

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

A Study of Group Work in Programming Education

金子 豊久, 廣瀬 健一, 佐藤 清次
 Toyohisa KANEKO, Kenichi HIROSE, and 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: kaneko@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、学生のプログラミング能力の向上を目指して、2017年度のプログラミング演習科目において、ホワイトボードを活用したグループワークに着目した教育を実践したので、本稿でその教育効果について考察した。学生アンケートから、ホワイトボードの活用は、ペアプログラミングの際に学生同士の考えを共有するのに有効であり、グループワークによりプログラミング技術の向上につながる可能性のあることが確認できた。

キーワード：問題解決型学習, グループワーク, プログラミング教育, ホワイトボード

1. はじめに

産業技術短期大学情報処理工学科では、旧来の一方方向講義から脱却し、学生間ならびに学生と教員間のきめ細かな「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きた。特に、学生のプログラミング能力の向上を目指して、長年に亘り様々な科目で「問題解決型実習」を取り入れ、PBL(Problem Based Learning)教育を実施している⁽¹⁾。

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

今回、筆者らは、学生のソフトウェア開発能力の更なる向上を目指し、1年次後期に開講しているプログラミング演習科目において、ホワイトボードを活用したグループワークを実践し、グループワークが学習意欲にもたらす効果について考察を行った。

2. プログラミング教育の取り組み

本学科は、ソフトウェアエンジニアの育成を目的に、プログラミング教育を学科の重点教育と位置付けている。2017年度は、図1に示す様々な科目の中でプログラミング教育を行った。1年次前期のプログラミング基礎演習を基盤として、プログラミング演習科目群、実験科目群、卒業研修を配置している。表1に一連のプログラミング演習科目の授業テーマを示す。本稿で対象となる演習科目は、1年次後期に開講している「プログラミング演習I」である。週1回90分2コマの授業で15週に亘って実施した。

表2に当該科目の授業テーマおよびアンケート内容を示す。

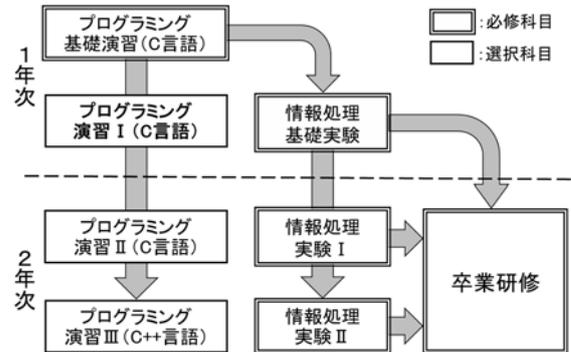


図1 プログラミング教育の取り組み

表1 プログラミング演習科目の授業テーマ

科目名	授業テーマ
プログラミング基礎演習	入出力, 演算, 分岐構造, 反復構造
プログラミング演習I	関数, 配列, グループで問題に取り組むPBL
プログラミング演習II	ポインタ, 構造体, ファイル処理, 探索, ソート等
プログラミング演習III	オブジェクト指向プログラミング

表2 プログラミング演習Iの授業テーマおよびアンケート内容

授業週	授業テーマ	アンケート
第1週	プログラミング基礎演習の復習	
第2週	プログラミング基礎演習の復習(2)	グループワークに関するアンケート
第3週	配列	
第4週	配列(2)	
第5週	文字配列	
第6週	関数の使い方	
第7週	関数の作成	ホワイトボードの活用に関するアンケート
第8週	関数と配列	
第9週	PBL-0(調査)	
第10週	PBL-1(要求分析, 外部設計)	
第11週	PBL-2(内部設計)	
第12週	PBL-3(プログラミング)	
第13週	PBL-4(プログラミング, テスト)	
第14週	PBL-5(テスト(続き), 発表準備)	
第15週	PBL-6(発表, 振り返り)	PBLの振り返りアンケート

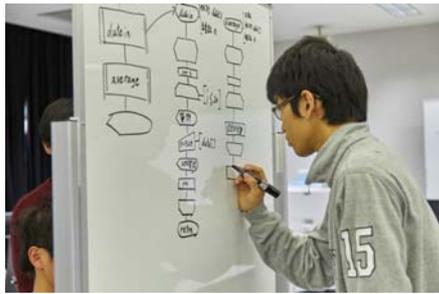


図2 ホワイトボードを用いた演習風景

3. プログラミング演習 I におけるグループワークの実践

グループワークは2人一組のペアをつくり、15週に亘って実施した。グループワークで用いたホワイトボードは、図2に示す縦120cm横90cmの移動式であり、2人で共同作業をするのに適した大きさとなっている。授業前半の8週の演習は、練習課題および提出課題について次の流れで実施した。

- (1) 提示された練習問題のプログラムに、グループで検討しながらコメントを記入する
- (2) 練習問題のフローチャートを作成すると共に、テストデータを検討する
- (3) 提示されたフローチャートの解答例を基に、フローチャートのチェックを行う
- (4) 各人でプログラムを実行し、結果を確認する
- (5) 続いて提出課題のフローチャートを作成する
- (6) さらにグループ間でフローチャートのレビューを行い、修正を加える
- (7) フローチャートを基に各人がプログラミングし、実行、結果の確認をする

ここで下線部分では、ディスカッションを活性化させるためホワイトボードを用いている。

後半の7週のPBL課題は、「リバーシ」のプログラムとした。始めに、ゲームのルール、実行画面、操作方法等について調査をさせた。その後、システム開発の手法に基づき、各週で要求分析、外部設計（ゲームのルール、General Flowchart、画面設計、操作設計）、外部設計を基に内部設計（機能分割、データ設計）に取り組みさせた。さらにプログラミング、テストを経て各グループでそれぞれの成果について発表させた後、振り返りアンケートを実施し、PBLについて振り返らせた。PBL実施時も前半と同様、ホワイトボードを有効活用してグループ内でディスカッションすると共に、グループ間レビューを実施させた。

4. アンケート結果および考察

ホワイトボードを活用したペアプログラミングによるグループワークの効果を検証するために、2週目にグループワークに関するアンケート(表3)、7週目にホワイトボードの活用に関するアンケート、15週目にPBLの振り返りアンケートを実施した。図3にグループワークに関するアンケート結果を示す。

表3 グループワークに関するアンケート

質問内容	
Q1.練習課題へのコメント記入は有効でしたか？	
Q2.練習課題のフローチャート作成は有効でしたか？	
Q3.提出課題のフローチャート作成は有効でしたか？	
Q4.提出課題での、グループ間レビューは有効でしたか？	

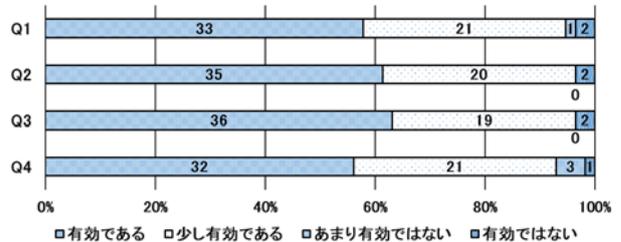


図3 グループワークに関するアンケート結果

ほぼ全ての学生が、グループワークが有効であると回答した。自由記述では、ペアで議論することによりプログラムを深く読むことができる、ペアで話し合っってフローチャートを作成することで、プログラムが組みやすいとの意見が多くみられた。また、グループ間レビューについては、コミュニケーションが活発でフローチャートに関する新しい発見や欠点の指摘があり、有効であるとの意見を得た。

ホワイトボードに関するアンケートでは、ホワイトボードをペアで活用すると、意見交換がスムーズに行え、議論がしやすいとの評価が得られたと共に、グループ間レビューでは他のグループのフローチャートに啓発される等、ホワイトボードの使用によりグループワークが活性化されていることが示された。

PBLの振り返りアンケートからは、プログラミングの知識が増えたと共に、ペアで協力してプログラムを組むと一人で行う時以上の成果があがったとの回答が多く、グループワークの効果が表れる結果となった。

5. おわりに

プログラミング演習科目において、ホワイトボードを活用したグループワークを実践した。学生同士が考えを共有するのにホワイトボードを有効活用しグループで学習することにより、プログラミング技術の向上につながる可能性のあることが確認できた。

参考文献

- (1) 豊田信一, 村山淳, 佐藤清次, 廣瀬健一, 金子豊久: “グループ間レビュー方法に関する一考察—LEGO Mindstorms EV3 を用いた PBL への適用—”, 日本教育工学会第 33 回全国大会講演論文集, P1p-31, pp.429-430 (2017)
- (2) 鷺崎弘宣: “エクストリームプログラミングがもたらすアジャイルなソフトウェア開発”, 電子情報通信学会誌, Vol.90, No.12, pp.1082-1085 (2007)
- (3) 生田目康子: “ピア・レビューをとまなうグループ学習の評価—斉型プログラミング授業への適用—”, 情報処理学会論文誌, Vol.45, No.9, pp.2226-2235 (2004)

リハビリテーション専門科目への接続を図る 入学前・初年次物理学習プログラムの構想

Proposal of the Physics Learning Program: Transition Learning from Knowledge of Physics to the Applied Subjects of Rehabilitation Contents for the Pre-Admission / Freshman Education

津森 伸一^{*1}, 田中 真希^{*1}, 坂本 飛鳥^{*1}

Shin'ichi TSUMORI^{*1}, Maki TANAKA^{*1}, Asuka SAKAMOTO^{*1}

^{*1} 聖隷クリストファー大学

^{*1}Seirei Christopher University

Email: shinichi-t@seirei.ac.jp

あらまし: リハビリテーション学の習得には基礎的な物理学の知識が要求されるが、高等学校における履修状況の多様性から専門科目へ接続可能な知識の担保が困難になっている。そこで本研究では、入学前や初年次の学生を対象とした自学自習中心の物理学習プログラムを開発する。物理学とリハビリテーション学の学習内容を相互に対応付けることにより、物理学習に対するモチベーションの向上とリハビリテーション専門科目への知識の転移を円滑に行うことを狙う。本稿ではその構想について述べる。

キーワード: 物理学習, リハビリテーション学, 入学前教育, 初年次教育

1. はじめに

リハビリテーション学は理学療法学, 作業療法学等を含む学問領域であり, 人体の構造・動作や装具を初めとする福祉機器等をその対象に含む。このため物理学との関連が非常に深く, リハビリテーション学を深く理解するためには基礎的な物理学を事前に習得していることが前提となる。しかし, リハビリテーション学部の専門基礎科目である「基礎物理学」の受講者を対象とした調査結果によれば, 高等学校在籍時の物理系科目の履修状況は様々であり, 全く履修しなかった学生も多く存在した⁽¹⁾。このため, 通常の集合教育による授業の実施は極めて難しいのが現状である。これまでにビデオの閲覧を伴う反転授業⁽¹⁾や通信教育用教材を用いた入学前教育等に取り組んできたが, 学習効果の観点から期待する成果は挙げられていない。この理由として, 物理学に対する学習モチベーションの低さが考えられる。

このような現状を鑑み, 入学前・初年次学生を対象とした自学自習中心の物理学習プログラムを開発する。本研究ではリハビリテーションの専門基礎科目として位置付けられる運動学を題材としたコンテンツを用いる。大学入学前にリハビリテーション学の学習内容に触れることにより, 物理学習のモチベーションの向上を図ると共に「基礎物理学」の講義を円滑に進めるための学力向上を図る。更に運動学と物理学の学習を相互に対応付け学習活動をくさび形に実施することにより, 物理学の知識を運動学の学習に効果的に転移させることを狙う。本稿ではこの構想について述べる。

2. 物理学習の現状と課題

リハビリテーション学部では, 1 年次前期に「基

礎物理学」を 8 コマ開講している。表 1 に示すように, 授業内容はリハビリテーション学特に運動学分野の基礎となる力学を中心としている。なお, 物理系科目を履修していない或いは履修したが習得状況に自信のない学生が受講者の多数を占めるため, 事前に NHK 高校講座の Web コンテンツ⁽²⁾を閲覧させる反転授業を取り入れた。

表 1 「基礎物理学」の授業内容

回	内容	回	内容
1	物理量について	5	力のつり合い
2	等速・等加速度運動	6	運動の法則
3	重力・垂直抗力など	7	力のモーメント
4	摩擦力・圧力など	8	仕事とエネルギー

しかしこの取組みも「基礎物理学」の成績向上に余り奏功せず, 運動学を初めとするリハビリテーション専門科目への接続が順調に行われているとは言い難い。この理由について, 定期試験の答案分析や口頭調査に基づく考察を行った。その結果として, i) 物理は計算問題であるという認識が学生に強くあり, 現象や動作を言葉で説明する能力が不足している, ii) 物理学はリハビリテーション学を習得するための基礎科目であることを理解していない, ことを要因として考えた。特に ii) については, リハビリテーション学部に進路を定めた学生であっても高等学校時に物理科目を全く履修していないケースが散見したことからも容易に推察された。

3. 物理学習プログラムの概要

そこで本研究では, 入学前・初年次学生を対象とした自学自習用の物理学習プログラムの開発を行う。リハビリテーション学の中でも特に運動学の分野は,

運動を力学的に説明するバイオメカニクス⁽³⁾⁽⁴⁾と関連が深い。そこで、物理学習に運動学の学習をくさび形に取り入れることにより、リハビリテーション学部に進学する高校生の物理学習に対するモチベーションの向上を図ると共に、物理学の知識をリハビリテーション学の学習に転移させることを狙う。

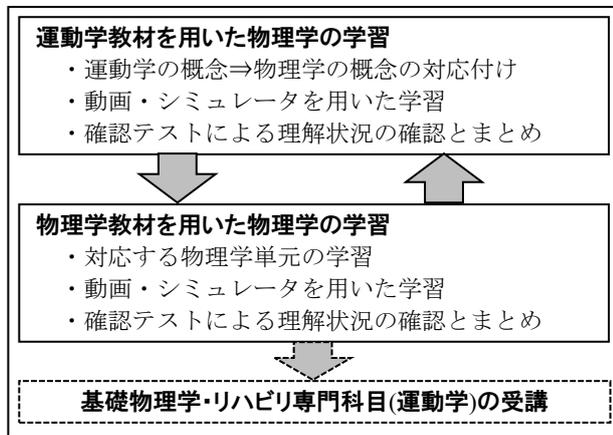


図1 物理学習プログラムによる学習の流れ

図1に本研究で開発する物理学習プログラムによる学習の流れを示し、以下学習内容を説明する。

(1) 運動学教材を用いた物理学の学習

最初に運動学で用いられる教材を用い、概念の理解に必要な物理学の概念を対応付けるための学習を行う。図2を用いてその概要を説明する。

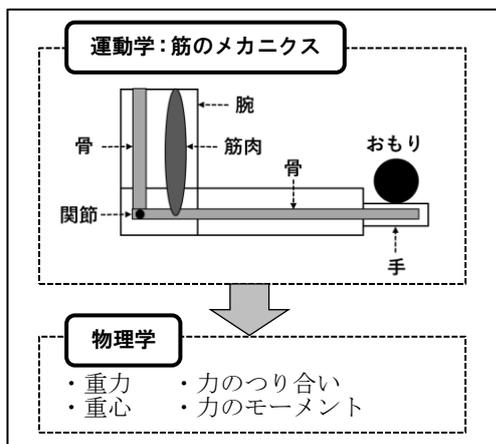


図2 運動学の概念と物理学の概念の対応付け

図2は運動学で用いられる筋のメカニクスの概念図であり、腕を直角に曲げて手におもりを載せた状態を維持しているところを表す。図において、

- ・どこにどのような力が働くか
- ・この状態を維持するための条件は何か

等を問い、どのような物理学の概念が必要かを考えさせる。後述する動画やシミュレータを用いながら学習し確認テストを用いて理解を確認する。

(2) 物理学教材を用いた物理学の学習

(1)で学習者が必要と考えた物理学の単元について、物理学の教材を用いた学習を行う。ここでは高等学校の「物理基礎」「物理」レベルの教材を題材とし、(1)と同様に動画やシミュレータを用いた学習と確認テストを実施する。

運動学教材の理解に必要な物理学の単元を一度で全て見つけ出せるとは限らないので、学習者は(1)(2)の過程を必要に応じて交互に繰り返しながら学習を進めていく。

4. 学習教材の概要

本研究においては、テキストや静止画像に加えて解説用の動画やシミュレータを用いる。シミュレータは Unity 2018.1⁽⁶⁾を用いて作成する予定である。Unity は統合開発環境を持つゲームエンジンとして広く利用されているが、オブジェクトに対し重力計算等の物理演算を容易に設定することができ、また Android や iOS 等のプラットフォームに広く対応するため、PCだけでなくスマートフォン用の学習環境も開発することが可能なこと等がその理由である。作成したコンテンツは LMS (Moodle)に搭載する予定である。

5. おわりに

リハビリテーション学部の入学前・初年次教育を対象とした物理学習プログラムについて述べた。

物理学とリハビリテーション学(特に運動学)との親和性は非常に高く、大学入学前に本プログラムで基礎的な物理学を学習することにより、大学におけるより高度な授業の実施とリハビリテーション学への知識の転移が可能になるものと期待している。

今後は、物理学と運動学の単元間の関連の調査、動画・シミュレーション教材の開発と本プログラムによる学習効果の検証を実施していく。

謝辞

本研究は、科学研究費補助金基盤研究(C) (課題番号：18K02840)の支援を受けて実施している。

参考文献

- (1) 津森伸一：“「基礎物理学」反転授業の試行”，日本リメディアル教育学会第12回全国大会発表予稿集，pp.86-87 (2016)
- (2) NHK オンライン：“NHK 高校講座 物理基礎”，<http://www.nhk.or.jp/kokokoza/tv/butsurikiso/> (参照 2018.6.10)
- (3) 山本澄子，石井慎一郎，江原義弘：“基礎バイオメカニクス”，第2版第2刷，医歯薬出版 (2016)
- (4) 日本義肢装具学会編集：“まんがバイオメカニクス2”，第5刷，南江堂 (2004)
- (5) “Unity”，<https://unity3d.com/jp> (参照 2018.6.10)

初学者向け C 言語プログラミング教育のための開発環境の構築と 基礎的な分析機能の実装

Constructing Development Environment of C Programming Language for Novice Learners and Implementing a Function of Basic Analysis

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工学系研究科

^{*1} Graduate School of Science and Technology, Hiroshima Institute of Technology

Email: md18003@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: {b116023, s.matsumoto.gk}@cc.it-hiroshima.ac.jp

あらまし:我々は,大学などでプログラミングを不得意とする学習者の支援に資することができ,大学生が受ける授業で手軽に利用可能な C 言語エディタである Hello C を開発した. Hello C は,プログラミングに十分に慣れていない学習者にとって使いやすいユーザ体験を提供できるため,初学者のプログラミングに対する抵抗感の低減に貢献できるものである. 本稿では, Hello C のコンセプトや諸機能などの詳細を述べることを目的とする. また,プログラミング教育におけるラーニングアナリティクスのツールのひとつとしての Hello C の有効性を示すため,学習者がコンパイルを行わなかった時間間隔である `impass` を検知可能な機能を追加した. 特に本稿では,問題ごとに `impass` の値を自由に設定できるようにした.

キーワード:プログラミング, C 言語, 学習用エディタ, 初学者, `impass`

1. はじめに

プログラミング教育を充実させるためには,学習しやすい環境の整備と,学習履歴を踏まえた上での学習者診断とそれに基づく適応的な教授法構築の 2 点が大きな課題となると考えられる. とりわけ,両者の要件を同時に満たすことができ,初学者に適した設計を有したシステムが必要であると考えられる.

そこで著者らは,コンピュータに不慣れな学習者が大学などの授業の中で手軽に利用でき,かつ,ラーニングアナリティクスのツールとして利用可能な Windows 端末用の C 言語エディタである Hello C⁽¹⁾ を開発した. これは,実アプリケーションの開発を一切想定しておらず,基本的な C 言語の学習にのみ特化したプログラム開発環境である. 大学などの C 言語を教授する講義では,多くの場合, Linux などの専門的な環境のエディタや, Visual Studio などのリッチな統合開発環境が用いられる. しかしながら,これらの環境は,プログラミングに初めて触れる学習者やコンピュータの基本操作に十分に慣れていない学習者にとっては非常にハードルが高い. Hello C は,プログラミングに十分に慣れていない学習者にとって使いやすいユーザ体験を提供できる. よって,初学者のプログラミングに対する抵抗感の低減に有効に働きかけることができると考えられる.

本稿では, Hello C のコンセプトや諸機能などの詳細を述べることを目的とする. また,プログラミング教育におけるラーニングアナリティクスのツールのひとつとしての Hello C の有効性を示すため,学

習者がコンパイルを行わなかった時間間隔である `impass`⁽²⁾ の検知が可能な機能を追加し,それを用いた基礎分析の結果を示すことを目的とする. 具体的には,問題の難易度にあった `impass` を検知できるようにし,その有用性について議論した.

2. Hello C

Hello C⁽¹⁾ は, C 言語の学習に特化した Windows 専用のプログラミング開発環境である. Hello C の外観を図 1 に示す. Hello C は,初学者がプログラミング学習を進めるうえでできる限り非本質的な認知負荷を掛けないよう,簡易プロジェクト管理機能,簡易デバッグ機能,静的解析機能,オートコンピリート機能,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を提供している. Hello C は, Visual Basic .NET Framework 4.5 を用いて開発されている. コンパイルと実行は, Windows 用 `gcc` で行う.

初学者向けのエディタはいくつか存在するが, Hello C は他にはない独自の機能として,練習問題取得及び回答の送信機能を有している. サーバサイドアプリケーション(Hello C Server)では,学習者の回答ログの確認はもちろんのこと,正誤判定結果や学習者の進捗状況を都度で把握できる. Hello C Server は Ubuntu16.04 で動作し,開発言語は PHP7.1.11, Web サーバソフトウェアとして Apache2.4.29, データベース管理システムとして MySQL10.1.28-MariaDB を用いている. Hello C は,練習問題とそのテストケー

¹ <http://helloc.kuoppi.net>

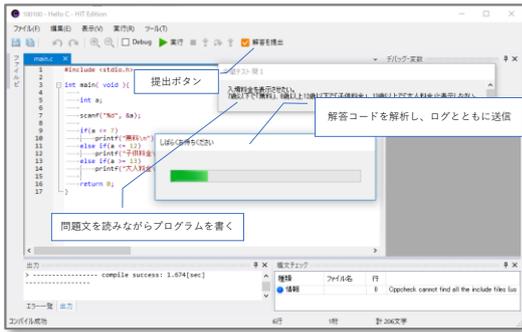


図 1 HelloC の練習問題機能

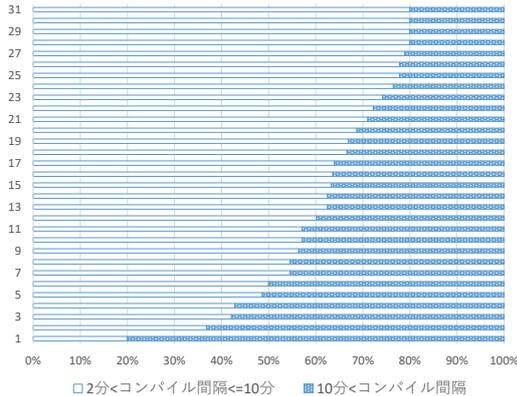


図 2 問題ごとのコンパイル間の時間間隔の割合

スを Hello C Server からダウンロードできる(図 1 参照)。ダウンロード後練習問題のプログラム開発に取り組んだ後、学習者はそのソースコードを Hello C Server に送信できる。なお、送受信共に、JSON 形式でデータの受け渡しを行っている。このとき、Hello C Server 側の負荷を考慮し、テストケースをクリアしたソースのみをサーバ側で自動採点するようにしている。このような仕組みを採用しているため、Hello C Server に負荷が集中することはまれである。したがって、XAMPP などを利用し、一般的な汎用計算機をサーバ用システムとして利用できる。このことから、Hello C サーバ・クライアントシステムを利用することで、従来は容易ではなかったラーニングアナリティクスに基づいたプログラミングの学習支援が容易に実現可能となった。

本稿では、Hello C Server に対して、問題の難易度に応じた *impass*⁽²⁾ の検知が可能な機能を新たに追加した。*impass* とは、学習者がコンパイルを行わなかった時間間隔である。この機能により、学習の進捗が順調ではない学習者を発見し、状況に応じて必要なアドバイスを必要な時に適宜提供できるようになった。本稿では、問題作成時、*impass* の時間を設定できるようにした。その根拠として、図 2 に、練習問題ごとのコンパイル間の時間間隔の割合を示す。図 2 では、最初のコンパイル、全コンパイルからの時間間隔が 2 分以下のコンパイルは *impass* とは言えないため、これらを除き、時間間隔が 2 分から 10 分のコンパイル数、時間間隔が 10 分以上のコンパイル

数 2 つのみに着目して、その割合を示している。先行研究では、*impass* の時間間隔は一定であった。一方、図 2 より、問題ごとにコンパイルの時間間隔の割合は異なっている。問題の内容によっては、2 分から 10 分の時間間隔の場合でも *impass* として検出すべき場合も考えられるため、*impass* の値を教授者が問題ごとに自由に設定できるようにした。

プログラミング学習において、ラーニングアナリティクスを志向した研究は多く存在する。先行研究では、プログラムの記述、コンパイル、実行を可能とする Web サービスを構築し、学習者の作業の進捗集計、エラーの分類集計、作業の遅れている学習者の検出等の機能を教授者に提供している⁽³⁻⁵⁾。

これらシステムは、学習者・教授者にとって有用な機能を提供するが、高性能なサーバ基盤が必要である。よって、同様の環境を構築することは容易ではない。このことは、プログラミングを苦手とする学習者の支援に向けて大きな障壁といえる。Hello C は、この問題を解決可能な仕組みであり、この点で意義があると考えられる。

3. おわりに

本研究では、大学生が受ける授業で手軽に利用可能な C 言語エディタ Hello C のコンセプトや諸機能などの詳細を述べた。また、プログラミング教育におけるラーニングアナリティクスのツールのひとつとしての Hello C の有効性を示すため、学習者がコンパイルを行わなかった時間間隔である *impass* を検知可能な機能を追加した。

謝辞

本研究は、独立行政法人日本学術振興会科学研究費助成事業(基盤研究(C)16K01147, 17K01164)の助成を受けて実施した成果の一部である。ここに記して謝意を表します。

参考文献

- (1) 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 (2018).
- (2) K. Yamashita, T. Sugiyama, S. Kogure, Y. Noguchi, T. Konishi, Y. Itoh, An Educational Support System based in Automatic Impasse Detection in Programming Exercises, Proc. of the 25th International Conference on Conference on Computers in Education, . pp.288-295 (2017)
- (3) 加藤利康, 石川孝, プログラミング演習のための授業支援システムにおける学習状況把握機能の実現, 情報処理学会論文誌, 55 巻, 8 号, pp.1918-1930 (2014)
- (4) 彦坂知行, 北英彦, 多人数でのプログラミング演習における学習者のコンパイルエラー状況の把握システム, 2015 PC Conference (2015).
- (5) 大橋旭雄, 野崎要, 森本康彦, 中村勝一, 宮寺庸造, 学習履歴を活用したプログラミング学習支援システムのための基盤環境の開発, 第 38 回教育システム情報学会全国大会講演論文集, F3-4 (2013).

知識習得のための e ラーニングにおける学習プロセス可視化 のための機能提案

Proposal of Function Analyzing Learning Process for Knowledge Acquisition in E-Learning

加藤巽^{*1}, 上野春毅^{*1}, 小松川浩^{*1}
Tatsumi KATO^{*1}, Haruki UENO^{*1}, Hiroshi KOMATSUGAWA^{*1}
^{*1} 千歳科学技術大学大学院 光科学研究科

^{*1} Graduate School of Photonics Science, Chitose Institute of Science and Technology
Email: m2170050@photon.chitose.ac.jp

あらまし：複数週の授業を通じて一つの知識領域を習得するような大学の授業を想定し、授業時間外で e ラーニングを用いて段階的に知識の習得を図る学習者の学習パターンの可視化を図ることを目的とする。このため、適応型学習支援システムを用いた授業モデルに対し、学習者の主体的学習状況（予習、復習、反復学習等）を多面的に分析し、学習パターンの分類と学習成果（確認テストの成績）の関係を調べ、e ラーニングの新たな LMS 機能の提案を行う。
キーワード：学習者特性・行動分析

1. はじめに

複数週の授業を通じて一つの知識領域を習得するような大学の授業を想定し、授業時間外で e ラーニングを用いて段階的に知識の習得を図る学習者の学習パターンの可視化を図ることを目的とする。

我々は、複数週で到達できる授業内容に呼応する構造的教材を整備し、それを用いて学習者に主体的な学習を行なわせ、学習成果を確認テストで確認する授業モデルの提案と評価を行ってきた⁽¹⁾。本研究では、その一環として、提案モデルの中での学習者の学習状況（予習、復習、反復学習等）を多面的に分析し、学習パターンの分類と学習成果（確認テストの成績）の関係を調べた。

2. 授業モデル及びシステムの概要

2.1. 授業モデル

我々の提案する授業モデルを図 1 に示す。提案モデルでは、複数回分の授業を一つの単位として、各回に段階的な学習目標を設定する。例えば、3 回分の授業において、1 回目を知識の用語・概念の理解、2 回目を知識の活用、3 回目を知識の応用として設定している。そしてこの目標を実現する授業内容に呼応した演習問題をレベル別教材として、2.2 記載の適応型学習支援システム上に用意しておく。提案モデルは、毎回の授業の予習段階で自分のレベルを確認しながら学習させ、授業開始時には確認テストでレベル判定させるサイクルを基本とし、これを繰り返し実施させるものである。これにより、同一システム（同一コンテンツ群）を学生が自らのペースで反復的に学習し、複数週の授業の学習目標を達成していく。



図 1. 本提案モデル

2.2. 適応型学習支援システム

本システムは、授業開始時に用いられる確認テスト機能と、授業時間外で予習・復習に用いられる知識修得学習機能と復習モード機能、模擬テストモード機能を有する。システムで使う教材群は、2.1 節の各週の学習目標に、項目反応理論(IRT)⁽²⁾の 1~7 レベルの難易度が対応するように構造的に整備されている。具体的には、1~2 レベルが 1 回目、3~5 レベルが 2 回目、6~7 レベルが 3 回目の授業の学習目標に対応している。

確認テスト機能は、IRT に基づき学習者の正答・誤答の状況から逐次学習者の習得度を $-3.0 \sim +3.0$ の能力値として推定し、能力値に応じたレベルの問題を出題する機能である。設定された個数の問題を出題し終わると、算出した能力値を対応する 1~7 のレベルとして学習者に即時フィードバックする。知識修得学習機能は学習者が教材を自ら選択して学習に取り組むことができる機能である。復習モード機能は、確認テストで誤答した問題を復習するための機能である。模擬テストモード機能は、一通り学習を終えた学習者が自らのレベルを確認するための機能である。

3. 授業への適用

3.1. 授業内容

授業モデルは、本学の授業である「Cプログラミング」において2017年度に実施し、2018年度も同様の授業内容で実施している。本授業では、プログラムの知識を反転で予習させ、プログラムの作成を授業で実施した。15回の授業で取り扱った知識を、表1に示す。また、授業内で取り扱ったレベル別教材の例として、変数のレベル3の演習問題を図2に示す。

表1. 各授業で取り扱った知識

授業回	取り扱った知識
1~4	変数、配列、条件式、繰り返し文
5~7	関数
9~12	ポインタ
13~15	構造体

整数型の変数 x に3が代入されているとする。
このとき標準出力で x=3 と表示して改行するC言語のコマンドは、

【1】 ("x= 【2】 ", 【3】);

【1】

【2】

【3】

次のヒント1/3
解答する

図2. 変数のレベル3の問題

3.2. 分析

学習の進度によって最適な学習方法が異なるという仮定のもと、各授業時間外における学習者の学習状況について、予習、復習、反復学習として学習パターンを分類し、確認テストの成績との関係性を分析した。学習パターンの分類は具体的に、予習：前の授業外学習よりも高いレベルの教材群を学習した、復習：前の授業外学習よりも低いレベルの教材群を学習した、反復：前の授業外学習と同じレベルの教材群を学習した、と定義した。前後の授業外学習における各レベル別教材の学習回数を集計し、1問以上学習していればそのレベルの教材を学習したと見なして分類した。さらに、学習方法と成績の関係性には知識間で差異がないものとして、関数、ポインタ、構造体それぞれの第1~3回の授業外学習をひとまとめにして集計した。これらの各学習パターンでの、学習後の確認テストでの能力値の差に関して統計量を求めた。第1回から第2回にかけての

分析の結果を表2に、第2回から第3回にかけての分析の結果を表3表す。これらの結果を比較すると、第1回から第2回にかけては「予習と反復」が件数が多く、能力値が向上している傾向にあり、第2回から第3回にかけては「反復のみ」が件数多く、能力値が向上している傾向にあることが分かった。

表2. 第1回から第2回にかけての分析結果

学習パターン	能力値の差の平均	能力値の差の標準偏差	件数
予習のみ	1.01	1.63	4
反復のみ	0.92	1.74	18
予習と反復	1.66	1.89	43
復習と反復	2.1	0.00	1
予習と復習と反復	0.1	0.00	1

表3. 第2回から第3回にかけての分析結果

学習パターン	能力値の差の平均	能力値の差の標準偏差	件数
予習のみ	2.17	2.15	4
反復のみ	1.22	1.65	39
予習と反復	0.94	1.93	22
復習のみ	-1.00	0.00	1
復習と反復	2.88	1.87	4
予習と復習と反復	2.00	1.84	2

今後は、現在実施している2018年度の授業のデータを加え、レベル別教材ごとの学習回数で学習者のクラスタリングを行い、クラスタごとの確認テストの差異を比較する。これらを通じて学習者の学習プロセスおよび確認テストの成績の関係性を調査し、LMS機能の提案を行う。

3.3. 謝辞

本研究はJSPS 科研費基盤研究(C)17K00492の助成を受けている。

参考文献

- (1) Haruki UENO : "A Model of Flipped Classroom Using an Adaptive Learning System", The 25th International Conference on Computers in Education (2017)
- (2) 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)

チャットボットを利用した補足説明動画の 制作ニーズ抽出支援システムの開発

Development of a Needs Extraction Support System for Supplementary Explanation Videos by Using Chatbot

小菅 李音^{*1}, 高木 正則^{*1}, 山田 敬三^{*1}, 佐々木 淳^{*1}
Rio KOSUGA^{*1}, Masanori TAKAGI^{*1}, Keizo YAMADA^{*1}, Jun SASAKI^{*1}

^{*1}岩手県立大学ソフトウェア情報学部

^{*1}Faculty of Software and Information Science, Iwate Prefectural University
Email: g031n057@s.iwate-pu.ac.jp, (m-takagi, k-yamada, jsasaki)@iwate-pu.ac.jp

あらまし：著者らが所属する大学では、教科書や演習問題を含むeラーニング教材に加え、重要部分の補足説明のために独自制作した講義映像を公開し反転授業を行っている。この映像は前年度までのアンケート結果に基づいて制作しているが、詳細なニーズを十分に捉えられていない。そこで、本研究では、新規映像の制作に対する詳細なニーズの抽出を目的とし、チャットボットを利用した学習者との対話によるニーズ抽出支援システムを開発した。

キーワード：チャットボット、ニーズ抽出、反転授業、説明動画制作

1. はじめに

近年、インターネット上で、無料で大学の講義を受講できるMOOC(Massive Open Online Course)が注目を集めている。また、講義映像を利用した反転授業の実践も広がっている⁽¹⁾。岩手県立大学ソフトウェア情報学部1年次に開講されている専門基礎科目「情報基礎数学」(以下、基礎数学)においても、教科書や演習問題を含むeラーニング教材に加え、重要部分の補足説明のために独自に制作した講義映像を公開し、反転授業形式で講義を行っている。この講義映像は、前年度までの履修者に行った毎回の授業評価アンケートで意見の多かったeラーニング教材の分からなかった箇所に基づき、教員がホワイトボードに向かって説明している様子を撮影して制作している。しかし、学習者が分からないと感じた部分を自由記述で回答してもらった現状のアンケート結果のみでは、学習者がつまづいている具体的な箇所や、該当する部分をどのように補足説明をしてほしいのか、等の詳細なニーズを十分に把握できていない。そこで、本研究では、新規映像の制作に対する詳細なニーズ抽出を目的とし、チャットボットとのチャットログ、eラーニング教材の学習ログ、補足説明動画の視聴ログを利用したニーズ抽出支援システムを提案する。

2. 関連研究

丸本ら⁽²⁾は、空港計画における対話型アンケートシステムを開発した。システムでは、入力された意見に対しての返答文を生成し、繰り返し問い返すことにより、意見だけでなくその背後にある期待や懸念を引き出していた。また、山内ら⁽³⁾は、対話システムにおける話題誘導のための応答文生成法を提案している。このシステムでは、ユーザにシステム側が目標とする話題へ対話を誘導している。話題誘導

には、概念辞書やWeb検索を用いており、更に説明文を加えた話題誘導応答文の生成も行っていた。以上の研究は、本研究と対象は異なるが、ユーザとの対話によってニーズを抽出する方法として本研究に応用できると考えた。

3. システムの提案と開発

本研究では、システムが学習者と自動で会話をするチャットボットを採用する。チャットボットは時間を問わず利用できる特徴や、学習者の発言を解析して返答文を作成できるため、現状のアンケートよりも学習者から要望を引き出すことができると考えられる。

3.1 システム概要

本システムの概要を図1に示す。本システムは、学習者とチャットボットとのやり取りを表示する入力/出力機能、チャット文解析/生成機能、理解不足箇所判定機能の3つの機能から構成されている。本システムは、学習者がeラーニングでの事前学習後

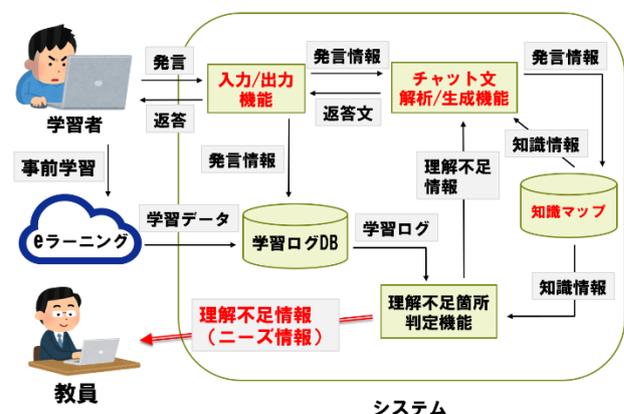


図1 システム概要図

に自身の学習の振り返りとして利用することを想定している。学習者には、自身が分からないと感じている部分について発言してもらおう。システムは、学習者の発言から、数学に関連する単語を検出し、単語に関係する数学の単元や関連知識について掘り下げた質問を繰り返し行う。このような会話の中から、ニーズを抽出していく。

ニーズの抽出には、eラーニングの学習記録（進捗率、ヒント閲覧回数）やチャットログ、補足説明動画の視聴ログを集めたデータと、知識マップを利用する。

3.2 知識マップの制作方法

本研究では、eラーニング教材に対する補足説明動画の作成ニーズを抽出するため、eラーニング上の教科書情報に基づいて知識マップを制作する。数学における順列の範囲を例として、eラーニングの教科書情報を図2、作成した知識マップの例を図3に示す。知識マップは教科書ごとに前提知識となりうるもの同士を関連付け、木構造で表現した。

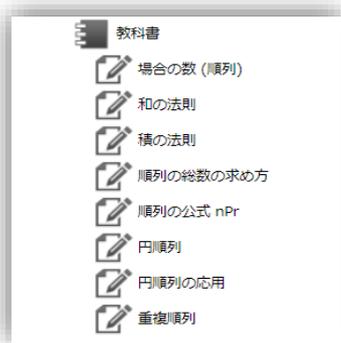


図2 教科書情報

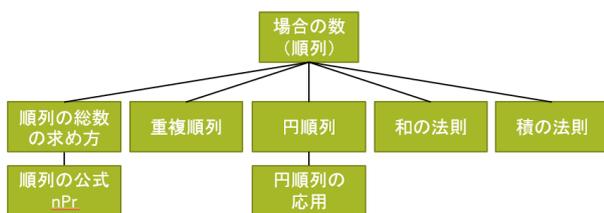


図3 知識マップ

3.3 ニーズ抽出手法

本システムで抽出したい詳細なニーズとは、学習者の理解が不足している箇所と、教員が該当箇所を説明する方法である。ニーズの抽出は、2 つニーズを段階に分けて考える。理解不足箇所の判定は、eラーニングの学習記録や既存の補足説明動画の視聴ログから、事前学習を適切に行っている学習者のみのチャットログを活用する。理解不足箇所は学習者の発言の中から数学に関する単語を検出し、制作し

た知識マップを用いて単元を絞り込んで特定する。理解不足箇所を特定した後は、該当箇所がどのように分からないのか、解説方法をいくつかの選択肢(公式の説明、例題の説明など)を示しながら対話を進め、最終的な解説方法を決定する。抽出したニーズは、補足説明動画を制作している教員に伝える。

3.4 システムの開発

本研究では、図3の知識マップを構築し、入出力機能とチャット文生成機能を開発した。開発言語にPHP, HTML, JavaScript, を用い、WEBアプリケーションとして開発した。チャットボットを手軽に利用してほしいと考え、PCとスマートフォンのどちらでも利用できるように、レスポンスデザインとした。図4にシステムの画面例を示す。



図4 システム画面例

4. おわりに

本研究では、反転授業で利用する補足説明動画の新規制作に対する詳細なニーズの抽出を目的に、チャットボットとのチャットログ、eラーニング教材の学習ログ、補足説明動画の視聴ログを利用した補足説明動画の制作ニーズ抽出支援システムを提案した。今後は、基礎数学の授業で本システムの利用実験を実施し、現状のアンケートで抽出できるニーズと比較することで、本システムの有効性を評価する。

謝辞

本研究は、JSPS 科研費 JP17K01139 の助成を受けたものです。

参考文献

- (1) 重田勝介, 反転授業 ICT による教育革新の進展, 情報管理, Vol.56, No.10, pp.677-684, 2014
- (2) 丸本聡子, 空港計画における対話型意見収集システムの実装と課題, 言語処理学会第14回年次大会(2008年3月), pp5-8
- (3) 山内祐輝, 対話システムにおける用語間の関係性を用いた話題誘導応答文生成, 人工知能学論文誌 29 巻 1 号 SPI-I(2014年), pp80-89

作問学習における思考力・判断力・表現力の自己評価支援機能の開発と評価

Development and Evaluation of Self-Assessment Support Function for Thinking, Judgment and Expressive Abilities in Problem-Posing Learning

佐藤 雅希^{*1}, 高木 正則^{*1}, 山田 敬三^{*1}, 佐々木 淳^{*1}
Masaki SATO^{*1}, Masanori TAKAGI^{*1}, Keizo YAMADA^{*1}, Jun SASAKI^{*1}
^{*1}岩手県立大学ソフトウェア情報学部

^{*1}Faculty of Software and Information Science, Iwate Prefectural University
Email: g031n073@s.iwate-pu.ac.jp, (m-takagi, k-yamada, j-sasaki)@iwate-pu.ac.jp

あらまし：近年，思考力・判断力・表現力の育成が重要視されている．我々は作問学習を通じた主体的な思考力・判断力・表現力の向上を目的とし，自発的フィードバックループを促す作問学習支援システムを提案している．本研究では，作問学習後に思考力・判断力・表現力を自己評価し，各能力の変化を可視化できる機能を開発した．また，本機能を大学の授業で利用した結果から作問学習と思考力・判断力・表現力の関係を分析した．

キーワード：作問学習，自己評価，思考力・判断力・表現力

1. はじめに

近年，高等教育では知識・技能だけでなく，思考力・判断力・表現力の育成の重要性が指摘されている⁽¹⁾．これまで我々の研究グループでは，学習者が問題を作成し，その問題を相互に解答・評価することで理解を深める作問学習を大学等の授業で実施してきた．また，作問学習を通して学習者が主体的に思考力・判断力・表現力を向上することを目的とした，自発的フィードバックループを促す作問学習支援システムを提案している⁽²⁾．本システムでは，作問学習のプロセスを自己調整学習の面からモデル化し，学習者の現在の理解度の認知を促す自己認知フェーズ，向上させたい能力などの選択を行う目標設定フェーズ，問題の作成・登録，相互評価を行う作問/相互評価フェーズ，自己評価や他者評価をもとに振り返りを行う振り返りフェーズの4つに分けている．本稿では，作問学習後に思考力・判断力・表現力を自己評価できる機能を開発し，大学の授業で本機能を利用して自己評価を行った結果を述べる．

2. 関連研究

西田らは，「情報科」大学入試選抜における CBT システムの研究開発のなかで思考力・判断力・表現力の多面的かつ総合的な評価手法についての研究を進めている⁽³⁾．一方，Barak らは Web 上で知識を共有する方法として，作問と相互評価を融合させたオンラインシステムを開発している⁽⁴⁾．しかし，いずれの研究でも作問学習と思考力・判断力・表現力との関連は研究されていない．

3. 自己評価支援機能の開発

3.1 自己評価用ルーブリックの作成

本研究では，思考力・判断力・表現力を評価するためのルーブリックを開発した．表 1 に思考力のルーブリックの一例を示す．表 1 は作問の際に，利用できると思われる出題箇所を列挙する活動が，作問を通じた創造的思考力と関連すると考えて設定した．

表 1 思考力のルーブリックの一例

評価 規準	評価基準			
	レベル 0	レベル 1	レベル 2	レベル 3
作問課題 に関連する 単元や 内容を列 挙する	作問課題 に関連する 単元や 内容を 1 つも見 つけるこ とができ なかつた	作問課題 に関連する 単元や 内容を 1 つ見つけ ることが できた	作問課題 に関連する 単元や 内容を 2 つ見つけ ることが できた	作問課題 に関連する 単元や 内容を 3 つ以上見 つけるこ とができ た

3.2 自己評価機能の開発

本機能は，開発言語に PHP，JavaScript，DBMS に MySQL を用いて Moodle の活動モジュールとして開発した．自己評価入力画面の例を図 1 に示す．学習者はシステムに表示されたルーブリックをもとに自己評価を行う．また，自己評価結果の閲覧画面の例を図 2 に示す．自己評価で選択されたルーブリックの選択項目は，背景色が濃く表示される．また，前回の自己評価の結果は該当の選択項目に印が付き，

作問課題に関連する単元や内容を列挙する ②

作問課題に関連する単元や内容を

- 1つも見つけることができなかった
- 1つ見つけることができた
- 2つ見つけることができた
- 3つ以上見つけることができた

各単元や内容についてそれぞれの関係性を構造化する ②

出題できそうな単元や内容についてそれぞれの関係性を

- 見つけることができなかった
- 見つけることができたが、それらを構造的に捉えることができなかった
- 見つけることができ、それらを構造的に捉えることができた

図 1 自己評価の入力画面例

他者の自己評価の結果は円グラフで表示される。さらに、思考力・判断力・表現力に関連する各規準をまとめ、評価基準を得点化することで思考力・判断力・表現力を数値化した。学習者には各能力を10点満点に換算してレーダーチャートで可視化し表示する。図3にその画面例を示す。この画面には、今回の結果、前回の結果、全体の平均が示される。

規準	基準				全体の傾向
	レベル0	レベル1	レベル2	レベル3	
作問課題に関連する単元や内容を列挙する	作問課題に関連する単元や内容を1つも見つけることができなかった	作問課題に関連する単元や内容を1つ見つけることができた	作問課題に関連する単元や内容を2つ見つけることができた	作問課題に関連する単元や内容を3つ以上見つけることができた	
前回の結果					

図2 自己評価結果の表示の画面例

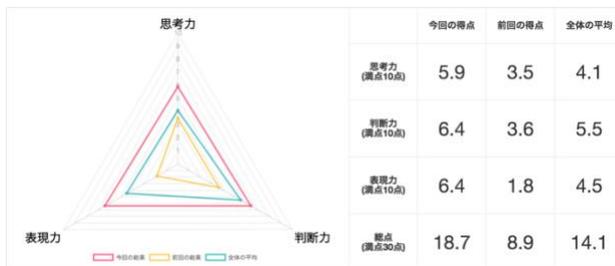


図3 思考力・判断力・表現力の可視化の画面例

4. 作問学習における自己評価の実践

4.1 作問学習の概要

本学ソフトウェア情報学部1年次に開講されている専門基礎科目「情報基礎数学」(以下、基礎数学)で行われた作問学習で、開発した機能を利用して自己評価を実施した。基礎数学は数学リメディアル科目として、A~Cの3科目が開講されており、ソフトウェア情報学の様々な分野で必要となる数学的概念の基礎を学ぶ。授業では学生を4~5名ずつグループに分け、各グループに1人の教員やTA (Teaching Assistant), SA (Student Assistant) を配置している。本実践は、平成30年度前期の基礎数学Cを受講している学生57名を対象に行われた作問学習において自己評価を実施した。

4.2 自己評価の実践

授業の流れを表2に示す。学習者は予習として問題の作成を行い、授業では作成した問題をグループ内で相互評価した。また、良問の条件を示し、グル

表2 作問学習の流れ

目安の時間	作問学習の流れ
予習	問題の作成
10分	前回の振り返り・演習の説明
30分	グループ内での作問の相互評価
10分	グループごとの良問の選出
10分	選出した問題を用いた確認テスト
10分	自己評価

ープ内で一番優れていると思われる問題を選出してもらった。最後に、各グループが選出した問題を用いて確認テストを行なった。これらの演習はすべてCollabTest (<http://wbc.soka.ac.jp>) 上で行われ、これらの演習の後に自己評価を行った。

自己評価の結果、算出された思考力・判断力・表現力の得点を表3に示す。思考力と判断力の得点の分布は正規分布に近い形となったが、表現力については低い得点に分布が偏っていた。これは良問として選出されなかった学生が自己評価の際に低い基準しか選択できない評価規準が存在していたことや、表現力に関連する評価規準が思考力や判断力に比べて少なかったことが原因であると推測される。

表3 思考力・判断力・表現力の得点

能力	満点	最小	最大	平均	標準偏差
思考力	17点	6点	13点	9.24点	1.92点
判断力	11点	1点	9点	5.56点	1.58点
表現力	5点	0点	5点	1.27点	1.05点

5. おわりに

本稿では、作問学習における自己評価支援機能の開発と作問学習における自己評価の実践結果について述べた。本機能を用いた自己評価を行うことにより、各学習者の思考力・判断力・表現力を可視化でき、各学習者にフィードバックをすることができた。また、思考力・判断力・表現力の得点の分布を分析した結果、一部のループリックについては評価基準の改善も必要であることが確認された。

今後はループリックに質的な評価規準を追加するなどの改善をし、継続的に作問学習後の自己評価を実施する予定である。また、自己評価結果の推移を可視化し、自己評価が変化した場合に学習者自身が変化の理由を記入できるように機能を改良する。さらに、作問学習支援システムにおける他の機能の実装も進める。

謝辞

本研究はJSPS 科研費JP18K02825の助成を受けたものです。

参考文献

- (1) 中央教育審議会:”新しい時代にふさわしい高大接続の実現に向けた高等学校教育”, 大学教育, 大学入学者選抜の一体的改革について, http://www.mext.go.jp/b_menu/shingi/chukyo/chukyo0/to_ushin/_icsFiles/afieldfile/2015/01/14/1354191.pdf (2014)
- (2) 佐藤雅希, 高木正則, 山田敬三, 佐々木淳: “思考力・判断力・表現力の向上を促す作問学習支援システムの提案”, 情報処理学会 第80回全国大会 (2018.3)
- (3) 西田知博他: “「情報科」大学入試選抜におけるCBTシステムの研究開発”, 情報教育シンポジウム論文集, Vol.2017, No.28, pp.182-187 (2017.8)
- (4) Barak, M. and Rafeali, S: On-line question-posing and peer-assessment as means for web-based knowledge sharing in learning, International Journal of Human-Computer Studies, pp.84-103 (2004)

問題分類演習で明らかになる数学の問題解決上の誤りの分析

Analysis of Learning Mistakes in Mathematics on Problem Classification Exercise

周藤 祐汰^{*1}, 高木 正則^{*1}, 山田 敬三^{*1}, 佐々木 淳^{*1}
Yuta SUDOU^{*1}, Masanori TAKAGI^{*1}, Keizo YAMADA^{*1}, Jun SASAKI^{*1}

^{*1} 岩手県立大学ソフトウェア情報学部

^{*1} Faculty of Software and Information Science, Iwate Prefectural University

Email: g031n091@s.iwate-pu.ac.jp, ([takagi-m](mailto:takagi-m@s.iwate-pu.ac.jp), [k-yamada](mailto:k-yamada@s.iwate-pu.ac.jp), [jsasaki](mailto:jsasaki@s.iwate-pu.ac.jp))@iwate-pu.ac.jp

あらまし：問題文を読んで立式し、計算して答えを求める数学のテストでは、計算過程と答えが書かれた解答用紙から学習者の問題解決上の誤りのすべてを検出することは困難である。そこで、本研究では、読んだ問題を解法ごとに分類する問題分類演習を提案し、問題解決上の誤りの検出を試みた。また、大学の授業で実践した結果から、誤りの検出手法を検討した。

キーワード：問題分類演習、数学教育、学習履歴分析

1. はじめに

岩手県立大学ソフトウェア情報学部の数学リメディアル科目「情報基礎数学」では、毎回の授業で確認テストを行っており、テスト後にはテストで分かったことや学習方法で良かった点、悪かった点を振り返りシートに記載させている。この振り返りシートを分析した先行研究⁽¹⁾では、成績上位者は成績下位者より振り返りシートへの記述量が多く、記述内容には具体的な原因や対策が書かれている傾向があった。一方、成績下位者は記述量が少なく、具体的な改善点や対策に関する記述がなく、あいまいな記述が多い傾向があった。この結果は、成績下位者は自身の誤りを特定できていないことを示唆している。この原因として、テスト後の振り返りに活用される解答用紙には、答えを導く途中式や問題の解答が記載されているが、問題を解く際の学習者の思考過程が記載されないため、その思考過程に問題を解決するうえでの誤りが存在した場合、具体的な改善点や対策に気付けない可能性があると考えた。

そこで、本研究では、数学の学習においてテストの解答用紙に現れない学習者の問題解決上の誤りの検出を目的とし、数学の問題分類演習を提案する。また、大学の授業で問題分類演習を実践した結果を用い学習者の数学における問題解決上の誤りを分析した。

2. 問題分類演習の概要

2.1 問題分類演習の定義

本研究における問題分類演習とは、ある特定の解法によって分類された問題のグループが複数提示され、このいずれかのグループと同じ解法で解くことができる問題を各グループに分類する演習である。

実際の演習では、まず、提示された全グループの問題例を読み、各グループに所属する問題で使われ

る知識や解法を把握する。次に、分類対象の問題群の問題を読み、問題群の各問題で使われる知識・解法を把握して、最も類似する解法を使って解いているグループに各問題を分類する。

2.2 誤りを可視化する問題分類演習の問題の要件

解答用紙に現れない問題解決上の誤りを検出するため、数学の問題を解く過程を調査した。数学的問題解決過程について、植阪ら⁽²⁾は問題文の逐語的理解を行う過程、状況の全体的理解を行う過程、解法を探索する過程、計算を実行する過程の4つに分類し、問題文の逐語的理解と状況の全体的理解を理解過程、解法の探索と計算の実行を解決過程と分類している。この場合、解法の探索と計算の実行は途中計算と計算結果に反映されるため、学習者の解答用紙に誤りが出現する。しかし、問題文の逐語的理解と状況の全体的理解は解答用紙に記載する前の過程であり、解答用紙には思考過程が残らない。そのため、「解答用紙に現れない問題解決上の誤り」を検出するためには理解過程を問うことが必要である。

また、理解過程を問う上で、与えられた問題文の状況を整理することが非常に重要である。そのため、問題文に存在する数学的な用語のみで問題が分類できてしまうことは、状況の全体的理解の観点から望ましくないと考えられる。よって、問題分類演習で出題する問題の構成要件を以下の通り定義する。

- ・ 問題文の逐語的理解を問うことができる
- ・ 状況の全体的理解を問うことができる
- ・ 問題文の中にグループを識別できる単語が入っていない

3. 問題分類演習の実践 1

平成29年11月20日に本学で開講された情報基礎数学Bの受講者を対象に問題分類演習を実施した⁽³⁾。問題は順列と組合せの範囲から出題した。問題分類

演習の結果を表 1、問題分類演習の得点とその他の学習結果との相関を表 2 に示す。表 2 の確認テスト平均点とは、各授業に実施された 10 点満点の小テスト 7 回分の平均点であり、ヒント閲覧回数はこの授業の予習課題となっている e ラーニング教材での学習時のヒントを閲覧した回数、プレイズメントテストの得点は、入学前に実施される学力診断テストの得点 (100 点満点) である。

表 2 から問題分類演習とプレイズメントテストの得点に弱程度の相関があることが確認できる。ヒント閲覧回数は、理解度が高い学習者ほどヒントを見ずに問題に解答できるため、問題分類演習の得点と弱い負の相関が見られたと考えられる。一方、確認テスト平均点と問題分類演習の得点は無相関であった。これは、授業ごとに実施される確認テストでは、解法がその授業で実施している内容に固定されてしまい、複数の単元で使われる解法の中から適切な解法を選択する必要がないため、複数の解法グループから適切な解法グループを選択する問題分類演習の得点とは相関がなかったと考えられる。

表 1 問題分類演習の結果

満点	20
平均点	3.5
最高点	12
最低点	0
標準偏差	3.5333

表 2 問題分類演習の得点と学習ログとの相関

確認テスト平均点	0.0631
ヒント閲覧回数	-0.345
プレイズメントテストの得点	0.303

4. 問題分類演習の実践 2

問題分類演習の結果からどのような学習者の誤りを検出できるかを調査するため、本学で実施されている情報基礎数学 C の再履修者向けの集中講義で問題分類演習を実施した。対象者は受講者の 4 名で平成 30 年 2 月 26 日にベクトルの単元で実施した。問題分類演習では、単元 A (ベクトルの内積)、単元 B (ベクトル方程式)、単元 C (位置ベクトル) の 3 つに 2 問ずつ問題を分類できるように出題した。

問題分類演習の結果と期末テストのベクトルの問題 (各単元 2 問、合計 6 問) 部分の解答用紙を比較し、その結果を学習者ごとに分析した。分析結果を表 3 に示す。表 3 の学習者 A は、問題分類演習を全問正解したが、期末テストのベクトルの問題 6 問の正答率が最も低かった。学習者 A の解答用紙を分析した結果、公式の適用は正しく行っているが、公式

そのものを誤って覚えていた傾向が明らかになった。この結果は、問題分類演習では、問題の概念的な理解を問うことができるが、公式の定着を問うことができないことを示唆している。

期末テストのベクトルの正答率が最も高い学習者 D は、問題分類演習ではベクトル方程式の媒介変数に関する問題を誤答しており、期末テストも同様な問題を誤答していた。この時、解答用紙では立式そのものを間違えており、概念的にこの単元を理解できていないということが示唆された。以上より、問題分類演習では、解答用紙を確認することなく分野、単元の概念的な理解ができているかを調べることができ、他のテストの結果や解答用紙の途中式も一緒に分析することで、学習者の具体的な誤りを特定できることが期待される。

表 3 各学習者の問題分類演習と期末テストの結果

	問題分類演習 正答数 (各単元 2 問)			期末テスト 正答数 (各単元 2 問)		
	単元 A	単元 B	単元 C	単元 A	単元 B	単元 C
学習者 A	2	2	2	0	0	1
学習者 B	0	2	1	1	1	1
学習者 C	1	1	0	1	0	1
学習者 D	1	1	1	2	1	1

5. おわりに

本研究では、学習者の問題解決上の誤りを特定するため、問題分類演習を提案し、大学の授業で実践し考察を行った。その結果、問題分類演習では、数学の概念的な理解ができているかを問うことができると示唆された。また、複数のテストの結果を用い、具体的な誤りの特定を行うことが可能であると考えられる。今後は、問題分類演習で明らかになる学力と他のテストで明らかになる学力の関連性を明確にする、さらに、学習者の問題解決上の誤りをパターン化し、それに学習者を分類することで、学習者の具体的な誤りを特定する手法を検討する。

謝辞

本研究は、JSPS 科研費 JP17K01139 の助成を受けたものです。

参考文献

- (1) 澤里耕太郎, 高木正則, 山田敬三, 佐々木淳: "学習者ログの可視化と自己評価・相互評価による振り返り支援システムの提案", 情報処理学会第 78 回全国大会 (2016)
- (2) 植阪友理, 鈴木雅之, 清河幸子, 瀬尾美紀子, 市川伸一: "構成要素型テスト COMPASS に見る数学的基礎学力の実態「基礎基本は良好, 活用に課題」は本当か", 日本教育工学会論文誌, Vol.37, No.4, pp.397-417 (2014)
- (3) 周藤祐汰, 高木正則, 山田敬三, 佐々木淳: "誤りの可視化を目的とした数学の問題分類演習の実践と評価", 情報処理学会第 80 回全国大会 (2018)

小説執筆を対象とした質問提示型アイデア導出支援

Question-based Idea Derivation Support for Writing Novels

芦田 淳^{*1}, 小尻 智子^{*2}

Atsushi ASHIDA^{*1}, Tomoko KOJIRI^{*2}

^{*1}関西大学大学院 理工学研究科, ^{*2}関西大学 システム理工学部

^{*1}Graduate School of Science and Engineering, Kansai University

^{*2}Faculty of Engineering Science, Kansai University

^{*1}Email: k088944@kansai-u.ac.jp

あらまし：小説を書くときに小説を通して伝えたいテーマを持っていても、テーマを伝えるために必要な出来事や登場人物などのアイデアが出ないために、小説を書くことが出来ない人がある。本研究では小説執筆に必要なアイデアの種類を特定し、テーマや既出のアイデアに対して新たなアイデアの導出を促すような質問を提示することで、アイデア導出を支援する手法を提案する。

キーワード：質問提示, 発想支援, アイデア導出, 小説執筆

1. はじめに

「小説家になろう」や「カクヨム」に代表される小説投稿サイトの登場により、執筆した小説を公開することが容易になり、小説執筆に興味を抱く者も多くなってきた。一方で、特に小説執筆の初心者の中には、小説で伝えたいテーマは思いついても、作品として完成させることができない者が存在する。そのような執筆者を支援するために、本研究ではこれまで、小説の骨組みとなるプロットの構造と、プロットを作成する際に考えることとそれらの関係をモデル化したプロット構築モデルを提案してきた⁽¹⁾。また、プロット構築モデルのうち、小説世界の時間に沿ったイベント系列であるストーリーを記述することにより、情景を説明するのに十分かつ、小説世界に対して矛盾の無いプロットの作成支援手法を提案してきた。この手法は不足しているアイデアを補うことに対しては効果的であるが、プロットやストーリーの主幹となるアイデアの導出は支援しない。本研究では小説を通して伝えたいことであるテーマから、プロットの主幹となるアイデアの導出を支援するシステムの構築を目的とする。

アイデアの導出に関連する研究としては、発想支援におけるアイデア収集支援の研究がある。このような研究には、ある一つの問題に対して独立した複数のアイデアを発想することを目的としている研究が多い⁽²⁾。一方小説では、小説の流れとなるような一連のイベントと、イベントが起こる場を発想することが重要である。本研究では、イベントや場を構成する要素を特定するとともに、それらの導出を促すための手法を提案する。また、導出されたイベントからテーマを説明しうるイベント系列を推薦する手法も考案する。

2. テーマからアイデア導出支援のアプローチ

図 1 に本研究で定義したプロットの構造を示す⁽¹⁾。根ノードは小説全体を示しており、葉ノードは小説中のイベントが提示される順序で記述されている。シーンは同じ場で起こった意味のあるイベントをま

とめたものであり、複数のシーンはさらにそれらを包含するシーンとして集約される。それぞれのイベントやシーンは時間や登場人物、場所といった設定を含む。プロット上部のシーンで構成される大まかな話の流れをシナリオと呼び、小説の主幹となる。以後、イベントと設定をまとめてアイデアと呼ぶ。

テーマからアイデアを導出する際、人によっては、これらのアイデアのうち特定のアイデアしか導出できなかったり、アイデア間の関連に気づけなかったりする。そこで、本研究ではテーマや既出のアイデアに対して質問を与えることによって、新たなアイデアの発想を促す手法を提案する。また、与えられた質問に答えることでアイデアを発想できるシステムも開発する。システムでは、アイデアと質問の関係を俯瞰的に見る事ができ、アイデアの整理に有用であるとされている、概念マップ形式を導入する。

質問には、イベントを導出する質問と設定を導出する質問がある。イベントを導出する質問のうち、時間の前後関係を表す質問から導出されたアイデアは、シナリオとなり得る。そこで、時間の前後関係を表す質問のうち、テーマに到達するイベント系列の流れを、シナリオの候補となるイベント系列として推薦する。

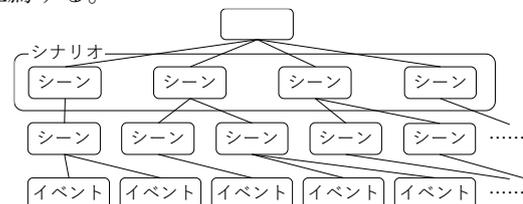


図 1 プロットの構造

3. 質問に基づいたアイデア生成支援システム

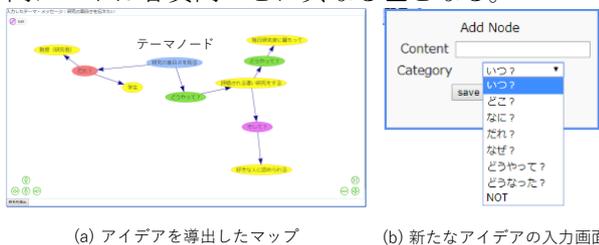
テーマや既出のアイデアから、新たなアイデアの導出を促す質問の種類を表 1 に示す。質問は大きく 3 つの種類に分けられる。ID 1, 2, 3 は設定を導出する質問、ID 4, 5, 6 は既存のアイデアに対する時間の前後関係を伴ったイベントを導出する質問、ID 7, 8 は既存のアイデアの意味を変化させ新たなアイ

デアを導出する質問である。

表 1 質問の種類

ID	導出を期待するアイデア	質問
1	時間の情報	いつ
2	場所の情報	どこ
3	登場人物の情報	だれ
4	次のイベント	どうなった
5	原因となるイベント	なぜ
6	方法となるイベント	どうやって
7	アイデアの言い換え、詳細	なに
8	逆のアイデア	XX でなければ (XX は既出のアイデア)

質問によるアイデア導出と、導出されたアイデアからシナリオを推薦できるシステムを開発した。システムはブラウザ上で動作する Web システムとなっている。図 2 にシステムのインターフェイスを示す。システムを起動するとテーマの入力を求められる。このときテーマは「○○を伝えたい」といったように形式化した形で入力する。テーマを入力し決定すると、「○○を知る」というテーマノード（青色）が生成される。既存のノードをクリックし、表示されたウィンドウ（図 2 (b)）から質問を選択し、回答となるアイデアを入力することで新たなアイデアノード（黄色）を追加できる。このとき、生成されたアイデア間は質問で連結されていることとなる。質問ノードは各質問ごとに異なる色となる。



(a) アイデアを導出したマップ (b) 新たなアイデアの入力画面

図 2 システムインターフェイス

シナリオはイベントの順序によって表現される。テーマは小説の最後に示されることが多いため、テーマノードを末端とするイベント列はテーマを示すシナリオとなりうる。表 1 において ID 4 の質問で導出されたイベントは未来のイベントを表し、ID 5, 6 は過去のイベントを表している。そこで、これらの質問で導出されたアイデアを時系列順に変換したものを、テーマを表現する小説世界のイベント系列として推薦する。図 2 (a) のマップに対するシステムの推薦を図 3 に示す。

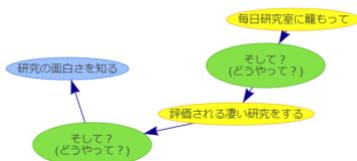


図 3 シナリオ推薦例

4. 評価実験

10 名の大学生・大学院生で評価実験を実施した。被験者に「努力の大切さを知る」というテーマを与え、アイデア発想、シナリオ作成、アンケートを 2 セット行ってもらった。1 セット目は紙とパワーポイントのうち、被験者のやりやすい方で概念マップを作成しアイデア発想してもらった。2 セット目は同様のテーマでシステムを用いてアイデアを発想してもらった。1 セット目と 2 セット目のマップ、アンケートの比較により、質問によるアイデア発想の有効性を検証する。その後、システムのシナリオ推薦機能を使用した上で、再度シナリオを作成してもらった。推薦されたシナリオを使用し、シナリオを変更したか否かを、アンケートにより調査し、シナリオ推薦の妥当性を検証する。

質問によるアイデア発想の有効性について、アンケートの結果、全ての被験者がシステムを用いたほうがアイデアを発想しやすかったと回答していた。具体的には「より具体的なアイデアが出せた」「気付いていなかった因果関係を知ることにより、新しいアイデアが生まれた」といったコメントが得られた。このことから、質問を提示することが被験者のアイデア発想を刺激した可能性が示唆された。

シナリオ推薦機能について、3 名の被験者は、アイデアの種類が少なく、シナリオに使用できる分量のイベント系列が推薦されなかった。残りの 7 名のアンケート結果より、2 名が推薦されたイベントの一部をシナリオとして使用し、5 名が使用しなかったと回答した。この 5 名は推薦されたイベント系列を既に自身のシナリオとして使用していた。この結果から、推薦されたイベント系列はシナリオになり得るものであることが明らかになった。今後はすでに被験者が作成しているシナリオを考慮したイベント系列の推薦方法を考案していきたい。

5. おわりに

小説執筆において、テーマに沿ったシナリオ導出支援のために、既出のアイデアに質問を与えることによる新たなアイデアの導出支援手法、および導出されたアイデアからシナリオになり得るイベント系列を推薦する手法を提案した。今後の課題としては、すでに作成されたシナリオを考慮したイベント系列の推薦や、面白さを加味したイベントの系列の抽出が挙げられる。

謝辞

本研究の一部は JSPS 科研費 (16K12563) の助成による。

参考文献

- (1) Ashida, A. et al.: "Plot-Creation Support System for Writing Novels", Proc. of 5th ICCSAMA, pp. 207-116 (2017)
- (2) Siemon, D. et al.: "Semi-Automated Questions as a Cognitive Stimulus in Idea Generation", Proc. of 49th HICSS, pp. 257-266 (2016)

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

Analysis method of dropout students using student ICT-based data

高橋 大樹^{*1}, 小松川 浩^{*1}Hiroki TAKAHASHI^{*1}, Hiroshi KOMATSUGAWA^{*1}^{*1} 千歳科学技術大学大学院光科学研究科^{*1} Graduate School of Photonics Science Chitose Institute of Science and Technology

Email: 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、76%程度の推論精度を得た。本研究では、これとは別に、データ分析に基づき明示的に退学者の特性を示す特徴量を調べた。この特徴量を入力データの一部として Deep Learning に適用することで、別の特徴量抽出を行えるか、適切なネットワーク構造を調べることが可能と考えている。

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とデータを統計を用いて分析した結果を比較し、その推論精度を検証した。

2. 本研究の目的

これまでの分析では、分析者がそれまでの経験から入力するデータを決定し分析していた。近年ハード、ソフトウェアの性能向上により、DLを用いて利用可能である全てのデータを入力して、分析することが可能となった。しかしどのデータが主な特徴として現れているかどうかを把握することが難しかった。そこでDLで特徴量があることが分析できたデータ自体を分析し、そのデータの特徴量を把握することで、DLに入力するデータを設定することが出来、DLの精度の向上を見込むことができたと考えた。

3. 先行研究

3.1 概要

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。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。調査の結果、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76%程度となった。

3.2 先行研究で利用したデータ

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大学へ入学し入学前教育を受けた学生から一部を抽出した計3514人となった。3514名の内、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。

4. 特徴量の抽出

4.1 概要

本研究では先行研究で利用したデータセットを分析して、退学者の特性を示す特徴量を調べた。まず全ての列からデータの欠損が7割を超える列を排除した。その結果16列のデータとなった。その後重複して存在する列データを統合し、8列のデータとなった。一連のデータ列の項目を表1に示す。8列のデータにはGPAなどの成績情報がなかったため、新たにデータベースから一年必修の前期科目と後期科目

の成績の二列のデータを取得した。これらの成績情報は数学と情報の成績情報である。その際2008年から2016年のデータだけを抽出し、1864件のデータとなり、退学者数は同じく一定程度の割合で分布している。

表1 データセット

Eラーニングの学習結果
高校のランク
入学方法
学科
入学年
出席率
数学の成績
情報の成績

4.2 決定木の活用

退学の情報を目的変数として、決定木及びその拡張手法でアルランダムフォレストを用いて、説明変数を特徴量として寄与度を調べた。解析パッケージとして R 言語を用いた。説明変数の候補変数としては、表1のデータセットを用いた。

図1に決定木の結果を示す。図1から、授業ポータルシステムで取得した授業の出席状況と授業外学習時間で活用しているeラーニングシステムの課題達成率が高い寄与を示すことが分かった。これらをアンサンブル平均処理として評価するため、ランダムフォレストを用いて特徴量分析を行った。解析パッケージは同じく R を用いた。結果を図2に示す。この結果からも、出席率とeラーニングの達成率が特徴量として高い寄与を持つことが確認できた。

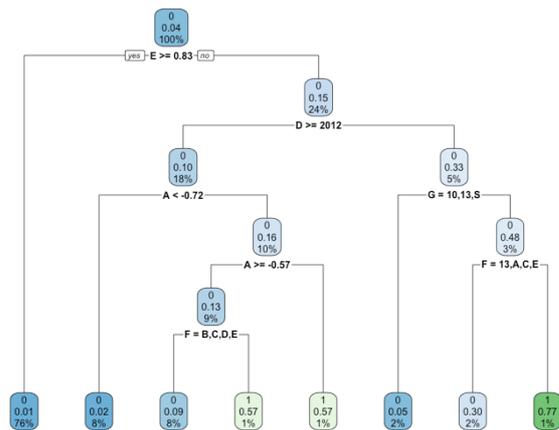


図1 決定木の結果例

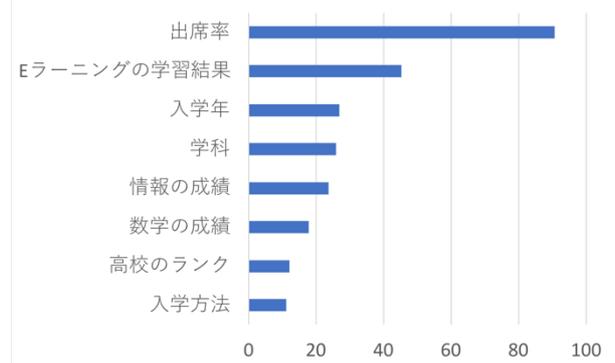


図2 特徴量の寄与度

5. 今後

本研究では、図2に示した特徴量を取得できた。一方で、我々の先行研究⁽³⁾では、SOMとクラスタリングを用いた分析を通じて、高校の評定平均が特徴量として強く寄与することを示している。今後、本研究で得られた特徴量及び先行研究の結果を入力データの一部分としてDLに適用することで、別の特徴量の存在を調べる。また、DLの推論性能評価を通じて、適切なネットワーク構造（適した特徴量抽出可能な構造）を洗い出していく。これらをデータベース化して、退学者分析システムとしての活用の可能性を検証していく。

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,” DLを用いた中途退学者推論に関する一検討”,2017年度 JSiSE 学生研究発表会,(2018)
- (3) 高橋 駿嗣,小松川 浩,” 教学 IR 支援に向けた SOM による退学者の傾向分析”,情報システム情報学会 第41回全国大会 pp.265-266,(2016)

身体スキルのアドバイス提示における協調フィルタリング導入の効果

Effect on Advice Recommendation Using Collaborative Filtering for Acquiring Motor Skills

藤井 久司^{*1}, 小尻 智子^{*2}
Hisashi FUJII^{*1}, Tomoko KOJIRI^{*2}

^{*1} 関西大学大学院理工学研究科 ^{*2} 関西大学システム理工学部
^{*1} Graduate School of Science and Engineering, Kansai University
^{*2} Faculty of Engineering Science, Kansai University
Email: k910512@kansai-u.ac.jp

あらまし: サッカーのキックを対象に、競技者がいつでもアドバイスを得られるように、様々なアドバイスをレポジトリとして蓄積し、参照できる環境を構築してきた。レポジトリでは同じ目的に対するアドバイスが複数存在するため、競技者に有用なアドバイスを推薦することは効果的である。有用なアドバイスは体格差や経験によって異なるため、同じアドバイスを良いと思う競技者が役に立ったと感じたアドバイスを推薦するとよい。本研究では、蓄積されたアドバイスの中から競技者に適したアドバイスを推薦するために協調フィルタリングを導入し、その効果を検証する。

キーワード: 身体スキル, アドバイス推薦システム, 協調フィルタリング

1. はじめに

身体スキルとは動作の目的を達成するために必要な体の動かし方である。多くの場合、コーチや他の競技者からアドバイスをもらい練習することで身体スキルを獲得する。しかし、競技者が一人で練習する場合はアドバイスを得ることができない。そこで、競技者たちが日々の練習の中で受け取ったアドバイスを蓄積するレポジトリを構築するとともに、動作目的ごとに蓄積されたアドバイスを閲覧して活用できるアドバイス共有環境を構築した[1]。このレポジトリは、競技者自身のアドバイスに対する主観的な評価も保持しており、アドバイスを閲覧する際は目的ごとに評価点の平均の高いものから表示するようになっていた。しかし、身体スキルに関する有用なアドバイスは競技者の体格や経験によって異なる。したがって、多くの人にとって良いと判断されたアドバイスが、必ずしも競技者が求めているアドバイスとは限らない。

ある推薦対象者と嗜好の類似した他者の情報を用いて推薦を行う方法の一つに、協調フィルタリングがある[2]。この手法は、蓄積されているユーザの履歴データから推薦対象者と嗜好の似ている他者の集合(他者群)を見つけ出し、他者群と推薦対象者の履歴データを参照することで、推薦対象者の思考と合致していると推測されるアイテムを推薦する。

本研究では開発したアドバイス共有環境に協調フィルタリング手法を導入し、個々の競技者に適したアドバイスを推薦してスキル獲得を支援する。体格や経験が類似している競技者たちは、アドバイスに対する嗜好も似ていると捉えられる。そこで、競技者のアドバイス評価履歴を用いて、推薦対象者である競技者と他の競技者たちとの評価の類似度を推定し、類似した競技者たちが良い評価をしたアドバイスを推薦する。

2. アドバイス推薦のアルゴリズム

レポジトリから推薦するアドバイスを決定するアルゴリズムを以下に示す。

Step 1: 類似度を計算する他の競技者を特定する。類似度を計算する他の競技者は、推薦対象者と同じアドバイスを推薦したことのある競技者である。そこで、全競技者のアドバイスの評価履歴を取得し、1 つでも推薦対象者と同じアドバイスを評価したことのある競技者の集合を取得する。

Step 2: Step1 で取得した競技者と推薦対象者の類似度を計算する。

本研究では体格や経験が類似した競技者たちは評価の傾向も類似すると仮定している。そこで、推薦対象者と競技者が共通して付与したアドバイスの評価点のユークリッド距離の逆数を用いて、競技者間の類似度を計算する。式 1 に推薦対象者と競技者 i の類似度 $Similarity_i$ の計算式を示す。 n は共通して評価したアドバイスの個数であり、 p_i は推薦対象者の評価値、 q_i は他の競技者の評価値である。

$$Similarity_i = \frac{1}{1 + Distance_i} \quad (1)$$

$$Distance_i = \sqrt{(p_1 - q_1)^2 + (p_2 - q_2)^2 + \dots + (p_n - q_n)^2}$$

Step 3: 競技者間の類似度を用いて個々のアドバイスのスコアを計算する。

スコアは推薦するアドバイスを決めるための値であり、高いものほど推薦されることとなる。推薦されるアドバイスは、推薦対象者にすでに提示されたアドバイス以外を対象とする。アドバイス j のスコア $Score_j$ の導出方法を式 2 に示す。 m はアドバイス j を評価した競技者の総数であり、個々の評価点に競技者の類似度をかけたものの平均をスコアとして算出している。

$$Score_j = \frac{\sum_{t=1}^m (Similarity_t * q_{tj})}{m} \quad (2)$$

3. 評価実験

協調フィルタリングを用いた身体スキル獲得に対する有効性を評価するために、評価実験を実施した。被験者は大学生 10 名 (A~J) である。対象とする身体スキルはサッカーのインサイドキックとした。レポジトリには 104 個のアドバイスが蓄積されており、それぞれのアドバイスには、1~3 の 3 段階で平均 20 個の評価値がすでに付与されている。

実験では評価点の平均点が高いものから表示する機能 (ランキング形式) と、提案する協調フィルタリングを用いた推薦機能 (フィルタリング形式) を比較することで、協調フィルタリングの有効性を評価する。まず、被験者にはランキング形式のシステムでアドバイスを検索してもらい、アドバイスを意識しながらインサイドキックの練習をしてもらった。その後、検索したアドバイスに対して 1~3 の 3 段階で評価を入力してもらった。この作業を 10 回繰り返してもらった。その後、フィルタリング形式のシステムを用いて同様にインサイドキックを練習してもらい、最後にアンケートに回答してもらった。

個々のシステムを用いた際に付与された、アドバイスの評価点の個数を表 1 に示す。評価点 3 が「良い」、1 が「悪い」に対応している。ランキング形式と比較すると、フィルタリング形式では 3 と評価したアドバイスの個数が増え、1 と評価したアドバイスの個数が減少していた。両群のアドバイスの評価点に対して両側 t 検定を実施した結果、有意差が見られた ($t(9)=-3.718, p<.05$)。

表 1 アドバイスの評価点

被験者	評価点					
	ランキング形式			フィルタリング形式		
	3	2	1	3	2	1
A	4	4	2	7	3	0
B	7	2	1	7	3	0
C	2	4	4	5	3	2
D	3	3	4	4	4	2
E	4	3	3	5	4	1
F	4	3	3	6	3	1
G	3	4	3	6	4	0
H	2	3	5	5	4	1
I	3	5	2	1	7	2
J	5	4	1	5	5	0
合計	37	35	28	51	40	9

アンケートの結果を表 2 に示す。4 がフィルタリン

グ形式のほうが良い、1 が提案システムのほうが悪い、の 4 段階となっている。質問 1 より推薦されたアドバイスの質について、10 名の被験者が 4 または 3 と回答した。また、質問 2 の身体スキル獲得への効果についても、7 名の被験者が 4 または 3 と回答していた。このことは提案したアドバイス推薦機能の身体スキル獲得への有効性を示唆している。質問 2 で 2 と回答した被験者は、「書いてある内容が、イメージできなかった」と述べていた。現在構築しているレポジトリにはテキスト形式のアドバイスのみ保持している。したがって、入力されているアドバイスによっては動作のイメージができないものもあった。今後はアドバイスの画像や動画も格納できるよう、レポジトリを改良していきたい。

表 2 アンケート結果

アンケート	回答			
	4	3	2	1
推薦されたアドバイスの質はどちらの方がよかったですか?	2	8	0	0
どちらの推薦方法のほうが動作改善につながりましたか?	2	5	3	0

4. まとめ

本論文では、先行研究で開発したアドバイス共有環境において個々の競技者に応じたアドバイスを提示するため、協調フィルタリングのアルゴリズムを適用したアドバイス推薦機能を構築した。評価実験の結果、すべての評価点の平均によるランキング形式と比べ、協調フィルタリングを用いたアドバイス推薦の方が、競技者が有用と感じるアドバイスを推薦できたことが明らかになった。しかし、推薦対象者は練習を通じて成長していくため、有効なアドバイスは時間とともに変化していくことが想定される。今後は時間変化を考慮して適切なアドバイスが推薦できるよう、推薦機能を拡張していく。

謝辞

本研究の一部は JSPS 科研費 (16H03089) の助成による。

参考文献

- (1) H. Fujii and T. Kojiri: "Advice-Sharing Environment for Acquiring Motor Skills," Knowledge-Based and Intelligent Information & Engineering Systems: Proceedings of the 21st International Conference KES-2017, Procedia Computer Science, Vol. 112, pp.1954-1963 (2017)
- (2) R. Greiner, T. Zhu, G. Haubl, and K. Jewell: "A Trustable Recommender System for Web Content," Beyond Personalization 2005, pp. 83-88 (2005)

ライティング成果物のルーブリック評価機能を備えた ポートフォリオシステムの開発と実践

Development and Practice of e-Portfolio System with Rubric Evaluation function for Writing

毛利 美穂^{*1}, 小林 至道^{*2}, 稲葉 利江子^{*3}, 本村 康哲^{*1}
Miho MOHRI^{*1}, Norimichi KOBAYASHI^{*2}, Rieko INABA, Yasunori MOTOMURA

^{*1} 関西大学

Kansai University

^{*2} 青山学院大学

Aoyamagakuin University

^{*3} 津田塾大学

Tsuda University

Email: motomura@kansai-u.ac.jp

あらまし: ルーブリック評価機能を備えたポートフォリオシステムの開発と、それを利用した授業実践の結果を報告する。受講者が提出した学習成果物に対し、紙ベース・ルーブリックとオンライン・ルーブリックの両方を用いて自己評価を行った。その結果、紙ベースとオンラインには差がなかった。

キーワード: eポートフォリオ, ルーブリック, ピアレビュー, ライティング

1. はじめに

2012年の「質的転換答申」以降、学修プログラムの改善を目的として、学修成果の把握に努めるとともに、評価の標準化が求められるようになった。その方法のひとつとしてルーブリックの活用が推奨されている。

しかし、ルーブリックは運用の困難さから普及が進まず、高等教育の現場では答申が意図した転換は進んでいない。その理由のひとつとして、紙ベースのルーブリックを印刷・配布し、評価を実施した後に、回収・集計する一連の作業負担が大きいことが考えられる。

そこで、本稿ではルーブリックの運用を軽減することを目的としてオンライン・ルーブリック機能を備えるポートフォリオシステムを開発し、授業で実際に使用して、紙ベースとの差を比較した。

2. TEC-folio とは

TEC-folio は 2012 年度に採択された大学間連携共同教育推進事業「〈考え、表現し、発信する力〉を培うライティング／キャリア支援」において開発されたライティング支援のための e ポートフォリオシステムである。授業、課外活動、ライティングセンターでの使用を想定し、(A)課題管理、(B)学習成果物管理、(C)ポートフォリオ管理、(D)ルーブリック管理の機能を有する。ここでは(D)を中心に説明する。

3. ルーブリック

3.1 ルーブリック管理

TEC-folio でのルーブリック利用は、あらかじめ(D)に用意された専用テンプレートをローカル PC に

エクスポートし、Microsoft Excel で編集・保存した後、再度(D)にインポートする(図 1)。入力項目として、1)ルーブリックのタイトル、2)課題内容、3)ルーブリック(評価規準、観点、評価基準)、4)メモ、5)原著者および改変者、6)Creative Commons ライセンス選択がある。評価規準および評価基準の段階は、Excel の表の挿入・削除で調整する。また、評価基準に評点を入力することで、評価規準の平均値を算出して評価を行うこともできる。

授業担当者があらかじめルーブリックを作成してシステムにインポートしておけば、受講生の(D)に共有され、(C)で使用できる。この他、受講生が自分でルーブリックを作成することもできる。



図 1 (D)ルーブリック管理機能

3.2 ルーブリックの使用

共有されたルーブリックは、(C)で引用され、評価が行われる(図 2)。①まず学生は(C)で学習項目を作成する。②次に(B)から成果物を引用するとともに、③(D)からルーブリックを引用する。④その後、「自己評価」の鉛筆アイコンを押下することで画面にルーブリックが表示され、引用した課題のルーブリック評価を行う。ルーブリック評価の入力は、該当する基準項目を押下してハイライトさせ、最後にコメントを記入して⑤保存ボタンを押下する(図 3)。

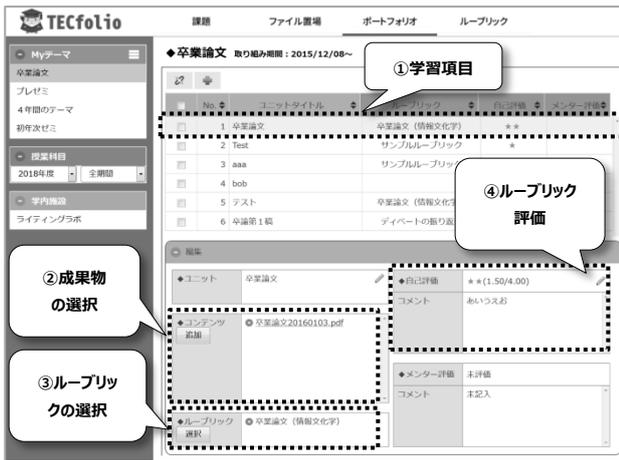


図2 (C)ポートフォリオ管理機能

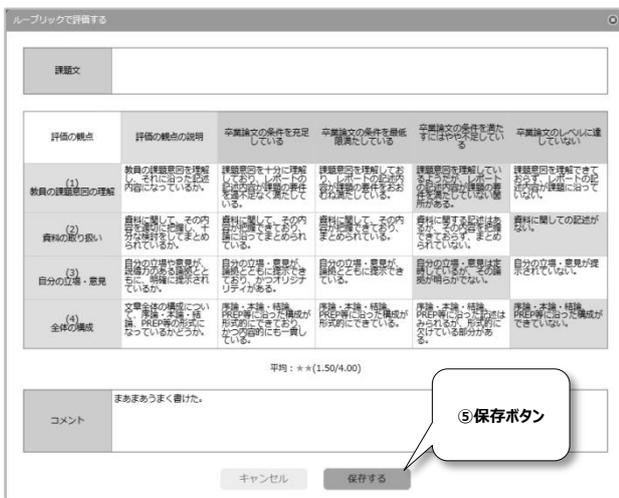


図3 (C)-④におけるルーブリック評価

4. 授業実践

紙・ルーブリックとオンライン・ルーブリック間における評価の差を調べるために、2016年度の授業科目「文章力をみがく」の1クラス、23名の受講生に対し、論証文課題を第12週から15週の4回にわたって課した(表1)。そして、提出された課題について、紙・ルーブリックとオンライン・ルーブリックの双方を用いて自己評価させた(表2)。課題1,4についてはTEC-folioで教師評価も実施した。

4.1 分析

まず、(1)紙とオンラインの比較を行うために、表1の1S-2Sの2群間および3S-4Sの2群間の差を検定した。つぎに、(2)受講生と教師の比較を行うために、表1の1S-1Tの2群間および4S-4Tの2群間の差を検定した。これらの帰無仮説として「2群間の評価には差がない」とした。ルーブリック評価の値は順序尺度であることから、(1)に統計パッケージR(ver.3.5.0)のWilcoxon符号順位検定(wilcoxon.exact(paired=T))を、(2)にWilcoxon順位和検定(wilcoxon.exact(paired=F))を適用した。

表1 ルーブリック評価条件

週	課題番号	ルーブリック	受講生評価	教師評価
12	1	オンライン	1S	1T
13	2	紙	2S	-
14	3	紙	3S	-
15	4	オンライン	4S	4T

表2 ルーブリックの規準と説明 (3段階基準)

番号	規準	説明
N1	資料の取り扱い	意見に関連する資料を選択しているか
N2	自分の意見	言いたいことが明確に示されているか
N3	全体の構成	全体の構成が整っているか
N4	学術的な作法	学術的な作法が守られているか
N5	日本語の表現	日本語の表現・表記が適切であるか

4.2 結果と考察

(1)の2群間ではN5を除いて $p > 0.01$ であり、有意差が認められなかった(表3)。(2)においても、1S-1TのN5および4S-4TのN1を除いて有意差が認められなかった。N5のp値の幅が大きい傾向にあるのは、記述量が多く、解釈の多様性を許容しているためと考えられる。今後、標本数と標本サイズを拡大するとともに、評価基準のレベル数や字数との関連についても検証を行う必要がある。

表3 2群間のp値(n=23)

	(1)紙とオンライン		(2)受講生—教師	
	1S-2S	3S-4S	1S-1T	4S-4T
N1	1.000	1.000	0.451	0.018
N2	1.000	0.375	0.511	0.085
N3	0.549	0.727	0.191	1.000
N4	0.148	0.500	0.069	0.132
N5	$P < 0.01$	1.000	0.017	0.110

5. おわりに

オンライン・ルーブリックは、学生による評価の簡便さだけでなく、教師がルーブリック作成・管理・共有する際の負担を軽減する。このため、自己評価、教師評価にとどまらず、実施がより困難なルーブリックによるピア評価も実現可能となる。オンライン利用環境があれば、より多くの学習現場でルーブリック利用が促進されることが期待できる。

参考文献

- (1) 稲葉利江子, 小林至道, 毛利美穂, 本村康哲: "ユーザ中心設計に基づいた学修ポートフォリオシステムの設計", 電子情報通信学会 ライフインテリジェンスとオフィス情報システム研究会(2015)
- (2) Torsten Hothorn and Kurt Hornik, "exactRankTests: Exact Distributions for Rank and Permutation Tests", R package version 0.8-29 (2017). <https://CRAN.R-project.org/package=exactRankTests>

ビジュアル情報処理教育のための映像補助教材における一考察

A Study of Video Materials for Visual Information Processing Education

森 真幸^{*1}, 富永 哲貴^{*2}, 飯田 尚紀^{*2}, 廣瀬 健一^{*2}

Masayuki MORI^{*1}, Hiroki TOMINAGA^{*2}, Naoki Iida^{*2}, Kenichi HIROSE^{*2}

^{*1} 京都工芸繊維大学

^{*1}Kyoto Institute of Technology

^{*2} 産業技術短期大学

^{*2}College of Industrial Technology

Email: morim@kit.ac.jp

あらまし：ビジュアル情報処理技術のような視覚的に結果が得られる情報処理技術の教育において，教材に映像を用いることで学習者の理解が深まると考えられる．しかし，1つの映像に収録できる情報は限られるため，視聴した学習者の疑問に答える仕組みが必要である．本研究では映像内にリンクを設置し，他の付加的な学習教材を参照できる機能を実現する．本機能により，映像を視聴するだけのものだけでなく学習者から能動的に学習できる教材とすることを旨とする．

キーワード：映像教材，動画共有システム，反転学習，ビジュアル情報処理教育

1. はじめに

映像教材は形や色といった視覚的な情報や，変化や手順など動きのある内容の学習に適しているが，学習者が集中して閲覧できる視聴時間は限られるため，多くの情報を詰め込むことはできない．そのため，学習者は映像再生中に詳しく知りたい内容があれば，テキストなど別の教材から情報を探す必要がある．映像教材を自学自習用に提供する場合，学習者がさらに別の教材を用いてまで学習するかは個々のモチベーションに左右されるため，映像視聴中に即座に補足情報を提示できる仕組みが必要であると考える．

そこで，本研究では映像内の任意の領域に設置したリンクから補足情報を提示できる教材を共有するWebシステムを提案する．図1に試作したシステムを示す．本システムにより，学習者は映像視聴中に

クリックまたはタッチ操作で即座に補足情報を得ることができるため，テキスト等，他の教材から探す手間を省くことができると考える．

2. ビジュアル情報処理教育における映像教材

本研究における映像教材は，産業技術短期大学におけるコンピュータグラフィックスやCAD，画像処理といったビジュアル情報処理に関する科目での使用を想定している．ビジュアル情報処理では，処理結果が図形や色，動きのように視覚的に表示されるため，映像を用いることで高い学習効果があると考えた．我々は本研究の前段階として，映像に設置した矩形のリンクから，矩形内に表示された内容に対する補足情報の提示が可能なCD-ROM教材および作成ツールを開発した⁽¹⁾．図2に開発したCD-ROM教材を示す．この教材を使用した学習実験より，同じ内容の講義授業より高い学習効果を確認した．また，学習への興味や集中に関するアンケート調査

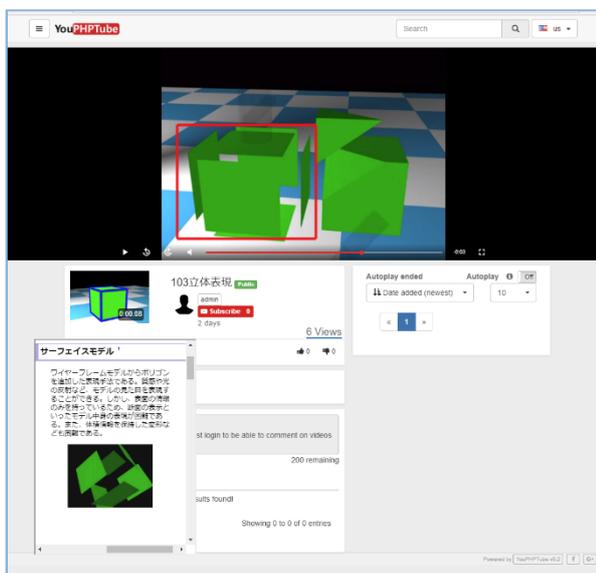


図1 試作システム

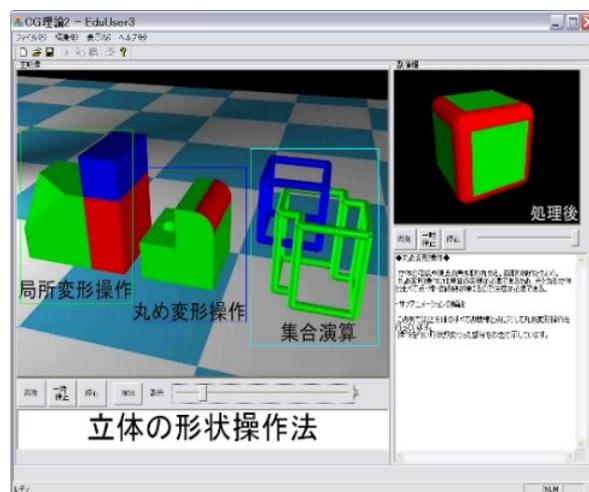


図2 CD-ROM教材での試み

の結果から、「動きがある教材は飽きない」といった映像を用いたことへの肯定的な意見が得られた。

3. 提案システム

映像教材を自学自習用として学習者に活用を促すには、昨今のタブレットやスマートフォンといった個人のデバイスの多様化への対応が必要である。そこで、本システムでは様々なプラットフォームでの動作を想定した Web システムとして開発する。

3.1 映像の配信と管理

映像の共有にはオープンソースソフトウェアである YouPHPTube⁽²⁾ を使用する。Web ページから映像の再生まで、すべて HTML5 で構成されているため、パソコンに限らずスマートフォンやタブレット PC での利用が可能である。また、一般的な動画共有システムと同等の機能とユーザインタフェースを持つため、学習者に対し、動画視聴方法に関する説明はほぼ必要ない。また、YouPHPTube は以下の管理機能を持つため、教育機関を想定した運用も可能であると考えられる。

- ・ 映像のアップロードおよびエンコード
- ・ ユーザ管理
- ・ グループによる視聴許可
- ・ 視聴数の集計

3.2 リンク機能を持つ映像教材

YouPHPTube をベースとしてリンク機能および補足情報の表示機能を試作した。図 3 にリンクによる補足情報の提示機能を示す。Javascript と HTML5 の図形描画要素である canvas タグを使用して映像内に赤線による矩形の表示を行った。映像のタイムラインに沿って矩形の位置を変えることができるため、映像内の動きに合わせて表示することが可能である。

矩形内をクリックまたはタッチした際の補足情報は、同一 Web ページ内に設置した iframe に表示する。マルチウィンドウに未対応なスマートフォン等でも閲覧が可能になることを想定している。試作システムでは、3 次元コンピュータグラフィックスの技術に関して説明する映像を使用し、補足情報からモデリングについてのテキストを閲覧することが可能である。

4. おわりに

本研究ではビジュアル情報処理教育の自学自習において、リンク機能から補足情報の提示が可能な映

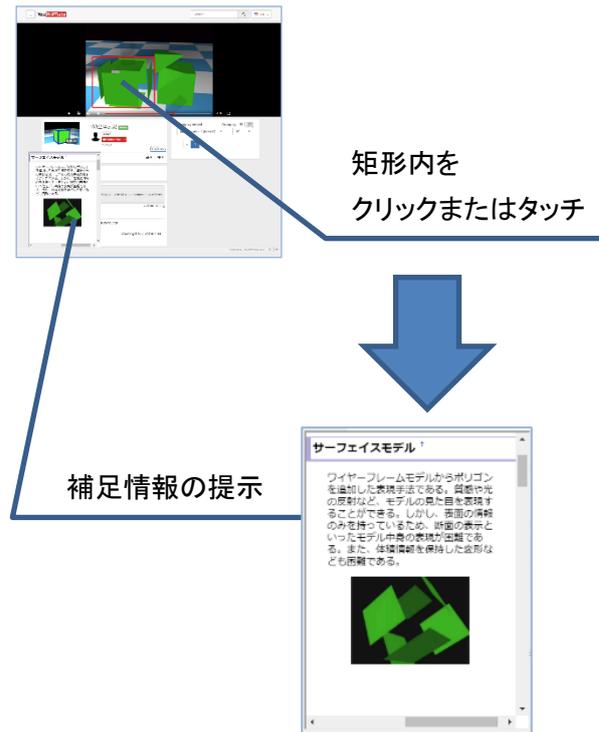


図 3 リンクによる追加情報の提示機能

像教材を提案し試作した。オープンソースソフトウェアを使用することでプラットフォームに依存しない Web システムとして構築することができた。ただし、スマートフォン等画面の小さなデバイスでは補足情報が見つからない場合があるため、レイアウトや表示方法については改良が必要であると考えられる。

今後、実際にビジュアル情報処理を学ぶ学生を対象に試作した映像教材を提供し、教材ツールとしての使い勝手や、学習に対するモチベーションの変化について調査を行う。また、矩形の描画や補足情報の挿入といったオーサリングについても機能として開発を進める。

参考文献

- (1) 森真幸, 廣瀬健一, 武田昌一: “認知負荷の軽減を考慮した情報提示手法を持つ映像教材の提案と評価”, 教育システム情報学会, Vol.24, No.4, pp.373-383 (2007)
- (2) “YouPHPTube”, <https://www.youphptube.com/> (参照:2018/6/11)

デジタル教科書のログを用いた自動クイズ生成システムの開発と評価

Development and Evaluation of an Automatic Quiz Generation System Utilizing Digital Textbook Logs

毛利 考佑^{*1}, 島田 敬士^{*2}, 殷 成久^{*3}, 魚崎 典子^{*4}, 金子 敬一^{*1}, 緒方 広明^{*5}
Kousuke MOURI^{*1}, Atsushi SHIMADA^{*2}, Chengjiu YIN^{*3}, NORIKO UOSAKI^{*4}, Keiichi KANEKO^{*1}, Hiroaki Ogata^{*5}

^{*1} 東京農工大学 工学研究院

^{*1}Institute of Engineering, Tokyo University of Agriculture and Technology

^{*2} 九州大学 大学院システム情報科学研究院

^{*2}Faculty of Information Science and Electrical Engineering, Kyushu University

^{*3} 神戸大学 情報基盤センター

^{*3}Information Science and Technology Center, Kobe University

^{*4} 大阪大学 国際教育交流センター

^{*4}Center for International Education and Exchange, Osaka University

^{*5} 京都大学 学術情報メディアセンター

^{*5}Academic Center for Computing and Media Studies, Kyoto University

あらまし : 近年, 学習管理システムやデジタル教科書システム等に蓄積された学習ログや成績などのデータを教育改善するために分析する, ラーニングアナリティクスと呼ばれる研究が推進している. 本稿では, デジタル教科書のログを利活用したクイズ自動生成システムを紹介し, 語彙力を向上できるかどうかの評価実験を実施した.

キーワード : デジタル教科書, ラーニングアナリティクス, クイズシステム

1. はじめに

日本政府は, デジタル教科書を 2020 年までに初等中等教育へ導入する事を検討している. デジタル教科書を導入することにより, 教科書内に音声や動画を活用することで, 教育や学習の質の向上を期待している [1]. しかしながら, デジタル教科書を利用することで収集することができる学習ログの分析に関する研究は, 現状, 議論の段階に留まっていることが多い.

近年, 教育工学の研究者は, ラーニングアナリティクスと呼ばれる研究分野に注目している. 多くの大学機関では, 学習管理システム, e-ポートフォリオやデジタル教科書システムなどから収集できる教育ビッグデータ分析の研究が進められている.

本稿では, 大阪大学の留学生センターの日本語教育においてデジタル教科書システムを導入し, その収集することができるログの中でもハイライトの操作ログを利活用するための, クイズシステムを開発した. そのクイズシステムが, 教員が作成するクイズよりも語彙力を向上するかどうかを評価している.

2. クイズ生成のアルゴリズム

学習者が何かを学んだとき, 時間の経過とともに

学んだことを忘れることが, 従来の研究から分かっている. また, 思い出すときの手掛かりを学習者に与えることは, 記憶の定着に繋がっている.

本研究では, エビングハウスの忘却曲線の理論に基づいて, 最適な復習のタイミングを提供する[2]. さらに学習したことを効率的に思い出させるために, 検索手掛かりのヒントを提供する[3]. 公式 1 は, 最適な学習タイミングを提供する条件式である(n は生成されたあるクイズを行った回数を示す).

$$T_n = \begin{cases} 5T_{n-1} & \text{クイズの答えが正しい場合} \\ T_1 & \text{上記以外} \end{cases}$$

例えば, 生成されたあるクイズを正解した場合, そのクイズが次に出題されるタイミングは, 5 時間後になる. その 5 時間後に出題される同じクイズを正解すると, 次に出題されるタイミングは, 25 時間後になる. 不正解の場合は, 出題されるタイミングはリセットする. これにより, 学習者の最適なクイズのタイミングを提供している.

3. クイズインタフェース

図 1 は, クイズのインタフェースを示す. 学習者がデジタル教科書内でハイライトすることにより, その部分を穴埋め式クイズとして出題する. また, 思い出すときの手掛かりとして, ヒントボタンをクリックすることで, 単語の綴りの一部を見ることができる. これにより, 学習者はその綴りを頼りに, 単語を思い出すことができる.

