の拠点整備」事業を実施した．この事業では，香川県と7市町村を連携自治体とし，瀬戸内地域の課題解決から地域理解を促すPBL（Project/Problem based Learning）型教育プログラム（瀬戸内地域活性化プロジェクト）を整備した．また，文部科学省のCOC+事業にも採択され,「うどん県で働こうプロジェクト～」事業を実施している．本事業では，COC事業の自治体に加え，地域企業での就労体験を通じて地域理解を促すインターンシップ型教育プログラム（地域インターンシップ）を整備した．

香川大学は芝浦工業大学と共同で，平成30年度「地方と東京圏の大学生対流促進事業」に応募し，採択された．香川大学と芝浦工業大学の大学生対流促進事業「うどん県住みます学生プロジェクト」(2)(3)は，香川大学がCOC事業や，COC+事業で整備した教育プログラムを芝浦工業大学に提供するとともに，芝浦工業大学がSGU事業(4)で整備した教育プログラムを香川大学に提供することで,「グローバルを理解したローカル人材」,「ローカルを理解したグローバル人材」を育成することを目的としている．香川大学では，瀬戸内地域活性化プロジェクトや地域インターンシップに代表される，様々な種類の学外学プログラムが実施しているが，必要としている学生にそれら学習プログラムに関する情報を適切に提供する仕組みを有していない．

我々は，学外学習プログラムを対象としたLMS「KadaRiku/カダリク」(以下，カダリクとよぶ）を開発する．本論文では，カダリクについて述べるとともに，カダリクの「学習プログラムマッチング機能」について述べる．

2. 学習プログラムマッチング機能

「学習プログラムマッチング機能」を開発するにあたり，本研究では，それぞれの学習プログラムの内容が記載された情報(学習プログラムメタデータ)と,学習プログラム参加者のコメントなどの情報(コメントメタデータ）の検討をおこなった．図1は，学習プログラムメタデータの構造を示している．学習プログラムメタデータは，学習プログラム名や開

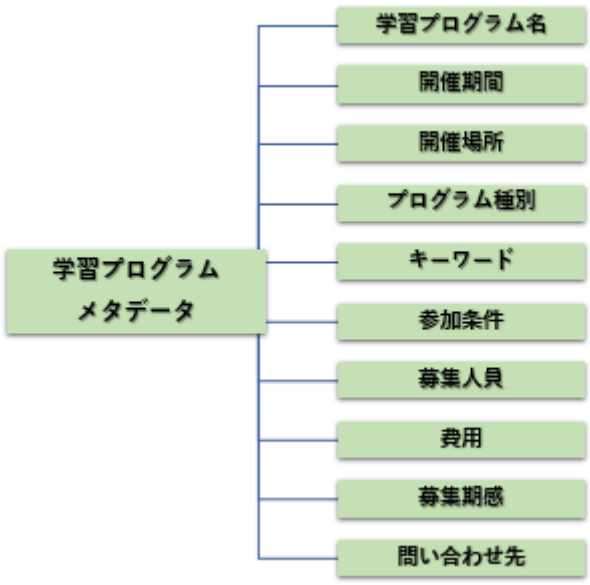


図 1 学習プログラムメタデータの構造

催期間，開催場所（住所，位置データ），プログラム種別（PBL 型，インターンシップ型など），キーワードや，プログラムに参加するための参加条件，募集人員，費用，募集期間，問い合わせ先などの情報から構成される．プログラムメタデータは，学外学習プログラムごとに作成していた募集チラシなどの情報をもとに作成したが，必要な情報が不足していたり，また記載ルールが異なっていたりすることもあり，担当者に問い合わせなどをおこないながら作成した．新規の学習プログラムについては，本研究で整備した学習プログラムメタデータの構造や表記法のルールに基づいて作成をしてもらうこととした．

「コメントメタデータ」は，コメントを作成した学生の所属学部，所属学科，参加したプログラム，コメントなどの情報から構成される．

「学習プログラムマッチング機能」は，「検索ワード」，「開催期間」，「種別（PBL 型，インターンシップ型など）」，「開催場所（高松市，東かがわ市，土庄町，小豆島町など）」，「参加した学生からのコメント（工学部電子・情報工学科 3 年生など）」によるマッチング機能を提供する．「検索ワード」によるマッチングでは，入力された検索ワードから，それら検索ワードがプログラムメタデータに含まれる学外学習プログラムと，過去に開催されたそのプログラムに参加した学生のコメントの情報を提供する．「開催期間」によるマッチングでは，学習者によって指定された期間に開催される学習プログラムをカレンダーに表示し，カレンダー内のプログラム名をクリックすることで，該当する学習プログラムの情報と過去に開催されたそのプログラムに参加した学生のコメントを提供する．「開催場所」によるマッチングでは，指定された市町村の地図を表示し，地図内のピンをクリックすることで，該当する学習プログラムと過去に開催されたプログラムに参加した学生のコメントの情報を提供する．図 2 は，「学習プログラムマッチング機能」において「開催場所」によるマッチングの結果を示している．学習プログラムの種別によって，ピンの色が異なっている．「参加した学生からのコメント」によるマッチングでは，参加した学生の学部，学科，学年からその学生コメントと，その学生が参加した学習プログラムの情報を提供する．

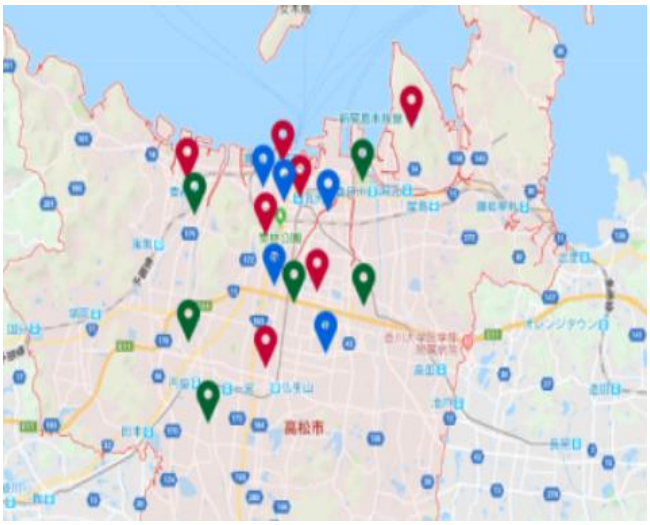


図 2 開催場所によるマッチングの結果

3. おわりに

本論文では，カダリクについて述べるとともに，学習プログラムの情報を必要としている学生に提供する「学習プログラムマッチング機能」について述べた．

現在，学習プログラムマッチング機能のプロトタイプの開発をすすめており，プロトタイプを用いたシステムの評価実験を予定している．

参考文献

(1) 香川大学「地（知）の拠点整備事業」”，香川大学, https:// www.kagawa-u.ac.jp/coc/（2013）
(2) 香川大学「うどん県住みます学生プロジェクト」:“うまげなかがわ感じてみまい「うどん県住みます学生プロジェクト」”，香川大学，https://www.cpp.ao.kagawa-u.ac.jp/（2019）
(3) 芝浦工業大学「うどん県住みます学生プロジェクト」:“うまげなかがわ感じてみまい「うどん県住みます学生プロジェクト」”，芝浦工業大学, https://student-mobility.shibaura-it.ac.jp/（2019）
(4) 芝浦工業大学「SGU(スーパーグローバル大学)創成支援事業」”，芝浦工業大学，https://www.shibaura-it.ac.jp/global/index.html（2019）

遠隔地におけるものづくり PBL 指導支援のための 学習データ収集システムの開発とその効果

Development of Collection System of Experimental Outcome for Teaching Support of Manufacturing PBL from Remote Location and Its Effects

千田 和範[*1]，野口 孝文[*2]，稲守 栄[*1]
Kazunori CHIDA[*1]，Takafumi NOGUCHI[*2]，Sakae INAMORI[*1]
*1 釧路工業高等専門学校 電気工学科
*2 北海道大学

*1 Department of Electrical Engineering, National Institute of Technology, Kushiro College
*2 Hokkaido University
Email: chida@kushiro-ct.ac.jp

あらまし：初学者に対し様々な知識に対する興味や意欲を持続させながら学習させるには様々な工夫が必要になる．我々はこれまで試行錯誤を伴う協調学習をベースとした理科教育プログラムを開発し，小学校で実践してきた．遠隔地にある小学校ではものづくり PBL の直接指導は難しい．そこで本研究では，遠隔地から PBL の指導支援を実現する ICT 型支援機器の開発とその運用効果について報告する．

キーワード：協調学習，競争原理，問題解決型学習，教育機関連携，ICT 利用，遠隔学習

1. はじめに

近年，様々な教育機関において，課題の発見と解決に向けた主体的・協働的に学ぶ学習が取り入れられてきている．本校の授業や実験においても「動機づけ」,「満足感」などを考慮し，問題解決型学習を拡張した学習に取り組み，関連学会で成果報告を行ってきた(1)．これらの活動から，複数校で授業や実験を同時展開することでクラス単位では得られなかった学習の広がりを目指し，小学校向け理科教育用グループ学習プログラムを 2013 年度から行なっている．その中で実験記録の時系列化を行うことで，グループ学習の知識の伝播過程が明らかになると同時に，効果的なアドバイスを与えられる可能性があることが分かった．しかし，実施校までの距離が離れていると訪問回数などが制限され，試行錯誤過程で効果的なアドバイスをすることが困難となる．

そこで本研究では試行錯誤型学習の学習過程の記録とその結果を管理側システムに転送し，その結果を基に遠隔地から PBL の指導支援を実現する ICT 型支援機器の開発とその運用効果について報告する．

2. 複数校横断型理科教育プログラム概要

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

第1回 電磁石の基本特性に関する全員体験型実験
第2回 コンテストに向けた試行錯誤型グループ学習
第3回 電磁石の性能コンテスト

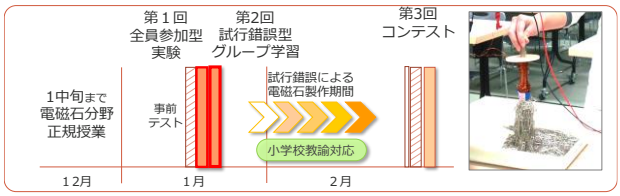


図 1. 2018 年度の教育プログラムのスケジュール

2018 年度は本校から 100km 程離れた市外の T 小学校 1 クラス 16 名の協力のもと図 1 の日程で本プログラムを運用した．なお小規模校のため，コンテストはクラスを半分にわけてチーム編成を行った．ここで第 2 回の試行錯誤型グループ学習から第 3 回コンテストまでの製作期間は小学校の教諭のみで対応しなければならない．しかし試行錯誤が必須なものづくりに慣れていない場合，その指導は大きな負担となる．そこで試行錯誤を伴う製作過程を外部から支援することができるシステムが必要となる．

3. 思考支援のための学習過程記録装置の構成

遠隔地からものづくり PBL の指導支援を行うためには, (a)学習者の作業内容(ここでは作例データとする)が把握できること，(b)遠隔地の支援要員に(a)の作業内容を伝えられること，(c)支援要員から遠隔地の指導者にアドバイスが送信できることが必要となる．そこで図 2 に示すようなシステム構成によって対応することを考える．なお，これまでの経験から学習者に何らかのメリットがない作例データ入力の要請は，途中で継続が困難になることがわかっている．そこで，入力した作例データを作例カードと

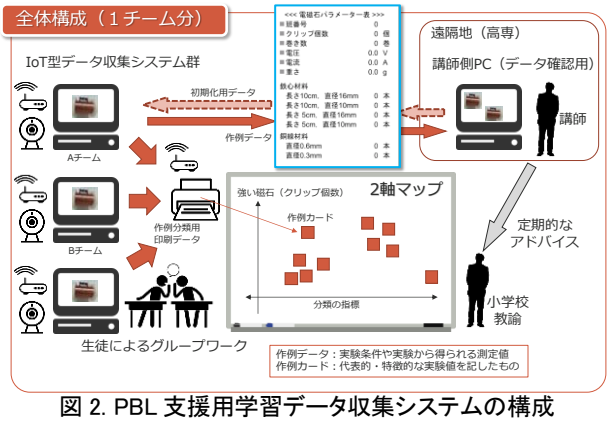


図 2. PBL 支援用学習データ収集システムの構成



図 3. 製作した学習データ収集システム



図 4. システム運用の状況

して出力し，それを２軸マップ上に貼り付けることによって，条件分けを支援し「気づき」を促進する仕組みを取り入れる．これらの仕様を基に製作したシステムを図 3 に示す．このシステムは従来のシステム[2]を改良し統括用マイコンに RaspberryPi3B+を用い, WEB カメラ, テンキーパッド, HDMI モニタ, サーマルプリンタ, LTE 通信ユニットで構成される．また図 4 に実際のものづくり作業時の状況を示す．

このシステムを用いた PBL 支援までの流れは次の通りになる．まず学習者は製作した作例を用いて実験を行い，出力された作例カードを基に図 5 の２軸マップに貼り付け目標を達成するための条件を検討する．それと同時に作例データは遠隔地の支援要員に送信される．支援要員は作例データを基に入力時間と作例の特性値から関連性の高いものを繋げ，その類似度を基準とした図 6 に示す知識伝播マップを作成する．このマップからは条件の偏りや局所解に陥っているグループなどを読み取ることができる．この読み取り結果を基にアドバイスを行う．今回はシステムの都合上メールでアドバイスを行った．なお表 1 は関わった 3 人の教諭による事後アンケート結果である．この結果から提案システムがものづくり指導支援の役に立つ可能性が高いことがわかった．

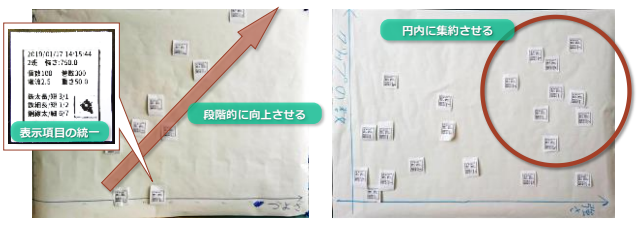


図 5. 試行錯誤支援のための作例カード利用の様子

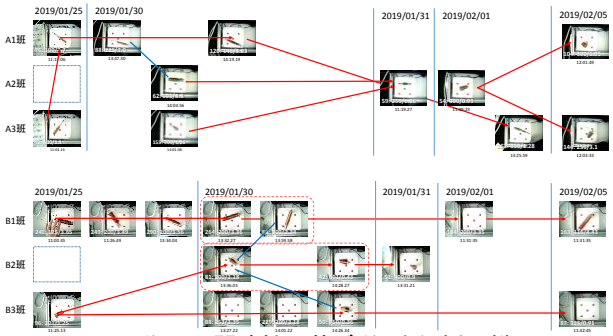


図 6. 作品の関連性に基づく知識伝播の様子

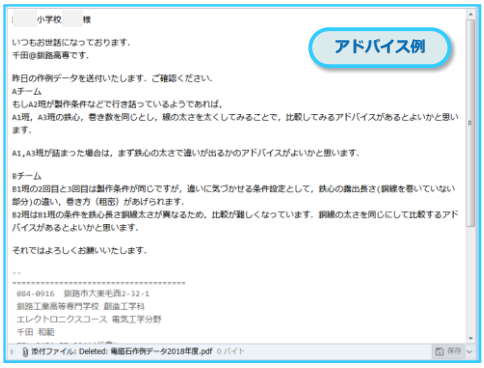


図 7. 知識伝播マップに基づくアドバイスの例

表 1. 教諭に対するアンケート結果

○作例データは各班の作業の進み具合の確認に役立ちましたか？
　とても役に立った(5)：２人　　まあまあ役に立った(4)：１人
○作例データは生徒指導の参考になりましたか？
　とても役に立った(5)：２人　　どちらでもない(3)：１人
○作例データで追加してほしい情報があれば教えてください
　あまり多くても、うちのクラスの子たちには消化不良になるので
　ちょうどよかったと思います
○作例データ収集システムの装置で使いにくかった部分があれば教えてください
　時々トラブルがあり困ったくらいです。多分子供たちの使い方が悪いのですが…
　時々…フリーズ？してしまうことがありました。対処法を教えていただけたらと
○卓上型とタブレット型どちらの方が扱いやすいとお考えですか?
　タブレット型：２　　卓上型：１
　　タブレットも手軽で良いのですが，決められた場所で行う方が
　　今回の子供の実態にあっていると感じました
　　（片付けや学習形態のメリハリ等）

4.　まとめ

本研究では，試行錯誤を通して学習の幅を広げるグループ学習を伴う教育プログラムにおいて，遠隔地からものづくり PBL の指導支援を実現するためのシステムを提案した．また提案したシステムを実際に運用し，その効果も確認することができた．今後は明らかになった問題点を改善し実用に耐えうるシステムに改良していく予定である．

謝辞

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

参考文献

(1) 千田和範，佐藤英樹，野口孝文，稲守栄，荒井誠，梶原秀一，風力発電用翼設計を通した試行錯誤型実験における課題設定とその作品との関係，工学教育，56-5，pp. 103-110，(2008)
(2) 千田和範，稲守栄，野口孝文，試行錯誤型理科教育プログラムにおける知識伝播の可視化のための教育支援システムの開発，教育システム情報学会第 43 回全国大会，E1-4，p. 91-92 (2018)

実践体験型 PBL の授業設計支援チェックシート（試案）の開発

Development of a Check sheet to Help Course Design for Practical Experience Type Learning

石田　百合子[*1, *2]，松葉　龍一[*2]
Yuriko ISHIDA[*1, *2], Ryuichi MATSUBA[*2]
[*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] 熊本大学教授システム学研究センター
[*2]Research Center for Instructional Systems, Kumamoto University
Email: yuishida@st.gsis.kumamoto-u.ac.jp

あらまし：本発表では，問題解決型／プロジェクト型学習（PBL）やサービスラーニング（SL）などの現実課題をテーマにした活動から学習する方法（実践体験型学習）の導入を考える教員を対象に，開発したチェックシート（試案）について報告する．チェックシート（試案）は， SL の設計段階で抑えるべき原則・基準をベースに項目整理し，問題解決型学習（PBL）での設計プロセスの流れを参考に作成した．
キーワード：授業設計，チェックシート，アクティブ・ラーニング，PBL，サービスラーニング

1. 背　景

学習者の興味・問題から出発し，学習者の学習活動を中心に据えた学びのスタイルである実践体験型学習は，これまでの授業スタイルではあまり意識されなかった，学生間の関係性への配慮，学外の協力者との調整や，学生の学習プロセスを予測した事前準備が重要であると言われている(1)．また「知識を教える」ことから「学びのプロセスを支援する」へ，教員の役割そのものを再考する必要がある．

これまで筆者らは，高等専門学校の正課内／外で行われている地域貢献活動や，学年学科混合メンバーで構成されたプロジェクト学習の授業設計，運営および改善に関わる支援(2)を継続的に行ってきた．

これらの支援では，筆者らが海外文献から SL の設計段階で抑えるべき八つの原則・基準の分類(3)を整理し，当該分類をもとに作成したインタビューシートを用いて，担当教員にヒアリングを行い(4)，設計や事前準備が不十分な項目について，助言を行うというプロセスを繰り返した．また，不十分と思われる項目を重点的に記載した教員向けの授業設計のためのガイドブックやワークシートも開発した(2)．

上記プロセスは，対面のやり取りを複数回行うことで，同時に担当教員の授業に対する想いや実施にあたって不安に感じる部分も把握できる．そのため，個々の教員に合った準備のステップも提案しやすいというメリットがあった．しかし，実践体験を伴う学習を取り入れる科目や教員が増加した場合，これらのプロセスに割く時間や人材確保の難しさが予想されるため，教員自身でツールを活用しながら授業設計や改善できる状況を整える必要があると考えた．

そこで，インタビューシートの項目をもとに，教員が活用する実践体験型学習の設計・事前準備のためのチェックシート（試案）を開発した．

2. チェックシート（試案）の作成

現在のインタビューシートは，実施中の教育活動の状況を確認する構成になっており，授業設計手順に沿った並びにはなっていなかった．またほとんどの項目はオープン質問で作られており，そのままチェックシート項目として採用することはできない．そこで，教員が一人で記入できるようにする観点から，以下の２点の見直しを行った．

2.1 質問項目の絞り込み

質問項目は，6 つのカテゴリと 30 の質問項目から構成されている．これまで行ったヒアリングでも，全ての確認に 1 時間以上を要したことから，設計に関わる項目に限定し，30 分程度で書き込める質問数に絞り込むことにした．

2.2 授業設計プロセスを意識させた順序性の検討

教育・研修の効果・効率・魅力を高める手法であるインストラクショナルデザイン（ID）の基本プロセスである ADDIE モデルは，実際の授業案や教材の作成から改善まで分かりやすくモデル化されているものである．実践体験型学習においても，ADDIE モデルは適用できると考えている．しかし，実践体験型学習では，選んだ現実問題やテーマ，外部協力者との関係性，学生がどのような活動を進めるかという変動要素が加わるため，学習目標に到達させるためには，従来型の授業と比べて，A（Analysis：分析），D（Design：設計）の段階で考慮すべき点が多い．これまでの支援事例でも，これらの変動要素に振り回されてしまい，授業設計のプロセスをきちんと踏めずに始まってしまったケースも見られた．

そこでチェックシート項目の順序は，PBL 設計プロセス(1)を参考にした．このプロセスは大きく３つに分かれており，インタビューシートのそれぞれの項目を該当するプロセスに当てはめる作業を行った．

なお教育現場では，教育方法の種類が何か（SL なのか PBL なのか，Problem/Project のどちらをベースにした PBL かなど）を意識しているケースは少なく，実際に混在していることも多い．また今回は地域や企業等の学外との関わりがあることを前提にした学習を想定しており，上記の従来型の授業との違いに限定すれば，共通していると考える．以上の理由から，SL をベースに項目を作成し，PBL 設計プロセスを参考に手順を考えることは問題ないと判断した．

これらのプロセスを経て作成したチェックシート（試案）の一部を**表 1** で示す．

3.　今後の課題

今後，チェックシート（試案）の有用性や妥当性について検証したい．また実際に授業設計を行う際には，チェックシートで検討すべき事項を確認したのち，教員が考えたアイディアの視覚化(1)が重要である．将来的には，設計プロセスに沿ったチェックシート結果表示と各項目の作業記録を可視化することができる，実践体験型学習の設計支援システムの開発を考えている．

謝　辞

本取り組みの一部は，科学研究費補助金の助成を受けて実施された（研究課題番号 17K00505）．

参考文献

(1) L.トープ，S.セージ 著，伊藤通子，定村誠，吉田信一郎 訳:“PBL 学びの可能性をひらく授業づくり-日常生活の問題から確かな学力を育成する”，北大路書房，京都（2017）

(2) 石田百合子, 石田祐, 梶村好宏, 松葉龍一, 根本淳子, 鈴木克明:“サービスラーニングの原則・基準を活用した PBL 科目の授業設計・運営準備ガイドおよびワークシートの開発”,教育システム情報学会論文誌,34 巻 2 号, pp.196-201（2017）

(3) 石田 百合子, 根本 淳子, 松葉 龍一, 鈴木 克明：”学習設計支援ツール開発に向けた海外におけるサービス・ラーニングの原則及び基準の調査分析”．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，pp875-876（2015）

(4) 石田百合子,平石年弘，松葉龍一，根本淳子，鈴木克明:“高専の地域貢献活動とサービス・ラーニングの原則との比較及び担当教員の意識に関する一考察”，日本教育工学会研究報告集 Vol.15,No.5.pp.41-48（2015）

表 1　実践体験型学習の授業設計のためのチェックシート（試案）（一部抜粋）

ステージⅠ．さまざまな問題設定の可能性を模索してみよう

(1) 授業で取り上げる問題・テーマの検討状況について，一番近いものを選んでください． ① 開始時には決めず，学生たちに取り上げる問題を決めるところから考えさせる ② 環境問題，過疎化などのテーマの大きな方向性は示すが，具体的に取り組むテーマは，授業のなかで学生たちに決めさせる． ③ 地域の最近の話題やニュースから問題を探している段階． ④ 地域や企業から特定の問題やテーマが持ち込まれ，それを題材に授業をつくろうとしている段階． ⑤ 正課外で既に行ってきた学習活動を授業化しようとしている段階． ⑥ その他 回答 [　　]	**ひとことアドバイス** 取り上げる問題やテーマを学生たちに決めさせても，教員が最初に与えても，どちらでも問題はありません．学生たちに決めさせる場合，学生の興味関心に沿ったテーマに取り組めるメリットがある一方，教員も取り組むテーマに関連する情報収集が事前にできず，活動の見通しが立てづらいこと，取り上げた問題やテーマの是非についての判断が難しいといった状況が起こる可能性があります．特に問題やテーマの是非については，複雑な状況をはらんでおらず，容易に解決可能な問題を選んだ場合，何故それではダメなのかを説明できるようにしておく必要があるでしょう． 教員が決める場合，既に題材の候補があれば，身につけさせたい知識など（Ⅰ-(2)）や学生の興味関心を分析しながらシナリオをつくることができます．しかし，一から始める場合は，学会のネットワークを活用したり，地域活動に積極的な教員と一緒にアイディアを考えてもらうことで，準備の効率を上げることができるでしょう．
(2) 授業で身につけてほしいと考えている知識・スキル・技能について，一番近いものを選んでください． ① ディプロマポリシーや学部・学科の到達目標と対応している． ② キャリア教育の一環で，社会人基礎力や社会の一員としての役割と対応している． ③ SDGs（持続可能な開発目標）と対応している． ④ ①～③のどれにも当てはまらない． 回答 [　　]	**ひとことアドバイス** 現実の問題に取り組み，学外の方々と関わりながら，色々な経験をすることで，学生は大きく成長します．しかし経験さえすればよいというだけでは，せっかくの機会で得られるものも半減してしまいます． この質問では，学生たちにプロジェクトや取り組みを通じて，何を学んでほしいと考えているかを明確にすることを目的としています． 次のステージでは，さらに学習目標に落とし込み，どう評価するかを考えていきましょう．

自動生成された多肢選択問題を基軸とした線形代数の反転授業の設計

Flipped class using multi-choice questions automatically generated by CAS

吉冨 賢太郎[*1], 金西 計英[*2]
Kentaro YOSHITOMI[*1], Kazuhide Kanenishi[*2]
[*1] 大阪府立大学, [*2] 徳島大学
[*1]Osaka Prefecture University, [*2]Tokushima University,
Email : yositomi@las.osakafu-u.ac.jp

あらまし: 大学専門基礎の線形代数の動画教材を開発し，You Tube や学内配信システムで公開している．視聴確認をさまざまな方法で試みてきたが学生の予習状況は改善していない．対面授業においては，ペア演習の実施等により学習意識を高める試みを行ってきた．学生が寝ないという形式的な目標は改善しつつあるが，自ら「コミュ障にはつらい」と表現する学生もおり多角的な授業設計の必要性もある．著者は今年度，前期履修内容について多肢選択問題の CAS による自動生成を新規に約 85 題分行った．これらの問題は正解するのに理解することが必須となることを基準に設計している．この問題群を予習・復習・授業内演習に活用する試みを行なった．実践報告とアンケートによる効果検証について報告する．
キーワード: 反転学習，LMS，オンライン小テスト，スマートフォン活用

1. はじめに

大学初年次数学科目の 1 つである線形代数は昨今一層重要視されている科目の 1 つである(1). しかし，本来高校までに履修すべき行列やベクトルの概念や幾何的理解の基礎となる空間図形の一部の内容が高校数学全般や文系の履修内容から削除，もしくは今後削除の恐れがあるなど，大学教育側に一層の負荷がかかるようになってきている．このことは，大学教員，学生双方の負担増となっている．

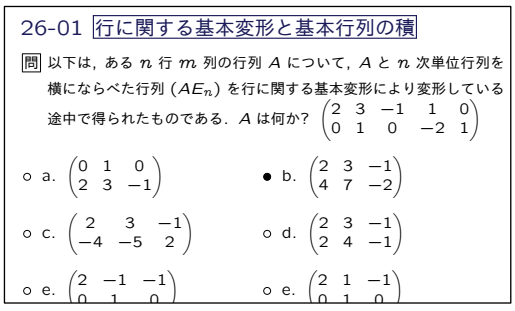
このような現状では，より効果的に線形代数を理解していくことが必要となるが，本来高校で履修すべき内容については学生の自宅学習を拡充して対応する必要がある．また，新しい概念に対する認知的負荷を下げるには，予習が効果的であると考えており，2015 年度より反転授業を試行している．

反転学習における予習活動にはしばしば動画が用いられるが，吉冨は通年分の解説動画を開発し，スライド(TeX/PDF)とともに Web や YouTube で公開している(2)(3). また，予習活動の確認として，LMS(大阪府立大学では Moodle)上で STACK(4)を用いた小テスト課題や，スライドの穴埋めをさせ写真で提出させるなどの試みを行ってきた．しかし，数学の場合，説明を聞いても理解できないというケースが頻発するため，動画の視聴による予習は困難で学生に予習をさせる試みは現状難しいと言わざるを得ない．

一方，対面授業では，説明を始めると学生はしばしば睡魔に襲われ，教員の渾身の解説も聞き逃す．しかし，作問演習を中心とするペア演習や LMS の問題に授業内で取り組ませると目を輝かせる．このことにヒントを得て，問い掛けを基軸とする学習を設計することにした．動画視聴では困難な予習を簡単な問題に取り組ませることとしたのである．

ただし，その際問題となるのは，スマートフォンを利用した場合に見られる解答時の行列等の入力における困難性である．そこで 2017 年後期から取り組んでいる多肢選択問題に注目し，乱数生成により，100〜500 題の多肢選択問題を CAS により自動生成し，解答は選択だけでよいように工夫することとした(6). 問題作成時のポイントとして，自宅学習において計算機を用いても正解することが困難だが，理解していれば正解が容易である問題の設計を心掛けた．今年度，前期に新規に 85 以上の問題を開発した(7).

発表では，本試みについて解説し，金西の手法を用いた学生の学習に関する調査を用いた効果分析，2 クラスある授業の共通中間・期末試験の成績比較，各オンライン課題の取り組み状況と中間・期末の結果の相関について分析し，報告する予定である．


26-01 行に関する基本変形と基本行列の積

問 以下は，ある n 行 m 列の行列 A について，A と n 次単位行列を横にならべた行列 (AE_n) を行に関する基本変形により変形している途中で得られたものである．A は何か? $\begin{pmatrix} 2 & 3 & -1 & 1 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & -2 & 1 \end{pmatrix}$

○ a. $\begin{pmatrix} 0 & 1 & 0 \\ 2 & 3 & -1 \end{pmatrix}$　● b. $\begin{pmatrix} 2 & 3 & -1 \\ 4 & 7 & -2 \end{pmatrix}$

○ c. $\begin{pmatrix} 2 & 3 & -1 \\ -4 & -5 & 2 \end{pmatrix}$　○ d. $\begin{pmatrix} 2 & 3 & -1 \\ 2 & 4 & -1 \end{pmatrix}$

○ e. $\begin{pmatrix} 2 & -1 & -1 \\ 0 & 1 & 0 \end{pmatrix}$　○ e. $\begin{pmatrix} 2 & 1 & -1 \\ 0 & 1 & 0 \end{pmatrix}$

図 1 スライドの例

2. 多肢選択問題の実装例

2.1 開発手法

開発はまずサンプル問題集をスライドとして作成した(図 1). 目的は以下の通りである．

- 実装上の問題の仕様を明らかにし，実装段階での迷いが生じないようにする．
- 問題の分類やねらいを内外に明らかにする．
- 正解例の学生への提示，問題の解説動画の開発に利用する．

CAS を用いた STACK や MATH ON WEB の問題コンテンツを開発したり移植したりするには問題の仕様[5]を明確にすることが重要である．また，学生への解説動画としても利用できるようにすると同時に，利用する教員に XML データではわかりにくい問題の概要を明確にする意図もある．

次に，作成したスライドを基に *Mathematica* を用いて，Moodle 用多肢選択問題用の XML データとして 100～500 題を 100 題単位で生成した．



図 2　問題バンクの例(一部)

2.2 利用方法

生成した問題は Moodle にカテゴリ分けされてインポートされる（図 2）．これらを Moodle の小テスト構成手段であるランダム出題機能を用いて利用する．小テストは予習課題，復習課題(任意と必須に区分)，テストとして設置した．テストのいくつかは期末試験受験にクリアが必要なものとし，また，予習課題のいくつかは任意課題の必須要件とするなど，演習や予習を促す試みを行った．予習課題は，最低限理解してもらいたい用語や概念，身につけておいてもらいたい計算技能に限定して授業時までの期限つきで設置した．また，復習課題は学生の負担に配慮して必須と任意に区分した．必須は学習目標を達成するのに最低限必要な演習内容とした．

多肢選択以外の問い方が有効と考えられる問題は従来通り STACK の問題も利用している．

なお，大阪府立大学で運用している Moodle 上の STACK においても動的に多肢選択問題を生成できるが，数式が正しく表示されない致命的問題があり使用できない．この点が改善されれば STACK による問題開発も今後可能になることが期待される．ただし，STACK が利用できない Moodle 環境でも，生成された XML は利用可能であり有効である．

2.3 効果検証

アンケートによる効果検証を行うために，金西による Schraw らの「成人用メタ認知尺度（MAI）」の改訳版[8]を Moodle のアンケートに移植し学生に実施を依頼している．ただし，質問数が多いため時間をかけて回答待ちである（本稿執筆時点ではまだ約 40%の回答）．

また，担当クラスは同一学類 2 クラスの 1 つを担当しているが，他クラスと共通の中間試験を実施，期末試験も共通問題を予定しており，対応のない 2 群の検証を予定している．

3.　まとめと今後の方針

線形代数授業において，対面授業における活用への利用も視野に入れた「問い掛け」を基軸とする反転授業設計に取り組んだ．予習教材として，「動画」ではなく，実施を確認でき LMS 機能を用いて学生の実施をある程度制御できる小テストを活用した．

対面授業では学生の学習意識を高めるため，ペア演習用に作問演習を追加し，授業内でのオンライン課題の取り組みも試行した．課題として：

- ペア演習では対話を好まない学生に配慮が必要
- 多肢選択問題だが問題として難易度が高く，計算機を用いても困難な問題が含まれ，調整が必要
- 期末試験受験の必須条件を指定しても実施しない学生も存在し，頻繁な実施状況確認が必要

などがあげられる．

今後は，各問題を質と量の両面で精査し，場合によっては紙の小テストも併用して随時効果を確認するような取り組みをしていきたいと考えている．

謝辞

本研究は JSPS 科研費 18K02941 の助成を受けたものです．

参考文献

(1) http://www.mext.go.jp/a_menu/jinzai/data/__icsFiles/afieldfile/2017/08/24/1394149_1_1.pdf (2019.6.13 確認)
(2) 吉冨 賢太郎: “大学専門基礎数学における反転授業に向けた動画教材開発”, JSiSE Research Report, Vol.31, no.1(2016-5), pp.107-113.
(3) http://www.las.osakafu-u.ac.jp/~yositomi/LA.html
(4) Sangwin, C.: “STACK”, https://stack.maths.ed.ac.uk/
(5) 吉冨 賢太郎, 川添 充, 中原 敬広, 中村 泰之, 福井 哲夫, 白井 詩沙香, 加藤 克也, 谷口 哲也, “数式オンラインテストの標準仕様 MeLQS に基づく問題実装”, JSiSE 第 43 回全国大会，予稿集 pp.335-336.
(6) K. Yoshitomi, Generation of Abundant Multichoice or STACK Type Questions Using CAS for Random Assignments, ICMS 2018, LNCS 10931, Springer, pp.472-477.
(7) http://www.las.osakafu-u.ac.jp/~yositomi/moodle_xml/
(8) Schraw, G., and Dennison, R. S., : "Assessing Metacognitive Awareness," Contemporary Educational Psychology, 19, 460-475,1994.

講義の同時収録と公開が，学習者の学びに与える影響
ーセミリアルタイム公開とライブ配信の試行ー

The effect to the student's learning using video recording and broadcast at the classroom
-semi-real time publishing and live broadcasting-

坪倉　篤志[*1]
Atsushi TSUBOKURA[*1]
[*1] 日本文理大学
[*1]Nippon Bunri Univ.
Email: tsubo@atlab.org

あらまし：学習者のユニバーサル化に伴い，各種学習者特性に合わせた教育が求められている．現在，講義の同時収録とビデオ公開が，学習者の学びに与える影響について調査を行なっている．これまでは手作業での収録とサーバへの掲載であった．そのため，授業から動画公開までタイムラグが数分，生じることとなった．そこで，リアルタイムな収録と公開が学習者の学びに与える影響について調査する．今回は調査に向けた事前準備と試行について報告する．
キーワード：講義収録，ライブ配信，セミリアルタイム公開，LMS/CMS，アダプティブラーニング

1.　はじめに

学習者のユニバーサル化に伴い，各学習者特性に合わせた教育や学習者対応が求められている．これまで我々は，学習者の学習への取り組みの改善に向け，様々な手法の試行に取り組んできた [5-9]．いずれの手法も全体的に改善傾向が見られた．ところが，多くの場合，ターゲットとする学習者層の改善につながらない場合が多くあった．そこで 2017 年度に新たな手法として，演習系科目にて，講義のビデオ収録と公開を試行した [10]．この結果，全体的な改善と出席率の改善傾向が見られた．対象とした授業はコンピュータを用いた演習系科目である．本講義では，解説に用いたパソコンで画面収録用ソフトウェアを用いて動画収録，手作業で LMS/CMS(moodle)に掲載した．同様の手法にて，他の授業にて実践した結果，全体的に効果的な結果が得られた．しかし実施手法が非常に煩雑な手作業や，システムのリソースを大きく消費する手法であったため，収録に失敗することもあった．そこで，他手法の試行として，まずは YouTube での live 配信を試みた．

本項では，講義の同時収録の手法について，これまでの取り組み方法と，YouTube での live 配信を用いた手法についてまとめる．次に実施結果から，各種手法の問題点等についてまとめる．

2.　講義収録

授業での講義収録と公開は，学習者の多様性(コンピュータに対する習熟度，日本語能力，既有知識・技能)[1-10]と学習者特性(質問を行わない・質問を行えない学習者)[2-8]への対応として取り組み始めた．そのため，学習者が授業中に，授業で教授者が説明していたことを，できるだけ早く手軽に再視聴できるようにする必要性があった．そこで，授業での一つの解説は基本的に 10 分までとし，この解説の間，ビデオ収録を行う．解説が終了後，ビデオ収録を停止し，収録映像をファイル化した．すぐにこの収録映像ファイルを，LMS/CMS(moodle)に掲載することにした．即時公開生を重視するため，編集などを行わない，撮って出しを基本とした．まずは学習者が再度視聴したいことに対応するため，できるだけ早く学習者が視聴できるコンテンツの提供を重視した．

2.1 講義用コンピュータでのソフト収録

解説に用いるコンピュータの画面と，解説音声を同時収録し，moodle に掲載する手法として試行した(図 1)．解説音声の集音は，試行開始当初はサンワサプライ MM-MC23，後に Polycom Communicator(PP VOIP-C100S)を用いた．画面と音声の収録は，AG-デスクトップレコーダー[11]を用い，入力装置(マウス操作，キー入力)の強調表示は ORAKUIN[12]を使用した．録画時間は，授業の中で説明している時間とした．一つの解説は，5 分～10 分程度とした(他パラメータ 1～2fps,画面サイズ 50% or 100%，リアルタイムエンコーディング)．説明終了後，手作業で moodle に掲載．掲載後，学生に口頭でアナウンスした．全ての作業を教授者が 1 名で行うため，収録作業に慣れるまでは，SA に中央モニタの映像をデジカメで動画撮影させた．

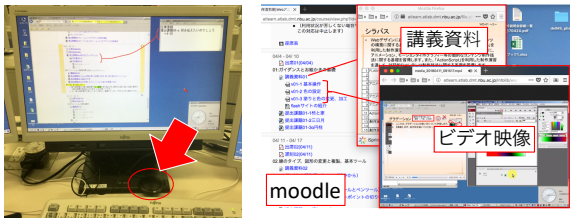


図 1,解説用コンピュータと画面

2.2 YouTube での Live 配信

集音と moodle への掲載は, ソフト収録と同環境とした．動画のライブ配信は授業開始前から終了後まで，止めることなく配信した．YouTube へのライブ配信は google chrome portable を用い，google ハングアウトオンエアで行った. 配信動画は限定公開(アドレスがわかる場合のみ視聴可)とした．moodle への掲載は，配信アドレスを掲載した．ネットワーク回線に不安があるため，ソフト収録も同時に行い，録画の失敗が発生しにくい状況で試行した.

なお，ネットワーク回線への負荷を，できるだけ少なくするため，当該授業日の説明を開始した際にアドレスを公開。説明を終了し，ソフト収録が成功し moodle に掲載できた場合, それ以降はライブ配信を継続するが，アドレスの公開を非公開とした.

3. 実施結果

ソフト収録は，2017 年前期より試行し始め 2017 年後期から本格的に運用し始めた．実施結果を表 1 に示した. 成功率として, 収録から moodle への掲載まで問題なく実施できた割合を計算した．計算方法は，問題なく掲載できた場合を 1 とし，何らかのトラブルが発生した場合を 0.5, 完全に失敗した場合を 0 とし，計算した.

表 1　成功率(収録→掲載)

	前期	後期			
授業種	演習	演習	講義	講義	演習
授業名	WA	bwd	LDC	WPL	WS
2017	75%	95%			
2018	95%	80%	100%	91%	100%
2019	100%				

19/6/18 時点

開始当初は成功率が低いが，実施を続けるに従い割合が改善される. 失敗の原因は, 操作ミスが２回, 他は収録に用いるコンピュータのリソース不足が原因とみられる失敗が，ほとんどであった(音ずれ，ノイズ，動画の書き出し失敗). そのため，操作手順の整理・簡略化・自動化や，専用の録画装置の用意，SA などによる操作補助の検討が必要である.

例えば専用の録画装置の導入が考えられるが，操作に用いる機材が増え，異なるハードウェア間でのデータのやりとりなどが増えてしまう．また，販売されている多くの機材が高画質を重視している傾向があり，ファイルの肥大化も問題となる.

YouTube でのライブ配信は 2019 年度前期から試行し始め，2019 年度前期の途中から受講生に向け公開し始めた．YouTube を用いたライブ配信の成功率は現時点で約 88%(7/8)である．１回の失敗の原因は調査中である．他に音声の音質等に対する懸念事項はあるが，概ね問題なく実施できている.

4. まとめ・展望

今回，講義の動画収録と公開について，手元にある機材で各種試行した．この実施方法や結果を，まとめた．結果的に，多くの場合にて学習者に講義映像の提供が可能であったが，残念ながら失敗することもあった．この失敗を減らすためには，収録の冗長化や専用ハードウェア，配信系施設の整備，自動化が必要になってくる．操作手順を考慮すると配信系の活用が，よい印象ではあるが，専用ハードウェアやサーバ設置・管理運営面で人的リソースが問題になる．また一つの授業内にて，全てをライブ配信することは，あまり現実的では無い．そのため，配信方法や視聴方法に工夫が必要である．現在，配信の試行は YouTube を活用している．そのため，試行は手軽であり，また失敗も少ない．しかし運用面や授業内容によっては，難しい状況もある.

これまでの様々な取り組みの結果，講義を収録し学習者へ提供することは，非常に効果的であることがわかってきた[3,4,10]．しかし提供するために，必要なリソースが多くかかる傾向にある．今後はこれらの手軽化、自動化や信頼性の向上に向けた取り組みが必要である.

参考文献

(1) 松髙,大学生の不登校に関する要因の検討,広島文教女子大学心理臨床研究,7-1-8(2017,03)
(2) 藤井,山口,大学生の授業中の質問行動に関する研究 : 学生はなぜ授業中に質問しないのか?,九州大学心理学研究 4, 135-148, 2003-03-31
(3) 阿濱, 木村,葛,佐田,知的財産教育における反転授業の導入と学習効果 Moodle を活用した教育実践に基づいて,教育システム情報学会誌 34(2), 202-207, 2017
(4) 三石,今野,長谷川,LMS 上で配信する板書型授業を収録したビデオの復習教材としての可能性の検討,教育システム情報学会誌 34(2), 144-154, 2017
(5) 坪倉,松原，マルチメディアに対応した発表会・展覧会を行う Web システムの構築:システム構築とアンケート評価，電子情報通信学会技術研究報告. ET,教育工学 107(391),31-36,
(6) 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，JSiSE research report 29(7), 21-28, 2015-03
(7) 坪倉，金，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
(8) 坪倉，高橋，福島，鈴木，積極的アプローチによる，多様な学習者に対応した学習者支援環境の研究 : 試行報告，電子情報通信学会技術研究報告　信学技報 116(266), 33-38, 2016-10-22
(9) 坪倉，竹内，相互評価における課題提出者と評価・閲覧者の組み合せが与える影響, 教育システム情報学会研究報告 30(1), 57-64, 2015-05
(10) 坪倉，課題への取り組みの改善に向けた，各種試行と効果 -ビデオ同時収録と公開-,教育システム情報学会全国大会論文集 第 43 回全国大会, pp293-294,2018
(11) AG-デスクトップレコーダー, http://t-ishii.la.coocan.jp/hp/ag/(19/06/18 アクセス)
(12) ORAKUIN，http://orakuin.eksd.jp(19/06/18 アクセス)

ブレンディッドラーニング用復習教材における繰り返し学習支援の検討

An Investigation on Learning Materials for Review in Blended-Learning for Supporting Continuous Learning

大河 雄一[*1]，趙 秀敏[*1]，三石 大[*1]
Yuichi OHKAWA[*1], Xiumin ZHAO[*1], Takashi MITSUISHI[*1]
[*1]東北大学
[*1]Tohoku University
Email: kuri@tohoku.ac.jp

あらまし：我々はこれまでに，初修中国語を対象としたブレンディッドラーニング用モバイル復習教材の開発に取り組んできた．教材に改善を加えながら実際の授業で実践した結果，従来のＷｅｂ利用教材に比べ学習時間や学習回数の増加が確認された．しかし，まだ充分な量とは言えず，学習者に断続的な復習を継続して行わせるための支援が求められる．本報告では，学習ログの分析やアンケートの結果から，復習を実施させ動機づけを行う手法について検討を行う．
キーワード：ブレンディッドラーニング，復習教材，スマートフォン，持続的学習

1. はじめに

我々は，大学における第二外国語の授業を対象に，対面授業にｅラーニングによる復習を組み合わせた3段階ブレンディッドラーニング（BL）を提案した．また，マイクロラーニングに基づき学習内容を分割することで，短い時間で学習を可能としたスマートフォン学習教材のプロトタイプKoToToMoの開発を行い，実践を行った[(1)]．その結果，従来のWebブラウザでアクセスするｅラーニング教材を用いる復習に比べて学習時間の増加を確認したものの，授業後のアンケート調査から，学習の進捗状況の確認への不満や授業進捗に合わせた復習実施への不安など，復習を持続的に行うのを妨げる要因も存在すると考えられた．

そこで，学習状況の視覚的な提示など，ユーザインターフェース（UI）を改良したスマートフォン学習教材KoToToMo Plus（図1）を開発し[(2)]，実践を行った．その結果，KoToToMoを用いた場合に比べ学習回数の増加が得られるとともに復習への負担感が減少するなど，UIの改善による効果が確認された．しかし，授業の担当教員が想定する学習に比べると，まだ充分持続的に行われているとは言えない．

そこで本稿では，開発した教材を用いた復習の実施状況を確認するとともに，利用者アンケートの結果を分析することで，復習をさらに持続的に行わせることができる復習用教材の設計の検討を行った．

2. KoToToMo Plusを用いた復習の実施状況

我々は，学習状況の視覚的な提示により，授業の進捗に合わせた復習実施や，学習状況に応じた学習内容の選択，中断した学習の容易な再開を可能とするようUIを改良したスマートフォン学習教材KoToToMo Plusを開発し，2018年4月より，大学の初修中国語の授業7クラスで実践を行い，操作履歴等のログを取得した．なお2017年度には，プロトタイプシステム

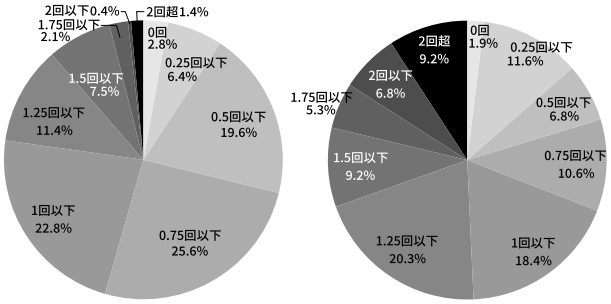


図1 開発したKoToToMo Plusの画面例

KoToToMoを用いてほぼ同条件で実践を行っており比較可能である．

図2に，受講者の復習用教材を用いた復習の1週間あたりの平均実施回数を示す．2017年度には週1回を超えて復習を行った受講者が2割程度であったのに対し，2018年度では，半数の受講者が1回を超えて復習を行っているのがわかる（平均は1.08回）．一方，復習1回に平均でどの程度の時間をかけたのかを示した図3からは，両年度ともに約7割の受講者が，1回の復習には4分を超える時間をかけていることが分かる．1回あたりの平均復習時間の中央値は，2017年度は5分29秒，2018年度は5分11秒で若干減少も，全体では有意な差はない．これらのことから，KoToToMo Plusにより復習量が増加していると考えられる．

しかし，授業の担当教員は1週間あたり30分以上時間をかけ，繰り返し復習をしてほしいと考えており，1週間に5分強の復習しか行っていない現状は，充分なものとは言えない．また，KoToToMo Plusを使った場合でも，2割近い受講者は週平均0.5回以下の復



(a) 2017 年度　　(b) 2018 年度

図 2　1 週間あたりの平均復習回数の度数分布

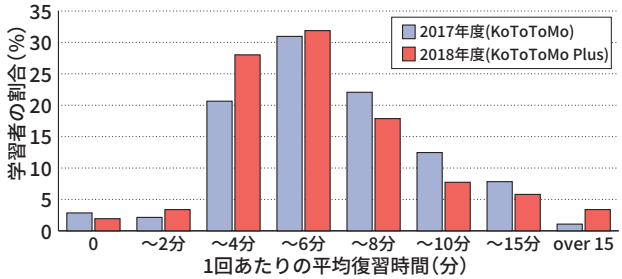


図 3　復習 1 回あたりの平均復習時間の度数分布

習しか行っておらず，また，約 3 割の受講者の 1 回の復習時間が 4 分以下となっており，実施率の低い受講者の底上げも課題と考えられる．

3.　アンケート調査結果からの改善の検討

本 BL の実践では，スマートフォン教材を使用した受講生にアンケート調査を行い，その改良について自由記述で意見を求めた．アンケートからは，教材を使用した学習に対する肯定的な回答や，教材のバグ報告に加えて，表 1 のような意見が確認された．

3.1　通知による復習のきっかけ付与

表 1 の自由記述回答からは，一定数の受講者が，課されている復習の実施を忘れてしまうことがあり，それを防ぎ復習を実施するきっかけとして通知機能が求められていることが判る．また，その際に実施する復習の範囲についても表示を求める声が存在する．

KoToToMo Plus では，授業を実施する教員の負担増加を防ぐため，復習の範囲を受講者に伝える機能として，他の受講者が多く取り組んでいる単元を示すことで間接的に通知する設計となっていた．しかし自由記述からも，直接的に範囲やいつまでに復習するのかを通知しなければ，復習を実施できない受講者が一定数いると予測される．そのため，学習の期限や課された復習の範囲を通知する改修が必要と考えられる．

一方で，授業で宿題を課す度に担当教員が通知設定の操作を行うことは，教員の負担から現実的ではない．そのため，授業予定をまとめて登録し，スケジュールに従い自動で通知を行う仕組みが必要と考えられる．また受講生に，1 週間に複数回復習を実施させるためには，単に宿題の締め切りを示すだけでは充分とは言えない．一方で，週 1 回未満の復習しか実施していない受講者に対しては，まず週に 1 回実施させるための通知が必要であり，受講生の復習実施状況に合わせた動的な制御を検討する必要がある．

表 1　アンケートの自由記述（抜粋）

- 通知設定などがあると，復習を忘れにくくなる
- 事前に通知してくれる機能があると忘れずに復習できる
- 通知の強化など，復習のきっかけ
- プッシュ通知等で…課題を知らせてくれる機能があれば
- 今週の宿題がどこかを表示して欲しい
- 今週はどこが宿題だなどが表示されれば
- 宿題がどこかを示して欲しい
- ガチャが欲しい。魔法石が欲しい。
- ガチャ制度。課金制度。

3.2　インセンティブやソーシャルな機能

自由記述の中に，「ガチャ」や「魔法石」といった記述が複数見られた．これらの用語は，スマートフォン上で提供されるゲームなどにおいて，有利にゲームを進められるアイテムを取得する仕組みを指すと思われる．ゲームでは，それらのアイテムをお金を払うことなどにより入手する場合もある．金銭により成績を売買することは論外にしても，復習の実施により何らかのアイテムを提供し，ヒントを多く与えるなど学習を有利に進められるインセンティブを与えるなどにより，復習を継続的に行わせるのに役立つと考えられる．

アンケートの回答者が，学習用のスマホアプリケーションを，ゲームと関連付けて改善のアイデアを提供したことからも，ゲーミフィケーションの考え方を取り入れることも検討が必要かもしれない．例えば，ゲームなどで多く見られるような，ランキングを表示することによって，他の参加者と競い合わせる仕組みは，復習の継続を促すのに役立つと思われる．

4.　まとめ

BL 用復習用教材として開発した，KoToToMo Plus の利用状況を確認し，前年度に比べ 1 回あたりの復習時間が変化しないのに対し，復習回数が増加していることを確認した．しかしこれは充分なものとは言えないため，復習時間の増加につながる可能性のある方策について検討を行った．その結果，通知機能により復習実施を促すとともに学習対象を知らせることや，インセンティブを与える方法などが改善案として考えられた．今後は，これらのアイディアを実際に設計・実装し，効果について評価を行いたい．

謝辞　本研究の一部は，JSPS 科研費 17K01070, 19K00875, 19H04223 の助成による．

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「KoToToMo」の開発と実践,” 教育システム情報学会誌, Vol.36, No.2, pp.131–142, 2019.

(2) Yuichi Ohkawa, Masaaki Kodama, Yuta Konno, Xiumin Zhao and Takashi Mitsuishi, “A Study on UI Design of Smartphone App for Continuous Blended Language Learning,” Proc. of ICBIR 2018, pp.584–589, 2018.

ディジタライズドアナログ®音声再生録音ツールの開発と外国語学習における活用

A Study on the Development of Digitalized Analog® Playback and Recording Tool and its Utilization in Foreign Language Learning

藤代 昇丈[*1]
Noritake FUJISHIRO[*1]
[*1] 中国学園大学国際教養学部
[*1]Faculty of International Liberal Arts, Chugokugakuen University
Email: noritake-fujishiro@cjc.ac.jp

あらまし：アナログツールの利便性をディジタル技術により再現する「ディジタライズドアナログ®」技術により,ディジタルディバイス上であたかもアナログツールを使用しているかのような使用感をもつiPhone・iPad 用音声再生アプリケーション「Qyur²(キュルキュルプレーヤー)®」を企業との共同研究により開発した。本研究では本アプリの英語学習時の機能性を検証した.
キーワード：外国語学習　音声再生録音ツール　ディジタライズドアナログ®　iPhone･iPad アプリ
Qyur²®　キュルキュルプレーヤー®　カセットテープ

1. はじめに

中等教育における外国語の授業において,世間でディジタルディバイスが主流となって以降も長く,音声教材はカセットテープが愛用されてきたが,音声教材の提供がＣＤに切り替わるにつれ,次第にＣＤプレーヤーに切り替わっていった.筆者は長く高等学校で外国語(英語)の授業を担当し,カセットテープレコーダーを用いて音声指導をしてきた経験から,ＣＤプレーヤーや iPad 等のディジタルディバイスにはない,ディジタル化によって失われたアナログツールの良さを再生する必要性を痛感してきた[(1)].そこで,筆者はアナログツールをディジタルによって再現したディジタライズドアナログ®ツールを株式会社グラブデザイン[(2)] (以下,「グラブデザイン」という)との共同研究により開発した.本研究では本アプリ Qyur²®の英語学習における有用性について述べるとともに,使用時における機能性を確かめるため,大学の講義において使用し,その効果について検証する.

2. ディジタライズドアナログ®

現在アナログディバイスが衰退し,スマートフォーンやタブレット PC といったディジタルディバイスが普及している．ディジタル化によって便利になった点がある一方,失われたアナログの良さもある．

例えば,CD プレーヤー等のディジタルツールでは,利点である「ランダム・アクセス」の機能を使って設定されたチャプターの頭には瞬時に移動が可能であるが,チャプターとチャプターの間に再生したい箇所がある場合はその場所に素早く移動することは逆に難しい．一方，カセットテープ等のアナログツールは 1 語,2 語巻き戻すことは非常に容易で,外国語学習時や授業時に繰り返し特定の語や文を聞き取ったり発音練習したりする際には便利である．再生中に巻き戻しボタンを押すと,キュルキュルと音を立てながら巻き戻すため,どれくらい戻したかを認識しやすい良さがある．

ディジタルディバイス上で疑似的にでもこのアナログの良さである「連続的な巻き戻し･早送り機能」を再現することは外国語学習や授業の場面だけでなく,翻訳作業や文字起こし作業の場面においても非常に役に立つと考える．このようにディジタル技術によってアナログツールをディジタルディスプレイ上に再現する技術を「ディジタライズドアナログ®」技術と定義づける．

3. iPhone･iPad アプリの開発

本アプリ「Qyur²(キュルキュルプレーヤー) ®」は,筆者が高等学校外国語(英語)教師として勤務していた時代に抱いていた開発構想を個人研究として進め,大学の研究者として実際のアプリ開発に 2017 年 5 月に着手した.

開発目的はディジタルディバイス(iPhone・iPad)上にアナログツールであるカセットテープレコーダーを再現表示し，ディジタルの利点を生かしつつ,アナログツールの利点をディジタルで再現したディジタライズドアナログ®ツールを開発することであった.図１に示すように,カセットテープならではのＡ・Ｂ面のオートリバース機能やアナログカウンターなど懐かしさを誘う機能やデザインだけでなく,再生速度調整機能や波形表示などディジタルの良さも活かした設計とした.

アプリ開発に当たっては企業(グラブデザイン)との共同研究として,綿密に協議しながら進め,2017 年 10 月に Ver.1 をリリースした後も改良を重ね,2018 年 5 月にはそれまでの課題点をまとめて大幅に内容を改善した Ver.2 をリリースした．その後,録音機能や音声認識文字化機能の追加等,より機能を充実させ

るべく修正アップデート版を随時公開している．なお, Qyur²®に関連する用語及び図柄を保護するため筆者(藤代昇丈)を名義人として商標登録申請し,平成30年6月15日付で特許庁に登録承認された.



図1 録音機能を追加したアプリ画面

4. 英語学習ツールとしての可能性

本アプリが英語学習ツールとして機能するよう,アプリ内でダウンロードする英語音声教材コンテンツを検討した.共同研究企業であるグラブデザインと語学教材開発企業である「アルク」(3) との間で著作許諾契約を締結したことで,本アプリ内で,「キクタン」®などのアルクの人気英語音声教材がダウンロードできるようになった.また,「株式会社ジャパンタイムズ」(4) ともコンテンツ提供の承認を得て,‘The Japan Times’の一部の記事が音声と文字の両方を本アプリ内でダウンロードできる.

5. Qyur²®の外国語学習時の機能性の検証

5.1 調査の目的と方法

本アプリの使用による機能性を検証するため,中国学園大学国際教養学部4年生の教職実践演習履修者6名を対象として,平成30年1月10日と21日の2回の講義を使って調査を実施した.調査目的はQyur²®とボイスメモを比較使用することにより，英文整序の速度と正確さに差はあるかについて調べることとした.調査の方法は,学生6名を2人ずつの3ペアに分け,講義までに iPhone にアプリをインストールしていなかった2名は全回ともボイスメモを用いるペアとし,残りの2ペアについては使用ツールを入れ替えて2種類の英文整序について2回ずつ計4回実施した.

5.2 調査の実施と結果・考察

第1回目は,学生AとBにはQyur²®を,学生C～Fにはボイスメモを使用させ,次の手順で調査した.

1　368 語からなる栄養に関する英文(英文A)の音声を教室のスピーカーから流し,第1回目に使用するツールの録音機能を用いて録音させる.
2　録音した英文の文字原稿の1箇所を空欄にし,そこに補充すべき 28 語から成る英文を 17 個の語や句の選択肢に分けて問題にした調査用紙を配付する.
3　イヤフォンを着用させ,第1回目使用ツールにより音声を聞き取り,問題用紙の1箇所の空所に補充すべき英文となるよう,選択肢で示された英語の語や句を適当な順番に並べ替え番号で答えさせる.
4　解答し終わった時間を記入させる.

第1回目にあたる英文整序調査が終わった時点で,使用ツールを入れ替え，学生AとBおよび学生EとFにはボイスメモを,学生CとDには Qyur²®を使用させて，第2回目も第1回目と同様に前述の1～4の手順で英文整序調査を実施した.ただし,第2回目に用いる英文は第1回目と同じであるが,選択肢番号を入れ替えてあり,番号を記憶していたために解答が容易になるという要素を排除した.従って表1には2回目(英文A’)と表記し区別した.さらに上記の調査を確認すべく,第3回目,第4回目として,別な英文(英文B,英文B’)を用いて英文整序調査を実施した.調査結果を表1に示す.

調査の結果,新しいＩＣＴツールへの適応力が高い学生Aは Qyur²®使用時の解答時間はボイスメモ使用時の約半分で, Qyur²®の操作に慣れたと考えられるが,その反面誤答率もやや高かった.また,学生Aと同様に新しいＩＣＴツールへの適応力の高い学生である学生Bについては, Qyur²®使用時,ボイスメモ使用時のいずれであっても解答時間が他の群を抜いて速く,しかも正確であることが分かる.一方,新しいＩＣＴツールへの適応力の低い学生CとDは逆にQyur²®使用時の方がボイスメモ使用時よりもやや解答に時間がかかっており,誤答率も高い傾向にある.また2回ともボイスメモを用いた学生EとFについては解答時間がやや長く,誤答率もやや高めである.ただ,学生Fの第3回目と第4回目については解答時間も短いことから,調査を繰り返すことによりツールの使用に慣れたとも考えられる.

表1　英文整序の速度と正確さ比較

解答時間と誤答率	1回目(英文A)						2回目(英文A')					
	Qyur²			ボイスメモ			Qyur²			ボイスメモ		
	解答時間	誤答数	誤答率	解答時間	誤答数	誤答率	解答時間	誤答数	誤答率	解答時間	誤答数	誤答率
学生A	2:34	1	5.9%							5:59	0	0.0%
学生B	3:23	0	0.0%							2:54	0	0.0%
学生C				5:58	2	11.8%	6:58	4	23.5%			
学生D				5:50	5	29.4%	7:16	8	47.1%			
学生E				5:50	1	5.9%				5:19	1	5.9%
学生F				5:48	1	5.9%				3:28	0	0.0%
解答時間と誤答率	3回目(英文B)						4回目(英文B')					
	Qyur²			ボイスメモ			Qyur²			ボイスメモ		
	解答時間	誤答数	誤答率	解答時間	誤答数	誤答率	解答時間	誤答数	誤答率	解答時間	誤答数	誤答率
学生A	2:40	6	35.3%							4:14	0	0.0%
学生B	2:14	0	0.0%							1:37	0	0.0%
学生C				5:11	2	11.8%	5:33	3	17.6%			
学生D				6:13	7	41.2%	5:10	3	17.6%			
学生E				6:59	7	41.2%				4:13	2	11.8%
学生F				2:53	2	11.8%				2:36	0	0.0%

参考文献

(1) 藤代昇丈:“外国語学習用ディジタライズドアナログ™ツールの開発”，中国学園紀要第17号，pp.219～227（2018）
(2) Grab design: “株式会社グラブデザイン”, http://www.grab-design.com/ (Retrieved June 8, 2019)
(3) アルク：“株式会社アルク”，https://www.alc-education.co.jp/ (Retrieved June 8, 2019) (2019)
(4) The Japan Times: “株式会社 ジャパン タイムズ”, https://www.japantimes.co.jp/ (Retrieved June 8, 2019)

大学初修中国語会話復習用アプリ教材の開発における AI 活用の可能性

Possibility of Using AI in Development of Conversation Review Application for Chinese Beginner's Course in University

趙 秀敏[*1], 冨田 昇[*2], 大河 雄一[*1], 三石 大[*1]
Xiumin ZHAO[*1], Noboru TOMITA[*2], Yuichi OHKAWA[*1], Takashi MITSUISHI[*1]
[*1] 東北大学
[*1]Tohoku University
[*2] 東北学院大学
[*2]Tohoku Gakuin University
Email: xiumin.zhao.e2@tohoku.ac.jp

あらまし：筆者らは，大学初修中国語教育のためのブレンディッドラーニング環境の構築に取組んできたが，授業時間外には実施困難であった会話練習を促進し，コミュニケーション能力の向上を図るために，人工知能（AI）の音声認識，対話機能等を活用して，対面授業と連携した会話復習用 AI アプリ教材の設計手法と実教材の開発を目指している．本発表では，初修中国語会話復習における AI 活用の可能性について議論する．
キーワード：大学初修中国語，ブレンディッドラーニング，人工知能（AI），会話復習，アプリ教材

1. はじめに

筆者らは，大学初修中国語教育において，自習を促進し，学習意欲と学習効果を高めるため，インストラクショナルデザイン理論に基づき，対面授業，授業後の e ラーニングによる復習，及び次回授業でのテスト・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，実践している．

また，急速なスマートフォンの普及に対応し，短時間で随時随所にミニ学習ができるよう，e ラーニングによる復習を PC 利用からスマートフォン利用へ転換し，スマートフォン利用の学習形態である Microlearning の設計原則に基づき，音声機能やゲーム性等を活用した単語練習，音読練習，聞く練習，文型練習を設計し，アプリ教材 KoToToMo を開発した．さらに，より効率的，動機づけの高い学習を実現するために，学習状況可視化のユーザーインターフェースを設計し，新たに改善版アプリ教材 KoToToMo Plus を開発した．実証実験の結果，学習意欲の継続，音声面を重視した復習の促進等の効果が確認された[(1)(2)].

一方，開発した上記復習教材を含め，これまでの中国語教材では，教師やネイティブ等の対話者不在の授業外に，発音・発話の確認と訂正，会話の受け答え等の会話練習は実施困難であった．これに対し，ここ数年，ディープラーニングにより AI（人工知能）の音声認識，機械翻訳，対話機能等が飛躍的進化を遂げ，AI を活用した外国語教育が模索されはじめ，特にこうした機能の活用によるスピーキング力の強化が期待されている．

しかし現在，開発された AI 活用の外国語学習アプリ教材は主に英語独習用で，少数の上，授業と連携して設計・開発されたものではなく，教材の設計・開発の手法も明らかにされていない．また日本人学習者向けの中国語学習 AI アプリ教材，特に大学初修中国語会話復習用教材は見当たらない．すなわち，大学初修中国語教育において，授業外の会話練習を促進し，コミュニケーション能力を高めるには，対面授業と連携する AI 活用の会話復習用アプリ教材，活動の設計手法を明らかにし，それに基づいて実教材を開発する必要がある．

本研究の目的は，大学初修中国語 BL において，AI を活用することで，これまで授業時間外には実施困難であった会話練習を促進し，コミュニケーション能力の向上を図るとともに，対面授業と連携した会話復習用 AI アプリ教材の設計手法と実教材の開発を目指している．本発表では，さしあたって，初修中国語会話復習用アプリ教材の開発における AI 活用の可能性について議論する．

2. 3 段階学習プロセスを踏まえた会話復習

筆者らが提案する 3 段階学習プロセス（図 1）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，会話復習の内容は，授業内容と連携した下記 2 種類の練習から構成することとする（表 1）．（1）基本会話：授業で学習したスキット会話に関する Q&A の練習で，これにより，基本会話を習得させる．（2）応用会話：授業で学習した話題を用いた，学習者自身や身近な事に関する自由会話の練習で，これにより，応用会話を習得させる．こうした会話練習は，本来，教師やネイティブ等が学習者と一対一で行うものであるが，本研究では，AI を活用して，AI が学習者と会話をする復習用アプリ教材の設計と開発を目指す．

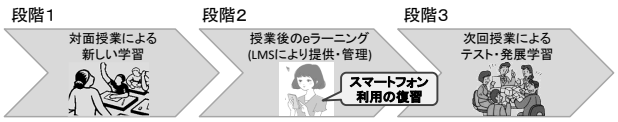


図 1　3 段階学習プロセス

表 1 会話復習の練習内容

(1)基本会話	学習したスキット会話に関する Q&A の練習
(2)応用会話	学習した話題で，学習者自身や身近な事に関する自由会話の練習

3. 会話練習における AI 活用の利点

外国語学習の会話練習において，AI を活用すれば，①学習者の発音・発話は，音声認識とテキスト化による可視化が可能な上，誤った箇所を検知・提示し，即時にコメント等のフィードバックを与えることができる．②学習者の発話は，発音，表現，流暢さで自動判定することが可能で，評価可能な会話練習とすることができる．③会話の発問や受け答えが可能なため，ロールプレイーや自由会話ができる．

以上により，学習者は一人でも弱点を克服し，効果的・効率的に練習することができ（①），動機づけを高めながら（②），間違っても恥しがらずに，気軽に何度でも練習できる（③）ようになる．このように，AI の活用により，学習者の自律的随時的反復的な会話練習が可能となることで，授業外の会話練習の実施と促進，コミュニケーション能力の向上が期待される．

4. 初修中国語会話復習用アプリ教材における AI 活用の可能性

ここでは，初修中国語会話復習の活動形態を分析し，AI 活用の可能性を示す．

4.1 初修中国語会話復習の活動形態

2 章で述べたように，3 段階学習プロセスを踏まえた会話復習の内容は，基本会話と応用会話からなる．こうした会話練習の活動形態は，教師と学習者が一対一で行う場合は，通常，初修学習者のスピーキング力が低いため，教師が会話をリードし，学習者に質問して答えさせるという形となる．学習者の答えが正しければ，次の質問に移るが，答えに誤りがあれば，教師はその誤りを指摘し，コメントや模範回答を与えて再回答をさせる．その際，初修中国語会話練習の誤りは，主に発音，語彙，文法上の問題となるため，教師はこれらの面からチェックを加え，評価と指導を行うことになる．

4.2 会話復習における AI 活用の可能性

上記のような会話練習に対し，AI を活用して，AI による学習者との会話練習を実施するには，発音，語彙，文法の正しさに加え，発話の流暢さを判定して，問題点や誤りの箇所を提示し，コメントと模範回答を与え，学習者に再回答をさせることが目標となる．具体的に示せば，表 2 の通りである．

表 2 会話復習に必要な AI の機能

(1)音声認識	発音・発話を認識して文字化する
(2)自動判定	発音・発話の正しさと流暢さを判定
(3)誤り検出	誤りの箇所を検出して可視化する

これらの AI の機能に関しては，例えば，音声認識技術を活用したスピーキング自動評価では，人間の評価者によるスコアとの相関係数が 0.8 以上になる等，一定の条件下である程度評価が可能となっている[3]．また，世界的な AI 音声技術力を有する中国の iFiytek 社（科大訊飛）の発音自動評価は，すでに人間の評価者による評価を超えており，中国語標準語の国家試験，及び中国の大学英語検定試験での運用の成功だけでなく[4]，日本の英語検定においても，同社評価エンジンの導入により，2019 年度から AI による自動採点を順次本格導入の予定となっている．

このように，現在，AI は精度の飛躍的向上により，外国語教育においても，すでに実用段階に入っており，本研究が目指す大学初修中国語会話復習用教材の開発においても，AI の活用が十分に可能であると予想され，これにより授業外の会話練習の実施と促進，コミュニケーション能力の向上が期待される．

5. まとめ

本稿では，初修中国語会話復習用アプリ教材における AI 活用の可能性について議論した．今後は，インストラクショナルデザイン及び Microlearning に基づきながら，本教材の設計手法を明らかにし，動機づけの高い，学習内容と練習形式を最適化させた教材を開発する予定である．

謝辞

本研究は，JSPS 科研費 19K00875，19H04223，17K01070 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「KoToToMo」の開発と実践”, 教育システム情報学会誌, Vol. 36, No. 2, pp.131-142（2019）

(2) 児玉雅明, 今野裕太, 趙秀敏, 大河雄一, 三石大:“ブレンド型初修外国語授業における復習状況の視覚的な提示を可能とするスマートフォン学習教材の開発と試行”, 教育システム情報学会研究報告, Vol.38, No.5, pp.37-44 （2019）

(3) 篠崎隆宏:“自動音声認識技術と英語教育：仕組みと研究動向，いまできること・できないこと”, 英語教育 2019 年 2 月号, Vol.67, No.12, pp.36-37, 大修館書店, 東京 （2019）

(4) iFiytek 社ウェブサイト：http://www.iflytek.com/en/, 2019/05/03 確認

日常生活における言語使用を学習目標設定につなげる リフレクション支援ツール「REFLECTION-BOT」の形成的評価

Formative Evaluation of Reflection Support Tool "REFLECTION-BOT" that Connects Language Experience in Everyday Life to Learning Goal Setting

甲斐 晶子[*1], 松葉 龍一[*1], 合田 美子[*1], 和田 卓人[*2],鈴木 克明[*1]
Akiko KAI[*1], Ryuichi MATSUBA[*1], Yoshiko GODA[*1], Takuto WADA[*2], Katsuaki SUZUKI[*1]
[*1] 熊本大学教授システム学研究センター
[*1]Research Center for Instructional Systems, Kumamoto University
[*2] タワーズ・クエスト
[*2]Towers Quest Inc.
Email: akiko_kai@kumadai.jp

あらまし：日常生活における言語使用についてのリフレクションを促すための対話型入力ツール「REFLECTION-BOT」を設計・実装した．留学生による形成的評価を行った結果，本ツールを使い日常の言語使用体験を記述し，週次で教員との振り返り活動を行うことで，1）普段耳にする日本語により意識が向き，2）それぞれの日本語の使用経験をより詳しく覚えていられ，3）日本語学習についての振り返り活動でより具体的な学習目標を立てられる可能性が示唆された．
キーワード：日本語教育，リフレクション，言語接触場面，自己主導学習，言語学習アドバイジング

1. はじめに

日本で学ぶ留学生にとっては日常生活の全てが日本語学習の機会である．日頃の日本語使用を振り返り，別の場面で応用できるよう意識づけをするかどうかで学習成果は大きく変わる．そのために，例えば教員が留学生と振り返りの時間を持ち，日本語使用について振り返りを行うといった支援が検討できる．その週に使った日本語使用経験について振り返り，その成功または失敗の要因を探り，どうすれば次は成功するかを考え共有することで，より詳細な学習目標の設定につなげられると期待できる．

筆者らは留学生にとって身近なコミュニケーションアプリを用い，毎日の日本語使用の記録をするための「REFLECTION-BOT」を設計・実装した[(1) (2)]．「REFLECTION-BOT」は日本で学ぶ留学生に広く用いられているコミュニケーションアプリ・LINE 上で動作する対話型入力ツールである．LINE Messaging API [(3)] が持つ，登録したユーザーに対して 1 対 1 のメッセージ（LINE では「トーク」と呼ばれている）を配信する機能を用いて設問を送信することで疑似的な対話セッションを行い，入力内容を記録する仕様である．対話セッションはユーザーである留学生が「あのね」と入力することで開始できるが，記録忘れを防ぐための「デイリー自動通知」としてユーザーが予め設定した時刻に自動で通知を送る機能，また管理者である教員が任意のタイミングで通知する「管理者一斉通知」機能を有する．

「REFLECTION-BOT」は以下の設問を送信する．

1. どんな日本語を使ったの？（使えなかったことでもいいよ）
2. どんなとき，どんな場面・状況だったの？
3. どうしてそれを強く覚えているのかな？
4. その日本語を使ったとき，どんな結果になった？
5. それはいいこと？悪いこと？どんな気持ちになった？
6. 次はどうしたらもっとうまくいくと思う？

本発表では「REFLECTION-BOT」と教員との対面セッションを組み合わせた自己主導学習支援について，形成的評価を実施した結果の一部を報告する．

2. 評価

留学生がある初年次日本語科目で担当教員から本ツールを用いて言語使用体験を記録しておくよう指示され，週次で「週次振り返りシート（印象に残った日本語使用場面についての報告と次にその場面に遭遇したときのための日本語学習目標を書くもの）」を書いたうえでその教員と対面の振り返りセッションを持つという学習支援場面を想定し，形成的評価を行った．評価の目的は本ツールを使用し日本語使用について入力することが日本語学習への意識や週次の振り返りにどのような影響を及ぼすか，一連の学習支援を通してより具体的な学習目標が設定できるようになるかを調べることであった．

2.1 対象と方法

本ツールは開発直後の効果測定段階にあるため，実際の授業では使用を強制せず，独立した学習支援として募集し評価を依頼した．評価者は国内の A 大学に通う留学生 1 名（日本語能力試験 N2 レベル合格）である．総合的な日本語運用能力をつけることを目的とした初年次日本語科目を履修している．

評価者にはまず評価実験について説明し協力同意を得た後，リフレクションと学習目標について約 5 分の簡単な説明を行ったうえで，週次振り返りシートに記入を依頼した．また，本ツールの使用法を説明しデイリー自動通知の時刻設定と送信練習を行った後に，毎日最低一回の日本語使用記録を一週間続けるよう依頼した．そして一週間後，再度，週次振り返りシートに本ツールの記録を参照しながら記入するよう依頼した．それから，日本語教員が記入された週次振り返りシートを見ながら対面セッション

を行った．その後，評価者に対し半構造化インタビューを実施した．なお，インタビューの回答について，鍵括弧内は日本語に不適切さが散見されるが，協力者が述べた内容を原文のまま掲載している．

2.2 結果と考察

１）日本語学習への意識

７日間で，評価者は６回の記入を行った．質問１については，すべて語単位のことば（ピカイチ，すっぽかす，憂鬱，ベテラン，こんにゃく，泥鰌）が挙げられていた. 記録できなかった１日については，通知を受けた際，忙しくて記入できずそのまま忘れたと述べた．

毎日の記録への動機および満足度についての５段階評価（５が非常にそう思う，１が全くそう思わない）では評価開始時の「面白そうだ」に対し３，「必要そうだ」に対し２，「できそうだ」に対し４という評価であり，事後の「やってよかったか」については４と答えた．当初は難しい課題ではないが興味や必要性も大して感じないという印象であったが，一週間の使用を通して本活動に価値を見出したようだ．

インタビューからは，本ツールの使用について，何か報告しなければと思うと新しいことばに注意が向く，本ツールに入力することで新しいことばがより覚えられる, 週次の振り返りが書きやすくなった，記録を見ることでそのときの状況がはっきりと思い出せたと肯定的に評価した．また，一週間で記入した内容の一覧を見せたところ，思ったより量があった，満足だと回答した．また，教員に見られることを意識するので，記録を適当には書かず，文法の正確性を自己チェクしてから投稿したことから，統語面の能力向上にもつながると述べた．

一方で，設問への答えにくさについては指摘があった．今回の評価者は普段日本語を話す機会が毎日一時間程度あったものの，話す際は自分が知っていることばを使うため失敗や喜び等印象に残るものが少なかったとして，初めて見聞きしたことばについての記録が多くなったという. そのため設問２，４，５は特に答えにくさを感じたようだ．評価者からはまず話したことかどうかを聞き，その後の質問を分岐させる等の改善策の提案があったが，提案通り改善するか，あえて答えにくさを残すことでユーザーの日本語使用を促すかについては更に検討したい．

２）週次の振り返り

事前と事後の週次振り返りシートの記入内容（報告と目標）を比較した．記入内容をツール使用の事前事後で比較すると，事前は一人称の使い方について会話するときの漠然とした悩みが挙げられており，事後は覚えたことば「すっぽかす」を覚えた場面と，次に実際に使えたときの喜びが報告されていた．より個別の具体的な経験が記述されるようになったと言えよう．日本語学習に関する目標は，事前では「スムーズに文章を読むこと」「発音が日本人らしくように勉強すること」「N1（日本語能力試験の最高レベル）に合格すること」などの抽象的な目標だったものが，事後では「よく使える単語をもっと覚える」「冷静に人の前で話せるように」「当時に言えるように」など，より日本語を「使う」ことに意識が向くようになったことが伺える記述があった．評価者からも日本語を使った記録を書く必要があるため，普段から日本語使用を意識しながら過ごしたと述べていた．

また，インタビューでは週次で教員との振り返りセッションを持つことに「すごいいいと思います」「日本語の会話能力が上げると思います」「日本語をより多く使うようになる」と強調し「普通の授業よりもいい」と答えた．評価者は一週間の単語を書いて，次の週に教員と話すという具体的な学習方法を考え，その方が強く覚えられると回答した．

本評価で体験した，本ツールと週次の対面セッションについて，「これを一週間ではなく一学期間，授業でやれと言われたら，どう思いますか」という質問には，本ツールの入力は慣れれば２，３分で終わるので負担は少なく，通知が毎日くるのも構わないが，宿題とされると忘れた場合に罪悪感が残る点で少し抵抗があると答えた．毎日ではなく，一週間で４日程度答えればよいという設定で課されるのが望ましいと答えた．宿題にされなければ自分はおそらく取り組まず，それは勉強にならないため，適度に強制されたいという意見であった．これらの結果から，評価者は今回の活動に価値を感じたと言える．

3.　まとめ

今回の形成的評価からは，本ツールを使用することで評価者は１）普段耳にする日本語により意識が向き，２）それぞれの日本語の使用経験をより詳しく覚えていられ，３）より使うことに焦点をあてた具体的な学習目標を立てられ，本ツールが振り返り活動の質向上に寄与する可能性が示唆された．今回は一名分の報告に留まるが，現在，人数を増やし形成的評価を行っている. 引き続き詳細な分析を行い，本ツールの有用性について検証したい．

謝辞

本研究は JSPS 科研費 16K21342 の助成を受けた．

参考文献

(1) 甲斐晶子，根本淳子，松葉龍一，合田美子，和田卓人，鈴木克明: “LINE BOT API を用いた留学生のための対話型 e ポートフォリオ・モジュールの設計”, 教育システム情報学会(JSiSE)2016 年度第 2 回研究会研究報告，pp.69-74 (2016)

(2) 甲斐晶子，松葉龍一，合田美子，和田卓人，鈴木克明: “言語使用に関する省察促進を目的とした対話型入力ツールの設計と実装”, CASTEL/J（日本語教育支援システム研究会）2019 年度国際大会予稿集, (印刷中)

(3) LINE Corporation, LINE Developers - Messaging API reference, https://developers.line.biz/en/reference/messaging-api/（最終閲覧日 2019 年 6 月 1 日）

句構造を表示した複数の使用事例の比較から表現使用を獲得させる言語学習メソッドの提案

Assisting Second Language Learning of Expression Usage by Comparison of Use Cases of Expressions in Texts Presented in Phrase-Structure

中村 宏 [*1], 掛川 淳一 [*2], 伊藤 紘二 [*3]
Hiroshi NAKAMURA[*1], Jun'ichi KAKEGAWA [*2], Kohji ITOH [*3]
[*1]東京通信大学 メディア教育支援センター
[*1] Media Education Research Center, Tokyo Online University
[*2]兵庫教育大学大学院 学校教育研究科
[*2] Graduate School of Education, Hyogo University of Teacher Education
[*3]東京理科大学 基礎工学部
[*3] Faculty of Industrial Science and Technology, Tokyo University of Science
Email: nakamura.hiroshi@internet.ac.jp

あらまし：学習させたい言語の表現型のそれぞれについて，文脈と意図において，典型的に類似あるいは異なる複数の使用事例が含まれるテキスト群の句構造表示をコンテンツとして用意し，それを材料として，再現的な生成と理解の課題を課し，その解決を，コンテンツにおける表現型使用事例の検索による句構造表示の比較によって支援する過程において，表現の使い分けを獲得させる言語学習メソッドを提案している．句構造表示としては，学習対象言語の表示と並べて，対訳された媒介語のテキストについても階層的句構造を示すことで，意味的な対比を支援する．

キーワード：二言語学習支援システム，日本語教育，句構造表示，表現獲得，コーパス

1. はじめに

言語の獲得は，音声を含めて理解と生成のいずれについても，意味制約関係を表わす階層的句構造の作り方を習得することで行なわれるという仮説に基づき，句構造表示に導かれた第二言語学習支援の環境を提案してきた(1)(2)(3). 本稿では学習言語の表現型について，文脈と意図においてそれぞれ複数の使用事例が含まれるテキスト群の句構造表示をコンテンツとして用意し，それを基に再現的な生成と理解の課題を課し，その解決を表現型使用事例の句構造表示の比較によって支援する過程において，表現の使い分けを獲得させる言語学習メソッドを提案する．

2. 対象言語表現と媒介言語表現の句構造を表示する学習支援

句に主辞が置かれ，それを修飾，説明する複数の句を主辞の前あるいは後に置いて句を作ることを階層的に繰り返すことで，あらゆる言語における文は作られている(4)(5)(6). 主辞には，かかられて完結する主辞と，かかる句とかかられる主辞の間の関係を指示する機能的な主辞がある．また，語の単位が複合したものを主辞とすることも多い．句構造を表示するには，主辞を載せたパネルの上にそれにかかる句のパネルを載せることを階層的に繰り返す(2)(3).