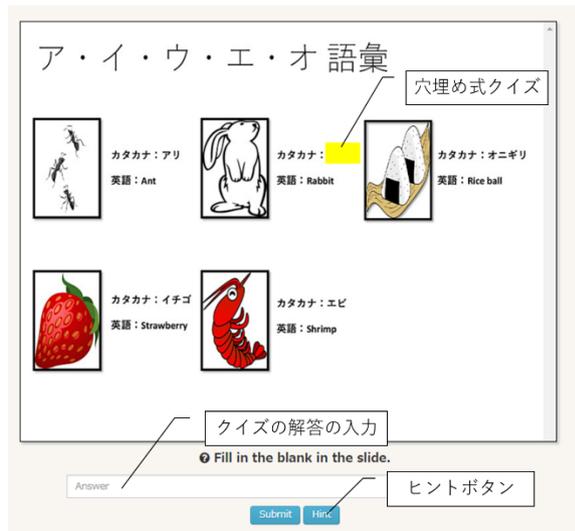


図1 クイズインタフェース

4. 評価実験

4.1 対象と手順

2017年9月に大阪大学の留学生センターにおいて、本システムを利用した学習を試行した。図2は、評価実験の手順を示す。

- (1) 教員は、講義の前に日本語学習に関するデジタル教科書をアップロード
- (2) 被験者の日本語能力を測定するために40問の事前テストを実施（事前テストの内容は、アップロードした教材の単語から作成）
- (3) 事前テストに基づいて、実験群（本システム有り）と比較群（本システム無し）にグループ分け
- (4) 実験群は、デジタル教科書とともに本システムのクイズシステムを利用し、学習を行なった。比較群は、デジタル教科書とともに教員が作成したクイズを利用し、学習を行なった。
- (5) 語彙力が向上したかどうかを測定するために事後テストを実施

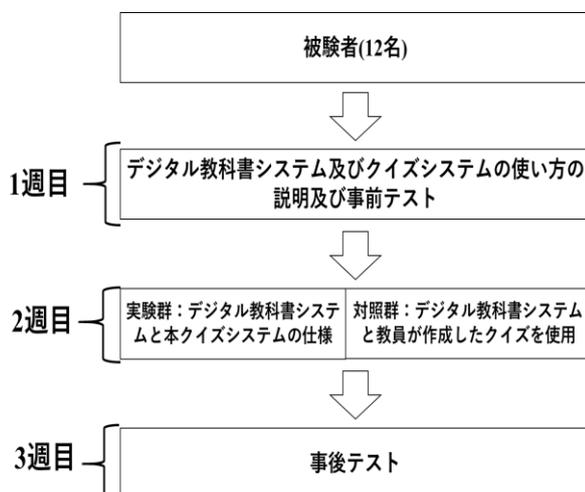


図2 評価実験の手順

4.2 結果

表1は、事前テストの結果を示す。事前テストの結果から、双方のグループの日本語語彙力には、有意差がなかった ($p>0.05$)。表2は、事後テストの結果を示す。その t-test は、実験群と対照群の間に有意差はなかった ($p>0.05$)。

表1 事前テスト

グループ	人数	平均	標準偏差	p
実験群	6	35.8	2.91	$p>0.05$
対照群	6	32.6	6.26	

表2 事後テスト

グループ	人数	平均	標準偏差	p
実験群	6	32.6	6.15	$p>0.05$
対照群	6	31.1	5.58	

4.3 考察

表2の結果から、本システムを利用した被験者は、事前テストと比べて、平均点が3.2点上昇していることが分かる。対照群に関しては、実験群と比較すると平均点が1.5点上昇した。t-testの結果から、双方のグループに有意差はみられなかったが、少なくとも本システムが自動生成するクイズシステムは、教員が作成するクイズと同等の効果を得ることが分かった。従って、教員が学生のために毎回クイズを作成する作業をしなくても、本システムを利用すれば、同等の教育効果を得ることができる。

5. まとめと課題

本研究は、デジタル教科書のハイライトのログを利活用することで、クイズを自動的に生成するアルゴリズムとシステムインタフェースを紹介した。評価実験において、本クイズシステムは、教員が作成するクイズと同等の効果を得ることを示した。今後は、被験者を増やし、日本語学習以外の分野に応用することを進めていく。

参考文献

- (1) MEXT, Japanese Ministry of Education, Culture, Sports, Science and Technology, "The Vision for ICT in Education" from http://www.mext.go.jp/b_menu/houdou/23/04/_icsFiles/afieldfile/2012/08/03/1305484_14_1.pdf (2014)
- (2) Ebbinghaus, H. Classics in the History of Psychology from <http://psychclassics.yorku.ca/Ebbinghaus/index.htm>
- (3) Tulving, Endel, & Osler, S. Effectiveness of Retrieval Cues in Memory for Words. *Journal of experimental psychology*, 77(4), 593–601 (1968)

日本語初級レベルのグループオンライン授業での教室活動に関する研究 —担当教師へのインタビューを中心に—

A study on classroom activity in a group on-line class for Japanese language course at a beginner level
-Focusing mainly on interviews with the teachers in charge -

藤本 かおる

武蔵野大学グローバル学部

Faculty of Global Studies, Musashino University

Email: k_fujimo@musashino-u.ac.jp

あらまし：ビデオ会議を含む対面コミュニケーションに関連するプロセスについては、非言語コミュニケーション、感情、認知などが関係しているとされるが、現在のオンライン授業はそのプロセスを理解し生かしているのだろうか。実際にグループでのオンライン日本語授業を担当している教師へインタビューし、現状のオンライン授業での教師活動について考察する。

キーワード：web 会議システム、オンライン授業、日本語教育、遠隔教育

1. はじめに

本稿では、対面コミュニケーションができるウェブコミュニケーションシステムを使い、同じ時間にインターネットでアクセスし顔を合わせて行う授業をオンライン授業とする。オンライン授業は、教師と学習者が1対1で行うプライベート授業、2-4人の学習者が専用システムを使い行うグループ授業があり、グループ授業は、2-4人程度の少人数から、大教室に集まった学習者に向けて講義を行うものもある。

筆者は、様々なレベルの学習者を対象にした日本語オンライン授業の経験があるが、その中で、特に初級レベルの学習者のグループ授業において、他のレベルを教える際には感じない「やりにくさ」を感じた。また、同様の悩みを他の日本語教師からも聞いたことがあるが、初級レベルの学習者とのオンラインプライベート授業ではこのような「やりにくさ」はあまり感じなかった。しかし、ミネルバ大学や、NTTドコモが離島の学校と協力し行っている授業などからみると、ディスカッションのような交流型授業では通常の対面授業とほとんど変わらない授業が行えるように思われる。

現在、日本語教育においては、教師一人に対して複数の学習者が学ぶ形式のオンライン対面授業は、盛んに行われているわけではないが、介護関係の技能実習生の増加などにより、ニーズは増える予想される。そこで本研究では、初級レベルのオンライン授業に関して研究する前段階として、前述したような「やりにくさ」が実際にあるのか、あるとした場合それはどのようなもので原因は何なのかを探ることを目的として、授業を担当した教師へインタビューを行い、SCAT (Steps for Coding and Theorization) でインタビュー結果を分析する。

2. Video-mediated Communication (VMC) について

コンピュータを介したコミュニケーション CMC = Computer-Mediated Communication には、共時的コミュニケーション (Asynchronous CMC:ACMC) と共時的コミュニケーション (Synchronous CMC:SCMC) があるが、Nguyen の研究 (2008) ⁽¹⁾ では、CMC は同期的でも非同期的でも、学習者の外国語開発を改善する潜在的な利点を持っていると結論づけられている。SCMC の中でも特にオンライン会議システムによるコミュニケーションは、Video-mediated Communication (ビデオを通じたコミュニケーション、この場合のビデオは録画したものではなく、双方が同時にアクセスしているものを指す。以下 VMC) と言われ、チャットなどのテキストによる SCMC とはまた違う特徴がある。

VMC の特徴としては、通信の遅延や視点の不一致など解決されていない技術的な問題が複数あり、VMC は Face to Face (以下 FTF) に比べ微妙な感情の手がかりを見失いやすい。また、VMC は動きや位置を制限するため、心理的距離を測る選択肢が少なく、文字や聴覚でのコミュニケーションよりも親密性は低くなる。そして、それらのことがコミュニケーションに影響する。例えば、同調や関与度が FTF より上手く働かない、感情の伝わり方なども FTF とは異なる点が見られる (Kappas 他 2011 : Chapter 5 Parkinson and Lea) ⁽²⁾。

そして、現在のテレビ会議システムや web 会議システムには技術やシステムの制限があり、教師と学習者の視線が一致しないためお互いにどこを見ているかわからず、ノンバーバルコミュニケーションが伝わりにくいことが明らかになっている ^{(3) (4)}。

3. 担当教員へのインタビュー

前述した問題は、他の教師の授業でもあり得るのかを明らかにするために、日本語初級レベルのオンライン授業を担当したことがある教師2名と、中上級のレベルを担当している教師1名に非構造のインタビューを行った。

現在、プライベートでの初級オンラインレッスンを担当している日本語教師は多いが、グループ授業を体験している者は、さほど多くないと思われる。今回話を聞いた3名のうちA氏は、日本の私大の非常勤講師として、アジア各国とのコンソーシアムでのプロジェクトの初級グループオンライン授業を5年に渡り担当した。また、B氏はプライベートでのオンラインレッスンのベテランであり、日本語教師向けにオンラインプライベートレッスンをするための講座の講師なども担当しているが、グループでのレッスンは初中級に対するレッスン1コースのみである。C氏は、教員と同じ部屋に学習者がおり、同様に多地点からオンラインで授業に参加する学習者もいるいわゆるハイブリット授業で、中上級のレベルが混在するクラスを担当している。

まず、初級レベルのクラスを担当したA氏B氏ともが、オンライン授業には制約もしくは限界を感じたと話した。大きな原因は、やはり回線やコンピュータの性能の問題で、インターネット技術が進んでいるとはいえタイムラグが起こる、学習者側の表情がよく見えないなど技術的な問題である。そして、2名ともが教室で行う対面授業とオンライン授業を比べて、できないことが多いと感じていることがわかった。実際、B氏はオンラインでもプライベートはほとんど制約を感じないと話した。

またA氏は、オンライン授業にはシステムエンジニアのサポートを受けられるなど恵まれた環境であったそうだが、それでも対面のできる様々な活動がオンライン授業ではできないという制約を心理的に受け入れ、ある意味割り切って授業に臨めるようになったのは、担当開始から4年ほど経ってからだったと語った。

C氏は、中上級の学習者が混在するクラスを担当しているが、授業の中では主にファシリテーションに徹しており、技術的な問題よりも心理的なことについてのコメントが多かった。

4. 終わりに

3名へのインタビューから、現在の日本語初級レベルのオンライン授業は通常の対面授業をオンラインに焼き直している場合が多く、Kappas 他

(2011) のようなVMCのプロセスを理解した上で授業に生かせておらず、そのため教師がやりにくさを感じることがあるのではないかと考えた。実際に、藤本(2008, 2011) (5) では、対面授業とオンライン授業の授業活動について対比し分析したところ、学習者の間違いに対する教師の訂正方法や、学

習者に対する呼びかけ、また、学習者の発話などにFTFとオンライン授業で違いが見られた。これらは、技術的問題を回避するための行動とみられるが、このような対面授業とオンライン授業の活動の違い(この場合はできないことも含む)をまず最初に明らかにすることで、オンライン授業の特徴を考えることができるのではないだろうか。

以上から、これからニーズが高まる可能性のあるグループでの現状のクラス活動を授業観察法などの手法を使い分析し、対面授業との差を明らかにして、オンライン特有のグループ授業に示唆を得ることを今後の研究の課題とする。

参考文献

- (1) Nguyen, V. L. "Computer mediated communication and foreign language education" Pedagogical features. *International Journal of Instructional Technology & Distance Learning*, 5 (12), 23-44. (2008).
- (2) Arvid Kappas, Nicole C. Kraemer (編集) "Face-to-Face Communication over the Internet: Emotions in a Web of Culture, Language, and Technology (Studies in Emotion and Social Interaction)" 2011, Cambridge University Press
- (3) 村田梨奈・永岡慶三・米谷 雄介・谷田貝雅典「裸眼3D視線一致型・従来型テレビ会議システムおよび対面環境における目の疲労度の比較」, 電子情報通信学会技術研究報告 = IEICE technical report : 信学技報 116(517), 201-206, 電子情報通信学会(2017)
- (4) 山本 理沙・永岡 慶三・米谷 雄介・谷田貝雅典「裸眼3D視線一致型テレビ会議システムにおける遠隔実演販売の実用性について」, 電子情報通信学会技術研究報告 = IEICE technical report : 信学技報 116(517), 195-200, 電子情報通信学会(2017)
- (5) 藤本かおる「遠隔教育における初級日本語教育でのweb会議システムの利用とその考察-インドとの遠隔対面授業と日本国内の対面授業の比較を中心に-」, 日本 e-Learning 学会会報誌 Vol. 11, 日本 e-Learning 学会, 12-17 (2011)

深視力向上トレーニングにおける VR の活用に関する検討

Proposal of Training Method for Increasing Depth Perception by VR

竹田 悠人^{*1}, 真嶋由貴恵^{*1}

Yuto TAKEDA^{*1}, Yukie MAJIMA^{*1}

^{*1}大阪府立大学 現代システム科学域

^{*1}College of Sustainable System Sciences, Osaka Prefecture University

Email: takeda_mnis@kis.osakafu-u.ac.jp

あらまし：高齢になると身体能力が低下する．特に物体との距離感を測る深視力の低下は高齢者の交通事故の割合の増加にも影響していると考えられる．そこで本研究では深視力の向上において VR を活用したトレーニング方法の確立を目的とする．本稿では，VR における開発を進めるうえで，まずトレーニングによる効果の検証を行い，開発している VR トレーニング教材の概要および今後の課題について述べる．

キーワード：VR，深視力，トレーニング方法，仮想現実空間，交通事故防止

1. はじめに

平成 29 年の交通事故発生件数は，47 万 2069 件で死者数は 3694 件，負傷者は 57 万 9746 件となっている⁽¹⁾．近年特に，高齢者ドライバーの事故の割合が増えており，60 歳以上の交通事故の割合は 2006 年から 2016 年の間で約 10%も増加している．その原因の一つに加齢による動体視力の低下があげられる．動体視力の中でも物体との距離感に関する目の認知能力である深視力の低下は交通事故の発生に関連することが示されている⁽²⁾．高齢者にとって低下した深視力を簡単に向上させることは難しい．

そこで本研究では，高齢者が容易に取り組むことができる，VR を活用した深視力向上のためのトレーニング教材を提案する．本稿ではまず，VR 教材に実装予定のトレーニングについて効果の検証を行った上で，開発した VR トレーニング教材の概要および今後の課題について述べる．

2. 深視力トレーニングによる効果測定

2.1 実験の流れ

深視力を向上させるためのトレーニングの流れを図 1 に示す．枠で囲んだ部分を 5 回繰り返すことで 1 セットのトレーニングとする．トレーニングの期間は 1 週間とし，約 2 日に 1 セットのペースで計 3 セット行い，開始時と終了時に深視力を測定した．

◆深視力向上トレーニング

- ① 部屋にある複数の物体を確認する
 - ② そのうち見る物体を決定する
 - ③ 決定した物体までの距離を推定する
 - ④ 実際の距離を測定し，③との差を確認する
- ✕ 5 回繰り返す

図 1 トレーニングの流れ

2.2 測定方法

深視力の測定には大型免許試験で使用されている深視力計（図 2）を用いる．この深視力計では三桿（さんかん）法と呼ばれる測定方法が採用されている（図 3）．三桿法とは 3 本の黒く細い棒を並べ，左右の 2 本を固定した状態で中央の棒を被験者から見て手前と奥へ往復的に動かし，3 本の棒が平行になったと感じた時点で停止スイッチを押し，棒の位置の誤差を計測する方法である⁽³⁾．測定は 3 回行い，その平均値を用いる．



図 2 深視力計

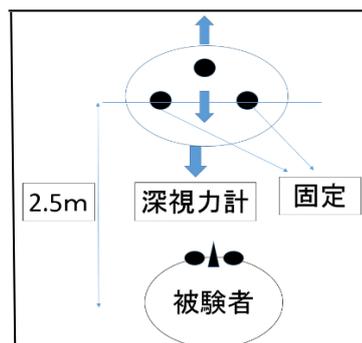


図 3 深視力の測定と三桿法のイメージ

2.3 被験者の選定

研究への同意の得られた 20 代の大学生 14 名を対象に深視力検査を行い，深視力テストの合格ライン（棒の位置の差が 2cm 以内）を通過できなかった 3 名を対象者とした．合格ラインは大型免許取得と同じ基準を用いた．

2.4 結果と考察

トレーニング前後に測定した深視力の値を表1に示す。トレーニング後には被験者3人とも基準とした合格ラインの2cmを下回ることができた。また、トレーニング前後の差は、-1.24 から-4.24 と個人によって違いはみられるが、本トレーニングには一定の効果があると考えられる。

表1 トレーニング前後の深視力(cm)

ID	トレーニング前	トレーニング後	トレーニング前後の差
1	6.20	1.96	-4.24
2	2.26	1.02	-1.24
3	3.52	1.18	-2.34
平均	3.99	1.39	-2.60

しかし、今回の実験ではコントロール群を設定していないため、実験結果については、2度の深視力検査により検査に慣れたため、良い結果が得られた可能性も考えられる。

3. VRを用いた自己トレーニング教材の概要

今回行った深視力のトレーニング方法について、その有効性を確認した。しかし、この方法ではトレーニングをする人が部屋にある実際の物体との距離を測らなければならない、手間がかかるという問題点があった。そこでこの問題点を解決するために、VRを用いて深視力の自己トレーニングを行うことのできるシステムを開発している。システムは、HTCが開発したVIVEのVR(図4)と音声ガイダンスで構成している。音声ガイダンスに従ってVR内にある物体を決定することによって、トレーニング実施者自身が物体の距離を測定する必要性をなくすことができ、現実感も損なわずに深視力のトレーニングを行うことができる。現在製作中の仮想現実空間及び動作のイメージを図5に示す。

今後の実施評価については、通常のトレーニング方法とVRを使用した時の深視力の向上度の差を測定するとともに、開発したシステムの使用感、操作性、現実感などをアンケートで調査する予定である。それに加えてSSQ法などのアンケート調査も行い3D映像に対する品質測定も行う予定である。



図4 VR装着の様子



図5 製作中の仮想現実空間

4. おわりに

本研究では、深視力トレーニングの効果を検証し、VRと音声ガイダンスによる自己トレーニングシステムを開発した。今後は開発システムの有効性について評価実験を行う予定である。またその際には、VRの使用による以下の課題についても検討する。1つ目はVRを使うことによる体調不良(VR酔い)への対策についてである。VRによる体調不良は頭を動かしたときの反応の速さや、空間内での動きの速さに関係すると考えられていることから、VRを使う際の移動を減らすことを考える。2つ目は、VRの画面で表現される物体との距離が見せかけであることから、実際の深視力のトレーニング方法との効果の違いに関する検証方法を検討する。

謝辞

本研究はJSPS科研費15K15805の助成の一部を受けたものである。

参考文献

- (1) 交通安全白書:“道路交通事故の長期的推移”,内閣府,東京(2011)
- (2) 自動車運転安全センター:“ベテランドライバーの安全運転チェック”,茨城(2009)
- (3) Matsuo T, Negayama R, Sakata H, Hasebe K: “Correlation between depth perception by three-rods test and stereoacuity by Distance Randot Stereotest”, *Strabismus*, Vol.22, No.3, pp.133-137 (2014)
- (4) 河村剛光, 吉儀宏, 工藤大介, 大庭輝之, 森重梅樹: “三次元映像を用いたトレーニングシステムの使用が深視力に及ぼす影響”, 日本人間工学会, Vol.42, No.1, pp.31-34 (2006)
- (5) 埼玉県警察:“運転免許更新時における適性検査”, 埼玉(2017)
- (6) 藤木卓, 市村幸子, 寺嶋浩介, 小清水貴子: “VRコンテンツの制度が現実感と酔いに与える影響”, 日本教育工学会論文誌, Vol.36, Suppl., pp.73-76 (2012)
- (7) Ajoy, S Fernandes and Steven K. Feiner, : “Combating VR Sickness through Subtle Dynamic Field-Of-View Modification” 3D User Interfaces, IEEE (2016)
- (8) Nobuhisa Tanaka and Hideyuki Takagi, : “Virtual Reality Environment Design of Managing Both Presence and Virtual Reality Sickness”, *J Physiol Anthropol Appl Human Sci*, Vol.23, No.6, pp.313-317 (2004)
- (9) 小林紹泉: “職業運転手の深径覚と事故の関連性およびその対策”, 日限会誌, Vol.71, No.7, pp.809-824 (1967)

個別学習における相互学習の導入が初学者の学習意欲に与える影響

Effect of Mutual Learning on the Motivation of Beginners

鈴木 伸子

Nobuko SUZUKI

早稲田大学大学院人間科学研究科

Graduate School of Human Sciences, Waseda University

Email: n_suzuki@suou.waseda.jp

あらまし：個別学習において初学者が感じる独学の困難さの解消と学習意欲の向上を目的として、個別化教授システムを取り入れたプログラミング研修に、学習者同士がグループで教えあう相互学習時間を設定し実践を行った。本稿では、実践後のアンケート結果から個別学習における相互学習の導入が初学者の学習意欲に与える影響と今後の課題を検討する。

キーワード：個別学習、個別化教授システム、相互学習、プログラミング研修、新入社員研修

1. はじめに

日本の IT 系企業の多くは、エンジニア職の新入社員研修において入社時のスキル別に関係なく同一のカリキュラムを設定している。しかし、各単元の理解が次の単元を習得するうえでの必須知識となるプログラミング言語の研修では、初学者が講義の進捗についていけず、業務に必要なスキルを完全に習得できないまま研修期間を終えることも少なくない。このような背景から筆者は、完全習得学習の一形態で、学習者それぞれのペースで各単元を習得してから次の単元に進む個別化教授システム (Personalized System of Instruction) を取り入れ、新入社員向けプログラミング研修を行った⁽¹⁾。

その結果、従来の一斉授業形式での研修と比較して事後テストの点数は向上した。一方、終了後のアンケートからプログラミング経験のない受講者 (以下、初学者) は経験のある受講者 (以下、経験者) に比較して学習意欲が低くなる傾向があり、周囲のペースについていけない焦りや不安といった独学への困難さを感じていることが示された。そこで、初学者の学習意欲の向上と独学の困難さの解消を目的として、個別化教授システムを取り入れたプログラミング研修 (以下、個別学習) に、学習者同士がグループで教えあう相互学習時間を設定し実践を行った。本稿では、実践後のアンケート結果から個別学習における相互学習の導入が初学者の学習意欲に与える影響を検討する。

2. 実践

本実践は、システム開発サービスを提供している Y 社の 2018 年度新入社員研修のうち、Java 言語コース (7 日間) を対象とした。受講者 14 名 (プログラミング経験あり 1 名、プログラミング経験多少あり 3 名、プログラミング経験なし 9 名) の 1 クラスで、外部講師 1 名がプロクターを担当した。研修は自己学習可能な独習教材、合格を必須とする單元ごとの通過テスト、通過テストの即時フィードバック

といった個別化教授システムの要素を取り入れて設計された。さらに、本実践では毎日夕方 30 分程度の相互学習を設定した。相互学習は 3~4 名が 1 グループとなり、各自が一日の学習を振り返り、その日の進捗や理解できなかった点などを共有した。理解できなかった点はグループ内で説明しあい、必要に応じてプロクターが解説を行った。

このように学習者同士での教えあいの時間をもつことで初学者が感じる独学の不安を軽減することを期待した。また初学者以外の受講者にとっても、他者に説明することで自らの理解度を認識し知識の定着をはかる効果があると考えた。

3. 方法

本実践は、コース終了後の受講者アンケート (「5. とても当てはまる」「4. やや当てはまる」「3. どちらともいえない」「2. あまり当てはまらない」「1. まったく当てはまらない」の 5 件法) で評価した。

相互学習の導入が個別学習での受講者の意欲にどう影響するかについては、本実践を「相互学習を取り入れた個別学習 (以下、相互学習あり)」とし、「相互学習を取り入れていない個別学習 (以下、相互学習なし)」とのアンケート結果⁽¹⁾を比較した。設問は個別学習に対する学習意欲について ARCS モデルを参考に注意 (おもしろかった)・関連性 (やる気が出た)・自信 (自信がついた)・満足感 (満足度が高かった) の 4 項目で設定した。また本実践のアンケートでは学習意欲のほか、相互学習での教えあい、自己ペースの学習について設問を設定し、あわせて自由記述でコース全体に対する感想をもとめた。

4. 結果

4.1 個別学習に対する学習意欲

個別学習に対する学習意欲の回答では相互学習の導入に関わらず、経験者と比べて初学者ほど平均値が低い傾向がみられた (表 1)。初学者の回答は「相互学習なし」ではすべてが 3.0 以下と否定的な回答

表1 個別学習に対する学習意欲 (平均値)

設問	相互学習なし(n=28)			相互学習あり (n=14)		
	PG経験 あり	PG経験 多少 あり	PG経験 なし	PG経験 あり	PG経験 多少 あり	PG経験 なし
	n=12	n=10	n=6	n=1	n=3	n=9
おもしろかった	4.4	3.2	2.7	5.0	4.7	4.0
やる気が出た	4.1	3.3	2.8	5.0	4.7	4.0
自信がついた	4.0	3.3	3.0	4.0	4.7	3.3
満足度が高かった	3.6	3.3	3.0	4.0	4.7	4.0

である一方、「相互学習あり」は自信を除き 4.0 と肯定的な回答であった。自信については「相互学習あり」でも 3.3 とやや否定的な傾向がみられ、内訳は初学者 9 名中 6 名が「3. どちらともいえない」「2. あまり当てはまらない」であった。また、相互学習による差の検討を行うために、初学者の回答について t 検定を行った。その結果、注意 ($t(13)=3.37, p<.01$)、関連性 ($t(13)=2.23, p<.05$)、満足感 ($t(13)=2.16, p<.05$) で有意差が認められた。一方、自信 ($t(13)=0.93, n.s.$) は有意差が認められなかった。

4.2 相互学習での教えあい

相互学習については、情報共有の時間があらかじめ設定されていたことや教えあいによる理解の深まりに肯定的な回答が多く、初学者も含めて平均値は 4.0 を上回った (表 2)。一方、グループ内での質問のしやすさについて、初学者は 9 名中 6 名が「3. どちらともいえない」「2. あまり当てはまらない」と回答しており、平均値も 3.0 と否定的な傾向があった。

また、初学者の自由記述では「説明しあうことで理解が深まり、自分のペースがわかってきた」「進捗が速いグループメンバーについていくことで期限内に課題を終わらせることができた」といった相互学習を有効に活用できたという意見と、「自分より進んでいる人の足を引っ張っている心配があった」「周りのペースについていくことが難しいと感じた」など、周囲への遠慮や焦りを感じたという意見に分かれた。

4.3 自己ペースでの学習

表 3 に自己ペースでの学習について回答を示す。個別学習をどのように始めればよいかわからない、講師へ声をかけるには気が引けたという設問では、経験によらず平均値は 3.0 以下と低かった。一方、個別学習で一斉講義を行わないことについて、初学者の回答は 2.6 と否定的で、自己ペース学習であっても講義による教え込みを望んでいることが示唆された。また周囲に対する遅れへの不安や焦りは初学者ほど高く、進捗を意識するあまり理解より先に進むことを優先するという傾向も示された。

5. 考察

本実践の結果から、初学者の個別学習に対する学習意欲は経験者に比べると低い傾向があるが、相互学習を導入した本実践では、興味・関連性・満足度について肯定的に感じていることがわかった。これ

表2 相互学習での教えあい (平均値)

設問	PG経験 あり	PG経験 多少 あり	PG経験 なし
	n=1	n=3	n=9
	グループで情報共有する時間があってよかった	5.0	4.3
グループの他のメンバーに教えることで自分の理解も深まった	5.0	4.3	4.3
講師に聞きにくいこともグループでなら聞いた	4.0	3.7	3.0

表3 自己ペースでの学習 (平均値)

設問	PG経験 あり	PG経験 多少 あり	PG経験 なし
	n=1	n=3	n=9
	聞きたいことがあっても、自分から講師に声をかけるのは気が引けた	1.0	2.0
最初に何をどこから始めていいかわからなかった	2.0	2.3	3.0
コース時間中の講義がほとんどなくてよかった	3.0	3.7	2.6
他の人に遅れをとってしまっているのではないかと不安や焦りがあった	1.0	3.3	4.1
よく理解していない問題があっても時間が限られているので、まず先に進むことを優先した	1.0	3.7	4.0
個別学習カルテの進捗チェックはプレッシャーだった	1.0	2.7	3.0

は自己ペースで進む個別学習に教えあいの要素を加えたことで、学習意欲が高まったと考えることができる。導入した相互学習については初学者も含め学習者全体が、教えあいにより理解を深めることができ有用であると感じていることが示された。

一方、初学者は周囲との進捗差に不安や焦りを感じており、相互学習での質問を遠慮したり、理解していなくても先に進めたりする傾向があることも、わかった。企業活動においては、決められた時間内に成果を出すことが要求されるため、納期への意識や焦りは必ずしも悪いものではない。しかし、そのために理解がおろそかになることは、業務に必要な基礎スキルを習得するための新入社員研修において望ましいとはいえない。今後、スキル別での相互学習やプロクターの介入などの対応を検討したい。

6. 今後の課題

本実践では、相互学習を導入することで個別学習の特性を活かしながら初学者の独学の困難さを軽減し、学習意欲を向上させることを目指した。しかし取り上げた 2 つの研修は、受講者属性や 1 日の研修時間などの条件が異なっており、分析に十分な受講者数ではないことも考慮し今回は単純なデータの比較となった。そのため、結果の妥当性、信頼性は限定的である。このあと開催を予定している同様の新入社員研修において引き続きデータを収集し分析をおこなっていく。

参考文献

- (1) 鈴木伸子, 鈴木克明: “個別化教授システム (PSI) による新入社員を対象としたプログラミング研修の実践”, 教育システム情報学会研究報告, Vol.32, No.5, pp.17-24 (2017)

定期試験を振り返る授業実践の報告

A report on a class 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：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。任意の科目を選び、試験への学習方法、間違いの種類などをもとに、間違いのパターン・次につながる学びについて記述してもらった。その結果、多くの学生が自らの学習不足を認識したことがわかった。しかし、振り返りを踏まえた学習方法は必ずしも具体的ではなく、さらに検討が必要であることがわかった。

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

主体的な学びの必要性が強調されるようになり、自己調整学習の方略や支援についての実践・研究が増えつつある。本稿の実践もこの流れの延長線上にある。筆者はX工業高等専門学校にて、キャリア関連科目を担当してきた。本科目は、社会に広く目を向けさせ、さまざまな職業・働き方のあることを示すと同時に、主体的な学習方法を身に付けさせることをねらいとしている。この中で、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させるために、定期試験の振り返り授業を行った。本稿では、この結果について報告する。

2. 振り返りの内容

本稿で取り上げる科目は、高専の1年生を対象とした必修科目である。対象となる学生は4クラス、170人。1回の授業時間は45分で、前期後期各15回、通年30回で行われる。試験の振り返りは後期の中間試験が終わった時点で行った。

本科目では中間試験を実施していないため、任意の試験について、L.B. ニルソンが紹介しているシートを一部改変したものを使用した (p.93) ⁽¹⁾。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）

1と2とを踏まえて、3と4で自己分析をする形となっている。

3. 結果

振り返りは、紙、または Google フォームへの記入という形で行えるようにした。155人の学生が

Google フォームでの振り返りを選択し、本稿はその結果に基づいている。なお、学生らが対象とした科目は、数学・物理などの理系科目が約54%、英語・国語・社会などの文系科目が約41%、保健体育などのその他科目が約5%であった。

3.1 予想していた成績と実際の成績

返却された解答用紙を手元に置き、実際の点数と予想していた点数とを記入してもらった。10点刻みでの分布を図1に示す。

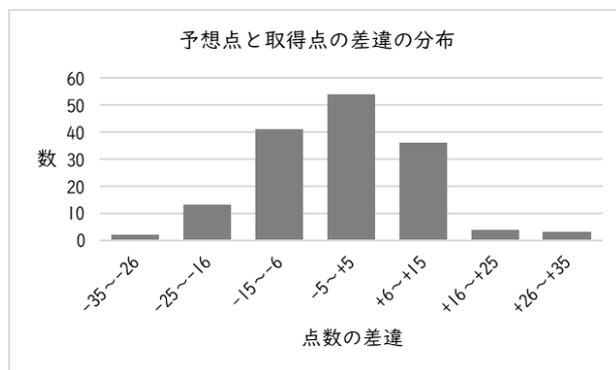


図1 予想点と取得点の差の人数分布

予測と実際のズレが「-15点～+15点」の範囲内の学生が約75%、ズレが「-16点」あるいは「+16点」を超えた学生は約15%であった。

3.2 学習にかけた時間

学習にかけた時間の人数分布を図2に示す。

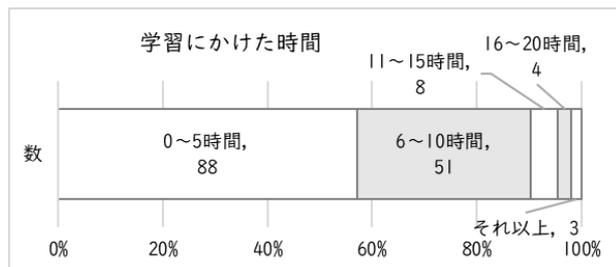


図2 学習にかけた時間の人数分布

学習が「0～5 時間」であった割合は 57.1%、「6～10 時間」であった割合は 33.1%で、それ以上時間をかけて学習をした学生は少数であった。

3.3 特に用いた学習方法

自由記述の内容を、「問題を解く」「補習に参加する、友人・先生に聞く」「見直す・暗記する」「まとめ直す」に分類して集計した。結果を図3に示す。

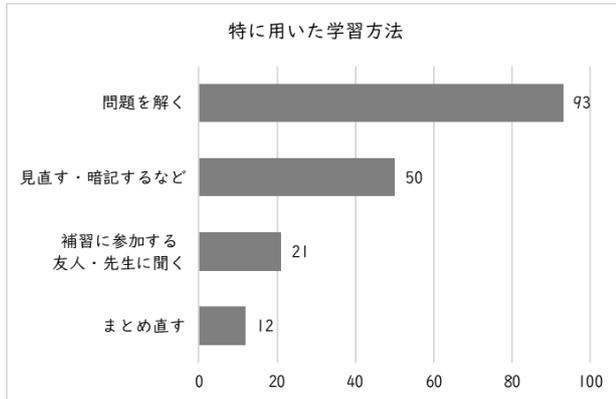


図3 特に用いた学習方法の人数分布

「問題を解く」がもっとも多かった。なお、科目と学習方法の関連は集計していない。

3.4 間違いの種類

「内容をよく知らない」「不注意」「問題の誤解」「完了せず」「その他」の中から選んでもらった。最大8個までで合計338個であった。図4に示す。

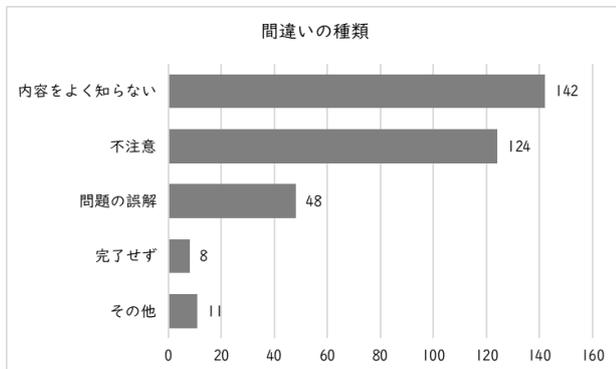


図4 間違いの種類

「内容をよく知らない」「不注意」が多くを占め、「完了せず」(時間が足りなかった)は少数であった。

3.5 自己分析

最後に、「間違いのパターン」と「何を学んだのか(次に何がいかせるのか)」を自由に記述してもらった。これらが自己分析にあたる。まず、間違いのパターンについて示す。記述内容を大きく3つに分類した。1つは「勉強不足」などと記述されたもので、パターンの分析とは言えないものである(分析不足)。次に、「ケアレスミス」「問題の読み違い」「焦ってしまった」など、問題を解くプロセスに起因すると考えたものである(プロセス)。最後は、「解き方を完

全に理解していなかった」「範囲を見落としていた」など事前の準備不足に起因すると考えたものである(事前)。これらの人数分布を図5に示す。

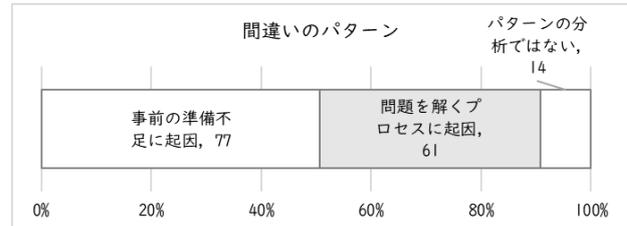


図5 間違いのパターンの人数分布

この3分類に対応させながら、「何を学んだのか(次に何がいかせるのか)」の自由記述を見ていった。

分析不足では、「勉強時間を長くする」「日ごろの勉強が大切だと分かった」などの抽象的な記述が目立った。しかし、「勉強への意欲の足りなさが今回の原因。ただ、友達と勉強しているときは比較的モチベーションが保たれた。このように勉強の仕方を変えたいかないと(後略)」と勉強方法を変えることに気付かされたという記述もあった。

事前では、「勉強時間をきっちり確保するために、あらかじめ勉強時間の計画を立てておく。」「応用がきかないことが分かったので、応用力を身に付けるために何回も復習しようと思った。」など、より具体的な記述が多く見られた。

プロセスでは、「見直しをする」「焦らずに丁寧に解く」など、問題を解く過程の行動を改めたいとする記述があった。しかし、その中の19件には、「正しくしっかりと覚え、見直しをする」「もっと早めからテスト勉強に取り組む」など、事前の準備への言及があった。

4. 考察とまとめ

任意の試験について、点数・学習時間・学習方法・間違いの種類を具体的に見直し、間違いのパターン・次への学びについて自己分析してもらった。

その結果、約63%の学生が(事前77件+プロセス中19件)が事前準備の不足、すなわち、普段の学習が不足していることに気づき、なんらかの方法をとる必要があると認識したことがわかった。

他方、「何を学んだのか(次に何がいかせるのか)」については、「時間をのばす」「見直しをする」など具体性に欠くものが見られた。試験の振り返りを自己調整学習につなげるためには、よりいっそう具体的な学習方法・計画が記述できるように項目を改善する必要のあることがわかった。

謝辞：本研究はJSPS 科研費16K00479の助成を受けた。

参考文献

- (1) 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”, (2017)

臨床工学技士国家試験対策のための Moodle 向け問題入力補助機能の提案

Proposal of Quiz Input Assistance Function for Moodle for Clinical Engineer National Exam Preparation

龍 則道^{*1}, 古川 文人^{*1}, 渡辺 博芳^{*1}

Norimichi RYU^{*1}, Fumihito FURUKAWA^{*1}, Hiroyoshi WATANABE^{*1}

^{*1} 帝京大学大学院理工学研究科

^{*1}Graduate School of Science and Engineering Informatics, Teikyo University

Email: 17tm02hs@stu.teikyo-u.ac.jp

あらまし：臨床工学技士国家試験対策では、1)出題形式に慣れる、2)知識の定着の両立が求められる。1)のためには、過去問による演習が有効である。2)知識の定着のためには理解の確認を繰り返すことが必要であるが、過去問のみの演習では問題があるため出題形式を増やすことによる効果的な学習方法を検討したい。複数の出題形式の問題で反復練習するためには、1つの過去問情報に対応する複数の形式の問題を準備することが望ましい。本稿では、これらの問題整備の効率化のために、臨床工学技士国家試験の過去問を入力することで、同じ内容を問う複数形式の問題を自動生成する手法を提案する。

キーワード：臨床工学技士, LMS, Moodle, 問題入力補助

1. はじめに

臨床工学技士養成の教育現場における目標には、知識の理解、技術の習得、国家試験合格が挙げられる。臨床工学技士国家試験の学習においては過去問題を繰り返し解き、知識を定着させていく反復学習が有効的といわれる⁽¹⁾。

臨床工学技士国家試験の対策では、1)出題形式に慣れる、2)知識の定着の両立が求められる。1)のためには、過去問ベースの問題演習が有効である。2)知識の定着のためには、理解の確認を繰り返すことが必要であるが、過去問のみの演習では答えのみを覚えてしまうなどの問題があるため出題形式を増やすことによる効果的な学習方法を検討したい。過去問題は多肢選択形式で、この形式に着目すると、過去問形式とは異なる多肢選択形式の問題で反復練習することが現実的である。これに 대응するためには、1つの過去問に対応する複数の形式の問題を準備することが望ましい。

問題を反復練習するための環境としてはLMS(Learning Management System)のテスト機能をベースとすることが妥当と考える。LMSは教育機関での導入実績があり、費用対効果の面でも有効であると考えられるためである。

臨床工学技士国家試験の出題形式とは異なる多肢選択形式の問題としては、正解数を提示する場合の問題や提示しない場合の問題、正誤を問う論理を逆転させる問題などが考えられる。通常、異なる形式の問題情報を別々に入力しなければならない。

本研究では、この問題整備を効率化するために、臨床工学技士国家試験の過去問を入力することで、同じ内容を問う複数形式の問題を自動生成する手法を提案する。

2. 関連研究

福坂らの研究⁽²⁾は類似問題整備の効率化という本研究と共通する目標に対して、出題形式は固定し問題文などの問題そのものを過去問から構築した知識ベースから半自動生成(人手による確認・修正を前提)する手法である。これに対し、本研究は過去問の問題内容は固定し出題形式を変えた問題を完全自動生成する手法である点が異なっている。

畑らの研究⁽³⁾や問題入力効率化ツールであるKimooton⁽⁴⁾は対象者が問題入力者である点は本研究と同様である。しかし、これらはひとつの出題形式でのみ出力するのに対し、本研究は異なる複数の出題形式で出力する点が異なっている。

3. 臨床工学技士国家試験出題形式

臨床工学技士国家試験の出題形式(国試形式)には5肢択1、5肢択2、5肢択3の3種類がある。5肢択2および5肢択3の解答候補の組合せは、通常10通りであるが、国試形式では5通りに限定して出題される。図1に5肢択3の国試形式問題の例を示す。問題は、問題文、選択肢(図中a~eの選択肢)、解答候補の組合せ(図中1~5の選択肢)から構成される。過去問情報は、これらの問題情報および解答候補の正しい組合せを示す選択肢の番号から成る。

4. 提案する機能

本研究で提案する問題入力補助機能を図1に示す。3章で述べた国試形式の過去問情報を入力することで、解答候補の組合せそのものを直接問う2種類の多肢選択形式問題を出力する。すなわち、解答候補の数を明示する問題(形式A)および明示しない問題(形式B)の2種類である。これらの問題を、LMSにインポート可能なフォーマットに変換して出力する。

本機能の実装は、MoodleなどのLMSへの組み込

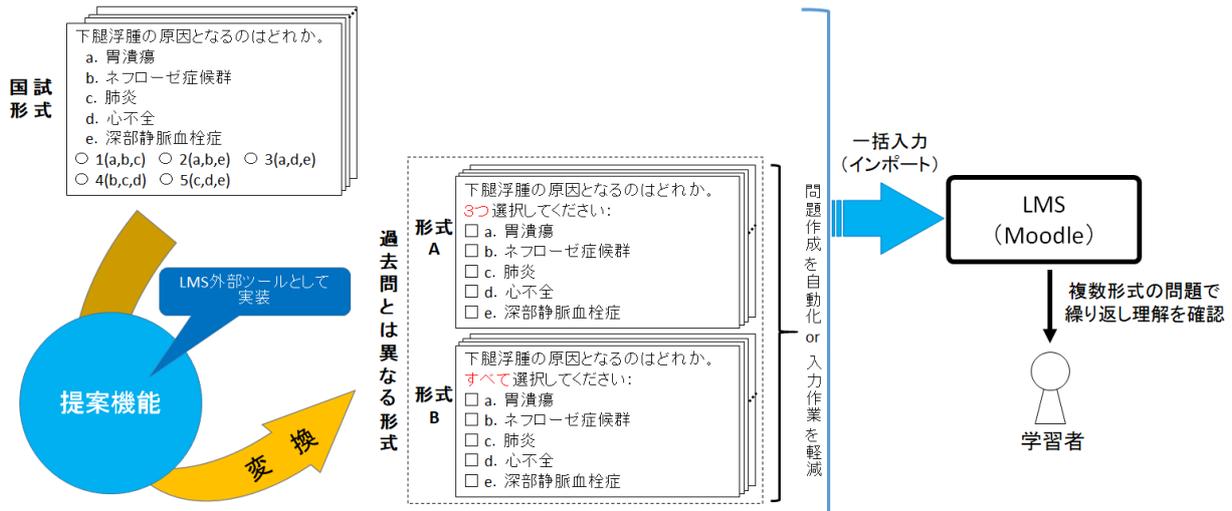


図1 提案する問題入力補助機能の概略

みと LMS の外部ツールの 2 通りが考えられる。本研究では、LMS のひとつである Moodle を対象とし、LMS の外部ツールとして実装する。それは出力フォーマットを LMS ごとに変えることで、容易に様々な LMS に対応できる利点があるためである。

5. 予備評価

提案する問題入力補助機能の有効性を検証するための予備評価として、国試形式および国試形式とは異なる形式(形式 A)の問題入力に要する時間を計測した。

入力する問題は過去問の 5 肢択 2 と 5 肢択 3 の問題で、問題文中に図がある問題および図がない問題をそれぞれ無作為に 3 問ずつ抽出した。構築した Moodle に国試形式および形式 A の問題情報をそれぞれ入力し、3 問の入力に要する時間を測定した。問題文中に図がある場合は、PDF ファイルの問題情報から図を切り出す時間も国試形式の入力時間に含める。なお、形式 A の問題入力時は既に図を切り出していることから、図を切り出す時間は含まない。

この計測結果を図 2 に示す。1 問の問題情報を入力するためには分オーダーの入力コストを要することが示された。そのため、国家試験 1 回分 (180 問) すべての問題を入力するために相当の時間を要することが予想できる。今回は予備評価であり、実際には Kimooton⁽⁴⁾などの効率化ツールを使って評価の方がより実践に近い評価になる。しかし、この結果から、提案する問題入力補助機能によって、問題入力者は国試形式による問題入力のみでよく、入力コストを抑えることが可能になることが示唆された。

6. まとめ

本研究では、出題形式を増やすことによる効果的な学習方法を検討する初期段階として、問題整備を効率化のために、臨床工学技士国家試験の過去問を入力することで、同じ内容を問う複数形式の問題を

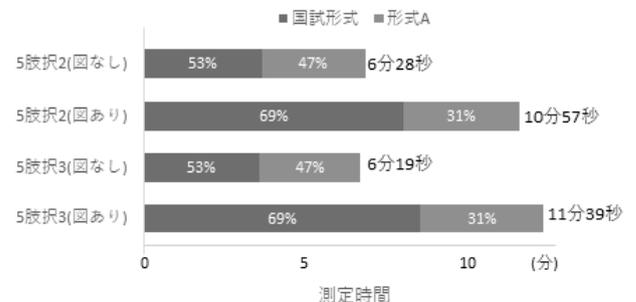


図2 国試形式および形式 A の問題入力時間

自動生成する手法を提案した。予備評価で問題入力には相応の時間を要することを確認した。提案機能によって、問題入力者は国試形式による問題入力のみでよく、入力コストを抑えることが可能になると考えられる。

提案機能の実装は、LMS のひとつである Moodle を対象とし、容易に様々な LMS に対応できる利点を有する LMS 外部ツールとして実装する。具体的な実装方法については今後検討する。

参考文献

- (1) 佐々木典子: “臨床工学技士の認知領域の能力向上に及ぼす試験の繰り返しによる効果”, 日本保健福祉学会誌, Vol.20, No.2, pp.15-22 (2013)
- (2) 福坂祥基,高木正則,山田敬三,佐々木淳: “過去問題をリソースとする知識ベースを活用した問題自動生成システムの開発と評価”, 情報教育シンポジウム, pp.39-46 (2016)
- (3) 畑篤,木原寛,上木佐季子: “Word を利用した Moodle 穴埋め問題一括変換ツールの開発”, MoodleMoot Japan 2015, pp.25-27 (2015)
- (4) 株式会社エデュプレイ: “Kimooton”, <https://eduplay.co.jp/products/app/kimooton.html>

確率の文章題における思考過程の分析

Analysis of thinking process in a story problem of a probability

中谷 隼斗^{*1}, 仲林 清^{*2}

Hayato NAKATANI^{*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: s1432107DG@s.chibakoudai.jp

あらまし：数学の文章題についての学習者の思考過程を確率の分野を対象として調査した。学習者の文章題に取り組む思考過程を変換，統合，プラン，実行の4過程に分け，それぞれの過程に対応する問題を出題し，考察を行った。調査の結果，文章題でつまづいているのか，確率の概念でつまづいているのか，あるいは両方かなどのパターン分けをすることができた。学習者の思考ごとの能力の差まで測ることは困難であったが，各過程の能力にどのように取り組んでいるかが分かる特徴的な回答をしている学習者も数名見られた。

キーワード：数学文章題，確率，思考過程

1. はじめに

確率の問題は文章での出題が一般的である。そのため文章題に苦手意識を感じている学習者は，確率の問題にも苦手意識を持つことが多い。それと同時に，確率の公式を導き出す過程に苦手意識を持っている学習者も多い。このように確率の問題に苦手意識を持っている学習者は，文章題につまづいているのか，確率の概念につまづいているのか，あるいは両方かなど理解を妨げている原因が分かりにくい現状が存在する。従って，学習者がどこの過程につまづいているのかを把握することが必要である。

2. 対象とする思考過程

本調査では学習者の文章題に取り組む思考を変換，統合，プラン，実行の4過程に分け調査を行った。

変換・統合・プラン・実行の四過程は図1のようになっているおり，1つ1つの過程が独立しないで一連の流れとしてつながっている^{(2)~(5)}。

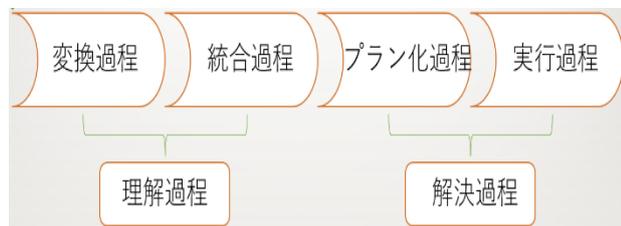


図1 思考過程イメージ図

変換過程は問題文の1文1文を理解する過程である。1文ごとに表現されている内容を理解するために，数学の事実に関する知識や言語知識を必要とする過程である。

統合過程は1文1文のイメージを関係づけ，問題についてのメンタルモデルを作り出す過程である。

ここでいうメンタルモデルとは「何がどのように作用するかを考える」ことを指す。

プラン化過程は解決方略のプランニングを行う過程であり，式を組み立てる過程である。

実行過程はプラン化過程で作られた数式を計算する過程である。ここでは，四則計算の実行に直接関わる計算の手続き的知識が使用される。

3. 実験

本調査では，対象となる思考過程の関係性を調べるため，変換，統合，プラン，実行に対応する問題を各5問，確率以外の計算問題を10問の合計30問出題し，被験者(理科系大学の3~4年生15名)を対象として数学の学力調査を行った。次に，問題に対してどのような意識で取り組んだかを調査するためにアンケートを配布し，回答させた。

4. 結果と考察

本調査の各課程の結果を表1に示す。

理解・解決過程ともに良好なタイプIの学習者は5名であり，この学習者たちは全過程において優秀な成績をおさめていた。

理解・解決過程ともに不良なタイプIVの学習者は2名であり，この学習者たちの解答用紙は空欄が多かった。問題が難しく解くことができなかった際に，解く努力をしたが解答に至らなかったのか，問題を見て諦めてしまったかなどの判別にはヒアリングの必要があると考えられる。

理解過程のみ良好なタイプIIの学習者は4名であり，この学習者たちの解答を見ると， 2^4 を8と解答している箇所や， $\frac{6}{36}$ を約分せずに解答している箇所など確率の概念ではなく計算能力にも低い傾向も見られた。タイプIIの学習者のうち1名の解答用紙

を見ると、図2や3のように、解答欄以外のスペースに統合過程に該当する図や表を作成しようという意図が見られた。また、タイプIIの学習者Bは事後アンケートの統合過程に関する「本調査の文章題を解く際、イメージを頭の中で想像しながら行った」、「本調査の文章題を解く際、イメージを絵や図でかいたりした」という設問に対して、5段階評価中4番目の高い評価をしていて、統合過程に対しての高い意識が見られた。

解決過程のみ良好なタイプIIIの学習者は2名であった。2名のうち1名の解答の一部を図4と5に示す。この回答は正答から1つ解答が抜けている状態である。これが、ケアレスミスなのか、誤答なのかを判断することが出来ず、ヒアリングの追加が必要である。

特徴が見られなかったタイプVの学習者は2名であり、この学習者2名は各過程において平均的な点数であり、解答やアンケートからも特徴的な部分は見られなかった。

5. 今後の課題

本調査では四つの思考過程を理解、解決の二過程に分けて調査を行った。しかし、二過程での調査では、正確な過程ごとの関係性まで測ることは困難であった。

また、確率独自に対する思考を知ることも必要になってくる。学習者の回答が文章題全体によるものなのか、確率特有の回答なのかを、今後行う調査の前に部類分けをすることで、確率につまづいているのか、文章題につまづいているのかなどの内容を測ることが出来ると考える。

全体的な調査の正確性の向上のためにも、問題の見直しやアンケートの改定など四つの思考過程に対応した問題を作成する必要がある。

参考文献

- (1) 「日本の15歳の読解力の低下 大人も子供も「スマホ依存」に注意」
http://theliberty.com/article.php?item_id=12317 (2018. 5. 26)
- (2) 岡 直樹, 真鍋 明日香「適切な問題解決方略の習得へ向けた学習支援」広島大学大学院研究科紀要 第一部 (2013)
- (3) 飯塚 佳乃「算数科における問題解決促進のための学習支援の工夫-文章題解決の4つの下位過程に着目して-」群馬大学教育実践研究 (2016)
- (4) 石田 淳一, 多鹿 秀継「子供の算数文章大解決過程の認知論的分析I」相木教育大学教科教育センター研究報告 (1988)
- (5) 中尾 由佳「文章題解決過程における確かな課題は悪のための手立てに関する研究-小学校算数科 第3学年 数量関係 D「□を」を使った式」の指導に関する研究-」広島市教育センター (2010)

表1 タイプ別の学習者の平均点

	I	II	III	IV	V
変換	4.0	4.0	3.0	2.0	4.0
統合	4.5	3.0	2.5	1.5	3.3
プラン	4.6	1.3	4.5	1.3	4.0
実行	4.6	1.3	4.5	2.5	4.5
平均	4.4	2.4	3.6	1.8	3.9
計算力	3.7	3.5	3.0	1.3	4.0

- I 理解・解決過程ともに良好な学習者
- II 理解過程のみ良好な学習者
- III 解決過程のみ良好な学習者
- IV 理解・解決過程ともに不良な学習者
- V 特徴が見られなかった学習者

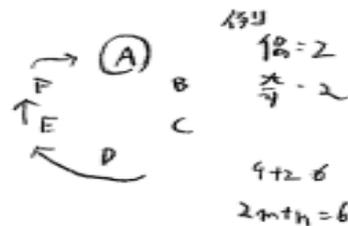


図2 学習者解答用紙抜粋I



図3 学習者解答用紙抜粋II

④ Z=5となる組み合わせをすべて答えなさい。
(例 Z=3の時1, 2, 4と1, 4, 2などの組み合わせは1緒とする)

1 2 6 1 3 6 1 4 2 1 5 6

図4 学習者解答用紙抜粋III

③ Aチームが5試合目に3勝目をあげる場合の図を下の枠に書いてください。
(Aチームが3試合目に2勝目をあげるとき OXO XOO など)

OOX^o OXX^{oo}
OX^oX^{oo} OXY^{oo}
OX^oX^o

図5 学習者解答用紙抜粋IV

図の外化によるプログラム内容理解における学習者評価

Learner Evaluation in Program Comprehension by Diagram Externalization

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：プログラミングの理解力向上を目的として学習者がプログラム全体の流れやイメージを図として外化する方法を考えた。使用したプログラム課題は雑誌の購読サイトをモデルしたものであり、記事によって閲覧できるかどうかを判断するものである。いきなり図を描くことは困難なことから構文の意味や役割、必要性和クラス間の関係、繋がりを意識させる支援課題を作成した。図を描く実験群と描かない統制群の合計8人で比較を行った。両群の理解度に大きな違いはなかった。実験群は、図を外化できた学習者とできなかった学習者に分かれ、外化できた学習者には理解度の向上が見られた。

キーワード：プログラミング, 外化, 図, 理解力向上, 学習手法

1. はじめに

プログラミング学習をする上で重要なのは、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を理解したつもりとなっていることがある。この原因として構文1つ1つを単体でしか理解できていなく、全体の流れを把握できていないこと、それによって構文の役割をプログラム全体の動作の流れと結び付け考えられていないことが挙げられる。

これ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、問題を解いていく上でヒントとなる。本研究では、学習者にプログラム全体の動作の流れを図として外化してもらうことで内容理解の向上を図る。

2. 学習目標

本研究では、オブジェクト指向プログラミング(OOP)のjavaを学習対象とする。OOPのプログラムを理解するためには、個々の構文だけではなく、クラス間の関係性を理解することが必要となる。OOPの理解に関して表1のようなプログラム内容理解レベルを設定した。レベル1は、構文1つ1つの意味や役割、必要性をプログラム全体のイメージや動作の流れと結び付けて考えることができない状態であり、レベル4は、構文の意味や役割、必要性和クラス間のやり取りと繋がりが、プログラム全体のイメージや動作の流れと結び付けて考えることができ、実行結果がある程度予測できている状態である。本研究では、学習者の理解がレベル4に到達することを目標とする。

表1 プログラム内容理解レベル

レベル1	一つ一つの構文が何をしているかが分かる
レベル2	プログラム全体から見た構文の意味、役割、必要性が分かる
レベル3	クラス間、構文同士の繋がりが、関係性を理解し、正しく繋げることができる
レベル4	全体としての構文の集合体を正しく繋げて動かすことができる

3. 学習手法

3.1 内容理解レベルを上げる手法

本研究では2章で述べた表1のレベルに沿って、学習者の理解レベルを向上させることを目標とする。そのために以下3つの手法を適用する。

1つ目は学習者が考えているプログラムの全体のイメージや動作の流れを図として外化してもらうことである。外化は2回行うことを想定している。外化に際しては、特に指示を出さず、学習者のプログラムのイメージ図を描かせる。2つ目は理解レベルを上げる支援課題である。レベルごとに段階を踏んで出題し、学習者が2回目のときに図として外化できる状態にするための支援を行う。内容は構文の意味や役割、クラス間の関係を問う問題である。3つ目は学習者の理解度を確認する理解度チェック問題である。内容は実行結果の予測やソースコードの一部を改変したプログラムの実行結果の予測、クラス間でやり取りされているインスタンスや変数の中身を問う問題となっている。

学習手法を行う手順としては最初にソースコードを配布し、1回目の外化を行う。その後、支援課題でプログラムの内容を意識させ、2回目の外化を行う。最後に理解度チェック問題を行い学習者の内容理解

度を確認する。

3.2 問題の分類

理解度チェック問題の各問について表 1 のレベルと比較し、2 種類の問題を作成した。

1 つ目は、表 1 のレベル 2~レベル 3 相当の問題で、部分的なプログラムの動作の流れが分かっているならば答えが予測できる問題である。これを分類 1 とする。2 つ目は表 1 のレベル 4 相当の問題で、プログラムの動作の流れや内容を理解できていないと解くのが難しい問題である。これを分類 2 とする。

3.3 評価基準

2 回目以外化した図と、理解度チェック問題の解答を評価した。

図の評価基準は以下の 2 点である。

(1) メインクラスを中心として見たときの動作の流れやロジックが正しいかどうか

(2) メインクラスとサブクラスのやり取りや繋がりが正しいかどうか

理解度チェック問題は分類 1 と分類 2 の正答数を比較した。

4. 実験の構成

図を描く実験群と描かない統制群で比較実験を行った。統制群の学習を行う手順は図を外化することを除いたものとなる。事前問題を作成し、実験群と統制群の能力が均等になるようにした。対象者は情報系大学の学部 4 年生 8 人である。

5. 実験結果

実験を行った結果、実験群は図として外化できた学習者 2 名とできなかった学習者 2 名に分かれ、正答数に大きな差が出た。実験群の理解度チェック問題の結果を表 2 に、学習者 C、D が外化した図を図 1、図 2 に示す。

C、D は図を外化できた学習者である。C は分類 1 の問題と比べて分類 2 の正答数が多かった。これは C の外化した図がプログラムのメインとなるロジックを中心とした内容であり、このような図を描くことによって理解度が向上し、レベル 4 に到達したのではないかと考える。

一方、D は分類 1 の正答数が多かった。これは D の図が C と比べてロジックに関わる内容が描かれていなかったため、理解度が向上せず、レベル 4 に到達しなかったと考える。

図を外化できなかった A、B はアンケート結果から C、D との大きな違いとしてクラス間や構文同士などのオブジェクト間の関係を意識していなかったことが分かった。

A は図を外化するときプログラムの大まかな流れしか意識できていないことが分かった。これは支援課題で意図したことが意識できず、プログラムに対するイメージがぼやけたままだったのではないかと考えられる。

一方、B は図を外化するとき何も意識していなかった。これはプログラムのイメージが持っておらず、支援課題で意図したことを意識しようがなかったのではないかと考えられる。

表 2 実験群の理解度チェック問題の正答数

	実験群			
学習者	A	B	C	D
分類 1	1	1	5	6
分類 2	1	1	6	1
合計	2	2	11	7



図 1 学習者 C が外化した図の例

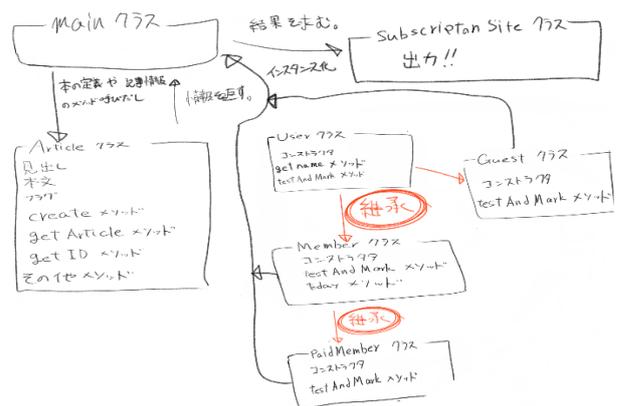


図 2 学習者 D が外化した図の例

6. 今後の課題

今後の課題として、図を外化できなかった学習者ができたこと、図を外化できたが本研究で想定していたレベルまで理解度の向上が見られなかった学習者が出たことからこれらのことについて解決策を考えていく。

参考文献

- (1) 鈴木宏明 教養としての認知科学 東京大学出版会 (2009)
- (2) 宮田仁: “状況論理的アプローチによるプログラミングの指導と認知的徒弟制理論を取り入れたアプローチ”, 教育情報研究, 15 巻, 1 号, P21-31(1999)
- (3) 独立行政法人情報処理推進機構: “問題冊子・配点割合・解答例・採点講評(2014 平成 26 年)”
https://www.jitec.ipa.go.jp/1_sukiru/mondai_kaitou_2014_h26.html#26aki

学部新入生における BYOD 環境の実態

Actual Situation of BYOD Environment 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。学部新入生の入学後、当該学生の所持端末の状況や、授業における大学生活の中での活用について調査を行った結果、ノートパソコンの必携を実施し、情報端末の活用機会が増えたことが確認された。また、必携実施にともなう問題点も明らかになった。本稿では、ノートパソコン必携 2 年目の取り組みについて報告を行う。

キーワード：モバイル, BYOD, ノートパソコン必携

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、PC 必携 2 年目の新入生に対して実施した、PC 必携に関する意識調査およびその考察について述べる。

2. PC 必携実施の過程

2015 年 4 月に、本学学長からの情報端末の必携化に対する諮問があり、法人設置の情報メディア基盤委員会で検討を行った。既に必携化を実施している、主に教員養成学部の大学へ訪問をしたり、学内でのアンケートを実施したりした。2015 年度 8 月に実施した学内アンケートでは教職員・在学生を対象とした（回収数：教職員 116、学生 897）。コンピュータ必携に対する賛否について、教職員の 54%、学生の 55%から前向きな賛成、教職員の 22%、学生の 33%からは反対の意見を得た。賛成意見では、「便利」「今後不可欠」「個人所有できるメリット」が主な意見として挙げられる一方、反対意見では「金銭面」に対する不安が挙げられた。

調査やアンケートをもとに、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。2018 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
- バッテリー：5 時間以上（8 時間以上推奨）
- ハードウェアキーボードを有する
- OS：Windows 8.1 later OS X 10.10 later
（Mac は 10.13 にアップデート可能なこと）
- Office：Word, Excel, PowerPoint 相当
- セキュリティ：定義の自動更新が可能

3. 新入生が持参する情報端末

入学者への案内は、入学募集要項で言及し、合格通知書に必携化の案内を同封した。機種の違いについて、十数件の問い合わせがあったものの、大きな混乱はなかった。また、FAQ 対応として本学情報処理センター内に専用の Web ページを開設し、対応をはかった。

新入生が持参した PC の仕様については、ノートパソコン点検届を記入してもらい、本学 ICT 教育支援ルームにて集計を実施した。2018 年 5 月 31 日までに回収できた 920 件のノートパソコン点検届（新入生全体=940 名、回収率 97.9%）の集計内容から、いくつかのデータを紹介する。

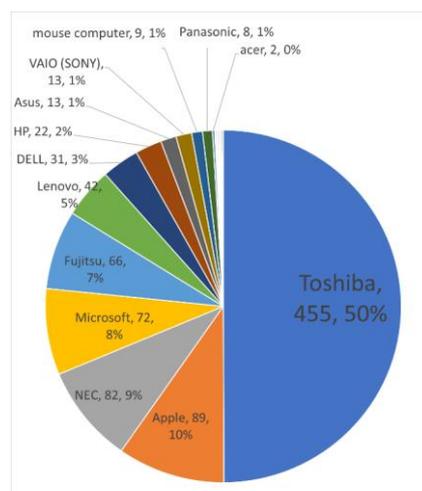


図 1 必携端末の機器メーカー内訳（台）

2018 年度の新入生における必携端末の機器メーカーの内訳について、図 1 に示す。本学の大学生協で取り扱っている端末メーカーが 1 社存在し、そのメーカーが全体の半数近くを占めている。なお、同メーカーの端末 455 台のうち、生協 PC は 382 台で

あり、すべてが生協 PC というわけではなく、73 台は別の方法で入手していることが確認できる。

また、所持端末のオペレーティングシステム (OS) の内訳を図 2 に示す。必携の仕様から、Windows 端末もしくは Mac 端末の複数種類を認める方針ではあるものの、87% が Windows 端末を所持する結果となった。一部、ある特定の OS 端末を推奨する専攻があった。ただし、あくまでも専攻からの「推奨」であるため、完全に各専攻が希望する端末環境は実現できていない。また、Windows OS 端末の所有者の中には僅かではあるが、仕様を満たしていない Windows 7 端末を所持する者も確認された。

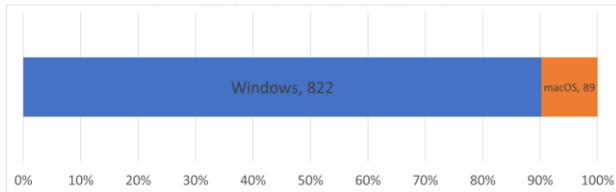


図 2 必携端末の OS 内訳 (台)

次に、端末の購入値段帯について、図 3 に示す。新入生のうち 534 名 (58%) が 15-20 万円の値段帯の端末を所持していることがわかる。このうち、生協 PC (18 万円程度) が 382 名である。

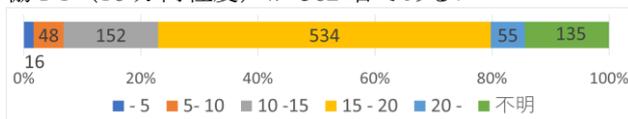


図 3 必携端末の購入値段帯の内訳 (万円)

必携端末の購入時期について、図 4 に示す。ほとんどの新入生は年度が変わる 3 月、4 月に準備を行っていることがわかる。なお、生協 PC については、受け渡しを兼ねたセットアップ講習会を 2018 年 4 月 2 日～4 日の間に実施している。

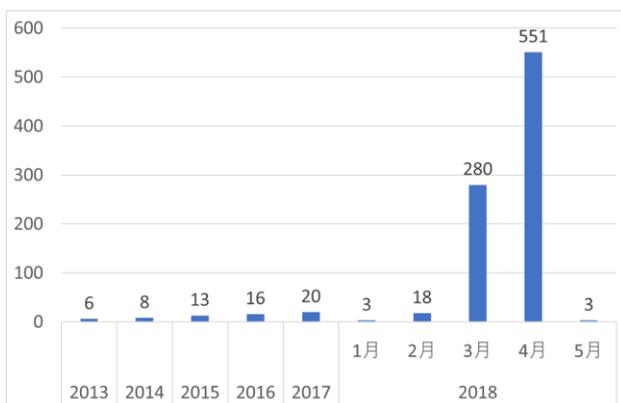


図 4 必携端末の購入時期

既に所有している PC の持ち込みをある程度認める仕様ではあったものの、図 4 から、88% の新入生が何かしらの形で PC を新規で購入していることが伺える。

Office 環境の導入については、マイクロソフト社の Word, Excel, PowerPoint 相当が利用できれば良い

としている。2017 年度には、生協 PC に Microsoft Office をバンドルせずに、ウチダの学割 Office⁽²⁾ の導入を案内した。Office インストールの作業工数が相当数かかり、本学 ICT 教育支援ルームへの問い合わせが相当数発生したことから、QA 対応の負荷を下げるため、2018 年度には Microsoft Office をバンドルした生協 PC の販売とした。導入状況を表 1 に示す。

表 1 ウチダの学割 Office の導入状況 (件)

	2017 年度	2018 年度
ウチダ Office 購入数	494	112
ウチダ Office 導入支援対応件数	123	6

4. 学生の利用状況

2017 年度に引き続き、必携端末利用者に対する PC 必携に関するアンケートを実施した。1 年次必修科目である ICT 基礎 a で実施した (2018 年 5 月末～6 月初旬に実施)。アンケートの中で、必携 PC は毎日持参するのではなく、必要な授業時にのみ持参する者 (週 2-3 日程度) が多いことがわかった。これは、授業担当者が PC 持参を指定している場合に、受講生が PC 持参を義務であると認識している反面、それ以外の授業では不要であることが伺える。

図 5 に、入学して 2 ヶ月経過した時点での必携制度に対する是非を問うた結果を示す。PC を授業内で活用する機会が 2017 年度に比べてやや増え、全体として、肯定的な意見が増えたことが確認できる。

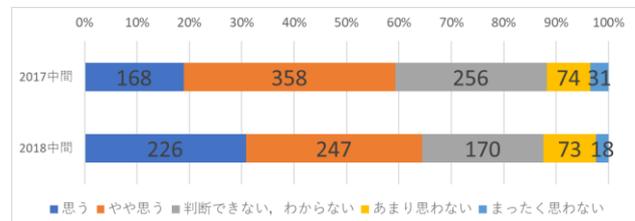


図 5 必携制度に対する是非 (2017 年度・2018 年度)

5. 今後の課題

PC 必携 2 年目が開始され、学内に個人所有 PC が当たり前にある状態に段々と移りつつある。あらゆる情報にアクセスできて便利な反面、利用者からの声として、依然として「Wi-Fi が接続できない区域」、「充電箇所の確保」、「さらなる授業での活用」を望む声は多い。授業をはじめとする様々な利用シーンを、学生、教職員それぞれに提案し、学生の ICT 活用能力の向上を支援するように努める。

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) 内田洋行, ウチダの Office 学割, <https://www.uchida.co.jp/education/office/> (2018/06/12 閲覧)

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

Trial of Peer Assessment Learning for Career Education Course 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：短期大学の初年次キャリア教育科目において、他者との相互作用を重視したキャリア教育科目をデザインするために、Moodle を用いて 2 種類の相互評価学習を試行した。実践後の受講生のアンケート調査から、匿名の課題を相互評価する群（匿名群）よりも氏名を表示した課題に対して相互評価を行う群（実名群）のほうが、他者から評価を受けることについてやりがいを感じていることがわかった。自分とは異なる他者の考えを知ることの意義や楽しさに関しては、匿名群、実名群ともに肯定的であった。相互評価学習システムについては、匿名群のほうが使いやすいと回答した。評価対象者の実名/匿名については、実名群のほうがどちらでもよいと答えた割合が多かった。

キーワード：キャリア教育、相互評価学習、Moodle、ARCS モデル、デザイン研究

1. はじめに

キャリア教育の目的の一つは、他者との相互作用の中で自己理解を深め、主体的なキャリア形成能力を育成することである。筆者はこれまで、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、進路選択課題に関わる相互評価学習を中心とした授業を設計し、Moodle を活用し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⁾。しかしながら、相互評価学習の実施は全体のうちの一部の回のみであり、授業全体を通じて活発な相互コメントを促すコミュニティづくりや足場かけの検討が必要であることが分かった。また、多様な学生が受講する非同期 e ラーニング形式の科目において同様の実践を行ったところ、授業全体を通じた相互コメント学習により、他者を評価することが自らの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⁾。

そこで本研究では、既存の相互評価学習実践モデルを発展させ、他者との相互作用をさらに重視したキャリア教育科目をデザインするために、Moodle を用いて 2 種類の相互評価学習を試行し、実践後の受講生のアンケート調査をもとに、相互評価学習方法と相互評価学習システムについて検討する。

2. 方法

2.1 対象

私立短期大学において、2018 年度前期に 1 年次選択科目として開講されたキャリア教育科目「キャリア形成論」2 クラスの受講者 75 名を対象とした。2 クラスともに、家政系学科、栄養士養成、幼児教育、の 3 つの専門分野の学生が混在したクラスである。

2.2 授業設計と相互評価学習方法の概要

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、キャリアプラン作成に必要な社会状況についての知識習得や自己理解を目的とした講義・演習を行い、第 11 回～15 回でキャリアプラン作成・発表とそれに関わる相互評価学習を行う。

第 1 回～10 回のうちの 2 回の講義について、授業の最後のリフレクション課題を LMS に提出し、次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。課題提出、相互評価学習には Moodle を用いた。2 クラスのうち、一方はデータベースモジュールに匿名で課題を提出し、匿名での相互評価を行った。もう一つのクラスは、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として課題を提出し、投稿内容を匿名で相互評価した。以下、本稿では前者を匿名群、後者を実名群と表記する。評価の対象は、両群とも「お互い様効果」を考慮せず、教員が一人あたり 5～7 件をランダムに割り当てた。評価尺度については、両群ともに「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する方法を採った。相互評価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

	匿名群 (N=36)	実名群 (N=39)
Moodle モジュール	データベース	フォーラム
投稿者氏名	匿名	実名
評価者氏名	匿名	匿名

表 2 相互評価学習に対する動機づけ (* $p < .05$)

質問項目	匿名群 (N=33)	実名群 (N=38)	t検定
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)
	やりがいがあった (R)	4.00 (0.61)	4.11 (0.56)
	自分の考えに影響を与えた (R)	4.33 (0.92)	4.13 (0.93)
	相手のためになる評価ができた (C)	4.06 (0.79)	4.00 (0.57)
	やってよかった (S)	4.33 (0.78)	4.32 (0.62)
	今後もやってみたい (S)	3.91 (0.95)	3.89 (0.86)
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)
	やりがいがあった	3.94 (0.61)	4.24 (0.54) *
	自分の課題の内容に影響を与えた (R)	3.97 (0.98)	3.84 (0.79)
	自分ができたことを認めてもらった (C)	4.03 (0.85)	3.87 (0.74)
	やってよかった (S)	4.21 (0.74)	4.16 (0.72)
	今後もやってみたい (S)	3.82 (0.92)	3.74 (0.72)

2.3 調査方法

2回の相互評価学習終了後に Google フォームで調査を行った。有効回答数は匿名群 33 件、実名群 38 件の計 71 件であった。相互評価学習に対する動機づけの把握を目的として、ARCS モデル³⁾を参考に 12 項目 (5 件法) を作成し、各項目について、「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、評価対象となる課題の投稿者氏名表示/非表示の好み、システムの使いやすさ (5 件法)、相互評価学習方法およびシステムについての任意の自由記述についても同時に回答を求めた。

3. 結果

3.1 相互評価学習課題に対する動機づけについて

相互評価学習における、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関する質問項目について、各群の回答平均値 (標準偏差) を算出し、対応なしの t 検定を行った結果を表 2 に示す。「他の学生から意見を評価されることはやりがいがあった」という設問のみ、実名群のほうが優位に高かった ($t(69)=-2.177, p<.05$)。

また、自由記述からは、匿名群、実名群ともに、自分とは異なる他者の考えを知ることの意義や楽しさに関する意見が多数得られた。

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、匿名群が 3.91 ($SD 0.15$)、実名群が 3.34 ($SD 0.21$) であり、 t 検定を行ったところ、データベースモジュールを利用した匿名群の方が優位に高かった ($t(64.574)=2.231, p<.05$)。

3.3 評価の実名/匿名について

相互評価学習の実施において、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。匿名群/実名群によって好みに差があるかを検討するため、期待度数が少ない「氏名を表示」の列を除外して、カイ 2 乗検定を行

ったところ有意差が認められた ($\chi^2(2)=15.178, p<.01$)。残差分析から、実名群のほうが匿名群よりも「どちらでもよい」と回答した割合が多かったことが明らかになった。

表 3 投稿者氏名の表示についてのクロス集計

クラス	匿名	氏名を表示	どちらでもよい
匿名群	27	0	6
実名群	14	3	21

4. まとめ

他者との相互作用を重視したキャリア教育科目をデザインするために、Moodle を用いて課題提出が匿名/実名の 2 種類の相互評価学習を実践した結果、以下のことが明らかになった。

- 実名群のほうが、他の学生から評価を受けることにやりがいを感じている。
- Moodle のフォーラムモジュールよりも、データベースモジュールを使った群のほうが、システムの使いやすさについて肯定的である。
- 評価対象者の氏名表示について、実名を望むものは両群ともに少ないが、実名群のほうがどちらでもよいと答えた割合が多い。

今後は、相互評価学習方法と進路選択自己効力の変化との関連を調査し、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を検討していきたい。

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) 鈴木克明: “『魅力ある教材』設計・開発の枠組みについて—ARCS 動機づけモデルを中心に—”, 教育メディア研究, Vol. 1, No. 1, pp. 50-61 (1995)

アルゴリズムの特徴理解を促す アルゴリズムアニメーションと学習課題の分析

Analysis on Algorithm Animation and Learning Task to Promote Understanding of Algorithm Characteristics

下川 輝^{*1}, 仲林 清^{*2}

Hikaru SHIMOKAWA^{*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: s1432078qy@s.chibakoudai.jp

あらまし:アルゴリズムアニメーションはアルゴリズムの動的な振舞いを学習者に伝えやすいというメリットがある。しかし、アルゴリズムの特徴を理解させるためには不十分な場合がある。本研究では文字列検索アルゴリズムのボイヤー・ムーア法のアニメーションを開発し、さらに特徴理解を促すための学習課題を取り入れた。具体的には、他のアルゴリズムの動作と比較させること、特徴が顕著にあらわれる文字列の動作を確認させることと考えた。実験結果からアニメーションや学習課題について分析を行い、今後の課題の明確化を行った。

キーワード:アルゴリズムアニメーション, アルゴリズム学習, 特徴理解, 文字列検索

1. はじめに

アルゴリズムアニメーションとは、データ構造などを視覚的に表現して、それらを動的に変化させることにより、アルゴリズムの動作を直感的に学習者に伝えようとするものである。アニメーションの利点として教科書中の文章による解説や静的な図形による解説では理解することが難しいアルゴリズムの動的な振舞いを学習者に伝えやすい点が挙げられる⁽¹⁾。しかし、時間計算量やアルゴリズムの効率などの見た目だけでは伝えられないものは理解させることが難しい場合がある。本研究では文字列検索アルゴリズムのボイヤー・ムーア法（以下 BM 法）を対象として、アルゴリズムアニメーションを開発し、さらに特徴理解を促す学習課題を取り入れ、具体的には、他の文字列検索アルゴリズムの動作と比較させること、入力機能を用いて特徴が顕著にあらわれる文字列の動作を確認させることを課題とする。

2. 学習課題

BM 法の特徴理解を促す学習課題について説明する。学習者に理解させる BM 法の特徴⁽²⁾を表 1 に示す。

2.1 他の文字列検索アルゴリズムとの比較

BM 法の他に力まかせ法、クヌース・モーリス・プラット法のアニメーションを実装した。これらの文字列検索アルゴリズムと BM 法との違いはパターンの先頭から照合することや不一致情報を利用しないことである⁽¹⁾。学習者は同じ文字列に対して、それぞれの文字列検索アルゴリズムのアニメーションを確認することで BM 法の特徴や実際の文書処理で実用的であると気づかせることができると考えた。

2.2 特定の文字列の動作確認

BM 法の特徴が顕著にあらわれる文字列を 2 種類用意した。用意した文字列を表 2 に示す。「aaaaaaaa」「baa」は最大時間計算量の文字列、「This is an apple」「apple」は平均的な時間計算量の文字列である。学習者は最低限この文字列のアニメーションを確認することによって時間計算量や実際の文書処理で実用的であると気づかせることができると考えた。

表 1 理解させる BM 法の特徴

パターンの末尾から照合
不一致情報をもとに、何文字ずらすかを決定
実際の文書処理等において、実用的である
最大時間計算量 $O(mn)$
平均的な時間計算量 $O(m/n)$
m : テキストの長さ, n : パターンの長さ

表 2 用意した文字列

テキスト	パターン
aaaaaaaa	baa
This is an apple	apple

3. アニメーション教材について

アニメーション教材について説明する。アニメーション教材はブラウザ上で動作するものとした。アニメーション教材の全体図を図 1 に、出力結果を図 2 に示す。アニメーションは照合するごとにテキストの照合位置が緑色に変化していき、不一致となった場合は照合位置が赤色に変化し、次の照合位置にパターンをずらすという動作をする。

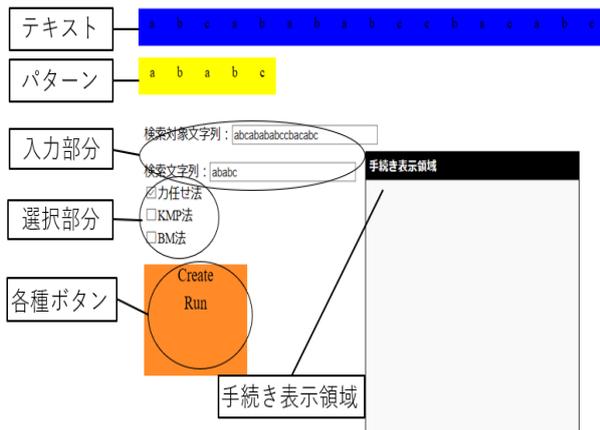


図1 アニメーション教材の全体図

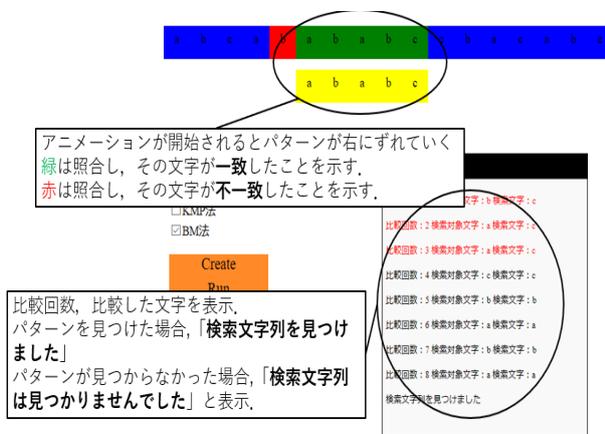


図2 結果の説明

4. 実験について

4.1 実験概要

本研究では、学習者に BM 法に関する問題を出題し、BM 法の動作を示した静的な図を参照した場合の解答と、アニメーション教材および特徴理解を促す学習課題を用いた場合の解答を比較して、学習方法が有効であるかを検証する。またアンケートを実施し、BM 法の特徴の理解度や実装してほしい機能や改善点について調査を行う。

実験は情報系学科 4 年生 4 人に対して行った。実験期間は 1 週間とし、実験中は他の被験者との相談およびインターネットの閲覧は禁止とした。

4.2 実験の流れ

実験は以下の手順で行った。

- (ア) 文字列検索アルゴリズムの動作を示した図を参照しながら問題に取り組む。(事前問題)
 - (イ) アニメーション教材および学習課題の操作を行い、問題に取り組む。(事後問題) 問題の内容は事前問題と同じである。
 - (ウ) アンケートへの回答
- 以上の作業が完了したら実験終了である。

5. 実験結果

事前・事後問題の結果を表 3 に示す。問 1, 問 2 では時間計算量以外の特徴に関する問題、問 3, 問 4 では時間計算量に関する問題を出題した。評価方法は○, △, ×の 3 段階評価とした。未回答や的外れな解答は×, 抽象的な解答や不足している解答は△, 具体的な解答は○とする。

事前と事後問題の実験結果を比較すると大半の学習者の解答に改善が見られた。特に問 3, 問 4 においては事前問題では×の解答が目立っていたが、事後問題では大半の解答に改善が見られた。

アンケートの結果としては「アニメーションを見ることで直感的に理解」や「最悪の場合の時間計算量はアニメーションで見ることによって理解できた」などのアニメーションを実際に見ることで理解できたという回答が見られた。また、「遅い理由, 早い理由がテキスト量とパターンによって変わるという事が分かったが、文章にするのが難しいと感じた」や「一般的な時間計算量では、説明をするのは難しい」などの時間計算量がなぜそうなるのかを文章にすることが難しいという回答が見られた。

表 3 事前・事後問題の結果

問題番号	学習者 A		学習者 B		学習者 C		学習者 D	
	事前	事後	事前	事後	事前	事後	事前	事後
問1	○	○	△	○	△	○	△	○
問2	×	△	△	○	△	○	△	△
問3	×	○	×	△	×	○	×	△
問4	○	○	×	○	×	○	○	○

6. アニメーションと学習課題の分析

実験結果およびアンケート結果をもとに、アニメーションと学習課題について分析を行った。アニメーションについては学習者の入力した文字列や検索方法を保存するためにデータベースと連携させる必要があること、また時間計算量の曖昧な理解に繋がる可能性のあるアニメーションの表面的な速さを注視させないように、アルゴリズムの段階的な表示が必要であると考えた。学習課題については不十分な学習内容や学習者の操作の不足、学習者の既有知識を考慮しなかったことなどが時間計算量の曖昧な理解に繋がってしまったのではないかと考えた。そのため学習課題の内容や組み立てをどのようにするのかを考える必要がある。

参考文献

- (1) 古川勝康, 井上勝行, 魚井宏高, 首藤勝: “制御の流れに重点をおいてアルゴリズム学習を支援するシステムの構想”, 電子情報通信学会技術報告, pp159-166(1997-03-15)
- (2) 大森克志, 木村春彦, 広瀬貞樹: “アルゴリズムの基礎” (1997)

機械学習による学習者の理解度推定

Estimation of Student's Performance based on Learner's data using Machine Learning

東 るみ子

Rumiko AZUMA

日本大学商学部

College of Commerce, Nihon University

Email: azuma.rumiko@nihon-u.ac.jp

あらまし：現在大学では学生の学力の低下が課題となり、教員は学生をつまづきを把握し、それに併せた学習支援を行うことが必要となっている。そこで本稿では、大学で従来から活用されているリアクションペーパーや授業アンケート、小テスト、試験などの情報をもとに、機械学習を用いて学習者の理解度の推定を試みる。理解が不十分な学生を早い段階から客観的に把握することができれば、最適な学習指導を促すことが可能になると考える。

キーワード：データマイニング、学習分析、機械学習、リアクションペーパー

1. はじめに

大学生の学力の低下が問題となり、近年リメディアル教育を導入する大学が増えてきている。そのため、従来の講義では理解ができない学生も増えており、教員は学生をつまづきを把握し、それに併せた学習支援を行う必要性が求められている。一方、教育情報のビッグデータ化に伴い、学習履歴と学習者の行動を分析することで、学習の質の向上をはかる研究も進んでいる。

そこで本稿では、大学で従来から活用されているリアクションペーパーや授業アンケート、小テスト、試験の点数などの情報をもとに、機械学習を用いて学習者の理解度の推定を試みる。従来から大学の講義で活用されているデータから、学生の成績を推定することができれば、講義を進めていく過程の中で理解が不十分な学生を客観的に把握することが可能となり、学習指導の改善に繋げることができる。

2. 先行研究

東⁽¹⁾は、カリフォルニア大学バークレー校で実施された Minute Paper⁽²⁾をベースとした「学習の振り返りシート」を用い、大学生の授業に関する自由記述と学生自身による理解度と予備知識に関する主観的評価から学生の理解度と関連の強い要因を分析した。授業ごとの自由記述に関しては、「軽い振り返り」「深い振り返り」など7つのタグ付けを行い、定期試験の点数との関連分析を行った。分析の結果、「深い振り返り」に弱い正の相関($r=0.314$, $p<.05$)は見られたものの、定期試験の結果に強く影響を及ぼす要因を見つけることはできなかった。

そこで本稿では、学生の理解度と関連のある要因を探るのではなく、理解度の低い学生と関連のある要因を分析し、学習データから成績不良の学生を推定する問題を考える。

3. 機械学習による成績の推定

3.1 学習データの説明

本稿では、先行研究で用いた学生 66 名分の学習の振り返り(自由記述)、理解度と予備知識度合の 5 段階アンケートの結果、小テストの点数、及び定期試験の点数を分析データとして使用した。

目的変数には定期試験の点数を使用した。説明変数には次の 13 変数を用いた。授業毎の(a1)小テストの点数、(a2)理解度、(a3)予備知識度の 3 つの変数。学習の振り返りの自由記述文章における(b1)専門用語の平均出現頻度、(b2)文字数の平均の 2 つの変数。

さらに振り返り文章にタグ付した(c1)深い振り返り、(c2)軽い振り返り、(c3)質問、(c4)感想、(c5)一言、(c6)要望、(c7)疑問、(c8)授業内容のみ、の 8 つの平均出現回数を説明変数とした。

3.2 変数間の相関関係

13 の説明変数に目的変数を加えた 14 種類の変数に対し、相関行列を作成し、変数間の相関関係を調べた。

その結果、目的変数と最も相関が高かった変数は(c5)一言($r=-0.47$)、次いで(c4)感想($r=-0.43$)であった。

説明変数間では、(b2)文字数の平均と(c1)深い振り返り($r=0.856$)、(b1)専門用語と(c1)深い振り返り($r=0.803$)が高い相関を示した。いくつかの変数間で高い相関はみられたが、本稿では成績不良の学生を推定することを目的とするため、全ての変数をそのまま予測モデルの変数として扱うことにした。

3.3 推定アルゴリズム

教師あり学習でクラス分類ができる 7 つの機械学習のアルゴリズムを用い、成績の推定を行った。本稿では、主に成績不良の学生を推定することを目的としているため、目的変数である定期試験の点数(平均値：58.7, SD ：18.7)を 2 つのカテゴリ(60 点以上：問題なし、60 未満：問題あり)に分類し、バイナリデータとして扱った。

推定結果の評価には、前節で挙げた学生のデータを学習データとモデル評価を行うテストデータに分割し、推定結果の妥当性の検証を行う交差検証を用

いた。

3.4 各アルゴリズムによる推定精度

それぞれの機械学習アルゴリズムによる推定精度 (F 値) を表 1 に示す。7 つの中で、Random Forest で成績を推定したときの精度が 53.3% と最も高かったため、本稿では Random Forest による分析結果をもとに考察を行った。

表 1 成績推定における精度 (F 値)

アルゴリズム名	精度
Naive Bayes	42.9%
Generalized Linear Model	30.8%
Logistic Regression	30.8%
Deep Learning	40.0%
Decision Tree	40.0%
Random Forest	53.3%
Gradient Boosted Trees	30.8%

3.4 Random Forest による分析

Random Forest とは複数の決定木の結果をあわせて、識別、回帰、分類を行うアンサンブル学習である。本稿では、ランダムサンプリングする説明変数の数 (木の深さ) を 4、木の数を 100 として予測を行った。構築された予測モデルにおける説明変数の重要度を表 2 に示す。ただし、各変数の重要度は最大値の変数を 1 として相対化したものである。

表 2 説明変数の重要度

説明変数	重要度
(b1) 専門用語の平均出現頻度	1.00
(c4) 感想	0.93
(c1) 深い振り返り	0.77
(c7) 疑問	0.70
(c6) 要望	0.68
(b2) 文字数の平均	0.66
(c5) 一言	0.60
(c3) 質問	0.45
(a2) 理解度	0.38
(a1) 小テストの点数	0.27
(c2) 軽い振り返り	0.17
(c8) 授業内容のみ	0.01
(a3) 予備知識度	0.01

表 2 より、成績を推定するにあたり (b1) 専門用語の出現頻度が最も重要度が高く、次いで (c4) 感想、(c1) 深い振り返りの影響が高いことがわかった。学生の主観評価である (a2) 理解度や (a3) 予備知識度は、さほど成績の推定に影響を及ぼしていない結果となった。

さらに成績が「問題あり」の学生を決定する際の影響度の高い説明変数を調べた。その結果を図 1 に示す。成績「問題あり」に正の影響を及ぼしている変数は、(c4) 感想と (c2) 軽い振り返りであった。す

なわち、振り返り文の内容が「感想」または「軽い振り返り」に分類された回数が多かった学生ほど、成績が悪かったことを示している。

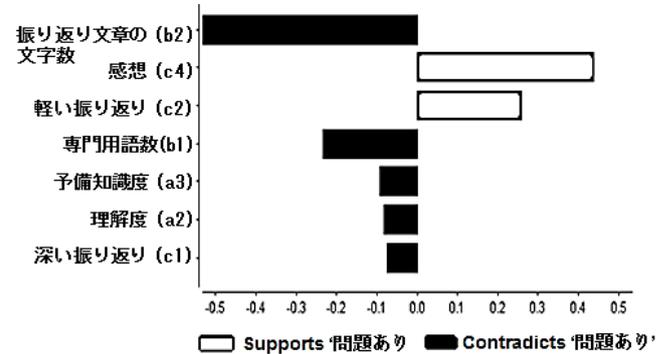


図 1 成績「問題あり」に対する説明変数の重要度

一方、(b2) 文字数の平均は負の影響度が最も高くなっていることから、振り返り文章の文字数が多い学生ほど成績が悪くないといえる。また、(b1) 専門用語に関しても成績「問題あり」に対して負の影響があることがわかった。

4. おわりに

本稿では、機械学習アルゴリズムを用いて大学生の成績の推定を行った。推定精度が最も高かった Random Forest による分析の結果、学習の振り返りにおいて「文字数」や「専門用語」が少なく、「感想」が多い学生ほど、成績が「問題あり」になることがわかった。一方、「文字数」や「専門用語」が多く、「疑問」が多い学生ほど成績は「問題なし」であった。

今後の課題としては、予測精度を向上させるためにデータ数を増やすことが考えられる。また、学習者の自由記述の文章を、どの視点から分類をすれば学習者の特徴を最も表す分類になるのかを再検討する必要がある。本稿で用いた分類は、KHcoder⁽³⁾のコーディングルールに基づいたものであったが、先行研究⁽⁴⁾⁽⁵⁾にみられるような別の分類法も検討する必要がある。

参考文献

- (1) 東るみ子: “テキストマイニングによる学習者の特性と理解度の分析”, 教育システム情報学会第 42 回全国大会, pp.73-74 (2017).
- (2) B.G. Davis, R. Wilson, L. Wood: 授業をどうする!—カリフォルニア大学バークレー校の授業改善のためのアイデア集”, 東海大学出版会(1995).
- (3) 樋口耕一: “社会調査のための計量テキスト分析”, ナカニシヤ出版, (2014)
- (4) 新谷一朗, 長井孝幸, 峯恒憲: “中学生の授業後振り返り文に基づく成績推定”, 電子情報通信学会信学技報, 117(326), pp.31-36 (2017).
- (5) Sorour Shaymaa, Mine Tsunenori, Goda Kazumasa, Hirokawa Sachio: “Examining students' performance based on their comments data using machine learning techniques”, 電気関係学会九州支部連合大会講演論文集, p.350 (2014).

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

A learning support system that supports blindness and low vision with the same teaching material and also supports deafblindness

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、全盲と弱視という学習メディアの異なる視覚障害を有する学生らが、同一の教材で学習を行うための教育支援システムと学習環境の整備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った。そのため、教師側の負担は大きく、教材作成に多くの時間が必要である。特に点字は話し言葉で、一般文書の書き言葉から変換すると、誤変換等の問題があった。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る。そこで、様々な情報機器などを活用し、1つの教材で全盲と弱視という学習メディアの異なる視覚障害者に対応できれば、新たな展開が期待される。また、このシステムは、盲ろうという、目と耳の両方とも不自由な学生に対しても対応可能であることが示唆された。

キーワード：家庭学習、電子教科書、電子黒板、視覚障害

1. はじめに

視覚障害者が利用する学習メディアは全盲と弱視で異なり、全盲は点字を利用し、弱視は拡大文字を利用する。更に弱視は、視覚障害の状況が個々に異なるため、拡大文字の大きさや字形も様々であり、さらにルーペや拡大読書器のような補償機器を併用する場合も多い。

一方、中途失明者等は、点字の読み書きの習得に多大の時間が必要なため、点字での学習が困難となり、点字ではなく音声を利用した学習となる。実際、中途失明者が多く在籍する視力障害センター等では、音声教材だけで学習できるように工夫している。つまり、視覚障害者の学習メディアとしては、点字・拡大文字・音声の三種類の教材が混在している。

これを教員側から考えると、学習者の要求に従って、点字・拡大文字・音声の三種類の学習メディアを用意する必要があるということである。また、拡大文字の場合は、学習者の状況により様々な文字サイズを用意する必要がある。教室で、教員が「教科書の5ページを開いて下さい」と言っても、点字・拡大文字・音声の各教材では、開くページが異なるため、「点字は、16ページ。12ポイントの文字は5ページ。18ポイントの拡大文字は、12ページ。音声は、8番目の初めから」と言うように、教材ごとに参照頁を指定しなければならない。

これをもしも、情報機器を活用し、リアルタイムで各々の障害補償を行い、1つの教材から、三種類の学習メディアに対応し、さらに弱視の個別対応も可能であるならば、このような問題は解決する。さらに、教材作成にかかる時間を生徒の学習理解度の

把握に当てることが出来るため、最適な学習教材を提供することが可能になるであろう。さらに、このシステムを活用することにより、全盲と弱視を一つの教材で教育することが可能な画期的なものとなすべく、盲学校等での学校でも利用可能なように、教授方法の改善や実証実験も含めて検証を進めていく。

2. 視覚障害者の利用する教材

視覚障害者の利用する教材は4つに大別される。

- ①点字：主として全盲が利用
- ②拡大文字：中度・重度弱視など
- ③普通文字：軽度弱視など
- ④音声教科書：重度弱視・全盲など(DAISY等)

通常、教材作製を行う場合は、最初、③の普通文字教材を作製する。②の拡大文字は普通文字のフォントサイズを変更して作製する。①の点字は普通文字を点訳ソフトで点字に変換し、変換ミスを修正する。④の音声教科書は、普通文字を合成音声ソフトで読ませて録音し、音声ファイル化する。つまり、普通文字を基準にそれぞれのメディアに変換する。

変換されたメディアは、それぞれの出力形式に従って、パソコンから出力することが可能である。例えば、パソコン上で、普通文字を点字に変換して、1行だけ点字に出力できる、点字ディスプレイを利用すると、点字出力が可能となる。

また、合成音声ソフトを利用すると、画面の普通文字を合成音声で読み上げることができる。さらに、パソコンのディスプレイをタッチディスプレイに交換すると、指の操作で、画面を拡大・縮小することが可能となる。

これらの機能をもしリアルタイムに変換出来たら、同時に様々な障害を持つ視覚障害者に対応できる可能性がある。つまり、3つの変換を同時に行うことができればよい。

普通文字 → 点訳 → 点字 → 点字ディスプレイ
→ 拡大処理 → タッチディスプレイ出力
→ 合成音声 → 音声出力

最大の問題は、これらの処理がリアルタイムで行うことが技術的に可能かどうかである。そこで、今回の研究では、その問題の検証を行うこととした。

3. 3つの教材をリアルタイムに出力する端末

普通文字を点字に変換し、点字ディスプレイで出力する方法や、合成音声を利用して出力する方法は以前にも報告してきた[1]。また、画面を拡大したり、電子黒板の文字を手元に出力して大きくしたりする手元型電子黒板なども報告した[2]。さらに、電子教科書と電子黒板を利用して、点字と音声を同時に利用するシステムも報告した[3]。しかし、画面拡大も含めて、3つの教材を同時にしかもリアルタイムに利用することは、技術的な困難を伴う[4]。

そこで、端末のスペックも含めて、検証を行うためにノートタイプとデスクトップタイプを試作した。

ノート型・デスクトップ型ともディスプレイは、タッチタイプ式である。指先で操作が可能のように工夫した。また、両者ともに点字ディスプレイを標準装備とし、画面読み合成音声も装備した。図1に試作機のイメージ図を示す。

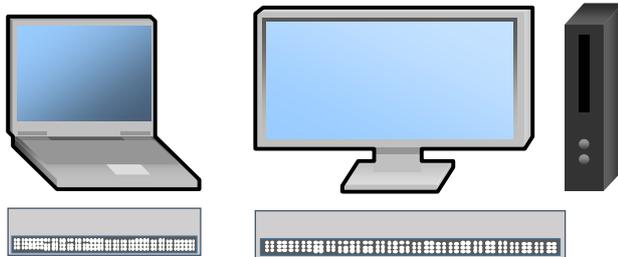


図1 ノート型とデスクトップ型の試作機イメージ

この試作機で、様々な技術的問題の検証を行った。

4. 盲ろうとは

盲ろうとは、目も耳も不自由な状態を言うが、状況に応じて次の4種類に大別できる。

- 1) 全盲ろう (全く見えず、全く聞こえず)
- 2) 盲難聴 (全く見えず、難聴)
- 3) 弱視ろう (弱視、全く聞こえず)
- 4) 弱視難聴 (弱視、難聴)

また、盲とろうの障害により4つに分類される。

- ・先天盲ろう (先天的に盲、ろう)
- ・盲ベース盲ろう (元来視覚障害者が、後天的に、聴覚に障害を生じた場合)

- ・ろうベース盲ろう (元来聴覚障害者が、後天的に、視覚に障害を生じた場合)
- ・中途盲ろう (元来障害のない人が、後天的に、視覚と聴覚の両方に障害を生じた場合)

今回の試作機が、盲ろうの学生にも対応出来るかも検証を行った。もしも、点字の読める全盲であれば、対応できる可能性がある。

5. 検証

初めに、技術的な検証を行った。実際に1つの教材で、パソコン内部でリアルタイムに変換して、3つの教材を利用できるかどうかを検証した。

5.1 リアルタイム変換に求められるスペック

最も厳しいのは、点字のリアルタイム変換である。合成音声の変換にCPUの能力が利用されると、HDDでは厳しく、SSDが必須なことが示された。また、メモリは、最低でも8GB程度が必要であった。CPUは、比較的古いものでもメモリが十分にあり、SSDであれば運用できることが分かった。また、画面拡大にはGPU性能も必要なため、CPUとGPUの一体型では、最低ラインとしては、Pentium G4500以上のCPUが必要となった。

5.2 視覚障害者向け対応

スペックが、5.1を満たせば、3つの教材のリアルタイム変換が可能であることが示されたが、実際に運用すると、専門用語辞書が不可欠であることが示された。一般的な用語でも、点字変換と音声変換では、変換結果が違う場合もあり、今後の課題である。

5.3 盲ろう対応

点字が理解できる盲ろうに対しては、教材提示には対応できることが分かった。しかし、質問などのリアルタイムのやり取りには、質問専用の機器を用意する必要があった。今後の課題である。

6. おわりに

視覚障害者のための文字拡大・音声出力・点字出力の3つの補償をリアルタイムに行い、視覚障害だけでなく、盲ろうにも対応した、学習支援システムを試作した。このシステムを利用して、視覚障害者と聴覚障害者の同時学習が可能であることが示唆された。

参考文献

- (1) 村上佳久:“視覚障害者の学習環境の整備と電子図書”, 筑波技術大学テクノレポート, Vol.18, No.1, pp.54-58 (2010)
- (2) 村上佳久:“電子黒板と手元型電子黒板の活用”, 筑波技術大学テクノレポート, Vol.22, No.2, pp.1-6 (2015)
- (3) 村上佳久:“視覚障害学生のためのeラーニングシステムの試作”, 教育システム情報学会講演論文集, pp213-214(2015)
- (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, pp61-62(2017)

H5P 教材の例示と共有のための Web サイト構築

Construction of Website for Exemplification and a Sharing of H5P Learning Materials

籠谷 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：LMS や CMS 上で、インタラクティブなコンテンツを作成・共有が可能な H5P を用いて、小学校での学習に活用できる教材を制作し、それらを自由に投稿共有できる Web サイトの構築を行う。

学年・科目毎に、事例を提示することで、将来的には教諭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となることを目指している。

キーワード：H5P, 小学校, インタラクティブ教材, コンテンツ共有, マイクロラーニング

1. はじめに

近年の情報社会の進展に対応すべく、文部科学省では「情報教育（情報モラル教育を含む）～情報活用能力の育成～」，「学習指導での ICT 活用（教員による ICT 活用，児童生徒による ICT 活用）」，「校務の情報化」で構成される教育の情報化についての施策を進めている。⁽¹⁾

「学習指導での ICT 活用」については学習指導要領にも例示がなされ，それらの例示は ICT 活用の目的によって，情報活用能力を育成するためと，教科の学習目標を達成するための 2 つに大きく分けられる。さらに，それらは教師による ICT 活用と，児童生徒による ICT 活用に分けられる。

教師による 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。児童生徒による 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. インタラクティブ教材とマイクロラーニング

これらの背景にもとづき，小学校の学習指導に利用できるデジタル教材を教師や ICT 支援員，あるいは学習者自らが内製し共有できる Web サイトを構築することを計画した。

各教材は，教科・単元における部分的な内容を取り扱うことになるが，単に文章・画像のみで構成するのではなく，学習者の PC やタブレットの操作により結果や状況が変化したり，問題文に解答したりするようなインタラクティブ（双方向的な）コンテンツを検討する。これにより学習者のコンテンツへの興味・関心を高め学習意欲が向上することを期待する。

また，各教材の学習内容を極力細分化し，学習者が短期的に繰り返し利用することを可能とする。これにより近年「マイクロラーニング」⁽²⁾という言葉で表現される学習形態に対応可能していく。細分化した内容は CMS や LMS で必要に応じて配信され，そのフィードバックを再度教材内容の検証に利用していく。

3. H5P とその利用について

フリーな OSS のコンテンツ共有フレームワークとして H5P⁽³⁾が開発され，利用が広がりつつある。H5P は，インタラクティブな HTML5 コンテンツの作成，共有，再利用を誰でもが簡単に行えるようにすることを目的に，コミュニティにて開発・運用がされてきている。このフレームワークは，Web ベースのコンテンツエディタ，コンテンツタイプを共有する Web サイト，既存の CMS/LMS のプラグイン，HTML5 リソースをバンドルするためのファイルフォーマットで構成されている。Web ベースのエディタは，デフォルトでは，マルチメディアファイルや

テキストコンテンツを追加したり置換したりすることで、様々な種類の H5P コンテンツタイプを作成できる。

コンテンツタイプとして、本稿執筆時 39 種があり、ゲーム的な要素を取り入れたものや、マルチメディアを活かすもの、クイズ的なもの、ソーシャルメディアと連携するもの、それらの複数の特徴を組み合わせるようなものとなっている。特に動画に対しその途中で解説やクイズを埋め込みインタラクティブな視聴を可能にするインタラクティブビデオは、非常に高機能なコンテンツでありながら、その利用方法も容易であり、利便性が高い。

コンテンツは H5P サイトで作成出来る他、Drupal⁽⁴⁾、WordPress⁽⁵⁾、Moodle⁽⁶⁾等のプラットフォームとの統合が進められており、H5P をプラグインとして組み込めば、いずれかの CMS 上でも作成でき、また作成した H5P コンテンツを他方の CMS にインポートして利用することが可能となっている。あるいは、H5P サイトで作成したコンテンツを iframe タグで埋め込む形式であれば、静的な Web ページでも利用可能である。またそれらの H5P のコンテンツタイプは、すべての H5P 互換 Web サイトで同じように機能する。またモバイル端末を含む HTML5 互換のブラウザで利用可能となっている。

なお、筆者は H5P のコンテンツタイプ毎のインターフェイス文字列、Moodle・WordPress の H5P プラグインの文字列、H5P 関連ドキュメントなどの翻訳も進めている。⁽⁷⁾

4. 例示と共有のためのサイト構築

H5P プラグインを導入した Web サイトを WordPress にて構築し、学年・教科・単元などにおいてどのような H5P のコンテンツタイプを利用可能かを例示することとした。以下はその一部であり随時追加する。

- Agamoto : 連続画像を比較する
社会科第 3・4 学年 県の地理的位置 (白地図)
理科第 4 学年 顕微鏡の使用手順 (画像拡大)
- Arithmetic Quiz : 四則演算の自動出題
算数第 2 学年 乗法九九
- Dialog Cards : 画像・音付きダイアログカード
国語第 3・4 学年 漢字のへん
音楽第 5・6 学年 音符、休符
- Drag and Drop : 画像や文字のドラッグ&ドロップによる位置クイズ
理科第 4 学年 人の体のづくり
社会科第 3 学年 県内の産業
- Drag the Words : 単語穴抜きクイズ
国語第 3・4 学年 指示語・接続後
- Flashcards : 画像フラッシュカード
社会科第 3・4 学年 地図記号
- Image Hotspots : 画像に複数のホットスポット
算数第 5 学年 平面図形相似

- Image Sequencing : 画像の並べ替えクイズ
理科第 3 学年 昆虫の成長
- Timeline : 操作可能な年表
社会第 6 学年 年表 (時代と文化遺産)

これらの例示においては、多くの画像・写真等を用いることになるため、Creative Commons 等の各種ライセンス に従い、それらを H5P 教材ライセンスとしても提示することとした。

コンテンツを管理する Wordpress には、これらの例示および共有を可能とするため、以下の機能をプラグインや設定によって加えている。

- ユーザ登録機能 : 教材制作を希望するユーザが自由に会員登録し、教材を投稿できるようにする。
- カスタムフィールド : 教材投稿時に、学年や科目を指定することで、分類・検索を容易にする。

5. まとめと課題点

本稿ではインタラクティブコンテンツのフレームワークである H5P を用いて、小学校での学習に活用できる教材を制作し、それらを自由に投稿共有できる Web サイトの構築を行った。教材を例示することで、それを元に派生させた教材を制作したり、類似したコンテンツタイプで新たな異なる教科・単元の教材を制作しやすくなると思われる。

最終的には小学校現場での授業のみならず家庭学習などで手軽に利用できるコンテンツのハブサイトとして利用されることを目指している。

現場での利用検証を通じて、サイトの利用のしやすさや、H5P による教材制作の難易度、教材の利用シーンの確認等を行っていく必要がある。

また本稿では H5P の機能性についての課題点については取り上げていない。また教材内容にあわせた新たなコンテンツタイプについても、今後検討していきたいと考えている。

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/index.htm
- (2) Microlearning,
<https://en.wikipedia.org/wiki/Microlearning>
- (3) H5P, <https://h5p.org>
- (4) Drupal, <https://www.drupal.org>
- (5) Wordpress, <https://ja.wordpress.org/>
- (6) Moodle, <https://moodle.org>
- (7) 籠谷隆弘, H5P インタラクティブコンテンツ共有サイトの構築, 第 42 回 教育システム情報学会全国大会, pp113-114, 2017

成人学生に対する学習コミュニティ構築を目的とした 学生同士の学び合いに関する実態調査

A survey on university students' learning from each other at all study centers nationwide at the Open University of Japan

辻 靖彦, 芝崎 順司
Yasuhiko TSUJI, Junji SHIBASAKI
放送大学 教養学部
Faculty of Liberal Arts, The Open University of Japan
E-mail: tsuji@ouj.ac.jp

あらまし: 放送大学では2017年度に作成されたアクションプランの中でリメディアル教育の充実と学生同士の学び合いの促進を重要課題として掲げている。その目的のために本稿では、対面環境における学生同士の学び合いの現状を把握するために、全国50箇所の学習センターを対象にアンケート調査を行った。その結果、回答したセンターの35.1%において学生同士が学び合い支援するサークルやボランティアグループが存在することが分かった。更にその中から選択した4つの学習センターに対して訪問によるインタビュー調査を行った所、以下の特徴が明らかになった：(1) 数学や英語など特定の内容を学生同士で学ぶサークルでは指導も可能なリーダー的な少数の学生が大きく貢献している、(2) 面積が大きい県にあり在籍学生がそれほど多くない学習センターにおいては学生同士のサポートの制度やサークルは存在しているが相談に来る学生があまりいない、(3) 学生同士のサポートを行っている学生は情報共有等のために横の繋がりを欲している。

キーワード: 学生同士の学び合い, リメディアル, 学習コミュニティ, 学習サークル, チュータ

1. はじめに

文部科学省の中央教育審議会(2008)では大学の機能別分化を提唱しており、大学・短期大学・高等専門学校が学校種ごとにそれぞれの位置付けや期待される役割・機能を十分に踏まえた教育や研究を展開すると共に、各機関が個性・特色の明確化を図り、その特性を活かして一層の多様性を確保することが重要としている。

そのような状況のもと、放送大学では2017年に新学長より提示されたアクションプラン⁽¹⁾の中で、リメディアル教育の充実と学生同士の学び合いの促進が重要課題として示されている。

2018年現在、放送大学には学部と大学院合わせて約87000人の学生がおり、学生は全国50か所にあるいずれかの学習センターに所属している。学習センターは各都道府県に少なくとも1つ存在する。このように全国各地に学生が分散している点からも学生同士の学び合いを促進させるにはオンラインと、オフラインである対面環境の双方から適切な支援方法を模索する必要があると考えられる。対面環境である各学習センターには様々なサークルや学生会等が存在しており、その中で理数系科目や英語など、リメディアル教育に相当する内容を学生同士と一緒に学び合う形式のサークルや、学生の学び方そのものをサポートするボランティアグループ等も存在している。そのような特徴的なサークルや取り組みは弊学の広報誌⁽²⁾でも紹介されている。

しかし、実際に全ての学習センターの中でどのくらいのセンターにそのようなサークルが存在するの

か、そして具体的にどのような活動を行っているのかといった俯瞰的な状況や活動の実態は明らかになっていない。

そこで本稿では、全学的な学生同士の学び合いをいかに促進させるか、その方略を検討するための第一段階として、各学習センターを対象に学生同士の学び合いに関する実態調査を行った。

2. 学生同士の学び合いに関する実態調査

2.1 アンケート調査

初めに全国の学習センターを対象に質問紙調査を行った。その概要を以下に示す。

目的 各学習センターにおける学生同士の教え合いや学び合いの実態を明らかにするため

期間 2018年2月10日～3月9日

対象 50箇所の学習センターの所長先生

方法 Web アンケートによる自由記述形式

調査項目

- 学び直しや学び方を支援するサークルやボランティアグループの有無
- その他、学習と関連する取り組み
- そのようなサークル等に対する学習センターの支援内容

2.2 回答結果

回答結果を表1に示す。これより、回収率は74.0%(37/50)であり、回答した機関の35.1%(13/37)のセンターにおいて学生同士が学び合う、もしくは学習に関するサークルやボランティアグループが存在することが分かった。具体的には、英語関係のサー

クルが最も多く7機関、学び方や学習に関する相談をするサークルやグループが6機関、卒業論文や修士論文に関する支援や交流を行うサークルが3機関、数学を学ぶサークルが2機関であった。

その一方で、パソコンサークルや年に数回程度の単発型の講習会やイベント、そして講師を派遣する形式の課外授業など上記以外の学習に関するサークルや取り組みを行っている機関は29.7% (11機関)であった。そしてこれらのいずれのサークルやグループも存在しないと回答した機関は35.1% (13機関)であった。

表1 学び直しや学習を支援するサークル等の有無

回答	詳細	回答数(N=37)
学生同士が教え合い・学び合うサークルやグループが存在	数学	2
	英語	7
	学び方・学習支援	6
	卒論・修論支援	3
	合計	13
上記以外のサークルや取り組みが存在		11
いずれのサークルも無し		13

2.3 訪問によるインタビュー調査

前節の回答結果より、学生同士が学び合うサークル等における具体的な取り組み状況、課題、ニーズを明確化することで今後の効果的な学生コミュニティの構築に繋がる可能性が考えられる。

そこで、前節にて「学生同士が教え合い・学び合うサークルやグループが存在する」とみなした13機関から特に先進的な取り組みやサークルが存在する4機関を選定し、訪問によるインタビュー調査を行った。以下、調査の概要を示す。

目的 特に先進的な取り組みを行っている学習センター及びサークル等に対して具体的な現状、課題、要望を明らかにするため

期間 2018年3月13日～3月31日 (4日間)

対象 4つの学習センター (A, B, C, D とする) の所長先生およびサークル代表者またはグループメンバー

方法 半構造化インタビュー

調査項目

- 学習センターの支援体制、課題、考え方、本部への要望
- サークルやグループ等の活動状況、メンバー、課題、ニーズ、大学への要望

ここで、4センターの特徴及び対象者について簡潔に述べる。

A 学習センター

A 学習センター (以下、A とする) は中部地方にある学習センターであり、所属学生数は約3200名である。2.1節のアンケートでは数学サークル、英語サークル、プログラミングサークルが存在すると回答していたのでその3サークルの代表者と所長先生にインタビューを行った。

B 学習センター

B 学習センター (以下、B) も中部地方にある学習センターであり、所属学生数が約1200名である。B 学習センターにはボランティアのナビゲーターが行う学生相談制度があり、所長先生及びナビゲーターの卒業生一名にインタビューを行った。

C 学習センター

C 学習センター (以下、C) は関西地方の都道府県にある学習センターであり、所属学生数は約4500名である。C 学習センターには数多くの学生サークルがあり、その中から数学、英語、パソコンサークルの学生3名と所長先生にインタビューを行った。

D 学習センター

D 学習センター (以下、D) は北陸地方にある学習センターであり、所属学生数は約1300名である。ピアサポートという学生支援サークルがあり、所長先生及びそのサークルメンバー3名にインタビューを行った。

2.4 インタビュー調査の結果

以下、訪問調査のインタビューの結果をまとめる。

- ① 数学や英語など特定の内容を学生同士で学ぶサークルでは指導も可能なリーダー的な少数の学生が大きく貢献している
 - ② 面積が大きい県にあり在籍学生がそれほど多くない学習センターにおいては学生同士のサポートの制度やサークルは存在していても相談に来る学生があまりいない
 - ③ 学生同士のサポートを行っている学生は情報共有等のために横の繋がりを欲している
- ①はAの数学と英語サークルおよびCの数学サークルのインタビュー結果が論拠になっている。②はB及びDの相談件数を基に記しており、③もBとDの学生のインタビュー結果を論拠としている。

3. 考察

2.4節の結果①より、学生同士が学び合う学習サークルはごく一部の学生のボランティア精神に基づく貢献によるところが大きく、持続性に課題があると考えられ、大学による交通費の支給など公的な支援が必要と考えられる。

結果②と③においてはBとDに所属している学生がなかなか学習センターに来ることができないという地理的な要因に基づく可能性が考えられる。この点においては、WebサイトやSNSなど、オンラインツールによる学生相談サービスの導入により解決できる可能性が考えられる。

参考文献

- (1) 放送大学: “Vision'17”, http://www.ouj.ac.jp/hp/gaiyo/action_plan.html (取得日: 2018年6月10日), (2017)
- (2) 放送大学: “広報誌 ON AIR”, <http://www.ouj.ac.jp/hp/gaiyo/onair.html> (取得日: 2018年6月11日), (2017)

LSTM を用いた感情分析による授業アンケート自由回答文の解析

Analysis of Free Description in Lecture Questionnaires
by Sentimental Analysis using LSTM大谷 崇文^{*1}, 椎名 広光^{*2}
Takafumi OTANI^{*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: i18im02ot@ous.jp

あらまし：コメントデータの人手による評価には多大なコストが必要である。大学の授業アンケートにおいても同様であり、適した評価指標が必要である。そこで本研究では、自由回答文の一部に対して人手による6段階のランク評価を行い、LSTMを用いた感情分析による学習と未評価のランクの確率の評価を行った。

キーワード：自由記述解析，感情分析，アンケート分析，講義評価，LSTM

1. はじめに

講義アンケートの形式には選択式と自由記述式がある。特に、自由記述式の場合は選択式のように設問が限定されていないため、アンケート回答者の自由な意見調査が可能である。講義アンケートを実施することで教育の質の向上を図る大学にとって、教員や講義に対する学生の率直な意見は有用な情報であると考えられる。しかし、教育分野に特化した場合でのテキストを分析する手法が確立されていないことから講義アンケートの自由回答文の分析を行うには多大な人的コストや時間的コストが必要になる。また、自然言語処理分野では、文章分類や文章評価の研究は、商品レビューやアンケートの自由回答項目等の解析が行われている。

これまで筆者らは講義アンケートの自由回答文(以下、コメント)の評価からコメントを構成する単語を評価し、反対に単語から構成されるコメントの評価する互いに評価する方法を開発してきた⁽¹⁾。一方、ニューラルネットワークの機械学習を利用した評判分析が新しく行われてきており、LSTM (Long Short Term Memory, 以下 LSTM)⁽²⁾が利用されている。そこで本研究では、ニューラルネットの多層化とLSTMを用いた機械学習による授業アンケートの評判分析を行った結果について述べる。また、既存手法との比較を行う。

2. 使用したデータ

本研究では、岡山理科大学総合情報学部情報科学科で2014年春学期に実施した講義アンケートの1678件を利用した。1678件のうち12人の学生がそれぞれ100件のコメントを6段階で評価したものを、学習データのシードとして結果を利用している。

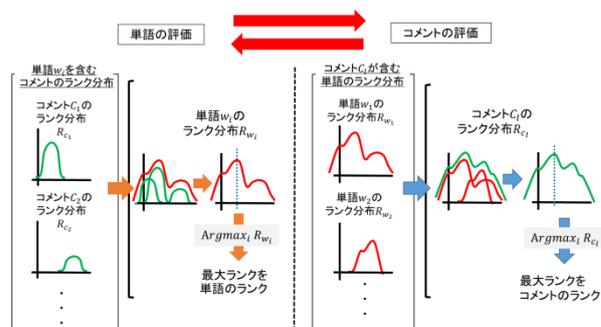


図1 コメントと単語の再帰的評価法

3. コメントと単語の再帰的評価法による解析

コメントと単語の再帰的評価法を、以下について以下に述べる(図1)。

- (1) 評価コメントを利用した単語評価推定：学習用のシードデータの評価コメントからコメントに含まれる単語の評価推定を行う。手順としては、評価コメント中の各単語の評価から単語ランク分布を作成し、単語ランク分布から単語の評価を推定する。
- (2) 単語ランク分布から未評価コメントの評価推定：評価コメントから作られた単語評価を直接使用し、それを利用して得られるコメント評価を再び単語評価に利用する。
- (3) 全コメントの評価推定：人手で評価したコメントとそれから推定された単語の評価、また未評価のコメントの評価を利用して、全コメントの評価を推定する。推定手法としては、次の(3-1)と(3-2)を全コメント評価の改善がなくなるまで繰り返す。
 - (3-1) 未評価コメント内に含まれる単語の評価分布から最大ランクをコメントの評価とする。
 - (3-2) 単語を含んでいるコメントの評価分布から最大ランクを単語の評価とする。

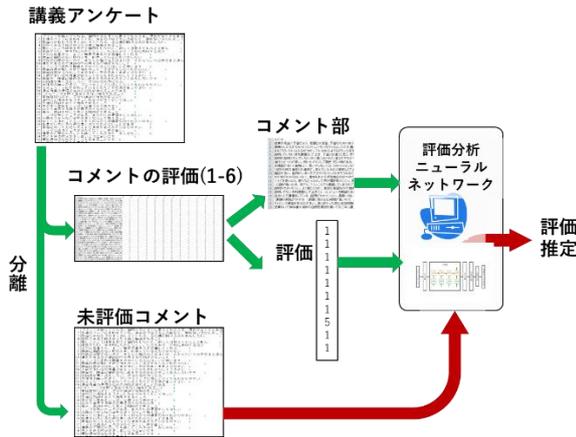


図2 コメント評価の学習と評価の概要

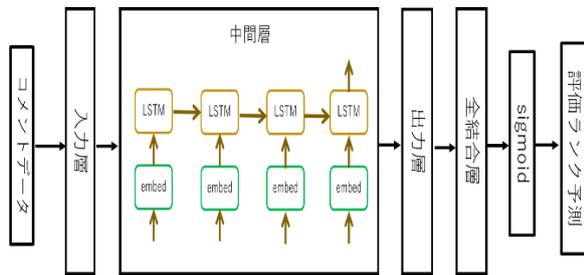


図3 ニューラルネットの構成

4. アンケート自由記述の LSTM による解析

図2に示すように、講義アンケート全体のうち100件を手で評価し、これをシードデータとしてLSTMを用いた機械学習に学習させる。学習モデルは、入力されたコメントに対して6クラス分類の結果の出力を行う分類モデルである(図3)。シードデータである100件のコメントのうち80件を学習データ、20件をバリデーションデータに用いて学習を行う。中間層はembed層、LSTM層で構成し、LSTM層にはdropoutを適応する。パラメータ更新の勾配法にはAdam(Adaptive moment estimation)を用いる。損失の計算は、出力された推定結果と評価ラベルとの平均二乗誤差より計算し、パラメータの更新を行っている。

5. アンケートの推定の評価

12人の評価者ごとに100件のコメントに対して、評価者の評価値と2つの手法による評価の推定値の相関係数の結果を表1に示す。クローズドテストの結果からは、コメントと単語の再帰的手法の精度の平均が0.569に対してLSTMを用いた機械学習の精度の平均0.914でありかなり良好と考えられる。

これに対して、1542件の未評価コメントを推定結果の例を表2に示す。推定結果からは、多くの未評価コメントにおいて、コメントと単語の再帰的评价法の評価平均よりLSTMを用いた機械学習の評価平均の方が低い傾向が見られた。

表1 クローズドテストによるアンケート評価と推定ランクとの相関

評価者	再帰的评价法	LSTM
A	0.773	0.906
B	0.482	0.901
C	0.359	0.937
D	0.573	0.896
E	0.521	0.928
F	0.475	0.913
G	0.284	0.925
H	0.734	0.924
I	0.779	0.871
J	0.535	0.916
K	0.657	0.927
L	0.661	0.919
平均	0.569	0.914

表2 未評価コメントの手法による評価の相違

コメント	再帰的手法による評価平均	LSTMによる評価平均
わかりやすいと思います	4.5	3.5
板書がよい	2.167	3.167
授業が分かりやすい	4.333	3.083
黒板を消すのが速い	2.333	3.000
CGの作り方を学べる	3.333	3.000
数学が実際にどのように利用されているかわかる	4.5	1.75
実技教科なので、演習や課題で技術が身につく	2.833	1.583
課題の答え合わせをしっかりとやってほしい	1.167	1.5
声が小さい。数字を入れた計算を教えてほしい	1.167	1.583
声がおっていない、ききづらい、生徒をみない	1.583	1.0

6. 今後の課題

手順生成については、閾値の設定やヒューリスティクスが強く、改良の余地が多い。また、未評価コメントの評価推定結果が低くなりやすい傾向が見られる。学習量や未学習情報の影響が大きいと考えられる。また、重要な要素を講義との関連に応じて取り出せるようにしたい。

参考文献

- (1) 大谷, 椎名, “単語ランクに確率分布を用いた自由回答文解析”, 平成29年度(第68回)電気・情報関連学会中国支部連合大会, R17-27-05, pp.1-2 (2017)
- (2) Greff, K. et al, “LSTM:A Search Space Odyssey”, IEEE Transactions on Neural Networks and Learning Systems, Vol.28, Issue10, pp. 2222-2232 (2017)

ニューラルネットワークを用いた キャリアデザイン支援アプリケーションの研究

Research on carrier design support application using neural network

倉本 大輔^{*1}, 濱崎利彦^{*1}

Daisuke KURAMOTO^{*1}, Toshihiko HAMASAKI^{*1}

^{*1} 広島工業大学大学院工学系研究科情報システム科学専攻

^{*1} Graduate School of Engineering, Hiroshima Institute of Technology

Email: md17003@cc.it-hiroshima.ac.jp

あらまし：大学入学時点で自身のキャリアについて明確なイメージを持った学生は少ない。一方で個々の学生に合ったキャリアの道すじを入学後速やかに学生に示せれば、大学4年間での履修計画により具体的な動機をもたせることができる。本研究では入学時における自己分析アンケート結果を基にカリキュラム科目を選択する際に必要な価値観や職業分野をニューラルネットワークによって即時に割り出すことが可能なアプリケーションを開発した。

キーワード：ニューラルネットワーク，アプリケーション，アンケート，キャリア

1. はじめに

大学入学時点で希望職種が正確に決まっている情報系学生は多くない。しかし、4年間の履修科目計画の初期設定および初年度の履修科目の確定は入学後すぐにしなければならない。そのため一貫性の乏しい暫定計画を立ててしまい、明確なイメージを持つことなく4年間を過ごしてしまう可能性がある。また、専門的な講義は2年後期～3年前後期に集中しており、実際に講義を受けた時には他の講義を受講することが出来ない場合が多い。

そのため、学生の目指すキャリアの明確化は入学後速やかに行われるべきであり、それを支援するためのアプリケーションが必要である。本研究では、そのために将来従事する可能性の高い産業分野を、入学時の自己分析アンケートの結果から、即時に割り出すことができるアプリケーションを開発する事を目的とする。本稿ではニューラルネットワークエンジンにより学生の職業意識とキャリアとの相関関係を使い、上記のような支援アプリケーション作ること目標とし、その可能性について検討した。

2. アプリケーション開発概要

本アプリケーションの概要を図1に示す。ニューラルネットワークにより、3種類のアンケート「あなたの学習スタイル」「キャリア・アンカー」「ITを応用する興味のある産業分野」の相関関係を学習させる。学習結果を用いてユーザの「あなたの学習スタイル」から他のアンケート結果を予測する。

「あなたの学習スタイル」は株式会社ラーニングバリューが学習方法を振り返るために作成した全9問の自己探求チェックリストである。それぞれの項目の和を求めることで学習スタイルは「Do」「Look」「Think」「Plan・Grow」に4種類に分けられ、点数が高いものほど自身の学習スタイルに近くなる。

「キャリア・アンカー」はある人物が自らのキャ

リアを選択する際に最も大切な価値観や欲求、周囲に左右されない不変なものを表す言葉である。キャリア・アンカーは40問の質問を6段階で点数付けした結果を集計することで専門(TF)、全般管理(GM)、自立・独立(AU)、保障・安定(SE)、起業家的創造性(EC)、奉仕・社会貢献(SV)、挑戦(CH)、生活様式(LS)の8つのカテゴリーに分類される⁽¹⁾。

ITを応用する興味のある産業分野とはIPA情報処理推進機構出版の「未来コンパス」が作成している「明日をつくるIT技術者」の冊子に紹介されているIT分野について4段階で回答するオリジナルのアンケートである⁽²⁾。

学習結果の結合荷重をファイルに出力する。ユーザ入力より得た「あなたの学習スタイル」の結果と学習結果の結合荷重を用いて「キャリア・アンカー」と「ITを応用する興味のある産業分野」の予測結果をグラフ形式で出力する。

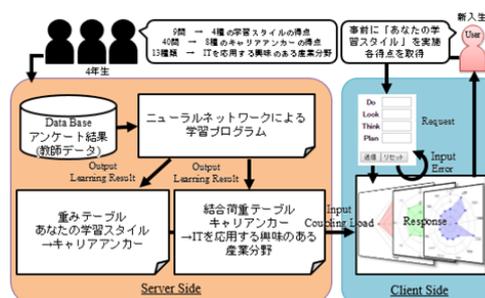


図1 アプリケーションの概要

3. ニューラルネットワークによる学習

本アプリケーションでは「あなたの学習スタイル」から「キャリア・アンカー」、「キャリア・アンカー」から「ITを応用する興味のある産業分野」との相関関係を学習する2つのニューラルネットワークを用いる。

ニューラルネットワークの構成は入力層、中間層、

出力層からなる3層パーセプトロンである。今回中間層のユニット数は出力層のユニット数+バイアスユニットとしている。中間層のユニット数は、現在の学習データ数ではユニット数が少ない状態でも十分な学習結果が得られたことから、出力層の数+バイアスユニットとしている。

学習アルゴリズムにはバッチ勾配降下法を用いたバックプロパゲーションを利用している。学習率の調整にはモーメント法を用いて処理をしている⁽³⁾。活性化関数にはシグモイド関数を用いており、差の計算には二乗誤差関数を使用した。

4. 実験内容

まず、本実験では19人分の4年生のアンケートデータを教師データとして用いて、ニューラルネットワークで学習し相関関係を求める。その後、本実験の被験者である7人の3年生に前述の3種類のアンケートに回答してもらった。

回答した被験者のアンケートの中で「あなたの学習スタイル」のアンケートデータのみを学習したニューラルネットワークに入力し「キャリア・アンカー」と「ITを応用する興味のある産業分野」の予測結果を出力する。

5. 結果

教師データを用いて学習したニューラルネットワークから求めた予測出力結果と各アンケート結果の適用例を示す。図2では各アンケート結果と予測出力結果を示す。本稿では予測精度評価を行うために一番精度が良かった結果と悪かった結果のみを示す。

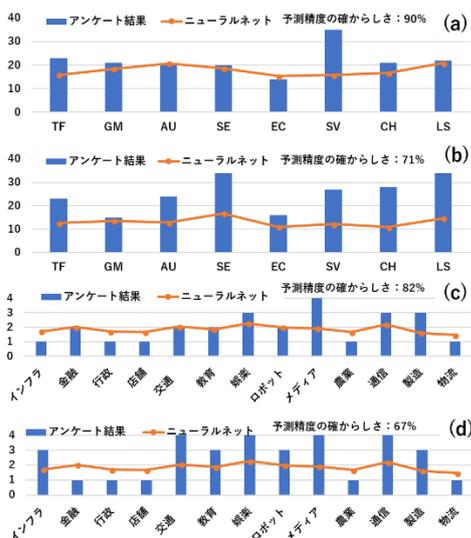


図2 予測出力と各アンケート結果の比較グラフ

- (a) 一番精度が良い結果(キャリア・アンカー)
- (b) 一番精度が悪い結果(キャリア・アンカー)
- (c) 一番精度が良い結果
(ITを応用する興味のある産業分野)
- (d) 一番精度が悪い結果
(ITを応用する興味のある産業分野)

ここで、縦軸は各アンケートの点数を表しており、横軸は各アンケートの結果項目を示している。図2(a),(c)より予測精度が一番良い場合、アンケートデータと予測出力結果はほぼ等しい値を示している。また予測精度の確からしさも80%を超えている。対して、図2(b),(d)の予測精度が一番悪い場合、アンケートデータと予測出力結果の値は近しくないが傾向は捉えられている。図3に図2(b)の予測出力結果にゲインを付与した結果を示す。

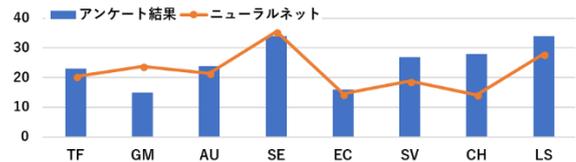


図3 図2(b)におけるキャリアアンケート結果とゲインを付与した予測出力の比較グラフ

ここで、縦軸は各アンケートの点数を表しており、横軸は各アンケートの結果項目を示している。図3よりゲインを付与することでアンケートデータと予測出力結果が近くなった。この要因は主に2つあると考えられる。1つ目はニューラルネットワークの学習である。ニューラルネットワークは予測精度高めるために多くの教師データを用いて学習する。これは本質的に平均化処理であるため、際立った予測結果を出力し難くなっていると考えられる。2つ目は教師データ自体の精度である。「あなたの学習スタイル」「キャリア・アンカー」「ITを応用する興味のある産業分野」の相関関係の偏りによって、ニューラルネットワークの学習そのものが偏った学習を行っていた可能性がある。

6. おわりに

本研究では学生アンケートを行い、ニューラルネットワークを用いることで学生向けの職業意識と産業分野を割り出すことが出来るアプリケーションの開発を行った。4年生のアンケートデータを教師データとし、2年生の「あなたの学習スタイル」アンケートデータから「キャリア・アンカー」と「ITを応用する興味のある産業分野」を予測した。結果として両アンケートとも比較的高精度な予測ができたが、際立ったデータに対する予測は不十分である。

今後の課題は教師データのより詳細な分析やゲイン付与アルゴリズムの検討である。

参考文献

- (1) エドガーH シャイン(金井寿宏):”キャリア・アンカー 自分のほんとうの価値を見つけよう”, 白桃書房,東京, (2003)
- (2) IPA 情報処理推進機構, ”IT人材白書2016”, (2016)
- (3) Rumelhart, David E., Geoffrey E. Hinton, and Ronald J. Williams. “Learning representations by back-propagating errors.” Cognitive modeling, (1988)

キーストロークデータに基づくライティングプロセス推定のための 執筆者依存型隠れマルコフモデル

Author-dependent hidden Markov model to analyze writing processes using keystroke log data

宇都雅輝^{*1}, 宮澤芳光^{*2}, 加藤嘉浩^{*3}, 中島功滋^{*3}, 桑田一^{*3}

Masaki Uto^{*1}, Yoshimitsu Miyazawa^{*2}, Yoshihiro Kato^{*3}, Koji Nakajima^{*3}, Hajime Kuwata^{*3}

^{*1}電気通信大学, ^{*2}東京学芸大学, ^{*3}ベネッセ教育総合研究所

^{*1}University of Electro-Communications, ^{*2}Tokyo Gakugei University,

^{*3}Benesse Education Research and Development Institute

Email: uto@ai.lab.uec.ac.jp

あらまし：近年、ライティングスキルの育成手法の一つとしてライティングプロセスに基づく指導が注目されている。ライティングプロセスは「計画」、「文章化」、「推敲」などの作業の系列とみなすことができ、プロセスに基づく指導は一般にこれらの出現パターンに基づいて行われる。しかし、執筆者数が増加すると、指導者が全ての執筆者の執筆パターンを把握することは困難になる。そこで本研究では、キーストローク・ログデータを用いて、各執筆者の文章執筆パターンを推定できる機械学習手法を開発する。提案モデルは、隠れマルコフモデルにおける潜在状態を作業内容とみなし、作業内容の遷移確率に執筆者依存性と時間依存性を導入したモデルとして定式化する。また、本発表では、提案モデルの実データへの適用例と有効性評価について報告する。

キーワード：ライティングプロセス, キーストローク・ログ, 隠れマルコフモデル, MCMC

1 はじめに

近年、高等教育においてライティングスキル育成の重要性が広く指摘されている。ライティングの指導法としては、完成した文章に指導者がフィードバックを与える形式が一般的であったが、近年では、ライティングのプロセスに着目した指導も注目されるようになってきた [1]。ライティングプロセスは「計画」、「文章化」、「推敲」などのサブタスク（以降では「作業内容」と呼ぶ）の系列とみなすことができ [2, 3]、ライティングプロセスに基づく指導は、一般に各執筆者の作業内容の出現パターンに基づいて行われる。作業内容の出現パターンの分析には、執筆者に思考内容を発話させる口頭内省法やビデオを用いた再生刺激法が古くから用いられてきた。しかし、これらの方法は時間的・経済的なコストが大きいため、執筆者数が増加すると実用できない問題がある。この問題を解決するアプローチの一つとして、コンピュータ上で執筆者にライティングを行わせ、その際のキーストローク・ログデータを用いてライティングプロセスを分析する手法が注目されている [1]。しかし、先行研究ではライティングプロセスの類型化を行うに留まっており、作業内容の出現パターンを執筆者ごとに推定できる手法は見当たらない。

そこで、本研究では、キーストローク・ログデータから執筆者ごとの作業内容の出現パターンを推定する手法を提案する。提案手法は、隠れマルコフモデル (HMM) における潜在状態を作業内容とみなし、作業内容の遷移確率が執筆開始からの経過時間と執筆者に依存すると仮定したモデルとして定式化する。提案モデルの利点は次のとおりである。1) 状態出現の執筆者依存性と時間依存性の導入により、一般の HMM に比べてデータ適合が向上する。2) 各執筆者の作業内容の出現パターンを確率分布として推定でき、各執筆者のライティングプロセスを定量的に把握できる。3) 作業内容の出現分布の差異を執筆者間で比較することで、一般的なクラスタリング手法を用いたライティングプロセスの類型化も可能となる。

2 キーストローク・ログデータと特徴量抽出

本研究では、キーストローク・ログデータを収集するためにキーロガーシステムを開発した。開発したシステムは、執筆者に提示したテキストエリア上でキー入力操作が行われるたびに、文字列とカーソル位置の情報をタイムスタンプとともに記録する。本研究では、このシステムにより得られたキーストローク・ログデータに機械学習手法を適用するために、各

執筆者のログデータを特徴量の時系列データとして定義する。具体的には、時系列データから移動窓方式（微小な時間幅を持つ分析フレーム単位で特徴量を抽出する方法）により、時点ごとの特徴量を抽出する。特徴量には、関連研究で共通して利用されている次の 7 種類の特徴量（以降ではライティング特徴量と呼ぶ）を用いる。1) 平均文字数, 2) バースト (1 秒以内での連続入力) 回数, 3) 5 秒以上停止回数, 4) 文字追加操作の回数, 5) 文字削除操作の回数, 6) 相対カーソル位置の平均値, 7) カーソル移動の回数。

以上による、各執筆者のデータは 7 次元のライティング特徴量の系列データとして定義される。具体的には、執筆者 $i \in \mathcal{I} = \{1, \dots, I\}$ の $j \in \mathcal{J} = \{1, \dots, J\}$ 番目の分析フレームに対する $f \in \mathcal{F} = \{1, \dots, F = 7\}$ 次元目の特徴量を変数 $X_{ijf} \in \mathbb{R}$ とし、 $\mathbf{X}_{ij} = \{X_{ij1}, \dots, X_{ijF}\}$ で表すと、執筆者 i のライティング特徴量の系列データは $\mathbf{X}_i = \{\mathbf{X}_{i1}, \dots, \mathbf{X}_{iJ}\}$ で定義できる。本研究では、データ \mathbf{X}_i の集合 $\mathbf{X} = \{\mathbf{X}_1, \dots, \mathbf{X}_I\}$ から、執筆者ごとの作業内容の出現パターンを推定する機械学習手法を開発する。具体的には、ガウシアン隠れマルコフモデルにおける状態遷移確率に執筆者依存性と時間依存性を導入したモデルを提案する。

3 執筆者依存型時間依存隠れマルコフモデル

提案モデルでは、執筆者 i の j 番目の分析フレームにおける特徴量 \mathbf{X}_{ij} に対して「状態」と呼ばれる潜在変数 $S_{ij} \in \mathcal{S} = \{1, \dots, S\}$ を想定する。状態 S_{ij} は直前の状態 $S_{i,j-1}$ に依存する遷移確率に従って得られると仮定する。また、提案モデルでは、各データ \mathbf{X}_i を一定の時間幅を持つ T 個の時間区分 $\mathcal{T} = \{1, \dots, T\}$ に分割したとき、遷移確率が時間区分と執筆者にも依存すると仮定する。具体的には、状態 s から状態 s' に遷移する確率を $A_{ss'}$ で表し、時間区分 t において執筆者 i が状態 s を取る確率を ϕ_{its} 、データ \mathbf{X}_{ij} が属する時間区分を $t_{ij} \in \mathcal{T}$ とすると、潜在状態 S_{ij} は一つ前の分析フレームの状態 $S_{i,j-1} = s$ に従う遷移確率と、執筆者と時間区分に依存する状態出力確率の積として、 $P(S_{ij}|S_{i,j-1} = s, \mathbf{A}, \phi_i) = A_{s,S_{ij}} \cdot \phi_{i,t_{ij},S_{ij}}$ で得られると仮定する。また、初期状態 S_{i1} の確率は、 S 次元の多項分布で表される初期確率 $\boldsymbol{\pi} = \{\pi_1, \dots, \pi_S\}$ と状態出力確率 $\phi_{i,1,S_{i1}}$ の積として、 $P(S_{i1}|\boldsymbol{\pi}, \phi_i) = \pi_{S_{i1}} \cdot \phi_{i,1,S_{i1}}$ で生起すると考える。他方、各時点のデータは状態 S_{ij} に依存した正規分布に従うと仮定する。具体的には、 $f \in \mathcal{F}$ 次元目の特徴量 X_{ijf} は、状態 s を所与として、平均値 μ_{sf} 、分散 σ_{sf}^2 を持つ正規分布

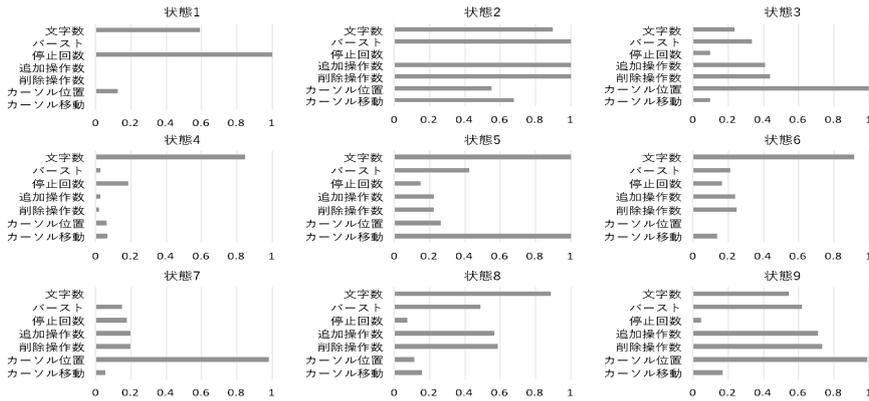


図1 状態ごとの特徴量出力分布における平均値パラメータの正規化値

表1 各状態の解釈

大区分	小区分	対応する状態
待機	-	状態1
文章化	速筆型	状態2, 9
	遅筆型	状態3, 7
推敲	修正量多	状態8
	修正量少	状態4
	全体修正	状態5
	個別箇所修正	状態6

表2 クラスタごとの評価得点

	レトリカル評価	メカニカル評価
クラスタ1	2.467 (.146)	3.065 (.431)
クラスタ2	2.673 (.114)	3.615 (.198)
p 値*	.027	<.001

*ウィルコクソンの順位和検定

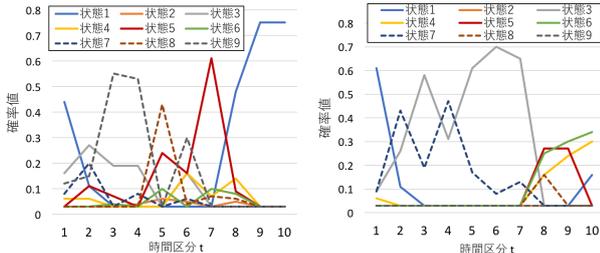


図2 執筆者1の状態出現分布 図3 執筆者2の状態出現分布

$p(X_{ijf}|\mu_{sf}, \sigma_{sf}^2) = N(\mu_{sf}, \sigma_{sf}^2)$ に従うと仮定する。

4 評価実験

本章では、実際のキーストローク・ログデータを用いた提案モデルの適用例と性能評価について述べる。本実験では、あるテーマについて論述させる課題を72名の被験者に行わせた際のデータを用いた。回答時間は45分とし、特徴量はフレーム幅30秒、ステップ幅10秒の移動窓方式で抽出した。

このデータを用いて、まずは、提案モデルの最適な状態数 S と時間区分数 T を求めた。対数周辺尤度が最大となる値を求めたところ、 $S = 9$ 、 $T = 10$ が最適値として選択された。このとき、提案モデルのパラメータ推定手法には周辺化ギブスサンプリングを用いた。次に、 $S = 9$ 、 $T = 10$ の提案モデルに基づいて状態の解釈を行った。ここで、各状態からのデータ出力分布(正規分布)の平均値を正規化した値を図1に示す。図1から、各状態の特徴を表1のように解釈した。

提案モデルでは、状態の解釈と状態出現分布 ϕ_i に基づいて各執筆者の作業内容の出現パターンを分析できる。例として、図2、図3に代表的な執筆者の状態出現分布 ϕ_i を示した。図の横軸は時間区分を表し、縦軸が各状態の生起確率を表す。図より各執筆者のライティングプロセスについて次のように解釈できる。執筆者1(図2)は、初期の時間区分では待機状態の割合が大きく、時間進行とともに速筆型文章化、推敲作業の順に出現割合が高くなり、後半の時間区分では待機状態に戻っている。このことから、この執筆者は、計画・文章化・推敲作業を順に行なった上で、余裕を持って書き上げている理想的な書き方の執筆者であると解釈できる。これに対し、執筆者2(図3)は、遅筆型の文章化作業の出現比率が時間区分全体を通して高く、推敲状態の出現頻度が著しく少ないことが読み取れる。提案モデルでは、このように執筆者ごとの作業内容の出現パターンを時間区分ごとに定量的に把握できる。

次に、提案モデルで推定された作業パターンの妥当性の評価について述べる。ライティングのプロセスとスキルには関係があることが知られている[4]。そこで、提案モデルに基づきライティングプロセスのクラスタリングを行い、得られたクラスタとライティングスキルの関係を分析し、先行研究と類

似した知見が導けるかを評価する。具体的には、状態出現分布の Jensen-Shannon(JS) 擬距離を執筆者間で求めて階層的クラスタリングを行い、各クラスタに属する執筆者の成果物の質を評価した。このとき、クラスタ数は擬似 F 値により決定された2クラスタとした。各クラスタに属する執筆者の状態出現分布を比較したところ、各クラスタの特徴は次のように解釈できた。クラスタ1は、一定の待機のものち、速筆型の文章化段階が続き、後半では全体的な推敲、軽微な修正を一定割合で含みながら待機状態に移行している。計画、文章化、推敲がバランスよく生起しており、余裕を持って執筆が完了する理想的なプロセスと解釈できる。クラスタ2は、相対的に書き出しが遅く、執筆開始後には遅筆型の文章化作業が長く続き、終了時間直前で軽微な修正や特定箇所の修正などが生起する傾向がある。文章化が遅く、推敲に十分に時間を割くことができないクラスタと解釈できる。

一般に、執筆が早く、推敲に時間をかける執筆者はスキルが高いことが知られている[4]。このことを確認するために、クラスタごとに成果物の質を評価した。具体的には、各執筆者の成果物を「構成の読みやすさ(レトリカル)」と「表層的な読みやすさ(メカニカル)」の2つの観点で2名の専門家に採点させた。評価カテゴリには、レトリカル評価では5段階、メカニカル評価では4段階で採点を行わせ、2名の専門家の平均点を最終的な得点とした。結果を表2に示す。実験結果より、クラスタ1の執筆者群の得点が両方の観点においてクラスタ2より優位に得点が高いことが確認でき、先行研究の知見と一致したことがわかる。この結果から、提案モデルを用いて推定した執筆者の状態出現分布が実態を正しく反映しており、その分布に基づくライティングプロセスの分析は適切な知見を導ける妥当なものといえることが示された。

5 まとめ

本研究では、キーストローク・ログデータから各執筆者の作業内容の出現パターンを推定する執筆者依存型時間依存隠れマルコフモデルを提案し、実データ適用を通して提案モデルを用いた分析例とその妥当性を示した。紙面の都合で割愛した提案モデルと推定法の詳細などは宇都ら[5]を参照されたい。

参考文献

- [1] Mo Zhang, Jiangang Hao, Chen Li, and Paul Deane. *Classification of Writing Patterns Using Keystroke Logs*, pp. 299–314. Springer International Publishing, Cham, 2016.
- [2] S. Flower and R. Hayes. A cognitive process theory of writing. *College Composition and Communication*, Vol. 32, pp. 365–387, 1981.
- [3] Nihat Bayat. The effect of the process writing approach on writing success and anxiety. *Educational Sciences: Theory & Practice*, Vol. 14, No. 3, pp. 1133–1141, 2014.
- [4] Miyuki Sasaki. *Building An Empirically-Based Model of EFL Learners' Writing Processes*, pp. 49–80. Springer Netherlands, Dordrecht, 2002.
- [5] 宇都雅輝, 宮澤芳光, 加藤嘉浩, 中島功滋, 桑田一. キーストロークデータからライティングプロセスを推定する執筆者依存型隠れマルコフモデルの提案. 先進的学習科学と工学研究会(人工知能学会), 2018.

潜在的シナリオの発見プロセスの提案

Proposal of discovery process of potential scenario

大塚 建太^{*1}, 中村 潤^{*2}

Kenta OHTSUKA^{*1}, Jun NAKAMURA^{*2}

^{*1*}^{*2} 芝浦工業大学大学院工学マネジメント研究科

^{*1*}^{*2} Graduate School of Engineering Management, Shibaura Institute of Technology

Email: pa17001@shibaura-it.ac.jp

あらまし：本論文では、会話の中にある見過ごされがちであるが、新たなアイデアにつながるキーワードを含んだ文脈（潜在的シナリオ）を発見し、新たな価値の創造につながることを考え、会話分析をしている。しかし、潜在的シナリオの発見プロセスについて、まだ確立されていない。そのため、本論文では、潜在的シナリオを発見するプロセスの確立を目指すため、実験を行い、その結果を述べる所存である。

キーワード：会話, Keygraph, 潜在的シナリオ

1. はじめに

山口ら (2008) は、例外とされている発言は既存の価値観を壊して新しい価値観を創るきっかけとなる可能性があるとして述べている(1)。

そこで筆者らは、会話に潜む登場頻度の少ない言葉に着目し、このような言葉は、例外とされる可能性があるが、新たな価値観を創るきっかけにもなる可能性があると考えた。

2. 先行研究

2.1 Keygraph

Keygraphとは、大澤 (2006) が提唱した、テキストデータに潜む顕在的な事象および潜在的な事象の発見する解析手法である(2)。

テキストデータを構成する単語一つ一つの登場頻度や単語同士の繋がり（強さ）を表す共起度を計算し、テキストデータの中で、重要な役割を果たしている単語を抽出する。計算した登場頻度と共起度により、抽出した単語のネットワーク図を生成する。

単語間の共起度の計算には、Jaccard係数を用いる。単語Aと単語Bの共起度を計算する場合、次式のように求める。

$$\text{Jaccard}(A, B) = \frac{n(A \text{ and } B)}{n(A \text{ or } B)} \quad (1)$$

ネットワーク図を構成している言葉をつなぎ合わせ、文脈にすることで、テキストデータに潜む顕在的な事象および潜在的な事象を発見することができる。

本論文では、会話の中にある登場頻度が低い言葉をつなぎ合わせることで得られた文脈を潜在的シナリオと呼ぶ。

2.2 Keygraphの課題

Keygraphで生成されるネットワーク図は、表示する単語の数を増やすと、ネットワーク構造が複雑になる場合があり、潜在的シナリオを発見することが難しくなるといった課題がある (図1)。

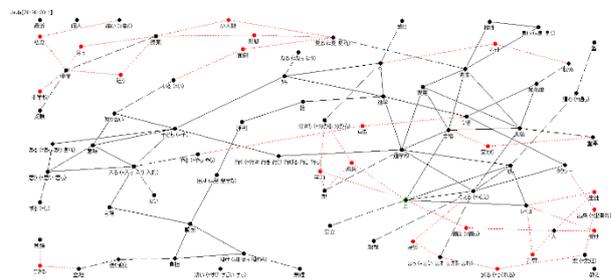


図1：複雑なネットワーク図

この課題を改善するために、大澤 (2006) は潜在的シナリオを発見しやすいネットワーク図を生成する方法を提案している(3)。しかし、ネットワーク図を初めて見るとその読み方もさまざまであり、とまどいを隠せない。そこで、なんらかの指南が必要ではないかと感じており、どのような見方であれば潜在的シナリオを発見しやすくなるか、素人の目線で試行錯誤してみた。

3. 本論文の目的

本論文では、Keygraphによるネットワーク図から潜在的シナリオを発見しやすくなるためのプロセスを素人の目線で探索し、そこでの気づきから得られたステップを提案することを目的とする。

4. 準備

4.1 ディスカッションをする

本論文では、学習塾をケースにしている。ディスカッションのテーマは、「中学受験を考えていて、これから通わせたい塾に求めることは」にした。

4.2 ネットワーク図を生成する

ディスカッションをもとにKeygraphにより、複数のネットワーク図を生成する。

4.3 潜在的シナリオを発見する

Keygraphによって生成された複数のネットワーク図から、人間が解釈可能な文脈(シナリオ)を複数作成し、潜在的シナリオを発見する。

5. 潜在的シナリオを発見するプロセス

Keygraphにより、ネットワーク図を132枚生成し、潜在的シナリオを発見する過程で、以下のプロセスで潜在的シナリオを発見していることが分かった。

5.1 複数のネットワーク図を生成する

表示する言葉の数などの条件を変え、複数のネットワーク図を生成する。

5.2 複数のネットワーク図を見る

表示する言葉の数が少ないネットワーク図(図2)を初めに見る。その後、徐々に表示する言葉の数が多くなるネットワーク図(図3)を見る。このようにする理由としては、表示する言葉の数が少ないほど、潜在的シナリオを発見するのが容易であるためだ。

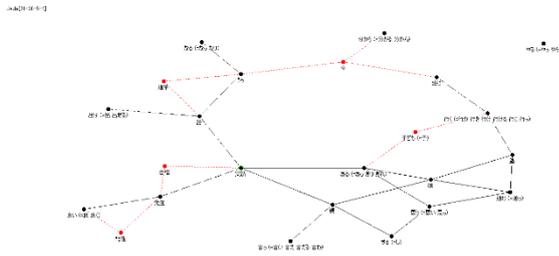


図3: 表示する言葉の数が少ないネットワーク図

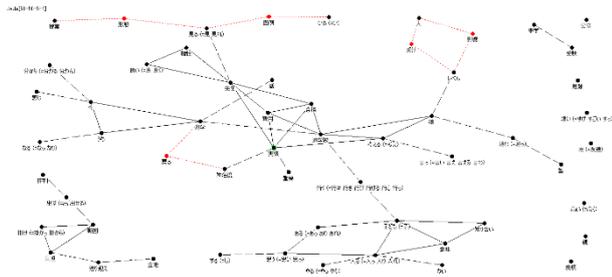


図4: 表示する言葉の数が多くなるネットワーク図

5.3 言葉をつなぐ

複数のネットワーク図を見ていく中、登場頻度が低い言葉に着目し、その言葉の周辺にある言葉とつなぎ合わせて、見つけることが可能な限り、潜在的シナリオを発見する。

これにより、「嫁さんが娘を塾に通わせる」(図4)と「子どもだけでなく、嫁さんと相性が良い先生が良い」(図5)といった潜在的シナリオを発見した。

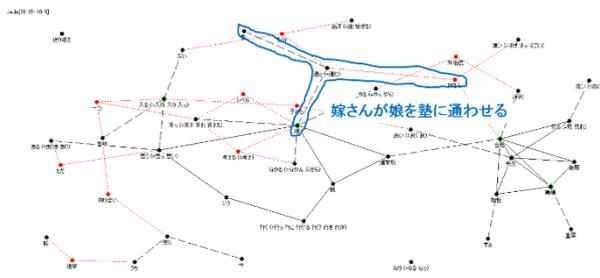


図4: 「嫁さんが娘を塾に通わせる」を発見したネットワーク図

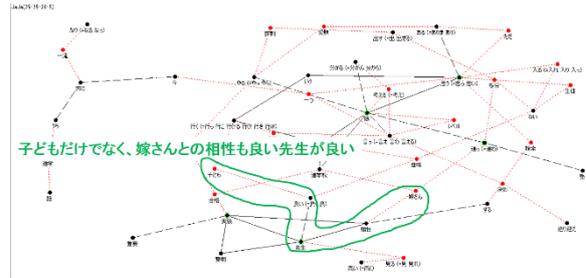


図5: 「子どもだけでなく、嫁さんと相性が良い先生が良い」を発見したネットワーク図

5.4 複数の潜在的シナリオをつなげる

発見された潜在的シナリオである「嫁さんが娘を塾に通わせる」と「子どもだけでなく、嫁さんと相性が良い先生が良い」にはどちらも登場頻度が低い「嫁さん」がある。また、ネットワーク図より、「嫁さん」が二つの潜在的シナリオを繋げていることがわかる(図6)。

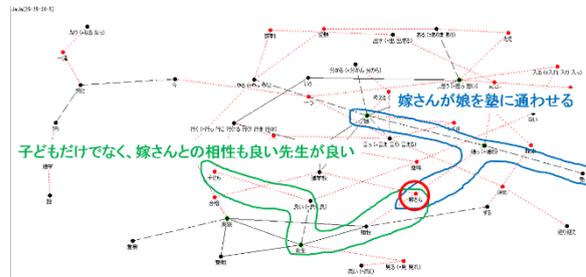


図6: 「塾に子どもを通わせるときは、嫁さんをお願いするため、子どもだけでなく、嫁さんと先生の相性も良い方が良い」を発見したネットワーク図

「嫁さん」で、二つのシナリオをつなげると「塾に子どもを通わせるときは、嫁さんをお願いするため、子どもだけでなく、嫁さんと先生の相性も良い方が良い」という潜在的シナリオを発見できた。

6. まとめ

ディスカッションをKeygraphにより、ネットワーク図を生成し、潜在的シナリオをいくつか発見することで、潜在的シナリオを発見するプロセスを見つけてきた。

ただし、本論文では、潜在的シナリオを発見したのは、筆者らのみであるため、今後、筆者以外の方が、本論文で見つけることができたプロセスで潜在的シナリオを発見することが可能か、検証していく。

参考文献

- (1) 山口広樹, 西原陽子, 大澤幸生: “例外発言に潜む新価値”, ことば工学研究会, 東京 (2008)
- (2) 大澤幸生: “チャンス発見の情報技術”, 東京電機大学出版局, 東京 (2003)
- (3) 大澤幸生: “チャンス発見のデータ分析”, 東京電機大学出版局, 東京 (2006)

企業研修と連動したキャリア教育プログラムの開発と実践

Development and Practice of Career Education Program associated with Corporate Training Programs

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：本学におけるキャリア関連の授業（企業研究）において、2017年度に実践した企業連携についての発表である。企業における従業員研修と、大学における学生のための学習活動を連動させ、それぞれのプロセスの中で協働できる接点を作ることで、双方における学びへの動機づけ、学習効果等の向上を狙いとしている。また、今後、両者が共に学ぶための新しい学習プログラム・学習環境を開発したいと考えている。

キーワード：キャリア教育、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、2013年度からアクティブラーニング室を整備し、グループワークや協調学習型の授業を取り入れ、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。一方で、企業経営者等との懇談の中で、採用時のミスマッチによる従業員の早期離職や、次世代を担う中堅スタッフの育成などが企業の喫緊の課題であり、大学等において提唱されている社会人基礎力の必要性が、就職後の現場でも継続的に高まっていることを指摘された。さらに、企業における従業員研修等のプログラムを開発・実施する過程で、研修参加者の言動の中から、学ぶことに対するモチベーションが、企業研修という位置づけの学びよりも、学校という場や環境である方が高いことの可能性を知り、環境も目的も全く違う企業人と学生という2種類の学びが融合した共同学習になることで、お互いに高い効果を及ぼすのではないかと考えた。

そこで、本稿では、これらの相互作用をどのような形で実践すれば、学生がリアリティを持ち、かつ、企業側の研修参加者の学習意欲の向上につながるかという視点で試行した事例を考察する。

2. 研修・授業の位置づけと設計

企業における従業員のための研修活動と、大学等における学生のための学習活動を同時進行かつ共同で行うことで、双方における学びへの動機づけ、学習効果や自己効力感の向上が見込めるといふ仮説のもと、本来であれば、両者が共に学ぶための新しい

学習プログラム・学習環境を構築するのが理想であるが、今回は、日程的な制約もあり、企業側、大学側双方が持つ既存の制度（研修・授業）を並行して実施、協働させる形で授業設計を行った。

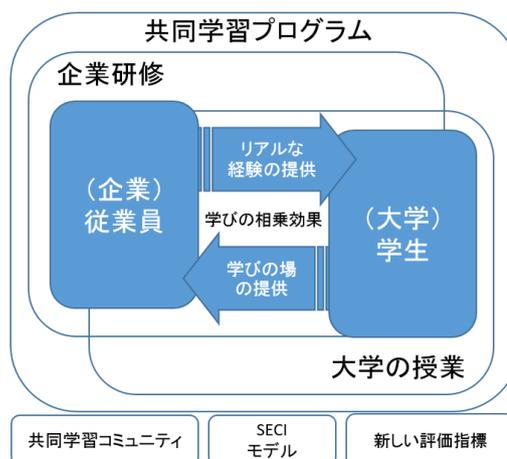


図1 共同学習プログラムのイメージ

2.1 企業研修側の授業設計

企業側の研修プログラムは、福井商工会議所、参加企業、大学が協力し、「ふくい右腕プロジェクト（FRAP）」と題して将来の幹部候補のための研修プログラムを試験的に開発。プレゼンテーション、コミュニケーション、商品企画、マーケティングなどの内容で構成される7回の連続講座とした。

具体的な研修プログラム設計の流れは次のとおりである。

○2017年6月

福井商工会議所からの依頼により会員企業6社からの研修に関する要望等についてヒアリン

グを実施した。

○2017年8月

各社2名程度が参加する7回の連続研修プログラムを企画。そのうち、第4、5回目のプレゼンテーション演習を本学での企業研究の授業の中で実施するような流れとした。

○2017年9月から研修スタート

- (1) 9/26 スタートアップ, 目標設定
- (2) 10/30 コミュニケーションとプレゼンスキル
- (3) 11/14 マーケティング, 企画演習1
- (4) 11/30 プレゼン実習1(大学の授業として実施)
- (5) 12/21 プレゼン実習2(大学の授業として実施)
- (6) 1/15 マーケティング, 企画演習2
- (7) 2/13 最終企画プレゼンテーション



図2 第2回(プレゼンスキル)の研修の様子

2.2 短期大学(本学)での授業設計

○授業名等: 企業研究 1回生77名

○実施期間: 後期10月~2月

2017年度からのカリキュラム変更により1年次後期に設定された「企業研究」では、経営やマーケティングの考え方の基礎を学習したのち、主に地元企業を対象にした研究活動を行う。3人1組のチームを編成し、福井県が選定している「実は福井の技」の企業群の中から1社を選び、企業の沿革や事業内容、強み等についての調査から全体でのプレゼンテーションまでを行う。学生はその発表に対して、相互フィードバック等を行うことで、調査内容を受講者全員で共有できるような流れを組み立てている。

この発表機会の中で、4週分を外部からの企業を招いて実施したが、そのうち2週分を今回の「ふくい右腕プロジェクト(FRAP)」の企業研修の場に設定した。これらの回では、研修参加企業6社が、3社ずつに分かれて20分間のプレゼンテーションを実施。その内容を、学生に加えて、研修派遣元の企業の経営陣、人事担当等が評価・フィードバックを行った。学生には、その回での企業からの発表が研修活動の一環であること、発表以前にも研修を実施しており、その流れの中での発表であること等は事

前に説明している。図3のように、大講義室の前段から中段には学生、後段には発表評価者としての企業経営陣、人事担当者等を配置する形で発表を行った。



図3 企業研究の授業で発表する参加企業の様子

3. 授業設計の考察と今後の課題

学生にとって、企業人と共に学ぶことはリアルな学びの場の提供である一方で、企業人にとっても大学等はリアルな学びの場であり、リアルな学習者である学生との共同での学びは従来の研修を超えた学びのリアルな体験になる可能性を秘めており、高い相互作用が期待される。従来のインターンシップや企業による授業へのゲスト参加等の連携協力ではなく、双方が共同学習する環境が定着することで、学生にとっても、就職時のミスマッチによる早期離職やモチベーション低下などの諸問題に対応できる可能性が高まり、キャリア教育のあり方に新たな変化をもたらす可能性があることを期待している。

今回の授業設計の今後の課題は、企業研修、授業それぞれの評価のあり方についてである。学習プログラムの設計においては、大学等における学習効果の評定が主に個人を中心になされるのに対して、企業においては、ナレッジマネジメント等に代表されるように、組織としての成果が問われることが多い。そこで、今後は、「組織的知識創造の理論」といわれるSECIモデル(野中氏ら)等のフレームワークを活用し、かつ、企業からの研修者と授業を履修する学生が実践コミュニティを形成できるような環境を整備していきたいと考えている。学習者の意欲向上などの測定や自己効力感の変化に加えて、企業側から見た人事考課等の評価との比較など多方面からの評価を実施し、引き続き学習プログラムの修正・改善等を継続していきたいと考えている。

参考文献

- (1) 野中郁次郎, 竹内弘高: "知識創造企業 - The Knowledge-Creating Company", 東洋経済新報社(1996)
- (2) 澤崎敏文: "地元企業・行政機関との連携によるPBL型授業設計とその実践", 教育システム情報学会第41回全国大会講演論文集, pp.299-300 (2016)

出前授業を通じた特別支援学校教員に対する技術教育手法の教育効果

Educational Effects of Technology Education for Special Support School Teachers through Delivery Classes

船木 英岳^{*1}, 吉富 友輝^{*1}, 丹下 裕^{*1}, 福井 繁雄^{*1}, 畑 亮次^{*1}, 榎田 勲^{*1}, 金森 克浩^{*2}
Hidetake FUNAKI^{*1}, Tomoki YOSHITOMI^{*1}, Yutaka TANGE^{*1}, Shigeo FUKUI^{*1}, Ryoji HATA^{*1}, Isao MASUDA^{*1},
Katsuhiro KANAMORI^{*2}

^{*1}舞鶴工業高等専門学校

^{*1}National Institute of Technonology, Maizuru College

^{*2}日本福祉大学スポーツ科学部

^{*2}Faculty of Sport Sciences, Nihon Fukushi University

Email: funaki@maizuru-ct.ac.jp

あらまし：筆者らの出前授業において特別支援学校教員は支援機器活用に対する関心が高いが、多くの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。特別支援学校教員を対象に事前学習と学習内容を定着させるための学習管理システム (Learning Management System : LMS) を構築し、高専の初等教育方法である「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、教育手法を評価する。

キーワード：出前授業、特別支援学校教員、技術教育、LMS

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・製作が困難であることが判明した。そこで、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。

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。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」を目的としている。これまでの取り組みで出前授業実施中に、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ている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する。

本研究では、出前授業で製作する支援機器の資料の閲覧や工具、電子部品等の電子工作を行うための知識を学習できる LMS を構築し教育効果を評価する。

2. 提案する技術教育手法の構想

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 に示す全国の高専が連携している福祉情報教育ネットワークの技術教育では、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つけていない。そこで本研究室では、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つ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す。本研究で構築するシステムは図 1 の基礎レベルの太字部分である LMS による eラーニングに相当する。

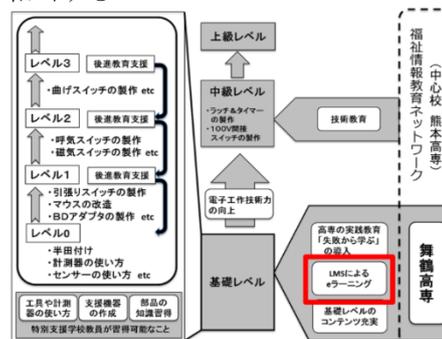


図 1 提案する技術教育手法の概要

2.2 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。

・次回出前授業テーマ「握りスイッチの製作、マウスの改造」 —握りスイッチの資料 —マウスの改造の資料
・基礎レベルの教材「はんだ付けや工具や部品の説明など」 —はんだ付けの学習 —はんだ付けとは、はんだの使い方 —部品の説明 —基板、抵抗、コイル —工具の使い方 —コンデンサ、ダイオード —ペンチ、ニッパー —ワイヤーストリッパー —計測器の使い方 —クルーガン（ホットボンド） —テスター
・過去の出前授業教材の一例 —平成28年度 —打楽器を叩くスイッチの製作 —物体通過の検知スイッチの製作
・掲示板とQ&A

図2 制作したコンテンツの一例

3. 出前授業の一例

3.1 握りスイッチの出前授業

出前授業に参加した特別支援学校教員は10名である。握りスイッチは、2つの木材の片方にタクトスイッチを固定し、蝶番で2つの木材を取り付けて木材を握ることでタクトスイッチのON/OFFを制御できる支援機器である。図3に握りスイッチの資料の失敗例を示す。今回の出前授業の事前学習として失敗例を取り入れた製作手順の資料と製作で使用する工具の使い方をLMSにアップロードした。



(a) ケース1 (b) ケース2

図3 握りスイッチの失敗例

3.2 評価と考察

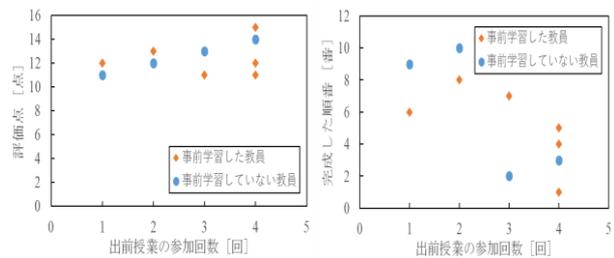
表1に握りスイッチの評価シートを示す。評価内容は、図3に示す失敗例の内容をポイントとして評価シートを作成する。評価シートは○(できている)、△(普通)、×(できていない)の3段階で評価した。評価シートの結果から○は2点、△は1点、×は0点の合計を評価点として数値化した。参加者10名分の支援機器の評価は指導者が行った。図4(a)は、これまでの出前授業の参加回数と数値化した支援機器の評価結果を示し、図4(b)にこれまでの出前授業に参加した回数と支援機器の完成した順番の相関関係を示す。図4(a)より、出前授業の参加回数が少ない特別支援学校教員も含め全員の評価点が高いことが分かる。この結果から、特別支援学校教員は失敗例

から支援機器の製作のポイントを守っていることが確認できる。図4(b)より、参加回数が増えるごとに完成した順番が早くなっていることが分かる。

本研究では、出前授業に参加した回数と支援機器の完成した順番の相関性を評価するために相関係数を用いる。その結果、相関係数 r は -0.72 であった。データ数10の場合の有意水準0.05は、相関係数 r が -0.63 以下のとき有意であり、これを満たしている。これより、強い負の相関があり、出前授業への参加回数が多くなるごとに支援機器の製作時間が早くなり、出前授業の成果が表れているといえる。

表1 評価シート

握りスイッチ	
1	回路が正しく組めていて動作するのか
2	はんだ付けが正しくできているのか
3	平行電線は正しく裂けているのか
4	配線ケーブルは正しく剥けているのか
5	タクトスイッチの足は正しくつけているのか
6	蝶番は固定されているのか
7	モノラルプラグはツメで固定されているのか
8	ホットボンドの量は適切であるのか



(a) 参加回数と評価点 (b) 参加回数と順番

図4 評価シートによる数値化

4. おわりに

本研究では、高専の初等教育である「失敗から学ぶ」を取り入れたLMSによる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。握りスイッチの出前授業の実施において、参加回数と支援機器の製作にかかる時間は、強い負の相関があることが確認できた。これらの結果から、提案した技術教育手法の有用性が実証できた。

今後の課題としては、出前授業で使用する評価シートの汎用化の検討や出前授業の内容の充実を図る予定である。

謝辞

本研究はJSPS 科研費15K01112の助成を受けたものである。ここに付記し、感謝の意を表す。

参考文献

(1) 丹下裕, 船木英岳, 木下博美, 福井繁雄, 畑亮次, 金森克浩, 「特別支援学校教員を対象とした技術教育システムの構築」, 第65回工学教育研究講演会, P-09, (2017.8).

大学間単位互換 e ラーニング授業 10 年間の取り組み

Activity Overview of Interuniversity e-Learning Credit Transfer Systems

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。2009 年度から一部加盟校による先導的取り組み、2011 年度からはコンソーシアム全体を対象とした e ラーニング授業も提供している。しかし、ここ数年単位互換事業に対する期待や環境も変化しており、10 年目にあたる今年度で一旦これまでの e ラーニングの取り組みを終了させることとした。本稿では、これまでの実績や課題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。現在の事業は、単位互換、生涯学習、インターンシップ、高大連携・接続、FD、SD、国際連携、京都学生祭典、京都国際学生映画祭、大学地域連携・大学都市政策、全国大学コンソーシアム協議会、勤労学生援助など多岐に渡っている。この中でも加盟大学相互の単位互換事業は、財団の前身である「京都・大学センター」設立当初に開始された中核事業である。提供科目数も減少してはいるが、現在も 450 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。これとは別に「京(みやこ)カレッジ」という名称で提供している社会人向けの生涯学習に毎年約 2,000 名弱の出願があり、このうち一部科目は単位互換事業に相乗りという形での受講となっている。

また、2008 年度～2010 年度に文科省 戦略的大学連携支援事業として採択を受け、加盟大学のうち 10 大学・短期大学の共同事業で構築した連携システムと制度を基にした e ラーニングによる単位互換授業の提供が加わった。この共同事業では、「e(いー)京都(こと)ラーニング」という名称のシステムを立ち上げ、2010 年度に遠隔講義による同期型授業と VOD による非同期型授業を試行提供し、連携校学生に限定した単位互換による授業提供を開始した。3 年間の補助事業終了後、構築したシステムおよび授業コンテンツ等は、大学コンソーシアム京都の単位互換事業に引き継がれ、受講対象も単位互換制度の包括協定をしている約 50 の大学・短期大学全体に拡大した。通常の単位互換事業に組み入れられて以降の 2011 年度から引き続き単位互換制度の一環として、

e ラーニング科目（非同期型 VOD 授業と教室での集合授業・VOD を組み合わせたブレンディッド型授業）の提供をおこなっている。

単位互換事業全体の受講規模縮小に伴い、相対的に e ラーニングの受講率が高まっているが、開始当初の「教養教育の共有化」という目的を含め、大学コンソーシアム京都内で今後の e ラーニング事業の方向性を明確に定めることができていないという問題もある。また、単位互換制度そのものを取り巻く環境も大きく変化していることもあり、e ラーニングに関しては 2018 年度を以て、事業そのものを一旦終了することとした。

2. 単位互換事業の概要

大学コンソーシアム京都が実施している単位互換事業は、他大学が開講する科目を履修し、修得した単位が所属大学の単位として認定される制度である。学生の幅広い関心や興味に応じて、文化、芸術、政治、経済、自然科学など、複数の学問分野にわたる科目を 10 テーマに分類し提供している。

この単位互換事業には、約 50 大学・短期大学が単位互換包括協定を締結し、毎年 450～500 科目前後を提供している。受講者数は、ピークであった 2001 年度にのべ 14,000 名を超える出願、10,000 名を超える受講があった。

ここ数年の推移（京カレッジを除く単位互換生のみ）を見てみると、2014 年度は 516 科目提供、4,702 名が受講、2015 年度は 589 科目提供、3,412 名が受講、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 年度も 435 科目を提供したが受講者数は 2,400 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、大学間の単位互換制度としては日本最大である。しかし、大きな曲がり角に差し掛かっているのは間違いない。

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1・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が大幅に減少していることが分かる。出願者数全体に占める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20%弱をピークに単位互換全体に於けるeラーニング科目出願率も大きく減少している。

表1：単位互換出願者数推移

	2011	2012	2013	2014
単位互換出願者数	6,030	6,055	5,754	5,287
eラーニング出願者数	507	784	974	808
eラーニング出願率	8.4%	12.9%	16.9%	15.3%
	2015	2016	2017	2018前期
単位互換出願者数	3,615	3,369	2,549	1,762
eラーニング出願者数	695	567	297	125
eラーニング出願率	19.2%	16.8%	11.7%	7.1%

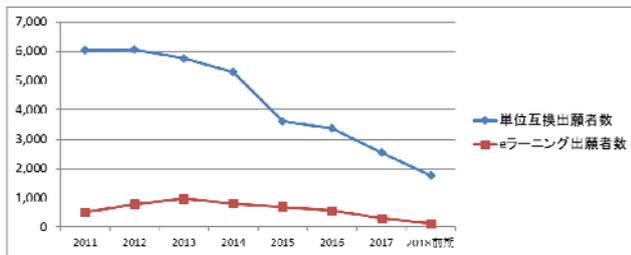


図1：単位互換出願者数推移

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2のとおりであり、のべ4,757名の受講があった。

表2：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～理論と実践の対策～	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
教の理解	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「仏教のこころー真実と教いー」	京都女子大学	18
特別講座科目4「仏教のこころー真実と教いー」	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
大甲作品をよむ『小説源入一』の読解ー一語一語の深い読みを求めてー	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

岐に渡っているとさ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. 単位互換事業におけるeラーニングの今後

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。一方、通常授業とは異なり時間や場所に拘束されないことから、一部学生の単位数稼ぎ目的等の安易な受講に繋がっている面も否めない。また、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る。

eラーニング科目の提供は、2008年度からの文科学 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。ちょうど取り組みの端緒から10年を迎えるにあたり、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検討の結果、費用対効果や昨今の加盟校の単位互換事業への期待の変化等から、2018年度末を以ってこれまで継続してきたeラーニング科目の提供及びプラットフォーム運営の維持を一旦終了することとした。

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が、直近に実施した加盟校を対象とした単位互換事業に関するアンケートの回答では、地理的な距離の問題等から、通常の科目提供大学キャンパスや大学コンソーシアム京都の拠点であるキャンパスプラザ京都で実施される単位互換授業に参加が難しい大学から、距離を超えた形で参加できるeラーニング授業の継続を求める意見もあった。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。

参考文献

- (1) 阿部一晴, 馬渡明, 福廣張順, 後藤充弘: “eラーニングから見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)
- (2) 阿部一晴, 前田昭吾, 馬渡明, 後藤充弘: “大学コンソーシアム京都単位互換eラーニングシステムの再構築”, 教育システム情報学会, 第41回全国大会講演論文集, pp.79-80, (2016)
- (3) 公益財団法人大学コンソーシアム京都, <http://www.consortium.or.jp/> (2018)
- (4) e京都ラーニング, <https://el.consortium.or.jp/> (2018)

看護技術教育におけるウェアラブル学習システムの開発

Development of Wearable Learning System for Education of Nursing Skills

真嶋 由貴恵^{*1}, 松田 健^{*2}, 泉 正夫^{*1}, 榎田 聖子^{*1}, 前川 泰子^{*3}
Yukie MAJIMA^{*1}, Takeshi TATSUDA^{*2}, Masao IZUMI^{*1}, Seiko MASUDA^{*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}長崎県立大学情報システム学部

^{*2}Department of Information Security, University of Nagasaki

^{*3}香川大学医学部

^{*2}Faculty of Medicine, Kagawa University

Email: majima@kis.osakafu-u.ac.jp

あらまし：本研究の目的は、静脈注射・採血技術における「熟練の技（わざ）」や「コツ」などの「暗黙知」を体得するために、これまで分析対象の盲点となっていた器具を持たない補助的な役割の手指に着目をして、初学者が刺入しにくい血管における「技（わざ）」を目前で模倣しながら学習できるウェアラブル学習支援システムを開発することである。本稿ではこれまでの先行研究を踏まえ、拡張現実（Augmented Reality：AR）を用いた学習支援システムを開発したので、その概要について述べる。

キーワード：看護技術、暗黙知、拡張現実、AR、ウェアラブル学習システム

1. はじめに

看護の持つ「暗黙知」の分析は、定量的に扱うことが難しく、インタビューなどの定性的アプローチがとられてきた。従来の看護技術における学習支援システムは、「知識」の部分や主体となる看護師のみに焦点を当てるようなものが多く、「技能」の持つ「暗黙知」をリアルタイムに可視化してその場でトレーニングを可能とするような学習支援システムがなかった。そこで本研究の目的は、静脈注射・採血技術における「熟練の技（わざ）」や「コツ」などの「暗黙知」を体得するために、これまで分析対象の盲点となっていた器具を持たない補助的な役割の手指に着目をして、初学者が刺入しにくい血管における「技（わざ）」を目前で模倣しながら学習できるウェアラブル学習支援システムを開発することであり、このために以下の3つの側面から研究を行っている。

(1)静脈注射技術において、補助側の手指にセンサを装着し、血管への刺入を行いやすくするための接触力を分析する。

(2)学習コンテンツとしてわかりやすく可視化する方法を検討する。

(3)ウェアラブルメガネを用いてリアルタイムに学習を支援するシステムを検討し開発する。

現在、(1)について、補助指の接触圧と皮膚伸展圧を分析し、熟達者と初学者の特徴の比較を行い、(2)について検討している。本稿では(3)について、拡張現実（Augmented Reality：AR）を用いて学習支援システムのプロトタイプを開発したので、その概要を述べる。

2. 先行研究

著者らはこれまで看護技術の技能の暗黙性に着目して、以下(1)～(5)の5つの研究を行ってきた。

(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、『くっつと』、『すーつと』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)静脈注射技術実施時の視線分析から、初学者（看護学生）と熟達者（看護職）の特徴と違い、熟達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た⁽³⁾。(3)手順及び視線の動きから、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⁾。(4)看護技術の暗黙的な特徴データを多様な視点から抽出するために、実施者の「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、熟達者と初学者の「技能」の特徴を比較した⁽⁵⁾。(5)看護師－患者間の相互関係性の良し悪しも技能の熟達に関係するのではないかという仮説にたち、看護師と患者の生体リズム（脳波と心拍）の同調情報（引き込み現象）の分析を行った結果、看護師のリラックス状態が患者のリラックス状態を引き起こしている可能性を示唆した⁽⁶⁾。以上の教材について図1に例を示す。

注射技術教育に関しては、従来、注射器の取り扱いについては教授者も学習者も関心も高く、学習支援のノウハウも蓄積されてきた。しかし、注射が困難とされる患者個々の血管の特徴（例えばコロコロ動く血管など）に合わせた左手指の技能については、「血管の固定、伸展」といった目的しか示されず、

どのように血管を固定して伸展させればよいかについては、十分に教授することができていなかった。

そこで、採血や静脈注射技術における器具を持たない補助的な役割の手指が、血管への刺入をしやすくしていることから、主体物以外の補助的な役割を果たすもの(血管への刺入をしやすくしている手指)に着目した学習支援システムの開発を目指す。補助指の接触圧については、熟達者と初学者の特徴を比較し、熟達者は初学者に比較して安定した接触圧⁽⁷⁾と皮膚伸展圧⁽⁸⁾をもって技術を実施していることを明らかにした。



図1 看護技術学習のための先行研究 (一例)

3. ARを活用したウェアラブル学習システム

従来の看護技術教育の方法では、初学者はまず講義で技術の目的、手順について学び、技術演習でデモンストレーションを見た後、実際に個別またはグループでトレーニングを行うことが一般的である。特に、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いるため、指導者はわかりやすいデモンストレーションを心がけることが必要であった。一方、ICTが発達した近年では、動画による学習や eLearning による場所や時間を問わない学習が可能になった。しかし、実際に行う看護技術トレーニングでは、動画映像が示されるモニターを見ながら実施することが多く、視線の移動などの問題からリアルタイムの学習は困難である。特にこれまで分析対象の盲点となっていた器具を持たない補助的な役割の手指については、映像の手がかりもなく、初学者が刺入しにくい血管における「技(わざ)」を学ぶことは難しい。

そのためまず、熟達者の看護技術方法を視線の移動をすることなく学習できるようにAR(仮想現実)を用いた学習支援システムを開発した。図2に示すように、学習者は技術トレーニングを実施する際に、リアルタイムで眼前に透けて示される熟達者の技能映像に従って、模倣(トレース)して学ぶことができる。プロトタイプシステムでは、シミュレーションの腕モデルに画像を重ねることによりトレーニン

グ可能であることを確認している。

しかし一方では、トレーニング前の画像の重ね合わせの調整が必要であり、熟達者(他者)の映像と初心者の技術映像の重ね合わせには、物品の位置の確定や模倣の仕方など、工夫が必要である。さらに、注射技術において、器具を持たない補助的な役割の手指の動作方法は、血管への刺入をしやすくするために必要であり、学習を支援する必要がある。先に熟達者と初学者の接触圧と皮膚伸展圧について分析を進めていることから、今後はそれらのデータをリアルタイムにシステム上で可視化していくことを考えている。



図2 ARを活用したウェアラブル学習システム

謝辞

本研究は JSPS 科研費 15K15805 の助成を受けたものである。

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) T. Kawano, Y. Majima, Y. Maekawa, M. Katagiri and A. Ishigame: Inter-brain Synchronization between Nurse and Patient During Drawing Blood, HEALTHINF, 5, pp.507-511(2016)
- (7) 松田健, 真嶋由貴恵, 大谷康介: 静脈穿刺における血管固定のための圧力データ分析, 信学技報 MICT2017-41, pp.1-3(2018)
- (8) 上田直輝, 泉正夫, 真嶋由貴恵, 松田健, 前川泰子: 注射技術における左手指接触力と皮膚進展の相関, 信学技報 MICT2017-41, pp.11-16(2018)

ICT を活用した急性期脳梗塞治療の評価及び教育の取り組み

An ICT Trial of Evaluation and Education for Actual Stroke Care

小山 裕司^{*1}, 松本 省二^{*2}
Hiroshi KOYAMA^{*1}, Shoji MATSUMOTO^{*2}

^{*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}藤田保健衛生大学 医学部

^{*2}School of Medicine, Fujita Health University

Email: koyama@aait.ac.jp

あらまし：本急性期脳梗塞の治療では、発症から治療開始時間までの時間の短縮等の処理効率の改善が喫緊の課題である。著者らは、ICT 技術を活用して、脳梗塞治療の効率を改善するための仕組み「Task Calc. Stroke」を設計・開発した。当仕組みには、処理効率の改善のため、誘導、実績の評価等の機能があり、これらは医療スタッフの教育にも活用できる。本稿では、当仕組みによる解決及び成果を示し、今後の展望を議論する。

キーワード：脳梗塞治療, 救急医療, プロトコル管理, 医療の質評価, 啓蒙, 教育

1. 緒言

脳血管疾患等の救急医療では、早期の治療が重要であり、患者の社会復帰率を高めることが示されている。脳梗塞の t-PA 治療開始までの DTN (Door-to-Needle) 時間, 脳血管内治療開始までの D2P (Door-to-Puncture) 等が早期治療の測定指標として示され、各病院の医療の質評価の QI (Quality Indicator) プロジェクト等でも、これらの時間が評価指標として使われている。

患者到着から治療までの検査・診察等には CT 検査室, 血液検査室等の複数の物理的に離れた部署が関係してくるが、早期治療実現のため、救急医療にあたる医療機関では、これらの多数の処置の手順に相当する「プロトコル」を設計し、医療スタッフ（医師, 看護師等の医療従事者）がこれに従って処置を適切に実行し、時間短縮を図っている。プロトコルの設計では、救急医療を俯瞰した体制の構築, 待ち時間の削減, 並列処置の実現の考慮が重要である。プロトコル管理は、医療スタッフが医療行為の傍ら、副次的に行っている。救急患者の疾患の種類は様々であるため、処置する事項も様々である上に、医療スタッフの数, 顔ぶれ, 経験等の救急医療の環境も時間帯によって様々である。

時間短縮の実現には、医療スタッフが早期治療の重要性, プロトコルの仕組み, 継続的改善の意義を理解することが不可欠であり、彼らの練達と負担に依っている。結果として、医療スタッフに相当の負担が生じ、また待ち時間・ミス等の問題が生じてしまうことがある。

著者らは、これらの課題を解決するため、救急医療のプロトコル管理に ICT 技術を活用し、効率的・効果的にタスク管理, 情報連携等を行うことで、時間短縮の安定及び医療スタッフの負担軽減を実現する取り組みを行った[1-4]。仕組みの設計及び実装では、処置の誘導, 実績の評価の機能を準備し、医療スタッフの教育に活かす試みを行った。

2. 設計上の特徴及び構成

以下に、救急医療現場での課題解決のためのプロトコル管理を実現する仕組みの設計上の特徴を示す。

- 経過時間等の表示: 救急医療の現場では分単位の時間が重要である。早期医療の実現, また時間の意識の徹底のため, 目標時間までの秒読み時間あるいは病院到着からの経過時間をあらゆる端末に時々刻々表示する。

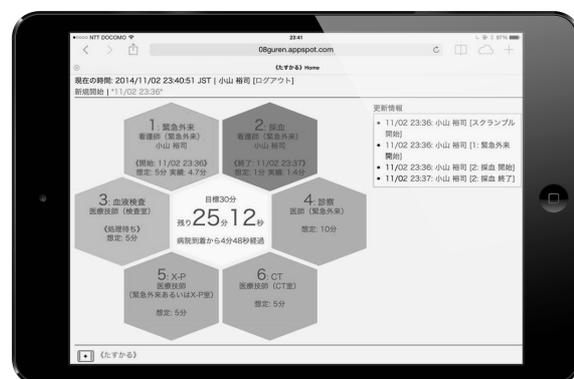


図1 患者画面の例

- 多対多の連絡網の構成: 従来の1対1の電話連絡では、 n 名の医療スタッフの連絡網の実現には、理論的には $n(n-1)/2$ 回の手間が必要である。小倉記念病院（北九州市）の脳梗塞急性期治療プロトコルでは、患者ひとりあたり最小構成で12名の医療スタッフが関与し、20回弱の電話をかける必要が生じていた。
- 現在の状態の俯瞰表示: IM (Instant Messenger) 等の時系列表示では情報が流れていってしまい、過去の内容を遡って確認する必要がある。救急医療現場では治療に関する情報を集約し、時々刻々変わる現在の状態を瞬時に解釈できるように表示

する必要がある。

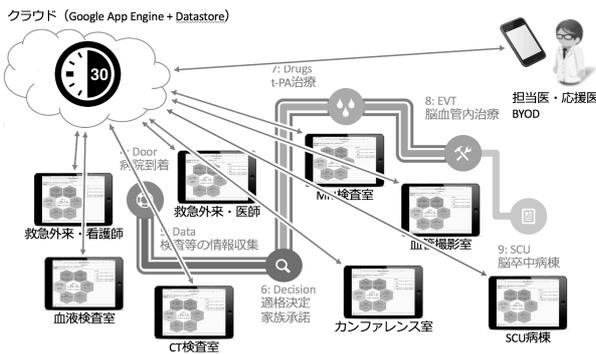


図2 構成概念図

救急医療現場を考慮し、簡単に直感的に操作できる使い勝手の実現も留意した事項であった。

3. 教育上の効果

医療スタッフは早期治療の重要性、プロトコルの仕組み、継続的改善の意義を理解することが不可欠である。また、自機関の治療実績を適切に評価することで、継続的に改善が期待できるという先行研究がある[5-6]。

- 誘導: 図3に例を示すように、救急医療プロトコルは処置の流れがある。定義された流れにしたがって、処置を適切に誘導することで、ミスの削減を期待できる。

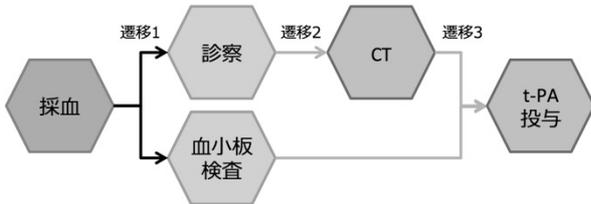


図3 処置の遷移

- 記録・集計: 処置過程の実績時間情報を自動的に記録しているので、累積情報の集計結果をグラフ表示し、各処置の開始の待ち時間、並列実行を容易に確認し、評価することで、次の改善に結び付けることができる。図4に特定のスクランブルの処置の流れの表示例を示す。

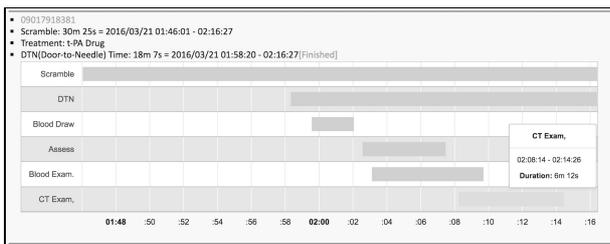


図4 概要表示の例

複数の患者治療間の対比表示、月あるいは年単位での集計表示が可能であり、治療実績の中央値、最小値、第1四分位点(25%)、第3四分位点(75%)、最大値から改善の推移を確認することができる。図5は月単位での集計表示例である。

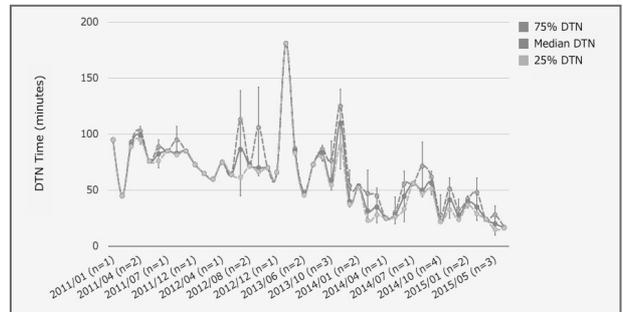


図5 月単位の集計表示の例

これらの機能によって、医療スタッフは自分の病院の早期治療の時間実績を認識することができる。自病院の正しい実績評価及び振り返りは、次の効率改善のために重要である。また、この集計機能は医療スタッフを時間計測、記録、計算、また実績報告書作成の手間から開放する。

4. 結語

救急医療のプロトコル管理に ICT 技術を活用し、時間短縮の安定及び医療スタッフの負担軽減を実現する取り組みを行い、処置の誘導、実績の評価の機能を準備し、医療スタッフの教育に活用する試みを行った。また、実際の救急医療現場で、これらが効率的及び効果的に機能し、教育上の効果を有することを確認するため、複数の病院で実証実験を行った。

参考文献

- (1) 小山 裕司, 松本 省二, 吉良 潤一: “ICT を活用した救急医療プロトコル管理”, 2016 年電子情報通信学会総合大会 (2016)
- (2) 小山 裕司, 松本 省二, 吉良 潤一: “ICT プロトコル管理による救急医療の効率改善の取り組み”, 第 20 回日本医療情報学会春季学術大会 (2016)
- (3) 小山裕司, 松本省二, 吉良潤一: “急性期脳梗塞治療支援システムの取り組み”, 情報処理学会 論文誌 (IPSI Journal), Vol.57, No.5 (2016)
- (4) Shoji Matsumoto, Hiroshi Koyama, Taketo Hatano, et al.: “The Development of Visual Task Management ICT System for Acute Stroke Care”, XXIII World Congress of Neurology (2017)
- (5) Noreen Kamal, Eric E. Smith, Caroline Stephenson, et al.: “Visualizing Acute Stroke Data to Improve Clinical Outcomes”, Stroke, Vol. 46, Issue 7 (2015)
- (6) Cheryl B. Lin, Margueritte Cox, DaiWai M. Olson, et al.: “Perception Versus Actual Performance in Timely Tissue Plasminogen Activation Administration in the Management of Acute Ischemic Stroke”, Journal of the American Heart Association, Vol. 4, Issue 7 (2015)
- (7) 二宮誠, 川山相基, 小山裕司ほか: “チケット管理システムを活用した PBL プロジェクト評価ツールの開発”, 第 63 回日本工学教育協会年次大会 (2015)

LINE@を利用した学習システムでの多様なクイズ問題提供環境の試作

Prototype of Environment Providing Diverse Quizzes for Learning System on LINE@

井上 仁^{*1}, 豊野 勇紀^{*2}Hitoshi INOUE^{*1}, Yuki TOYONO^{*2}^{*1}保健医療経営大学, ^{*2}チエル株式会社^{*1}College of Healthcare Management, ^{*2}CHleru Co., Ltd.

Email: jin-inoue@healthcare-m.ac.jp

あらまし：著者らは LINE@を利用した学習システムとして、これまでに医学英語や英単語・英熟語の学習システムを提供してきた。これらで提供している問題は、数が多いが同一形式のものであった。これに対して、医師国家試験や看護師国家試験では、さまざまな形式で問題が出題される。本稿では多様な問題に対応した学習システムと、共同で問題を構築する環境の概要について報告する。

キーワード：LINE@, 学習システム, 演習問題, 医師国家試験, 看護師国家試験

1. はじめに

SNS の一つである LINE は若年層だけでなく幅広い年齢層でネットワーク上のコミュニケーションの手段の一つとして利用されている。LINE のビジネス向けのアカウントの一つである LINE@は、小規模店舗、自治体等の情報発信の一手段として利用が急増している。最近では大学においても広報活動や情報提供を目的として LINE@が利用されている⁽¹⁾。

著者らは LINE@を利用した学習システムとして、これまでに医学英語や英単語・英熟語の問題を提供してきた^(2,3,4)。これらで提供している問題は、数が多いが同一形式のものであった。これに対して、医師国家試験や看護師国家試験では、さまざまな形式で問題が出題される。

2. 医学英語と英単語学習システム

図 1 のように、医学英語学習システムでは接頭語や接尾語の英語と日本語の組合せの正誤を問う二者択一形式の問題、英単語学習システムでは四者択一形式の問題を提供している。



図 1 医学英語と英単語の学習システム

これらの実装には、利用者からのメッセージや

LINE@の Messaging API⁽⁵⁾ の「テンプレートメッセージ」として提供される「ボタンテンプレート」(テキストや画像の表示と最大 4 件までのボタン表示とボタンがタップされたときの動作の記述)、「確認テンプレート」(テキストや画像の表示と最大 2 件までのボタン表示とボタンがタップされたときの動作の記述) の応答を利用している。

3. 多様な問題形式への対応

医師国家試験や看護師国家試験等で出題される選択式の問題の形式は、五者択一、五者択二、五者択三、十者択二(数字 2 桁)等とさまざまである。これらに対しては、医学英語や英単語学習システムで提供した手法が適用できない。LINE@の Messaging API の「ボタンテンプレート」では最大 4 件までのボタン表示と動作の記述しかできず、また複数のボタンを選択することができないからである。

これらに対応するために、Messaging API で提供される「イメージマップメッセージ」を今回利用することにした。「イメージマップメッセージ」には、表示された画像を利用者がタップすると、あらかじめ設定された最大 50 件の領域ごとに個別のメッセージを送信する機能がある。

複数の選択については、ボタンや画像のタップごとにメッセージが送出されるために、図 2 の中央の画像のように選択されたボタンの色を変化させた画像を再表示し、二つ目の選択肢のボタンをタップできるようにした。なお、押し間違いや選択を修正するために、すでに選択されたボタンを再度タップすると選択が解除されるようにしている。

複数の選択で順序が意味をもつものについては、図 3 の右側の画像のように、選択肢を複数段に表示するようにしている。ボタンの選択と解除は図 2 の中央の画像の五者択二形式と同様であるが、別のボタンのタップにより選択の解除と再選択になるようにしている。



図2 看護師国家試験の学習システム

4. クイズの問題の構築環境

医師国家試験や看護師国家試験等の過去の試験問題と正答は、厚生労働省の Web サイトで一般公開されている。学習システムには、これらのデータを利用していきが、著者らだけでの入力は困難であり、本システムを利用してくださる方のご協力が不可欠である。そこで、Microsoft Excel のファイルで入力用のテンプレートを用意している。

表1 問題の形式

種別	法律
問題	看護師の離職時の届出が定められているのはどれか。
選択肢数	5
選択肢1	医療法
選択肢2	学校教育法
選択肢3	労働基準法
選択肢4	保健師助産師看護師法
選択肢5	看護師等の人材確保の促進に関する法律
正解数	1
正解順序	0
正解1	5
解説	http://elaws.e-gov.go.jp/search/elawsSearch/elaws_search/lsg0500/detail?lawId=404AC0000000086

種別	
問題	看護師籍に登録されるのはどれか。2つ選べ。
選択肢数	5
選択肢1	生年月日
選択肢2	受験年月日
選択肢3	卒業年月日
選択肢4	就業年月日
選択肢5	登録年月日
正解数	2
正解順序	0
正解1	1
正解2	5
解説	

種別	
問題	50床の病棟で入院患者は45人である。この病棟の病床利用率を求めよ。ただし、小数点以下の数値が得られた場合には、小数点以下第1位を四捨五入すること。
選択肢数	10
正解数	2
正解順序	1
正解1	9
正解2	0
解説	

表1はExcelの各行を表形式にしたものである。種別や解説は試験問題に含まれていない項目であるが、分野ごとの学習や学習者へのフィードバックのために追加している。

現時点では、Excelファイルからシステムにデータを登録するようにしているが、将来的にはWebインタフェースで入力できるようにする予定である。

5. おわりに

本稿では、医師国家試験や看護師国家試験等にみられる多様な問題に対応した学習システムと、共同で問題を構築する環境の概要について報告した。試験問題の形式は本稿で実装した以外にもさまざまな形式が存在する。今後も多様な問題に対応できるようにしていく予定である。またすでに提供している医学英語や英単語学習システムに関しても、操作性の向上のために、今回実装した方法に変更する予定である。

筆者らのLINE@を利用した学習環境の一連の研究では、(1)学習システムの構築、(2)学習システム上でさまざまな教材や演習問題の提供、(3)学習システムに記録される学習履歴をもとに教材や演習問題の難易度と学習者の能力を推定する機能の提供、(4)学習システムに蓄積された学習履歴の解析、を目標としている。

これらの機能は広く公開し、各機関のLINE@アカウントからの利用できるようにする予定である。また学習履歴はLearning Analyticsの研究にも利用できるようにする予定である。そのためにも多くの研究者の協力と支援をいただくと幸いである。

参考文献

- (1) 井上仁, 後藤浩士, 永石尚也, 望月秀樹, 伊達卓二: “大学におけるLINE@の利用状況と今後の可能性”, 大学ICT推進協議会2017年度年次大会予稿集(2017)
- (2) 伊達卓二, 井上仁, 後藤浩士, 永石尚也: “LINE@を利用した医学用語学習システムの検討”, 第12回医療系eラーニング全国交流会講演要旨集, pp.74-75(2017)
- (3) 永石尚也, 後藤浩士, 伊達卓二, 井上仁: “LINE@を利用した学習システムの試作”, 情報処理学会コンピュータと教育研究会第143回研究会発表会(2018)
- (4) 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(2018)
- (5) LINE Developers, <https://developers.line.me/> (2018年6月11日確認)

音読流暢性の評価結果をフィードバックするための可視化方法の検討

Consideration about visualization method of assessment to pupils' reading fluency

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、音読の流暢性自動評価ツールの開発である。これまでに、聞き手の印象を反映させた音読評価指標を整理し、それらを音読見本上にマッピングしたレイアウトを用いた利用者へのフィードバック機能を設計している。本稿では、フィードバック機能に対する利用者へのヒアリング結果と、その結果に基づくフィードバック画面のレイアウト設計の成果を示す。

キーワード：音読，流暢性，音読時間，ポーズ，可視化

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。

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⁽³⁾や文字の読み書きの正確性を調べる検査方法⁽⁴⁾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。評価に関する専門知識が必要であったり，評価に長時間を要したりするなどの問題がある。また，評価のために取得した音読の特徴が音読のアセスメントに活かされないことが多い。

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⁽⁵⁾を用いることで，読みの流暢性の自動評価ツール⁽⁶⁾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

本稿では，自動評価ツールで取得した音読の特徴を利用者に効果的かつ効率的にフィードバックする可視化方法の検討を試みる。

2. アセスメント用インタフェース概要

5 指標に基づく音読の特徴をアセスメントするた

めのインタフェースを設計した。利用者は音読指導者を想定する。提案インタフェースを用いることで，問題がある音読箇所の効率的な発見を目的とする。

2.1 可視化する評価指標

本研究では，数値データで表現される音読特徴を可視化することとした。可視化する理由は，評価に時間を要するデータを概観でき，情報に潜む知見の獲得ツールとして確立されているからである⁽⁷⁾。

可視化する特徴量としては，1モーラの音読時間とポーズの時間，およびそれらの位置とした。指導者が児童の音読困難箇所を発見するためには，文章情報を必要とする。そのため，可視化は，文章情報に音読特徴データを付加する形とした。

2.2 表示画面設計

図1に音読特徴を可視化した方法の例を示す。(1)ルビ振りは，認識文の上に1モーラの音読時間，下にはポーズ時間を示す。(2)読み速度は，実時間で音読評価の結果文章を順番に提示する。(3)速度下線は，実時間で結果文章に下線を引き提示する。(4)分かち書きではポーズの長さに対して対応する数の□を挿入する。(5)文字サイズ変更では，音読時間を文字サイズに変換対応させた。(6)ヒートマップでは，音読時間を色情報に変換対応させた。

(1) ルビ振り

(2) 読み速度文字表示

森林はspふところ深く雨を

(3) 読み速度下線表示

森林はspふところ深く雨を

(4) 分かち書き

森林は□その□□ふとこ□□る□深く雨

(5) 文字サイズ変更

森林は□その□ふとこ□る□深く雨を

(6) ヒートマップ

森林はspそのspふところspるsp深く雨を;

図1 音読特徴の提示方法

3. 対象者評価結果

音読指導者4名に設計画面を評価させた。その結果、可視化手法とアセスメントに関する評価に分類できた。

可視化手法に関する評価を以下に示す。

- 読みの変遷を視覚的に理解できて良い
- ルビ振りは情報を精査するときが良い
- ヒートマップのポーズは口がよい
- ルビ振りは情報精査しか使えない
- 分かち書きの数の違いが分かりづらい
- 課題文章と比較できる画面が欲しい
- 5指標に視線情報を組み合わせると時系列を拡張できるのではないかと

アセスメントに関する評価を以下に示す。

- 詰まっている位置が分かり、指導に役に立つ
- 読みの評価はモチベーション維持に使える
- 上手に読めていると楽しくなるようなインセンティブがあるといい

可視化手法に関しては、(6)ヒートマップが特に好評であり、問題箇所発見に役立つと指摘された。

また、提案手法により、音読の評価が可視化されることが児童の指導に役立つという意見もあった。指導時間に制約のある指導者でも児童の音読特徴を概観することができること、客観的な評価が行える可能性があること等が指摘された。

4. 評価に基づくインタフェースの改良

3章に示した評価結果に基づき、音読評価の結果と課題文章の比較を行える画面を3種類作成した。図2にその一部を示す。(a)は現実世界の紙での比較時の紙を重ねる行為のメタファーを取り入れた表示方法である。(b)は結果文章と課題文章を平行に並べ表示する方法である。3番目は、結果文章の任意行をマウスオーバーあるいはクリックすると課題文章と置き換わる表示方法である(図示は省略)。

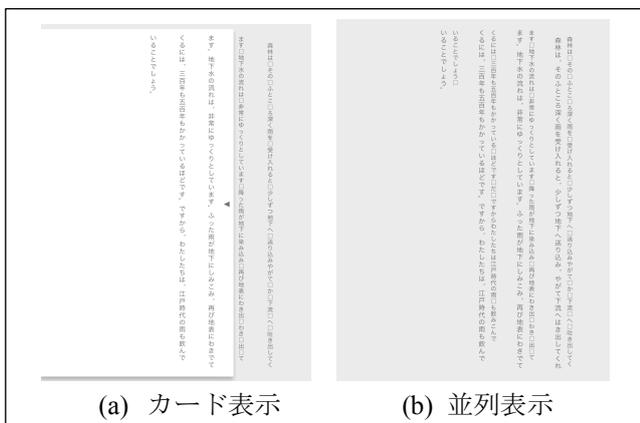


図2 文章比較画面

情報可視化の目的には4つの用途がある⁽⁶⁾。それらは、データ全体を広く眺める「概観」、問題点や新しい現象を見つけ出す「解明」、データ要素の追加・

削除・注釈を行う「操作」、データの持つ意味を明快に説明する「報告」である。図2に示した画面設計では、問題箇所の発見を目的としていた。そのため、「概観」「解明」の用途のみを意識し、「操作」「報告」に関する機能は盛り込めていなかった。そこで、問題箇所の詳細情報の表示や操作ができるような表示画面も作成した。結果を図3に示す。(a)は問題箇所一覧として表示する方法であり、(b)は音読評価の結果文章上に問題点を表示方法である。

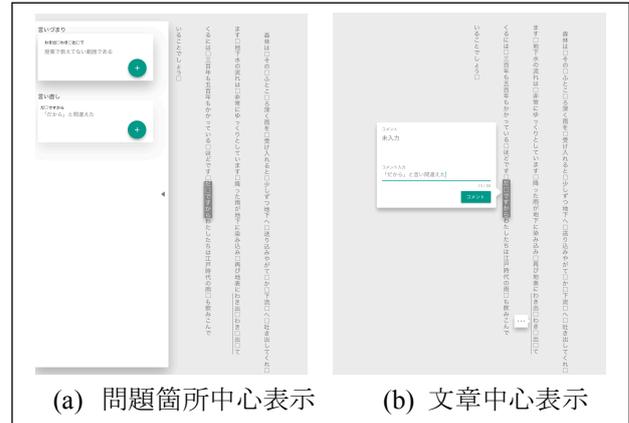


図3 問題箇所の詳細情報表示画面

5. おわりに

音読の流暢性を評価したデータの可視化手法について検討した。ヒートマップ型インタフェースが好評であった。また、評価指標は数値よりも数量変数に置き換えた方が特徴評価しやすいことが明らかになった。今後は、新しく作成したインタフェースの評価実験を行う。また、新たに児童向けの流暢性評価フィードバック方法も検討する。

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) 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/fieldfile/2016/10/27/1378381_15_1.pdf (2018.1.21 アクセス)
- (4) 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).
- (5) 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).
- (6) 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年度教育システム情報学会学生研究発表会北信越地区, pp.29-30 (2018).
- (7) 伊藤貴之, “意思決定を助ける情報可視化技術”, コロナ社, p6 (2018)

映像上に内省材料を重畳表示する運動支援システムの開発

Development of Sports Support System Using Superimposed Movie with Reflection Materials

石岡 匠也^{*1}, 後藤田 中^{*1}, 米谷 雄介^{*1}, 松浦 健二^{*2}, 谷岡 広樹^{*2}, カルンガル ギディンシ ステファン^{*2},
和田 智仁^{*3}, 國枝 孝之^{*1}, 八重樫 理人^{*1}, 林 敏浩^{*1}

Takuya ISHIOKA^{*1}, Naka GOTODA^{*1}, Yusuke KOMETANI^{*1}, Kenji MATSUURA^{*2}, Hiroki TANIOKA^{*2},
Stephen Githinji KARUNGARU^{*2}, Tomohito WADA^{*3}, Takayuki KUNIEDA^{*1},
Rihito YAEGASHI^{*1}, Toshihiro HAYASHI^{*1}

^{*1}香川大学, ^{*2}徳島大学, ^{*3}鹿屋体育大学

^{*1}Kagawa University, ^{*2}Tokushima University, ^{*3}National Institute of Fitness and Sports in Kanoya
Email: s17g452@stu.kagawa-u.ac.jp

あらまし：スポーツのスキル獲得では、身体の各動作部位に対する動きのコツを、直感的に認知しやすい学習方法が有効である。本研究では、利用者が身体各部に自由に装着でき、装着部位の動き（速度ベクトル、加速度ベクトル）を観測するセンサを用いる。センサデータをもとに、利用者が選択した部位の動きをシンボル化でき、そのシンボルを撮影された映像上に重畳表示できる映像再生システムを提案する。

キーワード：内省支援、重畳表示、アノテーション、シンボル化、ポインティング

1. はじめに

近年では、熟達した競技者が、インターネットを通じて練習方法やスキル獲得で重要なコツを動画発信している。コツを伝えるために熟達者は、運動のキーポイントとなる複数の身体の部位に対し、意識を向けさせる説明を行う。知識習得を促す一般的な講義コンテンツでは、前記のような意識づけのため字幕などのアノテーションが使われる。一方で、複数の部位が異なるタイミングで連動するスキル獲得を促す目的では、指導部位やタイミング、指導内容を容易に指し示す方法を提案することで、コンテンツ制作の容易性や習熟につながりやすい表現となることが期待される。そこで、本研究では運動学習を対象となる部位に対し、動画再生環境上で、容易に指示入力（ポインティング）可能なアノテーションの手法を提案する。本研究では運動を対象としたアノテーションをシンボルと呼び、競技者が動画上の身体の任意の部位にシンボルを付与するシンボル化を支援し、映像の対応する部位にシンボルを重畳表示するシステムを開発する。

2. シンボル化の要件および定義

競技者が内省に注目したい部位にセンサを装着し、同時に自分の動画も撮影しながら運動し、自分の動きを把握しようとする試みがなされている。その状況下で、競技者が内省に向けて、動画編集上のセンサの装着部位とセンサ値の対応づけや、映像との同期の手間が課題の一つである。また、運動の映像中では、動きは直観的に認知しやすいことが望ましい。本研究では、装着各部位の動きに対し、選択された部位をシンボルで表す。その過程で部位との対応を含めた内容定義を支援する。動画再生中に、変化する動きの中で、シンボルは、特定のシーンに対し、センサ値と部位、時間に紐づく。なお、石原らの研究⁽¹⁾で字形ごとにある程度固まったイメージが存在し、直観的に伝わりやすいため、本研究では、シン

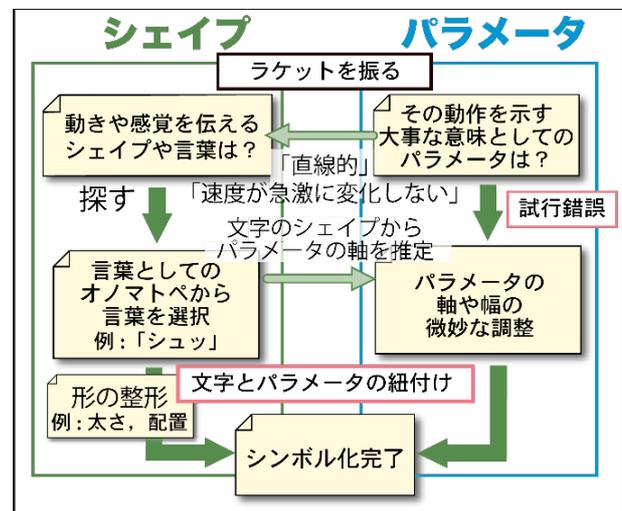


図1 選択した部位の運動のシンボル化の過程

ボルは文字のシェイプ（輪郭として字形等）を定義する。また、内省に向けて、シンボル化は、装着部位のセンサ情報（加速度等）を含む。

3. シンボル化の手順

本研究ではシンボルを用いたスキル学習のサイクルとして 1) 身体の部位とシンボルを与えるタイミングの選択, 2) 部位の運動のシンボル化, 3) シンボルに対する運動の差から振り返り学習, を順に回す。図1に2)のシンボル化の過程を示す。シェイプはシンボルの字形を表し、オノマトペで示す大まかな動きの感覚により具体的なパラメータをシステムがユーザに提示する。パラメータはシンボルの示す運動自体を表す。パラメータの軸は例えば運動の速度を表し、幅は一定速度で運動するときの許容する速度の変化する幅を表す。パラメータは別のシーンで同じ様な動きをした時に、その動き間の差を検出するために活用可能性がある。本稿では、スキル学習のサイクルの中の1), 2)の部分に焦点を当てた、動きのシンボル化支援システムを提案する。

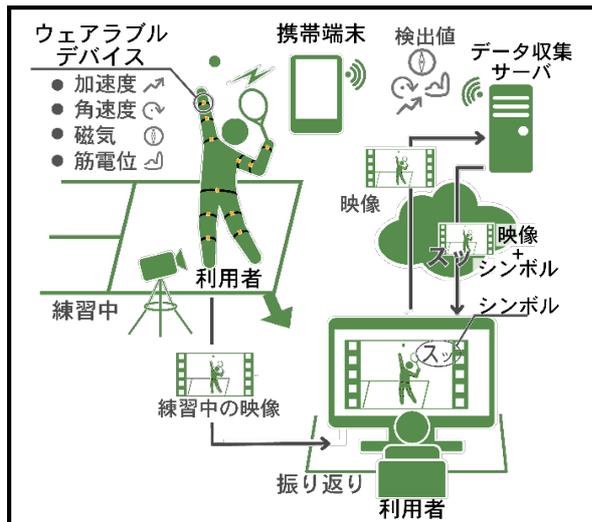


図 2 システム利用の流れ

4. ポイントを示すシンボルの重畳表示

運動以外でアノテーションを使い位置を指定し、レビューを行う研究として寶理らの研究が挙げられる⁽²⁾。しかし、運動では、シンボルを映像内で表示する位置は、部位に追従させる必要がある。そのため、本研究では、シンボルが対応するセンサの上に重畳される映像を提供する。シンボルを重畳するにはAR技術が活用可能であり、本研究では、センサをARマーカとして活用する手法を採用する。これにより、シンボルを指し示したい身体の部位に重畳し、表示することが可能になる。

5. システム利用の流れ

本研究で開発するシステムは、競技者の運動のシンボル化とその閲覧を支援することを目的としている。また、運動のシンボル化は映像、センサデータを取得した競技者以外でも可能である。システムは利用者にIF上で学習対象として含まれる身体部位の範囲を変えて選択可能にし、任意の粒度での対象部位のシンボル化を可能にする。提案するシステムの流れを図2に示す。まず、競技者は身体にデバイスを装着し、練習を行う。競技者は練習中、自分の練習の様子を撮影し、ウェアラブルデバイスは運動に関する加速度などを検出する。運動後はシステムを使い、運動のシンボル化を行う。利用者は、撮影しておいた映像をサーバにアップロードし、Webを通じたIFで映像中のシンボル化を行いたい部位を選択し、その時間、時間幅を指定してシンボル化する。また、シンボル付与後の運動を閲覧し、自身の運動の課題を発見する。

6. システムの機能提案と要件

6.1 身体の運動を取得するデバイス

本研究では、身体各部の動きを取得するために、デバイスに3軸の加速度、角速度、磁気センサを搭載する。また、力の入れ具合を取得するために、筋電センサの活用も検討する。筋電位その他のデータはその取得位置が身体上で異なるため、異なるデバイスを用意する。デバイスは、シンボル重畳の際の

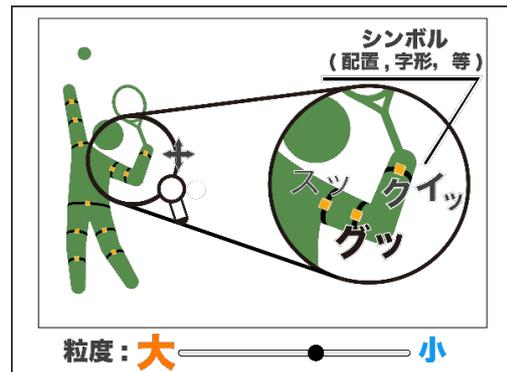


図 3 部位選択、シンボル重畳する閲覧IF

マーカとしての役割も果たすため、カメラで映るようにある程度の大きさを要する。また、デバイスは競技者の身体に複数装着され、携帯端末へデータを送信する。携帯端末は、サーバにデータを転送する中継機能を持つ。デバイス同士の通信には無線通信を活用する。しかし、無線通信方式の中には最大接続数の制約が存在するものもあるため、デバイス同士でネットワークを構成する手法も検討する。このようなデバイスで利用者の身体運動を取得する。

6.2 部位へのシンボル重畳

本システムでは、シンボル化及び、その重畳表示をする際には、図3に示すような映像閲覧IFを用いる。IF内で競技者はシンボルを表示、又はシンボル化する対象の部位の範囲の大きさを指定できる。システムは利用者にシンボル化されていない部位や動きに対しては、IF内で部位を選び、それに対してシンボル化を行うことも可能である。本研究では、範囲の大きさを粒度と呼ぶ。粒度は、粒度スライダーで指定することができる。この粒度に連動して、図3中の左側の円の大きさが変化する。競技者は左側の円で対象とする部位範囲を選び、右側の円でその部位にシンボルを重畳した映像を再生、閲覧する。

7. 終わりに

本研究では、競技者に身体の任意の部位の動きにアノテーションを付与するシンボル化支援をするシステムの提案をした。システムは、利用者にシンボル化を容易に行わせ、動画内で身体のセンサ取り付け箇所にシンボルを重畳させることで、直感的な運動の伝達を支援する。今後の課題としては、デバイスやシステムの開発が挙げられる。また、具体的なシンボル化支援の方法についても検討を行いたい。

謝辞

本研究はJSPS 科研費 JP16K16321, JP15K1072, JP18H03344の助成を受けたものです。また、本研究は株式会社リコーとの共同研究によります。

参考文献

- (1) 井上治郎, 熊坂亮, “フォントの違いによるイメージの伝達効果”, 独語独文学研究年報, 29, pp.25-40, 2002.
- (2) 寶理翔太郎, 寺田達也, 加藤由香里ら, “授業映像への手書きアノテーションによるピア・レビューシステム”, 信学技報, Vol.108, No.315, pp.17-22, 2008.