第二言語学習の学習対象言語文に対し，媒介語の対訳文を予め用意し，その構文解析結果によって生成したデータを基にして，テキストの形態素/単語をその並びのままに取り込んだパネルの階層データを作り，その表示によって，両言語における句構造と言語間での対応を視覚的に提示する．

3. 表現型使用例の句構造表示コンテンツ

学習させたい言語の表現型のそれぞれについて，文脈と意図において，典型的に類似あるいは異なる複数の使用事例が含まれるテキスト群の句構造表示をコンテンツとして用意する．表現型は先行研究(7)(8)を基にして，使用例の句構造に関連付けて，キーとなる表層と品詞指定をふくむ句構造として分類定義し，XML 形式のライブラリを作る．そして，句構造表現されたコンテンツへのマッチングにより，各表現型の使用例のテキスト句構造上の位置と構造を XML 形式で登録した「表現型使用例句構造コーパス」を作成する．

4. 句構造表示コンテンツを用いた表現の使い分けを獲得させる言語学習メソッド

学習者には句構造表示コンテンツを材料として，再現的な生成と理解の課題を課し，その解決を，コンテンツにおける表現型使用事例の検索による句構造表示の比較によって支援する過程において，表現の使い分けを獲得させる．

4.1 表現使用例の比較対照で支援する課題学習

課題学習では，学校や市井における日常生活，職業あるいは研究など，限定した場面で用いることが

できるように，表現使用の汎化を行なわせる．教材テキストにおける表現型使用に関する穴埋め課題，テキストの文についてその形態素を含んでランダムに並べて提示される一覧から，形態素を選んで並び替えさせる再現作文課題，解読支援としてテキストの文を与えて意味制約関係としての階層句構造を作らせる表現解読課題を用意する．

再現作文課題では，図１に示すように，句構造表示を行なった教材テキストの中の一文を形態素に分解し，場合によっては余分な機能形態素も加え，それをランダムに並べて提示し，学習者は一覧から選んで正しく文章になるように並び替える．チェックボタンを押すと，学習者が並べた形態素の列の中で，句構造が原文に一致する部分について合体させて構造表示を行なう．こうして出来たマクロな部品の並び替えをおこなってはチェックを受けることを，階層的に行なわせることにより，再現作文を支援する．

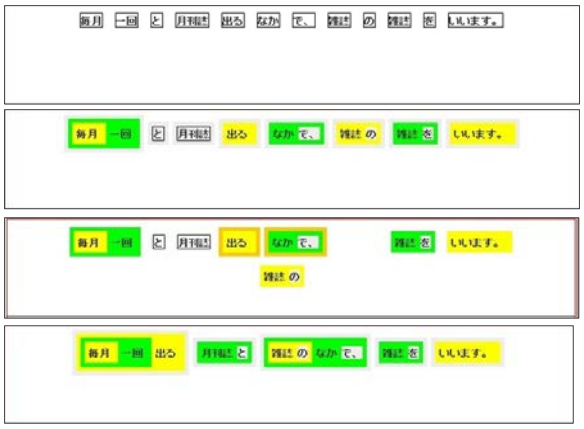


図 1 再現作文の流れ

構造解読問題では，学習者に，テキスト上で句構造を再現させる．そのための支援として，完結的主辞を指摘させて正しければ，そこに係る句の完結的主辞の全てを指摘させ，正しければその階層の句構造を再現表示する．以下同様に主辞のかかり関係を指摘させながら各階層の句構造を再現表示していく．各階層において，完結的主辞に対応した媒介語の単語を表示し，意味の側面で支援する．

4.2 表現検索に基づく型の使い方の学習

学習者は，課題学習を解決する過程において，表現型のメニューから，あるいはテキスト中の句をクリックしてそれを含む表現型のメニューから選んで，テキスト中にある同一または関連した表現型の使用例を検索し，比較して，帰納的に表現の作り方と使い分けを学習することができる．

例えば図１のような作文課題において「いいます」に着目して，それを含む表現型を検索して，XML 形式の表現型ライブラリから「[用言句終止形]という」，「[体言句]を[体言句]という」，「[体言句]が[体言句]に[体言句]をいう」の３つの表現型が見つかったとする．それぞれの例として「ベトナムに行くという．」，「親の兄弟姉妹の子供を“いとこ”という．」，「私が先生にお礼をいった」が表現型使用例句構造コーパスから見いだされたとすると，出題の形態素の部品の中から助詞が見つかる２番目の型が，階層的句構造で当てはまる組み合わせ候補として「雑誌を雑誌といいます」「月刊誌を雑誌といいます」「雑誌を月刊誌といいます」が得られ，並び替え再現作文を解いていく上での足掛かりとなる．

表現型の間には関連性のリンクが張られ，類似や対立その他の関係にある表現型を含む部分構造を検索し，英語訳文の句構造を参照しながら日本語文の句構造を比較することによって帰納的に表現の作り方と使い分けを学習することができる．

5. まとめと今後の課題

第二言語学習において，表現型の使用事例が含まれるテキスト群の句構造表示コンテンツを用いて，再現的な生成と理解の課題を課し，その解決を表現型使用事例の検索による句構造表示の比較によって支援する過程において，表現の使い分けを帰納的に獲得させる言語学習メソッドを提案し，課題解決支援と，表現型使用例句構造コーパスにより表現型の使用例を検索させる仕組みを試作した．

今後は表現型使用例句構造コーパスを充実させ，作文・読解支援の仕組みを完成して，提案した支援に対する評価実験を行なうことを予定している．

参考文献

(1) 伊藤紘二，中村宏，掛川淳一，佐々木諒：“句構造の提示に基づく第二言語習得支援”，日本第二言語習得学会第 15 回年次大会，pp2-4，2015.
(2) 中村宏，掛川淳一，伊藤紘二：“対象言語の表現の使用例をその媒介言語表現と共に句構造で提示して比較対応を行わせる第二言語学習支援”日本教育工学会第 33 回全国大会，2a-501-06，2017.
(3) 中村宏，掛川淳一，伊藤紘二：“媒介言語による表現を伴わせて句構造を表示した表現使用例の検索を手掛かりに読解と作文を行なわせる第二言語学習支援”言語処理学会第 24 回年次大会発表論文集，pp.484-487，2018.
(4) T.Gunji: “Japanese Phrase Structure Grammar: A Unification-based Approach,”Springer Netherlands, 1987.
(5) C.Pollard, I.A.Sag: “Head-Driven Phrase Structure Grammar,” University of Chicago Press, Chicago, 1994.
(6) 時枝誠記：国語学原論，岩波書店，1941.
(7) 掛川淳一，中村宏，関谷政則，伊丹誠，伊藤紘二：“自然言語処理を用いて日本語教育のための例文検索を支援するシステム”日本教育工学会論文誌，25（2），pp.85-94，2001.
(8) 哈布日，"第二言語としての日本語の表現教材作成支援に向けた例文検索ルールデータベースの構築",兵庫教育大学大学院学校教育研究科修士論文，2012.

IoT 技術者育成のための PBL を用いた教育プログラムの開発 ー第 3 報，教育プログラムの実施内容についてー

Development of Education Program Using PBL to Bring Up IoT Engineer -3rd Report, Contents of Our Education Program -

土江田 織枝*†，千田 和範*，赤堀 匡俊*，高坂 宜宏*，稲守 栄*，髙 義礼*
Orie DOEDA*†, Kazunori CHIDA*, Masatoshi AKAHORI*, Yoshihiro TAKASAKA*, Sakae INAMORI*, Yoshinori TAKA*
*釧路工業高等専門学校
* National Institute of Technology, Kushiro College

†Email: yoshida@kushiro-ct.ac.jp

あらまし：平成 31 年度から釧路高専において複数分野教員の連携で行われる PBL 型演習（4 年次，複合融合演習という）の実施が始まった．同演習において筆者らが提案する演習テーマは，今後益々重要となる IoT を支える技術者育成を目的とし，複数分野の教員で授業チームが構成されることを利用して，IoT 技術における基礎事項を分野横断的に網羅した PBL 課題を提供できることが特徴である．本課題はセンサ等の大量の情報（ビッグデータ）を効果的に活用するスキルを身に着けさせることが狙いであり，過去にはない演習課題といえる．第 1 報では，演習（教育プログラム）の内容とその実施計画を述べ，また，第 2 報では，センサ情報のサーバへの送信と蓄積について仮設サーバを用いて行った検証結果について述べた．本稿では，既に実施が始まった演習の演習（教育プログラム）内容について教育手法の観点から述べる．

キーワード：IoT, 技術者育成，ビッグデータ, PBL，競争原理，協調学習，ジェネリックスキル，教材

1. はじめに

釧路工業高等専門学校では，平成 28 年度に施行された学科改組に伴い平成 31 年度より分野横断的な共通教育による PBL 型演習授業(以降，複合融合演習と呼ぶ)が 4 年次通年の必修科目として週 4 時間で実施されることとなっている．筆者らのグループで提供する実習型教育プログラム（以降，単に「教育プログラム」と呼ぶ)「IoT 創発型セルフドライビングローバープロジェクト」では，ローバーの設計開発，仕様検証を通したシステム開発により，これからの産業で重要な要素となる IoT やロボティクス技術を習得させることを目指している．このことについて前 2 報までにおいて，教育プログラムの内容とその実施計画[1]，および，試作したローバー（使用教材）の仕様[2]について報告してきた．本稿（第 3 報）では，本教育プログラムによって学生に獲得させたい知識や技術（図 1 参照）について教育方法を含めて述べる．

2. 教育プログラムの実施内容

本教育プログラムは図 2 の様に年間 27 週で実施予定であり，技能研修と 3 段階のシステム開発で構成される．なお，学生は 4 人 1 チームとして 3～4 チームに振り分けられる．

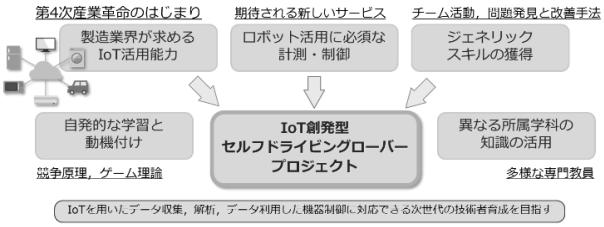


図1 提案する教育プログラムにより獲得させる能力

前期					後期				
01	KOSEN4.0 イニシアチブ IoTプログラミング	09	システム開発 - 基礎編 -		16	システム開発 - 応用編-	24	システム開発 - 発展編-	
02		10			17		25		
03		11			18		26		
04	オリエンテーション 開発環境の構築	12			19		27		
05	技能研修A	13			20		28	コンテスト3	
06		14	コンテスト1		21	コンテスト2	29	PV作成	
07	技能研修B	15	プロモーションビデオ(PV)作成		22	PV作成	30	PV発表会	
08			… 夏季休暇 …		23	PV発表会			

図2 教育プログラムの年間スケジュール

2.1 基本事項の学習

図 3 に示す基本事項については技能研修 A, B として学習させる．ここでは 4 テーマの内容（メカトロニクスプログラミング，IoT プログラミング，動力伝達機構，機械・回路 CAD 設計製作法）について教えるが，1 教員が 1 テーマの専任となる．なお A, B は同一内容で実施する．A・B として 2 度講義をおこなう理由は，学生が同じ内容を 2 度繰り返して学習し，より理解を深めるためや，自分の興味ある分野を複数学ぶ機会を与えるためである．学生は 4 人で



図3 基本事項における学習内容

1 班のチームとなるが，各自の能力やローバー設計方針に従って個人がどの領域を重点的に学習するかを自由に決めてよいので，技能研修の受講の仕方も各班で異なる. なお授業スタイルは E-Learning の形態をメインとし，適宜教員が直接指導をおこなう．これにより自分の理解度に合わせて作業を進めながら，わからないところは逐次調べ，解決する力をも身に付けることを目的としている．各自学習後はジグソー法によりグループ全体で知識を共有したり，ペアプログラミング的手法により実作業担当者間のみで知識を深めたりなど，グループごとに学習内容の定着を目指すと同時に，実際にチーム開発に必要なジェネリックスキルを体験的に習得してもらう．

2.2 ローバーの開発

ローバーの開発課題は図４に示すように, 基礎編, 応用編，発展編の 3 段階の難易度で設定している．はじめの基礎編では，直線コースをスタートからゴールまで衝突せずいかに速く走破できるかが問われる．この段階から IoT 要素の学習が組み込まれており，距離センサ，ジャイロセンサ，加速度センサなどの情報を学内サーバへ送信させつつ，かつマイコンに取り込んで直進できるようにモータ制御をおこなわなくてはならない．ローバー開発期間が終了次第，班対抗の走行コンテストをおこなう．ここで，成績に応じたポイントが各班に加算される．また，班ごとにプロモーション・ビデオ（以下 PV とする）を作成し発表会をおこなう．これによっても成績に応じてポイントが加算される仕組みとなっている．以上の獲得ポイントによってセンサ，モータ，駆動装置などのグレードを上げることが出来，他班に対するアドバンテージが得られるような仕組みとなっている．次に，応用編であるが，ここではカーブ走行がポイントとなる．カーブで速度を落とさず走行するためには事前のチューニングが必要となるが，この際，IoT サーバにためてあった走行データ（各種センサデータ）をフィードバックして使うこととなる．なお，次の発展編では右左折はリアルタイムでおこなうことが課題となる．応用編でも班対抗の走行コンテスト，および PV の発表会をおこない，成績に応じたポイントを獲得する．ここでも，獲得したポイントによって使えるアイテムのグレードを上げることが出来，他班に対する更なるアドバンテージを得ることが出来る．最後に発展編であるが，図４にあるように，複数の障害物や橋を渡ってゴール地点までたどり着き，所要時間のもっとも短かった班に対して高いポイントが与えられる課題になる．発展編では，センサデータのみならず，走行中のカメラ画像をも IoT サーバへ送信し，しかも，これらのデータは他班のものであっても利用してよい決まりとなる．これは，ビッグデータを効果的に活用するスキルを身に着けさせるという本教育プログラムの目的に合致する．また，自班のカメラ画像を参考に，外部 PC からローバー制御信号（例えば，左右旋回，前進・後退等）を送ることも可能とする．発展編においても走行コンテストのみならず PV 作成をおこない，ポイントを獲得する．最終的に，基礎編から発展編までの獲得ポイント数が一番多かったチームから高い成績評価が与えられることになる．以上の様に，獲得ポイントでローバーの性能をアップできる仕組みを使って学生の意欲を引出し，楽しみながらスキルアップできる教育プログラムとなっている．

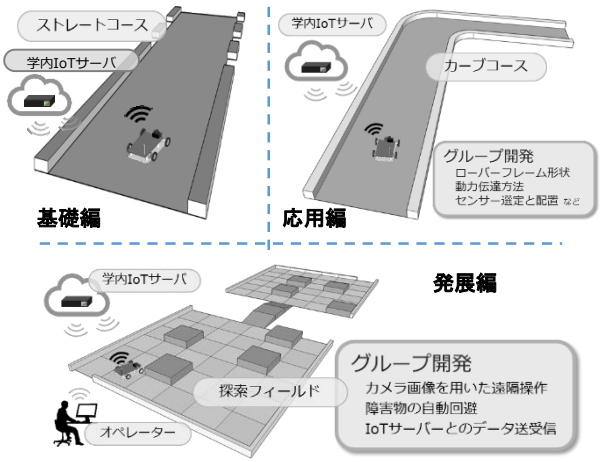


図4 ローバー開発の各段階

3. まとめ

IoT 技術者育成のための PBL 型教育プログラムの開発について筆者らが計画している教育プログラムの具体的な実施内容について述べた．今後は，教育プログラムの実施による学習効果について検証をおこない，より効果の高いプログラムへと改善を進める予定である．

参考文献

[1] 千田和範他, IoT 技術者育成のための PBL を用いた教育プログラムの開発, 第 42 回教育システム情報学会全国大会発表論文誌，DVD, pp. 171-172 (2017)
[2] 高 義礼他, IoT 技術者育成のための PBL を用いた教育プログラムの開発-第 2 報，センサ情報のサーバーへの送信と蓄積について-, 第 43 回教育システム情報学会全国大会発表論文誌，DVD, pp. 143-144 (2018)

360 度カメラ活用による,映像解析及び多目的映像記録の活用

video analysis and multipurpose video recording by utilizing 360 degree camera system

内田知巳[*1]　喜多努[*]　小田まり子[*1]
Tomomi UCHIDA[*1]　Mariko ODA[*1]　Tsutomu KITA[*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：360 度カメラによる全天球パノラマ映像をスポーツ教育の現場と特別支援学校における学習支援での映像解析ツールとして活用し,全天球パノラマ映像を用いることの利点について検証を行った.とくにバドミントン競技での映像解析では,通常ビデオ映像よりもより精度の高い結果を得ることができた.
キーワード：映像記録，全天球映像，学習支援，スポーツ教育

1.　はじめに

東京オリンピックを目前に控え,近年日本国内においてますますスポーツ競技を分析し,議場向上を目指す機運が高まっている.バドミントン競技においても,2008 年より全日本強化選手へのスポーツ映像解析を始めとした様々な支援体制が組まれ,映像記録と解析の専属スタッフが専門的かつ高度な支援を行っている.この映像解析に全天球パノラマ映像を活用し,通常ビデオ映像との比較検証を行った.

2.　関連研究

バドミントン競技におけるスポーツ解析については,文部科学省が主導して行っている日本代表選手へのマルチサポート事業の一環としてチームが結成されており,それにまつわる論文報告も行われている.（1）
2 台～4 台のビデオカメラを使用しながら,多視点による記録を行い,分析ソフトウェア Hudl 社 SpotrtsCorde を用いて解析を行う手法が紹介されている.この場合,複数台のビデオカメラを設置するための場所と,装置,オペレーターが必要となり,大掛かりな研究体制が必要となる.そこで我々は,360 度カメラを使用することで,小型カメラ一台によって複数視点をカバーし,かつより精密なデータ入力を実現できるのではないかと考えた.また,全天球パノラマ映像のフォーマットに対応した解析ソフトが 2019 年 5 月現在には存在せず,映像編集ソフトを応用することで,解析数値を抽出し,運用できるかを検証した.

3.　システムの開発

3.1 システムの概要

360 度カメラからの映像に対して,競技における特徴的な行動（サービス,ラリー,ポイント,フォルトなど）をタグとして,時系列中にタグ付けを行う.
タグごとの時間情報を数値として抽出し,解析データとして用いる.

3.2 360 カメラの活用

本システムには,360 度カメラとして,図 1 の製品を使用している.特徴としては,①小型軽量である②撮影時間制限がない.（映像容量が最大 4GB までに制限されているモノや,1 回の撮影時間が制限されている者がある.）③遠隔操作が可能である.④4K 以上の解像度を持ち,高画質である.といった特徴が挙げられる.



図 1　360 度カメラ（INSTA360 社製 INSTA360ONE）

このカメラの特徴を最大限活かすべく,設営位置として,コート中央のネットにカメラを設置している.（図 2）通常のビデオカメラでは設置不可能なポジションから,より選手に近い視点による撮影を可能とした.小型の為,競技には支障が出ないよう,インジケーター等の目隠しを配慮している.

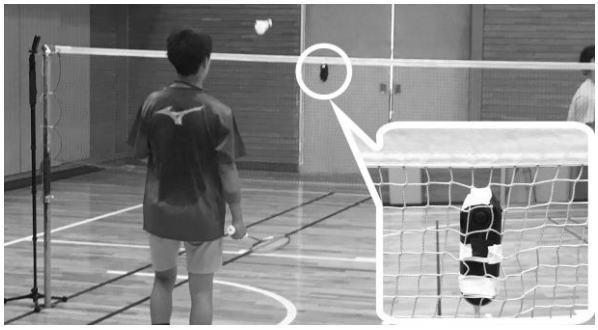


図 2　カメラの設営位置

3.3 多視点による視聴

360 度カメラによって撮影された映像を,VR 映像対応の映像編集ソフトにて再生する.その際に観る者が目的に応じて,様々な視点,画角で映像を視聴することが可能である.(図 3)

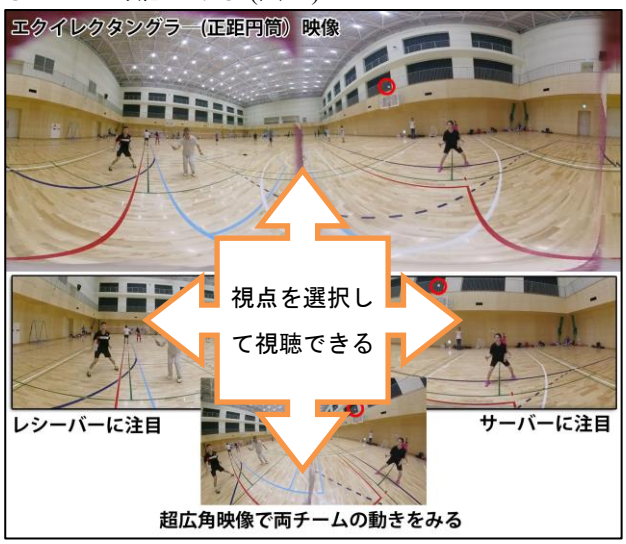


図 3　対象に応じた視点の変更

自選手／対戦者に応じて,視点を変更もしくは広角から望遠（部分集中）までを自在に調節しながら入力を進める.

3.4 映像編集ソフトによるタグの入力

映像解析ソフトでのデータ入力は,映像を視聴しながら,その時系列に対して,特定の行動に関するタグを入力していく.映像編集ソフトでは,一つの映像ファイルに切れ目（カットポイント）を入れ,カットを作り出すことが出来る.また,文字情報をテロップとして挿入することも簡単に行うことが出来る.さらに,時間軸上にマーカーを配置することもできる.そこで,サービスから始まる一連のショットごとに,カットポイントとテロップを追加していくことで,映像解析ソフトである SportsCode とほぼ同等の情報入力が実現できた.（図 4）（図 5）

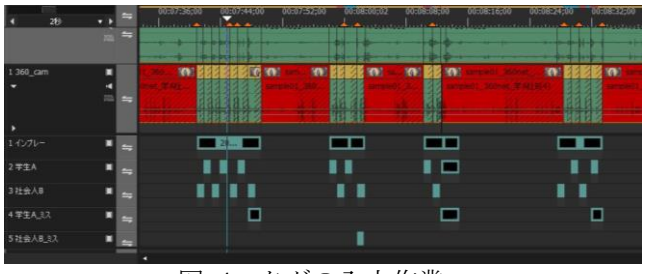


図 4　タグの入力作業

3.5 タグ情報の抽出

挿入したカットポイントのタイムコード,テロップの文字情報,マーカーのタイムコードなどは,放送用編集ハードウェアとのデータ受け渡しのために,メタデータとして出力することが出来る.そのデータを Microsoft 社 Excel で読み込み,加工することで,必要な時間情報を抽出することが出来た.

4.　特別支援学校における映像記録

特別支援学校における学習支援の様子を記録撮影するツールとしても 360 度映像による全天球パノラマ映像の活用を試みている.人的資源の乏しい教育現場,研究チームの支援実践のために全周囲を記録することで,自由な視点を後から選択的に視聴することで,複数の目的をカバーする記録撮影を行うことができた.



図 5 複数生徒への支援実施の記録

図 5 は複数の生徒への学習支援を行っている様子であるが,それぞれの生徒への視点の変更も可能である.このような記録映像から,学習内容及び,支援機器やソフトウェアの評価資料として,映像を蓄積している.

終わりに

全天球パノラマ映像からのバドミントン競技における解析データの抽出は可能であることが実証できた.今後は実際の撮影データを蓄積し,従来ビデオカメラ映像との精度の差,視点の利点を活かしたスポーツ解析の手法を検討していく.また,特別支援学校での学習支援においても,支援内容の評価の指標となる映像解析を行い,有用性を検証していく.

謝辞

本研究は，独立行政法人日本学術振興会科学研究費助成事業(基盤研究(C) 18K02877)の助成を受けて実施した成果の一部である.

参考文献

(1)　「バドミントンの映像技術サポート」飯塚 太郎,平野 加奈子,烏賀陽 真未子（体育の科学 67(6), 391-395）, 2017

初等中等教育向けタブレット教材に適した ユーザーインターフェースの開発

Development of suitable user-interface of digital educational materials for the subjects in junior high school on tablet PCs

藤井研一
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: kenichi.fujii@oit.ac.jp

初等中等教育にタブレット PC などの導入が積極的に行われている。小、中学生の学習に適したユーザーインターフェースはどのようなものかを考え、タブレット PC 上に実現を試みている。数学、理科、社会、国語の教科内容それぞれの考え方を考慮して適した UIF を選択した。タブレット PC 上に実際に実装した各種ユーザーインターフェースを用いて議論する。
Keywords: インターフェース、デジタル教材、中学校、タブレット PC

1 背景

初等教育から中等教育の間に、学習者は学ぶ教科の質的変化、「抽象化」に直面する。数学は数値を用いた計算から、記号を用いた数学（代数）に変化し、より厳密な論理についても学ぶ。国語においては、語句も文章も抽象度が高く複雑となる。社会や理科においても体系化された知識という前提がより一層顕著に求められる。このような教科の学習において、組織的な「学び方」は明示的には示されない。このこともあってか、それ以降の高等教育において、暗記による学習方法で全ての教科に対応しようとする学生が多く存在するが、知識の構造自体の理解を身につけていない状態では学習に困難が生じることになる。

近年、様々な教科に対して、デジタル教材が多数開発されている。それぞれは教材として効果的で、個々の知識獲得には有益なものと考えられる。しかし、穴埋めでの回答など、教科ごとの知識構造を十分に考慮しているとは言えないものが目立つ。科目各々の知識体系およびそれの獲得方法を理解することが、学習者の効果的知識獲得に繋がると考えられる。これを考慮した上で、それぞれの教科に適した機能を有する操作方法について考察し、タブレット PC 上のデジタル教材のユーザーインターフェース (UIF) として実装することを目指した。まずは各教科の知識構造と学習における知識の組み上げ方を考え、それらが反映できるような UIF の開発を行なった。具体的な教材のプラットフォームとして iPad を用い、macOS 上の Xcode を用いて開発を行った。開発言語は swift4 を用いている。ここでは、国語および社会と数学用デジタル教材の UIF を考えることとする。

2 国語および社会学習の特性

国語および社会科目では、知識は自然言語で記述される。記述内容理解のためには、各文章の内容理解は当然として、文章間の論理展開、発展を理解することが重要となる。しかしの教科書では、関連する情報が全文の中の異なる箇所に飛び飛びに現れる場合がある。例えば、小説では、情景描写、出来事の合間に主人公の心理描写が時系列も前後しながら現れる場合がある。また歴史においては、同一の人名が国内政治、文化、海外との結びつきなどの異なる文脈において現れる。これらの情報を結びつけ、その上で、内容の連続性、人物像などの基本的な考え

方を想定することが文意を理解する上で欠かせないことである。

これらの教科の教材では、いかに共通の情報を時系列を考慮して結びつけられるかが必要な能力となる。デジタル教材の特性を利用すれば、結びつきを明確に示し、必要なら時系列などで並べるなどの処理はリンク機能とリスト構造を使うことで実現可能となる。しかし、同じ国語においても、何を学習すべきかの内容で UIF は変化すべきと考えている。このような UIF の例として、「詩」学習用に作詞したデジタル教材について説明する。

3　タブレット PC 用国語教材

高度に抽象化された言語表現である「詩」の理解においては、イメージ形成が重要な役割をなす。しかし言語能力が発達途中の学習者にとって、言語表現によるイメージ形成が困難な場合も存在する。そこで、一旦視覚的イメージに変換させることを考えた。用意した複数の視覚イメージから学習者が自分の印象に即したものを選択し、そのイメージと言語表現の対比を考えることでより深く言語イメージを考えるきっかけとする。ここでのイメージ変換は、言語から視覚イメージへの一方向の変換のみならず、言語表現と視覚的イメージの双方向の変換が生じると考え、視覚イメージが言語イメージをより強固なものにすると考えた。

作成したデジタル教材上では、学習者が特定の詩から受けたイメージを抽象化された短い動画素片を組み合わせて具体的な動画として表現することができる。これを用いて各々の学習者が文字情報から獲得した視覚イメージを動画として容易に表現することが可能となる。

学習者は詩をいくつかの文節にわけ、それぞれに対応する視覚イメージを選択する必要がある。このイメージの変化は文節間の関係性を考えるきっかけを与えることになる。視覚イメージの選択、接続を考える上で詩の精読がなされることになる。出来上がった動画は個々の読者の詩のイメージを与えることになる。これにより特定の詩から各々が獲得したイメージを明瞭に比較できる。このような比較はアクティブラーニングでの学習者間の活発な議論を引き起こす上で有効であると考えられる。教材の主画面は、用意されたおよそ５０種類の動画素片とそれを貼り付けるためのタイムライン画面からなる。用意した動画素片はそれぞれが数秒の長さで、具体的なイメージを持たない抽象化された画像からなる。

4　数学教材の操作性

中学校での数学学習は大きく２つに分けられる。一つは代数であり、もう一つは幾何学である。ともに論理的に「考える力」の獲得のために大きな意味をもつ。初等教育における具体的な数字を用いた算数の学習から、中学校でのより抽象的な代数と論証を必要とする幾何学の学習に変化することは学習者に大きな負担を強いており、小学校から中学校に上がることにより数学を苦手とする学習者が大きく増加しているが、その理由の一つは記号による操作の理解が不十分であることによると考えられる。また、幾何学においては、図の操作が論理に直接結びつき、作図が重要な意味を持つ。正しい図形を描いた上で、その図をもとに考えることが要求されるからである。また作図中の補助線作図が必要な場合も多く、作図自体に大きな労力を要することになる。考えることに集中するという意味では、作図は思考を妨げる場合も生じる。思考の流れを遮らない直感的な作図 UIF は必須と考えられる。このため、実際の作図と同様の作図が可能となるデジタル教材を開発した。これにより、図形問題を考える上で、指による直感的な操作が可能となり、学習者は考えることに専念できることとなる。

実際には、国語および数学の複数のデジタル教材を作成しており、議論のためにはそれらの詳細を示す必要がある。これらについては当日発表する予定である。

ドローン空撮技能訓練のためのドローンフライトシミュレータの提案

Drone Flight Simulator for Training Aerial Video Shooting

檜垣 大地，後藤田 中，國枝 孝之，八重樫 理人，米谷 雄介
Daichi HIGAKI，Naka GOTODA，Takayuki KUNIEDA，Rihito YAEGASHI，Yusuke KOMETANI
香川大学
Kagawa University
Email: s16t287@stu.kagawa-u.ac.jp

あらまし： ドローンによる空撮映像は，従来の空撮手段と比較して小規模な装置で，我々が普段見ている世界とは異なる視点での映像が得られることから，近年様々な分野で用いられている．空撮映像の作成者は，ドローンの航行技能に加え，撮影技能も持ち合わせている必要がある．本研究では，両技能育成に加えて映像作成を支援するために，FPV によるドローン空撮技能の訓練支援機能および実際の撮影に向けた計画・撮影支援機能を持つシステムを提案し，想定ユーザに対するインタビュー調査から，機能の詳細化を行なった．
キーワード：VR，ドローン空撮技能，ナレッジ化，FPV 制御，訓練シミュレータ

1. はじめに

近年，ドローンによる空撮映像のニーズが増大している．2016 年度から 2018 年度までにおいて，ドローンの機体数や関連サービス数は，2 倍以上増加しており[(1)]，以降もより高い比率で増加していくことが予想される．これにはいくつかの要因が存在し，TV 番組における空撮映像が，従来のヘリコプター空撮からドローン空撮へ移行していることや，個人向けドローンの出現に伴う，SNS 等での個人作品の増加が挙げられる．教育の場においても，e-Learning コンテンツ拡充に向けて，ドローン空撮映像を取り入れる動きがある．

ドローンを扱う難易度の高さと，法律等の制約の多さ[(2)]ゆえに，得られる成果物の品質が安定しないなど，現実が抱える課題は多く存在する．これらの解決策として，ドローン空撮の技能を向上させるドローンフライトシミュレータの活用が挙げられる．

本研究では，直感的な視点操作を可能にする FPV（First Person View：一人称視点制御）と，ドローンのプロポ（RC 機における送信機の俗称）による航行操作を複合した，空撮を前提としたドローンフライトシミュレータによる「ドローン空撮技能訓練機能」，シミュレーション結果から実際のドローン制御計画を生成する「計画生成機能」，生成されたドローン制御計画を用いて，自動的にドローンに空撮を行わせる「撮影支援機能」を有する，ドローンフライトシミュレータを提案する．後述する要件定義から，システムのモックアップを作成し，ドローン空撮の専門家及びコンテンツ制作者へ提示し，インタビュー調査によって，機能の詳細化をおこなう．

2. 関連研究・製品の調査

現在，ドローン産業において大きなシェアを持つ DJI 社等によって，様々なドローンフライトシミュレータがリリースされており，エンタープライズ向け製品では，技能向上のためのトレーニングプログラムが組み込まれているものも存在する．DJI 社が同社のドローンの制御を前提とした「DJI Flight Simulator」[(4)]や，ドローンレーシングを前提とした，FPV 視点を利用する「FPV Freerider」[(3)]が，例として挙げられる．これらのシミュレータによって提供されるのは，ドローンの基本的な操作方法だけでなく，施設点検時の航行技能，ドローンレーシング技能を訓練するための機能である．しかし，ドローン空撮を前提とした，カメラアングル調整を含む空撮技能の訓練を想定したシミュレータは，著者らが調査した範囲では確認できなかった．本研究では，現状において不足していると考えられる，ドローン空撮を前提とした，ドローンフライトシミュレータの開発を対象としており，一定の新規性があると思われる．

3. システムコンセプトの提案

本研究にて提案するシステムコンセプトを，要素ごとに示し提案する．システムが併せ持つ要素は，FPV 制御とプロポ操作によるドローン制御の訓練を支援する「訓練支援」，訓練の結果からドローン空撮の事前計画を生成する「計画支援」，事前計画から実際の空撮業務を自動航行によって実施する「撮影支援」に区別される（図 1）．

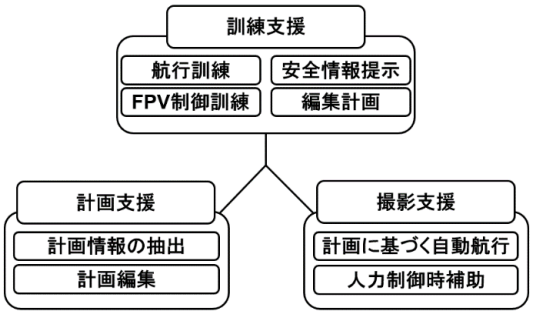


図 **1**. システム構成図

3.1 対象とするスキル

図 2 に，本研究の支援対象となるユーザによるドローンの操作方法を示す．シミュレータ上での航行制御にはドローンのプロポを用い，ドローンに搭載されているカメラの制御には，HMD（Head Mount Display）デバイスによって実現される，FPV 制御を用いる．FPV 制御は，主にドローンレーシングの場において活用されている，ドローンを一人称とした映像をリアルタイムに操縦者に伝える機能のことであり，ドローン視点での周囲の環境を確認することができる．これを用いることで，シミュレータ上でもドローンを主体とした視点を利用し，より直感的なカメラ制御が可能になると考えられる．

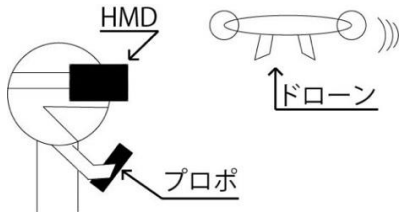


図 2. 支援対象となるドローン操作方法

3.2 訓練支援

訓練支援機能では，FPV 制御によるドローン搭載カメラの視点制御，プロポ操作によるドローンの航行制御それぞれの訓練，およびこれらを併用した空撮訓練を支援する．ドローン空撮の技能を明らかにし，それに対応するシナリオを作成し，ユーザに体験させることで空撮技能の向上を目指す．この実現には VR 技術を用い，VR 空間上でのシミュレーション環境を構築する．これは，FPV 制御によるドローンの視点制御と同様に，HMD を装着することから, 実際の空撮時と同様の環境で訓練が行えるほか，訓練時に現実空間における事故等の影響を受けないためである．

3.3 計画支援

計画支援機能では，学習者が実施したシミュレーション結果から，実際の空撮に向けた空撮計画データを生成する．ユーザが代表的な空撮技法に対応する訓練を受けた後，実際に撮影したい地域を模した VR 空間において，FPV 制御とプロポ操作によって実際の空撮業務を想定したドローン制御を行う．その制御記録から空撮計画データを生成する．本機能の実現においては，事前にユーザが撮影したい地域を VR 空間上に再現するために, 3D 測量等の事前調査が必要となると著者らは考えている．

3.4 撮影支援

撮影支援機能では，計画支援機能において得られた空撮計画データを用いて，自動航行下での空撮を実施する．状況に応じて，操縦者自身による人力制御も行えるようにするべきであるが，その際には計画データを元にした，ドローン制御のための補助情報を提示する．

4. 本システムに対するニーズの調査

開発するシステムのコンセプト及び大まかな機能の構造の設計を行い，関連分野の専門家に対してシステムの提案を行い，インタビューを実施した．ドローン空撮を専門とする業者 A，大学内にて教育コンテンツ生成を行っている大学内グループ B をインタビューの対象とした．インタビュー時間は，それぞれ 1 時間程度であった．得られた結果をもとに，システムに対して求められる要素の抽出をおこなう．

ドローン空撮を専門とする業者 A からは，空撮技術の訓練そのものだけでなく，訓練効果の評価が，既存のシミュレータに不足しているものであった．より具体的には，AI 等の技術により操縦者の技能を評価しフィードバック機能があれば嬉しいという意見であった．

大学内グループ B からは，実施した訓練の結果から，改善点を補うためのフィードバック機能にニーズがあり，その手法にも，言葉に加えて感覚や行動に直接的に働きかけるようなフィードバックを複合した手法が，早期の理解につながるのではないかという意見が得られた．

以上のことから，操作データを蓄積し，AI 等により技能を定量的に評価できる機能や，評価結果に基づき，学習者の学習スタイルに応じたフィードバック機能が，訓練支援に対する現場のニーズとして存在していることが明らかとなった．

5. おわりに

今後は，前項目で示したインタビュー結果に基づき，本研究において開発するシステムの要件定義を抽出し，実装すべき機能を具体化する．優先度の高い機能から実装を行い，システムのモックアップを作成し，各専門家に対してシステムを提示し，実際に運用することで, 空撮技能の向上が実現できたか, 業務の効率向上が実現できたかを評価する．

参考文献

(1) 株式会社インプレス: “2017 年度の国内のドローンビジネス史上規模は前年比 42%増の 503 億円検査, 農業分野が牽引し 2024 年度は 3,711 億円規模へと成長『ドローンビジネス調査報告書 2018』3 月 26 日より出荷開始”, https://www.impress.co.jp/newsrelease/2018/03/20180315-01.html （参照 2018.04.27）

(2) 国土交通省: “無人航空機（ドローン・ラジコン機等）の飛行ルール”, http://www.mlit.go.jp/koku/koku_tk10_000003.html （参照 2019.05.24）

(3) DJI, “DJI フライトシミュレーター -Enterprise Pilot Fright Simulator - DJI”, https://www.dji.com/jp/simulator （参照 2019.06.06）

(4) FPV Freerider, “FPV Freerider by FPV Freerider”, https://fpv-freerider.itch.io/fpv-freerider （参照 2019.06.06）

AR マーカーを用いた史実の流れの学習支援環境の構築

Development of a learning support system for reviewing Sekigahara battle using AR marker

竹中 裕樹, 曽我 真人
Hiroki Takenaka, Masato Soga
和歌山大学システム工学部
Faculty of Systems Engineering, Wakayama University
Email: s206146@wakayama-u.ac.jp

あらまし：日本史の学習をただ丸暗記するだけのものと思う人は少なくない。しかし、日本史の学習において大切なことは、事象の発生した理由や経緯、そして結末を流れで知ることである。 そこで、我々は関ケ原の戦いをテストケースとして、テキストを読むだけでなく AR マーカーを配置、動かすことで関ケ原の戦いがどのように発生し、どのような過程を経てどのような結末をたどるのかを、より理解を深められることを目的として本システムを開発した。
キーワード：日本史、学習支援、AR、史実振り返り

1. 研究背景

山川出版社のアンケート調査によると、学生時代に日本史の勉強が嫌いだったという人は 56%という結果となっており、半数以上の人が苦手意識を持っていることになる(1)この結果は学生時代に日本史の学習方法として、ただ用語を暗記することしか行わなかったことが原因の一つと考えられる。ところで、2022 年を目標に高等学校教育に「歴史総合」という科目が必修として追加される。これには国立教育政策研究所が行った調査によって、近現代日本史の分野において生徒の約 90%が標準的な正当率を下回ったことが明らかになったことや、日本史を学ばないまま高等学校を卒業する生徒も少なくなく、世界史だけでなく日本史も必修にしてほしいという意見が多くあったことが背景にある。(2)しかし、先述した通り日本史の学習を苦手とする人は数多く存在し、このまま必修化をすると日本史を苦手とする人を増やすことになりかねない。

これを防ぐには日本史の学習において、重要なことを知る必要がある。それは、その事象が発生した理由やどのような過程を経て、どういった結末をたどるのかという流れを学ぶことである。ところが、史実の流れの学習を支援するシステムはほとんど開発されてこなかった。

2. 研究目的

そこで本研究では AR マーカーを用いた史実の振り返りシステムを構築し、日本史への関心をより高めて学習意欲を促すことや日本史学習への苦手意識を克服すること、ただ用語を覚えるのではなく史実の流れに沿って学習できるシステムを開発することを目標にした。

AR マーカーを用いた理由は、テキストを眺めるだけの学習方法では記憶に定着しにくく、頭の中だけで情報を処理するのは困難であるため、テキストを読んで思い浮かべるイメージ図を、AR マーカーを使い動かして実際に作り出すことで、より史実の流れを理解しやすくなり記憶の定着にも有用であると考えたためである。今回の史実の振り返りには関ヶ原の戦いをテストケースに用いた。これは多くの戦国武将がこの合戦に参加し各地で動いており、AR マーカーの動きの判定をする本システムと相性が良いと考えたためである。

3. システム概要

システムを起動するとタイトル画面が表示され、ボタンを押すとこのシステムの操作説明が表示される。説明を読み終えるとカメラが起動し、画面上にテキストとボタンが表示される(図 1)。ボタンを押して、このテキストを最後まで読み進めていくことがこのシステムの目標となる。テキストの中には図 1 のように、赤色や青色で書かれた武将の名前が登場することがあり、その時はその名前に対応した武将の AR マーカーを画面の中に映してボタンを押すことでテキストが進むようになっている。AR マーカーを認識したかどうかの判断方法として、AR マーカーを認識するとそのマーカー上に武将の名前が表示される。また、中には武将の位置を正しい位置に配置できているかを判定する場合もあり、学習者はテキストを読んで正しいと思う場所に AR マーカーを配置しなければならない。

テキストに赤色や青色の武将の名前があるときに、正しい武将の AR マーカーを映さずにボタンを押すと、システム画面の真ん中に正しい武将の AR マーカーが映っていないというエラーメッセージが表示される(図 2)。また、テキストに紫色で書かれた武将の名前があるときはその名前の武将を映さずにボタンを押せばテキストが進むが、映した状態でボタンを押すとその武将が映っているというエラーメッセージが真ん中に表示される。他にも武将の AR マーカーの配置場所が遠かったり近すぎたりしてもエラーメッセージが表示される。



図 1　システム画面

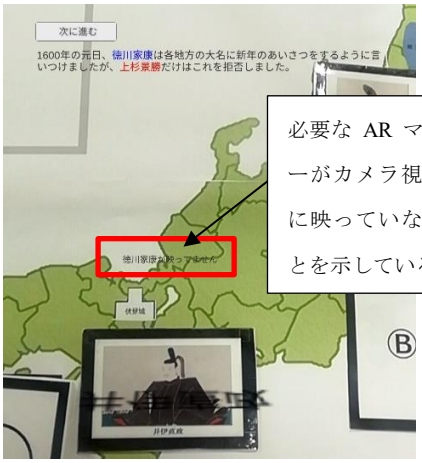


図 2　正しい AR マーカーが映っていない状態

4.　評価実験

評価実験では 12 名の被験者に本システムを使用してもらい、5 段階評価 9 項目と自由記述 4 項目のアンケートを回答してもらった。

4.1　5 段階評価アンケートの結果

5 段階評価のうち、一部の結果を図 3 に記す(図 3)。質問 2 は「システムが使いやすいか」という項目だったが、中央値・最頻値ともに 2 と低く、ほとんどの人が使いにくいという意見だった。これはタブレット端末の画面上に複数の AR マーカーを映すことやマーカーが多いこと、片手にタブレット端末を持ったまま操作することなどが原因と考えられる。質問 7 は「学習意欲の向上につながるか」、質問 8 は「史実の流れが理解できたか」についての項目で、ともに中央値・最頻値 4 となり、半数以上が肯定的な意見だった。これは文章を読み考えるという過程を経ることで、日本史の理解や関心が高まったのだと考えられる。

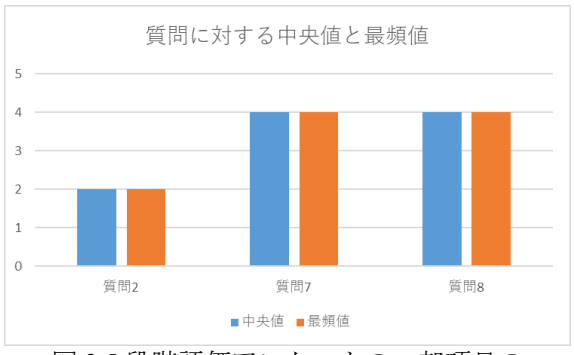


図 3 5 段階評価アンケートの一部項目の中央値と最頻値

4.2　良かった点

良かった点で 3 名から武将の位置関係が分かりやすいという意見をもらった。これは武将の AR マーカーを地図上で動かして学習できることが理由だと考えられる。また、2 名からは合戦の流れを分かりやすく学べた、という意見をもらった。先ほどの質問 8 の結果と 2 名の意見を合わせると本システムの目的であった史実の流れに沿って学習できるシステムの構築は、概ね達成できたと考えられる。

4.3　改善点

最も多かった意見として、AR マーカーの数が多く具体的にどこに配置すればいいか分からない、といった回答を 5 名からもらった。テキストを読んで学習者に配置場所を考えてもらう設計にしたが、テキストの内容が不十分で、学習者に伝わりにくかったことが原因であると思われる。また、テキストが背景と同化してしまって読みづらかったという意見を 3 名からもらった。本システムは常時カメラを起動しており、カメラ画面上にテキストを表示していることが原因である。

5.　まとめ

本システムを用いた実験では 12 名の被験者に協力してもらいアンケートを実施したところ、日本史の学習意欲の促進に効果があることや武将の位置関係や流れが分かりやすかったなどといった意見があった。しかし、AR マーカーの具体的な配置場所が分かりづらいことやテキストが読みづらいなどの意見もあった。日本史への関心を高めることや史実の流れの学習には一定の評価を得られたが、本システムは日本史の学習支援システムとしては未完成といえ、これらの課題点を改善する必要がある。

参考文献

(1)　山川出版社:“大人は歴史にどう向き合うか? 1000 人調査”、
http://www.historist.jp/articles/entry/themes/other/006335/
最終閲覧日 2019 年 2 月 7 日
(2)　第一ゼミナール:“2022 年、高校の授業に新科目導入。「歴史総合」とは？”、
https://www.daiichisemi.net/column/2022 年、高校の授業に新科目導入。「歴史総合」と/
最終閲覧日 2019 年 2 月 7 日

HMD を用いた化学学習支援環境の UI 構築

User Interface for Chemistry Learning Support Environment using HMD

岡本 勝[*1]，松原 行宏[*1]
Masaru OKAMOTO[*1], Yukihiro MATSUBARA[*1]
[*1] 広島市立大学情報科学研究科
[*1]Graduate School of Information Sciences, Hiroshima City University
Email: okamoto@hiroshima-cu.ac.jp

あらまし: 本稿では HMD とトラッキングセンサーコントローラを用いて仮想環境内での化学実験を通じて学習できるシステムの UI を提案する．HMD を用いることで実際に仮想環境内にいるような体験が可能となり，トラッキングセンサーを内蔵したコントローラを用いることで学習者の手の動きに応じて実験器具を操作することができる．
キーワード：HMD，バーチャルリアリティ，化学教育，トラッキングセンサ

1. はじめに

高校化学の指導要領では実験を通じて物質の構造や性質を調べることにより，物質の特徴を理解し物質に関する原理や法則性を見出すことは重要視されている(1)．しかし授業時間内に化学の教科書に記載されている反応パターンすべての実験を行うことは困難である．また化学実験は火や危険な試薬を用いる場合もあり危険なため，学生が授業時間外に一人で化学実験を行うことも不可能に近い(2)．そこでこのような問題点を解決するために，授業時間外でも化学実験を行える，仮想的な実験を伴う学習支援システムが開発されている．

我々の研究グループでは拡張現実感技術と HMD を用いて沈殿反応の仮想化学実験環境を開発した(3)．このシステムでは実空間に存在するマーカをスマートフォンのカメラの撮影範囲内で操作することで仮想化学実験を行える．

一方で VR 技術と HMD を用いた化学学習支援手法の開発も進めており，炎色反応実験や金属イオンの混合実験などを行える VR 型化学学習支援環境を提案してきた(4)．これらの VR 型システムでは拡張現実型と異なりメニュー選択を行うなど，通常の実験操作とは異なる UI で仮想実験を実現してきている．

本稿では，HMD とトラッキングセンサー内蔵型コントローラを用いた化学学習支援環境を開発し，実際の操作に近い UI と一方で全く異なる操作方法を実現した UI を実装し，操作方法の違いによる比較を行う．比較を通じて仮想環境内で学習を進めていく操作方法として適切な手法の可能性を検討していく．

2. 提案システム

本システムは入出力インタフェースと仮想化学実験環境によって構成される．本システムでは HMD およびトラッキングセンサーコントローラとして，HTC VIVE Pro を用いる．図 1 に HMD の外観を示す．学習者は HMD とトラッキングセンサーを内蔵したコントローラを用いて仮想環境内で実験を行う．HMD には仮想環境の映像が出力されており，頭の向きを動かすことにより仮想環境内を見渡すことができる．図 2 に提案システムの仮想実験環境を示す．仮想環境内には机の他に，仮想的に試薬が入ったフラスコとイオン水溶液が入ったビーカーが存在する．このフラスコとビーカーをトラッキングセンサーが内蔵されたコントローラを用いて操作することで仮想環境内での実験を進めていくことができる．本稿で提案するシステムでは実験器具を直接把持して操作する状況に近い器具操作を実装する．



図 1 HMD の外観

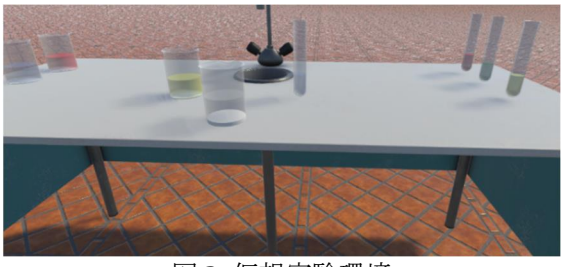


図 2 仮想実験環境

仮想実験環境は入力インタフェースから送られた情報をもとに仮想環境内の学習者の位置および頭の

向きを算出し，HMD に仮想実験環境内の映像を出力する．図 5 に仮想環境例を示す．この図のように仮想環境内で机の上に実験器具として複数のビーカーやフラスコが設置されている．学習者はこの実験器具をコントローラを用いて操作しながら仮想環境内での実験を進めていく．

本システムではコントローラを用いた実験器具の操作方法として実際に実験器具を把持し動かすような手法を提案する．学習者は把持したコントローラの側面ボタンを押すようにグリップを握るまたはトリガーを引くことで，図 3 のようにコントローラが重なっているビーカーやフラスコなどの器具を把持できる．図中の状態でグリップを握るまたはトリガーを引くことで図 4 のようにビーカーを把持できる．図のように器具を把持した状態で他の器具に近づけることで，把持している器具の中の試薬や水溶液を注ぐことができる．なお，置かれているビーカーやフラスコに接触していない状態で両方のコントローラを握るまたは両方のトリガーを引くことで状態を初期化できる．

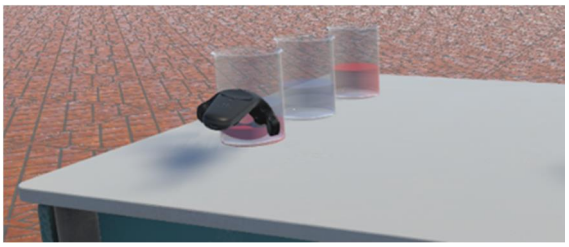


図3 ビーカーにコントローラを近づけている様子

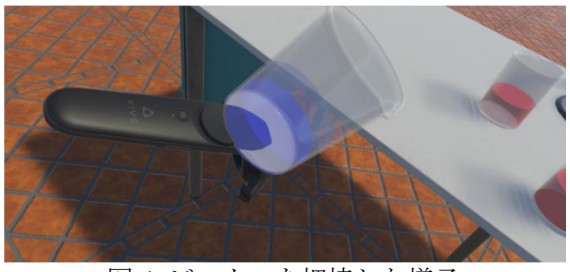


図 4 ビーカーを把持した様子

3. 検証実験

本実験では仮想環境内の水溶液と試薬をそれぞれ 4 種類用意し，合計 16 種類の化学反応を実現できる環境を用意した．なお，被験者の一部は先行研究で化学実験を通じた学習を行っていたため，水溶液の色と試薬の色によって異なる反応が起きるが，その反応結果は実際の化学反応とは異なるものをランダムに設定し，事前知識がゼロとなる状況を設定した．

被験者四名に対して，最初にシステムの操作に慣れてもらうため 6 つの反応実験を自由に行うよう指示した．その際に操作方法などについての質問は受付，小手法での操作に慣れたと被験者から申し出があるまで自由に行わせた．その後 10 種類の反応実験について「赤色の水溶液に加えた時に黄色の沈殿が発生する試薬の色は何か？」というような問題を提示し，その回答を仮想環境での実験を通じて回答させた．この実験では，提示した設問について後程確認テストを行うことを事前に連絡した．

おける実験結果を示す．被験者四名全員が直接型操作方法を選択したことが確認できた．また正答数は全設問に回答できた被験者はいなかったが，沈殿反応実験において拡張現実感技術を用いた従来手法[4]における事前実験で確認した一度の仮想実験を伴う学習での正答数と類似した結果であるため妥当であると考えられる．

表 1 実験結果

被験者	確認テスト正答数
A	7
B	7
C	6
D	6

4. おわりに

本稿では HMD とトラッキングセンサーを内蔵したコントローラを用いた仮想環境内で化学実験を実施できる化学学習支援環境を開発した．開発システムでは装着した HMD で仮想環境を実際の空間のように確認でき，両手に把持したコントローラを用いて仮想実験を行うための実験器具の操作を行える．

検証実験では学習可能性を示せた反面，この操作方法では水溶液を選んで把持する際にボタンを押し続けなければならず，操作ミスがあった際にやり直しになる点や，ビーカーを傾けるなどの操作が簡略化されているため違和感があるなどといった回答が得られており，改善する必要もある

今後は，被験者の増加及び検証内容の追加を通じてより適切な検証結果の確認を行っていく予定である．

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”，実教出版株式会社，pp. 49-71（2009）
(2) 磯嶋哲夫:“理科教育における安全教育・防災教育，教師教育講座”，中等理科教育（2014）
(3) 岡本勝，石村司，松原行宏:“ヘッドマウントディスプレイと拡張現実感技術を用いた無機化学学習支援システムの開発”，教育システム情報学会誌，Vol. 35, No. 4, pp. 312-321（2018）
(4) 林純平，岡本勝，松原行宏，岩根典之:“ハンドトラッキングコントローラと HMD を用いた仮想化学実験環境の構築”，2016 年度 JSiSE 学生研究発表会，pp. 187-188（2017）

VR 型内視鏡手術訓練シミュレータにおける評価手法の開発

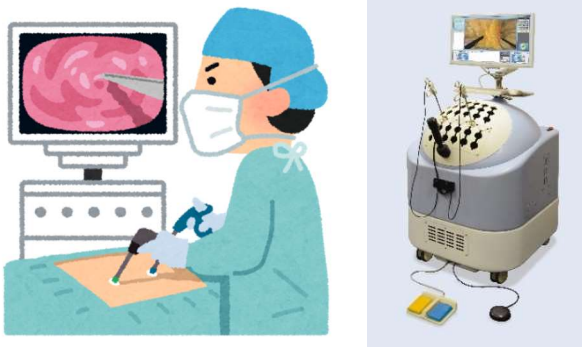
A Development of Evaluation method in VR-type Laparoscopic Surgical Training Simulator

長坂 学[*1], 平井 俊之[*1], 石井 隆司[*1], 槙山 和秀[*2]
Manabu NAGASAKA[*1], Toshiyuki HIRAI[*1], Ryuji ISHII[*1], Kazuhide MAKIYAMA[*2]
[*1] 三菱プレシジョン株式会社
[*1]Mitsubishi Precision co., ltd.
[*2] 横浜市立大学
[*2]Yokohama-City University
Email: mnagasaka@mpcnet.co.jp

あらまし：内視鏡手術は，手術創が小さく患者への負担が少ないが，術者にとっては技術的に難しい手術である．この手術をトレーニングする機器の一つとして，VR 型手術訓練シミュレータがある．
本論では，このシミュレータでの仮想空間上で取得される，術具先端の位置座標に対し，短時間差分電力を用いた新しい技量評価手法を提案する．横浜市立大学　泌尿器科医師の協力のもと，操作実験を行い，本手法の有効性を確認した．
キーワード：内視鏡手術，VR 型手術訓練シミュレータ，短時間差分電力，技量評価

1. はじめに

内視鏡手術は患者の体への負担が極めて小さく済むため，近年飛躍的に発展している．一方で，術者にとってこの内視鏡手術は技術的に難易度が高く，術具操作の訓練を目的とした様々な教育・訓練手法が用いられている．手術シミュレータもその一つであり，訓練装置として，訓練評価を定量的に示すことは重要である．特に内視鏡手術では，ターゲッティング（術具を対象臓器に接触させるため移動させる操作）技術は重要な基本技術であり，これを評価する手法を開発した（※）．※特願 2017-247939「手術操作具の操作の評価方法及び評価装置」



a)内視鏡手術イメージ※b)当社手術シミュレータ
※<http://www.irasutoya.com/2015/03/blog-post_67.html>
図 1 内視鏡手術と訓練シミュレータ

2. 提案手法

手術スキルの高い術者の特徴の内，ターゲッティング技術の要素として，１）術具の動きに迷いがなく動作が停滞しない（評価項目１：空白時間），２）術具の動きに無駄が無い（評価項目２：トータル電力），の 2 つに注目し，これを評価する指標を提案する．本提案手法では，短時間領域の差分の電力により評価することから，Short-Time Power of Difference (STPOD)法と命名した．STPOD 法は単純な積和演算のみで計算でき，リアルタイム評価に適している．図 2 は STPOD 法の計算模式図であり，以降に詳細を記す．

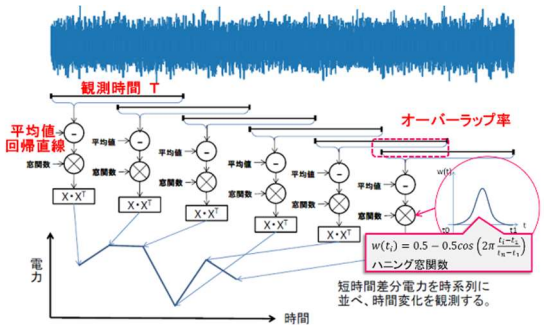


図 2 STPOD 計算模式図

それぞれの評価指標のための差分電力を求める．t を時間，x を位置とした，時系列データ（t_i, x_i）i=1,2,…,n があり，これを短時間 [t_s, t_{s+1}] で区切る．この 1 区間における解析データ数を N 個とする．時系列データのサンプリングタイムを $\Delta t=(t_{n+1}-t_n)$とすると，1 区間の解析範囲の時間は ΔtN となる．また，隣り合う解析区間のオーバラップ率を 100 α [%]とする．

解析区間 S_i での時間 t_n の範囲は以下のようになる．

$$S_i = [t_a,\cdots,t_b] \quad (1)$$

ここで，$a = N\cdot i - N\cdot(i-1)\cdot\alpha + 1$
$b = N\cdot(i+1) - N\cdot(i-1)\cdot\alpha$

ある一区間に注目し，改めて，$t_1, t_2,\cdots,t_n$ として，解析手法について述べる．

まず，術具の位置座標について式(2)に示すとおり，区間内の基準関数との差分をとり，次に式(3)で窓関数を乗じ，この区間 i での値$\hat{x}_i^m$を計算する．

$$x_i^m = x_i - f_i(x) \quad (2)$$

ここで，基準関数$f_i(x)$については，評価項目 1 の

場合は，その区間での平均値$f_i(\mathrm{x}) = \frac{1}{n}\sum_{k=1}^{n} x_k$，評価項目 2 の場合は，回帰直線$f_i(\mathrm{x}) = a_i x + b_i$とする．

これに，窓関数 w(t)を乗じる．

$$\hat{x}_i^m = x_i^m * w(t_i) \quad (3)$$

ここで，窓関数としてハニング窓関数（式(4)）を用いた．

$$\mathrm{w}(t_i) = 0.5 - 0.5cos\left(2\pi \frac{t_i - t_1}{t_n - t_1}\right) \quad (4)$$

式(3)より，電力**P**を計算する．すなわち，ベクトル$\mathrm{X} = [\hat{x}_1^m \quad \hat{x}_2^m \quad \cdots \quad \hat{x}_n^m]$と表すと，電力**P**は式(5)で与えられる．

$$\mathbf{P} = \mathrm{X} \cdot \mathrm{X}^T \quad (5)$$

以上により，評価項目 1 と評価項目 2 に対し，区間毎の電力が計算できる．区間$[t_s, t_{s+1}]$, s=1,2,…,S に対する電力を$P_1, P_2, \cdots, P_S$とすると，これを元に，次の指針で評価する．

評価項目 1 ：空白時間

電力**P**が閾値以下のとき術具操作が停止状態とみなし，停止した時間（閾値以下の時間の総和）Ts を求め，値が小さいことを評価値とする．値が小さいことは動作の停滞が少ないことを意味する．

評価項目 2：トータル電力

各区間$[t_s, t_{s+1}]$, s=1,2,…,S に対する電力をそれぞれ$P_1, P_2, \cdots, P_S$とすると，式(6)に示すトータル電力P_Tを求め，値が小さいことを評価値とする．

$$P_T = \sum_{i=0}^{S} P^i \quad (6)$$

この値が小さいことは，術具が直線的に移動し，無駄な動きが少ないことを意味する．

3.　評価試験

共同研究先の横浜市立大学の協力を受け，評価試験を実施した．ターゲッティング技術を目的としたシンプルなタスクのアプリケーションで有効性検証試験を実施した．その後，複合的な操作となるタスクアプリケーションでの適用を行った．

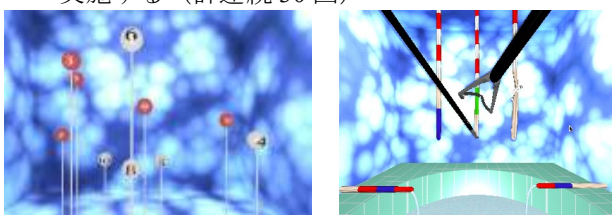
3.1 試験方法

【被験者】泌尿器科医師 7 名（医師 2，研修医 5）

【試験アプリケーション】ハンド・アイ・コーディネーション：赤・白の 1～10 までナンバリング表示した球を 1 から順番に術具で触っていく．赤い球は右手で，白い球は左手で操作する（図 3(a)）．

【試験手順】

球の配置を同一パターン連続 10 回，3 パターン実施する（計連続 30 回）



a)ハンド・アイ・コーディネーション　b)クリップ

図 3 アプリケーション画面

【解析条件】

短時間区間：0.2[s]，オーバラップ率：50[%]

本タスクではターゲットに応じて操作する左右の手は決まっており，区間毎に操作対象側の手の評価値を抽出し，合算して評価する．

3.2 試験結果

各被験者に対して，横軸を実施回数，縦軸を操作時間，トータル電力，空白時間とした結果を示す（図 4）．値が小さい方が，習熟度が高い評価となる．

本試験では，繰り返し実施することによる学習効果について評価する．傾向としては，試行初期の数回は顕著に値が下がり，ラーニングカーブが描かれる．試験でのターゲットのパターンが切り替わる（11 回目，21 回目）ときに，評価値が上がり戸惑っている傾向があるが，11 回目の切り替えよりも 21 回目ではそれほど，値が上昇しないため，学習効果が見られる．

3.3 適用アプリケーションの拡張

本手法を，ターゲッティングだけでなく複合な操作を行うアプリケーションに適用した結果を示す．

アプリケーションは，左手でチューブ状の物体を掴んで位置を調整し，右手で挟み込みクリップする タスクである（図 3（b））．

本タスクを別の被験者 4 名（熟練医 2，若手医師 2）で試行した（図 5）．各項目での評価の低い（値が大きい）データを 1 として正規化し，各評価項目との比較を行った．本試験により各被験者の差異として，プレイ時間の長い（技量の低い）要因が，無駄な動きが多いのか，操作が停止しているのかがわかる．

4.　おわりに

手術手技に重要なターゲッティング技術について，今回提案の STPOD 法により評価点とスキルレベルとの関連が得られることが解った．また，訓練を繰り返すことで学習の効果が見られた．さらに複雑なタスクにも適用し，技量分析に有効な評価であった．

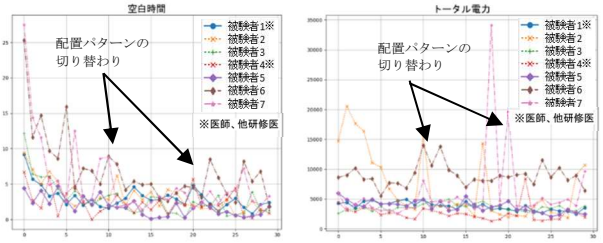


図 4 試行回数による評価値の変化

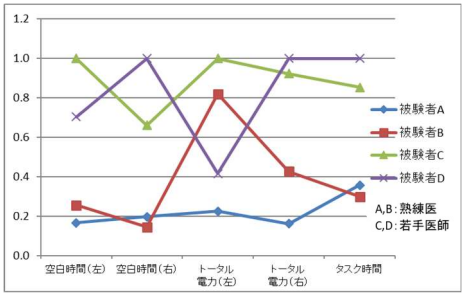


図 5 クリップアプリケーション適用結果

カキ筏垂下における水産資源の観察学習支援について

Learning Support for Observing Marine Resources under Oyster Raft

岩根 典之[*1], 山口 光明[*2]
Noriyuki IWANE[*1], Mitsuaki YAMAGUCHI[*2]
[*1] 広島市立大学情報科学部
[*1]Faculty of Information Science, Hiroshima City University
[*2] 広島市立大学国際学部
[*2]Faculty of International Studies, Hiroshima City University
Email: iwane@hiroshima-cu.ac.jp

あらまし：広島湾は養殖漁業や栽培漁業などから水産資源の持続可能な環境を目指している．しかし，かつて稚魚を放流していたクロダイが増え過ぎ,近年はカキ養殖において害魚扱いされている．このような地域課題の学習支援の考え方やカキ筏垂下や周辺の観察システムの設計方針について述べる．
キーワード：ICT 活用，水産資源，観察学習，地域課題，瀬戸内海

1. はじめに

学校教育や生涯学習において地域課題を用いた課題解決型の演習授業や学習プログラムが提供されている．そこでは課題を共有し，互いの知恵を集め，課題を解決し，地域活性化に貢献することが期待される．その演習授業は，一般に，事前学習，現地学習，事後学習からなる．現地学習は野外活動であることも多く，様々な点でコストがかかる．現地でしか得られない体験やデータなどが不足していたからもう一度現地へというのは困難であり，事前学習は特に重要となる．しかし，授業で実施する場合は時間数の制限から学習者の主体性に任せることになる．我々は，カキとクロダイにおける課題を例に学習者の主体性を引き出す学習支援環境の構築を目指している(1)．以下，まず，カキとクロダイにおける課題を簡単に説明し，主体性を引き出すための学習支援の考えを示した後，学習支援環境の一部となるカキ筏周辺の水中を観察するシステムについて検討する．