DNN 活動パターンの可視化による 発音評価フィードバックに関する基礎的検討

A study on feed-back of pronunciation evaluation by visualizing DNN activities

勝瀬 郁代

Ikuyo Masuda-Katsuse

近畿大学

Kindai University

Email: katsuse@fuk.kindai.ac.jp

あらまし：児童の発音評価を視覚的にフィードバックするために、DNN の活動パターンに着目した。まず予備研究として、DNN レイヤーの活動パターンを低次元多様体に布置した分布で、どの程度音素が識別できるかを調査した。はじめに多層パーセプトロンを構成し、音声特徴量を学習データ、音素ラベルを教師データとして学習した。そして parametric t-SNE 変換により、DNN レイヤーの活動パターンを 2 次元多様体上にマップした。多様体は局所的にはユークリッド空間とみなせるので、マージン最大化近傍法により識別テストを行った結果、構音位置の平均正答率は 82.6%、構音様式の平均正答率は 82.3%であった。

キーワード：発音評価、フィードバック、DNN、可視化、音素識別

1. はじめに

私たちはこれまで、言語通級指導教室の発音指導を支援するシステムを開発してきた。子どもたちが発音練習をするためのシステム⁽¹⁾では、練習時の発音を、ターゲットである発音やその児童が誤りがちな発音と比較した結果をフィードバックしていたが、発音評価の精度があまりよくなく、改善を望まれていた。また、発音の正誤判定のみのフィードバックは歓迎されず、“どの程度正しいか”のフィードバックを望まれていた。むしろ、構音上の問題点も指摘できればなおよい。

発音評価に関しては、Goodness of Pronunciation⁽²⁾に基づく方法など、これまで数多くの先行研究があるが、近年、DNN による音韻特徴表現に関する研究が報告されている。Nagamine らは、DNN の各ノードに見られる、音素の弁別素性の特徴を調べている⁽³⁾。また Sim は、DNN 中間層の活動パターンを低次元多様体に布置し、音素の分布を観察している⁽⁴⁾。

そこで本研究は、児童の発音評価を視覚的にフィードバックするために DNN の活動パターンを利用することを目的とする。本講では、そのための予備的研究として、DNN レイヤーの活動パターンを低次元多様体に布置したマップ上で、どの程度音素が識別できるかを調査した結果を報告する。

2. 音声特徴量

本研究では、「日本語話し言葉コーパス」⁽⁵⁾の音声から Kaldi ツールキット⁽⁶⁾を使って特徴ベクトルを抽出した。具体的には、13 次元 MFCC 特徴ベクトルを求め、±4 フレームのスライディングを行った。LDA により 40 次元に次元圧縮し、MLLT により特徴ベクトルの相関を削減した。そして、fMLLR によ

り話者の正規化を行った。このようにして得られた各フレームの特徴量を、学習データ (training data, validation data) と評価用のデータ (test data) に分けた。次に、HMM の遷移モデルの pdf のインデックスである 497 個の id との強制アライメントを行った。これらの id は音素と対応が取れているので、最終的に、各フレームの属性として音素を割り当て、これを教師データとした。

3. ネットワークの構成

ネットワークは、入力層 (40 次元)、1 つの中間層 (ノード数 256)、4 つの中間層 (ノード数 2048)、出力層 (25 次元) の多層パーセプトロンである。活性化関数として、出力層に対してのみ softmax 関数を用い、それ以外の層には ReLU 関数を用いた。このネットワークを用いて音素の識別テストを行ったところ、正答率は 85.0%であった。

学習データ (training, validation)、テストデータそれぞれについて、DNN の最終層の活動パターンを得た。

4. 低次元多様体への布置

3 章で得た活動パターンを 2 次元多様体に布置するために、parametric t-SNE⁽⁷⁾を用いた。parametric t-SNE は、training data のマッピング上に test data をマップすることができるため、評価したい音声と比較したい音声の関係を視覚的に確認できるのではないかと考えた。

parametric t-SNE では、変換のためのモデルを DNN で学習する。本研究では、この DNN の中間層を 3 層 (ノード数はそれぞれ 100, 100, 400) に設定した。学習とテスト用のデータとして、3 章の DNN の学習と評価に用いたデータから、各音素につき 10,000 の

training data, 2,000 の validation data, 3,000 の test data をランダムに選んで使用した。

図 1, 図 2 は, 発音誤りがよく見られる音素対について学習データを布置したものである。図 1 は, 構音位置は同じ歯茎硬口蓋で, 構音様式が摩擦である /ç/ (青) と破擦である /tç/ (赤) の分布である。図 2 は, 軟口蓋破裂音の /k, k'/ (青) と硬口蓋摩擦音の /ç/ (赤) の分布である。どちらの図も, 各音素独自の領域と, 重複領域が確認される。分布が重複している領域に布置される音声は, 聴感上もどちらの音素にも似た音が分布しているかどうかを確認する必要がある。実際に聴感上も区別しにくい音が分布しているのならば, ターゲットである音素の音声と誤りがちな音声を布置したマップ上に, 評価したい音声をマップすることで, ターゲット発音や誤りがちな発音との関係を視覚的に知ることができる。

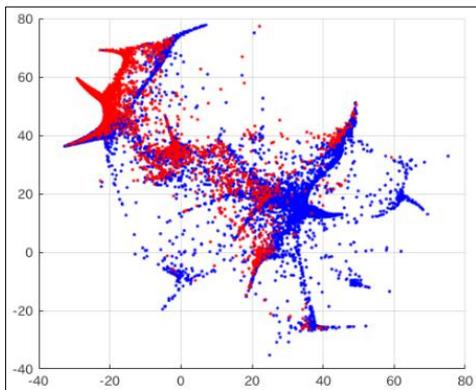


図 1 /ç/ (青) と /tç/ (赤) の分布

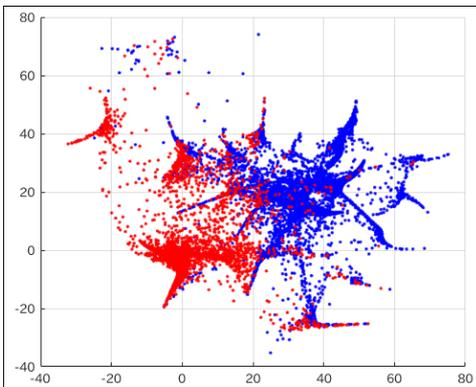


図 2 /k, k'/ (青) と /ç/ (赤) の分布

5. 識別テスト

多様体上の各点の近傍はユークリッド空間であるため, マージン最大化近傍法⁶⁾により, 音素認識テストを行った ($k=5$)。その結果, 子音の認識率は 77.6%, 母音の認識率は 80.0%であった。

先行研究¹⁾における発音評価のフィードバックでは, 起こりがちな発音誤りとの比較を提示するので, 音素の認識よりも, 構音の位置や様式の誤りの検出性能がより重要である。表 1 に, 構音位置及び構音様式で音素を分別した場合の正答率を示す。構音位

置の平均正答率は 82.6%, 構音様式の平均正答率は 82.3%であった。

表 1 構音位置及び構音様式の正答率

構音位置の正答率		構音様式の正答率	
両唇音	0.830	鼻音	0.873
歯茎音	0.871	破裂音	0.848
歯茎硬口蓋音	0.820	摩擦音	0.843
硬口蓋音	0.792	破擦音	0.791
軟口蓋音	0.788	弾き音	0.813
声門音	0.747	接近音	0.770
平均	0.826	平均	0.823

6. まとめ

本講では, 音声特徴量を入力とし, 音素ラベルを教師データとして学習した DNN のレイヤーの活動パターンを多様体上に布置し, そのマップ上に評価したい発音を布置することで, 発音評価のフィードバックを行うことを目的とし, 実際にどの程度音素を識別できるかを調査した。各音素は, 一部領域が重複しつつも, 異なる領域に分布した。今後, 重複領域に布置された音声は, 実際に聴感上も似ているかどうかを確認する必要がある。

7. 謝辞

本研究は, JSPS 科研費(16K00496)及び平成 29 年度産業理工学部プロジェクトによる助成を受けた。

参考文献

- (1) 勝瀬郁代: “言語通級指導教室における発音指導を支援するシステム”, 教育システム情報学会誌, 第 34 巻, 第 1 号, pp.7-19 (2017)
- (2) Witt, S. and Young, S.: “Computer-assisted pronunciation teaching based on automatic speech recognition,” Language Teaching and Language Technology Groningen, The Netherlands (1997)
- (3) Nagamine, T. et al.: “Exploring How Deep Neural Networks Form Phonemic Categories,” in INTERSPEECH 2015 (2015)
- (4) Sim, K.C.: “On Constructing and Analysis an Interpretable Brain Model for the DNN based on Hidden Activity Patterns,” in ASRU (2015)
- (5) 「日本語話し言葉コーパス」:
http://pj.ninjal.ac.jp/corpus_center/csj/
- (6) Povey, D. et al.: “The Kaldi Speech Recognition Toolkit,” IEEE 2011 Workshop on Automatic Speech Recognition and Understanding (2011)
- (7) van der Maaten, L.: “Learning a Parametric Embedding by Preserving Local Structure”, PMLR 5:384-391 (2009)
- (8) Weinberger, K.Q. and Saul, L.K.: “Distance Metric Learning for Large Margin Nearest Neighbor Classification,” J. Machine Learning Research 10 (2009)

Unity を用いた競技かるたにおける決まり字変化シミュレータの構築

Development of a Simulator for changing Decision Character during playing Japanese Poem Card Game using Unity

徳島 智春^{*1}, 清水 菜々子, 曾我 真人

Chiharu TOKUSHIMA^{*1}, Nanako SHIMIZU, Masato SOGA

^{*1}和歌山大学大学院 システム工学研究科

^{*1}Graduate School of Systems Engineering, Wakayama University

和歌山大学 システム工学部

Faculty of Systems Engineering, Wakayama University

Email: s206128@center.wakayama-u.ac.jp

あらまし：競技かるたとは百人一首を用いた競技で、読み手が百人一首の上の句を読み、競技者が下の句だけが書かれた札をとるという競技である。競技かるたにおいて有用な戦略として、決まり字と呼ばれるものがある。決まり字とは、競技かるたにおける上の句のこの文字が読まれると取る札が確定する文字のことである。決まり字は競技が進むごとに変化していくが、既存の練習素材ではこの変化に対応できていない。競技かるたにおける決まり字変化の学習を可視化するとともに効率的にし、システム使用者がより早く札を取ることができるように支援するシステムを Unity で開発し、決まり字変化機能を搭載しているシステムと搭載していないシステムで比較を行い、システムの有用性を評価した。

キーワード：競技かるた, 決まり字, 学習支援, Unity

1. はじめに

競技かるたとは、百人一首を用いた競技であり、小学生から高齢者まで年齢を問わず楽しめる競技の一つである。その歴史は江戸時代まで遡り、一般的には、古典的な伝統文化であると捉えられることが多い。しかし、競技かるたの本質としては、高度な瞬発力、記憶力、精神力、集中力など、あらゆる分野の技術が求められる激しいスポーツである。競技かるたを行う上で重要な事項は、身体能力、集中力、記憶力、耳の良さ、札の配置、決まり字などが挙げられる。本研究では競技かるたにおいて有用な戦略のうち、「決まり字」と呼ばれるものに着目して研究を行った。決まり字とは競技かるたにおける上の句のこの文字が読まれると取る札が確定する文字のことであり、競技の進行とともに変化する。

2. 研究背景と研究目的

従来の決まり字の学習方法として、図1のような、実際の札の上に決まり字が書かれた札を使って、競技を行いながら学んでいく方法がある。しかし、これは決まり字変化には対応しておらず、結局は自分の脳内で逐次決まり字変化をシミュレーションしていく必要がある。そのため、競技かるたにおける決まり字の変化を可視化することで、学習者が競技かるたの決まり字変化をリアルタイムに学習できるシステムを構築した。



図1 既存の決まり字学習教材

3. 関連研究

関連研究として、札を決まり字の種類によって区別し、可視化することで、盤面を見たときに一目で札の分布が分かり、同じ種類の札が集まっているのか、散らばっているのかが判断できるように設計されたインタラクティブコンテンツの研究がある。この研究は、自陣の札の配置を可視化しているものであるが、本研究は決まり字の変化を可視化するものであり目的が異なる。

4. システムの概要

本研究で構築したシステムを起動すると、図2のようにランダムに21枚の札が選ばれ場に並べられる。任意のタイミングで上の句の音声流れ、学習者がその上の句に対応する下の句が書かれた札をクリックすることで札をとることができる。決まり字変化が起きる場合には、図3のように、システム側が自動で決まり字の変化を行ってくれる。

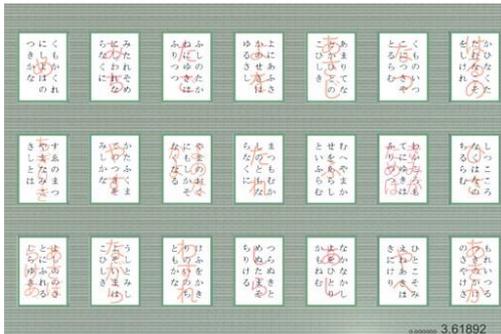


図2 システムの画面

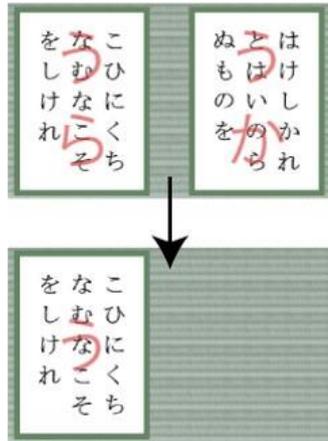


図3 決まり字変化

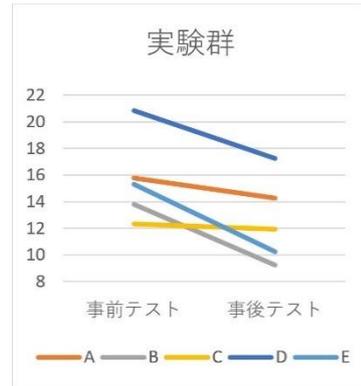


図4 実験群の結果

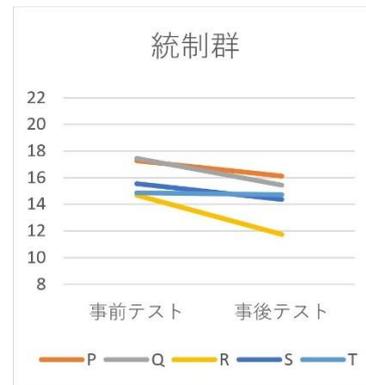


図5 統制群の結果

5. 評価実験

本研究で構築した決まり字変化機能を搭載しているシステムと搭載していないシステムを比較し、本システムの有用性を評価するため、競技かるた初心者である大学生10名を対象に実験を行った。学習者10名を実験群と統制群の2群に5名ずつに分けて、実験群は決まり字変化機能を搭載したシステムを用いた学習を、統制群は決まり字変化機能を搭載していないシステムを用いた学習を30分間行った。また、学習者にはシステムによる学習の前後に、決まり字が書かれていない札を使用したシステムを用いたテストを行い、それを事前テスト、事後テストとした。テストでは、音声を読み上げられる瞬間から札をとる瞬間までの時間を札獲得時間とし、それを計測した。事前テストと事後テストの札獲得時間の差を向上値として、向上値を両群間で比較した。

6. 実験結果

実験群の事前テストと事後テストの結果を図4に、統制群の事前テストと事後テストの結果を図5に示す。図4、図5の縦軸は札獲得時間である。また、実験群と統制群の向上値の平均をグラフにしたものを図6に示す。

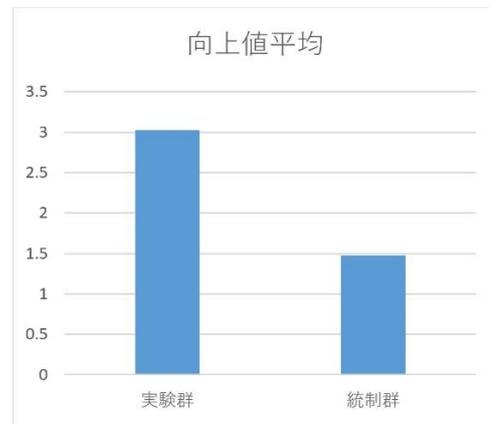


図6 向上値平均のグラフ

実験群、統制群ともに札獲得時間が減少しているという傾向が見られた。向上値を検定にかけた結果、実験群と統制群の間に有意差は認められなかったが、実験群のほうが統制群よりも向上値平均が高いという結果となった。

参考文献

- (1) 都丸幸造, 藤岡優, 安本匡佑, 羽田久一, 太田高志: “競技かるたの札の配置を行うインタラクティブコンテンツ”, 情報処理学会第75回全国大会 (2013)
- (2) 谷口直子: “小倉百人一首競技かるたの普及過程” (2004)
- (3) 一般社団法人 全日本かるた協会 (<http://www.karuta.or.jp/>)

対戦スポーツの攻守対面場面における突破スキル習得支援

Breakthrough skill development for one-on-one match in competitive sports

幸田 尚也^{*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}, 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：統合運動では、各運動要素に対する適切な運動能力の学習が必要となる。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の学習支援環境の設計を行う。本研究では、オフェンス・ディフェンスの動作変更のタイミングに着目し、練習相手となる仮想のディフェンダをソフトウェア実装し、突破スキル学習の一端を支援する。特に、身体動作計測のためにウェアラブルセンサを装着し、複数の入力に応じた動的な支援環境を提案する。

キーワード：統合運動、学習支援、仮想ディフェンス、フェイント動作、タイミング

1. はじめに

統合運動は、複数の身体部位を規律よく連動させる運動である。ボール競技などの多くが統合運動である。本研究では、この統合運動の中でもバスケットボールのオフェンス・ディフェンスの1対1の場面におけるフェイント動作に注目する。統合運動スキルの獲得には、各運動要素の適切なタイミングでの発動が重要である。そこで、フェイントのスキル獲得のために、フェイント動作を構成する要素の一つである動作変更タイミングの学習を支援する。

フェイント動作を学習する上で、通常は現実の練習相手の存在が不可欠であるが、常に想定するディフェンススキルを持つ相手と練習できるとは限らない。そのため、練習相手となる仮想のディフェンスをソフトウェア実装し、フェイント動作学習環境を構築する。また、学習者がオフェンスの適切な動作変更を行うタイミングを習得する学習支援システムを構築する。

2. フェイント動作

スキルは、認知スキルと運動スキルに大別される⁽¹⁾。フェイント動作において、認知スキルは相手の動作を予測し、相手を騙すための最善の行動を考えるスキルである。また、運動スキルは、実際に相手を突破する動作を行うスキルである。本研究では、この2つのスキルのうち運動スキルについて注目し、その学習の一端を支援する。

フェイント動作によって、ディフェンスを突破できる要因の1つとして、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ある。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移動距離の差が生じる。この生じた差によって

オフェンスは、より有利にディフェンスの突破を行うことができるようになる。そのため、本研究では、オフェンスとディフェンスの動作変更のタイミングのズレの大きさに基づく気づきの支援を行う。

3. 学習支援要件

オフェンスの1対1における突破動作は、ディフェンスの動作に依存するため、オープンスキルの側面が強い。そのため、学習者がオフェンス側の練習を行う際、練習相手となる現実のディフェンスが必要と考えられる。しかし、そのような練習相手を常に用意できる訳ではない。そのため、本研究では、練習相手となる仮想のディフェンダをソフトウェアで実装し、突破スキルの初期学習を支援する。

オフェンスがフェイント動作を行う際、ディフェンスはオフェンスの動作を予測して動く場合もある。しかし、これは高度な認知スキルを含む動作である。本研究では、オフェンスの運動スキルの支援を行うことを目的としており、ディフェンスの予測に関する認知スキルの側面を極力除外する。そのため、ディフェンスはオフェンス側の動作を予測せず、常に追従する動作を行うことを原則とする。また、学習者が動作変更を行うタイミングの習得に集中するため、学習者はボールを持たず、ピボット動作にてディフェンスを突破するような練習を考える。

学習者にディフェンスとの動作変更のズレを大きくするよう支援を行う。スキルの構成要素には、タイミング（時刻の正確性）、グレーディング（出力の正確性）、スペーシング（空間の正確性）がある⁽²⁾。本研究ではその中でもタイミングの支援を試みる。学習者とディフェンスの動作変更のタイミングのズレが最も大きくなるタイミングをシステムが予測し、

示唆する。また、この一連の支援を学習者の体現と同期的環境下で実現する。

フェイント動作は複雑な動作を要する運動である。そのため、センサを用いて運動データを計測し、データを処理、蓄積する。また、この処理をセンサではなく、汎用コンピュータで行うことで、デバイス側の処理を軽減できる。一方で、この構成では、通信の必要があるが、練習している学習者の運動を妨げないために、無線通信でデータを送信することにする。これらの要件より、システムフローを図1に示す。学習者の学習サイクルに対して、システムによる支援は同時に行う。

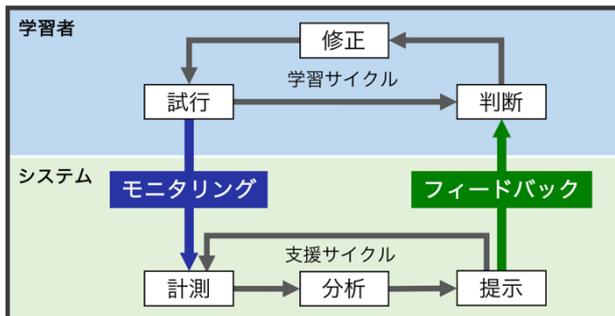


図1 システムフロー

4. システム開発

4.1 概要

フェイント動作は前後左右の方向に動く素早い運動である。そのため、この学習者の動作を計測するために、加速度センサを用いる。学習者はこのセンサを腰と両足首に装着し、それぞれ体幹、両足の動作を計測する。計測されたデータはコンピュータで統合的に処理を行うため、各データを直接送信する。無線通信を行うために Wi-Fi モジュールをセンサと組み合わせて利用する。無線で送信される計測データをコンピュータ側で処理し、学習者を追従する仮想のディフェンスと提示するタイミングを予測する。

コンピュータで作成した仮想のディフェンスとタイミングをフィードバックとして学習者に提示するために、透過型 VR ヘッドセットを装着し、これを用いて運動中にフィードバックを行う。そのため、学習者が転倒したり壁面にぶつかるなどの危険を排除するため透過型とした。また、コンピュータからヘッドセットへの通信もセンサ同様 Wi-Fi を用いる。学習者は、ヘッドセットに表示された仮想のディフェンスを突破するようフェイントを行う。この時、フェイント動作で今行っている動作から方向を切り替えるべきタイミングをコンピュータで予測し、学習者に提示する。これにより、学習者は適切な動作変更のタイミングを擬似的に体験できる。

4.2 フィードバック

本研究では、仮想のディフェンスの運動とタイミングの提示といった2種類のフィードバックを実現する。初めに、仮想のディフェンスは運動スキル支

援のため、自律的な運動は行わない。そのため、学習者を追従する受動的動作を実現する。また、人間は視覚からの刺激からの反応に150から225ミリ秒要する⁹⁾。そのため、本研究の仮想のディフェンスは、観測した学習者の動きから150ミリ秒遅れて追従する設計とした。このとき、センサでの計測から表示までのレイテンシはこれ以下であり、遅延補正は不要である。システムは、学習者の加速度データを時間で2重積分し、おおよその移動距離を計算する。この移動距離を元に仮想のディフェンスの動作を作成する。

動的なタイミング支援を行う上で、学習者の動作モデルを考える。このモデルを作成するために、学習者が仮想のディフェンスを突破しようとする動作を記録し、蓄積する。この蓄積されたデータからモデルを作成する。また、動作の記録を蓄積する度に、モデルを更新する。これによって、学習者の運動モデルを洗練することができる。

学習者の運動モデルから学習者の動作を推測する。この時、学習者が現在とは異なる方向に切り替えた時にソフトウェア上のディフェンダとの距離が大きくなるタイミングを計算し、動作を変えるよう画像としてVRヘッドセットに提示する。

5. まとめ

本研究は、統合運動として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し、その学習支援システムの設計を行った。練習時に学習者の練習相手が必要となる問題に対して、ソフトウェア上で仮想のディフェンダを実装し、学習者に提示する。これによって学習者個人で練習が可能となる。また、オフense・ディフェンスの動作変更のタイミングに着目し、このタイミングの差による距離増大を意図した実装を行っている。このためにウェアラブルセンサにて身体動作を計測する。

今後、フィードバックのタイミングに加えて、インタフェースの改善などを考察する予定である。また、学習者・仮想のディフェンダの精度を高めるためのデータの蓄積と、アクティブなディフェンダの実装といった展開を予定している。

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) リチャード・A・シュミット著、調枝孝治訳: "運動学習とパフォーマンス-理論から実践へ", 大修館出版, 東京 (1994)
- (2) E. R. Guthrie: "The psychology of learning". Harper, (1952)
- (3) 調枝孝治: "タイミングの心理", 不味堂出版, 東京 (1972)

PBL を支援する ICT の整理

A Review of ICT for Problem/Project Based Learning

高橋 聡^{*1}, 吉川 厚^{*2}
Satoshi TAKAHASHI^{*1}, Atsushi YOSHIKAWA^{*2}

^{*1} 東京理科大学
^{*1}Tokyo University of Science

^{*2} 東京工業大学
^{*2}Tokyo Institute of Technology

Email: satoshi-takahashi@rs.tus.ac.jp

あらまし：本論では、Problem/Project Based Learning (PBL) をサポートするために開発されてきた ICT ツールを概観し、その視座を構築することを目的とする。まず、様々な定義されてきた PBL の構成要素を整理する。なお、本論では Problem / Project の両者を対象とする。さらに、PBL をサポートするために開発されてきた ICT を整理し、PBL のどの構成要素に対しての支援であったのかのマッピングを行う。最終的に Contextual process への支援を目的とした論文が著しく少ないことを示す。

キーワード：ICT, Problem based learning, Project based learning

1. はじめに

これまでに、Problem/Project Based Learning (PBL) をサポートするために様々な ICT ツールが開発されてきた。これに対して、本論文ではその視座を構築することを目的とする。

まず、様々な定義されてきた PBL の構成要素を整理する。なお、本論では Problem / Project の両者を対象とする。さらに、PBL をサポートするために開発されてきた ICT を整理し、PBL のどの構成要素に対しての支援であったのかのマッピングを行う。

2. PBL の構成要素の整理

代表的な Problem / Project based learning の論文を参考にそれらの構成要素の整理を行った(表 1) ^{(1) (2) (3)}。縦軸は PBL で利用される学習理論であり、横軸は PBL の実施に関わる構成要素である。

PBL で利用される学習理論としては Constructive, Self-directed, Collaborative, Contextual process の 4 つを抽出した。

Constructive とは、学習者の能動的な活動により知識構造の構築および再構築を促す学習である ⁽⁴⁾。

Self-directed とは、学習者が自らの学習活動を計画し、自己モニタリングを行い、自己評価をしながら自ら学んでいく学習である ⁽⁵⁾。

Collaborative とは、複数の学習者が様々な相互作用をするなかで行っていく学習である ⁽⁶⁾。

Contextual process とは、学習者が何らかの文脈との結びつきを意識しながら行う学習である。これにより、学習によって得られた知識や技能を他の場面(臨床現場等)において活用することが可能になる ⁽⁷⁾。

PBL の実施に関わる構成要素は Problem, Student, Teacher/Tutor の 3 つとした。Problem とは、問題そのものである。Student とは、学習活動を行う学習者で

ある。Teacher/Tutor とは、学習を指揮する教員である。

表 1 PBL の構成要素対応表

	Problem	Student	Teacher/Tutor
Constructive			
Self-directed			
Collaborative			
Contextual process			

3. PBL を支援する ICT のマッピング

PBL を支援する ICT に関連する論文を 1976 年から 2018 年の Computers & Education (<https://www.journals.elsevier.com/computers-and-education>) から抽出した。論文数は合計で 40 本ののぼった。図 1 に出版年度と出版数のグラフを示す。図 1 から 1994 年に初めて論文が出版され、その後、2010 年に急激ピークを迎えた後に減少傾向にあることがわかる。

図 2 に ICT のマッピング結果を示す⁽⁸⁾。以下では、それぞれの構成要素に分類された論文を紹介した後、全体の傾向を分析する。

Problem, Student - Constructive に分類された論文としては[Wang, 2013]があげられる⁽⁸⁾。Wang らは、コンピュータの画面情報を利用して視覚的に学習者を支援する visualization-based environment for problem-based learning (V-PBL) を提案している。V-PBL では concept map などの機能が備わっており、それにより学習者の知識構造の構築活動を支援する。問題の知識構造の要素は事前に分解されて、V-PBL 内に設定されている。

Student, Teacher/Tutor - Self-directed, Collaborative に分類された論文としては[González-Marcos, 2016]があげられる⁽⁹⁾。González-Marcos らは、project.net community edition や LimeSurvey などの ICT ツールを

組み合わせ、Project Management 学習用の環境を構築している^{(10) (11)}。学習者らは Team managers や Team members などの役割に分かれて、これらのツールを使用し、プロジェクトの進捗管理を自らの手で実施する。また、学習者らの行動は、教員と学習者らによって、360度評価を受けることができる。

Problem, Student - Constructive, Self-directed, Collaborative, Contextual process に分類された論文としては[Sancho-Thomas, 2009]があげられる⁽¹²⁾。Sancho-Thomas らは、リアルな CG 空間内でチームとして問題解決を行うデジタルゲーム (NUCLEO) を提案している。NUCLEO では、学習者の没入感を高めることで、学習者のモチベーションを向上させ、かつ、実世界でのプロジェクト活動に活かせる学びを引き起こすことを狙いとしている。

図2から Contextual process の支援を目的とした論文が著しく少ないことがわかる。Contextual process は、学習効果を実世界に展開するために重要な要素である。この要素への支援が少ないことは、そもそも課題が存在しない、認識されていない、もしくは、課題を解決することが困難であるなどの様々な要因が考えられる。しかしながら、これらの点を考察するためには、これまでに明らかにされている PBL 運営上の課題をまとめ、それらの課題とのマッピングを行う必要がある。

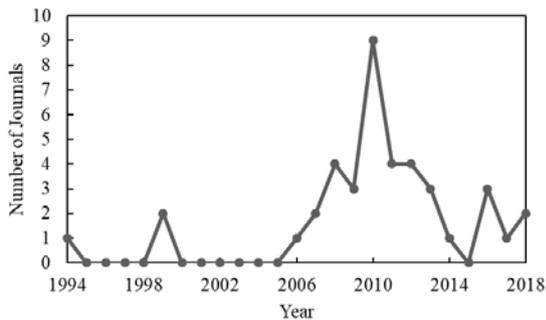


図1 Computers & Education 論文数推移

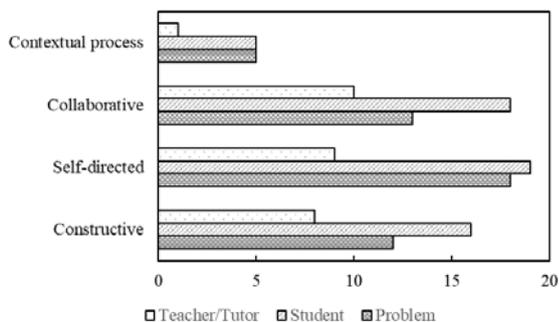


図2 ICT のマッピング結果

4. おわりに

本論では、PBL をサポートするために開発されてきた ICT ツールを概観し、その視座を構築することを目的とした。そのために、PBL の構成要素の整理を行った (表 1)。縦軸は PBL で利用される学習理論であり、横軸は PBL の実施に関わる構成要素とした。そして、PBL を支援する ICT に関連する論文を Computers & Education から 40 本抽出し、表 1 へのマッピングを行った。

その結果、論文の出版数が 2010 年に急激ピークを迎えていること、そして、Contextual process への支援を目的とした論文が著しく少ないことが明らかになった。一方で、その要因にまでは踏み込んで分析することはできなかった。

今後は、これまでに明らかにされている PBL 運営上の課題をまとめ、それらの課題とのマッピングを行う。

参考文献

- (1) Barrows, H. S.: "Problem - based learning in medicine and beyond: A brief overview", *New directions for teaching and learning*, 1996(68), pp.3-12 (1996)
- (2) Thomas, J. W.: "A Review of Research on Project-Based Learning", https://documents.sd61.bc.ca/ANED/educationalResources/StudentSuccess/A_Review_of_Research_on_Project_Based_Learning.pdf (2000)(2018年6月9日アクセス)
- (3) Dolmans, D. H. J. M., De Grave, W., Wolfhagen, I. H. A. P., & Van Der Vleuten, C. P. M.: "Problem-based learning: Future challenges for educational practice and research", *Medical Education*, 39(7), pp.732-741 (2005)
- (4) Ertmer, P. A., & Newby, T. J.: "Behaviorism, cognitivism, constructivism: Comparing critical features from an instructional design perspective", *Performance Improvement Quarterly*, 26(2), pp.43-71 (2013)
- (5) Ertmer, P. A., & Newby, T. J.: "The expert learner: Strategic, self-regulated, and reflective", *Instructional Science*, 24(1), pp.1-24 (1996)
- (6) Seralidou, E., & Douligeris, C.: "Identification and Classification of Educational Collaborative Learning Environments", *Procedia Computer Science*, 65, pp.249-258 (2015)
- (7) Billett, S.: "Situated learning: Bridging sociocultural and cognitive theorizing", *Learning and instruction*, 6(3), pp.263-280 (1996)
- (8) Wang, M., Wu, B., Kinshuk, Chen, N. S., & Spector, J. M.: "Connecting problem-solving and knowledge-construction processes in a visualization-based learning environment", *Computers and Education*, 68, pp.293-306 (2013)
- (9) González-Marcos, A., Alba-Elías, F., Navaridas-Nalda, F., & Ordieres-Meré, J.: "Student evaluation of a virtual experience for project management learning: An empirical study for learning improvement", *Computers and Education*, 102, pp.172-187 (2016)
- (10) project.net, <http://www.project.net> (2018年6月9日アクセス)
- (11) LimeSurvey, <https://www.limesurvey.org> (2018年6月9日アクセス)
- (12) Sancho-Thomas, P., Fuentes-Fernández, R., & Fernández-Manjón, B.: "Learning teamwork skills in university programming courses", *Computers and Education*, 53(2), pp.517-531 (2009)

中学校統計教育における ICT を活用した PBL の実践

Practice of PBL using ICT in junior high school statistics education

西仲 則博^{*1}, 吉川 厚^{*2}
 Norihiro NISHINAKA^{*1}, Atsushi Yoshikawa^{*2}
^{*1} 近畿大学
^{*1}Kindai University
^{*2} 東京工業大学情報理工院
^{*2}Tokyo Institute of Technology
 Email: nori1618@kindai.ac.jp

あらまし：生徒が協働で課題を統計的に解決する活動を行う授業（PBL）を行った。この授業では、グループに電子カードとそのカードを自由に結びつけることができるロイロノートを用いることにした。生徒の思考活動を妨げることなく発表まで行えた。更に、Skype を用いて、遠方の研究者と結び、生徒の発表に対して、統計の実務家としての観点から意見を求めた。その結果、生徒は新たな視点を得て、課題を深める活動を行えた。

キーワード：統計教育, PBL, 協働解決, ICT の利用

1. はじめに

統計に関する教育は、中学校では現在は「資料の活用」⁽¹⁾として扱われ、新学習指導要領では「データの活用」⁽²⁾と改名して扱われる。改訂では、特に、「主体的・対話的で深い学び」を重視し、統計本来の実学的要素を学ばせることに主眼が置かれている。単に記述統計の知識・技能を学ぶだけでなく、問題、資料の収集・処理、傾向をとらえ説明するという一連の統計的問題解決のプロセス（PPDAC）⁽²⁾を学び、資料の傾向をとらえ、説明することで、その傾向を読み取ることができるようにすることが求められている。すなわち、まさに PBL の実践と同じことが教室内で求められるようになってきている。

しかしながら、通常授業で統計の学習を PBL 形式に則って行う場合、次の 2 つが課題となる。

1) 時間的制約が大きい

2) 生徒の出した結論から、更なる活動を引き起こさせる仕組みが必要になる

1) については、中学の 1 時限の時間が 50 分であり、授業コマ数も PBL として扱えるのは 2, 3 時間が限度である。前者は生徒の思考・活動を大きく制限してしまうし、後者は PBL 活動において PPDAC サイクルを体験させるためには、生徒の思考活動に焦点化⁽³⁾することが必要になってくることを意味している。

2) については、多くの授業の活動で生じていることではあるが、生徒が活動をまとめて、それを発表することで、学習の終わりにしていることでは PBL 実践としては弱いということである。PBL では発表で課題としたことをより深める学習、発表をふりかえり、更に結論を精緻化していくための活動が必要である。このための動機付けが必要となってくる。

本稿では、これらの問題を解決するために中学校

1 年生に行った実践事例について報告する。

2. 時間的制約を因るための ICT 利用

1) の課題を解決するために、思考の分断を少しでも減少させるものとしては思考の記録が考えられる。また、総コマ数が少ない問題としては時間の効率的な使用が考えられる。

統計を用いた PBL の授業では、時間が掛かるものとして、「生徒の思考時間」、「計算時間」、「表現時間」が考えられる。「生徒の思考時間」はできるだけ多く確保するためには、「計算時間」、「表現時間」を短縮することが求められる。

2 つの副問題を解決する手段として、ICT の利用を考えた。ICT は特長としては、「距離、時間を問わずに情報の相互のやり取りが可能、蓄積した情報を自由に加工・編集・分析・表示することが可能」⁽⁴⁾であることから、思考の分断や議論の分断が記録として残っていることで、多少なりとも改善が図られることが期待出来る。また、計算時間や表現時間もツールの使用により改善は期待出来る。具体的に今回の授業では、各グループに iPad Air 2 台、アプリとしてロイロノート、MyScript Calculator を用意した。

ロイロノートは生徒への資料提示と生徒がその資料を加工、編集し、発表に用いるためである。MyScript Calculator は、計算を容易に行うためである。両者とも直観的な操作体系で、手書きでの入力ができることが大きい。生徒の思考活動を邪魔することがなく、支援することに徹する。また、アプリの操作のための時間を割く必要がないことは、限られた時間の中での授業の設計には、多いなる貢献である。

3. 更なる活動を引き起こさせる仕組み

授業では、生徒たちが自発的に問題解決を行い、その結果をまとめ、発表を行う。教師は、この発表に対して、解決の方法の妥当性、推論の妥当性、結論の妥当性、過去の視点、得られた視点、新たな視点などについての質問を投げかけ、生徒たちの思考を活性化しようと試みる。しかしながら、生徒たちにとっては、「いつもの授業」として受け取られやすく、なぜそう考えるのかなど浸透しないこともあるのが実情である。また本質的に、統計に関しては、文脈や課題設定、解決の方法、推論の妥当性に関しては、多くの専門的知識が必要になってくる。これは教師では出来ないことである。しかしながら、授業に毎回専門家を連れてくることは現実的に不可能である。

そこで、専門家とのコラボレーションを、インターネットを用いて (Skype) 授業の様子を流し、特に生徒の発表後にコメントを入れることを行った。これならば、生徒にとっては専門家の前で発表するという別の体験になるし、専門家の指摘に対して、生徒は考えざるを得ない状況になる。

さらに、生徒たちの活動を活発にするために、一つの課題に対して多くの資料を用いて考察する授業法 (One problem with Various data Method) を用いて、生徒が専門家から指摘を受け、その指摘に反応出来る素地を作っておく。⁽⁵⁾

4. 授業の実際

授業は以下のように行った。

- 授業名等：『過去から未来を考える (データ) I・II』 国立大学附属中学校 1 年生 参加人数：37 人
- 実施日：2014 年 10 月 25 日 (I 60 分 + II 60 分)
- 実施内容：奈良市の降水について、年々増加しているという記事についての是非を問う課題 1 (表 2 参照) を基にして、グループ別に渡された資料を基に判断を行い (課題 2)、それをまとめて発表をする。発表後の専門家の意見を聞き、更にその結論を再検

表 1. 授業の展開

① 課題 1 の提示・共有
② 課題 1 の補題の提示
①を行うために必要な考えを出し合う (生徒の素朴な概念を表出させる)
③ 課題 2 課題 1 を示された資料を基に検討
ICT 活用
④ ③の結果をグループ毎に発表する
ICT 活用・専門家からの意見
⑤ 課題 3 全ての資料をグループに提示して、それを基にして再度検討を行う。 ICT 活用
⑥ ⑤の結果を、各グループが発表し、学級で共有する。 ICT 活用

表 2. 課題 1

次のような記事が出ました。

2013 年の奈良市の雨の日は、106 日でした。これは、平年より 14 日少なくなっています。雨の日は年々少なくなる傾向にあります。

この記事は本当かな？

話し、発表を行う (課題 3)。

5. PBL 授業での ICT を用いることの意義

MyScript Calculator を用いることで、計算時間を短縮できた。また、ロイロノートを用いることで、示された資料を手書きで加工 (図 1 参照) でき、さらに断続的になりやすい活動に対しても速やかに生徒たちは復帰出来た。結果、生徒たちは資料を基にして、資料の解釈に多くの時間を割くことができた。

図 1. 生徒の発表時のグラフ



また、Skype 参加を専門家にしてもらうことで、PBL としての意義を持つことができ、かつ専門家からも負担が少ないことが確認できた。

6. 今後の課題

中学校の統計教育においても、ICT を用いることで PBL を行うことが可能であることを示せた。実践レベルで ICT を活用し、PBL が行える中学校の数学教師は少ない。多くの数学の教師が、生徒が ICT を活用して PBL を行えるようになるためのワンストップ教育ツールの作成が必要であると考えます。

謝辞 JSPS 科研費 (No. 16K00979) の助成を受けた。

参考文献

- (1) 文部科学省：“中学校学習指導要領解説数学編”，pp58-60, 教育出版 (2008)
- (2) 文部科学省：“中学校学習指導要領解説数学編”，pp87-94, 日本文教出版 (2018)
- (3) 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”，科学教育研究，日本科学教育学会, Vol. 35 No. 2, pp153-165 (2011)
- (4) ICT を活用した教育の推進に関する懇談会：“「ICT を活用した教育の推進に関する懇談会」中間とりまとめ”，
http://www.mext.go.jp/b_menu/houdou/26/08/_icsFiles/fieldfile/2014/09/01/1351684_01_1.pdf
- (5) 西仲則博・吉川厚：中学数学における時系列データを基にした判断を行う授業に関する研究— 桜の開花日に関する資料を基にした授業について—，日本科学教育学会年会論文集 38, pp120-123, 2014

加速度計データを利用した学習者の活動状態の分析と学習者支援の検討

A Study on Analysis of Learners' Activities and Support for Learners Using Accelerometer Sensor Data

多川 孝央^{*1}, 山川 修^{*2}, 安武 公一^{*3}

Takahiro TAGAWA^{*1}, Osamu YAMAKAWA^{*2}, Koichi YASUTAKE^{*3}

^{*1}九州大学 情報基盤研究開発センター

^{*1}Research Institute for Information Technology, Kyushu University

^{*2}福井県立大学 学術教養センター

^{*2}Center for Arts and Sciences, Fukui Prefectural University

^{*3}広島大学大学院 社会科学研究科

^{*3}Graduate School of Social Sciences, Hiroshima University

Email: tagawa.takahiro.855@m.kyushu-u.ac.jp

あらまし：本稿では、加速度センサのデータを用い学習環境における個人の活動状態や集団の状態を分析し学習を支援する手法について、機器とそれを用いたデータの収集、分析事例の紹介を通じて検討を行う。一般には高いサンプリングレートのセンサを用いることが望ましいが、時間的な面での精度（サンプリングレートの高さ）の必要性は分析手法によるということもいえる。

キーワード：加速度センサ，学習者支援

1. はじめに

近年各種のセンサ類は安価になると同時に通信機能と結びついて利用されるようになり、広く普及してきている。これらのセンサから得られる情報は学習・教育環境においても学習者の状態を把握し学習を支援するために利用できると期待できる。本稿ではこのようなセンサ類のうち単純で広く普及している加速度センサにより教育実践の場でデータを収集し分析を試みた事例を紹介し、このようなセンサ類を用いた学習支援の可能性について検討する。

2. 加速度センサ

通常加速度センサは機器本体の内蔵する素子に対してのxyz三軸の各方向の加速度の値を出力する。これらの情報はそれ自体で対象の体位（姿勢）や運動の状態、またその変化についての情報を提供し、さらに他のセンサ（例えばGPSなど）の情報と組み合わせることで対象の物理的な所在や状態などを詳細に把握するのに役立つ。また、各軸のまわりの回転についての角加速度の値も含め六軸の情報を出力するセンサも存在する。本稿では基本的な三軸の加速度の情報のみをもとにした分析を紹介する。

3. 加速度データの分析と活動の把握

加速度センサを人体（被験者）に着用させ活動状態を把握するという場合、センサが出力する三軸の加速度の値を一軸に変換しさらに重力の影響を除去して得られた値について、その増減を被験者の身体の動きの様子を示すものとして観察することが多い。この一軸に変換した加速度の値がゼロ軸をまたぎ増減する周期をゼロクロスの周期と呼び、単位時間内の加速度の値の増減の回数をこの周期に基づいて算

出した値をゼロクロス周波数と呼ぶ。この周波数について、人間の行動の種類とその行動に伴う周波数は一定の範囲で対応することが指摘されている。

多くの場合加速度センサは一定の間隔（サンプリング周波数）で三軸の加速度の値を出力する。このサンプリング周波数は上記のゼロクロス間隔や周波数の計算の精度に影響するため、これらの値を着用者の活動の分析に用いる場合、一般にはサンプリング周波数がより高いほうが望ましい。

加速度データにより着用者の活動状態を把握し、その情報を学習支援に用いる場合、最も単純な方法は、能動的な活動の代表的な身体活動を選びその活動と対応する周波数の値が観察される頻度から活動の活発さを計測しようとするものである。

そのほか、集団の中で二者の活動内容が似通っていることを周波数の値が近いことから判断し、ある時間帯の中での活動の類似度を算出することで全体の中で活動を共にする、すなわち協調的な関係にあることを推測することも可能である⁽¹⁾。



図1 「ちょっとすごいロガー」本体とバッテリー（名札ケースに入れたもの）

4. 機器の紹介

本稿では「ちょっとすごいロガー(Ninjascan-light)」(<https://github.com/fenrir-naru/ninja-scan-light>)を使った学習者の活動のデータ収集と分析の試みを紹介する(図1)。この機器は加速度センサの他GPSや地磁気センサ等数種類のセンサを搭載し、データは本体のスロットを介してmicroSDカードに記録される。われわれはこのうち加速度の出力データを分析に用いた。加速度センサのサンプリング周波数は100Hzである。データ収集にあたってはこの機器を名札ケースに収め学生に首からかける形で着用させた。

5. データ収集と分析の事例

ここでは2017年に実施された大学間連携の学習プロジェクトと、同年のある大学の1回の授業の、合計2種類の教育実践を対象として、収集を行ったデータとその分析について紹介する。前者の事例では約20名の学生が野外見学と見学終了後の議論を1日(ケースA)、また屋内でのグループでの議論と作業を計2日(一日ずつケースBとCとする)行ったものを分析の対象とする。一方後者の事例(ケースD)はで約30名が通常の形式(座学)の授業を受講した室外で軽い運動(歩行)を行っている。

5.1 身体運動の持続時間の分布による比較・分析

ケースAからDのデータについて、ゼロクロス周期の平均値との比較により身体の活動・静止について判定し、活動が持続する時間長について被験者全体を対象として分布を観測した。この分布は先行研究において個人および集団の心的状態との関連性が指摘されている⁽²⁾。ケースBとCは対象者と活動内容が同じであり、AはBおよびCに対し活動内容が異なる。一方Dはそれらに対して対象者の集団も活動内容も異なる。しかし、これらのケース間で活動の持続時間の分布に差異はほぼ見られなかった。

5.2 身体運動の周期の分布による比較・分析

同じくケースAからDまでについて、対象者の身体運動を前述のゼロクロス周期(時間長)の出現頻度(回数)の分布によって比較した(図2)。このときならかな分布を示すケースBとCに比べ、AとDにはある値(500ミリ秒)の周囲により大きな出現

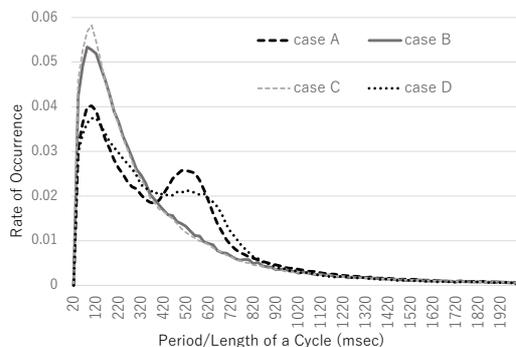


図2 ゼロクロス周期の分布の比較

頻度の集中した分布が見られた。ケースAとDに共通した特徴は室外での身体活動を含んでいることにあり、またAとDで特徴的な分布となっている時間長の値は、歩行などの身体運動について知られている周波数の値(2Hz前後)と符合する。ここから、加速度データの観測より集団および個人の活動状況を推測することが可能となると期待できる。

5.3 アンケート調査との組み合わせによる分析

ケースDのうち授業(座学)を行っている時間帯を切り出し、学生個人ごとに5.1節と同じ方法で調べた活動の持続時間の分布と、内省力や対人的な知的能力など学力のある側面と関わる情動知能(Emotional Intelligence)⁽³⁾に関するアンケートの結果の相関を調査した。ここでは運動の持続時間の分布がべき分布に近いと考え、分布を両対数グラフとしてプロットし一次関数(直線)で近似して得たべき指数の推測値を相関を調べる対象とした。その結果、この推測値についてアンケートの結果との間に弱い負の相関が見られた。これから、加速度データは情動知能の値を推測する手がかりとはなり得ること、しかし精度の高い推定に用いるには不十分であることが伺える。また、べき指数を推定するのに用いた分布のグラフは、持続時間が0.01秒と0.1秒の間から1秒あるいは10秒までの範囲でほぼ直線となる形の分布を示している。このことから、活動の持続時間の分布の分析を行う際にはサンプリング周波数は100Hzよりもある程度小さく、10Hz前後でも充分である可能性も考えられる。

6. 学習支援への活用の可能性について

これまでに述べたように加速度センサは学習者個人の活動の状態や傾向、身体運動に現れる学習と関わる特性などを把握または推測するのに役立つ。また複数の学習者のデータを分析対象とすることで学習者をグループに切り分け分析することが可能となる。特に、学生の多くが所持するスマートフォンが内蔵する加速度センサからこのような情報を収集し集約することにより、低コストで教員に学習支援のための情報を提供できる環境が構築可能となると期待できる。

参考文献

- (1) 多川孝央, 田中洋一, 山川修: “加速度計データに基づく協調関係の推測の実験的検討”, 教育システム情報学会誌, Vol. 34, No.2, pp. 98-106 (2017)
- (2) Nakamura, T. et al.: “Universal Scaling Law in Human Behavioral Organization”, Physical Review Letters, Vol.99, No.13, 138103 (2007).
- (3) Goleman, D.: “Emotional Intelligence: why it can matter more than IQ”, Bloomsbury, London (1996).

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

Development of Educational Support System for visualization of knowledge diffusion process in Science Education Program based on Heuristic Approach

千田 和範^{*1}, 野口 孝文^{*1}, 稲守 栄^{*2}

Kazunori CHIDA^{*1}, Takafumi NOGUCHI^{*1}, Sakae INAMORI^{*2}

^{*1} 釧路工業高等専門学校 電気工学科

^{*1} Department of Electrical Engineering, National Institute of Technology, Kushiro College

^{*2} Education and Research Support Center, National Institute of Technology, Kushiro College

Email: chida@kushiro-ct.ac.jp

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

キーワード：協調学習，競争原理，問題解決型学習，教育機関連携，ICT 利用

1. はじめに

近年、様々な教育機関において、課題の発見と解決に向けて主体的・協働的に学ぶ学習が取り入れられてきている。本校の授業や実験においても「動機づけ」、「満足感」などを考慮し、問題解決型学習を拡張した学習に取り組み、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。そこで試行錯誤型学習の学習過程の記録と提示を ICT 機器により簡単かつ効率よく行うことができるシステムの開発を行なった。

本研究ではこの知識伝播の可視化のための教育支援システムの概要について報告する。

2. 複数校横断型理科教育プログラム概要

まず提案システムを運用する複数校横断型理科教育プログラムは小学校 5 年生を対象として構成されており、試行錯誤による電磁石製作を通して、電磁石の特徴や性質を深く学んでいく。なお、このプログラムは次の 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 (1 回 90 分)

第2回 コンテストに向けた試行錯誤型グループ学習 (高専対応 90 分、小学校対応 2 週間程度)

第3回 複数校/クラス参加による電磁石の性能コンテスト (1 回 120 分)

まず 1 回目の実施目的は比較実験に慣れさせるこ

とと、授業で学んだ知識の再確認にある。特に知識の再確認は、試行錯誤させる際のアイデアの下地となるため重要である。2 回目は自発的な試行錯誤を促すために競争原理とトレードオフ課題を導入した実習となる。ここではクラスや学校対抗のコンテストを実施することで、グループ間の相談を活発化させる。それと同時に、実験用材料に材質や寸法形状などにトレードオフ条件を導入することで多様な発想を促し、競争原理と同様にグループ活動を活性化させることができる。ここでは 2 軸の表に成果物の実験結果を張り出すことで、最適解となる製作条件を相談しやすくする手法を取り入れている。3 回目は 2 回目の成果物を用いたコンテストとなる。このコンテストを実施することが 2 回目の活動の動機付けにも繋がっている。またコンテストの最後には総評を行い、参加した学習者に対して知識の共有を促している。

2017 年度は市内の T 小学校 2 クラス 46 名の協力のもと図 1 の様に本プログラムを運用した。なお当該小学校では本プログラムの開始前となる 1 月中旬までに参加児童は電磁石の単元を一通り学習している。したがって、従来型の講義との間で知識の定着度などを対比して検証することも可能である。

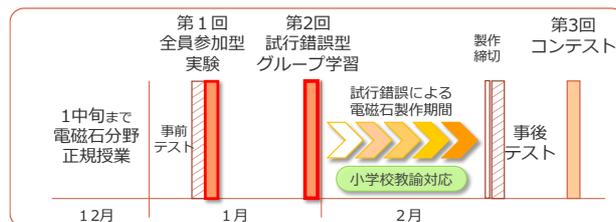


図 1. 2017 年度の教育プログラムのスケジュール

2.1 思考支援のための学習過程記録装置の構成

一般に、学習者は失敗などを含む試行錯誤を通して事象の理解を深めることができる。この様な試行錯誤型実験では、実験過程の記録内容とその活用が学生の理解に大きく影響することがわかっている。そこでまずはICT機器を活用した学習過程記録システムを開発した。この概要について簡単に説明する。

このシステムは図2の様に、製作物の属性値入力用RFIDリーダ、製作物記録用WEBカメラ、実験結果入力用キーボード、情報確認用モニターと統括PCで構成されている。生徒が作成した成果物の材料には図2の右下の様にRFIDタグを付加し、学習過程記録装置に搭載されたRFIDリーダにタグをかざす事で諸元を取り込める様にした。なお、タグにはその材料の物性値を記録してある。また各種実験の測定値はキーボード通して入力する。図3は記録データを画面に表示した様子である。ただし、各グループで共用する必要があるため、操作ミスなどによるデータの混同なども一定数生じていた。

図4はシステムの記録データから、製作班が明確なものを班別かつ時系列順に手で実験後に並べたものである。この図より各班の成果物を比較すると、特定の段階で評価の高かった成果物が次の段階には他の班に伝播していることが分かった。さらに世代を経ると評価の高い条件を互いに掛け合わせる工夫も見られた。また試行錯誤過程がうまく進まず、評価の低い班が存在することもわかった。この図から試行錯誤が上手いかない班の早期発見と、当該班に対して方向性の事前指導を行うことができる可能性が確認できた。



図2. 学習過程記録装置とRFIDタグ付き実験材料

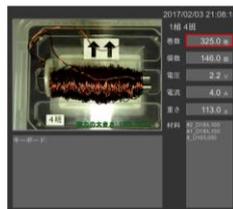


図3. 改良型学習過程記録システムのモニター



図4. 作品類似度に基づく知識伝播の様子

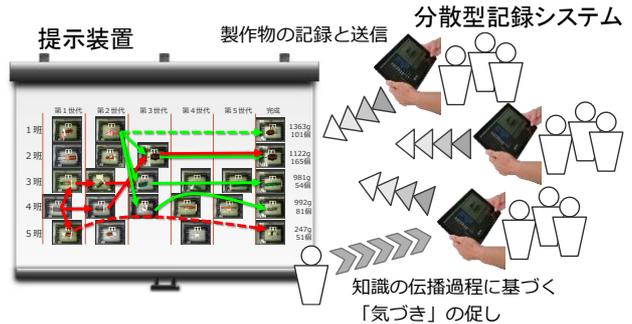


図5. 分散型記録システムと知識伝播提示装置

2.2 学習過程記録システムの改良

前年度に開発したシステムの記録データから、試行錯誤過程の指導の効果向上の可能性があることがわかったが、記録した情報は製作中に閲覧できる機能は有していない。しかし実験担当教員がその学習過程でグループ指導を行うためには、まず保存されたデータを班別に分類して提示できる機能が必要となる。あわせて開発したシステムはその大きさから運用において更なる小型化と可搬性の向上の要望があった。そこで新たに知識伝播の過程を可視化することに重点を置いた図5の様な学習過程記録システムの機能を次のように設定する。

- ・学習者が記録したデータの時系列順での提示
 - ・提示と記録システムとのネットワーク連携
 - ・分散作業のため班ごとで作業可能な机上サイズ
- なお、今回は実験結果の類似度から伝播過程を自動的に判定するには保存データ件数が少なすぎるため、まずは手で簡単に提示することを目指す。またネットワーク連携については将来的には小規模学校に対し遠隔地から指導を行うための布石としても考えている。

3. まとめ

本研究では、試行錯誤を通して学習の幅を広げるグループ学習を伴う教育プログラムにおいて、試行錯誤に必要な思考過程を可視化し知識の伝播過程を提示するためのシステムを提案した。今年度も、本教育プログラムを1月から3月の間で実施することが決定したため、教育プログラムの運用を通して今回開発したシステムの評価と改良を行なっていく予定である。

謝辞

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

参考文献

- (1) 千田和範, 稲守栄, 野口孝文, 試行錯誤型理科教育プログラムのための思考支援システムの開発, 教育システム情報学会第41回全国大会, H1-3, p.55-56 (2017)
- (2) 千田和範, 佐藤英樹, 野口孝文, 稲守栄, 荒井誠, 梶原秀一, 風力発電用翼設計を通じ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)

ICT を活用した保育界に対する学習支援システム －保育者養成校発の試みと課題－

The Learning Management System for Nursery Teachers using ICT. - Attempts and Tasks of Childminder Training School-

神谷 勇毅^{*1}

Yuki KAMIYA^{*1}

^{*1} 鈴鹿大学短期大学部

^{*1} Suzuka Junior College

あらまし：「保育」というキーワードを聞くと、昨今の報道などでも様々聞かれるように、人材不足、労働環境、待機児童など、ネガティブなイメージを持たせるものが先行する。一方で保育者を志し保育者養成校に入学してくる次代保育者が居ることも事実である。その者達も、次を担う保育者として勉学を積む中で、学習過程、または卒業後の様々な事象から保育者を断念する者、離職する者も出る。これは現場と養成校との意識のズレやミスマッチが原因の1つであると考え。養成校としても、保育者を志す学生の支援、教育と合わせて、職場となる保育界そのものに対し、養成校だからこそ出来る事があると筆者は考える。本稿では、養成校発の保育者学習支援システムの開発、運用試行と課題について報告する。

キーワード：幼児教育、保育者養成校、情報学、必修科目

1. はじめに

近年、頻繁に耳にする保育を取り巻く環境の厳しさについて、様々山積する諸問題に立ち向かおうと現場、行政機関などが解決に向けた施策を打ち出している^{(1),(2)}。しかし、未だ解決には至っていない。筆者の在籍する保育者養成校においては、次代保育者である学生の教育はもちろんであるが、この問題に養成校の視点から出来る事があると考え、ICTを活用した支援に取り組んでいる。

2. 3者を結びつける支援

支援対象は、「保育者」としている。一口に保育者と言っても、立場が違う3者が見えてくる。

2.1 3つの「保育者」

筆者は、支援対象である保育者を

- ① 次代保育者
- ② 現職保育者
- ③ 潜在保育者

の3立場に分け、それぞれを独立的に支援するのでは無く、一括した支援を行う事を目的とする⁽³⁾。

次代保育者とは、保育者を志し、現在養成校で学習を積む学生を指す。現職保育者とは、園で日々子どもと向き合い、保育技術、知識を子どもへと還元する者を指す。潜在保育者とは、保育士証など、保育に関連する資格の取得はしたものの、違う道で就職した者、過去に幼児教育現場に身を置いたが、様々な理由から現在は現場から離れている者を指す。

2.2 3者それぞれが抱える問題

次代保育者である学生が抱える問題として、学内での学習だけでは現場のイメージが掴みにくい、実習という機会もあるが、その期間は僅か数日であり、緊張も相まって、実習機会だけで保育の全てを理解

出来ない、実習先である園の情報不足からミスマッチが生じ、結果的に潜在保育者予備軍となる者も少なからず出る、といった事が挙げられる。

現職保育者が抱える問題として、日々の業務に追われ、自身のスキルアップの機会を作る事が難しい、自身が免許を取得してから長い年月が経ち、現在の養成校で養成されてくる保育者とのコミュニケーションの取り方が難しい、特に私立園では、他園との交流も少なく、保育者同士の交流が同級生程度であり、世代を超えた同業者の繋がりが希薄である⁽⁴⁾。

潜在保育者の抱える問題として、復職意欲はあるが、復職にあたって必要な情報が散在しているため情報を探すのに手間も時間もかかる。保育園、幼稚園などのWebは、欲しい情報が全て掲載されている保証は無く、時に情報が古いものが掲載されたままであり、結局電話に頼らざるを得ない、復職意欲はあるが、長年現場を離れているため、学び直しをしたいが機会が無い、という事が挙げられる。

2.3 解決に向けて

前節で示した、それぞれの保育者が抱える問題について、筆者が提唱する「3者を結び付けた支援」を行うことで、その解決に広がりが出る。次代保育者が抱える「現場の情報不足」、潜在保育者が抱える「欲しい情報の入手」について、現職保育者からの情報提供で解決の道が開ける。現職保育者が抱える「スキルアップの機会」、潜在保育者が抱える「学び直し」については、正に今、学びの途上である次代保育者からの情報提供で、最新の学習情報が入手できる。また、この次代保育者からの情報提供は、学ぶ者が教える立場に回ることによって生じる新たな学習効果にも期待出来る。

この環境を整えるため、筆者はLMSを活用した保育者支援システムの開発、運用に取り組んでいる。

3. 三重保育パーク

保育者を支援するにあたり、特に行政機関では人材不足と言われる現職保育者の充足を目的として、潜在保育者を対象とした「カムバックセミナー」を開催するものを良く目にする。一方で、地理的・時間的な要因からカムバックセミナーへの参加が難しい者も居り、全体的に復職にまで結びつく機会は少ない様である。また、現職保育者の離職を防ぐために、同じく行政主体となつての新人保育者研修事業なども開催されるが、参加者からは、先の潜在保育者同様、地理的・時間的な要因で参加し辛いという声も聞かれる。地理的・時間的な制約を取り除く事は ICT 活用で得意とするところである。確かに、一堂に会し、対面での研修には多大なメリットがある。しかし現状、意欲はあっても地理的・時間的に制約がかかり、支援し切れない人材が居る事も事実である。そのため、養成校発での保育者支援システム「三重保育パーク」を立ち上げ、支援に挑戦している⁽⁵⁾。保育者養成校がこれまでの人材育成において、蓄積してきた“養成知”を発信すると共に、保育現場から情報を集め、広く発信をする場である。



図1 保育者支援ポータルサイト

4. 運用課題

三重保育パークが発信する情報において、特に現場の園から提供される情報は、園の協力無しには成り立たない。園からの情報を可能な限り集め、発信したいと思うが、一方で園側としては、外に出したく無い情報があることも事実である。運用開始から現在まで、三重保育パークが発信する情報は、養成校がこれまでの人材育成において蓄積してきた蓄積知の発信が中心となっている。そのため、現在のところの主な活用は、養成校での現在の教育内容の提供、次代保育者と現職、潜在保育者の仮想空間上での交流が主となっている。この情報発信も意義があることだと自負している。合わせて本システムの理念を理解し、協力しても良い、情報提供しても良いと思う私立、公立幼稚園、保育園、認定こども園からの情報提供も得ているが、情報提供が未だ不足している事実は否めない。地道な活動を通して徐々に協力園が増えてきており、継続した活動の重要性を認識している。対象者の支援という面では、学生ら

が実習に出る前に、事前情報として園の傾向を掴むという点では有益に働く事例が確認出来ている。また、現職保育者から、手軽に活用出来る、現職者同士、悩みや意見交換が出来ることがありがたい、養成校の「今」を知る事が出来る、次を担う保育者養成に実習以外で関わる機会があることは貴重である、などの意見が寄せられている。残念ながら、潜在保育者に対する効果は、まだ十分な事例が上がっていないため引き続き効果を探っていききたい。

5. まとめ

本稿は、保育者養成校が取り組む、新たな保育者支援の事例を報告した。報道などで様々聞かれる保育の現場、環境の実態がある一方で、保育者を志し養成校に入学してくる次代保育者、現場で日々奮闘する現職保育者、現在は現場を離れているが、機会があれば復職をしたいと思う潜在保育者が居る。この3者に対し、3者を結び付けて支援する試みはこれまで見られなかった。3者を結びつけることで、支援対象のそれぞれが、各自の立場を生かし、交流することで生じる新たな保育者支援の環境づくりを狙い活動を行った。養成校としても、次代保育者の養成に終始するのではなく、教育で培い蓄積されている養成校の知を広く社会へと還元していくべきだと考える。その意味で、本研究は、養成校の新たな在り方を指し示す指標となる。

参考文献

- (1) 松田典子：“保育士のキャリア形成についての考察”，日本家政学会研究発表要旨集, 67(0), pp.75 (2015)
- (2) 吾田富士子：“保育の質を規定する職場環境と環境改善のための研修のあり方：環境改善の試行と研修による主任保育士の意識の変化から”，藤女子大学人間生活学部紀要, 54, pp.69-79 (2017)
- (3) 神谷勇毅：“三重保育パーク設置に向けた展望～ICTを活用した保育士環境支援～”，日本教育工学会研究報告集 JSET16-1, pp.383-386 (2016)
- (4) 倉石哲也，寺井朋子，橋詰啓子：“保育士の支援に関する実践的取り組み：「保育士のための元気アップ勉強会」の内容と評価”，臨床教育学研究 (19), pp.43-61 (2013)
- (5) 神谷勇毅，江藤明美，小島佳子：“養成校発保育者支援システムの開発と活用”，教育システム情報学会 JSiSE Technical Report Vol.31, No.6 (2017-3), pp.145-148 (2017)

スマートフォン適応の LMS 用反転学習問題教材の CAS による自動生成

Generation of question data by using CAS for flipped learning suitable for mobile phones

吉富 賢太郎^{*1}, 長坂 耕作^{*2}

Kentaro YOSHITOMI^{*1}, Kosaku Nagasaka^{*2}

^{*1}大阪府立大学, ^{*2}神戸大学

^{*1}Osaka Prefecture University, ^{*2}Kobe University,

Email : yositomi@las.osakafu-u.ac.jp

あらまし：反転学習用に線形代数の動画教材を作成してきた。視聴確認として、LMS 上の小テスト問題を用いたが、スマートフォンで視聴しそのまま問題に解答して、視聴内容への理解度を教員や学生が確認できるような問題の開発が必要である。問題の形式として、行列等入力欄が多数ある場合や CAS 式の入力が必要な場合は学生に負担を強いることが確認されている。そこで、多肢選択問題等の簡易な形式ではあるが気づきをうながす問題をランダム出題用に CAS により自動生成する試みについて報告する。

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

大学初年次における数学教育において、線形代数は微積分学とならんで非常に重要な科目であり、昨今科学的研究の礎として深い理解が求められている。ベクトルや行列に関する計算技能としての習得は元より、抽象ベクトル空間や部分空間、基底、線型写像、表現行列、直交化、直交補空間、随伴写像、行列の標準化に至る抽象的な理解が求められる科目であり、数学科のみならず理工系全般を対象としたいわゆる STEM 教育において重要度の高い科目である。

このような科目においてはアクティブラーニングが重要であることは言うまでもないが、吉富は 2014 年後期より、反転授業を目標とした解説動画の開発を行ってきた⁽¹⁾。しかしながら、実際に反転学習教材として活用するには、学生の動画を単純に見ただけではなく、理解しているかどうかの指標とその結果に基づく適切な対面授業設計が肝要である。ここで、視聴確認の方法としては紙の課題を実施させ提出させる方法とオンラインテストを用いた問題実施の二通りの方法が考えられる。前者の場合、授業に先立ち学生の理解度を知ることができない、課題を忘れてくる、提出しない、といった問題が実際にあり、後者による方法が少なくとも必須である。

このような状況にあつて、吉富は所属の大阪府立大学における Moodle をベースとする LMS 上で、STACK⁽²⁾の問題を用意し、学生に実施を促してきた。例えば、行列の基本変形を習得させるのに、指示通りの変形を行わせ解答させる、連立 1 次方程式の解を入力させる等である。

STACK の場合は、解答が行列の場合は正解例を用意しておけば、その行列の型に応じた解答欄が生成される。学生はここに数値を入れれば簡単に問題を実施できるので問題開発も学生の解答も手軽に実施

できると考えたのである。次節では、STACK と多肢選択の 2 つの問題タイプについて、反転教材の視聴確認での利用の観点から利点と問題点を検証する。

2. 各問題タイプの問題点

2.1 STACK

Moodle 上で動作する STACK 問題タイプの問題は、正解が複数(無限)にあるような問題においてアルゴリズムによる判定ができるというメリットがある。また、問題パラメータを乱数化することで学生の不正行為を抑制することができる他、反復計算の演習の効果も持つ。

一方、STACK の背後で動作する CAS(Maxima)の関数が上書きされている場合や、一部の関数や変数、制御系の利用が禁止されている場合があり、そのままのコードでは Maxima で動作確認できないために CAS になれた教員でも問題開発に時間がかかることがある。また、その結果、実際にどのような問題データが生成されるかの把握が困難となることもある。これは難易度の均等化というパラメータ生成にとって重要な観点から支障となる。

また、学生の解答入力においては CAS の表現式の入力の困難性、全角での誤入力による混乱、行列の様に多数の解答欄への入力が必要、など学生に負担をかけ、学習の士気を下げることが頻発する。これは学生のアンケート回答から判明したことであるが、特にスマートフォンの活用を重視する立場からは、行列の各成分への入力は PC におけるような Tab 移動が使えず非常に煩わしい。

入力支援には MathTOUCH⁽⁴⁾のような優れた入力支援アプリが開発されているが、一般的な高等教育機関において利用できる状態には残念ながらまだ至っていない。また、文系・理系問わず、数値を全

角で入力してしまう学生が今年特に散見され、基本的なりテラシーの低下も懸念され、反転教材の理解度確認を手軽に行いたい場合には慎重を要する。

2.2 多肢選択問題

STACK における問題点に対処するため、当初から多肢選択問題や真偽選択問題も取り入れていた。Moodle 標準の多肢選択問題は複数の正解を選ぶことによって、その選択に応じた配点が可能であり、また、個々の選択肢を選んだ場合のフィードバックも設定できる。問題を適切に設計すれば特に概念理解においては効果を発揮する。また、数値例を用いることでより具体的な思考を伴う問題も提供できることから、いくつかのパターンを用意することで有効活用できる可能性がある。

しかし、残念ながら現状では、数値を乱数化することは Moodle の問題タイプそのままでは難しい。また問題のデータ構造上、数値によって判定を変えることはできない。

吉富は、2017 年度の前期において、手動でいくつかのパターンで多肢選択問題を作成し、実施した。しかし、手動でのこのような問題開発は時間がかかる作業であり、後期には自動生成をすることを検討していた。

一方、長坂は、RIMS 研究集会「数学ソフトウェアとその効果的教育利用に関する研究」において、神戸大学における *Mathematica* を用いて生成した多肢選択問題の利用について発表した⁽⁵⁾。

長坂の方法は、XML 生成関数を開発し、これに問題パターン生成関数、解答パターン生成関数を渡し、生成するというものである。

吉富はこれとは独立にやはり *Mathematica* により、問題を生成して利用した。多肢選択問題の問題構造は図 1, 2 にあげるように単純な構造をしており、いくつかのオプションの他は、「問題用のパラメータ」「対応する選択肢のリスト」必要ならば「個々の選択肢へのフィードバック」を与えることにより生成することができる。あとは、カテゴリーと問題数を決定すればよい。また、この方法は STACK にも有効でありフィードバック処理である Potential Response Tree(PRT)の雛形を用意すれば STACK の制限を回避した問題開発が可能である。

3. まとめと今後の方針

STACK と多肢選択問題の利点を活かし、問題点に対処する方法として、Moodle 用 XML データの CAS による自動生成を行なった。著者らの開発コードは独立であるが、基本的な方法は同一であり、今後は統一的に一般の大学でも Moodle を利用している機関向けに公開して行きたいと考えている。特に府大と神戸大の教材を比較して、用語の違いや議論の進め方に違いがあることを再認識したので、このような違いを吸収できるようにする汎用的な開発方法を

検討している。例えば、多言語化の枠組み (locale など) や *webMathematica* を用いた方法を検討している。雛形から文言や構成を調整し生成するものである。

```
<?xml version="1.0" encoding="UTF-8"?>
<quiz>
<!-- question: 0 -->
<question type="category">
<category>
<text>L11_yositomi/同じ行列式の行列 (3 次)</text>
</category>
</question>
<!-- question: 2697990 -->
<question type="multichoice">
<name>
<text>The same det mat(00)</text>
</name>
<questiontext format="html">
<text><![CDATA[<math>\left(\begin{array}{ccc} 2 & 0 & 2 \\ -1 & 2 & -2 \\ 2 & 0 & -2 \end{array}\right)</math>と行列式の値が等しい行列をすべて選びなさい。</p>]]></text>
</questiontext>
<generalfeedback format="html">
<text></text>
</generalfeedback>
```

図 1 XML の構造(問題部分まで)

```
<answer fraction="50" format="html">
<text><![CDATA[<math>\left(\begin{array}{ccc} 2 & 4 & 2 \\ -1 & 0 & -2 \\ 2 & 4 & -2 \end{array}\right)</math>]]></text>
<feedback format="html">
<text></text>
</feedback>
</answer>
<answer fraction="50" format="html">
<text><![CDATA[<math>\left(\begin{array}{ccc} 2 & 0 & 2 \\ -1 & 2 & -2 \\ -2 & 0 & 2 \end{array}\right)</math>]]></text>
<feedback format="html">
<text></text>
</feedback>
</answer>
```

図 2 XML の構造(選択肢)

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) 吉富 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.
- (2) Nakamura, Y., Taniguchi, T. and Nakahara, T.: “Item Bank System for the Mathematics e-Learning System STACK”, Electronic Journal of Mathematics & Technology, Vol.8, No.5, pp.355-362 (2014)
- (3) Sangwin, C.: “STACK”, <https://stack.maths.ed.ac.uk/>
- (4) Shirai, S. and Fukui, T.: “Math TOUCH: Mathematical Input Interface for E-Assessment Systems”, MSOR Connections, Vol.15, No.2, pp.70-75 (2017)
- (5) 長坂 耕作: “数式処理と学習管理システム-静的評価の再評価-”, 研究集会 数学ソフトウェアとその効果的教育利用に関する研究, 2017 年 9 月

反転授業における学習デザインとその効果

Analysis of Instructional Design Effect for Flipped Classroom

金西 計英^{*1}, 高橋 暁子^{*1}, 戸川 聡^{*2}

Kazuhide KANENISHI^{*1}, Akiko TAKAHASHI^{*1} and Satoshi TOGAWA^{*2}

^{*1} 徳島大学

^{*1}The University of Tokushima

^{*2} 四国大学

^{*2}Shikoku University

Email: marukin@cue.tokushima-u.ac.jp

あらまし：2013年以降、国内の大学で反転授業の実践が広がりつつある。反転授業では、浅い学習において一定の学習効果のあることが分かってきた。学習に関する研究の知見から、浅い学習と深い学習を分けて考えるようになってきた。我々は、反転授業の深い学習についての検討をおこなっている。深い学習とメタ認知との結びつけて考える。2014年より反転授業の事例収集に取り組んでおり、2016年度よりメタ認知の調査をおこなった。その結果、反転授業は、メタ認知に影響を与えることが分かった。とくに、自己モニタリングの影響が示唆される。本稿では、我々のおこなった調査の概要について述べる。

キーワード：反転授業、ブレンド型授業、eラーニング、メタ認知、ディープラーニング

1. はじめに

アクティブラーニングの広がりとともに、2013年以降、国内の高等教育機関で反転授業（Flipped Classroom）の導入が進み、反転授業の教育効果についての検証も進んだ。反転授業に一定の教育効果があることが明らかになった。サンノゼ州立大工学部の事例が示すように、知識の伝達に効果があることが分かった。また、スタンフォード大医学部の例から、知識伝達以外の効果についても指摘されている。知識の伝達については、予習を含め学習時間が長くなることから、学習効果が高まることは直観的に理解される。また、対面授業時において、一斉講義形式による対応ではなく、個別の対応がとられ適応的な学習が実現される。このことから知識伝達を高めることに寄与すると考えられる。

一方、スタンフォード大医学部の事例が示す深い学習については、そのメカニズムを含め明らかになったとは言えない。2015年以降、アクティブラーニングの深い学習として注目を集めるものが、スタンフォード大医学部の事例に相当するものと推定される。アクティブラーニングの研究において、学習を深い学習と浅い学習に分けることが指摘された。知識の伝達の成否を学習の中心に捉える浅い学習と、学習戦略の獲得や省察の洗練化といった、学習の中心にメタレベルの学習を据える深い学習とに分類し捉えることになっている。

そこで、本研究では、反転授業における深い学習について、効果やメカニズムについて検証することを目指す。反転授業の幾つかの実践事例を取り上げ、そこに存在する特徴等の分類を試みる。反転授業のデザインに資する情報になると考えるからである。本研究において、得られたデータから授業による特徴について示唆が得られた。以下に概要を示す。

2. 深い学びとしてのメタ認知活動

アクティブラーニングを実施した担当者は、授業の実践時に、知識伝達とは異なる学習、学習者の態度の変容に気づくことがある。アクティブラーニングを実践する教員には、深い学びは直観的に受け入れられているように思われる。しかしながら、深い学びの定義はいろいろ存在する。溝上は、「学習への深いアプローチ」に基づいて深い学びを説明する^[1]。その中で、深い学びは、学習者の認知的なプロセスに基づく点を、溝上らも指摘している。そこで、我々は、認知的なプロセスと深い学びが不可分であると考え、認知科学で研究されるメタ認知に着目した^[2]。

メタ認知は、人間の通常の認知活動に対し、高次の認知活動のことを指す。メタ認知では、知識的な側面（メタ認知的知識）と、活動的な側面（メタ認知的活動）に分けて考える。例えば、メタ認知の活動に、自己モニタリングと呼ばれるものがある。ある問題解決をおこなう際、自らの問題解決過程を、他者に説明するような場面において、おこなわれると考えられる活動である。自からの問題解決過程を逐次的な過程として客観的に捉え、内的な課程を言語化し表出するといった活動から成る。

アクティブラーニングでは、省察（Reflection）が重要な活動要素として取り上げられるが、自己モニタリングは省察を司る活動と言える。学習者の中で、自己モニタリングがおこなわれる場合、自らの行動をモニタリングし、自らの活動過程を客観化し記憶する。そして、同じような局面が発生した際、自己モニタリングの結果記憶した内容を利用し、新たな行動を起こす。その際、新しい行動は、以前の行動と何かが変化している可能性がある。行動の変容が見られることがある。とくに、他者からの指摘によって行動が変わるのではなく、自己モニタリングを

通して、自律的に行動が変わる点が重要である。

アクティブラーニングの効果を、自己モニタリングに集約して説明することは難しい。しかしながら、メタ認知の一つである自己モニタリングを、省察として理解することから始めたい。深い学びをメタ認知として捉えることで、効果の評価に、メタ認知の研究成果を用いることが可能となる。具体的には、立正大学で開発された成人のメタ認知尺度を用い学習者のメタ認知活動を検証する。

3. 反転授業実施の結果と考察

我々は反転授業の調査において、対象とした授業の授業前と授業後の2回、質問紙を配布し、学生に回答してもらった。上記の成人のメタ認知尺度を用いた調査を2016年の授業からおこなっている。

対象とした授業は複数あるが、本稿では、その中かの一つの高次能力型の授業で、2016年と2017年に集めた成人のメタ認知尺度質問紙の結果について比較する。便宜上、調査した科目を、知識の定着を目指した専門科目(完全習得型)、学生による発表と全体討議をおこなった一般教養科目(高次能力型)に分ける。我々の取り上げた高次能力型の授業は、主に1年生を対象にした一般教養の科目であり、TwitterやFacebookといったインターネット上のソーシャルメディアについて紹介や課題を取り扱う授業である。

授業は反転授業形式でおこなった。学習者はグループ毎に学習を進める。まず、講義を収録した映像を予習教材とし、学習者はグループで予習に取り組む。その後、対面授業で予習した内容に基づいてグループで発表し、全体の討議をおこなう。15回の授業回の中、10回程度こうした形式で授業を進める。

成人のメタ認知尺度は、28項目からなり、「答える前に、問題に対する別の答えについても検討している」といった各設問に対し、そう思うから、そう思わないまでの6段階で答えるものである。図1に結果をグラフにしたものを示す。統計的に差が認められたのは1項目であるが、2016年度は、全体的に事後の方に値が小さくなっているように思われる。一方、2017年度のデータは、事後において、値が高

くなる傾向にあるように思われる。ただし、2017年度も統計的に差が認められたのは1項目であった。事前のデータについて、2016年度と2017年度に、差は見られない。28項目を集計した値について、2016年度と2017年度とも、事前と事後に差は見られなかった。

2016年度と、2017年度とも、1項目ではあるが差が見られることから、授業によって学習者のメタ認知に何らかの変化があったことがうかがえる。ただ、2016年度と2017年度では変化の形態が異なっている。2016年度と2017年度の授業での変化は、授業時におこなった振り返り活動の数が異なっているというものである。振り返り活動の頻度を高めたことによって、何らかの変化を促したことが示唆される。我々の実践を通し、反転授業は、深い学習に何らかの影響を与えることが分かった。

4. まとめ

本稿では、反転授業における深い学習の効果に関する考察をおこなった。我々は、反転授業の事例を集めた。深い学習をメタ認知として捉えることとした。メタ認知の調査には成人のメタ認知尺度を用いた。その上で、反転授業をおこなう前後でアンケートをおこない、比較することとした。調査の結果から、メタ学習活動が前後で変化する可能性が示唆された。授業の違いによって、変化に差があることも分かった。このことから、振り返りの設定の仕方によって、メタ認知活動に変化が生じることが分かった。

謝辞

本研究の一部は、科学研究費補助金基盤研究(C)(課題番号16K01115)の支援を受けた。

参考文献

- [1] 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，(2014)。
- [2] 山地 弘起，丹羽 量久，金西 計英，三宮 真智子 “大学教育におけるメタ認知の捉え方”，第24回大学教育研究フォーラム発表論文集，231，(2018)。

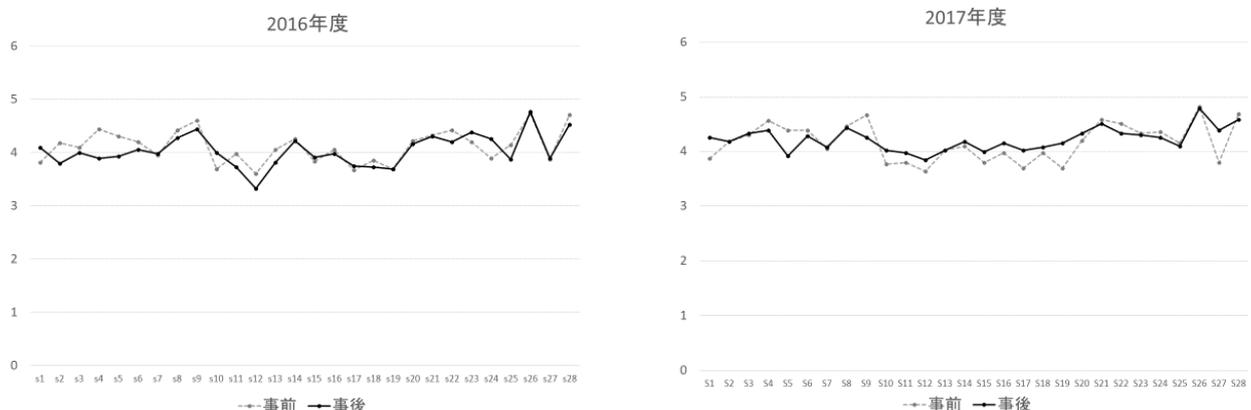


図1. 2016年度・2017年度のアンケートの結果

複択肢選択型アンケートによる総括的学習評価の試み

Study of Summative Evaluation by New Multiple-Choice Question Format

大島 直樹¹

Naoki OHSHIMA*¹

*1 山口大学大学院技術経営研究科

*1 Graduate School of Innovation and Technology Management, Yamaguchi University e
Email: nohshima@yamaguchi-u.ac.jp

あらまし：山口大学では、理系大学院（工学研究科、理学研究科および農学研究科）を再編・統合した創成科学研究科を平成 28 年度に開設し、総合系大学院教育を開始した。創成科学研究科では、日進月歩で進化する技術と激しく変化するビジネスを駆動できる学際的な人材の育成を目指し、全大学院生を対象にした研究開発戦略論を開講した。当該科目の履修者数は 400 名に上る。本科目の学習目標は、研究開発型企業におけるビジネスを成功させるための方法論として、技術開発戦略、研究開発戦略ならびにビジネスモデルについて理解を深める。本科目では、複択肢複択式アンケートによりマネジメントに関する理解度の評価を試みた。本発表では、4 選択肢複択形式による学習評価の有効性について検討する。

キーワード：総括的学習評価、複択肢選択型アンケート、創成科学研究科、研究開発戦略論

1. はじめに

山口大学では、平成 28 年度から全理工系大学院（工学研究科、理学研究科および農学研究科）を再編・統合した創成科学研究科を設置し、総合系大学院教育を開始した。山口大学では、日進月歩で進化する技術と激しく変化するビジネスを駆動できる学際的な人材の育成を目指す。学際的な教育プログラムとして、全大学院生を対象にした研究開発戦略論を開講した。当該科目の履修者数は 400 名に上る。本科目の学習目標は、研究開発型企業におけるビジネスを成功させるための方法論として、技術開発戦略、研究開発戦略ならびにビジネスモデルについて説明できることである。

本科目の総括的学習評価を行うために、新しい 4 選択肢複択形式による試験を実施した。本論文では、新しい 4 選択肢複択形式による学習評価の有効性について検討する。

2. 結果および考察

多肢選択形式のテスト (MCQ) は、多数の学生の学習評価を効率的に行うための試験方法である。日本では、高校生を対象にしたセンター試験（全国統一マークシート式試験）がもっとも大規模な多肢選択形式のテストである。また、医師国家試験においても、多肢選択問題が採用されてきた (1-6)。

本科目の試験は、教授者の意図がどの程度伝わっ

ているかを測り、評定する。そのため、完全に解答が一致しなくても、部分的に一致していれば、一致度の程度に応じて部分点を与える。また、採点に関する操作を容易にするために、選択肢数を 4 つとした。以下にサンプルを示す。

サンプル XA type

次の中から、正しいと思う選択肢を選びなさい。

- a. …
- b. …
- c. …
- d. …

図 1 は、解答者が 4 つの選択肢を全て選択した場合の評定表を示す。評点は、出題者が設定した正答の数に依存する。図中、クロスで示された枠（クロスド エレメント）は、起こりえない組み合わせを示す。図 1 では、解答者が 4 つの選択肢を全て選択した場合には、5 通りの評定があることが判る。

- (1) 出題者が設定した正答数が 4 個の場合
正解率 100% 評定 A
- (2) 出題者が設定した正答数が 3 個の場合
正解率 75% 評定 B
- (3) 出題者が設定した正答数が 2 個の場合
正解率 50% 評定 C
- (4) 出題者が設定した正答数が 1 個の場合
正解率 25% 評定 D

- (5) 出題者が設定した正答数が 0 個の場合
正解率 0% 評定 E

		Number of Right Choice					
		0	1	2	3	4	
Number of Selected Choice by Student	4	0	E				
		1		D			
		2			C		
		3				B	
		4					A

図 1

ただし、評定の配点は以下の様に取り決める。

Table 1

Rating	Score
A	S: Full Score
B	0.7 x S
C	0.5 x S
D	0.3 x S
E	0 : Score less

また、図 2 は、解答者が 0 個の選択肢を選んだ場合の評定表を示す。この場合も、評点は出題者が設定した正答の数に依存する。

- (1) 出題者が設定した正答数が 4 個の場合
正解率 0% 評定 E
- (2) 出題者が設定した正答数が 3 個の場合
正解率 25% 評定 D
- (3) 出題者が設定した正答数が 2 個の場合
正解率 50% 評定 C
- (4) 出題者が設定した正答数が 1 個の場合
正解率 75% 評定 B
- (5) 出題者が設定した正答数が 0 個の場合
正解率 100% 評定 A

		Number of Right Choice					
		0	1	2	3	4	
Number of Selected Choice by Student	0	0	A	B	C	D	E
		1					
		2					
		3					
		4					

図 2

クロスで示された枠 (クロスド エレメント) は、起こりえない組み合わせを示す。上述の評定ルールを拡張し、解答者の選択数 (0-4) と出題者が設定する正答数 (0-4) のすべての組み合わせを図 3 に示す。このようなアプローチを導入することにより、MCQ による採点に部分点を与えることが可能となる。

		Rating	Number of Right Choice					
			0	1	2	3	4	
Number of Selected Choice by Student	0	Number of Correct Choice	0	A	B	C	D	E
			1	B	C	D	E	
			2	C	D	E		
			3	D	E			
			4	E				
	1	Number of Correct Choice	0	B	C	D	E	
			1	C	D	E		
			2	D	E			
			3	E				
			4					
	2	Number of Correct Choice	0	C	D	E		
			1	D	E			
			2	E				
			3					
			4					
	3	Number of Correct Choice	0	D	E			
			1	E				
			2					
			3					
			4					
4	Number of Correct Choice	0	E					
		1						
		2						
		3						
		4						

図 3

3. おわりに

統括的学習評価を効率的に行うために、新しい 4 選択肢複択形式による学習評価を行った。出題形式は、指示正解数を与えない 4 選択肢複択形式とした。さらに、完全に解答が一致しなくても、部分的に一致した場合には一致度の程度に応じて部分点を与えるルールを導入することにより、0 点から満点までスムーズな評定点を与えることができた。

参考文献

- (1) Hirokazu Saito, Kiyosaburo Arita, Ikuo Nasu, "Can be the multiple-choice question an objective rating system?", Medical Education Japan, Vol.13, No.4, pp.251-255,1982.
- (2) Kazuhiro Mitani, "Objectivity examination method superior to multiple-choice question", Medical Education Japan, Vol. 20, No. 3, pp.152-158, 1989.
- (3) Kazuhiro Mitani, "Quantitative Analysis of the Objective "X2 Type" Question in the New National Board Examination of Japan", Medical Education Japan, Vol. 27, No. 4, pp. 235-240, 1996.
- (4) Kazuhiro Mitani, "Qualitative Analysis of the Objective "X2 Type" Question in the New National Board Examination of Japan", Medical Education Japan, Vol. 27, No. 6, pp.403-408 PP.235-240, 1996.
- (5) Kenichi Ikebukuro, Tomoko Morita, Toshio Mitsui, Jun Kusakari, Siro Sakauchi, Takeshi Kubo, Naomi Tanaka, "Analysis of Results After Introduction of X Type Questions", Medical Education Japan, Vol. 29, No. 4, pp.209-213, 1998.
- (6) Kenichi Ikebukuro, "A new multiple-choice question format more parallel to the knowledge quantity", Medical Education Japan, Vol. 30, No. 1, pp.15-20, 1999.

留学プログラムにおける e ポートフォリオの運用とアセスメント

Operation of E-portfolio and Its Assessment in a Study Abroad Program

カッティング美紀^{*1,*2}

Miki CUTTING^{*1,*2}

^{*1}立命館アジア太平洋大学

^{*1}Ritsumeikan Asia Pacific University

^{*2}熊本大学大学院教授システム学専攻

^{*2}Graduate School of Instructional Systems, Kumamoto University

Email: cutting@apu.ac.jp

あらまし：学びが多面的で、かつ遠隔で実施される海外プログラムの成果研究は容易ではない。eポートフォリオは、そのような海外での学びのエビデンスを収集できるツールとして期待されている。本学の短期留学プログラムでは、eポートフォリオを運用した学びの可視化と成果研究を行っている。本稿では、本学における留学前から帰国後までのeポートフォリオの運用とアセスメントの実施について述べ、帰国後のポートフォリオの分析から得られた結果を報告する。

キーワード：eポートフォリオ、留学プログラム、振り返り、アセスメント

1. 留学プログラムの質保証の課題

近年、グローバル教育推進の流れを受け、高等教育では、数多くの海外プログラムが提供されている。しかし質保証の観点においては課題が多い。質を保証するには、学習アウトカムを設定し、到達に繋がる学習支援を提供し、アセスメントを実施する必要がある。しかし留学プログラムの学習成果は、多面的かつホリスティックであり、学習成果の特定や明確化が容易ではない。さらに海外での学びのエビデンスをどう収集するかという課題もある。

このような留学プログラムにおけるアセスメントの課題に対しては、学びを蓄積できるeポートフォリオの活用が有効だ⁽¹⁾とされている。本学の短期留学プログラムでは、2012年度からeポートフォリオを運用し、留学における学びの質保証の研究を行っている。

2. 留学ポートフォリオの運用

本学の短期留学プログラムは、2, 3回生を中心に20名前後が参加し、アメリカに2か月留学する。このプログラムでは、留学前(国内)→留学中(海外)→帰国後(国内)と、eポートフォリオを継続的に運用するコース設計となっている。

2017年度のeポートフォリオの運用は以下の通りである：

留学前

- ・留学における自己目標の設定
- ・リフレクション練習と意義の理解
- ・英語や現地調査などの課題
- ・ラーニングコミュニティの形成
- ・アンケート(意識調査など)

留学中

- ・日々の学びのリフレクション
- ・コース目標の自己アセスメント

- ・留学中間の振り返りと目標再設定
- ・帰国後
- ・留学における学びと成長のレポート
- ・ショーケースポートフォリオの作成
(留学ポートフォリオの読み返しと成果物の選定)
- ・ショーケースポートフォリオの相互評価

留学中の日々の学びの振り返りは、経験学習⁽²⁾の理論に基づき以下の通りである⁽³⁾：

- ・その日の経験を振り返り、気づきと学びを記述
- ・学びを応用するための目標設定
- ・実践後の自己アセスメント

参加学生は、留学中、学びの振り返りをeポートフォリオに毎日記述できるようになっている。学生の記述は任意であるが、日々の提出率は非常に高い。

本プログラムでは、留学中の学生をeポートフォリオで支援するため、「ピア・アドバイザー(PA)システム」を設けている。これは研修を受けた前年度プログラム参加生がPAとして活動し、留学中の学生の日々の振り返りに対してフィードバックを書き、留学中の学生の学びを支援するものである。

またアメリカの現地大学の教員も同じeポートフォリオを運用しており、派遣側と受け入れ側の両サイドの教員が、同じポートフォリオ上で学生の支援を行っている。

3. アセスメント

3.1 留学ポートフォリオのアセスメント

本プログラムでは、留学ポートフォリオを運用することで、留学中に学生が何を悩み、どんな挑戦をし、何を得ているのか、一人ひとりの学びと成長のプロセスを可視化・蓄積している。またコース目標に対して定期的に自己アセスメントを行っており、

各コース目標に対する学びのエビデンスを蓄積させている。帰国後は、これまでの留学ポートフォリオを読み返し、留学における学びと成長を振り返り、各コース目標における成果をショーケースとしてまとめる。

3.2 アウトカムの特定

しかし先述の通り、海外プログラムにおけるアウトカムは多面的であるため、アセスメントを実施する際に必要となるラーニングゴールの特定は容易ではない。そこで、まず本プログラムは、2012年度の留学中の学生の学びの振り返り記述を分析し、プログラムにおける学びの分析を行った。その結果とその後のアンケート調査などをもとに、アウトカムの改訂を行って来た。2014年度には、アメリカの派遣先大学の研究者チームと共に、ルーブリックを運用してポートフォリオの記述を分析し、学びの到達度を共同調査した。そして、これまでの分析を踏まえ、コースのアウトカムを2大学で話し合い、アウトカムの再設定を行った。⁽⁴⁾

3.3 学生の認知した学びの分析と結果

2017年度は、再度、プログラムにおける学びを調査するため、全学生が帰国後にポートフォリオに書いた留学での学びと成長のレポートを分析した。この分析では、学生が留学で得たと認知した学びを抽出し、構造化することを目指した。MAXQDA ソフトウェアを用いて、全学生が記述したレポートから、学びと成長に関するセグメントを抽出し、コーディングを行った。次にカテゴリーにまとめ、構造化を図った。

この結果、授業関連の学び（自己発信、アメリカ社会の理解、ボランティア、授業への慣れなど）、他者・仲間（チームワーク、仲間からの学び、仲間の大切さなど）、スキル・資質（英語、コミュニケーション、振り返りなど）、視野の拡大（日本への理解、視野の拡大、ステレオタイプへの意識、アメリカ生活での学び）、自己（自信、自己理解）、他者影響・貢献、今後への意欲・将来ビジョンというカテゴリーを生成した。

次に、学生の認知したこれらの項目が、プログラム目標と合致しているか照合を行った。プログラム目標は、英語での発信力、英語アカデミックスキル、英語コミュニケーション力、異文化間コミュニケーション力、多角的視野、他者との協働力、自分らしい社会貢献、自己向上力であり、これらをコードカテゴリーと照らし合わせた結果、全目標項目が、抽出されたコードカテゴリーと合致した。この結果からは、プログラム目標と学生の認知した学びが重なっていることが示唆される。この学生の学びとプログラム目標の合致は、e ポートフォリオやアンケートの分析、観察、聞き取りなどから、留学プログラムの目標を数年に渡り特定・改訂してきたからではないかと推測される。

3.4 学びの関連性

次に、学生のレポートでは、全体的に自己発信と自信について多く書かれていたため、学生がアメリカで意識的に挑戦してきた「自己発信」が「自信」に関連しているのではないかと仮定し、MAXQDAを用いて、「自信」と「自己発信」の関連性を調べた。

「自信」の語彙検索を行った結果、29か所に表出され（22名中10名のレポート）、そのうち27か所は、「自己発信・パブリックスピーキング」のコードが付与された箇所で見られた。このことから、学生の「自信」は、「自己発信・パブリックスピーキング」に関連している可能性がある。

このアメリカのプログラムは、日本人が苦手とするパブリックスピーキング、発言力、自己発信力を強化することが目標の一つである。英語を使って人前でスピーチし、積極的に意見を伝える練習が、学生達の自信に繋がっているのではないかと考えられる。

4. 課題と展望

今回は、帰国後の学生の学びと成長のレポートを分析し、プログラム目標と照合させ、学びの関連性を調べた。その結果、学生の認知した学びは、プログラム目標と合致しており、また「自己発信・パブリックスピーキング」が学生の「自信」に関連していることが分かった。

しかし、ここからはプログラム目標の到達度、学びの向上、そしてプログラムの課題が見えない。例えば、プログラム目標の到達度に関しては、学生は留学中に自己アセスメントを行っており、各目標の達成度とそれを示す事例を定期的に振り返り記録している。その記録からは、留学期間中に到達度が全体的に高まっているのが分かるが、データは学生の主観に基づくものであり、成果分析に限界がある。また学生は、留学後にショーケースポートフォリオを作成し、成果物を提示しながら各ゴールの到達について記述するが、どこまで何を達成し、何を達成していないのかは明確でない。そこで今後はこれらの課題を踏まえて、目標とその到達度を具体化・明確化し、学生の到達度を明示できるようコースデザインの全体的な改善を行いたい。

参考文献

- (1) Deardorff, D.K.: “Demystifying outcomes assessment for international educators: a practical approach”, Stylus Publishing, LLC. (2015)
- (2) Kolb, D.A.: “Experiential Learning: Experience as a Source of Learning and Development”, New Jersey, Prentice Hall, Inc. (1983)
- (3) カッティング美紀: “短期留学プログラムにおける「意義のある学習」の実践: 留学におけるアウトカムの体系化と学生志向の教育デザインへの挑戦”, 異文化間教育, 41, 111-126 (2015)
- (4) カッティング美紀: “国際教育の学び質保証 - 本学の海外プログラムにおけるアセスメントと学習成果”, 大学教育学会誌, 38-2, 67-76 (2016)

社会ネットワーク分析に基づくピア・アセスメント活動支援システムの開発

Development of a System for Supporting Peer Assessment Based on Social Network Analysis

間瀬 皓介^{*1}, 蛭名 哲也^{*1}, 宮寺 庸造^{*1}, 森本 康彦^{*1}
 Kosuke MABUCHI^{*1}, Tetsuya EBINA^{*1}, Yozo MIYADERA^{*1}, Yasuhiko MORIMOTO^{*1}
^{*1}東京学芸大学
^{*1}Tokyo Gakugei University

あらまし：近年，e ポートフォリオを活用した学習・評価が注目されており，特に相互評価（以下，ピア・アセスメント）は学習動機を高めるといった効果が期待されている。しかし，ファシリテーターが学習者のピア・アセスメントの活動状況を把握し，それに応じたファシリテーションを同時に提供することは容易ではない。そこで，本研究では，e ポートフォリオを活用した学習において，学習者個人のピア・アセスメントの活動を支援することを目的とする。具体的には，社会ネットワーク分析に基づきピア・アセスメントの活動状況に応じたファシリテーションを自動で提供するシステムを開発した。本論文では，開発したシステムについて述べる。

キーワード：e ポートフォリオ，ピア・アセスメント，学習評価，社会ネットワーク分析

1. はじめに

近年，e ポートフォリオを活用した学習・評価が注目されている。e ポートフォリオを活用した学習・評価では，特に，相互評価（以下，ピア・アセスメント）は，そのプロセス自体が真正であり，学習者をより自律的にさせ，学習動機を高め，学習者の自己の内省を促すといった効果が期待されている⁽¹⁾。

ピア・アセスメントを行う際，ファシリテーションが必要な状況が学習者個人に存在すると考えられる。しかし，ファシリテーターが学習者のピア・アセスメントの活動状況を把握し，それに応じたファシリテーションを同時に提供することは容易ではない。このような学習者間の活動状況を把握・支援している研究として，例えば，Rosen⁽²⁾らは，オンラインディスカッション上でのやりとりから，学習者の関係性を可視化している。また，Shimazaki⁽³⁾らはピア・アセスメントの活動状況を分析し，その全体の活動状況に対して支援している。これらは，学習者間の活動状況を，全体的な視点で把握・支援しているが，特にピア・アセスメントの活動においては，学習者個人の状況に応じて支援する必要があると考えられる。

そこで，本研究では，e ポートフォリオを活用した学習において，学習者個人のピア・アセスメントの活動を自動的に支援することを目的とする。具体的には，関係構造を定量的に評価する手法である社会ネットワーク分析⁽⁴⁾に着目することで，ピア・アセスメントの活動状況を把握し，その状況に応じたファシリテーション方法を提案した⁽⁵⁾。そして，その方法に基づきファシリテーションを提供するシステムを開発した。なお，本論文では，開発したシステムについて述べる。

2. ピア・アセスメントの活動状況に応じたファシリテーション方法⁽⁵⁾

本研究では，社会ネットワーク分析に用いられる指標のうち，「次数中心性」，「媒介中心性」と「凝集性」の指標に着目し，これらの具体的な閾値，条件を定めることで，ファシリテーションを必要とする学習者を特定することとした。

学習者個人に対し，自動でファシリテーションを提供できるように，上記で述べた指標において，その閾値や条件を暫定的に決定し，それに対応するファシリテーション内容を検討した。その際，「ファシリテーションが必要な学習者」を，どの「社会ネットワーク分析の指標」で，どの「閾値や条件」によって特定し，特定した「学習者の状況」に応じた適切な「ファシリテーション」は何かを軸に検討し，対応づけを行った。表1に，その結果を示す。たとえば，「自分が所属する学習コミュニティ内でしか，ピア・アセスメントを行っていない」学習者は，「媒介中心性がその平均値の1/2未満」と特定できるとし，「他の学習コミュニティ内の学習者に対して，ピア・アセスメントを行うように促す」などのファシリテーションを提供する。

3. ピア・アセスメント活動支援システムの開発

本章では，2章で示した方法に基づきファシリテーションを自動で提供するシステムの開発について述べる。

3.1 本システムの機能要件

本研究の目的を達成するための機能要件として以下の3点が挙げられる。

- 要件1) 学習者は学習において生成されるe ポートフォリオを蓄積することができる。
- 要件2) 学習者は他の学習者に対して，ピア・アセスメントを行うことができる。
- 要件3) 学習者のピア・アセスメントの活動状況に応じたファシリテーションを学習者に対し

表1 提案したファシリテーション方法⁽⁵⁾

ファシリテーションが必要な状況	ファシリテーションが必要な具体的な状況	社会ネットワークにおける指標の閾値および条件	ファシリテーション
ピア・アセスメントが行われていない	<ul style="list-style-type: none"> ピア・アセスメントを一度も行っていない、かつ一度もされていない 凝集性に基づく学習コミュニティへピア・アセスメントを極端に行っていない/されていない 	入次数 = 0 かつ 出次数 = 0 入次数 < 入次数の平均値/2 または 出次数 < 出次数の平均値/2	(1)ピア・アセスメントを行うように促す (2)凝集性に基づく学習コミュニティ内のメンバーに対して、ピア・アセスメントを行うように促す
ピア・アセスメントが偏っている	<ul style="list-style-type: none"> ピア・アセスメントの対象が少ない 同じ学習コミュニティ内でしかピア・アセスメントを行っていない/されていない 	媒介中心性 < 媒介中心性の平均値/2	(3)他の学習コミュニティまたは学習者へピア・アセスメントを行うように促す

自動で提供することができる。

3.2 システムの開発

本研究では、3.1節で述べた機能要件を満たす機能を有するシステムを Web アプリケーションとして開発した。インターフェースは HTML, CSS, JavaScript, エンジンに Java, 社会ネットワーク分析を行う演算部は R のパッケージ igraph, データベースは MySQL を用いて開発した。

3.3 システムの機能

3.1節で述べた要件に対応するシステムの機能について以下に示す。

機能1:eポートフォリオ蓄積機能

学習者は、学習過程で生成された写真やレポートなどの e ポートフォリオを蓄積することができる。ファイルの形式は、音声、動画、写真などが考えられる。なお、一つの学習過程において、eポートフォリオは複数個蓄積することができる(要件1に対応)。

機能2:ピア・アセスメント機能

学習者は、ピア・アセスメントを行う相手を選択し、選択した相手が機能1により蓄積した e ポートフォリオを確認しながら、学習プロセスや学習成果に対するコメントをテキストとして入力することができる。また、自分が受けたコメントも確認することができる(要件2に対応)。ここで、システム上では、どの学習者がどの学習者に対してピア・アセスメントを行ったかをログデータとして蓄積する。

機能3:ピア・アセスメント活動支援機能

この機能では、表1のファシリテーション方法に基づきファシリテーションを提供する。具体的には、機能2により得られたログデータから、社会ネットワーク分析に基づき2章で示した各指標の値を算出する。算出された値から、ファシリテーションが必要な学習者を特定する。次に、特定した学習者の状況に応じたファシリテーションとして、「他のグループにピア・アセスメントを行ってください」などのメッセージを学習者に提示する(図1上)。

加えて、ピア・アセスメントの活動状況を、ネットワーク図を用いて可視化する(図1下)。ここで、各頂点は学習者を示し、有向辺はどの学習者がどの学習者に対してピア・アセスメントを行ったかを示す(要件3に対応)。

機能1から機能3により、ピア・アセスメントの活動を自動で支援できるようになる。これにより、

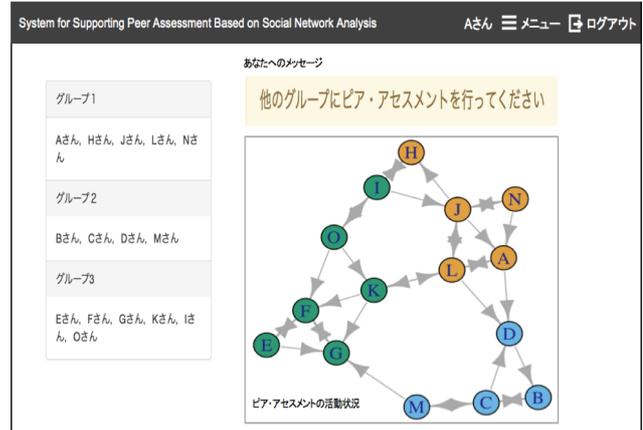


図1 メッセージとピア・アセスメントの活動状況を表示する画面

学習者は、ピア・アセスメントの活動状況を把握できるとともに、多様な学習者とピア・アセスメントを行うようになると考えられ、学習者をより自律的にさせ学習動機を高め、学習者の自己の内省を促進させるといった効果が期待できる。

4. おわりに

本論文では、筆者らが提案したファシリテーション方法に基づき、ピア・アセスメント活動を支援するシステムを開発した。今後、開発したシステムを授業等で継続的に実践し、本システムを利用することによる教育効果について評価・検証していく予定である。

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, 東京 (2017)
- (2) Rosen, D., Miagakhikh, V., Suthers, D.: “Social and semantic network analysis of chat logs” Proceeding of the 1st International Conference on Learning Analytics and Knowledge (2011)
- (3) Shimazaki, T., Morimoto, Y., Ueno, M., Nakamura, S., Miyadera, Y.: “Intelligent System for Supporting E-Portfolio-Based Learning by Using Network Analysis” 6th International Conference of Education, Research and Innovation (2013)
- (4) International Network for Social Network Analysis. http://www.insna.org/what_is_sna.html (参照 2018/06/02)
- (5) 間瀬皓介, 丸山浩平, 宮寺庸造, 森本康彦: “社会ネットワーク分析によるピア・アセスメントの活動状況に基づく適応的ファシリテーション方法の提案”, 日本教育工学会第 33 回全国大会講演論文集, pp.799-800 (2017)

テクノロジーを活用して「わかる」を「できる」につなぐ体育授業の構想

A Lesson Design of Physical Education Using Technology

谷塚 光典^{*1}, 岩田 靖^{*1}, 渡辺 敏明^{*1}, 藤田 育郎^{*1}

Mitsunori YATSUKA^{*1}, Yasushi IWATA^{*1}, Toshiaki WATANABE^{*1}, Ikuro FUJITA^{*1}

^{*1}信州大学学術研究院教育学系

^{*1}Institute of Education, Shinshu University

Email: yatsuka@shinshu-u.ac.jp

あらまし：信州大学教育学部では、スポーツ庁「学校における体育・スポーツ資質向上等推進事業」の助成を受けて、運動感覚を教師と子どもが共に味わいながら「コツ」と「テクノロジー」を活用して「わかる」を「できる」につなぐ体育授業の開発を目指している。本研究では、テクノロジーを活用した体育授業の構想を提案し、その可能性を明らかにするための手がかりを得る。

キーワード：新学習指導要領、主体的・対話的で深い学び、ICT活用、運動感覚、附属学校との連携

1. はじめに

中央教育審議会「体育・保健体育、健康、安全ワーキンググループにおける審議の取りまとめ」では、「各種の運動の行い方等を理解するとともに、その運動をできるようにする」と述べられており、「わかる」と「できる」を結び付けていくことが重視されている⁽¹⁾。また、吉田（1996）は、「よい運動表象を形成する過程では、過去の運動経験が動員されたり、他者観察や自己観察の結果が意識的に利用されたりすることで、動き方の全体像が捉えられるようになり、さらに「コツ」が分かるようになることが大切である」と述べており⁽²⁾、教師と児童・生徒の関わりや児童・生徒同士の協働的な学びの過程を通して、「コツ」を共有することが運動感覚の共有につながり、「わかった」段階を「できる」段階へと高めることが可能になる。

また、近年の技術革新により、オリンピック選手やプロスポーツ選手の指導において、さまざまなテクノロジーが導入されている。試合中のパフォーマンスを映像やセンサーを用いて可視化することによって、個々の運動量向上やチーム内の連携強化を図っている。例えば、日本体育学会の大会では、データの分析を活用をテーマにしたシンポジウムが開催されている⁽³⁾⁽⁴⁾。このようなテクノロジーを小中学校の体育授業に導入して、個々の児童・生徒の動きを体育教師や体育補助員が把握しながら指導したり、児童・生徒が自己の運動を見つめ直したりすることによって、「わかる」を「できる」に高めることが可能になる。

信州大学教育学部では、スポーツ庁「学校における体育・スポーツ資質向上等推進事業」の助成を受けて、運動感覚を教師と子どもが共に味わいながら「コツ」と「テクノロジー」を活用して「わかる」を「できる」につなぐ体育授業の開発を目指している。そこで、本研究では、テクノロジーを活用した体育授業の構想を提案し、その可能性を明らかにするための手がかりを得ることを目的とする。

2. 新学習指導要領における ICT 活用

2.1 「総則」の記述から

2017年3月に告示された新学習指導要領（小学校、中学校）では、資質・能力の育成を目指す「主体的・対話的で深い学び」の実現に向けた授業改善を進めるために、言語活動や体験活動、ICT等を活用した学習活動等を充実することが求められている。そして、「情報手段を活用した学習活動を充実するためには、国において示す整備指針等を踏まえつつ、校内のICT環境の整備に努め、児童（中学校では生徒）も教師もいつでも使えるようにしておくことが重要である」とされている⁽⁵⁾⁽⁶⁾。

2.2 中学校「保健体育編」の記述から

前出の「審議のとりまとめ」においても、「ICTの活用等により、課題の到達度を確認し、必要な知識を収集するとともに実践すること」とされている⁽¹⁾。

具体的には、中学校学習指導要領解説（保健体育編）では、次のような領域で、ICT活用について言及されている⁽⁷⁾。

- ・「陸上競技」「水泳」：ICTを活用して自己のフォームを観察したりすることで、自己の取り組むべき技術的な課題が明確になり、学習の成果を高められることを理解できるようにする。
- ・「水泳」：教室での学習としてICTを活用して泳法を確かめたり、課題を検討したりする学習や、保健分野の応急手当と関連させた学習などを取り入れるなどの指導計画を工夫することが大切である
- ・「ダンス」：ICTなどで自己のグループの表現や踊りを観察したりすることで、自己の取り組むべき技術的な課題が明確になり、学習の成果を高められることを理解できるようにする
- ・「体づくり運動」「器械運動」「陸上競技」「水泳」「球技」「武道」「ダンス」：、ICTを効果的に活用するなどして、体を動かす機会を適切に確保することが大切である

また、「指導計画の作成と内容の取扱い」においても、内容の指導に当たっては、コンピュータや情報

通信ネットワークなどの情報手段を積極的に活用して、各分野の特質に応じた学習活動を行うよう工夫すること」としており、具体的には、「体育分野においては、学習に必要な情報の収集やデータの管理・分析、課題の発見や解決方法の選択などにおけるICTの活用が考えられる」とされている。

3. テクノロジーを活用した体育授業の構想

3.1 動きを可視化・自覚化する授業の構想

体育の授業時間内に十分な運動量を確保してそれを評価する方法としては、これまでは、教師による観察記録や児童・生徒による振り返りカード等が用いられてきた。しかし、テクノロジーの発達により、3D モーションセンサーを着用することで、個々の児童・生徒の運動データを数値化・可視化することが可能になる。また、これらの測定を裏付けるためにタブレット端末で撮影して動画を即時視聴することによって、技能の改善につなげることができる。タブレット端末で運動の様子を撮影して相互評価する実践は行われてきているが、これにセンサーを組み合わせることによって、テクノロジーを活用した体育授業をどのように構想・実践すればよいかを探っていく。

具体的な単元としては、球技領域・ゴール型（小学校はラグビー、中学校はサッカー）、と陸上運動系／陸上競技領域・短距離走他を予定している。

導入予定の3D モーションセンサーは、高い効果が期待されるものの高価である。そこで、その簡易版として、歩数計の利用も検討している。廉価版・簡易版としての歩数計を持つことで、児童・生徒自身も自己の運動量をその場で確認することが可能になる。簡便・安価な方法での動きの可視化・自覚化によって、テクノロジーを活用した授業の教育現場への普及・適用可能性も検証する。

3.2 様々な運動感覚を身につける授業の構想

「テクノロジー」の活用に加えて、児童・生徒間で「コツ」を伝え合いながら、様々な運動感覚を身につけることも可能であると考えている。

新学習指導要領に示されている学力の3要素の中で、特に「知識及び技能」に焦点を当て、『わかる』を『できる』にどのように結び付けていけばよいか」を重視した授業を構想し、実践を行う。その際、「コツ」を用いた体育授業を通して、児童・生徒が目指す動きの構造を理解して「わかる」と感じることと、目指す動きを実際に行える「できた」と感じるものがどのように結びつき、その背景に何があったのかを探っていく。

具体的な単元としては、小学校・中学校共に、器械運動領域・マット運動と水泳領域・クロール他を予定している。

このような「コツ」を伝え合う体育授業では、教師と児童・生徒の密な関わりや児童・生徒同士の協働的な学びの過程が多く入ってくる。また、テクノ

ロジー活用により収集したデータを児童・生徒同士で協働的に分析することによって、チームとしての向上を図ろうとする態度にもつながっていく。これは、新学習指導要領で目指している「対話的な学び」として位置付けられる。

4. おわりに

本研究では、テクノロジーを活用した体育授業の構想を提案し、その可能性を明らかにするための手がかりを得ることを目的とした。動きを可視化・自覚化する授業としては、球技領域・ゴール型（小学校はラグビー、中学校はサッカー）、と陸上運動系／陸上競技領域・短距離走他を予定している。また、様々な運動感覚を身につける授業としては、器械運動領域・マット運動と水泳領域・クロール他を予定している。

今後の課題としては、これらの構想を実現するために、具体的な単元計画および各時間の授業を検討していく必要がある。

付記

本研究の一部は、スポーツ庁 平成30年度「学校における体育・スポーツ資質向上等推進事業」の助成を受けたものである。

参考文献

- (1) 中央教育審議会 初等中等教育分科会 教育課程部会 体育・保健体育、健康、安全ワーキンググループ：“体育・保健体育、健康、安全ワーキンググループにおける審議の取りまとめについて（報告）”（2016）
http://www.mext.go.jp/b_menu/shingi/chukyo/chukyo3/004/gaiyou/1377094.htm
- (2) 吉田茂：教師のための運動学、大修館書店（1996）
- (3) 小林秀昭ほか：“シンポジウム：競技選手・チームパフォーマンス向上に活かされる映像・データ分析”，日本体育学会大会予稿集，pp.58-59（2016）
- (4) 小林秀昭ほか：“シンポジウム：トップアスリートの発掘・育成・強化への戦略的な取り組みとデータ分析”，日本体育学会大会予稿集，pp.44-45（2017）
- (5) 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”（2017）
- (6) 文部科学省：“中学校学習指導要領（平成29年告示）解説 総則編”（2017）
- (7) 文部科学省：“中学校学習指導要領（平成29年告示）解説 保健体育編”（2017）

災害時の避難行動選択における競合の疑似体験が 防災学習への動機付けに及ぼす影響に関する検討

Study on effects of simulated experience of conflict in the selection of an evacuation action on the motivation for disaster prevention learning

北川 悠一^{*1}, 木村 雛子^{*2}, 田中 孝治^{*3}, 池田 満^{*3}, 堀 雅洋^{*1}

Yuichi KITAGAWA^{*1}, Hinako KIMURA^{*2}, Koji TANAKA^{*3}, Mitsuru IKEDA^{*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} 北陸先端科学技術大学院大学知識科学系

^{*3} School of Knowledge Science, Japan Advanced Institute of Science and Technology

Email: yu.kitagawa0515@gmail.com

あらまし：災害時の状況変化により、入手した情報から示唆される避難行動について変更を余儀なくされる場合がある。危険を伴う避難行動の選択を経験することは、適切な行動を選択するために参照すべき情報を見直す契機となり、防災学習への動機付けを高める効果があると考えられる。本研究では、ロールプレイングゲーム風の学習支援アプリを開発し、避難行動選択における競合の疑似体験が学習意欲に与える影響について検討した。

キーワード：行動選択の競合、疑似体験、学習支援アプリ、防災学習、動機付け

1. はじめに

豪雨災害時には避難情報や水害ハザードマップ等の情報を拠り所として、住民自らの判断で危険を回避する行動として「立ち退き避難」「屋内での安全確保」のどちらかを選択する必要がある⁽¹⁾。しかし、ハザードマップから屋内での安全確保が適切と確認できた場合でも、発令された避難情報によっては立ち退き避難が求められる場合もある。このように災害時のある時点で適切と判断された避難行動も、その後の状況変化により見直しを余儀なくされる場合がある。Berlyne⁽²⁾は、概念間に葛藤が生じた場合、それを解決するための知識を獲得したいと感じている。そのため、災害時の避難行動選択における競合に遭遇した場面で、安全が確保できない行動を選択させることによって、適切な避難行動を選択できる知識を身に付ける必要性に気付き、防災学習への動機付けにつながると考えられる。

このような回避すべき災害時の危険な状況を学習のために経験する方法として、疑似体験が有用とされている⁽³⁾。本研究では、大雨による河川はん濫が迫っている状況を想定した自宅内において、学習者が主人公となって主体的に行動するロールプレイングゲーム風の学習支援アプリを開発し、避難行動選択における競合の疑似体験が防災学習への動機付けに及ぼす影響について検討を行った。

2. 学習支援アプリ

災害時には、住民は自ら必要な情報を入手して避難行動を選択することが求められる⁽⁴⁾。この学習支援アプリ(図1)では、避難行動の選択時に参照す

る情報として、ハザードマップに記載された避難行動に関する情報、公的機関によって発令される避難勧告等の情報、自宅周囲での災害状況の3種類を用いる。各情報を入手すると、その状況においてとるべき行動として「避難所へ避難する」「2階へ避難する」のいずれかが提示される。学習者は、これらの情報に基づいて「避難所へ避難する」「2階へ避難する」「見たいネット配信動画を見る」の中から自身がとる行動として一つを選択する。その後、選択した行動の正誤とともに、選択した行動をとることで起こり得る結果について補足説明が示される。なお、「見たいネット配信動画を見る」を総計2回選択した場合には避難の意思がないとみなし、逃げ遅れによって危険に遭遇することが学習者に示される。

3. 評価実験

本実験では、学習者が避難行動の選択における競合を疑似体験することで、防災学習に対する学習意欲に及ぼす影響を、学習支援アプリを用いて検証する。実験協力者は、18歳～24歳の大学生36名(うち女性20名、平均年齢21.0歳)であった。

実験条件として、3種類の参照情報から示唆される避難行動が全て一致する競合なし学習群、異なる避難行動が示唆される競合あり学習群の2群を用意し、各学習群に18名ずつ割り当てた。

学習課題で出題する災害状況として、競合なし学習群では、3種類の参照情報から同一の避難行動(立ち退き避難/屋内での安全確保)が示唆される2通りを用いた。競合あり学習群では、2通りの避難行動と3種類の参照情報を組み合わせた8通り(2×2



図1 学習支援アプリの画面例

×2)から3種類の参照情報から同一の避難行動が示唆される2通りを除いた6通りを用いた。

実験では、最初に事前アンケートで“大雨災害時、自分の身に危険が迫った場合、安全を確保する行動をとることができると思いますか？”という質問によって「自信」について7段階（1：全くそう思わない～7：非常にそう思う）で答えるように求めた。次に、タブレット端末を用いて、前提知識として、避難行動、ハザードマップ、避難情報、自宅周囲の災害状況に基づいた行動の必要性を教示した。その上で、学習支援アプリを用いて、与えられた災害状況においてとるべき避難行動を選択する学習課題（4問）に取り組むよう求めた。学習課題の各問は、両学習群とも無作為順序で出題した。

最後に、事前アンケートと同様の「自信」を問う質問に加えて、“大雨災害時、安全を確保する行動をとるために防災についてさらに学ぶ必要があると思いましたか？”という質問によって防災学習への「意欲」について7段階（1：全くそう思わない～7：非常にそう思う），“大雨災害時、安全を確保するためにどのような情報源を参考にしようと思いますか？”という質問によって「情報入手数」について選択形式（9種類の情報源から該当するものを全て選択）で答えるよう求めた。

4. 結果と考察

競合あり学習群で避難行動の選択時に競合が発生するのは、1つの問の中で2種類以上の情報を入手し、それらから異なる避難行動が示唆された場合である。本実験では、競合の有無に着目した検討を行うため、課題1問あたり平均2種類以上の情報を入手した実験協力者（競合なし学習群：18名中7名、競合あり学習群：18名中9名）を分析対象とした。

学習課題の平均正答率（表1）は、競合あり学習群（52.8%）より競合なし学習群（89.3%）の方が高かった。行動選択における自信を問う事前／事後アンケートについては、平均正答率が高かった競合なし学習群が学習後に上昇（事前 2.9 → 事後 4.1）したのに対して、平均正答率が低かった競合あり学習群は低下した（事前 4.0 → 事後 3.8）。このように、

表1 評価結果（平均値）

実験条件	課題 正答率	自信		意欲	情報 入手数
		事前	事後		
競合なし (n=7)	89.3% (18.2)	2.9 (0.99)	4.1 (0.99)	5.4 (0.73)	3.9 (0.64)
競合あり (n=9)	52.8% (24.9)	4.0 (1.41)	3.8 (0.79)	6.0 (0.82)	4.4 (0.83)

括弧内は標準偏差を示す

競合あり学習群では学習課題の不正解経験により自信が弱まった反面、学習意欲については競合あり学習群（6.0）の方が競合なし学習群（5.4）よりも高かった。一方、競合なし学習群は、参照情報から示唆された避難行動に従うことで、与えられた災害状況で容易に安全を確保できたため、学習意欲が競合あり学習群より高くならなかった可能性が考えられる。

また、情報入手数については、競合なし学習群（3.9）よりも競合あり学習群（4.4）の方が高かった。この点については、競合あり学習群が参照情報から異なる避難行動が示唆される可能性を疑似体験した結果、適切な状況判断にはより多くの情報を参照する必要があると学習者が実感したためと考えられる。

5. おわりに

評価実験の結果、避難行動選択における競合を疑似体験することによって、防災学習への動機付けが高まる可能性が確認された。しかし、アプリでの問題回答中に複数の情報を入手しようとならない傾向が見られ、両学習群でともに約半数（競合なし学習群：18名中7名、競合あり学習群：18名中9名）の実験参加者しか1問あたり平均2種類以上の情報を入手しなかった。今後は、避難行動選択における競合をすべての学習者が疑似体験できるように、複数の情報を参照するまで避難行動が選択できないようにするなど、学習者の主体性と競合の疑似体験を両立させる手法について検討していく予定である。

参考文献

- (1) 内閣府（防災担当）：“避難勧告等に関するガイドライン①（避難行動・情報伝達編）”平成29年1月、http://www.bousai.go.jp/oukyu/hinankankoku/h28_hinankankoku_guideline/pdf/hinankankokugaidorain_01.pdf（参照2018.3.13）
- (2) Berlyne, D. E.（橋本七重・小杉洋子訳）：“思考の構造と方向”，明治図書（1970）
- (3) 田中孝治，梅野光平，池田満，堀雅洋：“疑似被災体験により不安全避難行動を誘発する学習支援方式”，教育システム情報学会誌，Vol.34，No.1，pp.44-53（2017）
- (4) 国土交通省水管理・国土保全局河川環境課水防企画室：“水害ハザードマップ作成の手引き”平成28年4月，http://www.mlit.go.jp/river/basic_info/jigyo_keikaku/saigai/tisiki/hazardmap/suigai_hazardmap_tebiki_201604.pdf（参照2017.3.29）

物理の運動を対象とした発見学習のための仮説生成支援システム

Support System for Discovering Laws of Motion in Physics

和田 拓也^{*1}, 小尻 智子^{*2}

Takuya WADA^{*1}, Tomoko KOJIRI^{*2}

^{*1} 関西大学大学院理工学研究科, ^{*2} 関西大学システム理工学部

^{*1} Graduate School of Science and Engineering Kansai University

^{*2} Faculty of Engineering Science Kansai University

Email: k257741@kansai-u.ac.jp

あらまし：発見学習とは、観察と仮説の生成・検証を通してある分野の知識を理解する学習手法である。しかし、観察するのみで仮説の生成に至らない学習者や、観察した内容と矛盾のない法則を生成することが困難な学習者が存在する。本研究では、物体の運動に関する法則を対象に、仮説の生成を支援するシステムを構築する。本システムを用いた仮説生成実験の結果、システムの利用により、矛盾のない仮説の生成が促進されることが確認できた。

キーワード：発見学習, 学習支援システム, 仮説生成支援, 運動の法則, 検証機能

1. はじめに

発見学習は、観察、仮説の設定、仮説の検証を通してある分野の基本的な知識を理解させる学習手法であり、理科などの自然科学の分野でしばしば導入されている。しかし、発見学習に取り組んだとしても仮説の生成に至らない学習者や、観察した内容と矛盾のない法則を生成することが困難な学習者が存在する。このような学習者は観察対象をどのように捉え、観察から何を発見したらいいのかわからないといった問題点がある。本研究では仮説の立て方に焦点をあて、観察結果に対して妥当な仮説の生成を支援することを目的とする。

発見学習を対象とした研究として、Yoshikawaらは化学実験を対象に、マイクロワールドと呼ばれる学習者が自由に操作可能な仮想環境実現した⁽¹⁾。しかし、これは環境を提供しているだけであり、法則を導出する過程は支援していない。本研究では、現実世界の物理現象を対象に、観察から運動の法則を導出する過程を支援するシステムを構築する。

2. アプローチ

2.1 運動の法則の表現方法

運動の法則とは、特定の運動をする物体や周囲の条件を表しており、運動の特徴と、運動している物体や周りの物体の性質を用いて表現することができる。例えば、池に風船が浮いていれば、軽い・丸いという「物体の性質」、液体という「周りの物体の性質」、浮くという「物体の運動」から、「軽くて丸いものは浮く」と表現することができる。

このとき、法則には運動に関係のない性質は含まれておらず、運動に関係のある性質は全て含まれていることが望ましい。したがって、運動に対してどの性質が関係あるのか試行錯誤し、過不足なく含めるような考え方が必要となる。

2.2 運動の法則の発見学習方法

観察から法則を発見するために必要な学習ステッ

プが以下のように提唱されている⁽²⁾。

- ステップ1. 対象の抽出
- ステップ2. 観察対象の特徴分析
- ステップ3. 仮説の設定
- ステップ4. 仮説の整合性の検証

ステップ1と2は観察に関するステップであり、運動や物体の性質がどのようなものであるか意識的に観察する。ステップ3と4は仮説の生成に関するステップである。ステップ3では、同じ運動をしている物体に共通する性質を発見し、運動に影響を与える性質を特定する。ステップ4では、生成した仮説が、これまでに観察してきた対象に対して矛盾しないかを精査する。観察内容に対して矛盾した仮説が生成された場合は、ステップ1~3のいずれかが十分でないため、いずれかのステップに戻る事となる。

発見学習では学習者が自身の観察した内容から運動の法則を発見するため、正しい運動の法則を導出するのに十分な観察が行われていない場合もある。ステップ1~4を繰り返し実施し、観察対象を増やして、それまで観察した対象全てに対して矛盾のないように仮説を修正していくことで、最終的には物理の観点から正しい運動の法則に到達することとなる。

2.3 仮説生成支援システムのアプローチ

本研究では、ステップ2と3を容易に行える環境の提供と、ステップ4を自動的に検証する機能を通して、観察した内容と矛盾しない仮説の立て方を支援する。図1に支援システムの枠組みを示す。

ステップ2に関して、ただ観察対象を眺めるだけでは、運動や性質の特徴に気づくことはできない。観察した物理現象を画像として管理する写真管理機能を提供して、観察内容の外在化を実現することで学習者の意識的な観察を促す。さらに、各画像に対して物体の運動や性質、周りの環境をタグとして付与できる環境を提供することで、様々な観点からの観察を促す。ステップ3に関しては、観察結果を用

いて仮説を設定する方法を知らなければ達成できない。仮説生成支援機能として、まず、同じ運動をする物体の共通の性質を発見するために、観察した物理現象の中から特定の運動タグが付与された物体を検索できる仕組みと、同じ運動をする物体をグループ化して性質を比較できる仕組みを用意する。そして、仮説の設定方法の理解を促すために、運動や性質の入力欄を設けた仮説の雛形を用意する。ステップ4に関しては、学習者が観察したものの中から整合性を自動で検証し、矛盾への気づきを促すフィードバックを行う機能を提供する。

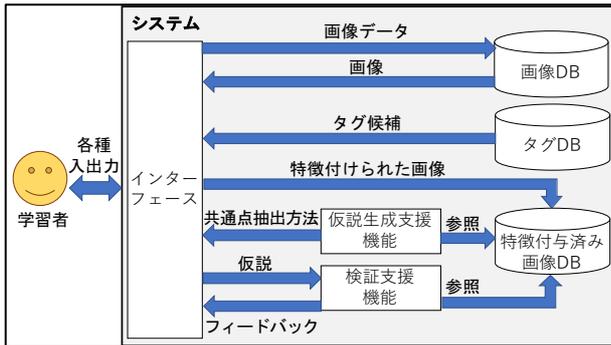


図1 システム概要図

3. 仮説生成支援システム

仮説生成支援システムは、2.2節のステップ1~4までを順番に達成していくものである。画像登録画面では、学習者が観察対象を示す画像の入力・削除ができる。特徴分析画面では、個々の画像に対して観察した物体名や物体の運動、物体の性質、周囲の環境をタグとして付与できる。本システムでは、物体や環境を構成する運動や性質のうち、法則の導出に関連のあるものをタグ集合として提供する。

図2にステップ3に対応する仮説生成画面を示す。仮説生成画面では、運動検索ボックスで特定の運動が付与された物体の画像を検索することができ、その検索結果をもとにグループを作成できる。また、仮説の雛形として仮説生成ウィンドウを用意しており、作成したグループから雛型の入力欄である運動の特徴と、物体や周囲の性質の発見を促す。

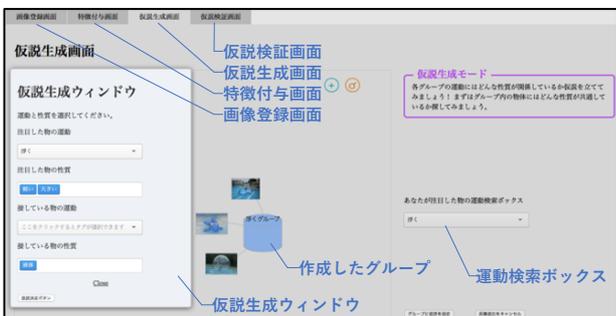


図2 仮説生成支援システム（仮説生成画面）

仮説検証画面では、入力画像とタグに基づいて、仮説の整合性を自動で検証し、矛盾に応じたフィードバックを表示する。この検証支援機能は生成した仮説から、仮説中の性質同士の矛盾、余分な性質の

存在、必要な性質の不足といった矛盾を検出する。

4. 評価実験

提案システムの仮説生成への有効性を検証するため、大学生の実験協力者8名を対象に実験を行なった。「浮く」「沈む」「滑る」「落ちる」に関する物理現象の動画を合計11本と、対応する画像を用意した。学習者には動画を閲覧してもらい、システムに登録した動画の画像に特徴を付与してもらった。その後、付与した特徴を参考に、紙上で仮説を立ててもらった。次にシステムの仮説生成画面を用いて画像のグループ分けを行い②仮説を生成してもらった。その後、仮説検証画面で仮説を検証し、フィードバックを参考に③矛盾のない仮説を生成するための試行錯誤をしてもらった。③の時間は30分設けた。

仮説生成支援機能の有効性を評価するために、①と②の仮説生成数を比較した。紙上で仮説を立てられない運動があった学習者は、システム上において仮説生成数が平均1.0増えた。両群の仮説生成数に対して片側t検定を実施した結果、有意差が見られた($t(14)=-2.3760, p<.05$)。これにより、同じ運動をする物体を視覚的に比較することは、同じ運動をする物体に共通する性質の発見を促し、仮説生成に寄与したと考えられる。また、検証支援機能の有効性を評価するために、②と③で生成された仮説のうち、矛盾のない仮説生成数を比較した。検証前に比べ、検証して試行錯誤した後のほうが矛盾のない仮説数が平均0.875増えた。両群の矛盾のない仮説生成数に対して片側t検定を実施した結果、有意差が見られた($t(14)=-3.862, p<.05$)。これにより、システムのフィードバックが仮説の矛盾の解消に寄与したと考えられる。これらの結果から本システムの仮説生成への有効性が示唆された。

5. 終わりに

本研究では、発見学習において、観察結果から法則を導出するための支援システムを構築した。評価実験の結果、本システムは観察から運動の法則を導出することに有効であることが示唆された。評価実験では観察対象を学習者に与えていたが、学習者が自由に観察対象を選ぶ場合、法則導出に必要な観察対象を選別できない可能性がある。今後は、法則の導出を可能とするような観察対象の選択に着目し、その支援方法を明らかにしていきたい。

謝辞

本研究の一部は JSPS 科研費(JP16H03089)の助成による。

参考文献

- (1) K. Yoshikawa, I. Takahashi and T. Konishi, "Generating Interactive Explanations by Using Both Images and Texts for Micro World," Proc. of ICCE 2000, pp. 643-650 (2000).
- (2) T. D. Jong and W. R. V. Joolingen: "Scientific Discovery Learning with Computer Simulations of Conceptual Domains," Review of educational research, Vol. 68, No. 2, pp. 179-201 (1998).