2. カキとクロダイの課題

カキ養殖業は広島の主要産業のひとつであり，カキは重要な水産資源である．カキができるまでの過程は，海中を浮遊するカキの幼生をホタテ貝に付着させる採苗，ホタテ貝の採苗連を干潟の棚に移し抵抗力を付ける抑制，採苗連を垂下連としたカキ筏での養殖，からなる．カキ筏は魚にとって餌も多く格好の餌場であり住処にもなる．養殖業者にとっては毎年の幼生の付着状況や育成状況は重大な問題である．一方，広島湾は栽培漁業も盛んであり，魚介類の稚魚の育成から放流まで計画的に取り組まれている．クロダイは，かつてそのような魚であり，市場価格も高く漁業の対象であるとともに釣り人にも魅力的な魚であった．漁獲量が減ったことがきっかけで， クロダイの種苗放流がはじまり 2008 年まで続いた．2000 年代に入った頃からカキ養殖業者に害魚扱いされてきた．クロダイが食べている姿を養殖業者が筏の上から見たことがきっかけだったようである．クロダイはカキだけでなく，ノリやアサリに対しても食害の犯人として新聞に取り上げられてきた．クロダイは臭いといった悪いイメージなどから市場価値が下がった．収益が出なければ漁師も漁業対象とならいのは当然であるが，大事な水産資源のひとつである．害魚だから防御あるいは退治，儲からないから見向きもされない．そうではなく相乗効果を生むような新たな価値をいかにして創造するかが課題である．

3. 学習支援の基本的考え

地域課題の学習目標のひとつは，まず課題をよく知る（わかる）こと，興味を持つことである．演習効果をあげるには現場での活動はいうまでもなく，事前にしっかりとした目的意識を持つことが重要である．何のための活動か，何を知りたい（得たい）のか，そのため現地で活動しなければわからない何を体験するのか, などを明確にしておく必要がある．綿密な実施計画の策定など主体的に取り組むことが重要である．そして地域課題解決に向けてアイデアを出し合えるようになることも望まれる．このような観点から次のような学習支援が必要となる．

3.1 疑問の誘発

お互い相反するような意見であれば論理的思考や批判的思考が誘発できる可能性がある．様々な立場で述べられた意見や考えなど言明を提示するなどである．例えば,「カキを食べる魚はチヌだけでない」と「チヌの食害でカキの水揚げが減少した」という言明があれば論理的に不自然であることに気づき，確かめてみようという気になる．

3.2 現地の仮想体験

仮想野外体験を通じて現地の何を体験したらよいか，そのために何を準備したらよいかなど，具体的になる可能性がある．活動計画の策定や現地でのデータ採取漏れのミス防止にも役立つことになる．

3.3 知識獲得

一人ひとりの思いつきやチームで議論中の意見などを蓄積共有して整理分類できればその文章化が容易になる可能性がある．また，事前準備，野外調査，事後整理の全プロセスで仮想野外体験と関連付けすれば失われにくくなる．

4. 観察システムの構築

地域課題の学習目標のひとつは，まず課題をよく知る（わかる）ことである．そのためには地域課題に対して興味を持ち，様々な疑問を発想し，必要な調査やデータの収集分析を通して理解を深めながらその課題を明確にする必要がある．さらに課題の解決策を考えたり，思いついたアイデアを試したりすることでより深い理解や主体性，行動力を身に付けることができる．そのような過程を事前，現地，事後で支援するポータブルシステムを構築する．このシステムは仮想活動でも現実活動でも使用できるようにする．

4.1 知識獲得支援

ここでの知識獲得支援とは，学習者自身の疑問や理解をシステムに投入し蓄積管理できるようにすることである．学習者同士の問（疑問）と答（理解）はインクリメンタルに投入蓄積され学習者間で共有できるようにする．その支援のため，まず，システムの画面を複合現実で構成し，仮想と現実を連係することで抽象レベルや具体レベルの情報が提示できるようにする．抽象レベルの情報は具体レベルの情報に対して見方を提供する．具体レベルの情報は抽象レベルの情報に対して現実感を提供する．例えば，カキ筏の構造を抽象レベルで示した後，具体レベルの映像を提示するなどである．また，カキの収穫シーンにおいてクレーンで吊り上げられたカキの垂下連の下を切断したらカキが一斉に落下する仕組みの理解に使える．画面は文章ベースではなく図や画像，映像ベースで構成することでカキ筏のゴミによる環境汚染への問題意識（疑問），ごみの種類や発生原因と理由（理解）へと発想が広がる可能性がある．

システムが提供する仮想現地体験は臨場感があるので現地活動のシミュレーションが容易になる．その過程の気づきや思いつきは直接そのシーンへ書き込むことでシステムに投入する．投入された書き込みは日時や場所とともにシステムで管理する．書き込みを手書きでする場合は，表示は手書きのままで内部的には文字認識したテキストデータで管理する．現地調査で収集した音声や画像データも書き込みと同様に投入して蓄積管理する．画面を構成するカキなどのオブジェクトはマクロレベルからミクロレベルまで表示がズームインやズームアウトできるようにする．機能的にはグーグルマップ（アース）のズーム機能のイメージである．カキ筏の上や下の水中が対象となる．例えば，水中であれば 1mm 以下のカキの幼生がズームインで具体的な顕微鏡映像や抽象的な構造や形状が表示されたり，海上であればズームアウトで地形や海域の様子などが表示されたりする．

4.2 魚種の認識計測支援

実際に水中に潜って観測したり計数（データ収集）したりするのは困難なので同等の支援が必要となる．観測については水中カメラを設置して撮影し，仮想現実として体験できるようにする．データ収集については AI 技術を用いた画像認識による魚種の識別や計数を自動化する．機械学習のひとつである深層学習で実現する．深層学習は高性能な GPU を搭載したデスクトップマシンで行い，実際の自動計測は Rasbery Pi などの小型コンピュータを現地に設置して行う．データはクラウド上に蓄積し，知識獲得支援のためのポータブルシステムから利用できるようにする．

水中カメラでの観測などを検討するため沖合に設置されたカキ筏で撮影したビデオ映像で検討した．カキ筏の下は想像以上に透明度が高かったが，カキに付着した海草などで垂下連の束の間隔が狭くそれらが障害物になる中で認識精度を向上する必要があることがわかった．メバルはあまり動かず，クロダイはカキが同化したような状況になることもあった．学習データの収集拡充やネットワークの構成をどのようにするか試行錯誤する必要がある．既存の学習済みの CNN で認識させてみたらクラスが含まれていないので認識できないのは当然だが，カキの付着物を誤認識したりすることがあった．転移学習ではなく実際に存在するクラスに対して最初からトレーニングする予定である．

現在，学習データ収集のため 3m 四方の網を沖に設置してクロダイやフグなど実際に観察される魚を投入し餌付けしながら GoPro で撮影して画像データを採取中である．

5. おわりに

カキとクロダイの課題を学習支援する観察システムの構築について述べた．今後，学習データを増やしながらカキ筏周辺での魚種の認識，魚数の自動計測の実現を目指すとともに，カキの幼生（ひと月ぐらい）採苗時期の捕食状況の観測なども検討する予定である．水産資源の持続可能な管理が益々重要になり，現在，乱獲により激減しているタチウオなどへの対応は特に重要な課題である．まず，多くの人々がそういった課題があるということを認識する必要があろう．

水中撮影やデータの収集に向けて協同している広島県立総合技術研究所水産海洋技術センターに感謝します．

参考文献

(1) 岩根典之，山口光明:“カキの食害を学習するための PBL 教材について”，教育システム情報学会第 43 回全国大会講演論文集, pp.297-298（2018）

歴史的地方都市における地域住民の情報と行政の情報を集約した地域あんしんマップの試作

A Trial of Area Safety Map Integrating Danger Information from Loral Residents with Administrative One in a Historical Local Town

岡崎 泰久，井上 麻帆，三島 伸雄
Yasuhisa OKAZAKI, Maho INOUE, Nobuo MISHIMA
佐賀大学理工学部
Faculty of Science and Engineering, Saga University
Email: okaz@cc.saga-u.ac.jp

あらまし：我々は，歴史的地方都市の地域住民自身が，日ごろ感じる危険個所を登録し共有する地域あんしんマップ作成支援システムの開発と，地域と連携した実践を行っている．本研究では，これまでに集めた情報に行政の公表しているハザード情報を加えた地域のあんしんマップの試作を行った．このマップは，地域住民が身近な危険箇所を認知し，災害時に心掛けるべきことを把握することで，地域の防災力向上を目指している．

キーワード：地域防災，ハザード情報，歴史的地方都市，地域住民

1. はじめに

日本各地に存在する歴史的街並みを持つ地方都市は，伝統的景観の保全のためインフラ整備が難しかったり，過疎化・高齢化などの制約から，住民自身による事前の防災・減災の取り組みが重要となる．

災害対策としてハザードマップの活用が進められているが，古い町並みを有する歴史的地方都市では，狭い道や小さな水路など，ハザードマップ作成の際に基準として浮かび上がらないところに実際の課題があることも多い．

我々はこれまで，佐賀県鹿島市肥前浜宿をモデル地区として選定し，ICT を活用した住民参加型の防災・減災にむけた地域のあんしんマップ作成の活動を行ってきている．これまでの研究により開発されたシステムを用いて，住民が危険と判断した箇所を登録し，その情報を地区の地図上に反映することにより，住民全体で情報を共有することが可能となっている．地域住民による情報検討会・ワークショップを実施して情報を吟味するとともに，地域あんしんマップを作成し，自主防災組織と連携した実践を通じてその評価を行ってきている(1)．

本研究では，これまでに集めた地域の危険情報と，行政が公表しているハザードマップの情報を統合して，新たな地域あんしんマップの試作を行った．地域住民が身の回りの危険情報をまとめて認知すること，事前に簡単な防災知識を習得し，災害時に心掛けるべきことを把握することで，防災・防犯意識が向上することを目的としている．

2. 地域あんしんマップの概要

今回試作した地域あんしんマップは，肥前浜宿の一部の地区を対象，地域住民の方から集めた地域の危険情報と，佐賀県鹿島市が公表している鹿島市洪水ハザードマップ(2)，ため池ハザードマップ(3)，および，まちあるきパンフレット(4)の情報を統合したものである．



図 1 作成された水害マップ

地図の作成には，ゼンリン電子地図帳 Zi20 を用いた(5)．これまでに収集した危険個所情報，および，上記三種類の資料から抜粋した情報の登録を，電子地図帳に登録していくことにより，情報の統合を行った．また Microsoft Word を用いて，災害時の心得を作成し追加した．そうした情報を水害マップ（図 1）と，火災・地震・防犯マップの，二つの地図にまとめた．こうして作成された地域あんしんマップを，利用者の要望に従って A4 サイズの用紙に出力した．

今回の地域あんしんマップによって，自治体のハザード情報を改めて周知するとともに，それらの情報と住民目線の危険情報を合わることによって，それぞれの危険情報への意識を高めること，そして，これまでの活動にあまりかかわってこなかった地域の方々にも広く知ってもらうことを期待している．

3.　地域あんしんマップの評価

今回作成した地域あんしんマップを，2019 年 1 月中旬に地域の住民の方に配布してアンケート調査を行い，19 名の方から回答を得た．アンケートは 9 項目の 5 段階評価と 1 項目の自由記述からなる．

マップの見やすさ・わかりやすさの評価では，半数の方が肯定的に評価している（図 2）．一方で「どちらとも思わない」「やや思わない」「思わない」との意見も一定数あり，字の大きさや画像の配置，配色，写真の見直しを行うことにより，改善の見込みがあることが示された．

情報の妥当性の評価では，半数が肯定的に評価しているが，否定的な意見もあり，あんしんマップの情報の信頼性を高める必要があることが示された．住民からの投稿による危険情報の妥当性は，自主防災組織の検討会で確認しているが，そのプロセスや結果が他の人には示されておらず，地図上の情報にも，検討を行ったものであるかどうかの区別がない．情報の信頼性を見える形で高めて，利用者に見えるしくみの実装が求められる．

情報の独自性の評価では，肯定的な意見があまり多くなかった．これは，他のマップと比較しないと「浜特有の情報」ということが判断できないということなどの理由により，肯定的に判断しにくかったと思われる．一方で，身近な危険情報の網羅性は高いことがワークショップで確かめられており，住民目線での危険情報の収集は実現できていると考えられる．

実用性の評価では，新たな情報の周知，防災意識の向上，防災知識の習得に有用であることが示された．行政のハザード情報を知らなかった 5 名（問 8 回答）は，全員，今回の地域あんしんマップを見ることで，知らなかった情報を知ることが「できた」，あるいは，「ややできた」と回答しており，新たな情報の周知に役立つことが確かめられた．また，情報の統合やイラストが肯定的であることから，今回の地域あんしんマップが，防災意識の向上，防災知識の習得につながることに役立つと考えられる．一方で日常的な利用に関する評価はあまり高くない．これは前述の情報の信頼度や情報の見やすさ・分かりやすさに加えて，今回作成した地図は肥前浜宿の一部の地区のものであり，アンケートの対象にはこの地区以外の方も含まれており，こうした評価につながったものと考えられる．

4.　まとめと今後の課題

本研究では，歴史的町並みの残る地方都市を対象として，地域住民から集めた地域の危険情報と行政の公表しているハザード情報を統合した地域あんしんマップの試作を行い，住民に配布してその評価を行った．

ゼンリン電子地図帳 Zi20 を使用することで，建物の形や細い道が詳しく描かれた地図を使用することができ，図形表示やアイコン登録の機能で情報表示を行った．また，紙地図での利用を考え，イラストによる情報の追加を行った．アンケート調査の結果，住民の危険個所情報と行政の情報を合わせた地域あんしんマップは，地域住民の防災・防犯意識の向上が期待できることが分かった．

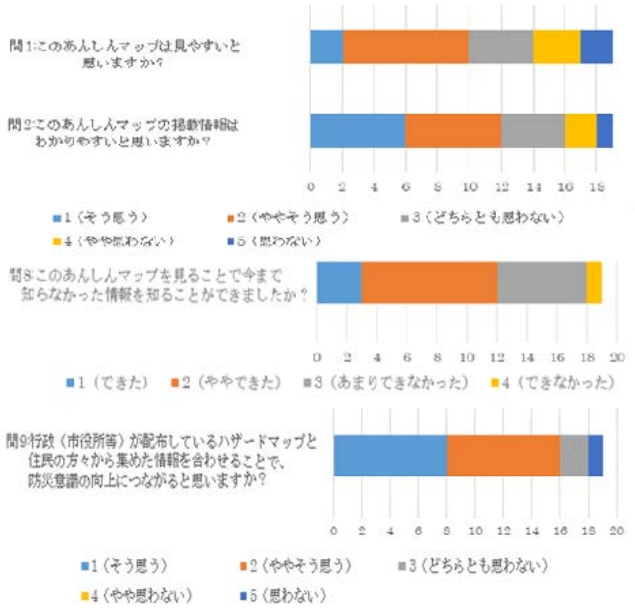


図 2 アンケート結果（一部抜粋）

今後の課題としては，情報の信頼性を担保するためのしくみつくりと，情報の確認状態を地図上の情報に付加する機能の追加，および，配色は文字の大きさ等の改善による見やすさの向上が挙げられる．その上で，肥前浜宿地区全体のあんしんマップを作成していくことも今後の課題である．

謝辞

本研究は，JSPS 科研費 JP16H04478 の支援を受け，佐賀大学プロジェクト研究所での一研究として行ったものである．研究の遂行にあたり，ご協力いただきました肥前浜宿の皆様，和久屋准教授，林田名誉教授，および，岡崎研究室の皆さんに感謝いたします．

参考文献

(1) 岡崎泰久，松尾将，三島伸雄："歴史的地方都市における ICT を活用した住民参加型地域防災マップの評価"，教育システム情報学会研究会報告　vol.33，no.6，pp.139-144 (2019.3).
(2) 鹿島市洪水ハザードマップ | 鹿島市［佐賀県］ https://www.city.saga-kashima.lg.jp/main/120.html
(3) ため池ハザードマップ | 鹿島市［佐賀県］ https://www.city.saga-kashima.lg.jp/main/11493.html
(4) 肥前浜宿まちあるきパンフレット https://saga-kashima-kankou.com/wp/wp-content/uploads/2017/09/hizenhamashukumachiaruki.pdf
(5) ゼンリン電子地図帳 Z i20 | 株式会社ゼンリン https://www.zenrin.co.jp/product/pdf/catalogue_zi20.pdf

行動選択フローとハザードマップの連携による 水害・土砂災害時の避難行動選択支援アプリの提案と評価

Proposal and evaluation of application to support selection of evacuation action linking action selection flow and hazard map

北川 悠一[*1], 本間 くるみ[*2], 田中 孝治[*3], 堀 雅洋[*1]
Yuichi KITAGAWA[*1], Kurumi HOMMA[*2], Koji TANAKA[*3], Masahiro HORI[*1]
[*1] 関西大学大学院総合情報学研究科
[*1]Graduate School of Informatics, Kansai University
[*2] 関西大学総合情報学部
[*2]Faculty of Informatics, Kansai University
[*3] 金沢工業大学情報フロンティア学部
[*3]College of Informatics and Human Communication, Kanazawa Institute of Technology
Email: yu.kitagawa0515@gmail.com

あらまし：安全確保行動選択を支援する行動選択フローでは，ハザードマップアプリを適宜表示・参照しながら災害時に想定される状況を読み取る必要がある．その際，ハザードマップアプリでは行動選択フローで確認済の状況を改めて設定し直さなければならないため，アプリの利用手順が煩雑となるだけでなく，災害状況を適切に表示できずに危険な行動を選択する可能性がある．本研究では，安全確保行動選択を円滑に支援するために，行動選択フローとハザードマップアプリをシームレスに連携させる方式を提案する．
キーワード：ハザードマップ，安全確保行動選択，行動選択フロー，アプリケーション，防災教育

1. はじめに

近年，集中豪雨等による水害や土砂災害による人的被害が全国で発生している．災害時の避難行動（安全確保行動）には「立退き避難」と「屋内安全確保」があるが，とるべき行動を選択するには災害状況（浸水想定区域や土砂災害危険区域など）や自宅の階数等の様々な前提条件を考慮しなければならない．災害時に所在地でとるべき安全確保行動をフローチャート形式で確認できるようにした行動指南型ハザードマップ（以下，行動選択フロー）が提案されている[(1)]．行動選択フローでは，想定される災害状況をハザードマップから読み取り，該当する前提条件を確認していくことで安全確保行動を求めることが可能である．

所在地で想定される災害状況や避難場所については，ハザードマップを併用しながら確認する必要がある．現状では，行動選択フローを含む安全確保行動に関する情報は，防災情報が掲載されたサイト内に点在しており，安全確保行動の選択に必要な情報を探し出すことは難しい．また，ウェブで利用可能なハザードマップ（以下，マップアプリ）も公開されているが，マップアプリと行動選択フローは個別に公開されているため，マップアプリを適宜参照しながら行動選択フローを有効活用することは容易でない．以上のことから，行動選択フローとハザードマップを一つのアプリで利用可能とすることにより，前提条件の確認から避難先選択までの一連の手順をシームレスに統合する支援環境を実現していくことが重要と考えられる．

筆者らは，行動選択フロー[(2)]で定められた前提条件の確認手順と，災害種別に応じた危険箇所や避難場所を表示可能な水害・土砂災害ハザードマップアプリ（大阪府高槻市のデータを使用）を連携させ，ウェブで利用可能な統合型の行動選択支援アプリを開発した．本論文では，様々な災害状況で安全確保行動および避難先を選択する課題を用いて，提案手法の有用性を検証した結果を報告する．

2. 行動選択支援アプリ

本アプリ（図 1）では，左側に行動選択フローを表形式で表現した「状況確認パネル」，右側にマップアプリを表示した「マップパネル」を配置した．「状況確認パネル」では，最初に三種類の災害種別（外水氾濫，内水氾濫，土砂災害）の中から該当する項目を一つ選択すると，危険箇所と避難場所がハザードマップ上に表示される．その後，災害種別に応じた前提条件の選択欄が表示される．外水氾濫では，早期の立退き避難が必要な区域（2 種類）・浸水の程度（5 種類）・住居建物の高さ（4 種類），内水氾濫では，浸水の程度（4 種類）・住居建物の高さ（4 種類），土砂災害では，土砂災害警戒区域（4 種類）・土砂災害特別警戒区域（3 種類）について所在地に該当する前提条件の項目を選択する．前提条件の項目を選択すると順次前提条件の選択欄が追加され，全ての前提条件の項目の選択が完了すると，安全確保行動の確認欄に所在地でとるべき安全確保行動とその解説が提示される．

住居建物の高さを除く各前提条件の選択欄には，前提条件の説明を閲覧できる「詳しく」ボタン，ハザードマップでの前提条件の読み取り方法に関する説明を閲覧できる「ハザードマップで確認」ボタン



図 1 行動選択支援アプリ

を配置した．安全確保行動の確認欄には，ハザードマップ上のアイコンの種類や危険箇所に関する説明を閲覧できる「詳しく」ボタン，避難経路の表示方法の説明を閲覧できる「ハザードマップで確認」ボタンを配置した．

3. ユーザ評価

ユーザ評価には大学生 24 名（うち女性 10 名，平均年齢 21.9 歳）が協力した．実験条件として，とるべき安全確保行動を求める際に，行動選択フローを含む防災情報サイトへのリンクが貼られたマップアプリを使用するマップアプリ条件（従来手法），行動選択フローとマップアプリと連携させた行動選択支援アプリを用いる一体型アプリ条件（提案手法）にそれぞれ 12 名ずつ割り当てた．

評価課題は，3 種類の災害種別（外水氾濫，内水氾濫，土砂災害）に対して，2 種類の安全確保行動（立退き避難，屋内安全確保）がそれぞれ正解となる問題を含む 9 問を用意した．高槻市は内水氾濫時に避難場所が開設されないため，内水氾濫時に立退き避難が正解になる問題は除外した．

本ユーザ評価では，最初に事前説明として安全確保行動の種類とアプリの操作方法について，マップアプリ条件では紙媒体（A4 用紙），一体型アプリ条件では行動選択支援アプリで説明した．なお，マップアプリ条件では，配布したアプリの操作説明資料のみユーザ評価中に適宜参照可能とした．その後，評価課題へ移り，所在地で想定されている災害種別や自宅の高さ等の前提条件に関する情報が記載された「状況文」，所在地の前提条件の項目を選択する「前提条件選択欄」，自宅でとるべき安全確保行動と避難先を解答する「行動解答欄」から構成される問題用紙（A4 用紙）を配布した．行動解答欄については，とるべき安全確保行動として屋内安全確保を選択した場合は避難先の階数，立退き避難を選択した場合は避難場所を解答するよう求めた．一体型アプリ条件は，行動選択支援アプリの状況確認パネルで所在地の前提条件を確認するため，問題用紙に「前提条件選択欄」は用意しなかった．評価課題では合計 9 問を出題し，災害種別および正解の安全確保行動が同じになる問題が連続しないよう出題順を調整した．

表 1 評価課題の平均正答率（%）

	マップアプリ条件〔n=12〕	一体型アプリ条件〔n=11〕
安全確保行動選択	83.5（15.2）	99.0（3.3）
避難先選択	68.5（18.2）	75.8（24.3）

括弧内は標準偏差を示す

4. 結果・考察

表 1 に評価課題の平均正答率を示す．なお，評価協力者のうち所定の実施手順から逸脱した協力者 1 名（一体型アプリ条件）は結果から除外した．安全確保行動選択の正答率(表 1)に対して Mann-Whitney の U 検定を適用した結果，マップアプリ条件（83.5%）より一体型アプリ条件（99.0%）の方が有意に高かった（$p < .01$）．

避難先選択では，屋内安全確保が求められる問題は浸水が想定されていない自宅の階数を，立退き避難が求められる問題は危険箇所を回避した経路で最寄りの避難場所を選択した場合をそれぞれ正解とした．避難先選択の正答率（表 1）に対して Mann-Whitney の U 検定を適用した結果，両条件に有意差は認められなかった（$p > .05$）．避難先選択では，両条件とも立退き避難が求められる問題で，浸水想定区域外の遠方の避難場所や，避難経路上に用水路がある避難場所を選択したため差がなかったと考えられる．

さらに，評価課題 1 問あたりの平均解答時間に対して Mann-Whitney の U 検定を適用した結果，マップアプリ条件（1 分 58 秒）より一体型アプリ条件（1 分 19 秒）の方が有意に短かった（$p < .01$）．

以上のことから，行動選択支援アプリは，安全確保行動選択の正答率が高く，平均解答時間が短いため，選択された前提条件の項目に応じて所在地でとるべき安全確保行動を提示する方法が有用と考えられる．今後は避難経路上の危険箇所を記号で明示する機能や，避難経路を検討する際に確認すべき箇所をチェックする機能について検討していく必要があると考えられる．

参考文献

(1) 片田敏孝，及川康，児玉真: “行動指南型洪水ハザードマップの開発”，土木学会論文集，Vol.67，No.4，pp. 528-541 （2011）
(2) 北川悠一，久山勝生，池内惟真，田中孝治，池田満，堀雅洋: “災害時の避難行動選択に関わる情報解釈能力向上のための逆思考問題による学習支援方式の検討”，教育システム情報学会誌，Vol.35，No.2，pp. 122-133 （2018）

複合的な文書推敲支援のための 作業場面と介在情報群の直感的情報を介した組織化手法

Methods for Organizing Work Scenes and the Involved Documents Using Intuitive Information aimed at Supporting the Complicated Documenting

田中 健司[*1], 清野 正寛[*1], 中山 祐貴[*2], 大沼 亮[*1], 神長 裕明[*1], 宮寺 庸造[*3], 中村 勝一[*1]
Kenji TANAKA[*1], Masahiro SEINO[*1], Hiroki NAKAYAMA[*2], Ryo ONUMA[*1],
Hiroaki KAMINAGA[*1], Youzou MIYADERA[*3], Shoichi NAKAMURA
[*1] 福島大学 共生システム理工学研究科
[*1]Computer Science and Mathematics, Fukushima University
[*2] 早稲田大学 グローバルエデュケーションセンター
[*2]Global Education Center, Waseda University
[*3] 東京学芸大学 教育学部
[*3]Faculty of Education, Tokyo Gakugei University
Email: s1970029@ipc.fukushima-u.ac.jp, seino@cs.sss.fukushima-u.ac.jp,
nakayama@aoni.waseda.jp, {onuma, kami, nakamura}@sss.fukushima-u.ac.jp, miyadera@u-gakugei.ac.jp

あらまし：ネットワーク環境における活動の高度化が進み，研究活動などの調査の繰り返しを伴う複合的な文書推敲作業が行われる機会が増してきている．そこでは，作業の経緯と成果物を的確に管理し，後の作業に生かすことが重要である．しかし，作業が進行するにつれて介在するドキュメント等は増加するため，容易ではない．特に，複数の作業が並行する状況下では，より困難となる．本研究では，視覚的な情報に焦点を当て，作業場面と介在情報群の直感的情報を介した組織化手法の開発を目指す．本稿では，主に，複合的文書推敲支援の枠組み，および，想起ネットワークについて述べる．
キーワード：作業介在情報の組織化，作業場面想起，スクリーンショット，複合的文書推敲支援

1. はじめに

ネットワーク環境における知的活動が高度化・複雑化してきている．その中でも，研究活動などの調査の繰り返しを伴う複合的な文書推敲作業を行う機会が増してきている．文書推敲を進めるためには，作業の経緯や成果物を的確に把握し，後の作業に生かすことが重要であるが，介在する情報の多さゆえに，困難であるといえる．そのため，ユーザの思い浮かべる直感的な情報の想起が重要となる．

これに対して，ユーザの操作履歴に基づく想起支援 (1) や，過去の作業を記録し，ユーザによる以前のタスクの再開を支援するシステム (2) などが報告されているが，現状では複合的な文書推敲には対応していない．

本研究では，作業場面を表す視覚的情報としてスクリーンショットに焦点を当て，それを用いて複合的文書推敲に介在する情報群を組織化する手法を開発する．これにより，ユーザの着目に応じて，関連する作業場面と介在情報群を合わせて手繰るように想起可能とする新たな支援方法の実現を目指す．

2. 問題点と方針

2.1. 問題点

複合的な文書推敲では，作業経緯や成果物を的確に管理し，後の作業に生かすことが重要であるが，作業の性質ゆえに困難が伴う．具体的には，まず，成果物や参考ドキュメント等の介在情報群が，作業の進行に伴い増加するため，それらの把握・整理が困難となる．また，単純なドキュメント発見に止まらず，作業場面などの抽象度の高い想起が必要となるが，難しい行為となる．さらに，作業場面と介在情報群を対応付けて想起・理解することが重要だが，個別の捜索では対応できない．

2. 2. 方針

本研究では，作業場面と介在情報群を直感情報として共に想起することを目的とした組織化手法を開発する．ここでは，想起トリガとして，PC 画面のスクリーンショットに注目し，それを介した作業場面と介在情報群の直感的情報を組織化する手法を開発する．これにより，着目するスクリーンショットに応じた想起を可能にする．これらの手法に基づいて，複合的な文書推敲の支援（図 1）の実現を目指す．

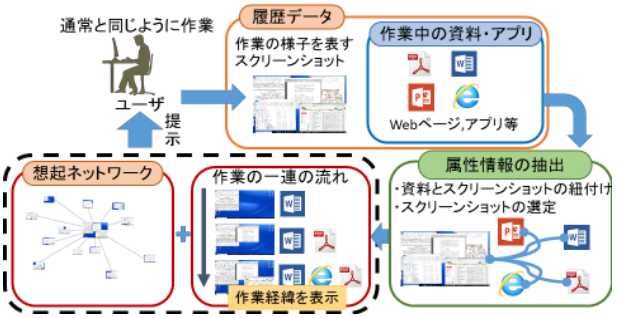


図 1 複合的な文書推敲支援の概要

3. 作業場面と介在情報群の直感的情報を介した組織化

3.1 履歴データの取得・蓄積

作業が行われている間，支援システムはユーザの

作業履歴等を一定間隔で取得・蓄積する．現時点では，以下の情報を対象としている．

(1) デスクトップのスクリーンショット
(2) ドキュメントの閲覧履歴
(3) (1)，(2)を取得した時の日時
(4) アクティブウィンドウの変化履歴

3.2 スクリーンショットの選出

ユーザの想起にとって有益なスクリーンショットを選出する．以下の要素・基準を考慮する．

・一定時間以上のアクティブウィンドウの継続．
・アクティブウィンドウの変化．
・編集中のドキュメントのテキスト量変化．

これらの事象が起きた時に取得されたスクリーンショットを優先して選定する．

3.3 スクリーンショットの属性抽出

1 つのスクリーンショットをピックアップし，その取得日時と当該ユーザのドキュメント閲覧・編集期間と照合する．これらが一致するとき，そのドキュメントの ID を，当該スクリーンショットの属性情報として加える．この処理をすべてのスクリーンショットについて行う．これにより，選出したスクリーンショットの属性情報として抽出することで，作業場面と介在情報群の紐づけを行う．

3.4 想起ネットワークの生成

作業場面と介在情報群の想起を可能とするために，スクリーンショットを媒体として属性情報群をネットワーク状に組織化する．

まず，ユーザが着目するスクリーンショットの属性情報を取得する．次に，着目スクリーンショット以外を 1 つ選択し，同様に属性情報を得る．両者の属性情報を比較し，一致するものの有無をチェックする．これらの処理を全てのスクリーンショットに対して行った上で，着目スクリーンショットと共通する介在情報群を有するスクリーンショットを繋ぐ．同様に，共通ドキュメントを有するスクリーンショット同士を再帰的に接続する．また，共通するドキュメントの数に応じて，各リンクに「重み」を付す．これにより，想起ネットワークを生成する（図 2）．

4. 支援システムの概要

作業場面を想起しようとする際，ユーザは，作業期間，きっかけとなり得るドキュメント，キーワード等を入力する．支援システムは，それらに基づいて，該当するスクリーンショット，介在情報群を抽出し，提示する．また，それらに紐づいたスクリーンショットを，時間経過を基本とした作業の流れに応じて視覚的に提示する．

ユーザは，提示された一次情報を概観し，注目するスクリーンショットをマウス操作により選択する．支援システムは，ユーザの選択を受け，上述の想起ネットワークの照会を実施し，着目点を中心に据える形で想起ネットワークを提示する．これにより，作業場面の直感的な想起を支援する．

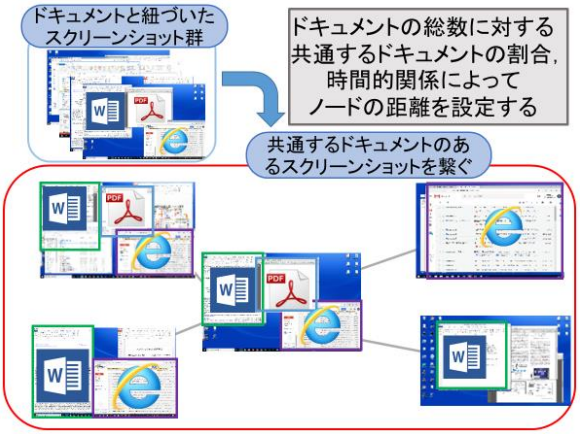


図 2 想起ネットワークの生成

5. 実験と考察

5.1. 実験概要

スクリーンショットの属性抽出と，想起ネットワーク生成手法の妥当性検証を目的として実験を行った．具体的には，実際の履歴データを用いて，スクリーンショットの属性情報の抽出，および，想起ネットワークの生成を行った．

まず，実験協力者にドキュメント作成作業を 15 分間，休憩を挟んで 3 回実施していただいた．作業中，実験用プログラムを用いて「10 秒以上アクティブ状態が継続し，その後，アクティブウィンドウが切り替わったとき」を基準として，スクリーンショットを取得した．また，アクティブウィンドウの変化履歴を，当該切り替わり時に使用していたドキュメント等の情報と共に取得した．作業終了後に，提案手法に基づいて，履歴データ属性情報抽出と想起ネットワーク生成を実施し，その結果を精査した．

5.2. 結果と考察

属性情報抽出と想起ネットワーク生成については，概ね意図通りの結果が得られた．

一方で，属性情報の抽出において，一部，全ての属性情報を抽出することができないスクリーンショットが存在した．また，リンクに付した「重み」の値の設定方法について，検討が必要と考えられる．

6. おわりに

本論文では，複合的な文書推敲課程における作業場面と介在情報群の直感的情報を介した組織化の手法について述べた．実際のデータを用いた実験を行い，情報抽出と組織化の妥当性を検証した．今後は実験を通して提案手法の検証と改善を重ね，支援システムの実装を進めたい．

参考文献

(1) 大沢亮，高汐一紀，徳田英幸，“俺デスク : ユーザ操作履歴に基づく情報想起支援ツール，” 第 47 回プログラミングシンポジウム予稿集，2006.
(2) Tatuo Matsuura, Tadachika Ozono, and Toramatsu Shintani, “An Akashic Desktop Recorder for Resumption of Works,” *Proc. 5th IIAI Int. Congress on Advanced Applied Informatics*, pp.25-30, 2016.

Scrapbox を用いたアクティブラーニング型授業における学習プロセスの可視化と共有

Visualization and Sharing of Learning Processes in an Active Learning Class using Scrapbox

近藤 伸彦[*1]
Nobuhiko KONDO[*1]
[*1] 首都大学東京大学教育センター
[*1]University Education Center, Tokyo Metropolitan University
Email: kondo@tmu.ac.jp

あらまし：本研究が対象とするアクティブラーニング型授業では，近年注目される情報整理ツールである Scrapbox を用いて，授業のテーマについての調べ学習に基づく「オンラインノート」を学生自ら作成する活動を核としており，そのログや課題提出情報から学習プロセスを逐次ポイント化してクラス全体へフィードバックしている．本発表では，こうした授業設計に基づく学習行動のようすについて報告する．
キーワード：学習プロセスの可視化，成績評価基準の明確化，厳格な成績評価，オンラインノート，Scrapbox

1. はじめに

近年，大学教育の質保証の観点から，アクティブラーニングの重要性が広く認識され，さまざまな実践が行われている．また，成績評価基準の明確化と厳格な成績評価への要請とともに，学習成果の可視化や評価という課題に多くの大学が直面している．

本研究は，近年注目されるクラウドツール「Scrapbox(1)」を用いたアクティブラーニング型授業を対象とする．当該授業では，基礎的データリテラシーの学習において Scrapbox を核とした学習活動を設計し，評価基準を明確化したうえで学習プロセスを細かく可視化・共有する試みを行っている．本稿では，こうした学習プロセスの可視化や共有のしくみと実践結果についてまとめる．

2. Scrapbox を用いたアクティブラーニング型授業と学習プロセスの可視化・共有

2.1 Scrapbox

本研究の対象とする授業では，Nota 社の開発による情報整理のための簡易 Wiki ツール(2)である Scrapbox を活用している．Scrapbox では，図 1 のように「ページ」と呼ばれる単位で情報を整理する．ここでは，箇条書き，ハイパーリンク，画像埋め込みなどを容易に行うことができる．最大の特徴はページ間のリンクであり，他のページ名称を[]（ブラケット）で囲むことでリンクを貼ることができる．このリンク機能によって，Scrapbox では情報が階層構造でなくフラットなネットワークとして整理される．

2.2 Scrapbox によるオンラインノート作成とクラス内共有を核とした授業設計

本研究は，著者の担当する首都大学東京の教養科目「教養としてのデータサイエンス」を対象とする．本授業は，現代的教養としてデータリテラシーの基礎を身につけることを目的として，「分布」「相関」



図 1 Scrapbox によるオンラインノートの例

表 1 評価観点ごとの学習行動とポイント配分

評価観点	学習行動	ポイント配分
専門的知識・スキル	演習課題提出	7×6 テーマ＝42 ポイント
能動的学習姿勢	演習課題期限内提出	5×6 テーマ＝30 ポイント
情報活用能力	オンラインノート作成	40 ポイント（記述量に比例）
総合的問題思考力	最終課題	5×4 問＝20 ポイント

「統計的検定」等の 6 つのテーマを扱っており，各テーマについて，①調べ学習と Scrapbox によるオンラインノート作成（授業外），②オンラインノートのクラス内相互閲覧（授業内），③オンラインノートを活用した演習課題への取り組み（授業内外），④演習課題の解説と解答のクラス内相互閲覧（授業内），という流れで授業を設計した．

Scrapbox を用いることで調べ学習のプロセスを個々にとどめずにクラス全体に共有することができる．共有（相互閲覧）の活動においては，他の学生のオンラインノートで有用なページがあればリンクを貼ることとした．このように，クラス全体が共同体として知識構築するしかけを設けた．

図 2　学生に公開したポイント一覧表のイメージ

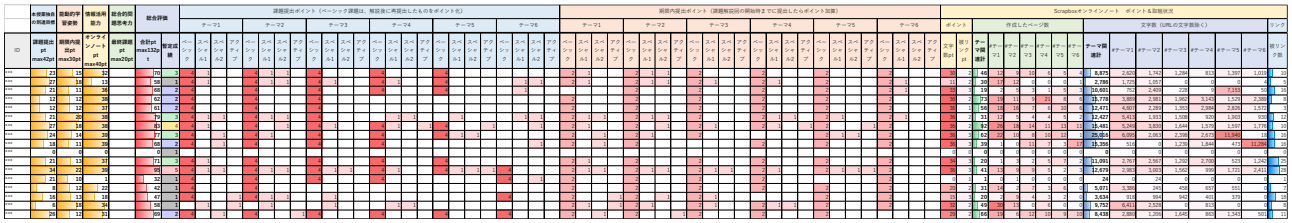


表 2　第 11 回以降のポイント範囲別の人数推移

ポイント範囲		第11回	第12回	第13回	第14回	第15回	最終締切7日前	最終締切6日前	最終締切5日前	最終締切4日前	最終締切3日前	最終締切2日前	最終締切1日前	最終締切日
秀	90～	0	0	0	2	6	7	8	8	11	14	16	25	26
優	80～89	0	1	5	8	9	8	9	10	10	8	9	9	10
良	70～79	2	6	10	10	12	13	12	12	9	11	14	11	11
可	60～69	3	11	10	9	9	10	9	10	11	10	9	6	6
不可	50～59	5	8	8	8	8	6	6	5	4	3	1	1	0
	40～49	10	8	7	5	4	4	4	3	3	4	1	1	0
	30～39	11	9	4	3	0	0	0	0	1	1	2	0	0
	20～29	15	5	4	4	2	3	3	3	2	2	1	1	1
	10～19	5	5	6	5	5	4	4	4	4	2	2	1	1
	0～9	12	10	9	9	8	8	8	8	8	8	8	8	8

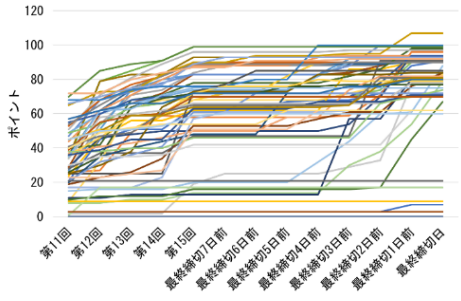


図 3　個人別のポイント推移

2.3 ポイント制による学習プロセスの可視化と共有

オンラインノートの取り組み状況や課題の提出状況はすべて「ポイント」として定量化し，これをあらかじめ作成したルーブリックに基づいて学習目標の観点（DP に対応）ごとにまとめ，匿名化して図 2 のような一覧表を作成し常時公開した．ポイントは表 1 のように観点別に厳密に配分し，合計 60 ポイント未満が不可，60～69 ポイントが可，70～79 ポイントが良，80～89 ポイントが優，90 ポイント以上が秀という対応関係で成績評価を行った．合計ポイントと成績評価との関係は授業開始当初から開示した．

Scrapbox は JSON 形式でログをエクスポートできるため，これを定期的に集約し，ログをパースして各ページの記述文字数や他のページへのリンク・被リンクの数などを定量化し，図 2 の右部にあるように一覧表として常時公開した．また文字数は適当な換算式でポイント化し成績評価に用いた．

3.　実践結果

2018 年度後期の本授業におけるポイントの推移のようすを分析する．なお，ポイントの自動化処理が完了したのが第 11 回授業時点であったため，本稿ではそれ以降のポイントの推移について分析する．

表 2 にポイント範囲別の人数推移，図 3 に個人別のポイント推移をそれぞれ示す．第 11～15 回は各回の授業日，第 15 回以降は，その 8 日後の課題最終締切日まで 1 日ごとに集計した．さらに，最終的なポイント別の人数分布を図 4 に示す．表 2・図 3 からは，最低限の単位修得のための 60 ポイント達成がまず目標とされ，第 15 回以降に徐々に成績が良に切り替わる 70 ポイント台を達成する人数が多くなり，最終締切の 3 日前あたりからさらに上の成績をめざす者が増え，各自目標までのポイント獲得に向けた行動をとっていることがわかる．図 4 からは，90 ポイントが最も多いことなどから，成績と直結するポイントが常に可視化されていることが学生の行動を促していたようすが窺える．

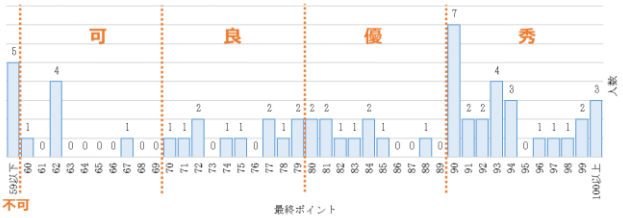


図 4　最終的なポイント別人数分布

また，授業後のアンケートでは，研究使用の同意が得られた 49 名のうち，ポイント制に好意的な回答は 46 名 (93.9%) であった．「学習のめやすになった」「わかりやすい」といった回答は 36 名，「学習計画が立てやすい」といった回答は 9 件，「プロセスや努力が評価されるのが良い」といった回答は 6 件，「モチベーションややる気につながった」といった回答は 6 件，「評価基準が明確なのが良い」といった回答は 4 件あった．一方で，「なまけやすい人の逃げ道になる可能性がある」といった意見もあった．

4.　おわりに

本稿では，Scrapbox を核とした授業設計と，学習プロセスの可視化・共有のしくみについて述べた．評価基準が明確で現時点の状況が常に可視化されるしくみは学習者を鼓舞し評価基準に基づく行動を促すが，一方で基準に「合わせにいく」行動をとるともいえる．その学習効果への影響についてより深く考察し，妥当なしくみへ改善する必要がある．

謝辞

首都大学東京 2018 年度開講「教養としてのデータサイエンス」履修者のみなさまに謝意を表します．

参考文献

(1) Nota Inc: “Scrapbox”, https://scrapbox.io/product/ (2019/6/18 参照)
(2) 倉下忠憲: “Scrapbox 情報整理術”, C&R 研究所 (2018)

学習者の心的状態を推定する機械学習器の解釈可能性を志向した分析的アプローチの提案

Proposal of Analytical Approach for Interpretability of Machine Learning System Estimating Learner's Mental States

田和辻 可昌[*1*2], 古澤 嘉久[*1], 松居 辰則[*2]
Yoshimasa TAWATSUJI[*1*2], Yoshihisa FURUSAWA[*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: y.tawatsuji@aoni.waseda.jp

あらまし: 本研究では，これまで我々が構築してきた学習者の心的状態推定器に関する解釈可能性を志向した分析結果について報告する. 因子分析によって本学習器が獲得した潜在的分類観点を抽出したところ，3 つの潜在的分類観点が抽出された．また，誤った心的状態カテゴリに分類された入力データは因子空間上で一部に局在することが示唆された．一方，Activation Maximization によって出力に寄与する入力ベクトルを可視化した結果，Enjoy，Hope，Pride，Shame の心的状態の推定には教師発話が寄与していることが示唆された．また，生体情報では皮膚コンダクタンスが特に寄与していることが抽出された.
キーワード: Intelligent Mentoring System，機械学習，解釈性，可視化

1. はじめに

近年，教育・学習支援分野において，学習中における学習者の行動履歴や生体情報などの大規模データを収集し，統計的手法を用いて解析するデータアナリティクスが注目されている．我々はこれまで，学習中の学習者の生体情報から学習者の心的状態を推定する学習器システム，Intelligent Mentoring System（IMS）の構築を進めてきた(1)．一方で，このようなシステムを教育現場へ応用する際には，そのシステムが「何を根拠にその出力を行ったか」という判断根拠の明示, 解釈可能性が重要な課題である．解釈可能性については機械学習の分野で近年活発な議論がなされており，様々な可視化・解釈性の方法が提案されている(2)．ところが，これらは画像を入力としたクラス分類タスクを取り扱うシステムを対象とすることが多く，本課題のような学習ドメインにおける行動履歴や生体情報を入力としたシステムの解釈性は黎明期にあると考えられる．そこで本研究では，学習ドメインデータに基づき学習者の心的状態を推定するシステムの判断根拠の明示を志向し，学習器が「何を学習したか」を多角的な観点から分析・考察することを目的とする．

2 節では，本研究で対象となる学習器システムについて概説する．3 節では，学習器が獲得したと考えられる潜在的分類観点を，因子分析を用いて抽出した結果について述べる．4 節では，機械学習の可視化研究におけるアプローチの一つである Activation Maximization を本学習器に適用した結果について述べ，5 節で今後の課題について述べる．

2. 構築した学習器システム

学習器の構築にあたり，松居ら(3)によって行われた実験から得られた，学習者の容積脈波，皮膚コンダクタンス，呼吸の強度および，教師の発話カテゴリを用いた. 教師データとなる学習者の心的状態は，AEQ（Achievement Emotion Questionnaire）(4)に存在する感情カテゴリに基づいた内省報告を実験後に専用のアプリケーションを通して行ってもらうことで取得した．学習器には中間層 4 層からなる多層ニューラルネットワーク（活性化関数は中間層には ReLU 関数，出力層には Softmax 関数を適用）を採用した．学習には誤差逆伝搬法を用いた．

全データを 6:4 の訓練データと評価データに分割することで学習を行った．学習の結果，学習データにおける Recall（実際に心的状態が X であるデータに対し，機械学習器が「心的状態が X である」と分類したものの割合）は, Enjoy が 52.9%, Hope が 64.6%, Pride が 95.6%，Anxiety が 98.0%，Shame が 70.4%, Hopeless が 76.5%, Boredom が 92.9%, Relief が 99.6% となった．また，検証データにおける Recall はそれぞれ, Enjoy が 50.9%, Hope が 63.6%, Pride が 90.4%, Anxiety が 91.3%, Shame が 68.6%, Hopeless が 72.9%, Boredom が 82.1%，Relief が 94.4%で推定され，本学習器は過学習を起こしていないものと判断した．

3. 因子分析による潜在的評価観点の抽出

機械学習器が獲得した潜在的な分類観点を抽出する方法として因子分析を採用する．因子分析は統計的機械学習の手法の一つであり，データの背後にある要因（共通因子）を推定する手法である．今回，訓練データにおける出力層の出力値（Softmax 関数を適用する前のデータ）に対して，因子分析を適用した．平行分析およびカイザー基準の観点から因子数を 3 に決定した．最尤法，プロマックス回転を用いて因子負荷量と共通因子得点を推定した．表 1 に得られた因子負荷行列および各因子の寄与率を示す．

表 1 因子負荷行列および各因子の寄与率

心的状態	因子 1	因子 2	因子 3	共通性
Shame	0.77	0.08	0.04	0.61
Hope	0.76	0.34	-0.13	0.75
Enjoy	0.74	0.1	-0.35	0.68
Hopeless	0.66	0.02	0.14	0.47
Relief	-0.74	0.22	0	0.59
Pride	-0.4	0.44	-0.18	0.46
Anxiety	-0.21	-1.07	-0.31	1
Boredom	-0.05	0.27	1.09	1
寄与率	0.36	0.17	0.16	

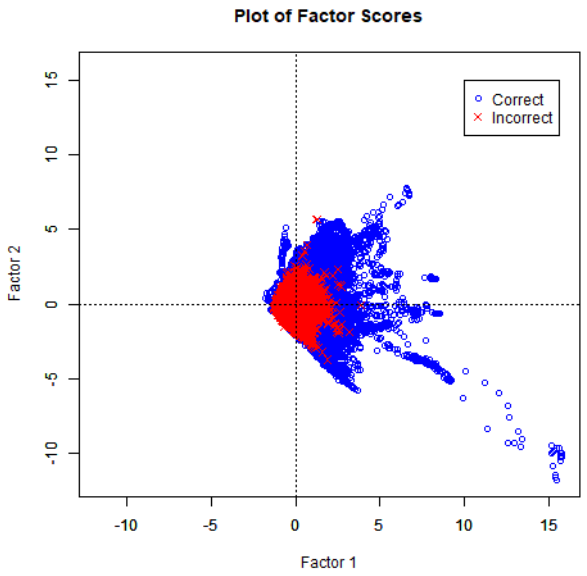


図 1 因子空間における各入力データの配置．青○印は正分類データ，赤×印は誤分類データを表す

この結果から，本機械学習器のモデルは，Shame, Hope, Enjoy, Hopeless, Relief の出力に寄与する第 1 因子，Pride, Anxiety の出力に寄与する第 2 因子，Boredom の出力に寄与する第 3 因子の 3 つの因子を潜在的に有することが示唆された．また，因子空間上に各入力データ（生体情報と教師発話）の因子得点をプロットした結果を図 1 に示す．また，図内の青○印は正しく心的状態を分類できたものを，赤×印は誤って分類したものを示している．この結果から，誤分類されるデータは因子空間上の原点付近に密集していることが示唆される．

4. 出力に寄与する入力表現の抽出

機械学習の解釈性に関わる研究では，出力層の各ユニットに対してどの入力が寄与しているかを明らかにすることは重要である．本研究では，Activation Maximization[4][5]を用いて，出力層のユニットを最大にするような入力ベクトルを生成する．具体的には，入力の初期値を[0, 1] の範囲で一様分布から独立にサンプリングし，勾配上昇法によって各出力に最大に寄与する入力ベクトルを求める．各心的状態に対して 10 通りのランダムベクトルを初期値として与え，得られたベクトルの平均ベクトルを可視化したものを図 2 に示す．図の色が明るいほど出力の各カテゴリに対する寄与が高いことを示す．この結果から，Enjoy, Hope, Pride, Shame の分類には，生体情報よりも教師発話が強く影響していることが示唆された．また，生体情報においては，皮膚コンダクタンスが特に出力に寄与していることが示唆された．

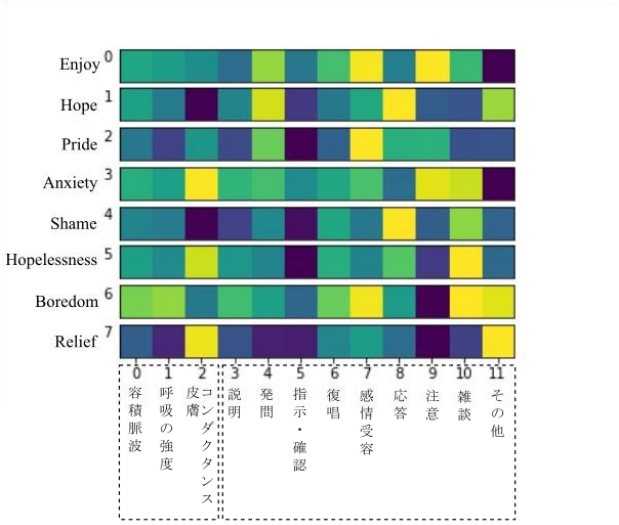


図 2 出力の心的状態（縦軸）に対する入力（横軸）の寄与率（色が明るいほど寄与率が高いことを示す）

5. 今後の課題

今後は，各出力を最大にする入力ベクトルに関して，初期値を変更することで複数用意し，それらが因子空間上でどこにマッピングされるかを検討する．これによって，出力に寄与する入力と因子空間の軸との関係を検討することが可能になると考えられる．

参考文献

(1) Matsui, T. et al.: Conceptualization of IMS that Estimates Learners' Mental States from Learners' Physiological Information Using Deep Neural Network Algorithm, In: Coy, A., Hayashi, Y. and Chang, M. (eds) Intelligent Tutoring Systems. ITS 2019. LNCS Vol. 11528. Springer Cham (2019)
(2) Guidotti, R., et al.: A Survey of Methods for Explaining Black Box Models, arXiv: 1802.01933 (2018)
(3) 松居辰則ら: 機械学習を用いた学習者の生体情報からの心的状態推定の試み, 第 42 回教育システム情報学会全国大会 2017 年 8 月 24 日, C4-2 (2017)
(4) Pekrun, R. 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)
(5) Erhan, D., Bengio, Y., Courville, A. and Vincent, P.: Visualizing Higher-Layer Features of a Deep Network, University of Montreal, Vol.1341, No.3 (2009)
(6) Simonyan, K., Vedaldi, A. and Zisserman, A.: Deep Inside Convolutional Networks: Visualizing Image Classification Models and Saliency Maps, International Conference on Learning Representations Workshop (2014)

広報活動を主とした企業・自治体連携での PBL 型授業設計と実践

Design and Practice of PBL with Local Business and Government

澤崎 敏文
Toshifumi SAWAZAKI
仁愛女子短期大学
Jin-ai Women's College

Email: sawazaki@jin-ai.ac.jp

あらまし：これまでも学生らがリアリティを持って学習できるような PBL 型授業を設計・構築し，様々な機会をとらえて実践してきた．今回は，広報活動をキーワードに地元企業・自治体と連携した 2018 年度の２つの類似した実践例を比較しながら，その課題等について考察する．
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

近年，社会人基礎力が提唱され，多くの大学等でアクティブラーニング型の授業設計を実践しているが，本学でも，これまで学生の自主的な活動を主体とした授業設計を行ってきた．特に，企業・地域との連携には力を入れており，企業の方々を招いた特別授業や地域活動への参画などに努力してきたところである．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，民間企業・地方自治体それぞれ協働で取組んだ２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 2 回生対象に実施されている専門演習（研究室単位でのゼミ活動）での民間企業・自治体との連携であり PBL 型授業としての実践である．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 1　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) 実践による知識の暗黙知化

3. 具体的な 2 つの実践例

本稿で紹介するのは，専門演習で学生が実践した地元企業・自治体との連携プロジェクトの２つの事例であり，いずれも広報活動を主とした 2018 年度の活動事例である．

3.1 企業連携による広報プロジェクト

最初の事例は，地元民間企業との業務改善プロジェクトである．これまでも，地元企業からの依頼等に基づき，連携して様々な取り組みを行ってきたが，今回は地元にある大規模繊維メーカーからの依頼により，課題発見・定義から解決に至るまでの一連の流れを，総務担当者と一緒に進めていくケースである．2018 年 5 月から 2019 年 1 月まで 4 名の学生がグループで活動．具体的なプロジェクトの流れは以下のとおり．

○5 月下旬：企業からの依頼と課題の定義
取締役から企業概要の説明と企業が漠然と感じている課題について説明．メンバーで情報共有を実施．



図 2 企業との打合せ風景

○6 月～9 月：課題発見，定義に向けた調査
企業との打合せの後，現場となる工場を複数回訪問し，課題の抽出・定義・解決方法等について議論を深める．

○10 月～12 月：解決策の実施・検証
最終的に，企業広報を企画．広報対象を地元高校生の就職活動へと絞り，そのための工場マップを作成．効果検証のため，地元高校生等を対象とした説明会を実施し，工場マップの印象や会社理解に関するアンケート調査を実施した．
この取組みは，地元企業と学生による就活企画として新聞等メディアで大きく報道され，人材不足に悩む地元企業の先進事例としても注目を集めた．また，連携した企業経営陣からの評価も高く，プロジェクトとして一定の成果を達成したと考えられる．


図 3　高校生への企業説明会実施の様子

3.2 自治体の広報プロジェクト企画

地元自治体（福井市保健センター）との連携であり，健康プロジェクトの広報企画に関する依頼である．こちらのプロジェクトでは，明確な最終目標が広報動画の作成と決まっており，学生は市と連携してその手法や内容を検討することになる．2018 年 5 月から 12 月まで 5 名の学生がグループで活動. 具体的なプロジェクトの流れは以下のとおり．

○5 月上旬：市役所との企画打合せ
市担当職員から当該企画に関する主旨説明と最終成果概要に関する提示．


図 4　市役所との打合せ風景

○6 月～8 月：
広報用動画の構成等のための企画立案，ロケハンの実施．撮影に必要な条件等を市役所と打合せ．

○9 月～11 月：動画撮影
○12 月：動画編集、DVD 化と YouTube 投稿


図 5 市民の方々との動画撮影風景

4.　まとめ・今後の課題

このような PBL 型授業設計の主な課題は 2 つある．1 つ目は，課題の選定である．リアリティの追求は重要である一方で，これら学習活動に理解ある企業を選び，ある程度実現可能な課題であることが重要である．課題が専門的すぎると，解決策に現実味がなくなる一方で，容易かつ抽象的課題ではリアリティがなくなり，具体的な解決策の質も低下する．
2 つ目は，課題の評価である．PBL の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．
最後に，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を考慮すること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が整備されているか．
(2)プロジェクトを教員側でデザインしすぎたり誘導しすぎたりしていないか．PBL 型の授業では，失敗も貴重な経験であり，予測不能な問題を自ら解決することで，自分たちの学びを実感するきっかけが生まれると考えられる．
(3)達成感の醸成のためには，成果が最終的に具体的な形となって表れているか．個別の定量的な評価が難しいからこそ，活動の結果が表出化して「見える」ことで達成感につながると考えられる．
今回の 2 つの事例について，最初の事例は民間企業との連携であり，解決すべき課題そのものも明確に定義されていない状態から始まっている．一方で，福井市と連携した後半の事例では，最終的な課題が広報用動画作成であることは明確になっているが，学生の満足度や達成感について大きな差はないように感じた．今後は，これらの差異を客観的に図る指標等の検討を行いたい．

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 (1996)
(2) 澤崎敏文 “企業・自治体との連携による PBL 型授業設計とその実践”，日本教育工学会研究報告書集 (JSET19-1), pp717-720 (2019)

特別支援学校教員のためのモノづくり力の向上を図る出前授業
－モノづくり力に関する自己評価と満足度について－

Delivering Class to Improve Manufacturing Skills for Teachers at Special Needs Schools
-About self-evaluation and satisfaction about manufacturing-

舩木英岳[*1]，丹下裕[*1]，福井繁雄[*1]，畑亮次[*1]，井谷武史[*1]，平井慎一[*2]，金森克浩[*3]
Hidetake FUNAKI[*1], Yutaka TANGE[*1], Shigeo FUKUI[*1], Ryoji HATA[*1], Takeshi ITANI[*1], Shinichi HIRAI[*2], Katsuhiro KANAMORI[*3]
[*1] 舞鶴工業高等専門学校
[*1] National Institute of Techonology, Maizuru College
[*2] 京都府立舞鶴支援学校
[*2] Kyoto Prefectural Special Support School in Maizuru
[*3] 日本福祉大学スポーツ科学部
[*3] NIHON FUKUSHI UNIVERSITY, Faculty of Sport Sciences
Email: funaki@maizuru-ct.ac.jp

あらまし: ここ数年, 筆者らは特別支援学校教員のためのモノづくり力の向上を図る出前授業を実施して, 特別支援学校教員のニーズを各自で解決する力の養成を試みてきた．この取り組みでは，高専の初等教育手法である「失敗から学ぶ」を取り入れた LMS を用いた技術教育手法を提案している．本研究では，出前授業のアンケートをもとに, 特別支援学校教員のモノづくり力に関する自己評価と満足度について評価した．
キーワード：特別支援学校教員，出前授業，LMS，高専の初等教育手法

1. はじめに

舞鶴高専では，福祉情報教育ネットワークの事業とは別に平成 22 年から, 地元の京都府立舞鶴支援学校と連携して支援機器の試作品の開発等を行ってきた．これらの活動の中で，特別支援学校教員は支援機器活用に対する関心が高く，自分で支援機器を自作できる特別支援学校教員もいるが，多くの特別支援学校教員は電子工作に関する知識や経験が乏しいため，支援機器の開発や製作が困難であることが判明した．そこで，我々は特別支援学校教員が基礎レベルの電子工作に関する知識を学習できる学習管理システム（Learning Management System，以下 LMS）を構築する必要があると考えた．

本取り組みでは,「特別支援学校教員に対してモノづくり力の向上を図る出前授業を実施する」ことで, 特別支援学校教員が自ら問題解決できる力を養成することを目的としている．そして，出前授業で実際に使用できる機器を自分たちで製作することで,「十分な機器の確保」,「故障時のメンテナンス技術の習得」および「新たなニーズへの発展」を目指している．これまでの取り組みで出前授業の実施中に，特別支援学校教員同士が互いに教え合う姿が見られるようになり，技術教育としても一定の成果が上がった [1].

本取り組みでは，この取り組みを加速させるために，LMS の教材に高専の初等教育方法である「失敗から学ぶ」を取り入れた事前学習と学習内容を定着させるための出前授業（支援機器の製作会）を行う技術教育手法を提案した．本研究では，これまで実施してきた出前授業のアンケート結果をもとに，特別支援学校教員のモノづくり力に関する自己評価と満足度について評価する．

2. これまでの取り組み

2.1 技術教育手法の構想

図 1 に本研究の技術教育手法の構想を示す．図 1 に示す全国高専が連携している福祉情報教育ネットワークでは，技術教育の電子工作のレベルが中級レベルのものとなっており，学習者は支援機器を作るだけの作業となっているため，特別支援学校教員の技術力は身に付いていない．そこで本研究では，技術力を身につけるために基礎レベルのはんだ付けや

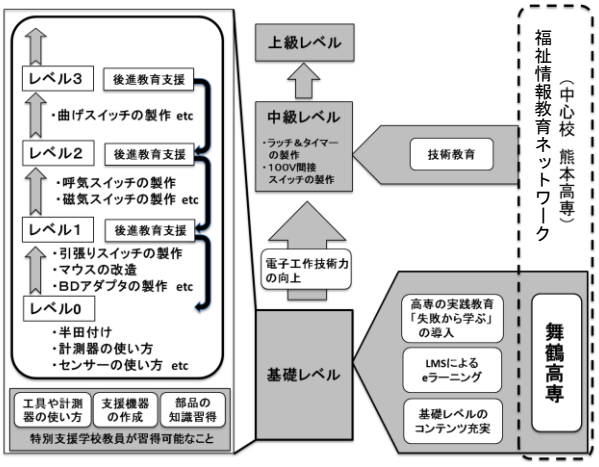


図 1　技術教育手法の構想

簡単なスイッチの製作等の技術教育を行い，機器の改良や故障した場合の修理等が身に付けられるような技術教育システムの開発に取り組んでいる．

本研究で提案する技術教育手法では，LMS の教材に「失敗から学ぶ」を取り入れることで適切な事前学習を行い，学習内容を定着させるための出前授業（支援機器の製作会）を行う技術教育システムを構築する．「失敗から学ぶ」とは，失敗例を図や動画で原因や対処方法を解説することで理解が進む工夫を施した．

出前授業を実施するに当たり，特別支援学校を訪問して現状調査を行い，特別支援学校教員から現場の声を聞き，要望が多いニーズを抽出している．そのニーズに基づき，主体的に取り組む高専教職員と研究室の学生が力を合わせることで技術的な問題を解決し，専門的な知識や技能を特別支援学校教員にも平易に理解できるような出前授業を企画して実施している．

2.2 出前授業の一覧

これまでに実施した出前授業の一覧を表 1 に示す．特別支援学校教員に対する出前授業は，平成 25 年から年に数回程度実施している．実施時期としては，特別支援学校教員が時間の余裕がある夏休みや年末・年度末が多く，4 時間程度の作業時間が確保できるような日程を設定している．

表 1　出前授業の一覧

回数	出前授業の講座名
1	ハンダ基礎講座
2	100Vスイッチの製作
3	ラッチ&タイマーの製作
4	マウスの改造と引っ張りスイッチの製作
5	音声/呼気スイッチとBDアダプターの製作
6	握りスイッチ&タイマーの製作
7	打楽器を叩くスイッチの製作

2.3 e ラーニング教材の一例

図 2 に本研究で作成したコンテンツの一例を示す．

本研究では，基礎レベルの教材としてはんだ付けの学習，部品の説明，工具の使い方，計測器の使い方を作成した．また，過去の出前授業の教材に失敗例を取り入れる等のブラッシュアップを図り作成した．最後に学習者と管理者が交流できる掲示板と Q&A を作成した．

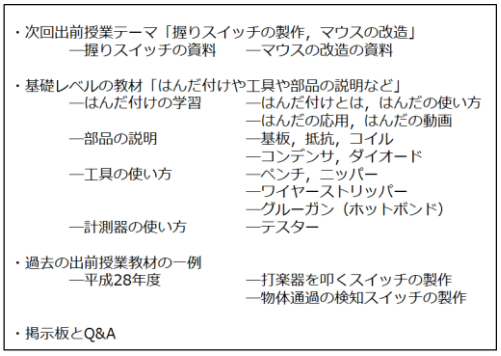


図 2　制作したコンテンツの一例

3.　特別支援学校教員のモノづくり力に関する自己評価と満足度

出前授業後に，特別支援学校教員に『受講の主な目的』，『授業の内容』，『難易度』，『講師の説明』の 4 項目と自由記述欄を設けたアンケートを実施した．

『受講の主な目的』は，「現在の仕事に生かすために参加している」が 81%であり，残りは「将来の仕事に備えて」が 27%，「自己啓発のため」が 45%であった．また，参加した教員のほとんどが，「製作した物を授業に生かしたい」と回答していた．『授業の内容』については，ほぼ全員が「適切だった」と回答している．『難易度』については，「適切」が 72%であった．『講師の説明』については，ほとんどの教員が，「分かりやすかった」，あるいは「大変分かりやすかった」と回答している．

特別支援学校教員の自己評価としては，「工具や計測器を正しく使うことができるようになった」が 36%，「電子部品の知識が習得できた」が 36%，「ハンダ付けに自信が付いた」が 81%，「回路図があれば支援機器が製作できるようになった」が 9%であり，本研究の目的であるモノづくり力の向上が達成できていることが分かる。その他に自由記述欄には，様々な要望や感想が書かれており，以下に一例を示す．

・ICT 機器の活用．
・100V スイッチが作りたい．
・半田付け、テスターが使えるようになった．

出前授業では，教員同士が互いに教え合う姿や会話の中で「〇〇の扱いには自信がある」といった前向きな発言が出るなど，特別支援学校教員の自己評価と満足度が高くなっている様子が見られる．また，「出前授業で製作したものは，配布資料を見ながらなら修理ができると」いう話も多数聞こえてくるようになり，これは出前授業の参加回数を重ねることに参加教員の技術力が向上し，教員のモノづくりに対する意識が変わったことによる成果と考えられる．

4.　まとめ

本研究では，出前授業のアンケートをもとに，特別支援学校教員のモノづくり力に関する自己評価と満足度について評価した．その結果，続けて参加している教員ほど，モノづくり力の向上に対する自己評価が高くなり，その結果として特別支援学校教員の満足度に繋がっていると考えられる．

謝辞：本研究は，日本学術振興会科学研究費（基盤研究(C)：課題番号 15K01112）の補助を受けて行われた．関係各位に謝意を表する．

参考文献

(1) 丹下裕，舩木英岳，木下博美，福井繁雄，古林達哉，金森克浩，「高専と特別支援学校の地域連携による技術教育」，第 63 回工学教育研究講演会，pp.583-584，（2015.9）．

大学間単位互換 e ラーニング授業の課題と展望

Reviews and Prospects on Interuniversity Credit Transfer e-Learning Activities

阿部　一晴[*1]，　馬渡　明[*2]，　福廣　張順[*2]
Issei ABE[*1]，Akira MAWATARI[*2]，Harunobu FUKUHIRO[*2]
*1 京都光華女子大学 キャリア形成学部
*2 公益財団法人大学コンソーシアム京都 教育事業部
Email: i_abe@koka.ac.jp

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 年度からはコンソーシアム加盟校全体を対象とした e ラーニング授業の提供を開始した．しかし，ここ数年単位互換事業に対する期待や環境等も変化しており，2018 年度末で一旦これまでの e ラーニングの取り組みを終了した．これまでの大学間連携の教育事業における e ラーニング授業のまとめと今後の展望等について報告する．

キーワード：単位互換授業，大学間連携，コンソーシアム，e ラーニング

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．この中でも加盟大学相互の単位互換事業は，財団の前身である「京都・大学センター」設立当初に開始された中核事業である．提供科目数も減少してはいるが，現在も 400 科目前後で推移している．ピーク時は年間のべ 10,000 名を超える受講者があったが，ここ数年受講者数は縮小傾向にある．

また，2011 年度から，一部加盟大学の文科省　戦略的大学連携支援事業での取り組みを発展・拡大した e ラーニングによる単位互換授業の提供が加わった．しかし，単位互換制度そのものを取り巻く環境の変化等から一定の役割は終了したと判断し，e ラーニング科目に関しては 2018 年度末を以て，その提供を終了した．

2. 単位互換事業の概要

大学コンソーシアム京都が実施している単位互換事業は，他大学が開講する科目を履修し，修得した単位が所属大学の単位として認定される制度である．この単位互換事業には，約 50 大学・短期大学が単位互換包括協定を締結し，毎年 400～450 科目前後を提供している．受講者数は，ピークであった 2001 年度にのべ 14,000 名を超える出願，10,000 名を超える受講があった．

表 1：単位互換事業の推移(2009～2018 年度)

年度	協定大学	提供大学	提供科目	出願者	履修者	単位修得者	単位修得率
2009	46	44	504	7,804	6,899	4,051	58.7%
2010	48	45	531	6,464	5,932	3,585	60.4%
2011	49	47	561	6,030	5,643	3,338	59.2%
2012	51	45	551	6,055	5,601	3,378	60.3%
2013	50	46	540	5,754	4,952	2,999	60.6%
2014	48	44	516	5,287	4,702	2,804	59.6%
2015	48	43	589	3,615	3,412	1,699	49.8%
2016	48	41	457	3,369	3,120	1,912	61.3%
2017	46	40	435	2,549	2,400	1,447	60.3%
2018	45	40	427	1,984	1,842		0.0%

ここ数年の推移を見てみると，2015 年度は 589 科目提供し 3,412 名が受講，2016 年度は提供科目数が 457 科目と大きく減少したものの 3,120 名の受講があった．2017 年度は 435 科目を提供し 2,400 名が受講，2018 年度も 427 科目を提供したが，受講者数は 1,842 名とこれまでより大幅に減少した．全体の受講者数はここ数年減少しているが，提供科目数，受講者数ともに，現在も大学間の単位互換制度としては日本最大規模を維持している．

3. e ラーニング出願者数・提供科目数の推移

2011 年度に正式な単位互換事業として包括協定をしている約 50 の大学・短期大学全体を受講対象として以来，これまでにのべ 103 科目の e ラーニング科目の提供をおこなった．

表 2：e ラーニング科目の推移(2011～2018 年度)

年度	提供大学	提供科目	出願者	履修者	eラーニング比率（出願）	eラーニング比率（履修）
2011	8	14	507	507	8.4%	9.0%
2012	8	14	784	771	12.9%	13.8%
2013	8	17	974	905	16.9%	18.3%
2014	7	15	753	749	14.2%	15.9%
2015	7	15	695	694	19.2%	20.3%
2016	7	13	567	567	16.8%	18.2%
2017	5	9	297	297	11.7%	12.4%
2018	2	5	125	125	6.3%	6.8%

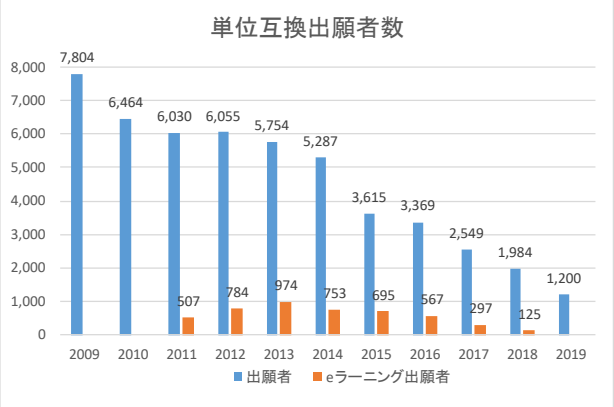


図 1：単位互換出願者数推移

表 2・図 1 に示すとおり，ここ数年単位互換事業全体および e ラーニング科目への出願者数・受講者数が大幅に減少していることが分かる．受講者数全体に占める e ラーニングの割合も一時相対的に拡大し，その役割がある意味重要になってきていたが，提供科目数の減少もあり 2015 年度の約 20%をピークに単位互換全体に於ける e ラーニング科目受講率も大きく減少している．

この間 e ラーニングによる提供科目数は，2011 年度・2012 年度 14 科目，2013 年度 17 科目，2014 年度 16 科目，2015 年度 15 科目，2016 年度 13 科目，2017 年度 9 科目となっている．これまでの提供科目と受講者数は表 3 のとおりであり，8 年間にのべ 4,757 名の受講があった．

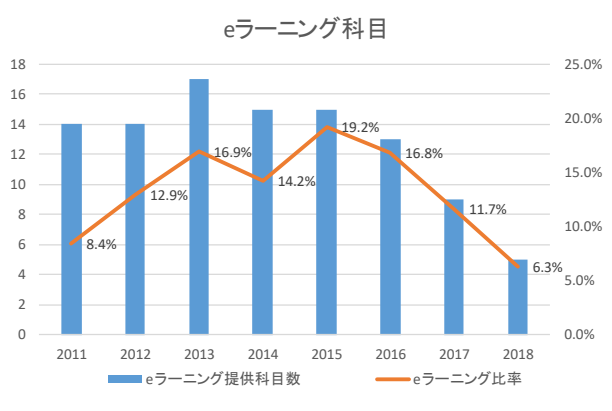


図 2：e ラーニング提供科目数の推移

表 3：e ラーニング提供科目・受講者数

科目名	開講大学名	受講者数
eビジネス論	京都光華女子大学	67
インド仏教史	京都文教短期大学	16
キャリア形成論	京都文教短期大学	165
コミュニケーション論	京都文教短期大学	856
コンピューティングファンダメンタルズ	京都光華女子大学	170
リビングオンライン	京都光華女子大学	91
京都学：京都の食文化を知る	京都ノートルダム女子大学	542
経営情報論	京都光華女子大学	224
経営情報論a	京都光華女子大学	101
経営情報論b	京都光華女子大学	104
自然と観光	京都嵯峨芸術大学	135
消費者取引と大学生	京都産業大学	85
消費者取引と大学生～理論と実際の対策～	京都産業大学	133
情報科学	明治国際医療大学	362
情報処理技術	京都学園大学	314
数の理解	京都光華女子大学短期大学部	325
統計学（社会現象をデータで理解する）	京都女子大学	197
特別講座科目2「仏教のこころ－真実と救い－」	京都女子大学	18
特別講座科目4「仏教のこころ－真実と救い－」	京都女子大学	160
日本史特殊1B「京都の近代」	京都女子大学	152
日本伝統文化論：雅楽はどこからきたのか	京都ノートルダム女子大学	29
仏教の人間観Ⅰ	京都光華女子大学	1
仏教学入門	京都文教短期大学	81
文学作品をよむ『小金井人一首』の世界　一般書と研究の違いを踏まえて～	京都文教短期大学	429
総計		4757

授業ごとの受講者数も，科目によって数名から 200 名弱と幅がある．また，科目内容もある意味多岐に渡っていると言えないこともないが，前身となった戦略的大学連携事業時に掲げた「教養教育の共有共用化」という目的には少し遠いというのが実状と言わざるを得ない．

4.　単位互換 e ラーニング事業の終結

単位互換 e ラーニング科目は，前述のとおりこれまで多くの学生が受講した実績がある．しかし，科目開設や運営のための人的負担や設備･機材の維持，更新等の経費負担も重いものとなっていた．

e ラーニング科目の提供は，2008 年度からの文科省　戦略的大学連携支援事業としての採択が基になっており，その事業趣旨に鑑み，長期的な視点で取り組んできたが，大学コンソーシアム京都の「第 4 ステージプラン（2014～2018 年度中期計画）」において，事業コストの問題からサーバー保守期限を踏まえた事業継続について判断が必要となっていた．事業開始から 10 年にあたる 2018 年度一つの区切りとし，2016 年度以降の新規科目の開設を停止し，経過措置として 2018 年度までの事業継続を行うことを，単位互換事業・生涯教育事業等を所管する教育事業企画検討委員会で決定した．この決定に従い，予定どおり 2018 年度末を以て，大学コンソーシアム京都における 10 年間にわたる単位互換 e ラーニング事業を一旦終結した．

ただし，e ラーニング提供プラットフォームの中核である moodle は，通常の単位互換・生涯学習事業におけるレポート提出，資料配布，受講者への連絡，小テスト等でも使用されており，これらの機能を今後も維持するためにはソフトウェアのバージョンアップ，ハードウェアの更新等を継続していく必要がある．結果的にこれらをどうするかの判断は 2019 年度以降に先送りになってしまったが，早急な検討と対応が迫られている．

5.　まとめ

これまで約 10 年間にわたり取り組んできた大学コンソーシアム京都における e ラーニングは，役割を終えることになった．今後は，大学に求められる教育機能や各大学の教育目標との関係で，どのような単位互換科目が必要か，またどのような単位互換制度等の仕組みが必要かを絶えず評価，改善し，大学コンソーシアム京都としての特色ある単位互換事業のあり方を検討する中で，e ラーニングなど新たな ICT 技術を活用したシステムの構築を含む様々な可能性を議論することが必要であると考えている．本件については，2019 年度から始まる大学コンソーシアム京都の「第 5 ステージプラン（2019～2023 年度中期計画）」の中で具体的に検討していくことが決定されている．

参考文献

(1) 阿部一晴，馬渡明，福廣張順：“大学間単位互換 e ラーニング授業 10 年間の取り組み”，教育システム情報学会，第 43 回全国大会講演論文集，pp.67-68，(2018)
(2) 阿部一晴，馬渡明，福廣張順，後藤充弘：“e ラーニングから見えた大学間単位互換事業の課題”，教育システム情報学会，第 42 回全国大会講演論文集，pp.407-408，(2017)
(3) 公益財団法人大学コンソーシアム京都，http://www.consortium.or.jp/（2019）
(4) e 京都ラーニング，https://el.consortium.or.jp/（2019）

Web 上での学習者間相互交流の仕組みが e ラーニングに対する動機づけに与える効果（V）
－学習への「とりかかり」というハードル越えを支える効果－

The Effect of Connections between Learners on Their Motivation in E-Learning
-Its scaffolding that support initiating learners into studying-

澤山 郁夫[*1]，三宮 真智子[*2]，寺澤 孝文[*3]
Ikuo SAWAYAMA[*1], Machiko SANNOMIYA[*2], Takafumi TERASAWA[*3]
[*1] 兵庫教育大学大学院学校教育研究科
[*2] 大阪大学大学院人間科学研究科
[*3] 岡山大学大学院教育学研究科
[*1]Graduate School of Education, Hyogo University of Teacher Education
[*2] Graduate School of Human Sciences, Osaka University
[*3] Graduate School of Education, Okayama University
Email: ikuo.sawayama@gmail.com

あらまし：本研究では，学習の継続に効果的であるという「学習者間相互交流の仕組み」の効果（澤山・寺澤，2014）について，スマートフォンを媒体とした３度目の追試を行った．大学生 47 名が，仕組みが稼働する条件（ソーシャル条件）と，稼働しない条件（単独条件）に無作為に割り当てられ，１ヶ月間教員採用試験に関する学習を行った．結果，ソーシャル条件では単独条件よりも，学習期間の後半で学習にとりかかる者がより多く，学習者間相互交流の仕組みの学習の継続に対する効果が再現された．
キーワード：e ラーニング，学習者間相互交流の仕組み，スマートフォン，ハードルモデル

1. はじめに

ビッグデータの利活用の観点から注目を浴びている e ラーニングは，その単調性等から学習が継続されにくいことが，古くからの課題となっている(1)．この学習の継続性の問題に対し，澤山・寺澤では，ツイート機能等から構成される学習者間相互交流の仕組みを開発し，これを稼働させる条件では，稼働させない条件と比較して，一ヶ月にわたり学習が継続されやすくなることが示された(2)．一方，この実験結果については，単に「継続」といっても，とりかかりはじめた学習を何分間休みなく続けられるかというような「学習内次元の継続」と，一旦終えた学習を次の日もまた次の日も再開するというような「学習間次元の継続」とでは，学習者に要求される能力は，一部異なると考えられることが指摘され，これを区別した分析が加えられた(3)．具体的には，観測値（ここでは，e ラーニングでの設問閲覧等の学習行動）について，0 になるか 1 以上になるかを左右する要因と（学習間次元の継続に対応），1 以上の場合の量を規定する要因（学習内次元の継続に対応）を区別して分析するハードルモデル(4)が適用された．その結果，学習者間相互交流の仕組みは，このいずれにも効果をもつことが報告された．

2. 本研究の目的

ただし，これらの研究で用いられたのは， PC ブラウザを媒体とした e ラーニングであった．したがって，近年普及がすすんでいるスマートフォンにおいて同様の効果が認められるか否かは不明である点が課題として挙げられる．PC ブラウザとスマートフォンの違いによる影響を検討した研究として，例えば，Mavletova は，インターネット上で行われるオンライン調査の回答のされ方を指標とした実験を行った結果，スマートフォンを用いた場合には，PC ブラウザを用いた場合よりも最後まで回答を完了しない離脱者が増加することや，自由記述の入力文字数が短くなる等の回答の質が低下することを報告している(5)．また，Wells らは，スマートフォンで回答の質の低下が生じる理由として，スマートフォンはマルチタスク環境化で用いられやすく，注意が阻害されやすいことを指摘している(6)．とくに回答者自身のスマートフォンを用いる場合には，日常的に使用する他のアプリケーションから通知が届くために，その傾向はより顕著に現れると推察される．

したがって，スマートフォン用の e ラーニングでは，文字を入力することによる学習者同士のコミュニケーションに困難が生じたり，学習の中断率が高くなったりする可能性が懸念される．そこで，スマートフォンを媒体とする場合には，ドロップアウトの防止策について改めて検討を進める必要がある．本研究では，スマートフォンを媒体とした場合の，学習者間相互交流の仕組みによる学習継続の効果について検討する．すなわち，スマートフォンを媒体として澤山・寺澤(2)の追試を行う．その際，ハードルモデルを用いて学習間次元と学習内次元の継続についても区別し，検討を行う．

3.　方法

教員採用試験対策ができるスマートフォンアプリのテストモニターを募集していることを大学の講義等でアナウンスした結果, 計 47 名の参加希望者が集った．参加者は，学習者間相互交流の仕組みを稼働させる「ソーシャル条件」と（n=29），稼働させない「単独条件」（n=18）に無作為に振り分けられ，2016 年 7 月 4 日から 1 ヶ月間，自由に e ラーニングを利用した．度数に差がみられるのは，ソーシャル条件のネットワークサイズを先行研究と揃えるためである．

学習コンテンツや学習データフィードバック機能等の基幹システムは，澤山・寺澤で開発されたシステムを流用し，本研究ではレイアウトのみをスマートフォン端末向けに再構成した．ソーシャル条件での実際の学習画面例を図 1 に示す．ソーシャル学習条件では, 次の 3 つのソーシャル要素が提供された．①オンライン人数表示機能：現在，何名のユーザがオンラインであるかが，当該ユーザのハンドルネームと共に画面上部に常時表示された．②ツイート機能：短文を自由に投稿することのできるツイート機能が提供された．ツイート画面へは，画面右上に常時表示される＋ボタンを押すことでアクセスすることができた．③プロフィール機能：学習者は，オンライン人数表示機能やツイート機能で表示されるハンドルネームや，アイコン画像等のプロフィールを自由に設定できた．単独学習条件では，これらの機能は提供されなかった．

4.　結果と考察

利用期間の一週間目に一度もアクセスがない者については，学習条件の操作が十分に成立していないと判断し，以降の分析対象から除外した．結果，ソーシャル条件 28 名，単独条件 16 名が分析対象となった．澤山・寺澤と同様の手続きにより参加者の設問閲覧回数を 1 日単位で集計し，この値について，学習条件（ソーシャル条件と単独条件の 2 水準），経過日数，およびその交互作用項を説明変数としたハードルモデルによる分析を行った．参加者内でのデータの対応はクラスタ標準誤差[7]により考慮した．

結果，設問閲覧回数が 0 から 1 以上になる要因としては，学習条件，経過日数，交互作用すべての効果が認められた（順に, t＝－2.04, p＝.041; t＝－10.87, p<.001; t＝－10.87, p<.001）．すなわち，日数の経過に応じて，設問閲覧を行いにくくなるものの，ソーシャル条件ではこれが比較的抑制されていた．一方，設問閲覧回数が 1 以上になった場合の量についての要因としては，いずれの効果も認められなかった．これは，スマートフォンを媒体とした場合には，ソーシャル機能は，とくに学習のとりかかりに効果をもつことを示している．学習のとりかかりに困難を有する学習者は決して少なくないため，この効果をさらに高める機能の検証が今後の課題である．

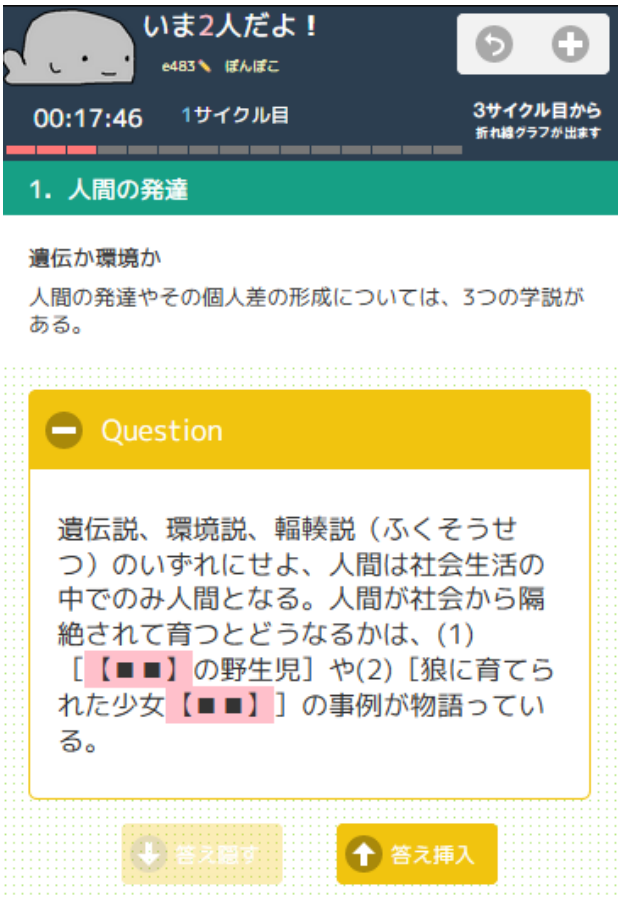


図 1 ソーシャル条件での学習画面例

参考文献

(1) Rostaminezhad, M., Mozayani, N., Norozi, D. et al. : “Factors Related to E-learner Dropout: Case Study of IUST Elearning Center”, Procedia-Social and Behavioral Sciences, Vol.83 (2nd World Conference on Educational Technology Research), pp.522-527 (2013)
(2) 澤山郁夫, 寺澤孝文:“一問一答式 e ラーニングにおける学習者同士の繋がる仕組みが学習者の学習量推移に与える効果”，日本教育工学会論文誌, Vol.38, No.1, pp.11-18 （2014）
(3) 澤山郁夫: “一問一答式 e ラーニングを用いた学習行動の継続測定”（深谷達史（企画・司会），篠ヶ谷圭太, 塚野州一（企画），澤山郁夫, 植阪友理, 田中瑛津子（話題提供），鹿毛雅治（指定討論）: “日本教育心理学会第 58 回総会自主企画シンポジウム JB01「自己調整学習を測定するためのアプローチ : 学習行動，学習方略，動機づけを対象に」”），日本教育心理学会第 58 回総会発表論文集, pp.32-33 （2016）
(4) Mullahy, J.: “Specification and Testing of Some Modified Cound Data Models”, Journal of Econometrics, Vol. 33., pp.341-354 (1986)
(5) Mavletova, A.: “Data Quality in PC and Mobile Web Surveys”, Social Science Computer Review, Vol. 31, pp.725–743 (2013)
(6) Wells, T., Justin, T. B., and Michael, W. L.: “Comparison of Smartphone and Online Computer Survey Administration” Social Science Computer Review, Vol. 32, pp.238–255 (2014)
(7) ID: davidhuh: “ClusterRobustSE/CLrobustSE.R”, https://github.com/davidhuh/ClusterRobustSE/blob/master/CLrobustSE.R (2019.06.18 accessed)

学習者の創造性と主体性を促進する協調学習環境デザイン

Collaborative Learning Environment Design to Promote Creativity and Independence of Each Learner

林 康弘，中村 亮太，長谷川 理
Yasuhiro HAYASHI, Ryota NAKAMURA, Osamu HASEGAWA
武蔵野大学データサイエンス学部
Faculty of Data Science, Musashino University
Email: {yhayashi, ryonaka, o_hase}@musashino-u.ac.jp

あらまし：本学部において，我々は AI 時代に対応できる創造性と主体性を有した人材を育成することを目標として，これらを促進するための新たな協調学習環境デザインを行なっている．創造性と主体性を促進する協調学習環境に求められる要素をサイバー・フィジカル環境に分けて整理することにより，双方向映像投影・ワーク収録機能等を有する教室を整備した．2019 年 4 月より実際の授業において実証を行なっている．その取り組みについて報告する．
キーワード：協調学習環境，サイバー・フィジカル，双方向画面共有，グループワーク，BYOD

1. はじめに

1806 年，独国発祥のプロイセン型教育システム，すなわち富国強兵モデルは，国民のリテラシーを一定水準にまで引き上げ，産業における定型業務の質を向上させた．しかし，定型業務が AI・ロボット技術により自動化される潮流の速さが増す中で，人間の創造性・主体性が強く求められており，それらの能力の育成に向けた新たな教育システムの模索がさまざまな分野で行われている．

一人ではなくグループにより学習を行う協調学習（Collaborative Learning）は，社会性依存，学習動機付け，個人の学習の洗練（説明責任）を特徴として持ち，すでに一定の学習効果をもたらしている．美馬[1, 2, 3]は，学習者の共同生および社会性，すなわち協調学習の社会的依存という特徴から，学習環境を構築する際のデザイン原則を明らかにしようとしている．協調学習による教育手法についても研究が行われている．Aronson[7, 8]は，協調学習における効果的なグループ構成の方法として，成員の組み合わせのバリエーションについて試案的に考察している．CoREF[9]は，知識構成型ジグソー法と呼ばれる従来のジグソー法とは異なる手法にて，対話を通じて考えを改善しやすくする手法を提案している．

さらに，ICT により協調学習を支援する取り組みも数多く報告されている．これまで教員から学生へ一方向に知識伝達されてきた授業形式は，予習前提の授業（反転授業）に形式が変化し，実授業では，知識の双方向性，教師の役割の変化，イシュー（Issue）解決型の実習の展開，オンザフライ・ラーニング（プロジェクト進行中に随時知識習得を行うこと）など，今まで以上に，もっとアクティブで，もっとディープな学びを期待できるようになった．林ら[4, 5, 6]は，e ラーニングを活用した反転授業を行い，学生一人一人の学習過程を把握しながら，彼らのプログラミングスキルの向上を図っている．

すなわち，「教育＝教えて育てる」は，ICT 活用により，学習者の興味や目的に基づき学習者自ら「学育＝学んで育つ」という新たな形態に変化してきている．このため，本学部において，我々は AI 時代に対応できる創造性と主体性を有した人材を育成することを目標として，これらを促進するための新たな協調学習環境のデザインとその実証を行なっている．

2. 学習者の創造性と主体性を促進する協調学習環境デザイン

この取り組みにおける学習者一人一人の創造性と主体性は，以下の通り定義される．

創造性：新しい考え方を取り入れる姿勢と普通はなかなか思い至らないことを思いつく力
主体性：自分で状況を判断して目的を明確にし，効果的な行動をとる力

創造性を高める方法の一つとして，自身のアイディアを常に外化し，多様なバックグラウンドを有する他者とそのアイディアについて創造のためのディスカッションを行うことが挙げられる．また，主体性を高める方法一つとして，他者の状況を観察・推察し，グループによる創造のためのワークにおいて，学習者自身が他者に何ができるかを考え，行動に移す習慣が挙げられる．

さらに，創造性と主体性を促進する協調学習環境に求められる要素はサイバー・フィジカル環境に分けられると，以下の通りまとめられる．

- BYOD（サイバーでのワーク環境）
- グルーピング（フィジカルとサイバーでのグループの対応）
- デスク（フィジカルでのグループワーク）
- カメラ（フィジカルでのワークの取り込み）

- ホワイトボードとプロジェクション（フィジカルとサイバーでのワークの融合）
- ファイル共有（サイバーでのワークの共有）
- 双方向性を有する画面共有（サイバーでのワークの配信，教員<-->グループ，教員<-->個人，グループ<-->個人，個人<-->個人）
- 収録（サイバー・フィジカルでのワークの記録）

以上から，我々は図 1 に示される教室の機器備品配置および図 2 に示される映像機器配線により，(1)，(2) の機能を有する協調学習環境を設計した．それぞれのグループのテーブルには，プロジェクタ，iPad，Apple TV が 1 台ずつ設置されており，WiFi 経由により PC やタブレットから画面共有が可能である．

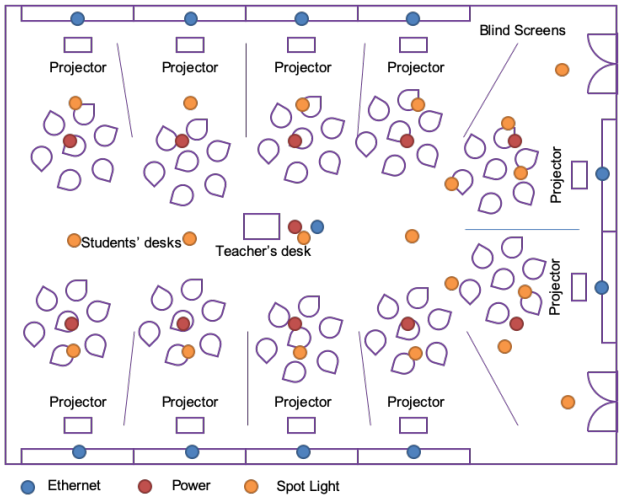


図 1　協調学習対応型教室の機器備品配置図

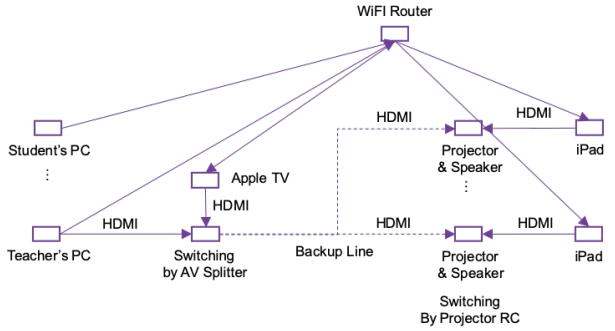


図 2　協調学習対応型教室の映像機器配線図

（1）双方向映像投影，ワーク収録機能

Zoom[10] を活用して，教員，グループ，学生個人がそれぞれの PC・タブレット画面を双方向に画面共有可能とした．会話開始前にそれぞれの Zoom の ID は Slack[11] により情報共有される．教員が自身の PC の画面を全グループのプロジェクタに投影するだけでなく，学生が自身の画面を自分が属するグループや他のグループのプロジェクタに表示できる他，学生が自身の画面を他の学生に共有できる．Zoom を採用した理由として，会話開始の気楽さ，接続の安定性と接続数，録画機能，タブレットでの利用が挙げられる．動画データは，Google Drive[12]に永続的にアップロードされ，授業終了後に学生が見返すことを可能にしている．

（2）コミュニケーションツール，LMS

学生間同士のコミュニケーションツールとして Slack が活用されている．Slack は，グループの作りやすさ，教員による活動状況の確認のしやすさ，外部 API との連携のしやすさにより採用された．LMS には Google Classroom[13]を採用した．

3.　実証および今後行われるべき評価

本協調学習環境の実証は 2019 年 4 月より学部 1 年生が履修者である以下の授業において行われている．サイバーとフィジカル環境に外化される学生のアイディアや創造物を他者と共創しながら学習を進めている．今後，利用状況の把握，アンケート，創造性，主体性への有効性について評価を行う．

- データサイエンス学
- メディアクリエーション・データデザイン演習

4.　まとめ

本学部において 2019 年 4 月より行われている学習者の創造性と主体性を促進するための新たな協調学習環境デザインと実証の取り組みについて述べた．

参考文献

(1) 美馬のゆり: "大学における新しい学習環境に基づいたプロジェクト学習のデザイン", 工学教育, 57(1), 45-50, 2009.
(2) 美馬のゆり: "学習の共同性および社会性を基軸にした学習環境デザイン研究", 電気通信大学, 博士論文, 2010.
(3) 美馬のゆり，山内裕平: "「未来の学び」をデザインする - 空間・活動・共同体 - 」", 東京大学出版, 2005.
(4) 林康弘，深町賢一，小松川浩: "ICT を活用した情報系科目における授業改善の取り組み", 私立大学情報教育協会 ICT 活用教育方法研究. 第 16 巻, 第 1 号, pp.19-23, 2010.
(5) 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", 私立大学情報教育協会 ICT 活用教育方法研究. 第 13 巻, 第 1 号, pp.22-25, 2013.
(6) 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, A2-2, pp.97-98, 2015.
(7) Elliot Aronson, Nancy Blaney, Cookie Stephan, Jev Sikes, Matthew Snapp: "The Jigsaw Classroom", Sage Publications, Inc., 1978.
(8) Elliot Aronson, Shelley Patonoe: "The Jigsaw Classroom: Building Cooperation in the Classroom (2nd Edition)", Longman Publisher, 1997.
(9) 東京大学大学発教育支援コンソーシアム推進機構（CoREF） 知識構成型ジグソー法: "http://coref.u-tokyo.ac.jp/newcoref/wp-content/uploads/2015/04/handbook_all.pdf", (2019-05-20).
(10) Zoom: “https://zoom.us/”
(11) Slack: “https://slack.com/”
(12) Google Drive: “https://drive.google.com/”
(13) Google Classroom: “https://www.classroom.google.com/”

SRL スキルの学習環境設計のための SRL のメタ認知の構造と困難性の検討

Structure and Difficulties of Metacognition of SRL for Designing a Learning Environment of SRL skills

森田 海[*1]，田中 孝治[*2]，池田 満[*1]
Kai MORITA[*1], Koji TANAKA[*2], 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] 金沢工業大学情報フロンティア学部
[*2]College of Informatics and Human Communication, Kanazawa Institute of Technology
Email: k-morita@jaist.ac.jp

あらまし：本研究では，SRL スキルの転移性に焦点を当てた学習支援のモデルを構成し，それを学習環境として実装することを目指している．本稿では，その最初のステップとして，SRL スキルの学習の認知プロセスに関する本研究での考え方として，メタ認知の構造と困難性を示したうえで，メンタリングによる認知負荷の軽減と，SRL プロセスの言語化による意識化と汎化を誘導するアプローチを説明する．
キーワード：自己調整学習，メタ認知，学習環境，メンタリング

1. はじめに

自ら学びを調整するスキルは自己調整学習スキル（SRL スキル）と呼ばれる．これまでに，SRL スキルを学習者に明示することで特定の科目における学習を支援しようという研究が積み上げられており，その結果として様々な科目において問題解決力の向上に効果があることが示されてきた．(1)．

本研究では，従来の研究では十分に捉えきれていなかった，SRL スキルの転移性に焦点をあてる．SRL スキルの習得には，特定科目の学習での SRL スキルの意識化から始めて，それを汎化し，他の科目へ適用するという経験の繰り返しが必要である．SRL スキルの意識化と汎化は学習者に大きな認知的負荷をもたらす．SRL スキルの明示化を特定科目の学習支援の手段とするアプローチでは，意識化を容易にする支援を中心とするべきで，汎化を意識させることは学習者に必要以上の負荷を与えることになる．これが，特定科目の問題解決スキルの向上を目指す教育と SRL スキルの転移性に焦点を当てた習得を目指す教育が両立しにくい理由と考えられる．

一方，SRL スキルの転移性に焦点を当てる場合，その習得に認知リソースを集中させるために，科目の学習の認知負荷を軽減するにはどうすればいいのか？，SRL スキルの意識化と汎化をどう促し，導けばよいのか？という問いに答える必要がある．

本研究では，その問いに答える学習支援のモデルを構成し，それを学習環境として実装することを目指している．本稿では，その最初のステップとして，SRL スキルの学習の認知プロセスに関する本研究での考え方を示したうえで，メンタリングによる認知負荷の軽減と，SRL プロセスの言語化による意識化・汎化の誘導というアイデアを説明する．

2. SRL スキル習得の困難性

メタ認知スキルは，SRL スキルを意識化し，汎化するための基本スキルである．ここでは，特定科目の学習から SRL スキルのメタ認知までの重層構造を同心円で表現したうえで，どこに，どのような学習の困難性があるのかについて考察する．

2.1 SRL スキルのメタ認知

メタ認知の基本構造(2)を図１に示す対象レベルのタスクとメタレベルのタスクからなる同心円で表現し，その間でのモニタリングを実線矢印，コントロールを点線矢印で示す．

SRL のメタ認知は，図２のように３重に重層した，一番外側の円で表現できる．一番内側の円は a 問題解決（英文読解のテストを解く）であり，それを対象

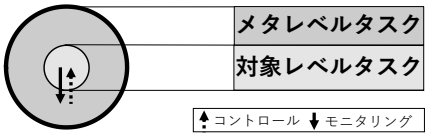


図１．メタ認知の基本構造

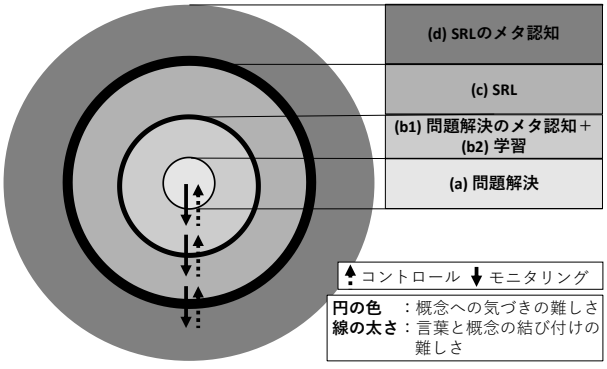


図２．メタ認知の重層構造

レベルとして，その外側の b1 問題解決のメタ認知，あるいは b2 学習がメタレベルになっている．その外側の円は a, b1, b2 の学習活動を対象レベルとするメタレベルの認知活動として SRL を表している．さらに SRL を対象レベルとしてモニタリング・コントロールするのが一番外側の SRL のメタ認知である．

以下では学習の想定シナリオに沿って図２をより具体的に説明する．(a)学習者が英文読解の問題を解いているときに，(b1)英文を正確に訳す時間はなさそうだと気づき（問題解決のモニタリング），大まかな意味を捉えることにし(コントロール)，(b2)この経験から，大意を掴んでから詳細を読み取る方法に気づく．(c)問題を解いた後の振り返りでは，(b2)で気づいた方法のトレーニングが不足していることを認識(学習のモニタリング)し，学習計画を改訂(コントロール)する（d）この経験から，新しい問題解決の方法に気がついたときには，それを適切に用いるための学習が学習計画に適切に含まれているかを確認し(SRL のモニタリング)，必要に応じて改善する(コントロール)．

2.2 SRL スキル習得の困難性

SRL スキルの意識化・汎化を促すためには，図 2 の一番外側の円で表される SRL のメタ認知を支援する必要がある．ここでは，何を支援するべきかを考えるために，図 2 を用いて SRL スキル習得の困難性を考察する．

A. 多重の認知的負荷：図 2 の円の面積は認知負荷の量を模式的に表している．中心の円の認知活動は問題解決の認知的負荷であり最も少ないが，最も外側の円の認知活動は，その内側のすべての円の認知活動を含み，認知負荷は大きくなり，学習の困難性が増すと考える．

B. 概念への気づきにくさ：中心の円は具体的な問題解決であるため意識しやすい(円の色：薄い灰色)が，外側になるほど暗黙性が高い事象に対する内省が必要になり意識しにくくなる(円の色：濃い灰色)．このことを図 2 では灰色の濃さで表現している．

C. 言語と概念の結び付けの難しさ：概念に気づかせてから言葉を与えるか，言葉を与えて概念の気づきを促すかは，対象の特性・学習目的・学習者の特性などによって教育的に調整するべきことである．中心の円の問題解決では多くの場合，言葉を与えて経験を通じて言葉と概念との結びつきの理解を促すことができる．しかし，外側であればあるほど，教える側と学ぶ側に共通の言葉がない．共通の言葉があったとしても，その言葉と概念を結びつけることが難しい場面が多い．図 2 の円と円の境界線の太さは，言葉と概念の結びつけの難度(太い方が難しい)を表している．

3. SRL スキル習得の困難性へのアプローチ

2.2 で述べた困難性を軽減する目的で，メンタリング課題を導入し，その課題解決(メンタリングプロセス）の支援を通じて SRL のメタ認知を促す学習環境の開発を目指している．メンタリング課題は，他者を適切な SRL に導くこと(他者の SRL プロセスをモニタし，コントロールする）が求められる．

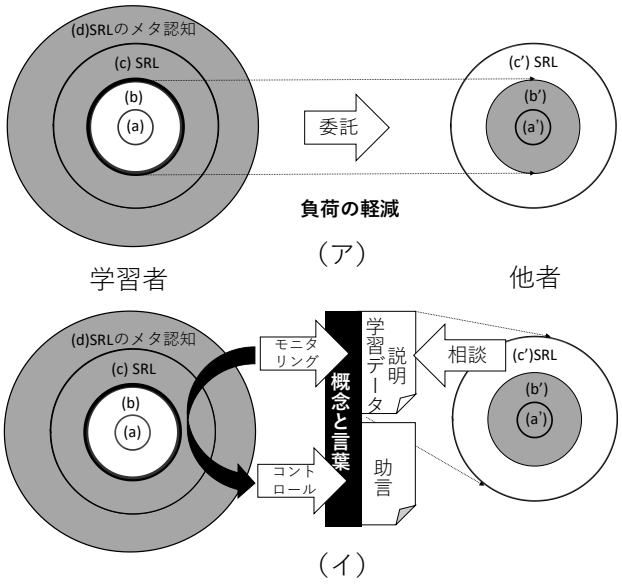


図 3. SRL スキル習得の困難性へのアプローチ

この課題では，他者が(a')問題解決，(b')問題解決のメタ認知と学習，(c')SRL を行ったときに生じた悩みの相談から，他者の SRL をモニタ(c)し，適切に導く(d)ように助言することが求められる．この課題設定によって，学習者を(a)(b)の認知的負荷から解放し(c)(d)に集中させる(困難性 A の解決)．図３（ア）は，学習者(a, b：白い内側２つの円）から他者(a') (b')へ認知負荷を委任したことを表している．

学習環境は，他者としての擬似メンティの振る舞いを，あらかじめ学習コンテンツとして用意された課題シナリオに基づいて適応的に学習者に提示する．このシナリオは，擬似メンティの学習状態を表すデータ・テキスト，SRL の状態認識を表す選択肢，他者への助言の選択肢，から成る．図３（イ）では，困難性 B・C を軽減するために，シナリオに含まれる学習データ・相談内容の説明・助言に SRL の構成概念とそれを表す言葉を組み入れることで，学習者の意識化と言葉と概念の結びつけによる汎化を促すことを示している．

4. 今後の展望

本稿では，SRL スキル習得の困難性へのアプローチを説明した．現在，教材として具体化・実装に向けて，大学生を対象に，どのような概念と言葉をどのようにシナリオに埋め込めばよいかについて調査を行っている．

謝辞

本研究の一部は，科学研究費助成事業 18H01050 の助成を受けた．

参考文献

(1) Chen, Pei Ying and Gwo Jen Hwang. "An IRS-facilitated collective issue-quest approach to enhancing students' learning achievement, self-regulation and collective efficacy in flipped classrooms." British Journal of Educational Technology (2018).
(2) Nelson, Thomas O and Nelson Narens. "Why investigate metacognition?" Metacognition: Knowing about Knowing. Ed. Janet Metcalfe and Arthur P Shimamura. London: The MIT Press, 1994. 1-25.

テキストカバー率の確率的拡張に基づく語彙テストのみからの個人化読解判定

江原 遥
Yo EHARA
静岡理工科大学情報学部
Department of Informatics, Shizuoka Institute of Technology
Email: ehara.yo@sist.ac.jp

あらまし： 応用言語学分野ではプレイスメントテストなどの目的で、学習者が所与の文書を十分に読解可能か判定する個人化読解判定が注目されており、文書中で学習者が知っている語の比率「テキストカバー率」が決定的な特徴量と示されている。この率の計算には学習者が単語を知っているかの識別器を用いる。従来は識別器が返す識別の信頼度を利用できなかった。本稿では、この信頼度を利用して当該判定を高精度に行う枠組みを提案する。

1 はじめに

語学学習者が理解可能なテキストを簡便に判定する方法として，語学教育や応用言語学分野で広く利用されている方法が，テキストカバー率の閾値を用いた方法である．この方法では，テキスト中の延べ語数に対する，語学学習者の知っている語（既知語）の延べ語数の比率（テキストカバー率 (lexical text coverage) がある閾値を超えているかどうかで判定する [3, 5, 1, 6, 8]．英文のテキストの場合，テキストの分野にも依存するが，テキスト中の 95%から 98%の語を知っていれば，十分な読解が得られる，とされている．直感的には，この結果は，テキストを十分理解するために，全ての語を知っている必要はなく，一部は文脈から推測可能であることを示している．

このように，テキストカバー率による読解判定法では，テキスト中の各語に対して，学習者がその後を知っているか（既知語か）否かを識別することが求められる．この識別には，数十分程度で回答可能な語彙テストが用いられる．個々の学習者に対し，テキスト中に現れる全ての語についてテストすることは現実的ではないので，語彙テストは 100 語程度の一部の語に対してのみ行われる．したがって，語彙テストに出てきていない語については，学習者にとって既知語かどうかは不確かである．従来法では，この不確かさを読解判定法の際に考慮することができなかった．

本稿では，学習者にとっての既知語の識別における不確かさを，読解判定法の際にも考慮する手法を提案する．提案手法はテキストカバー率を確率変数とみなす自然な拡張になっているため，数多くの既存研究で実証されてきた読解に必要なテキストカバー率の閾値をそのまま用いることが可能なことが，提案手法の利点である．実際に読解力テスト結果データを用いた予測実験において，提案手法の精度の優位性を確認した．

2 定式化

テキスト $\mathcal{T}$ を考えよう．テキスト中に I 種類の語があり，その語彙集合を $\{v_1, \ldots, v_I\}$ とする．また，学習者は J 人いるとし，学習者の集合を $\{l_1, \ldots, l_J\}$ とする．また，テキスト $\mathcal{T}$ 中の語 v_i の頻度を $n(v_i)$ で表す事にする．すると，テキスト $\mathcal{T}$ の延べ語数は，$|\mathcal{T}| = \sum_{i=1}^{I} n(v_i)$ と書ける．また，y_{ij} を，語 v_i を学習者 l_j が知っている時は 1，知らない時は 0 を取るとしよう．すると，「テキスト $\mathcal{T}$ 中で学習者 j が知っている語」の延べ語数は，$\sum_{i=1}^{I} y_{ij} n(v_i)$ と書ける．すると，テキスト $\mathcal{T}$ の学習者 l_j のテキストカバー率 $TC_{\mathcal{T},j}$ は，次のように書くことができる．

$$TC_{\mathcal{T},j} = \frac{\sum_{i=1}^{I} y_{ij} n(v_i)}{|\mathcal{T}|} = \sum_{i=1}^{I} y_{ij} \frac{n(v_i)}{|\mathcal{T}|} \qquad (1)$$

従来法では，テキストカバー率の閾値 τ に対し，$TC_{\mathcal{T},j} \geq \tau$ の時，学習者 l_j は $\mathcal{T}$ を十分に読解できる，と判定する．τ は 0.95 から 0.98 の値をとる．

さて，従来法では，$y_{ij} \in \{0, 1\}$ は，単なる二値変数であり，学習者 l_j が語 v_i を知っているかの識別が不確かさを考慮することができなかった．

ここで，y_{ij} を単なる変数ではなく，確率変数としてみてみよう．ただし，$\{y_{ij} | i \in \{1, \ldots, I\}, j \in \{1, \ldots, J\}\}$ は互いに独立と仮定する．また，$y_{ij} = 1$ となる確率を，$P(y_{ij} = 1)$ で表す．

さて，確率変数の定数倍や確率変数同士の和も確率変数である．ここで，テキストカバー率の定義である式 1 をよくみると，これは，まさに，確率変数 y_{ij} 同士の和と定数倍 $\frac{n(v_i)}{|\mathcal{T}|}$ からなっていることがわかるので，テキストカバー率も確率変数となる．「テキストカバー率が閾値 τ を超える確率」は，次のように書ける．直感的には，この確率は「テキストカバー率が閾値を超える」こと自体がどれぐらい不確かな現象であるかを示している．

$$P(TC_{\mathcal{T},j} \geq \tau) = P\left(\sum_{i=1}^{I} y_{ij} n(v_i) \geq |\mathcal{T}|\tau\right) \qquad (2)$$

式 2 による定式化は，従来法を特殊ケースとして含む自然な拡張となっている．実際，$\forall i$ について $P(y_{ij} = 1) \in \{0, 1\}$ と限定した場合が，識別の不確かさを考慮しない従来法に対応している．

では，具体的に「テキストカバー率が閾値 τ を超える確率」はどのように計算すればよいのだろうか？式 2 の右辺をみると，すぐに思いつく方法としては，I 個の 2 値確率変数の列 $\{y_{1j}, \ldots, y_{Ij}\}$ が取り得る全ての組み合わせを列挙し，式 2 の右側の括弧内に書かれた条件を満たす組み合わせの確率をすべて足し込む方法が考えられる．しかし，この方法は，2^I 通りの組み合わせを列挙することになるため，計算量は $O(2^I)$ であり，組み合わせ爆発を起こす問題があるため非現実的である．

式 2 の確率を効率的に計算するアルゴリズムを Algorithm 1 に提案する．簡単のため，$n_i = n(v_i)$ とし，集合 $\{n_1, \ldots, n_I\}$ の部分和を単に「部分和」と呼ぶ．提案アルゴリズムは，ProbTCsurpass と SubsetSumP からなり，前者は閾値 τ に対してテキストカバー率 $\geq \tau$ となる確率を返す．前者の中で，部分和が閾値以上という条件を，「部分和が N と等しい」という条件に分解し，各条件を満たす確率を返す関数 $SubsetSumP(i, N)$ を繰り返し呼び出している．部分和が，ある整数 $N \geq 0$ と等しい確率を求める問題は**部分和問題**と呼ばれる問題と類似している．部分和問題は **NP 完全問題**であることがわかっているが，動的計画法による実用的なアルゴリズムが知られており [2]，Algorithm 1 でもこの考え方を用いている．

SubsetSumP の計算量は $O(I|\mathcal{T}|)$ となる．これを $(1.0 - \tau)|\mathcal{T}|$ 回呼び出すので，Algorithm 1 の全体の計算量は $O(I|\mathcal{T}|^2(1.0 - \tau))$ となる．

Algorithm 1 ProbTCSurpass: テキストカバー率が閾値 τ を超える確率を計算するアルゴリズム．

入力: n_i:語 v_i の $\mathcal{T}$ における頻度，p_i:学習者 l_j が v_i を知っている確率，τ:テキストカバー率の閾値, $|\mathcal{T}|$:テキスト $\mathcal{T}$ の延べ語数, I:語彙サイズ
出力: $p_{\mathrm{TCsurpass}}$:テキストカバー率が τ を超える確率

```
function ProbTCSurpass(τ)
    p ← 0
    for N = ⌈|T|τ⌉ to |T| do
        p ← p + SubsetSumP(I, N)
    end for
    return p
end function
function SubsetSumP(i, N)
    if i ≤ 0 then
        if n = 0 then
            return 1
        else
            return 0
        end if
    end if
    if N ≥ n_{i−1} then
        return p_{i−1} ∗ SubsetSumP(i − 1, N − n_{i−1})
                +(1.0 − p_{i−1}) ∗ SubsetSumP(i − 1, N)
    else
        return (1.0 − p_i) ∗ SubsetSumP(i − 1, N)
    end if
end function
```

3　実験

実験のため，国内のクラウドソーシング Lancers 上で，100 名の被験者に，単語テストの後，読解問題に回答させることで，データセットを作成した．単語テストとしては，英語の語彙サイズ計測の目的で標準的なテストである Vocabulary Size Test (VST) A[7] を用いた．読解問題は，**Laufer** と **Short** を用いた．前者は，既存研究文献[4] の付録に収録されている問題で，イスラエルの大学の入学試験問題の公開部分をもとにしている．テキストは延べ 380 語で，4 択の選択問題 5 問が付随する．後者は，前者と同じ公開部分のうち，提示された短文の言い換えとしてふさわしい問題を選択する短文読解問題である．学習者が正答するためには，提示されたテキストと各設問の問題文の両方が読めなければならない．そこで，提示されたテキストの読解できる確率と各設問の問題文が読解できる確率の積を，各学習者が各設問に正答する確率として用いた．既存手法では読解できる/できないの 2 値が出力され，提案手法では読解できる確率（テキストカバー率が閾値を超える確率）が出力される．2 値出力と確率値出力の精度は，Mean Average Precision を用いて評価する事により比較可能であることが情報検索などの分野で知られており，本研究でもこの評価指標を用いた．この評価手法は，各手法を用いて，各学習者が読めそうな順に各設問を並べた時のランキングの精度を計測し，学習者全体について精度の平均をとったものである．ランキングの精度は，実際に学習者が読解に成功した（＝正答した）設問とランキングが完全に一致していれば 1.0 となる．1.0 となるランキングの逆順のランキングに対しては，ランキングの精度は 0.0 となる．

語彙テストの回答データは共通の試験[7] を用いた．この試験では，British National Corpus [?] 中の頻度の降順に各語を並べ，順位を 1,000 語単位の段階に区切り，同じ段階の難度を同程度とみなし，20,000 語までの 20 段階について各段階から 5 語を抽出し，4 択の選択式問題 100 問からなる．既知語かどうかの識別手法は **VST**, **LR**, **NN** の 3 種を比較した．**VST** は，既存手法[7] であり，正解数を単純に 20 倍して学習者の語彙量とし，学習者は BNC の頻度リスト順に語を知っているという仮定に基づき，BNC の頻度降順で語彙量までを既知語と識別する手法である．**LR**, **NN** は，それぞれ，ロジスティック回帰とニューラルネットを用いた確率的識別器である．**H-**を付けた読解成功判別手法は，確率的識別器を用いる際に，確率が 0.5 以上であれば，既知語，そうでなければ既知語ではない，というように二値化した後，テキストカバー率を計算する手法である．**A-**を付けた読解成功判別手法は，確率的識別器を用いる際に，単語頻度を確率値で重みづけした平均値を，テキストカバー率として用いる手法である．**H-**を付けた読解成功判別手法が提案手法であり，式 2 と Algorithm 1 を用いて，既知語の識別の不確かさを考慮しながら，直接テキストカバー率が閾値を超える確率を求める手法である．

表 1 に結果を示す．提案手法は，既存手法を 10 ポイント以上上回っていることが分かる．

表 1: 読解力試験に対する MAP スコア．$\tau = 0.98$.

	手法	Laufer	Short
既存手法	VST	0.4880	0.5437
	H-LR	0.5797	0.5304
	H-NN	0.5810	0.5393
	H-LR+GLOVE	0.5113	0.5613
	H-NN+GLOVE	0.5250	0.5631
平均法	A-LR	0.4880	0.4885
	A-NN	0.4880	0.4885
	A-LR+GLOVE	0.4880	0.4885
	A-NN+GLOVE	0.4880	0.4885
提案手法	UA-LR	**0.6314**	0.6533
	UA-NN	0.6172	0.6533
	UA-LR+GLOVE	0.6305	**0.6743**
	UA-NN+GLOVE	0.6159	0.6524

4　おわりに・謝辞

本稿では，テキストカバー率から学習者が読解に成功するかを判定する方法を一般化し，精度向上を確認した．この研究は，JST 戦略的創造研究推進事業（ACT-I, JPMJPR18U8）の支援を受けた．

参考文献

(1) David Hirsh and Paul Nation. What vocabulary size is needed to read unsimplified texts for pleasure? *Reading in a foreign language*, Vol. 8, pp. 689–689, 1992.
(2) Jon Kleinberg and Eva Tardos. *Algorithm design*. Pearson Education India, 2006.
(3) Batia Laufer. What percentage of text-lexis is essential for comprehension. *Special language: From humans thinking to thinking machines*, Vol. 316323, , 1989.
(4) Batia Laufer and Geke C Ravenhorst-Kalovski. Lexical threshold revisited: Lexical text coverage, learners' vocabulary size and reading comprehension. *Reading in a foreign language*, Vol. 22, No. 1, pp. 15–30, 2010.
(5) Paul Nation. *Teaching and Learning Vocabulary*. Heinle and Heinle, Boston, MA, 1990.
(6) Paul Nation. How large a vocabulary is needed for reading and listening? Vol. 63, No. 1, pp. 59–82, 2006.
(7) Paul Nation and David Beglar. A vocabulary size test. Vol. 31, No. 7, pp. 9–13, 2007.
(8) Norbert Schmitt, Tom Cobb, Marlise Horst, and Diane Schmitt. How much vocabulary is needed to use english? replication of van zeeland schmitt (2012), nation (2006) and cobb (2007). *Language Teaching*, Vol. 50, No. 2, p. 212226, 2017.

大学初修中国語教育のためのモバイル学習アプリ「Wave 中国語游」と「小游」 -開発・運用，発展への課題-

Mobile Learning App「Wave Chinese “You”」and「Little You」for University Liberal Arts Beginners Chinese Language —Development, Operation and Development Issues—

湯山トミ子[*1]，篠塚麻衣子[*1]
Tomiko YUYAMA[*1], Maiko SHINOZUKA[*1]
[*1] 首都大学東京人文科学研究科
[*1] Tokyo Metropolitan University Graduate School of Humanities and Sciences

Email: cby51240@pop01.odn.ne.jp

あらまし：ICT の発達は，外国語学習に革命的な変化をもたらした．特に，近年，急速に普及するモバイル端末は，コミュニケーション活動の拡充，簡便な多言語環境へのアクセスにより，新たな外国語教育の創出を促している．本稿では，大学初修中国語教育に導入したモバイルアプリ「Wave 中国語“游”」と「小游」の開発，運用事例により，モバイル学習の教育活用とその為のシステム課題について考察する．
キーワード：中国語，モバイルアプリ，マイクロラーニング，「Wave 中国語“游”」，「小游」

1. はじめに

大学初修外国語教育は，制度成立以来，少ない授業時間と高い到達目標，多人数クラスでのコミュニケーション教育など，負荷の高い課題に成果を求められてきた．ICT の発達は，学習状況の可視化，「学び」の教育の創出等，学習の進化，発展を効果的に補助してきた．更に，モバイル端末の普及は，簡便にアクセスできる多言語環境を提供し，新たな外国語学習の創造を可能としている．本稿は，筆者らの開発するモバイルアプリ「Wave 中国語游」，「小游」（想隆社（株）「まなぼっと」，2017）の事例を基に大学初修外国語教育におけるモバイル学習の活用とこれに呼応するシステム開発課題について考察する．

2. 中国語教育システム“游”と教育実践

効果的な外国語の習得には一定の構造的知識の蓄積が欠かせない．限られた授業サイクル（予習・授業・復習）の中で，いかに学習者が自らの input・intake・output を実現できるかは重要な基本課題である．報告者は，2006 年より，日本語母語話者の効率的，効果的な中国語学習，並びに“学び”の教育を実現する為，日本語中国語の言語学的特徴，既習外国語英語による干渉に着目した言語理論，学習理論に基く学習法とこれを反映する e-Learning システム PC 版“游”を開発し[(1)]，モバイル版，SNS との連係，複合利用へと展開している[(2)]．

3．「Wave 中国語“游”」（2016～）

3.1「Wave 中国語“游”」の特徴

「Wave 中国語“游”」（Google play,Apple store で無料ダウンロード） は，PC 版“游”に準拠する予習復習用コンテンツで，発音と文法の二部構成をとる．非声調言語を母語とする日本人学習者に負荷の高い声調学習の自動化学習[(3)]とその視覚化，声調判定，文法学習と音声学習の連携という基本軸を継承しつつ，小型化による質的改編を特徴とする．具体的には，PC 版（図 1）と異なり一覧化の難しい画面枠によるコンテンツの細目化に呼応するフォーカス練習と詳細解説(図 2)，ダウンロード容量と時間を軽減する為の静止画像の活用，母語日本語の発音干渉，既習英文法との比較，誤答傾向への対策等を組入れた攻略型学習法による構築を特徴とする．

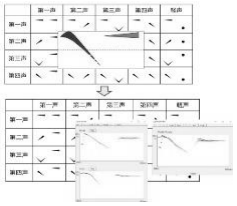


図 1 PC 版声調自動化練習
模範音声と同期するカラオケ型遷移矢印と模範音声と学習者の声調波形(分離と複合表示)

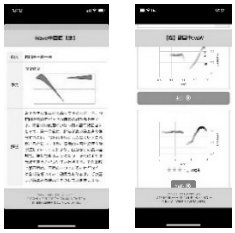


図 2 モバイル版
細目化と詳細解説
模範音声と学習者の声調波形(分離)

3.2 目下の課題

学習者はいつでもどこでも簡便に授業コンテンツの要件を学習できるが，現在，学習者の特定，学習状況の可視化，学習履歴の蓄積，活用はできない．一般ユーザと特定学習者を分けて登録するPC版“游”方式を導入すれば，双方向性を拡充する基盤の構築が可能となる．

4　宅配式クイズアプリ「小游」(2018～)

4.1「小游」の特徴

「小游」は，LINEの友達機能を利用し，授業内容と同期して，週5日定時に，擬人化したゆるキャラパンダ(図 3)が友達口調で出題，正誤判定，解説する問答型クイズ5題を，個人宛に送信する双方向性アプリである．学習者は送信されるクイズに回答する形で,授業の進行と同期して発音と文法を復習し，正誤判定と解説(出題意図と正誤の理由，関連情報)を得ることができる（図 4，図 5)．学習者はスクロールして回答記録を閲覧でき，教師はエクセルデータにより個人と全体の学習状況を認知し，教育に反映できる．学習者自身がアクセスせずとも自動送信される受身型の学習スタイル，問題ごとに提示される詳細な解説，24時以前に随時回答できる利点，リピート練習可能な聴き取り問題等について，学習者から評価されている．特に，モバイル端末による自由学習では，個々の学習者の学習状況の認知が難しい点を補完する利点がある．


図3 出題者のゆるキャラ小游


図4 聴き取り　友達口調による詳細な解説


図5 詳細文法解説

4.2 目下の課題

学習者自身による出題数，出題時間の選択の要望等の実現，現在準備中の誤答頻度による出題が課題となる．学習者の音声判定は未実現である．

5．モバイルアプリによる学習支援の可能性と課題

5.1　現段階の運用の特徴(PC･モバイルの複合利用)

開発後の数度の使用者アンケート（2018.7～2019.1参考文献(1)参照）によれば，現段階では，PC 版，モバイル版それぞれの単独利用と複合利用が併存している．PC版は見やすい画面，精度の高い学習機能，モバイル版は短時間の隙間学習が可能な簡便性等が利点と見なされている．今後，技術的な進化により，現在モバイル版では限定される機能も発展し，PC 版に接近することが予想できるが，過渡期の現在，PC，モバイルのより良い活用の為に，それぞれのツールの特徴に基く教育内容の進化が求められる．特に，開発歴の浅いモバイル版は小型化，軽量化という新形態に基づく固有の教育内容の設計が求められる．

5.2 モバイル活用の可能性と課題

モバイルの普及，SNSの隆盛は，日常的なコミュニケーション活動を拡充するとともに，簡便さ，小型化を求める志向,価値観を増し,短時間に効率的,効果的に行える学習への要望は強い．しかし，学習者が任意に利用できるモバイル学習は，必ずしも最適な学習成果を生み出せるとは限らない．教育制度に導入する場合，断片的な学習活動を構造的な学習活動に結実する教育内容とシステム機能，仕組みが求められる．小型化，軽量化という形態論的特徴を活かせる確かな言語教育論に根差した教育設計と，これに呼応し，効果的に実現できる機能の開発，進化が問われている．外国語学習に重要な音声学習の精度化（音色の判定，矯正)，文作成の自動添削等，双方向性をもつ学習支援は，モバイル学習をより精度の高い構造的学習活動に発展させる為に，今後更なる研究展開が求められる重要かつ基本的な課題と言えよう．

＊本稿は,科学研究費補助金2016 年度基盤研究(C)課題番号16K01128 による研究成果の一部である．

参考文献

(1) PC版“游” http://chinese-you.net.com，現代GP「進化する教養教育と国際化新人材に育成:基礎力活用による中国語コミュニケション能力育成展開プラン“游”」による制作，2006～開発，2007～運用.
(2) 湯山トミ子，篠塚麻衣子，武田紀子:“モバイル，SNS普及時代の初修外国語教育の考察－『Wave 中国語 “游”』『小游』の開発と教訓－” Computer & Education, Vol.46, pp.52-57（2019）.
(3) 関与負荷仮設（Laufer and Hulstijn 2001），自動化論の基本理論となる音韻ループ（Baddeley2000）参照.

ICT とマンガケースを利用した統計教育

Statistics education with ICT and Manga Case Method

高橋　聡[*1]，吉川　厚[*2]
Satoshi TAKAHASHI[*1], Atsushi YOSHIKAWA[*2]
[*1] 関東学院大学
[*1]Kanto Gakuin University
[*2] 東京工業大学
[*2]Tokyo Institute of Technology
Email: satotaka@kanto-gakuin.ac.jp

あらまし：本論では，統計を題材としたマンガケースの学習効果を高めるために，ビジュアル化ツールを利用した授業設計を行い，その実践結果を報告する．統計の初学者は，“何のために統計量を計算し，それをどのように使用するのか”を学ぶ前に，統計量そのものの計算で躓いてしまう場合が多くある．そこで，統計量の使い方を学ばせる前に，ビジュアル化ツールを用いて，統計量を視覚的に理解，利用させる授業設計を行った．

キーワード：ICT, Manga Case Method, Statistics education

1. はじめに

統計的思考を適切に使用するには，データを分析する際の目的とそれに即した判断基準が必要となる（西仲, 2011）．現実世界では，目的と判断基準は与えられるものではなく，自身で適切なものを設定する必要がある．目的と判断基準を自ら設定できるようになるには，主体的な学びの中で統計の使い方を学ばなければならない．

これに対して，高橋らは統計的思考を育成するためのマンガケース教材を開発した（高橋, 2018）．マンガケース教材とは，主体的な学びを引き起こすことを目的とした教材である．

先行研究で題材とした問題は,「二つの中学校のハンドボール投げの記録を以下に示す．どちらの記録がよいかをその理由とともに答えよ．解答は考えられるパターンをすべて書くこと」というものであった．この問題での課題は，二つの中学校のデータ数がそれぞれ 30 および 60 と多く，標準偏差や分散を手計算で出すことや，階級幅を変更した複数の度数分布表を描くことが困難な点にある．このため，簡単に計算ができる平均値を根拠とした結論が選択される傾向にあった．

そこで，本論文ではビジュアル化ツールを利用することで，統計量の計算およびグラフ描画の負担を軽減し，学習者が様々な情報を根拠として利用しやすい環境を構築する．そのうえで，統計の初学者を対象としたマンガケース教材の実験を行い，ビジュアル化ツールの効果を確認することを目的とする．

2. 教材設計

本問題のポイントは，出題の中に目的が与えられていない点と基準の取り方によって A 中学と B 中学の良し悪しが入れ替わってしまう点である．

“*例えば，平均値で比較した場合，A 中学は 19.67，B 中学は 19.65 であり，A 中学校が優る．一方で，最大値で比較した場合，A 中学は 27，B 中学は 28 であり，B 中学校が優る．そのほかにも様々な比較方法が考えられるが，それぞれで A 中と B 中が優るように数値が調整されて問題設計がされている．*”（高橋, 2018）

マンガケース教材では，同一の課題を中学校の授業で実施したシーンを描いている．作中の生徒は，グループ作業を通して，課題解決に取り組む．本教材では，学習者にこれらのやりとりを読み解かせるなかで，様々な観点での目標や基準の可能性に気づかせることを目的としている．

3. 実験設計

コミュニケーションを専攻する学部二年生 33 人を実験協力者として，授業内において，評価実験を行った．実験手順を表 1 に示す．なお，実験協力者の統計知識が一定以上であることを担保するために，事前に基礎的な統計知識を解説している．

まず，開発したビジュアル化ツールを利用して個人でワークシートに書き込みながら解答させる．そして，その結論を個人で発表する．さらに，マンガケース教材を読みながら，ビジュアル化ツールを利用して，解答結果を再考する．そして，グループディスカッションを行い，意見交換をさせる．最後にグループ毎に結論を発表させる．

ビジュアル化ツールは Microsoft Excel をベースとして開発した. ユーザーが統計量やグラフを選択し，作成ボタンを押すことでそれが表示されるという機能を実装した．選択できる統計量およびグラフを表 2 に示す．統計量およびグラフは A 中学校と B 中学校に対応したものが選択可能である．また，グラフは階級幅を 1 から 5 まで 1 きざみで選択可能である．

表 1　実験手順

No.	項目	時間
1	【プレテスト】ビジュアル化ツールを利用して，個人で解答する	30 分
2	個人で発表	10 分
3	【ポストテスト】マンガケース教材を読みながら，ビジュアル化ツールを利用して個人で解答	30 分
4	グループディスカッション	10 分
5	グループで発表	10 分

表 2　ビジュアル化ツール機能

No.	統計量	グラフ
1	平均値	度数分布表
2	中央値	相対度数分布表
3	最頻値	累積度数分布表
4	分散	累積相対度数分布表
5	標準偏差	
6	最小値	
7	第 1 四分位	
8	第 2 四分位	
9	第 3 四分位	
10	最大値	

4.　実験結果

プレテストで得られた解答の有効回答数は 25 個であった．解答例を以下に示す．

“相対度数グラフは B の方が（最頻値の 18 以降の記録が）少ないから”，“相対度数分布，階級幅 3 のグラフから A の方が相対度数が高い．B の方がばらつきが大きい．最頻値から A の方が 23 で B の方が 18 なので，A の方が良いとわかった．”

根拠となった統計量およびグラフの数を図に示す．数値のみを根拠として使用した解答は 10(40%)であり，グラフのみを根拠として使用した解答は 3(12%)であり，その両者を根拠としていた解答は 12(48%)であった．

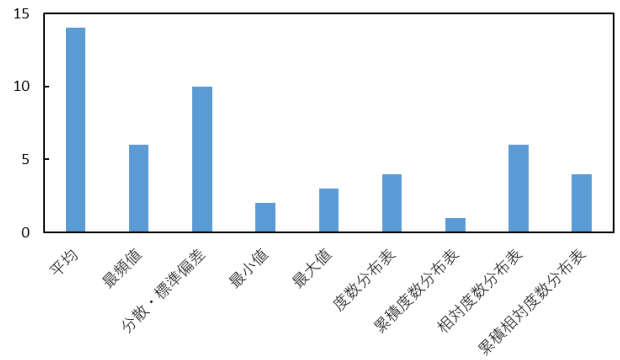


図 1　根拠となった統計量およびグラフ

ポストテストで得られた解答例を以下に示す．

“A の方が入賞者の割合が多い．B の方が最高記録を出したが，A の方が人数が少ないのに，高記録を出した人の割合が高い”，“A は人数が少ないけど，好記録が多い．入賞者が多いため．”

ポストテストでは，マンガで描かれた解答をそのままなぞるような解答が多く確認された．

5.　考察

（高橋, 2018）では，ビジュアル化ツールを利用せずに解答をさせた．その際には，平均値を根拠とした回答が 60%以上を占め，分散・標準偏差を根拠とした解答は 3%程度であった．一方で，実験では平均値を根拠とした解答は 14(56%)と同程度であったが，分散・標準偏差を根拠とした解答は 10(40%)と大幅に増えた．また，グラフを根拠とした 15(60%)とあることから，多くの学習者がグラフを利用していることがわかる．以上のことから，ビジュアル化ツールを利用することで，視覚的情報（グラフ）を利用しながら全体のばらつきにも着目した考察が行えるようになったことがわかる．

一方で，ポストテストでは，マンガで描かれた解答をそのままなぞるような解答が多く確認された．これはいかにツールを使って回答を出そうとも，自分で導いた解答に自信がないことの表れだと考えられる．なお，マンガに描かれた解答自体にも多くの欠点があり，それを踏まえて自分なりの解答へ広げることがそもそものマンガケース教材の狙いである．

先行研究では目的を定めてそれに合わせた基準を設定し，そのうえで対応した統計手法を選択するという手順の解説を途中で行っている．本実験でもこのような解説をしているが，目的や基準を明確に定めることが十分出来ていないので，マンガの解答に流されるままになってしまったと考えられる．

6.　おわりに

本論では，統計的思考を教育するマンガケース教材とビジュアル化ツールを用いて，ビジュアル化ツールの効果を確認することを目的として実験を行った．その結果，統計初学者は，ビジュアル化ツールを利用することでデータの全体的な情報を根拠に考えられるようになること，一方で目的と基準が曖昧であり表面上筋が通った話に簡単に誘導されてしまう傾向にあることがわかった．今後は，どのようにして目的と基準に対する考え方を教育すれば，この傾向が改善されるかを検証する．

参考文献

(1). 西仲則博，吉川厚:”中学校教育における統計的思考力を育む授業実践 (< 特集> 科学教育における統計的思考力育成のための理論と実践)”，科学教育研究, Vol. 35, No.2, pp.153-166 (2011)

(2). 高橋聡, 西仲 則博, 折田 明子, 吉川 厚, 多様な観点の発現を促す統計学習マンガケース教材の提案，日本科学教育学会第 42 回年会論文集, p.1-4, (2018)

AR 技術を利用した幼児に対する食育の試み

Food education for Children Using AR Technology

野口 聡子[*1]，小田 まり子[*2]
Satoko NOGUCHI[*1], Mariko ODA[*2]
[*1] 龍谷大学短期大学部
[*1]Ryukoku University Junior College
[*2] 羽衣国際大学
[*2]Hagoromo University of International studies
Email: snoguchi@human.ryukoku.ac.jp

あらまし：近年食育推進がうたわれ，人間形成に「食」が大きく関わっていることが認識されるようになった．2003 年に栄養士や管理栄養士が集まり，ボランティアグループ「京都食育キャラバン隊」を結成し，保育園(所)・幼稚園，京都市立の小学校で食育ボランティア活動を行ってきた．従来は，たべものカートなどの 2 次元の媒体を用いて食育指導をしてきた．この活動により，園児らの食生活において偏食の改善などが見られたが，良い食習慣を身に着けるためには，保育士，栄養士，保護者との連携・協力した食育指導が重要である．本研究では，パソコンに接続されたカメラから食べ物カードを読み込むことにより，３次元 CG が画面上に現れ，カードにある食べ物の栄養学的な役割を学ぶカードと食材を学ぶカードを開発した．これは，「おひさまパワーのたべものカード」に AR（Augmented Reality：仮想現実）を応用したものであり，AR 食育カードで遊びながらバランスよく食べることの重要さを学ぶことができる本 AR 食育カードに対する保育園の栄養士や保育士らの意見をふまえ，試作した AR 食育カードを用いた食育指導の可能性について考察する．

キーワード：食育，保育教育，小学校教育，AR 技術

1. はじめに

国民が健全な心身を培い，豊かな人間性をはぐくむための食育を推進し，子どもたちの健全な食生活の実現と豊かな人間形成を図るため，学校における食育を推進することが重要視されるようになった．近年「食育白書」において，我が国の発展のためには，子どもたちの健全な心と身体を培い，未来や国際社会に向かってはばたくことが出来るようにするとともに，全ての国民が心身健康を確保し，生涯にわたって生き生きと暮らすことができるようにすることが大切である[1)]とうたっている．

2. 京都食育キャラバン隊による従来の活動

京都食育キャラバン隊は，「おひさまパワーを浴びたものを食べると元気な体になれる」をキャッチフレーズに，地域の保育園(所)，幼稚園を中心に訪問し，オリジナルの劇やペープサートで食育活動を行ってきた．京都食育キャラバン隊では，幼児に「食べることの大切さ」を伝え，正しい食習慣を身につけることを目標に活動してきた．「自分の健康の為には，どんな物を食べることが大切かを自分自身で考え選ぶことができる子ども」へと成長することで生活習慣病の予防となる．また，食べることに関心を持たない，生の食材を見たことがない，食材にはもともと命があるということを知らない子どもが増えていること，幼児に栄養ドリンクを飲ませる親もいると知り，栄養素の事や食べ方よりも先ずは，「食べることの大切さ(食べものには命があること)」を感じてもらうことが重要と考えた．その上で，幼児期から正しい生活習慣，特に食習慣を身につけて，自分で健康管理でき，習慣とできることによって自分の健康との関わりを理解できる．

2.1 食育活動内容

保育園(所)・幼稚園への訪問活動では，2 回の訪問を基本とし，1 回目は「食べることの大切さ」をテーマに「米や野菜，肉，魚等，おひさまの光を浴びた食べ物，つまりおひさまパワーいっぱいの食べ物を食べることで元気で丈夫な身体をつくることができる」という内容のペープサート劇で実演した．「栄養素」や「たんぱく質」という言葉は使わず，「『おひさまパワー』 いっぱいの食べ物を食べると，体の中に『元気のもと』 がいっぱいできる」と話した．約 1 ヵ月後に 2 回目に訪問し「バランスよく食べることの大切さ」を「おひさまパワーのたべものカード」を使って，「食品を船体と船室，煙突の三つのグループに分け，それぞれのグループの食べ物を揃えると船の形が完成し動く(図 1)．それぞれのグループの食べ物を食べると元気に遊ぶことのできる身体になれる．」と説明した．



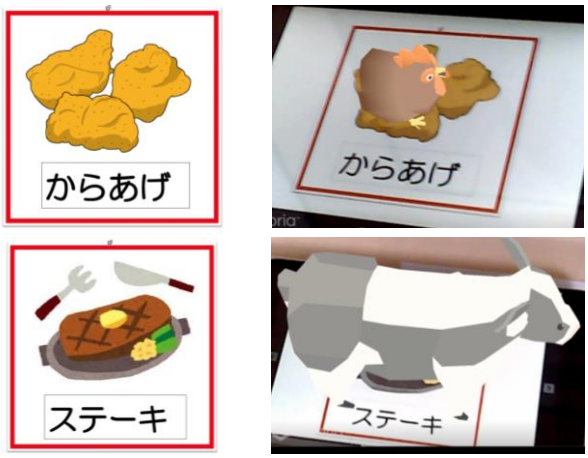
図 1　おひさまパワーのたべものカード教材

無作為抽出した 12 園(所)に通園する 3,4,5 歳児クラス 712 名の保護者および保育士等に同意書を取り，質問紙によるアンケート調査を実施した．食・栄養教育前と比較すると「野菜を食べるようになった」や「食べ物の話をするようになった」などの改善が見られる結果を報告した[2]．また保育園(所)・幼稚園の保育士等の従事者については，「従事者の食・栄養教育に対する認識が深まった」や「時間設定した食・栄養教育がより子どもの食生活の改善に繋がることがよくわかった」などの意見であった．幼児に食・栄養教育を行うことで，食生活の改善を促し，従事者の意識を深めることが示唆された．乳幼児期からの正しい食生活形成のため園(所)と協働し，栄養士未配置園への支援を実施するためにも，栄養士中心の食育活動が今後ますます重要になると考えた．園児らの食生活の偏食などの改善が見られた我々の食育活動を紹介された[3]が，偏食や好き嫌いをする，毎日朝食を食べていない，という食育の効果が得られない結果もあった．2 回の訪問だけで食育の効果が継続できるわけではなく，保育士，栄養士，親，地域などのいろいろな立場からの連続した働きかけが重要であると考え，AR 技術を利用し，食育指導に応用することを試みた．

3.　食育 AR カードの試作

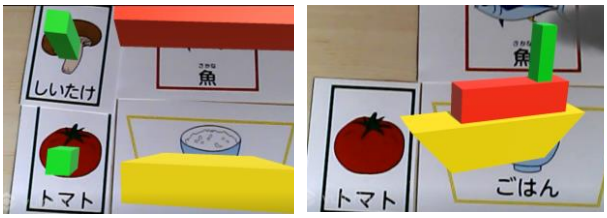
我々は，3 次元ゲーム開発エンジン Unity と AR(拡張現実 Augmented Reality) ライブラリの Vuforia を利用して，パソコンに接続されたカメラから AR 食育カードを読み込むことにより，3 次元 CG が画面上に表示される 2 種類の食育 AR 教材ソフトウエアを開発した．

食材学習 AR カードは，図 2（左図）のようなカードを読み込むと，3 次元 CG が画面上に現れ，食材を学ぶことができる AR 教材である．これにより，例えば，ヨーグルト，牛乳，チーズ，ステーキの原材料はともに牛であることを学習できる．



（左図：AR カード，右図：3 次元 CG 表示画面）
図 2　食材学習 AR カード教材

また，図 3 のようにカードにある食べ物の栄養学的な役割を学ぶ AR 栄養素カードを開発した．「おひさまパワーのたべものカード」では，食品を「船体」と「船室」「煙突」の三つのグループに例えている．本研究で開発した AR 栄養素カードは，「食べ物カード」の指導方法を採用しており，図 3 のようにバランスの良い食べ物カードを組み合わせてカメラから読み込むと画面上に船が現れ，汽笛がなるようにした．各グループの食べ物を揃えると船の形が完成し動くことにより，バランスよく食べることの重要さを学ぶことができる．また，赤，緑，黄色の CG に触れることにより，各栄養素の役割について説明する文章が音声で流れてくる．従って，食育の専門家ではない保育士や保護者でも AR 食育カード教材を用いることで，わかりやすく園児たちに食育指導が行えると考える．



左：栄養素表示　右：バランスの良い食事例
図 3 栄養素学習 AR カード教材

本研究で試作した AR 食育教材を試験的に稲荷こども園で利用してもらい，保育士，栄養士が AR 食育カードを用いた食育指導を行った．保育士からは，園児たちが興味をもち，様々な学習に応用ができるかの意見を聞く機会ができたので報告する．

4.　おわりに

現在の食育活動は保育園(所)・幼稚園とともに小学校まで広げている．今後は 2 次元の食育媒体[4]を AR 技術による 3 次元表示に加え，音声による説明もつける．これにより，栄養士のみならず保育士も食育に関わり，継続的に園で食育指導を実施できることを期待している．最終的に，AR 食育カードを用いた場合と従来の 2 次元紙媒体食育指導の場合を比較し、両者の学習効果の違いについて検証したい．

参考文献

(1) 農林水産省，平成 30 年版　食育白書，日経印刷，東京, pp.180，(2018)
(2) 大原直子，和佐信子，小切間美保，赤松利恵，内田眞理子，中井邦子，細見陽子，伴みずほ，副島晶美：食育キャラバン隊の活動から～第 1 報～，栄養学雑誌，62(2)：207，(2004)
(3) 栄養士・管理栄養士が結成した「食育キャラバン隊」食への危機感から集まった仲間たち：栄養と料理, 11 月号, 92-96,(2005)
(4) 京都食育キャラバン隊：すぐできるアイディア食育−指導案からパワーポイント教材，掲示板まで−, 東山書房, 京都, (2014)

文化庁指針に基づく漢字の字体字形の基準を網羅的に実装する手書き入力漢字の自動採点システムの運用

Development and Operation of Automated Scoring System for Handwritten Kanji Characters Thoroughly Based on the Guidelines Published by the Agency for Cultural Affairs

井戸　伸彦
Nobuhiko IDO
岐阜協立大学　経営学部
Faculty of Business Administration, Gifu Kyoritsu University
Email: ido@gku.ac.jp

あらまし：報告者が開発した web ブラウザ上で動作する手書き漢字自動採点システムを，大学の授業で実用的に運用した状況について報告する．本システムには，①筆順フリー，②画数フリー，③採点結果の厳密な理由表示，④複数の減点の統合等による適切な点数化という特徴があり，文化庁により示された字体・字形に関する指針中の基準に厳密に従って採点を行う．これらの特徴により，単語で解答する出題形式の問題の採点について完全自動化が可能となり，教育・学習における大幅な効率化が期待できる．
キーワード：手書き入力文字，自動採点，タブレット端末，学習支援

1.　はじめに

タブレット端末にて手書き入力を行った文字の正誤を判定する教育支援システムは商用化されているが，その採点機能には制限がある [(1)]．このような制限により自習のみで学習を完結させることは難しくなり，人手の介入が必要となる．報告者は人が行う採点とほぼ同等の機能を持つ手書き入力漢字の自動採点システムを開発し，これを実際の授業で 2019 年度 4 月より運用している．自動採点システムを用いれば，その効率/正確性により教育・学習における大きな合理化が期待できる．また，開発したシステムは，漢字検定相当の試験の自動採点も可能である．

人が行う場合と同等の採点を行うために，開発した自動採点システムは，次の条件を満たしている．
(a)筆順フリー [(2)]：筆順が間違った入力を採点可能．
(b)画数フリー：正答での一画を複数画に，または，正答での複数画を一画にした入力を採点可能．
(c)採点結果の理由明示：予め定められて公表された基準に従って，正誤の判定結果の理由の明示が可能．
(d)適切な点数化 [(4)]：複数減点の統合等
上記(c)については，具体的な漢字の正誤基準が必要だが，平成 28 年に文化庁により詳細な指針の文書が示されており [(5)]，開発したシステムでは全面的にこれに基づいた採点を行っている．本稿では採点例を用いて実現した機能を説明する．なお，システムの構成等については参考文献 [(3)] を参照願いたい．

2.　筆順フリー，画数フリー

2.1 筆順・画数誤りの独立採点

自動採点における筆順フリーにおいては，筆順誤りを指摘した場合でも，筆順以外の正誤は独立してチェック・採点出来ることが必要であり，画数フリーについても同様である．この独立採点について，図１に示した“世”の字の例を用いて説明する．図１中，左側の字形は，自動採点時に参照する正答の字形であり，画の構成を分かりやすくするためにその終端を矢印で表示している．右側の字形が学習者により入力された字形であり，(A)正答側での第 1 画と第 5 画とが交差しているのに対し入力側では接している，(B)第 1 画が２つの画に分割されている，(C)第 2 画と第 4 画とが一続きとなっているという３つの誤りを含んでいる．開発した自動採点システムでは(A)(B)(C)のすべての誤りを同定して学習者に指摘し，予め定められた基準に従って(A)(B)(C)を個別に減点して採点結果を算出することが出来る．画数に誤りがあることだけを指摘して(A)を指摘しないシステムでは，学習効果は限定的となる．