視覚イメージを活用した「詩」学習のための教材開発

Development of materials for an active learning education of language on tablet PC

藤井研一
Ken-ichi Fujii

藤本浩平
Kohei Fujimoto

山崎伸久
Nobuhisa Yamazaki

大阪工業大学 情報科学部
Information Science, Osaka Institute of Technology

1 背景

高等教育において、学習者がまず習得すべき技能として、文章読解力があげられる。これは学校教育における国語学習においてに習得すべきもので、どのような分野に進もうと教科書や学術誌の精読は、その分野の学習を続けるために必須の項目である。発達心理学の分野では、言語活動は、内言の活用に達して初めて十全に可能となると考えられている。概念形成などの言語理解に至るために、人は幼児期より、外言の利用に初まり、自己中心言語へ進み、最終的に内言の形で身につけるものと考えられている。このような内言として問題を理解するためにも、外言としての言語表現を理解し、自在に使いこなせることが必要となる。当然、教科書等の記述理解といった受動的理解は不可欠である。数学や理科に関連した様々な問題解決を行う場合でも、学習者が解答に向けて漠然と抱くイメージを明瞭な内言として定着させることが必要不可欠と考えられる。このような言語表現を可能とするために、小学校から高校までの国語科目の習得は必須である。言語表現において、詩はより抽象度の高いものと考えられる。研ぎ澄ました少数の言語表記により言語にのみ可能な詩的イメージ形成が可能となる。詩は時代時代の言語表現の変化も反映するだけでなく、作者それぞれが固有のイメージ表現のために独自の言語表記をとる。このため様々な形式、表現をもち、詩的イメージの獲得は、より困難なものと考えられる。このような詩の学習は、通常の現代文学学習よりさらに困難と思われ、指導者の力量に委ねられていると考えられる。このような困難な詩の学習を支援することを目指し、ICT 教材の活用を考え、開発を行った。対象としては詩の学習の入り口である小学校での教育での利用を考え、詩のイメージを学習者で自由に表現して比較可能とする、いわゆるアクティブラーニングを想定した教材として開発を行った。

2 狙い

高校や大学の物理の書き言葉で記述された問題では、文字情報から幾何学的なイメージを形成し、物体の動的な変化をイメージする必要がある。

ところで、日本語固有の特徴として、表音文字であるかたかな、ひらがなに加え、表意文字である漢字の多用があげられる。これにより文章は意味理解のみならず、書き言葉を担う文字自体のもつ固有の情報（視覚的印象）の理解も必要となる。[2] こういった日本語の特徴を踏まえて文字情報を正確に取り取り、正しい理解に至るた

めに、あるいは正確な表現を行うためにも、文字のもつ視覚イメージに対する鋭敏な感受性が必要になるものと思われる。このため、国語における言語情報の理解とそのイメージ形成という観点から、もっとも抽象性の高い言語表現である「詩」の学習は重要と考えられる。

安西はその著書「やさしい詩学」[3]において

「私たちは、詩を書く場合、イメージのはっきりした詩を書きたいものです。読むひとの心に、その形がくつきり浮かびあがるような言葉で書きたいものです。」

と述べている。このような作者の工夫を読み取り、詩のもつイメージを明瞭に把握することが要求されていると考えられる。「詩」を学ぶことは、理数系の文章を読んでイメージを抱くことにもつながる。さらには、言語活動を意欲的に行うためにも必要と考えられる。

3 タブレット PC 用アクティブラーニング教材

視覚的なイメージと高度に抽象化された言語表現である「詩」の理解において、その視覚的なイメージ形成が重要な役割をなす。これは言語表現から資格イメージ形成の一方向のみならず、言語表現と視覚的イメージの双方向の変換が必要と考えられる。これを可能とするためにさまざまな教育上の工夫が営々となされている。[?], [5]

本教材では、文字情報から視覚イメージへ、また視覚イメージから文字情報への双方向の変換が可能となる教材を目指して開発されている。このため、学習者が特定の詩から受けたイメージを抽象化された動画素片を組み合わせる具体的な動画として表現することで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できるようにしている。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。具体的な教材のプラットフォームとして iPad を使い、macOS 上の Xcode を用いて開発を行った。開発言語は swift3 を用いている。学習者が、詩のイメージを表現化のとするために、図 1 に示すような動画素片をあらかじめ用意した。ここで用意した動画素片はおよそ 50 種類であり、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。

この動画素片を基に学習者それぞれが動画を作成するが、そのためのアプリケーションソフトウェアの主画面を図 2 に示す。この画面は、用意された動画素片の表示

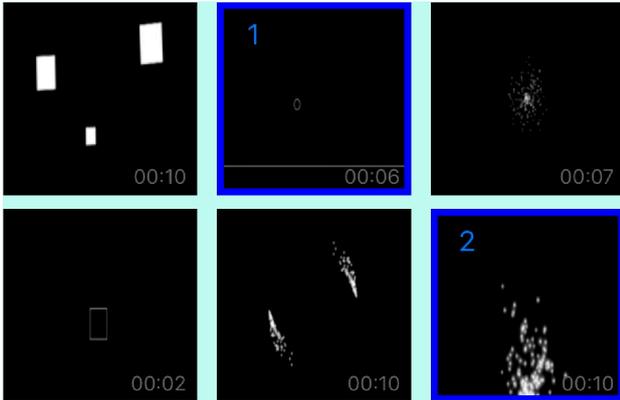


図 1 : 用意したうちの 6 種類の動画素片のアイコン

とともに、それを貼り付けるためのタイムライン画面からなる。洗濯した動画素片が、選択順に番号付けられた後、画面右下の再生ボタンにより、順に表示される。学習者はこの動画を教室に表示するとともに詩の朗読を行い、他の学習者に視聴してもらう。その後、視覚的なイメージ選択がどのように受け止められたかを聞くことにより、学習者が読み取った詩的イメージの比較を行い議論するということを想定している。

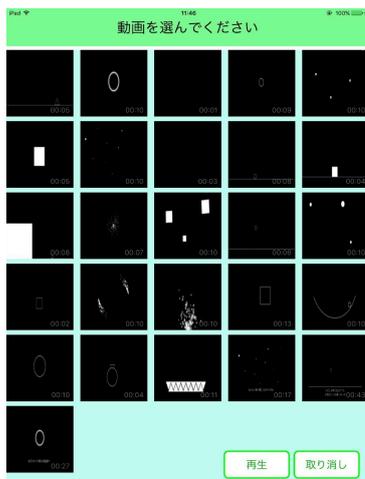


図 2 : 動画作成のための主画面。ここに並んだ動画素片を自由に組み合わせ、詩から読み取ったイメージを作成する

教材および素材としての動画素片の詳細については当日、タブレットを用いて発表する。

参考文献

- [1] Lev Semenovich Vygotsky, 思考と言語 (1934, 日本語訳 新読書社, 2001)
- [2] 池上嘉彦, ことばの詩学, (岩波書店, 1992).
- [3] 安西均, やさしい詩学 (社会思想社 現代教養文庫, 1971)
- [4] 西郷竹彦, 詩の授業・理論と方法 (明治図書出版, 1998)
- [5] 濱川尚子, [http://www.nahaken-okn.ed.jp/naha-c/ken.pdf/82/644.pdf#search=%27 詩の学習%27](http://www.nahaken-okn.ed.jp/naha-c/ken.pdf/82/644.pdf#search=%27%20詩の学習%27)

問題集作成を通じて俯瞰的理解を支援する学習支援システム

Educational system supporting comprehensive understanding by posing a collection of questions

落合 弘基^{*1}, 小西 達裕^{*2}

Hiroki OCHIAI^{*1}, Tatsuhiro KONISHI^{*2}

^{*1}静岡大学大学院総合科学技術研究科情報学専攻

^{*1}Department of Informatics, Graduate School of Integrated Science and Technology, Shizuoka University

^{*2}静岡大学情報学部

^{*2}Faculty of Informatics, Shizuoka University

Email: gs16301@s.inf.shizuoka.ac.jp

あらまし：ある知識とその周辺知識の関係性を俯瞰視する「周辺知識の俯瞰的理解」と対象科目の学習状況を俯瞰的に理解する「メタ理解としての俯瞰的理解」を支援するシステムを構築した。周辺知識の俯瞰的理解を促進するために作問学習を、メタ理解としての俯瞰的理解を促進するために多次的な知識マップを使用する。システムは作問された問題を解き、その問題で使用された知識を同定する。さらに、使用された知識を知識マップ上に表示する。学習者は知識マップ上で学習済みの知識間の関係性や単元全体の中での位置づけを確認することができる。

キーワード：俯瞰的理解, 知識マップ, 作問学習, 知的学習支援システム

1. はじめに

学習においては個々の知識の学習に加えて、知識間の関係性を理解したり、学習者自身の学習状況を理解することが重要である。我々はこのような理解を俯瞰的理解と呼ぶことにする。また、前者を「周辺知識の俯瞰的理解」、後者を「メタ理解としての俯瞰的理解」と呼ぶことにする。

本稿では高校化学を対象に構築したこれらの俯瞰的理解を支援するシステムについて述べる。本システムは以下の学習支援環境からなる。(1) 関係性を持つ知識群に関する問題集を学習者に作成させる周辺知識の理解支援環境(作問学習支援環境), (2) 知識間の関係性を視覚化したマップ(以下, 知識マップ)を用いたメタ理解支援環境。

本システムは学習者が作成した問題を解き、そこで用いられる知識を同定する。さらにシステムは知識マップ上のこの知識に該当する領域に色付けを行う。学習者は色付けられた領域間の関係を知識マップ上で観察して俯瞰的理解を深める。

2. 俯瞰的理解の支援のために

2.1 周辺知識の俯瞰的理解

周辺知識の俯瞰的理解の支援には同クラス内の別概念を多数想起させてそれらを比較させたり、類似した知識を比較させることが有効と思わ

れる。学習者に問題を作らせる、いわゆる作問学習では、取り扱う概念の選択や別解に対する考慮などを通じてこの条件が満たされると思われる。

さらに周辺知識の理解を深めるには、単一の問題ではなく、関連する概念や知識を用いる複数の問題を連続して作成させることが有効と思われる。よって本システムでは学習者に関連概念や知識を含む問題集を作成させる。

前述のように本システムは知識マップへの色付けのために、学習者が作成した問題を解き、そこで使用される知識を同定する。作問学習支援システムの関連研究には⁽¹⁾や⁽²⁾などがあるが、問題を解くのに用いる知識が限定されているため(例えば、つるかめ算や二次方程式など)、作成された問題を解いて使用された知識を同定する必要がない。我々のシステムはこのような問題解決と使用知識の同定を行う点に特色がある。

2.2 メタ理解としての俯瞰的理解

メタ理解としての俯瞰的理解の支援のために、学習者が作問に使用した知識を理解済みの知識とみなし知識マップ上に色付けを行う。学習者は単元全体の中で理解済みの知識がどこであるかを確認するとともに、知識マップ上で理解済みの知識の関係性を読み取る。ここで知識の関係性を

見る観点は複数存在することが重要である。例えば、高校化学では以下のような観点がある。(i)1つの概念が持つ様々な属性や関連知識の比較(ii)ある属性について異なる概念の属性値の比較(iii)ある作用に関連する様々な反応の比較。

本研究と同様に知識マップを学習者の学習状況の確認に用いる研究として⁽³⁾などがあるが、複数の観点の切り替えについては考慮されていない。本研究では複数の観点を切り替え可能な知識マップをシステム上に実現する。

3. 知識マップの設計

知識マップが満たすべき条件として(a)「高校化学の知識を幅広く表現できる」、(b)「複数の観点の切り替えが行える」の2つがある。

我々は高校化学の教科書等を調査し、(a)を満たすために必要な知識マップの構成要素を図1のように設計した。

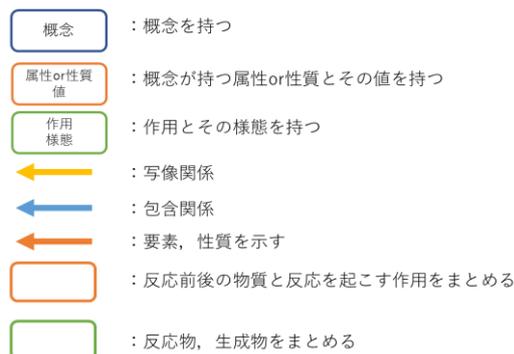


図1 ノードとアークの詳細

また、(b)を満たすために2.2で述べた(i)~(iii)の3つの観点を学習者の指定に応じて切り替え可能なインタフェースを設計した。図2は知識マップの表示例である。この例では観点(i)により酸化銅(I)という概念が持つ様々な知識の比較が行える。もし学習者がマップ中の[色]属性に着目して観点(ii)のマップ表示を求めた場合、様々な物質の色の知識が並べて表示される。

4. システムの構築

以下の流れで学習支援を行うシステムを構築した。①学習者にそれまでの作問によって色付けされた知識マップを参考に作問を行わせる②システムが作成された問題を解く③作成された問題が不適切な場合は指摘し、再度作問させる④システムは問題を解くのに使用した知識に対して

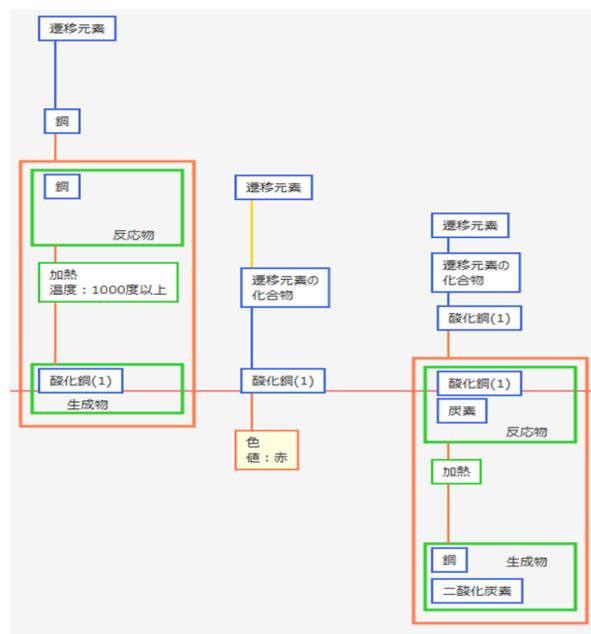


図2 知識マップの表示例(観点(i))

知識マップ上に色付けを行う⑤①~④を繰り返す。

①において学習者は知識マップの観点を切り替えながら使用する知識を決める。そして、システムが用意するテンプレートを使用して作問する。②ではシステムが prolog を使用して実装された問題解決器により問題を解く。③の指摘内容は「問題が成立していない」と「問題は成立しているが解答が間違っている」である。④の例として学習者が「酸化銅(I)の色を答えよ」という問題と「赤」という解答を作成したとする。システムは使用する知識が「酸化銅(I)の色は赤」という知識であると同定し、対応する知識マップ上の箇所の色付けする(図2, 中央最下段の「色」の枠内)。

5. むすび

本研究では問題集作成を通じて俯瞰的理解を支援する学習支援システムを構築した。現在はシステムのユーザビリティと学習支援効果に関する評価実験を計画中である。

参考文献

- (1) 中野明, 平嶋宗, 竹内章: “問題を作ることによる学習”の知的支援環境”, 電子報通信学会論文誌, Vol. J83-D-1, No. 6, pp.539-549 (2000)
- (2) 小島一晃, 三輪和久, 松居辰則: “産出課題としての作問学習支援のための実験的検討”, 教育システム情報学会誌 27(4), pp.302-315 (2010)
- (3) 塚田尚幸, 辻慶子, 上野春樹, 山川広人, 小松川浩: “知識マップを用いた学習支援システムの試作と評価”, 教育システム情報学会第41回全国大会, pp.17-18 (2016.8)

留学生が日常生活における日本語使用を振り返ったときに 強く印象に残っている接触場面は何か

What Kind of Contact Situations are Impressive for International Students When Looking back on the Language Use in Daily Life

甲斐 晶子^{*1*2*3}, 松葉 龍一^{*3}, 合田 美子^{*3}, 鈴木 克明^{*3}

Akiko KAI^{*1*2*3}, Ryuichi MATSUBA^{*3}, Yoshiko GODA^{*3}, Katsuaki SUZUKI^{*3}

^{*1} 熊本大学大学院

^{*2} 桜美林大学

^{*3} 熊本大学

教授システム学専攻

^{*2} J. F. Oberlin University

教授システム学研究センター

^{*1} Graduate School of
Instructional Systems,
Kumamoto University

^{*3} Research Center for
Instructional Systems,
Kumamoto University

Email: kai@obirin.ac.jp

あらまし：日本の大学で学ぶ留学生が日常生活の中でどのような言語接触場面における出来事を印象深いものとして挙げたかを調査した。最も多く挙げられた場面は大学内であり、その他は商業サービスや飲食店等を利用した際の接客を受けた経験が多く挙げられた。学外においては初対面の相手との一時的な対話が多く、交流を深める等のコミュニケーションが不足している実態が明らかとなった。

キーワード：日本語教育, 言語接触場面, リフレクション, 自己主導学習

1. はじめに

外国語能力の習得は教室内での授業と教室外での外国語との接触が組み合わされた時に最も早く進む⁽¹⁾とされており、教室外での日本語接触場面研究が複数なされている⁽²⁾⁽³⁾⁽⁴⁾。うまくできた、できなかったという強く印象に残る出来事を経験すると、それが強い動機づけとなり学習意欲が増す場合がある。一方で、ただ負の失敗感だけを得ると挫折や諦めにつながるおそれもある。接触場面での自らの言語使用について自己省察することは、成功から秘訣を見出したり失敗から学んだりといった過程を経て学習者のビリーフ（言語学習について抱いている信念）に肯定的な影響を与えると期待できるが、日常の中では言語接触場面での言語使用について省察を行わないまま忘れてしまいがちである。

筆者らはリフレクションの記入と深化を促す対話型 e ポートフォリオ・モジュールの開発に取り組んでいる⁽⁵⁾。適切なタイミングで、記録しやすいツールにより記録を促すことで、日本語使用について内省を行う機会が提供できる。そのために、筆者らは省察を促す適切なタイミングについて検討するための予備調査を行っている。

印象深い日本語使用はその後の学習に影響を与える可能性が高いが、どのような接触場面での出来事が日本語学習者の記憶に強く残るかについての先行研究は少ない。そこで、今回は特に強く印象に残る出来事がどのような状況、場面で起こっているかについて調査した。

2. 方法

調査の対象者は日本国内の A 大学に通う留学生 16 名（中国 15 名、香港 1 名、日本語能力試験 N2～

3 レベル）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授業において、リフレクション活動時に記述した内容について、後日学生の手承を得たうえで合計 138 件（学生 16 名に対して継続的に 12 回実施された合計 192 件のうち 71.9% が回収できた）のリフレクション記録を分析した。

リフレクション記録は質問に回答する形式で記述するものであり、「日本語を使ったコミュニケーションで、特に印象に残った出来事を複数挙げてください」という冒頭の質問からその詳細を尋ねていく質問が続く。記述された場面について分析を行った。

3. 結果と考察

結果を表 1 および図 1 に示す。記述された場面は 10 のカテゴリーに分けられた。記述された日本語接触場面 136 件中、91 件が日本人と話したことを挙げた。留学生と日本語で話したこと（7 件）を含めると、全体の約 72% が「話す」場面であった。

大学内では教員との会話（9 件）、日本人学生との交流（8 件）が多く挙げられた。対象者の在籍大学には自律学習のできる選択授業があり、そこで日本人学生と会話練習をしたことが複数回記述されていた。

大学外については、商業施設や飲食店で接客を受けた際に、日本語が通じなくて苦労した経験が多く挙げられた。対話相手は初対面の接客業務従事者が大多数を占め、接客を受ける目的でのその場限りの言語使用が目立った。故障対応や商品の返品、不意の来訪者対応等の非日常的な出来事が報告された。留学生達は日本の生活にある程度慣れて定型的なやり取りは問題なくこなせるが、予期しない出来事にはうまく対処できず、その際に感じた悔しさや、受けた親切が強く印象に残ったようだ。

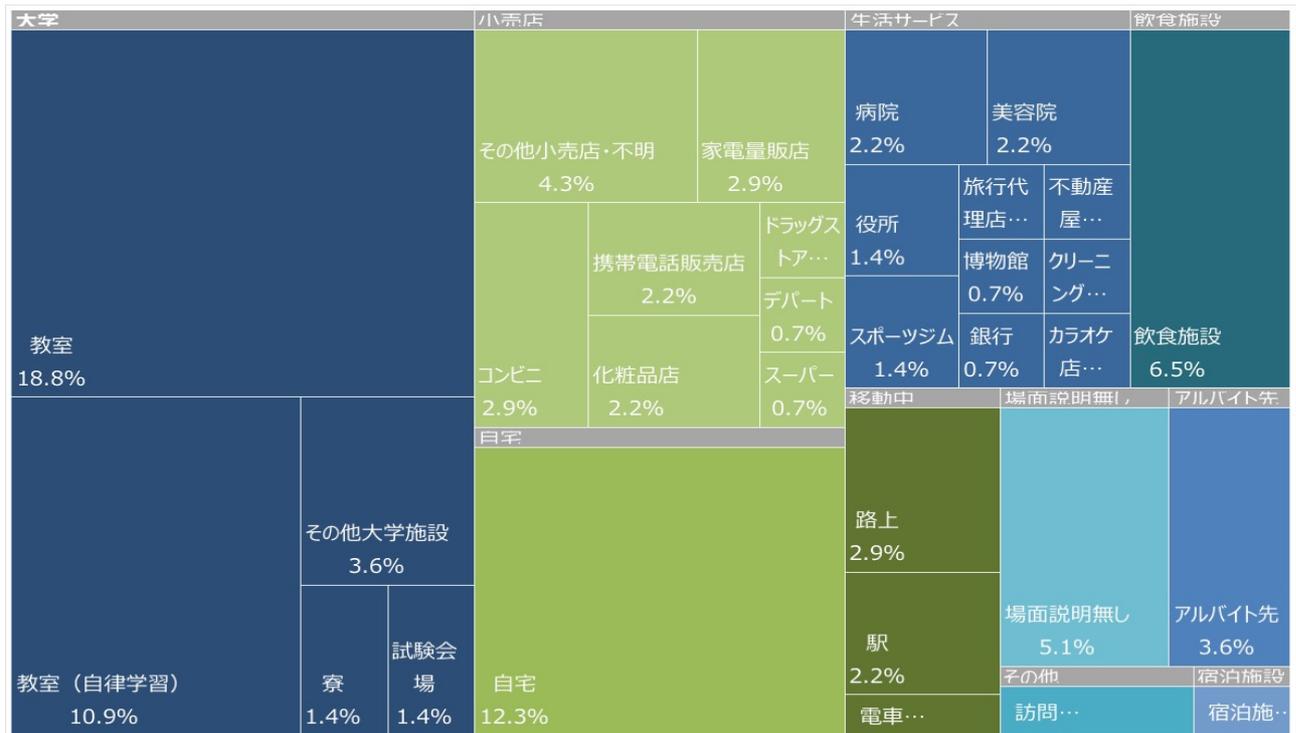


図 1 留学生が強く記憶する日本語接触場面の内訳

なお、対話でないものには、聞いて理解できたとき、メールでのやり取り、ネットショッピング、授業での知識獲得、日本文化を知ったこと、新しく知った語彙や表現の獲得等が記述されていた。

4. まとめと今後の展望

今回の調査では、留学生は印象に残る言語接触場面について「話す」体験を多く挙げる事が判った。特に、予期せぬやり取りを成し遂げた（または失敗した）体験については鮮明に記憶に残るようである。また、今回の調査では日本で生活している留学生でも日本語使用は接客場面での一時的なやり取りが主であり、継続的な相手との交流目的の日本語使用が不足している可能性が明らかになった。数少ない日本語を話す機会をいかに増やすか、またその対話が起ったタイミングを検知しいかに内省を促すかについて検討を進めたい。

日本語使用の機会を増やすには、本人が今後の行動を変えようと思うことが重要であり、そのためにも普段の行動の内省が必要である。適切なタイミングで内省を促すには、例えば心拍数等の生体反応で非日常的な出来事に遭遇していることを検知し、同時に日本語を使用したことが確認できた際にそのしばらく後で働きかける等の支援が考えられる。

今後は日本語接触を経験した学習リソース(人的, 物的, 社会的)の分析や感情分析, 日本語運用能力との相関分析等さらに同データの分析を進める。

謝辞

本研究は JSPS 科研費 16K21342 の助成を受けた。

表 1 記述された接触場面の分類

接触場面	件数 (降順)	主な対話相手
大学	50 件(36.2%)	教員, 授業ゲスト
小売店	23 件(16.7%)	販売員
自宅	17 件(12.3%)	配達員
生活サービス	16 件(11.6%)	係員, 医師
飲食施設	9 件(6.5%)	店員
移動中	8 件(5.8%)	駅員, 道案内
場面言及無し	7 件(5.1%)	独学の感想
アルバイト先	5 件(3.6%)	同僚, 客
その他	2 件(1.4%)	知人
宿泊施設	1 件(0.7%)	給仕
総計	138 件(100%)	

参考文献

- (1) Ellis, R., & Ellis, R. R.: "The study of second language acquisition", Oxford University (1994)
- (2) ネウストプニー, J.V.: "新しい日本語教育のために", 大修館書店 (1995)
- (3) 田中望, 斎藤里美: "日本語教育の理論と実際: 学習支援システムの開発", 大修館書店 (1993)
- (4) 片山智子, 菅智穂: "日本語初級学習者の接触場面に関する実態調査", ポリグロシア (立命館アジア太平洋研究センター), 第 19 巻, pp.79-89 (2010)
- (5) 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)

新時代の外国語学習の試み—

—モバイル多言語学習アプリ『Wave “游”』の開発と課題

An Attempt of Foreign Language Learning in the New Era

- Development and Challenge of the Mobile Multilingual Learning Application “Wave You”

湯山トミ子^{*1}, 神田明延^{*2} 藤本かおる^{*3} 篠塚麻衣子^{*4} 武田紀子^{*5}

TOMIKO YUYAMA¹ KANDA AKINOBU² FUJIMOTO KAORU³ SHINOZUKA MAIKO⁴ TAKEDA NORIKO⁵,

^{*1*2*4} 首都大学東京

^{*1*2*4} Tokyo Metropolitan University

^{*3} 武蔵野大学

^{*3} Musashino University

^{*5} 元成蹊大学

^{*5} Former Seikei University

Email: cby51240@pop01.odn.ne.jp

あらまし：モバイル端末，SNS の普及による情報送発信の簡便化は，外国語学習者の資質とニーズに大きな変化を与えている。報告者は，新時代の学習者の特質とニーズに適応できる外国語学習ツールとして，モバイル多言語アプリ『Wave “游”』を開発中である。本報告では，正規公開中の中国語版「Wave 中国語 “游”」とパイロット開発中の英語，日本語版の開発課題，今後の開発展望，SNS との関係も含め，モバイル活用による言語教育を考察する。

キーワード：多言語，モバイルアプリ 英語 中国語 日本語

1. はじめに

近年，急速な勢いで普及するモバイル端末，SNS による情報送発信は，人々の生活に広く浸透し，思考，感性の在り方にも大きな変化を与えている。学習者の資質とニーズは，IT 活用の教育現状を越えて急速に変化し，その変化に対応しうる教育の進化，発展が求められている。本報告では，モバイル端末，SNS による軽便な情報送発信，インターネットの普及による多言語コミュニケーション展開の時代に生きる学習者の資質，ニーズに対応する新たな言語学習ツールとして，目下開発中のモバイル多言語学習アプリ『Wave “游”』の成果と課題，モバイル活用による言語教育について考察する。

2. 『Wave “游”』とは

モバイル多言語学習アプリ『Wave “游”』は，大学教養課程の初修中国語教育改善を目指して開発された e-learning システム&プラン “游”⁽¹⁾ を基盤に開発を始め，本年度パイロット開発3年目を迎える。初期開発言語は，日本発のグローバル多言語学習アプリとして，国際語である英語，第二の国際語と称される中国語，日本語の三言語を選定した。先行開発により多様なコンテンツと機能をもつ中国語は，“游” システムの発音と初級文法教材の一部をモバイル版アプリとして，改変再構築し，『Wave 中国語 “游”』として，2016 年度より公開している⁽²⁾ (図1)。英語と日本語は，パイロット開発として，

現在，内部公開によりコンテンツと機能の検討を重ねている(『Wave 日本語 “游”』、『Wave 英語 “游”』)。

3. 『Wave 中国語 “游”』

ICT の補助による効果的，効率的な音声教育を基礎に，基礎力の活用による中国語人材の育成を目指した e-learning 中国語システム “游” は，中国語の言語学的特徴と母語日本語の相違に着目した独自の教育構想により構築されている。アプリ版もこの特徴に基づき構築されている。

3.1 構築基盤 e-learning システム “游” の特徴

ICT 補助による e-learning 中国語教育コース構想により構築された “游” システムは，関与負荷仮説，自動化理論，フォーカスオンフォーム等の第二言語習得理論に基づくコンテンツ，これを補助する音声学習の視覚化，自動生成・自動判定機能付き演習問題，到達度テスト，学習履歴，質的誤答分析等の各種統計分析機能を備えている。モバイル版アプリでは，PC 版 “游” と異なり，小型で軽便な利用に即して，コンテンツ，機能の選定・改変を行い，ミニマム化による最適化を図っている。

3.2 コンテンツと双方向性学習機能

『Wave 中国語 “游”』のコンテンツは，「発音編」と「表現の学習」(“游” システム第2部「発音と語法の基礎」)の2項目で構成される。すべての音声に，効果的効果的な音声習得のための補助ツールとして，ピッチ波形による声調波形表示機能(緩急，強弱，

高低を表示するオリジナル開発)を備え、模範音声とユーザ音声の瞬時比較、判定が提示できる(図2)。

3.2. モバイル単末アプリの教育運用

大学教養課程における初級から上級までの一貫教育を軸に構築されたため、PC版“游”は、発音、語法、会話、講読、語彙力増強、検定問題等多様なコンテンツを有している。現在大学初級授業クラスでは、PC版“游”を授業教材、反転授業用教材に利用し、復習に演習問題、到達度テストを用いている。この基本形態に、モバイルアプリ『Wave 中国語“游”』を加えて、音声学習の促進と活性化を図っている。PC版“游”も機種により、スマホで利用できるが、モバイル版ツールとして特化して制作された『Wave 中国語“游”』は、精選された音声学習教材を簡潔で明快な解説により、効果的、効率的に学習できるため、単独利用による運用でも効果を発揮できる。

4. 『Wave 日本語 / 英語“游”』

留学生を主対象とする日本語版、既習外国である英語は、音声教育を重視する外国語学習として、声調波形表示機能を含むプラットフォームを共有しているが、両言語とも日本人の初修外国語学習課題である中国語とは異なるコンテンツと運用法が必要となる。日本語は、学習者にとって初修外国語となる点から、中国語版と音声、教材レベルの共有性が高い(図3)。現在、増えているベトナム人学習者を対象者に想定し、コンテンツ作成を進めている。既習外国語である英語は、学習者のレベル、ニーズ、音声の特徴の相違が大きく、声波形表示機能の改変(ピッチ+強弱)も含めて、有効かつ有用なコンテンツの開発を目指して検討、策定を進めている(図4)。

5. 『Wave “游”』今後の開発課題と教育展開

言語的特徴に加えて、対象学習者が異なる中、日、英三言語の多言語アプリの開発は、プラットフォーム&コンテンツの共有、プラットフォームの共有&コンテンツの個別化、三言語の連係、比較学習等、多様な開発内容を想定できる。

5.1 今後の開発課題と基本設計

現在、同一枠組みを基盤にコンテンツの個別開発を進めているが、今後、語彙力増強等、共通コンテンツも開発できる。具体的には、イラストによる三言語単語学習(PC版“游”第三部マルチメディアピクチャデイクシオナリー)、コミュニケーション情報発信のためのトピック作文(PC版“游”第四部基礎演習)をアプリ版に移行、再構築できる。

5.2 SNSの活用

既習学習事項を毎日個別学習者に送信し、履歴を活用する「Line bot」を利用したクイズ学習の試みは、即時的な送受発信を楽しむ現在の学習者の志向、感性に呼応し、学習力の強化を図れる仕組みとして試用予定である⁽³⁾。クイズ学習は、断片的、非構造的な知識の伝達を通して、好奇心を喚起し、学習意欲を高める学習活動として、モバイルアプリならで

はの軽便性を失わず、かつ不特定ユーザを特定ユーザに対象化できる点で注目される。PC離れが著しい若い世代の学習者に対する学習ツールとして、活用効果用効果が期待できる。

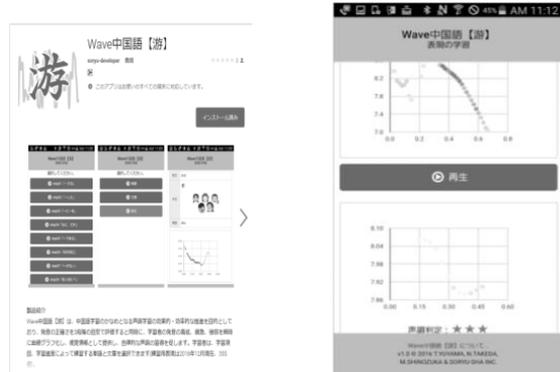


図1『Wave 中国語“游”』 図2『Wave 中国語“游”』



図3『Wave 日本語“游”』 図4『Wave 英語“游”』

6. 終わりに

モバイル端末アプリを利用した言語学習は、学習状況の把握、個別履歴の蓄積が難しい。またコミュニケーション活動も非構造的、断片的である。しかし、教える側の策定する構造的知識の伝授を経て、コミュニケーション活動に入る従来型の教授法では、簡便で即時的なコミュニケーション活動に馴染む現在の若い学習者層のニーズと乖離せざるをえない。第二言語習得研究において、知識増進を図れないoutputは、言語能力の向上に効果的でないとの説もあるが、モバイル端末を通じた非構造的、断片的なコミュニケーション活動は、知識増進では計れない言語習得能力の向上を喚起し、inputされた情報、知識を学習者が自己の内に取り込むintakeを促し、学習活動の発展を生む契機として注目される。

参考文献

- (1) [https://chinese-you.net.com\(2009~\)](https://chinese-you.net.com(2009~)) 現代GP「進化する教養教育と国際化新人材の育成-基礎力活用による中国語コミュニケーション能力育成展開プラン“游”(2006~)、関係論文多数、一部HP参照。
- (2) 『Wave 中国語“游”』(Apple Store, Google playより無料ダウンロード)、科研費基盤研究(C)「双方向型多言語学習ウェブシステムの構築に向けて:多面的な実践によるパイロット開発」課題番号:16K01128(2016)。
- (3) 想隆社(株)開発による歴史出題アプリを用いた中国語発音文法出題アプリのコンテンツ作成、試用(2018)

留学前後における英語字幕への視線停留データの比較

Comparison of Fixation Data on English Subtitles Before and After Study Abroad

大倉孝昭^{*1}, 小山敏子^{*1}, 地下まゆみ^{*1}, 野口 ジュディー^{*2}
Takaaki Okura^{*1}, Toshiko Koyama^{*1}, Mayumi Jige^{*1}, Judy Noguchi^{*2}

^{*1}大阪大谷大学教育学部

^{*1}Faculty of Education, Osaka Ohtani University

^{*2}神戸学院大学

^{*2}Kobegakuin University

Email: okurat@osaka-ohtani.ac.jp, tmkoyama@osaka-ohtani.ac.jp, jigemayu@osaka-ohtani.ac.jp, khb04356@nifty.ne.jp

あらまし：英語映画が英語学習に効果的な学習教材であることは、広く知られている。英語の聞き取りにおいて、難易度が多少高くても英語字幕によって内容の理解が促進され、英語が聞き取り易くなるのではないかと考えた。海外語学留学に参加した学生の研修参加前後に、字幕付き英語映画を視聴してもらい、その視線の動きをデータとして取得した。研修により、聞き取り力が向上したと推測される学習者の視線の動きと以前のデータを比較し、分析を試みたので報告する。

キーワード：外国語学習, 生体情報, 英語字幕, 視線停留データ

1. はじめに

外国語教育に映画を用い、その効果を計る試みは以前から行われてきた。例えば、映画の字幕提示方法による学習効果の研究⁽¹⁾や、眼球運動の研究も行われてきた⁽²⁾。また、最近では視線研究とテキストの読みの研究も行われるようになってきた⁽³⁾。映画を用いた実践では、「字幕速度が速い」とか「あきてしまう」などの問題点も指摘されてきたが、効果的な視聴支援方法を明らかにしようとする研究はなかった。我々は、映画内のネイティブスピーカーの会話聞き取りでは、難易度が多少高くても英語字幕によって内容の理解が促進され、英語音声聞き取り易くなるのではないかと考えた。

一方、しばらく英語圏に滞在した後に帰国すると、帰国後間もなくは、英会話聞き取りへのハードルが低くなり、「英語が聞き取り易くなっている」ことを実感する。この海外研修の効果は、字幕付き英語映画を視聴する際の注視行動にも反映されるだろうと考えた。そこで、海外語学留学に参加する学生の協力を得て、研修参加前と後に、字幕付き英語映画を視聴してもらい、その視線計測データの比較を行う実験をおこなった。

2. 実験の概要

平成30年1月に、2月末から1ヵ月間のニュージーランド海外留学（現地の大学が主催するホームステイ型プログラム）に参加する、本学学生（M氏）に協力を要請し、快諾を得た。

・閲覧機器：17.3インチディスプレイ付きPC（Dell Precision M6700）、OS：Windows7 pro.

・視線計測装置：Tobii X2-60、サンプリングレート：60Hz、精度：0.4°、画面：PC:Dell Precision M6700の画面の枠部に計測ユニットを張り付けて使用、Tobii Studio 3.2.1にて制御

・被験者

M：本学学生 女性 21歳

・実験実施日

渡航前：2018年1月29日 17:00から約60分間

帰国後：2018年4月3日 11:00から約60分間

・実験手順

大学の個人研究室内の机上に閲覧用PCを設置し、被験者に閲覧してもらった。

(1) 実験参加同意書の提示、署名による同意確認

(2) 実験手順の説明

(3) プロフィール記入シートの記入

(4) 視線計測実験

シーンごとにキャリブレーションを行い、計測装置と被験者の目の位置の調整を行った。

(5) 映画の内容、キーワードを自由記述で記載

・刺激素材

作品A：You've Got Mail から6シーン

作品B：Lincoln から1シーン

登場人物が会話をする場面を選んだ。

表1 ムービークリップ（渡航前）

	時間長	語数	語数/秒
A-0	1分39秒	268	2.7
A-1	3分14秒	355	1.8
A-2	1分35秒	171	1.8
B-1	2分17秒	337	2.5

表2 ムービークリップ（帰国後）

	時間長	語数	語数/秒
A-3	2分15秒	259	1.9
A-4	2分35秒	381	2.5
A-5	3分40秒	438	2.0

これらのムービーは、英語字幕付きで17.3インチの画面全体に30フレーム/秒で提示された。音声

は、PC内蔵のスピーカーを用いて、聞き取り易い音量に調整して再生された。

3. 実験の結果

視線計測実験のデータについて、ムービー画面の中央下部に矩形のAOI (Area Of Interest) = 字幕表示領域を設定し、いずれのクリップにおいても表示される語数に大きな偏りがでないよう、会話がとぎれない場面1分間分を抽出して、停留点に関する分析を行った。

3.1 100ms以上の注視回数(1分間)

表3 渡航前の視聴実験(%)

	100~	200~	300~	400~
A-0	56.7	18.1	8.7	2.4
A-1	54.1	24.3	4.1	4.1
A-2	50.0	29.5	4.5	0.9
B-1	45.4	22.3	11.5	3.8
平均	51.6	23.6	7.2	2.8

表4 帰国後の視聴実験(%)

	100~	200~	300~	400~
A-3	43.7	21.4	18.4	6.7
A-4	44.2	23.3	10.8	3.3
A-5	41.5	17.0	11.3	7.5
平均	43.1	20.6	13.5	5.8

抽出された1分間のクリップにおいて、留学前後の注視回数の割合(%)を比較すると、渡航前に比べ帰国後のデータでは、100ms以上300ms未満の割合が減って、300ms以上の割合が10%から19.3%に増えている。これは、帰国後には、字幕を視聴している時間が増えていることを示している。

3.2 停留点の平均停留時間(1分間)

留学前後の平均停留時間を比較した。

表5 平均停留時間(ms)

	渡航前	帰国後	
A-0	183.7	235.3	A-3
A-1	192.7	199.4	A-4
A-2	184.4	210.6	A-5
B-1	194.5		
平均	188.8	215.1	
分散	31.0	337.4	

2標本を使った分散の検定により、有意水準5%で、等分散とはいえないことが判った($p=0.042 < 0.05$)。さらに、R x.64 3.3.0を用いてマンホイットニーのu検定を行った。その結果、 $p=0.052 > 0.05$ となり、有意水準5%で2群の平均停留時間には差がない、という結論を得た。有意な差は確認できなかったが、データを比較すると、帰国後に注視時間が長くなる傾向のあることがみとれる。

4. 考察

実験前は、海外語学研修によって、英語を常用される時間が長くなると、英語聞き取り力が上がって、

字幕を注視する時間が減るのではないかと予想していた。ところが、字幕付き英語映画の字幕領域への注視回数と平均停留時間を留学前後で比較すると、帰国後の方が停留時間の長い注視行動が増えて、結果的に平均停留時間も長くなっていることが判った。これは、渡航前にはネイティブの音声を聞き取ること慣れていないため「字幕を読み取ろうとするが間に合わず、追従できていない」ため、停留時間の短い注視行動が多くなる。一方、帰国後、英語の聞き取りに慣れた状態では、細かく視線を移動するのではなく「自信を持って聞き取り、広い視野で字幕をとらえ、内容の確認をしている」と理解した。

帰国後の実験で、ムービー視聴後に書いてもらったレポートには、事実の箇条書きではなく、「○○が××とって・・・」という会話内容を引き合いにした物語が書かれていた。インタビューでも「渡航前と比べ、落ち着いてビデオを見ることができた。」という回答を得た。これらのことから、英語への慣れは、字幕への停留時間を長くし「音声の補償としての字幕の読み取り」ができるような効果をもたらすと考えた。

5. まとめと今後の取り組み

海外留学により、字幕への停留時間が長くなり、音声言語の補償として字幕を利用する力がつくのではないかということが判ってきた。今回は研究協力が1名であったので、今後は複数の海外留学予定者に研究協力の要請を行い、仮説検証の確度をあげたい。

謝辞

本研究は、平成27~平成30年度科研費、挑戦的萌芽研究、課題番号15K12429、の助成を受けております。改めて感謝申し上げます。

参考文献

- (1) 亀井節子, 広瀬恵子(1994). 「外国語理解におけるメディア多重化の効果: 学習者の英語力との関係で」 *Language Laboratory*, 31, 1-17
- (2) Rayner, K. (1984). Visual-selection in reading, picture perception and visual search: A tutorial review. In H. Bouma & D.G. Bouwhuis (Eds.), *Attention and Performance X: Control of language processes*. Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.
- (3) 松浦正利, 成田克史, 藤村逸子, 山下淳子, 梁志鋭 (2013). 「母語と第二言語における連語表現の処理の相違について—ドイツ語の連語表現に関する視線計測研究—」『LET 中部支部研究紀要』24, 47-56

医学生・看護学生が「人工知能時代における学び」について考える授業

A Class about “Learning in The Artificial Intelligence Era” for Medical Students and Nursing Students

坂田 信裕^{*1}

Nobuhiro SAKATA^{*1}

^{*1} 獨協医科大学情報教育部門

^{*1} Department of Information Literacy Education, Dokkyo Medical University

Email: nobus@dokkyomed.ac.jp

あらまし：医学部や看護学部において、従来の情報リテラシーの授業内容に加え、ロボット、人工知能、IoT等の展開を考慮した授業も必要と考え、2014年度から、実際のロボットに触れ、今後のテクノロジー活用を考える授業を実施してきた。さらに今年度から、今後の「人工知能時代」を踏まえ、医療における人工知能の活用についての理解と、学生自身の学びを含め、今後を考える機会の授業も設定した。今回、授業内容と実施状況について報告する。

キーワード：テクノロジー教育、コミュニケーションロボット、アクティブラーニング、授業デザイン

1. はじめに

コンピューター、インターネットの発展に伴い、医学部や看護学部の教育においても、従来からコンピューターリテラシーや情報リテラシー教育が行われてきた。これは、電子カルテの展開などによる医療現場の情報化においても、必要なリテラシーとして求められてきた。

しかし、近年、急速にロボット、人工知能(AI)、IoT(Internet of Things)などのテクノロジーの社会展開や医療や介護領域への応用検討が進んできている¹⁾。また、厚生労働省の今後の方向性としてのAIやロボットなどのテクノロジー活用に関する工程表には、この数年間で、診療支援等へのAIの活用が示されている²⁾。

このような状況を踏まえ、2014年度から、医学部および看護学部の授業でコミュニケーションロボットに触れる機会を設けてきた。その授業では、医療や介護におけるロボット活用や他のテクノロジーの現状について知り、医療者として活躍する領域の今後について考える機会としてきた。

この取り組みに加え、2018年度から、「人工知能時代における学び」としたテーマで、AIの医療における活用に焦点を当て、現状理解とともに、医療者として今後どのように考えていく必要があるのかを議論する内容も含めた授業を考えた。今回、医学部の授業実施内容を主として報告する。

2. 「人工知能時代における学び」授業

2.1 授業を考案した理由

2014年度から行ってきたテクノロジーの展開と活用に関する授業では、ロボットやAI等を含む幅広い種類のテクノロジーに関して知り、学ぶ機会としてきた。この取り組みにおいて、実際にコミュニケーションロボットを見て、触れる機会を設けるこ

とで、ロボットに対する見方の変化や気づきなどが観察された。さらに、他のテクノロジーを含め、医療や介護におけるテクノロジー活用にも興味を持つきっかけとしての役割を担う授業になっていると考えられた。

しかし、様々なテクノロジーが日進月歩で発展し、変化が見られる中、急速に活用検討や実用化が進むAIは、今後の医療領域や、教育等の環境においても、より重要度が増してくる可能性が考えられた。そのため、よりAIに焦点を当てた授業を行うことの必要性についても考え、今年度、医学部では、1年生の教養系科目「スタディ・スキルズ」の1コマを「人工知能時代における学び」をテーマとして設定して授業を実施した。

2.2 授業デザイン

具体的な授業デザインとして、事前課題を通して医療におけるAI活用に関する知識を得た上で、実際の授業時に、グループでの相互説明や議論を介し、学ぶ機会とした。

授業に向けての事前課題では、医療とAI活用に関する1種類の動画の視聴と、2種類の資料の読解による内容理解を求めた。さらに、「(質問1)資料を視聴および読んで、人工知能の展開の現状について、どのように感じましたか?」と、「(質問2)人工知能の今後の社会展開や医療での活用が考えられる中、医師を目指すに自分にとって、どのようなことを考えていく必要があると思いますか?」の質問を提示し、回答の事前提出を求めた(回答提出はLMSを用いて実施)。

授業時には、この授業を設定した理由や目的などを説明し、さらにコミュニケーションロボットを用いて、一部の説明をロボットが行う形とした。また、事前課題への回答を元に、各学生によるグループ内での説明や議論等を行う機会を設けた。

2.3 コミュニケーションロボットの利用

授業では、一部の説明をヒト型コミュニケーションロボット (Pepper: ソフトバンクロボティクス社) で行った。説明内容を含むアプリを作成して、授業開始時には、教員とロボットの模擬的な会話や説明を行うなど、授業導入部分のツールの役割として利用した。



図 1 ヒト型コミュニケーションロボットが授業で概要説明を実施している状況例

3. 授業実施とその影響

3.1 事前課題 (質問 1) の回答

事前課題では動画視聴と資料読解を求め、その後、2つの質問を行い、その回答の提出を求めた。事前課題「(質問1) 資料を視聴および読んで、人工知能の展開の現状について、どのように感じましたか?」への回答をからは、「発展状況への驚き」、「作業速度・効率化への影響」、「活用度・有用性」など、大きな変化が起きている AI の現状理解に関する意見が多く見られた。一方、「人との違い」、「人としてできること」など、人について考える機会にもなっていることが分かった。また、これらには不安感や怖さなどを示す意見も同時に含まれているものもあった。このように質問1への回答結果から、AIの飛躍的な能力向上が医療へ及ぼす影響(利点と課題点を含む)知り、さらに、今後、自らを含め、医療者がどのように考えていくべきなのかなどについて考えるきっかけになっていると考えられた。

3.2 事前課題 (質問 2) の回答

事前課題「(質問2) 人工知能の今後の社会展開や医療での活用が考えられる中、医師を目指すに自分にとって、どのようなことを考えていく必要があると思いますか?」への回答からは、「今後、AIをさらに知る必要がある」、「AIと人との違いを把握する」、「AIに任せきりならない」など、AIをより理解していくことに関連した考えが示されていた。また、「役割分担」など、医師とAIの対応範囲を考えていく必要性に関するものや、「医師として患者さんとの向き合い方を考える」、「医師しかできないこと」など、自らの立ち位置を考えている内容も見られた。

また、質問1への回答と同様に、AIに対する期待感だけではなく、不安感や怖さなどの気持ちも入り

混じっている状況であることも分かった。

3.3 事前課題を利用した説明・議論の機会

このような事前課題への回答であったことを踏まえ、授業では、グループ(4~5名)内で、自分の感じたことや考えをお互いに説明する時間を取り、さらに他の人と同意する部分、および異なる部分を把握・理解する機会を設けた。

さらに、グループでの学習後、指名した学生に、クラス全体(約40名)へ自分の考えやグループ内の他の意見を提示する機会を作った。なお、この授業は、同じ内容で計3クラス(約40名x3クラス)実施した。

4. 授業終了時の意見等

授業終了直前に、今回の授業を経ての考え、意見等を LMS のアンケート機能を用いて収集した。問いとして、『この授業「人工知能時代における学び」は、「人工知能について知る・学ぶ」きっかけになりましたか?』では、10段階評価で、平均8.37であった(10が大変良いきっかけになった。1が良いきっかけではなかった。)

また、『今回の授業「人工知能時代における学び」で、気づいたこと、学んだこと、考えたことなどを回答してください。』への回答には、以下の内容が見られた。「AIの今後の医療における可能性を知る機会になった。」、「AIに関して考えることで、人間の医師としてどうあるべきかを考える機会になった。」など、AIに焦点を当てた授業としたことで、AIの現状や今後に対する理解とともに、人や医師としての存在を考えるなど、従来の授業では得られていない意見が出されていた。また、グループ学習等を通して他人の意見を聞くことで、「自分では考えていなかったAIの利点やリスクが分かった。」や、「他の人がAIをどのように考えているかが分かった」など、他の学生の説明等が、理解を深めることにつながっていると考えられる意見も見られた。

5. まとめ

今回、2014年度から始めた新たなテクノロジーを学ぶ授業を発展させる形で、医療におけるAI活用に焦点を当てた授業を実施した。事前課題およびグループ学習の実施により、AIの現状や、利点・課題についての理解、さらには将来の医療者としてどのように考えていくことが必要なのかなど、より踏み込んだ内容を含む授業となっていることが考えられた。

参考文献

- (1) 坂田信裕: コミュニケーションロボットと医療・介護の関わり, ロボット No.236, pp36-41 (2017)
- (2) 保健医療分野におけるAI活用推進懇談会報告書, 厚生労働省 (2017)
<http://www.mhlw.go.jp/stf/shingi2/0000169233.html>
(2018年6月12日参照)

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

Evaluation and Response to Robotic of Elderly in Cognitive function prevention Classroom

中村 裕美子^{*1}, 真嶋 由貴恵^{*2}, 坂田 信裕^{*3}, 深山 華織^{*1}

Yumiko NAKAMURA^{*1}, Yukie MAJIMA^{*2}, Nobuhiro SAKATA^{*3}, Kaori FUKAYAMA^{*1}

^{*1}看護学研究科, ^{*2}人間社会システム科学学研究所 大阪府立大学

^{*1}Graduate School of Nursing, ^{*2}Graduate School of Humanities and Sustainable System Sciences, Osaka Prefecture University

^{*3}基本医学 情報教育部門 獨協医科大学

^{*3}Dokkyo Medical University

Email: naka-yu@nursing.osakafu-u.ac.jp

あらまし：本稿では、地域在住の高齢者を愛称とした認知機能低下予防教室において、コミュニケーションロボットを用いたアクティビティプログラムの試行と、複数のロボットの機能紹介とデモを行い、参加者の反応の観察と自記式質問紙による調査を実施した。その結果、高齢者は、触れたり、話しかけたりする親和的な反応を示し、興味をもっていた。希望する機能は、話し相手や予定の定時や指示が多く、写真や体操は少なかった。動物型ロボットに関心が高いことから、多様なロボットの機能開発と活用を検討していく必要がある。

キーワード：高齢者、コミュニケーションロボット、認知機能予防教室

1. はじめに

高齢者の認知症予防は、高齢化社会の大きな課題であり、介護保険制度の介護予防事業の柱の一つに位置づけられている。近年、脳科学の発達により、認知機能についての研究が進み、日常生活行動と脳の認知機能との関係が示されている。また、人型コミュニケーションロボットの開発は進み、介護における活用効果について検討されている。

しかし、認知症予防に関して高齢者とロボットとのかかわりを検証した研究は見当たらない。本報告では、コミュニケーションロボットに対する高齢者の反応と評価を調査したので報告する。

2. 目的

地域で生活する高齢者に対する認知機能低下予防教室（以下、教室）におけるグループ支援を通し、コミュニケーションロボットを利用した認知機能の維持・改善を目指した効果的なケアプログラムを開発している。本研究では、アクティビティの評価の一環として、コミュニケーションロボットに対する高齢者の反応と評価を明らかにする。

3. 研究方法

3.1 対象者

A 市在住の 65 歳以上の認知症でない高齢者で、2017 年度教室に参加希望した者 80 人のうち、2018 年 3 月の教室の出席者 56 人。

3.2 調査方法・調査期間・分析方法

対象者に対して、2018 年 3 月の教室参加時に無記名自記式質問紙調査を行った。教室での高齢者のロボットに対する反応は、許可を得て写真撮影を行っ

た。認知機能検査（MMSE）は、2017 年 10 月の第 1 回教室時に実施した。分析は、基本記述統計、検定を行った。

3.3 倫理的配慮

対象者に対して、研究の概要、個人情報保護等について口頭と文書で説明し、同意書を取り交わした。本学研究倫理委員会の承認を得た。

4. 教室の概要

4.1 教室

開催日程：2017 年 9 月～11 月に 2 クラス各 4 回
2018 年 3 月に同窓会を開催
1 回約 3 時間

一日の流れ：

1. 健康チェック：血圧測定、SpO₂測定
2. 健康ミニ講座
3. アクティビティ（知的活動を促すゲーム）
4. 体操「ゴムバンド体操」
5. 交流会

4.2 ロボットを活用したアクティビティと講義：

第 3 回 10 月 27 日（金）

ロボホン、ペッパー：「機能紹介」10 分

第 4 回 11 月 17 日（金）

ロボホン：服薬指導、

ペッパー：「クイズ（旧字体漢字）」20 分

同窓会 3 月 3 日（木）、3 月 4 日（金）

ロボホン：計算 ペッパー：クイズ服薬 15 分

講義：「いろいろなコミュニケーションロボット」40 分

5. 結果

対象者は、男性 14 人、女性 42 人。平均年齢は、男性 76.2±5.4 歳、女性 75.7±5.9 歳であった。MMSE 得点 (30 点満点) は、男性 29.1±1.07 点、女性 28.9±1.73 点であった。

「これまでにロボットとの出会いがあったか」は、「はじめて」28 人、「見たことがある」19 人、「触ったことがある」4 人であった。

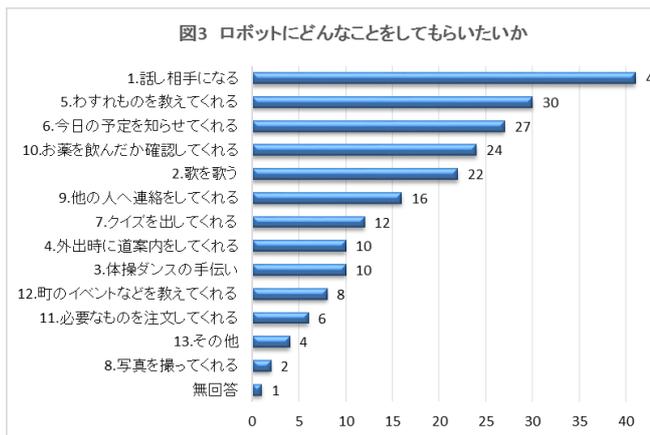
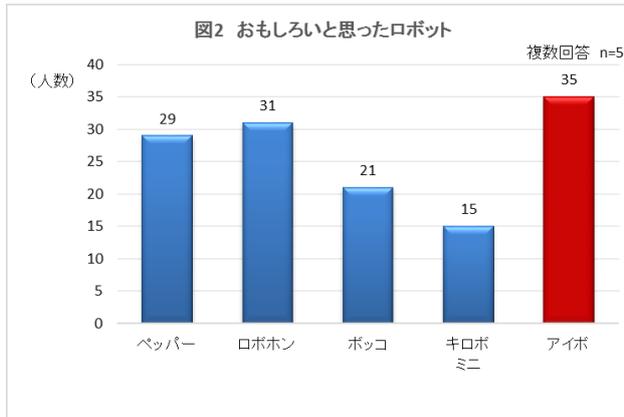
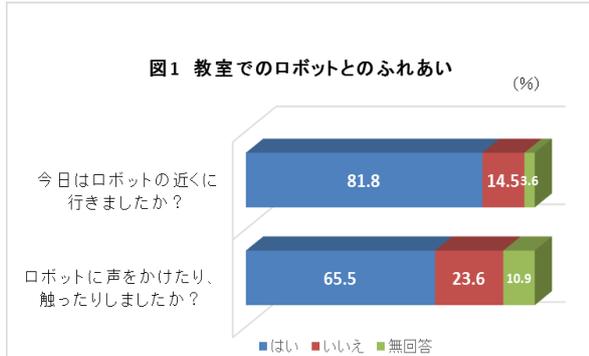


表1 ロボットについての意見 (自由記載) 抜粋

- 初めて本物を見ました。何を聞いても返事してくれると聞いてびっくりしました。
- ロボット君達の成長の早さと、多様な得意術を持っていることに感心した。
- 話したいことをセットしておかなくていいなら、

ほしいと思います。外出から帰った時、ただいまと云ったらおかえりワンワンと云ってくれたらいいなと思います。色々の会話が出来たらいいと思います。

- 核家族が進んでいるので、家族の様な存在になると思う。
- 数年後に一人暮らしになった時、ポッコが便利だと思うし、用途に応じて複数個あればいいなと思う。
- 生活の手助けと、ペット的なところが一番欲しい。

6. 考察

教室のアクティビティでは、高齢者がロボットの指示に合わせて取り組み、ロボットを支援する担当者との3者間のかかわりにより和やかに取り組んでいた。

高齢者のロボットとの関わりの経験は少ないが、教室ではそばに寄り、触れることができていることから、関心があると思われる。

高齢者は人型ロボットより動物型ロボットに対する反応が高いことから、動物型ロボットの活用も検討していく必要がある。また、ポットに望む機能は、話し相手や記憶のサポートが多く、コミュニケーション能力の高いロボットが求められる。

7. 今後の展望

コミュニケーションロボットや動物型ロボットを活用した、教室における認知機能低下予防に対する活用方法を検討していく。

参考文献

- 佐野 千尋(芳香会社会福祉研究所), 渡邊 久実, 酒寄学, 宇留野 功一, 宇留野 光子, 安梅 勅江: 介護福祉施設への介護ロボット導入効果と今後の課題および可能性に関する質的検討. 厚生学の指標. vol65, No.3 pp22-28 (2018)
- 中村 美緒, 美谷島 直行, 藤原 翔平, 井上 剛伸: 高齢者入居施設におけるコミュニケーションロボットの有効性評価. 2016 年生活生命支援医療福祉工学系学会連合大会講演要旨集, pp108-110 (2016)
- 檜山 康明: ロボット導入がもたらす現場支援 人体型医療シミュレータロボットの実用化と教育現場で期待される効果, 新医療, vol45, No.2, pp125-128 (2018)
- 大武 美保子: 認知症予防コミュニケーションにおけるロボット活用, 保健の科学, vol59, No.8, pp545-549 (2017)

小学生の学習意欲を高めるマルチメディア教材を用いた 認知症啓発教育の実践と評価

Practice and evaluation of dementia enlightenment education using multimedia teaching materials to enhance elementary school student motivation

梶田 聖子, 村嶋 琴佳, 真嶋 由貴恵
Seiko MASUDA, Kotoka MURASHIMA, Yukie MAJIMA
人間社会システム科学研究科
Graduate School of Humanities and Sustainable System Sciences
大阪府立大学
OSAKA Prefecture University
Email: s-masuda@kis.osakafu-u.ac.jp

あらまし：認知症高齢者数が増加する中、認知症は誰もが関わる身近な病気となったことから、小学生に対する認知症啓発教育が行われるようになってきているが、効果的な学習形態についての研究は少ない状況にある。そこで本研究では、小学生の学習意欲を高め、興味関心をもって実践的に認知症に関して学ぶことができるよう、スライド教材とコミュニケーションロボット Pepper、クリッカーを組み合わせた認知症啓発教育を実践した結果、認知症に関する理解を深めることができた。

キーワード：小学生、認知症啓発教育、マルチメディア教材

1. はじめに

厚生労働省の報告⁽¹⁾によると、認知症高齢者数は2025年には700万人、65歳以上の5人に1人に達するとされている。今や認知症は誰もが関わる身近な病気であり、認知症の人ができる限り住み慣れた地域で自分らしく暮らし続けることができる社会の実現を目指し、「認知症施策推進総合戦略～認知症高齢者等にやさしい地域づくりに向けて～」(新オレンジプラン)を策定した⁽²⁾。その中で、「認知症を理解するための普及啓発の推進」のため、認知症サポーター養成研修が全国で開催されている。特に小学生の年代のサポーター養成講座受講者は累計200万人を超え⁽³⁾、認知症サポーターとして認知症に対する理解を基盤として実践的な活動が求められている⁽⁴⁾。

認知症啓発教育で使用される小学生向け教材は、開催者側に委ねられ、効果的な学習形態についての研究は少ない状況にある。小学生が認知症高齢者を正しく理解し、近隣の認知症の人や家族に対して、自分なりにできることを実践する力を育成するためには、認知症への興味関心、学習意欲を高め、学習効果を期待できる教材開発が必要と考える。そこで本研究では、小学生向けの学習形態として、視聴覚的技法によって教育効果が期待されるマルチメディア教材を活用することが有効と考えた。教材は、スライド教材とコミュニケーションロボット Pepper、クリッカーを組み合わせた認知症啓発教育を実践し、その評価を行った。

2. 対象

2016～2017年、H県の3地区(K地区、S地区、B地区)でポスターによる募集を行い、希望のあった小

学生38名とした。

3. 教材開発

3.1 学習目標：

- ①学習者が認知症を含む高齢者への理解を深めることができる。
- ②困っている高齢者を見かけた場合、大人に知らせることができる。

3.2 教材開発

教材の内容および構成は、認知症高齢者見守りネットワークメンバーと検討し、高齢者への尊厳・肯定的理解ができる内容とした。前半部分で、高齢者への肯定的なイメージをつけ、後半部分では認知症高齢者の理解と接し方、声のかけ方について具体的に学ぶことができるように工夫した。教材開発にあたっては、学習意欲を引き出すためにARCSモデル⁽⁵⁾を用いた。ケラーは、学習意欲に関連する要因を「Attention(注意)」、「Relevance(関連性)」、「Confidence(自信)」、「Satisfaction」の4つに分類している。今回の教材では、「Attention(注意)」は、学習者の好奇心・興味を刺激・持続させるために、親しみやすいイラストと参加者の祖父母を通して考えることができるスライド教材、コミュニケーションロボット pepperによるクイズや要点の説明を行った。関心を持続するため、クイズの回答結果をクリッカーで即座に提示した。「Relevance(関連性)」では、小学生が自分の祖父母が認知症になった場合を想定し、認知症高齢者への理解を深め対応できるように、学習体験の意義を感じ、全ての人が住みやすい地域になることが実感できるストーリー性を持った教材とした。「Confidence(自信)」では、成功へ

の期待感を持てるように、認知症高齢者への声のかけ方や大人に知らせるタイミングを学び、「地域で認知症を疑う高齢者を見かけた場合、大人に伝えることができる」ことが達成できるようにした。「Satisfaction (満足感)」は、小学生がこの研修に満足し、さらに学びたい気持ちを引き出すこと、参加者が認知症高齢者への理解が深まったと実感できるよう、学習前後に認知症高齢者の理解に関する質問を行った。また、参加者が「自分でもできることがある」との自覚を促すために、研修終了後にオレンジリングを配布した。

3.3 倫理的配慮

認知症サポーター研修会で研究協力を依頼する際、関西医療大学研究倫理委員会に申請、承認を得た。認知症高齢者見守りネットワークの事務局で、認知症地域支援推進員が所属する地域包括支援センターの担当者に研究の趣旨・方法を文書と口頭で説明、承認を得た。参加者児童と保護者には、認知症サポーター研修の当日、に文書と口頭で研究の趣旨・方法を説明、同意書の提出をもって同意を得た。

4. 結果と考察

4.1 参加者の状況

参加者数は、K 地区 11 名、S 地区 15 名、B 地区 12 名、計 38 名であった。年齢は、K 地区 11 名中 7 名(63.6%)が小学低学年で小学高学年は 4 名(36.4%)であった。S 地区では全員が小学高学年であった。B 地区では、12 名中 3 名(25.0%)が小学低学年で 9 名(75.0%)が小学高学年であった。

4.2 マルチメディア教材による学習効果

研修会後アンケートによる「スライド教材は分かりやすかったですか」については、「わかりやすかった」と回答したのは 38 名中 35 名(92.1%)であった。自由記述では、「カラフルな絵と図、大きな文字でわかりやすかった」、「スライドショーが面白かった」との記述があった。スライド教材は、親しみやすいイラストと参加者の祖父母を通して高齢者のイメージを広げたことから、参加者の興味関心を高め、認知症への理解を深めたと考える。「Pepper の話はわかりやすかったですか」については、38 名中 36 名(95.0%)が「とてもわかりやすかった」、「わかりやすかった」と回答した。しかし、自由記述では、「急に話が止まったりして聴き取りにくかった」、「片言だった」との記述があり、聴き取りやすいスピード、声のトーンに調整することが必要である。「クリッカーを使うとわかりやすかったですか」については、全員が「大変そう思う」、「思う」と答えた。クリッカーに関する自由記述では、「他の人の考えがわかってよかった」との記述があり、興味関心の持続に役立ったと考える。

4.3 研修前後における認知症に関する理解の比較

研修会前後における認知症に関する理解の比較を

表 1 に示す。研修前後で有意差の見られた項目は、「認知症は誰でもなる病気」(p<0.001)、「困っているのは認知症の人とその家族」(p<0.002)、「近所の見守りネットワークを知っている」(p<0.004)であった。参加者の多くは認知症への理解を深めたが、困っている高齢者への声かけへの自信をつけるためには、子供の目線で実践的に認知症高齢者への支援を学ぶ機会をつくる必要があると考える。

表 1 研修会前後における認知症に関する理解の比較 n=38

項目	研修会前			研修会后			p
	はい人(%)	いいえ人(%)	わからない人(%)	はい人(%)	いいえ人(%)	わからない人(%)	
認知症は誰でもなる病気	15(39.5)	12(31.6)	11(28.9)	35(92.1)	2(5.3)	1(2.6)	<0.001*
困っているのは認知症の人とその家族	22(57.9)	3(7.9)	13(34.2)	35(92.1)	1(2.6)	2(5.3)	0.002*
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	34(89.5)	1(2.6)	3(7.9)	37(97.4)	1(2.6)	0(0.0)	0.102
困っている人がいたら助けたいと思う	33(86.8)	1(2.6)	4(10.5)	35(92.1)	0(0.0)	3(7.9)	0.276
近所の見守りネットワークを知っている	5(13.2)	24(63.2)	9(23.6)	18(63.6)	11(28.9)	8(21.1)	0.004*

Wilcoxon の符号付順位検定 *p<0.05 で有意差あり

5. 結論

小学生の認知症啓発教育の学習形態としてマルチメディア教材を組み合わせて活用することは、小学生に興味関心をもたせ、認知症への理解を深めることに役立つと考える。

参考文献

- (1) 厚生労働省：“認知症高齢者数について”，<http://www.mhlw.go.jp/stf/houdou/2r9852000002iau1-att/2r9852000002iavi.pdf> (参照 2018.6.10)
- (2) 厚生労働省：“認知症施策推進総合戦略(新オレンジプラン)～認知症高齢者等にやさしい地域づくりに向けて～(概要)”，http://www.mhlw.go.jp/file/06-Seisakujouhou-12300000-Roukenkyoku/nop1-2_3.pdf (参照 2018.6.11)
- (3) 全国キャラバン・メイト連絡協議会：“認知症サポーターキャラバンサポーターの養成状況”，<http://www.caravanmate.com/result/> (参照 2018.6.10)
- (4) 厚生労働省；“認知症サポーター”，<http://www.mhlw.go.jp/stf/seisakunitsuite/bunya/0000089508.html> (参照 2018.6.10)
- (5) J.M.ケラー著，鈴木克明監訳：“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，京都(2010)

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 Proposal and Development of Task Consumption Increasing System by Acceleration of Action Pace

佐々木 直人^{*1}, 浅野 勇大^{*2}, 曾我 真人^{*3}
Naoto SASAKI^{*1}, Yudai ASANO^{*2}, Masato SOGA^{*3}

^{*1}和歌山大学大学院 システム工学研究科

^{*1}Graduate School of Systems Engineering, Wakayama University

^{*2,3}和歌山大学 システム工学部

^{*2,3}Faculty of Systems Engineering, Wakayama University

Email: ^{*2}s206006@center.wakayama-u.ac.jp

あらまし：現代は ICT の発展により高速化社会となり，平日 1 日当たりの仕事時間量が増加している．先行研究において，BPM の速い音を聞くことで，人間の行動ペースが速くなることが報告されている．また，音と同期した立体映像を見ることで，生理的覚醒度が向上し，より行動ペースが加速すると考えられる．本研究では，HoloLens を用いて，視聴覚刺激を与えることで，人間の行動ペースを加速させるシステムを提案する．

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

現代の日本人の時間の使い方として，平日 1 日あたりの仕事時間量は年々増加傾向にある⁽¹⁾．本研究では，HoloLens を用いて，人間の行動ペースを加速させることで，単位時間あたりのタスク消費量を増加させるシステムを提案する．

2. 本研究の仮説

2.1 BPM による行動ペースの加速

2014 年に栗林らがまとめた総説では，BPM(Beat per minutes)の速い背景音を聞くと行動ペースが速くなる事例がいくつか報告されている．これらには，2つの原因が考えられている．1つは背景音の BPM と周期的な身体運動のリズムが，同期するためである．もう 1つは，背景音の BPM が生理的覚醒度に影響し，内的クロックが変化するためである．本研究では，後者の内的クロックの変化に着目した．

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．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．2015 年に佐竹らは，立体映像・音響刺激が生理的覚醒度の向上に影響を与えていることを報告している⁽³⁾．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られる．

2.3 仮説のまとめ

本研究では，内的クロックの加速を促し，人間の行動ペースを加速させ，タスク消費量の増加を目指す．内的クロックの加速のために，HoloLens を用いて，視聴覚刺激を提示するシステムを提案する．

3. 提案システムについて．

3.1 視聴覚刺激

視覚刺激の形状については，作業効率の向上のため

め，集中力が増加するような形状を選んだ．2012 年に橋らは，PC 作業に集中できる背景について研究している⁽⁴⁾．その研究結果より，内向きに動く輪状の刺激を与えると，集中力が向上すると考えられる．聴覚刺激については，視覚刺激の変形の BPM に合わせて，出力するようにした．

3.2 刺激の BPM

刺激の BPM は，最初にユーザが決定する．その後，システムにより，ユーザが決めた値より 5%増加した BPM が設定される．これによって，ユーザがより速いペースで行動ができると考えられる．

BPM は最初から設定値ではなく，徐々に設定値へと変化するようにした．栗林らの研究⁽²⁾では，徐々に強度小さくなる刺激と比べ，徐々に強度が大きくなる刺激の方が，より強く評価されると述べられている．本研究では，徐々に速くなる BPM を用いた．

3.3 システムの構成

本システムでは，キャリブレーションにあたる BPM 調整モードと，行動ペースの加速を促す BPM 加速モードがある．ユーザは，BPM 調整モードで，自身に適した BPM を設定する．上述した通り，BPM は 5%増加した値で，システムに設定される．BPM 加速モードでは，最小値～設定値まで，BPM を加速させる．図 1 にシステムの表示を示す．

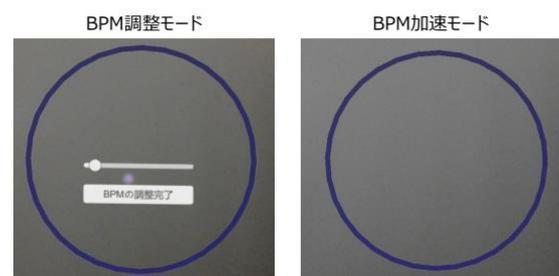


図 1 システムの表示

4. 検証実験

検証実験では、システムの有無によって、タスク消費量に変化があるかを検証する。タスクとして、10分間の読書を選択し、読んだ文字数を評価項目とする。また、読んだ内容を理解しているか把握するため、内容理解度テストも実施した。

- 被験者

16名の大学生（男性：9名，女性：7名）

- 読書対象

小説 A, B（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、システムの有無に関わらず被験者には HoloLens を着用させた。

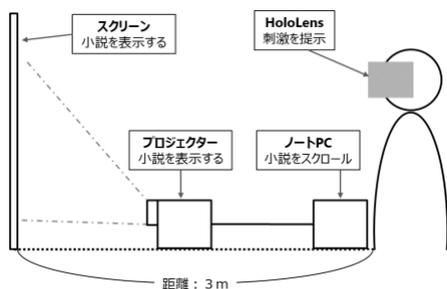


図2 実験環境

- 実験手順

図3に実験手順を示す。被験者は小説ごとに10分間読書を行った。カウンタバランスをとるために、パターンA, Bの2つに振り分けて実験を行った。

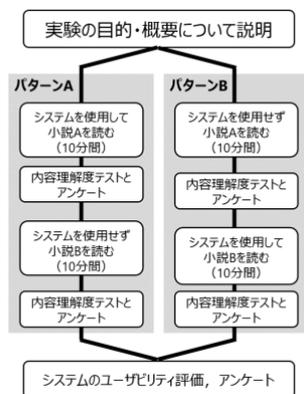


図3 実験手順

- 評価手順

読んだ文字数より、実験群・統制群ごとの平均値・標準偏差を算出する。内容理解度テストの結果より、小説 A, B どちらかの正答率が 50%未満の被験者のデータは除外した。また、システムを用いた 16名全員に SUS⁽⁵⁾ とアンケートを回答してもらい、ユーザビリティも評価した。

5. 実験結果

内容理解度テストによって1名が除外された。ゆえに、15名のデータから実験群・統制群ごとに文字数の平均値、標準偏差を算出し、表1に示す。

表1 文字数の統計量

統計量	実験群	統制群
平均値	7480.1	6951.07
標準偏差	3489.55	1978.80

検定には、ウィルコクソンの符号順位検定⁽⁶⁾を選択した。片側検定にかけた結果、 $p = 0.03091$ となった。これにより、有意水準 5%の場合に帰無仮説が棄却され、実験群・統制群の平均値に差があることが示された。表1より、平均値は実験群の方が大きいため、システムを使用した方が多くの文字を読む結果が示された。

図4に被験者ごとの SUS の得点を示す。エラーバーは（平均値－標準偏差）の範囲を示す。

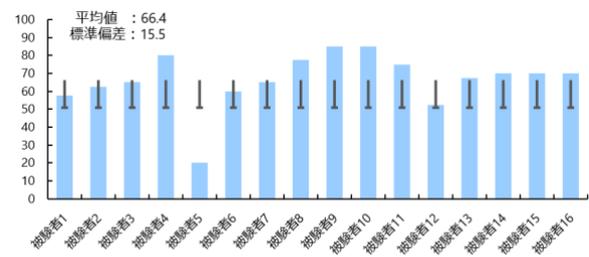


図4 SUSの得点

また、アンケート結果では、「HoloLens が重い」、「視覚刺激が読書の邪魔だ」という意見があった。

6. 提案システムについて

上記より、本システムを用いることで、単位時間あたりのタスク消費量が増加するという結果が得られた。しかし、視覚刺激と聴覚刺激の相乗効果によるものか否かは判明していない。視覚刺激の存在意義が不明なため、今後は視覚・聴覚刺激が単体・混合の場合による検証が必要となる。

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) 栗林龍馬, 入野野宏, “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)
- (3) 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)
- (4) 橘卓見, 岡部浩之, 佐藤未知, 福嶋政期, 梶本裕之, “PC作業時の集中力向上のための作業用壁紙,” 情報処理学会インタラクティブ2012論文集, pp. 843-848 (2012)
- (5) 山岡俊樹, 岡田明, 吉武良治, 田中兼一, ハード・ソフトデザインの人間工学講義, 武蔵野美術大学出版局, 東京, (2002)
- (6) 栗原伸一, 入門統計学-検定から多変量解析・実験計画法まで-, オーム社, 東京 (2009)

人型ロボットを用いたプレゼンテーション動作の セルフレビュー支援方法

Self-Reviewing Presentation Behavior with a Humanoid Robot

稲澤 佳祐*1, 柏原 昭博*2

Keisuke Inazawa*1, Akihiro Kashihara*2

*1*2 電気通信大学

*1*2The University of Electro-Communications

Email: keisuke.inazawa@uec.ac.jp

あらまし：研究初心者は、通常自分自身のプレゼンテーションを詳細にレビューすることは難しい。本研究では、プレゼンテーションのセルフレビュー支援を目的としてプレゼンテーションロボットを開発した。また、プレゼンテーション動作モデルを構築し、それに基づいてセルフレビューで評価すべき点を提示するチェックリストを作成した。本稿では、これらを用いたセルフレビュー支援方法を検討し、提案する支援手法の有効性を検証する。

キーワード：プレゼンテーション、ロボット、セルフレビュー、非言語動作、アバター

1. はじめに

プレゼンテーションは研究者にとって不可欠な研究活動であるが、研究内容を適切に伝えることは容易ではない。そのため、本番までにリハーサルを行い、プレゼンテーションの改善を図る必要がある。プレゼンテーションのリハーサルにはピアレビュー[1]とセルフレビューがある。前者では研究メンバーや熟練者から発表に関する指摘を受け、後者では発表者自らが改善点を見出す。筆者らは、このうちセルフレビューに着目し、研究初心者を対象とした支援を検討してきた。

自らのプレゼンテーションを見直す方法として、プレゼンテーションを撮影した動画を用いる方法がある。しかし、自分自身がプレゼンテーションを行う動画を視聴すると違和感を覚えるため、改善点を見出すことは容易ではない。この問題に対し、先行研究ではセルフレビューにおける気づきを促すことを目的として、学習者のプレゼンテーションをPC上の仮想キャラクターが再現するプレゼンテーションアバター（以下P-アバター）を開発した[2]。ケーススタディでは、セルフレビューにP-アバターを用いることで、改善点への気づきが促進されることが確認された。一方で、視線や指差しといった非言語動作への気づきは限定的であったことや、学習者がプレゼンテーションの何を改善すべきかを十分に理解していない場合があることが確認された。

そこで、本研究ではセルフレビューにおいて非言語動作への気づきを促すために、身体性を有する人型ロボットをアバターとして用いたプレゼンテーションロボット（以下P-ロボット）を開発した。また、プレゼンテーション動作モデルを構築し、それに基づいてセルフレビューで評価すべき点を提示するチェックリストを作成した。本稿では、これらを用いたセルフレビュー支援方法について述べる。

2. セルフレビュー支援

2.1 セルフレビューにおける気づきの促進

セルフレビューでの気づきを促すためには、学習者自身が感じる違和感を軽減する必要がある。そこ

表 1 人型ロボットと仮想キャラクターの特徴

	仮想キャラクター	人型ロボット
形態	2次元	3次元
動作	連続的	離散的

で、本研究では学習者のプレゼンテーションを仮想キャラクターや人型ロボットといったアバターに再現させる。この際、アバターの容姿と声色は学習者と全く異なり、かつ不快感を与えないものでなければならない。容姿に関しては、アバターの容姿が人に近いと違和感を与えてしまうことが知られているため、ある程度キャラクターライズされているものが好ましい。そのほか、改善点に気づきやすくするために、学習者の動作をできる限り忠実に、また学習者の話し方を維持して再現する必要がある。

2.2 人型ロボットの優位性

プレゼンテーションのセルフレビューを支援する上で、人型ロボットは、仮想キャラクターと比較してアバターとして適している特徴を有している。人型ロボットと仮想キャラクターの特徴を表1に示す。仮想キャラクターはプレゼンテーションを2次元で再現するのに対し、人型ロボットは身体性を持つため、プレゼンテーションの場の真正性が高まる。そのため、視線の方向や指差しで指し示す位置等を把握し易くなる。このような特徴から、セルフレビューに対するエンゲージメントが高まり、セルフレビューに集中できる効果も期待される。また、動作に関して、人型ロボットはハードウェアに合わせて動作の再現が離散的になるため、再現の忠実性は損なわれるものの、学習者は些細な動きに捉われず主要なジェスチャーに目が行き易くなると考えられる。

3. プレゼンテーション動作モデル

先行研究では、プレゼンテーションの関連研究や書籍に基づき、図1に示すようなプレゼンテーション動作モデルを構築した[3]。本モデルは3つのレイヤーから構成されており、レイヤー間の関係によって、学習者の動作意図がどのような動作によって達

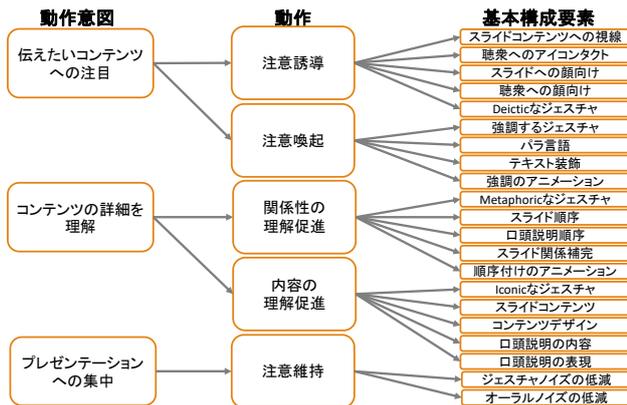


図1 プレゼンテーション動作モデル



図2 プレゼンテーションロボットによる再現

成可能かを示す。

本研究では、セルフレビューにおいて改善点への気づきを促すために、プレゼンテーション動作モデルに基づき、レビューすべきポイントを示したチェックリストを作成した。学習者はチェックリストを参照しながらセルフレビューに取り組むことで、適切に発表内容を伝達するための動作を行えているか、それに適したスライドを作成できているか等を確認することができる。これにより、学習者はより綿密なセルフレビューが可能となり、改善点への気づきが促進されることが期待される。

4. プレゼンテーションロボット

4.1 枠組み

図2にP-ロボットによる再現の様子を示す。P-ロボットとして用いる人型ロボットとして、ヴイストン社のSotaを使用した。まず学習者のプレゼンテーションにおけるスライド遷移とアニメーション遷移、およびモーションキャプチャデバイスのKinectによって学習者の動作と音声を記録する。これらの記録情報とプレゼンテーションドキュメントに基づき、P-ロボットはプレゼンテーションを再現する。学習者はセルフレビューのチェックリストを適宜参照しながらP-ロボットによる再現を見てプレゼンテーションのセルフレビューに取り組むことができる。

4.2 P-ロボットシステム

本システムでは、まず学習者にプレゼンテーションを実施してもらい、プレゼンテーションにおけるスライド遷移とアニメーション遷移のタイミングを記録する。同時に、Kinectによって音声とともに学習者の25関節の位置座標を取得し、Sotaでの動作再現に必要な関節角度データを生成する。

これらの記録情報に基づき、P-ロボットはプレゼンテーションを再現する。スライドは、PowerPointで表示される。学習者の動作は、Kinectによって取得された25関節の動きが、Sotaの首、肩、肘、胴の8関節の動きによって再現される。また学習者は再現の一時停止・再開を操作することができる。

5. ケーススタディ

本ケーススタディでは、P-ロボットが仮想キャラクターのP-アバターと比べて、セルフレビューにお

ける気づきを促すかを調べる評価を実施した。被験者は8名で、被験者全員にプレゼンテーションの記録と、P-ロボットとP-アバターを1度ずつ用いた2回のセルフレビューを行わせた。セルフレビューはP-ロボットとP-アバターを使う順序によって2群に分けた。

ケーススタディの結果、P-ロボットを用いた場合に非言語動作の改善点が有意に多く得られたことが確認された。アンケートでは、注意制御・注意維持の動作はP-ロボットの方が分かりやすいという結果が得られた。一方、再現の忠実性はP-アバターに劣るという結果も得られた。

6. まとめ

本稿では、プレゼンテーション非言語動作への気づきを促すP-ロボットおよびレビューすべきポイントを提示するチェックリストを用いたセルフレビュー支援方法を述べた。

今後の課題は、プレゼンテーション動画やP-アバターに対するP-ロボットの優位性を検証するためのケーススタディの実施や、プレゼンテーション動作モデルおよびチェックリストの洗練が挙げられる。

謝辞

本研究の一部は、JSPS 科研費基盤研究(B)(No.17H01992)の助成による。

参考文献

- (1) 岡本竜, 柏原昭博: “リアルタイムなハイパービデオ化によるプレゼンテーション・レビュー支援環境の構築”, 電子情報通信学会技術研究報告.ET, 教育工学 Vol.106, No.583, pp.133-138 (2007)
- (2) Keisuke Inazawa, and Akihiro Kashihara: A Presentation Avatar for Self-Review, The 25th International Conference on Computers in Education (ICCE 2017), pp.345-354, (2017)
- (3) 後藤充裕, 石野達也, 稲澤佳祐, 松村成宗, 布引純史, 柏原昭博: プレゼンタ動作を再現・再構成するロボットプレゼンテーションシステム, 教育システム情報学会(JSiSE)2017年度第5回研究会 Vol.32, No.5 pp.121-128 (2017)

脳波計測を用いたソーシャルランクと空間的認知の関係の検証

Verification of relationship between social rank and spatial cognition using EEG measurement

東野 利貴^{*1}, 曾我 真人^{*2}

Toshitaka HIGASHINO^{*1}, Masato SOGA^{*2}

^{*1}大阪大学大学院情報科学研究科

^{*1}Graduate School of Information Science and Technology, Osaka University

^{*2}和歌山大学システム工学部

^{*2}Faculty of Systems Engineering, Wakayama University

Email: u705804b@ecs.osaka-u.ac.jp

あらまし：ソーシャルランクでは、ランクが高い人は「上」、反対にランクが低い人は、「下」に表現される。先行研究では、ソーシャルランクを伴う単語を用いて、ヒトにおいて単語のソーシャルランクと空間的配置が、その単語の認知に影響を与えるということが報告されている。しかし、神経科学の側面からの検証は行われていなかった。本研究では、ソーシャルランクと空間的認知の関係を神経科学の側面から明らかにするため、脳波計測実験を行った。実験の結果、視覚刺激の呈示がソーシャルランクが一致しているときよりもソーシャルランクが一致していないときのほうが脳波の振幅が大きくなることが分かった。

キーワード：ソーシャルランク、空間的認知、空間的配置、神経科学、脳波

1. はじめに

我々人類が形成する社会には、ソーシャルランクと呼ばれるピラミッド状の構造を持った上下関係が存在する。ソーシャルランクは、ランクが高い人は「上」、ランクが低い人はランクが高い人に比べて「下」に表現される。本来、「上」、「下」という言葉は、空間的な配置を表す表現であるが、ソーシャルランクを表す概念としても利用されている。

Christoph D Dahl らの先行研究では、このソーシャルランクを表す「上」、「下」と空間的な配置を表す「上」、「下」は単なる比喩表現ではなく、実際の行動に影響を与えることをチンパンジーを用いて示した⁽¹⁾。その研究では、空間的な配置を表す「上」、「下」がソーシャルランクを表す「上」、「下」の概念に直接的な影響を与えていることが示され、ソーシャルランクを表す「上」、「下」は単なる比喩的な表現ではないことが示唆された。

Christoph D Dahl らの先行研究を踏まえ、我々の先行研究では、我々人類において、ソーシャルランクが表す「上」、「下」と、空間的な配置を表す「上」、「下」との間に関連があるかについて心理物理実験を行った⁽²⁾。その結果、チンパンジーにおけるソーシャルランクが空間的な配置に影響するという傾向は、人類でも同様な傾向を持つことが示唆された。

しかし、我々の先行研究では、その示唆の根拠となる神経科学的な理由を見つけることができなかった。本研究では、我々の先行研究を踏まえて、脳波計測を行い、ソーシャルランクと空間的認知の関係を神経科学の側面から明らかにする。

本研究では、我々の先行研究と同様の実験システムを構築した。ソーシャルランクを伴う単語として先行研究と同様に「教授」、「助教」、「講師」の3つ単語を対象とした。ソーシャルランクは、「教授」>「講師」>「助教」の順である。

2.2 視覚刺激

視覚刺激として、「教授」、「助教」、「講師」の3つの単語のうち、2つの単語が1つの組み合わせとして、注視点(+印)を挟んで上下に配置した。実験では、注視点(+印)のみの画面と、視覚刺激(+印と文字)の画面を交互に呈示した。また、呈示回数は、1つの組み合わせにつき30回呈示した。

2.3 実験手順

本研究の心理物理実験として、被験者に事前に目的の単語を教示し、その単語が表示されたか否かでマウスクリックを行い回答してもらった。マウスクリックは、目的の単語が表示されれば左クリックを、表示されなければ右クリックを行うよう教示した。

(図1)

被験者に事前に伝えた目的の単語は、「教授」、「助教」の2種類である。

例) 目的の単語:「助教」

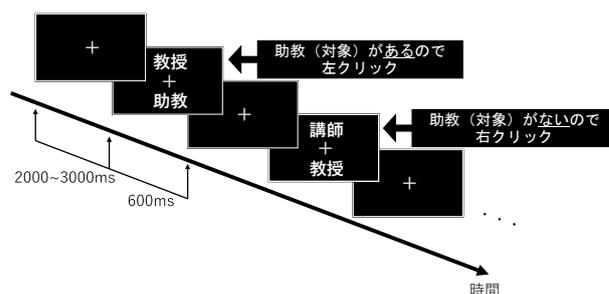


図1 実験パラダイム

2. 実験

2.1 実験システム

2.4 脳波計測

本研究では、心理物理実験と同時に脳波計測を行った。使用した脳波計は、BIOSEMI Active Two システムである。電極位置は、国際 10-20 法に従い配置した。サンプリング周波数は、512Hz で計測した。

3. 実験結果

ソーシャルランクと空間的配置の関係の神経科学的な理由を見出すために脳波解析を行った。被験者は大学生 4 名であった。解析に用いた視覚刺激の組み合わせとして、目的の単語として教示している「教授」, 「助教」を含む刺激である教授/助教, 助教/教授 (○/△の記法は、注視点を挟み○がディスプレイ上側, △がディスプレイ下側に呈示されていることを表す) の 2 種類とした。解析は、電極位置 Cz (正中中心部) を用い、目的の単語、視覚刺激ごとに分け、視覚刺激呈示のタイミングをオンセットとして、全被験者のデータの加算平均を行った。また、ノイズ除去のために、1~30Hz のバンドパスフィルタを適応した。目的の単語ごとに整理し、目的の単語が「教授」のときの視覚刺激：教授/助教, 助教/教授の脳波データを図 2, 目的の単語が「助教」のときの視覚刺激：教授/助教, 助教/教授の脳波データを図 3 に示す。

図 2, 図 3 より、複数の特徴的な脳波を見出すことができた。視覚刺激呈示から 0.1~0.3[s]の間に N100, P200 と呼ばれる脳波が観測されている。N100 は感覚刺激の大脳皮質到着と分析の初期段階に対応するといわれており、図 2, 図 3 とともに視覚刺激の違いによる大きな潜時、振幅の違いは見られなかった。

次に、視覚刺激呈示から 0.3~0.5[s]にみられる陽性の脳波は、高頻度の刺激と低頻度の刺激をランダムに与えて、低頻度の刺激が呈示されたときや、注意を向けている刺激が出現した際に現れる脳波である P300 であると考えられる。図 2 において、視覚刺激ごとに P300 を比較すると、潜時に大きな違いは見られないが、助教/教授と呈示されたほうが教授/助教と呈示されたときに比べて、振幅が大きくなっていることがわかった。また、図 3 においても潜時に大きな違いは見られなかったが、図 2 と同様に助教/教授と呈示されたほうが教授/助教と呈示されたときに比べて、振幅が大きくなっていることがわかった。

よって、図 2, 図 3 より P300 において、助教/教授と呈示されたほうが教授/助教と呈示されたときに比べて、振幅が大きくなっていることから、ソーシャルランクが一致した視覚刺激を呈示されたときよりもソーシャルランクが一致していない(不一致)視覚刺激を呈示されたときのほうが振幅が大きくなることが分かった。

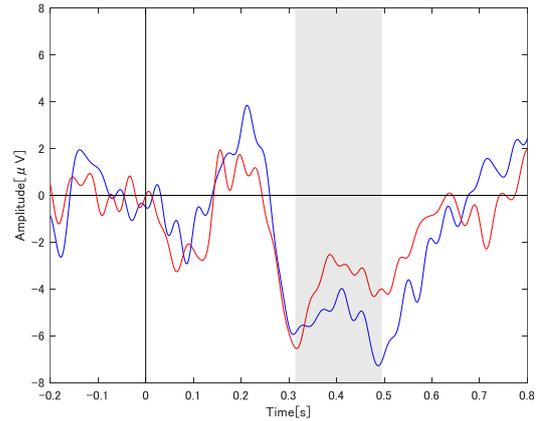


図 2 目的の単語が「教授」のときの脳波 (青線：教授/助教, 赤線：助教/教授, 灰色背景範囲が本研究で注目している脳波)

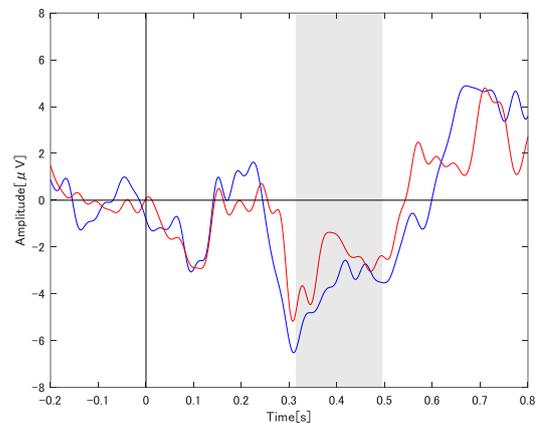


図 3 目的の単語が「助教」のときの脳波 (青線：教授/助教, 赤線：助教/教授, 灰色背景範囲が本研究で注目している脳波)

4. 考察

実験の結果、ソーシャルランクが一致しているときよりもソーシャルランクが一致していないときのほうが脳波の振幅が大きくなることが分かった。このような結果となった要因の 1 つとしては、ソーシャルランクが不一致であることから違和感を感じ、注意が向けられたのではないかと考えられる。

我々の先行研究では、ソーシャルランクと空間的配置の関係を反応時間のみで検証していたが、本研究から脳波にも影響を与えていることが分かり、神経科学的な理由の解明に貢献できると考えられる。

参考文献

- (1) Christoph D Dahl, Ikuma Adachi, Conceptual metaphorical mapping in chimpanzees (Pan troglodytes), eLife 2013;2:e00932, (2013)
- (2) Toshitaka Higashino, Yasushi Naruse, Masato Soga, Investigation of the Influence of Social Rank and Spatial Arrangement Using the Psychophysical Experiments, Procedia Computer Science 96, 1740-1747, (2016)

異種リソースから作られた指示の対比によるプログラミング的思考の振り返り

Reflection of Computational Thinking through Comparison of Procedures
Composed of Different Resources平嶋宗^{*1}, 福井昌則^{*1}, 林雄介^{*1}Tsukasa HIRASHIMA^{*1}, Masanori FUKUI^{*1}, Yusuke HAYASHI^{*1}^{*1}広島大学大学院工学研究科^{*1}Graduate School of Engineering, Hiroshima University

Email: tsukasa@lel.hiroshima-u.ac.jp

あらまし：意図を達成するために利用可能なリソースが異なれば、意図を達成する上で作られる指示が異なってくる。これが「プログラミング的思考」を習得することが必要となる大きな理由の一つである。本研究では、リソースが異なることによって、意図を達成するための指示が異なってくることを可視化し、言語・思考活動の対象化できる学習環境を設計開発する。

キーワード：プログラミング的思考、計算論的思考、異種リソース、リソースの対比、指示の対比、リフレクション

1. はじめに

小学校段階におけるプログラミング教育とは、「コンピュータに意図した処理を行うように指示をすることができることを体験させながら、… 普遍的に求められる力としての「プログラミング的思考」などを育成するもの」とされており、このプログラミング的思考は、「自分が意図する一連の活動を実現するために、どのような動きの組み合わせが必要であり、一つ一つの動きに対応した記号を、どのように組み合わせたらいいのか、記号の組合せをどのように改善していけば、より意図した活動に近づくのか、といったことを論理的に考えていく力」とされている。

学習者の活動を学習につなげるためには、振り返り（リフレクション）が重要であり、プログラミング教育においても同様である。したがって、意図通りの動きを実現する指示を作るだけでなく、その指示が成立するのか、何故その指示でないといけないのかを考えることが重要となる。理由を考えることは解く以上に難しいといえるが、これは理由を考える際に利用すべき要素・概念（プリミティブ）が提供されていないことが大きな要因となる。

本研究では、指示に対するリフレクションの促進を指向して、(1)同じ意図に対して、異なるリソースを使って指示を組み立てさせ（ここでリソースは、学習者が使える指示構成のための部品群となる）、そのうえで、(2)同じ意図に対する異なる指示を対比することで、それぞれの指示の妥当性を言語的に説明させる、という活動を設計する。このような活動を可能にするための、(I) 意図に対する指示部品からの指示組み立て、(II) 指示とリソースの対比・可視化、を可能にする学習環境の設計・開発、を試みる。

以下2章では、まず、異なるリソースに基づいて異なる指示を組み立てることが、単なる手段ではなく、プログラミング的思考が普遍的に求められる力である理由であるとの考察を述べる。3章では、小学生を対象とし、言語をビジュアルプログラミング

言語とし、ロボットを動かすこととしたフィードバックとした学習環境の構想について述べる。

2. プログラミング的思考と異種リソース

プログラミング的思考あるいは計算論的思考において最も重要な活動は、課題をコーディング可能なように変換すること、この活動は、「定式化」という言葉に対応する。定式化という言葉は、定式化された後の解法／良定義の問題空間が存在していることを意味しており、定式化前と定式化後の問題解決活動は大きく異なる。たとえば、方程式で解くことを前提とした文章題においては、方程式を立式できるようにするまでが定式化であり、立式後は方程式を形式的に処理する問題となる。

ここで定式化を「自分が解ける問題に変換すること」であるとする、「数学的な見方・考え方」は、数学的に解ける問題に定式化することであり、見方考え方ができるとは、様々な定式化の方法を知っており、同じ状況に対しても様々な定式化によって数学的記述に変化することが可能であることを指すと解釈できる。幾何的に解く、代数的に解く、といった言い方は、定式化の違いを表しているといえる。

数学で考えると、どのような定式化によっても同じ解が導かれるということになるが、例えばある場面を数学的に定式化すること、国語的に定式化すること、あるいは社会的として定式化すること、といったこともでき、それぞれの定式化において意味のある異なった結果を導き出すことが可能となる。

ロボットを動かすことを前提としたプログラミング的思考を考えてみると、ロボットに特定の動作をさせることが決まっている場合には、数学と同様に、同じ解に辿り着くために用いた道具が異なっているということになる。目標が特定の動作ではなく、抽象度の高い意図であった場合、異なる動作によって、それぞれ意図を満たすことも可能となる。

定式化するための思考をプログラミング的思考、

定式化後に用いる解き方をリソースとすると、この考え方は図1のように図式化でき、破線部分がプログラミング的思考、実線が定式化後のそれぞれの知識やドメインに依存した解き方ということになる。情報化社会を、すでに様々な便利な方法が提供されており、それを使いこなすことが人の能力として求められている社会であるといえる。それぞれの解き方が使えるように元問題を変換する、あるいは変換できるか調べることを定式化とすると、定式化能力があるとは、それぞれの定式化によって得られる解の意味・違いを知ることができることを含んでいる。このような観点からすると、異なるリソースに基づくプログラミング的思考を行い、それらに対比させることは、本質的となる。この対比がない場合には、たとえプログラミングができたとしても、従来同様の固有の手続きの学習と同様の活動になってしまい、プログラミング的思考の本来の意味とは異なるものになる可能性がある。

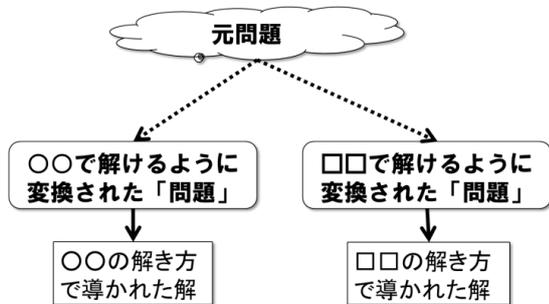


図1 異種リソースとプログラミング的思考

3. 学習環境

本研究では、ビジュアルプログラミング言語が提供するプログラム部品の集合をリソースとし、異なるプログラム部品で構成される異なるリソースを用意する。ロボットは、プログラミングに対するフィードバックであり、学習者の高い動機づけや、教えることによる学習などが期待できることから用いる。

図2に課題設定と異種リソースから作られるプログラムの例を示した。ロボットをStartからGoalに移動する指示を与えられた部品から組み立てることが学習者に求めると、提供される部品群によって、異なるプログラムが組まれる。ここでは、横に移動する部品がある場合、方向を変える部品がある場合、繰り返しを指示する部品がある場合、となっている。本研究では、学習者が自分のプログラムと他者のプログラムを並べて比較し、それぞれの部品・部品列の対応付けを行うことを可能にする学習環境を実現する。さらに、ロボットの動きとその動きを指示する部品・部品列の対応付けもできるようにする。

プログラミング的思考を直接的に言語化したり、リフレクションすることは簡単ではないが、本学習環境のように対比を用いることで、違いとしてそれぞれのプログラミング的思考を言語化し、リフレク

ションできることが期待される。

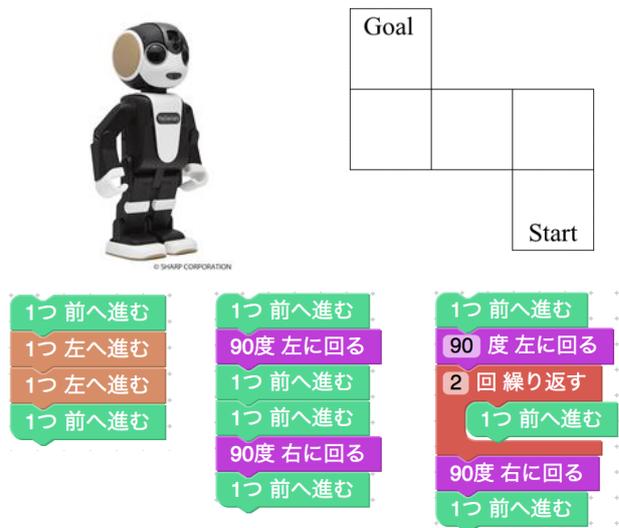


図2 課題設定と異種リソースで作られたプログラム想定例

4. まとめ

筆者らは、人の思考の論理的側面に注目し、そのモデル化、可視化、操作可能化、インタラクティブ化を試みてきた^(1,2)。これは人の思考全般をカバーしているわけではないが、学習者に対して「成功的教育観」で教えることができるのは、この範囲の思考のための知識や方法ではないかとの考えが、一連の研究における基本仮定となっている。

教えることが、個々の学習者の創造性や独自性に対して負の影響を与えるかのような議論もあるが、「巨人の肩の上に立つ」ためには教えられることが不可欠であり、問題があるとすれば、教えられること自体ではない。教えられたことを、学習者が相対的、メタ的、あるいは俯瞰的に捉えることできるかどうかの問題となる。教えられる内容に対するこのような捉え方を促進する意味で、学習者が「試す」ことができ、かつ、それに対する適切な「フィードバック」が得られる「インタラクティブな学習環境」が必要となる。この環境に情報システムだけではなく、教授者や学習者が含まれるためには、そこで使われる「言葉」の可視化・共通化が不可欠といえる。本研究では、用意された範囲で学習者が様々に試し、議論することができる環境を設計・開発することを目指す。その結果として、学習者の創造性・独自性が養われることを指向するものである。

参考文献

- (1) 平嶋宗, 林雄介: メタ問題設計法としてのオープン情報構造アプローチ, 人工知能学会 ALST 研究会, 82, 55-60(2018)
- (2) 平嶋宗: 学習課題」中心の学習研究 —情報構造としての学習課題の再定義と構造操作としての学習活動の設計—, 人工知能学会誌, Vol.39, No.3, pp.277-280(2015).