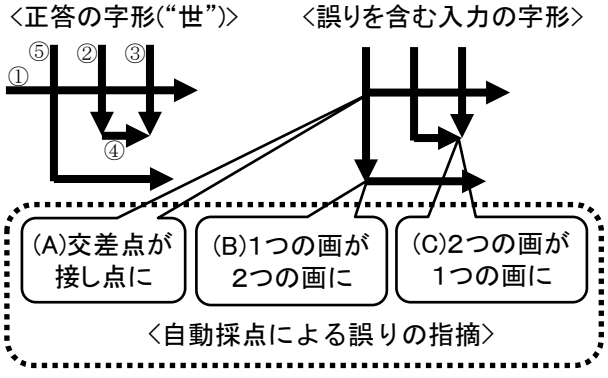


図１ 画数誤りの独立採点

2.2 文化庁指針文書に基づく理由の明示の例

図２に，画数フリーの機能を活かして “階”の字を文化庁指針に沿って採点した場合の例を示す．図２中(a)が手書き入力された字形であり，第５画(※)が明朝体フォント風に２つに分割されている．開発

したシステムでの採点では，これを(c)のような文化庁指針文書を参照したメッセージを付して指摘し，減点３点とする．メッセージ中の“明朝体の折り方に合わない場合”とは，“比”の左側を(b)のように入力した場合を意味しており，第５画を同じく２つに分割した場合でも(b)の場合には(a)の場合に比べて減点を大きくしている．減点幅やメッセージの内容は，採点情報 (4) としてプログラムとは別に生成しており，随意に設定できる．なお，図２(a)の入力については，“比”の左側が右側に比べてやや小さいこと等も独立して指摘する．開発したシステムでは，この“明朝体の折り方”に限らず，文化庁指針文書に記載のルール等はほとんどすべて検出の対象とし（“十”の第２画をぬくか止めるかの区別等は対象外），採点結果に反映している．



(a)入力の字形　　(b)明朝体の折り方に沿わない場合

【誤って分割された画】第 5 画は，二つの画に分割されています(7.3)．明朝体で1画が2画に見える場合にそれに倣って描いても誤りであるとまでは言えません(「常用漢字表の字体・字形に関する指針」第2章 3–(1),Q54 参照)．しかし，”手書きにはよりふさわしい書き方がある”とされています．このため，最低3点は減点します．また，分割された結果の2つの画の関係が，明朝体の折り方に沿わない場合も減点します．

(c)採点結果での指摘のメッセージ

図２　明朝体の折り方の採点例

3.　適切な点数化—減点の統合—

3.1 減点の統合

開発したシステムにおいては，図３に示すように，漢字に自動・手動で設定された減点項目ごとに正答の字形と入力の字形とを比較して，減点すべき差異が見つかれば減点幅を含む減点情報を算出する．この減点幅をそのまま合算すると，入力字形の同じ内容の瑕疵に対して複数の減点が行われて過剰な減点となる場合が生じる．このため，図３に示すように，同じ内容の図形的特徴についての減点であれば，

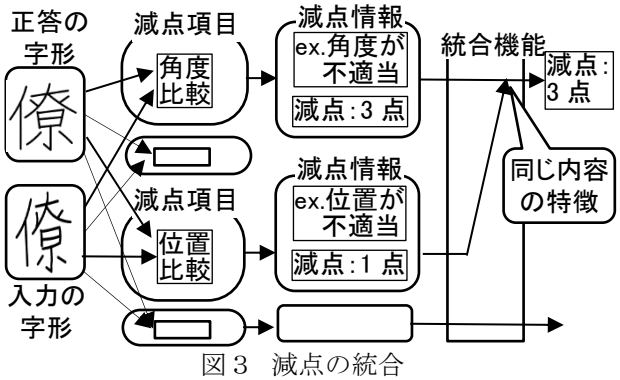


図３　減点の統合

両者を統合している．

3.2 統合の例

図４に，“僚”の字を例とした，２つの減点を統合することになる採点例を示す．図中の字形の第６画は角度が縦になっていることで減点１が生じ，第４画に対する第６画の位置が不適当であることより減点２が生じている．これら２つの減点は第６画末尾の位置が原因となって生じているので，両者は統合される．



図４　減点を統合する例

4.　運用

システムの利用は，報告者が担当する授業の宿題として web 上に出題された設問に，学生が大学の情報施設利用窓口でタブレット端末を一時借用して自習室で解答する形で行っている（図５）．自動集計した採点結果は，成績評価に利用する予定である．採点に用いる正答の字形は，商用二次使用のライセンスを購入した市販フォントを利用しており，実用性の要件を満たしている．



図５　利用の様子

5.　おわりに

紙面の制約上説明を割愛した，画数フリー化の方法，減点統合の方法，運用結果等については，今後報告していく予定である．また，漢字とは異なる図形的特徴を持つひらがなの自動採点機能についても現在実装作業を行っており，今後実用に供していく予定である．

参考文献

(1) Benesse, “保護者サポート”, https://faq.benesse.co.jp/faq/show/6646?category_id=855&site_domain=sho(2019/06/04 閲覧)
(2) 井戸伸彦:“多軸順序距離を用いた手書き漢字の画の対応付け”，信学技法(パターン認識・メディア理解),Vol.114, No.42, pp.85-90（2014）
(3) 井戸伸彦:“手書き自動採点システムを利用した事前・事故学習の実践”，平成 27 年度教育改革 ICT 戦略大会 D-3（2015）
(4) 井戸伸彦:“画と辺とを同定した後の手書き漢字入力の採点評価方法”，信学技法(パターン認識・メディア理解), Vol.115, No.25, pp133-138（2015）
(5) 文化庁:“常用漢字表の字体・字形に関する指針(報告)” http://www.bunka.go.jp/seisaku/bunkashingikai/kokugo/hokoku/pdf/jitai_jikei_shishin.pdf(2019/06/04 閲覧)

初年次教育を対象としたEdTech環境の構築について

Development of EdTech Environment for the First Year Education

金西　計英[*1]，高橋　暁子[*1]，戸川　聡[*2]
Kazuhide KANENISHI[*1], Akiko TAKAHASHI[*1] and Satoshi TOGAWA[*2]
[*1]徳島大学
[*1]The University of Tokushima
[*2]四国大学
[*2]Shikoku University
Email: marukin@cue.tokushima-u.ac.jp

あらまし：高等教育の学習において，基盤的な知識の伝達や，知識の操作スキルの習得を目的とした領域が存在する．一般的に，このような基盤分野の学習は，演習の繰り返しによる自学自習形態が想定される．自学自習による知識伝達は，ｅラーニングによって補間できると考える．本稿では，適応型テストと学習者個別の適切な課題選択の機能を実現した適応的学習システムを提案する．本稿では，我々の考える適応的学習システムの構成の概要について述べる．今後，システムを実現し，適当的学習の効果を検証する予定である．併せて，適応的学習システムの実現において，アイテムバンクと学習履歴の蓄積が課題となることについても提案する．

キーワード：適応型テスト, IRT, 機械学習, e-Learning, 知的学習支援システム

1. はじめに

人口減少という問題は，高等教育にも大きな課題を投げかけている．この問題の一つとして，多くの高等教育機関では，学生の多様化に直面している．知識伝達の方法として従来の一斉講義という方法は，多様な学生に対し有効な方法とはいえない．大学の初年次の教育において，数学や物理等の分野で，高校までの学習を踏まえ，基礎的な知識やスキルの着実な定着が求められる．初年次の教育は，大学での学びの準備の部分であり，高校までの学習と接続が大切であり，知識の着実な習得（復習），基本的なスキルの修練が求められる．つまり，高等教育の初年次教育において，基本的な知識やスキルの伝達に対し，一定の要望が存在している．あるいは，最近の高大接続の文脈において，リメディアル教育への必要性が高まっている．

初年次の学生を対象にした知識伝達を主とした学習において，基本的な学習スタイルは演習の繰り返しである．講義が不要という分けではではなく，定着のために演習の繰り返しが必要と考える．演習に基づく学習環境の構築が望まれていると考える．本研究では，初年次教育を対象に，基本的な知識の定着を支援するｅラーニングシステムの構築を目指す．

知識伝達の学習の基本携帯は，演習を繰り返しとなるが，個人差が大きいことが想定される．繰り返しの回数はばらつくことになる．そのため，繰り返しに対し，演習の提示を制御することができれば，多様な学生に対応することになる．学習者の学習状態に応じた演習の提示といった制御，適応的な学習環境の実現を目指す．適応的な学習環境の実現では，知識定着の確認と，学習進度の制御が必要である．適応的な学習の制御において，学習状態の適切な評価と，学習の制御の実現が求められる．学習状況の評価については，1990年代の知的学習システム研究で進められてきた．当時の計算機資源では能力が不足しており，理論的な可能性を示す形になった．2010年以降の計算機資源の飛躍的な発展により，理論的に示されていた知的学習システム実現の可能性が高まった(2)．

本稿では，適応的学習システムの概要について述べる．

2. 適応型テスト

適応的学習システムの実現において，適応型テスト機能はシステムの中核となる．適応型テストとは，テストの結果から学習者の理解度を客観的に判定するテストのことであり，CBT(Computer Based Test)の形を取る．テストは，アイテムバンクと呼ばれる質問項目を蓄積したデータベースから出題される．学習者の成績は，質問項目に対する回答履歴に基づいて難易度と理解度が計算され，出題選択の基準となる．問題の難易度と理解度の分離が出来ないと客観的な評価が実現しない．適応型テストとして，医学系大学間共用試験，ITパスポート試験，TOEFL等がある．適応型テストでは，項目反応理論（Item Response Theory; IRT）が広く用いられる．IRTはその処理に膨大な計算が必要となり，2000年以降の計算機資源の発達により実用化された．IRTは，古典的テスト理論と対比して現代テスト理論とも呼ばれる．IRTは理解度の判定に有効なことは知られている．また，IRTを用いると，受験者ごとに異なるテスト問題を自動生成したうえで，信頼性の高い能力推定ができるといった利点がある(1)．

IRTを用いた適応型テストが，理想的な状況下では有用であることは示されている(3)．一方，信頼性の高いテストを作成するには，アイテムバンクとして

一定数の問題が必要であることが指摘されている．また，統計的な処理を進める上で難易度算出のため解答履歴が必要となることも指摘されている．

3.　適応的学習システム

我々の考える適応的学習とは，知識の説明を受け（オンデマンドのビデオや，テキスト等），演習問題を解き，知識定着の確認テストを受ける，というものである．確認テストの結果により，演習問題を繰り返し（知識の解説も再度試聴することを含む），その後，確認テストを受ける．確認テストには閾値が設定されており，閾値を超えるまで，演習を繰り返すことになる．演習と確認テストの繰り返しにおいて，システムは学習者の理解状態に応じて演習問題を選ぶ．定着が不十分と判断される知識に関する演習を，繰り返しおこなう．確認テストは IRT により管理され，知識の定着が一貫して診断される．図 1 に構成を示す．

適応的学習システムは，従来の e ラーニングの枠組み（LMS）に，機能拡張を付加する形で実現することができる．拡張機能として，学習者モデル管理機能，IRT と演習管理機能によって構成される．また，演習問題を集めたアイテムバンク（問題プール），解答履歴，問題構造マップ，学習者モデルのデータがシステムによって管理される．演習問題は問題プールに集められ，演習の問題，確認テストの問題に用いられる．IRT は統計データとして演習問題の解答結果を必要とし，過去の解答結果が集められる．学習者の学習進度は学習者モデルとしてシステム内に記録される．学習者モデルに基づき，確認テスト後の演習問題が選択される．演習問題の選択において，適応的に選択するため，演習問題の関係を記述しておく．これは，学習領域の演習問題間の構造を示したものである．これを問題構造マップと呼ぶ．問題構造マップに基づき，確認テストで理解不足と判定された場合，提示する演習問題を選択する．

適応型学習システムは，システムを構築するだけでは，サービスを供することはできない．一定量のデータが必要となる．つまり，アイテムバンクへの演習問題の蓄積と，解答履歴の収集があってサービスが利用可能となる．

4.　おわりに

本稿では、高等教育機関における適応的学習システムの概要について述べた．まず，システムの中核機能である適応型テストについて述べた．次に，システムの構成と，サービスの内容について述べた．今後，システムの構築を進め，本システムが提供する学習について，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 19K03003）の支援を受けた．

参考文献

(1) 植野　真臣，永岡　慶三“ｅテスティング”,培風館,（2009）.
(2) 溝口　理一郎“知的教育システム,”情報処理, Vol.36, No.2, 177-186, (1995).
(3) 平澤　梓，光永　悠彦，小松川　浩“項目応答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,”教育システム情報学会学生研究発表会（北海道地区）, 17-18, (2014).

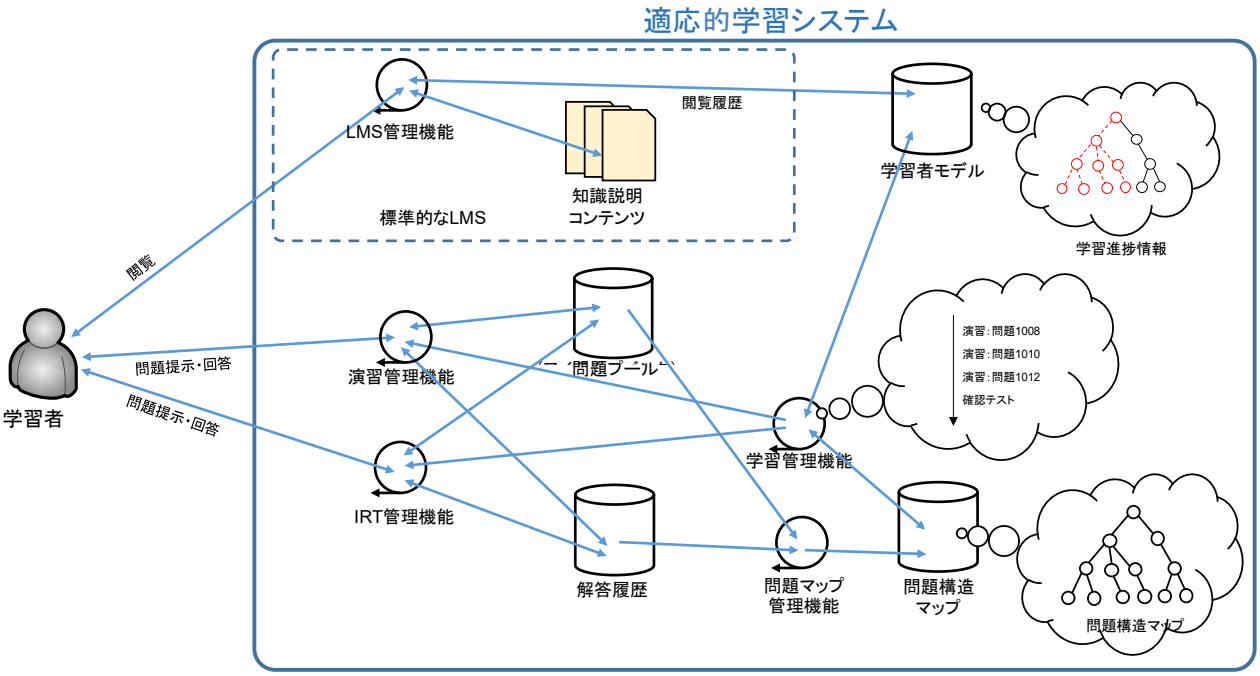


図 1.　適応的学習システムの概要

防災教育を目的としたポリゴン縮小処理による３次元地形モデルの自動生成

Automatic Generation of 3D Terrain Model by Polygon Reduction Processing for Disaster Prevention Education

村瀬　孝宏[*1]，杉原　健一[*2]
Takahiro MURASE[*1], Kenichi SUGIHARA[*2]
[*1] 中京学院大学 短期大学部
[*1]Junior College, Chukyo Gakuin University
[*2] 岐阜協立大学 経営学部情報メディア学科
[*2]Information Media, Gifu Kyoritsu University
Email: murase@chukyogakuin-u.ac.jp

あらまし：土砂災害を防止・軽減するために，構造物によって土砂移動現象を無害化するような防災対策が急務である．このためにも地質学など，土石流や土砂崩れのメカニズムを学ぶ防災教育が重要である．このとき土石流等のシミュレーションを行える３Ｄ地形モデルは防災教育に有効である．本研究は，地層に相当する内部構造を持つ３Ｄ地形モデルを自動生成し，土砂崩れ等の土砂移動現象を，仮想空間内で，このレイヤーをもつ３Ｄ地形モデルで再現し．防災教育を支援することが目的である．
キーワード：防災教育，３次元ＣＧ，自動生成，地形モデル，ポリゴン縮小処理

1.　はじめに

日本列島は地震の活動期に入ったとされ，南海トラフ地震や首都直下地震のリスクは高まっている．一方，地球温暖化がもたらす気象災害の激甚化は，従来の概念や常識が通用しない領域に入ったとみられ，土砂災害は毎年のように全国各地で発生しており，住民の暮らしに大きな影響を与えている．その一方で，新たな宅地開発が進み，それに伴って土砂災害の発生するおそれのある危険な箇所も年々増加し続けている．土砂災害の種類には，山腹が崩壊して生じた土石等又は渓流の土石等が一体となって流下する土石流，土地の一部が地下水等に起因して滑る又はこれに伴って移動する地滑り，傾斜度が 30° 以上である土地が崩壊する急傾斜地の崩壊などがある．こうした災害を防止・軽減するためには，構造物によって土砂移動現象を無害化するような防災対策が急務である．このためにも地質学や土質力学など，土石流や土砂崩れのメカニズムを学ぶ防災教育が重要であり．土石流等のシミュレーションを行える３Ｄ地形モデルは防災教育に有効である．

2.　３Ｄ地形モデルの自動生成システム

これまでの研究で,「キー等高線から表面のみで成り立つ３次元地形モデル」の自動生成には成功した．また，基盤地図や Google Earth から「表面のみで成り立つ３次元地形モデル」の構築は可能であるが，地層などの内部構造(図 1 参照)を持つ３Ｄ地形モデルは現状ほとんど構築されていない．本研究では，地層に相当する内部構造を持つ３Ｄ地形モデルを自動生成し，「流れ盤に沿う土砂崩れ」，受け盤斜面の「トッ

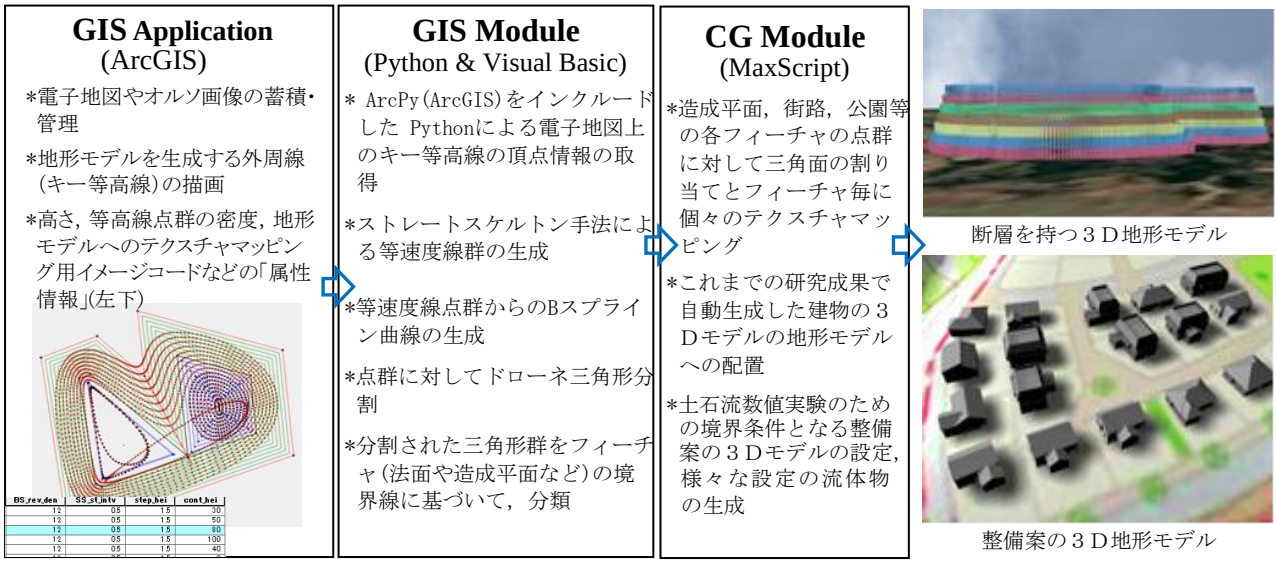


図１　３Ｄ地形モデルの自動生成システムの構成

プリング」というような土砂移動現象を，仮想空間の中で，このレイヤーを持つ３Ｄ地形モデルで再現し，防災教育等を支援することを研究目的とする．

「３Ｄ地形モデル」を作成するには，３次元ＣＧソフト等を用いて，多大の労力と時間が必要である．筆者らは，これまでの研究で，図-１右の建物の３Ｄモデルが示すように，電子地図上の建物境界線(建物ポリゴン)を長方形の集まりまで分割･分離し，各長方形の上に Box 形状の建物本体，上から見て長方形形状の屋根を載せて，建物３Ｄモデルを自動生成する手法を提案した．本研究では，「内部構造を持つ３Ｄ地形モデル」の元になる「３次元地形モデル」を自動生成するシステムの研究・開発を目的とする．そのために，計算幾何学で注目されている「ストレートスケルトン手法(以下，SS 法)」を用いて，キー等高線から等高線群を自動的に描き，それらに基づいて，地形の３Ｄモデルを自動生成する手法を提案する．

3.　SS 法による等高線の自動作図

高度が上がるに従い後退していく等高線は，複数のピークを持つ尾根に見られるように自分自身の等高線と交差して，トポロジーが変化する可能性がある．こうした等高線を描くには，後退と共に交差判定を行って生成される SS 法が有効である．

交差していない形状の Simple ポリゴンにおいて，ポリゴンの各辺がポリゴン内部に，各辺自らに平行に一定速度で縮小するとき，各頂点の軌跡を辿ることで得られる直線状の骨格がストレートスケルトンである．Simple ポリゴンの縮小プロセスは，次のイベントが生じるまで続く．

1) 辺消失イベント：辺が縮小して消失する．消失辺の両側の辺が，以降は接することになる．

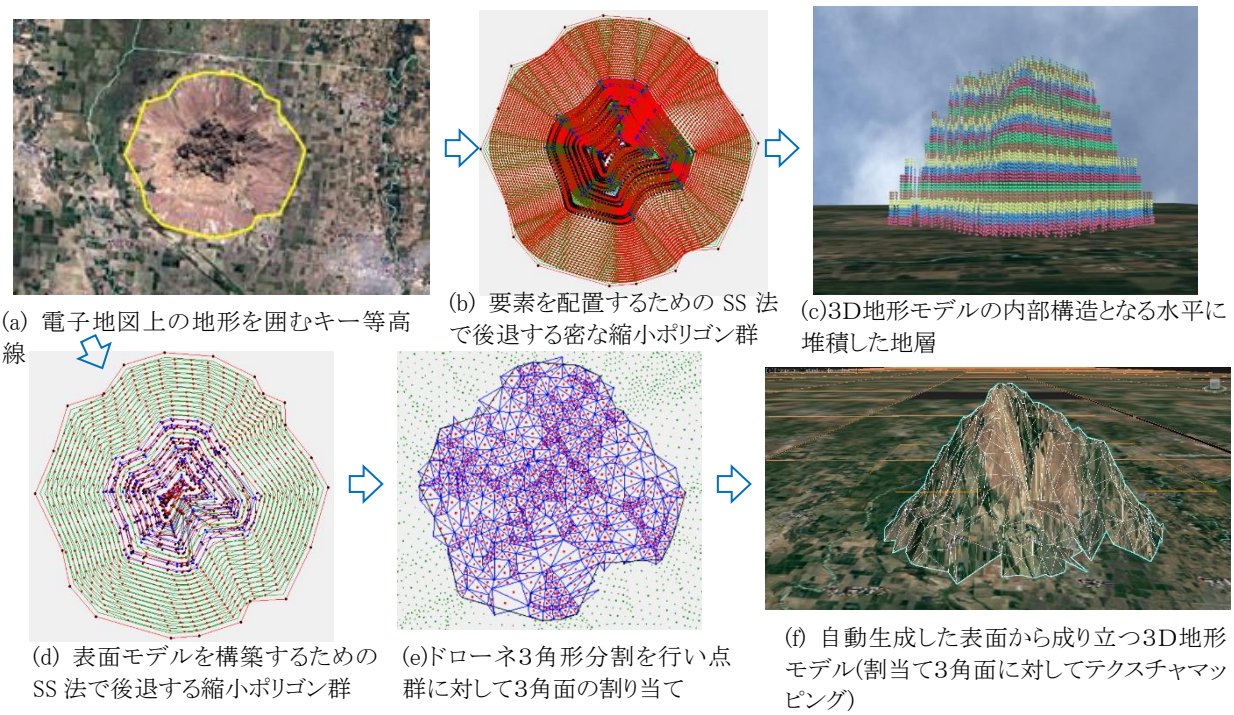
2) 分割イベント：Reflex 頂点(内角が 180 度以上の頂点)が辺に交差して，ポリゴンを分割する．分割されて２本になった辺と Reflex 頂点に付随する辺が，以降は接するという新たな隣接関係が生じる．

SS 法は一定速度でのポリゴンの縮小プロセスにおいて，各頂点が辿る頂角の二等分線と上記のイベントを経て生じるノード(線分と線分をつなぐ頂点)の集まりとして形成される．

上述した SS 法により電子地図上の地形を囲む「キー等高線」から３Ｄ地形モデルを自動生成するプロセスを図２に示す．同図(b)は要素を配置するための SS 法で後退する密な縮小ポリゴン群，(c)は自動生成された内部構造を持つ３次元地形モデル，(d)は表面モデルを構築するための SS 法で後退する縮小ポリゴン群，(e)は生成された点群にドローネ三角形分割及び三角形群に三角面の割り当て，(f)はテクスチャマッピングし自動生成した３次元地形モデルを表す．

4.　まとめ

地形を囲む外周線であるキー等高線から，それに囲まれる「盛り上り」である３次元地形モデルを自動生成するシステムを開発した．本研究では，この３次元地形モデルに断層などのレイヤーを持たせることを目指した．そのためにキー等高線から，３次元地形モデルの基になる等速度線群を自動作図し，土石流や土砂崩れなどの土砂移動現象をシミュレートできる要素を「等速度線群」上に配置し，レイヤーを持つ３次元地形モデルを自動生成した．今後は土石流等をシミュレートできる「内部構造を持つ３Ｄ地形モデル」を開発し，「土砂災害のメカニズムの解明」．「土砂災害を予測」等の防災教育に役立てる予定である．



(a) 電子地図上の地形を囲むキー等高線
(b) 要素を配置するための SS 法で後退する密な縮小ポリゴン群
(c)3D地形モデルの内部構造となる水平に堆積した地層
(d) 表面モデルを構築するための SS 法で後退する縮小ポリゴン群
(e)ドローネ3角形分割を行い点群に対して3角面の割り当て
(f) 自動生成した表面から成り立つ3D地形モデル(割当て3角面に対してテクスチャマッピング)

図２　Straight Skeleton 手法による３Ｄ地形モデルの自動生成のプロセス

幼保人材養成校の学びを踏まえたプログラミング教育の課題

Consideration on programming education for primary school through the try and errors in early childhood education course of university

波多野 和彦*1, 中村 佐里*2, 遠藤 敏喜*2, 大塚 紫乃*1
Kazuhiko HATANO*1, Sari NAKAMURA*2, Toshiki ENDO*2, Shino Otsuka*1
*1 江戸川大学 こどもコミュニケーション学科
*1 Childhood Communication Studies, Edogawa University
*2 自由学園 最高学部
*2 JIYU Gakuen Collage
Email: khatano@edogawa-u.ac.jp

あらまし：本稿では，幼保系人材養成校における学びを通して，小学校段階におけるプログラミング教育にかかわる課題を論じた．単に，ビジュアル系言語やロボットによる操作を体験させることよりも，対象の働きや動きをモデル化し，表現できるような能力を身につけられるように，情報や教育に関する専門的な能力を持つ指導者が適切に導く必要がある．
キーワード：幼保系人材養成，作業課題，思考のアクティブ化，プログラミング，指導者の資質能力

1. はじめに

今回の学習指導要領改訂により，小学校段階から「プログラミング的思考」の育成が取り入れられた．また，高等学校段階では（従来の）科目を並列する形から，必履修の「情報Ⅰ」に，選択の「情報Ⅱ」を積み上げる形に変更された．そして，内容面でも情報技術に比重を置くようになった．[1)]

ところが，小学校から高等学校，ひいては，大学の基礎教養教育に至るまでの（領域の）連続性は，不明瞭なままである．

これまでも，履修者が多く，情報技術だけでなく，社会とのかかわりや相互に影響を与えていることを扱ってきた（現行の）「社会と情報」を学んだ（はずの）学生の（情報にかかわる）知識や技能が十分には定着していない状況が報告されている．[2) 3)]

これは，万人が学ぶべき（A・B・Cのいずれかを）選択必履修科目とした普通教科「情報」を新設した際，既存の数学，理科，社会等の免許保持者を対象に，わずか15時間の講習のみで「情報」の免許を与え，その後、特段の研修等を行わなかったため，情報にかかわる専門知識や技能が圧倒的に不足している状況が続いたことが影響していると考えられる．

これは，教える者が，その内容にかかわる知識や技能を（ある程度の水準まで）修得している必要があることを示していよう。いくら教科書や資料等が準備されていようとも，学習者のつまずきや誤りは多岐に渡る．特に，学びに慣れていない者の場合，ちょっとした停滞が続くと，学ぼうとする意欲そのものを無くしかねない．逆に，学ぶ内容にかかわる豊かな背景知識や適切な仕組みの説明が，学習者の興味・関心を引き出すことが知られている．

さらに，普通教科／共通教科「情報」は、取り扱う内容が広範であり，かつ，技術進歩にともなう変化も大きいこともあり，多くの教員が，教科書に頼りすぎてしまう傾向もある．

それでは，例えば，ＮＨＫ番組「ようこそ先輩」のように，情報処理に精通した人材を学校に派遣し，教えてもらえれば良いのであろうか．

小学校は全国に約２万校，中学年～高学年の児童は約４万人のいる．[4)] それらの子ども達を相手に情報処理や教育にかかわる相応の水準以上の知識等を持つ人材を確保できるのであろうか．そもそも，技術者不足を補うために，子どもの頃から育てようという話ではなかったのか．また，多くの第一線級技術者は，教えることよりも現場での開発に関心を抱くのではないだろうか．

2. 幼保系人材養成校の学びを通して

小学校に子どもを送り出す立場となる幼保系人材養成校における普段の学びはいかなものであろうか．厚生労働省，並びに，文部科学省による制約条件が多いことから，全国，ほぼ横並びのカリキュラムとなっている．子どもの特性にかかわる内容，保育者の役割にかかわる内容，子育てや制度等にかかわる内容，そして，ピアノ演奏や絵本の読み聞かせなどの技能訓練，並びに，実習向けの作品制作等により構成されている．

また，誤解を恐れずに言えば，学習者の多くは，情報技術や理数系等の内容を得意とせず，高等学校段階までの学習が十分に定着していない場合もある．しかし，技能訓練や作品制作など，スキル系の科目も多いことから，“作業すること”には，比較的慣れていると考えられる．すなわち，作業レベルでは，アクティブであるが，思考レベルでのアクティブ化は難しい状況にある．

我々は（学生に）算数レベルの論理的思考だけで解決可能な課題（**図１**）を提示した．当初，何から考えれば良いのか見当をつけられない者が多かった．

そこで，考える手順を誘導したり，表計算の枠組みを示したりしたところ，解法に至れる者が増えた．

問題
　太郎と花子と先生がいます．7 から 18 までの数字の書いてあるカード 12 枚が裏返しに置いてあり，先生がカードを 2 枚選んで 2 人には内緒で数字を確認します．そして，2 つの数を掛けあわせた数字を太郎だけに，足しあわせた数字を花子だけに教え，「2 つの数字を当ててごらん」と言ったところ，
　太郎は「それは無理です」と言い，
　それを聞いた花子もしばらく考えて「私もできません」と言いました．
　そうしたところ，それを聞いた太郎が「それならば分かりました」と言いました．
　さて，2 つの数とはなんでしょうか．

図１　遠藤が示した問題

このことから，与えられた文章を読み解く難しさ，手順を定式化する難しさ，考えを表現する難しさ等何段階かの難しさの存在が明らかとなった．[5)]

また，Digital Puppet 等により，操作手順を考える体験をさせたり，Scratch により，猫を歩かせたり，走らせたりする課題に取り組ませたりしたところ，ゲーム的な感覚を抱きながら（教師の話を聞いたり，仕組み等を考えたりする学びの時に比べて）静かに取り組むことができていた．

すなわち（小学生らを対象とする）ビジュアル系のプログラミング言語やロボットなどの操作に取り組んでいるからと言って，思考をアクティブ化しているとは言い切れないことがわかる．

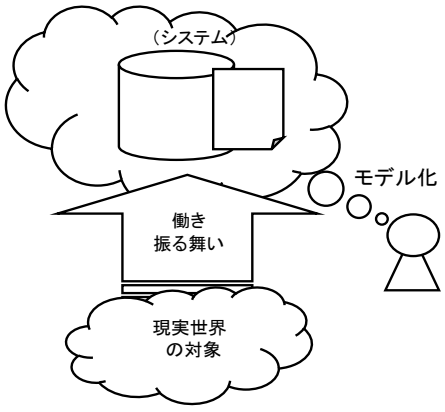


図２　モデル化の能力

プログラムの作成は，取り扱う対象が果たすべき役割を明確化し，対象における情報やモノの流れを意識し，その処理の手順を具体的に表現することが求められる．取り扱う対象を観察・分析することで，処理対象の働きや振る舞い（情報やモノの動き）をモデル化する能力（**図２**），その働きを自動化できるように，処理手順を具体的なプログラミング言語等を用いて，明示的に表現する能力を育成することが必要であろう．

そのためには，単なる操作経験や慣れではなく，問題を定式化したり，考えを表現したりする能力を育むことに取り組むべきではないだろうか．また，ビジュアル系言語から，実社会のシステム開発等に用いられるテキスト系言語へのスムースな移行方策を考案・検証する必要があろう．

3.　今後に向けて

小学校段階から「プログラミング的思考」の育成に取り組むためには，高等学校の情報科の指導同様，情報や教育にかかわる十分な知識等を持たない者が指導することは好ましくない結果を生じせしめると考えられる．その回避には，例えば，専科の教員を配置したり，小学校段階から高等学校段階，さらに高等教育の基礎教養教育段階に至る系統的な学びの目標や評価を明確化したり，扱うべき必要最小限のトピックの関連性（**図３**）や発展的なトピックへの橋渡し等を明らかにするなどの方策が必要となろう．

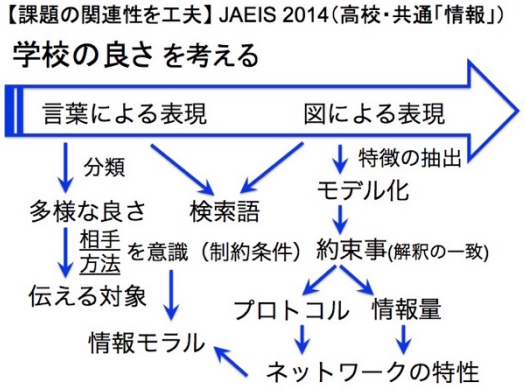


図３．話題の関連性を工夫した課題

参考文献

注）以下の URL は、2019 年 6 月 18 日アクセス．

(1) 文部科学省:“学習指導要領”，平成 29･30 年改訂 学習指導要領、解説等（2018）
http://www.mext.go.jp/a_menu/shotou/new-cs/1384661.htm

(2) 中野由章，中山泰一: “高等学校情報科教員採用の危機的現状”, 情報処理学会第 79 回全国大会講演論文集 5E-01，pp.4-441-4-442（2017）
https://www.ipsj.or.jp/award/9faeag0000004emc-att/5E-01.pdf

(3) 西端律子: “高等学校教科「情報」教員養成の実際”，情報処理 52(7)July，pp.868-873（2011）

(4) 文部科学省:“統計要覧（平成 30 年版） 4．小学校”
http://www.mext.go.jp/b_menu/toukei/002/002b/1403130.htm

(5) 波多野和彦，中村佐里，遠藤敏喜，三尾忠男:“幼保系人材育成課程から見た算数指導とプログラミング教育に関わる一考察”，日本教育工学会研究報告集 JSET18(2)，pp.161-164（2018）

(6) 中村佐里，波多野和彦:“特色ある教育を活かすためのカリキュラムの工夫や課題の開発”，日本情報科教育学会第 7 回全国大会講演論文集, pp.67-68（2014）

MicroPython プログラミングで学ぶ情報技術

喜家村 奨[*1]　高橋 参吉[*1]　稲川 孝司[*1]　西野 和典[*2]
[*1] 帝塚山学院大学　[*2] 九州工業大学

Information technology learned through MycroPython programming

Susumu KIYAMURA[*1]　Sankichi TAKAHASHI[*1]　Takashi INAGAWA[*1]
Kazunori NISHINO[*2]
[*1]Tezukayamagakuin University　[*2]Kyushu Institute of Technology
Email: takahasi@tezuka-gu.ac.jp

あらまし：筆者らは，初等・中等教育において，「情報の科学的理解」を育成するプログラミング教材を開発してきた．また，micro:bit を利用して，高校情報科における教材を開発し，研修テキストを作成するとともに教員研修を実施してきた．今年度は，開発してきた教材を MicroPython での互換プログラムを作成・検証し，教員研修を実施している．本稿では，互換プログラムでの注意すべき問題などについて報告する．

キーワード：プログラミング教育，micro:bit，情報科教育，教材開発，教員研修，MicroPython

1. はじめに

2020 年度から実施の新学習指導要領において示される「プログラミング的思考」[(1)]「論理的思考力」などを育成するための教育を行うためには，小学校[(2)]，中学校，高校のそれぞれの校種において，教材開発や効果的な指導法の検討が求められている．

本研究の目的は，大きく変わった高校新学習指導要領の情報科の内容を中心に，中学校から高校への接続，さらに，大学への接続を考慮した情報の科学的理解を深めるための教材や指導法を検討することである[(3)]．

本研究の目標を達成するため，今年度は，昨年度の作成した教材の McciroPython(組み込み用 Python)互換プログラムを作成し，教員研修を実施している．本稿では，micro:bit で実施するための互換プログラムでの注意すべき問題などについて報告する．

なお，文部科学省が公開した高等学校情報科「情報 I」教員研修用教材[(4)]では，作例のプログラミング言語として Python が使用されている．

2. micro:bit の特徴と開発環境

micro:bit は，イギリス BBC が中学 1 年生対象に配布した手のひらサイズのコンピュータである．micro:bit のハードウエア機能としては，

・25 個の LED（表示，センサ）
・プログラムができるスイッチボタン（2 個)
・光，温度，加速度計などのセンサ
・Bluetooth による無線通信
・物理的に接続するための端子

などがある．

開発環境としては，ビジュアル言語と JavaScript の両方でプログラミングができ，シミュレータも用意されている MakeCode Editor と Python エディタが公式ホームページに用意されており，どちらもブラウザ上で利用できる（図 1）．

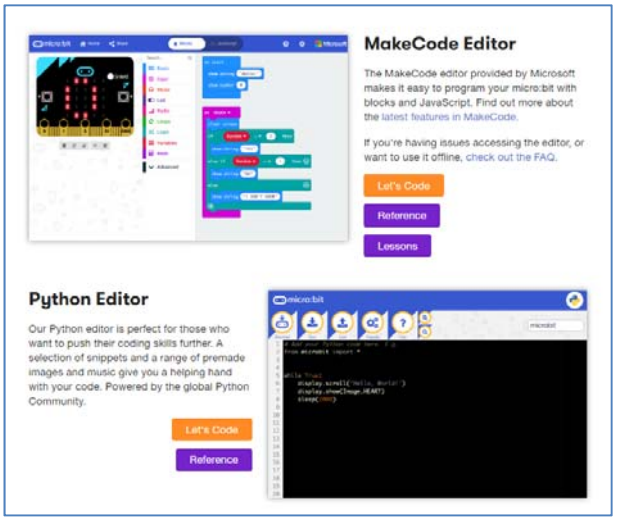


図 1　micro:bit の開発環境

MicroPython のための開発環境としては，ブラウザで実行する Python エディタ以外に Mu と呼ばれる統合開発環境もある．

3.　ブロック・JavaScript と MicroPython のプログラムの構造の比較

ここでは，ブロック・JavaScript プログラム（以下 JavaScript と表記）を micro:bit ライブラリを用いた MicroPython プログラムに変更する場合の注意点について説明する．

3.1　イベント処理について

JavaScript のプログラムでは，ボタン入力や Bluetooth からのデータ受信処理は，それぞれのイベントのためのイベントハンドラを記述する．

図 2 の①～③は，このプログラムにおける，ボタン A 入力，ボタン B 入力およびデータ受信のためのイベントハンドラである．各イベントハンドラは独立して実行される．

一方，MicroPython で複数のイベントを処理する場合は，１つのループ内でイベントの発生を条件判定することになる（図 3）．この 2 つのプログラムの構造の違いは，プログラムの並列性と深く関わっており，互換プログラムを作成する場合はそのことを意識する必要がある．

3.2 受信処理について

Bluetooth からのデータを受信する場合も，JavaScript では，図 2 の③のように，受信イベントハンドラに受信時の処理を記述する．

一方，Python のプログラムでは，受信バッファーが空かどうかを IF 文で確認し，受信していた場合に受信処理を記述する．

3.3 その他の互換プログラムのために注意点

その他，互換プログラムの作成時の注意点としては，JavaScript の環境では，A ボタンと B ボタンの同時押しを 1 つのイベントとして処理することができるが，MicroPython では，IF 文で A,B 両ボタンの状態を確認しないといけないため，１つのプログラム内で，異なるボタン操作処理を実装したい場合は注意が必要である．

```
7  input.onButtonPressed(Button.A, function () {
8      yad = (yad + 1) % 9
9      yourAddress = String.fromCharCode(yad + 48) ①
10     basic.showString("" + yourAddress)
11 })
12 input.onButtonPressed(Button.B, function () {
13     message = "" + yourAddress + myAddress + "Hello"
14     radio.sendString("" + message)                ②
15 })
16 radio.onReceivedString(function (receivedString) {
17     if (myAddress == receivedString[0]) {
18         basic.showString(receivedString.substr
19             (2, receivedString.length - 2))       ③
20     }
21 })
```

図 2　通信プログラム（JavaScript）

```
9  while True:
10     if button_a.was_pressed():
11         yad = (yad + 1) % 9
12         youraddress = chr(48 + yad)
13         display.show(youraddress)
14     if button_b.was_pressed():
15         message = youraddress + myaddress + "Hello"
16         radio.send(message)
17     b = radio.receive()
18     if b != None:
19         if myaddress == b[0]:
20             display.scroll(b[2:])
```

図 3　通信プログラム（MicroPython）

4.　今年度の教員研修の実施状況

卒業生（現情報科教員）等に対して，プログラミング教育に関する研修会を，2019 年 5 月から 8 月にかけて，月 1 回（90 分 2 コマ）合計 4 回，実施している．研修内容を表 1 に示す．

表 1　プログラミング教育の研修内容

回	研修内容
第 1 回	MicroPython によるプログラミング，プログラミングの基礎，プログラミングの応用
第 2 回	・センサによる計測・制御プログラム，無線通信を利用したプログラム
第 3 回	・アルゴリズムとプログラム，ネットワークプログラム
第 4 回	(株)アーテックによる ArtecRobo2 講習会

5.　おわりに

micro:bit はビジュアル言語でプログラミングできるため，中学校の技術・家庭科における双方向プログラミング教材も，Bluetooth の通信を利用して作成できる．さらに，ビジュアル言語で書いたプログラムを JavaScript にも変換でき，MicroPython のプログラミング環境も整備されており，高等学校の情報科教育にも利用できる．

謝辞

本論文は，帝塚山学院大学学長裁量経費の助成を受けたものである．

参考文献

(1)　文部科学省：小学校プログラミング教育の手引（第二版）
(2)　未来の学びコンソシアム：小学校を中心としたプログラミング教育ポータル
https://miraino-manabi.jp
(3)　高橋参吉，喜家村奨，稲川孝司，西野和典：“「micro:bit」プログラミングで学ぶ情報技術の教材開発”，教育システム情報学会第 43 回全国大会講演論文集 pp. 205-206（2018）
(4)　文部科学省：高等学校情報科「情報 I」教員研修用教材
http://www.mext.go.jp/a_menu/shotou/zyouhou/detail/1414167.htm（2019.06 現在は準備中）

課外プログラミング教室における codeSpark Academy の試用

Trial Use of codeSpark Academy in Kids Programming Workshop

山川 広人[*1]
Hiroto YAMAKAWA [*1]
[*1] 公立千歳科学技術大学 情報システム工学科
[*1]Information Systems Engineering, Chitose Institute of Science and Technology
Email: yamakawa@photon.chitose.ac.jp

あらまし：小学校のプログラミング教育全面実施や関連する活動の中では様々な教材が試行されている．本稿はその一事例として，codeSpark Academy with the Foos の試用について述べる．小学生向けの課外プログラミング教室での試用を通じて効果を探り，日本の初等教育現場での利用にむけた可能性を提案する．
キーワード：codeSpark Academy with the Foos，児童向けプログラミング教育，教育ツール

1. はじめに

小学校のプログラミング教育の全面実施や関連する活動の中で様々な教材が試行されている．本稿はその一事例として，codeSpark Academy with the Foos（以下，codeSpark Academy と記載）の試用について述べる．codeSpark Academy は，米国の codeSpark 社が提供する，未就学児から小学生を主たる対象としたプログラミング学習用アプリである(1)．このアプリを教材とした教育現場への導入事例や利用効果についての言及は未だ少ない．本稿では課外プログラミング教室での試用を通じた利用効果を探り，日本の初等教育現場での利用にむけた可能性を提案する．

2. codeSpark Academy の概要

codeSpark Academy はモバイルアプリや Web ブラウザ上で動作し，公立学校や非営利団体であれば無償で利用できる．Savage と Barnett（2017, p.58）(2) は「4 歳以上が言語に寄らないコーディングを遊びながら学べることを狙い，無償の学習プランと教材を提供している（筆者訳）」と紹介している．

子どもが遊びながら学べる側面として，Foo と呼ばれるキャラクターに命令ブロックで動作指示をし，パズル形式で課題に取り組む仕組みがある（図 1 に例示）．教材ごとに定められた課題を 1 度で成功させるように動作指示を組み立てれば〈三つ星〉，不備があれば度合いに応じ〈二つ星〉〈一つ星〉が自動採点される．教材は，シーケンス，ループ，イベント駆動，条件文，自動化，変数と不等式，スタックとキュー，ブール論理の単元ごとに 10〜20 程度用意されている．いわゆるコンピューティング概念(3)を広くカバーし，米国の標準カリキュラム*との対応が意識された体系的な教材を揃えている点が大きな特徴である．最終的なゴール段階には，教材を通じて学んだ概念を用いて紙芝居のストーリーやゲームを作成できるエディタが用意されており，作成したゲームの公開や，他のユーザーのゲームをフォークした改変もできる．これを通じてより深く，知識やスキル活用に取り組めるように狙われている．

教員や教育機関の利用の側面では，生徒ユーザーをクラスの枠組みで管理し，クラスごとに取り組める単元の制限や生徒ごとの教材の取組状況を確認できる Web ダッシュボード機能を備えている（図 2 に例示）．これは e ラーニングにおける LMS と同等の機能ともいえる．

3. 課外プログラミング教室での試用と評価

codeSpark Academy の効果の検証として，2019 年 6 月に北海道千歳市の大学が主催したプログラミング体験教室での利用を試みた．教室は参加希望のあった小学生 67 名を対象に開催した．会場は大学の PC 教室とし，参加児童には保護者が同伴した．教員は Web ダッシュボードから生徒ユーザーを生成し，付箋紙で生徒ユーザー番号を参加児童に配布した．教員が基本的な操作方法や，教材ごとに〈三つ星〉を目指すこと，課題を達成する動作指示は 1 つと限らないことを実演した上で，児童が自由に教材に取り組める形とした．児童はわからない部分を保護者と協力し，また TA 役の学生（7 名）への質問も行いながら，90 分間学習に取り組んだ（図 3 に例示）．

取り組み後にアンケートを実施した．これには保護者 1 名が回答し，児童の回答も保護者が代筆（児童が兄弟等で参加している場合は保護者が集約し回答）した．有効回答者数は 54 名である．**「Q1.（保護者の感想）児童は教材に関心を持って取り組んでいた様子である」**の設問には 54 件の回答があり，あてはまる：49 件・どちらかといえばあてはまる：5 件，否定的な回答は 0 件だった．**「Q2.（児童の感想）難しさは？」**の設問には児童 58 件分の回答があり，とても簡単：11 件・どちらかといえば簡単：17 件・どちらかといえば難しい：28 件・とても難しい 2 件であった．**「Q3.（児童の感想）面白さは？」**の設問には児童 57 件分の回答があり，とても面白い：50

* Computer Science Teachers Association K-12 CS Standards, Common Core State Standards(Math), ISTE Standards (Computational Thinker), National Core Arts Standards (Media Arts）などのカリキュラムの一部.



図 1 codeSpark Academy の教材の例
（左の Foo に動作指示を組み，ゴールに導く）

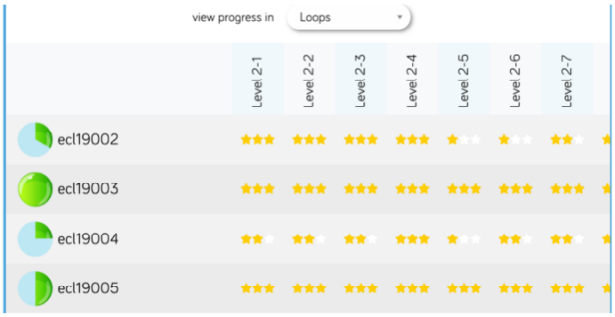


図 2 Web ダッシュボードの取組状況表示例



図 3 児童と保護者が協力し取り組む風景

件・どちらかといえば面白い：6 件・どちらかといえば面白くない：1 件・とても面白くない：0 件であった．この結果から，児童は教材に手強さを感じながらも，関心や面白さといった興味を持って取り組めていることがうかがえる．**「Q4.（児童の感想・自由記述）どんなことがわかった？」**の設問には，「順番が大事」「自分が 1 個 1 個お願いした動作を確実に実行してくれる」といったプログラムのシーケンス制御やコンピューターの動作への理解，「頭を使って工夫することが必要」「ひとつの目標クリアにもいろいろなやり方がある」「星を 3 つ取るまで再チャレンジしたくなる」といった取り組み方・考え方への気づきの現れとみられる回答が寄せられた．

教材の難易度の評価として，Q2 のとても簡単～とても難しいの回答を 1～4 点に換算すると，1～3 年生 27 名の平均値は 2.59，4～6 年 21 名の平均値は 2.00 であった．また 90 分間で獲得できた星の数では，1～3 年生 35 名の平均値は 80.00 個，4～6 年 26 名の平均値は 115.30 個であった†．学習効果の評価にはより綿密な検証が必要であるが，高学年の生徒がより順調に教材を解き進めている姿がうかがえる．

4.　日本の初等教育での利用に向けた可能性

前述の通り，codeSpark Academy は公立学校や非営利団体であれば無償で利用できる．本試行で示したとおり，小学校 1～6 年生の児童が，教材の難しさを感じながらも関心・興味を持ってコンピューティング概念を学習できる可能性がある．また LMS 相当の Web ダッシュボードにより，学年やクラスごとに生徒の区別とその取組状況を管理することもできる．これらの点から，codeSpark Academy を日本の初等教育現場でも授業内外での利用機会に活用できる可能性が考えられる．一案として，小学校段階のプログラミングに関する学習活動の分類 C(4)を対象に，独自に教材を進められると仮定できる高学年には長期休業期間の課題として，不明点への補助が必要と仮定できる低学年には予備時数での授業教材として用い，プログラミング的思考の習熟を図る用途が考えられる．ただしこれには，操作や理解につまづいた児童に補助・助言を担う人材（本試行では，保護者や TA がその役割を担った），アプリを動作させるタブレットや PC の整備状況，Web ダッシュボードの日本語化が十分ではない点などが導入・活用のハードルになるであろう．こうした点をカバーする支援員の存在や，現場教員の利用法の習熟，汎用性を意識した利用モデルの構築が導入には重要とあろう．

5.　おわりに

本稿での codeSpark Academy の試用や評価は 1 度のみの課外教室を通じたものであり，継続的な学習効果や初等教育現場への導入法の検討には至れていない．今後も検証の継続を図り，初等教育現場での利用モデルの構築を図りたい．

参考文献

(1) “Coding App for Kids | codeSpark Academy”, https://www.codespark.com/ (2019 年 6 月 12 日確認)
(2) Savage.M. and Barnett.A. : “Technology-enhanced Learning in the Early Years Foundation Stage”. Critical Publishing (2017)
(3) Brennan.K. and Resnick. M. : “New frameworks for studying and assessing the development of computational thinking”, Proceedings of the 2012 annual meeting of the American Educational Research Association, Vancouver, Canada (2012)
(4) 文部科学省：“小学校プログラミング教育の手引（第二版）”, (2018)

† 難易度の評価において、Q2 は回答と児童の学年の対応が特定できた物のみを，星の数はユーザ番号と児童の学年の対応が特定できた物のみを集計対象とした．

英文読み合いにおけるロボットパートナーの効果

Effects of Robot Partner for Collaborative Reading in English

柏原 昭博[*1], 足立 祥啓[*1]
Akihiro Kashihara[*1], Yoshihiro ADACHI[*1]
[*1] 電気通信大学大学院 情報理工学研究科 情報学専攻
[*1]Graduate School of Informatics and Engineering, The University of Electro-Communications
Email: akihiro.kashihara@inf.uec.ac.jp

あらまし：英文読み合いにおける学習者の心理的抵抗感を低減し，エンゲージメントを高めるためにロボットパートナーを開発した．本稿では，人との読み合い，およびロボットパートナーと同一の支援機能を有するタブレットメディアシステムとの比較実験を通して得られた学習支援メディアとしての人型ロボットの有効性に関する知見について述べる．

キーワード：ロボットパートナー，英文読み合い，心理的抵抗感，英語コミュニケーション

1. はじめに

人型コミュニケーションロボットを学習支援に用いる場合，他の支援メディアにない特徴である擬人化傾向および身体性を有していることを活かすことがポイントとなる．本研究では，このような考え方に基づき，英文読み合い（collaborative reading）支援のロボットパートナーシステムを開発している(1)．

英文読み合いは，教師や他の学習者とペアになり，対人コミュニケーションを伴うもので，リーディングに加えてスピーキングやリスニングにも有効であることが指摘されている．そのため，ペア同士が視線を合わせながら自然にコミュニケーションが行えるような場を提供することが必要となる．

一方，学校教育のような場で，効果的に英文を読み合うことは容易でなく，特に第二言語を話す恥ずかしさや対人における恐れ等があるとコミュニケーションに没入することは難しい．また，ペア間で音読スキルの差が大きい場合，読み合いの足かせになるのではないかとの懸念から積極的な参加が望めないこともある．

本システムでは，ロボットを用いることで学習の場や視線の共有を促し，より自然でかつ真正性（authenticity）の高いコミュニケーションを可能にするとともに，学習者が英語コミュニケーション時に感じるネガティブな感情を軽減することが可能となっている．本稿では，人間との英文読み合いとの比較，およびタブレットメディア上で動作する仮想的な読み合いパートナーとの比較を行ったケーススタディから得られたロボットパートナーシステムの効果について論じる．その前に，英文読み合いロボットパートナーシステムについて述べておく．

2. 英文読み合いロボットパートナー

ロボットは，PC やタブレットメディアなどの学習支援メディアと比べて，モノではなく人間（教師や他の学習者）として認識される傾向（擬人化傾向）にあり，また身体性を有している点が特徴である．そのため，教師や他の学習者との間で学習の場や視線を共有し，共に学んでいるという感覚を与えることができる．また，学習者と自然かつ真正なコミュニケーションが可能となり，学習者が対人コミュニケーション時に感じる心理的抵抗感や劣等感，恥ずかしさなど学習を阻害するネガティブな感情の軽減にも資することが期待される(2)．

これらの支援可能性からすると，学習者のエンゲージメント（積極的関与）を引き出す上でロボットは有効なメディアといえる．特に，エンゲージメントが不可欠となる語学学習では，対人コミュニケーションにネガティブな感情が起こると効果的な学びには至らないため，ロボット活用は効果的といえる．

本研究で開発している英文読み合いロボットパートナーシステムは，英文読み合いにおけるネガティブな感情の軽減，視線の共有を実現する．また，英文読み合い方法を初級・中級の 2 段階で 10 レベルに分けており（初級には聴いて真似読みや一文交代読み，中級には制限時間読みや役割読みなどがある），学習者の音読スキルに応じて段階的に読み合いレベルを変更することができる．

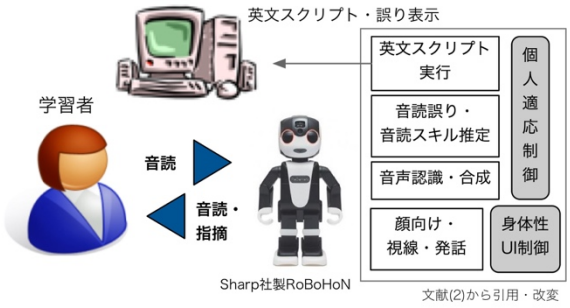


図 1　ロボットパートナーシステムの枠組み

図 1 に，本システムの枠組みを示す(2)．本システムは Sharp 社製の RoBoHoN を用いており，読み合う英

文スクリプトや学習者の誤りを表示する PC を備えている．英文読み合いは，準備された読み合いシナリオにしたがって遂行される．シナリオには，学習者に応じた読み合い方法が設定され，その方法で読み合いを行う具体的な英文スクリプトが用意されている。ロボットは，シナリオに基づいて英文スクリプトを PC 上に表示し，設定された読み合い方法で学習者と英文を読み合う．このとき，ロボットが学習者のほうへ視線を向けるような制御を行う．また，ロボットは音声認識と音声合成機能を備えており，学習者の音読誤りを認識した場合には，誤りを PC 上で指摘して誤った英文を再度読ませるような支援を施す．

3.　ロボットパートナーの有効性

3.1 人との読み合いと比較した効果

理工学系大学生・大学院生 16 名を被験者として，ロボットとの読み合いと人間との読み合いの 2 条件で，英文読み合いを行わせるケーススタディを実施した．そして，英文読み合い後に読み合いへのエンゲージメントの程度，心理的抵抗感（恥ずかしさ・気まずさ），相手とのスキル差，自己効力感（英語コミュニケーション能力が向上するという感覚）に関する項目ついて，どの程度感じたかを質問するアンケートを行った．

その結果，人間との読み合いに比べて，ロボットは英文読み合いへのエンゲージメントを高める傾向にあり，心理的抵抗感を有意に軽減できることを確認できた．一方，ロボット相手では，読み合いの実力差を有意に感じさせる結果となった．こうしたスキル差は，エンゲージメントの阻害要因となるが，本ケーススタディではエンゲージメントは高められる傾向にあり，さらに自己効力感が有意に高く評価されたことから，必ずしも読み合いに悪影響を及ぼしていたとは考えられない．さらに，ロボットは有意に学習者の集中を促し，読み合いのしやすさを高めたことも示唆された．

以上のことから，ロボットパートナーは英文読み合い支援として有効に機能することがうかがえた．

3.2 仮想パートナーとの読み合いと比較した効果

大学生及び大学院生 18 名を被験者として，ロボットパートナーとの読み合いとタブレットメディア上の仮想パートナーとの読み合いの 2 条件のもとで，英文読み合いを行わせるケーススタディを実施した．なお，仮想パートナーとの英文読み合いを行うタブレットシステムを開発した．このシステムは，ロボットパートナーと同等の支援機能を実装している．両条件での英文読み合いの様子を図 2 に示す．

本ケーススタディでも，英文読み合い後にアンケートを実施し，読み合いに対するエンゲージメント，視線があった感覚，パートナーの親しみやすさ，読み合いへの集中，自己効力感，英文読み合い文脈の真正さ，パートナーに感じた人間らしさ（擬人化傾向）の程度について質問した．また，読み合い中に被験者がどこを注視していたかを確認するために視線データを取得した．

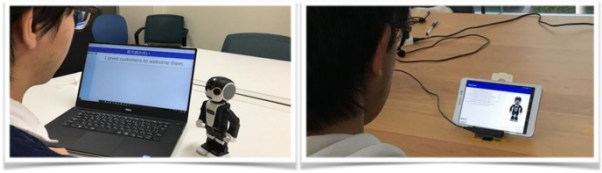


図 2　システム利用の様子

その結果，読み合いへの集中以外，ロボットのほうがエンゲージメント，親しみやすさなどの点で有意に上回った．つまり，ロボットが人間らしさを感じさせながら，より真正な読み合いの文脈を作りだし，視線を合わせながら共に学んでいるという感覚を高め，自己効力感を向上させることに寄与したことが示唆された．また，視線データの分析から，読み合いにかかった全時間に対してパートナーを注視した時間の割合は，ロボットパートナーのほうが有意に多かった．つまり，ロボットとの視線の共有が促され，ロボットを注視する割合が増えたと考えられる．

以上の結果から，ロボットパートナーは仮想パートナーに比べて，擬人化傾向および身体性の特徴が英文読み合いの場や視線の共有を促し，読み合い文脈の真正さを向上することに寄与したと考えられる．このことは，英文読み合いでのロボット活用によって従来の学習支援システムよりも効果的な支援が実現できる可能性を示唆しているといえる．

4.　まとめ

本稿では，英文読み合いロボットパートナーの効果について述べた．特に，人間との読み合い，および仮想パートナーとの読み合いと比較して，より真正かつ自然な読み合いの場を提供し，かつ対人コミュニケーションにおける心理的抵抗感を軽減するとともに，自己効力感を向上させることに寄与することを確かめた．

今後は，ロボットパートナーシステムの長期的な利用を通して，英語コミュニケーションスキルの向上について評価したいと考えている．

謝辞　本研究の一部は，JSPS 科研費 JP18K19836 と JP17H01992 の助成による．

参考文献

(1) Y. Adachi, and A. Kashihara; A Partner Robot for Promoting Collaborative Reading, Proc. of the International Conference on Smart Learning Environments (ICSLE 2019), pp.15-24 (2019)
(2) 柏原昭博：エンゲージメントを引き出す学習支援ロボット，コンピュータ＆エデュケーション，Vol.46, pp.30-37 (2019)

インタラクティブ講義ロボットのための学習者状態推定

Estimating Learner's States for Interactive Robot Lecture

菅原 歩夢[*1], 石野 達也[*1], 後藤 充裕[*2], 柏原 昭博[*1]
Ayumu SUGAWARA[*1], Tatsuya ISHINO[*1], Mitsuhiro GOTO[*2], Akihiro KASHIHARA[*1]
[*1] 電気通信大学大学院
[*1]The University of Electro-Communications
[*2]NTT サービスエボリューション研究所
[*2]NTT Service Evolutions Laboratories
Email: ayum.sugawara@uec.ac.jp

あらまし：大学講義や e-Learing 講義では，学習者の状態に合わせて講義内容の説明順序を変化させることが学習者の講義理解のために重要であり，講師が講義中に学習者の状態を把握する必要がある．しかし，講義中に学習者の状態を把握する難しさや，講義の時間的制約により，必ずしも適切に行えるわけではない．そこで本研究では，ロボットが学習者の状態に基づいて説明順序を動的に変化させるシステムの開発を目的としている．本稿では，ロボットが説明順序の変更を行うための講義シナリオ制御モデル，および学習者の状態推定手法について論じる．また，本手法を評価した結果について述べる．
キーワード：インタラクティブ講義，学習者状態推定，ロボット講義

1. はじめに

大学講義や e-Learing 講義では学習者へ講義内容を分かりやすく伝達することが重要である．このような講義では，講師が講義内容を講義スライドとして表現して，口頭説明や非言語動作を伴って実施される．特に，学習者の講義理解を促すためには，適切な非言語動作の活用が求められるが，経験豊富な講師にとっても，非言語動作を活用しながら講義プレゼンを行うことは，必ずしも容易ではない．

そこで，本研究では，学習者の講義理解を促すことを目的に，講師の伝達意図から適切な非言語動作を導き出す講義動作モデルをデザインし，このモデルに沿って講師の非言語動作を診断・再構成して講義をロボットが代行するシステムを開発した[(1)]．また，このようなロボット講義が，学習者の注意制御や集中力の向上，講義内の理解促進に効果があることを確認した．

一方，講義は講師から学習者への一方的な情報伝達のみではなく，講師と学習者によるインタラクションを伴いながら進行する[(2)]ため，学習者の状態を把握することが必要になる．特に，学習者の受講状態に合わせて講義の説明順序を適切に変更することが重要である．

そこで，本稿では，ロボットが学習者の受講状態に基づいてインタラクティブに講義を実施するために，学習者の状態を推定する手法について述べる．

2. インタラクティブな講義

通常，講師は講義前に学習者の受講状態を想定しながら，講義スライドを作成し，またどのような意図で講義を実施するかを表す講義シナリオを作るものと考えられる．このシナリオには，意図に応じたスライドの提示順序(以下，スライドシーケンス)や口頭説明，非言語動作が含まれる．また，講義時には，この講義シナリオにそって講義を実施していくことになる．しかしながら，講師が事前に想定した学習者の受講状態と，講義中の学習者の受講状態は必ずしも一致しないことが多く，講義中にシナリオを適切に変更することが必要となる．

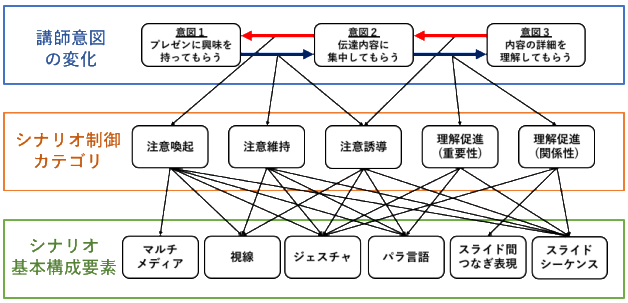


図 1 講義シナリオ制御モデル

3. シナリオ制御モデル

そこで，筆者らは，学習者の状態に合わせてインタラクティブな講義を行うために，図 1 に示す通り，講義シナリオ制御モデルをデザインした．本モデルは，講師の意図の変化，シナリオ制御カテゴリ，シナリオ基本構成要素の 3 層からなっており，これらの対応関係で，講義の意図の変化からどのようなシナリオ制御を行うかを表現している．講師意図の変化とは，事前に想定していた学習者の状態と講義中の学習者の状態が一致しなかった場合に対応するために講師が変化させた意図の遷移のことである．

4. 学習者の状態と推定手法

講義中，学習者は自分の理解状態に応じて様々な状態をとる．本研究では，学習者の状態と講師の意図の関係を図 2 のように整理している[(1)]．この関係図では，学習者の状態を遷移させるために講師がどのような意図を持つかを示している．

また，椋木ら[(3)]は講義中の学習者の行動を，(a)能動的受講行動，(b)受動的受講行動，(c)散漫行動，(d)逸脱行動，(e)PC 端末閲覧・操作の 5 つに分類した．

本研究では，現在のところ，図 2 の状態 1 では(d)の行動が多く現れ，状態 2 では(c)の行動，状態 3 と

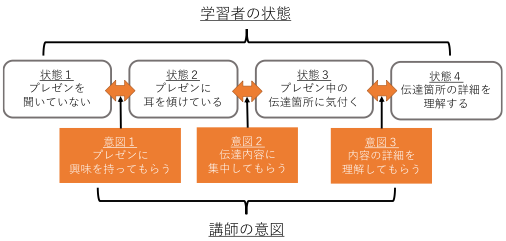


図 2 学習者の状態と講師の意図の関係

状態 4 では(a), (b)の行動が多く現れるものと考えている．PC の持ち込みは考慮しないため，(e)は対象外である．そして，状態 1 と状態 2 を非集中状態，状態 3 と状態 4 を集中状態として，2 値で推定を行う．推定には，学習者の姿勢や顔向きを用い，そのために Kinect から得られるスケルトンデータと顔のトラッキングデータを収集する．これらのデータを用いて学習者の体の傾きや顔の回転を計算し，一定時間内に体の傾きや顔の回転のしきい値を超えるかを求め，集中状態か非集中状態かを推定する．ディスプレイの大きさや，ディスプレイと学習者との距離によって，学習者がディスプレイを見ているかどうかのしきい値を決定するため，学習環境によってこれらのしきい値を変更する必要がある．

5. 評価実験

5.1 実験方法

学習者の顔向きや体の傾きから，学習者の集中の状態を推定できるかを評価するために実験を行った．被験者 8 名に対して，講師による講義動画を受講してもらい，受講している様子を動画に記録すると同時に本手法で状態推定を行った．システムの状態推定は講義動画中のスライド単位で行った．被験者には受講中の任意のタイミングで集中していない態度をとってもらった．受講した後，被験者には講義動画と記録された自身の動画を見ながら，集中していない態度をとっていた箇所のスライド番号を回答してもらった．また，講義経験のある熟練者には，記録された被験者の動画を見てもらい，被験者に対して集中・非集中のどちらかで判断し，非集中と判断した箇所を被験者と同様の方法で回答してもらった．その結果をもとに被験者，熟練者の回答に対する本手法の推定結果の適合率，再現率，F 値と，被験者の回答に対する熟練者の回答の適合率，再現率，F 値を評価指標として精度評価を行った．

5.2 実験結果

被験者，熟練者の回答に対する本手法の推定結果の各評価指標の値を表 1 に示す．また，被験者の回答に対する熟練者の回答の各評価指標の値を表 2 に示す．

表 1 の結果から，被験者，熟練者の回答に対する本手法の状態推定結果は非集中状態について正確であるとは言えなかった．一方，表 2 の結果から，被験者の回答に対する熟練者の回答の各評価指標の値は全ての項目で高い値を示した．また，熟練者に判断基準に関するインタビューを行ったところ，顔向きと視線を重視し，体の傾きは顔向きや視線ほど重視しないという知見が得られた．

表 1 本手法の状態推定精度

被験者		適合率	再現率	F値
提案手法	集中	0.650	0.813	0.722
	非集中	0.625	0.417	0.500
熟練者		適合率	再現率	F値
提案手法	集中	0.700	0.778	0.737
	非集中	0.500	0.400	0.444

表 2 熟練者の状態推定精度

		適合率	再現率	F値
スライド単位	集中	0.889	1.000	0.941
	非集中	1.000	0.833	0.909
秒単位	集中	0.932	0.954	0.942
	非集中	0.925	0.891	0.908

表 3 改善手法の状態推定精度

被験者		適合率	再現率	F値
改善手法	集中	0.800	1.000	0.889
	非集中	1.000	0.667	0.800
熟練者		適合率	再現率	F値
改善手法	集中	0.854	1.000	0.921
	非集中	1.000	0.714	0.833

そこで，熟練者の判断基準を推定手法に反映させるように，顔向きと視線データで状態推定を行うように改善した．なお，体の傾きデータは，顔向きや視線で推定が困難な場合のみに使用することとした．

表 3 に，被験者，熟練者の回答に対する改善手法の状態推定結果を示す．表 3 の結果より，改善手法は各評価指標の値が提案手法より高くなっており，熟練者の状態推定に近づけることができた．

6. まとめ

本稿では，学習者の講義理解のために，講義シナリオを学習者の状態に合わせて動的に変化させるためのモデルと学習者の状態推定手法を提案した．状態推定手法を評価するために，システムの状態推定精度と熟練者の状態推定精度を比較する実験を行った．その結果，熟練者の判断基準を状態推定手法に加えることで，熟練者の状態推定精度に近づけることができた．

今後は，本モデルを用いたインタラクティブロボット講義システムを構築し，学習者の受講状態に合わせてロボットが講義シナリオを動的に変化させることが，学習者の講義内容理解を促進するか検証する予定である．

謝辞

本研究の一部は，JSPS 科研費 JP18K19836 の助成による．

参考文献

(1) Tatsuya Ishino, Mitsuhiro Goto, and Akihiro Kashihara:”A Robot for Reconstructing Presentation Behavior in Lecture.” Proceedings of the 6th International Conference on Human-Agent Interaction (2018)
(2) 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(<論文特集> 高等教育と情報)”, 知能と情報, 第 17 巻, 第 5 号, pp.587-598 (2005)
(3) 椋木雅之, 美濃導彦:”講義室での受講生の振る舞い観測と理解度推定の研究”, 人工知能学会全国大会論文集, 第 26 回, pp.1F2-OS-11-7 (2012)

ロボットの教授行動を用いて 学習者の心的状態をコントロールする手法の検討

Examination of How to Control Learner's Mental-state Using Robot Teaching Behavior

酒川 拓也[*1], 古池 謙人[*2], 東本 崇仁[*1]
Takuya SAKEGAWA[*1], Kento KOIKE[*2], Takahito TOMOTO[*1]
[*1] 東京工芸大学工学部
[*1]Faculty of Engineering, Tokyo Polytechnic University
[*2] 東京工芸大学大学院工学研究科
[*2]Graduate School of Engineering, Tokyo Polytechnic University
Email: c1618040@st.t-kougei.ac.jp

あらまし：講義環境において，学習者の心的状態をコントロールできることは有用である．よって本研究では，ロボット講師による発色と発話を組み合わせた教授行動が感情に及ぼす影響を調査してきた．その結果から，ある組み合わせの教授行動により複数の感情が同時に変化することがわかっている．本稿では，さらに因子分析を用いて同時に変化する感情の因子を特定し，相関分析を用いて各因子と教授行動の関係性の考察を行い，感情をコントロールするための手法について検討する．
キーワード：教授行動，ロボット講師，因子分析，相関分析，ロボティクス

1. はじめに

これまで著者らは，講義環境におけるロボット講師の発色機能を用いたインタラクションに着目し，目の発色を伴うロボットの教授行動が学習者の心的状態に与える影響を調査してきた(1)．調査の結果から，ロボットの目の発色と発話の組み合わせごとに異なる印象を与えることを確認している．

本稿では，これまでの調査結果に対して因子分析を行い，ロボットの教授行動時の感情変化の共通因子を特定する．さらに，相関分析によって各インタラクションと因子の関係性について考察を行い，感情をコントロールするための手法について検討する．

2. 先行研究

これまで著者らが行ってきた実験では，Pepper（Softbank Robotics 社）を用いて発色（白色，赤色，緑色）と意図のある発話 4 種類（重要，注意，困惑，理解）を組み合わせた教授行動（3 色×4 発話）を行い，被験者 10 名による印象評価を行った．印象評価には，Academic Emotion(2)に挙げられている学業達成に関わる 8 感情（退屈，自信，怒り，不安，楽しそう，大切，満足，困っている）を項目として用い，7 段階の Likert 尺度で評価してもらった．また評価の際には，このロボットと一緒に授業を受けることを想定して回答してもらった．

調査の結果，学習者の感情が発色と発話を組み合わせた教授行動によって変化することや，特定の発話と発色を組み合わせたインタラクションが白色より強く感情に影響することがわかっている．

これらの結果をもとに本稿では，同時に変化する感情の因子を分析し，因子をコントロールする手法について検討していく．

3. 感情の因子分析

表 1 因子分析の結果

項目	困惑度 ML3	やる気度 ML1	不満度 ML2	共通性 h2	独自性 u2
退屈	-0.05	-0.28	0.68	0.67	0.33
自信	-0.61	0.46	0.23	0.72	0.28
怒り	0.20	0.21	0.65	0.46	0.54
不安	0.63	-0.16	0.01	0.54	0.46
楽しさ	0.12	0.24	-0.70	0.60	0.40
大切	0.05	0.85	-0.06	0.73	0.27
満足	-0.21	0.65	-0.14	0.74	0.26
困り	0.86	0.16	0.21	0.78	0.22
因子負荷量	1.79	1.82	1.64		
因子寄与率	0.22	0.23	0.20		
累積寄与率	0.22	0.45	0.66		

これまでの調査から，ロボットとのインタラクションにおいては複数の感情が同時に変化することが分かっている．つまり，8 項目の感情状態を個別にコントロールすることは困難であると考えられる．これらを個別にコントロールするためには，一定の共通因子を持つ感情のまとまりを分析から見つけ出し，共通因子そのものをコントロールすることが必要となる．したがって多様に変化する 8 感情の因子構造を明らかにし，同時に変化する感情のカテゴライズを行う．この目的のもと，並行分析の結果から因子数を 3 に決定し，最小 2 乗法を適応した因子分析を行った．また，プロマックス法による回転を行った．分析対象のデータは被験者 10 名×3 色×4 発話の 120 件を分析対象とした．

因子分析の結果を表 1 に示す．表 1 より，第 1 因子は「困惑度」（ロボットのふるまいに不安や困惑，自信の低下を覚える），第 2 因子は「やる気度」（ロ

ボットのふるまいに満足や大切さを生起する），第 3 因子は「不満度」（ロボットのふるまいに退屈や怒りを感じたり，楽しくないと感じる）と解釈した．

4.　3 因子と教授行動間の相関分析

本章では，命名した 3 因子をもとに色と因子間や発話と因子間の相関を求め，学習者の感情に影響を及ぼす因子をコントロールするためのインタラクションについて検討する．また，相関の強さを示す評価基準は表 2 の通りとした．

4.1 色と 3 因子間の相関分析

色と 3 因子の相関を求めた結果を表 3 に示す．表 3 より，赤点灯の発話では因子との相関がみられず，緑点灯での発話では不満度や困惑度に弱い負の相関がみられた．白点灯での発話は困惑度に弱い正の相関がみられた．また，やる気度の因子に対してはすべての色で相関がみられなかった．

これらの結果から，やる気度については今回の 3 色ではコントロールが難しいことが示唆された．困惑度については，緑点灯に負の相関，白点灯に正の相関がみられたことから，双方の色を用いることで困惑度をコントロールできる可能性が示唆された．不満度については緑点灯に負の相関があることから，緑点灯により不満度を下げられることが示唆された．

4.2 発話と 3 因子間の相関分析

教授行動から受ける感情の要因には色だけでなく，発話も含まれると考えられるため，発話と 3 因子との相関を求めた．その結果を表 4 に示す．注意をする発話では，不満度に弱い正の相関がみられた．困惑を示す発話では，困惑度に弱い正の相関がみられた．一方，重要や理解を示す発話では，全ての要因との間に相関がみられなかった．また，色との相関と同様にやる気度の間には相関がみられなかった．

よって，やる気度については，色と同様に今回の 3 種の発話を用いてのコントロールも難しいことが示唆された．また困惑度については，困惑を示す発話に弱い正の相関がみられたことから，困惑を示す発話によって困惑度を下げられることが示唆された．不満度については，注意をする発話に弱い正の相関がみられたころから，注意をする発話によって不満度を下げられることが示唆された．

4.3 色と発話の組み合わせと 3 因子間の相関分析

色と発話の組み合わせと 3 因子の相関を表 5 に示す．表 5 は組み合わせ一つあたりのデータ数が 10 件と少ないためか，全体的としては相関が低くみられる結果となったものの，重要を示す発話と緑点灯の組み合わせのように特徴的に弱い相関がみられた．このような結果から着目すべき点は，同じ発話によっても色によって感情の変化がみられ，また，同じ色であっても違う発話によって感情の変化がみられたことであり，色点灯や発話を組み合わせることが感情をコントロールするための効果的な手法に繋がることが示唆されている．

表 2 相関係数の評価基準

相関係数の値	相関関係の強弱
0.0~-0.2/0.0~+0.2	関係性が低い
-0.2~-0.4/+0.2~+0.4	弱い正負の相関
-0.4~-0.7/+0.4~+0.7	中程度の正負の相関
-0.7~-1/+0.7~+1	強い正負の相関

表 3 色と因子の相関

	困惑度	やる気度	不満度
赤	0.06	0.07	0.14
緑	-0.29	0.00	-0.27
白	0.23	-0.08	0.13

表 4 発話と因子の相関

	困惑度	やる気度	不満度
重要	-0.18	0.07	-0.13
注意	-0.07	0.09	0.24
困惑	0.34	-0.18	-0.04
理解	-0.09	0.02	-0.07

表 5 色と発話の組み合わせと因子の相関

		困惑度	やる気度	不満度
赤	重要	-0.14	0.19	-0.04
	注意	-0.11	0.14	0.15
	困惑	0.25	-0.11	0.00
	理解	0.10	-0.10	0.13
緑	重要	-0.26	0.05	-0.27
	注意	-0.11	-0.03	0.00
	困惑	0.06	-0.10	-0.02
	理解	-0.18	0.08	-0.18
白	重要	0.12	-0.13	0.10
	注意	0.10	0.02	0.23
	困惑	0.23	-0.06	-0.05
	理解	-0.05	0.04	-0.05

5.　おわりに

本稿では，ロボットによる発色と発話の組み合わせから受ける感情の因子構造や，要因との相関関係を調査した．調査の結果から，個々の学習者に適切なインタラクションをすることで心的状態をコントロールできる可能性が示唆された．

一方で，因子分析の累積寄与率が 0.66 ほどと低いことや，それぞれの相関も弱い相関に留まったこと，やる気度をコントロールする方法の検討が困難であったことから，追加実験を行い，より多くのデータを収集することが望まれる．

よって今後は，本稿で示された仮説を考慮したうえで実験設定を検討し，追加実験を行う予定である．

参考文献

(1) Koike, K., Tsuji, Y., Tomoto, T., Katagami, D., Obo, T., Ogai, Y., Sone, J., and Udagawa, Y.: “Academic emotions affected by robot eye color: An investigation of manipulability and individual-adaptability,” International Journal of Advanced Computer Science and Applications, Vol. 10, No. 4, pp. 410–418 (2019)

(2) Pekrun, R., Goetz, T., Titz, W., and Perry, R. P.: “Academic emotions in students’ self-regulated learning and achievement: A program of qualitative and quantitative research,” Educational psychologist, Vol. 37, No. 2, pp. 91–105 (2002)

実物体の姿勢に適合する仮想モデル描画システムの構築

Development of a Virtual Object Drawing System suitable for Orientation of Real-object

稲留 広貴[*1], 曽我 真人[*2]
Hiroki Inatome[*1], Masato Soga[*2]
[*1] 和歌山大学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

あらまし: 従来の人型の仮想物体を利用した人物画スケッチ学習支援システムでは，事前に用意された人型モチーフを選びスケッチを行うというものであった，そのシステムでは，学習者がリアルタイムで人型モチーフを直感的に操作して好みのポーズに決めることは出来なかった．そこで本研究では改善案として，学習者がデッサン人形をタンジブルインタフェースとして用い，それをリアルタイムに好みのポーズに変化させ，仮想モデルの姿勢を変化させる手法を提案する．具体的には，複数人の特徴点の検出と関係推定を行う OpenPose を用いることによってデッサン人形の関節追従を行う．その上，RGB-D カメラから取得した点群データを処理できる PCL で実物体の 3 次元的な位置・姿勢を取得・トラッキングし，仮想人型モデルを重畳表示させることで，仮想人型モデルの直感的操作を実現するシステムを提案する．
キーワード： OpenPose , PCL, 拡張現実感, 物体追跡, 3DCG, タンジブルユーザインタフェース

1. はじめに

1.1 研究背景

近年でのスキル学習支援に関する研究は，技能継承だけでなく災害学習やリハビリテーションなどの分野においても広く行なわれている．また，現実空間を仮想物体によって拡張する AR(Augmented Reality)の技術が一般化するにつれて，AR 分野での研究も行われるようになってきている．そこで，AR との親和性の高い学習支援として，人物画スケッチ学習支援システムが挙げられる．しかし，従来の人型の仮想物体を利用した人物画スケッチ学習支援システムでは，事前に用意された人型モチーフを選びスケッチを行うというもので，モチーフに対しリアルタイムに自分で好きなポージングをさせることが出来なかった．この問題を解決することによって，より直感的な操作が可能なモチーフ姿勢決定システムが実現できる．

1.2 先行研究

従来の人物画スケッチ学習支援システムに関する研究として，山田卓らが 3DCG の人型モチーフを自由な視点から構図を決定し，人物画スケッチの骨格と輪郭線の診断を行うシステムを構築した研究が挙げられる(1)．しかし，このシステムでは事前に用意された複数のモデルの中から，好きなポージングのモデルを選ぶというもので，自分で好きなポージングを作り出すことが出来ないという，直感的なモデル操作における課題があった．

1.3 研究目標

本研究では, 1.2 節で挙げた先行研究の問題点を踏まえて，学習者がデッサン人形をタンジブルユーザインタフェース(2)として用い，それをリアルタイムに好みのポーズに変化させ，仮想人型モデルの姿勢を変化させ，そのモデルを AR で表示する手法を提案する．

デッサン人形をトラッキングし, 3D モデルを重畳表示することによって直感的なモデル操作が可能な AR 描画システムを構築し，提案システムを人物画スケッチ学習支援システムへ発展させることを目標とする．

2. システム設計

前章 1.3 節で挙げた目標を達成するために，以下のことを行う．

- デッサン人形と仮想人型モデルを用意する
- デッサン人形を対象物体として認識させ，3 次元的な位置・姿勢と各関節を追従させる
- 対象物体の参照点群に 3D モデルを重畳表示する

仮想モデルだけではなく実物体も使用することで, 仮想モデルの位置や姿勢を重畳表示先の実物体から計測することが可能となる．これにより，前章で挙げた問題点にあった, 既存モチーフの視点決定を PC 上で行う必要がなく，マーカレス AR として正しい位置・姿勢を推定することが出来る．本研究では，Web カメラを用いて OpenPose による関節座標の推定を行い，Kinect を用い画像の三次元データを取得し PCL により対象物体の点群データを解析することによってトラッキングと重畳表示を実現する(3)(4).

2.1 システム実装

本システムでは以下の 3 種類の処理を実装する．

- 対象物体のリアルタイムな関節座標取得
- 対象物体のリアルタイムな物体追跡
- 対象物体への 3D モデル重畳表示

まず，OpenPose を用いてデッサン人形の関節座標を取得する．取得出来る関節は 18 カ所であり，関節座標はリアルタイムで 1 フレームごとに json ファイルで書き出される．この座標データを人型 3D モデルに適用することで好みのポージングを実現する．この際，Web カメラと Kinect の視点の差を最小限に抑えるため，Kinect 上部に設置する．図 1 はデッサン人形の骨格推定をした際の OpenPose の実行結果である．

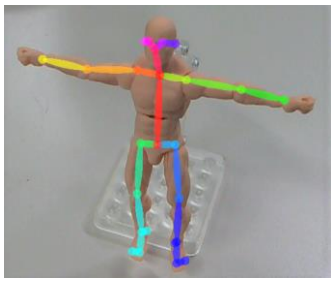


図 1　OpenPose の実行結果

次に，対象物体を追跡するには，まず対象物体を背景から分割化されたモデルとして Kinect から取得する必要がある．そして取得したモデルの点群データをトラッカーとして設定し，対象物体の追跡を行う．これによってフレームごとの点群の動きを推定できる．

最後に，深度センサから取得した実際の点群データを予測粒子と比較し，粒子を再サンプリングする．この処理の際に得られる，トラッカーの参照点群にテンプレートとして用意した人型 3D モデルの点群を重畳表示する．

3.　検証実験

検証実験は以下の項目を実施した．

①　対象物体の認識限度の検証

②　物体移動追跡の精度検証

③　物体姿勢追跡の精度検証

3.1 予備実験

予備実験では，本システムにデッサン人形を用いる妥当性を検証するために，デッサン人形の他に立方体と球を用意し，対象物体の形状によるシステムの挙動の差を確認した．また，立方体と球に近しい形状の 3D モデルとしてウサギ型のモデルを使用した．

予備実験の結果，デッサン人形を使用した場合は 3 次元的な移動と回転の両方に適合していることが分かったが，球と立方体は表面の法線ベクトルが一定であり，面の変化に乏しい形状であるため回転の追跡を誤認してしまうことが分かった．

3.2 検証の内容

本システムは物体の把持移動に適合する必要性があったため，認識限度の検証実験を行った．この実験では対象物体の一部を隠す動作を繰り返し，その時の仮想物体が正しく追従できている認識の限度を検証する．

②，③の精度検証では，条件を合わすために，対象物体の配置地点を揃えた．そして，システムを起動した後対象動作を行うことを 1 セットとして 6 パターンの移動･回転動作を 20 回ずつ行いその挙動を評価した．図 2 は実験中の画面である．

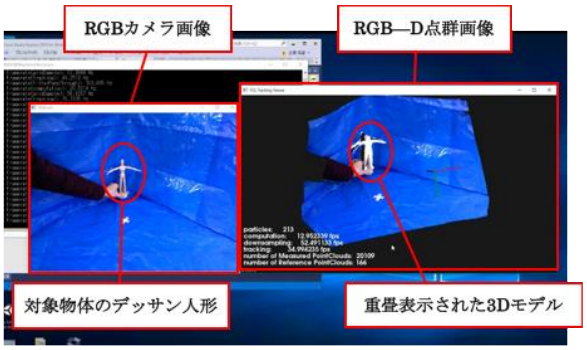


図 2　実験中のシステム画面

精度検証の結果，本システムが位置と姿勢の追跡に適合していることを確認した．

4.　まとめ

本研究では，従来の人物画スケッチ学習システムの問題を解決するために，リアルタイムな把持動作時の位置・姿勢に適合する仮想モデル描画システムの構築を行った．

手法としては，デッサン人形の関節座標取得に OpenPose を用い，デッサン人形を 3 次元的な位置・姿勢を追従するために Kinect と PCL を用いた．

また，検証実験を通して，対象物体にデッサン人形を用いる妥当性を確認し，本システムが把持移動時の位置・姿勢の変化に適合していることが分かった．

今後は，本システムを人物画スケッチ学習支援システムへ発展させていく予定であり，現在は OpenPose から取得したデータを PCL にリアルタイムに反映させるシステム環境を構築している．

5.　参考文献

(1) Masato Soga, Suguru Yamada, Hirokazu Taki, Development of a Learning Environment for Human Body Drawing by Giving Error Awareness for Bones and Contours 12th International Conference on Intelligent Tutoring Systems, ITS2014, pp.640-643

(2) Ishii, H. and Ullmer, B. 1997. Tangible bits: towards seamless interfaces between people, bits and atoms. In Proceedings of the SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems (Atlanta, Georgia, United States, March 22 - 27, 1997). S. Pemberton, Ed. CHI '97. ACM, New York, NY, 234-241,DOI:http://doi.acm.org/10.1145/258549.258715

(3) Zhe Cao, Gines Hidalgo, Tomas Simon, Shih-En Wei, Yaser Sheikh," OpenPose: Realtime Multi-Person 2D Pose Estimation using Part Affinity Fields", in arXiv preprint arXiv:1812.08008,2018.

(4) Radu Bogdan Rusu, Steve Cousins," 3d is here: Point cloud library (pcl)", Robotics and automation (ICRA), 2011 IEEE International Conference on, 1-4

ゲーミフィケーションを用いた携帯端末用環境学習支援システムの開発

Development of learning support system for environment with mobile terminal and gamification

中桐 斉之[*1], 寺尾 明日実[*2], 向坂 幸雄[*3]
Nariyuki Nakagiri [*1], Asumi Terao[*2], Yukio Sakisaka[*2]
[*1*2] 兵庫県立大学環境人間学部
[*1*2]School of Human Science and Environment, University of Hyogo
[*3] 中村学園大学短期大学部
[*3]Nakamura Gakuen University Junior College
Email: nakagiri@shse.u-hyogo.ac.jp

あらまし: アプリ利用ユーザの生物多様性への認知を向上させることを目的とし，ゲーミフィケーションを利用した携帯端末上で動作する生物多様性学習アプリケーションを開発した．開発したアプリは勉強・ガチャ・生物図鑑の 3 つの画面とアプリの利用を促す応援マスコットから成り，勉強をすることでポイントを得られる．ユーザは，生物図鑑を集めることを目標として，ポイントを消費して，図鑑の一項目がランダムに開放されるガチャを引くことができるとした. ユーザにアプリを利用してもらい利用前後でアンケートを行った結果,アプリの利用を通し，知識が定着したことが分かった.
キーワード : ゲーミフィケーション，携帯端末，モバイルラーニング，環境教育，生物多様性教育

1. はじめに

近年，スマートフォンやタブレットの普及に伴い,これらを用いて e ラーニングを行う m ラーニングが導入されてきている．この学習は時間や場所の制約がないというメリットがある一方で,学習者のモチベーションが継続していないという問題が指摘されている．これは時間や場所の自由度が高いことで,学習の継続にユーザの自立性が求められ,モチベーションの維持が難しいからである(1).

また，近年，ゲーミフィケーションが教育分野に導入されてきている.ゲーミフィケーションとは,ゲームの要素や考え方をゲーム以外に適用することで,最近では，ゲーミフィケーションにはユーザの繰り返しアプリケーションを利用する意欲を引き出すという報告もある(2)．しかし，魅力的な教材であるためには物語やキャラクター等が必要で，娯楽作品に近く，娯楽と勉強とが対比される学校教育で使うには違和感を生じさせうると言われている．

近年，生物多様性が人類の存続に不可欠な資源や生態系サービスを提供していることがわかり，生物多様性のもたらす生態系サービスへの認知が保全のための行動意図を高めることが分かってきた(3).現在までも生物多様性教育として自然体験学習などが行われてきているが，これらは徐々に体験や学習が自己目的化する傾向を持ち，一過性のイベントとして娯楽化・パターン化してしまう問題があることが示唆されている．近年の内閣府の調査でも，生物多様性という言葉を聞いたこともないと 52.4%の人が答えているとの結果が出ており生物多様性への認知度は低く, 生物多様性教育の必要性が依然として高い.

そこで，本研究では一過性のイベント化してしまう問題のある自然体験学習中心型の生物多様性教育を，形にとらわれず，携帯端末を用いたｍラーニングの形で行うことにし,近年活発になってきているゲーミフィケーションを取り入れることでモチベーションの維持可能な学習支援システムとして開発することにした.

2. システムとその構築

2.1 携帯端末による学習支援システム

ユーザのモチベーションを維持する新しいシステムとしてゲーミフィケーションを取り入れた携帯端末学習支援システムを構築することにした.

具体的には，iOS 12.0 対応の iPhone を対象とし，Xcode10, swift 4.2 を用いて，スマートフォン用のアプリケーションとしてシステムを構築した．その際学習に,チュートリアル,ポイント,報酬,収集,自己成長度の可視化のゲーミフィケーション要素を加えることで,ユーザが学習を継続できるようにした.

2.2 画面について

ユーザは,トップ,勉強,ガチャ,図鑑を選択することができ,トップ画面には, 勉強回数,勉強の平均正解率,所持ガチャチケット,図鑑収集率の 4 つの数値が表示される.また,初回起動時のほか,トップ画面(図 1(a))のチュートリアルボタンをタップするとチュートリアル画像が表示され,アプリケーションの利用の仕方を確認することができる.

トップ画面(図 1(a))から勉強を選択すると勉強画面(図 1(b))へ遷移する.勉強開始ボタンをタップすると問題画面 (図 1(c))に遷移し，ユーザは問題に対する 4 つの選択肢から解答を 1 つ選択することができる.解答をタップすると，その解答に対して正解・不正解と解説(図 1(d))が表示され,ユーザは正解するとガチャチケットを 1 枚得ることができる.このようにして 10 回解答を行うと成績表示画面(図 1(e))へと遷移し,正解数と獲得ガチャチケット数が表示される.

成績表示画面かトップ画面からガチャを選ぶとガチャ画面へ遷移し，勉強で得たガチャチケットを消費して,報酬を得るガチャガチャを引くことができる.『ガチャを引く』ボタンをタップすると,ガチャチケットを 1 枚消費して図鑑項目の 1 つを開放でき,入手した図鑑項目の生物種のイラストが即時に表示される(図 1(f)).



(a) (b) (c)

(d) (e) (f)

(g) (h) (i)

図 1　本システムの画面のスナップショット

トップから図鑑をタップすると図鑑画面(図 3(g))に遷移し,今までガチャで解放した生物の図鑑項目のイラストと解説を閲覧できる.開放した項目には生物のイラストが表示され,まだ開放していない項目には鍵のイラストが表示される.また,画面上部には図鑑の収集率が表示され,現時点で全体の何%の図鑑項目を開放したかが確認できる.開放した項目をタップすると,詳細画面が表示され,拡大イラストと解説を閲覧することが出来る(図 1(h) (i)).

また,いずれのアプリケーションも画面右下にはマスコットが表示されており，応援あり Ver では正解数に応じてユーザを励ましたり,褒めたりする台詞が表示されるが応援なし Ver では何も表示されないとした(図 1(a) (b) (g)).

3.　実証実験

実証実験では,対面及びオンラインでの協力依頼に応じた義務教育を終えた 22 人を対象に,アプリケーションの利用期間を 2 週間とし,利用前と利用後にアンケートを行った.

2.2 で述べたようにマスコットの応援あり Ver と,応援なし Ver の 2 つのアプリケーションを開発し,マスコットの応援要素のあるアプリケーション A を利用するユーザ 11 人をグループ A,マスコットの応援要素のないアプリケーション B を利用するユーザ 11 人をグループ B と分け,それぞれ利用してもらい比較実験を行った.

アプリケーションの利用期間終了後,利用者から利用後アンケートと共に,以下 4 点のアプリケーション行動データを回収した.このデータはユーザの意志に関係なく,アプリケーションの利用時に自動で記録し,ログイン人数,勉強回数,正解数,ユーザの図鑑の収集率を記録した.

ユーザが 14 日間の期間中に行った勉強の結果について,実験開始から 3 回分の正解数の平均を初期平均とし,実験終了前から 3 回分の正解数の平均を後期平均とした.また,後期平均を初期平均で割った値を正解数の向上率とした.勉強回数 3 回以下のユーザの数値は初期，後期平均を全ての回の平均値とした.

初期平均から後期平均にかけて正解数が向上していることはユーザが「以前出た問題の内容を覚え,正しい回答を選択できるようになった」ことを示しており,ユーザに学習知識が定着しているかを表す指標になるといえる.両グループの勉強回数,初期平均,後期平均を表 1 に示す.表 1 よりグループ A の方が B より正解数が向上していることが分かる.有意水準 5%でマン･ホイットニーU 検定を行ったところグループ A では有意差があった(p=0.040)がグループ B では有意差がなかった(p=0.089). これより，マスコットの応援を含めた学習支援システムが有用であると考えられる.

表 1　ユーザの平均正解数の変化 (n=22)

	初期 3 回平均	後期 3 回平均
グループ A	6.7	8.7
グループ B	5.8	7.2

参考文献

(1) 谷井宏尚，諏訪博彦，太田敏澄:”m ラーニングにおける自律型学習モデルに関する研究”,日本社会情報学会全国大会研究発表論文集, pp.90-93(2007)
(2) 酒井瞳,中桐斉之:”携帯端末を用いた色彩検定学習アプリケーションにおけるゲーミフィケーションの効果”,教育システム情報学会第 42 回全国大会講演論文集,pp.134-149(2017)
(3) 今井葉子,角谷拓,上市秀雄,髙村典子:”市民の生態系サービスへの認知が保全行動意図に及ぼす影響:全国アンケートを用いた社会心理学的分析”,保全生態学研究，第 19 巻:pp.15-26 (2014)

画像認識 AI を使った MS-Word 操作の習熟度分類の試み

An Attempting to Classify the Proficiency of MS-Word Operation using Image Recognition AI

新井 正一，吉岡 由希子，小川 真里江
Masakazu ARAI, Yukiko YOSHIOKA, Marie OGAWA
目白大学
Mejiro University
Email: m.arai@mrjiro.ac.jp

あらまし：Microsoft Word で作成されたポスター画像を基にその操作スキルを自動的に分類し，多人数のクラス分け基礎資料とすることを目的に，IBM Watson Visual Recognition の活用を検討した。その結果，数少ないトレーニング枚数でも分類は可能であるが完全な分類の自動化には至らず，ある程度人手を介する必要があることが示された。

キーワード：**画像分類**，**習熟度**，Microsoft Word，Visual Recognition，アプリケーションスキル

1. はじめに

本学では一般情報基礎科目として，1 年次の入学直後に学科単位で同一時間帯に『情報活用演習 1』が必修科目として開講されている。履修内容は，大学のネットワーク環境の理解から LMS の使い方に至るキャンパスリテラシーを学び，その後，情報の収集，整理，発信の一連のテーマを通して総合的に情報リテラシーを学ぶ。

近年，スマホの普及と共に自宅に家族共有の PC さえ持たない学生が散見され，PC 離れが一段と加速している。当然，PC に対する苦手意識がある学生も多くなり，一般社会で求められるオフィス系アプリケーションの操作能力も年と共に低下傾向にある。その一方で，高度な操作能力を持つ学生も見られ格差が広がっている。一般家庭に PC が普及し始めた頃，大学に入学し始めて PC を操作する学生と，毎日 PC に触れ操作に慣れている学生の格差が大きい時代の再来に近い現象が見られている。

この演習科目では 2012 年以来，多様化した学生に対応すべく，学習意欲，情報に関する知識および PC スキルなどの観点から，テストを実施し習熟度別のクラスを編成している[1]。運用を開始した当初は，操作スキルに対する格差は目立たなくなっていたが，学習意欲および情報に関する知識の格差が広がり，特に，意欲に対する配慮が必要になった。しかし，近年，再び PC 操作の習熟度の差が顕著になりつつあり，知識や意欲があっても実技が伴わず授業を進めるにあたって障壁となり，その対応を迫られている。

習熟度テストは，1 回目の授業で実施，翌週の第 2 回の授業までにその結果に応じてクラス分けをおこなっている。このテストを受験する学生は約 1000 名に及び，独自に開発された Web テストを使った知識および学習意欲に関する評価は迅速に処理されるが，実技の評価は人手を必要とし短時間での処理には困難を極める。このため，この数年，実技テストの結果はトップクラスに割り振る学生に限定し，操作スキルの確認のみに使われている。

ここでは，この実技テストの採点に画像認識 AI を導入することで，短時間に処理しすべての学生のスキルを把握し，クラス分けに反映する試みを報告する。

2. 実技テスト

実技テストは，MS-Word を使って A4 サイズ 1 枚のポスターを作成する。作成にあたっては，使用するべき図形，表，グラフおよび文字フォントなどの作成要領と見本(図 1)が提示され，これと同じものを作る。

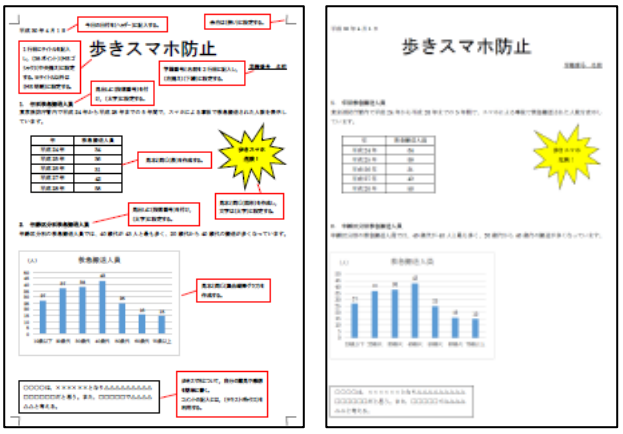


図 1 ポスター作成要領（左）と見本（右）

評価にあたってはクラス分けを目的としているため，大まかに分類する程度で詳細な点数化をおこなう必要はない。そこで，『指示どおりできている』から『ほとんどできていない』を Class A から Class D の 4 段階に分類することとした。分類のポイントは，ポスター全体のレイアウト，ポスターを構成する図形，表，グラフ，テキストボックスの要素に着目し次のように定めた。

Class A:すべての要素が指示どおり使われている。
Class B:図形，表，グラフの各要素が使われているが，グラフが正しく描かれていない。また，テキストボックスが使われていない。
Class C:図形，表のみでグラフおよびテキストボックスが使われていない。
Class D:タイトル，名前などテキストのみで，表，グラフ，テキストボックスが使われていない。

3.　画像認識 AI を活用した分類

3.1 画像認識 AI

評価にあたっては，作品を画像化し IBM Watson Visual Recognition を使って分類した。この AI は，一般画像に対して識別機能を持ち，数千のクラスから適合するクラスを抽出，ラベルとその信頼度を表すスコアーと共に提示される。この AI には単に識別するだけでなく，転移学習を利用していると思われるカスタムクラスが用意され，ユーザが自ら分類クラスを定めユーザ自身が用意したデータを使ってトレーニングし分類できる機能が提供されている(2)。この機能を利用すると，現在，Google からオープンソフトウェアライブラリとして提供されている TensorFlow などの機械学習フレームワークを活用するより，はるかに少ないトレーニングデータで分類精度を高めることができる。ここでは，このカスタムクラスの機能を使って分類を試みている。

3.2 トレーニングおよび検証

トレーニング用および検証用データは，本年度および昨年度受講した学生の作品を用いた。約 2000 枚の作品から，前述の評価基準に従って A～D に該当する件数がそれぞれ 100 枚程度になるまで収集する。その後，それぞれのクラスについて 40 枚を 2 組，20 枚を 1 組のデータセットを用意する。はじめに，トレーニングとして 40 枚のデータを学習させ，次に，20 枚のデータを用いて分類精度を測る。さらに，残りの 40 枚を追加学習させ，1 回目の 20 枚のデータと同じものを使って分類精度を再度確認する。

分類結果は，対象となる一枚の画像に対して，A，B，C，D のそれぞれに分類される信頼度が 0～1 の数値として示される。この数値を基に分類結果を以下のような 4 つのカテゴリーに分けた。

T1:最大値を示すスコアーが当該クラスと一致し，その値が 0.8 以上である。
T2:最大値を示すスコアーが当該クラスと一致するが，その値が 0.8 未満である。
T3: 最大値を示すスコアーが当該クラスと一致しないが，その値が 0.8 未満で，当該クラスのスコアーが 2 番目に大きい。
T4: ：最大値を示すスコアーが当該クラスと一致せず，その最大値が 0.8 以上である。

図 2 は，それぞれのクラスについて，横軸にカテゴリー，縦軸に 20 枚の検証用データの中でそのカテゴリーに属する枚数を表している。図中の 40 および 80 は，トレーニングデータの枚数を意味している。

カテゴリー分類の閾値 0.8 は経験的に定めたもので，この値より大きなスコアーを記録するクラスが一つあると，その他のクラスのスコアーは極めて小さくなる。これは，AI の判断に揺らぎがないと推測される。

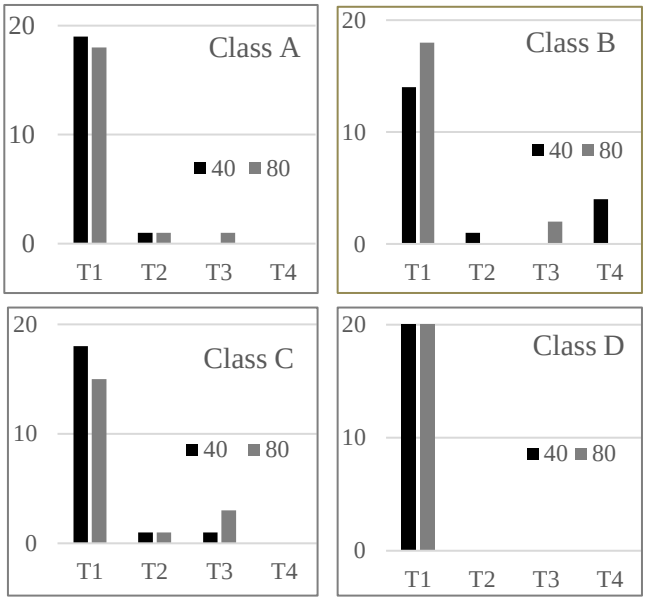


図 2　検証結果

図 2 から次のことが言える。

・Class A および D は 40 枚のトレーニング枚数で分類可能であるが，B，C の分類には不充分である。特に，B ではカテゴリーT4 に 20 枚中 3 枚が誤認識されている。

・しかし，トレーニングデータ数を増加させる事によって改善され T4 に属するケースはどのクラスにも認められず，誤認識は解消されている。

4.　おわりに

このシステムを活用した実技テスト採点の完全自動化は難しく，カテゴリーT2,T3 に該当するデータについては，人の目による分類が必要となる。しかし，カテゴリーT4 の誤認識を除去するトレーニングをおこなうことによって，従来の採点の労力軽減にはつながるもの考えられる。ただし，毎年問題を変更するとなると，その都度トレーニングが必要となり，その枚数を考えると実用性に疑問が残る。

参考文献

(1) 新井正一・小川真里江・吉岡由希子: 文系大学にみる新入生のパソコン離れ - 一般情報教育での 7 年間のアンケート調査から - ,2018 PC カンファレンス，CIEC
(2) 立花 隆輝: Watson とロボットの音声対話機能，日 本ロボット学会誌，第 35 巻，第 3 号，p. 199-202(2017)

工程表を活用した学習管理手法へのスマートフォンを使ったゲーミフィケーションの導入

Introduction of Gamification with Smartphone into Learning Management Method Using Gantt Chart

志賀 栄文[*1]，渡辺 博芳[*2]，高井 久美子[*2]
Hidefumi SHIGA[*1], Hiroyoshi WATANABE[*2], Kumiko TAKAI[*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：総合学科高等学校の選択科目にて，工程表を活用した授業手法を提案し，2018 年度には簡単なゲーミフィケーションを導入した. この実践を基に, 生徒の目標に対する学習時間とページ数を可視化, ランキングを表示, 目標達成回数に応じバッジを付与するゲーミフィケーションの要素を取り入れた学習実績管理システムを開発した．生徒はスマートフォンからシステムにアクセスし利用する．本研究では，このシステムを使った授業実践について報告する．
キーワード：授業設計，学習管理，工程表，ゲーミフィケーション，初等中等教育

1. はじめに

社会的変化が一層進展する現代において，多様な環境のなかで自ら目的を設定し，目的に応じて必要な知識を身に付けるために，自ら学習する力が必要である．我々は総合学科高等学校の選択科目において，自ら学習目標を設定し，目標に向かって学習計画を立て，目標達成を目指した自主学習を促す授業手法を提案し，授業実践を進めてきた．

2018 年度には，さらに効果を高め，自ら目標へ向かい，自発的な学習への取り組みを目指した授業手法を提案した．具体的には，工程表を活用した学習管理法へ，深田の g-デザインブロック[1]に基づく，簡単なゲーミフィケーションを導入した授業実践により，動機づけの効果が窺えた[2]．この実践を基に生徒の学習実績を管理する Web システムを開発した[3]．本研究では，開発した学習実績管理システムを使い，授業実践を行い，効果を検討する．

2. 工程表を活用した授業

次の 5 つのポイントを基に，工程表を活用した学習管理を取り入れた授業を実践してきた．

① 学習管理に工程表の導入
② 学習活動の記録にワークシートを利用
③ 進捗管理は授業時間を通して実施
④ 演習の中に自主学習を導入
⑤ リクエスト講義を受け付け，教え合いを推奨

生徒の主体的な学習が促進されるよう考え，講義と自主学習がつながる流れを取り入れた．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．

(1) 自主学習の管理に工程表を活用

生徒ごとの自主学習管理に電子的な工程表を利用する．電子データは，コンピュータ室サーバ上の共有ディスクへ配置しており，変更が生じた場合の修正を随時行う．

(2) 当初の計画は予め教員が作成したものを配布

工程表の初期計画は教員が作成し，それをテンプレートとして各生徒へ配布する．生徒はカリキュラム全体の把握や各工程の時間見積が困難だからである．生徒は進捗に合わせて，計画を修正しながら学習を進める．

(3) 1 週間ごとに学習実績を記録し進捗会議を実施

進捗管理のための進捗会議は，授業時間中に教員と生徒にて週に 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，調整を行うための話し合う場とする．

(4) 会議後，予定変更が生じる時は修正

進捗の状況が良好でない生徒においは，遅れの理由を明確にし，これからの見通しを再確認し，目標達成のための動機づけを行う．

3. ゲーミフィケーションの導入

授業へのゲーミフィケーションの導入にはクエスト授業[4]などがあるが，本研究ではこれらとは異なり，ゴールを達成するために目標や活動を可視化するアプローチをとる．

2018 年度の授業では学習日数を可視化した．具体的には，進捗会議において提出させたワークシートに基づき，学習日を表計算ソフトへ入力して可視化した．また，一定条件を満たすとバッジを表示するマクロを作成した．しかし，情報の更新が週に一度で日常的な意識付けが難しいという問題があった．

そこで，毎日の学習時間と一週間のワークシートページ数を対象として，目標設定と実績を管理する学習実績管理システムを開発した[3]．

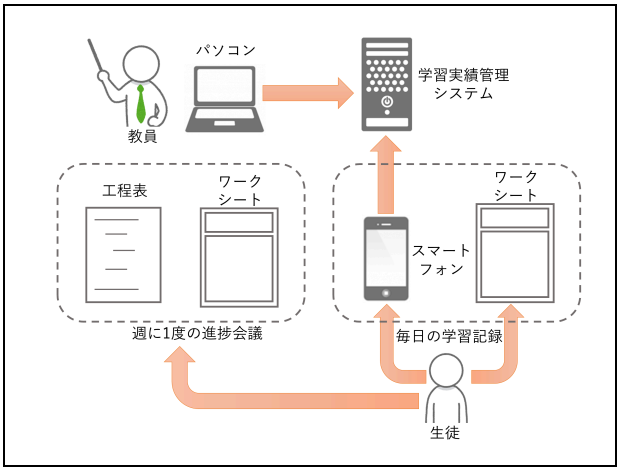


図 1 工程表とスマートフォンを使ったゲーミフィケーションの全体像

図 1 に工程表とスマートフォンを使ったゲーミフィケーションの全体像を示す．毎日の学習時に生徒がスマートフォンなどでシステムのタイマーで学習時間を計測し，サーバで実績を管理する．また，ワークシートを毎週の進捗会議時に提出し，教員がサーバにページ数を入力する．この方法では，生徒が学習をせずにタイマーのみ動作させて不正に学習時間を登録する懸念があるが，提出されたワークシートと比較することで，教員が整合性を確認する．ワークシートと学習時間に整合が取れないときは教員が直接注意をするなど，対面での授業運営での利用を前提としている．

4. 授業時間外学習の実績管理システム

学習実績管理システムはゲーミフィケーションを導入して生徒の学習実績を管理する Web システムである．ゲーミフィケーションの要素として，生徒が設定した目標に対する学習時間の可視化，学習時間とページ数のランキング，学習時間とページ数の目標達成回数に応じたバッジの付与を行う．

本システムは，(1)スマートフォンからアクセスすることを想定した生徒用システム，(2)パソコン等からアクセスすることを想定した教員用システム，(3)バッジ取得を判定するデーモンの 3 つから構成される．

生徒用システムでは，生徒が学習時間を計測して登録し，自分の学習実績を閲覧することができる．生徒用システムの機能は学習時間計測，目標設定，実績一覧 (時間・ページ数)，ランキング一覧 (時間・ページ数)，獲得バッジ一覧の 5 つである．生徒は，利用を開始する際に，学習時間とページ数の目標を設定する．毎日の学習時には，学習時間計測機能を使い，学習実績を記録する．実績一覧で記録された学習実績を確認する．ランキング一覧では，クラスの仲間の記録を確認したり，自身の記録と比較したりすることで，モチベーション維持につなげる．獲得バッジ一覧では，目標や記録を達成することで，達成感や充実感を得ることを目指す．

教員用システムでは，生徒の基本情報と学習実績を管理する．教員用システムの機能は，クラス管理，ユーザ管理，期間設定，実績一覧 (時間・ページ数・バッジ)，ページ数管理，ランキング閲覧，バッジ管理の 7 つである．教員は，進捗会議時にページ数管理にて，提出されたワークシートと学習実績の記録を比較し，学習ページ数を確認の上，入力する．実績一覧と工程表を用い，学習進度を確認するとともに，学習習慣について指導を行う．ランキング閲覧では，上位者を称賛することで，クラスの仲間といっしょに学習目標を達成しようとする世界観を刺激し，学習意欲向上をねらう．

本システムの導入にあたって，g-デザインブロック[1]によるゲーミフィケーション要素のオンボーディングを行う．生徒がスマートフォンからサーバへアクセスしやすいように，QR コードから URL を読み取れるログインカード，及びランキング表示に使われる条件やバッジ獲得のルールを説明するリーフレットを作成し配付する．これは，生徒が本システムを利用しやすくするための工夫である．

5. 授業実践

2019 年度前期，総合学科高等学校 3 年生 7 名を対象に，以上で述べた授業実践を行う．対象とする授業は，コンピュータ理論，コンピュータ技能の向上を目指す週各 2 単位の演習授業で,「プログラミング技術」「コンピュータシステム技術」である．基礎・基本技能の体系的習得，時間数，難易度，実態を考慮し，「情報技術検定試験」合格を目指す．

実践期間は，従来の工程表管理ツールを使い 4 月～5 月，ゲーミフィケーションを導入して生徒の学習実績を管理する Web システムを使い 6 月～7 月で実施する．

6. おわりに

工程表を活用した学習管理手法へのスマートフォンを使ったゲーミフィケーションの導入を行った．今後，授業の授業実践とその効果を検討しながら，システムの改善を行いたい．

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) 深田博嗣:“ゲームにすればうまくいく<ゲーミフィケーション>9 つのフレームワーク”, NHK 出版（2012）
(2) 志賀栄文, 渡辺博芳:“工程表を活用した学習管理手法へのゲーミフィケーション導入の試み”, 教育システム情報学会第 43 回全国大会講演論文集, E6-3, pp.443-444 （2018）
(3) 林欣, 渡辺博芳, 高井久美子, 志賀栄文:“家庭学習を対象としたゲーミフィケーションのための学習実績管理システム”, 情報処理学会第 81 回全国大会, 4ZF-01 （2019）
(4) 藤本徹:“ゲーム要素を取り入れた授業デザイン枠組の開発と実践”, 日本教育工学会論文誌, Vol.38, No. 4, pp.351-361 （2015）

特別支援学校教員のためのリンク機構入門教材の開発

Development of Link Mechanism for Teachers of Special Needs Schools

舩木英岳[*1]，丹下裕[*1]，福井繁雄[*2]，畑亮次[*2]，井谷武史[*2]，筒井一郎[*3]
Hidetake FUNAKI[*1], Yutaka TANGE[*1], Shigeo FUKUI[*2], Ryoji HATA[*2], Takeshi ITANI[*2], Ichiro Tsutsui[*3]
[*1] 舞鶴工業高等専門学校電気情報工学科
[*1] National Institute of Techonology, Maizuru College, Dept. of Electrical and Computer Engineering
[*2] 舞鶴工業高等専門学校教育研究支援センター
[*2] National Institute of Techonology, Maizuru College, Technical Support Center for Education and Research
[*3] 京都府立舞鶴支援学校
[*3] Kyoto Prefectural Special Support School in Maizuru
Email: funaki@maizuru-ct.ac.jp

あらまし：本研究では，京都府舞鶴支援学校本校及び行永分校の教員を対象として 3D プリンタを活用した教具・教材開発の可能性を探るとともに，教員が必要とする教具・教材の実態をアンケートにより明らかにする．この結果をもとに，要望の 1 つとして挙がったリンク機構の教材に着目し，3D プリンタにより初学者である特別支援学校教員が容易に学ぶことができるリンク機構の教材を新たに製作する．また，特別支援学校にて出前授業を実施することで，教員のアンケート結果から教材の満足度を評価する．
キーワード：特別支援学校，機構学入門教材，3D プリンタ，出前授業

1. はじめに

筆者らは,「特別支援学校教員に対してモノづくり力の向上を図る出前授業を実施する」ことで，特別支援学校教員のニーズを各自で解決する力を養成することを目的とした取り組みを実施している [1)]．この取り組みは，京都府舞鶴支援学校本校及び行永分校（以下，本校と行永分校と略す）を対象としており，年に数回実施している．これまでに，特別支援学校教員に対してある一定の技術力向上の成果が得られており，授業において製作した支援機器を使用することで，子供の自立的・能動的な活動の支援につながった事例も多数ある．当初の出前授業では，要望として多かったスイッチ類を題材としてきたが，必要な個数が満たされるにつれ，新たに機構学の知識を応用したモノづくりの要望が出てくるようになった．

本研究では，初学者から順序立てて学ぶことができる機構学入門教材を，自由度が高い 3D プリンタを用いて製作することを目指す．研究を進めるに際して，本校と行永分校の教員を対象として，3D プリンタを活用した教具・教材開発の可能性を探るためにアンケート調査を実施し，教員が必要とする教具・教材の実態を明らかにした．このアンケート結果に基づき，新たなリンク機構を開発した．

2. 3D プリンタを用いた教具・教材開発に関する調査とその結果

2.1 調査内容と対象者

本校と行永分校の教員を対象に実際に使用したアンケート調査内容の一部抜粋したものを図 1 に示す．設問 1 は, 3D プリンタに関する教員の要望を調査するための内容である．設問 2 は，日頃の授業で困っていることやニーズ等がある場合に記述を求める内容である．設問 3 は，本研究の目的である 3D プリンタを使ってリンク機構を作った際の使い道に関する記述を求める内容である．

1．3D プリンタについて，当てはまるところに○印を付けてください（複数可）。
①（　　）機会があれば，3D プリンタを実際に体験し，自分にとって必要な教材・教具等を作ってみたい。
②（　　）3D プリンタで作られた教材・教具を紹介してほしい。それらを使って授業を行ってみたい。
③（　　）3D プリンタで教材・教具を作ってほしい。それらを使って授業を行ってみたい。
④（　　）その他
1．1　1 で③に○を付けた先生にお聞きします。3D プリンタを使って作ってほしい教材や教具は，何ですか（複数回答可）。
1．2　1 で④に○を付けた先生にお聞きします。具体的なお考えやご意見を聞かせてください。
2．日頃の授業で困っていることやニーズ等があれば，以下にお書きください。
3．3D プリンタを使ってリンク機構を作ろうとしています。リンク機構を使って何かしたいことはありますか？

図 1　アンケート内容の抜粋

2.2 アンケート内容の結果

設問 1 の 3D プリンタに関する教員の要望をまとめると，無回答が 1 名いるが，質問番号①の回答者は 15 名，②は 12 名，③は 8 名，④は 0 名となった．このことからも教材・教具の製作等に興味を持ち，教材・教具をを授業に生かしたいと考えている教員が多数いることが分かる．

設問 1.1 では，設問 1 における項目③に印を回答した対象者に対し，3D プリンタで作ってほしい具体的な教材や教具について自由記述で回答を求めた．解答結果を表 1 に示す．表 1 より，学習教材としてのモデルや実験器具，補助具が挙げられており，日常の教育に直結した教材・教具の要望が多いことが分かる．

設問 2 については，アンケート調査に記入した教員は 0 名であった．

設問 3 は，機構学の基礎となるリンク機構の認知度を調査するために用意したが．設問 2 と同様に回答者は 0 名であった．このことより，リンク機構についての認知度が低く，すべての教員がリンク機構について知っているわけではないため，機構学入門教育の実施が必要であると考えられる．

表 1　要望として挙がった教材・教具

○モデル	・人体・分子・DNA・天体モデル
	・立体的な手形
○実験器具	・ビーカー・温度計用ホルダ
	・凹みスライドグラス
○遊具	・キュボロ
	・ブレスレット
	・割れる果物
	・楽器
○補助器具	・固定具付きまな板
	・筆記補助具
	・握り易くて押し引きで物の動作や移動が出来るもの
	・使い易いハサミの持ち手

3.　リンク機構入門教材の開発

リンク機構入門教材の部品は，単純な形状や反復形状をモデル化しやすいプログラミングソフト（OpenSCAD）を用いて制作した．図 2 に，部品制作時のプログラミング例と実行時におけるモデル例を示す．これを STL ファイルに変換し，3D プリンタで出力すれば図 3 のような部品が出来上がる．部品の出力時間は，出力速度や部品の厚み、大きさによって異なるが長さ 10cm×幅 1cm×厚み 3mm のものであれば 10 分程度である．

開発したリンク機構入門教材は，軸に磁石を取り付けてあるので，マグネット板等の任意の位置に固定させることができる．また，自在に支点を移動させることができるため，初学者でも容易にリンク機構を組み立てることができ，学習が易しくなった．

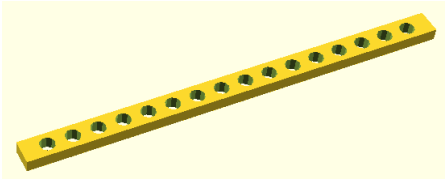
特別支援学校教員に対する聞き取り調査では，新しく開発したリンク機構入門教材は，固定端を自由に移動させることができるため，初学者でもリンク機構を理解しやすいという評価が得られている．

```
difference(){
cube([170,10,5],center=ture);

for (xpos=[10:10:160], ypos = [5:5:5]) //
    3要素の配列を範囲によって4回繰り返す
    translate([xpos, ypos, 0]) cylinder(h=10, r=3,
    center=true);

}
```

(a)　リンクモデルのプログラム例



(b)プログラム実行時におけるリンクモデル例

図 2　OpenSCAD によるモデリング

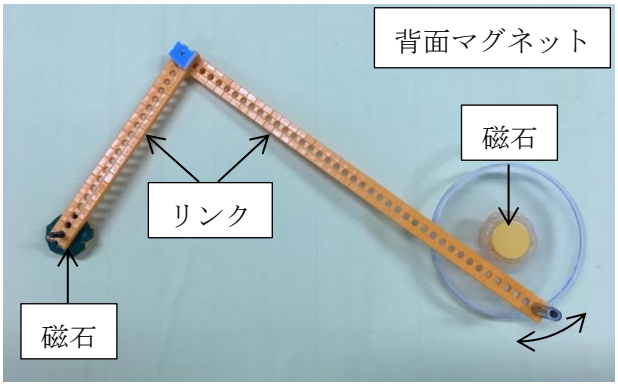


図 3　新しく開発したリンク機構入門教材

4.　まとめ

本研究では，京都府舞鶴支援学校本校及び行永分校の教員を対象として 3D プリンタを活用した教具・教材開発の可能性を探るとともに教員が必要とする教具・教材の実態をアンケートにより明らかにした．アンケート結果をもとに，要望の 1 つとして挙がったリンク機構の教材に着目し，3D プリンタにより初学者である特別支援学校教員が容易に学ぶことができるリンク機構の教材を新たに製作した．

謝辞：本研究は，日本学術振興会科学研究費（基盤研究(C)：課題番号 15K01112，奨励研究：課題番号 18H00159）の補助を受けて行われた．関係各位に謝意を表する．

参考文献

(1)　丹下裕，舩木英岳，木下博美，福井繁雄，古林達哉，金森克浩，「高専と特別支援学校の地域連携による技術教育」，第 63 回工学教育研究講演会，pp.583-584，（2015.9）．

ICT 支援員経年経験者における研修実践時の課題の検討

Challenges in Training Practice for experienced ICT Support Staff

大江 香織[*1], 江島 徹郎[*2]
Kaori OE[*1], Tetsuro EJIMA[*2]
[*1] 愛知教育大学教育学研究科
[*1]Graduate School of Education, Aichi University of Education
[*2] 愛知教育大学
[*2]Aichi University of Education
Email: oekaoriict@gmail.com

あらまし：ICT 支援員がチーム学校の一員となるために，研修は欠かせない．本研究では，事前の調査で ICT 支援員の自己評価が低かった研修内容を実践し，その前後の質問紙による調査の結果と報告書による行動の変容を考察した．

その結果，1 研修で実践した内容が ICT 支援員の自己評価を変化させること．2ICT 支援員の自己評価が高くなった支援内容の時間が増加することがわかった．

キーワード：ICT 支援員，チーム学校，研修，教育の情報化，ルーブリック

1. はじめに

本研究は，ICT 支援員の資質の向上を目的としている．本稿ではこのうち研修によって ICT 支援員の自己評価と行動の変容を分析し，研修の改善を目的とする．対象は，地方自治体 A 市(以下 A 市とする)で働いている ICT 支援員 9 名である．本研修は 2018 年 5 月~12 月までの実践を元に，改善した 2019 年 1 月から 3 月までの研修を考察した．

ICT 支援員ルーブリック(1)と質問紙，報告書を使用し自己評価と行動の変容等を分析した．

2. 改善した研修案

ICT 支援員は研修で取り上げた内容について自己評価が高い(2)．そのため，それまで取り上げていない ICT 支援員ルーブリック分類 4，5 について研修を実施することとした．以下研修内容を記載する．

2.1 分類 4 に関する研修

分類 4 は学校運営と情報管理に関する内容である．

2 月の研修では，「A 市 ICT 関連年度更新動画説明会」で使用された動画を視聴，確認を行った．動画の内容は以下の通りである．

1 保護者との連絡に使用する緊急メールの年度更新，2 ホームページ，校務支援システムに関する年度更新，3 教職員異動に伴う注意事項，翌年度の ICT 機器更新についての説明，4ICT 支援員，その他重要事項に関する連絡．

2.2 分類 5 に関する研修

分類 5 は ICT 環境の運用管理に関する内容である．

1 月の研修では，「先生に依頼された ICT 環境を，そこにある機器だけで実現する」実施訓練を行った．機器・ケーブル類は全て単独の状態で，必要数を研修会場に設置した．以下の 4 テーマを割り振り実施した．

1 普通教室でデジタル教科書の動画を見せる， 2 普通教室で児童の書いたノートを大きく映し，画面に書き込みを行う，3 普通教室で指定のソフトを使って児童に話し合い活動をさせる(3 グループ分)，4 普通教室で指定のソフトの指定の単元について話し合い活動をさせる(3 グループ分)．

3. 研究

ICT 支援員訪問報告書の対象期間は 2017 年 4 月 1 日~2019 年 5 月 31 日である．質問紙は 2 回調査を実施し，回答率は 100%である．第 1 回は 2018 年 12 月 10 日~2018 年 12 月 18 日，有効回答数は 8．第 2 回は 2019 年 4 月 12 日，有効回答数は 7 である．

3.1 調査対象 ICT 支援員の詳細

表 1 ICT 支援員の詳細

	性	年代	経験	第 1 回	第 2 回
A	女	50 代	5 年以上	○	○
B	女	60 代	5 年以上	○	
C	女	20 代	3 年～4 年	○	○
D	女	50 代	5 年以上		○
E	女	40 代	4 年～5 年	○	
F	女	50 代	2 年～3 年	○	○
G	女	60 代	2 年～3 年	○	○
H	男	60 代	1 年～2 年	○	○
I	女	50 代	1 年～2 年	○	○

第 1 回と第 2 回では，対象の入れ替わりがあった．表 1 により，全員 1 年以上の経験があるため，育成段階にある ICT 支援員を対象とした調査といえる．

3.2 調査紙の詳細

ICT に関するアンケートは PISA2015(3)を利用した．第 2 回では ICT 支援員の意見により表 2 の 2 を削除した質問紙を使用した．コミュニケーションに関するアンケートでは，様々な場面を想定した項目を利用した(4)(5)(6)．

表 2 調査紙詳細

		第 1 回	第 2 回
1	デモグラフィックデータ	○	○
2	ICT(ICT 活用調査)	○	
3	コミュニケーション	○	○
4	ルーブリック	○	○

4. 分析

4.1 研修前後の ICT 支援員ルーブリックの変容

図 1 より，第 2 回では分類 4 の自己評価が上昇している. 分類 2 を除き, 自己評価は上昇傾向である.

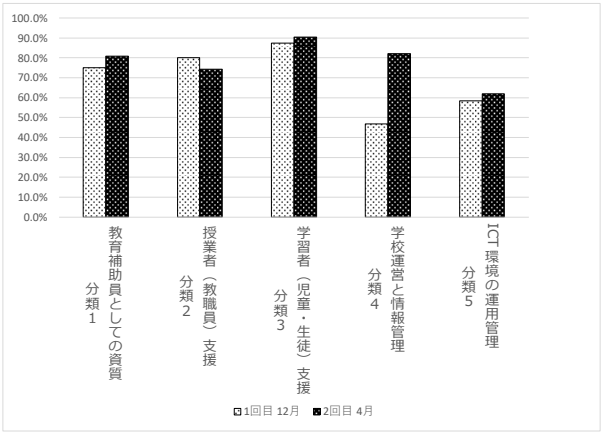


図 1　ルーブリック分類毎の自己評価 2 以上の割合

分類 4 に関する研修で得た知識を先生に説明することが出来たため自己評価が上昇したと考えられる.

分類 5 に関する研修では，1 つの課題に全員 1 時間かかった. 機器の設置は 10 分程度で行わなければならない．そのため，自己評価があまり上昇しなかったと考えられる.

4.2 研修前後の ICT 支援員の行動の変容

分類 4 の活動は報告書では「校務支援」であると考えられる．そこで，校務支援を実施した時間数を報告書より抽出した．図 2 より研修実践後の 2018 年度から 2019 年度の上昇幅が大きい. 図 3 からも同様に上昇していると言える.

研修で自己評価が高まり，校務に関する依頼を実行できたため時間数が増加したと考えられる.

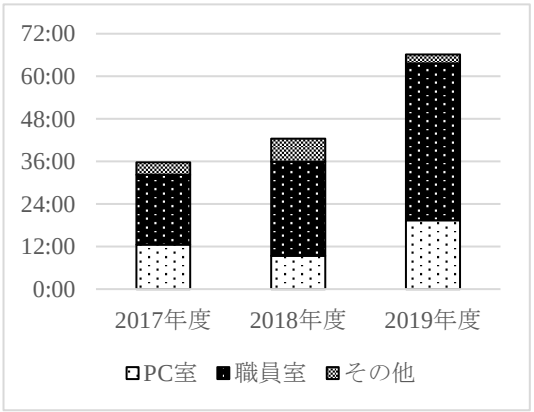


図 2　年度毎校務支援を行った時間数(4，5 月)

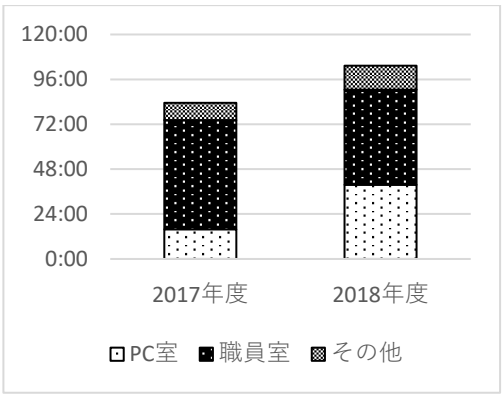


図 3　年度毎校務支援を行った時間数(2，3 月)

5. まとめ

本稿では研修が ICT 支援員の自己評価を上昇させること，自己評価が上昇した支援内容の時間数が増加することがわかった.

今後の課題は，効果的な研修カリキュラムを作成することである．文科省が示す研修内容は，ICT 支援員業務を網羅する(7)．中尾らによると雇用主体が業務範囲を決めていると考えれば，自治体ごとに重点を置く業務が異なってもよいとある(8)．そのため，A 市の ICT 教育担当者とともに，どのような研修が適切か, 話し合う必要があるのではないかと考えた.

2019 年度の研修は, A 市の ICT 教育担当者とともに改善する．今後の研究で，それがもたらす変化を明らかにしていきたい.

謝辞

報告書をご提供頂いた A 市担当者に感謝します.

参考文献

(1) 日本教育情報化振興会:“ICT 支援員ハンドブック”, http://www.cec.or.jp/cecre/ictsup/h24ictsup_index.html(参照 2019.6.12)
(2) 大江香織，江島徹郎:“ICT 支援員の経年経験者における課題の検討”，日本教育工学会研究報告集, 19(1), pp103-110,　(2019)
(3) OECD:” 生徒の学習到達度調査(PISA2015) ICT 活用調査” https://www.nier.go.jp/kokusai/pisa/index.html(参照 2019.6.12)
(4) OECD:” 生徒の学習到達度調査(PISA2015) 生徒質問調査” https://www.nier.go.jp/kokusai/pisa/index.html(参照 2019.6.12)
(5) 文化庁:” 「ビジネス・コミュニケーション調査」結果” http://www.bunka.go.jp/seisaku/bunkashingikai/kokugo/kento/kento_07/gijishidai.html(参照 2019.6.12)
(6) 川村稲造:” アンケート調査から見た「コミュニケーション能力」の現状と問題点”, 名古屋商科大学論集 58(1), pp33-52, (2013)
(7) 文部科学省:“ICT 支援員の育成・確保のための調査研究事業”, http://www.mext.go.jp/a_menu/shotou/zyouhou/detail/1398432.htm　(参照 2019.6.12)
(8) 中尾教子，堀田龍也:“学校の情報化を支える専任的外部人材の業務に関する標準化リストの開発”，日本教育工学会論文誌, 30 巻，suppl，pp133-136 (2006)

地域イベント支援プロジェクトのダブル展開によって得られる教育の質的改善

Qualitative Improvement of Education Obtained by Double Development of Support Project at the Regional Event

山本 耕司[1)]，鈴木 直美[1)]，池本 有里[1)]，児島 知樹[1)]，三木 歩[2)]
Kohji YAMAMOTO, Naomi SUZUKI, Yuri IKEMOTO, Tomoki KOJIMA, Ayumu MIKI

四国大学[1)]，株式会社丸昌[2)]
Shikoku University, Marusho Co., Ltd.
Email: kyamamoto1121@gmail.com

あらまし：PBL（プロジェクトベースドラーニング）は学生が主体的な学びを実践する上で有効な教育手段である。徳島県勝浦町坂本では、坂道を活かしたマラソン大会を住民が主催して実施しているが、その住民団体を助け、大会を PR する授業を PBL で行った。しかし、住民団体との信頼関係構築に授業時間だけでは十分ではなく、PBL の展開が難しい。そこで、もう一つの PBL を縦横に展開し、住民との繋がりや情報発信で成果を上げた。これにより、本来の PBL においても質的改善がみられた。
キーワード：PBL，映像制作，ライブ中継，ダブル展開

1. はじめに

近年、多くの大学で社会人基礎力を培う教育方法が検討され、学生自らが考えて行動し、課題解決していくプロジェクト型教育プログラム（PBL）が取り入れられている。山口は、こうした大学における PBL 研究の動向を整理し、その特徴や課題をまとめている[1)]。筆者らも、ゼミや演習科目を通じた PBL を実践し、種々の課題に対して様々な解決策を探ってきた。それらを総合的に昇華させ、2012 年からはメディアプロジェクト演習という名称の PBL 授業をコース必修科目として実施している。この科目は学生が所属するコースの学習を通じて積み重ねてきた専門の知識や技術を用い、創造性と協調性を養いながら、やり遂げる力と達成感を得ることができる。学生は、当該科目を通じて地域社会に目を向け、実行可能な地域課題を見つけ、ICT を活用した解決策を提案し、具体的に実施して成果を出す。本取り組みは地域社会からも一定の評価が得られ、成果も期待されるようになった。学生は、自身の達成度以上に依頼者の満足度をどう高めるかを考え、コストを抑えクライアントに最大限の利益を提供することを考える PBL となってきている。

今回は高齢化の進む山間部で、地域住民が自ら運営するマラソン大会を成功させる PBL を行う。

2. 本取組みの経緯

徳島県勝浦町と筆者が所属する大学が連携協定を締結していることから、勝浦町坂本地区の住民団体「さかもと元気ネットワーク」から坂道マラソンを手伝ってほしいと依頼されたのがきっかけである。このみかん畑の中の坂道を駆け巡るマラソン大会には、全国から 500 人ほどが参加する。参加ランナーの個々のタイムは IC タグを利用して測定され、速報としてネット掲載も簡単にできるが、スタッフだけでは不可能な要望をどう解決するか、考えることとなった。それは、

1）タイムだけでなく参加者の参加している姿の動画を撮って証として提供したい
2）応援するボランティアたちも大会に参加している実感が得られるようにしたい
3）スタート、ゴールだけでなく、山あいの坂道を走っている姿を残したい
4）地域をあげて参加者をもてなし、喜んでもらっている雰囲気を全国に伝えたい

などである。

これらの要望には授業で取り組めるものとそうでないものがある。教員も地元住民との十分なコミュニケーションがとれていなければ、円滑な授業展開が望めない。そこで、授業を通じて課題解決しようとするチームと、授業とは別に坂本地区へ通って住民の準備活動に積極的に入ったり、事前に広域的に PR するとともに本番にはライブ中継を行ったりして、円滑なプロジェクトの実行ができるように動く別働チームを作った。

3. 本取組みの実践

3.1 プロジェクト演習の授業を通じて

授業で参加する 21 名の学生は、6 つの班にチーム編成した。そして、本番当日にはコースのポイントに班毎に配置してビデオ撮影を行った。これらプロジェクト演習の履修学生は、本番までの毎週の授業時に、どこをどう捉えて撮影するかを机上で検討し、ロケハンを経験した上で、授業に参加してもらっている住民団体の代表者に対して撮影計画をプレゼンした。住民団体の代表者からは、さらによい撮影ポイントや撮っておいてほしいものの要望が出され、地元民ならでわの視点を織り込んだものになった。



図 1　授業に参加する住民団体の代表者たち



図 2　ロケハン



図 3　ロケハン後の学生と住民たち

3.1「さかもと坂道マラソン」とは

さかもと坂道マラソンは、11 月後半に開催される。距離別に 4 コースから成り、最短コースは全長 1km で標高差 23m、次に全長 2.9km 標高差 79m、さらに全長 6km 標高差 141m のコース、最後に全長 9.8km 標高差 224m のコースである。2 回目となる今回は、全国から 500 人ほどランナーが参加し、普段は人影のほとんどない過疎の集落に大いに活気が漲る。市民マラソンの多くは自治体主導で行われるが、住民同士が協力あって行う珍しい取り組みである。そこには地域愛に溢れる住民の熱意がある。

3.2 要望の解決方法

2 . で挙げた住民団体からの要望の解決策として、学生チーム 6 班分を主要ポイントに配置したことで、1） 3）を解決するとともに、別働学生チームによる PBL を縦横に展開した。このチームは上級生 5 名で構成した。まず①ゴールと表彰式をライブ中継。②ゴールに入るランナーをギャラリーで応援する人や裏方で活躍するボランティアスタッフの撮影。③優勝者や高齢者など特徴ある人をインタビュー。④沿道で手をふったり声をかけたりする地元の高齢者の人たちの笑顔の撮影。⑤最も長いコースの途中にある民家の軒下から走り抜けるランナーをライブ中継する。という役割を行った。ライブ中継は全国どこでもスマホなどで音とともに見ることができ、参加者の家族がネットで応援することも、駐車場係やコース途中の給水所でボランティア活動するスタッフも今どうなっているかを確認できるため、2）4）といった要望の解決も行うことができた。

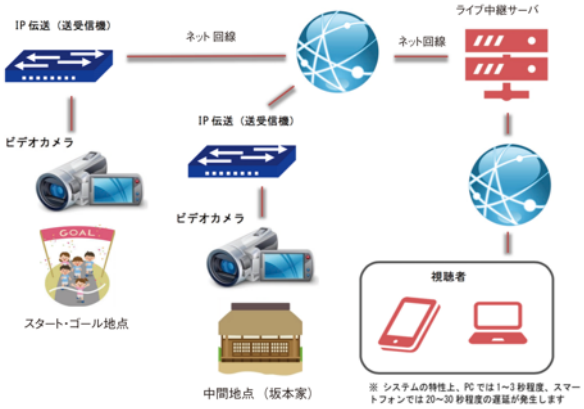


図 4　ライブ中継の IP 伝送によるネット配信



図 5　優勝者へのインタビュー

4.　本取組みの成果

2 つの PBL を同時に展開することによって、参加者の高い満足度を得て住民団体の高評価に繋がり、マラソン大会を成功に導けた。コンピテンシーの調査やルーブリックによる評価結果から、本 PBL のダブル展開は教育の質改善に十分な成果を示したと考えられる。



図 6　学生による班ごとの映像作品

参考文献

(1) 山口泰史, 2017. わが国における PBL 研究の動向−大学教育での実践を中心に一, 日本地域政策学会 19 : 34-41.