高専・大学連携によるプログラミング教材の開発と利用

Development and use of programming teaching materials with collaboration between NIT colleges and universities

野口 孝文^{*1}, 布施 泉^{*2}, 梶原 秀一^{*3}, 千田 和範^{*1}, 稲守 栄^{*1}
Takafumi Noguchi^{*1}, Izumi Fuse^{*2}, Hidekazu Kajiwara^{*3}, Kazunori Chida^{*1}, Sakae Inamori^{*1}

^{*1}釧路高専

^{*1}National Institute of Technology, Kushiro College

^{*2}北海道大学

^{*2}Hokkaido University

^{*3}室蘭工業大学

^{*3}Muroran Institute of Technology

Email: noguchi@kushiro-ct.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、左右のモータの回転方向や移動距離を直感的に理解できるようにビットパターンの動作命令として設計している。これにより、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。

キーワード：プログラミング教育、ロボット教材、メカトロニクス

1. はじめに

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。我々はこのロボットを使用して小中学生対象に工作教室を 15 年以上開催してきた⁽¹⁾⁽²⁾。本教材ロボットは、左右のモータの回転方向や移動距離を直感的に理解できるようにビットパターンの動作命令として設計している。これにより、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。

2017 年度は、高専間におけるロボット人材育成事業や大学におけるフレッシュマンセミナーや情報教育の教材に利用できたことから、工学系の高等教育機関における初心者教育の教材としても有効であると考えている。本論文では、本ロボットを用いた教材の特徴とこれを利用した授業について紹介する。

2. 教材ロボット

2.1 教材ロボットの構造

図 1 左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によって移動することができる。ロボットはマイクロコンピュータによって制御され、その命令セットとして演算命令等の他、モータ制御やセンサ入力を読み取る命令を用意している⁽³⁾。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。

2.2 直感的に作成できるプログラム

本教材ロボットの特徴は、ロボットを制御する命令コードのビットデザインにある。プログラムの入力や実行を、図 1 に示したロボットの上面前方にあ

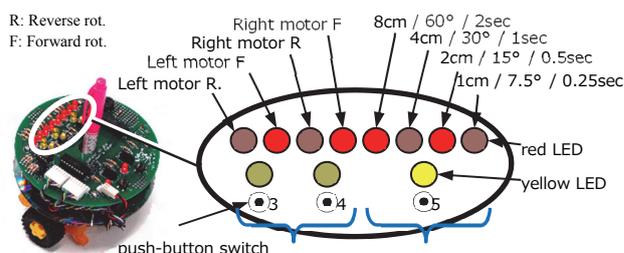


図 1 教材ロボットと命令の表示

る 8 つの LED にロボットの命令を表示させながら行うことができる。図 1 右は、LED とスイッチの機能説明図である。本ロボットでは、ロボットを移動させる命令を直感的に分かりやすくなるように設計している。LED の左 4 つを分割しそれをさらに 2 つずつ左右のモータの動作に割り当てている。図に示す上位 4bit の点灯パターン(0101)は、ロボットが前方に進む命令を表している。これを左の 2 つの LED の点灯を逆にして(1001)とすると、左のモータが後方に回転するため、ロボットは左に回転する。

8 つの LED の内右 4 つをロボットの前後進/回転/停止に応じて距離/角度/時間に割り当てている。各 LED に重みを付け、図の前進命令(0101 1010)では、 $8+2=10\text{cm}$ 移動することに対応している。このように本ロボットでは、移動命令を組み合わせたプログラムを作成することでプログラミングや制御の仕組みのイメージを容易に持つことができる。

3. 授業への適用

3.1 高等教育機関における利用

2015 年から室蘭工業大学において、情報電子工学系の 1 年生 190 人を対象に所属学科の理解を深めることやメカトロニクスを理解することを目的にした「フレッシュマン

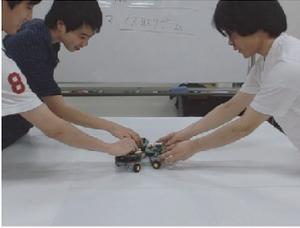


図2 ロボットを用いた協調学習

PBL セミナー」で本ロボットを利用している。1 単位 15 回の授業のうち 3 回で、本ロボットを実習に用いている。また、2016 年からは、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」における 15 回の授業のうち 7 回で、本ロボットを実習に用いている。2017 年北海道大学においては、全学共通科目「情報学Ⅱ」2 単位 15 回の授業のうち 2 回（4 講義時間）で、およそ 100 名の学生が「アルゴリズムとプログラミングの基礎知識」に関してロボットを用い学習した。

3.2 室蘭工業大学

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。作成した作品の発表の様子を図 2 に示す。

本授業の最後に提出する報告書に書かれた感想では、ロボットの動作の調整が大変であったが、完成したことによる達成感が大きかったことが報告されていた。

3.3 北海道大学

北海道大学では、2017 年度後期開講の一般情報教育（2 単位、選択）の授業で、本ロボットを利用したプログラミング導入教育を 2 週連続（1 週 90 分）で行った。2 クラスを各 2 グループに分けて授業実践した。グループ 1,2 は文系のみ、グループ 3,4 は主として理系学生である。

初回は、ロボットの操作に慣れるとともに、指定された長方形を描くこと、2 回目は繰り返しの表現方法を学び、円弧と指定された図形もしくは文字の組み合わせを描くことを課題として課した。図 3 に授業の様子と課題の一つを示す。

初回では、ロボットを制御するプログラムが図 1 で示した LED の ON/OFF（1/0）の並びに対応していることを理解させ、それを命令として、2 進法および 16 進法の数で表記することを課題として課した。2 進法での表現は、ロボットに入力した LED 点灯の指示データを 1/0 にマッピングするだけであり理解がしやすいようである。一方で、学生は 16 進法には不慣れである。各グループで、4-7 名（平均 2 割強）の学生の提出用紙に、（殆どはプログラムの一部であるが、）2 進法から 16 進法への変換に何らかの誤りがあった。さらに、プログラムの終了命令が無い、も



図3 授業の様子と課題の例

しくは誤っているプログラムも平均 2 割弱あった。これらは各グループでほぼ一様に誤っており、文系・理系を問わない誤りのように思われる。なお、この終了命令の誤りは、ロボットの操作に慣れてきた 2 週目の提出では、1 割弱に減った。

3.4 北海道大学でのアンケート結果

第 1 グループを除き、第 2 グループから第 4 グループまで、2 週目の授業終了後に、アンケート調査を行った。項目は、1. 普段のコンピュータの利用目的、2. プログラミング経験、3. プログラム作成、ロボットへの入力、修正、実行の簡便さについて、4. プログラムの面白さ、興味、関心等、5. ロボットに関する自由記述、に分類される。本稿では、特にプログラム作成から実行までの簡便さ、興味関心、ならびに自由記述を確認する。回答数は設問によるが全体で概ね 58 名である。また、プログラミング経験者はうち 9 名である。

項目 3 のうちロボットへのプログラム入力・修正・実行に関わる内容は肯定的回答と否定的回答はほぼ拮抗していた。一方で、ロボットへの命令そのものは 6 割が理解しやすいと思ったにも関わらず、プログラムの作成が簡単であるとの質問に対する肯定的回答は 4 割強であった。つまり、プログラムを作成したもの、思う通りに動作しない状況の利用者が 2 割程度いたことが想定される。

一方、本ロボットに対する面白さは 8 割強が肯定的に回答しており、プログラミングに対する興味も 7 割の学生が増したと肯定的に回答している。プログラミング経験者が 15%程度である現状では、それらを差し引いても半数以上の学生の動機づけ向上に成功している。このことから、大学一般教育としてのプログラミングの導入教育として、本ロボットは適切な教材であると評価できると考えている。

4. おわりに

本研究では、この教材ロボットを高等教育機関におけるプログラミングの導入教育として利用できることを示した。そこではプログラミング経験のない初心者の学生でも容易に利用できていることから、本ロボットは初心者のプログラミング教材に最適であると考えている。

謝辞

本研究の一部は、科学研究費基盤研究(C)(一般)(16K01150)を受け推進している。

参考文献

- (1) 野口孝文, 梶原秀一, 千田和範, 稲守栄, "計測制御教育のための教材ロボットの開発", 教育システム情報学会研究報告, Vol.27, No.6, pp.217-220, 2013.
- (2) 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, December 2017
- (3) 野口孝文, 梶原秀一, 千田和範, 稲守栄, "プログラミング学習のための仮想コンピュータ制御ロボット", 教育システム情報学会全国大会, pp.47-48, 2015.9.

認知科学を取り入れたプログラミング多重ループ理解の効果的な教育について

Effective learning method of programming multiple nested loop understanding incorporating cognitive science

時田 真美乃^{*1}, 長谷川 理^{*2}, 不破 泰^{*1}
Mamino TOKITA^{*1}, Osamu HASEGAWA^{*2}, Yasushi FUWA^{*1}

^{*1} 信州大学, ^{*2} 武蔵野大学
^{*1} Shinshu University, Musashino University

Email: m_tokita@shinshu-u.ac.jp

あらまし：本研究は、プログラミング学習時における最も基本的な制御構造の IF 文・FOR 文の多重ループの学習で、「入れ子構造」の学習が困難な要因に人間の認識の限界が関係することを取り入れて、認知的科学的な工夫を取り入れた教育法を提案するものである。まず、学習機材として IchigoJam を使用し、制御構造の動作やそのタイミングの理解について音を利用する教材を開発した。その上でこの教材の学習後に、理解が促進されたかについて調査した。その結果、音によるタイミングの理解を強化する教材を実施後に、FOR 文の 2 重・3 重の理解が促進されることが示された。

キーワード：プログラミング教育, 初年次教育, 入れ子構造, 多重ループ, 認知科学, 人間の情報処理

1. はじめに

プログラミング学習を初等教育から実施することの重要性が高まっている。それに伴い、大学初年次教育においてもプログラミング教育を含めて教育することが推奨されている。本研究は、大学初年次教育における情報の基礎的な知識の修得におけるプログラミングの制御構造の理解において、効果的な教育カリキュラムの構築を目的とし、その方法について論じるものである。

情報の基礎的教育に、認知科学の知見を取り入れることについて、例えば高校における「情報」教育では人間がどのように情報処理しているか、という視点の重要性について言及しているものがある⁽¹⁾。

再帰的な「入れ子構造」を持つ数学的な課題とその他の課題についての関連性についての先行研究はあり⁽²⁾、また第一著者の過去の研究では、学習者は高次の入れ子構造になるとその理解度を検証する課題において正答率が下がることが論理-数学的課題においても見られていた⁽³⁾。

本研究では、特にプログラミング学習時における最も基本的な制御構造の IF 文 FOR 文の多重ループの学習で“入れ子構造”の学習が困難となる要因に、人の認識の限界が関係することを取り入れ、認知的負荷が軽減するような認知的科学的な工夫を検証するものである。

2. 提案する教育カリキュラム

本研究では、プログラミング学習うちの多重ループ学習、すなわち制御構造について、特に繰り返し構

造の FOR 文の 2,3 重構造について音を用いて情報の固まりを聴覚的に際立たせて提示することで、記憶の負荷が減少し理解が促進されるようになることを目標とした。

評価は、音による体験学習を実施後のテストの正答率によって行う。

実験環境については、大学初年次の情報学入門の授業を使用することとした。この授業で著者らは、IchigoJam の機材を 1 人 1 台使用し、情報学全般の知識の体験的学習の実践にも 2014 年度から取り組んできている⁽⁴⁾。

その一貫の中で、プログラミングの学習の際に本研究内容の演習も実施することとした。演習に用いる実験機器は 1 人 1 台 IchigoJam を使用することで実施した。IchigoJam は、BASIC 言語が動作するボードコンピュータであり、圧電サウダを使用し、音を出力するコマンドを入力すると、音による学習が可能になる。PLAY コマンド、BEEP コマンドを制御構造の含まれるプログラムに挿入し、体験学習を実施する。

FOR 文の制御構造の理解の例として、各ループの繰り返しが固定の場合と可変の場合とも比較することとした。提案する教育プログラムは、本研究の目的である「音によるタイミングの教示により認知的負荷が軽減されることで、理解が促進される」が検証されることを目指し、図 1 のような手順で、授業カリキュラムを実施した。

1. 繰り返し構造 FOR 文の 1 重の解説を行い、IchigoJam でプログラムを組む練習をする。
2. [テスト(1)]
FOR 文 1 重・3 重の理解度を確認するテストを行う
3. 繰り返し構造 FOR 文 1-3 重の通常の解説を行い、IchigoJam でプログラムを組む練習をする。
4. [テスト(2)]
FOR 文 1 重・3 重の理解度を確認するテストを行う。
5. <音によるタイミング教示>
IchigoJam の PLAY コマンドを使用し FOR 文の 1-3 重の構造を理解する体験学習を行う。
6. [テスト(3)]
FOR 文 1 重・3 重の理解度を確認するテストを行う。
7. [テスト(4)]
「5」の教示の 3 ヶ月後の授業の最終回にて再度理解度を確認するテストを行う。

図 1 IchigoJam を使用した音によるタイミング教示の実践手順

また、実際に使用したプログラムのうち、2 重構造の例は図 2 のようになる。外側のループが実行される時に「ド」の音となり、内側のループが実行される時に「ソ」の音なるように PLAY コマンドを組み込む教材を作成した。

```

10 for j=1 to 9 : PLAY"C" : wait 30
20   for i=1 to 9
30     print i*j, " "; PLAY"G"
40     wait30
50   next
60   print
70 next
80 wait 30
90 end

```

図 2 IchigoJam による Basic プログラム (FOR 文 2 重構造の教材の場合)

3. 実践

実践は、初年次の後期の情報学入門のプログラミングを学習する授業で行なった。受講者数は 85 名であり、テストは e-Leaning の教材を用い WEB 上で実施した。

4. 結果と考察

結果については、まず繰り返し構造の学習において最初に FOR 文の 1 重構造のみ学習をした場合は、表 1 の通りとなる。

表 1 [テスト(1)]における FOR 文の正答率(%)

	テスト(1)(定数)
FOR文一重	93.6
FOR文二重	10.6
FOR文三重	10.6

FOR 文 1 重に関しては、音によるタイミングの提示を行わなくても正答率が高いともいえる。一方で、一重に関して理解をしていますが、二重、三重について応用して思考することはとても難解であることがみて取れる。

表 2 [テスト(2)・(3)]の音によるタイミング教示の実施前後の正答率(変数)の比較(%)

	テスト(2)(変数)	テスト(3)(変数)
FOR文一重	96.1	97.4
FOR文二重	36.0	51.3
FOR文三重	15.8	32.0

次に表 2 に、音によるタイミング教示前後の正答率の比較を示す。FOR 文二重、三重については、音によるタイミング教示実施後に、正答率が 20%近くも上昇することが確認された。このテストで使用した WEB 課題は、授業では使用していないもので、また授業では定数しか取り扱っていない。

表 3 [テスト(4)]における正答率(定数・変数)の比較(%)

	テスト(4)(定数)	テスト(4)(変数)
FOR文一重	94.1	94.1
FOR文二重	86.0	55.3
FOR文三重	83.5	25.8

また、最終回における定数及び、変数の WEB によるテスト結果は表 3 の通りとなった。定数の課題については 3 重も含めて 9 割近い正答率にもなった。一方で、変数については、音によるタイミング教示の授業直後に行った正答率とほぼ変わらず知識が定着している様子が見られた。

これらの結果から、提案した教育プログラムは、体験的理解を促すものとして、一定の効果が示唆されたと考えられる。今後、変数による理解、特に 3 次の構造についての理解に、音以外のものを取り入れ、認知的負荷を軽減することにより理解が促進するような教材を検討していく予定である。

参考文献

- (1) 神谷良夫: 教師のための認知科学-新教科「情報」と「総合的な学習」を支えるもの; コンピュータ & エデュケーション, Vol.8, pp68-73(2000).
- (2) 林創: 再帰呼び出しを含む手続き処理の難しさ; 認知科学, 6(4), pp389-405(1999).
- (3) 時田真美乃, 平石界, “心の状態及び数学的課題における再帰的推論の処理時間の関連性, 人間行動進化学会プログラム, p29(2017).
- (4) 時田真美乃, 長谷川理, 不破泰: “はんだづけから始める大学生への情報の基礎的知識の教育効果~プログラミングの基礎的理解を含めた体験的学習~, Vol.31(No.7) : pp25-30(2017).

ビジュアルプログラミングと論理力の養成を併用した授業実践報告

Practical of Education Using Visual Programming and Training of Logic Skills

山本 樹^{*1}, 國宗 永佳^{*2}, 林 雄介^{*3}, 平嶋 宗^{*3}, 北村 拓也^{*3}
 Tatsuki YAMAMOTO¹, Hisayoshi KUNIMUNE²,
 Yusuke HAYASHI³, Tsukasa HIRASHIMA^{*3}, Takura KITAMURA^{*3}

^{*1} 創価大学

^{*1} Soka University

^{*2} 千葉工業大学

^{*2} Chiba Institute of Technology

^{*3} 広島大学大学院

^{*3} Graduate Schools, University of Hiroshima

Email: tatsuki@soka.ac.jp

あらまし : 筆者らは, これまでにプログラミング的思考力を育成することを目的に, 初学者を対象としたプログラミング教育の中で, ビジュアルプログラミング環境を用いた授業を実施してきた. この中で, プログラミング的思考力について一定の評価を得た. しかし, 関すると算数の作問学習ツールを併用した教育を実践してきた. 作問学習ツールでは, 算数の概念を「作問」という方法で, 思考する力を養成した. 結果, 一定の学習効果が見られた. 本年度はより思考力を養成することを目的に, 論理の三角形を利用した論理力養成ツールを利用した授業を実践した. 本稿ではこの授業について報告する.

キーワード : プログラミング的思考力, プログラミング教育, 作文学習支援, 論理トレーニング

1. はじめに

2020年度から小学校で実施されるプログラミング教育の目的の一つとして, 「プログラミング的思考力の育成」が挙げられている⁽¹⁾. これは「自分が意図する一連の活動を実現するために, どのような動きの組合せが必要であり, 一つ一つの動きに対応した記号を, どのように組み合わせたらいいのか,

(中略)といったことを論理的に考えていく力」とある. これは「プログラム」というツールを用いては論理的思考力を育成するものと捉えることができる. このことから, プログラミングに限らずすべての教科でプログラミング的思考は必要なものである.

筆者は長い間, プログラミング的思考力を育成するための授業を試みてきた. しかし, 近年になり顕著にプログラミング的思考力の養成が困難になっていた. そこで, プログラミング的思考を身につけさせるため, 2014年度からビジュアルプログラミング環境「AT」(以下「AT」とする)を用いた授業を実施している^(2,3). この中で, 一定の学習効果が得られたものの, プログラムに限定的であったことは否定できない. これは, ATを利用したとはいえ, プログラム言語特有の文法や動作概念を理解しなければならず, プログラミング的思考を養成することに困難を感じていた. そこで, 2016年度より, 学習者にとって把握可能な課題であり, かつ, プログラミング的思考を要求し, さらに, 学習者にある程度負荷のかかる難易度の課題として, 算数文章題の作問学習ツールである「モンサクン」を採用した⁽⁴⁾. その後, 本年度はプログラミング力にも必要であり, プログラミング的思考力に必須の「論理的思考力」

を育成することを目的に, 論理力育成のトレーニングツールを利用した授業を実践した.

本稿では, プログラミングの授業内でこのツールを用いた実践内容を報告する.

2. 論理トレーニングツールの概要

本稿で用いた論理トレーニングツールは, 論理の構造を情報の構造として表現するモデルの一つとして知られている Toulmin モデル⁽⁵⁾, その中でもしばしば簡略化版として用いられる「根拠」「理由づけ」「主張」の3つの要素で構成されるモデル(この3要素に簡略化された Toulmin「三角ロジックモデル」とする)を用いて, この三角ロジックモデルで表現された論理構造を学習者が操作的に組み立てることができる演習環境を設計・開発されている⁽⁶⁾. この環境は, キットビルド方式⁽⁷⁾を採用することで, 学習者が作成した論理構造の診断と診断に基づくフィードバックが行えるようになっている.

3. 実施概要

3.1 実施目的

論理トレーニングを授業で採用した目的は, 学習者自身が解決すべき課題を提示し, 解決していく授業形態をとったことによる. これにより, 学習者は「課題の提示」-「提示した課題を解決するための道筋(設計)」-「実現」の3つの段階を設定する必要がある. これまでに学習者は「課題の提示」および「設計」段階の経験がない. また, 「実現」するためにも, 論理的思考力が求められる. そこで, 事前

に論理力のトレーニングを実施する必要があると考えた。また、論理力のトレーニングを実施することで、プログラミング的思考力の育成にもつながると考えたためである。

3.2 対象授業

本稿で対象とする授業は、2018年度前期にA大学で開講されている「プログラミング初級演習2（以下「初級演習2」とする）」である。この授業の履修者は、1年生後期に「プログラミング初級演習1（以下「初級演習1」とする）」プログラミング教育（ATでのプログラミング的思考の教育とC言語によるプログラミング言語の教育）を受けているものの、プログラミング言語の文法やデータ構造・制御構造についての理解が不十分であり、アルゴリズムを組み立てることが不十分な学生が多くを占める。履修者数は76名おり、再履修者が47名、2年次は29名である。

3.3 実施内容

学習者の多くがプログラミング言語の理解が不十分であり、プログラムを組み立てること（アルゴリズム力）が不十分なことから、授業の前半ではATを用いてプログラムの基本的な構造を学習した。この段階（第4,5,6回授業）で、論理トレーニングツールを利用した。論理トレーニングツールを大学生である学習者が実施する際に、トレーニング内容が「国語力」にも重なる部分があるため、「プログラミングには論理力が必要である」旨を説明し、プログラミングの課題に入る前の「頭の準備運動」という位置づけで実施した。

授業後半は、PBL（Project Based Learning）とし、Wi-Fiを用いて外部ハードウェアを制御することを、ATを用いて実践している。外部ハードウェアを制御する対象は、3色6つLEDである。これら6つのLEDをどのように点灯させるか（点灯順やLEDの明るさの制御など）をグループごとに考え「設計」する。その後、ATで設計したLEDの点灯方法を実現する。後半の授業に入る段階で、もう一度論理トレーニングツールを利用（第9回授業）し、さらに利用したツールがこの課題と関係が強いことを説明する。

4. 評価予定の内容

現時点で授業実施中であるため、今後、評価予定を記す。まず、論理トレーニングツール自体の有効性の評価を実施する。すでに、プレテストは実施しており、今後ポストテスト実施することから、論理トレーニングツール自体の評価は可能である。合わせて論理トレーニングツールが、プログラミングに及ぼす影響について、授業で実施しているプログラミング力に関する試験とツールの実施状況とを合わせた分析を行う。

5. 今後の展望

本稿で対象とした授業の学習者の中には、初級演習1で「モンサくん」を利用した学生が31名、利用していない学生が35名いることから、算数の作文学習が論理力に及ぼす影響を再検証することが可能である。さらに、「モンサくん」「論理トレーニングツール」「AT」3つのツールが、互いに影響を与え、それが学習効果として現れることを評価するための分析方法について検討していきたい。

謝辞

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

参考文献

- (1) 文部科学省, 小学校段階におけるプログラミング教育の在り方について, 平成28年6月16日
http://www.mext.go.jp/b_menu/shingi/chousa/shotou/122/attach/1372525.htm, (2018年5月30日アクセス)
- (2) 小林慶, 國宗永佳, 香山瑞恵, 新村正明: “アルゴリズム的思考法教育を支援するビジュアルプログラミング環境の開発”, 教育システム情報学会研究報告, Vol.27, No.4, pp.3-8 (2012)
- (3) Nao Kono, Hisayoshi Kunimune, Tatsuki Yamamoto, Masaaki Niimura: "Development and Evaluation of Functions for Elementary/Secondary Programming Education The Visual Programming Environment "AT"", International Journal of e-Education, e-Business, e-Management and e-Learning, vol.7, no.1, pp.13-23, (2017)
- (4) 山本樹, 林雄介, 平嶋宗: “算数文章題の作問学習ツールを用いたプログラミング的思考活動のための教育についての検討”, 日本教育工学会第33回全国大会論文集 (2017)
- (5) Toulmin, S.E: The uses of argument, Updated Edition, Cambridge: Cambridge University Press (First published: 1958) (2003).
- (6) 北村拓也, 長谷浩成, 前田一誠, 林雄介, 平嶋宗: “情報構造オープンアプローチに基づく三角ロジックモデルの操作としての論理演習の設計開発”, 1F3-2, 第31回人工知能学会全国大会 (2017)
- (7) Hirashima, T., Yamasaki, K., Fukuda, H., Funaoi, H.: Framework of Kit-Build Concept Map for Automatic Diagnosis and Its Preliminary Use, Research and Practice in Technology Enhanced Learning, pp.10-17 (2015).
- (8) 上島駿, 國宗永佳, 新村正明: “ビジュアルプログラミング環境 AT による Wi-Fi を用いた外部ハードウェア制御機能の開発”, 教育システム情報学会第42回全国大会 (2017)

プログラミング的思考を評価するルーブリックの作成とその試用

Development and Trial Use of Rubrics for Evaluating Programming Thinking

西野 和典*¹, 田中 太志朗*², 近藤 秀樹*¹,
Kazunori NISHINO*¹, Taishiro TANAKA*², Hideki KONDO*¹,
山口 真之介*¹, 大西 淑雅*¹
Shinnosuke YAMAGUCHI*¹, Yoshimasa OHNISHI*¹

*¹九州工業大学

*¹Kyushu Institute of Technology

*²株式会社アラタナ

*²aratana inc.

Email: nishino@lai.kyutech.ac.jp

あらまし: プログラミング的思考を評価するための記述式のルーブリックを作成した。作成したルーブリックは、高等学校共通教科情報科で、「Scratch」でゲームを制作する授業の学習評価として試用した。その結果、制作の結果であるゲーム作品だけでは読み取ることが難しい生徒の思考活動の状況をルーブリックの記述内容から得ることができるなど、プログラミング的思考の評価手法として、ある程度有用であることがわかった。

キーワード: プログラミング的思考, ルーブリック, Scratch, ゲーム制作, 高等学校情報科

1. はじめに

人工知能やIoTによって、世界は第4次産業革命に突入しつつある。その大きな変革のうねりの中で、世界的に教育の内容やあり方が議論されている。議論の中では、21世紀を生きる基盤能力として、情報や情報技術を活用した問題解決力を育成する教育が初等中等教育で重視されるようになり、コンピュータシミュレーションを獲得する教育として、プログラミング教育が世界各国で展開されている。

日本では、2013年6月の「世界最先端IT国家創造宣言」の中で、初等・中等教育段階からのプログラミング等のIT教育の推進が謳われ、将来どのような職業に就くとしても、時代を超えて普遍的に求められる「プログラミング的思考」などを育むプログラミング教育を小・中・高等学校を通じて充実させることが求められている⁽¹⁾。

本発表では、プログラミング的思考を評価するための記述式のルーブリックを作成し、高等学校共通教科情報科で、Scratchでゲームを制作する授業の学習評価として試用した教育実践について報告する。

2. プログラミング的思考の評価方法

2.1 プログラミング的思考

文部科学省は、プログラミング的思考を「自分が意図する一連の活動を実現するために、どのような動きの組合せが必要であり、一つ一つの動きに対応した記号を、どのように組み合わせたらいいのか、記号の組合せをどのように改善していけば、より意図した活動に近づくのか、といったことを論理的に考えていく力」と定義している⁽¹⁾。このプログラミング的思考の定義やその特徴、さらにプログラムを初めて学ぶ学習者を対象に短期間でプログラミング教

育を実施する必要性を踏まえ、本研究の実践では、ブロック型のプログラミング言語である「Scratch」を用いて作品制作を伴う授業を実践する。

2.2 プログラミング的思考の評価方法

プログラミング的思考に関する評価基準や評価方法については、議論や研究が進められている。その研究の一つとして、小泉らによる評価基準の開発がある⁽²⁾。小泉らは、学力の3観点のうち、思考力・判断力・表現力の育成の観点からプログラミング的思考の構成要素を「①動きに分ける(分割)」「②記号にする(抽象化)」「③一連の活動にする(一般化)」「④組み合わせる(アルゴリズム)」「⑤振り返る」「⑥論理的に考えを進める」の6つに整理している。

今回の実践では、「Scratch」を用いた作品制作を行うが、「問題解決の過程で発揮される一連の思考活動である」というプログラミング的思考の特徴と、プログラミングによる作品制作という学習課題を考えると、制作後の作品評価や期末テストのような総括的な評価より、学習者による毎時の振り返りと学習改善を促すような形成的な評価が望ましいと考える。また、総括的な評価では、作品制作の過程における学習者の思考活動を読み取ることも難しい。そこで、ルーブリックの評価基準の各段階の記述に対して、その段階に到達した時点でその根拠を各自が記述する評価方法（以下、記述式ルーブリックと記す）に取り組みさせる。

2.3 記述式ルーブリックによる評価

小泉らによる評価基準⁽²⁾を基に、今回実施する授業に合わせて記述式のルーブリックを作成した。作成したルーブリックの項目の一部を表1に示す。

表 1：評価基準と記述式のルーブリック（一部）

		段階1	段階2	段階3
① 動きに 分ける	小泉らによる評価基準	既に経験済みの日常生活や教科で既習の内容について、与えられた手順を見て、既知の事象が分解できていることに気付くこと。	日常生活で経験したことや教科で学習した内容は、いくつかのまとまりに分解できていることに気づき、自分なりの判断で分解し、分解した内容を書き出したり、他者に伝えたりすること。	事象の階層構造に気づき、階層に分解した事象を書き出したり、他者に伝えたりすること。
	作成したルーブリックの基準	「野球ゲーム」や制作した作品の全体像は、いくつかの動き・機能に分割できると気づくことができる	授業後半の作品制作において、自分の作りたい作品の全体像を、いくつかの動き・機能に分割することができる	授業後半の作品制作において、いくつかの動き・機能に分割したものを、意図する全体像を作る上で適切な順序に並べることができる

3. 実践

佐賀県の A 高校からの依頼を受け、同高校の情報科教員とアシスタント教員、さらに著者の研究室の学生と ICT 支援を行う企業のサポートを受けながら、共通教科情報科の教育内容として次のようなプログラミング学習を実施した。

(1) 対象者

第 2 学年 3 クラス (38 人, 38 人, 42 人)

(2) 目標

プログラミングの基礎を学習し、グループによる作品制作を行うなかで、問題解決のためのプログラミング的思考を育成する。

(3) 授業展開

1～6 時：野球ゲームの制作を通じた「Scratch」の基礎学習

7～8 時：グループ (1 グループ 3・4 人で構成) ごとに制作するゲームを構想・設計

9～12 時：プログラミングによるゲーム制作

(4) 学習評価

2.3 で述べた記述式ルーブリックを試用してプログラミング的思考を評価する。

4. ルーブリックの試用と考察

記述式ルーブリックによる評価結果を表 3 に示す。表 3 の「①動きに分ける」の結果より、評価対象(101 人)のうち 41%の生徒がレベル 3 まで達成することができたことがわかる。適切な記述が見られた生徒の記述例を表 4 に示す。

一方で、全体を通して記述が少ない生徒が多く見られた。評価シートに取り組む時間が十分に確保できなかったことや、評価シートへの取り組みが授業の一部として定着しなかったことが原因であると考えられる。

表 3：記述式ルーブリックによる評価結果

		段階		
		1	2	3
達成者数	① 動きに分ける	69	48	41
	② 記号にする	66	18	5
	③ 一連の活動にする	18	14	0
	④ 組み合わせる	79	13	2
	⑤ 振り返る	16	9	1
	⑥ 論理的に考えを進める	23	6	0

表 4：記述式ルーブリックの生徒の記述例

① 動きに分ける	1. タコが動く 2. プレイヤーが左右に動く ボールが下→上に動く 3. タコがプレイヤーにあたったか判定する タコがボールにあたったか判定する 4. スコアをふやしていく タコが小さくなる
④ 振り返る	ボールがタコか画面の上端にあたったら、初期位置に戻ってくるようにしたかったけれど、あたったところで止まってしまっていたので、ボールの初期位置をプログラムに入れていなかったのが原因であると考えて、「x 座標を 1, y 座標を-167 にする」を追加した。

表 4 の「①動きに分ける」に関する記述を見ると、自分が制作するゲームにどのような動きや機能が必要かを考え、それをゲームの流れに沿って並べることができている。次に表 4 の「④振り返る」に関する記述を見ると、意図した動きができなかった場合に、何が原因であるか、どうすれば改善できるかを考えることができている。

これらの記述は、制作した作品からでは読み取ることが難しい生徒の思考活動である。記述式ルーブリックの場合、自分の思考活動を書き出すため、プログラミング的思考の構成要素に該当する思考活動ができているかを判別することができる。

5. おわりに

本研究では、プログラミング的思考を評価するための記述式ルーブリックを作成し、実践・考察を行った。実践では、制作された作品からは読み取ることが難しい生徒の思考活動を示した記述が見られた。

謝辞

本研究は、JSPS 研究費 (課題番号「16K01116」, 研究代表者：西野和典) の助成を受けている。

参考文献

- (1) 文部科学省：“小学校段階におけるプログラミング教育の在り方について (議論の取りまとめ)” (2016)
- (2) 小泉力一他：“小学校段階におけるプログラミングで育成する資質・能力の評価基準開発”，教育システム情報学会，第 42 回全国大会，講演論文集，pp.435-436 (2017)

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 —

Development of Education Program Using PBL to Bring Up IoT Engineer -2nd Report, Transmission of Sensor Data to Server and Storage of them -

高 義礼*, 堀内 雄貴*, 土江田 織枝*, 赤堀 匡俊*, 高坂 宜宏, 稲守 栄*, 千田 和範*
Yoshinori TAKA*, Yūki HORIUCHI*, Oriie DOEDA*, Masatoshi AKAHORI*, Yoshihiro TAKASAKA*,
Sakae INAMORI*, Kazunori CHIDA*
* 釧路工業高等専門学校

*1 National Institute of Technology, Kushiro College

Email: taka@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）が実施される。同演習において筆者らが提案する演習テーマは，今後益々重要となる IoT を支える技術者育成を目的とし，複数分野の教員で授業チームが構成されることを利用して，IoT 技術における基礎事項を分野横断的に網羅した PBL 課題を提供できることが特徴である。本課題はセンサ等の大量の情報（ビッグデータ）を効果的に活用するスキルを身に付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た。本稿では，各種センサモジュールのうち，カメラから得られた画像データの収集と蓄積方法について仮設サーバーを構築し検証を行ったので報告する。

キーワード：IoT, 技術者育成, ビッグデータ, PBL, 競争原理, 協調学習, ジェネリックスキル, 教材

1. はじめに

第 1 報^[1]で詳しく述べたが，釧路工業高等専門学校では，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^[2]と呼ぶ）を 4 年次通年の必修科目として週 4 時間で実施する。本授業では，複数分野の教員が一つの授業グループを構成し，特色ある演習テーマで授業を行う。筆者らのグループで提供するテーマは，IoT 技術者育成を目的としたもので，「IoT 創発型セルフドライビングローバープロジェクト」（以降，本プログラムと呼ぶ）というテーマ名である。これまで筆者らは，本プログラムの教材や計画中のカリキュラムに沿って準備を進めていた。そのような中，本校の「第 4 次産業革命を推進する IoT 活用技術者の育成教育プログラム（以降，育成プログラムと呼ぶ）」が，平成 29 年度「“KOSEN（高専）4.0” イニシアティブ」に採択されことを受けて，本プログラムをより充実したものとするために，育成プログラムの内容との連続性を考慮した授業内容となるように現在見直しをおこなっている。具体的には，本プログラムで使用する予定のマイコンボードは Intel 社の Edison (Arduino 搭載) としていたが，育成プログラムにおいて平成 30 年度から 1 年次と 4 年次の全員が Raspberry Pi を授業で使うことが決まったため，本プログラムにおいても Raspberry Pi (+ Arduino) に変更することにした。特に 4 年次で予定されている教育プログラムの授業では，Raspberry Pi からサー

バーへのデータの送信等を扱う内容となっており，なおかつ複合融合演習の序盤で行われるため，本プログラムではそこで得た知識を直ちにかつ存分に活用することができる。

上記の Raspberry Pi とサーバー間のデータ送受信については，H29 年度の卒業研究課題として仮設サーバーを構築させて実際に試行した。その結果，本プログラムの授業におけるレベル設定や問題点が明らかとなったので本稿にて報告する。

2. 教育プログラムの概要

筆者らの教育プログラムの教材としてローバー（自動車）の作成を取り入れる。本プログラムでは意欲的に演習課題に取り組む動機付けができるように，コンテスト（レース）を取り入れたカリキュラムとする。演習は 3～4 名程度のグループを構成し，そのメンバーが協力してコンテストに向けたローバーの制作を行う。ローバーに各種センサやウェブカメラを搭載することで，それらから得られるセンサ情報や周囲の環境情報を活用して，車を遠隔で制御し競技コースを早く正確に走行できるようにする。なお本プログラムでは演習内容を基礎，応用，発展の 3 つのレベルに分けて段階的に知識レベルが向上するように設定している。応用レベルまではモータ制御，センサ信号取得，プログラミングの基礎を，発展レベルで時間をかけて IoT 技術としての通信，ネットワーク等の要素を学習する。

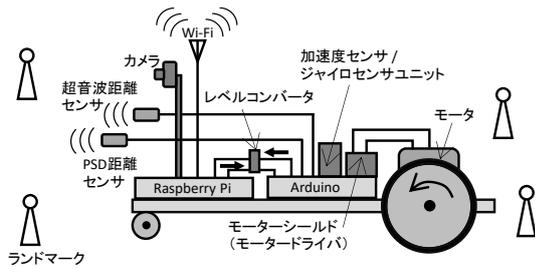


図1 改良型ローバーのイメージ

3. ローバーの構成

改良型のローバーのイメージを図1に示す。ローバーには、距離センサ（超音波、PSD）、加速度センサ、ジャイロセンサ、ウェブカメラを搭載する。カメラ以外のセンサデータの取り込みとモータ制御用のマイコンとしてArduino UNO(以降、単にArduinoと呼ぶ)を用い、カメラ画像の取得と、これを含めた各種センサデータのサーバーへの送信用マイコンとしてRaspberry Pi Zero W(以降、単にRaspberry Piと呼ぶ)を用いる。なおその際、図1にあるように、両者の信号電圧レベルの相違から、レベルコンバータを介した通信となる。このように切り分けた理由は、ローバーの制御部分とデータの送受信を全てRaspberry Piで行うと、若干プログラムがわかりにくくなり、プログラミング初心者にはやや困難と思われるからである。ただし、画像データの通信速度の問題からウェブカメラは、Raspberry Piに接続することとした。

4. センサデータのサーバーへの蓄積

はじめに、本プログラムで構築を目指すシステムを図2に示す。各チームのローバーからセンサデータおよび画像データがWi-Fi経路でサーバーに送信される。サーバーに蓄積されたデータは各チームのPCに取り出すことができる。また、PCからローバーへ制御信号を送信する。H29年度はRaspberry Piからサーバーへの画像データ送信（図3参照）部分について卒業研究テーマとして試みた。このことについて以下に述べる。

サーバーにはWindows OSのマシンにApache HTTP Serverをインストールしたものを使用する。サーバーとRaspberry Piとの通信は、Raspberry Piに搭載されているWi-Fiモジュールを介してHTTPプロトコルを使用して行う。Raspberry Piからのデータの送信はPOSTリクエストによって行う。サーバーへは複数のローバーからのデータが送信されるため、各ローバーのRaspberry Piに割り振られたMacアドレスを用いることでローバーの判別を行った。カメラ画像の取得はRaspberry PiにインストールされたOpenCVモジュールのVideo Captureクラスを利用した。サーバーへの送信は各ローバーのMACアドレスを取得し、MACアドレスと画像を

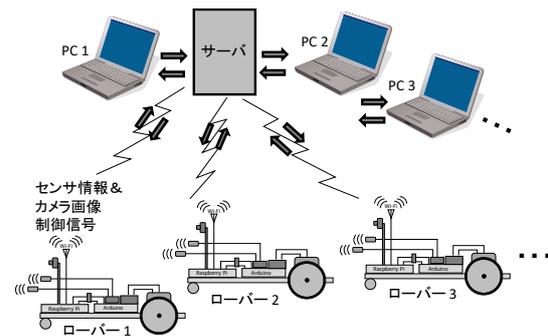


図2 システム構成図

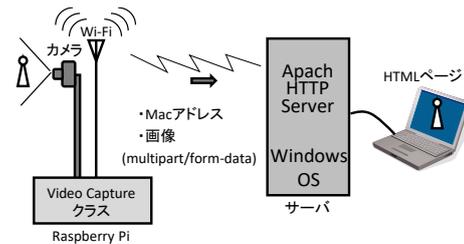


図3 カメラ画像のサーバーへの送信

multipart/form-data形式としておこなった。当形式は複数種類のデータを一度に扱える形式であり、主にHTMLフォームで使われ、データ長やデータ形式などの情報も同時に埋め込まれて送信される。サーバーでは、Raspberry Piから画像データと共に同時に送信されたIDを名前としたフォルダを作り、そこに画像データを保存する。画像データのファイル名は受信した日時を元に付ける。また、サーバーに送信されたデータに応じてPHPスクリプトでHTMLページを動的に生成することで、サーバーに送信されたデータをブラウザから閲覧することが可能である。以上の取り組みから、ローバーとサーバーとのデータ送受信の部分については、通信プロトコルやデータ形式、プログラミングになじみが薄い学生にとってはハードルが高く、本来の教育プログラムの目的を見失う危険性が高いと判断した。そこで、プログラムは予めテンプレートのようなものを準備しておき、そこに必要な事柄を付け足す程度で目的のプログラミングが完成できるようにすることとした。

5. まとめ

画像データのサーバーへの送信について検討をおこなった。その結果、当該部分については、予めテンプレートのようなものを準備しておく必要があることがわかった。今後はセンサデータ送信、PCからのローバー制御信号の送信等を検討する必要がある。

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] 例えば, 四ツ柳隆夫他, 15 歳から学士水準までの高専学生に対する複合融合型創造性教育, 工学教育 (J. of JSEE), 54-2, pp. 62-68 (2006)

物理的インタフェースを用いた経路制御学習のための 「ルータ」教材開発に関する研究

The Study of Development of “Router” Equipment for Network Routing Control Using Physical Interfaces

吉原 和明^{*1}, 渡辺 健次^{*1}

Kazuaki YOSHIHARA^{*1}, Kenzi WATANABE^{*2}

^{*1} 広島大学教育学研究科

^{*1}Graduate School of Education, Hiroshima University

Email: d173863@hiroshima-u.ac.jp

あらまし：情報通信ネットワーク技術の学習の問題点として、適切な教材が無いことが挙げられる。加えて、情報通信が目につれないところで働いているため、動作を直接見ることができないことも学習を難しくしている。そこで我々は、物理的インタフェースを用いた情報通信 IP アドレス学習教材の開発を行っている。本研究では、Raspberry Pi を用いた経路制御を直感的な操作で行うことのできる「ルータ」を考案した。

キーワード：経路制御学習，ルータ，Raspberry Pi

1. はじめに

現行の学習指導要領では、中学校技術・家庭科（技術分野）および高等学校情報において、ネットワークの仕組みについて学ぶ内容が含まれている(1)(2)。ネットワークを学ぶには、実際にネットワークを構築することが、最も良い学習方法である。中学校や高等学校においてネットワーク構築の演習を行うことを考えると、実機のルータや Linux を設定するのは、中学生や高校生にとっては敷居が高いと考えられる。我々は、中学校や高等学校で利用できる、ネットワークを学ぶための良い教材が無いと考えた。

一方で、社会のインフラであるネットワークは、我々が通常目にしないところで働いているため、ネットワークに対する実感が乏しくなっており、ネットワークの仕組みを学ぶ際に具体的なネットワークがイメージできず、学習を難しくしていると考えた。そこで我々は、物理的可視化と物理的なインタフェースを用いた直接操作というコンセプトを提案し、ネットワークの動作を、フルカラーLED テープを用いて物理的可視化し、IP アドレスの設定を、ボタンとダイヤルを用いて物理的 direct 操作で実現した IP アドレス学習教材を既に開発した(3)(4)。

本論文では、既に開発した教材を基に、IP アドレスの設定やネットワークの動作の確認だけでなく、物理的可視化と物理的 direct 操作による経路制御の学習を行えるような「ルータ」教材を提案する。

2. IP アドレス学習教材

我々は、既にボタンとダイヤルを直接操作することで IP アドレスを設定し、ping によるネットワークの疎通を、フルカラーLED テープが IP アドレスによって異なる色の光の軌跡を表現することで物理的可視化し、ネットワーク上の通信を直感的に理解できる IP アドレス学習教材を開発した。開発には、シ

ングルボードコンピュータである Raspberry Pi を用い、教材はネットワークを構成する要素であるルータおよび端末である。開発した教材を図 1 に示す。

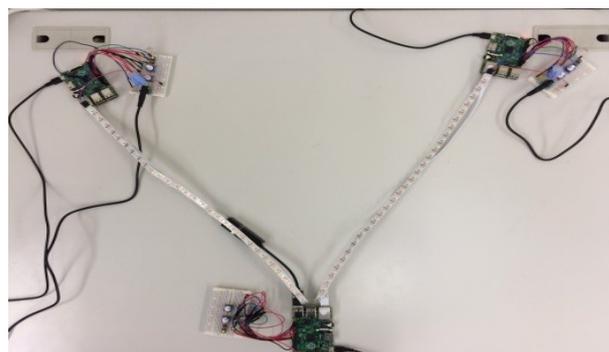


図 1：開発した教材

フルカラーLED テープは、フルカラーLED が図 2 のようにテープ状に連なったものである(5)。5V, GND, PWM 信号の入力端子といった 3 つの端子があり、5V と GND を電源に、PWM 信号の入力端子を RaspberryPi に接続することで使用できる。PWM 信号のみでフルカラーを制御でき、LED 一つ一つを個別に制御できる。

GRB の順に各色 8bit で 1 モジュール当たり 24bit のデータを決められたタイミングで信号を入力することでデータを送信する。連結して使用する場合、RaspberryPi から近い側のモジュールのデータから送信し、50 μ s 以上 LOW が続いた場合、全モジュールでデータが確定し LED への出力へ反映される。(4)

RaspberryPi で使用する場合、フルカラーLED テープを制御するためのライブラリ “rpi_ws281x” を利用することで簡単に制御することができる。

ping 送信時に、送信先から帰ってくるタイプ 0 の ICMP メッセージを解析し、LED テープが ping の送

信側から受信側に向かって光が流れるように正方向の光の軌跡を表現し、ping 受信時は、ping 受信時に受け取るタイプ 8 の ICMP メッセージを解析し、同様に ping の送信側から受信側に向かって光が流れるように逆方向の光の軌跡を表現するようにフルカラーLED テープを制御し実装した。

フルカラーLED テープとダイヤルとして使用した DIP ロータリースイッチをそれぞれ図 2, 3 に示す。



図 2：フルカラーLED テープ

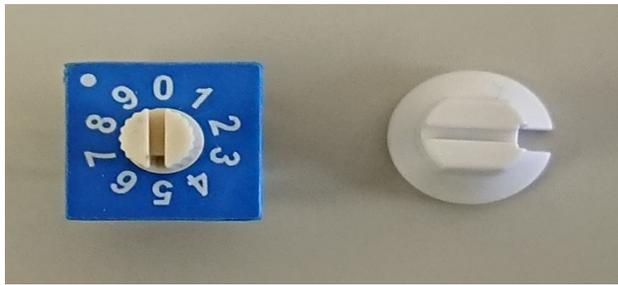


図 3：DIP ロータリースイッチ

3. 経路制御学習教材

新しく提案する経路制御学習教材では、既に開発した IP アドレス学習教材と同様に、ボタンやダイヤルによる物理的 direct 操作で IP アドレスの設定に加え、経路表の設定も行えるようにする。そして、フルカラーLED テープによるネットワークの動作は、ルータがパケットを中継する流れを、それぞれの LAN ケーブルに対応したフルカラーLED テープを制御することで、物理的可視化する。

3.1 ダイアルとボタンによる経路表の設定

経路表の設定は、IP アドレス学習教材同様にボタンとダイヤルを用いて行う。経路表の設定に必要な宛先ネットワークアドレスやゲートウェイアドレスは IP アドレスの設定と同様に、2 つの DIP ロータリースイッチで指定し、それぞれのアドレスに対応したボタンを押すことで設定を保存する。設定の保存が完了したら、それぞれのインターフェースに対応したボタンを押すことによって設定を送信し、経路表の設定を行う。これにより、ボタンとダイヤルを用いた物理的 direct 操作で、IP アドレスの設定と経路表の設定が一つのルータ教材で行えるようになる。

3.2 フルカラーLED テープによる物理的可視化

既に開発した IP アドレス学習教材では、traceroute コマンドの原理を利用し、ネットワークの経路を、LED を用いて物理的に可視化する traceroute 機能が実装されている。本研究では、より直感的に理解できるように、フルカラーLED テープを用いてネットワークの経路の物理的可視化を行う。フルカラー

LED テープはそれぞれの NIC から出ている LAN ケーブルに取り付け、パケットの流れがフルカラーLED テープで表現できるようにする。

Raspberry Pi はパケットキャプチャにより得られたパケット情報から宛先アドレスと、送信元アドレスを抜き出す。抜き出した情報と経路表を照らし合わせることで、パケットがどの NIC へ送られてきたパケットか、そして、どの NIC から送信すべきパケットかを判断する。送られてきた NIC に繋がったフルカラーLED テープを逆方向に流れるように制御し、送信すべき NIC に繋がったフルカラーLED テープを正方向に流れるよう制御する。それにより、ルータによるパケットの転送の流れを表現することができる。また、それぞれのネットワークアドレスごとに異なる色にしてフルカラーLED テープを表現することで、ルータを介して異なる色にフルカラーLED テープが変化することになり、異なるネットワークにパケットを中継しているルータの役割をより直感的に実感できるようになる。

4. おわりに

本論文では、物理的インターフェースを用いた経路制御学習のためのルータ教材の考案を述べた。ルータ教材を用いた実験により、ネットワークに重要な IP アドレスと経路表の設定が、物理的インターフェースであるボタンとダイヤルを用いて設定することができ、ルータの機能である異なるネットワークへのパケットの転送を、フルカラーLED テープを用いて物理的可視化することができる。それだけでなく、経路の選択や切り替えなどの経路制御実験を行うことができ、様々な経路制御技術を、教材を用いて直感的に実感することができる。

今後は、教材案をもとに、Raspberry Pi に回路とプログラムを実装し、教材の完成を目指す。そして、中学校技術科や高等学校情報科において開発した教材を用いた授業実践を行い、評価を行うことを考えている。

参考文献

- (1) 文部科学省：“中学校学習指導要領”，http://www.mext.go.jp/a_menu/shotou/new-cs/youryou/cha/ (2018 年 6 月 10 日アクセス)
- (2) 文部科学省：“高等学校学習指導要領”，http://www.mext.go.jp/a_menu/shotou/new-cs/youryou/1304427.htm (2018 年 6 月 10 日アクセス)
- (3) 吉原和明, 井口信和, 渡辺健次：“物理的可視化と物理的 direct 操作によるネットワーク学習の支援”，教育システム情報学会 第 40 回全国大会 A4-4 (2015.9)
- (4) 吉原和明, 井口信和, 渡辺健次：“フルカラーLED テープを用いた物理的可視化と物理的 direct 操作による IP アドレス学習教材の開発”，教育システム情報学会 第 41 回全国大会 B3-2 (2016.8)
- (5) スイッチサイエンス：“フルカラーシリアル LED テープ”，<https://www.switch-science.com/catalog/1399/> (2018 年 6 月 10 日アクセス)

ネットワークプロトコル教材の利用環境の汎用化

Generalization of executing environment of teaching materials about network protocol

松下 純也^{*1}, 原 舜弥^{*1}, 香山 瑞恵^{*2}, 不破 泰^{*3}

Junya MATSUSHITA^{*1}, Shunya HARA^{*1}, Mizue KAYAMA^{*2}, Yasushi FUWA^{*3}

^{*1}信州大学大学院総合理工学研究科

^{*1} Graduate School of Science and Technology, Shinshu University

^{*2}信州大学工学部

^{*3}信州大学総合情報センター

^{*2}Faculty of Engineering, Shinshu University

^{*3}Integrated Intelligence Center, Shinshu University

Email: 18w2083a@shinshu-u.ac.jp

あらまし：本研究では、情報通信ネットワークにおけるプロトコル学習教材を、利用者の利便性を意識して改良することを目的としている。そのために、教材を構成するデバイスの統合と通信方式の変更を行い、教材実行環境の汎用化を図った。本稿では、既存教材の概要と、改良に関する課題を述べたうえで、ビット同期・キャラクタ同期を扱った学習教材の改良の成果について述べる。

キーワード：ネットワークプロトコル, 教材開発, 学習支援, ビット同期, キャラクタ同期

1. はじめに

社会の情報化が進み、情報及び情報機器等の活用が社会生活に必要な基盤として発展する中、これらを活用して高い付加価値を創造することのできる人材の育成が求められている。これに伴い、高校では各学科に共通する情報科目が設けられる⁽¹⁾など、情報を学習することの重要性が増している。また、情報教科の教育の質を高める鍵は、実習教材を使用した授業を行えることである⁽²⁾と、体験的な学習を可能にする教材の必要性が指摘されている。実際に、情報科目において、情報通信ネットワークについて体験的に学ぶための教材開発や、実習演習を行ったという報告がある^(3,4)。

本研究において、村松らは高校生のプロトコルに関する知識が乏しいことを明らかにし、山本らは体験的な学習を行うための高校生を対象としたネットワークプロトコル教材を開発し、高校での実験授業での教材評価を行った⁽⁵⁾。また、これまでに教材運営者および授業者の利便性を意識した教材の拡張を行ってきた⁽⁶⁾。本稿では、本研究における既存のビット同期教材とキャラクタ同期教材について、主として学習者の利便性向上を目的に、教材を改良した成果について述べる。

2. 既存教材の概要

本研究で開発した教材はプロトコルの基礎概念理解を目的としている。ここでは、ビット同期教材とキャラクタ同期教材に着目する。ビット同期とは、送信機が送信した1ビットずつのデータを、受信機がそのままビット列として受信する処理のことである。キャラクタ同期とは、複数ビットを一まとめとしたビット列を、文字コード等の意味のある情報として送受信する処理のことである。

2.1 教材構成

本教材は、教員が持つ送信機器1台と学生が各自

で持つ受信機器から成る。送・受信機器双方の通信機に Arduino Uno を、操作端末に PC を用い実装した。通信機の Arduino Uno 間で Zigbee による無線通信を行い、データの処理を Arduino Uno に接続した PC 上の Processing で行う構成である。通信機に関して、ビット同期用の教材とキャラクタ同期用の教材は別の Arduino Uno で運用することとしている。

2.2 教材の利用

教材の利用には事前準備としてすべての PC に対して Arduino ドライバのインストールを行う。利用者は PC と通信機を接続し、COM ポート番号の確認をする。学習する教材実行ファイルを開き教材画面上で COM ポート番号を入力して学習を開始する。

2.3 既存教材の問題点

- ① 学習者は授業内容ごとに通信機と教材の実行ファイルを変更する必要があり、どの通信機を使うかの混乱や、使用する通信機の間違いによる誤動作を引き起こす可能性がある。
- ② 学習者は、通信機を接続するごとに COM ポート番号の確認が必要となる。
- ③ 各 PC で事前準備として Arduino のドライバインストールをする必要がある。高校授業での使用を想定した場合、使用する PC は多数になるため準部負担が大きなものとなる。

3. 学習教材の改良点

問題点の解消と学習者にとっての利便性向上を目的に受信機器の改良を行った。改良後の教材構成を図1に、改良後の受信機器を図2にそれぞれ示す。

3.1 通信機の統合

問題点①の解消のために、ビット同期とキャラクタ同期で使用する通信機を1つに統合した。

3.2 通信方法の変更

問題点②③の解消のために、通信機と操作端末間

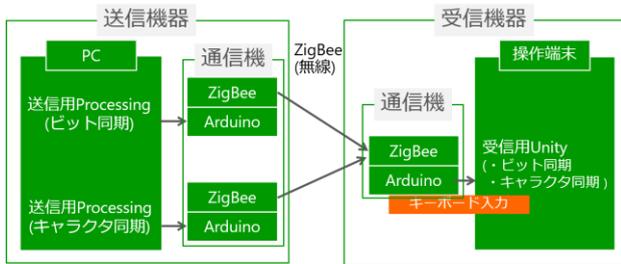


図1 改良後の教材構成

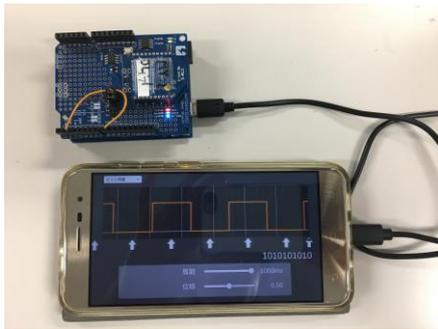


図2 改良後の受信機器 (画面はビット同期)

の通信をシリアル通信から、キーボードエミュレーションによるキーボード入力へ変更した。これにより、COMポートの確認が不要となった。また通信機は操作端末からキーボードとして認識されるためArduinoドライバのインストールは不要となった。キーボード入力を可能にするために通信機のArduino UnoをArduino Leonardoに変更した。

3.3 教材実行ファイルの統合

問題点①の解消のために、一つの実行ファイル内で学習内容 (ビット同期とキャラクタ同期) を選択できるようにした。

3.4 Unityでの教材開発

Unityで教材開発を行い、操作用端末として多様なOSの端末を使用できるようにした。学習者は自身が所持する端末を用いて学習することができる。動作可能OSは、AndroidとWindowsである。すなわち、学習者自身が所有する携帯電話上での利用が可能である。

4. 改良教材の使用法

学習者が使用する端末に教材の実行ファイル (アプリ) をインストールし、通信機を接続する。教材アプリを実行することで学習を開始できる。

ビット同期教材では、送信機器で送信するシリアルデータの設定 (0,1 から成るビット列の指定, 周期, ゆらぎの有無) を行う。受信機器では、受信したシリアルデータをサンプリングする周期と位相の設定を行うことで、受信したビット列が表示される。

キャラクタ同期では、送信機器で送信する文字列とSYNコードの設定を行うことで、文字列をASCII

コードに変換したビット列とSYNコードが送信される。受信機器では、受信したビット列が表示される。SYNコードの設定を行い、データの受信開始位置を指定することで、8ビット単位でビット列をSYNコードやASCIIコードに変化し表示する。

5. 考察

5.1 運用面の利便性

3.2節の通信方法の変更により、操作端末へのArduinoドライバのインストールが不要となったため、運用者の事前準備が軽減されたと考える。

また3.4節のUnityでの教材開発により、操作端末に必ずしもPCを使用する必要はない。学習者の所持するスマートフォンを用いることで、PC室などの環境でなくても教材の運用が可能になると考える。

5.2 使用面の利便性

3.1節の通信機の統合により、学習者は学習内容ごとに通信機の変更をする必要がなくなり、どの通信機を使うかの混乱や、使用する通信機の間違ひによる誤動作を引き起こす可能性がなくなったと考える。3.2節の通信方法の変更により、COMポートを使用しないため、COMポート番号の確認が不要となった。また3.3節の教材実行ファイルの統合により、学習内容を変更する際に、別の実行ファイルを開きなおす必要がなくなった。以上により、学習者は教材を使用する際に、学習外の操作に気をとられることがなく、学習に集中できるようになったと考える。

6. おわりに

本稿では、ビット同期・キャラクタ同期教材について、教材実行環境の汎用化と問題点の解消を目的とした改良の成果について述べた。今後は、本教材を用いた実験授業を行い、改良の評価を行う。

謝辞：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：“高等学校学習指導要領 (情報編)”，開隆堂(2010)。
- (2) 辻政昭他：“高等学校教科「情報」向け電子教材の設計”，情処研報 CE, 1999 巻, 第 42 号, pp.61-68(1999)。
- (3) 小原格：“セキュリティの指導を視野に入れた「ネットワークのしくみとプロトコル」における体験的な学習について”，SSS2010 論文集, 2010(6), 29-33(2010)。
- (4) 室伏春樹他：“DTN 技術に基づいた情報通信ネットワークの仕組みを学ぶ自律型ロボット教材の開発”，SSS2013 論文集, 2013(2), 161-167(2013)。
- (5) 香山瑞恵他：“情報通信ネットワークにおけるプロトコルの基本概念理解のためのハンズオン教材”，JSiSE 論文誌, Vol.35, No.2, pp.163-174(2018)。
- (6) 原舜弥他：“情報通信ネットワークにおけるプロトコルの基本原理の理解のための教材に対する教材運営者の利便性を意識した改良”，2017 年度 JSiSE 学生研究発表会北信越地区, pp.27-28 (2018)。

IoT 環境での利用を意識した「情報の符号化」教材の シミュレータ版の開発

Development of IoT based educational simulator about information coding

大島 亨貴^{*1}, 香山 瑞恵^{*2}, 舘 伸幸^{*3*4}, 山根 ゆりえ^{*5}
Koki Oshima^{*1}, Mizue Kayama^{*2}, Nobuyuki Tachi^{*3*4}, Yurie Yamane^{*5}

^{*1} 信州大学大学院総合理工学研究科

^{*1}Graduate School of Science & Technology, Shinshu Univ.

^{*2} 信州大学工学部

^{*2} Faculty of Engineering, Shinshu Univ.

^{*3} 信州大学大学院総合工学系研究科

^{*3}Interdisciplinary Graduate School of Science & Technology, Shinshu Univ.

^{*4} 名古屋大学大学院情報科学研究科付属組込みシステム研究センター

^{*4}Center for Embedded Computing System, Nagoya Univ.

^{*5} 達人出版会

^{*5}Tatsu-zine Publishing Inc.

Email: 17w2013g@shinshu-u.ac.jp

あらまし：本研究では、「情報の符号化」教材:Let's Go! Go! マジカル・スプーンを、IoT 環境での利用を意識して、改良することを目的としている。そのために、教材基板の汎用化、クラウドを利用した情報の送受信機能の実装、ソフトウェア・シミュレータの改良を行った。本稿では、既存教材の概要や利用方法等を述べ、改良に際しての課題を示した上で特にソフトウェア・シミュレータについて、教育効果の向上のための改良点・新規開発点について述べる。

キーワード：ソフトウェア・シミュレータ, IoT, 符号化, 教材, 学習プログラム, 情報の科学

1. はじめに

近年, IoT(Internet of Things)への注目が高まっている。IoT とは「モノのインターネット」のことであり、従来情報発信の主体であったヒトではなくモノ自体が情報発信の主体になるしくみをさす。本研究では、「情報の符号化」に関する既存教材:Let's Go Go! Magical Spoons(以下, MS と称す)^(1,2)を, IoT 環境で対応したものに改良することを目的としている。本研究ではこれまでに、教材基板の汎用化やクラウドを利用した送受信機能の実装を行った^(3,4)。本稿では、MS の概要と、改良に関しての課題を示した上で、ソフトウェア・シミュレータ(以下, シミュレータ)の改良の成果について述べる。

2. 既存教材の概要

本章では、既存教材の機能、利用フローを述べた後で、シミュレータの問題点を示す。

2.1 機能

本研究での対象教材である MS は、情報処理における符号化を体験的に学ぶための学習プログラムである。本プログラムの主たる特徴は 3 点ある。1 点目は、利用者自ら飛行船を操作するためのコード体系(以下, コードセット)を設計することにより、ソフトウェア設計者の立場で情報処理に関わることである。この際、3 ビットで表現される状態やパリティビットの概念を学習する。さらに、自ら設計したコードセットで本物の飛行船を操縦することで、納

得を伴う学習項目の理解が得られることを期待する。

2 点目は、飛行船を実際に飛ばす際に、利用者が情報システムにおける処理論理の制御動作の一部(同期符号列生成・飛行船位置センシング・発信符号決定)を代行することである。これにより、ヒューマンエラーや情報伝達の課題解決を体験する。

3 点目は、利用者が実世界を対象とした情報処理を経験することである。ソフトウェアによる仮想世界での飛行船操縦とリアル世界での操縦の両方を経験することで、両者の違いを実体験でき、さらに実世界における例外対策の必要性への認識が得られるものと期待する。

2.2 利用フロー

まず、利用者は飛行船制御用のコードセットを教材画面より設計する。そして、そのコードセットをシミュレータを介して MB に登録する。この時、登録されるコードセットは、8 種の飛行船動作(上昇・下降・前進・後進・右旋回・左旋回・停止・停留)を表現するための 3 ビットとの符号と 1 ビットのパリティビットで構成される。次に、利用者が自ら想定したタイミングで、コードセット内のコードに対応するよう金属スプーンを叩くことで、MB に操作指令を送信する。この時、MB 上の超音波センサによりスプーンで表現された指令(スプーン指令)が感知される。そして、MB は受信したスプーン指令に対応する飛行船動作を、登録されているコードセットにより決定する。MB はその飛行船動作を、シミュレ

ータや飛行船実機に送信する。

2.3 問題点

既存教材のうち、シミュレータの問題点を以下に示す。既存のシミュレータは、プロペラの動きと飛行船動作コードの対応を確認するためのインタフェースであるため、視点が飛行船後部からの第3者視点に固定されている。また、利用者が実際にシミュレータ上の飛行船を操作する際、プロペラは動くが、背景に変化はなく、実機操作の際の運用イメージと合わなかった。

3. シミュレータの改良

本章では、シミュレータ画面と飛行船動作コードの登録用 GUI の改良点について述べる。

3.1 シミュレータ画面の改良

図1に改良版シミュレータの画面例を示す。前章で示したシミュレータの問題点を解決するにあたり、実世界の地図を利用することで、実機操作のイメージと合うようにした。今回は、3D 地図作成オープンソースの Cesium⁽⁵⁾を利用することとした。

この Cesium を利用したシミュレータを実現することで、背景が 3D の実世界の地図上に飛行船が配置される。そのシミュレータと改良版 MB とを接続することにより、スプーン指令に対応して飛行船が 3D の地図上を動くようになる。

改良版シミュレータの新機能は主に 2 点ある。1 点目は、実世界の地図を利用することで飛行船を配置する地名を指定できるようになったことである。2 点目は、シミュレータ視点を変更できることである。今回は、飛行船の操縦席からの視点と、空中から飛行船を見下ろす視点の 2 つの視点を実現した。この機能により、利用者は教師により設定された課題状況に応じた様々な視点から飛行船や地図を確認することができ、更なる現実感の提供が期待できる。

これらの機能の利用した学習課題例として、飛行船のフライト開始地と目的地を指定することが考えられる。具体的には、「新宿駅から東京駅まで、実際の道路に沿って飛行船を移動させよう」などである。この場合、利用者はまずフライト開始地点を新宿駅上空に指定する。そして、どのような経路を選択すれば、東京駅にたどり着けるのかを考えさせた上で実際に操作させる。

3.2 コード登録 GUI の改良

図2に改良版のコード登録 GUI を示す。既存の GUI からの主たる 2 つの改良点を示す。1 点目は、動作コードに対応する数値の表示方法である。既存の登録画面では動作コードに対応した 16 進数表記のみの表示であったが、これに 2 進数と 10 進数を追加した。それにより、利用者の進数に対する関連知識と、動作コードに対応した数値の認識を補助できることを期待する。2 点目は、パリティに関するパラメータ設定機能である。既存のパリティ設定は、偶奇のパリティどちらかを設定できた。今回はこれに「パ



図1:操縦席視点でのシミュレータ画面

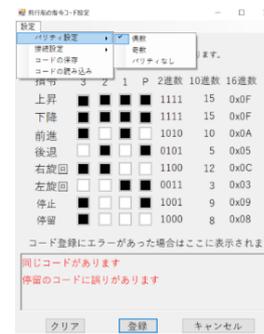


図2:コード登録 GUI

ティなし」という選択肢を新たに加えた。これにより、パリティの必要性に関する理解補助を期待する。

4. おわりに

本稿では、MS の概要と改良に関しての課題を示した上で、シミュレータの改良の成果について述べた。

今後は、教材の汎用性や拡張性を意識して、教材基板の改良や遠隔操作を実現する際に利用するクラウドサービスと、複数台同時利用に用いるゲートウェイの検討をしていくことで、より IoT 環境での対応を意識した改良を図り、教育実践を目指す。

謝辞 本研究は科研費 16H03074 の支援を受けた。

参考文献

- (1) 香山瑞恵: “小型飛行船を使った初等中等教育向け情報教育”, 情報処理学会誌, 56(1), pp.77-79 (2016).
- (2) 香山瑞恵他, : “Let’ s Go Go! マジカル・スプーン: 高等学校情報化における符号化と基礎概念学習用プログラム—プログラム展開と教育成果—”, 教育システム情報学会誌, 26(2), pp.172-183 (2009).
- (3) 大島亨貴他, : “「情報の符号化」教材に対する IoT 環境での利用を意識した改良に関する考察”, 教育システム情報学会 2016 年度学生研究発表会, pp.19-20(2017).
- (4) 大島亨貴他, : “IoT 環境での利用を意識した「情報の符号化」教材の改良の試み”, 組込みシステムシンポジウム 2017 論文集, pp.82-85(2017)
- (5) Cesium ホームページ: <https://cesiumjs.org>

中学校における学習・行動の評価としての通知表所見の分析

Analysis of School Report Card Comments as the Evaluation of Learning and Behavior in the Junior High School

山崎 宣次^{*1}, 掛川 淳一^{*2}, 小川 修史^{*2},
 加藤 直樹^{*3}, 横山 隆光^{*4} 興戸 律子^{*3}, 森広 浩一郎^{*2}
 Senji YAMAZAKI^{*1}, Junichi KAKEGAWA^{*2}, Hisashi OGAWA^{*2},
 Naoki KATO^{*3}, Takamitsu YOKOYAMA^{*4}, Ritsuko OKIDO^{*3}, Koichiro MORIHIRO^{*2}
^{*1}山梨県立大学, ^{*2}兵庫教育大学, ^{*3}岐阜大学, ^{*4}岐阜女子大学
^{*1}Yamanashi Prefectural University, ^{*2}Hyogo University of Teacher Education,
^{*3}Gifu University, ^{*4}Gifu Women's University
 Email: s-yamazaki@yamanashi-ken.ac.jp

あらまし：通知表の所見は、仮に経験があっても現場の教員にとって非常に負担の大きい校務である。そこで筆者らは教員の通知表所見記述支援を目指し、所見の特徴単語抽出をするなどの分析をしてきた。しかし、そのほとんどは小学校の通知表所見が対象で、中学校での所見はほとんど分析してこなかった。今回、中学校の通知表所見を分析し、小学校の場合と同じように所見の記述支援に向けての分析結果を報告する。

キーワード：中学校、通知表、テキストマイニング、教師教育、学習行動評価

1. はじめに

著者らは小学校における通知表所見の記述支援を目指し^{(1)~(10)}、自分が所見で多用する単語や自分以外の他の教員が多用する特徴単語をその教員に提示することで、所見の記述支援の可能性が示唆された⁽⁶⁾。

しかし、中学校の通知表の所見についてはデータが入手困難であったこともあり、ほとんど分析をしてこなかった。中学校では教科担任制であるため、小学校担任のように学校生活における学級生徒の全ての様子を担当が見ているわけではない。それを補うために、教科担任から情報を得ることなどで所見の参考にしていると予想される。しかし、これらの情報はあくまで担任自らがその生徒を直接観察評価したわけではないため、どうしても学習面では学級担任が担当している教科や特別活動、道徳など、行動面では給食、清掃活動などの記述に偏ることが予想される。このような意味でも、中学校における通知表所見の記述支援は、小学校以上に求められると考えられる。

なお、最近働き方改革によって、様々な校務が省力化される傾向にあり、負担感が高い通知表の所見は毎学期の記述ではなく、回数が減らされる傾向が見受けられる。仮に、通知表の所見欄が全学期でなくなったとしても、学習指導要録の所見は必ずあり、今後、特別な教科道徳の評価は所見として記述しなければならなくなってくる。

2. 通知表所見データの全体的な傾向

今回入手できた所見データは、同一都道府県の全校生徒数 A 中学校：25 人、B 中学校：77 人と行った小規模の 2 つの中学校である。

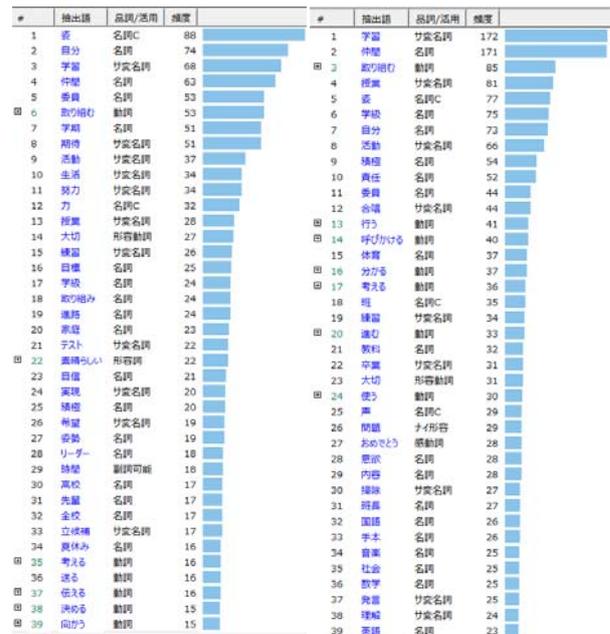


図 1 2校の出現頻度の多い単語

2つの学校の全体的な傾向を見るため、KH_Coderを用いた出現頻度の高い抽出語リストが図1である。右がA中学校、左がB中学校である。両校共に姿・自分・学習・仲間・取り組む・活動といった単語が上位10位を占めていた。これらは、「～取り組む姿が見られました」・「自分から引き受け」・「仲間に働きかけ」・「練習に取り組んだり」・「新しい活動を取り入れたり」などと、学級の仲間との関わりや主体性などの評価として使用されることが多かった。特にB中学校では体育や国語などの具体的な教科で評価する場面も見られたが、A中学校では、「授業中の

交流では、自分の考えをそのまま伝えるのではなく・・・」など、各授業全般にかかわる評価を記述するものが多かった。

3. 特徴単語の抽出

2校6名の担任が記述した所見において、同学年の担任同士で小川ら⁽¹¹⁾の手法を使って特徴単語を抽出したものが表1である。学年が違くと学年固有の単語が不要語と抽出されやすいことは、小学校の場合で確認できているため⁽⁴⁾、同学年で比較した。

表1 抽出された同学年担任同士の特徴単語

A 中学校同学年担任が多用する単語	B 中学校同学年の教員が多用する単語
期待・学期・貴方・先輩・(やり)切る・来年度・生活・丁寧	班・合唱・単元・英語・取り組み・向上
貴方・期待・全校・立候補・堂々・選挙	班・積極・行う・授業・考える・国語・数学・分かる・深める
欲しい・努力・力・進路・楽器・実現・希望・貴方・高校・夏休み・目標・充実・相談	責任・学級・面・教科・内容・進む・意欲・体育

表1のように、単語数は少ないが特徴単語を抽出することはできた。A中学校では「貴方」という単語がどの担任も多用されており、「・・・が、あなたの素晴らしいところです」などと使用されている。このように3名に共通する単語は、学校で書き方がある程度指導されているとも考えられる。

これら抽出された特徴単語を、各担任に提示する。自分が多用する単語については本人が自覚しているかどうか。また、自分はあまり使用しないが他の教員が多用している単語は、参考にして語彙を増やすかどうか。これらを各教員が判断し、気付きを与えるのが本記述支援システムである。

4. まとめと今後の課題

今回、中学校においても小学校の所見と同様に特徴単語は抽出された。しかし、今回入手できたデータからは、中学校の所見は小学校の所見ほど各教科の具体的な内容まで記述することは少なく、教科での仲間との関わりや各生徒の全体的な頑張りについての記述が多く見られた。小学校担任ほど自分の学級の生徒を具体的に評価する場が少ないためと考えられる。

その意味でも、他の教員が多用する特徴単語から生徒を評価する観点を増やすことは今後多面的に生徒を評価することに繋がると考えられる。現在、この記述支援システムをタブレット端末等で提示できるように開発している。

今回、小規模の学校であったため、所見データそのものが少なく、特に他の教員が多用する特徴単語の抽出が少なかった。今後、より多くの所見データから特徴単語を抽出し、小学校だけでなく、中学校においても通知表所見記述支援システムを構築していきたい。

参考文献

- (1) 山崎宣次, 森広浩一郎, 掛川淳一, 中間玲子, 小川修史, 加藤直樹, 日比光治, 興戸律子: “小学校における通知表等所見の現状～教師のキャリア形成として～”, 日本教育情報学会 第29回年会, 大会論文集, pp.296-297 (2013a)
- (2) 山崎宣次, 森広浩一郎, 掛川淳一, 小川修史, 加藤直樹, 日比光治, 興戸律子: “小学校通知表所見のテキストマイニング”, 日本教育工学会第29回全国大会, 大会論文集, pp.339-340 (2013b)
- (3) 山崎宣次, 掛川淳一, 小川修史, 加藤直樹, 日比光治, 興戸律子, 森広浩一郎: “テキストマイニングによる通知表所見の比較”, 日本教育工学会 研究報告集, JSET 14-1, pp.33-40 (2014a)
- (4) 山崎宣次, 掛川淳一, 小川修史, 加藤直樹, 日比光治, 興戸律子, 森広浩一郎: “特徴単語による小学校通知表所見の教員間比較”, 教育システム情報学会研究報告, vol.28, no.6, pp.207-214 (2014b)
- (5) 山崎宣次, 掛川淳一, 小川修史, 加藤直樹, 興戸律子, 森広浩一郎: “小学校通知表所見の言語分析による教員の力量形成について～所見記述の一般的傾向と課題～”, 日本教育情報学会 第30回年会論文集, pp.178-179 (2014c)
- (6) 山崎宣次, 掛川淳一, 小川修史, 加藤直樹, 興戸律子, 森広浩一郎: “特徴単語を用いた記述支援に向けた小学校通知表所見の分析”, 日本教育情報学会学会誌, 第30巻, 第3号, pp.23-36 (2015a)
- (7) 山崎宣次, 掛川淳一, 小川修史, 加藤直樹, 興戸律子, 森広浩一郎: “校務の情報化としての小学校通知表所見記述支援”, 日本教育情報学会 第31回年会論文集, pp.304-305 (2015b)
- (8) 山崎宣次, 掛川淳一, 小川修史, 加藤直樹, 興戸律子, 横山隆光, 森広浩一郎: “通知表所見に関する教員の意識”, 日本教育情報学会 第32回年会論文集, pp.332-333 (2016a)
- (9) 山崎宣次, 掛川淳一, 小川修史, 加藤直樹, 興戸律子, 横山隆光, 森広浩一郎: “通知表所見に関する教員の意識—アンケートの自由記述から—”, 教育システム情報学会 第41回全国大会論文集, pp.93-94 (2016b)
- (10) 山崎宣次, 掛川淳一, 小川修史, 加藤直樹, 興戸律子, 横山隆光, 森広浩一郎: “小学校通知表所見の特徴単語抽出のためのテキストマイニング手法の比較2”, 日本教育工学会 研究報告集, JSET 17-1, pp.475-482 (2017)
- (11) 小川修史, 田中昌史, 掛川淳一, 森広浩一郎: “児童の変容把握を目的とした小規模校におけるテキストマイニングの有用性に関する検討”, 日本教育情報学会学会誌, 第27巻, 第3号, pp.3-14 (2012)

モバイルデバイスに対応した線形代数における 行列変形アルゴリズム学習システムの開発

Development of a Mobile Learning System for Matrix Deformation Algorithms in Linear Algebra

田中 円^{*1}, 樋口 三郎^{*2}

Madoka TANAKA^{*1}, Saburo HIGUCHI^{*2}

^{*1} マースエンジニアリング

^{*1}Mars Engineering Corporation

^{*2} 龍谷大学理工学部

^{*2}Faculty of Science and Technology, Ryukoku University

Email: hig@math.ryukoku.ac.jp

あらまし : 理工系大学低年次で学ぶ線形代数には, 行列が入力されたとき, 基本変形と呼ばれる基本的操作を特定の順序で行って, 得られる行列を出力として返す形のアルゴリズムが多く存在する. このようなアルゴリズムの学習は, 紙上で計算過程を再現することで行われることが多い. 講義室での授業中に計算過程を学習者がモバイルデバイス上で効率よく再現するシステムを開発した. また, 操作過程を時系列として記録して, 学習者, 教授者が利用することができる.

キーワード : e ラーニング, 数学オンラインテスト, 線形代数, チュータリングシステム

1. はじめに

数学の e ラーニングの普及が進んでいる. 数学の演習問題は, 最終的な解答が数式であるものが多い. 数式には構造と文法があり自由に組み立てられるため, 学習者がコンピュータに入力する方法は自明でない一方, 数式処理システムを利用して厳密に自動採点することができる. STACK をはじめとして, 数学の問題のランダム生成と自動採点を行うシステムが利用されている⁽¹⁾.

紙上で実行する数学の演習問題では, 最終的な解答に至る過程の記述を求めることが多い. これを e ラーニングで実行するには困難がある. まず, 学習者が数式処理システムの文法に従って解答を入力する方式は学習者の入力負荷が高く, 長い過程を入力するのに適していない. また, 論理を自然言語で記述した場合には, これを自動採点するのは困難である. 等号で結んで数式を計算していくような過程に限定しても, 等号の両辺が等しいかどうかは数式処理システムで判定しうるが, 過程の記述として飛躍があるかどうかの判定は容易でない. 数学の問題の過程を解答させ自動採点する e ラーニングの実現は挑戦的課題と言える.

STACK などの数学オンラインテストは, 大学書年次程度の関数・ベクトル・行列の問題を一般的に扱うシステムだが, 対象を限定すれば, 計算過程を学習者の負担になることなく入力し自動採点できる可能性がある. ここではそのような例として, 線形代数における行列変形アルゴリズムを考える.

行列の基本変形とは, 1 行の全成分を一斉に非零定数倍する, ある行を定数倍して他の行に加える, 2 行を交換する, からなる操作の集合である. 基本変形は行列の階数やジョルダン標準形を変えないこと

から, 与えられた行列に対して, 基本変形を部品として, 部品の列を組み立てて適用することにより, 与えられた行列を求められる形に変形するアルゴリズムが多く存在する. よく知られたものとしてガウス-ジョルダン法があり, 連立 1 次方程式を解くことなどに用いられる.⁽²⁾

従来は, 行列変形アルゴリズムを理解するための紙上の演習では, 具体的な行列にアルゴリズムを適用して, 行列の変形の様子を順に紙に記していくことが行われてきた. この計算過程を学習者がコンピュータに入力するのは難しくない. つまり基本変形のタイプ, 行番号, 係数だけを入力すればよい. コンピュータが基本変形に応じて, 行列の成分を変更するなら, 同じ成分を何回も手書きで写すよりもむしろ容易である. そこで, 数の四則演算と基本変形の行列への作用を理解している学習者が, 基本変形の列を適切に組み立てることを学習するためのシステムを構想した.

報告者は, 池田の先行研究⁽³⁾をもとに, このような線形代数学習システムを開発してきた⁽⁴⁾. このシステムは, 学習者が PC のブラウザ上でマウスとキーボードを使って行列の変形を行うものである. しかし, 線形代数の授業や演習は, 普通教室で実施されることも多い. 授業の中で短時間だけこのシステムを使うことを考えると, PC を使用しなければならないことは強い制限である. そこで, 従来のシステムを拡張し, 学習者がスマートフォンやタブレットなどのモバイルデバイスで利用するのに適したフロントエンドを新たに開発した.

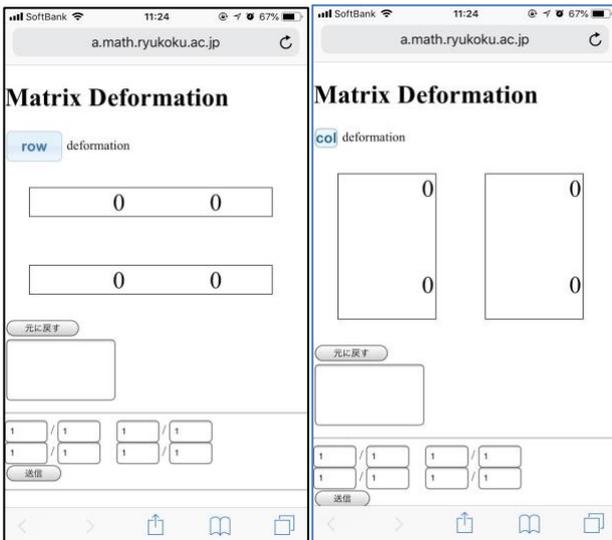


図1 モバイル端末上での表示

2. システムの仕様

バックエンドは従来のシステムと共通で、学習履歴を記録するデータベースを備えたアプリケーションサーバと Web サーバからなる。教授者は PC のブラウザを用いて設定を行う。一方学習者は、スマートフォンやタブレットなどのモバイル端末の Web ブラウザ上で学習を行う。

従来のシステムに対し、画面サイズを調整してモバイルデバイスで、実行可能とした。また、従来のマウス操作をタッチスクリーン対応とした(図 1)。タップとドラッグで、操作対象の行を直観的に指定できる。iOS の Mobile Safari, Android の Chrome に対応している。

システムは、各学習者が扱っている行列、それに対して行った行基本変形(および解答に到達したとする宣言)、その時刻を記録する。それらのデータを集約して表示するが、この表示はモバイルデバイス未対応である(図 2)。

また、従来のシステムでは行基本変形のみに対応していたが、列基本変形にも対応するように拡張した。行と列に対応するモードがあり、学習者ユーザが任意のタイミングで切り替えることができる。

3. システムの評価

本システムはモバイルデバイス上で 利用可能であることを開発者および協力者により確認した。

今後は、学習者として想定される大学生によるユーザビリティの検証、コースの中で実際に学習に使用しての検証を行う予定である。

4. まとめ

線形代数において、行列に基本変形を次々に作用させることで学習を行い、その操作履歴を記録するシステムについて、教室での授業中の使用を意図してモバイルデバイス対応を行った。

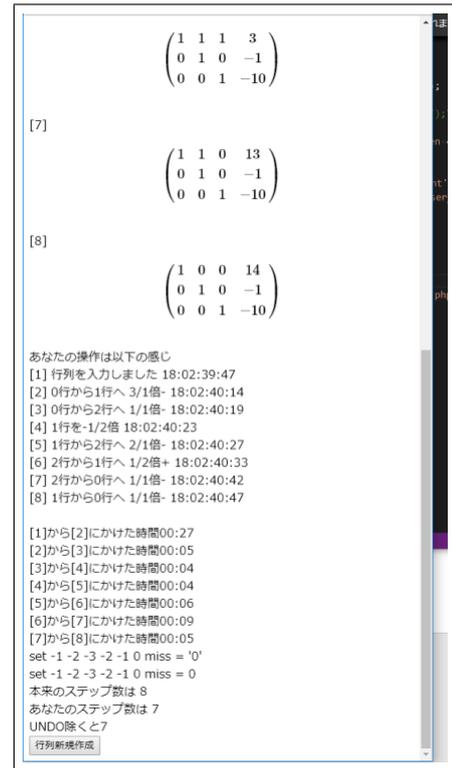


図2 基本変形の適用履歴の表示

本システムと比べられるシステムとして、モバイルデバイス上で動作する、行列を扱える関数電卓アプリがある。このようなアプリには、タッチ 1 回でジョルダン標準形を求めてくれるものがある。本システムは、単にモバイルデバイス上で行列を扱えるというだけでなく、基本変形を基本操作として学習者が操作の列を組み立てられること、その操作の過程を記録できることに特徴がある。

本システムは、行基本変形ばかりでなく列基本変形にも対応した。これにより、例えば、基本変形を用いた行列式の計算への拡張が可能である。ただし、小行列式展開なども使用可能にしようとする、複数の行列を保持してその中から変形する行列を選ぶような機能を新たに追加することが必要になる。

参考文献

- (1) 中村泰之, 秋山實: “STACK と Moodle による数学 e ラーニング”, 数理解析研究所講究録 Vol. 1735, pp. 9-15 (2011)
- (2) 薩摩順吉, 四ツ谷晶二: “キーポイント線形代数”, 共立出版 (1992)
- (3) 池田政裕: “行列の行基本変形支援 web アプリケーション”, 龍谷大学理工学部数理情報学科 2015 年度卒業論文, (2015)
- (4) 田中円, 樋口三郎: “線形代数における計算アルゴリズム学習支援システムの開発と評価”, 教育システム情報学会研究報告, 第 32 巻, 第 4 号, pp.47-52 (2017)

幼保系人材育成課程から見た 小学校でのプログラミング教育に関わる一考察

A Consideration on Perspective of Programing Education in Primary Schools through the Learning of Childhood Education

波多野和彦*1, 中村佐里*2, 三尾忠男*3

Kazuhiro Hatano *1, Sari Nakamura *2, Tadao Mio *3

*1 江戸川大学

*1 Edogawa University

*2 自由学園 最高学部

*2 Jiyu Gakuen

*3 早稲田大学

*3 Waseda University

Email: khatano @edogawa-u.ac.jp

あらまし：次期学習指導要領に盛り込まれた小学校段階におけるプログラムの思考の育成において、単にロボットやビジュアル系言語を試行錯誤的に体験させるだけでは、本来の学びの目的を達することができない可能性があることを幼保系人材育成課程の学生の学びの観察から得られた結果に基づき、論じた。

キーワード：小学校、プログラミング、幼保系人材育成課程、作業課題、思考のアクティブ化

1. はじめに

次期学習指導要領⁽¹⁾が公表され、高等学校共通教科「情報」では、情報の科学的な理解により比重が置かれ、小学校段階から「プログラミング的思考」の育成が求められることとなった。

現在、小学校段階からプログラミング教育を導入するための試行錯誤的取り組みとして、スクラッチ(Scratch)によるプログラミング学習を実施したり、命令セットを与え、教育用のロボットを制御したりすることにより、「プログラミング」に取り組ませる報告や紹介⁽²⁾⁽³⁾がなされている。

ところが、その様な取り組みを進めているのは、いわゆる「情報」を得意とする人々が多く、万人にとっての情報教育を進める立場からは、検討すべき課題が多い状況にあると考えられる。

本稿では、小学校に子どもを送り出す役割を担う幼稚園や保育園の人材を育成する立場から、小学校におけるプログラミング思考の育成について、検討を試みる。

2. 日頃の学び

一般に、幼保系人材の養成校のカリキュラムは、厚生労働省(保育士)や文部科学省(幼稚園教諭)により、細かく規定されている。そのため、2年制の養成課程ではそのほとんどが、4年制の養成課程でも大半の内容は、同じ様な内容とされている。

また、その学びは、保育実習や幼稚園教育実習を踏まえて、子どもに接する際に利用できる(パネルシアター、エプロンシアター、ペーパーサート等)教材作成、並びに、ピアノ伴奏、絵本の読み聞かせ、手遊びなど、技能系演習に比重を置かざるを得ない状況にある。

すなわち、作業課題を繰り返す形の学び(活動のアクティブ化)が主流となっている。逆に、子どもの様子や保育者の動きなどを観察したり、子どもの発達段階の特徴を(知識として)身につけたりすることは(我々の観察に基づけば)得意ではない。

例えば、学習指導要領の改訂のポイント⁽¹⁾には、小学校段階において、プログラミング的思考を扱う科目などの一つとして、「算数」があげられている。また、幼保系養成課程における「算数」は、幼稚園教諭免許取得を目指す者を対象として、子どもが、小学校に進学した際(低学年を中心に)どのような内容を学ぶのかを理解した上で、幼稚園での学びに活かすことを考えさせる科目であり、数や量、図形、時計などを扱う。

高等学校段階までの学力が十分に定着していないとは言え、大半の大学生にとっては、小学校低学年レベルの問題を解くことは困難ではない。そのため算数の内容を積極的に学ぼうとしない学生も多い。

ところが実際には、簡単な加減乗除などの計算はそれなりにできるものの、「数」を扱う上で、大切な考え方である「位取り記数法」については、十分に理解できていない学生も多く見受けられる。実際、基数を10から2や16に変更した場合(2進数や16進数)混乱してしまう結果となる。また小数や分数についても同様な結果が観察されている。

我々は、プログラミングの学習においても、同様な現象が生ずる可能性を危惧している。すなわち、ロボットやビジュアル系言語により、視覚的な動きだけを観ながら、単に試行錯誤を繰り返すだけでは、目指すべき学びには至ることは難しいと考えている。

本来、プログラムを作成する目的は、対象の役割や動作などを観察・分析によりモデル化して、その

働きや動作などを自動化・簡略化することであろう。その意味では、「プログラミング的思考」の学びとしては、対象を観察・分析し、モデル化する能力が重要なポイントの一つであると考えられる。

そこで、我々は、まず、大半が、プログラミングを体験したことがないこと、今後の幼少連携などを踏まえ、2年次生向けの「算数」(2017年11月)で、試行的に1時間のプログラミングを体験させた。

小学校段階の学びに、プログラミング教育が導入され、論理的な思考力の育成が大切になることなどを伝えScratchによるプログラミングを体験させた。

先述したように(手や身体を動かす)作業課題には比較的静かに取り組むが、新しい知識や概念などの理解にかかわる学びを苦手とする者が大半である。

一般には難しいと感じられているプログラミングだが、体験活動では、静かに学んでいる様子が観察された。ただし、体験後の記述からは、小学校入学前の子ども達に必要な能力がいかなるもので、いかに育成すべきか、どれだけの保育者が対応可能であるかなどには言及されず、考えるべき目標には達することができていなかった。(4)

一方、同じ学生に対して、別の授業(教材開発論, 2018年6月)において、保育者として、子ども達を園のバスに乗せたり降ろしたりする場面を想定し、それを簡略化したフローチャートで、表現する課題に取り組みさせた(図1)。いわゆる「動かす」ことによる試行錯誤ではない課題であっても、対象を検討して、モデル化することに取り組ませることは可能であると考えられる。

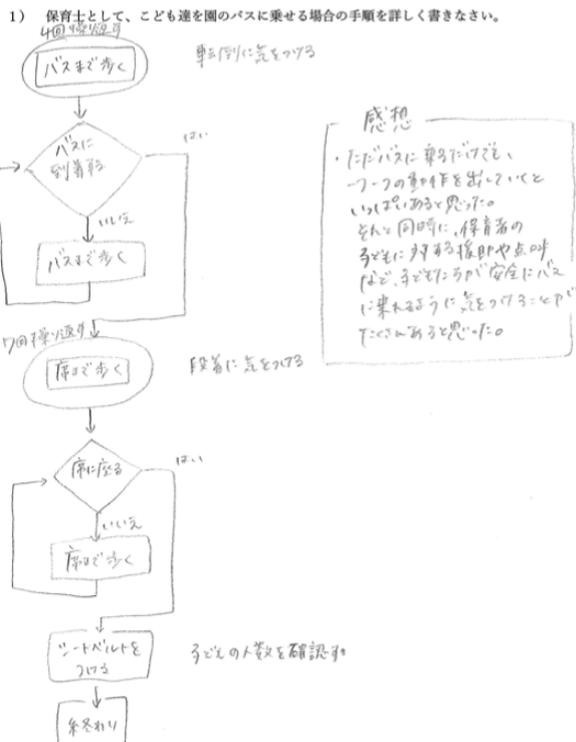


図1 バスの乗降プロセスの検討例

実際、プログラミングを体験していない2年次生に同様の課題に取り組ませたところ、ほぼ同じ様な学びの結果が得られた(図2)

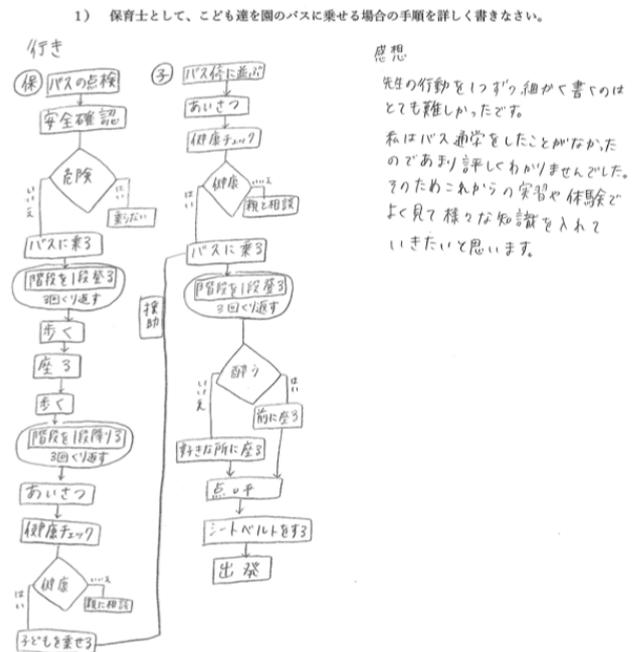


図2 バスの乗降プロセスの検討例 (2年次生)

3. 今後に向けて

幼保人材育成課程における学びの観察からは、単に、作業課題を繰り返させるだけでは、課題に埋め込まれた目標を達成させることは難しい。

プログラミング的思考の育成には、提示課題の工夫が重要であろう。

謝辞

基盤研究(C)(一般)「持続可能なアクティブ・ラーニングの授業支援と ICT 活用による授業効果測定」課題番号 16K01080 (代表: 三尾) の支援を受けた。関係諸氏に感謝する。

参考文献

- (1) 文部科学省: “学習指導要領「生きる力」新学習指導要領 (本文, 解説, 資料等)” http://www.mext.go.jp/a_menu/shotou/new-cs/1383986.htm (参照日 2018年6月12日)
- (2) F@IT Kids Club <https://www.knowledgewing.com/oc/kids/> (参照日 2018年6月12日)
- (3) 東洋経済オンライン: “子どもの20年後のために親ができること” Vol.2 <https://toyokeizai.net/articles/-/199530> (参照日 2018年6月12日)
- (4) 波多野和彦, 中村佐里, 三尾忠男: “幼保人材課程での学びから見た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, JSET18(1), pp.137-140 (2018)

経済データ処理実習のための例題データベース

Database of Examples of Data File for Exercises on Economic Data Processing

吉根 勝美^{*1}

Katsumi YOSHINE^{*1}

^{*1} 南山大学経済学部

^{*1} Faculty of Economics, Nanzan University

Email: kyoshine@nanzan-u.ac.jp

あらまし：学部新入生に対する情報リテラシー教育において、オフィスソフトの基本的操作を習得させる際には、学部の専門性に配慮することが望ましい。例えば、経済学部においては、表計算ソフトを用いて実際の経済データに簡単な処理を施し、グラフ化して、短いレポートを作成するということである。本研究では、例題作成支援に資することを目的にして、データ処理で使用する経済データのデータベース構築の要件を議論する。

キーワード：初年次教育，データ分析，実習用例題，実データ，経済時系列データ

1. はじめに

特に文系学部の新入生に対する情報リテラシー教育において、オフィスソフトの基本的操作を習得させる際には、学部の専門性に配慮することが望ましい。例えば、経済学部においては、表計算ソフトの実習として、実際の経済データを分析させることが望ましい。本研究では、この実習で用いる例題の作成支援に資することを目的にして、データ処理の実習で使用する経済データのデータベース構築の要件を議論する。

2. 実際の実習内容

筆者が所属する経済学部の新入生は、必修科目「データ処理入門」において表計算ソフトを用いた経済データの基礎的な処理手法を学ぶ。セル番地を含む数式の作り方は、変化率(増減率)・構成比(シェア)・寄与度の算出や、基準年を=100とする指数化、物価変動の影響を除く実質化を通して、関数の使い方は、平均、中央値、標準偏差、変動係数(=標準偏差÷平均)の算出を通して学ぶ。

授業で使用する最初の例題は、平成29年度刊愛知県統計年鑑の11-3表「百貨店・スーパーの事業所数、従業者数及び販売額等」から、百貨店における商品別の販売額の平成28年の月次データを抽出したものである(図1)。新入生の表計算ソフトへの習熟度には大きな開きがあるのが現状であり、初学者が学ぶべき基礎操作として縦横集計を採用した。また、経済学部の新入生が、のちに受講する授業において目にする機会が多いのは時系列データであることを考慮した。さらに、このデータが百万円単位であることを伏せて、経済学部の新入生に経済データに対する感覚を自覚させるねらいもある。

セル番地を含む数式を作る実習のために、総務省統計局「家計調査」および「消費者物価指数」から抽出した図2の例題を用意している。経済時系列データの基本的な処理として、変化率・構成比・寄与度、指数化、実質化の説明の後、図2のデータを使って実際に計算してみる。

表計算ソフトの関数の使い方は、基本統計量の学習を兼ねて、図1の時系列方向に対して、平均、中央値、標準偏差、変動係数を算出する実習を行う。時系列データに対して平均や標準偏差を求めることは、経済学分野での基本統計量の応用例であるリターンとリスクの考え方を知る上でも有用である。

	A	B	C	D	E	F	G	H
		紳士服・洋品	婦人・子供服・洋品	その他の衣料品	身の回り品	飲食料品	その他	販売額計
1								
2	1月	3069	12751	883	6164	9003	9138	
3	2月	1691	8323	546	4124	9625	8749	
4	3月	2475	12211	901	5607	9331	10587	
11	10月	2943	9947	938	4945	8175	9498	
12	11月	3127	9647	775	5041	9907	9733	
13	12月	3766	11196	716	7453	17135	13462	
14	年間合計							

図1 最初の例題(百貨店商品別販売額)

	A	B	C	D	E
		1世帯当たり年平均1か月の消費支出(円)	消費支出のうち食料(円)	消費支出のうち被服及び履物(円)	消費者物価指数(総合)
1					
2	1980年	238126	66245	17914	74.5
3	1981年	251275	69032	18417	78.1
4	1982年	266063	71046	18915	80.3
37	2015年	315428	74405	13598	100
38	2016年	310389	74939	13153	99.9
39	2017年	312926	74634	13206	100.4

図2 セル番地を含む数式のための例題

3. 例題データベースの必要性

新入生が表計算ソフトの基本操作を習得するために実習を繰り返すとき、例題となる経済データをその都度入れ替える必要がある。例えば、図1の代わりとなるデータとして、総務省統計局「家計調査」より作成した菓子類への支出額（和生菓子、洋生菓子、スナック菓子、チョコレート、アイスクリーム、その他）を用いたり、財務省「貿易統計」より作成した主要商品別輸出額（化学製品、原料別製品、一般機械、電気機器、輸送用機器、その他）を用いたりした実習を行っている。図2の代わりに、厚生労働省「賃金構造基本統計調査」の「第1表 企業規模別新規学卒者の初任給の推移」から抽出した大卒初任給額を、総務省統計局「小売物価統計調査」の東京都区部小売価格から抽出したある品目の価格を用いて、物価変動を除く実質化を実施するレポート課題を出題している。

データが入れ替わっても戸惑いなく表計算ソフトの基本操作を学ぶ実習ができるよう、データの枠組みは変更しない。図1は、縦方向は合計可能な1年分の月次データであり、横方向は複数の部分を合計する意味のあるデータであるという枠組みを有している。図2は、ある金額を示す長期の時系列データと物価を示す同時期の時系列データからなるという枠組みである。

実習を繰り返すときの練習用データは、まったくの架空データや、実際のデータを模して作られた模擬データを使うことも考えられる。こうしたデータを使えば、学生ごとに異なるデータを用いたレポートを出題することも可能になるという利点がある。

しかし、経済学部の新入生には、実際の経済データを用いた実習を行う方が、架空データや模擬データを用いるよりも有効であると考え、本研究では、実習用の例題作成に資することを目的として、経済データのデータベース化を試みることにした。新入生が表計算ソフトの基本操作を学ぶ目的は、その後の大学での各分野における学習や研究においてツールとして使用するためである。架空データより分野に合わせたデータの方を用いる方が実習は効果的になる。経済学部生なら、模擬データを用いて経済データの分析の仕方を学ぶことも可能だが、実社会と結びついている経済データは、実データのもつ数値自体についても学ぶべきである。

4. 例題データベースに必要な要件

本研究で議論する例題データベースでは、図1、2の枠組みに当てはまる経済データの単なる寄せ集めではなく、指定した枠組みに当てはまるようにデータを再構築してくれる機能を必要とする。図1、2の枠組みに当てはまらない経済データの分析手法を学ぶ可能性もあり、実際「データ処理入門」では、図1を縦方向に拡張し、7～8年に渡る月次データを分析対象とするレポート課題を出題している。

経済時系列データには、毎月末時点での自動車保有台数のように、時系列方向の合計に意味がないものがあるので、データベースに格納するときには、そのことを示す属性を付す。リターンとリスクを学ぶのに欠かせない株式・為替データにも、時系列方向の合計ができない旨の属性を持たせる。

実際の経済データは、さまざまなフォーマットで公開されており、例題データベースの内部ではデータの統一的な表現が望ましい。Tidy data⁽¹⁾⁽²⁾⁽³⁾は内部表現の1候補であり、例えば、「主要商品別輸出額」は図3のように表現できる。

また、用語や単位を統一的に扱うため、用語集の整備が望ましい。また、「百万円」単位で公表されている金額データは、単位「円」と乗数（ $\times 10^6$ ）を分けて考えるとよい。用語集の構築には、できるだけ既存のものを使う。例えば、総務省統計局は、統計のLOD(Linked Open Data)化を進めており⁽⁴⁾、この中で単位や単位乗数の定義をしている⁽⁵⁾。

図3のデータから、図1の枠組みに合う例題を作るには、特定の地域向けの1年分のデータを抽出し、主要な商品5つを選択して、残りはその他としてまとめる。また、金額と人数のように異なる単位を持つデータを組み合わせた例題も考えられる。

5. まとめ

経済時系列データを分析する実習のための例題データベースの構築について議論した。経済データに特有の属性を考慮するほか、Tidy dataの導入、用語や単位の語彙の統一を提案した。今後は、授業で使用したデータからデータベースの実装を試みる。

参考文献

- (1) Hadley Wickham: “Tidy data”, Journal of Statistical Software, Vol.59, No.10 (2014) doi:10.18637/jss.v059.i10
- (2) Hadley Wickham and Garrett Grolemund: “Tidy Data with tidy”, R for Data Science, pp.147-169, O’Reilly (2016)
- (3) 西原史暁: “整然データとは何か”, 情報の科学と技術, Vol.67, No.9, pp.448-453 (2017)
- (4) 西村正貴: “Linked Open Data (LOD) による統計データの提供: 政府統計データ (e-Stat) の新しい形”, 情報管理, Vol.59, No.12, pp.812-821 (2017)
- (5) 総務省統計局, “属性”, 統計LOD, <https://data.e-stat.go.jp/lodw/rdfschem/observation/>

1988年	1月	米国	総額	輸出金額	738613800千円
1988年	2月	米国	1. 食料品	輸出金額	2591713千円
2018年	3月		9. その他	輸出金額	131358703千円
2018年	4月	米国	総額	輸出金額	1286361863千円
2018年	4月	米国	1. 食料品	輸出金額	7833692千円
2018年	4月	米国	2. 原料品	輸出金額	4842822千円
2018年	4月	米国	3. 鉱物性燃料	輸出金額	6537869千円
2018年	4月	米国	4. 化学製品	輸出金額	74821743千円
2018年	4月	米国	5. 原料別製品	輸出金額	79644933千円
2018年	4月	米国	6. 一般機械	輸出金額	292916426千円
2018年	4月	米国	7. 電気機器	輸出金額	175929526千円
2018年	4月	米国	8. 輸送用機器	輸出金額	507381512千円
2018年	4月	米国	9. その他	輸出金額	136453340千円

図3 データの内部表現

タブレットとTV会議システムによる日本ベトナム間の異文化理解授業

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

^{*1}Information Initiative Center, Hokkaido University

Email:sierra@iic.hokudai.ac.jp

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

キーワード：院内学級、異文化交流、テレビ会議システム、初・中等教育教育実践

1. はじめに

院内学級とは病院内に設置された病気の子供達が療養しながら学習する教室であり、長期や短期の入院のため生じる学習の遅れを少しでも解消することが第一義的な目的である。また入院や治療などで、空間的にも心理的にも閉鎖的、抑圧的な状況に置かれやすい病児療養児にとって、「気持ちの開放を図り、外に開かれた友人との交流を図る」ことは回復へ向けての意欲を育てることにつながる。北大病院院内学級ひまわりではテレビ会議システムやSNSなどを用いて海外のさまざまな人々と異文化交流をはかっている[1, 2]。現在、定期的に異文化学習授業を行える拠点としては、2015年に閉鎖された北大北京オフィスに代り吉林省長春市にある東北師範大学がある[3]。これまでは依頼出来る講師の都合で大方、中国に関する授業となっており、多様な地域を子供たちに紹介したい事、近年のベトナムからの留学生等の増加もあり、昨年よりベトナムからのTV会議システムによる遠隔授業を模索してきたところである。

2. ベトナムのネットワーク状況

通信テスト及び遠隔授業はハノイ市にあるベトナム日本文化交流センターから行っている。ネットワークはベトナム最大手の電気通信事業者である Vietnam Posts and Telecommunications Group (ベトナム郵電公社) の商用回線を利用している。ベト

ナムは2016年より運用を開始しているアジア域内を結ぶ新たな大容量光海底ケーブル Asia Pacific Gateway (APG) に参加した。APG は既存の回線が地震や台風など故障の原因となる障害が多発する地域を回避するルートを通っており、日本との接続性に関しては以前より安定性が増している。

また、ベトナム国内の平均通信速度は2015年の統計によるとアジア太平洋地域15カ国中13位の3.8Mbpsであったが2017年には9.5Mbpsに改善しており(ちなみに日本は20.2Mbps)、TV会議システムも安定的に利用出来るようになってきている。

3. 各拠点のネットワーク環境

これまで、院内学級での異文化理解授業では機会の多くないこともあり、互いに授業を融通する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。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 を通してやり取りすることにより双方向性を確保している。

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

5. ベトナムからの遠隔授業

2 月にハノイ-北大-阪大間で遠隔授業を行った（関西医科大学はハノイと Skype）。これまではハノイでは PC 用ソフトウェアの Polycom PVX, Realpresence（有償）を利用していたが、うまくつながらない場合の原因の切り分けが PC の問題なのかネットワークの問題なのか判別できない事が多かった。そこで PC 版 Polycom から Polycom 社が無償で提供している iOS, Android 版 Polycom を利用することとした。最近のアップデートにより安定的に利用でき、PC では必要なオーディオやビデオデバイスのセットアップなしに、アプリのインストールのみで直ぐに使えるからである。テスト段階では問題なく接続できたのだが、本番ではアクシデントにより良好な通信状況ではなかった。7 月に再度、ハノイからの遠隔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。



図 1 左上:阪大、右上:ハノイ、下;北大

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、佐藤藤、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)

地域の放射線測定を題材とした情報教育における教材開発と評価

Teaching Material Development and Evaluation in Information Education with Local Radiation Measurement

布施 雅彦

Masahiko FUSE

福島工業高等専門学校 一般教科情報

National Institute of Technology, Fukushima College

Email: mfuse@fukushima-nct.ac.jp

あらまし：福島は東日本大震災で原子力発電所の事故で放射性物質の降下があり汚染された。2013年から5年間全1年生の情報科目の中で、環境放射線の測定の課題を組み込み、グラフ作成の課題を続けてきた。入門の科目における放射線教育や地域を生かした継続的な教材にできないか試行錯誤してきた。今回、5年取り組んだ事柄をもとに、授業実践における学生が学べる事柄や、数値の有効性についての評価した。

キーワード：情報教育、表計算、放射線教育、原子力災害、地域教材

1. はじめに

2011年3月に東日本大震災が発生し、地震津波の影響で、東京電力福島第一原子力発電所の原子炉が炉心溶融し、放射性物質が大気中に拡散・降下した。当時、多くの小さい子供を持つ保護者は、住んでいる地域が安全なのか？悩み、移住・避難した家族も少なくない。そして、汚染地域でそのような保護者が力を合わせ、自ら安心安全を確認するために放射線測定器を片手に、地域の環境放射線を測定してまわった。⁽¹⁾ また、インターネットを活用して、そのような測定情報を収集し、マップで公開するサイトも複数立ち上がった。⁽²⁾⁽³⁾⁽⁴⁾ そして、震災後は、SSHの高校や、高等教育機関の学生の実践的なモニタリング支援や活動も多数あったが、7年が過ぎると一部の研究活動が中心となっていた。

今回の家庭用放射線測定器エアカウンターを活用し、授業実践の取り組みを始めた2013年当時は、震災を身近に感じている学生も多く、積極的な活動も少なくなかった。しかし、震災から5年後を過ぎてくると興味関心は薄れ、昨年7年目ともなると、当時小学校3～4年生で震災当時のことを、あまり思い出せない学生が増えている。

授業の中で、原子力災害が発生した福島で起きた当時の地域での取り組みを、風化させずに教材に組み込み、継続する方法をとってさらに検討した。そして、活動だけでなく、測定値の評価も実施した。⁽⁷⁾

2. 情報の授業における課題

高専の1年生全員が選択する必修科目の情報基礎の夏休みの課題として設定し、簡易放射線測定器を利用した測定値を、後期の表計算の科目におけるグラフ化・レポートとして提出することを実施している。当初、2013-2016年までは、定点による日々の測定のトレンドを、折れ線グラフでグラフ化させていた。⁽⁶⁾ しかし、測定器の誤差の大きさや、毎日の測定による課題の負担や、寮生による帰省などもあ

り、2017年からは、繰り返し測定による棒グラフのみに変更した。ただし、連続測定回数を従来の12回測定から18回測定に変更し、精度の向上をさせることにした。そして、課題を通して、次のような学習・復習する事柄についてまとめる。

2.1 表計算等

- 補助線の設定、軸ラベル縦横、単位、メモリの桁表示、凡例と位置、白黒印刷対応のパターンと枠、ラベル数値表示、タイトル、FREQUENCY関数、アドインの分析ツール、ワードへ貼り付け、PDF保存

2.2 情動的な事柄

- 記録（住所、座標、日付）、平均、階級、度数、ヒストグラム、今後：中央値、外れ値、分散、最頻値
- 紙の記録、GPSやExif情報の日時や場所を写真でのきちんとした記録
- 撮影し画像が読み取れるか確認、写真のファイル名の付け方と整理の復習・提出
- WEBからモニタリングポスト、リアルタイム線量計を検索し、東西南北や設置場所（教育機関、公園、除染実施・未実施）を確認し、目的の測定値(CSV)の入手
- グーグルマップによる測定座標の確認
- 情報共有（集合知・共有知・継続性）

2.3 放射線・災害について

- 放射線測定の方法と環境の影響（高さ・天候・周辺の場所）
- 測定器の管理（電池・衝撃・汚染防止・貸出/返却・故障の確認）
- 同じ地点で繰り返して測定をして数値の変化（誤差・放射線の変化）、低線量の測定の難しさ
- モニタリングポスト、リアルタイム線量計の違い（規格・目的・精度等）
- 地域を指標になるという測定の責任感
- 震災時の地域の対応について