連携・協働とケアの質向上を目的とした地域系 IPE カリキュラム

A Regional Interprofessional Education Curriculum which Improves Collaboration and the Quality of Care

石川 貴彦[*1]，播本　雅津子[*2]
Takahiko ISHIKAWA[*1]，Kazuko HARIMOTO[*2]
[*1*2] 名寄市立大学保健福祉学部
[*1*2] Faculty of Health and Welfare Science, Nayoro City University
Email: ishikawata@nayoro.ac.jp

あらまし：医療系大学を中心に多職種連携教育（IPE）の実践が盛んに行われている．本学も 2006 年の４大改組から連携教育を大学の特色として掲げ，栄養，看護，社会福祉，社会保育の４学科混成の IPE に取り組んでいる．本研究では，本学の IPE 実践で生じた課題をどのように克服し，地域社会のケアを主体とした IPE に発展させていったのかを振り返りながら，地域系 IPE カリキュラムを明確化した．
キーワード：多職種連携教育（IPE），地域系 IPE，医療系 IPE，カリキュラム

1. はじめに

様々な専門職が細分化された現代において，人を対象としたケアは，高度な知識や技術で各々が対応できるようになった反面，縦割り型の労働を強める結果を招いた．縦割り型はコミュニケーション不足などに起因したケアの不十分さを誘発するきっかけを高め，大学教育の段階から専門職間の連携・協働をカリキュラムに組み込むことが求められるようになった．本学は，2006 年に短大から４大へ改組する際の特色として「連携教育」を謳い，栄養・看護・社会福祉の３学科で単に国家資格を取得させるのではなく，多職種連携を実践できる人材を育成することを目標とした．しかしながら，連携教育の目標は明確になっても，それをどのように進めていくかという方法が定まらず，また，IPE を専門とする専任教員が誰一人といない状況だったことからも，改組からの数年は，連携教育は右往左往の時代だった．そうした中，学内教員から連携教育を再構築する機運が高まり，2011 年には連携教育検討委員会を暫定的に設置し，筆者らはそのメンバーに加わった．2013 年には連携教育委員会として正式に発足し，検討委員会のメンバーはそのまま継続した．このような経緯を踏まえ，本学の IPE がどのような課題を抱え，それらをどのように解決したのかを一度整理することが，IPE カリキュラムを定着・浸透させていくうえで必要な取り組みであると考えた．

そこで本研究では，本学の IPE 実践の課題と解決策および工夫点を整理し，地域社会のケアを主体とした「地域系 IPE カリキュラム」を構築したまでの経緯を明確化することを目的とした．

2. 本学の IPE カリキュラムの課題

2.1 医療分野の限定による担当教員の不足

本学の IPE 科目の柱となる「保健医療福祉連携論」（以下，連携論）は，医療分野における連携をテーマとし，病院を中心としたチーム体制づくりに関する内容だったと記憶している．そのため，医療分野を専門とする教員しかこの科目を担当できず，教員の負担増や後任人事の選定の難しさなどが影響して，担当できる教員の数を自ずと狭めてしまった．担当教員の数が少ないことで，３学科合同 140 人を一斉に指導する講義科目という開講形態に手段が限られ，さらに医療分野での就職を希望する学生以外には，連携・協働について具体的にイメージできるものではなかった．

2.2 医療現場でのフィールドワークの負担考慮

IPE の演習科目として「フィールドグループワーク」（以下 FGW）を３年次に開講した．１年次の連携論（途中から３年次に移行）での学習を経て，症例検討などの活動を想定していたのだろうが，それを取り仕切る上位組織が無計画だったのと，非病院系の教員も担当に含まれたため，内容は各担当教員に委ねられた．仮に病院をフィールドとした場合，その病院が臨地実習先にもなり二重の負担を強いるため，医療現場を IPE の実践場として利用しないことを担当者間で取り決めた．このような取り決めが，本学の地域系 IPE の先駆けとなった．

2.3 医療系 IPE から地域系 IPE へ

前節に示した担当教員の不足とフィールド状況により，連携教育検討委員会は医療系 IPE のみにこだわらないことを提案した．そして，担当できる教員の数を増やし，活動の幅を広げる目的で，地域社会のケアを主体とした地域系 IPE に軸足を置くことで解決を図った．佐伯[(1)]は医療系 IPE の現状や課題を教育的な観点から分析し，医療系の枠を超えた専門職 IPE の可能性を示唆した．特に患者の「疾病」のみの治療に終始するのではなく，「生活者」の課題やニーズをとらえたケアを試みるものであり，治療・ケアの場についても病院などの施設から地域社会への移行を目指す流れにあるという記述が，後付けではあるが，本学が地域系 IPE を目指したことが正しい選択だったことを裏付けるものである．

3.　地域系 IPE カリキュラム

地域系 IPE カリキュラムは，2015 年に短大児童学科から社会保育学科に改組したタイミングに合わせて本格的に開始した．これまで３年次に開講していた連携論と FGW は，１年次からの積み上げ科目として再編し，連携論の一部を「地域との協働Ⅰ」に，FGW を「地域との協働Ⅱ・Ⅲ」に改称した．そして，連携論はそのまま３年次で開講した．このようにして，地域との協働Ⅰは連携の基礎，協働Ⅱ・Ⅲは地域系 IPE，連携論は地域系および医療系 IPE とカリキュラムの位置づけを明確にし，栄養，看護，社会福祉，社会保育の４学科が関われる体制を整備した．

IPE 科目が４科目となり，これらを担当できる教員数を増やすため，担当意向調査を連携教育委員会で実施した．シラバスの提出時期が前年度の 11 月末であり，それに合わせて調査を例年 10 月に行っている．調査は全教員を対象とし，科目を担当できる場合はマルをつけ，できない場合は個別の事情を付記して提出する．この調査が定着したことにより，教員数を確保するという当初の目的を果たしただけでなく，多くの教員が連携教育の重要性を理解し，携わらなければならない意識を与えることに効果があった．また，医療系 IPE のみを連携教育と考えている教員に対しても，地域系 IPE を新たに伝える手段にもなった．

意向調査で担当教員が増えた結果，１人あたりの担当学生数を調整できるようになった．特に遠方地域での活動を希望する教員に対しては，車移動が可能な学生数に絞って配属するといった工夫ができた．

表１　地域系 IPE のテーマ一覧と学生数（2・3 年計 210 名）

テーマ一覧	学生数
1 市内小・中学校での放課後学習支援	30
2 子どもと本をつなぐということ	11
3 商店街あそびの広場	13
4 乳幼児の遊びの意義を探る	8
5 特別なニーズのある子どもの余暇支援	6
6 小学生と一緒に献立を考えよう	10
7 士別ハーフマラソンを完走しよう！	19
8 リレーフォーライフに参加しよう	10
9 地域で働き暮らす障害者	5
10 専門職としてできる地域との連携	7
11 薪割り	7
12.北国博物館自然観察クラブに参加する	12
13 道北の魅力の再発見～社会教育主事会	4
14 地域の現状把握と対応策の検討	7
15 過疎地高齢者夫婦のみ世帯の生活の理解	4
16.離島の現状と課題調査	5
17 最北地域の保健医療福祉連携と観光	9
18 下宿の住みやすさ調査	7
19 町内会活動に参加しよう	6
20 高齢者の健康活動	8
21 名寄でできる健康づくり	6
22 地域の人たちと健康づくりの運動	12
23 名寄のことを知ろう，そして参加しよう	4

2019 年度の地域系 IPE のテーマ一覧と配属学生数を表１に示す．表１では子どもや高齢者，障害者など，地域の生活者のケアを中心とした活動が多く，医療系 IPE に比べ活動の自由度が増したことは１つの成果である．そして，学年末に実施している受講者の「連携教育カルテ」[(2)]の記入において，参加姿勢や他者理解といった「連携・協働」の自己評価は若干変化（４段階評価の平均値で１年次 3.0，２年次 3.3，３年次 3.2）し，連携の意義や対象の尊重など「ケアの質向上」の自己評価は学年が上がるにつれ上昇した（１年次 3.0，２年次 3.3，３年次 3.4）．

以上より，地域系 IPE は連携・協働とケアの質向上に関して，実効を高めるカリキュラムにはなったが，大学と地域との連携が強調された結果，大学側や地域側の一部に，ボランティア活動の単位化という誤った認識を持つ印象を感じた．ボランティアでは奉仕活動であり，地域の一員として IPE を学ぶ学生の呼称にはふさわしくない．ボランティアという認識を地域系 IPE へと変えるには，例えば IPE を実践する前に専門職像とその連携像をテーマ毎に定め，受講者に提示する方法または地域系 IPE で期待する学びを記述する方法を考える．筆者担当の放課後学習支援は，学生と小中学校教師が連携して，地域の生活者である子どもを支援する地域系 IPE である．そこに栄養教諭や小児科看護師，特別支援教諭，保育士などと子どもを対象とする専門職像を学生に向けて提示し，小中学校教師と連携しながら子ども支援・理解を図るという連携像を与える．そうすることで，子どもを支援対象とした専門職志望集団を最初に形成し IPE を意識づける．このように，学生が地域の他職種との協働を学ぶにあたっては，４学科混成チームとすることよりも，学生の将来像などに沿ったチーム分けを優先したい．

4.　まとめ

本研究では，本学が長期的に抱えてきた課題を克服するような形で地域系 IPE カリキュラムを構築し，テーマ一覧からの検討や受講者の自己評価から現状を整理し，カリキュラムを明確化した．

その結果，担当教員の増加に伴って地域活動も増加し，受講者の学習効果が高まったことを確認した．しかしながら，地域でのボランティア活動を周囲と協力して行うという印象を一部感じるようになったことから，地域系 IPE という認識を内外に定着させていく必要がある．

参考文献

(1) 佐伯知子: “IPE（Inter Professional Education）をめぐる経緯と現状，課題：医療専門職養成の動向を中心に”, 京都大学生涯教育フィールド研究, Vol.2, 9-19,（2014）
(2) 石川貴彦，播本雅津子，黒河あおい，小銭寿子，糸田尚史:”地域をフィールドとした連携教育に対するルーブリック作成の試み”，日本保健医療福祉連携教育学会第 9 回学術集会講演論文集, 37,（2016）

IT のビジネス活用を主題とするビデオとオンラインレポートを用いた授業における学習者の受講意欲分析

Analysis of Learners' Motivation for a Lesson on Business Utilization of Information Technology using Video Content and Online Report Submission

仲林 清[*1 *2]
Kiyoshi NAKABAYASHI[*1 *2]
[*1] 千葉工業大学 情報科学部, [*2] 熊本大学 教授システム学専攻
[*1] Faculty of Information and Computer Science, Chiba Institute of Technology
[*2] Graduate School of Instructional Systems, Kumamoto University
Email: knaka@net.it-chiba.ac.jp

あらまし： 企業経営における情報技術活用を扱った二つの授業で学習者の授業評価と受講意欲の分析を行った．一方の授業はネットワーク外部性と技術標準化，もう一方はイノベーションを学習主題としている．どちらも，学習者に身近な題材を取り上げて興味・関心を高めるとともに，学習主題に関するドキュメンタリービデオの視聴とレポート提出・自他レポート吟味を繰り返して，理解を深めることを意図している．2018 年度後期に同じ科目の中の連続するコマで授業を行い，二つの授業に対する学習者の授業評価内容と受講意欲の関係を分析した．
キーワード：ビジネスモデル，ネットワーク外部性，技術標準化，イノベーション，ドキュメンタリービデオ，既有知識の活用，自他意見の比較，MSLQ

1. はじめに

情報技術（IT）の戦略的な活用は近年の企業経営において不可欠のものとなっている．IT を学ぶ大学生にとっても，技術的な内容だけでなく，その活用形態を学ぶ意義は大きいと考えられる．本稿では，企業における IT 活用を扱った二つの授業[1-2]に対する学習者の授業評価と学習意欲の分析を行った．

2. 学習主題

二つの授業の学習主題は，ネットワーク外部性と技術標準化[1]，および，イノベーション[2]である．

ネットワーク外部性は経済学の概念であり，製品やサービスの価値が，それら自体の性能や品質ではなく，同じ製品やサービスを利用している人数に依存する，という性質を指す[3]．例えば，電話は通話相手がいなければ無価値であり，利用者が増えるほど価値が増していく．このような性質は，近年の IT 関連の製品やネット上のサービス，特にソーシャルネットワーク系のサービスに顕著で，この特性に着目したプラットフォームビジネス[4]という概念も生まれている．また，このような性質が成り立つためには，顧客が使用する機器やソフトウェアを相互接続するために標準化[5]の概念が不可欠となる．

イノベーションは産業における新技術開発だけでなく，組織や社会の変化，新価値創造など幅広い意味を持つ．IT の技術進化の影響は，表面的には，従来の業務が格段に効率化されたり，それまで実現が困難であった新たなサービスが出現する，といった形で現れてくる．しかし，その根底にはムーアの法則で総称される半導体技術やネットワークの指数関数的な高性能化・低価格化，ソフトウェアの高機能化，サービスの個別化などの根本的な要素がある[6]．また，IT 基盤はソフトウェア・データの入替によって何にでも適用できる汎用性を有しており，これが IT によるイノベーションの予見を困難にしている．

3. 授業設計

前章の学習主題は，複雑で抽象的な内容であり，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，図 1 に示す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[7]を共通的に適用する．学習主題に即したドキュメンタリービデオを視聴させ，これに関するオンラインレポートを課す．次の授業直前までにレポートを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．

ビデオは，学習者に身近な題材を扱ったものを用いて既有知識の活用を図る．ネットワーク外部性については JR 東日本の Suica の開発・普及を扱ったもの[1]，イノベーションについては，カシオによるデジカメの開発を扱ったもの[2]を用いた．

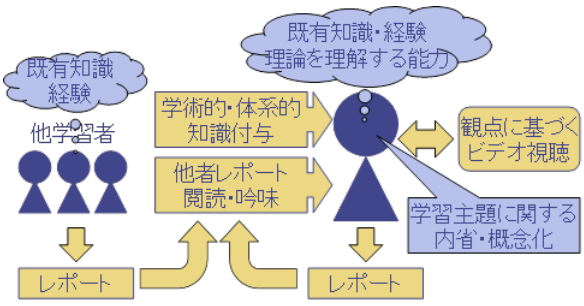


図 1 授業設計の枠組み

4.　評価

2018 年度後期に，情報系学科の 3 年生を対象とする同一の科目中で，2 つの学習主題に関する授業（計 7 コマ）を実施した．授業評価として，授業全般，ビデオ，レポートに関する 28 項目からなるアンケートを，Suica およびデジカメの授業後に実施した．また，受講意欲を調べるために Motivated Strategies for Learning Questionnaire (MSLQ)のうちの内発的価値を，授業設計の学習方略への影響を見るために同じく MSLQ の認知的方略使用を，授業前，および，Suica，デジカメの授業後の計 3 回調査した．

毎回レポートを提出し，アンケートに回答した学習者は 92 名であった．授業評価の 28 項目については，Suica 授業後のデータに対して，3 項目を除去して因子分析（主因子法，プロマックス回転）を行い，以下の 4 因子を抽出した．

- 理解：「他の人のレポートを見て理解を深めることができた」など 10 項目
- 興味：「情報技術と産業や職業の関係についてもっと学んでみたいと思った」など 10 項目
- 否定：「ビデオの内容と指示された観点を対応付けるのが難しかった」など 5 項目
- 経験：「対象製品を使った経験やサービスに関する知識は授業の内容と結びついた」など 4 項目

「否定」因子を除く各項目の平均，標準偏差，α 係数，項目間の相関を表 1 に示す．この表から以下のようなことがわかる．

(1) 3 回測定した「内発的価値」の間には 0.7 以上の強い相関がみられる．「認知的方略使用」についてもほぼ同様の傾向がみられる．
(2) 各授業後の「理解」，「興味」，「内発的価値」，「認知的方略使用」の間に 0.5 以上の相関がある．
(3) 「経験」については，他の項目との間に 0.3 前後の弱い相関がある．また，2 つの授業の「経験」因子間では 0.44 の相関がみられる．

本授業設計は，3.で述べたように，「学習者の既有知識活用」，「自他レポート吟味とビデオの再視聴による理解促進」をねらいとしている．評価結果は，このねらいが学習主題に依らず機能することを示唆していると考えられる．今後，共分散構造分析などにより詳細な分析を行う．

参考文献

(1) 仲林 清：“ネットワーク外部性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設計と試行評価”，教育システム情報学会研究報告，Vol.32,No.1, pp.39-46 (2017)
(2) 仲林 清：“技術イノベーション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.30, No.2, pp.172-186 (2013)
(3) Rohlfs, J. H.: “Bandwagon Effects in High Technology Industries”, MIT Press (2003).
(4) Gawer A. and Cusumano M.A.: “Platform Leadership: How Intel, Microsoft, and Cisco Drive Industry Innovation”, Harvard Business School Press (2002).
(5) Baldwin, C. Y. and Clark, K. B.: “Design Rules, Vol. 1: The Power of Modularity”, The MIT Press (2000).
(6) 池田信夫：“情報技術と組織のアーキテクチャ”，NTT 出版，東京(2005)
(7) 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)
(8) Pintrich, P. R. and De Groot, E. V.: “Motivational and Self-Regulated Learning Components of Classroom Academic Performance”, J. Educational Psychology, Vol.82, No.1, pp.33-40 (1990)

表 1　授業評価・MSLQ の相関（7 件法，92 名）

項番	項　目			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	平均 (S.D.)	α
1	授業前	MSLQ	内発的価値	—	**.73**	**.58**	**.57**	.27	**.74**	**.60**	**.58**	**.56**	.25	**.76**	**.59**	5.04 (0.80)	.88
2			認知的方略使用	**	—	**.50**	.40	.12	**.66**	**.72**	**.55**	.43	.11	**.63**	**.68**	4.83 (0.68)	.81
3	スイカ後	授業評価	理解	**	**	—	**.57**	.39	**.72**	**.64**	**.65**	**.51**	.25	**.62**	**.55**	5.43 (0.68)	.87
4			興味	**	**	**	—	.37	**.67**	**.53**	**.52**	**.65**	.16	**.63**	**.52**	5.36 (0.76)	.81
5			経験	**		**	**	—	.37	.25	.28	.31	.44	.34	.24	5.58 (0.78)	.66
6		MSLQ	内発的価値	**	**	**	**	**	—	**.77**	**.59**	**.54**	.22	**.77**	**.63**	4.88 (0.79)	.88
7			認知的方略使用	**	**	**	**	*	**	—	**.60**	.48	.13	**.62**	**.70**	4.88 (0.64)	.79
8	デジカメ後	授業評価	理解	**	**		**	**	**	**	—	**.64**	.35	**.72**	**.61**	5.34 (0.64)	.86
9			興味	**	**	**	**	**	**	**	**	—	.35	**.72**	.49	5.21 (0.78)	.85
10			経験	*		*		**	*		**	**	—	.32	.26	4.94 (0.91)	.66
11		MSLQ	内発的価値	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	—	**.72**	4.90 (0.73)	.87
12			認知的方略使用	**	**	**	**	*	**	**	**	**	*	**	—	4.92 (0.61)	.80

*：$p < 0.05$，**：$p < 0.01$，赤字：正の有意な相関，青字：負の有意な相関，太字：0.5 以上の相関係数

教育改善スキル修得オンラインプログラム（科目デザイン編）の構想と無料版・有料版の公開

Conception and Initiation of Open and Fee-based Educational Reform Skill Learning Online Program: A Course Design Course

鈴木克明・喜多敏博・平岡斉士・長岡千香子
Katsuaki Suzuki, Toshihiro Kita, Naoshi Hiraoka, Chikako Nagaoka
熊本大学教授システム学研究センター
Research Center for Instructional Systems, Kumamoto University
Email: ksuzuki@kumamoto-u.ac.jp

あらまし：次世代の大学教員準備を目指して、教育系大学間共同利用拠点が提供するオンラインプログラムの一環として構想した「教育改善スキル修得オンラインプログラム」の第一弾「科目デザイン編」の無料版・有料版を公開した。本発表では、インストラクショナルデザイン理論に依拠し、14 年間のオンライン大学院の実践を踏まえて構想した研修の内容・方法及び実現方法について概観する。
キーワード：インストラクショナルデザイン、科目デザイン、FD、高等教育、教育改善スキル

1. はじめに

熊本大学教授システム学研究センターは、「教授システム学に基づく大学教員の教育実践力開発拠点」として文科省教育系大学間共同利用拠点の一つとしての活動を開始した。2019 年 4 月より、日本全国の大学教員と大学院生を対象として提供するオンラインプログラムの一環として構想した「教育改善スキル修得オンラインプログラム」の第一弾「科目デザイン編」の無料版・有料版を順次公開している[1]。これまでの多くの大学における教職員職能育成プログラム（FD）は、現在の大学での職能を発揮することに留まっていると考えられる限界を意識し、現状への適応ではなく次世代の大学を構築していく教員になる準備と位置づけた挑戦的な内容とすることを目指している。その基盤には、2006 年 4 月に開設以来、「教え方を教えます」を標榜して 130 人以上の博士課程前期修了生を輩出してきたオンライン大学院「教授システム学専攻」（以下、GSIS）での教育実践[2]とその背景にある教授設計学（以下、ID）[3]がある。ID の研究成果に基づき、GSIS での実践で効果が確認できた方法をもとにすると、どんな設計指針で次世代の大学をデザインすべきか、という問いを自らに課し、その成果を具体化したものである。本発表では、公開したプログラムの構成、デザイン提案、ならびに無料版と有料版の機能について紹介する。

2. 「科目デザイン編」の構成

教育改善スキル修得オンラインプログラム「科目デザイン編」は、表 1 に掲げる 5 つの物語からなる導入的モジュール 1 つと、科目デザインの 3 つの主要要素である授業方法・評価方法・学習目標についてのデザイン提案をまとめた 3 つのモジュール、ならびに「科目デザイン編」での学習を自分の担当科目に活かす計画を検討する最終モジュールの 5 つで構成されている。

導入的モジュール 1 は、大学教育についての 5 つの物語を通じて、次世代の大学を想起する契機を狙ったものである。最初の 3 つの物語は、東北大学で収録・公開している講演ビデオ[4]を資料として再利用した、いわゆる反転授業型の構造を採用した。実践事例の紹介を介して講義依存や基礎からの積み上げという常識への疑問を提起している。また、ビデオがなく Web 上の資料とテキストの読解へ展開する物語 4 と 5 では、ビデオ依存の発想からの解放を目指す意図を説明すると同時に、学生主導で学び方を学ぶ学生用テキストを教員も学ぶように誘っている。

表 1: 大学教育に関する 5 つの物語（モジュール 1）

物語 1 :『教材設計マニュアル』をめぐる物語（講義と期末試験不要論）	ここでは、講義と定期試験を止めるという大学改革について考えてみましょう。
物語 2 ：出入口と成長プロセスの設計（3 つのポリシーで何が変わったか）	ここでは教育設計学の視座で大学教育全体を俯瞰してみましょう。
物語 3 ：ストーリー中心型カリキュラムの実践（基礎からの積み上げを見直す）	ここでは熊本大学での実践を通して、基礎からの積み上げ以外にできることがないか考えてみましょう.
物語 4 :『学習設計マニュアル』で学生の自立を促す（教えない教員になる）	ここではテキストのあとがきを読んで、教えない教員になって自分で学ぶ学生を育てることを考えてみましょう
物語 5 ：ミネルバ大学の衝撃と 10 年先行していた GSIS（次世代の大学を想像する）	ここでは、世界に衝撃を与えた「ミネルバ大学」と熊本大学の完全オンライン大学院を比べて、次世代の大学像について考えてみましょう。
課題：次に来る時代を想像し自己変革への行動計画を立てる（有料ユーザーのみ）	次に来る時代の大学教員になるために、あなたはこれから何をしますか？　行動計画を立ててみましょう

3. デザイン提案

表２に、本プロジェクトで提案している次世代の大学を創造するためのデザインのキーワードを掲げる。正解主義で受験勉強を突破して入学したが生徒のままで学生らしく振舞えない「高校４年生」を学生らしく成長させるためには、認知的発達を促す授業方法を採用する必要がある。知識の暗記と試験一発勝負が単位取得につながる基礎科目の評価方法も見直す必要がある。そして、基礎からの積み上げというアプローチを脱して、入学直後から学習目標を高度化していく必要がある。文科省の推奨するアクティブラーニングは授業方法改革であるが、それに伴う学習目標の高度化と評価と単位認定の見直しが三位一体となることで、本当の意味での大学改革が実現し、次世代の大学授業がデザインできる。これは ID では 50 年前から提言されてきた整合性担保のための「メーガーの３つの質問」であり、本プログラムにおける中核的提案として採用している。

現状の公開版では、モジュール２～４は、3 つのモジュールとも同じ大学授業の事例を取り上げて提案を解説し、提案一つひとつが適切に用いられているかどうかを問う練習問題と、どの提案が用いられているか、それぞれが適切かどうかを問う複合問題と実力チェックテストが用意されている。一方で、授業方法、評価方法、学習目標をそれぞれ独立に扱っており、どの提案同士がモジュールを超えて相互に影響を及ぼすものであるかの整理はこれからの課題として残っている（そのため「仮」とした）。

表２：次世代大学に向けてのデザイン提案（仮）

認知的発達を促す授業方法（モジュール２）
１．努力と真剣さを求める
２．しゃべるのは１割まで
３．大事なことは３回はやる
４．一人でできることは授業ではやらない
５．個人→グループ→個人
６．パラレルセッション
７．ルーブリックの前にチェックリスト

評価と単位認定の見直し（モジュール３）
１．再提出可
２．多段階評価
３．持ち込み可
４．問題開示
５．ポートフォリオ
６．相互レビュー
７．LMS でテスト

学習目標の高度化（モジュール４）
１．学問領域を鳥瞰する
２．歴史をさかのぼる
３．現実場面での活用を試みる
４．複数の視点から分析する
５．自分でコミットする段階に誘う
６．オリジナリティを求める
７．学び方を学ぶ目標を追加する

また、導入的モジュール１では物語１から５まで順序良く進めていく想定であるのに対して、モジュール２～４は必要に応じて応用から基礎にさかのぼる構成になっている。このため、一貫性に欠けており、この点も今後の検討課題である。

4. 無料版と有料版の機能比較

表３に、現在公開中の無料版と本年度末までに公開予定の有料版の機能比較を示す。無料版は、全コンテンツへのアクセスとクイズへのチャレンジを可能にしており、実力チェックテストに合格するとモジュールごとにバッジが取得でき、バッジの取得状況を示す「学習状況証明書」がいつでも発行される。

一方で、有料版は、他の先行事例に倣って期間を限定して受講者を募集し、履修証明プログラムとして提供し、受講者相互の意見交換や授業改善レポートの相互閲覧や対面交流、あるいは提供側からの添削指導などを伴う形になる予定である。無料版では、掲示板の書き込みのサンプルは閲覧できるが、掲示板への書き込みはできない。有料版の機能を組織単位で提供する（ゆえに、外部からは閲覧できない）「団体版」の設定も検討している。

表３：無料・有料版の機能一覧

機能	無料版	有料版
１．コンテンツ閲覧	可	可
２．クイズ挑戦・記録の保管	可	可
３．履修開始・終了	常時	期間限定
４．掲示板閲覧・書き込み	見本のみ	可
５．学習状況証明書の発行	常時	期間限定
６．履修証明書の発行	なし	あり
７．添削指導・対面交流	なし	あり

5. おわりに

本プロジェクトは想定以上に準備に長い時間を要し、ようやく公開が始まったばかりであり、公開以後も修正や再検討を要する課題も残っている。「科目デザイン編」の次には、「自律学習支援編」の開発を予定している。さらに、これまでに行ってきた公開講座や関連資源との連携を図り、本センターで蓄積してきた知見をより広く多様な形で活用してもらう機会を充実させていきたいと考えている。

参考文献

(1) http://kyoten1.cica.jp/moodle/
(2) Suzuki, K. (2009). From Competency List to Curriculum Implementation: A Case Study of Japan's First Online Master's Program for E-Learning Specialists Training. *International Journal on E-Learning: 8* (4), 469-478.
(3) 鈴木克明（2017）教授・学習過程の革新－教授設計論（Instructional Design）の視座からの提言－. 東北大学高度教養教育・学生支援機構紀要 3:13-26.
(4) http://www.ihe.tohoku.ac.jp/CPD/PDPonline/archive/detail.php?id=56

インターネット大学における学生の授業の進め方と教職員の学習支援の実践

Students' Learning Progress and a Practice of Learning Support by Faculty and Staff in the Internet University

加藤 泰久
Yasuhisa KATO
東京通信大学 情報マネジメント学部
Department of Information and Management, Tokyo Online University
Email: kato.yasuhisa@internet.ac.jp

あらまし：高等教育における e ラーニングにおいては，ドロップアウトする学生をできるだけ少なくすることが大きな課題の一つになっている．そのためには，メンタリングを効果的に実施することが望まれている．インターネット大学の教職員による，学生へのメンタリングの実践について，学生の学習の進め方と共にその実践結果について述べる．適切なタイミングで適切なメンターがメンタリングを実施することによりドロップアウトの学生をできるだけ少なくすることを目指して実施している授業実践について報告し、今後の課題について述べる．
キーワード：メンタリング，e ラーニング， e メンタリング，インターネット大学

1. はじめに

日本においても人生 100 年時代を迎えると言われており，2007 年に生まれた子供の 50%が 107 歳まで生きると言われている(1)．政府が「人生 100 年時代構想会議」を 2017 年にスタートさせ，何歳になっても学び直しができるリカレント教育の推進や，新しい高等教育の形態，新卒一括採用だけではない人材採用の多元化等の検討を既に始めている．文部科学省でも、“文部科学省「人生 100 年時代構想」推進会議”で議論を始め、幼児教育・私立高等学校の無償化だけでなく、高等教育の無償化、大学改革、リカレント教育の議論を行っているところである(2)．

このような中，社会人の学び直しについては特に通信制であるインターネット大学に対する期待も増加しているが，e ラーニングで学び続けるためにはオンライン学習者スキル(3)を身につける必要があり，特に学習を継続させる主な要因の一つである学習意欲については重要な課題のひとつとなっている．

e ラーニングの学習環境においては通学制の大学と違った様々な課題が指摘されている(4)．中でもドロップアウトに関する研究は多く行われており，早めの対応，メンタリングの必要性等が望まれている．e ラーニング環境におけるドロップアウトに関する研究から，ドロップアウトしやすい学習者の分析からの早めのアプローチ，講師のプレゼンス向上，ブレンド型授業による動機づけ，メンタリングによる学習支援などが実践されている(4)．本講では，ドロップアウトをできるだけ少なくすることを目的としたインターネット大学における実践の中で，学習者支援の観点からメンタリングに対するインターネット大学の取組の実践について述べる．

2. e メンタリング

e ラーニングにおける授業運営においてメンタリングは重要な役割を果たしている．これを e メンタリングとよび，様々なメディアを活用して学習者に対する説明・指導・評価や助言・励ましなどが e メンターにより行われており，メンターが規範とすべきガイドラインの策定方法についても提案されている(4)．

英国のオープンユニバーシティでは，メンタリングに力を入れているが，約 60%がドロップアウトしており，そのうちの半分以上が，授業の開始時と授業の最初の課題提出時にドロップアウトしている．また，最後の期末試験までたどり着けば，ドロップアウトする学生はほとんどいないことが報告されている(4)．また，国内での実践も含めて，学習継続が不可能になる理由として最も多かったのが，「時間がない」ということで，メンターによる適切なタイミングでの適切な働きかけが重要なドロップアウト削減の解決策の一つであることも指摘されている(4)．

3. インターネット大学での学習環境

2018 年 4 月に開学した通信制の 4 年制大学では，2019 年は 2 年目にあたり，昨年度の経験を活かして，なるべくドロップアウト学生を減らす取組を実践している．本講では 2019 年度 1 学期（4 月～6 月）におけるインターネット大学の 1 年生へのメンタリングの実践について述べる．

調査対象とする大学は情報系の学部と福祉系の学部の 2 学部構成で，情報系の学部はほぼ全科目がメディア授業で実施されている一方，福祉系の学部は，ブレンディッド型の演習科目が資格取得のために開講されている．学生の約 8 割以上がフルタイムの仕事をもちながら学ぶ学生で，年齢構成も 10 代から 70 代までと幅広い多様な学生を抱えている．地域もほぼ全国（一部の学生は海外から学習）に分散しており，ほぼ人口比率に沿った分布となっている．

入学時に学生一人一人に専任教員がアカデミック・アドバイザー（AA）として割り当てられ，学生

の履修登録指導，履修上の相談等を実施している．本活動は特に 1 年生に重点をおき，オンラインや対面・テレビ電話等による同期・非同期の相談・指導を実施している．

4.　メンタリングによる学習者支援

学習者の学習の進め方とメンタリングによる学習支援実践を調査する科目は，1 年生の主に 1 学期に履修する導入科目で，オムニバスにより構成され，学習の進め方の基本や，各学部の専門科目のエッセンスを学ぶ科目として配置されており，必修科目で，全員が履修する必要がある．2019 年度の 1 年生は 1 学期に 781 名が履修した．各学期のメディア授業受講期間は 7 週間あり，約 15 分の動画 4 本と約 30 分相当の小テストで合計 90 分相当の学習を 1 回と定め，全 8 回と期末試験で 1 単位の授業が構成されている．また，本導入科目は最初の週に全回の受講が可能であるが，第 1 回・第 2 回の標準受講期間は 4 週間とし，4 週を過ぎて受講すると，遅刻受講とみなされる．遅刻受講 2 回で 1 回欠席相当となり，全体の 2／3 以上の出席が期末試験の受験資格となっている．また，第 3 回・第 4 回は 5 週目までで，以下 1 週間に 2 回ずつ，ずれて標準受講期間が配置されている．このような配信形態は，本科目だけの初めての試みで，今年度実験的に取り組んでいる．他の科目では，最初の週に配信されるのは 1 回と 2 回のみで，以下，1 週間おきに，2 回ずつが開講し履修できるように配信される．

この科目に対する学習者支援活動の抜粋は表 1 に示すとおりである．

表 1 学習者支援活動（一部を抜粋）

時期	主体	対象	内容
開始前	指導補助者	科目履修者	挨拶，激励
開始前	専任教員	AA として担当する学生全員	挨拶，激励
4 週目	専任教員	1 回も終えていない学生	激励
5 週目	職員	ログインしていない学生	激励
6 週目	指導補助者	科目履修者	激励
7 週目	指導補助者	科目履修者	試験案内，激励

学習者の各週の進捗の平均の推移は図 1 の通りである．縦軸は進捗の%表示で全 8 回合計 100%となる．学習者は最終評価別にグルーピングしている．但し，評価 D については，期末試験を受験しているグループ，期末試験を受験していないグループ，また，参考として，最終進捗が 0%の学生を除外した評価 D のグループをグラフに掲載した．

5.　考察

1 学期の第 3 週の後半と第 4 週前半が 2019 年度の大型連休に該当する．また，学期間にわたり同じペースで学習すると，各週約 15%ずつで全体をカバーできる．本科目の配信の特性上，最初の週に 15%を大きく上回る進捗が，SAB 評価の学生に見られる．

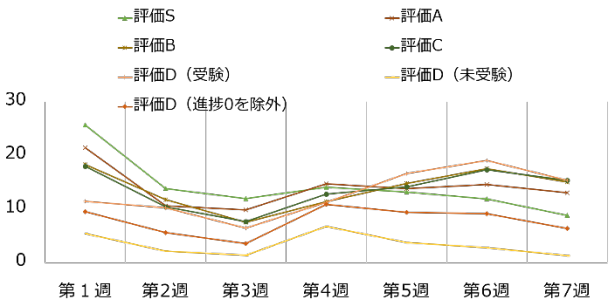


図 1　グループ毎の学習者の各週の進捗の平均の推移

表 1 の 4 週目の冒頭には教員からの激励メッセージが送られている．このことが影響を与えているかどうかは，最終的には学生アンケート等による調査を実施しないとわからないが，第 3 週に落ち込んだ進捗を第 4 週にリカバーリしようと学習を増加させた学生がほとんどであったことがわかる．

上記のように，各学期や暦の状況もみながら，きめ細かい学習者支援活動の計画を策定する必要があると考える．当初は第 3 週にもう少し学習が進捗すると予想していたが，評価 S を獲得した学生も第 3 週は少し進捗度が落ちている．また，期末試験を受験して D 評価になっている学生の最終平均進捗率は約 90%であったので，この進捗率を 95%まであげれば，C 評価で合格している学生グループとほぼ同等となり，ドロップアウト率の改善が予想される．

6.　おわりに

今後は，学習者へのアンケート調査等を通して，学習者支援活動計画を随時修正し，さらなるドロップアウト学生の低減を目指す．また，個別メッセージの自動送信や個人毎のメッセージのカスタマイズ，Chatbot の利用等も検討したい．

参考文献

(1) リンダ・グラットン，アンドリュー・スコット：“LIFE SHIFT － 100 年時代の人生戦略”，東洋経済新報社，東京（2016）
(2) 文部科学省：“「人生 100 年時代構想」推進会議”，http://www.mext.go.jp/b_menu/activity/detail/2018/20180702.htm　（参照 2019. 06. 16）
(3) 冨永 敦子，向後 千春：“e ラーニングに関する実践的研究の進展と課題”，教育心理学年報，vol53, pp. 156-165（2014）
(4) Michael Beaudoin et al., “Online Learner Competencies (The Ibstpi Book Series)”, Information Age Publishing (2013)
(5) 松田岳士，原田満里子：“e ラーニングのためのメンタリング”，東京電機大学出版局, 東京(2007)
(6) 冨永 敦子 他：“e ラーニング学習者が求めるメンタ資質とは何か”，日本教育工学会第 29 回全国大会講演論文集．pp. 163-166（2013）

情報リテラシー教育における自己調整学習に関する分析とその支援

Analysis and Support for Self-Regulated Learning in Computer and Information Literacy Education

内田 瑛[*1], 大平 哲史[*1], 丸山 広[*1], 樋屋 洋亮[*1]
Hikaru UCHIDA[*1], Tetsushi OHDAIRA[*1], Hiroshi MARUYAMA[*1], Yosuke TSUCHIYA[*1]
[*1] 青山学院大学附置情報メディアセンター
[*1] Institute of Information and Media, Aoyama Gakuin University
Email: uchida.h@aim.aoyama.ac.jp

あらまし： 青山学院大学では情報リテラシー教育を全学必修の共通教養科目として実施しており、CBT 形式のシステムを用いた自学自習を基本とし、既習の学生が学習者に教えるスタイルである。この科目では、情報モラルおよび Office 系ソフトに関するスキルを学ぶ。本稿では受検データおよびアンケート結果から、学習者の学習進捗状況や学習計画性について調べた。また、その結果を活かした学習支援の取り組みと改善についても報告する。
キーワード：情報リテラシー教育，CBT，ティーチング・アシスタント

1. はじめに

青山学院大学では 2006 年度より Computer Based Test（CBT）形式のシステム（スキルチェックシステム）による情報リテラシー教育を、全学必修の教養科目「情報スキル I」として実施している(1)。情報メディアセンターが開講する IT 講習会を修了すると単位取得となる。IT 講習会ではスキルチェックシステムによって自動採点される。学習内容は、情報モラル・ネチケットに関する内容と、Windows や Microsoft Office の操作に関する内容（基本操作、文書作成、表計算、プレゼンテーション、これらを組み合わせた総合試験）である。計 8 科目に合格すると、IT 講習会修了となる。年度内に修了できなかった場合は、翌年度最初から受験し直すことになる。

学習者は、基本的に自学自習によってスキル修得に励む。学習者はスキルチェックシステムで繰り返し学び、試験を受ける。教員による講義はなく、既に IT 講習会を修了した TA の学生（IT-A）が学習を支援することも大きな特徴である(2)。IT-A は学習者の質問に答えたり、学習上のアドバイスを話したり、専用テキストの改訂を行ったりと、様々な学習支援を行っている。

IT 講習会では教師が教えるのではなく、一定の知識を獲得した者である IT-A が学習者を支えるというスタイルを重視してきた。「教える中で学ぶ」という意味では IT-A と学習者の協調学習とも捉えられる。一方で、情報リテラシーを学ぶという目的以上に、自己調整学習理論で言われるようなスキルを高く求められるデザインでもある。学習計画を立てて遂行する力、わからない箇所を解決するための自分に合った学習方略を選択する力、IT-A に質問する力などである。「学び方を学ぶ」ことも IT 講習会で習得する力の一つともいえる。

学習者の学びに寄り添って支援する存在が IT-A である。我々の役割は彼らを熟達させることであるが、他の学業を修めながらでは圧倒的に時間が足りず、「適応的熟達者」に必要とされる 10 年の確保(3)は非現実的である。IT-A として数年の経験を重ねても、幅広く応用が効く知識獲得には至らず、せいぜい IT 講習会の出題範囲内での効率的な解答力の習得までである。

そこで本研究では、学習者が苦手とする科目や躓きやすい分野を見つけ出す。IT-A がそれを重点的に学び直したり、手厚く支援できるようになれば、学習者にとっても単に解けるようになっただけではない、深い理解への手助けになることが期待できると考えた。本稿では、まず学習者がどれくらい学習計画どおりに遂行できたのかを調べ、途中脱落者の問題をデータから明らかにする。次に各科目の合格者数を調べ、躓きやすい科目を定量的に求める。これまでに 2017 年度の青山キャンパスの学習者のデータは分析したが(4)、本稿ではこれに相模原キャンパスのデータを加えた。

2. アンケートと学習データによる分析

2.1 学習計画とその達成

オリエンテーションでは IT-A が秋頃に修了できるモデルケースを提示し、計画的に学習を進めるためのアドバイスをしている。実際には、苦手であっても、十分な学習時間を日々確保すれば数ヶ月で修了できる。学習前のアンケートは、最初の試験を受ける前に全員が回答するものである。2017 年度「情報スキル I」の履修者は 6,662 名であったが、アンケート回答者は 5,121 名であり、差し引き分は一度も試験を受けていない学生である。学習前アンケートで「現段階でスキルチェック 8 科目を全修了させる予定時期を教えてください」と尋ねたところ、「前期スキルチェック最終日まで」と答えた学習者が最も多かった（図 1）。しかし、前期中に修了すると答えていた学習者の中にも未修了者（斜線部）が 360 名

いた（選択肢 1，2，3 の合計未修了者数）。これは中だるみしたまま未修了となった、途中脱落者であると考えられる。

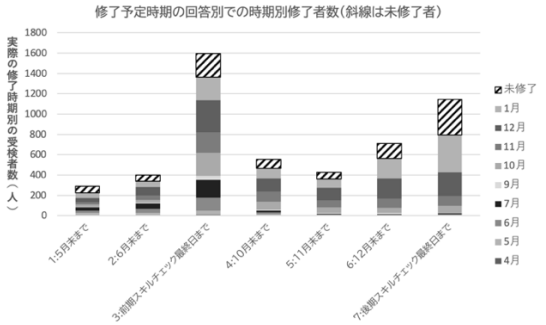


図 1　修了予定時期の回答別での月別修了者数

2.2 科目別合格状況

次に、スキルチェック試験の各科目の合格者数を調べた。図 2 では、科目の受検順序と、「合格者数/（不合格者数＋未受験者数）」を示した。最初の「情報モラル・ネチケット入門編」は 5,121 名が受験し、そのうち 13 名が不合格で次の「基本操作」を受験していない。残り 5,108 名が「基本操作」を受験し、「情報モラル・ネチケット入門編」と「基本操作」に合格したのは 4,739 名で、369 名は「基本操作」に不合格だった（合計 5,108 名）。「文書作成」、「表計算（初級）」、「プレゼンテーション」は、基本操作に合格していればいずれから受験しても良い。「表計算（中級）」は「表計算（初級）」に合格しなければ受験できず、「総合試験」はそれまでの 6 科目に合格すると受験できる。

図 2 を見ると、「基本操作」の合格者のうち、「表計算（初級）」の不合格者、「プレゼンテーション」の不合格者がそれぞれ 500 名を超えており、全体と比較して際立って多い。しかし、本稿では示さないが、「プレゼンテーション」の問題別正答率をみると難関な問題はそれほど多くなく、「表計算（初級）」のほうが多い。このことから、「プレゼンテーション」より先に「表計算（初級）」で躓いてしまい、脱落者となった学習者が多いと思われる。したがって、IT 講習会修了にとって「表計算（初級）」が真にボトルネックとなっていることが示された。また、これまでに述べた結果はキャンパス間での大きな差は見当たらず、以上の結果は全学的な傾向と考えられる。

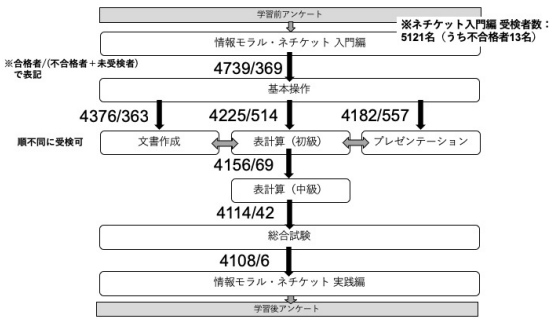


図 2　各科目の合格者数と不合格者数・未受験者数

3.　データ分析に基づいた学習支援の改善

2018 年度は、以上のような分析結果を毎月のミーティングで IT-A と共有した。経験の浅い IT-A にとって有用であるばかりでなく、日頃の観察や体感から明らかである結果であっても、数値で示されると改めて振り返ることができたと思われた。

そしてこれらの結果を専用テキストの改訂に活かした。文書作成、表計算については問題別正答率の低い問題に関わる学習内容の説明箇所を見直した。文書作成では「タブの使用」などの正答率が低く、これは設定方法だけでなく、タブとは何かについての説明コラムを追記した。表計算では「オートフィルタ」や「関数の利用」などの説明を見直し、例題を用いてどのようなときに活用する機能であるかを説明した。これにより、試験に合格すればいいだけの知識よりも深い知識が身につくように工夫した。

2019 年度の事前研修では、学習者からよくある質問のうち、本質を問うような質問（たとえば、絶対参照と相対参照の使い分けを教えてほしい、など）への対応を想定したロールプレイングを行った。新人にとって難しかったのはもちろんだが、経験のある IT-A の間でも議論があり、互いに教え合うことで理解を深めていた。一方で、経験はあっても議論が深まらない場面もあり、教員が助言するなど議論に加わった。学習者の深い理解のためには、IT-A 自身が鍛錬し、IT 講習会固有の知識にとどまらない、周辺知識も含めた知識獲得とその動機づけも必要で、その取り組みは今後の課題である。

4.　おわりに

本稿では IT 講習会の特徴を説明し、2017 年度のデータに基づいた分析を報告した。学習者の修了状況を把握し、途中脱落者の存在を明らかにし、特に「表計算（初級）」で躓きやすいことも分かった。

IT 講習会が、全学必修の CBT 形式で、かつ IT-A による運営となってから 10 年以上が経過した。当時も先駆的であったが、学生同士で学び合う学習形態は、今も特色ある取り組みであると自負している。我々の今後の課題は、より良い CBT システムの提供と合わせて、IT-A の役割を追究することである。

参考文献

(1) 中鉢直宏, 竹内純人, 阿部慶賀: “IT 講習会におけるスキルチェックシステムの合格率の評価”, 青山インフォメーション・サイエンス, Vol.37, No.1, pp.91-108 (2009)
(2) 青山学院大学附置情報メディアセンター: “IT 講習会”, https://www.aim.aoyama.ac.jp/lecture/it-lect/, （参照 2019.6.17）
(3) 今井むつみ: “学びとは何か―<探求人>となるために”, 岩波新書, (2016)
(4) 内田瑛, 大平哲史, 丸山広, 槌屋洋亮, 高橋佑輔: “情報基礎教育における自己調整学習を支援する取組みに関する分析”, 青山インフォメーション・サイエンス, Vol.46, NO. 1, pp.52-55 (2018)

漫画を用いた大学一般教育における著作権教育

Copyright Education as General Education of University Using Cartoons

布施 泉[*1], 岡部 成玄[*1], 中原 敬広[*2], 牧野 圭一[*3]
Izumi FUSE[*1], Shigeto OKABE[*1], Takahiro NAKAHARA[*2], Keiichi MAKINO[*3]
[*1] 北海道大学
[*1] Hokkaido University
[*2] 合同会社三玄舎
[*2] Sangensha LLC
[*3] 公益社団法人日本漫画家協会
[*3] Japan Cartoonists Assosiation

Email: ifuse@iic.hokudai.ac.jp

あらまし：情報社会における著作権教育の手法として，漫画を用いた学習手法を紹介する．利用者のみならず，創作者の立場として著作権を考えるような体験型学習を想定し，3 種の学習手法を提案するとともに，考察と留意点について報告する．
キーワード：著作権，漫画，大学一般教育，創作者

1. はじめに

情報通信技術の進展の中，高等教育では情報社会で主体的に活動できる人材の育成が求められている．現代は知識基盤社会と言われ，グローバルな視点で，新たな知識を他者と協調的に創出していく能力が必要とされる．本研究の目的は，他者のオリジナルな著作に対して敬意を表し，著作物に対する適切な評価の上で協調的に新たな知識を創出できる人材の育成に資する，能動的な著作権の学習構成を提案することである．

他者との協調的な活動による知識創出という観点では，著作権の権利の中で，特に二次的著作物や編集著作物といった一般の著作物を基にして，新たな著作物を派生・生成していくような権利の理解が不可欠である．そのために，単なる利用者として著作物を扱うのではなく，創作者として著作物を創作する立場での学習が望ましい．本研究では，学習者自身が，派生した著作物を創作するという目標を基に，取り扱う題材として，漫画を著作物の構成要素として用いることとする．

2. 創作エディタ・システム

著者らは，前述の学習を行うためのシステムとして，素材（漫画）を提示し，それを基にした二次的著作物を簡易に生成でき，さらに生成された作品のライセンスを付与できるシステムを Moodle プラグインとして開発している [(1)]．図 1 に示すように，キャンバス画面は，学習者が視覚的に操作できるインターフェースを有する．教授者が設定した素材を取り込める他，テキスト入力やフリーハンドでの簡易な描画機能があり，これらオブジェクトのキャンバス内での位置移動や変形，前後の位置関係の変更に関する操作ができる．制作が完了すると，作品に著作情報を付加して公開できる．

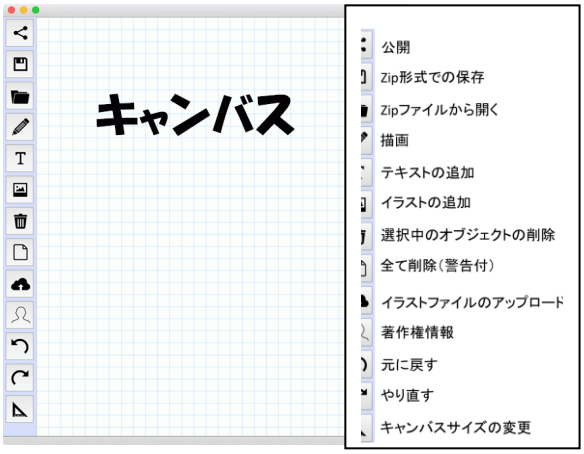


図 1　創作エディタ基本画面とメニュー内容

3. 漫画を用いた著作権の学習手法の大別

前述のシステムを用い，これまで実践してきた学習手法を以下に 3 種紹介する．なお，本研究で用いる漫画の原著作物は，全て，第四著者による著作を用いており，当然，許諾の得た状態で行ってきたものである．

3.1 キャラクタの配置による著作物の生成

特徴的な漫画のキャラクタを選択し配置することによる著作物の生成に関する実践である．具体的にキャンバスに配置する素材としてのキャラクタは，図 2 のように独自性のある著作物（原著作物）であることがわかる．学習目標は，原著作物に付与されたライセンスを適切に理解し，自身が作成した二次的著作物に付与できること，である．

具体的な実践では，提示した原著作物は，クリエイティブ・コモンズ・ライセンスにおける「表示・非営利・継承」というライセンスを付与しており，学習者に「継承」の意味を適切に理解することを求めている．

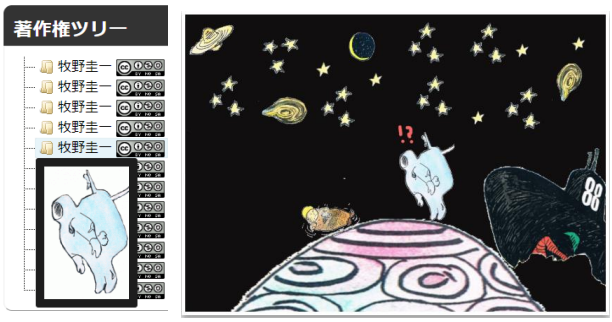


図 2 作品例と用いたキャラクタ及びライセンス

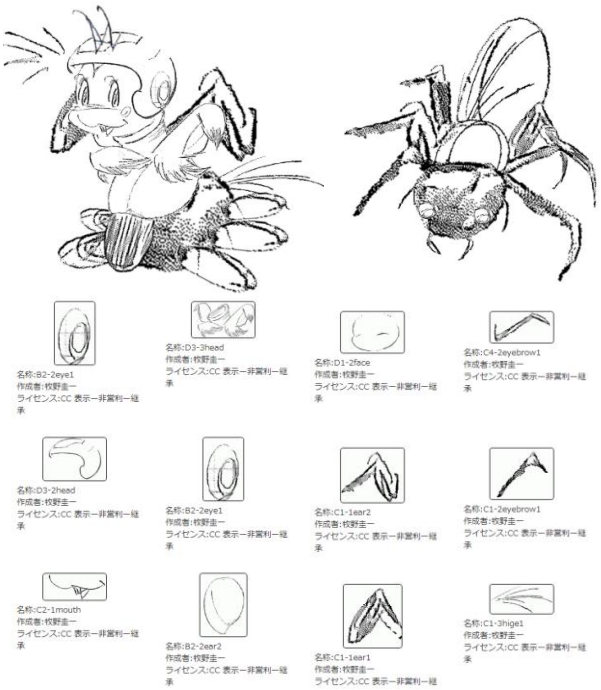


図 3 創作されたキャラクタ例とその素材内容

3.2 バラバラにした素材からのキャラクタ生成

第二の学習手法は，どこまでバラバラにすると元の著作物を感得しないかという学習の観点から，複数のキャラクタを髪，輪郭，目，鼻，耳，眉毛などバラバラにして素材化したものを用い，学習者に独自のキャラクタを作成させるという学習である．図 3 に学習者による創作したキャラクタ例とその素材内容（一部）を示す．

各素材には，ear，eyebrow など元の素材のオリジンを意味する名称が確認できるようになっているが，学習者は自由に配置して，独自キャラクタを生成している．

3.3 一枚絵への独自の台詞やキャプションの付与

特徴的な一齣漫画の絵の部分は全く同じもの（図 4 参照）を用い，吹き出しへの台詞を独自なものにすることにより，新たな著作物として認められるような創作が可能かを確認する実践である．絵と文字からなる著作物において，総体をしての著作物性はどのように考えられるかを学習の観点としている．



図 4 同じ一齣漫画に異なる台詞を入れた例

4. 考察とまとめ

前章の実践は，実践を行うだけではなく，現実社会における関連の判例を提示し，二次的著作物として，どのような社会認識であるかについても確認をさせることが必要である．但し，著作権はこれまでは基本的に親告罪であり，実際の争いにならないと判例は蓄積されない．その意味で，例えば，今回の 3.2 のような実践では，どこまでバラバラであれば元の著作物として感得されないかに関する判例は著者の知る限り存在しない（感得され得ない場合には，真似され使われたとの主張にならないため）．しかしながら，実際に原著作物を著作者の許諾なくバラバラにしてよいかというと，著作者人格権の同一性保持権の観点からも許諾を取ることが求められることは明らかである．「はじめに」で述べた通り，本研究の目的は，「他者のオリジナルな著作に対して敬意を表し，著作物に対する適切な評価の上で協調的に新たな知識を創出できる人材の育成」である．

一方で，インターネット上で多量の著作物が蓄積されていく社会での創作を考える場合，各著作物がどのように利用可能であるか，を示すライセンスを付与できる仕組みを社会全体として検討していくことが必要であることも学習者は理解していく．そのような社会的な仕組みづくりの必要性とライセンスに係る学習者の知識が社会一般に広がることが必要である．実際，クリエイティブ・コモンズ・ライセンスにおける「継承」の概念については，学習者には特に難しく，単純にこのような実践を一度行うことで理解できるのではなく，教授者の説明に加え，学習者間の相互評価により，誤りを正していくような手順が必要であることが本実践から確認されている．

このような二次的著作物を主体とした著作権の学習を広く推進していく必要があると考えている．

謝辞

本研究の一部は，JSPS 科研費 15H02921 の助成を受けた．

参考文献

(1) 布施泉，岡部成玄，中原敬広，牧野圭一:“著作物のメタ情報を保持し継承する創作エディタの開発”，教育システム情報学会誌, Vol.34, No.1, pp.54-59 （2017）

大学初年次を対象とした情報倫理としての引用を学ぶ教材について

A Material to Learn Citation Rules as Information Ethics Education for First-Year Experience

久保田 真一郎, 杉谷賢一, 中野裕司, 武藏泰雄, 戸田真志, 右田雅裕, 喜多敏博, 北村士郎, 松葉龍一, 岡智典
Shin–Ichiro Kubota, Kenichi Sugitani, Hiroshi Nakano, Yasuo Musashi, Masashi Toda, Masahiro Migita, Toshihiro Kita, Shiro Kitamura, Ryuichi Matsuba, Tomonori Oka
熊本大学
Kumamoto University
email: kubota@cc.kumamoto-u.ac.jp

大学入学時の情報倫理習得状況に格差があり，先行研究で行われた調査では，著作権の内容の中でも「引用」の理解が進んでいないとの結果が報告されている．著者と共著者の間で検討を行い,「引用」の理解が進まない理由は，高校あるいは大学初年次に「引用」を必要とするような主張のあるレポートの作成を行わないため,「引用」を現実に起こりそうなこととして捉えていないのが原因ではないかと考えた．そこで，これまで著作権の一部として「引用」を学んだ後に，レポートを作成するという演習としていたものを，授業内で「引用」を学ばずにレポートの作成に取り組み，トゥールミンの方法による主張の組み立て，そして主張に必要なデータとして他人の著作物を引用するという順番で構成した．この順番は，メリルの第一原理を参考に配置したもので，本報告では今回の取り組みの設計とその効果について報告する．

キーワード：初年次教育, 情報倫理, 引用

1. 背景および問題点

本研究では，高等教育初年次を対象とした著作物の「引用」に関する授業実践について報告する．河村ら[1]は，一般情報教育の枠組みについて述べ，3 項目の 1 つとして情報倫理をあげている．また，ICT の高度化によりその社会活動も大きく変化するため高等教育においても継続した情報倫理に関する教育が必要としている．阿濱[2]は，大学初年時を対象に 3 年続けて知的財産教育に関する調査を行い，回答者の半数が入学前に著作権に関する学習経験があるという結果を報告し，初等中等では情報モラルとして展開されているとしている．このように大学入学前に，著作権への理解や引用技能を習得する一方で，布施ら[3]は，調査で著作権の内容の中でも「引用」の理解が進んでいないとの結果から著作権教育方法について報告している．著者らも高等教育初年次を対象とした一般情報教育に長年取り組む中で,「引用」に関する学習について，その難しさについて議論を重ねてきた．そこで，われわれは，メリルの「ID の第一原理」をもとに，現行の授業の問題点を確認する作業を行い，授業改善に取り組んだ．

2. 現行授業の問題点の洗い出し

本学入学者約 1800 人を対象に，1 年生の前期と後期を通して，一般情報教育を行っており，すべての学部の学生が同一のオンライン教材を使い，パソコン演習室で学ぶ.「引用」については前期の第 5 週目と第 6 週目で扱っており，総括的評価に用いるための課題においても，課題条件として扱うような構成になっている．第 5 週目と第 6 週目のオンライン教材のうち「引用」に関する内容は次の項目である．

第 5 週目
... 3. ネットワーク社会における法的責任 –「著作権」– 4. 他人の著作物の引用 4.1. 「引用」例の正解と解説 ... 11. 今週の注意 12. 課題–引用と著作権侵害に関する事項について– ...
第 6 週目
... 2. レポートの書き方 3. 総合演習（演習 1 ） 4. 引用が適切であるか判断できるようになる（演習 2） ...

鈴木らの解説論文[4]に，メリルが提唱する「ID の第一原理」[5]について解説があり,「ID の第一原理」5 項目について解説がある．現行の授業に対して上記 5 項目に沿ってできていることできていないことについて整理した．紙面の関係上「現実に起こりそうな問題に挑戦する (Problem)」のみ記載する．

「レポート作成」という状況を 1 つの現実的な問題として設定している点は良いと思われるが，学生がやりたくなるような現実問題とするには，レポートを作成してみたがうまくできていないことをフィードバックする必要がある．そのためには，(1) レポート作成とその問題点を考えることから出発して，自分のレポートの問題点を 1 つ 1 つ見つけては修正するという工程とする．現行の授業では，説明したのちに複合的な問題に挑戦する順番であって，学生の経験を使ってレポートを作成するような設計ではなかった．そこで，(2) レポートの作成は過去の経験から作成させて失敗させる．(3) 引用技能を使用する事例は，これまでの事例紹介

やその学習活動で効果がある．これまで第 6 週「3. 総合演習（演習 1 ）」として応用の機会を設定していたが，複合的な応用とせず，レポート作成という応用と引用技能という応用に分けて構成する．

現実に起こりそうな問題に挑戦する (Problem)
(YES) 第 6 週では，実際のレポート作成という課題に取り組むときに，他人の著作物を扱うケースになれば，現実に起こりそうな問題として学ぶことになる (NO) 引用技能の基本となる「主張の書き方」「他人の著作物の使用」といった基本的な内容と関係付けて現実に起こりそうな問題として提示できていない．

3. 学習項目「引用」に関する階層分析

前節の「ID の第一原理」をもとに考察した結果 (1)–(4) を念頭に，学習項目「引用」に関する階層分析を行った．その結果を図 1 に示す．前節 (1)(2) から初めにレポート作成に取り組む階層構造になっている．そして，レポートに必要な主張の文章を構成できているか確認し，参考にした情報の出所の記載，そして，他人の著作物の扱いと引用という階層になっている．

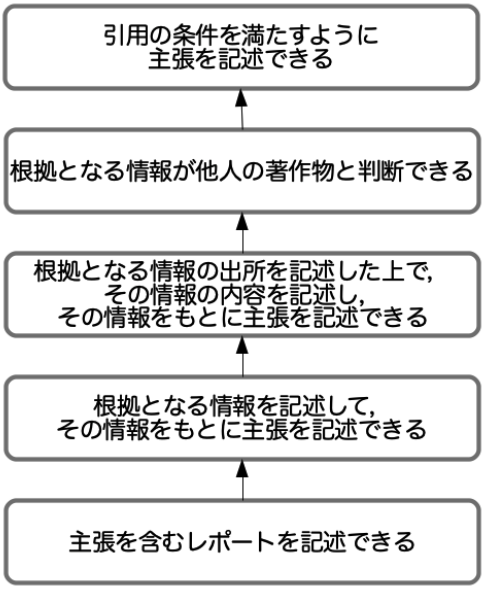


図 1　学習項目「引用」に関する階層分析

4. 授業改善後の構成

下記に授業改善後の構成を学習項目「引用」についてのみ記す．

5. 実施とアンケート

前節の構成にして実施した効果を測るために，授業実践後に，アンケートを行った．アンケートは任意で，1782 名を対象にアナウンスし，267 件の回答が得られた．質問項目は属性情報から始まり，第 5 週の宿題に関する問いと第 6 週授業への取り組み具合および満足度について調査した．回答者のうち約 54 %の学生が完全に第 6 週の演習を完了したと回答しており，約 61 % の学生が第 6 週の内容に肯定的な回答であった．

6. まとめ

今回，本学初年次を対象として実践される一般情報教育を扱う科目において，学習項目「引用」に着目し，レポート作成経験の少ない初年次学生にも現実の問題として捉えることができるように教材を構成した．その構成は，宿題としてレポート課題を課し，授業では作成してきたレポートの問題点を下位層から順番に指摘する教材とした．これによりレポート課題を現実の問題と捉え，新たな知識の必要性を感じて学ぶ構成とすることができた．我々の分析では，未だ改善の余地があると考えており，引き続き改善に取り組み，初年次を対象とした引用技能教育を効率的に効果的に構成するデザインについて今後議論したいと考えている．

第 5 週目
... 11. レポートの書き方 12. 総合演習課題のための宿題 ...
第 6 週目
... 2. 総合演習課題 3. 参考文献の明示（参照した情報を明示する） 4. ネットワーク社会における法的責任 – 「著作権」 – 5. 他人の著作物の引用 5.1. 「引用」例の正解と解説 6. 引用が適切であるか判断できるようになる (引用チェックリスト) ...

参考文献

(1) 河村一樹他:“これからの大学の情報教育”, 日経 BP マーケティング (2016).

(2) 阿濱 志保里:“大規模調査に基づく知的財産教育の現状 : 3 年間の大学初年次教育における調査に基づいて ”, 日本知財学会誌, 13(3), 56–64 (2017).

(3) 布施泉, 岡部成玄: “高等教育における著作権学習–学習による意識への萎縮効果をふまえた学習構成”, 教育システム情報学会誌, 26(1), 42–51 (2009).

(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”, 教育システム情報学会誌, 28(2), 168–176 (2011).

(5) Merrill, M. D.: “First principles of instructions, Educational Technology Research and Development”, 50(3),43–59(2002).

知的障がい児を対象とした算数学習用ボウリングアプリの開発と教育支援

Educational Supports through the Development of Math Leaning Materials Employed Bowling for Children with Intellectual Disabilities

榊原 雄輝[*1]，小田 まり子[*1],羽岡 浩二[*1],内田 知巳[*1],小田誠雄[*2]
Yuuki SAKAKIBARA[*1], Mariko ODA[*1],Kouji HAOKA[*1],Tomomi UCHIDA[*1],Seio ODA[*2]
[*1] 羽衣国際大学
[*1]Hagoromo University of International studies
[*2] 福岡工業大学短期大学部
[*2]Fukuoka Institute of Technology
Email: moda@hagoromo.ac.jp

あらまし：本研究では，知的障がい児を対象とした算数学習用ボウリングアプリを開発した．実際にはボウリングをすることが困難な肢体不自由児もタッチセンサーによる入力機器を利用し，自分の意志でキャラクター，ボール，投球位置を選択して疑似的にボウリングを体験できるようにしている．特別支援学校での教育支援の結果，同じボウリングゲームをしながら，各々の学習者の理解度に応じた内容（数の数え方，足し算，引き算）を学習でき，投球位置を決める際のキャラクターの動く速さなども調整できるため，市販の教材ソフトの利用が難しい生徒も本アプリを利用することができ，特別支援学校での学習に適していることが確認できた．
キーワード：特別支援教育，CG 教材，教育用アプリ，肢体不自由児，知的障がい

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」に基づき，一人ひとりの発達や障がいの状態に応じた様々な個別教育がおこなわれている．ICT を有効利用し，障がい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ことが求められている．そこで，我々は支援学校に通う知的障がい児のための学習支援教材ソフトウエアを開発し，各々の児童生徒に合わせた入力機器を用いた教育支援を特別支援学校で行ってきた (1)．

2. 研究目的

本研究では，知的障がいを持つ児童生徒を対象にした算数学習用ボウリングアプリを開発する．本ボウリングアプリでは，肢体不自由な学習者や知的障害を持つ重複障がい児も対応できるように，ボールやキャラクター，解答の選択がワンタッチ操作で簡単に行えるようにする．また，同じボウリングゲームをしながらも，学習者毎に異なる内容（数の数え方，足し算，引き算）を学習できるようにした．

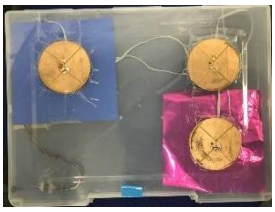
実際に，本研究で開発したアプリを特別支援学校で利用してもらい，生徒の反応や教員の意見に基づく評価を行う．

3. ボウリングアプリの開発

本ボウリングアプリはゲーム開発プラットフォーム Unity を用い，C#により開発した．Unity の物理エンジン Physics を用いることにより，ボールの移動とピンの倒れ方を表現することができた．本アプリは，タブレット画面を直接タッチして利用することもできるが，肢体不自由な学習者でもワンタッチ操作で簡単に学習が行えるように図 1 (b)の自作タッチセンサーを準備した．



(a) 学習者



(b) 入力機器

図 1 ：学習者と入力機器（青赤選択）

図 2(a) (b)のように，左右（青赤）のタッチセンサーにふれることによりキャラクターやボールを自分で選択できる．



(a)キャラクター選択



(b)ボール選択



(c)投球画面



(d)投球後画面

図 2：ボウリングアプリ画面例（青赤選択）

図 2(c)の投球画面では，キャラクターが左右に動き，学習者が青センサーをタッチすることで位置を決め，投球する．投球後，手前のカメラから奥のカメラ(図２(d))へと切り替わり，ピンの状況をわかりやすく表示した．

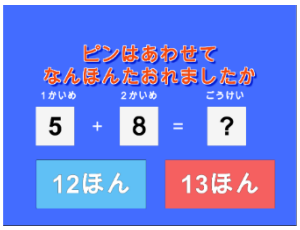
また，ピンが倒れた後，図３のような算数学習出題画面へ切り替わる．同じボウリングゲームをしながらも，学習者の理解度に合わせて　(i) 数の数え方（図３(a)(b)参照），(ⅱ)足し算（図３(c)参照），(ⅲ)引き算（図３(d)参照）の３種類の内容の学習ができるようにした．解答方法は，同様にタッチセンサーを用いた青赤選択形式とした．



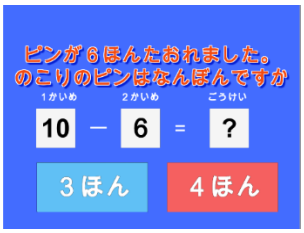
(a)出題画面「ピンの数を数える」



(b)解説画面「ピンの数を数える」



(c)出題画面「足し算」



(d)出題画面「引き算」

図 3 算数学習出題画面例（解答青赤選択）

4. 学習者に合わせたボウリングアプリのカスタマイズ

4.1. 操作難易度の調整

肢体不自由児の利用も考慮し，ゲームプレイ時のキャラクターの位置決めを行う際のキャラクターの移動スピードの調整を行えるようにした．キャラクターは一定時間，一定距離を等間隔で移動している．キャラクターの移動スピードを遅く，または移動距離の間隔を狭くできるように設計したため，タッチセンサーを押す操作が困難な学習者でも容易に操作できるようになっている．

4.2. 学習内容（難易度）の調整

図３のように学習者の理解度に応じて，学習内容を変更できるようにした．投球回数を変更することにより，倒れたピンの合計本数を求める足し算の難易度を変えることができる．また，数の概念が理解できていない学習者にはピンの数を数える学習からスタートすることができる．倒れなかったピンを求める問題では引き算の問題を学習できる．3 つの学習内容を混ぜてランダムに出題することもできる．

5. 支援学校での教育支援

本研究で開発したボウリングアプリを支援学校の中学３年生の生徒４名に３日間，試験的に利用してもらった．図４のように，皆，同じボウリングゲームをしながら，各々の理解度に応じた算数の学習を行った．青と赤のタッチセンサーによる操作方法は容易に理解でき，ボウリングを楽しみながら各々の学習課題に取り組むことができた．坐位を保てず，寝た状態で利用する肢体不自由な学習者に対しては，投球位置合わせの際のスピードを遅くして対応した．肢体が不自由な学習者も自分で操作してボウリングゲームをしたいという意思が現れ，微弱だった手の動きに変化が見られた．

特別支援学校での教育支援には，ボウリングゲームを開発した大学生自身がサポートを行った[2]．工学系学生にとって，日頃，接することが少ない障がい児への教育支援を学ぶことができ，有意義であった．また，ソフトウエア開発者としては，利用者に合わせたユーザインタフェースを学ぶことができ，貴重な経験になった．



図 4：支援学校での本ボウリングアプリを用いた教育支援の様子

5. おわりに

本研究で開発したボウリングアプリは，学習者に合わせた難易度を選ぶことができ，市販の教材ソフトは難しく利用できなかった学習者にも楽しんでもらうことができた．今回は４人のキャラクター及び４つのボールに性能差がなかったが，今後，キャラクター毎のレーン移動速度調整，ボール毎のスピード調整やカーブなどの変化球を取り入れることができれば，ゲーム性が高まり，より楽しみながら学習が行えると考える．今後も大学生のサービスラーニングによる支援学校での教育支援を継続的に行い，本ボウリングアプリの学習効果を評価したいと考えている．

参考文献

(1) “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”,田口浩太郎，小田まり子，河野央，小田誠雄，教育システム情報学会ジャーナル 2014 年 1 月 31 巻 1 号, pp. 48−56（2014）

(2) “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”，　小田まり子, 内田知巳，小田誠雄，河野央，佐塚秀人，高橋雅仁，　教育システム情報学会全国大会，pp. 439−440（2016）

TV 会議システム、モバイル機器を利用した複数の院内学級による台湾に関する異文化理解授業

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

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

*1Information 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台湾文化に関する異文化交流授業等について報告する。

キーワード：院内学級、異文化交流、テレビ会議システム、初・中等教育教育実践

1. はじめに

院内学級とは病院内に設置された病気の子供達が療養しながら学習する教室であり、長期や短期の入院のため生じる学習の遅れを少しでも解消することが第一義的な目的である。また入院や治療などで、空間的にも心理的にも閉鎖的、抑圧的な状況に置かれやすい病気療養児にとって、「気持ちの開放を図り、外に開かれた友人との交流を図る」ことは回復へ向けての意欲を育てることにつながる。北大病院院内学級ひまわりではテレビ会議システムやSNSなどを用いて海外のさまざまな人々と異文化交流をはかっている[1,2]。現在、定期的に異文化学習授業を行うことができる拠点としては、2015年に閉鎖された北大北京オフィスに代り吉林省長春市の東北師範大学[3]、ベトナム・ホーチミン市のベトナム日本文化交流センターがある。とはいえ、遠隔授業を依頼している講師の善意に頼っているので、こちら側の都合のみで授業を行う訳にはいかず授業回数が確保できない場合もある。幸い筆者の所属する大学には各国からの留学生が多く学んでいるので、海外の講師の都合が合わない場合は、彼らに母国の文化を紹介する授業を行ってもらっている。本稿では台湾からの留学生に依頼した北大病院院内学級での授業と台湾に帰省した際に行った台湾からの授業を紹介する。

2. 各拠点のネットワーク環境

院内学級での異文化理解授業は講師の確保の問題があるため機会は多くはない。そこで互いに授業を融通し合うために都合が合えば、大阪の刀根山支援学級（阪大、関西医科大）と共同で遠隔授業を行っているところである。ここでは簡単に各拠点のネットワーク環境を説明する。

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。

現在、連携して遠隔授業を行っている大阪大学医学部付属病院分教室（以下、阪大院内）は、2007年より教室にインターネット環境が整備され、2008年からは病室（個室）に無線LAN環境も整備され、更に2012年には全ての病室で無線LANが利用可能とな

っている。なお、教室ではノート PC、タブレット、テレビ会議システムは SD 画質に対応している Polycom VSX6000 が利用できる[4]。

2014 年から阪大院内学級に加え、テレビ会議システムを持たない関西医科大学院内学級も遠隔授業に参加してもらっている。当初は授業の様子を TwitCasting や Ustream などのライブ配信サイトにより配信し、iPad や PC 等の端末で視聴してもらった。授業を視聴するだけの一方通行では、当然ながら子供達が飽きてしまう問題があったが、Polycom の映像を Skype を通してやり取りしたり、Polycom と並行して同時に Skype を利用することにより双方向性を確保している。台湾からの授業では台北市から留学生の所有する iPad, iPhone を利用した。回線は台湾最大手の中華電信の LTE 回線である。

3.　複数の院内学級が参加する異文化学習

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

4.　台湾に関する異文化理解授業

台湾に関する授業は 2017 年から試行し、2018 年 7 月に北大ひまわりで、2019 年 2 月ににハノイ-北大-阪大間で遠隔授業を行った。内容は 45 分間で台湾の地理、言語、季節の行事、学校生活などを紹介してもらっている。

北大ひまわりでの授業は、都合が合う場合は阪大院内と TV 会議システムで、関西医科大院内と Skype でつなぎ合同で行っている。写真 1 は 3 校合同での授業の様子である。手前には写ってはいないが北大院内学級の児童、左手には講師がいる。左の画面は講義資料、中央は Polycom 画面で阪大院内、右は Skype 画面で関西医科大が映されている。台北市内からの授業は iPad から Skype を用いて北大院内のみに向けて行った。可能であれば Polycom 社が無償で提供している iOS, Android 版 Polycom を利用したかったが、今回利用した中華電信の LTE 回線では TV 会議システムは利用できなかった。Skype のグループ機能については事前テストが十分には行えなかったので合同授業は断念した。今年 7 月に北大ひまわりで合同授業を行うのでその結果を含めて大会で報告する予定である。



写真 1 北大病院院内学級での実施体制

参考文献

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

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

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

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

知的障害を持つ肢体不自由児のための入力機器の開発

Development of the Input devices for Handicapped children with Intellectual disabilities

小田　誠雄[*1], 小田 まり子[*2]
Seio ODA[*1], Mariko ODA[*2]
[*1] 福岡工業大学短期大学部情報メディア学科
[*1]Department of Information and Multimedia Technology, Fukuoka Institute of Technology , Junior College
[*2] 羽衣国際大学現代社会学部
[*2]Faculty of Social Sciences, HAGOROMO University of International Studies
Email: oda@fit.ac.jp

あらまし： 我々は従前より、特別支援学校に通う、知的障害を持つ肢体不自由児のために、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を開発してきた。本稿では、まずこれまでに作成した入力機器のいくつかを、その問題点と共に示し、それらの問題点を改善するために進めてきた回路の基板化と、無線化を紹介する。さらに支援校の先生方の要望に応じた機器の開発についても触れる。
キーワード：教育工学、肢体不自由児、ユーザインターフェイス、教育支援、入力機器

1. はじめに

従来より、肢体不自由児のための学習支援ソフトの開発を行っている。我々が対象とする肢体不自由児は、マウスやキーボードといった健常者が使いこなせる入力機器を使用することができない。そのためにこれまで、タッチセンサーを利用した入力機器などの開発を進めてきた。

今回は、(1)タッチセンサーを基板化して、より汎用性を増したタッチセンサーユニットの開発、(2)関節の動きや頭の動作を検出するセンサーのデータを無線で送信して、児童に取り付けやすくしたユニットの開発、(3)支援校の先生の要望に応じた練習器具の開発の 3 点を中心に報告する。

2. 従来の機器

我々がこれまでに開発してきた機器のうち、本稿に関連するものを以下にその問題点と共に示す。

2.1 タッチセンサーを利用した入力機器

マイクロチップ社の PIC マイクロコントローラには静電容量を検出し、タッチセンサーを実現する機能がある。これを利用して、タッチセンサーを複数配置し、USB キーボードとして扱える機器を開発した。

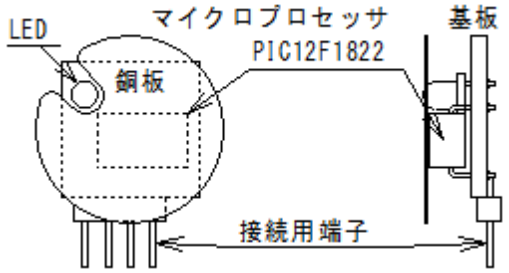


図 1　従来のタッチセンサー

しかしながら、従来手作りで作成していたため、センサー本体の厚みが 1cm 程度必要で、利用者は手を上下させる必要が生じ、腕力のない肢体不自由児には使いにくいと指摘を受けていた。またセンサー面の広さに限界があり、利用しやすくするには広いセンサー面が必要との要望もあった。

2.2 圧力センサーを利用したパワーグラブ

肢体の自由が利かない児童であっても、ある程度自由の利く関節がいくつかある場合がある。そのような時にその関節の動きを検出するセンサーがあると、入力機器を開発しやすい。我々は、簡易な圧力センサーを利用し、指の動きを検出する入力機器として一種のパワーグラブを開発した。

しかしながら、この機器はセンサーから直接小型計算機に接続するようになっていたため、全体が大げさなものになり、健常者には使いこなせるものの、肢体不自由児に、装着してもらって使うことは無理であった。

3. 今回開発した機器

前述のように、従来の機器には問題点が多く、改善が必要であった。また、支援校の先生方の要望に応じて機器の開発も行った。以下に述べる。

3.1 センサーの基板化による薄さ、広さの確保

従来のタッチセンサーの厚みを軽減するためにセンサー回路のプリント基板化を行った。プリント基板を使用する場合、基板の厚みが 0.4mm、表面実装用パーツが最大 1.7mm、これに保護用シートの厚みを加えても 3mm 未満と、従来約 1cm の厚みがあったセンサーユニットを薄くすることができた。

また、同時に回路を工夫し上下左右にセンサーユニットを連結できるようにした。図 3 に今回作成したプリント基板の部品面を示す。4 つのユニットを連結した状態で作成しており、必要に応じて切断したり、連結したりできるようになっている。1 ユニ

ット当たりの広さは縦横 2.5cm であるが自由に連結できるため、任意の広さが可能になった。

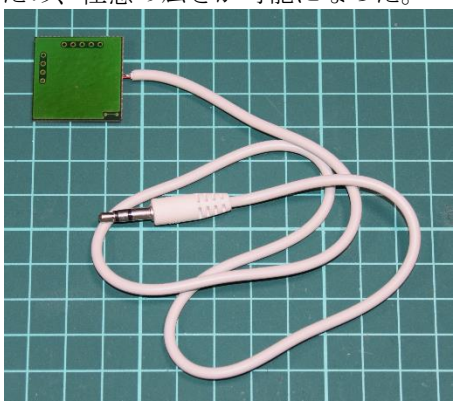


図 2　改良したタッチセンサー

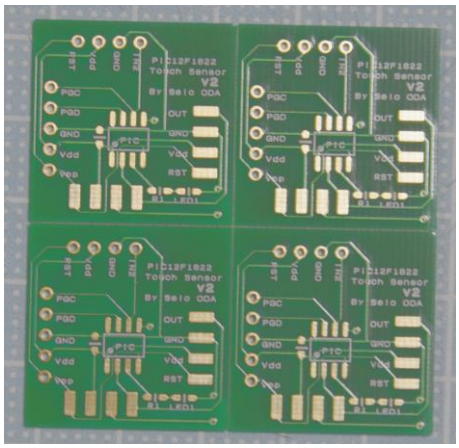


図 3　作成したプリント基板

3.2 センサーの無線化

関節の曲げを検出する圧力センサーは大変小型で消費電力も少ない。しかし、それを目的の関節に取り付けるための装着具に加えて、センサーからデータを読み取るための機材や、それを処理する計算機などを取り付けると結構な大きさ、重さになってしまう。特に計算機は電池駆動が難しく AC アダプタから電源を取るとなると、そのためのケーブルやメインの計算機と通信するためのケーブル等を取り付けねばならず、利用者の動作を阻害してしまう。

そこで今回は、低電力で動作する BlueTooth モジュールとセンサーを接続し、無線で信号を送信することによって、入力装置の小型・軽量化を図り、児童への取り付けを容易になるようにした。

同時に装着具も３D プリンタを利用して、それぞれの肢体不自由児に応じた装着具を作ることとした。

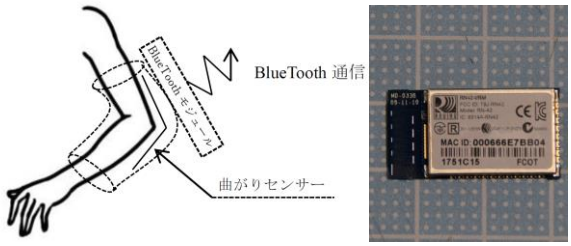


図 4　曲がりセンサーと BlueTooth モジュール

3.3 その他の機器

我々はこれまでも、支援校の先生方の要望に応じて「ハンドベル演奏装置」などの学習支援に役立つような機器を開発してきた。今回は、児童にペットボトルのキャップをきちんと締める訓練に役立つような機器がないか相談された。いろいろと試行錯誤は繰り返したが、きちんとキャップを締めると中で LED が光るペットボトルを開発することに成功した。仕組みとしては簡単で、ペットボトルの首から上の部分を３D プリンタで再現し、中にスイッチを埋め込んで、ちょうどしまった時にスイッチが ON となるようになっている。



図 5　ペットボトルのキャップ締め練習器具

4.　まとめ

今回開発した入力機器は、順次支援校に持って行き、実用に供してもらっている。しかしながら、このような入力機器は、それぞれの児童の障がいに応じて開発してゆく必要があり、一般性に欠けることが、以前より指摘されている。今回の開発においては、例えばタッチセンサーの基板化によりセンサー部分が部品化され、色々な入力機器が開発しやすくなったという点はあるが、全面的に解決されたわけではない。我々は、このような入力機器の開発を進めてゆけば、新たな肢体不自由児に対応する時、その児童に応じた入力機器が素早く準備できるような環境が整備されるのではないかと考えている。

参考文献

(1) 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）

(2) 小田誠雄，小田まり子，高橋雅人，河野央，内田知己，佐塚秀人:“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”，教育システム情報学会第 41 回全国大会, H6-3（2016）

(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）

知的障がい児のための AR 教材ソフトウエアの開発と教育支援

Development of Educational AR software for Children with Intellectual Disabilities and Technical Assistant in Special Support School

小田 まり子[*1]， 河野 央[*2]， 高橋 雅仁[*2]，小田誠雄[*3]， 内田 知巳[*1]
Mariko ODA[*1]， Hiroshi KONO[*2]， Masahito TAKAHASHI[*2]， Seio ODA[*3]， Tomomi UCHIDA[*1]
[*1] 羽衣国際大学
[*1]Hagoromo University of International studies
[*2] 久留米工業大学
[*2]Kurume Institute of Technology
[*3] 福岡工業大学短期大学部
[*3]Fukuoka Institute of Technology
Email: moda@hagoromo.ac.jp

あらまし：本研究では，知的障がい児を対象とした AR（Augmented Reality：拡張現実）技術を用いた教材ソフトウエアを開発した．これは，シンボルや文字が描かれた AR カードを PC に接続 したカメラから読み込むと，PC 画面上の AR カードに 3 次元 CG オブジェクトが表示され，そのカードのシンボルや文字が何を意味するかを学習できる．この教材を支援学校の授業で利用した教員の評価は高く，児童生徒は不思議そうな表情を見せたり，嬉しそうに手をたたいたりなど本教材に興味を示した．