2.4 課題の提出物



測定毎に、図1のように周辺の様子と測定終了の表示と測定値、測定器番号を写真に撮り、内部にGPSのジオタグを入れて撮影場所がわかるようにする。ファイル名は日付と測定回数にする。

図1 座標入りで測定した写真

また、図2のように、上段に原子炉規制委員会HPからデータをダウンロードしてグラフ化、下段はエアカウンターで計測したグラフを作る。

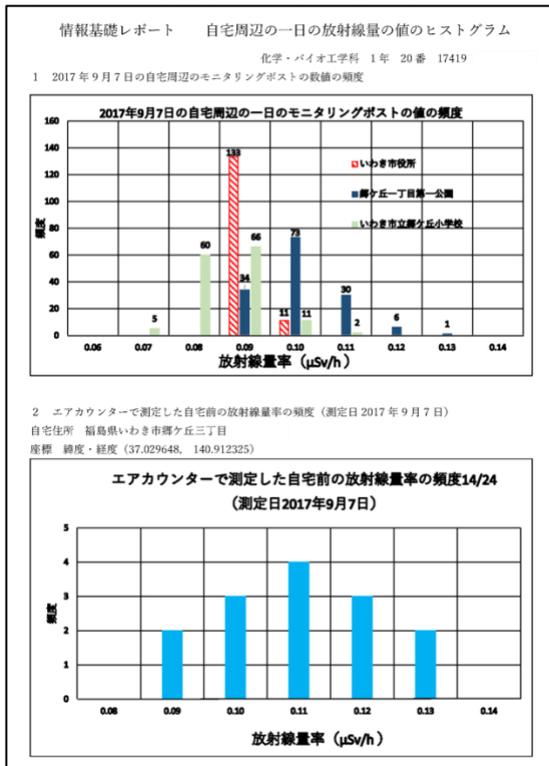


図2 学生のグラフの課題 (例)

3. エアカウンターの測定値の精度

エアカウンターによる測定結果が、どのような精度になっているかを、0.06~1 μ Sv/h の6箇所、実際に約16台のエアカウンターと校正済みNaIシンチレータとリアルタイム線量計で、18回の繰り返し測定を実施した。(7)

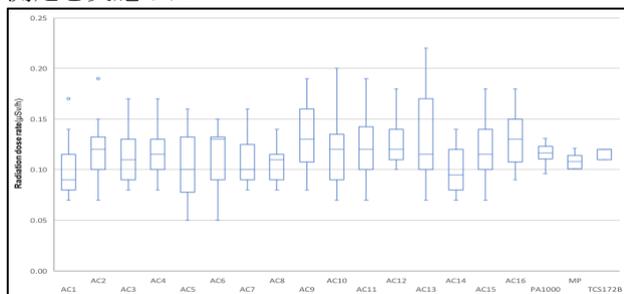


図3 0.11 μ Sv/h 付近における16台のエアカウンターによる18回測定時の数値のバラツキ

0.1 μ Sv/h 未満においては、若干高めの数値を表示するが、他の0.1~1.0 μ Sv/h 範囲では、繰り返し測定の中央値では、概ね誤差 \pm 20%以内に収まっていて、実用の範囲の値になっていることがわかった。また、図2の学生の測定値と学生の測定した地域にあるリアルタイム線量計との相関を調べると、相関係数は+0.55になり強い相関が見られ、自宅周縁地域の放射線の値として信頼できる結果になっていることがわかった。(7)

4. まとめ

図4は、この5年間の測定結果をグーグルマップに表示させたものである。特に学校のある同市内では、全域にわたり詳細にマップ化され、同地域から入学してくる学生もあり、継続的な測定ができていくことがわかる。現在、国の方では、リアルタイム線量計を、撤去・一部移設を検討している状況で、県民の中には、不安であるという声も出てきている。リアルタイム線量計の代わりになるような授業の取り組みにできれば良いと考える。

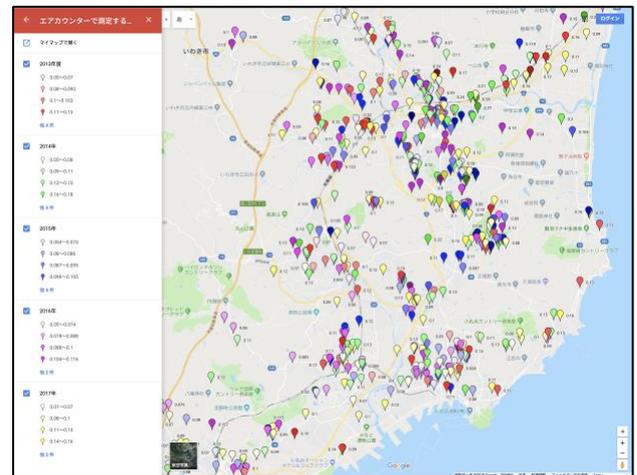


図4 2013-2017年に測定したいわき市周辺の環境放射線のマップ

参考文献

- (1) 布施雅彦: “いわき市での緊急時におけるボランティアによる簡易環境放射線の測定について”, Proceedings of the 13th Workshop on Environmental Radioactivity, pp.214-221 (2012)
- (2) 比較的安価な放射線測定器の性能, http://www.kokusen.go.jp/test/data/s_test/n-20110908_1.html
- (3) みんなでつくる放射線量マップ, <http://minnade-map.sakura.ne.jp/>
- (4) 測ってガイガー, <http://hakatte.jp/>
- (5) 布施雅彦: “福島における環境放射線測定と情報基礎科目における表計算ソフトの学習課題”, 2015PCCConference, pp.183-184 (2015)
- (6) 布施雅彦: “地域の放射線測定を題材とした情報教育におけるグラフ作成の教材開発”, JSiSE2016 第41回全国大会, pp.75-76 (2016)
- (7) 布施雅彦: “簡易放射線測定器エアカウンターを利用した環境放射線の測定”, 第19回環境放射能研究会(2018)

小型リニアアクチュエータを用いた三次元地図情報呈示装置

Presentation System of Three-dimensional Information of the Map Using Linear Actuators

本吉 達郎^{*1}, 澤井 圭^{*1}, 増田 寛之^{*1}, 玉本 拓巳^{*1}, 小柳 健一^{*1}, 大島 徹^{*1}
 Tatsuo MOTOYOSHI^{*1}, Kei SAWAI^{*1}, Hiroyuki MASUTA^{*1},
 Takumi TAMAMOTO^{*1}, Ken'ichi KOYANAGI^{*1}, Toru OSHIMA^{*1}

^{*1}富山県立大学 工学部 知能ロボット工学科

^{*1}Department of Intelligent Robotics, Toyama Prefectural University

Email: motoyosh@pu-toyama.ac.jp

あらまし：小型リニアアクチュエータを用いて高さや勾配を含めた地図情報を呈示するシステムの開発に取り組んでいる。本システムは、街路や災害情報に関するマップを視覚情報によって共有することが難しい視覚障がい者を対象ユーザに想定しており、ユーザが平面内で装置を移動させることで、移動位置に伴った高さ情報が指先に呈示される。本稿では試作機の概要、および試作機を用いて街路を呈示した結果について報告する。

キーワード：地図情報，3次元形状，触知，リニアアクチュエータ

1. はじめに

視覚障がい者が地形や形状情報を理解するためには、形状を触覚的に把握できる装置を利用することがアプローチのひとつとして考えられる。我々は点図ディスプレイを用いた図形描画・編集支援装置を開発し、視覚障がい者がみずから数学や物理学などの図形情報を読み取り、また、図形を作成・編集できることを確認した^[1]。しかし、洪水ハザードマップや街路、フロアマップなど3次元情報を付加したほうが直感的に情報を把握しやすいものは多く、点図ディスプレイでは高さ情報を呈示できないためにこれらの情報呈示に対応できない。これに対して、3Dプリンタを使用して各情報に合わせた形状を作成する方法があるが、情報ごとに形状を用意しなければならずコストもかかる。

そこで、ロッドの変位を精密にコントロール可能なリニアアクチュエータを用いて指先に高さ情報を呈示する3次元形状情報呈示システムを開発に取り組む。本稿では、第1段階として試作した指2本を平面上で動かすことによって形状情報を読み取れる試作機の概要、および簡単な街路情報を呈示した実験結果について報告する。

2. 三次元情報提示装置

本節では、製作した指2本に高さ情報を呈示する試作機の概要について記述する。

2.1 リニアアクチュエータ

本システムに使用するリニアアクチュエータは、ロッドの変位を $1.25\mu\text{m}$ 単位で制御可能な THK 社製 PCS-9RD2^[2] である。本アクチュエータは、制御用 PC から CAN 通信装置を介して変位情報を受け取ることで、ロッド (LM レール) を 0-50mm の範囲で

移動させることができる。駆動用電源は DC24V である。

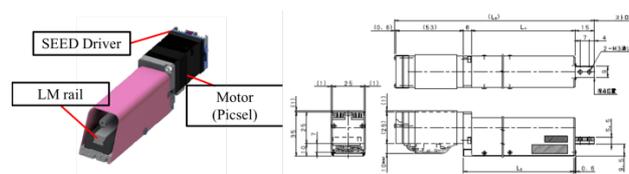


図 1 PCS-9RD2

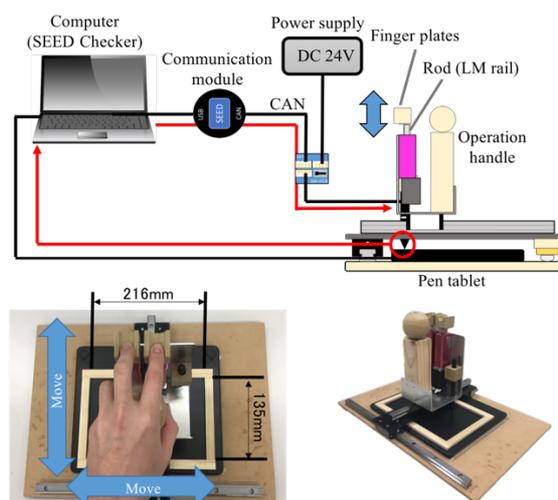


図 2 試作機の概要

2.2 試作機

指先を載せるための指プレートをロッド (LM レール) の先に取り付けたリニアアクチュエータ PCS-9RD2 を 2 基、プレート上に垂直に設置する。このプレートには、手のひらをのせて装置を移動させるための操作用ハンドル、およびペンタブレット用の

ペンもあわせて設置している。ユーザは、人差し指、および中指を指プレートに載せながら手のひらで操作ハンドルを左右方向 216mm, 奥行方向 135mm の平面内で移動させることができ、移動させた位置はプレート下に設置したペンタブレットで検出する。PCS-9RD2 を搭載したプレートは左右および奥行方向に移動可能なリニアガイドレール上に設置されており、なめらかに移動させることができる。製作した試作機を図 1 に示す。ユーザは、平面内で操作ハンドルを移動させると、位置に応じた高さ情報を指先で受け取ることができる。

2.3 位置座標の検出

ペンタブレットの位置検出モードを用いて制御用コンピュータのカーソルとペン先の位置を連動させ、画面内のカーソル座標をプレートの位置として検出する。本装置のために、検出した座標に応じた動作コマンドをアクチュエータ制御用の SEED Driver に送信するアプリケーションを開発した。

3. 街路の触知

簡単な街路を触知図, および試作機を用いて呈示し、スタートから目的地までの経路と街路の全体図を把握できるか検証した。被験者は目隠しをした 21-23 歳の晴眼者 3 名である。

3.1 呈示情報

実験では触地図用, および試作機用の 2 タイプの地図を用意した。両地図ともスタート地点から目的地までのルートや角, ルートに沿って存在する建物の数は同一である。触地図は, 図 3 に示した地図をマイクロカプセルペーパーに印刷後, 立体コピー機にかけて作成し, 経路に沿って点線を描画するようにした。試作機を用いて地図情報を呈示する際は, 隣り合う建物の高さが異なり, かつスタート地点と目的地の建物が周りの建物より低くなるように設定した。被験者には, 触知ができたと感じた時点で終了してもらい, その後, 街路の全体図を記入してもらった。

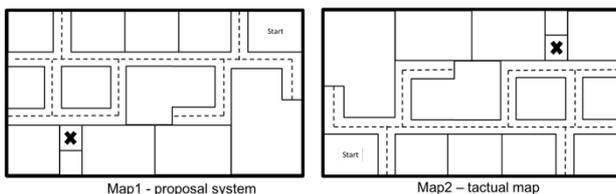


図 3 実験で呈示した地図

3.2 実験結果

各被験者の実験の所要時間, および全体図の把握状況について

表 1 に示す。

すべての被験者は, 触知図, 試作機のどちらを用いた場合もスタート地点から目的地までたどり着く

ことができた。3 名とも触地図を用いたほうが全体の把握を早く完了している。一方で, 街路の全体図に関しては, 形状を正しく描けたのは, 被験者 C が試作機を用いた場合のみであった。被験者 C は試作機を用いた場合とくに時間をかけており, 全体図は図 4 のようにほぼ正確に描けていた。

表 1 実験結果

被験者	触知図		試作機	
	所要時間	全体把握	所要時間	全体把握
A	174s	-	190s	-
B	590s	-	660s	-
C	325s	-	1008s	○

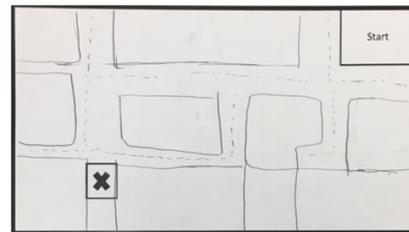


図 4 被験者が作成した全体図

3.3 被験者へのインタビュー

実験後の被験者へのインタビューから, 「試作機は基準位置をとれずに苦労した」「試作機は経路が高さの差で表されるため把握しやすい」との意見を得た。

4. まとめ

ロッドの変位を $1.25 \mu\text{m}$ 単位で制御可能なリニアアクチュエータを用いて指先に高さ情報を呈示する 3 次元形状情報呈示システムを開発の第 1 段階として試作して, 指 2 本に情報を呈示する試作機を製作した。システムを平面上で動かすことによって, 位置に応じた高さ情報を指先に呈示し, 触知に似た動作で地図などの三次元情報を取得できるようにした。試作機を用いて簡単な街路情報を呈示する評価実験を実施した。触地図と比較した結果, いずれの方式でも地図上のスタート地点から目的地までの経路を把握することが可能であることが確認できた。また, 被験者の意見から高さの差で街路を呈示するほうが経路を辿りやすいことがわかった。

今後はアクチュエータの数を増やし 4 本の指に提示できるようにシステムを拡張する。また, 被験者からあげられた触知の基準位置をとれるようにインタフェースの改良に取り組む予定である。

参考文献

- (1) N.Takagi, S.Morii, T.Motoyoshi: Prototype Development of Image Editing Systems, "Available for Visually Impaired People and Consideration of Their User Inter-faces", Journal of Advanced Computational Intelligence and Intelligent Informatics(JACIII), Vol.20. No.6, pp.961-967, 2016
- (2) THK:Seed PicseI, http://seed-solutions.net/?q_eng/node/29

個人や集団の変容にむけた効果的な対話の場づくりの3要素

3-factors of an effective dialogue for individuals and group transformation

中村 一浩, 保井 俊之, 前野 隆司
 Kazuhiro NAKAMURA, Toshiyuki YASUI, Takashi MAENO
 慶応義塾大学大学院システムデザイン・マネジメント研究科
 Graduate School of System Design and Management, Keio University
 Email: n-kazuhi@keio.jp

あらまし：知識の創造やコミュニティの形成、新しい事業の創出には、そこに関わる個人や集団の変容が重要となる。本研究では、変容を起こす手法として近年注目を集めている対話（ダイアログ）について、より効果的な場づくりを行うための3要素、①対話の対象となる素材（Material）、②対話における発話の方法（Method）、③対話の場に臨む態度（Mindset）、を明らかにし、提案した。

キーワード：対話、ダイアログ、知識創造、自己変容、場づくり

1. 研究概要

ソーシャルイノベーションの実現を目的として、2015年より長野県小布施町において「小布施インキュベーションキャンプ（OIC）」を実施している。これは全7セッション4か月からなるプログラムで、10名程度の参加者が対話を通じて相互に深い交流をし、互いのビジョンを共有しながら思念を熟成させ、新しい価値を持つ商品やサービスを生み出すことを目標とする協創のプロセスである⁽¹⁾。

新しい商品やサービスの創出が最終目標ではあるが、起点となるのは個々人の自己変容であり、これは学習プロセスに他ならない。本研究では、OICでの実践を通じてみえてきた自己変容を促す場づくりをするうえでの4要素のうち（図1参照）、その効果が明らかになった3要素、①対話の対象となる素材（Material）、②対話の方法（Method）、③対話に臨む態度（Mindset）、を提案する。

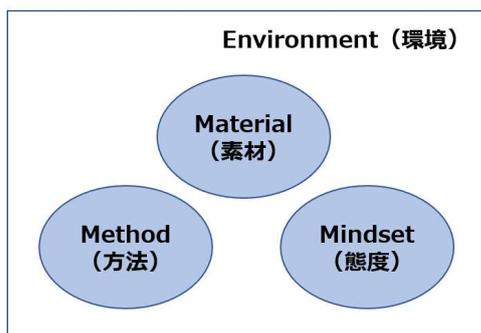


図1 効果的な対話の場のための4要素

2. 対話の場で扱うものとは

対話の定義は多義にわたり、例えば、「対話とは互いに相手に応答して話し合いながら、新たな意味を生み出すことにある」⁽²⁾、「人間的な経験という、並外れて広い範囲を探るプロセスである」⁽³⁾、「その後の思考や行動を支える新たな理解や態度、またそれを支える文脈を探求して生み出し、協働行動を行うことを目指すものである」⁽⁴⁾など多様である。本稿

ではこれらを踏まえ、対話の定義を「応答を通じた新たな理解と意味の探究」とする。

ここで、対話の対象を明確にしたい。対話の定義は明確になったものの、その対象は限定されていない。しかし明確でないことが、ときに対話の場に誤解や偏見を生み、期待すべき成果を得られないことに繋がる。ここで、対話をする対象となる素材を図2に示す。

知	知識、知恵 考えたり、思いついたこと
情	感情、情動 気持ちの揺れ動き
意	意志、意欲 価値観、信念、思い

図2 対話の対象となる素材（Material）

対話によって真理を見出す問答法とは、「知」を対象とした対話であり、結果として新たな知識や知恵を生み出すものである。また紛争解決や対立における相互理解とは、お互いの感情を分かち合い、理解しあえた結果、生まれてくるものである。そして、協働行動や共創に向けてのより深い共感や共鳴を起こすのは、自分の根幹にある価値観や信念を分かち合えた時となる。もちろん、対話の中では3つの領域すべてを同時に扱うことになるが、対象に区別があり、違いがあることを理解しておくことで、参加者の対話の場への理解はより豊かになり、効果を生みやすくなる。

3. 対話をどのように進めるべきか

対話の進め方もいくつかの方法論が提示されているが、OICではアイザックスが提唱する4つのふる

まい⁽⁴⁾をベースにしている。①listening：聴く（邪魔せず抵抗せず、ただ聴く）、②respecting：尊重する（誠実さをもち全身で受け取る）、③suspecting：保留する（評価判断せず想定を持たない）、④voicing：声を出す（心からの真実の声をだす）

しかし、これを参加者にそのまま伝えても、日常の立場や一般常識、隠れた自尊心などが、素直な気持ちや考えを表出させることに抵抗をする。したがって、自分の気持ちや考えを自然と場に対して表出できるようにするため、図3のようにその方法を規定した（図3）。「とりあえず」「真ん中（場）に」を設定することで、普段の思考・行動パターンにとらわれず、また人の目や常識を気にせずに声を出しやすくなる。また「感じたことを出す」は主観でしかなく、他者からの評価判断を気にせずに扱いやすくなる側面もあり、また主語を私にして話しやすくなる、といった効果も期待できる。こうすることで、素直な思いを、当事者として場に出すことができ、より効果的な対話を生み出すことになる。

とりあえず：考えず、取り繕わず、出てきたままを
真ん中(場)に：場を通じた共有、誰かにぶつけない
感じたことを出す：思考よりも感情、主語を「私」に

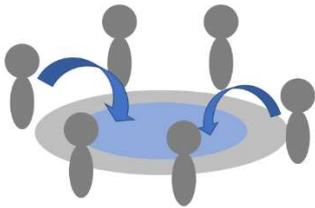


図3 対話における発話の方法 (Method)

4. どのような態度で対話に臨むべきか

対話とは、専門家だけができるものではなく、世界中の誰もができる、古来よりある普遍的な方法である。しかし、その場をより効果的にするうえで、その場に参加する一人ひとりの態度は重要である。ここで、対話の場をより効果的にするための態度を挙げる（図4）。

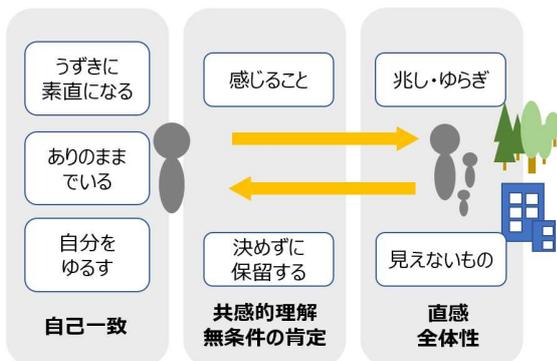


図4 対話の場に臨む態度 (Mindset)

一番の起点となるのは、ありのままの自分自身である。そしてその根底には、自分に起きた過去のことを含め、すべての自分をゆるすことである。そのうえで、自分の内側から湧き上がるものに素直にすることで、自分の思いと言動が一致し、自然で自分らしい自分で居られることになる（＝自己一致）。

そのうえで、思考にとらわれず、評価判断を保留しながら、感じたものをそのまま受け止める。そうすることで、相手から出てきたものをゆがめず、とらわれずに受け取ることができる（＝共感的理解、無条件の肯定）。

場を通じて起こることは、世界に起こることとの相似形でもあり、物事は必ず変化し続けているので、全体の中に潜む変化をとらえることで、その場その人に必要なことを超えて、必要なものが見つかるようになるのである（＝直感、全体性）。

5. まとめ

対話を用いて自己変容を生み出す学習プロセスを促進するうえで、より効果的な場づくりをするために必要な3つの要素、①対話の対象となる素材 (Material)、②対話における発話の方法 (Method)、③対話の場に臨む態度 (Mindset)、を明らかにした。今後は、対話の場全体を規定する環境要素の構造も明らかにしたうえで、対話全体のメカニズムのさらに研究したい。

参考文献

- (1) 中村一浩, 保井俊之, 菊野陽子, 林亮太郎, 前野隆司: “対話 (ダイアログ) とデザイン思考を用いた人材育成・コミュニティ形成・事業創造 - OIC (Obuse Incubation Camp) / OIS (Obuse Innovation school) の試み -”, 地域活性学会, Vol.8, pp.11-20 (2016)
- (2) ヤーコ・セイックラ, トム・エーリック・アーンキル, 高木俊介・岡田愛訳: “オープンダイアログ”, 日本評論社 (2016)
- (3) デヴィット・ボーム, 金井真弓訳: “ダイアログ: 対立から共生へ、議論から対話へ”, 英治出版 (2007)
- (4) Isaacs, W.: “Dialogue: The Art of Thinking Together”, New York: Crown Business (1999)

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

Design of Active 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}, 谷田貝雅典^{*1}
Ayaka FUJIMOTO^{*1}, Keizo NAGAOKA^{*2}, Yusuke KOMETANI^{*3}, Masanori YATAGAI^{*4}

^{*1} 共立女子大学文芸学部文芸学科

^{*1} Kyoritsu Women's University, School of Arts & Letters

^{*2} 早稲田大学人間科学学術院

^{*2} Waseda University, Faculty of Human Sciences

^{*3} 香川大学創造工学部

^{*3} Kagawa University, Faculty of Engineering and Design

Email: 15l297af@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、学習効果測定を行い明らかにすることを目的とする。対話型学習実施内容として、「競争型学習」「協調型学習」「協働型学習」「交流型学習」の 4 種類の活動類型をもとに、女子教育であることを踏まえた対話型学習活動を考案し、9 活動を定義した。

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

1. はじめに

近年、高校大学双方ともアクティブラーニングにおける学習活動が推奨されている。アクティブラーニングとは学習者が主体となる学習方法で、本研究では、特に遠隔環境における対話型学習を中心に、高大連携授業をデザインする。また、学習内容は、女子高校と女子大学が連携することから女子教育の特徴を生かした内容を検討する。

近年、高大連携授業の事例が多く上げられるようになった。しかし、継続的に実施することは、物理的距離が近い高校と大学間に限られていることがほとんどである。本研究では、まず物理的距離を克服するテレビ会議システムにおける双方向遠隔授業環境を提案する。

また、現行のテレビ会議システムは対話する双方の視線が一致しないことから不自然な対話環境であり、対話型学習の実現は困難である。よって、本研究では視線一致を可能とするテレビ会議システムを用いて遠隔による対話型学習環境を実現する。

なお、先行研究⁽¹⁾では、視線一致型テレビ会議システムを用いた遠隔学習環境による教育ディベートにおいて、直接対面して議論することへの遠慮が軽減され、対面時よりも、むしろ視線が一致する遠隔環境の方が効果的であることが明らかにされている。よって、本研究における異校種異年齢による対話型学習においても予想される遠慮が、視線が一致する遠隔環境では和らぎ対話型学習の効果が向上するのではないかと考える。

他方、現行のテレビ会議システムは全て 2 次元平

面画像(以降 2D と称す)で、動作や所作の伝達など空間を必要とする場合には不向きである。よって、一定の空間を表現でき、かつ視線一致が可能な、裸眼立体映像(以降 3D と称す)による映像通信を行う。

以上により、本研究では女子教育の特徴を生かした異校種異年齢が混在する高大連携授業において、3D 提示が可能で視線が一致し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、向き不向きな学習などを個々に検証し明らかにすることを目的とする。

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、遠隔で対峙するお互いが視線を合わせることでできるテレビ会議システムを開発している。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様である。3DBiz 研究会と Manage OnLine Corp が開発した 4K3D 液晶ディスプレイ 3DSKY-U50S (50" 3840×2160dpi, レンチキュラー方式, 28 視差, 視野角 145°, 最適視聴距離 3~7m) の初号機を三友株式会社の技術協力を受け導入した。

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む。

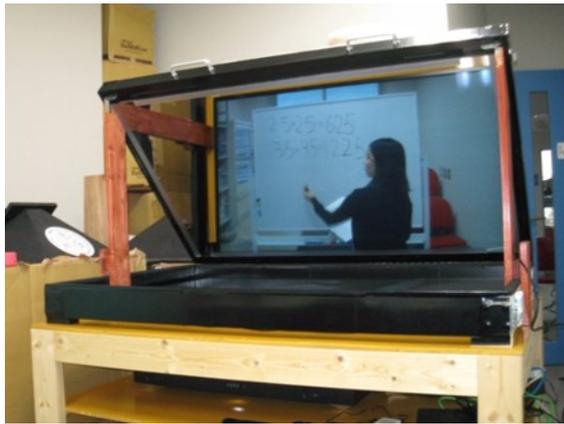


図1 裸眼 3D 視線一致型テレビ会議システム

表1 対話型学習実施内容

競争型学習	<u>討論</u> 高大対抗または高大混成チームで、教育ディベート ⁽³⁾ を行う。
	<u>競争課題</u> 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	<u>討論</u> 高大共通テーマに関しディスカッションする。
	<u>調べ学習</u> 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。
	<u>課題研究</u> 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	<u>伝統文化</u> 華道や茶道などの伝統文化に関する協働活動。
	<u>制作</u> 絵本、人形劇、手芸、調理などの協働制作。
交流型学習	<u>自由会話</u> 自己紹介やお互いを知るために自由に会話する。
	<u>コミュニケーションゲーム</u> 言葉遊びや対話ゲームなど行い懇親を深める。

学習環境は、裸眼 3D 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）と教育効果測定（学習者に対する客観評価）により取得し、多変量解析手法により比較分析する。表 1 より、本研究では対話型学習を 4 つに区分し、同一区分内および異区分間において、学習者の主観・客観評価の違いを明らかにし、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環境の向き不向きを明らかにする。

4. おわりに

本研究では女子校間の対話型学習に焦点を当てているが、所属研究室では、共学の他大学等との交流学習も計画されている。よって、今後は、女子教育と共学教育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。

5. 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) の補助によるものです。

参考文献

- (1) 谷田貝雅典, 永岡慶三, 坂井滋和, 安田孝美: “視線一致型および従来型 TV システムを利用した 2 大学間遠隔交流学习” 情報文化学会誌, 18 (1), 34-41, July.2011
- (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, vol130, no.6, pp.69-76, March.2016.
- (3) 「2018 事例でわかる情報モラル」実教出版

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

A study on survey method of changes of interest in the field of Interactive Communication

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：対話型コミュニケーション（講義・セミナー形式なども広く含む）において、参加者それぞれの内面での関心・興味等の変化は常時起こっていると考えられるが、発言や動作などによりそれらを出せるのは、ごく一部であり、その全てを表出させるのは非常に困難である。せめて「どの時点で変化が起こっているのか」を可視化・外在化するだけでも、コミュニケーション活動の改善に寄与できるのではないか、という発想から考察してみる。

キーワード：対話、コミュニケーション支援、協調学習、グループ学習、リフレクション

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。

日常生活における対話活動はもちろんのこと（井戸端会議なども含まれる）、学習活動としてはカフェ型コミュニケーションやディスカッション、ワークショップなどの形式により、学校教育や生涯学習などの現場に幅広く取り入れられている。授業や講演などの講義・セミナー形式も、質疑応答などを含めれば、広義の対話型と捉えられる。

これらの対話型コミュニケーションの大半は、発話や身振りなどの表出行動により進められる。一方で、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る。

この内在的思考は、主に他の参加者による表出活動によって引き起こされるもの（同意・反論・気付きなど）や、主に自身の思考により導かれるもの（発想・結論など）があると考えられるが、いずれも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。しかしながら、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はずであり（むしろこの割合が大勢を占める場合もある）、これらを可視化・外在化することにより、その活動全体の成果分析を促進するだけでなく、リフレクションによる活動自体の活性化にも寄与できると考えられる。

これらの内在的思考を全て外在化することは当然不可能であるが、最低でも、関心や意識の変化点（気付き・同意・反論など）をタイムライン上でプロットし、活動の動画や音声など（アーカイブ）に重ね合わせることができれば、断片的ながら、そのコミュニケーション活動全体を表出活動・内在的思考を

含めて俯瞰的に捉えることが可能になるのではないかと考えられる。

2. リアルタイム型関心変化調査

関心変化調査で最も理想的なのは、活動中にリアルタイムで変化点をプロットできることである。参加者が活動に集中するためには、目線や心拍等の生体情報を自動的に収集可能なものがあるが、それだけで内面的思考とリンクしていることを証明するのは困難である。従って、意識変化点を参加自身にプロットしてもらう必要が出てくる。

2.1 能動型データの例

参加者自身が意志を持って変化点を申告する例として、SNS ハッシュタグを利用する例がある。講義型に主に用いられるが、質疑応答は1対1になりがちであるところ、参加者がハッシュタグで質問や感想を投稿、スクリーン等に映し出せば、その情報を全員で共有でき、且つ外在化できる機会が大幅に増える。

類似例として、ニコニコ生放送やツイキャスのコメント書込み、その他 SNS のライブ放送でのいいねボタンなど、いわゆる同期型動画配信サービスへのリアクションも意思表示の一つである。伊藤(2014)はツイキャスを利用した授業実践を行っている⁽¹⁾。

また、山下ら(2010)は、参加者が他者の表出行動に対する感情や意識などを端末からサーバに送信し、記録として蓄積する「Sounding Board」を用いた可視化を行っている⁽²⁾。

後述するが、リアルタイム型では活動自体を阻害しない程度のアクションでないとう用性に疑問が出るので、意識変化点だけをボタンやクリッカーなどでプロットするだけの調査も考えられる。

2.2 受動型データの例

能動型に対し、参加者の意志に関係なく、生体情

報などのデータを自動的に取得し、分析に用いることもある。

活動中の目線や心拍などの生体データを観測・記録する方法は種々あり、従来は設備や準備等の負担が大きかった点も、技術や機器の進化により、ウェアラブルデバイスや小型端末などにより、データの取得が簡便になりつつある。

2.3 メリットと問題点

能動型データは、参加者の意志を比較的忠実に反映させられる一方、活動没入への阻害要因や、誤入力・虚偽入力のミスデータの可能性もある。

受動型データは、活動への阻害を少なくしながら生体情報を忠実に記録できる一方、そのデータのみで意識変化点を表現できる可能性はまだ低いと考えられる。

従って、これらの調査を併用し、アーカイブと重ね合わせた分析によって、阻害要因を少なく抑えられる可能性を持っていると考えられる。

3. リフレクション型関心変化調査

リアルタイムでの調査が困難な場合、アーカイブを用いたリフレクション型調査が考えられる。

3.1 リフレクションでのラベリングプロット

活動後、個々の参加者にアーカイブを視聴させながら、意識変化点をプロットしてもらい、可能であれば、個々の変化点に「同意」「反対」「他案」「気付き」などのラベリングを行ってもらおう。

イメージとしては、ニコニコ動画などの非同期型動画配信サービスへの書き込みなどのリアクションに類似する。

中島(2008)は非同期型タイムプロットのシステムを、クリッカーを用いて制作、タイムコード付きのデータを取得できるようにし⁽³⁾、芝崎(2014)はオープンコンテンツを利用した事前学習のための視聴反応モバイルシステムを開発している⁽⁴⁾。

3.2 メリットと問題点

リフレクション型の最大のメリットは、活動自体に参加者が没入することが可能なことであり、調査の有無に活動が左右されないことである。

一方で、意識変化点も非同期入力となるため、入力点や内容を入力者自身が操作してしまう可能性があり、また、活動時間の倍以上の時間拘束を参加者に求める点も課題ではある。

活動の内容や参加者層などにより、リアルタイム型とリフレクション型それぞれ適したデータ取得方法をハイブリッド的に利用することも視野に入れる必要がある。

4. 分析

分析においては、以下の点に着目することが考えられる。

- ・ プロットの多い時間帯の前後にアーカイブ上で何が起きていたか？

- ・ アーカイブ上に表出されている言動が無いにも関わらず、プロットが多い時間帯は何が起きているのか？
- ・ 著しい表出言動が起きているにも拘らず、プロットが少ない場合は、言動が他者に伝わっていないということなのか？
- ・ ラベリングされている場合は、ラベルと表出言動との関連性

5. おわりに

本調査手法の発想の端緒は、筆者が様々なコミュニケーション活動に触れていくにあたり、

- ・ 個々の参加者に内在的成果が出ているのか？
- ・ 個々の活動に表出した成果が出ていなくても、意味ある活動として第三者にアピールできるのか？
- ・ 類似活動あるいは非類似活動において、表出言動と内在的思考の変化点に何らかの関連性が認められるのか？

などの疑問が生じたことから始まっている。これらを少しでも可視化することにより、

- ・ 参加者の活動自体への関心・モチベーションを上げられ、維持できる可能性。
 - ・ 成果が見えにくい活動について、他者への説明根拠になる可能性。
 - ・ 活動自体の効率や濃度を上げられる可能性。
- などが期待できる所であり、実際の調査活動に取り組んでいきたい。

参考文献

- (1) 伊藤大河, “ツイキャスを活用した遠隔教育に関する授業実践”, 日本教育情報学会第30回年会論文集, pp202-203, 2014
- (2) 山下淳, 市丸俊亮, 加藤浩, 飯崎裕史, 鈴木栄幸, 葛岡英明, “状況内評価を記録するシステム Sounding Board における身体的行為とその効果の検討”, 日本教育工学会論文誌, No33 (3), pp277-286, 2010
- (3) 中島平, “レスポンスアナライザによるリアルタイムフィードバックと授業映像の統合による授業改善の支援”, 日本教育工学会論文誌, No.32, pp169-179, 2008
- (4) 芝崎順司, “オープンコンテンツを利用した事前学習のための視聴反応モバイルシステムの開発と利用評価”, 教育メディア研究, Vol.21, No.2, pp25-37, 2014

DBpedia Japanese を用いた Web 調べ学習における課題展開診断手法

Diagnosing Question Decomposition for Web-based Investigative Learning with DBpedia Japanese

佐藤 禎紀^{*1}, 柏原 昭博^{*1}, 長谷川 忍^{*2}, 太田 光一^{*3}, 鷹岡 亮^{*4}
 Yoshiki SATO^{*1}, Akihiro KASHIHARA^{*1}, Shinobu HASEGAWA^{*2}, Kouichi OTA^{*3}, Ryo TAKAOKA^{*4}
^{*1} 電気通信大学

^{*1}The University of Electro-Communications

^{*2}北陸先端科学技術大学院大学

^{*2}Japan Advanced Institute of Science and Technology

^{*3}日本生涯学習総合研究所

^{*3}Japan Institute of Lifelog Learning

^{*4}山口大学

^{*4}Yamaguchi University

Email: yoshiki.sato@uec.ac.jp

あらまし：Web 調べ学習では、学習課題について学ぶべき項目やその順序(学習シナリオ)を学習者自ら主体的に決める必要がある。先行研究では、Web 調べ学習をモデル化し、そのモデルに沿ったシステムを作成して支援してきた。しかし、Web 調べ学習では、解を用いた学習シナリオの評価が難しいという問題がある。そこで本研究では、DBpedia Japanese で学習者の新たな課題への展開(課題展開)を診断することで、学習者の主体性を損ねずに学習者の学習シナリオの診断手法を提案する。

キーワード：Web, 調べ学習, LOD, 主体的学習, 適応的支援

1. はじめに

近年、21 世紀型スキルと呼ばれる情報活用能力が重要視されており⁽¹⁾、Web 調べ学習を繰り返すことで習得できる。Web 調べ学習とは単に検索エンジンでキーワード検索するだけでなく、学習課題に対する知識構築と新たな課題への展開(課題展開)を繰り返すことで、学習課題を網羅的、体系的に学習することである。この Web 調べ学習では、学習者が自ら学習課題について学ぶべき項目やその順序(学習シナリオ)を作成する必要がある。先行研究では、Web 調べ学習を支援するため、Web 調べ学習モデルを作成し⁽²⁾、このモデルに沿ったシステム iLSB (interactive Learning Scenario Builder)を開発した。

一方、学習者の作成した学習シナリオは妥当なものとは限らないため、解となる学習シナリオ(解シナリオ)による評価が必要である。しかし、学習者が作成する学習シナリオは多様なため、解シナリオを一意に定めることは難しい。そこで本研究では、Web 上の関連データを紐付けたオープンデータである LOD(Linked Open Data)を用いて学習者の課題展開の妥当性を診断し、学習者の主体性を損なわずに学習者の学習シナリオの診断を行う手法について述べる。

2. Web 調べ学習モデル

本章では、Web 調べ学習モデルについて述べる。Web 調べ学習モデルは以下の 3 フェーズから成る。

(1) Web リソース探索フェーズ

学習課題を端的に表すキーワードを用いて、学習に用いる Web リソース(学習リソース)を収集するフェーズである。

(2) Navigational Learning フェーズ

(1)で収集した学習リソースを探索し、学んだ項目の関係付けにより知識を構築するフェーズである。

(3) 学習シナリオ作成フェーズ

(2)で構築した知識からさらに学びを進める項目を選択し、部分課題として展開するフェーズである。

(3)で展開した部分課題についても 3 フェーズを繰り返すことで、学習課題構造を表す木構造(学習シナリオ)が作成される。

本研究では、学習者の課題展開の妥当性を診断する。

3. Web 調べ学習における課題展開診断手法

本章では、LOD について述べ、LOD を用いた課題展開診断手法の枠組みについて述べる。

3.1 LOD (Linked Open Data)

LOD とは、Web 上の関連データをリンク付けして公開している仕組みであり、データをネットワークとして表現できるため、データの Web と呼ばれる⁽³⁾。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 におけるデータは、RDF と呼ばれる主語、述語、目的語 3 要素で項目間の関係を表したデータ形式で表現され、SPARQL というクエリ言語で取得できる。そのため、SPARQL を用いたキーワード間の関係やキーワードに対する関連語句の取得が可能である。

3.2 課題展開診断手法の枠組み

課題展開の診断は、Firefox のアドオンとして実装した iLSB に課題展開診断機能を実装した。診断の手順は図 1 に示す通りである。

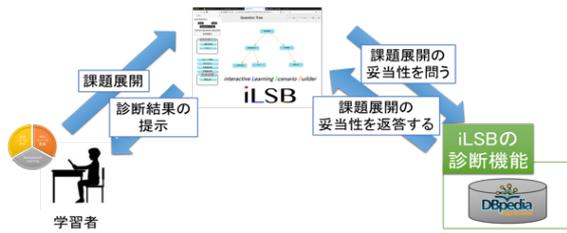


図1 課題展開の診断の流れ

学習者は iLSB を用いて Web 調べ学習モデルに沿った学習を行い、学習者の課題展開に応じて課題展開の妥当性診断を行う。課題展開の妥当性診断は、DBpedia Japanese から課題間の関係や関連語句を取得し、学習者の課題展開の妥当性を、妥当性が高い、低い、不明の3段階で診断し、学習者に提示する。

4. 課題展開診断アルゴリズム

本章では課題展開の妥当性診断アルゴリズムについて述べる。課題展開の妥当性は、学習シナリオにおける根となる課題(初期課題)から見た妥当性と、課題展開における展開元の課題(親課題)から見た妥当性を考慮し、それぞれの課題を表すキーワード(課題キーワード)間の関連度と類似度を算出して評価する。以下、関連度、類似度の算出方法を述べ、課題展開診断アルゴリズムについて述べる。

4.1 課題キーワード間の関連度の算出方法

課題キーワード間の関連度は、DBpedia Japanese における、2つの課題キーワード間の距離と経路数から、関連度の強いもの、弱いもの、不明なものの3段階で評価する

4.2 課題キーワード間の類似度の算出方法

課題キーワード間の類似度は、DBpedia Japanese から各課題キーワードの関連語句を取得し、形態素解析することで、各課題キーワードに対する単語集合を作成する。作成した単語集合の一致度から類似しているもの、類似していないもの、不明なものとの3段階で評価する。

4.3 課題展開診断アルゴリズム

初期課題から見た関連度・類似度、親課題から見た関連度・類似度を用いて、図4に示すアルゴリズムで課題展開の妥当性を診断する。これは展開した学習課題が初期課題から見て妥当であるか診断し、次に親課題から見て妥当であるか診断することで、最終的に課題展開の妥当性を、関連度の強いもの、弱いもの、不明なものの3段階で評価するアルゴリズムである。

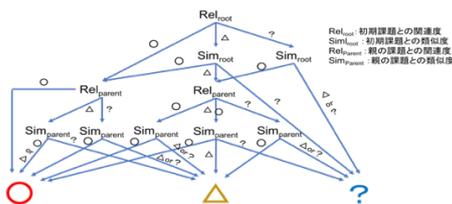


図4：診断アルゴリズム

5. ケーススタディ

4.3 で示した診断アルゴリズムの診断精度評価のため、「災害」、「インフルエンザ」、「アレルギー」の3つの学習課題に対して、10人の学習者が作成した学習シナリオを用意し、筆者ら3名による人手の診断と診断アルゴリズムの診断を比較した。その結果、人手の診断と診断アルゴリズムの診断が一致した割合は50.1%であり、人手の診断結果に対する診断アルゴリズムによる結果の再現率、適合率、F値は表1のようになった。

表1：診断アルゴリズムの再現率、適合率、F値

		災害	インフルエンザ	アレルギー	全体
妥当性が高い	再現率	78.9%	42.7%	60.5%	57.7%
	適合率	60.0%	42.7%	44.8%	49.8%
	F値	0.682	0.434	0.515	0.534
妥当性が低い	再現率	7.7%	4.3%	44.7%	15.6%
	適合率	42.9%	16.7%	44.7%	35.9%
	F値	0.130	0.068	0.447	0.218
妥当性が不明	再現率	62.5%	78.2%	51.1%	20.6%
	適合率	46.3%	52.5%	60.8%	53.4%
	F値	0.532	0.628	0.555	0.298

表1より課題展開の妥当性が高い展開や不明な展開での適合率は50%程度であり、妥当性の低い展開での適合率は30%程度だった。この結果から、診断アルゴリズムによる診断結果は、ある程度信頼できると考えられるが、妥当性が低い課題展開の診断には改善が必要である。また、妥当性が不明と診断された課題展開はDBpedia Japaneseのリソース不足が原因とも考えられ、診断手法の再検討が必要である。

6. まとめ

本研究では、Web調べ学習における学習シナリオの評価は主体性を損ねるため難しいという問題に対し、DBpedia Japanese で学習者の課題展開診断手法を提案した。

今後は提案手法が真に主体性を損なわずに診断可能かを検証することや、課題展開の順序に対する診断手法の検討が挙げられる。

7. 謝辞

本研究の一部は、JSPS 科研費基盤研究 (B) (No.17H01992)の助成による。

参考文献

- (1) 情報活用能力調査の結果概要,文部科学省：
http://www.mext.go.jp/component/a_menu/education/detail/_icsFiles/afieldfile/2015/03/24/1356195_1.pdf
- (2) Akihiro Kashiara, and Naoto Akiyama:“Learning Scenario Creation for Promoting Investigative Learning on the Web”,Journal of information and systems in education, Vol.15, No.1, pp.62-72 (2017)
- (3) トム・ヒース, クリスチャン・バイツァー,Linked Data: Web をグローバルなデータ空間にする仕組み, 近代科学社(2013)

Web 調べ学習における課題展開のための推薦手法

Recommending Sub-Questions for Building Learning Scenario in Web-based Investigative Learning

萩原 未来^{*1}, 柏原 昭博^{*2}, 長谷川 忍^{*3}, 太田 光一^{*4}, 鷹岡 亮^{*5}
Miki HAGIWARA^{*1}, Akihiro KASHIHARA^{*2}, Shinobu HASEGAWA^{*3}, Koichi OTA^{*4}, Ryo TAKAOKA^{*5},
^{*1*2} 電気通信大学

^{*1*2}The University of Electro-Communications

^{*3} 北陸先端科学技術大学院大学

^{*3} Japan Advanced Institute of Science and Technology

^{*4} 日本生涯学習総合研究所

^{*4} Japan Institute of Lifelong Learning

^{*5} 山口大学-

^{*5} Yamaguchi University

Email: miki.hagiwara@uec.ac.jp

あらまし : Web 調べ学習では学習者は学習リソースを選択し, 学習課題について学ぶべき項目やその学ぶ順序 (学習シナリオ) を自ら決定する. 一般に適応的支援は学習者の学習成果物と解との比較に基づき行われるが, Web のようなオープンエンドな空間では調べ学習の解を一意に定めることは困難である. 本研究では, LOD を用いることで, 学習者の学習シナリオの課題展開の偏りを診断・修正し, 妥当な課題展開を促す部分課題候補の推薦手法を提案する.

キーワード : Web, 調べ学習, LOD, 主体的学習, 適応的支援

1. はじめに

近年, 教育現場では Web 上での調べ学習(Web 調べ学習)の機会が増加している⁽¹⁾. 一方, Web 調べ学習はテキスト教材とは異なり, 学習課題について学ぶべき項目やその学ぶ順序が規定されていないため, 学習者は Web を探索しながら課題について学んだ知識を構築し, さらに詳しく学ぶべき項目を部分課題として展開して, 学習シナリオを作成する必要がある. 先行研究では Web 調べ学習モデルを提案し, このモデルに沿った学習環境 interactive Learning Scenario Builder (iLSB)を開発した⁽²⁾.

一方, Web のようなオープンエンドな空間では, 学習者が作成するシナリオの個性性は高くなり, 事前に解シナリオを用意することは困難である. そのため, 学習シナリオ作成での課題展開が不十分な場合に, 適応的な支援を施すことは容易ではない.

本研究では, 学習者の学習シナリオの課題展開の偏りを診断し, 学習者の学習シナリオ内に存在する課題キーワードと関連が高いキーワード群を Linked Open Data(LOD)を用いて抽出することで, 課題展開に対する適応的な支援を実現する手法を提案する.

2. Web 調べ学習モデル

本研究では, Web 調べ学習プロセスを以下の3フェイズで構成されると定義し⁽²⁾, これらのフェイズを新たに部分課題が展開されなくなるまで繰り返すことで, 図1のような学習シナリオが作成されると捉えている.

1. Web リソース探索フェイズ

学習課題を端的に表すキーワードを用いて学習に用いる Web リソース群を探索・収集する.

2. Navigational Learning フェイズ

Web リソースを閲覧しながら, 学んだ項目をキーワードとして抽出し, 関連付けを行い, 課題に対して学んだ知識を構築する.

3. 学習シナリオ作成フェイズ

さらに学習が必要な項目を学習課題の部分課題として展開し, 学習課題を構造化する.



図1 学習シナリオ

このモデルに基づく調べ学習では, 学習シナリオにおける課題展開が不十分なまま学習を終えてしまうことがある. 本研究では, 課題展開の不十分さを学習シナリオの偏りとして診断し, 展開すべき部分課題の候補を適応的に推薦することで, 学習者による課題展開を促す.

3. LODに基づく適応的支援

3.1 Linked Open Data

LODは, Web 上でデータを自由に利用できるよう共有する方法であり, 主語・述語・目的語からなるRDF形式で記述され, クエリ言語 SPARQL を用いて検索可能である⁽³⁾. 本研究では日本語版 Wikipedia の LOD を扱える DBpedia Japanese を用いる.

3.2 課題展開数による推薦

ここでの推薦処理は、学習シナリオの偏り診断と、診断結果に基づく部分課題の提示から構成される。学習シナリオの偏り診断では、最初に学習者に与えられた課題(初期課題)の課題展開数が十分に診断し、次に初期課題からの深さが等しい課題を根とする部分木同士で課題展開数を比較して偏りを診断する。

初期課題の課題展開数の診断では、初期課題に対する適切な課題展開数を定める必要があり、これを決定する式を定義するため予備調査を行った。予備調査では偏りのない学習シナリオの初期課題の課題展開数と、DBpedia Japanese で初期課題とリンクが相互に結ばれたキーワードの数は比例関係にあると仮定し、「アレルギー」、「インフルエンザ」、「災害」の3つの学習課題に対して10名の学習者に作成された学習シナリオについて、3名の実験者により偏りが少ない学習シナリオを選定し、各初期課題に対する課題展開数とDBpedia Japanese で初期課題とリンクが相互に結ばれたキーワード数を求めた。その結果より、初期課題の適切な課題展開数を $degree$ 、DBpedia Japanese において初期課題と相互にリンクが結ばれているキーワード数を $object$ とし、式(1)を定義した。

$$degree = 0.16 \times object - 2.1 \quad (1)$$

初期課題の課題展開数が、 $degree$ の値未満であれば、課題展開数を増やす部分課題候補推薦のため、初期課題とそこから展開された部分課題の少なくとも一方とDBpedia Japanese で関連のあるキーワードを取得する SPARQL クエリを作成する。初期課題の課題展開数が十分であった場合、初期課題からの深さの値が小さい順に、等しい深さの課題を根とする部分木同士で課題展開数を比較する。部分木同士の課題展開数に差があった場合、課題展開数の少ない部分木の根からの課題展開数を増やすため、初期課題とその部分木の根の課題キーワードの少なくとも一方とDBpedia Japanese 上で関連のある部分課題候補を取得する SPARQL を作成する。

学習シナリオの偏りに応じて作成した SPARQL により DBpedia Japanese から取得した部分課題候補は、初期課題および親・兄弟課題との間のリンクの有無・双方向性により表1の優先提示順序に従い、学習者に提示される。

表1 優先提示順序

優先提示群	グループ	初期課題とのリンク関係	親・兄弟とのリンク関係
1		双方向	双方向
2	1	双方向	単方向
	2	単方向	双方向
3		単方向	単方向
	1	単方向	リンクなし
4	2	リンクなし	単方向

4. 評価実験

本研究で提案した推薦手法の有効性を検証するため、「インフルエンザ」、「アレルギー」、「災害」の学習課題に対する学習者の学習シナリオに対して評価

実験を行なった。評価実験では学習者の学習シナリオに対して実験者3名が課題展開の適切さを3段階で評価した。そして、各学習シナリオの初期課題と部分課題候補の親・兄弟となっている課題キーワードの少なくとも一方を用いて SPARQL クエリを作成し、部分課題候補とその属する優先提示群を取得した。その後、学習シナリオ内で実験者により課題展開が不適切と診断された課題を推薦してはいけない部分課題候補、それ以外を推薦すべき部分課題候補とし、システムが出力した部分課題候補・優先提示群と照らし合わせた。そこから第4優先提示群までを含めた場合と、第3優先提示群までを含めた場合の再現率・適合率・F値を求めた。結果を表2に示す。

表2 再現率・適合率・F値

推薦範囲 下限	アレルギー		インフルエンザ		災害		平均	
	第4優先提示群	第3優先提示群	第4優先提示群	第3優先提示群	第4優先提示群	第3優先提示群	第4優先提示群	第3優先提示群
再現率	0.75	0.053	0.60	0.017	0.56	0.080	0.64	0.050
適合率	0.68	1	0.75	0.75	0.75	0.88	0.73	0.88
F値	0.71	0.10	0.66	0.034	0.64	0.15	0.67	0.094

表2より、適合率については第4優先提示群までにおいてアレルギー以外で7割以上、第3優先提示群までにおいてインフルエンザ以外で8割を超える。これらは、システムが推薦する部分課題候補が妥当に機能する可能性を示唆していると考えられる。一方、再現率はアレルギー以外の学習課題において6割以下、F値は7割以下になっている。現状のDBpedia Japanese では現在取得できている以上の部分課題候補を取得することが困難なため、再現率についてはDBpedia Japanese の限界と考えられる。

5. まとめ

本研究では、Web調べ学習において、学習者の学習シナリオの偏りを把握した上で、LODを用いて学習シナリオ内の課題キーワードと関連するキーワードを学習者に推薦する手法を提案した。評価実験の結果、提案システムの妥当性及び有効性が示唆された。今後は提案システムを実装したiLSBを用いて、学習者とのインタラクションの中で提案システムが有効に機能するかを検証する予定である。

謝辞

本研究の一部は、JSPS 科研費基盤研究(B)(No.17H01992)の助成による。

参考文献

- (1) 文部科学省 情報教育
http://www.mext.go.jp/b_menu/shingi/chousa/shotou/056/gijigaiyou/attach/1259396.htm
- (2) Akihiro Kashihara, and Naoto Akiyama: Learning Scenario Creation for Promoting Investigative Learning on the Web, Journal of Information and Systems in Education, Vol.15, No.1, pp.62-72 (2017).
- (3) 使う・つなげる:国立国会図書館の Linked Open Data(LOD)とは
<http://www.ndl.go.jp/jp/aboutus/standards/lod.htm>

シミュレーションのログ分析手法を用いた ビジネスゲームにおけるディブリーフィング支援枠組みの提案

Proposal of Framework for Debriefing of Business Game Using Simulation Analysis

菊地剛正^{*1}, 田中祐史^{*2}, 國上真章^{*2}, 山田隆志^{*3}, 高橋大志^{*1}, 寺野隆雄^{*4}
Takamasa KIKUCHI^{*1}, Yuji TANAKA^{*2}, Masaaki KUNIGAMI^{*2}, Takashi YAMADA^{*3},
Hiroshi TAKAHASHI^{*1} and Takao TERANO^{*2}

^{*1}慶応義塾大学, ^{*2}東京工業大学, ^{*3}山口大学, ^{*4}千葉商科大学

^{*1}Keio University, ^{*2}Tokyo Institute of Technology, ^{*3}Yamaguchi University, ^{*4}Chiba University of Commerce
Email: takamasa_kikuchi@keio.jp

あらまし:ゲーミングでは、ファシリテーションやディブリーフィングの重要性が論じられている。一方で、ゲーミングの結果からプレイヤーの判断・行動を分析・評価するための方法論の確立は必ずしも進んでいない。そこで本稿では、ゲーミングにおけるプレイヤーの判断・行動の分析・評価を支援する枠組みを提案する。具体的には、シミュレーション分析の方法論を取り入れる：1)ゲーミングのテーマと同型に作られたエージェント・モデルを構築し、エージェントによるシミュレーション・ログの内容を類型化する、2)人間によるプレイ・ログを、類型化した結果上にマッピングし、プレイヤーのログを位置づける。このようにして、ファシリテーター側にプレイヤーの判断・行動をフィードバックし、分析・評価のサポートを行う枠組みを提案する。

キーワード: ビジネスゲーム, エージェントシミュレーション, シミュレーション分析

1. はじめに

ゲーミングでは、ファシリテーションやディブリーフィングの重要性が論じられている⁽¹⁾。一方で、ファシリテーションやディブリーフィングは「アート」と捉えられがちであり、ファシリテーターの経験や技量に依拠するところが大きい。プレイヤーの判断・行動の分析・評価では、プレイ・ログの内容を個別に比較・分析することが一般的である。しかし、ログ全体の分析には困難を伴い、結果として評価の軸が成績や勝敗に偏重してしまうという指摘がある⁽²⁾。そこで本稿では、主にコンピュータを用いる形式のビジネスゲームを対象とし、プレイヤーの判断・行動の分析・評価を行う。具体的には、シミュレーション分析の手法を援用し、1) エージェント・モデル（以下、ABM とする）によるシミュレーション・ログを類型化する、2) その上に人間によるプレイ・ログを位置付けることでプレイヤーの判断・行動を相対化する。プレイヤー及びファシリテーターに対して、ビジネスゲームが描き得るシナリオ・シミュレーションパスの全体像を提示し、それら結果に対するプレイヤーの位置付けを可視化することにより、ディブリーフィングを支援する枠組みを提案する。

2. 関連研究

社会的・組織的な行為や活動をゲームと捉えて、世界を解釈し、新しいシステムのデザインに繋げる方法として、ゲーミフィケーションが知られている⁽³⁾。ゲーミフィケーションを実現するためには、「現実問題→ゲーミング→エージェントシミュレーション (ABS) →ストーリー・シナリオ作成→現実への接地」の手順からなるループを繰り返すという接近

法が提唱されている⁽⁴⁾。本稿では、ABM を基礎としたゲーミングの分析・評価枠組みを提案する。

3. 方法論

方法論の概要を以下に示す(図 1)。ビジネスゲームの主題を決定し(Step 1)、それに基づく ABM を作成、多数回のシミュレーション・ログを生成する(Step 2)。その結果をシミュレーション分析手法により類型化する(Step 3)。本稿では、ログクラスターを用いた分類手法⁽⁵⁾を採用する。更に、作成した ABM の一部エージェントを人間が代替できるよう拡張する(Step 4)。類型化したシナリオ・シミュレーションパス上に、人間によるプレイ・ログを重畳し(Step 5)、ディブリーフィングのための分析を行う(Step 6)。

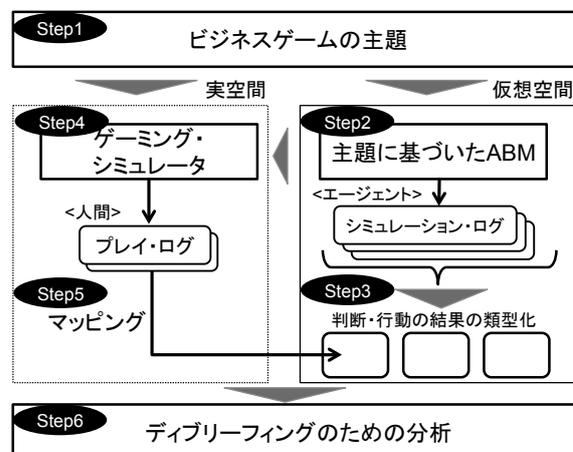


図 1 本稿における方法論の概要。

4. 挙動確認

4.1 ビジネスゲームの主題

本稿では、金融機関の市場性資産への投資行動が金融システムの安定に与える影響をテーマとした。プレイヤーは金融機関のALM運営の責任者を想定し、証券投資に係る意思決定を行った。

4.2 主題に基づいたABM

構築したABMの概要を下図に示す(図2)。これは、金融機関の連鎖的な破綻を表現するエージェント・モデル⁽⁶⁾である。エージェントは中核的金融機関であり、意思決定として1)投資行動と2)資金繰り行動を行う。市場性資産の価格変動により財務状況が変化し、インターバンクネットワークを介した短期資金貸借等を通じて破綻が生じる。具体的なパラメタ等は⁽⁶⁾と同様であり、完全結合する20社の金融機関を対象とし、ステップ数は銀行勘定の決算期間を想定し125step(1step=1day)とした。

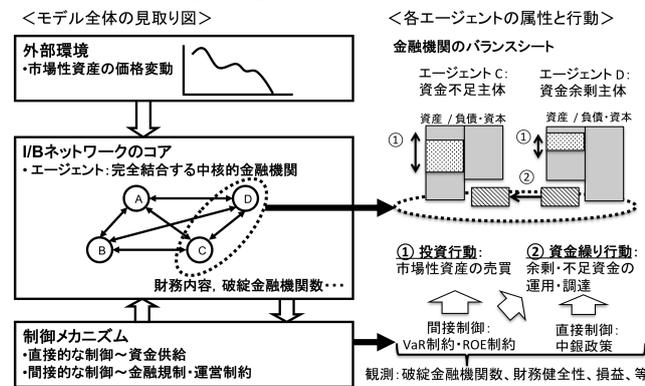


図2 金融機関の連鎖的な破綻を表現するエージェント・モデル⁽⁶⁾。本稿では、投資行動のみに注目。

4.3 シミュレーション結果の類型化

4.2節のパラメタで1,000回試行し、シミュレーション・ログをクラスタリングした結果が(図3)である。市場性資産量の多寡と破綻ステップ数に応じて3つのクラスターに分類されることがわかった。

4.4 ゲーミング・シミュレータ化とプレイ・ログの重畳

4.2節のABMにつき、一部エージェントの意思決定を人間が代替できるよう拡張した。ゲーム化においては、簡単のため、開始stepにおける担当金融機関の保有市場性資産量(残高)のみを意思決定項目とした。2人のプレイヤーによる個別試行を行い(試行1, 試行2), 4.3節で類型化したシミュレーション結果上に、個別のプレイ・ログをマッピングした(図4)。各clusterの重心との距離から、試行1はcluster2, 試行2はcluster0と近い結果に分類された。

4.5 ディブリーフィングのための分析

(図3)では、ABMによる多数回試行により、対象とするビジネスゲームが描き得るシナリオ・シミュレーション結果の全体像を得ることができた。また、(図4)では、当該全体像の中で、個別のプレイ・ログの位置付けが示された。人間プレイヤーのプレイ結果

が、エージェント・プレイヤーのどのプレイ結果に類似性が高いか、議論が可能となった。

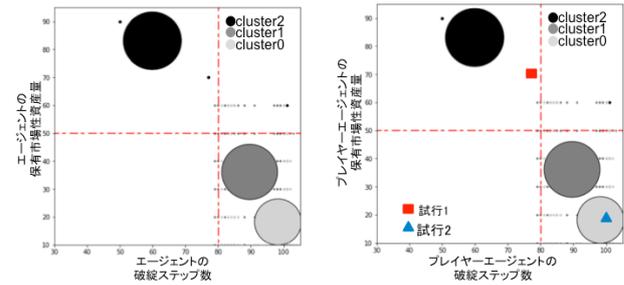


図3(左): シミュレーション・ログのクラスタリング結果(縦軸: エージェントの当初保有市場性資産量, 横軸: エージェントの破綻ステップ数)。市場性資産量の多寡と破綻ステップ数に応じて3つのクラスターに分類(cluster0-2)。

図4(右): 人間によるプレイ・ログを重畳した結果(試行1, 2)。各ログクラスターの重心からの距離から、試行1はcluster2と、試行2はcluster0と近接。

5. おわりに

本稿では、ビジネスゲームにおけるプレイヤーの判断・行動を分析・評価する際の支援枠組みを提案し、以下のフィージビリティを確認した: 1) ビジネスゲームで想定されるシナリオ・シミュレーションパスの全体像を提示できること, 2) 当該全体像との対比で、個別のプレイヤーのログを位置づけることができること。結果として、1) ビジネスゲームの「あり得る」結果の全体像が分かった, 2) 全体像に対する各プレイヤーの結果の類似性を示し、あわせてプレイヤーの「あり得た」他の結果も同時に提示できた。このようにして、プレイヤーとファシリテーターの双方に対して、ディブリーフィングの際に有用な情報を提供することが可能であると考えられる。

参考文献

- 新井潔, 出口弘, 兼田敏之, 加藤文俊, 中村美枝子: “ゲーミングシミュレーション”, 日科技連 (1998)
- 越山修, 國上真章, 吉川厚, 寺野隆雄: “ビジネスゲーム学習者の行動プロセスの研究-改良したパフォーマンスシートを用いて-”, シミュレーション&ゲーミング, 第21巻, 第2号, pp. 86-95 (2011)
- 井上明人: ゲーミフィケーション<ゲーム>がビジネスを変える, NHK 出版 (2012)
- 寺野隆雄, 小山友介: “ゲーミフィケーション: 世界をゲームとしてデザインする”, 計測と制御, 第54巻, 第7号, pp.494-500 (2015)
- 田中祐史, 國上真章, 寺野隆雄: “エージェントシミュレーションにおけるログクラスターの系統的分析からわかること”, シミュレーション&ゲーミング, 第27巻, 第1号 (2017) (accept).
- 菊地剛正, 國上真章, 山田隆志, 高橋大志, 寺野隆雄: “エージェントシミュレーションを用いた金融規制が金融機関の連鎖的な破綻に与える影響の分析”, 人工知能学会誌「エージェント技術とその応用」, 第31巻, 第6号, pp.1-11 (2016)

Error-Based Simulation による初等力学学習における パラメータの提示を用いた学習支援システムの開発と評価

Development and Evaluation of a Learning Support System by Means of Parameter by Error-Based Simulation in Physics

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: 従来の初等力学の学習において誤りの気づきのために用いられてきた Error-Based Simulation では、学習者による概念の解答をもとにしてふるまいや実現象のシミュレーションを生成した。本研究では初等力学の学習において、シミュレーションに加えてパラメータの情報を与えることで学習者が誤りに気づくことができる場合に注目し、パラメータの提示を行う学習支援システムの評価を行う。

キーワード: 初等力学, 学習支援システム, 適応的フィードバック, Error-Based Simulation

1. はじめに

学習者が初等力学を学習する際に、力学的概念である力・加速度・速度を既知の現象とともに正しく対応付けて理解することは困難であり、特に学習者が現象に対して誤った概念をもつ場合に、その修正は容易ではないとされている。このような誤概念を持つ学習者に対して、Error-Based Simulation (EBS) により学習者の誤概念に対応する誤った現象をフィードバックすることで、学習者が自発的に概念の誤りに気づくことができ、誤ったシミュレーションをもとにした試行錯誤によって正しい概念を習得することが可能となる。

筆者らは、EBS を用いた学習における自発的な誤りの修正を促すため、EBS の生成した現象とともに概念のパラメータを観測器や矢印を用いて提示し、概念理解の支援を行ってきた。本稿では、これまでのパラメータを提示する手法による学習に対して、学習者の理解への有効性を評価する。

2. Error-Based Simulation(EBS)

力学における EBS では、現象を問題として提示し、学習者は矢印を用いて力学的概念の解答を行う。EBS は解答された概念に対応した現象をシミュレーションとして生成し学習者に提示するが、このとき「床を貫通して物体が沈む」「宙に物体が浮かぶ」などの現実には起こりえない現象もシミュレートすることが可能である。これにより、学習者にとって違和感のあるシミュレーションを提示することで、学習者自身の力学的概念の誤りを強く認識できる⁽¹⁾。

3. EBS におけるパラメータの提示

3.1 観測器を用いた速度・重量の可視化

これまで EBS においては、学習者の概念の解答に対応したシミュレーションを生成する際に、シミュレーションが正しい現象と同じ動きとなる場合や同じ方向への運動をフィードバックする場合などにおいて、誤りに気づくことが難しいと考えられる解答が存在した⁽²⁾。そこで、誤りに気づくことが難しいと考えられる解答が行われた場合に、従来、学習者に提示していたシミュレーションに加えて物体にかかる重量を示す重量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提示する。観測器を用いた EBS では、学習者は正しい現象と学習者の解答をもとにしたシミュレーションのそれぞれにおける観測器のパラメータの違いを通して、誤概念の解答の修正を行うことが可能となる⁽³⁾。図 1 に重量観測器を用いたシステムフィードバック例を示す。

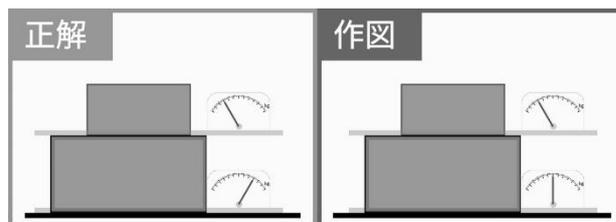


図 1 観測器による正解・作図間の違いの提示

3.2 パラメータ矢印の提示による概念間の理解

従来の EBS において、学習者の入力する力・加速

度・速度をもとに提示するシミュレーションは運動に限定されており、運動に対応した力学的概念の理解を行うことはできるが、力と加速度などの概念間の関係性を直接理解することは困難であった。そこで、概念間の関係性を理解させるため、フィードバックにおいても解答時と同様に概念の大きさを矢印で示す手法を用いる⁴⁾。このことで、運動からの各概念の解答に加えて、概念をもとにした他概念の解答を行うことが可能となる。図2に矢印を用いたフィードバックの例を示す。上部にはある概念の正しい状態、下部では解答を行った別の概念を正解と同じ概念に変換した状態で、いずれもパラメータを矢印として示している。学習者は正解および解答に対応したフィードバックにおける矢印の大きさを見比べることで解答した概念の誤りに気づくことができ、概念間の関係性の理解を直接行うことが可能となる。

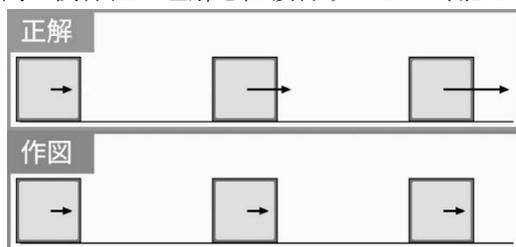


図2 矢印を用いた力学的概念のフィードバック

4. パラメータ提示 EBS における学習の評価

4.1 観測器によるパラメータ提示 EBS

シミュレーションによって誤りに気づきづらいと考えられる解答を行った場合にシステムが速度または重量の観測器とともにシミュレーションを行う機能をもつ EBS による学習を行った実験群 9 名と、通常通りのシミュレーションを行う EBS によって学習を行った統制群 7 名を比較する形で評価実験を行った。EBS では、共通の学習課題を静止系 2 問→運動系 2 問の順で出題し、運動系において等速運動および等加速運動の問題を扱った。学習の事前および事後に行った共通のテストについて、平均正答率および効果量分析の結果の抜粋を表 1 に示す。

表 1 観測器を用いた EBS のテスト結果

	実験群			統制群		
	正答率	静止系	運動系	正答率	静止系	運動系
事前	50.0%	61.1%	38.9%	41.7%	64.3%	19.0%
事後	87.0%	100.0%	74.1%	70.2%	85.7%	54.8%
差分	37.0%	38.9%	35.2%	28.5%	21.4%	35.8%
cohen's d	2.18	2.82	1.45	1.56	1.03	1.56

テストの正答率において、実験群および統制群の両群において事後テストが事前テストを上回り、上昇幅は運動系のみが結果がほぼ等しいことを除けば実験群が高い結果となった。cohen's d による効果量分析の結果では、運動系においては観測器を用いるフィードバック時の現象にも違いが現れるため差が見られなかったが、静止系においては大きな差が見られた。また、EBS 利用時に静止系において、誤りに気づくことが難しいと考えられる誤答が実験群 9

名中 8 名 (1 名あたり 3.9 回)、統制群 7 名中 6 名 (1 名あたり 10.0 回) みられ、このような誤答に対する支援を行うことの必要性、および解答を修正する際に観測器が有効に働いたことが示唆される。

4.2 矢印によるパラメータ提示 EBS

運動系の等速運動 1 問を学習課題として、運動に対応する力・加速度・速度を解答し、3 つの関係を学習する従来の EBS を用いた統制群 7 名と、前述の運動との 3 つの関係に加えて力・加速度・速度相互間の解答を行い、合計 6 つの関係を学習する EBS を用いた実験群 7 名を比較する形で評価実験を行った。共通の問題を用いたテストの正答率と効果量分析、および分散分析の結果の抜粋を表 2、表 3 に示す。

表 2, 表 3 矢印の提示 EBS のテスト結果

	実験群	統制群	変動要因	有意差
事前	36.1%	37.0%	実験群/統制群	n.s.
事後	65.5%	47.9%	事前/事後	p<.05
差分	29.5%	10.9%	交互作用	p<.05
cohen's d	1.70	0.47		

テストの正答率においてはいずれの群においてもシステムを用いた学習による学習効果が見られ、分散分析を行った結果、交互作用に有意差が確認された。EBS 利用前後の効果量では、統制群が効果量小 (<0.5) であったが、概念間の関係性を学習した実験群では効果量大 (>1.0) を示し、学習内容を追加したことによって高い学習効果を得られることが示された。

5. まとめ

本稿では、EBS における学習者の理解を促進するためのパラメータの提示を行う 2 つの手法について、その評価を示し有効性を述べた。このことから、学習者の理解状況に応じてパラメータを可視化したフィードバックを行うことが、現象や概念の理解および関係性の理解に対して有用であると考えられる。そのため、今後は現象に対して提示するパラメータを学習者が選択することで理解を促進する学習を行わせるために、パラメータの可視化手法として 2 つの手法を統合し、観測器や矢印によるパラメータ提示を用いた学習支援システムの開発を検討する。

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, 柏原昭博, 豊田順一: “定性推論技法を用いた誤り可視化シミュレーションの制御”, 人工知能学会誌, Vol.12, pp.285-296, 1997
- (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”, 先進的学習科学と工学研究会, 第 82 回, pp.73-78, 2018
- (4) 平本千裕, 東本崇仁, 堀口知也, 平嶋宗: “Error-Based Simulation に対する力・加速度・速度・運動間の関係性理解支援機能の開発”, 先進的学習科学と工学研究会, 第 82 回, pp.79-84, 2018

初修フランス語のデジタル教材における 学習活動支援「メッセージ機能」の設計

A Messaging Tool to Support Classroom Activities on Web Learning Platform for Beginners' French Classes

喜久川 功^{*1}, 有富 智世^{*1}
Isao KIKUKAWA^{*1}, Chise ARITOMI^{*1}
^{*1} 常葉大学
^{*1}Tokoha University
Email: kikukawa@sz.tokoha-u.ac.jp

あらまし：初修フランス語教育における一斉授業と自主学習支援のデジタル教材：Web〈なびふらんせ〉の研究開発を行ってきた。本研究をさらに進め、現在は「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」からなる教材の一体化の検討に至っている。本検討では、アクティブラーニングの諸活動および各学習者への対応での有用も視野に入れている。そこで本稿では、授業内外でのグループ学習を活性化し得る補助システムとして「メッセージ機能」の設計と使用の概要を報告する。
キーワード：デジタル教材、ICT活用、学習環境、語学教育、初修外国語、授業支援

1. はじめに

大学等の初修フランス語教育における自主学習促進のため、デジタル教材：Web〈なびふらんせ〉の開発を行ってきた⁽¹⁾。学習者は、Web〈なびふらんせ〉を用い、デジタル教材の各種コンテンツと「eポートフォリオ」の連関で学習サイクルを遂行し、効果的かつ効率よく学習を進めることができる⁽²⁾。さらに、授業者が、本デジタル教材に備えた「クラス設定機能」を「eポートフォリオ」と併せて授業時に使用することで、授業外の個々の取り組みを活性化させ、学習をより一層深めることも可能となる⁽³⁾。このことは、授業実践や授業アンケート調査結果から確証が得られた⁽⁴⁾。そこで、研究開発をさらに進め、現在は「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」からなる教材の一体化⁽⁵⁾の検討に至っている。本稿では、特にWeb〈なびふらんせ〉に「メッセージ機能」を付加することで、授業内外におけるグループ学習や課題提出に有効な補助システムとなる点について、設計および使用の概要を報告する。

2. 「メッセージ機能」の概要

2.1 機能の必要性

2011年に開発を始めたWeb〈なびふらんせ〉は、随時、コンテンツの追加や機能拡張等を行い、2018年度バージョンに至っている。現在は、「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」からなる教材の一体化」を目指し、補助機能追加等の見直し段階にある。本「一体化」の実現に向けて精査した結果、Web〈なびふらんせ〉は、以下の支援の追加が明らかとなった。

- ① 授業者の必要に応じてワークシート等の配布

や回収が行える

- ② グループ学習において、グループのメンバー間で情報の共有および交換ができる
③ 上記①・②に対応する支援を「デジタル教科書」からも利用できる

上記①・②の支援を可能にするには、既存のメッセージ・ツールやオンライン・ストレージなどを利用する方法が考えられる。しかし、この場合、操作等の複雑さから利用者に負荷がかかる。また、上記③への支援を提供するための実装面においても、セキュリティ等の問題が生じる。

そこで、Web〈なびふらんせ〉に、上記①・②・③の支援が可能となる補助システム「メッセージ機能」の付加的搭載が有効であるとの判断に至った。

2.2 機能の要件

- 以下に、「メッセージ機能」の要件を示しておく。
要件①：同一クラスのユーザー（授業者・学習者）間でメッセージ交換と情報の共有が容易に行える
要件②：授業者は、グループ設定（グループ数やメンバーの決定、グループの変更など）が柔軟に行える
要件③：各操作は簡易性を重視し、必要最低限の機能に絞らむ

2.3 実装方針

2.2節で述べた要件が満たせるよう、実装方針の検討を行った。Web〈なびふらんせ〉のユーザーIDは電子メールアドレスでの登録となっている。そこで、電子メールアドレスを活用し、課題のワークシートの送付やメッセージ交換において、電子メールを用

いることとした。さらに、「グループ設定機能」の実装には、Web〈なびふらんせ〉の「クラス設定機能」を活用して対応する。この「クラス設定機能」は、授業者がクラス毎に学習者の「eポートフォリオ」を管理できるもので、本機能の拡張によって各クラスに所属の学習者に対し、柔軟に「グループ設定」ができるよう実装を図る。

3. 使用例

「メッセージ機能」の使用例について概要しておく。

図1は、ワークシート等の配布・回収時の使用例である。まず、授業者（教員ID）は、「メッセージ機能」を用いてメール送信（送信先は、「個別」・「複数人」・「全員」の選択が可能）を行う（図1の①）。学習者（学生ID）は、各自のメールソフトで授業者からのメールを受信する（図1の②）。活動後のワークシート等を授業者に提出する際には、メッセージ機能を用いてメール送信を行い（図1の③）、授業者は自身のメールソフトで学習者からのメールを受信する（図1の④）。なお、学生IDからのメール送信は、「授業者」か「自分の所属しているグループ」のみとする。

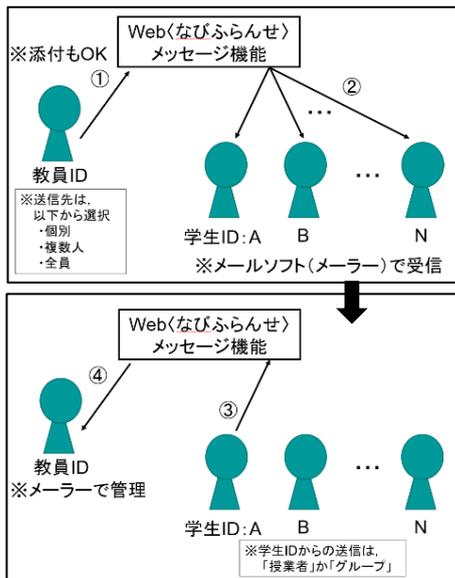


図1 ワークシート等の配布・回収時

図2は、グループ学習時にグループで情報交換を行う場合の使用例である。まず、授業者は、「グループ設定機能」を用いてグループを作成する（図2の①）。その後、授業者はグループにメール送信処理を行い（図2の②）、メールは授業者とグループのメンバーに送られる（図2の③）。同様に、学習者からグループへのメールは（図2の④）、授業者とグループ・メンバーに送られる（図2の⑤）。

なお、「デジタル教科書」からの利用については、容易にメッセージ機能にアクセスできるよう、「デジタル教科書」画面にメールマーク（✉）を設置するなど、工夫を行いたいと考えている。

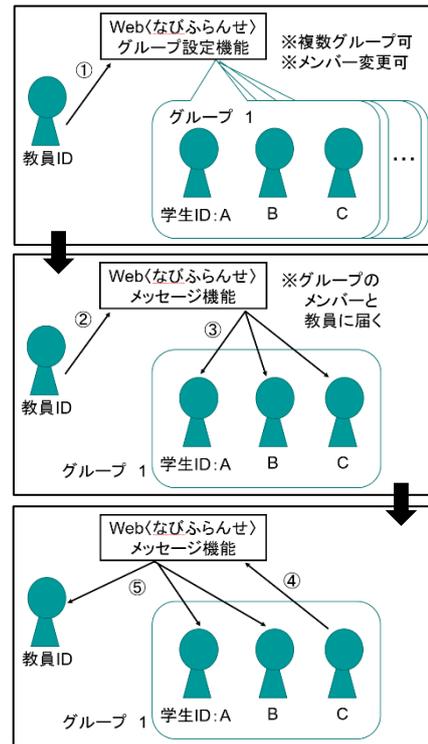


図2 グループ間の情報交換時

4. おわりに

本稿では、デジタル教材：Web〈なびふらんせ〉に新たに加えて有用性を図る補助システム「メッセージ機能」について、設計概要および使用例を示した。今後は、本機能を実装した上で、「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」からなる教材の一体化の一部としての機能精査を行い、新たな学習支援環境の構築と充実を目指したい。

参考文献

- (1) 有富智世, 喜久川功: “デジタル教材「Web〈なびふらんせ〉””, <http://navifr.fj.tokoha-u.ac.jp/> (2012-現在に至る)
- (2) 有富智世, 喜久川功: “フランス語学習支援の可能性—教材「Web〈なびふらんせ〉2013」の活用とeポートフォリオのあり方—”, 教育システム情報学会, 研究報告, Vol.28, No.3, pp. 39-44 (2013)
- (3) 有富智世, 喜久川功: “初修外国語教育におけるeポートフォリオ活用モデルの提案”, 日本教育工学会, 第32回全国大会講演論文集, pp. 643-644 (2016)
- (4) 有富智世, 喜久川功, 服部悦子, 山田敏之: “フランス語教育の可能性—教科書『なびふらんせ1』とデジタル教材「Web〈なびふらんせ-1〉—”, 関西フランス語教育研究会, RENCONTRES 30, pp. 10-14 (2016)
- (5) 有富智世, 喜久川功, 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—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—”, 第32回 関西フランス語教育研究会 (於 上田安子服飾専門学校) (2018)

大学初修中国語ブレンディッドラーニングのためのスマートフォン利用復習 教材の開発 －発音練習の設計－

Development of Review Material for Use on Smartphones in Blended Learning by Beginning Learners of Chinese in University - Design of the Pronunciation Practice -

趙 秀敏^{*1}, 富田 昇^{*2}, 児玉 雅明^{*1}, 今野 裕太^{*1}, 今野 文子^{*3}, 大河 雄一^{*1}, 三石 大^{*1}
Xiumin ZHAO^{*1}, Noboru TOMITA^{*2}, Masaaki KODAMA^{*1}, Yuta KONNO^{*1}, Fumiko KONNO^{*3},
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

^{*3} フリーランス

^{*3} Self-employed

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を目指してきたが、対面授業と連携したPC利用のeラーニングからスマートフォン利用への転換を図った。その過程で、スマートフォンを利用した新たな学習形態である Microlearning に注目し、その設計原則に基づいてスマートフォン利用復習教材の設計手法を示し、実教材の開発を進めた。本発表では、発音練習の設計手法について報告する。

キーワード: 大学初修中国語, ブレンディッドラーニング, スマートフォン利用復習教材, Microlearning

1. はじめに

第二外国語としての初修中国語は、特に音声面を重視した自習が不可欠である。これに対し、我々はICTを活用し、通常の対面授業、授業後eラーニングによる復習、及び次回の授業に行うテスト・発展学習からなる3段階学習プロセスのブレンディッドラーニング (Blended Learning; 以下 BL) を提案、実践している⁽¹⁾。さらに、急速なスマートフォンの普及につれ、短時間でも随時随所で学習できるスマートフォン用教材に対する学習者の要望に対応し、PC利用のeラーニングからスマートフォン利用への転換を図り、スマートフォン利用復習教材アプリ KoToToMo を開発した。実践の結果、学習意欲の継続、復習の促進という効果が確認された⁽²⁾。

一方、KoToToMo の発音篇に関しては、ネイティブの発音動画の視聴及び録音・再生機能を利用した基本発音練習のみとしたことに対し、リスニングなど練習問題の追加を求める学習者の意見が確認された。たしかに発音上達には、リスニング、ミニマルペア (類似音) の区別、応用練習が重要であり、より効果的な発音学習を実現するためには、こうした練習のコンテンツを開発し、KoToToMo を改善する必要がある。

このような課題に対し、我々は、以前開発したPC利用の発音練習コンテンツを用い、スマートフォン利用の学習形態である Microlearning に基づく設計を行って、スマートフォン利用コンテンツへの転換を

図った。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、KoToToMo のインターフェースなども改善し、新たな復習教材アプリ KoToToMo+ を開発した。本稿では、本教材の発音練習の設計手法について報告する。

2. 3段階学習プロセスを踏まえた復習内容

我々が提案する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。そのため発音篇の復習内容は、授業内容と連携した基本発音練習、リスニング、ミニマルペアの区別、応用練習から構成することとする。本研究では、これらの復習を従来のPC利用からスマートフォン利用に置き換え、その設計と開発を目指す。

3. スマートフォン利用復習教材の発音練習の設計

3.1 練習内容の設計

KoToToMo+ の発音練習は、対面授業の学習の順序と進度にあわせ、全部で6回分となる (図2)。各

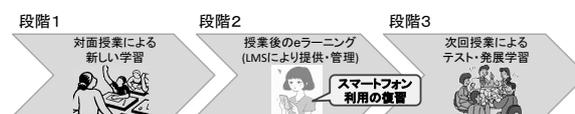


図1 3段階学習プロセス



図2 メニュー画面



図3 基本発音の画面



図4 聞き分けの画面



図5 チャレンジの画面

回は、これまでの復習アプリ教材 KoToToMo にあった「基本発音」練習のほか、新たに次の三つの練習からなるドリルを追加した。即ち、(1)ミニマルペアを発音する「区別して発音」、(2)ミニマルペアを聞き分ける「聞き分け」、(3)音節や文を発音する「チャレンジ」であり、多様な形式をもたせているが、練習全体として、一歩ずつ進む流れとなっている。さらに、スマートフォン利用の学習形態である **Microlearning** に対応し、各練習は短時間でも練習可能になるようにしている (表1)。以上により、基本発音のほか、学習困難点である類似音及び二音節などの発音を上達させることが期待できる。

3.2 練習画面の設計

まず、メニュー画面では、これまでの PC 教材及び前アプリ教材 KoToToMo に対し、KoToToMo+では、学習者自身学習の進捗状況が一目で把握可能なインターフェースを提供し、自律的な学習を促すようにしている。また画面右に、直近1週間における各練習に取り組んだクラスメートの人数を提示し、学習意欲を高めるようにしている (図2)。

次に、練習画面の構成は、基本発音では、上半を動画の視聴部分、下半を学習者の発音の録音・再生部分に分割した。ドリルでは、ヘッドに練習の進捗状況、中間に問題文や録音・再生、フットにフィードバックを配し、3分割とした。全体的にスマートフォン端末に対応した簡潔な画面構成となるように設計している (図3~図5)。

また、従来の PC 教材に対し、本アプリ教材では、すべての発音練習において、録音・再生ボタンを用

表1 発音練習の各コンテンツ

形式	想定学習時間	
基本発音：動画で基本事項を復習する	2分	
ドリル	区別して発音：ミニマルペアを発音する	2分
	聞き分け：ミニマルペアを聞き分ける	1~2分
	チャレンジ：二音節や文を発音する	3分

意し、学習者が自身の音声と模範音声を聞き比べできるようにすることで、自律的な学習を促すようにしている (図3, 図5)。一方、聞き分け練習では、回答に対し、合否判定を行うとともに、賞賛や励ましによるフィードバックを与えることで、学習参加への動機づけを高めるようにしている (図4)。

3.3 学習履歴の設計

KoToToMo+は、学習管理システムを利用して、復習課題の得点や学習の進捗状況を提示し、学習者の達成動機を刺激するとともに、得点を成績評価に反映させることで、外発的な動機づけを与えるようにしている。また教員向けに学習履歴の可視化ツールを提供し、躓いている学習者の発見とケア、授業の改善などに利用することができるようにしている。

4. まとめ

本稿では、初修中国語 BL のためのスマートフォン利用復習教材の設計として、発音練習の設計手法を中心に報告した。今後は、実証実験を通して設計手法の有効性を検証する予定である。

謝辞

本研究は、JSPS 科研費 15K02709, 15K01012, 17K01070 の助成を受けたものである。

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, 富田昇, 今野文子, 大河雄一, 三石大: “大学初修中国語ブレンディッドラーニングのためのスマートフォン利用復習教材の開発と実践”, 教育システム情報学会研究報告, Vol.32, No.7, pp.1-8 (2018)

句構造を表示した対象言語と媒介言語対訳のテキストを用いて表現使用例の比較対照による課題解決支援を行う第二言語学習支援システム

Second Language Learning by Solving Problems Assisted of Comparing Use Cases of Expressions in Texts in Target Language alongside their Semantics in Learner's Language both 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：学習対象言語を日本語、媒介言語を英語として、対象言語における表現の仕方の使用例を、媒介言語による意味表現と共に句構造で提示して比較対照させる第二言語学習支援システムを構築している。システムは、テキストの句構造表示データを用意し、それに基づき表現の仕方に関する句構造コーパスと表現同士の関連性リンクを作成する。表現型穴埋め、作文、読解課題を作り出し、その解決を表現型とコーパスによる使用例の検索や関連性リンクにより、表現型の使い方や表現作成、表現解読の自律学習を支援する。

キーワード：第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

我々は、音声を含めて理解と生成のいずれの学習も、言語の句構造に基づいて行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)。本稿では学習対象言語を日本語、媒介語を英語とし、課題を作成して、その解決を、関連表現の使用例を検索して、媒介言語による意味表現と共に句構造で提示される使用例の比較を行わせることで、自律学習を支援する第二言語学習支援システムを提案する。

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)。主辞には、かか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(6)(2)(3)。

言語教育は、表現意図と表現の形の使い方の間のマッピングを訓練することであるが、対象言語の句構造と媒介語訳文の句構造を並べて、対象言語の句構造に対応する媒介語の句構造を対応表示すれば、(多少の訓練により)媒介語の階層的句構造が持つ意味へのマッピングができる学習者には、対象言語

のその部分の表現意図と表現形の対応が伝わることとなる。学習対象の日本語文に対し、英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. 表現型の句構造マッチングに基づく句構造コーパス

対象言語のテキスト内に登場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仕組み、また、句構造表現されたテキスト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」を用意する仕組みを開発した。なお、表現型の仕分けに、主辞の品詞のほか、意味カテゴリが必要な場合は表現型に、手作業で付加する(たとえば、いる/ある、を animate/inanimate で使い分けるなど)。また、普通は文法として扱われることがらも、表現型として扱うこととした。

4. 句構造コーパスによる学習支援

学習者は句構造コーパスを用いて、テキスト中にある同一または関連した表現型を含む部分構造を検索し、英語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できる。

また、英語文の句構造と、日本語文を構成する主な形態素リストを見せて、作文させる表現作成課題、あるいは、日本語文を与えて、その上で句構造を作らせ、含まれる表現型を指定させるような表現解読課題については、学習者は、表現型のリストあるいは日本語学習テキストの中の句にかかわる表現型を選んで、その使用例をコーパスから引き、それを比較対照することで、使うべき表現型、あるいは使われている表現型を決めるための支援を学習の足場かけとして受けることができる。



図1 句構造コーパスを用いた検索

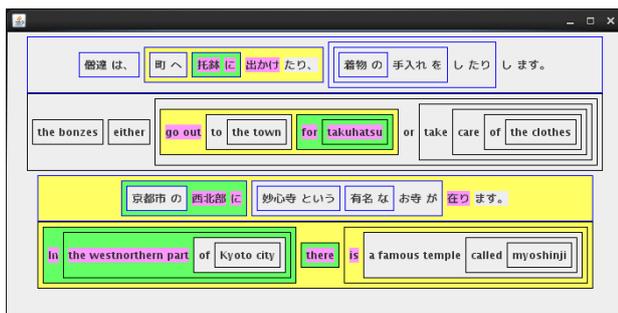


図2 句構造を用いた表現検索結果

4.1 表現型の使い方の学習支援

学習者に、テキスト中に設けられた互いに関連性のある表現の穴を埋めさせる課題をあたえ、正解は与えずに、穴の周辺の語や、その品詞や意味カテゴリを含む表現型の使用例コーパスの検索をヒントにして解答させ、その結果に正誤を与え、比較による帰納的な汎化を行わせることにより、使いわけを学習するのを支援する。

4.2 日本語表現作成支援

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作文課題の解答中に、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階層的に行なわせることにより、再現作文を支援する。

局所的句構造の主辞とすべき語の組み合わせある

いはその品詞や意味カテゴリで、関連表現の検索をさせ、正解は与えずに、表現使用例コーパスの比較をヒントに、汎化させた使い分けを基にして、作成すべき表現を判断させる。

4.3 日本語表現解読支援

日本語学習テキストの表現解読問題では、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、正解を与えずに、語あるいはその品詞や意味カテゴリで、表現型とその使用例コーパスを検索比較させることで、句構造関係を見つけるのを支援する。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。各階層で、対応する媒介語表現の句構造も示して意味的に支援する。

5. まとめと今後の課題

日本語の学習環境として開発した2つのインフラ、即ち、日本語のテキストと学習者の母語あるいは媒介語によるその対訳を、同様な階層的句構造で並列表示し、テキストの句構造と意味の対応を支援する仕組みと、学習者の要求した箇所に含まれる表現型あるいは関連した表現型の使用例コーパスを検索させ、その比較により、表現の使い分けを帰納的に獲得させる仕組みを用いて、表現穴埋め問題、表現作文課題、表現読解を支援する学習シナリオを提案した。これらの支援に対する評価実験を予定している。

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照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: “国語学言論”, 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論, 2012年3月
- (9) 掛川淳一, 神田久幸, 藤岡英太郎, 伊丹誠, 伊藤紘二, “日本語学習支援システムにおける作文診断処理系の提案と試作”, 電子情報通信学会 論文誌, D-I, Vol.J83-D-I No.6 pp.693-701 2000年6月

理学療法学科学生を対象とした病院見学実習事前学習教材の開発

Educational Videos for the students of Physical Therapy to participate in an Observational Study in Hospitals

山城 新吾, 柳澤 幸夫

Shingo YAMASHIRO, Yukio YANAGISAWA

徳島文理大学

Tokushima Bunri University

Email: yam@tokushima.bunri-u.ac.jp, yanagisawa@tkb.bunri-u.ac.jp

あらまし：入学後初めて病院見学実習に参加する理学療法学科の初年次学生を対象として、病院内での行動、病院スタッフや患者とのコミュニケーション、リハビリテーション見学時の注意点など、実習における適切な態度を学ぶための、事前学習用映像教材を開発した。また病院見学実習の前に本教材を使用した学習を行い、教材を使用しなかった前年度の学生と、実習態度に関する評価点の比較を行った。

キーワード：理学療法、病院見学実習、事前学習教材、映像教材

1. はじめに

徳島文理大学保健福祉学部理学療法学科では、1年次の学生を対象として病院見学実習（臨床実習Ⅰ）の授業を実施している。病院などの各実習施設ひとつにつき学生2～3名のグループで訪問し、5日間の見学実習を通して、医療機関における理学療法士の業務や役割についての基本的な理解を得ることを目的としている。また、学生の実習態度や実習施設・理学療法の理解について、実習先の担当者が評価を行っている。

病院見学実習に参加する予定の学生を対象として、病院における振舞い方や、病院スタッフ・患者との適切なコミュニケーション、リハビリテーション見学時の注意点などを事前に学習する時間を設けている。これまでの事前学習では、テキストの配布・確認や、教員・先輩学生の話を中心としてきたが、病院内の様子や具体的な振る舞い方がイメージしづらい等の課題があった。

本研究では、病院見学実習（臨床実習Ⅰ）における評価点のうち、学生の実習態度の改善に焦点を当

てた事前学習用映像教材「病院見学実習あるある」を開発した。

2. 映像教材「病院見学実習あるある」

開発にあたり、病院見学実習に参加する学生に求められる（トラブルになりやすい）実習態度について、実習先における学生のトラブル事例も参考にしながら、11項目のカテゴリとして整理を行った。その結果を表1に示す。

11項目のカテゴリと、それぞれのカテゴリの中で扱う内容について学生に深く理解させるため、各カテゴリについてBAD編の動画（実習態度について、実習生がおかしやすい間違い）とGOOD編の動画（何故間違っているかの解説と適切な行動）の2種類、計22本の動画を作成した。また、BAD編に登場する実習生の行動のどこが間違っているかを考えさせて記入させるためのワークシート・および解答例のシートもあわせて作成した。現在インターネット上で公開している本教材のアドレスをQRコード（図1）で示す。

表1 病院見学実習における学生の実習態度についての整理

1. スタッフとの挨拶	挨拶 担当者や動き方についての情報
2. 廊下での移動	他の通行の妨げ 私語 挨拶 大きすぎる声
3. エレベータの利用	階段優先 患者の手助け 待ち位置
4. 病室の出入り	入退室の挨拶
5. 病室での見学	見学位置 挨拶 患者についての情報の扱い
6. 訓練室での見学	見学位置 挨拶 周囲との関係
7. 休憩時間	携帯等 寝る 私語 たばこ
8. みだしなみや自己管理	白衣の汚れ・しわ 頭髪 においや体臭 体調管理
9. ルールの理解と順守	遅刻 指示の理解 トラブルの未報告・自己解決
10. 指導者との関係	疑問点・不明点の放置 指示された課題への対応 見学中の記録
11. 患者さんの家族への対応	挨拶



図1 「病院見学実習あるある」公開ページ

具体的な指導方法としては、まず BAD 編の各動画を視聴し、映像に登場する実習生の行動のどこが問題なのか、どのように行動すれば良いのかをワークシートに記入、その後 GOOD 編の各動画を視聴し、あっていたか間違っていたかを確認させる。

BAD 編の動画からのスクリーンショットを図2に、図2に対応する GOOD 編の動画からのスクリーンショットを図3に示す。



図2 エレベータの利用・BAD 編2



図3 エレベータの利用・GOOD 編2

3. 本教材を使用した事前指導の実施

平成28年度の病院見学実習（臨床実習Ⅰ）受講生63名を対象に、本教材を使用した事前指導を行った。また、実習終了時に学生の実習態度について、実習先施設のスタッフが評価を行っている。その評価項目は次の通りである。

1. 挨拶や適切な言葉使いができる
2. 実習施設の規則や時間を守ることができる
3. 服装や身だしなみに配慮ができる
4. 自分自身の健康管理ができる
5. 職員や他の実習生と協調できる
6. 対象者とのコミュニケーションができる
7. 対象者のプライバシーを守る事ができる
8. 積極性がある
9. 指導や助言を受け入れることができる
10. 報告・連絡・相談ができる

上記10項目について1～5の5段階評価、合計50点満点で集計を行った。

教材を利用した平成28年度63名の成績と、利用していない平成27年度60名の成績を比較して教材が成績の向上に影響を与えているか調べた。両年度の実習生は異なっているが、実習先の病院(実習態度の評価担当)および評価項目は同一である。2つの年度の成績について比較した。

表2 平成27・28年度の実習態度成績比較

	平成27年度(なし)		平成28年度(あり)	
46-50点	13	21.7%	24	38.1%
41-45点	23	38.3%	22	34.9%
36-40点	14	23.3%	11	17.5%
31-35点	5	8.3%	3	4.8%
26-30点	3	5.0%	3	4.8%
21-25点	2	3.3%	0	0.0%
0-20点	0	0.0%	0	0.0%
合計	60人		63人	

表2では全体的に低い点数の学生が減って、高い点数の学生の割合が増えたことがわかり、全体的に実習生の実習態度が改善されたように思われる。参加した学生を対象に聞き取りを行った結果では、病院や実習の具体的な様子が事前に理解できたため、実習ではあわてなかったという声もあった。また実習先からのクレームも減少した。

平成27年度の実習生全体と平成28年度の実習生全体との平均値の差の検定を行ったが、t値は1.94となり、5%の棄却域には入らなかったため、両者の学生について有意な差はなかった。教材自体の改善も含めて今後の課題とする。

謝辞

教材を開発と実践にあたり、徳島文理大学保健福祉学部理学療法学科の先生方及び撮影に協力していただきました理学療法学科の学生の皆様、編集に協力していただきました人間生活学部メディアデザイン学科の学生の皆様、医療法人緑会・小川病院の皆様、鳴門市民有志の皆様、徳島市作業療法士有志の皆様に、心より感謝を申し上げます。

教授法の有効性に関するランダム化比較試験 －実習におけるジグソー法と e-learning 法の実践－

Effectiveness of teaching methods: a randomized controlled trial - Using Jigsaw Method and e-learning Method in Laboratory Training -

小林 浩二^{*1,2}, 小菅優子^{*1}, 赤澤 宏平^{*2}

Koji KOBAYASHI^{*1,2}, Yuko KOSUGE^{*1}, Kohei AKAZAWA^{*2}

^{*1}北里大学保健衛生専門学院

^{*1}Kitasato Junior College of Health and Hygienic Sciences

^{*2}新潟大学大学院医歯学総合研究科

^{*2}Graduate School of Medical and Dental Sciences, Niigata University

Email: k-koba@kitasato-u.ac.jp

あらまし: ICT の活用やアクティブラーニングの実践が、医療職を育成する教育機関で取り込まれている。一方、国内の臨床検査教育の分野では、これらを用いた講義結果の報告に留まり、検証的に評価した例は少ない。今回、担当実習の理解度向上のため新たな教授法を考案し、その有用性を定量的に評価する目的でランダム化比較試験を実施した。その結果、本研究では Moodle を用いた e-learning 法による反転学習が、ジグソー法を使用した協同学習よりも試験成績（実技、筆記）が高く、短時間で検査報告できる学生が多い傾向にあった。知識の定着を検討するため、後日同一の試験を実施し成績の経時的変化を評価した結果、有意差は認められないが e-learning を用いたクラスの成績が高い傾向にあった。

キーワード: 臨床検査, 反転学習, Moodle, Jigsaw 法

1. はじめに

医学教育では、教師が一方向的に知識を伝達する伝統的な講義に加え、ICT の導入、PBL、TBL やシミュレーション演習を取り入れたアクティブラーニングの実践が行われている。臨床検査技師を育成する教育分野（以後、臨検教育）においても、iPad や LMS を利用した教授法や少人数で構成された協同学習を取り入れ、知識の定着を図っている⁽¹⁾。

臨検教育では、講義以外に技術習得のために実習を充実させる必要がある。担当科目の寄生虫学実習はカリキュラムの大綱化に伴い実施時間が半減し、試験成績の平均点が例年 70%未滿で頭打ちとなっていた。このため、新たな教授法や ICT の導入することで、限られた実習時間内で不足していた知識を補完できると考え、平成 28 年度の寄生虫学実習に Jigsaw 法（協同学習）と e-learning 法（Moodle）を取り入れた実習を実践した。

本研究は、主要評価項目を鏡検試験成績（実技）、副次的評価項目を虫卵画像試験成績（筆記）や実習アンケートとして、教授法の効果測定を行い、その有用性と問題点を明確にすることが目的である。

2. 教授法の概要

2 群間並行ランダム化比較試験の過程を図 1 に示した（割り付けは最小化法）。実習内容は全て寄生虫卵及び虫体の鏡検であり、実習時間は 12 時限（1 時限 90 分）である。受講者全員に対して、教授法比較の研究を伴う本実習の進め方についてガイダンスを行い、趣旨を十分に理解していただいた上で同意書を全員から得ている。尚、本研究は事前に学内審査申請を行い所属長による承認を得て開始した。

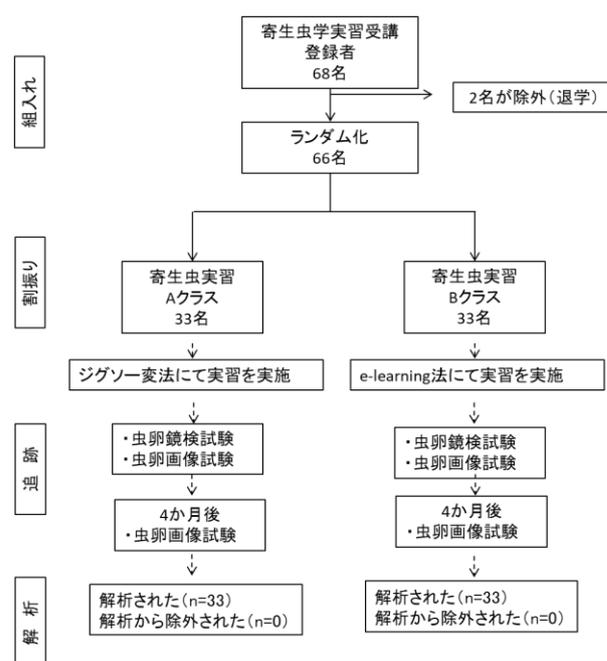


図 1 2 群間並行ランダム化比較試験の過程

2.1 ジグソー法を用いた教授法（A クラス）

学生自身が割り振られた寄生虫卵の専門家となり、学生同士が教え合う教授法を以下の順で実施した。
①指定した実習前の予習課題に取り組んだ。
②実習当日、寄生虫卵を割り振った専門家チームを結成した。
③各専門家チーム 1 名ずつからなる新たなラウンドグループ（鏡検班）を作り、専門家として担当する寄生虫卵の説明をした（図 2）。
④全ラウンド終了後、初めの専門家チームに戻りリフレクションをした。
* 本来のジグソー法とは学習行程が一部異なる

るため、図1ではジグソー変法と記載してある。



図2 Jigsaw法を実践している実習風景

2.2 Moodleを用いた教授法 (Bクラス)

実習前の予習に学習支援システム (Moodle) を利用して、実習に取り組むことを前提とした教授法を以下の順で実施した。①実習前日までに虫卵検出動画を視聴し (図3)、Webクイズに解答する。②予習してきた知識を使い各自のペースで実習を進める。

線虫卵検出動画



図3 虫卵検出動画 (全29種類、平均1分30秒)

3. 結果

3.1 虫卵鏡検試験 (実技)

線虫、吸虫、条虫と原虫分野から各3問、全12検体を鏡検する実技試験である。平均点は、Bクラスが7.3点 (95%CI: -2.2~16.8) 高いが有意差を認めない ($p=0.13$)。しかし、条虫分野の正解数はBクラスが有意に高い ($p=0.041$)。尚、各クラス平均は、過年度平均 (67.8点) よりも高い。

表1 虫卵鏡検試験集計

class	N	Mean	Max	Min	SD	SE
A	33	75.5	100	33.3	19.7	3.5
B	33	82.8	100	41.6	18.9	3.3

3.2 虫卵画像試験 (筆記)

実習直後に実施した試験では、Bクラスが7.9点 (95%CI: 0.7~15.1) 有意に高い ($p=0.0323$)。それ以後は有意差を認めない (図4)。

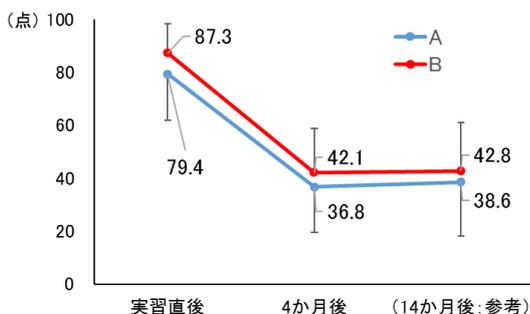


図4 虫卵画像試験の成績推移

3.3 Moodle アクセスログ

予習動画へのアクセス率は平均83%である。Webクイズの実施率は全項目19人 (57.6%)、5項目7人

(21.2%)、4項目以下7名 (21.2%) であった。

3.4 アンケート結果

質問1「寄生虫卵の鑑別力が身についた。」、質問2「総合的に満足できる実習であった」について、①への回答割合がBクラスで10%以上高い (表2)。

表2 アンケート集計結果

質問	クラス	①そう思う	②ややそう思う	③どちらともいえない	④ややそう思わない	⑤そう思わない
1	A	57.6%	36.4%	6.1%	0.0%	0.0%
	B	75.8%	24.2%	0.0%	0.0%	0.0%
2	A	75.8%	24.2%	0.0%	0.0%	0.0%
	B	87.9%	9.1%	3.0%	0.0%	0.0%

自由記載のテキストマイニングの結果、Aクラスは、予習・理解・説明・深まる、Bクラスは、Moodle・予習・スムーズ・できる、といったワードが検出された。

3.5 検査結果を出すまでの時間

3.1の実技試験において、Bクラスは平均7.1分 (95%CI: -1.0~15.2) 早く結果を出している。決定木解析を行った結果、1時間以内に終了し、かつ80点以上の8名は全員Bクラスであった。

4. 考察

Bクラスの鏡検試験成績、虫卵画像試験、アンケート結果から e-learning 法の有用性が示された。これは、Moodleを用いた反転学習として、虫卵検出動画による「仮想実習」とWebクイズによる確認を事前に行っていたことが要因であり、反転学習効果と捉えることができる。また、画像試験成績が60点未満の学生は、Bクラスで0人、Aクラスで3人であったため、底上げ効果を認めている。

一方、4か月後の画像試験成績は両クラスとも低下した。これは、Shomaker(2002)らがユタ医科大学の学生に実施した寄生虫スライド試験結果と同じ推移である⁽²⁾。忘却曲線が示すように、時間経過と共に習得した知識は使わなければ忘れるため、定期的に寄生虫学に触れる機会を設定することが必要となる。Aクラスは、専門家としての自己責任感や他者との情報共有が有用である一方、自分の意見に確信が持てない意見も出され、この教授法が適さない学生がいる。今後、問題点を改善したブレンド型教授法を検討する。

5. 結論

2つの教授法の有用性を定量的に評価した結果、e-learning法の有用性が高い傾向にある。成績の向上だけでなく、学生自身がこの方法により実技習得を実感できたことが最も重要である。この教授法は、血液検査や病理検査等の画像診断力が必要な検査においても、同様の効果が期待できる。

参考文献

- (1) 野坂大喜, 葛西宏介, 他: 臨床検査技師学生教育におけるジグソー法とテスト=テイキング=チーム法を用いた協同学習の導入と効果, 臨床検査学教育, Vol.5, No.2, pp.90-98(2013)
- (2) Shomaker TS: A prospective, randomized controlled study of computer-assisted learning in parasitology. Acad Med, May;77(5):446-9(2002).