キーワード：AR(拡張現実)，特別支援教育教育用ソフトウエア，肢体不自由児，知的障がい

1. はじめに

近年，子どもたちの障がいは重度，重複化しており，障がいの状態や発達度合いも多様化している．特別支援学級・通級指導教室に在籍する児童生徒数も増加傾向にあり，特別な配慮を要する児童生徒に対する個別性の高い専門的指導，多様性に対応した教育が重要課題である．我々は，平成 22 年度より，知的障がい児のための学習支援教材ソフトウエアを開発し，各々の児童生徒に合わせた入力機器を用いた教育支援を特別支援学校で行ってきた (1)．

2. 研究の目的

特別支援学校では，発話が困難な児童のコミュニケーション手段として，絵カード（イラスト）を用いている．例えば，児童が教員に意思を伝えたいときに，図 1 のように絵カードを指で差し示す．図 1 のようにコップの絵が描かれた絵カードを指さすことで，教員は児童が何か飲みたい（のどが渇いている）ことを推測できる．



図 1 絵カードによるコミュニケーション

特別支援学校の中には，図 2 のようなコミュニケーションボードを用い，複数のシンボルを組み合わせて意思を伝達している生徒もいる．

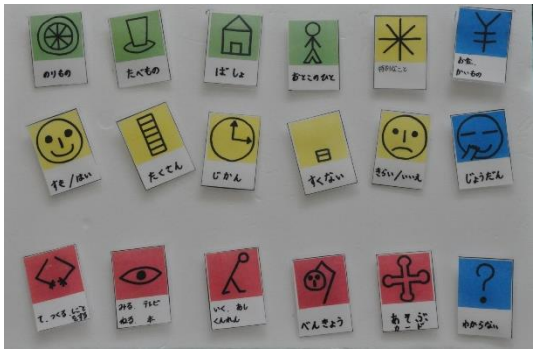


図 2 コミュニケーションボードの例

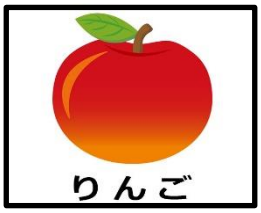
一方，重度の知的障がい児の場合，カードに書かれたイラストが何を示しているのかを理解することが難しく，イラストとそれが具体的に意味するもの（具体物）の関係がむすびつかない場合が多い．

そこで，本研究では，絵カードに描かれている物と具体物が一致しない児童生徒を対象とした AR（Augmented Reality：拡張現実）技術を用いた教材ソフトウエアを開発する．学習者はイラストや文字が描かれた AR カードを用いた学習により，AR カードが何を意味しているのかを理解できるようになることが最終的な目的である．

3. AR 教材ソフトウエアの開発

本研究では，ゲーム開発エンジン **Unity** と AR ライブラリの **Vuforia** を利用して，絵カードや文字カー

ドとそれが意味する具体物の関係を学ぶ AR 教材ソフトウエアを開発した．図 3(a)のようなシンボルや文字が描かれた AR カードをタブレット PC のカメラから読み込むと，図 3(b)のように PC 画面上の AR カードに 3 次元 CG オブジェクトが表示される．AR カードを用いた学習を繰り返すことによって，カード上のシンボル（イラスト）が何を意味するかを学習できると考える．



(a)AR 絵カード教材例



(b)画面表示例（AR 絵カード）



(c))画面表示例
（AR 平仮名カード）



(d))画面表示例
（AR 漢字カード）

図 3：AR 学習教材例

図 3（ｃ）や（ｄ）のように，平仮名や漢字が描かれた AR カードも用意し，文字を読み込むことで 3 D-CG オブジェクトを表示できるようにした．また，画面上のオブジェクトに触れることで，音声で読み上げる機能もつけた．

4.　支援学校での教育支援

平成 30 年 11 月 30 日，本研究で開発した AR 教材を試験的に支援学校で利用してもらい，中学 3 年生生徒 4 名が学習を行った．

AR 絵カード（果物）を用いた学習では，果物の模型を机の上に並べ，絵カードと同じものを選択することから始めた．カードに描かれた絵を見て，同じ果物の模型を選ぶことができない生徒がいた．そこで，図 4 のように，AR 絵カードを使用し，カメラが付いたタブレットで読み取ることで，絵カードの上に 3D-CG オブジェクトが現れる．このオブジェクトと模型を照らし合わせながら説明することにより，絵カードと具 3D-CG オブジェクトが現れると手をたたいて喜ぶ生徒もいれば，反応がうすい生徒も見られた．





図 4：AR 絵カードを用いた教育支援の様子

また，絵カードと同じ模型を選択できる児童には，AR 文字カードによる学習を行った。図 5 左のように，最初は平仮名の示す果物の模型を選択できなかった学習者も AR 平仮名カードによる学習を進めていくうち，平仮名カードの示す果物の模型を選択する率が向上した。また，平仮名が読める生徒は AR 漢字カードを用いて一緒に学習することができた。



(a) 学習前



(b) 学習後



(c) AR カードによる 3 D－CG オブジェクト表示

図 5：AR 文字カードを用いた教育支援の様子

特別支援学校での教育支援には，本 AR 教材を開発した大学生自身がサポートを行った [2]．教職課程履修学生にとって有意義な教育支援経験となった．

5.　おわりに

特別支援学校の教員からは，生徒たちが 3 D－CG オブジェクトに興味をもち，様々な学習に応用ができそうだという意見を頂いた．

特別支援学校の一つの教室において，絵カードのイラストと具体物の関係を学ぶ生徒，平仮名や漢字カードを用いて文字を学習する生徒など，異なる A R カードを用いて一緒に学習できることがわかった．

今後は，学習用の AR 教材の種類を増やし，ライブラリ化を図っていきたい．そして，支援学校の教員がダウンロードできるように，教材クラウドサービスでの公開も考えている．

参考文献

(1)　“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”,田口浩太郎，小田まり子，河野央，小田誠雄，教育システム情報学会ジャーナル 2014 年 1 月 31 巻 1 号,pp48-56（2014）

(2)　“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”，　小田まり子, 内田知巳, 小田誠雄，　河野央，　佐塚秀人，　高橋雅仁，　教育システム情報学会全国大会，pp. 439−440（2016）

プログラムロジック構成躓き推定のためのコンパイル履歴とソースコード間類似度のハイブリッド分析

Hybrid Analysis of Compilation Histories and Similarity Degrees between the Source Codes for Estimation of Stumbling in Construction of Program Logic

立花 隼一[*1], 中山 祐貴[*2], 大沼 亮[*1], 神長 裕明[*1], 宮寺 庸造[*3], 中村 勝一[*1]
Junichi TACHIBANA[*1], Hiroki NAKAYAMA[*2], Ryo ONUMA[*1], Hiroaki KAMINAGA[*1], Youzou MIYADERA[*3], Shoichi NAKAMURA
[*1] 福島大学 共生システム理工学研究科
[*1]Computer Science and Mathematics, Fukushima University
[*2] 早稲田大学 グローバルエデュケーションセンター
[*2]Global Education Center, Waseda University
[*3] 東京学芸大学 教育学部
[*3]Faculty of Education, Tokyo Gakugei University
Email: {s1970028, onuma, kami, nakamura}@sss.fukushima-u.ac.jp, nakayama@aoni.waseda.jp, miyadera@u-gakugei.ac.jp

あらまし: ソフトウェア開発人材に対するニーズの高まりを受け，大学等の教育機関でプログラミング演習が盛んに実施されている．プログラミング演習では，一般に，多数の学習者に対して少人数の教授者で対応する必要がある．プログラミング演習支援に関する研究が多数報告されているが，殆どが，いわゆる文法エラーを扱ったものである．一方，意図する処理などをプログラムとして形作る（ロジック構成）ことへの躓きは，コンパイルエラーとして表出しないため，把握の重要性は認識されつつも，有効な支援が実現されていない．本研究では，コンパイル履歴とソースコード間類似度の分析に基づいて，プログラムロジック構成面の躓きを推定する手法の開発を目指す．
キーワード: ロジック構成，躓き推定，学習履歴分析，ソースコード間類似度，プログラミング学習支援

1. はじめに

プログラミング演習では，学習者は頻繁に問題に遭遇し，その解決に努める．未熟者にとって重要な経験であると同時に, 難しい作業でもある. ここで，学習者が直面する問題は，文法的なエラーと，コンパイルエラーとして表出し難い論理的なエラーに大別できる．文法エラーなど，コンパイルエラーとして表出するため，学習者自身による解決の努力もある程度期待することができるが，コンパイルエラーとして表出し難いエラーは，学習者自身による解決のための模索が難しい．特に，プログラミングの基礎は学習しているものの文法など個別知識にとどまり，自らプログラムを形作る能力が十分でない段階（第 2 の初学段階）では，思い描く処理等をプログラムとして形作る(ロジック構成)面の躓きが多い．この種の躓きは，後のより高度な学習段階にも大きな影響を及ぼし，その把握と指導の重要性が指摘されている[(1)]. 指導・助言のためには，個々の学習状況の把握がとりわけ重要だが，実際の演習授業の制約下では限界がある．

これに対して，プログラミング演習における進捗状況把握支援[(2)]や, プログラム誤り検出システム[(3)]など多くの研究が報告されているが，その殆どが，いわゆる文法エラーを扱ったもので，ロジック構成面の躓きの把握は, 十分な支援が実現されていない．

本研究では，コンパイル履歴とソースコード間類似度の分析に基づいて，プログラムロジック構成面の躓きを推定する手法の開発を目指す．

2. 問題点と方針

2.1. 問題点

本研究では，プログラミング演習における問題点のうち，主に以下の 2 つに焦点をあてる．

（問題点 1）文法エラーに比べ，コンパイルエラーとして表出しないロジック構成面の躓きを学習者自身で解決するのは困難である．

（問題点 2）少人数の教授者で，個々の学習者の躓きを把握するのは容易ではない．

2.2. 方針

上記の問題点に対して，本研究では，まず，実際のプログラミング演習における履歴データや躓きの観察を通して，主な推定方針を定める．これに基づいて，コンパイル履歴とソースコード間類似度の分析による推定手法を開発する（問題点 1 への対応）．次に，分析の過程で対象ソースとその分析戦略自体を動的に切り替える仕組みを開発する．その上で，これらの手法に基づいて，ロジック構成面の躓き状況を視覚化するシステムを開発する(問題点 2 への対応)．これにより，プログラミング演習におけるロジック構成面の躓き把握支援の実現を目指す．

支援の概要を図 1 に示す．学習者によるコンパイル作業の推移とソースコード間の距離推移から，躓いている学習者を推定する．当該学習者を教授者に

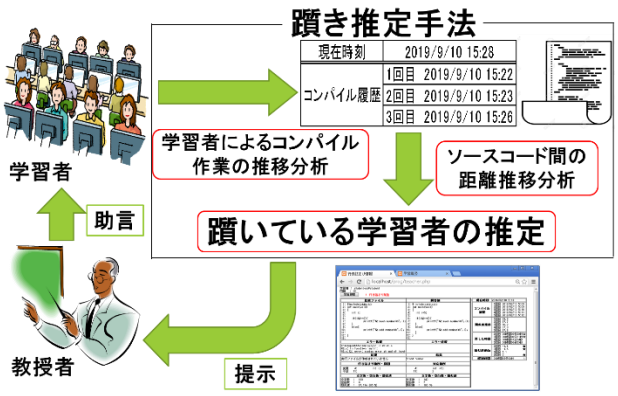


図１ 支援の概要

提示することで，プログラミング演習において，ロジック構成面の躓きを起こしている学習者を把握する作業を支援する．

3. ロジック構成面の躓き推定手法

3.1 躓き推定の手順

学習者の躓きを以下の手順で推定する．

1）コンパイル履歴（コンパイルしているが，コンパイルエラーの出ていない状態が一定以上続いている）を基に，該当する学習者，コンパイル日時，ソースコードを一次候補として抽出する．
2）1）で抽出したものについて，該当ソースコードと正解（解答例）を比較し，類似度を算出する．
3）一定以上の間，正解コードに対する類似度が上昇していない場合，ロジック構成躓きと判定する．

3.2 コンパイル履歴の分析による一次候補抽出

躓き推定手順（1）の例を図 2 に示す．1 回目のコンパイル時点ではエラーがあり，2 回目ではエラーがなくなっている．しかし，3 回目，4 回目とエラーがないにも関わらず，コンパイルを繰り返している．このような状態が一定以上続いている場合に，該当する学習者，コンパイル日時，ソースコードを一次候補として抽出する．

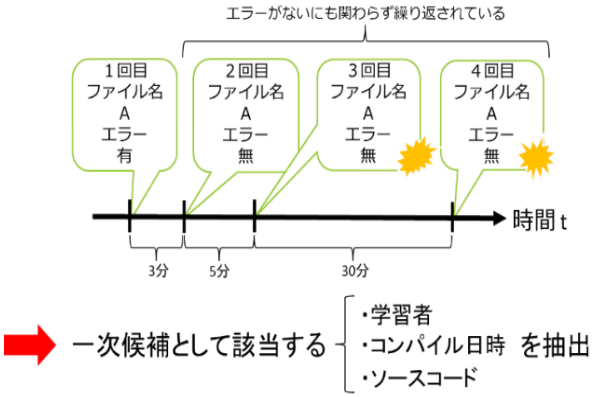


図２ コンパイル履歴の分析による一次候補抽出

3.3 ソースコード間の類似度算出

ソースコード間の類似度の算出には，性質の異なる複数の手法を用いる．具体的には，ソースコードをブロック単位に分割したもの（命令順列と呼ぶ）の類似性を算出する方法，および，ブロック構造を木に見立てた構文木の類似性を算出する方法をとる．ここでは，Order Leveshtein Distance (OLD), Tree Edit Distance (TED)，Jaro-Winkler Distance (Jaro)，Overlap Coefficient (OC)を用いる．

＜**OLD**＞ 2 つの命令順列間のレーベンシュタイン距離を求めることで類似度を算出する．つまり，学習者の命令順列を正解の命令順列に一致させるために，学習者の命令順を何回挿入・削除・置換を要するかを表す値を求める．

＜**Jaro**＞ 2 つの命令順列間のジャロウィンクラー距離を求めることで類似度を算出する．つまり，学習者のソースと正解ソースの間の文字列一致状況，置換の要・不要から算出する類似度である．

＜**OC**＞ 2 つの命令順列間のシンプソン係数（OC）を求めることで類似度を算出する．つまり，ある 2 つの集合(命令順列) のうち要素数が少ない方の要素数と共通要素数の割合から値を求める．

＜**TED**＞ 2 つのツリーの間のレーベンシュタイン距離を求めることで類似度を算出する．つまり，正解の構文木に一致させるために，学習者を何回・削除・置換を要するかを表す値を求める．

3.4 類似度算出法の動的切替

本研究では，いくつかの手法で類似度を算出する体制を準備し，状況に応じて相応しい算出方法を動的に採用する方針をとる．そのために，実際のソースコードを用いた検証を行い，どの算出方法を用いれば最も効率よく正確なデータを得られるか比較・検証する．この作業を通して，各類似度算出法の特徴の把握に努め，手法切替の「指標」を整備する．指標に基づいて動的切替を担うモジュールを開発し，それを用いた反復的な検証と改選を試みる．

4. おわりに

本稿では，コンパイルエラーは発生していないものの，思い描く処理像をプログラムとして形作ることができず躓く状態，即ちロジック構成面の躓きの推定手法の提案をした．今後は，実際のデータを用いて提案手法の検証を重ね，動的切替手法の開発につなげたい．

参考文献

(1) P.Kinnunena，B.Simonb，“My program is ok – am I? Computing freshmen’s experiences of doing programming assignments”，*Computer Science Education*, Taylor & Francis, Vol.22, No.1, pp. 1-28 (2012).
(2) 井垣宏，斎藤俊，井上亮文，中村亮太，楠本真二，“プログラミング演習における進捗状況把握のためのコーディング過程可視化システム C3PV の提案”，情報処理学会論文誌，Vol.54, No.1, pp.330-339 (2013).
(3) 櫻井桂一，“プログラミング実習を支援するための C プログラム誤り検出システムの開発－コンパイラによって検出されない誤りを中心として－”，日本教育工学会誌，Vol.25, pp67-70 (2001).

重要語抽出を用いたプログラム手続き記述の生成

Procedure description generation for Programing Learning using key word extraction

高橋 明義[*1]，椎名 広光[*2]
Akiyoshi TAKAHASHI[*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: i18im03ta@ous.jp

あらまし：プログラムの理解や手順の理解を助けるために，ソースコードから手続きを自動生成を目的としている．手法としてはプログラムリストの条件や繰り返しのブロックごとについて，コメントのペアを LSTM を用いた Encoder-Decoder モデルで学習することで，学習対象にあったプログラムのコメント生成を行っている．しかし，手続き生成のための学習データ量を増やすことが難しいため，プログラムの問題文を取り入れ，手続きの生成に生かすことで，より対象に即したプログラムの手続き生成を行っている．
キーワード：アルゴリズム学習，手順生成，ニューラルネットワーク，LSTM

1. はじめに

大学のプログラミング教育において，プログラムの文法の学習だけでなくプログラムの手順やアルゴリズムの理解が問題となっている．これまで手続き学習の研究については，新開ら[(1)]は手作業によるアルゴリズムの学習についての研究があげられるが，我々は携帯端末での手続き学習システムを行ってきている．手続き学習システムについては，システム化により学習者の正答率や間違い方の傾向や課題の難易度を測ることが可能である．しかし，手続き学習システムについては，課題の作成の方が問題となる．特に，課題の手続きの作成では，多くの課題を人手で作成するのは困難であり，また，開発者による差が大きいという問題がある．

そこで，これまでプログラムのソースコードから手続きを自動生成の開発を行ってきた．プログラムの構造と自然言語の要約技術を利用した方法と，ニューラルネット翻訳技術を 1 行ごとのソースコードとコメントのペアデータに適用する手法を提案してきている[(2)]．

しかし，行単位でのコメント生成では，手続きの記述とみなすことには問題がある．また，学習者支援と考える場合，講義資料のような関連する情報があるので，単純にソースコードをコメントに変換するよりも関連情報に近づけたコメント生成も重要である．

本研究では，ソースコードの条件や繰り返しのブロック単位に対するコメントを，講義資料から抽出した重要語を加味した自動生成について行っている．また，通常のニューラルネット翻訳の場合，大量の学習データを必要とするのに対して，大学の情報系学科 1 年生での講義に使われた例や課題のプログラム 53 件程度でもある程度の生成ができているところがこの研究課題での利点である．また，評価としては，機械翻訳で使われて評価基準の BLEU[(3)]のスコアについても示す．

2. 手順生成システム

プログラミングには，変数の宣言，値の入力，計算，結果の出力などのようにいくつかの手順がある．このプログラミング手順テストは，プログラミングを手順化し，その手順をいくつかに分ける．そして分けられた手順をプログラミングの流れに合うように上から順に並び替えるテストである．このテストでは，講義に対する学習状況の把握に利用している(図 1).

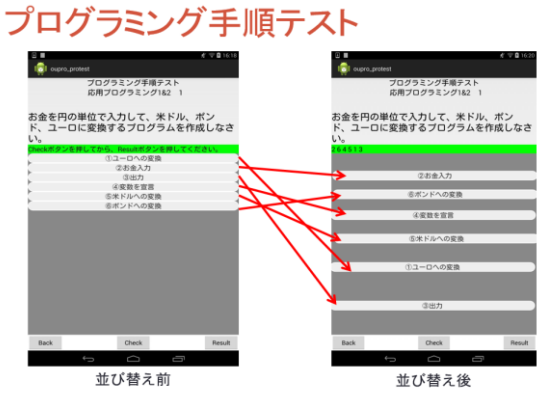


図 1 手順学習

例えば，為替の変換の問題「お金を円の単位で入力して，米ドル，ポンド，ユーロに変換するプログラムに変換するプログラムを作成しなさい.」の場合，本研究では，問題を解く手続きを図 1 のように分解し，その手順を並べ替える問題をテストするシステムを開発している．

3.　手続きの自動生成

本研究は，簡単に言うとソースコードからコメントや手続きへの翻訳を行っているということができ，主要な技術としてはニューラルネット翻訳の Encoder-Decoder モデルを利用している．処理としては，ソースコードとコメントの対を対訳データとするが，翻訳データにあたるコメントは，ソースコードに付されているコメントを抽出すること以外に，コメント部分を利用者の言語レベルに合わせた適用用コメントに入れ替えておくことも可能である．またそれによって生成されるコメントも学習したコメントのレベルに合わせるように生成可能である．以下に手順を述べる．

(1) コメントの付されたプログラムからコメントを抽出しソースプログラムとコメントに分割し，それぞれを単語に分割する．

(2) ソースコードとコメント(または適用コメント)をそれぞれ単語単位に分割し，if や for の処理のブロックごとのソースコードに単語のつながりの関係性を学習する．学習は，トークンに分割したソースコードを 1 単語ずつ LSTM に入力し，文脈情報を蓄積し，その後コメントを 1 単語ずつ LSTM に入力し，文脈情報を蓄積しながら単語を生成して学習を行う．

(3)重要語の重みを大きくしたコメント生成では，重要語について Encoder-Decoder モデルのコメント生成層からの出力の単語選択確率を大きくする処理を行う(図 2).

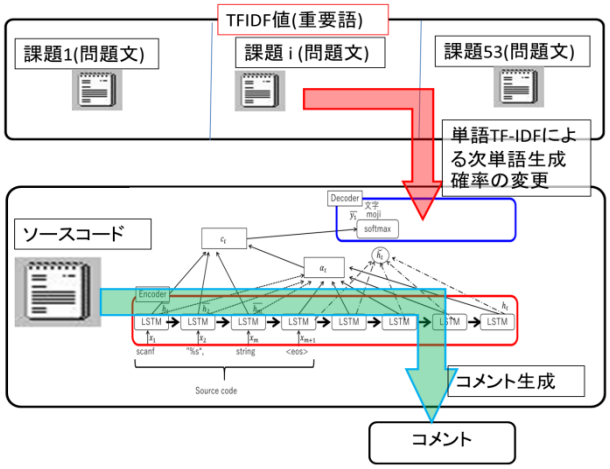


図２　重要語を優先するコメント自動生成

4.　生成されたコメントの評価

ソースコードとコメントの対訳を学習し，外部情報を利用した場合のコメントの生成例と BLEU を表 1 に示す．プログラムに対するコメントが正しくないものは BLEU の値が低くなっている．

外部情報の重要語を利用することによって，一部の生成コメントを変化させている．5 行目の生成を見るとプログラムと関係のない「配列の加算」というコメントから，文字列の操作を説明するコメントに変わっており，BLEU の値も高くなっていることがわかる．

表 1 コメントの生成例(代表的な例を選択)

行	ソースコード	生成コメント	BLEU
1	# include < stdio . h >	出力無し	
2	int main (void) {	出力無し	
3	char string [MAX]={'￥ 0 '}; int i ;	繰り返し 処理 繰り返す 処理	0
4	printf (" 文字 列 を 入力 し て く ださい "); scanf ("% s ", string); printf ("% s が 入力 さ れ まし た . ￥ n ", string);	入力 処理	1.0
5	for (i = 0 ; string [i] != '￥ 0 ' ; i ++) { if (string [i] >= ' a ' && string [i]<=' z '){ string [i] = string [i] - ' a ' +' A '; } else if (string [i] >= ' A ' && string [i]<=' Z '){ string [i] = string [i] - ' A ' +' a '; ￥ } }	(外部情報不使用) 配列 の 加算 A + B + C (外部情報使用) 文字 列 の 1 文字 ごと に 文字 を 判定 し て 数える	0 1.0
6	printf (" 変換 後 % s ￥ n ", string); return 0 ; }	結果 の 出力	1.0

外部情報を使わないコメント生成は，アンダーライン無し．外部情報を使うコメント生成は，アンダーラインあり．

5.　今後の課題

重要語については，外部情報の影響を如何に取り組むかという課題である．文脈を考慮する場合 attention を導入した Encoder Decoder モデルが考えられ，外部情報と文脈との関連を取り入れられるように改良が必要である．また，人手での利用数を増やしていきたい．

参考文献

(1) 新開他: “手作業の学習教材を活用したアルゴリズム教育の試み”,日本教育工学会第 31 回全国大会, pp.407-408 (2015)

(2) 高橋他: “問題文に合わせたプログラミングコメントの自動生成”，教育システム情報学会，特集論文研究会, Jsise Research Report Vol. 33, no.7 (2019-3), pp.51-55, (2019).

(3) 隅田他: “機械翻訳システム評価法の最前線”, 情報処理, 46 巻 5 号, pp.552-557(2005).

プログラミング学習での問題解決過程を考慮する学習支援システムの試作

Prototyping of a Learning Support System Considering Problem-solving Process in Programming

古池 謙人[*1], 東本 崇仁[*2], 堀口 知也[*3], 平嶋 宗[*4]
Kento KOIKE[*1], Takahito TOMOTO[*2], Tomoya HORIGUCHI[*3], Tsukasa HIRASHIMA[*4]
[*1] 東京工芸大学大学院工学研究科
[*1]Graduate School of Engineering, Tokyo Polytechnic University
[*2] 東京工芸大学工学部
[*2]Faculty of Engineering, Tokyo Polytechnic University
[*3] 神戸大学大学院海事科学研究科
[*3]Graduate School of Maritime Sciences, Kobe University
[*4] 広島大学大学院工学研究科
[*4]Graduate School of Engineering, Hiroshima University
Email: k.koike@t-kougei.ac.jp

あらまし：プログラミング学習支援においては，計算機が学習者の問題解決過程を考慮して，適切に問題やフィードバックを提示できることが望ましい．本研究では，問題を機能・振舞い・構造の観点から記述したモデルや，問題解決でシステムが捉えるべきプロセスのモデルを定義し，モデルを含んだシステムを構想してきた．本稿ではこの構想に基づき，問題解決過程を考慮したフィードバックを行うプログラミング学習支援システムを試作する．
キーワード：プログラミング学習，部品の段階的拡張手法，学習支援システム

1. はじめに

近年注目されているプログラミング学習には，文法やアルゴリズムなど学ぶべき要素が複数存在する．学習者がこういった要素を理解し，知識として獲得していくことは問題や要求を解決していく上で重要である．その一方で一度獲得した知識の性質を十分に理解できず，同じ解法や似た解法が使える問題に対して，既に学習者が用いたことのある解法を適切に再利用できないという問題がある．

そこで著者らは，学習者の既有知識を体系化して整理する支援を行い，再利用性の向上を指向してきた．具体的には，知識体系化手法について提案し，その支援システムの開発・評価に取り組んできた．これにより，有意味な一連のコードを部品として獲得し，それを再利用して他の部品と適応的に組み合わせられるようになることを指向している．

しかしこれまでのシステム(以下,既存システム）では，学習者の部品構築過程に誤りがあった場合に提示するフィードバックが，正解と比較して過不足を指摘するもののみであった．また，システム上で提示していた課題やその系列は著者らの経験則に基づくものであり，基準が不明瞭であった．これらを改善するために，著者らが検討してきた知識記述としての部品のモデルや，部品の問題解決過程のモデルに基づき，プログラミングにおける問題解決過程を捉えてフィードバックすることのできるシステム（以下，提案システム）の構想を提案してきた(1)．

よって本稿では，提案システムを実現するための設計を行い，提案システムを試作する．

2. 先行研究

2.1 部品の段階的拡張手法とその支援システム

これまで著者らは，知識体系化を指向して「部品の段階的拡張手法」という学習手法を提案し，そのシステムの開発を行ってきた．本手法の事例を図 1 に示す．本手法ではまず，構築すべき部品が課題として提示され，学習者は単一のコードを組み合わせて,有意味な一連の塊を部品として構築する.次に，構築した部品を構成に含む部品が課題として提示されるので，以前に構築した部品を再利用して拡張しながらより大きな部品を構築する．

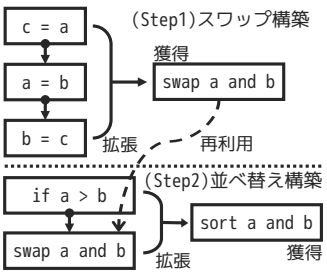


図 1 部品の段階的拡張手法の例

2.2 部品と問題解決過程のモデル

有意味な一連のコードの塊を部品として再利用するためには，ソースコードとソースコード全体が行う動作，着目した動作に対して目的に沿ってつけた意味の間を関係付けて記憶しておく必要がある．例えば，swap において「c=a」「a=b」「b=c」のソースコードは，「c を a の値にする」「a を b の値にする」「b を a の値にする」といった振舞いをする．しか

し，swap の機能として着目しているのは後者の 2 つのみであり，「c を a の値にする」という振舞いには着目されない．

よって本研究では，ソースコードを構造，ソースコード全体の動作を振舞い，目的に沿って着目した動作に対してつけた意味を機能として 3 要素で部品を定義している．

図 2 に，部品の定義に基づく問題解決過程のモデルを示す．本研究では，部品に関わる問題解決過程を要求される機能の分解過程と構成過程の 2 つに分けて捉え，部品の各要素がどのように導出されるかを問題解決過程としてモデル化している．

図 2 のモデルではまず，分解過程において要求された機能を達成するために必要な振舞いを導出する．つまり機能を達成するために，明示的に与えられた入力か，学習者が想定する入力をもとに，行うべき状態遷移を振舞いとして導出する．また振舞いでは，学習者の獲得済みの部品を同定することでその部品に含まれる詳細な振舞いを省略することができる．次に必要となる振舞いが導出されると，振舞いを表現するために部品を組み合わせて構造を組み立てる．ここでは各振舞いに対応する部品を組み合わせていくが，獲得済みの部品をもとに省略した振舞いに対しては，学習者の既有知識から構造を再利用する．

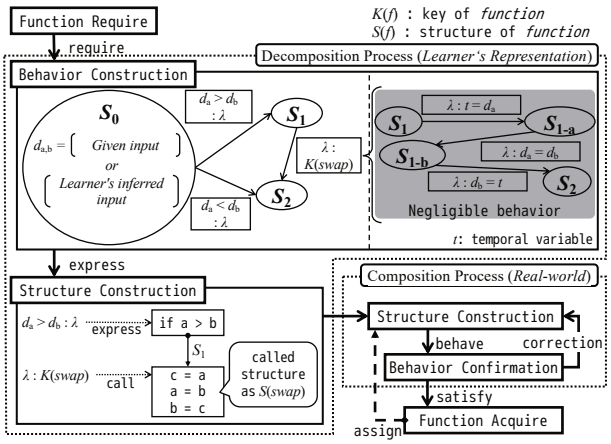


図 2　部品に基づく問題解決過程のモデル

3.　提案システムの試作

2 章で述べた先行研究を踏まえて知見を統合することで，問題解決過程に踏み込んでフィードバックを行うことができるシステムを試作する．

図 3 に既存システムの構成と提案システムの構成を比較したものを示す．既存システムでは一定の課題系列に基づいて出題したり，正解の構造との比較のみで学習者にフィードバックを与えるに留まっていた．一方提案システムでは，部品のデータベースから課題系列を生成したり，部品の知識記述を基に学習者の問題解決過程を診断し，誤り箇所を同定することが可能になる．これにより，学習者の構築した構造の振舞いが，構築しようとしている部品の振舞いとの間にどのような差があるのかを学習者が観察することができる．

これらの提案システムの構想(1)に基づき，本稿では正解の部品の振舞いをフィードバックすることができるシステムを試作する．試作したシステムのインタフェースを図 4 に示す．試作システムでは，その時の獲得目標の部品の正しい振舞いを，画面右側で常に確認することができる．さらに入出力をランダムにすることで，どういった入力のときに出力が変化するかなど，条件分岐などの制御文についても考察する機会を与えている．

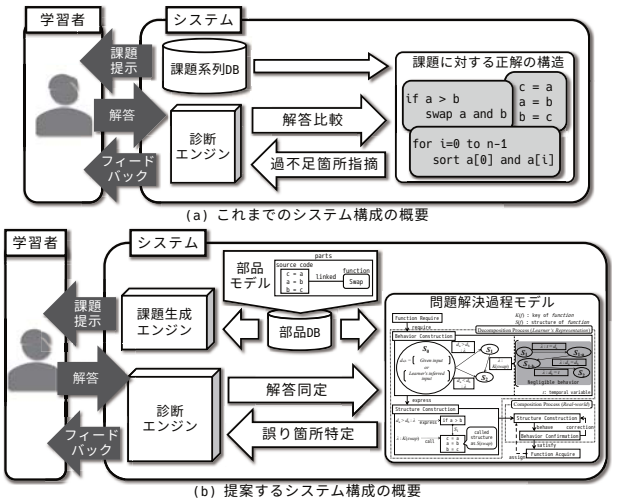


図 3　既存システムと提案システムのシステム構成



図 4　試作した提案システム

4.　おわりに

本稿では，本研究で扱ってきた知識体系化支援システムのフィードバック機能を改善するための提案システムの構想を基に，システムの試作を行った．

今後の課題は，フィードバックの妥当性の検討と，図 3(b)に示すような機能の実装である．

謝辞

本研究の一部は科研費・基盤研究(C)(18K11586)，基盤研究(B)(15H02931)，挑戦的萌芽研究(16K12558)，基盤研究(B)(17H01839)の助成による．

参考文献

(1) 古池謙人，東本崇仁，堀口知也，平嶋宗：“プログラミングにおける学習者の部品構築プロセスを考慮した学習支援システムの提案，” 人工知能学会先進的学習科学と工学研究会, vol. 86, To appear, (2019)

学生アシスタント育成を目的とした教学 IR データの活用手法の検討

A Research of Using Institutional Data for the Teaching Assistant Student Development

田尻 慎太郎[*1]，藤本 雄紀[*1]，石橋 嘉一[*2]
Shintaro TAJIRI[*1], Yuki FUJIMOTO[*1], Yoshikazu ISHIBASHI[*2]
[*1] 北陸大学
[*1]Hokuriku University
[*2] 横浜商科大学
[*2]Yokohama College of Commerce
Email: s-tajiri@houkuiku-u.ac.jp

あらまし：近年，アクティブ・ラーニング型の授業が主流になり，グループワークなどの演習がある授業では大学院生による TA や学部生の SA 等の学生アシスタントを活用するケースが増えている．そこで本研究では，IR オフィスで収集した教学 IR　データに主成分分析を用いて次元を削減した上でロジスティック回帰分析を行い SA になる学生の特徴を明らかにした．分析の結果，成績の他に情報リテラシー科目で良い結果を残した学生が SA を志望していた．
キーワード：Institutional Research，教学 IR，学生アシスタント，TA，SA，主成分分析

1. はじめに

本研究では大学内の IR オフィスに蓄積される膨大な教学 IR データを活用する試みとして，授業支援に携わる SA（Students Assistant）学生の特徴要因を明らかにする．

現在，各レベルの教育機関の授業においてアクティブラーニングを実践することは，もはや普通である．文部科学省の最新の調査では，アクティブ・ラーニングを取り入れた授業を実際に行っている大学は 87%に達している．一方で，従来の講義型授業に比して準備が大変，授業の進め方が難しいといった課題が挙がっている．

そこで近年，大学院生による TA や学部生による SA を教員と受講生を仲介するファシリテータとして教室に配置することが増えてきている．河内他(1)では，こうした取り組みは支援活動をした学生自身の学習意欲の向上や学修成果の達成に大きく影響し，教える力や汎用的能力の獲得につながるとしている．

ではこうしたアシスタントになる学生にはどのような特徴があるのだろうか．本研究では教学 IR オフィスで収集した各種データからそれらを明らかにすることを試みる．そうした要因を明らかにすることができれば，アシスタント学生の採用や研修に活かすことができる．

2. 先行研究

そもそも IR オフィスは，学内に散在するデータを収集し分析することで意思決定に資する情報を提供する部門である．小林編(2)の調査では学務データ，授業評価データなどの教学に関するデータを 80%以上の大学において全学で統合的に収集・蓄積していた．そうした業務において問題となるのが，逆説的だがデータが集まり過ぎることである．白石他(5)の全国調査にあるように，IR オフィスには統計やデータ分析のスキルが比較的高いスタッフが集められているとはいえ，膨大なデータを前にどのように処理すれば良いか途方にくれる場合も多い．結果，せっかく集めたデータが死蔵されてしまう．通常，ビッグデータというとその量のみならず，スマートフォンやセンサーを通じて非常に高速で生成されていくことに特徴がある．しかし教学 IR データには，現状そのように速いデータはなく，成績や授業評価アンケートの結果のように学期や年度単位のものが大半である．日々更新されるのは出欠データくらいである．

現実の IR 業務では，各種アンケート調査の結果や，受講した科目それぞれの成績データなど，一人の学生に関して非常に多くの変数が集まってくるのが特徴である．近藤他(3)はこうした学内に散在するデータを一元集約し学生ごとに時系列に整理した「学修ライフログ」の概念を提示している．

IR データを活用した既存研究では，高松他(6)が IR オフィスから内容が秘匿された 2,163 人の学生に関する 1,246 項目のデータの提供を受け，機械学習を用いて中途退学予測を行っている．また近藤他(3)は 5 年間に渡る入学生の入試種別，出席率，GPA といった学修データから機械学習による数理モデルを作成し，入学後初期段階のデータから 3 年次での在籍状況を予測している．

しかしながらこれらのように教育ビッグデータを活用した研究事例はまだまだ限られている．近藤(4)では収集した変数を，①変更不可能な個人属性，②学習成果，③行動の結果や状態，④大学からの介入の有無の 4 つのタイプに分類してモデルを構築することを提案している．

3. データと分析手法

表 1 変数セット

調査名	順序尺度変数	名義尺度変数	ダミー変数	連続変数	計
個人属性		2	4		6
高校調査書・入試		2	5	5	12
入学時アンケート	68	6		7	81
コンピテンシーテスト	33				33
英語外部テスト				3	3
コンピュータ利用経験調査	15	4		4	23
学生調査	86	2		1	89
SA 活動評価アンケート	46				46
授業評価アンケート	60			4	64
成績				16	16
授業出欠				5	5
計	308	16	9	45	378

そこで本研究では，表 1 に示した A 大学の IR オフィスが収集した 378 変数のデータを用いて, SA が配置された授業を履修した 1 年生が，2 年生になる 1 年後に自分も SA になる要因を明らかにすることを目的にする．表の整理から分かるように，変数の増大を招いているのは学生調査などのアンケートである．なかでも 5 件法や 6 件法などのリッカート尺度からなる順序尺度の回答データがその大半を占めていることが明らかになった．なお名義尺度の変数は名義ごとにダミー変数を生成したので，分析に用いた変数は更に多くなっている．

A 大学で 1 年生は 30 名程度のクラスに所属する．そのクラス構成で初年次必修科目である基礎ゼミナールと情報リテラシーを春学期と秋学期に計 4 科目履修する. 各講義内容は全 11 クラスですべて共通化されている．各授業には 2 名の上級生からなる SA が配置され，グループワークを支援するファシリテーションやレポート作成やプレゼンテーション準備に対してアドバイスを与える業務を担っている．

分析対象は A 大学に 2018 年度に入学した学生のうち 366 名である．このうち自ら応募し，選抜された 28 名が 2019 年度の 2 年生 SA となった．

SA になる要因を分析するには， 1 年後に SA であるかないかの 2 値変数を目的変数としたロジスティック回帰分析を行うことが考えられる．しかし今回は変数の数が対象とする学生数を超えており，通常の回帰分析を実施することができない．そこで表 1 の全変数を対象に主成分分析を実施し，累積寄与率が 50%に達するまでの 25 の主成分を説明変数に用いることで次元を削減した上で，ロジスティック回帰分析を行った．更に AIC を基準にしたステップワイズ法によって 14 の主成分を採用した．

4. 分析結果

表 2 にロジスティック回帰の結果と有意確率 0.05 以上の各主成分の説明を示す．成績が高いなど優秀な学生が SA になることは予想できたが，秋学期の情報リテラシーに関する変数からなる第 1 主成分が次に有意で係数が大きかった．ICT スキルが高い学生が SA を志望したといえる．

表 2 分析結果

	主成分	係数	有意確率	
定数		-4.404	0.000	***
PC1	情報リテラシー2	0.341	0.000	***
PC3	大学満足度	0.193	0.025	*
PC4	外交的	0.239	0.025	*
PC5		0.220	0.070	
PC6	成績	0.467	0.000	***
PC15	高校欠席	-0.326	0.018	*
PC19		0.201	0.092	
PC23	研究分析志向	-0.309	0.045	*
PC27	スマホ利用	0.380	0.026	*
PC28		0.291	0.056	
PC31	センター試験	0.334	0.036	*
PC36	単位数	-0.435	0.019	*
PC39		-0.313	0.056	
PC8		-0.136	0.106	

AIC=130.62　　***p<0.001 **p<0.01 *p<0.05

5. おわりに

本研究では IR オフィスに集まる膨大なデータを有効に活用するために，主成分分析による次元削減とロジスティック回帰を組み合わせることで, SA の特徴要因を抽出した．今後はランダムフォレストなどの機械学習の適用も検討を進めたい．

謝辞

本研究は JSPS 科研費 17K04677「日本の大学における諸活動を可視化するオントロジーマップの構築」の助成を受けた．

参考文献

(1) 河内真美, 杉森公一, 上畠洋佑: “アクティブ・ラーニング型授業における学修支援を通したアドバイザー学生の学び”, 高等教育ジャーナルー高等教育と生涯学習ー, 第 24 号, pp.39-50 （2017）
(2) 小林雅之編: 平成 24−25 年度文部科学省大学改革推進委託事業 大学における IR（インスティテューショナル・リサーチ）の現状と在り方に関する調査研究報告書, 東京大学, （2014）
(3) 近藤伸彦, 畠中利治: “学士課程における大規模データに基づく学修状態のモデル化”, 教育システム情報学会誌, Vol.33, No.2, pp.94-103 （2016）
(4) 近藤伸彦, 畠中利治: “ベイジアンネットワークによる修学状態推移モデルの構築”, 教育工学会論文誌, 第 41 巻第 3 号, pp.271-281 （2017）
(5) 白石哲也, 橋本智也:“大学における IR の実態に関するアンケート調査報告ーアンケートの基礎集計ー”, 大学評価と IR, 第 9 号, pp.62-77 （2018）
(6) 高松邦彦他: “EMIR における中途退学の予測可能性”, 第 6 回大学情報・機関調査研究集会論文集, pp.60-65（2017）

CSCL システムの言語・非言語情報を活用した振り返り支援の検討

Supporting Reflection on Collaborative Learning in a CSCL System Using Verbal and Non-verbal Information

正野 敦也，林 佑樹，瀬田 和久
Atsuya SHONO, 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: shono@ksm.kis.osakafu-u.ac.jp

あらまし： 研究を始めとした複雑なテーマに関する議論では，発表者は予め思考を整理，文書化し，発表に望む必要がある．一方で，各々の活動を適切に行うことは難しい．本研究では，振り返りの刺激として議論プロセスに観測される話者と聞き手の視線を活用することを考える．視線は他者の発表時の思考の一端を表しているという着想のもと，セマンティクスを付与した議論資料上への議論中の他者の視線推移を起点とした内省支援を検討する．
キーワード：議論リフレクション，非言語情報，視線行為，多人数インタラクション

1. 研究背景

唯一解を規定することのできない領域での問題解決，例えば研究活動では，自身が遂行する研究課題のアプローチや提案手法などを共有，検討するための議論（研究 MT）の場が設けられる．参加者は，発表者（学習者）が用意した議論資料に記載の提案内容の整合性を確認し，不備があれば助言や示唆を与える．研究初学者においては，指摘に至る議論を振り返るとともに，自身の説明不足故に参加者が十分に追従できなかったと思われる箇所などを内省し，次なる研究 MT に備える活動（議論リフレクション）が重要となる．一方で，議論中のメモや録音された音声・動画を用いた振り返りでは，議論時に交わされる発言内容に注力しがちとなり，発言として必ずしも表明されるとは限らない参加者の理解状態に意識を向けることは難しい．

本研究では，このような参加者の理解状態を捉える手段として，非言語情報，特に議論参加者の視線情報に着目する．時々刻々と変化する議論において，各々の参加者が注目している（注視している）他者や議論資料コンテンツに基づき，学習者の説明に追従できている／できていないといった振り返りに資する議論状況を同定し，刺激として学習者に与えることを着想した．この目的にアプローチするために，本稿では意味情報（セマンティクス）を付与した議論資料および言語・非言語情報を活用した振り返り支援のためのインタラクション区間の同定手法を検討する．

2. 非言語情報の解釈および分析の困難性

研究 MT では，学習者が準備した議論資料の構造が理解しづらく，また説明内容の不十分さ故にその場の議題に追従できないことがある．議論では，このような学習者が提案する理路の不備を指摘する質疑応答が交わされることにはなるが，必ずしも参加者の疑問点全てが場に出されるとは限らない．そのような言明されない疑問点については暗黙的なままとなり，これを音声などの言語情報を参照しながら振り返ることも難しい．

このような状況で生じうるやり取りとして，例えば，学習者が資料領域①の説明を終え，次の領域②の説明をしている一方で，参加者の視線は未だ資料領域①に留まっている状況が考えられる．このように視線情報（非言語情報）には，必ずしも言語化されない思考の一端が表出される可能性がある．一方で，視線が持つ役割の多様性から，その対象の意味内容に踏み込んだ解釈を与えることも難しく，また，こうした非言語情報と思考の状態の関係を議論するための共通の枠組みも存在していない．

そこで本研究では，研究 MT の議論資料として「研究背景」や「仮説の前提」といった記述内容を表すセマンティクスを予め付与した資料を前提とし，議論時に誰が誰を見ているのか，また，どのような内容が書かれた箇所を観察しているかを捉えることにより，発言情報のみからは検知することのできない振り返りに資するインタラクション区間を同定することを考える．

3. 議論における言語・非言語インタラクションの計測環境

本研究では，セマンティクスアウェアな議論資料を用意するとともに，これを分散環境で展開される多人数インタラクションで発現する言語・非言語情報を計測可能な CSCL システム[1]に組み入れることで，議論時の視線情報や発話情報の計測を実現する．

本プラットホーム上で実施される議論の様子を図 1(A)に示す．任意の学習支援ツールを組み込める構成となっており，ここでは，ビデオチャットツールを通して音声対話を実現し，議論資料共有ツールを通して資料を共有している状況を表す．システム内部では，参加者のビデオ映像や発言タイミング，参加者映像および議論資料の各領域に注視対象領域を付与することにより，視線対象情報（どこを，いつからいつまで見たか）を計測・蓄積できる．このよ

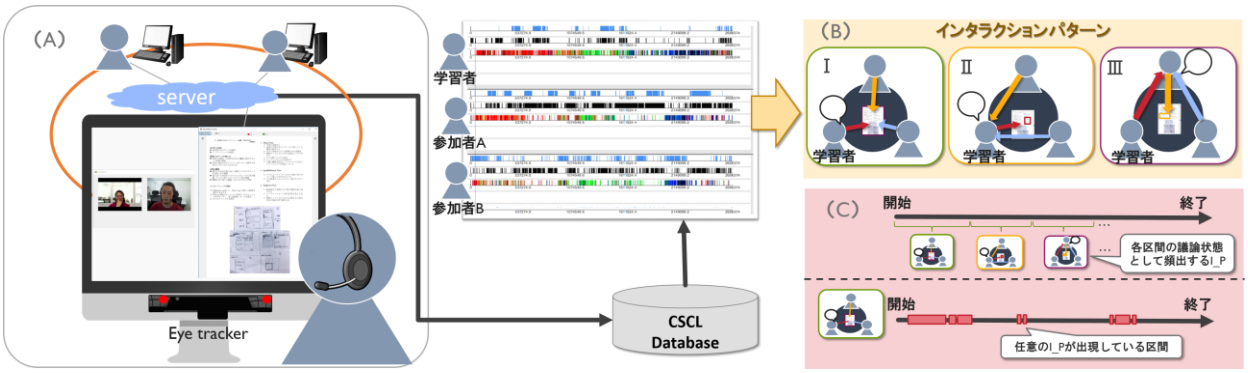


図 1：議論環境と取得データの利用

うにして観測された発言や視線対象といった原始的なシグナルを組み合わせることにより，学習者同士の注視対象が同じである（共同注視）や，互いを見つめ合っている（相互注視），学習者が話しているときに他の参加者が見ている（学習者の話しに耳を傾けている），といった言語・非言語インタラクションの様相を捉えることができる．

4. セマンティクスを付与した資料によるインタラクションパターンの分析

4.1 議論インタラクションパターンの検討

議論リフレクションとしての振り返り区間を検出するための初期的な検討として，3 章で説明した言語・非言語情報を組み合わせることにより，議論状況として想定できるインタラクションパターン（I_P）を調査した．ここでは，発表者（学習者）1 名，参加者（共同研究者）2 名から構成される議論を想定し，発表者の振り返りという視点から I_P を検討した．

具体的には，議論のある時点において学習者／他者が発話しているかどうかを言語情報とし，学習者／他者の視線対象（ある参加者／資料の任意領域）を非言語情報として，これらの組み合わせとして考えられるパターンを考察した．結果，資料に対する共同注視を除き，45 パターンの議論状況を想定できることがわかった．図 1(B)に一例を掲載する．(B)-I は「学習者が発話をしている∧学習者が資料を見ている∧他者 2 名が資料を見ている」という I_P を表し，(B)-II は「学習者が発話をしている∧学習者が資料を見ている∧他者 2 名が学習者を見ている」を表す．(B)-III は「他者 A が発話をしている∧他者 A が資料を見ている∧学習者が他者 A を見ている∧他者 B が他者 A を見ている」状況を表している．

どのような I_P が学習者の有意味な振り返りに資するかは検討の余地があるが，時々刻々と変化する議論において，ある時区間で観測される各 I_P 頻度を算出することにより，例えば，学習者が発言している状況で学習者の注目箇所に他者も注目できていた割合や，ある時区間において頻出している I_P を手掛かりとし，各区間がどのような議論状態であるか（図 1(C)上），また，ある議論状態（I_P）になっている区間を検出できる可能性がある（図 1(C)下）．

4.2 実データへの適用

前節で述べた I_P に基づく議論状態の検出可能性を検討するために，発表者（学習者）1 名，参加者 2 名から構成される研究 MT 議論データ（約 40 分）を収集した．I_P の発現頻度が議論時間に伴い変化するかを確認するために，議論の前半 10 分，後半 10 分の 2 区間のデータを対象とし，計測された発話情報，視線情報に基づき各 I_P 頻度を求めた．

初期的な分析の結果，前半部では「学習者が発話をしている∧学習者が資料を見ている∧他者 2 名が資料を見ている」という I_P（(B)-I）が最も多く観察された．議論前半では学習者の用意した資料に注目しながら発表に耳を傾けていた区間として解釈できる可能性がある．ここで，資料に対する学習者と他者の共同注視の有無を調査したところ，発表者と異なる箇所に注目していた I_P が多く観測されていたことが示された．

また，後半部では「全参加者が資料を見ている∧誰も発話していない」という I_P が最も多く，続く I_P 頻度の傾向としては，学習者以外の発言が含まれる I_P（(B)- III 等）が多く出現していた．前半部と比べて後半部では，学習者が発言することは相対的に少なく，学習者以外の他者を中心に議論が展開されていた状況であると解釈することができる．

現段階では，資料内容（セマンティクス）に踏み込んだインタラクション分析には至っていないものの，このように，前半部と後半部の I_P 頻度に差異が認められ，これを手掛かりとして議論状態を検出できる可能性があることが示唆された．

5. まとめと今後の課題

本研究では，非言語情報を活用した議論リフレクション支援に向けて，セマンティクスが付与された議論資料や参加者に向けられた視線情報を手がかりとした議論インタラクションの分析手法を検討した．

今後の課題として，今回の初期分析では考慮できていない視線計測データの欠落箇所を考慮したインタラクションパターンのモデル化を進めるとともに，議論状況の振り返りに資するリフレクション支援システムを設計していく予定である．

参考文献

(1) 杉本葵，林佑樹，瀬田和久: “言語・非言語アウェアな CSCL システム開発プラットホーム”, 電子情報通信学会論文誌(D), Vol.J101-D, No.4, pp.713-724, 2018.

上位目的と学習履歴分析との関連づけ

Learning Analytics Interlocked with Upper Level Goal

田村 恭久[*1]，堀越 泉[*2], John Augeri [*3]，平田謙次[*4]
Yasuhisa TAMURA[*1], Izumi HORIKOSHI[*2], John Augeri[*3], Kenji HIRATA[*4]
[*1] 上智大学 理工学部, [*2] 上智大学大学院 理工学研究科
[*1] Sophia University, [*2]Graduate School of Sophia University
[*3] Île-de-France Digital University – Paris, [*4] エキスパート科学研究所
[*4] Expert Science Institute
Email: ytamura@sophia.ac.jp

あらまし：本稿では，単元や活動を設計する際の目標設定と，学習履歴分析を関連付ける方法を議論する．学習履歴分析の先行研究の多くは，取得可能なデータの選定 － 分析 － 可視化・フィードバック，というプロセスである．これに対し，インストラクショナルデザインや教育の質保証の分野では，科目や単元の目的分析というトップレベルから着手し，徐々に具体化・詳細化を進める．このトップダウンプロセスに学習履歴分析を連動させた場合の方法や問題点を議論する．
キーワード：学習履歴分析，インストラクショナルデザイン，学習達成

1. はじめに

学習履歴分析 (Learning Analytics：LA) [(1)] は，「学習者やそのコンテキストに関するデータの測定，収集，分析，報告であり，学習やその環境の理解や最適化を目的とする」[(2)]ものである．2008 年開始の EDM，2011 開始の LAK という２大国際会議が研究をリードし，現在は国内学会でも盛んに成果が発表されている．

LA 研究は通常，学習者の活動に伴って LMS に蓄積された履歴や，学習者の近傍に置いたセンサーデバイスを用いて取得した履歴を用いる（後者をマルチモーダル LA と呼ぶ）．この研究の実現可能性を高めるため，データ取得が可能であることを優先的に考える場合が多い．一方，その活動が含まれる授業や単元といった上位概念には目的や達成目標が設定されている場合が多いが，これと LA の目的が関連づけられていない危険性がある．

授業や単元の目的や到達目標を設定することは，インストラクショナルデザイン[(3)]の分野において，系統的な授業設計手法，プロセスモデルが提案されてきた．この汎用的なモデルとして，ADDIE (Analysis- Design- Development- Implementation- Evaluation) プロセスモデルがある[(4)(5)]。

一方，教育・学習の情報化に関する技術標準を策定するする ISO/IEC JTC1/SC36[(6)]では，コンピテンシー向けの情報モデル ISO/IEC 20006[(7)] (Part 1, Part 2 が公開）を策定している．ここでは，設定した目的を様々な活動 (Activity set) に分解し，その活動を観察・評価することで，目的の内容に対するカバレッジを評価するフレームワークを提案している．

本稿では，単一活動に注目している LA 研究と，その上位概念である科目や単元における目的や達成目標を結びつけるフレームワークを議論する．

2. LA 研究における目的の分類

LA 研究では複数のサーベイ論文が著されている．このうち Papamitsiou[(8)]は，LA の目的を以下の６種類に分類している．Student/ student behavior modeling， Prediction of performance, Increase (self-) reflection & (self-) awareness, Prediction of dropout & retention, Improve assessment & feedback services, Recommendation of resources．また，Chua [(9)] はマルチモーダル LA の目的として以下の１０種類を挙げている．Student emotions, engagement and attention, Student attendance, Collaborative team, Collaborative dyadic, Individual performance, Modelling student actions, Teacher’s instructional quality, Modelling of teacher actions, Teacher-student rapport in classroom, Modelling classroom activities.

上記の１６種類の目的は，サーベイ論文で参照した複数の研究における目的を分類した抽象的なもので，個々の研究は更に具体的な目的を持つ．

3. 上位目的との関連付け

前節で述べた LA の目的と，上位に位置する科目や活動を関連付けたフレームワークの案を図１に示す．単純化のため，科目における単元設計のプロセスは記述を省略している．

ある単元を分析・設計する際，まず定性的な目的を１つ以上設定する．次に，その目的を達成するための単元内活動を列挙し，それらの順序（シーケンス）を設計する．また，各々の活動において測定・観察可能なパラメータを抽出し，その活動が到達したと判断するための当該パラメータ基準を設定する．上記の活動への分解は ISO/IEC 20006-1，パラメータ基準の設定は ISO/IEC 20006-2 で提案されている．

次に，測定・観察可能なパラメータを取得・分析する LA 手法を選定する．このパラメータは，各々の

LA 手法では目的とするパラメータとする場合が多い．先行研究に該当例があれば，それにならって実装・取得・分析することができるし，該当例がない場合は独自に実務家が研究開発する必要がある．

さらに単元実施後，LA による分析結果と，設計時に設定した基準を比較し，各々の活動が到達したか否かを判断する．

4. おわりに

従来の LA 研究は，科目やその内容の設計と独立に研究ストーリーが構築される場合が多く，「実際の授業にどう役立つのか」が疑問視されることがあった．本稿では，この LA とインストラクショナルデザインとの関連付けを試みた．この関連付けには，ISO/IEC 20006 の規格で示される活動設計と到達基準の設定が有効であることが判明した．

今後，図１に示す設計・LA 適用・検証プロセスを実施し，本提案の有効性や課題を抽出するとともに，ユースケースの蓄積を行いたい．また，個々の知識ではないスキル（メタ認知や自己調整スキル）をこのフレームワークに取り入れることを検討していきたい．

参考文献

(1) Lang, C., Siemens, G., Wise, A., & Gasevic, D. (Eds.): Handbook of learning analytics. SOLAR, Society for Learning Analytics and Research (2017).
(2) Ferguson, R.: “Learning analytics: drivers, developments and challenges”, International Journal of Technology Enhanced Learning, Vol.4, No.5-6, pp.304-317 (2012).
(3) Gagne, R. M., & Briggs, L. J.: “Principles of instructional design”, Holt, Rinehart & Winston (1974).
(4) Molenda, M.: “In search of the elusive ADDIE model”, Performance improvement, Vol.42, No.5, pp.34-36 (2003).
(5) Peterson, C.: “Bringing ADDIE to life: Instructional design at its best”, Journal of Educational Multimedia and Hypermedia, Vol.12, No.3, pp.227-241 (2003).
(6) ISO/IEC JTC1/SC36, https://www.iso.org/committee/45392.html (参照 2019.6.16)
(7) ISO/IEC: “ISO/IEC 20006-1: 2014: Information technology for learning, education and training -- Information model for competency -- Part 1: Competency general framework and information model”, https://www.iso.org/standard/57359.html (参照 2019.6.16)
(8) Papamitsiou, Z. K., & Economides, A. A.: “Learning Analytics and Educational Data Mining in Practice: A Systematic Literature Review of Empirical Evidence”, Educational Technology & Society, Vo.17, No.4, pp.49-64 (2014).
(9) Chua, Y. H. V., Dauwels, J., & Tan, S. C.: “Technologies for automated analysis of co-located, real-life, physical learning spaces: Where are we now?”, Proc. 9th Int’l Conf. Learning Analytics & Knowledge, pp.11-20 (2019).

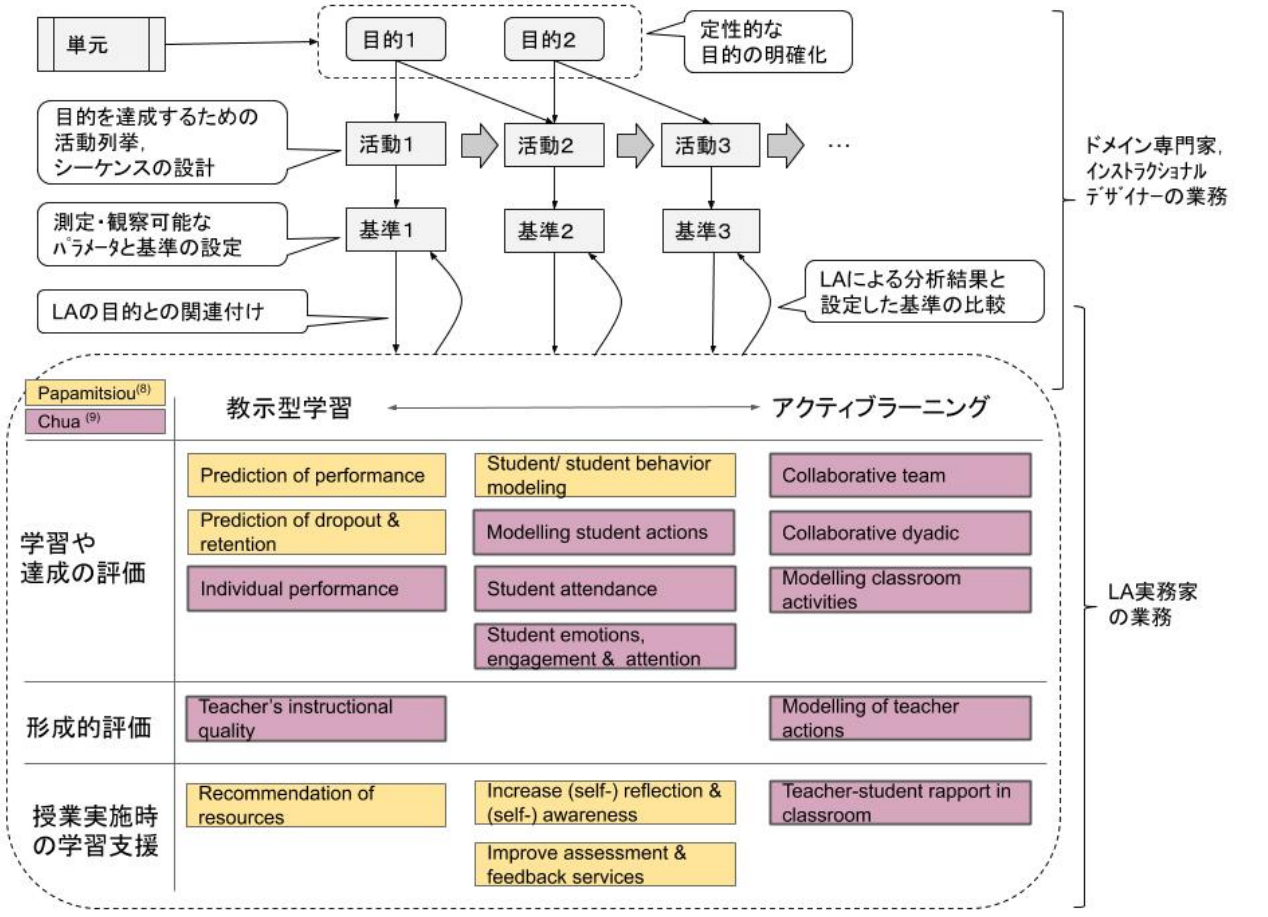


図1　学習履歴分析とインストラクショナルデザインの関連付け

教材閲覧と小テストから履修者の授業への取り組みを可視化するヒートマップの作成

A Heatmap Creation to Visualize Students' Engagement to the Classes using Material Page View and Quiz score

土橋　喜[*1]
Konomu DOBASHI[*1]
[*1] 愛知大学 現代 中国 学部
[*1]Faculty of Modern Chinese Studies, Aichi University
Email: dobashi@aichi-u.ac.jp

あらまし：学習管理システムの Moodle にアップロードした教材を活用して授業を行い，教材閲覧回数と小テスト得点を収集した．教材閲覧回数と小テスト得点の値から偏差を求め，偏差の散布図をもとに履修者を 4 つのグループに区分するヒートマップを作成した．グループは閲覧回数が多く小テスト得点も高い第 1 象限グループ，閲覧回数は少ないが小テスト得点は高い第 2 象限グループ，閲覧回数が少なく小テスト得点も低い第 3 象限グループ，閲覧回数は多いが小テスト得点が低い第 4 象限グループに分けることができる．その結果多くの履修者は小テストごとに 4 つのグループを移動する傾向が見られるが，成績上位と下位の履修者の一部は同じグループに留まる傾向もヒートマップに示された．
キーワード：学習分析，クリックストリーム，小テスト，ヒートマップ，教材閲覧

1. はじめに

教育におけるアクショリサーチは、現職教師が自己成長を目指して自分で行った授業を振り返るためにデータを集めて行う調査研究である[1]。教師は授業を分析したり、教育効果を確認したりするために、自らデータ収集を計画して実施する。そして収集したデータの分析結果を観察し、その結果に基づいて自分の教え方の内省を行うのである。授業中の履修者の学習行動の分析は、出席状況やクイズなどさまざまな項目を考えることができる．しかし教員の教え方や授業の進め方についての調査が基本であるから、アクションリサーチの結果は授業評価に強く関連すると考えられるため極めて重要である。また多くの大学などで行っている授業評価アンケートも組織全体で行うアクションリサーチの一種と考えられ、学生の反応を調べるために有効な方法の一つと言える。本稿では教材閲覧回数と小テスト得点を分析して授業への取り組みが不十分な履修者を発見できる可能性があることを示す．

2. 関連研究

近年における学習管理システム(LMS)あるいは e-book と呼ばれるシステムの普及が急速に進んでいる．一般的にこれらのシステムにはアンケート調査機能が備わっているので，教員は手軽に従来のアクションリサーチを行い，分析に必要なデータを即座に入手することが可能になっている[2]．さらにこのようなアンケート機能に加えて，利用者の様々なデータが記録されるようになっている．例えば，Moodle では教材にアクセスを開始した日時，授業でログインしたユーザ名，閲覧した教材名，アクセスしたデバイスの IP アドレスなどがシステムに記録され，システム全体の管理者や各コースの担当教員が常時閲覧できるように蓄積されている[3]．

これは事前に学生に周知して行う従来のアクションリサーチとは大きく異なる点であり，有益な活用方法の開発が期待できる．また LMS にはクイズ機能が備わっているので，クイズを行えばそれぞれの問題に解答した日時や，正解と不正解などの情報のほかに，テスト結果についての様々な分析結果を得ることが可能である．

3. オンライン授業と異常値検出

授業における異常値検出の目的は，異常な行動を行う学習者をできる限り早期に検出し，授業から脱落することを防止することである[4]．本稿では Moodle とオンライン教材を使ったブレンド型授業における一斉授業を対象にしている．授業中を例にすれば次のような状態で異常値が発生することを想定している．(1)教師が指示した教材を開かない，(2)教材を開いても読まないあるいは内容が理解できない．これらの状態が継続するとテストの得点が低くなりやすく，このような状態は授業への取り組みが不十分で異常な行動とみなされ，異常値の発生につながりやすい．上記のうち(1)の状態については，Moodle に蓄積された教材閲覧履歴から検出が可能であるため教材のクリックストリームを調べる．(2)については小テスト得点とクリックストリームを組み合わせて判断することで対応が可能である．

4.　Moodle コースログ

教材の閲覧履歴は履修者が Moodle にログインし，エントリページの目次をクリックしてコース教材を閲覧すると自動的に記録される．授業を行った 4 か月間は，教材を Moodle から履修者に常時公開したので，学生は授業時間以外にもインターネットにつながる場所ならどこからでも閲覧可能であった．

学期の最初の授業において，履修者は教室で Moodle に自己登録を行い授業に参加する．そのときから履修者の Moodle コースログの収集が開始される．そのため履修者には Moodle 上の教材の閲覧のしかたを説明し，同時に Moodle で教材を閲覧すると，個人別に履修者の学習履歴がすべて記録されていることを説明した．本稿で利用した教材のクリックストリームは，2017 年秋学期に Moodle 上の教材を使って授業を行ったときに収集した学期全体のデータである．データの収集期間は 2017 年 9 月 20 日から 2018 年 2 月 5 日まで 139 日間である．教材閲覧履歴は Moodle からエクセル形式でダウンロードし，前処理には筆者が開発したエクセルのマクロ(TSCS Monitor)を活用して集計した．

5.　ヒートマップの作成と結果

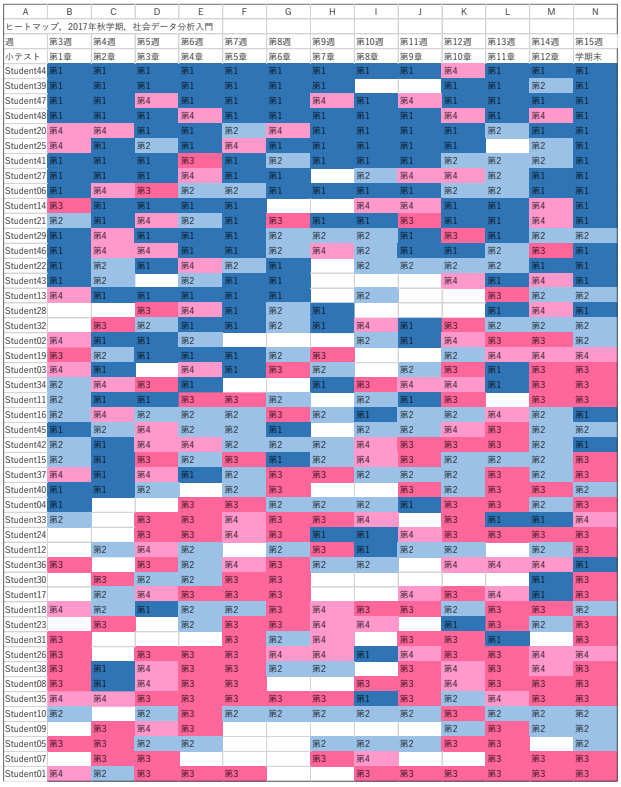
学習のつまづきによってドロップアウトする前に，潜在的に授業への取り組みが不十分な履修者を早期に見出す支援は極めて重要である．ここでは閲覧回数とクイズとの間に相関関係があることを前提として，閲覧回数とクイズ得点の偏差を求めて散布図を作成し，第 1 象限から第 4 象限に該当する履修者を 4 つのグループに分け，潜在的に授業への取り組みが不十分な履修者を見出すことを試みた．すなわち閲覧回数が多く小テスト得点も高いグループ(第 1), 閲覧回数は少ないが小テスト得点は高いグループ(第 2), 閲覧回数が少なく小テスト得点も低いグループ(第 3), 閲覧回数は多いが小テスト得点が低いグループ(第 4)に分けた．

図 1 に示すように第 3 週に第 1 回小テストを行い，教材閲覧回数とクイズ得点からヒートマップを作成した．A 列は匿名化した履修者名を示す．B 列から M 列は第 3 週から第 14 週の授業における分析結果を示し，N 列は学期末小テストの分析結果を示す．ヒートマップの色は手作業で設定し，第 1 象限は青色，第 2 象限はライトブルー，第 3 象限は赤色，第 4 象限はピンク色で塗りつぶしている．

図 1 においてすべての履修者は 2 つ以上のグループに出現しており，グループを移動していることが分かる．また表の中ごろや下部には赤色(第 3)が多い履修者が混在していることが分かり(Student33 など), これらの履修者は平均以下の成績であることが多い．

赤色(第 3)とピンク色(第 4)が継続して出現すると，平均点以下の状態が続くことになり，授業への取り組みが不十分になっている傾向が強まる(Student26 など)．該当するグループに青色(第 1)が一つもない場合も同様に取り組みが不十分な兆候であると判断される．例えば図 1 の最下部の Student01 は第 4 週に水色(第 2)に該当したが，第 5 週以降は赤色(第 3)が継続しており，授業への取り組みが不十分と思われた．青色(第 1)から他のグループに移動しても，復帰すれば良い学習状態が継続できる(Student47)．しかし青色に該当しないときや復帰しないときは，取り組みが不十分なこともあると想定され，教員の観察や指導が必要になる(Student8, Student10, Student26, Student38, Student40 など).

図 1 の最上部の Student44 のように青色(第 1)の状態が続くと，閲覧回数とクイズ得点が平均以上の水準にあり, 授業への取り組みが良好な状態であった．



A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N
ヒートマップ，2017年秋学期，社会データ分析入門													
週	第3週	第4週	第5週	第6週	第7週	第8週	第9週	第10週	第11週	第12週	第13週	第14週	第15週
小テスト	第1章	第2章	第3章	第4章	第5章	第6章	第7章	第8章	第9章	第10章	第11章	第12章	学期末
Student44	第1	第1	第1	第1	第1	第1	第1	第1	第1	第4	第1	第1	第1
Student39	第1	第1	第1	第1	第1	第1	第1			第1	第1	第2	第1
Student47	第1	第1	第4	第1	第1	第1	第4	第1	第4	第1	第1	第1	第1
Student48	第1	第1	第1	第4	第1	第1	第1	第1	第1	第4	第1	第4	第1
Student20	第4	第4	第1	第1	第2	第4	第1	第1	第1	第1	第2	第1	第1
Student25	第4	第1	第2	第1	第4	第1	第1	第1	第1	第1		第2	第1
Student41	第1	第1	第1	第3	第1	第2	第1	第1	第1	第2	第2	第2	第1
Student27	第1	第1	第1	第4	第1	第1		第2	第4	第4	第2	第1	第1
Student06	第1	第4	第3	第2	第2	第1	第1	第1	第1	第2	第2	第1	第1
Student14	第3	第1	第1	第1	第1			第4	第4	第1	第1	第4	第1
Student21	第2	第1	第4	第2	第1	第3	第1	第1	第3	第1	第1	第4	第1
Student29	第1	第4	第1	第1	第1	第2	第2	第2	第1	第3	第1	第2	第2
Student46	第1	第4	第4	第1	第1	第2	第4	第2	第1	第1	第2	第3	第1
Student22	第1	第2	第1	第4	第2	第1		第2	第2	第2	第2	第1	第1
Student43	第1	第2		第2	第1	第1				第4	第1	第4	第1
Student13	第4	第1	第1	第1	第1	第1		第2			第3	第2	第2
Student28			第3	第4	第1	第2	第1				第1	第4	第1
Student32		第3	第2	第1	第1	第2	第1	第4	第1	第3	第2	第2	第2
Student02	第4	第1	第1	第2				第2	第1	第4	第3	第3	第2
Student19	第3	第2	第1	第1	第1	第2	第3			第2	第4	第4	第4
Student03	第4	第1		第4	第1	第3	第2		第2	第3	第1	第3	第3
Student34	第2	第4	第3	第1			第1	第3	第4	第4	第1	第3	第3
Student11	第2	第1	第1	第3	第3	第2		第2	第1	第3		第3	第3
Student16	第2	第4	第2	第2	第2	第3	第2	第1	第2	第2	第4	第2	第1
Student45	第1	第2	第4	第2	第2	第1		第2	第2	第4	第3	第2	第2
Student42	第2	第1	第4	第4	第2	第2	第2	第4	第3	第3	第3	第2	第1
Student15	第2	第1	第3	第2	第3	第1	第2	第4	第3	第2	第2	第2	第3
Student37	第4	第1	第4	第1	第2	第3	第3	第2	第2	第2	第3	第2	第3
Student40	第1	第1	第2		第2	第3			第3	第2	第3	第3	第2
Student04	第1			第3	第3	第2	第2	第2	第1	第3	第3	第2	第3
Student33	第2		第3	第3	第4	第3	第3	第4		第3	第1	第1	第4
Student24			第3	第3	第4	第3	第1	第1	第4	第3	第3	第3	第3
Student12		第2	第4	第2		第2	第3	第1	第2	第2		第2	第3
Student36	第3		第3	第2	第4	第3	第2	第2		第4	第4	第4	第1
Student30		第3	第2	第2	第3	第3						第1	第3
Student17		第2	第4	第3	第3	第3			第4	第3	第4	第1	第3
Student18	第4	第2	第1	第2	第2	第3	第4	第3	第3	第2	第3	第3	第2
Student23		第3		第2	第3	第3	第4	第4		第1	第3	第2	第3
Student31	第3				第3	第2	第4		第3	第3	第1		第3
Student26	第3		第3	第3	第3	第4	第4	第1	第4	第3	第3	第4	第4
Student38	第3	第1	第4	第3	第3	第2	第2		第3	第4	第3	第4	第3
Student08	第3	第1	第4	第3	第3			第3	第3	第4	第3	第3	第3
Student35	第4	第4	第3	第3	第3	第3	第3	第1	第3	第2	第4	第3	第3
Student10	第2		第2	第3	第2	第2	第2	第2	第2	第3	第2	第2	第2
Student09		第3	第4	第3						第2	第3	第2	第2
Student05	第3	第3	第2	第2			第2	第2	第2	第3	第3		第2
Student07		第3	第3				第3	第4			第3	第3	第3
Student01	第4	第2	第3	第3	第3			第3	第3	第3	第3	第3	第3

図 1　教材閲覧回数とクイズ得点によるヒートマップの例．第 1 象限（青色）の出現回数でソートしたもの，空欄は欠席，2017 年秋学期，社会データ分析入門．

謝　辞

本研究は JSPS 科研費 18K11588 の助成を受けたものです。

参考文献

(1) Scheuren, F. 2004. June. What is a Survey? (2nd. ed.). Washington, American Statistical Association.
(2) Romero, C. and Ventura, S., 2013. Data mining in education. Wiley Interdisciplinary Reviews: Data Mining and Knowledge Discovery. 3(1), 12-27.
(3) Moodle. https://moodle.org/. Retrieved 02/20/2019
(4) Gitinabard, N., Khoshnevisan, F., Lynch, C.F. and Wang, E.Y. 2018. Your Actions or Your Associates? Predicting Certification and Dropout in MOOCs with Behavioral and Social Features. In the 11th International Conference on Educational Data Mining (EDM 2018).