救急看護における看護過程学習の足場かけとなる学習支援の検討

The Consideration of Learning Support as a Scaffolding of The Nursing Process Learning in Emergency Nursing

増山純二^{*1,2}, 都竹茂樹^{*2}, 戸田真志^{*2} 平岡齊士^{*2} 鈴木克明^{*2}
 Junji Masuyama^{*1,2}, Tsuzuku Shigeki^{*2}, Masashi Toda^{*2}, Hiraoka Naoshi^{*2}, Katsuaki Suzuki^{*2}

^{*1}長崎みなとメディカルセンター

^{*1} Nagasaki Harbor Medical Center

^{*2}熊本大学大学院社会文化科学研究科 教授システム学専攻

^{*2} Kumamoto University-Graduate School of Instructional Systems

Email: jun.masuyama@gmail.com

あらまし：A大学の救急看護認定看護師教育課程の研修生（臨床経験5年以上）を対象に、救急看護における看護過程学習の足場かけとなる学習支援について検討した。SBLの前に、CBLの教授方略を設計し、CBL後のフィードバック、さらにSBLのデブリーフィング、その後のフィードバックの足場かけとなる学習支援を行うことで、学習目標の達成が可能となることが示唆された。

キーワード：CBL, SBL, 足場かけ, 学習支援, 救急看護

1. はじめに

看護師は、対象となる患者の看護上の問題を明確にし、計画的に看護を実施・評価を行なっている。この一連の過程を看護過程と呼んでおり、看護記録に残している。救急看護実践の場である初期診療室（以下、初療室）においても同様に、看護過程は必須である。また、批判的思考は、患者のアセスメントを正確に行い、的確な診断に基づいて計画を立案し、適切な看護介入を行い、その評価を行うという看護過程において不可欠なものである。そのため、看護過程の学習効果のひとつとして、批判的思考の学習効果について多くの先行研究が散見された。ケース（シナリオ）を利用したCase Based Learning（以下CBL）による看護過程の学習や「Problem Based Learning（以下PBL）」の能動的学習方略が有用とされている。また、近年では、Simulation Based Learning(SBL)においても、その効果が示唆されている。

しかし、これらの先行研究では、学習の前後比較やコントロール群との比較によって、批判的思考の学習効果が示されているが、看護過程の修得としての評価はされておらず、看護過程学習の授業設計とその評価についても明確にされていない。つまり、看護過程における学習目標、評価基準、教授アプローチについては議論されてこなかった。学習目標が議論の対象となっていないため、学習目標を達成するための教授アプローチや教授構成要素としての学習支援について明確にされない。学習支援が明確にならなければ、足場かけが明確にされないため、学習者を自立的に臨床の現場で送り出すことが難しくなる。

A大学における救急看護認定看護師教育課程では、座学、学内演習を経たのちに、臨地実習へ行き救急看護における看護過程を修得している。その研修生

を対象に、実習前の準備段階として、学内演習において、SBLの教授方略を使って学習を行っている。今回、事例の問題解決の経験を増やし解決策のスキーマ構築を目的に、また、学習時間が限られていることもあり、グループワークによるケースを使ったCBLをSBLの前に設計し、そこでの、足場かけとなる学習支援について検討したので報告する。

2. 研究方法

2.1 用語の定義

1) SBL：高機能患者シミュレーターを使用し、シミュレーション後にデブリーフィングを行う学習法である。

2.2 対象

1) A大学救急看護認定看護師教育課程の研修生 臨床経験5年以上、そのうち救急領域3年以上、かつ、教育課程の入学試験に合格した者である。また、教育課程期間は7か月あり、3か月の座学を終え、救急看護の基礎学習を終えた研修生である。

I群：2016年度研修生(n=25)

SBLによる看護過程学習

II群：2017年度研修生 (n=29)

a. グループワークを使ったCBLによる看護過程学習

b. aの学習後にフィードバック

c. bの学習後にSBLによる看護過程学習

d. cの学習後にフィードバック

2.3 方法

- 1) 学習後に看護過程の看護記録を提出
- 2) 看護過程のルーブリックを使った評価
- 3) I群とII群の各群の比較検討
- 4) II群間内の比較検討

2.4 評価尺度

1) 看護過程の評価

看護過程の評価は、ルーブリック評価を取り入れ、入院中の患者の看護過程では、情報収集、アセスメント、看護問題、看護計画、実施、評価を行うが、初療室においては看護問題までを抽出し、その後、病棟へ入院するため、情報収集、アセスメント、看護問題までを評価項目とした。また、情報収集については、CBL においてケースを使用するにあたり、事前に情報が書かれているため、評価から外すこととした。各項目の最高点は3点とし、満点は15点とした。

2) ルーブリック評価の信頼性

各群のクロンバック α 係数は、I 群は 0.71、II a 群は 0.80、II b 群は 0.87、II c 群は 0.95、II d 群は 0.87 であり、内的整合性が高いことを示唆した。

2.5 統計学的検討

1) 看護過程評価の比較

- ① I 群と II 群には、Dunnett による多重比較検定を実施。
- ② II 群間内の比較には、Bonferroni による多重比較検定の実施。
- ③ 80 点を合格ラインとした上での、合否の比較には、 χ^2 検定を行い、有意差があるものについては、残差分析を実施。

2) 有意水準 5%未満を統計学的有意差ありとした。

3. 結果

看護過程評価の結果(表1)では、平均値±標準偏差は、I 群 10.20±2.20、II a 群 9.45±2.31、II b 群 11.48±2.68、II c 群 12.14±3.08、II d 群 14.10±1.52 であった。I 群は、II a 群、II b 群の比較では有意差はなく、II c 群、II d 群においては有意に低い結果であった。また、II 群間の比較においても、II d 群は他の全ての群より有意に高く、II a 群はすべての群より有意に低く、II b 群と II c 群間には有意差を認めなかった。

II 群間内において、80 点を合格(表2)とし比較した結果、 $\chi^2(3)=53.352$ ($p<0.01$) と有意差を示し、残差分析の結果、調整済み標準化残差が正の値で、両側 p 値が 0.05 未満になったのは、「II a 不合格者」「II d 合格者」であり、負の値で、両側 p 値が 0.05 未満になったのは、「II a 合格者」「II d 不合格者」であった。

4. 考察

救急看護の看護過程学習において、SBL 単独の学習より、SBL の前に、CBL の学習を組み合わせた教授方略が、学習効果が高いことが示唆された。また、SBL と CBL の学習効果には有意差はなく、CBL のフィードバック、SBL のデブリーフィング後のフィードバックは、足場かけとしての学習支援の効果が高いことを示した。学習後のフィードバックは、学習者が何を成し遂げているかを知ることができ、自

分自身の進歩を認識するよう促すことができる。学習者が失敗した経験から打ち勝つための支援となり、転移を促進するのに役立つ。フィードバックは足場かけの中心的要素であると考えられる。

救急看護の看護過程学習において、80 点以上の合格を得るためには、CBL と SBL の教授方略と足場かけとなるフィードバックの学習支援が必要であることが示された。

これは、グループワークによる CBL によって、新しい経験に応じてスキーマを構築させ、問題解決の導く認知戦略を立てることができ、さらに、フィードバックによる学習の強化を図ることができる。また、SBL は、問題解決の過程を実例によって明示し、既存の知識を応用して問題解決過程を学習することができる。デブリーフィングによって、新たな問題に対し、経験に応じたスキーマを構築させ、CBL の学習を応用しつつ、意図的に分析力を高め、アセスメントを統合、結論を導くよう促す。さらにフィードバックをかけることで、事例の問題に対し、効果的なアプローチ方法を明確に認識することができた結果であると考えられる。

表1: 看護過程評価の比較

	mean±SD	I 群と II 群の比較			II 群内での比較		
I 群(n=25)	10.20±2.20	I 群	II a 群	ns	II a 群	II b 群	*
		I 群	II b 群	ns	II a 群	II c 群	***
II a 群(n=29)	9.45±2.31	I 群	II c 群	*	II a 群	II d 群	***
II b 群(n=29)	11.48±2.68	I 群	II d 群	***	II b 群	II c 群	ns
II c 群(n=29)	12.14±3.08	Dunnett検定			II b 群	II d 群	***
II d 群(n=29)	14.10±1.52				II c 群	II d 群	*

Bonferroni検定
***p<.001 **p<.01 *p<.05

表2: 80点合格ラインの合否の χ^2 検定および残差分析結果

	$\chi^2(3)=53.352$ ($p<0.01$)		n=29	
	合格者数 (調整済み 標準化残差)	不合格者数 (調整済み 標準化残差)		
II a 群	6(-4.20)**	23 (4.20) **		
II b 群	14 (-0.75) ns	15 (0.75) ns		
II c 群	17 (0.54) ns	12(-0.54) ns		
II d 群	26 (4.41) ***	3 (-4.41) ***		

調整済み標準化残差 (両側P値)
***p<.001 **p<.01

5. 結論

救急看護における看護過程学習の足場かけとなる学習支援について検討した。その結果、SBL の前に、CBL の教授方略を設計し、CBL 後のフィードバック、さらに SBL のデブリーフィング、その後のフィードバックの足場かけとなる学習支援を行うことで、学習目標の達成が可能となることが示唆された。

引用文献

- (1) Robyn P. Cant, Simon J. Cooper: Use of simulation-based learning in undergraduate nurse education: An umbrella systematic review, Nurse Education Today 49, 63-71 (2017)

VR を用いた企業研修向け教材開発手法の研究

Research on teaching material development method for Business training using VR

越山 修^{*1}, 吉川 厚^{*2}
 Osamu KOSHIYAMA^{*1}, Atsushi YOSHIKAWA^{*2}
^{*1} 早稲田大学
^{*1} Waseda University
^{*2} 東京工業大学
^{*2} Tokyo Institute of Technology
 Email: osamucho@gmail.com

あらまし：本研究では，VR を用いた企業研修での教材開発の手法を提案する．従来の活用法と異なり，研修の目的に応じた学習到達度へ導く EIM (Embedded information method) は VR 映像を視聴した後の，問いの立て方に特徴がある．

キーワード：VR，企業研修，研修設計，学習教材，教材開発

1. 研究の背景と先行研究

企業研修でよく使用されている学習教材はケーススタディやケースメソッド，ビジネスゲームなどが知られている．ケーススタディは，文字通り様々なケースを学ぶことにより，知識を汎化させ，同様のケースに対して対応出来る力を育成することを狙いとしている⁽¹⁾．ケースメソッドは学習法としてはよく知られているが，教材としてもケーススタディと異なり，主人公視点で書かれている．そのことで主人公の状況に置かれた場合の判断を行えることを目的とし，対立的な考え方などを引き出せるような教材となっている．ビジネスゲームでは，ビジネスにおける多要因を比較的シンプルにして，それらの要因間の関係を競争ゲーム下で分析しながら勝てる戦略を学ぶものである⁽²⁾．教材としては要因と要因間の関係を学習者のスキルに合わせて埋め込んでおくことが求められている．これらのように，企業教育の目的に沿って，教材も開発されている．

昨今では VR (Virtual Reality : バーチャル・リアリティ) を学習教材とした活用も始まっている．この教材は，イメージしにくい見慣れない状況を学習者に実体験させることを主眼として作成されている．例えば，リクルート (2017) が作成した「VR ワーキングマザー」⁽³⁾ では保育園に通う小さな子供を 3 人抱えた母親の働く様子を母親が置かれている仕事環境や家庭環境を 360 度の角度で覗くことができ，それらを見ることで，どのような状況で仕事をこな

ているのかを深く理解させる内容となっている．この考え方は原子力発電所における VR の使用等とも同様で，知らないからこそ生じるトラブルを防ぐ目的で使用されている．



図 1 VR ワーキングマザー⁽³⁾

我々は，昨今増えている企業研修において当たり前すぎて見えないトラブルを防ぐ「気づき」を目的とした研修に VR が使えないかと研究してきた．通常はワークショップの形式を取っている研修であるが，ファシリテーターの能力と参加者の意欲やスキルによって研究効果にばらつきが多いことが体感されており⁽⁴⁾，この欠点を解消するために VR が有効ではないかと考えている．そこで，企業研修で気づきを促進するための VR 教材の開発を今回の研究目的としている．

2. VR 教材開発にあたっての現状認識

2.1 VR 教材の開発の背景

吉川(2007)が開発したマンガ教材は，使用手順マニュアルや文字資料を単なるマンガで表現したもの

あらずじ

1. オフィスではフリースペースを割り当てられ，チャットで上司とコミュニケーションをとる
2. 上司から夕方に重要な会議に向けて急な資料作成の依頼が飛んでくる
3. 定時には子供を迎えに行かなくてはならない
4. 帰宅時子供を連れ，夕食の買い物がある
5. 夕食をやつどの思いで子供に食べさせると，上司からの電話
6. 会議資料のダメ出しがあり，明朝まで直すような至急の依頼
7. 子供を寝かしつけて，深夜にリモートPCで資料を修正
8. 朝も子供を保育園に送り届けから出社する

とは異なり、セリフとコマ割りの中に、通常の読み手には認知しづらい、作り手が意図した情報を埋め込むことが出来る⁽⁵⁾。例として図2のように言語化されていないが、大通りに面した立地から会社の経営目的を洞察することが出来る。読み手の情報感応度を高め、能動的に情報獲得をするためにあえてマンガという表現手法を用いている。



図2 マンガ教材による情報の埋め込み⁽⁵⁾

これらの教材を整理すると、縦軸のユーザーインターフェイスがデジタル、アナログ、横軸の情報獲得が能動的、受動的とすると図3のように分類される。VRはマンガ教材と同様に作り手が意図した情報を映像に埋め込み、体験者に能動的に情報獲得をさせる活用可能性を秘めている。

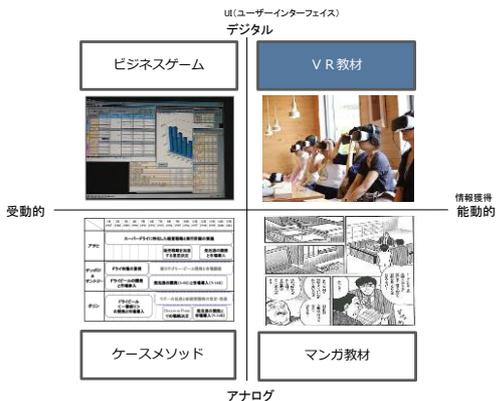


図3 各種ツールの分類

2.2 教材開発手法の提案

VRを使った新たな学習教材では、教材の捉え方を学習者が置かれる状況というVRで制作する素材と気づきを促すための問いの2つを合わせて教材と位置づける。VR教材では作り手が意図した情報を埋め込み、問いを立てることによって「seen, but unnoticed (見ているが気づいていない)」を喚起する教材にした。素材と問いとの関係で、対象となる学習者の

レベルや作り手が意図した学習到達度へ誘うEIM (Embedded information method:埋め込まれた情報手法)として開発する。

3. VR教材開発手法と今後の展望

3.1 問題解決型の仕掛け

図4にワーキングマザー⁽³⁾のケースの事例を示す。問いのレイヤーを当事者(ワーママ)の視点から上司である管理者へ視点を上げ、管理者の問題解決型としたのが図5である。

3.2 今後の展望

現在は、試験的な施行にとどまっており、十分なデータを収集出来ていない。今後、データの収集を行いながら、VR教材としての素材の作り方と問いの組み合わせ方を研究する予定である。

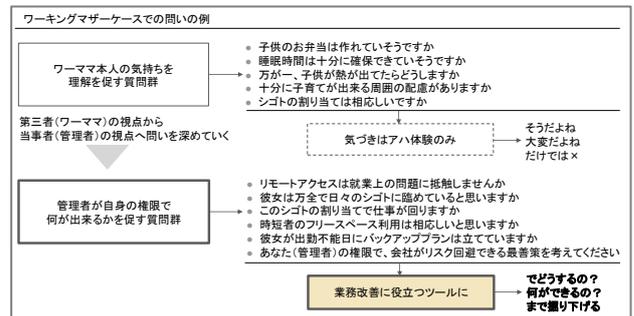


図4 EIMによる問いの立て方

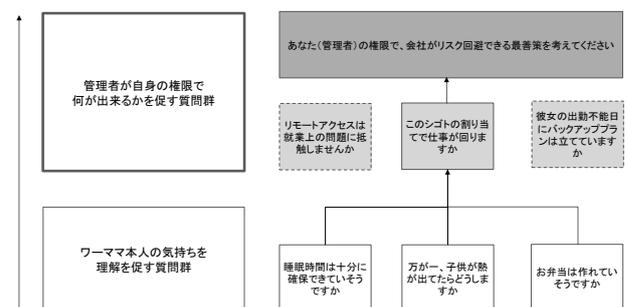


図5 EIMによる問いのレイヤー

参考文献

- (1) 高木晴夫, 竹内伸一,『実践！日本型ケースメソッド教育』,ダイヤモンド社,(2006).
- (2) 白井宏明『ビジネスモデル創造手法』,日科技連出版社,(2001).
- (3) リクルート, シルバーウッド「VR ワーキングマザー」,(2017).
- (4) 越山修, 國上真章, 吉川厚, 寺野隆雄「ビジネスゲーム学習者の行動プロセスの研究—改良したパフォーマンスシートを用いて—」,『シミュレーション&ゲーミング』,21(2),81-95,(2011).
- (5) 吉川厚「獲得した知識を活用するトレーニング」,『システム/情報/制御』,51(2),102-108,(2007).

HMD を用いた VR 型有機化学学習支援環境の開発

Development of VR based Inorganic Chemistry Learning Support System using Head Mounted Display

岡本 勝^{*1}, 前場 凌太^{*2}, 松原 行宏^{*1}
 Masaru OKAMOTO^{*1}, Ryota Maeba^{*1}, Yukihiro MATSUBARA^{*1}

^{*1} 広島市立大学大学院情報科学研究科

^{*1} Graduate School of Information Sciences, Hiroshima City University

^{*2} 広島市立大学

^{*2} Hiroshima City University

Email: okamoto@hiroshima-cu.ac.jp

あらまし：本稿ではヘッドマウントディスプレイを用いた有機化学学習支援システムを提案する。本システムでは実験環境を HMD での体験を想定した VR 空間内に構築することで、現実の環境に依存しない形での化学実験環境を構築できる。一方で HMD を用いることで仮想空間以外の視認が困難となるため、把持したコントローラのみで仮想実験を実現可能なユーザーインターフェースを実現する。実験を通じて本手法の有効性を確認した。

キーワード：VR, 化学学習, HMD, 体験学習

1. はじめに

高校化学の学習指導要領では実験を通じて学ぶことが重要とされている⁽¹⁾。しかし、化学実験では危険な試薬や火器を扱うこともあるため学生が授業時間以外で自由に実験を行うことは困難である。このような問題を解決するために我々の研究グループでは、拡張現実感技術はバーチャルリアリティ技術を活用した化学学習支援手法の開発を行ってきた^(2,3)。特に林らは仮想的に炎色反応実験を行うことのできるシステムを開発した⁽³⁾。このシステムでは、仮想化学実験環境内に必要な実験器具をあらかじめ全て設置しておくことによって、ハンドトラッキングコントローラの入力による「持つ」、「移動させる」、「手放す」の3操作のみで実験を行うことが可能となっていた。しかし、このシステムのように実験に必要な試薬や実験器具を事前に設置してある場合、多種の実験を行う場合や1つの実験でも多量の試薬や実験器具を使用する実験の場合に操作が困難になる可能性が高い。

そこで本研究では試薬や実験器具が多量となった場合にでも少ない操作や動作で実験を行うことができる仮想実験環境を構築した。題材は高校化学の実験のうち比較的試薬や実験器具の種類が多い金属イオンの沈殿反応実験を題材とする。学習者は仮想実験環境内に設置されたメニューを操作することによって金属イオンの沈殿反応実験を行うことができる。

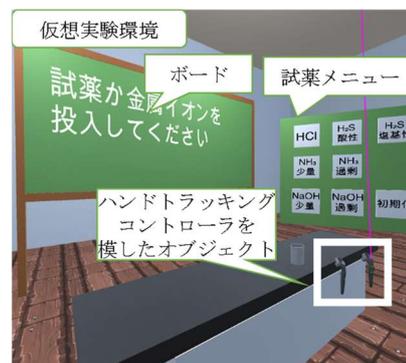
2. システム構成

図1に本システムのシステム外観と仮想実験環境を示す。図1(a)のように学習者はHMDを装着し、左右の手に1つずつハンドトラッキングコントローラを持つ。仮想実験環境内にはハンドトラッキング

コントローラを模した2つの代替オブジェクト、代替オブジェクトに付随している金属イオンを選択できるメニュー、試薬を選択することのできるメニュー、試薬や金属イオンを投入することのできるピーカー、ピーカー内の情報を表示するボードが設置されている。(図1(b)参照)



(a) システム外観



(b) 仮想実験環境

図1 システム外観と仮想実験環境

学習者はハンドトラッキングコントローラの位置情報、角度情報、トラックパッドのタッチ座標トリガーの入力、メニューボタンの入力情報を用いることで各メニューを操作する。メニューを操作することで選択した試薬あるいは金属イオンが入った試験管を出現させることができる。この出現した試験管にコントローラのモデルを重ねてトリガーを引き続ける間は試験管を自由に移動させることができる。試験管内の試薬を中央にあるビーカーを投入するためには、ビーカーに試験管を近づける操作を行う。この操作によって1つの試薬と1つの金属イオンが投入された状態になるとビーカー内の水溶液の色が変化し沈殿反応を確認できる。この操作後に図1(b)のボードには反応によってできた沈殿の情報が表示される。また反応しない試薬と金属イオンの組み合わせを投入した際にはビーカー内の水溶液に変化は起こらずボードの情報も更新されない。反応を確認した後は試薬メニューの右下に搭載されている初期化を選択することによって、現在出現している試験管の消去、ビーカー内の情報の初期化、ボード表示の初期化を行うことができ、最初から実験をやり直すこともできる。学習者はこれらの操作を繰り返し行うことによって仮想実験環境内で沈殿反応実験を実行できる。

3. 評価実験

被験者は大学生（被験者 A）と大学院生（被験者 B）の二名である。被験者には提案システムの操作方法を説明し、自由に操作を練習する時間を設けた。実験中は選択してもらいたい試薬と金属イオンをその都度指示しながら実験を行った。図2に被験者 A が金属イオンを選択する際に触ったトラックパッドの座標、図3に被験者 B が金属イオンを選択する際に触ったトラックパッドの座標をそれぞれ示す。検証実験の際、2人の被験者には銀イオン、銅イオン、アルミニウムイオンを選択するように指示した。被験者 A に関しては図2のように銀イオン、銅イオンを選択する際にはこちらが指示したイオンが表示されているおおよその位置をタップして金属イオンを選択し、選択した金属イオンの入った試験管を出現させた。アルミニウムイオンを選択する際にはメニュー表示とずれがあるように見えるがこれは金属イオン選択する際にトラックパッド上のタップした位置と原点との角度を用いて判定を行っていたため境界付近をタップしたのだと考えられ、問題なく選択できていた。金属イオンの選択はアルミニウムイオンを選択し、アルミニウムイオンの入った試験管を出現させることができていた。被験者 B に関しては図3のように銀イオン、銅イオン、アルミニウムイオンの全てにおいてこちらが指示した金属イオンが表示されている位置をタップし金属イオンを選択することができており選択した金属イオンの入った試験管を出現させることができていた。

このように被験者が仮想実験環境内でメニューを操作することによって沈殿反応実験を行うことができるということを確認できた。

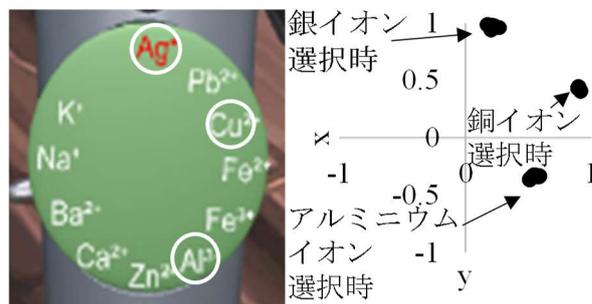


図2 金属イオンメニュー（仮想実験環境内）と被験者 A がタップした座標

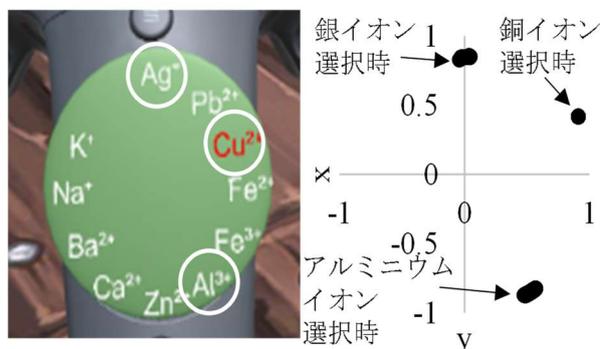


図3 金属イオンメニュー（仮想実験環境内）と被験者 B がタップした座標

4. おわりに

本稿ではハンドトラッキングコントローラで試薬メニュー、金属イオンメニューそれぞれの操作を行って沈殿反応実験を行うことのできる仮想実験環境用いた学習支援システムを開発した。そして、検証実験を行い被験者が本システムを用いて沈殿反応実験ができるということを確認できた。今後は、拡張現実感を活用した従来手法⁽²⁾との違いを中期的な学習過程を通じて検証していく予定である。また、VR型学習支援システムとしてより多様な実験への対応可能性についても検討していく予定である。

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”，実教出版株式会社，pp. 49-71（2009）
- (2) 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，(印刷中)
- (3) 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 を活用した地域学習と VR 修学旅行について

About Regional Learning and VR School Trip with VR

坪谷里咲^{*1}, 永岡慶三^{*2}, 米谷雄介^{*3}, 谷田貝雅典^{*4}

Risa TSUBOYA^{*1}, Keizo NAGAOKA^{*2}, Yusuke KOMETANI^{*3} and Masanori YATAGAI^{*4}

^{*1*4} 共立女子大学文芸学部

^{*1*4} Faculty of Art and literature, Kyoritsu Women's University

^{*2} 早稲田大学人間科学学部

^{*2} School of Human Sciences, Waseda University

^{*3} 香川大学創造工学部

^{*3} Faculty of Engineering and Design Kagawa University

Email: 151238rt@kyoritsu-wu.ac.jp

あらまし: 初等中等教育では郷土理解のために地域学習が行われ、遠隔地を知るために修学旅行が行われる。これらフィールドスタディでは、教室では得られない貴重な体験的学習が行える。しかし、詳細に郷土を知る、多数の遠隔地を見聞する学習は、時間的費用的なコストが大きい。よって、本研究では、臨場感や没入感の高い VR システムを使い、疑似的にフィールドスタディの機会を増やすとともに、これらの学習の事前事後指導や、地域を超えた生徒間の地域交流学習に応用できるのかを調査する。

キーワード: VR, 地域学習、修学旅行、フィールドスタディ

1. はじめに

中学校「社会」の目標として学習指導要領では、広い視野に立って、社会に対する関心を高めること、諸資料に基づいて多面的・多角的に考察し、我が国の国土と歴史に対する理解と愛情を深めることが記述(1)されている^[1]。初等中等教育では郷土理解のために地域学習が行われ、遠隔地を知るために修学旅行が行われる。これらフィールドスタディでは、教室では得られない貴重な体験的学習が行える。また、社会科に限らず「外国語」(言語や文化に対する理解)、「国語」(想像力を養う)、「理科」(自然の理解)、「音楽」「美術」(鑑賞の幅広い活動)等、各教科の目標にも示される重要な学びが行える。しかし、効果的な学習とはいえ、多数の遠隔地を見物する、フィールドスタディを複数回計画することは、経済的・時間的な制約がある。

一方、貴重なフィールドスタディとして設定される中学校の修学旅行において、その学習効果を高めるために以下のような試みがなされている。修学旅行の学習活動にタブレット端末を活用することで、事前の調べ学習や訪問地での体験活動における調査記録作業を効率的かつビジュアル的に進め、学習活動に対する生徒の興味や関心を喚起する有能な学習ツールであることが明らかになっている^[2]。

タブレット型全天球パノラマ VR 教材を用いた自由な探索活動ではノートテイキング同等の効果が得られること、学習内容に対する関心や意欲を喚起することが示されていた^[3]。

同一の部屋に全員が映像を共有できるシアター型 VR 環境と、個別に操作可能なホーム型 VR 環境を設置し、児童を対象とした課外授業で、システムの効果に関する検証を行った結果、従来の映像メディアでは得られない高い没入感と臨場感からマヤ文明への興味が喚起された。また他者との相互作用が認められたことにより同一の部屋でホーム VR 環境を複数接続した仮想空間の共有がコミュニケーション形態として成立しうることが確認されている^[4]。

児童生徒の被爆遺構巡りによって現在と過去をつなぐ視点獲得を支援するために、VR を用いた学習環境を開発し試行的な学習により評価を行った結果、自由記述で6名中4名の児童生徒が視点を獲得したと考えられることから、現在の街並探索との併用により、児童生徒の現在と過去をつなぐ視点獲得に活用可能であることが示唆されている^[5]。

ニーズ調査に基づいて多視点型 VR 教材を開発し、実際の授業に使った研究では、VR 授業を受けた生徒による主観評価から、興味を持ち理解しやすかったこと、立体視することにより没入感を得たこと、事後テストの結果から VR 教材を用いた授業によって「授業内容問題」、「応用問題」の点数が向上したことが明らかになり、VR を活用した授業は空間的な理解を深める上で有用であるとの見通しを得ている^[6]。

以上の先行研究から VR 技術の活用により、ビジュアル的かつ空間認識の付加により、興味関心や学習意欲の向上に影響を与えるものと考えられる。

よって、本研究では、臨場感や没入感の高い VR

システムを活用し、興味関心意欲の向上はもとより、学習効果そのものの向上が期待できると考えられるフィールドスタディに着目し、その効果を検証する。

2. 研究の概要

2.1 研究の方法

本研究では新潟県と東京都の中高生を対象に、双方向性を持たせた、疑似的なフィールドスタディの実践、実際のフィールドスタディにおける事前事後学習、地域を超えた生徒間の地域交流学习を行う。以下、表1に本研究で計画しているVRを活用した各学習内容例を示す。各学習に対する分析評価に関しては、表1に示す学習ごとに事前事後アンケートと学習効果測定試験を行う。得られたデータをもとに多変量解析手法により分析し、相対的にどの学習がどのような場面や学習活動に効果的であるのかを明らかにする。

なお、本研究で利用するVRグラスは、写真1に示すエレコム社製P-VRGEI01BKを使用する。各VRコンテンツは360°カメラで撮り、編集を行う。

3. おわりに

先行研究の結果から、VRにおける学習は、意欲や関心が向上することが分かっているが、本研究により、フィールドスタディそのものの学習効果の向上に寄与することが期待できる。

謝辞

研究協力をご快諾下さった蒲田女子高等学校および新潟県立大手高校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)の補助によるものです。

参考文献

- (1) 学習指導要領「生きる力」平成20年3月・平成21年3月
http://www.mext.go.jp/a_menu/shotou/new-cs/you_ryou/chu/
- (2) 瀬戸崎 典夫, 奥田 麻衣, 森田 裕介(2014) “修学旅行におけるタブレット端末を活用した実践デザインの評価” 教育メディア研究, 21巻, 1号, p.11-20
- (3) 瀬戸崎 典夫, 佐藤 和紀 (2016) “平和教育実践における全地球パノラマ VR 教材の効果的な活用に関する検討” 教育メディア研究, 23巻, 2号, p.15-24

表1 VRを活用した各学習

VR 修学旅行	実際には選択できなかった修学旅行のコースおよび地域を、VRにより疑似的体験学習をする。
修学旅行 VR 事前学習	修学旅行における見学コース選択を、VRで疑似体験し、実際のコース選択の検討材料とする。詳細な安全確保のための参考材料にする。
修学旅行 VR 事後学習	修学旅行後に、事後学習としてVRで復習する。また、実際に見学できなかった箇所をVRで追加疑似見学し、実際に行った場所の学習の関連性に活かす。
VR レポート	実際に見学してきた場所に関する無音VRコンテンツに、解説音声を作成し、未見学者への紹介VRコンテンツを完成させる。
VR 郷土紹介	居住地域周辺の史跡等、遠隔地の人にアピールできる場所をVRコンテンツにまとめ、発表する。
VR 地域交換交流学习	遠隔地にいる双方の生徒が住んでいる地域のVRコンテンツを作製し、紹介し合う。それにより他地域と交流し、異なる生活圏の理解に活かす。



写真1 エレコム社製 P-VRGEI01BK

<http://www2.elecom.co.jp/products/P-VRGEI01BK.html>

- (4) 安藤 真, 吉田 和弘, 谷川 智洋, 王 燕康, 山下 淳, 葛岡 英明, 廣瀬 通孝(2003) “スケーラブル VR システムを用いた教育用コンテンツの試作: マヤ文明コパン遺跡における歴史学習(<特集>ネットワークとVR)” 日本バーチャルリアリティ学会論文誌, 8巻, 1号, p. 65-74
- (5) 藤木 卓, 川上 博之, 寺嶋 浩介 他 (2013) “児童生徒の被爆遺構巡りによる現在と過去をつなぐ視点獲得を支援するVRを用いた学習環境の開発と評価” 日本教育工学会論文誌, 37巻, Suppl. 号 p121-124
- (6) 瀬戸崎 典夫, 森田 裕介, 竹田 仰(2006) “ニーズ調査に基づいた多視点型VR教材の開発と授業実践(「教育・訓練」特集)” 日本バーチャルリアリティ学会論文誌, 11巻, 4号, p. 537-543

VR映像を用いた課題発見型入試の設計と評価方法についての事例研究

A Case Study on Problem-Finding Approach Exam Using VR-360 Videos

細江 哲志

Satoshi Hosoe

横浜商科大学

Yokohama College of Commerce

Email: sat.hosoe@shodai.ac.jp

あらまし：横浜商科大学の「映像型 AO 入試」は VR 映像（360° 映像）と文章問題を組み合わせ、リアルな現場を題材にした問いかけを行い、問題発見力や課題解決力を測ろうとする入試である。現状では各種の制約から VR ゴーグル等の導入は困難だが、将来的には VR メディアの特性を活かし、解答者が「その場でどのような問題解決を図ろうとするか」を測る試験が実現できるのではないかとの問題提起を行う。
キーワード：VR 映像, 360° 映像, PBL, 入試改革, 商業教育

1. はじめに

横浜商科大学では2016年度より「映像型 AO 入試」と称する大学入学者選抜試験を実施している。面接を中心とした進学意欲や教育理念の理解度を測る AO 試験とは異なり、映像型入試では受験者はリアルな社会現場を題材にした 360° 映像を視聴し、与えられた課題解決型の問いかけに解答していく。この入試は、文部科学省が推進する 2020 年大学入試改革に合わせ、実学とビジネスコミュニケーション教育に力を入れる本学において「現実の社会問題に挑むことができる人材」を選考するために開発された。現状では技術的な限界や、入試という特殊な業務の関係上、受験生に VR 映像を体験させながら解答させるまでには至っていない。しかしながら「未来の入試」を想定し、360° 映像を代用することで、あたかもその場にいることを前提とした問いかけを実現している。本稿ではこの入試の概要や、設計の概要、評価方法について事例報告する。

2. VR 映像(360° 映像)入試の概要

本学の映像型 AO 入試は、VR 映像（360° 映像）と、試験問題（文章問題）の組み合わせによって構成される。360° 映像には、試験の問いに関連のある現場・シーン・状況・コミュニケーションの様子が映し出される。解答者はこの映像を探索的に視聴し、与えられた問いかけに答えていく。受験生には問題用紙と 360° 映像を再生するためのノート PC、マウス、音声再生用イヤホンなどが与えられる。試験が始まる前に、試験監督による試験の進め方や、PC の操作方法、360° 映像の視聴方法などが口頭にて説明される。操作や PC に問題がないことが確認された後、試験開始の合図が伝えられ、受験生は 40 分の試験時間の間に 3 分程度の動画を何度も再生・操作しながら、問題用紙に解答を記述していく（図 1）。

これまで、2016 年度と 2017 年度に合計 3 期の映像型入試が実施され、合計 7 名の受験生が受験している。2018 年度以降も継続が予定されている。



図 1 試験を受けている様子（イメージ図）

3. 問いかけの実際

試験のなかで 360° 映像として提供されるのは主に、日常的な消費行動の様子や、実社会のビジネス現場の様子を収録したものである。試験問題として 360° 映像にて提供された動画の一部と、問いかけの例について下記に紹介する。



図 2 商業施設を題材にした映像問題

図 2 はある商業施設における平日と週末の客入りの様子を収録した映像の一部である。この時の問いかけの趣旨は「この店舗内でマーケティングリサーチ（客層の調査）をしたら、どのような記録項目を設け、平日と週末の客層にどのような違いを見いだすか」であった。いわゆる市場調査に必要な視点があるかどうか、また、観察力の有無を測ることを目的とした試験であった。

図 3 は、スーパーマーケットの開店前の準備の様子（店長との打ち合わせ、品出し作業、開店直後の

購買客の誘導等)を題材にした試験の一部である。この試験での問いかけの趣旨は「スーパーマーケットでアルバイトを始めることになり事前の見学に来たが、円滑に仕事を始めるにあたって店長にどのような質問をすると良いか」であった。これは解答者のコミュニケーション力や質問力を問うことを目的とした試験であった。



図3 スーパーマーケットを題材にした映像問題

360°映像を用いるこれらの試験問題には、必ず「あたかもこの場にいて仮定して解答するように」との指示が記載される。試験問題には、提供されている映像がどのような場面であるかの概要が記載され、また、解答者がどのような状況に置かれているかの解説がロールプレイのように記述される。

360°映像を用いた入試では、映像への一定の関与感が生じる。静止画(写真)などを見ながら解答する試験や、通常の動画を視聴して解答する試験とは異なり、マウスで動画をぐるぐると回転させながら視聴することが求められる。360°映像を視聴または操作している利用者の様子を観察していると「こちらの方向には何があるのか」「別角度に写っているあの人は何をしているのか」といった、探索的な振る舞いをするのがわかる。『映像のなかを探索する』ような操作感と、『あたかもその現場にいる』ことを仮定した問いかけを組み合わせることで、実感を伴ったリアルな発想を求めている点に、この入試の独自性があると言えよう。

4. 採点方法と合否の判定

映像型AO試験は、いわゆる「一つの正解」を求める試験ではない。解答者の視点や考え方によって、何通りもの答えが生み出されることが想定される。いわゆるループリックに該当する採点基準表を事前に設計し、これに照らし合わせながら採点していく。採点基準の例としては、「解答者が挙げたアイデアや提案の数」「アイデアや提案を説明する文章の日本語としての妥当性(いわゆる文章力)」「状況に根拠したアイデアや提案であるかどうか」などが挙げられる。解答者の記述が、ループリックのどの基準のどのレベルに達成度に該当するかの判断については、採点担当者による合議を通じて判断される。

受験生は映像入試の解答後に、面接試験も受ける。映像入試の採点結果と、面接試験の採点結果をもとに、最終的な合否の判定が行われる。

5. 批判

この形式の入試をスタートした当時の360°カメラはフルHDであったが、解像度の関係で映像が一部不鮮明だと指摘があった。その後、4Kに対応した360°カメラの導入によってこの問題は解決された。

入試問題として、いわゆる「傾向と対策が立てにくい」という批判が、試験を受けた受験生、入試職員関係者から挙がった。これについては、オープンキャンパスなどで説明会を実施したり、入試説明のためのプロモーション映像を制作することで対応を図っている。今後は、実際の過去問題と採点基準について広く公開していくなどの対応も検討している。

PCの操作や360°映像の視聴が円滑に行えない受験生に不利なのではという指摘もあった。本学では一般的な面接によるAO入試も行っているため、受験生には選択の余地が与えられている。また、実際の入試の最中の様子を見ていると、いわゆるデジタルネイティブ世代やユーチューブ世代と呼ばれる若年層にとっては、特に難しい操作ではないように見受けられた。

当初想定していたように、現実の社会問題に挑むことが出来る学生を選考できているかとの指摘もある。まだ映像型AO入試をスタートして2年ほどしか経っていないため、入学した学生のその後の追跡調査が進んでいないのが実情である。同入試にて入学してきた一部の学生については、修学の様子や、学内活動の様子について、簡単なヒアリングを始めている。例えば、ある学生は学内でオープンキャンパスのスタッフやSAとして積極的な活動をしている。授業のグループワーク等でも、大きく目立つ存在ではないものの、リーダー的な役割を担う傾向にある。今後は、IRとの連携なども深めながら、キャンパスライフや進路選択の様子と組み合わせた分析をしていく必要がある。

6. 今後の展開

本報告で紹介している事例は、将来的にVRのような体験型メディアが当たり前のように大学の教室に利用されるようになった時代を想定した実践である。現状ではまだ、受験者が円滑に利用できるVRゴーグルを用いたり、十分な没入感をもたらすVR体験の提供は実現できていない。しかしVRを用いた教育は、特に欧米を中心にSTEM分野にて導入が始まっており、専門性の高いスキルを要する分野(医療行為や高度な工業技術等)における学習に効果があるとされている。文系教育分野や商業教育分野への応用例はまだ少ないが、学習者が普段経験することができない仕事現場について関心を抱いたり、その現場における問題発見能力や課題解決能力を測るためにも、VRのメディア特性は有効であると考えられるだろう。

プログラミングによるシミュレーション

を活用して学ぶ授業の実践例について

Lessons with Simulations by Programming

高木和久

Kazuhisa TAKAGI

高知工業高等専門学校

Kochi college, National Institute of Technology

Email: ktakagi@ge.kochi-ct.ac.jp

あらまし：小学校や中学校でプログラミングを学んだ生徒が高等学校に進学することにより、将来的には全ての高校生がプログラミングの素養を身につけていることになる。本発表では、生徒がプログラムを入力してシミュレーションを行う授業の実践例を紹介する。

キーワード：プログラミング, 新学習指導要領, 理数探究, シミュレーション

1. はじめに

平成 32 年度より施行される次期学習指導要領では小学校や中学校においてプログラミング教育を行うこととされている。その結果、将来的には高等学校に進学する全ての生徒がプログラミングの素養を身につけていることになり、高等学校における教育においてもプログラミングを用いたより深い学びが可能となる。

また、高等学校では理数融合型の科目として「理数探究」が新設される。「理数探究」は教科の枠にとられない多角的・複合的な視点で事象をとらえ、科学的・数学的な見方や考え方を豊かな発想で活用したり組み合わせたりしながら探究的な学習を行うものである。この教科では様々な自然現象を観察して数式化することが求められる。この時に生徒のプログラミングのスキルを利用してコンピュータによるシミュレーションを用いるとより深い学びを実現させることができる。

また、データサイエンスを学ぶ上では正規分布を理解することは必須であるが、この時にも生徒のプログラミングのスキルを生かすことができる。

ただし、現在の生徒についてはプログラミングのスキルや意欲は十分なものではないので、授業の実施にあたっては最初に動画による解説を生徒に視聴

させ、その後で一人一人にプログラムを入力させる方式をとった。

2. 教材の例

2.1 サイクロイドの描画

サイクロイドは数式
$$\begin{cases} x = a(t - \sin t) \\ y = a(1 - \cos t) \end{cases}$$

によって定義される曲線で、円が直線の上を滑らないように転がる時に円上の 1 点が描く軌跡である。従来の授業では黒板に図を書いて説明するが、円が転がる様子をアニメーションで見せた方がより良く理解できる。プログラムも 2 行ですむ簡単なもので、全ての生徒が無理なく理解できていた。

2.2 パラボラアンテナの原理

パラボラアンテナの形状は放物面であり衛星からの電波が反射して焦点に集まる性質を利用している。授業では電波の進む方向を逆にして放物線 $y = 2\sqrt{x}$ の焦点 $F(1,0)$ から出発した電波が放物線で反射して x 軸に平行に進む様子をプログラムで表現させた。

2.3 だ円ビリヤードの原理

縁がだ円の形をしたビリヤード台では、焦点の位置に置かれた球を打つと球は縁で反射した後、必ずもう一方の焦点を通る。このような球の軌跡をプログラムで再現した。(図 1)

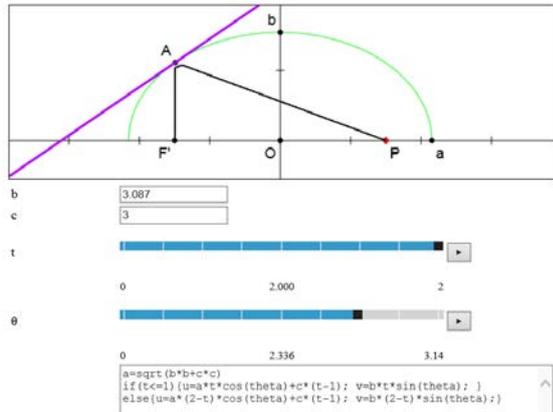


図1. だ円ビリヤードにおける球の軌跡

2.4 標準正規分布

データサイエンスを学ぶ上で正規分布は欠かすことのできない重要な分布である。これまで正規分布に関して学生に計算をさせる時は、教科書の最後にある数表を使うか、あるいは表計算ソフトの統計関数を用いるかであった。

標準正規分布表は $y = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{x^2}{2}}$ のグラフと x 軸に囲

まれる部分の面積の表であるから、表を用いなくても値をプログラムを用いて計算することができる。

結果のみを使うのではなく計算過程をも明らかにすることで、そこから生徒をより深い学びに導くことができる。なお、 x 軸と y 軸を同じ縮尺で描くとグラフがつぶれて見えるため、図2のグラフは高さを6倍にしている。これも、数表を使わずにプログラムを作って計算したことによって得られた発見であった。

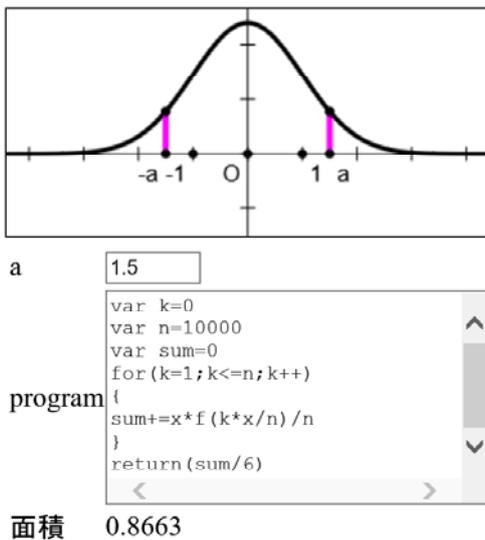


図2. 標準正規分布の確率密度関数

2.5 サイクロイドの等時性

サイクロイドの形をしたカーブを球が転がり、最下点まで到達するまでの時間は出発点の高さによらず一定である。黒板に数式を記述するだけの授業よりも、サイクロイド曲線に沿って球が転がり落ちる様子をアニメーションで見る授業の方が生徒の理解が深まることは言うまでもない。

授業では、まずエネルギー保存則を用いてサイクロイド曲線に沿って転がり落ちる球の運動方程式を導き、その後で球の運動を動画で見せた。更に一人一人にプログラムを入力させてシミュレーションを実行させ、球が落ちるまでの時間が高さによらないことを確認させた。

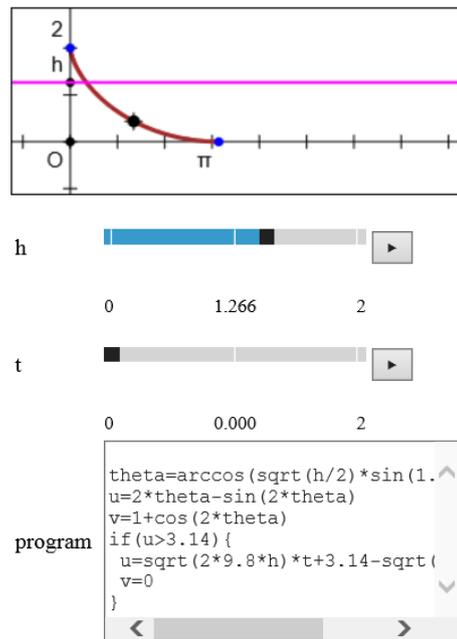


図3. サイクロイド曲線を転がり落ちる球の運動

なお、本研究の一部は日本学術振興会の科学研究費(課題番号 16K00993)“スマートデバイスによる動画再生を活用する高専数学の実践的研究”の補助を受けて行われた。

参考文献

- (1) 高木和久: 学習者のプログラミングのスキルを生かした数学の授業について, 日本数学教育学会第50回秋期研究大会発表集録 PP. 437-440(2017)
- (2) 高木和久: 動画とプログラミングを活用した数学の授業について, 教育システム情報学会研究報告 vol. 32, No. 6(2018-3)PP. 9-14, 2018

小学校教員養成課程におけるプログラミング教育

Programming Education in Elementary School Teacher Training Courses

南葉 宗弘^{*1}, 宮寺 庸造^{*1}, 樋山 淳雄^{*1}, 北澤 武^{*1}, 加藤 直樹^{*2}
Munehiro Namba^{*1}, Youzou Miyadera^{*2}, Atsuo Hazezama, Takeshi Kitazawa, Naoki Kato

^{*1}東京学芸大学 技術・情報科学講座

^{*1}Department of Tech. and Informatics, Tokyo Gakugei University

^{*2}東京学芸大学 教育実践研究支援センター

^{*2}Center for the Research and Support of Educational Practice, Tokyo Gakugei University

あらまし：東京学芸大学では平成31年のカリキュラム改訂にあたり，初等教育教員養成課程における共通選択必修科目の中に「小学校におけるプログラミング教育」と題した授業を開設する．この授業科目の開設に向けたプロジェクトチームにおいて議論された“小学校教員のためのプログラミング教育”の内容を紹介するとともに，すべての小学校教員が身につけるべき計算論的思考（あるいはプログラミング的思考）に関わる知識・技能を提案する．

キーワード：初等教育，プログラミング教育，教員養成，情報教育

1. はじめに

新しい学習指導要領において小学校段階におけるプログラミング学習が盛り込まれた．これに呼応するように，さまざまな企業・団体が子供たちを対象としたプログラミング教育に関する本を出版したり，子供たちが直接プログラミングを体験するワークショップや教室を開催したり，子供たちがゲーム感覚で楽しみながら取り組むことのできるプログラミング教材を提供したりするなど，その事実だけに目を向ければ今はまさにブームの様相を呈している．しかしその一方で，実施をせまられている小学校においては，現職の教員が必ずしもプログラミングに関する知識や経験を持つわけではなく，実際に何をどのように教えるのかについて苦慮している．当然，小学校教員を志す者に対して，その養成段階からプログラミングに関わる基礎的な理論や学習活動における教育実践上の考え方等を身に付けさせることが強く求められている．

東京学芸大学では平成31年度の改訂カリキュラムから，初等教育教員養成課程における選択必修科目の中に「小学校プログラミング教育」と題した授業科目を開設する．本稿では，この授業科目の開設に向けたプロジェクトチームにおいて議論された“小学校教員のためのプログラミング教育”の内容を紹介するとともに，全ての小学校教員が身につけるべき計算論的思考（あるいはプログラミング的思考）に関わる知識・技能を提案する．

2. プログラミング時の思考過程

諸外国では，プログラミングを含む情報科学教育の目的について，問題をコンピュータに行わせるまでの分析，解決方法の提案，その実施と評価等の，コンピュータサイエンティストが用いていると考えられている一連の思考方法（計算論的思考）や知識・技術（コンピュータサイエンス）などを学習するこ

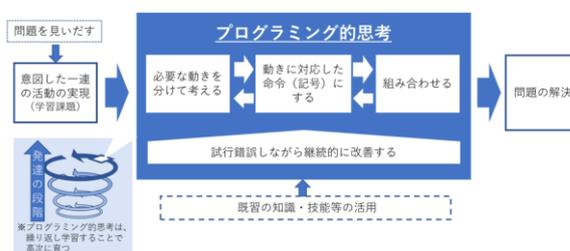


図1 プログラミング的思考

(文部科学省「小学校プログラミング教育の手引き（第一版）」13ページの図4を引用)

とであるとしている⁽¹⁾．あくまでプログラミングはその中の一部であり，プログラミングを通じて，上述のことを学ぶという位置付けである．おそらくこれに準じて，我が国の新しい学習指導要領でも，プログラミングを通じて，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（プログラミング的思考）を身につけさせることを目的として掲げたものと考えられる⁽²⁾．アルゴリズムの考え方やその表記の仕方等，より高度な内容は中学校や高校で学習することになっているため，小学校では，コンピュータに何かをさせるには手順が必要なのだということに“気付かせる”ことが大事だという趣旨であろう．したがって，図1に示すような①必要な動きを考える，②動きを命令（記号）に置き換える，③命令（記号）をどのように組み合わせれば自分の意図した動きになるかを考える，という3ステップを試行錯誤しながら繰り返す，という過程こそが涵養すべき論理的思考力であると説明している⁽³⁾．

しかし我々は開設予定の授業科目の内容を議論する中で，このようなプログラミング時の思考過程の説明は不十分であり，特にゼロからプログラミング及びその教育について学ぼうとする初学者に対しては誤解を与えかねないとの結論に至った．コンピュ

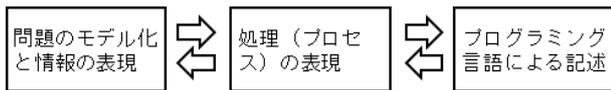


図2 プログラムを創る思考過程

一々に意図した処理を行わせるために必要な論理的思考力とは、意図する活動を実現するような命令の組み合わせを見いだす能力であると勘違いされてしまうと、先の図1は思考過程を表したものであるというよりむしろ実作業、すなわちコーディング作業過程を表したものと理解されてしまうだろう。そのまま素直に授業が行われると「〇〇というプログラミングツールの使い方だけを学んだだけで、何の意義があるのか分からなかった」といった疑問を抱いたプログラミング嫌いの子供たちを増やす原因となりかねない⁽⁴⁾。

3. プログラムを創るために必要な力

プログラムを創るという観点だけに限定したとしても、その思考過程には一貫してアブストラクション (abstraction: 抽象化) が必要不可欠である⁽⁵⁾⁽⁶⁾。そこで我々は小学校教員が理解しておきたい“プログラムを創る思考過程”とは図2に示すような①問題のモデル化と情報の表現、②処理(プロセス)の表現、③プログラミング言語による記述、の3ステップの試行錯誤的な繰り返しであると主張したい。

3.1 問題のモデル化と情報の表現

問題の解決につながるようなプログラムを考えるにあたっては、まずはその問題自体をコンピュータ上で表現しなくてはならない。問題の解決に必要な情報だけを抽出し、それらをデータとして数や記号を用いて表すことが必要である。

3.2 処理(プロセス)の表現

どのように処理を行っていくかを考えるにあたっては、まずプログラムの開始時の状態と、終了時の状態を、一つ目のステップで定義したデータを用いて表現しなくてはならない。その後、どのように加工を施していけば開始時の状態を終了時の状態に変化させられるかを考える。この時、よほど単純な問題でない限り、細かな加工処理を順番に筋道立てて組み合わせて考えるようなことはすべきではない。全体として終了時の状態まで持って行ける処理を複数の小さな処理に分割したり、処理の中に処理を包含させたりする等して、意図した結果を導く手続きを抽象的に考える⁽⁶⁾ことが肝要である。

3.3 プログラミング言語による記述

二つ目のステップで考えた処理を実際にコンピュータに行わせるには、プログラミング言語が規定する記号を用いて表現しなくてはならない。一般にはこの作業をコーディングと呼んでいる。特定のプログラミング言語を学ぶことは小学校における教育目的ではないし、そうあるべきでもない。しかし、ど

のような命令が使えるのか、どのような文法が許されているかが、一つ目と二つ目の両ステップで考える表現に大きく影響するという事実には十分注意する必要がある。

加えて、例えば数学において数学記号を用いて数と数の関係を表現するように、あるいは物理学において法則という記号表現を用いて自然現象を表現するように、コンピュータ上での処理はプログラミング言語という記号で表現するのだということを認識させ、将来的に、その抽象世界で考えをめぐらせることができるようになる素地を作ることも大事なのではないかと考える。

4. 小学校教員のためのプログラミング教育

未来を担う子供たちにとって“コンピュータが「魔法の箱」ではなく、より主体的に活用する⁽³⁾”ことができるようになるには、小学校段階におけるプログラミング教育が“面白かった”というだけの体験に終わってはならないし、意義の分かりづらいコーディング作業に終始してはならない。もちろん、プログラミング教育を拡大解釈し、コンピュータを抜きにしたプログラミング論を展開するようなことがあってはならない。子供たちには、身のまわりの物事をデータとして見る力を養い、それらを自らの目的のためにコンピュータを用いて処理させることができることに気付き、その思考過程を身に付けることのできるようになる教育がなされるべきである。

そのためには教員養成課程においてコンピュータの仕組みを学び、その上で、プログラムを創る思考過程が理解できるようになる授業科目をカリキュラムの中に適切に設けなくてはならないと考える。

参考文献

- (1) 太田剛, 森本容介, 加藤 浩: “諸外国のプログラミング教育を含む情報教育カリキュラムに関する調査—英国, オーストラリア, 米国を中心として—”, 日本教育工学会論文誌, 第40巻, 第3号, pp. 197-208 (2016)
- (2) 文部科学省: 小学校学習指導要領・解説 (2017) http://www.mext.go.jp/a_menu/shotou/new-cs/1384661.htm (2018年5月アクセス確認)
- (3) 文部科学省: 小学校プログラミング教育の手引き(第一版) (2018) http://www.mext.go.jp/a_menu/shotou/zyouhou/detail/1403162.htm (2018年5月アクセス確認)
- (4) 鶴飼佑: “英国でのコンピュータサイエンス教育の今とは? 必修化3年後の状況と日本のこれからの「プログラミング教育」を考える”, NPO 法人 CANVAS ワークショップ (2017年12月14日) <http://canvas.ws/workshop/16595> (2018年5月アクセス確認)
- (5) Jeannette M. Wing: “Computational Thinking: What and Why?”, Link Magazine (2010) <http://www.cs.cmu.edu/~CompThink/papers.html> (2018年5月アクセス確認)
- (6) Randall W. Jensen: “Structured Programming”, IEEE Computer, vol. 14, no. 3, pp. 31-48 (1981)

IchigoJam 用ビジュアルブロックプログラミングツールによる プログラミング体験教室の実践

鴻池 泰元^{*1}, 中西 通雄^{*2}

^{*1}大阪工業大学大学院情報科学研究科

^{*2}大阪工業大学 情報科学部

Email: m1m17a05@st.oit.ac.jp, Nakanishi.Michio@gmail.com

あらまし：2020 年から小学校でプログラミング教育が必修となるので、様々なプログラミング環境が開発されてきている。本研究では、子供向けマイコンボードである IchigoJam に着目した。IchigoJam は教育実践や研究の事例が複数あるので、専用のビジュアルブロックプログラミングツールを開発する事で、教材として更なる発展が望めると考えた。本稿では、開発したソフトウェアを用いて、2017 年 5 月より実践してきた結果と今後の展望について述べる。

キーワード：プログラミング教育、ビジュアルプログラミング、IchigoJam、小学校

1. はじめに

2020 年から実施される小学校でのプログラミング教育必修化に向けて、プログラミング初学者向けに様々なプログラミング体験環境が開発されてきている。なかでも IchigoJam という初学者向けのマイコンボードは、1 つ 1,500 円と安価でありながら、センサやアクチュエータを簡単に制御でき、LED を光らせるだけのような単純なプログラムからロボットプログラミングまで、応用の幅は広い。しかし、IchigoJam は BASIC 言語をタイプしてプログラムを作成するため、「キーボード操作がおぼつかない子供にとっては、テキストベースの言語は敷居が高い」という懸念がある⁽¹⁾。そこで、IchigoJam 用のビジュアルブロックプログラミングツール（以下、本ツール）を Google Blockly を用いて開発し、日本語で表現された画面上の命令ブロック（以下、ブロック）を用いる事で直感的なプログラミング体験を可能にした。

2017 年 5 月より、小学 3 年生～6 年生を対象とし、本ツールを用いてプログラミング体験教室を 4 回実施した。この詳細は(4)で報告した。本稿では作成したツールの概要、プログラミング体験教室の実践概要、および今後の展望について述べる。

小学生にテキスト入力によるプログラミングを実践している事例もあるが⁽²⁾、プログラミングに対する苦手意識を与える要素を少しでも排除するためには、日本語で表現されたブロックを用いた方法が有効と考えている。これまでの著者らの研究グループでの実践からも⁽³⁾、そのようなビジュアルブロックプログラミングが小学生のプログラミング体験用教材に適していると感じている。

2. 開発したソフトウェア

2.1 使用方法

本ツールは、構成するファイル群をパソコン上にダウンロードする事で起動でき、IchigoJam へプログラムを送信するために、パソコンと IchigoJam とを

USB シリアル変換ケーブルを用いて接続する。

起動すると図 1 の画面が表示される。ブロックのカテゴリ(図 1 の①)、コード表示タブ(図 1 の②)、プログラム送信ボタン(図 1 の③)などがある。Scratch と同様に、カテゴリから選んだブロックをドラッグ&ドロップにより繋げ合わせることでプログラムを作成できる。ブロックにはそれぞれに対応した IchigoJam の BASIC の命令文字列が設定されており、ブロックから変換された BASIC コードは、コード表示タブをクリックすることで確認できる。

プログラム送信ボタンをクリックすると、BASIC の命令文字列が一文字ずつ IchigoJam に送られる。シリアル通信をしているので、IchigoJam からは、高速でキーボードがタイプされているように見える。

プログラム送信後は、本ツールのボタンからプログラムの実行と停止ができる。また、ブロックを並べて作成したプログラムをファイルとしてパソコン内に保存できる。

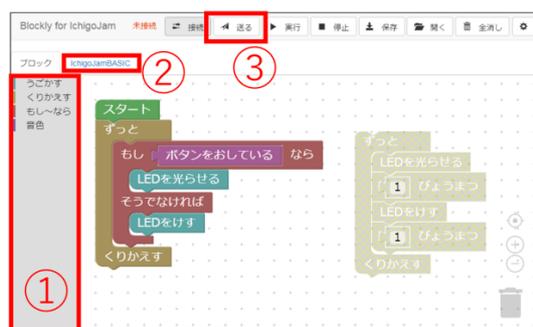


図 1 本ツールの画面

2.2 工夫点

単に BASIC 言語の命令をブロック表現しただけではなく、いくつかの工夫をしている。例えば、IchigoJam 本体のピン番号などを扱う命令は、実際に接続するセンサやアクチュエータの名前を用いた日本語表現にすることで、小学生でもブロックを見るだけで直感的に理解できるようにした(図 2)。また、変数を使わずに繰り返し制御できるようにブロック

を用意することにより、小学生にも条件分岐や繰り返し構造を学びやすくしている。

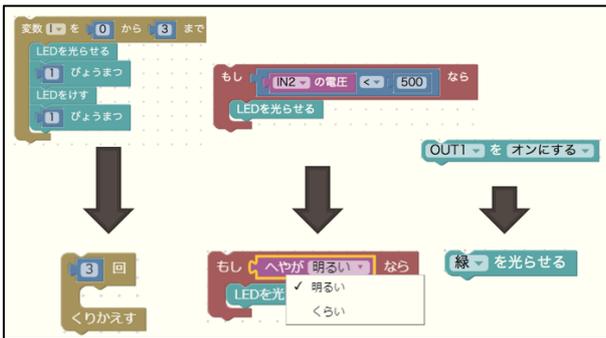


図 2 日本語のみで表現したブロック

3. プログラミング体験教室での実践と考察

3.1 実施体制

プログラミング体験教室の開催にあたっては、小学校へちらし配布するとともに、親子向けのイベント掲載サイトを使って参加者を募り、かつ保護者同伴を必須とした。対象は小学校3年生～6年生とした。4回全ての実践で、2時間30分(休憩5～10分)ほどの体験時間とした。参加人数は6～15人で、大学生アシスタントが1人につき2～4人の小学生を机間巡視した。実施内容はスライドショーを用いて著者の鴻池が解説しながら進行した。また、スライドショーの資料を印刷して各小学生に配布し、各自が自由に進められるようにした。

3.2 実施内容と考察

LEDやボタン、ブザーを使い、単純な反復や分岐の処理を体験させた後、ブレッドボードを使って簡単な電子工作を行った(図3の左)。各部品の接続については、保護者やアシスタントの手を借りなければできない小学生もいたため、丁寧な図示や詳細な手順の説明が必要と感じた。最後に画用紙とペンを使って自由に描かせた絵を、マイクロサーボモータの羽に貼り付けて好きなように動かす作品を作った(図3の右)。これにより、小学生は、資料に印刷されたプログラムをそのまま書き写すのではなく、創意工夫を持って取り組んでいたように見えた。

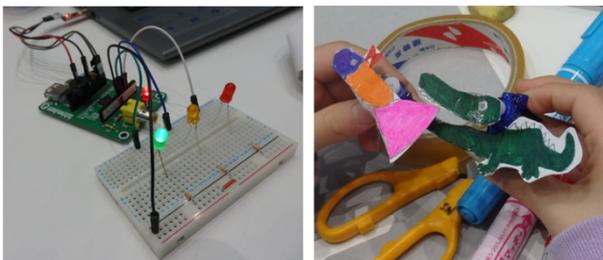


図 3 電子工作(左)と作品づくりの実例(右)

4. 今後の予定

本ツールはインターネット上に公開しており⁽⁶⁾,

著者ら以外のプログラミング教育実践にて使用される事で、より客観的な評価を期待している。本ツールには、実践者が独自にブロックを定義・追加できる機能を用意してある(図4)。今夏には、栃木工業高等学校の教員らによる、IchigoJam 互換機を使ったロボットプログラミング実践において使って頂ける予定である。図5は栃木工業高等学校による独自のブロック追加例である。今後は更に本ツールを用いた実践事例を増やしていく予定である。

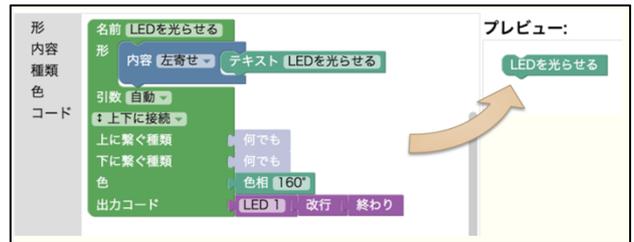


図 4 独自ブロック定義画面



図 5 栃木工業高等学校によるブロック追加例

謝辞

NPO法人NEXTDAYの佐々木東先生には、本ツールの初期の版を試用いただき、多くのご意見をいただきました。心からお礼申し上げます。

本研究の一部は、JSPS 科研費 JP16K01141 および 17K01088 の助成を受けた。

参考文献

- (1) 兼宗進, 阿部和広, 原田康徳: “プログラミングが好きになる言語環境”, 情報処理学会論文誌, Vol.50, No.10, pp.986-995 (2009.10)
- (2) 佐藤正範: “小学校の教科に位置付けたテキスト入力型プログラミング言語の導入についての考察”, 2017 PC Conference 論文集, pp.149-150 (2017.8)
- (3) 野上理沙, 藤林博貴, 中西通雄: “Ardublock のタイトルを用いたプログラムによる計測・制御学習教材”, 教育システム情報学会 2015 年度学生研究発表会, pp.67-70 (2016.3)
- (4) 鴻池泰元, 中西通雄: “IchigoJam 用ビジュアルブロックプログラミング環境の開発とプログラミング体験教室の実践”, 情報処理学会 コンピュータと教育研究会 144 回研究発表会, Vol.2018-CE-144, No.10, pp.1-8 (2018.3)
- (5) 鴻池泰元: BlocklyJam 公開ページ, Github, (https://github.com/tg911/Blockly_IchigoJam)

「micro:bit」プログラミングで学ぶ情報技術の教材開発

Development of the teaching materials to learn information technology by "micro:bit" programming

高橋 参吉^{*1} 喜家村 奨^{*1} 稲川 孝司^{*1} 西野 和典^{*2}
Sankichi TAKAHASHI^{*1} Susumu KIYAMURA^{*1} Takashi INAGAWA^{*1} Kazunori NISHINO^{*2}

^{*1} 帝塚山学院大学 ^{*2} 九州工業大学

^{*1}Tezukayamagakuin University ^{*2}Kyushu Institute of Technology

Email: takahasi@tezuka-gu.ac.jp

あらまし：2020年度からの小学校でのプログラミング的思考の教育、そして、中学校、高等学校では、プログラミングに関連する教育が重視されている。筆者らは、イギリスで開発された micro:bit を利用することにより、小学校から高等学校まで、一貫して情報技術や情報科学の基礎を学ぶことができると考えている。現在、高等学校における情報科の「情報の科学」などの教材を開発し、さらには、教員研修用テキストの作成も行っている。本稿では、開発した教材の一部を紹介する。

キーワード：micro:bit, プログラミング, 情報科教育, 教材開発, 教員研修

1. はじめに

2017年3月に小学校・中学校, 2018年3月には高等学校等の学習指導要領が告示された⁽¹⁾。

小学校では、情報活用能力の育成のための学習活動には、『情報手段の基本的な操作の習得や、プログラミング的思考、情報モラル、情報セキュリティ、統計等に関する資質・能力等も含むものである』と記述されている。中学校の技術・家庭科の技術分野では、『…(省略)…「デジタル作品の設計と制作」に関する内容について、プログラミングを通して学ぶ、制作するコンテンツのプログラムに対して「ネットワークの利用」及び「双方向性」の規定を追加している』と記述されている。高等学校の共通教科では、必修科目「情報Ⅰ」が新設され、プログラミング、ネットワーク(情報セキュリティを含む)やデータベース(データ活用)の基礎等の内容が必修化されるとともに、データサイエンス等に関する内容が増えている。

筆者らは、micro:bit を利用して学習すること、micro:bit の特徴を生かしたプログラミング教育を実施することによって、小学校から高等学校まで、情報技術や情報科学の基礎を学ぶことができると考えている。そこで、まず、高等学校情報科における「情報の科学」の教材を開発し⁽²⁾、教員研修用テキスト作成している。本稿では、開発した教材の一部を紹介する。なお、発表では教員研修についても言及する。

2. micro:bit の特徴

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 のハードウェア機能としては、

- ・ 25 個の LED (表示, センサー)

- ・ 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ー
 - ・ 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。さらに、
- ・ ビジュアル言語で、簡単な操作で利用できる。
 - ・ シミュレータがついている。
 - ・ JavaScript に変換できる。
- などの特徴がある。

3. 情報技術・情報科学の教材

現在開発した教材は、表1の通りである⁽²⁾。

表1 教材の概要

分野	教材プログラムの内容
micro:bit の概要	<ul style="list-style-type: none"> ・ 基本操作を学ぶプログラム ・ センサーの利用プログラム
プログラミングの基礎(繰り返し, 分岐)	<ul style="list-style-type: none"> ・ LED 点灯, グラフ表示によるプログラム ・ 数当てゲームのプログラム
プログラミングの応用(関数, 配列)	<ul style="list-style-type: none"> ・ 10 進数・2 進数への変換, 数値・文字の表現(文字コード) ・ 論理回路と論理演算のプログラム ・ じゃんけんゲーム(論理設計)
アルゴリズムとプログラム(探索と整列)	<ul style="list-style-type: none"> ・ 探索(逐次探索, 二分探索)のプログラム(数値, 文字列) ・ 整列(交換法, 直接選択法)のプログラム(数値, 文字列) ・ 自動販売機のプログラム
ネットワーク, セキュリティ	<ul style="list-style-type: none"> ・ 通信の基本プログラム, ネットワーク通信のプログラム ・ 暗号通信のプログラム

4. 整列 (交換法)

交換法のプログラム例⁽²⁾であるが、LEDで棒グラフを表示する(図2参照)ため、データ(配列に格納される5つの数値)は、1桁の数値を使用している。

図1に、JavaScriptプログラム(一部のみ)を示している。なお、グラフを描いている個所は、同じプログラムなので、関数 PLOT()とすることができる。図2に整列結果を示している。

```

1 let a: number[] = []
2 let tmp = 0
3 a[0] = 3
4 a[1] = 2
5 a[2] = 1
6 a[3] = 5
7 a[4] = 4
8 for (let x = 0; x <= 4; x++) {
9   for (let y = 5; y >= 5 - a[x]; y--) {
10    led.plot(x, y)
11    basic.pause(100)
12   }
13 }
14 basic.pause(1000)
15 for (let i = 3; i >= 0; i--) {
16   for (let j = 0; j <= i; j++) {
17     if (a[j] > a[j + 1]) {
18       tmp = a[j]
19       a[j] = a[j + 1]
20       a[j + 1] = tmp
21     }
22   }
23 }
24 basic.clearScreen()
25 for (let z = 0; z <= 4; z++) {
26   for (let b = 5; b >= 5 - a[z]; b--) {
27     led.plot(z, b)
28     basic.pause(100)
29   }
30 }

```

図1 整列(交換法)のプログラム

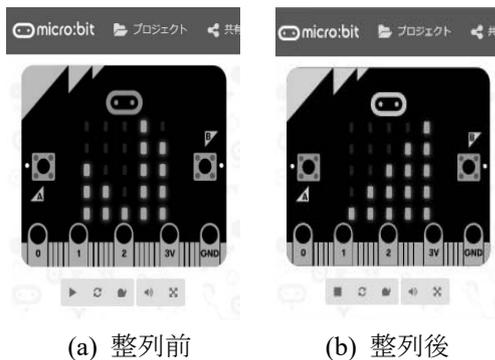


図2 整列結果の表示

5. 状態遷移図と自動販売機

50円と100円を投入して、150円の商品(飲み物)を購入する自動販売機の例である⁽²⁾。スイッチAを1回(100円投入)押すと2(状態S₂)と表示され、もう1回押すと商品のアイコンとお釣りのアイコン

が表示される。また、スイッチAを1回とスイッチBを1回(50円投入)、もしくは、スイッチBを3回押すと、商品のみ表示される。

図3は、この自動販売機の状態遷移図、図4は、商品(飲み物)が出てきたときの結果の表示とプログラムの一部である。

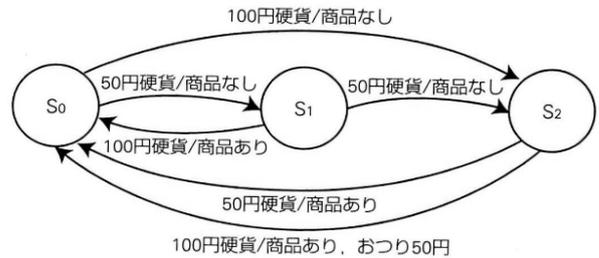


図3 状態遷移図

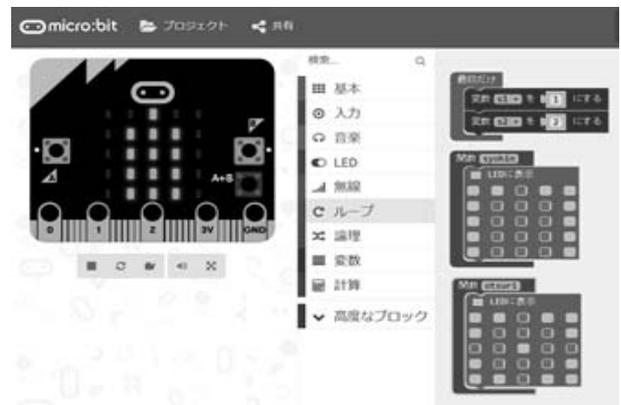


図4 結果の表示とプログラム(一部)

6. 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小学校から利用でき、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にも変換できることから、高等学校の情報科教育にも利用できる。

なお、中学校から高等学校への接続という面からは、現状のmicro:bitで十分であるが、小学校でのスクラッチの利用も考えると、micro:bitとスクラッチの統合環境が整ってくることで、一貫した情報教育のプログラミング環境として、より一層利用しやすいものとなる。

謝辞

本論文は、JSPS研究費(課題番号「16K01116」,研究代表者:西野和典)の助成を受けたものである。

参考文献

- (1) 文部科学省:学習指導要領(平成29年3月,平成30年3月告示)
- (2) 高橋参吉,喜家村奨,西野和典:「情報の科学」での「micro:bit」によるプログラミング教育の可能性,日本情報科教育学会第10回研究会報告書,pp.10-15(2018)

奇跡を呼ぶ魔法あるいは錬金術としてのインストラクショナルデザイン

Miracle Instructional Design as a Magic or Alchemy

鈴木 克明^{*1}

Katsuaki Suzuki^{*1}

^{*1}熊本大学教授システム学研究センター

^{*1} Research Center for Instructional Systems

Email: ksuzuki@kumamoto-u.ac.jp

根本 淳子^{*2}

Junko Nemoto^{*2}

^{*2}明治学院大学

^{*2}Meiji Gakuin University

Email: nemoto@psy.meijigakuin.ac.jp

あらまし：本発表は、教育工学をデザイン研究の系譜で再定義する萌芽的研究の第二報として、文献研究から2つの視点を報告するものである。第1の視点は「魔法」になりえる授業を外部講師招聘で実現した実践の背景にある「映像の時代」から「魔法の時代」への時代転換である。第2の視点は、鉛のような退屈な情報を金のように輝く科目に変換するデザイン錬金術モデルである。錬金術モデルが従来からの設計枠組みを踏襲していることを確認し、デザイナー養成に着手するアプローチを考えた。

キーワード：インストラクショナルデザイン、デザイン、萌芽的研究、文献研究、魔法、錬金術

1. はじめに

本発表は、教育工学をデザイン研究の系譜で再定義する萌芽的研究の第二報として、文献研究の一端を報告するものである。前稿⁽¹⁾では、教育工学を「科学」でも「工学」でもない第三の伝統「デザイン」として捉える研究動向を紹介し、「デザイン」が「アート」と異なり顧客の求めに応じつつもそれを超える究極のこだわりを生み出す営みであると整理した。

本稿では、学習者の期待を超える授業をデザインすることに関連した2つの視点を紹介する。

2. 「魔法」としての授業

『企業とつくる「魔法」の授業』⁽²⁾は、外部からの講師を教室に招聘して試みた、非日常的なイベント的授業16事例を紹介した書籍である。「魔法」というキーワードは、20世紀が映像の世紀だったとすれば21世紀は魔法の世紀だとするメディアアーティスト落合陽一の論考に依拠している。映像の世紀が見る者をつくる者とを分断し、現実と虚構を分け隔ててきたこととは対比的に、魔法の世紀では両者が混在し、なぜそうなったのかが理解できないモノに心が動かされていく。まるで魔法にかけられたような環境の中で我々は生きているし、そういう世界を生きていく子どもたちを育てることが求められている、という。「まやかし」とか「こどもだまし」のような「魔法」の用法とは対極にある本質論である。日常的な授業の「マナーを避ける」意図で外部講師を招聘するのではなく、そういう時代を生きているという自覚のもとで、ブラックボックスに魅せられながらも思考停止しない子どもを育てていくことの重要性がその可能性とともに示されている。

映像の世紀では学校の授業の日常そのものが魔法のような輝きを放っていた。相対的な輝きが失われた今、学校に新しい風を持ち込むことで輝きを取り戻すためには、学習者に魔法をかけるぐらいの驚きをデザインする必要があることが示唆された。

3. デザイン錬金術モデル

Sims⁽³⁾は、デザインを「学習と指導を支援するために環境を概念化し、それを実現する仕様を導き出すプロセスである」と定義した上で、これまでの学習指導に対する考え方を変える視点として「デザイン錬金術」モデルを提唱した。錬金術とは科目を変換する（transform）ことであり、デザイン錬金術師（Design alchemist）とは「学習と指導についての我々の考え方を変換する能力を有し、鉛のように退屈な（leaden）情報やリソースをもとに金のように輝く（golden）科目を創造できる人である（p.43：筆者訳）」としている。

デザイン錬金術の枠組みとして、教育理論、実践、そして資源（assets）の3つを統合するモデルが示されている（図1：詳細は表1に示す）。教育理論は、具体的な学習理論や方略を統合し、有意義でかつ意欲的・没入的な学習指導経験を創造することを可能にするために必要不可欠な理論的な原理である。実践は、学習活動、アセスメント、そしてリソースの詳細仕様を決める枠組みとなる科目設計構造を創出するために、デザイン錬金術師と科目関係者が共に完成させていく5つのステップで構成されている。資源とは、意図的な学習環境に影響を及ぼすすべての要因を指す。

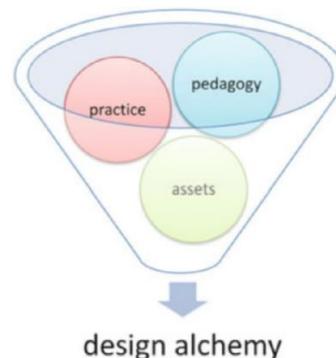


図1：デザイン錬金術モデルの構成要素

表 1：デザイン錬金術モデルの 3 要素

<p>理論 (Pedagogy)</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 科目の参加者は学習活動に取り組み、モデルや物体、アイデアなどのアーティファクトを創造する。それがアセスメントに用いられる。 2. 学習活動は学習者自身の文脈に、あるいは任意の文脈に、埋め込まれている。インクルーシブな活動で彼ら自身の個人的な特性が尊重される。 3. 学習活動はある問題、挑戦、あるいは課題に対する解決策や対応策をつくっていくものである。協同的に行われ、その結果としてアーティファクトが生み出される。 4. アーティファクトを生み出す過程において、参加者は現在のやり方やそれを支える原理や理論に対する代替案を考えるように促される。統合や新しい知識の創出が奨励される。 <p>実践 (Practice)</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 知識応用の定義として、科目の修了時に何ができるようにするかを記述する。それがこの科目を学ぶ必然性を明確に示す。 2. 学習と職務上の成果を明示する。具体的にどんなスキルや属性を身につけたことをどう示せばよいか、またそれが知識やスキルの応用ができることを示すことになることを知らせる。 3. 学習成果とアセスメント項目や基準とを合致させる。 4. 学習活動を学習成果やアセスメントと合致させる。学習活動はアーティファクトをつくるもので、その一部あるいはすべてがアセスメント項目として用いられる。 5. 学習活動のそれぞれを完成できるような学習リソースを特定する。研究、メディア、情報、人物などが含まれる。 <p>資源 (Assets)</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 基準：科目の品質や統一性についての期待を踏まえる。国家・州・地方自治体の基準や科目を提供する組織の基準を含む。 2. プログラム：プログラム内のあるいは相互の関係を理解する。プログラムを構成する科目としての位置づけや領域への影響など。 3. 証拠：デザインの決定に資する証拠に基づいた実践を用いる。 4. プロセス：デザイン活動に持続可能で継続的な改善の要素を取り入れる。 5. 人的資源：科目の創造と実施に影響力があるあらゆる人々を認識し活用する。
--

注：Sims (2014)の本文 p. 44-46 を筆者が試訳して表形式にまとめた。

デザイン錬金術モデルは、理論的基盤として構成主義的知識観に依拠している。キーワードとして、学習者中心、インクルーシブ、アクティブ、問題基盤型、文脈的、社会的、創造的、そして創発的であることが「金のように輝く科目」に不可欠であると主張している。一方で、実践の原則を見ると、学習成果・評価方法・学習活動が整合していることを重

視しており、伝統的な ID のアプローチを踏まえていると解釈することができよう。

表 5.3 (p. 63) にはガニエの 9 教授事象とデザイン錬金術モデルの対比が示されており、依拠する知識観が変わっても学習環境の構成要素はさほど変わらないことも読み取れる。この点は、9 教授事象とメリルの第一原理との対比を試みたとき⁽³⁾にも明らかにされたことであるが、以下の点は興味深い主張であろう。すなわち、

- ・事象 1～3 の導入は、「解決すべき問題を示して学習成果を意識させること」と「現在の経験・知識を用いる」ことによってギャップの存在、すなわち学習必要性を明らかにする点で、第一原理の「課題」と「活性化」と同様の意図がより明確に示されている。
- ・事象 4 「新しい事項を提示する」は「リソースへのアクセスを提供する」となっており、教授者からの情報提示ではなく学習者自らがリソースを検索・選択することが前提となっている。
- ・事象 6・7 「練習の機会とフィードバック」は「アセスメントのためのアーティファクトを創造する」活動と「アーティファクトの要素をアセスメント基準と合致させる」ためのフィードバックと解釈されており、事象 8 「学習の成果を評価する」と一体化されている。すなわち、事象 6～8 は一連の学習活動+評価として扱われており、練習を十分にしてから評価、という流れとは異なっている。

4. おわりに

文献からは、魔法・錬金術と用いる言葉は異なっているものの、「まやかし」や「ごまかし」ではない非日常的な驚きの要素を組み込む必要性が共通して読み取れた。このことをどのようにインストラクショナルデザイナー養成に組み込んでいくべきか。これが次の課題である。魔法や錬金術に頼ることはできないが、その必要性を伝えることから着手してはどうかと考えている。

謝辞

本研究は JSPS 科研費 16K12793 の助成を受けている。

参考文献

- (1) 鈴木克明, 根本淳子 (2016.8) 教育工学をデザイン研究の系譜で再定義するための萌芽的研究の着想と目標. 教育システム情報学会 第 41 回全国大会 (帝京大学) 発表論文集, 343-344.
- (2) 藤川大祐・阿部学 (編著) (2018) 『企業とつくる「魔法」の授業』教育同人社
- (3) Sims, R. (2014). *Design alchemy: Transforming the way we think about learning and teaching*. Springer.
- (4) 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 第 3 号, 13-26.

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授業評価分析

Analysis of Learners' Evaluation 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の比較を行った。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おり、どちらも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行う形式である。2017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

1. はじめに

近年の企業経営において情報技術の戦略的な活用は不可欠のものとなっており、情報技術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の比較を行った。

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、電話というサービスは、通話する相手がいなければ無価値であり、同じサービスを利用する人が増えるほどその価値は増していく。このようなネットワーク外部性の性質は、近年のコンピュータ関連の各種製品やインター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に見られ、サービスに多くの集客をしてその価値を高める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、このような性質を成り立たせるためには、顧客が使用する機器やソフトウェアが互いに情報をやりとりするための標準化⁽⁵⁾の概念が不可欠となる。

一方、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、新たな価値創造などを意味する非常に幅広い言葉である。情報技術の分野では、その急速な進歩が社会に大きな影響を与えている。これらの影響は、表面的には、新技術により従来の業務が格段に効率化されたり、いままで

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と呼ばれる半導体技術の指数関数的な高性能化や、それに端を発するネットワークの広帯域・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情報技術の進化を支えるいくつかの根本的な要素がある⁽⁶⁾。一方で、情報技術はソフトウェア・データの入れ替えによって何にでも使える汎用性を有しており、これが情報技術によるイノベーションを予見することを困難にしている。

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。

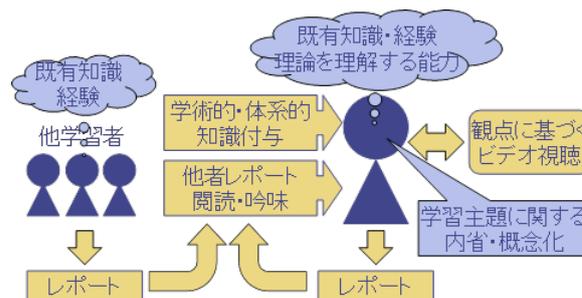


図1 授業設計の枠組み

授業では複数のビデオを使用した。主要なビデオは各学習主題で1本である。ネットワーク外部性については、JR 東日本の Suica の開発・普及を扱ったものを用いた⁽¹⁾。Suica は、電子決済の手段としてプラットフォームに相当し、乗車券や商品購入という用途が増えるほど Suica の価値は高まっていく。ここに間接的ネットワーク外部性が働いている。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を用いた。デジカメはフィルムカメラに対する破壊的イノベーションであり、その高性能化はムーアの法則による直接的な影響を受けている。一方、開発時点でデジカメの優位性は明確でなく、普及を予見することは困難であった⁽²⁾。

4. 評価

2017 年の後期に、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。授業後に授業内容に関するアンケートを行った。毎回レポートを提出し、アンケートに回答した学習者は100名であった。

アンケート項目間の相関を表1に示す。この表から以下のようなことがわかる。

- (1) 両学習主題で、「内容は役に立った」という項目と、対象とした技術の使用経験に相関がある。
- (2) 両学習主題で、「内容は役に立った」という項目と、ビデオ・レポートの使用に関する印象には相関がある。
- (3) 両学習主題の、対象とした技術の使用経験と授業内容の結び付きに関する項目の間に相関がある。

- (4) 両学習主題の、ビデオ・レポートの使用に関する印象の間には相関がある。特に、ビデオを二度視聴することと、他の項目の間に比較的強い相関がある。

本授業設計は、図1に示したように、「学習者の既有知識の活用」、「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。この評価結果は、学習主題に依らず、本授業設計のねらいが機能することを示唆していると考えられる。今後、レポート・自由記述コメントを含めた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)

表1 授業評価の相関 (1~6: デジカメ, 7~12: Suica, 7件法, 100名)

項番	質問	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	平均 (S.D.)
1	(以下デジカメ) 内容は役に立った	—	.48	.42	.43	.27	.22	.59	.31	.35	.41	.24	.12	5.92 (0.79)
2	デジカメやスマホのカメラを使った経験や知識は、授業の内容と結びついた	**	—	.08	.21	.29	.22	.30	.27	.18	.28	.16	.20	5.19 (1.01)
3	ビデオは講義の内容を実感的に理解するのに役に立った	**		—	.45	.37	.20	.32	.08	.26	.34	.24	.03	5.93 (0.87)
4	ビデオを二度視聴したことで、より理解が深まったと感じた	**	*	**	—	.31	.41	.33	.07	.29	.62	.22	.37	5.46 (1.17)
5	レポート提出で授業の内容を振り返ることができた	**	**	**	**	—	.28	.13	.05	.31	.27	.39	.23	5.72 (0.73)
6	他の人のレポートを参考に様々な観点でビデオを視聴できた	*	*	*	**	**	—	.17	.12	.17	.19	.16	.26	5.59 (0.95)
7	(以下 Suica) 内容は役に立った	**	**	**	**			—	.22	.31	.27	.21	.15	5.57 (0.82)
8	Suica 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	**	**					*	—	.14	.12	.24	.08	5.63 (0.79)
9	ビデオは講義の内容を実感的に理解するのに役に立った	**		**	**	**		**		—	.30	.35	.35	5.94 (0.79)
10	ビデオを二度視聴したことで、より理解が深まったと感じた	**	**	**	**	**		**		**	—	.30	.33	5.26 (1.19)
11	レポート提出で授業の内容を振り返ることができた	*		*	*	**		*	*	**	**	—	.21	5.78 (0.75)
12	他の人のレポートを参考に様々な観点でビデオを視聴できた				**	*	*			**	**	*	—	5.46 (1.03)

*: $p < 0.05$, **: $p < 0.01$, 赤字: 正の有意な相関, 青字: 負の有意な相関

大学の情報教育カリキュラム開発に向けた課題と検討 — 新入生を対象としたこれまでの情報教育の現状分析と 新学習指導要領を受けて —

Issues and considerations for development of information education curriculum of university- Current status analysis of information education for new students and Receiving the next Japanese Course of Study -

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

あらまし：平成 30 年 3 月告示された新学習指導要領では、全ての生徒が履修する「情報 I」が新設されプログラミング、ネットワーク（情報セキュリティ）、データベース（データ活用）の基礎等の内容が必修となる。今年度入学した学生を対象に実施した高等学校での情報教育の現状についての調査結果および平成 27 年度に実施された情報活用能力調査の結果分析から、大学における情報教育の役割とそれに向けた新たなカリキュラムへの課題を検討する。

キーワード：授業設計・インストラクションデザイン

1. はじめに

平成 30 年 3 月告示された高等学校の新学習指導要領¹⁾では、全ての生徒が履修する「情報 I」が新設されプログラミング、ネットワーク（情報セキュリティ）、データベース（データ活用）の基礎等の内容が必修となる。また小中学校の新指導要領においてもプログラミング教育を行うことが明示された。平成 25 年に「世界最先端 IT 国家創造宣言」が発表されたものの諸外国に比べ情報教育の遅れが指摘され、IT 人材の不足が予測されている現状を背景としたものと考えられる。

筆者は平成 24 年から大学において初年次の情報科目の必修科目の教育を担当し、授業改善を試みてきているが、高等学校の情報科が必修化されたにもかかわらず、情報活用スキルの格差が広がり、さらにスマートフォンの急速な普及に伴い、PC でのメール送受信も未経験という学生が多数存在する現状がある。

ここでは、筆者が担当する今年度入学した 1 年生を対象として行った高等学校での情報教育に関する調査をもとに現状の分析を行い、さらに平成 28 年度に発表された情報活用能力調査の分析結果から、新指導要領施行後に入学する学生への情報教育のカリキュラム開発への課題を検討する。

2. 情報教育に関する調査

2.1 調査内容と方法

インターネット・Office アプリケーション、プログラミングについて、「PC での授業があった」「座学での授業があった」「高校では授業がなかった」「小中学校の授業であった」の選択肢から選択式で回答する形式で Google フォームを利用して作成し、WEB サイト内に公開し回答をえた。また、自由記述による高

等学校での情報の授業内容についても、テキストマイニングの手法で分析した。

2.2 集計結果

各項目ごとの集計結果を以下に示す。

授業内容 (N=100) 重複回答有	高等学校		小中学校	
	PC 授業	座学	実施無し	実施
インターネット情報閲覧	73%	9%	9%	8%
メールの送受信	26%	17%	55%	2%
メールへの添付ファイル	25%	12%	62%	2%
データのダウンロード	46%	13%	36%	5%
ホームページ作成	34%	11%	53%	2%
表作成・編集	82%	4%	9%	6%
SUM 関数等(基本的な関数)の設定	77%	1%	19%	3%
IF 関数等(応用的な関数)の設定	58%	7%	32%	3%
データベース機能(並べ替え・抽出)	62%	9%	28%	1%
グラフを作成する	80%	6%	10%	4%
簡単な文書作成(文字の設定等)	86%	2%	8%	5%
文書に画像をいれる	75%	7%	14%	4%
文書に表をいれる	75%	7%	14%	4%
スライドの作成	78%	5%	10%	7%
アニメーションを入れる	72%	5%	17%	7%
スライドショーの実施	73%	6%	15%	7%
プレゼンテーション発表	63%	4%	26%	7%
プログラムのしくみについて	25%	13%	60%	2%
プログラムの作成	24%	12%	63%	1%
プログラムの実行	23%	10%	65%	2%
個人情報の取り扱いについて	44%	42%	10%	5%
情報セキュリティについて	45%	40%	9%	6%
著作権等の情報に関する法規について	45%	42%	8%	6%
SNS の活用について(注意点等)	47%	40%	8%	5%

大学のカリキュラムで扱う内容をどの程度、経験しているかという視点で質問項目を設定したが、Office ア

アプリケーションに関しては、70～80%程度が高校でPCを使用した授業を経験してきたことがわかる。しかし社会で必要とされるメールの送受信・メールへの添付ファイルについては60%が授業では扱われず、プログラミングについては、授業で行ったという回答は25%という結果であった。これは高等学校でプログラミングの内容が含まれる「情報と科学」の履修率とほぼ同様である。自由記述で「高等学校での情報授業で覚えていること」での回答では、アプリケーションの操作については、教員が示した課題を完成させるといった内容が多く見られた。また文字入力のテストでは、入学前課題で100字/1分を目標値としていたが平均入力数は96文字という結果である。

3. 情報活用能力調査

平成27年度に文部科学省が高校2年生を対象に行った情報活用能力調査²⁾の結果が平成29年発表された。高等学校での情報教育が始まって以来、初めての情報活用能力を測る調査で、結果として情報を主体的に関連付けて考察・表現する能力が低く、課題となっていることが示された。筆者が注目した分析結果は、同時に行われた調査対象として抽出された高等学校の校長への質問調査において「情報活用能力の育成を意識した教育」を「ほとんどの教科行っている」と回答した学校は「特に行っていない」とする学校より情報活用能力の得点差が統計的に優位であった点である。(この点は平成27年に発表された小中学校を対象とした情報活用能力調査³⁾で同様の結果が示されている。)また生徒への質問調査では「問題解決への取り組み」について「情報の関連付け」「情報の取捨選択」「優先順位を付ける」「答えに対する振り返り」をしている生徒の得点に優位差があり、いわゆるアクティブラーニングの手法を取り入れた教育の必要性が示唆されている。文字入力の調査では、1分間の文字入力数は小学生で平均5.9字、中学生で平均15.6文字、高校生の平均は24.7文字という結果であった。

4. 新指導要領を受けて

小学校の新学習指導要領では、総則に「情報活用能力を各教科の特性を生かしながら育成すること」と明記され、文字入力の指導や、各教科の指導におけるICTの活用に関して、より具体的な記載が見られる。また、算数や理科の学習の中でプログラミングを体験する学習に関して例示されている。中学校の技術・家庭でも双方向性のあるコンテンツのプログラミングについての学習内容が追加された。これらの中学校までの経験を踏まえた形で高等学校の必修の科目「情報I」の学習内容の構成が明示されている。

5. 大学の情報科目カリキュラム開発への課題

まず、本学の情報教育に関する調査の現状分析から、高等学校でのOfficeアプリケーション学習内容は大学での現行のカリキュラムと同様の内容が多く含まれていることが分かった。しかしながら、大学の授業での課題の完成度、また各回授業でのリフレクション

の反応を見ると、定着度は不十分であり主体的に使いこなせるレベルには達しておらず、中でもメールの送受信、セキュリティに配慮したファイルの添付、ファイルの保存について、社会で必要とされるスキルレベルには程遠い現状である。

次に、情報活用能力調査の結果分析からは、「情報活用能力の育成」に関して各教科の指導教員や高等学校による格差があることがわかる。さらに文字入力に関して、現行の学習指導要領でも小学校においてはキーボードによる文字入力、ファイルの保存、整理といった基本操作を確実に身につけさせると記されていたにも関わらず、文字入力の平均が5.9文字という結果から、効果的な指導は行われていたとは言えない現状がうかがえる。

高等学校の普通教科「情報」が新設され必修化された際に、大学での情報科目の必要性、内容の検討が議論され、指導要領も改訂を重ねてはいるものの、不要になるどころか、社会に出る最後の教育機関として、大学教育の基礎となる情報スキルを身につけさせることが必要とされ、必修科目として現在に至っている。新指導要領では、プログラミングの内容が追加され、さらに情報スキルに使われる授業時間数が減るものと考えられる。

6. 授業改善、カリキュラム開発へ向けて

筆者はこれまでアクティブラーニングの手法を取り入れ、授業ごとのリフレクションを実施し、学んだ機能の身近な実用例を記述させている。また昨年度は与えられた課題を完成させる試験に替えて、アンケート調査結果の生データを提示し、データ抽出、クロス集計、グラフ作成を行い分析コメントを追加してレポートを完成させる試験を実施した。あらかじめ評価基準、作成条件は示したが、自ら主体的に複数のデータを抽出し分析を行うという正解が一つではない試験である。学生からは、「どのデータを使って分析をするか決めるのが難しかった。」「大量のデータをわかりやすくまとめたときに使用したい。」などの感想が得られた。

新指導要領はこれまでにない、踏み込んだ記述が多く、ICT機器の整備に関する計画も示されている点でも、情報教育の進展を期待されている。施行に伴い、ICT機器の整備、指導する教員の育成、プログラミング教育に向けて企業との連携も計画され、指導体制が整ってくる過程を注目しつつ、情報を専門としない大学でのカリキュラムは今後どうあるべきなのか上記のような具体的な授業改善、現状調査を継続して行い経年変化を踏まえて、検討していきたい。

参考文献

- 1)文部科学省学習指導要領「生きる力」(2018)
http://www.mext.go.jp/a_menu/shotou/new-cs/1384661.htm
- 2)情報活用能力調査(高等学校)の結果について(2017)
http://www.mext.go.jp/a_menu/shotou/zyouhou/detail/1381046.htm
- 3)情報活用能力調査の結果について(2015)
http://www.mext.go.jp/a_menu/shotou/zyouhou/1356188.htm

JSiSE 全国大会の一般セッションから見た LMS 開発研究の動向

Trend of LMS Development Research in Annual Conference of JSiSE

石川 貴彦

Takahiko ISHIKAWA

名寄市立大学保健福祉学部

Faculty of Health and Welfare Science, Nayoro City University

Email: ishikawata@nayoro.ac.jp

あらまし：LMS 開発研究に関する動向を掴むための資料を得ることを目的として、本研究では、JSiSE 全国大会の過去 10 年分の一般セッションおよびその中で発表された研究題目を洗い出し、時系列に整理した。そして、セッションの題目の変遷や発表件数をもとに、研究のトレンドや今後の方向性を考察した。

キーワード：LMS, Moodle, 教育システム情報学会 (JSiSE), 開発研究

1. はじめに

学習支援システム (LMS) の開発や導入が大学で本格的に始まったのが 2000 年前後であり、筆者も 2001 年から LMS の独自開発に携わってきた。現在もなお JSiSE などの教育システム関連学会で LMS について研究報告をしているが、年々と LMS 開発研究が衰退している印象を受けた。それは Moodle が LMS として確立し、プラグインも一定程度揃ったことや、ベンダーは独自開発から Moodle の構築・運用支援にビジネスモデルを展開していったことなど、LMS=Moodle という認識が世間に定着したと思われるからである。AXIES が 2016 年に実施した LMS の導入・利用状況の調査⁽¹⁾では、Moodle の利用割合が大学で 37.1% と最も高く、この数値からも Moodle の利用が一般的になったことの表れと言えよう。しかしながら、Moodle ありきの教育方法を考えるだけではなく、新たな教育方法ありきで、それを具現化する LMS の開発も継続が必要である。つまり、LMS 開発と教育方法の発展は車の両輪で行われる研究であり、未実装などシステムの制約が最初にあって、その影響で教育方法が制限されるのは、ユーザにあらかじめ妥協を求めることを意味する。

そこで本研究では、筆者が衰退気味と感じている LMS 開発研究に着目し、動向を掴むための資料を得ることを目的とした。研究方法は、過去 10 年間の JSiSE 全国大会で組まれた一般セッションおよびそこで発表された研究題目を時系列で整理し、セッションの題目の変遷と発表件数を元に、LMS 開発研究のトレンドや今後の方向性について考察した。

2. LMS 開発研究の動向調査

2.1 一般セッションの題目と研究発表件数

LMS 開発研究については、以下の A~D のいずれかの項目を含むものと定めた。

- A LMS 等の教育システムの設計・開発
- B LMS 等の機能やインタフェース (UI) の改良
- C LMS 間のユーザ、コンテンツ等の共有・連携
- D LMS 等を設置するインフラ環境の構築

次に、2008 年から 2017 年までの JSiSE 全国大会の一般セッションのうち、A~D に対応するセッションの題目を列挙した。

- ① LMS
- ② eラーニングシステム
- ③ eポートフォリオ
- ④ Moodle による eラーニング
- ⑤ eラーニングツールの開発
- ⑥ プラットフォーム
- ⑦ インフラストラクチャー

企画セッションについては、昨年度からの継続や研究会との連動など、学会やオーガナイザーの意図を反映して組まれたものもあり、研究者の自由な着想で発表される一般セッションのほうが、研究のトレンドを強く表すと判断し、調査対象から除外した。また、研究題目が A~D に該当したものの、「協調学習」や「プログラミング教育」等のセッションに組み込まれた発表も複数あったが、①~⑦と発表件数との関連を時系列で見るために別枠で集計した。

そして、①~⑦のなかで発表された研究題目と A~D を再照合し、一致しなかった研究、例えば LMS の設定を変える、使い方を工夫する、ガイドラインなど運用体制の整備、システム構築方針の提案、LMS の利用評価などといった、開発そのものに直接的には触れなかった研究は含めずに、各年の大会ごとに①~⑦の発表件数を集計した (表 1)。

2.2 非 Moodle と Moodle の研究発表件数

表 1 を詳しく分析するため、前節 A~D の内訳と、Moodle に特化した A~D の内訳を年毎に集計した (表 2)。例えば、提案した学習法に基づいて新たな Moodle プラグインを開発した研究は Moodle・A、既にあるモジュールについて、不便な機能や UI を改良した研究は Moodle・B というように分類した。このように、Moodle のみを分けて求めることで、LMS 開発研究全体における Moodle の勢力を示し、それが研究に対してどのような影響を与える存在になったのかを考察することがねらいである。

表1 一般セッションにおける各年の発表件数

セッション題目	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
LMS	15	7		1						
eラーニングシステム		5	12	7						
eポートフォリオ		4	4	2	2	4				
Moodleによるeラーニング					4					
eラーニングツールの開発					2					
プラットフォーム						2	5	3	2	1
インフラストラクチャー						2	1	2	1	1
合計	15	16	16	10	8	8	6	5	3	2

表2 非 Moodle と Moodle 研究の A~D の内訳

分類	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
A	5	7	6	3	1	1	1	1	1	
B	3	7	3	2	2	5	2			1
C	1	2	1	1	1	1			1	
D	1						1	1		
Moodle・A	1		1							
Moodle・B			4	3	1		2	1	1	2
Moodle・C	3		1		3				1	
Moodle・D	1		1	1		1				

3. 結果および考察

3.1 研究のトレンド

表1より、2008年はLMSが一大セッションとして位置付いているが、その後、eラーニングシステムとeポートフォリオに分けられ、2013年からはプラットフォームとインフラストラクチャーに移り変わったことがわかる。発表件数の合計は2010年をピークに減少傾向にあり、2014年のセッションでは、「インフラストラクチャー／プラットフォーム」とまとめて1つに組まれていた。このように、LMS開発研究は10年間で題目を変えながら、かろうじて継続はしているものの、年々の発表件数の減少からすると、トレンドから遠ざかったように見える。

非 Moodle 研究 (表2 A~D) の特徴について、Aが2011年まで多く、Bは2014年まで継続して複数発表されていることがわかる。これは各大学あるいは各研究室で独自システム (例えば Web Binder, ELECOA Player, SAMURAI-folio など) の開発または改良が盛んだった状況を表している。また、Cでは Sakai や Mahara といった eポートフォリオと LMS の連携に関する研究が挙げられた。

一方、Moodle 研究 (表2 Moodle・A~D) の特徴は、2010~11年に Moodle・B が多く発表され、2008年と2012年に Moodle・C が3件ずつ発表されている。Moodle・B はプラグインの UI や SCORM エンジンの改良、扱えるデータの範囲を拡大するといった機能の拡張に関する研究、Moodle・C は Moodle 間のコンテンツ共有や、外部の API と Moodle の連携などが挙げられた。

3.2 LMS 開発研究の方向性

非 Moodle の研究は、まず独自システムを設計・開発し、その後、機能拡張や UI の改善を経て、他 LMS との連携や共有で完結するのが一通りの流れであると推測される。この流れが終了したのちに、実践場面でシステムを投入し学習効果を評価する段階に移るので、その時点での発表は開発系のセッションよりも、実践系のセッションに位置付けられやすい。このことは、①~⑦以外で発表された別枠の LMS 開発研究が10年間で計30件あったことから指摘できる。さらに、2014年から始まったインタラクティブ発表における LMS 開発研究の発表が、これまでに計17件あり、開発系や実践系といった一般セッションの枠に当てはめないことが、実は最も馴染む発表形式かもしれない。

Moodle の研究は、機能の拡張・改良を起点とした研究が可能なので、独自システムを開発するより、自身が思い描く教育に近づくように機能や UI を改良すれば目的を達成できる。これは表2の Moodle・A が少ないことから言及できる。そういった点では、非 Moodle 研究よりも効率が良く、さらに多くのユーザがいることから需要や注目度も高い。また、独自システムの UI や機能を変換して、Moodle 上で扱えるようにした研究も少なくない。例えば、CEAS の授業支援型 UI⁽²⁾や、前述の ELECOA Player⁽³⁾などは、何年かの発表を経て Moodle に対応している。このように、2010年前後までは独自システムやベンダーLMS (WebCT 等) が研究主体になっていたが、徐々に Moodle の機能拡張や連携、独自システムからのプラグイン化が進んだ結果、Moodle に集約されていったと考察する。ただし、これらの機能もある程度標準化されたことで、開発研究に新規性を見出しにくくなり、Moodle を用いてどのような実践ができ、どのような学習効果が期待できるかということに研究の方向性が変わっていったと結論づける。

4. まとめ

本研究では、過去10年の JSiSE 全国大会で組まれた一般セッションおよび発表された研究題目を対象に、題目の変遷や発表件数から LMS 開発研究の動向や今後の方向性を考察した。

その結果、LMS 開発研究は2010年前後をピークに発表件数が減り、Moodle への機能集約化が進んだことで、現在は、開発だけではトレンドを掴みにくい状況が本調査より明らかになった。ただし、「開発込みの実践・評価」のような、一般セッションの枠に固定しない形式がインタラクティブ発表で保障されており、その中で発表を続けていくことが、LMS 開発研究を持続する一つの方法となろう。

参考文献

- (1) 大学 ICT 推進協議会 ICT 利活用調査部会: “高等教育機関における ICT の利活用に関する調査研究 (第3版)”, 17-21, (2016)
- (2) 植木泰博, 冬木正彦: “Moodle 用授業支援型ユーザーフェイスの開発”, 教育システム情報学会第36回全国大会講演論文集, 48-49 (2011)
- (3) 森本容介, 仲林清: “教材オブジェクトにより eラーニングコンテンツ流通再利用の実現”, 教育システム情報学会第37回全国大会講演論文集, 168-169 (2012)

コンピテンシーや学術基準のシステム開発における標準化動向

Standardization Trend of Competencies and Academic Standards for System Development

宮崎 誠^{*1}, 喜多 敏博^{*2}, 中野 裕司^{*2,3}, 鈴木 克明^{*2}
 Makoto MIYAZAKI^{*1}, Toshihiro KITA^{*2}, Hiroshi NAKANO^{*2}, Katsuaki SUZUKI^{*2}

^{*1}畿央大学 教育学習基盤センター

^{*1}Center for Teaching, Learning and Technology, Kio University

^{*2}熊本大学 教授システム研究センター

^{*2}Research Center for Instructional Systems, Kumamoto University

^{*3}熊本大学 総合情報統括センター

^{*3}Center for Management of Information Technologies, Kumamoto University

Email: m.miyazaki@kio.ac.jp

あらまし：SCORM, IMS GLC 等の標準化が e ラーニングの普及に果たした役割は大きく、アウトカムベースの授業設計やカリキュラム設計においても、コンピテンシーや学術基準、またルーブリック等を LMS や SIS で活用するための技術の標準化が重要である。本発表では、IMS GLC が策定し、公開している標準規格「Competencies & Academic Standards Exchange®」について、調査し、報告する。

キーワード：LMS, e ポートフォリオ, API, データフォーマット, ルーブリック

1. はじめに

大学教育の質的転換とは、大学教育の行動主義や認知主義などの従来の学習理論（教師から学生に知識を伝達し、学生がそれを獲得する教師中心の学習）から新しい学習理論である構成主義、社会的構成主義（個人または社会的な営みの中で知識を構成する学習者中心の学習）への転換と言い換えることができる。この新しい学習観に基づいた学生の主体的な学習を実現するためには、大学が「何を教えるか」ではなく、学習者が「何ができるようになるか」という観点から、コンピテンシー、ルーブリック等の基準を示すことが必要である。そして、大学のディプロマ・ポリシー等の教育目標の体系の一部として授業においても学習目標が設定されることが、大学教育の質を保証する上で重要である。

すでに2017（平成29）年4月以降すべての大学に対し、「入学者の受入れに関する方針」（アドミッション・ポリシー）、「教育課程の編成及び実施に関する方針」（カリキュラム・ポリシー）、「卒業の認定に関する方針」（ディプロマ・ポリシー）の策定と公開が義務付けられ、大学ホームページ等でこれら3つのポリシーが公開されている。しかしながら、ホームページ上のこれら3つのポリシーは、HTML形式によるリストや表組み、PDFファイルなど様々な形式で公開されており、人が理解可能なヒューマンリーダブルなデータではあるが、機械やプログラムで利用可能な構造化されたデータにはなっていない。そのため、ディプロマ・ポリシーをコンピテンシーや授業の学習目標を関連付けることや SIS や LMS 等で利用することが困難であるため、大学教育で策定された基準の活用や実質化が追いついていないのが現状であると考えられる。

ヒューマンリーダブルなデータをマシンリーダブルなデータとして公開するプロセスとして、データの二次利用や活用を促進する取り組みである総務省による公共データの活用推進「オープンデータ」や Tim Berners-Lee 氏のサイトが参考になる⁽¹⁾⁽²⁾。また、現在の e ラーニングの普及までに SCORM や IMS Global Learning Consortium(以下、IMS と表記)の技術仕様の標準化が果たした役割は大きく、今後、アウトカムベースの授業設計やカリキュラム設計の普及においてもコンピテンシーや学術基準、またルーブリック等を LMS や SIS で活用するための技術仕様の標準化が重要であることは言うまでもない。そこで本稿では、IMS が2017年7月にコンピテンシーや学術基準、ルーブリックのやり取りの仕様をまとめ、公開した「IMS Competencies and Academic Standards Exchange (CASE) Service REST/JSON Binding Version 1.0⁽³⁾」とその動向について述べる。

2. Competencies and Academic Standards Exchange の概要

Competencies and Academic Standards Exchange(以下、CASE と表記)は、学習や教育に関するコンピテンシーや学術基準、ルーブリック等の電子的なやり取りを実現するために策定された技術仕様である。CASE を実装することにより、LMS や SIS 等の教育情報システムやアプリケーション、ツール等が容易にコンピテンシー等の学術基準を利用することができる。また、コンピテンシー等の学術基準を定義する際には、汎用的な識別子(Universally Unique Identifier; UUID)を利用することにより、ツールやアプリケーションなど異なるシステム間であっても情報を共有することが容易に可能となる。CASE 1.0 で

は、コンシューマがコンピテンシー等を取得(get)する pull サービスのみが定義されている。

2.1 サービスアーキテクチャと仕様モデル

図1に CASE の Web サービスアーキテクチャを示す。IMS が公開している外部ツールの利用における標準化規格 LTI(Learning Tools Interoperability)⁽⁴⁾では、外部ツールをツール・プロバイダ、外部ツールを利用するシステムをツール・コンシューマと呼ぶが、CASE においてもコンピテンシー等を提供するシステムを CASE プロバイダ、コンピテンシー等を利用するアプリケーションやツールを CASE コンシューマと呼ぶ。LTI を始めとし、IMS が策定した他の技術仕様で扱う Web 上でのデータは、XML であったが、CASE では、JSON でデータ交換を行う。これは、LTI 等の他の技術仕様が、WSDL¹で記述されていたが、CASE の技術仕様は、OpenAPI 仕様²で記述されたことによる。

2.2 Swagger による OpenAPI YAML ファイル検証

CASE は、OpenAPI 仕様を採用したことにより、RESTful API の定義を JSON ファイルや YAML ファイルでも提供されている。これらファイルを利用することで Swagger Editor や Swagger UI による RESTful API インターフェイスの編集やドキュメント表示が可能である(図2)。Swagger Codegen を利用することで、スタブサーバの導入や API クライアントの生成が可能である⁽⁵⁾。

2.3 実装事例

CASE の IMS 認証プロダクトとして登録されているのは、5 製品である(2018 年 6 月現在)。そのうち 3 製品は、OpenSALT⁽⁶⁾と OpenSALT ベースのシステムである。OpenSALT は、Public Consulting Group(PCG)らによる PHP と MySQL によるオープンソースのコンピテンシー管理ツールであり、GitHub にて MIT ライセンスで公開されている。ジョージア州教育省は、州の学習基準を OpenSALT により CASE 準拠で公開し、現在は、PGC とともにアメリカ全 50 州の学習基準を公開し、2018 年の IMS ラーニングインパクトアワード・プラチナの最高賞を受賞している⁽⁷⁾。

3. まとめ

アウトカムベースの授業設計やカリキュラム設計のために重要な標準化である CASE について調査した。CASE は、OpenAPI 仕様を採用したことにより、Swagger の各種ツールを利用して、CASE 準拠のアプリケーションやツールの開発が可能である。また、アメリカ全 50 州の学習基準が CASE 準拠で公開されたことにより、今後どのように教育や学習に活用されるのか注目し、LMS 等での CASE の活用を検討したい。

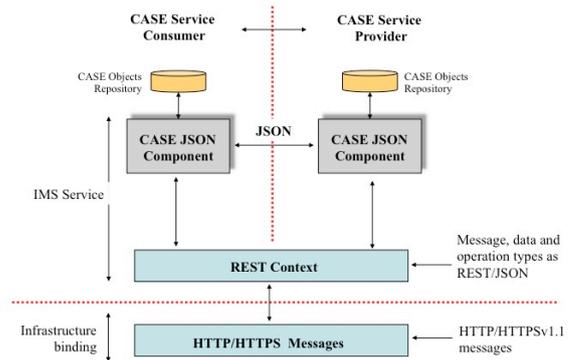


図1 CASE サービスアーキテクチャ (CASE 1.0 より転載)

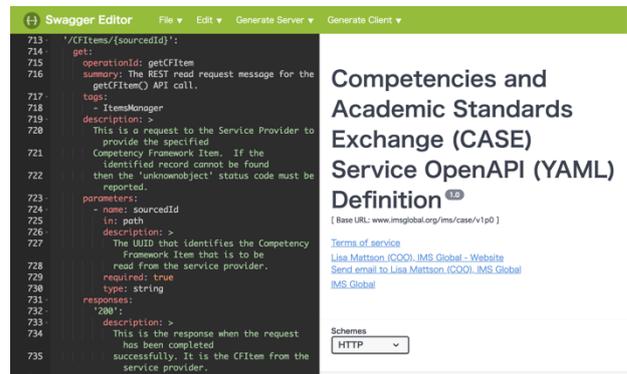


図2 Swagger Editor, Swagger UI による表示

謝辞 本研究は JSPS 科研費 17K12805 の助成を受けたものです。

参考文献

- (1) 総務省, “オープンデータとは”, available from <http://www.soumu.go.jp/menu_seisaku/ictseisaku/ictriu/ou/opendata/opendata01.html>(accessed 2018/06/12).
- (2) Tim Berners-Lee, “5-star Open Data”, available from <<http://5stardata.info/>>(accessed 2018/06/12).
- (3) IMS Global Learning Consortium, “Competencies & Academic Standards Exchange (CASE)”, available from <<https://www.imsglobal.org/activity/case>>(accessed 2018/06/12).
- (4) IMS Global Learning Consortium, “Learning Tools Interoperability”, available from <<https://www.imsglobal.org/activity/learning-tools-interoperability>>(accessed 2018/06/12).
- (5) Swagger, available from <<https://swagger.io/>>(accessed 2018/06/12).
- (6) OpenSALT project, “OpenSALT”, available from <<https://sites.google.com/view/opensalt/home>>(accessed 2018/06/12).
- (7) IMS Global Learning Consortium, “Winners of the 2018 Learning Impact Awards”, available from <<https://www.imsglobal.org/winners-2018-learning-impact-awards>>(accessed 2018/06/12).

¹ XML ベースの API を記述する標準フォーマット。

² OpenAPI Initiative が推進する RESTful API のインターフェイス

スを定義する標準フォーマット。Swagger specifications が元になっている。

学習者状態を考慮したフィードバックを与える Moodle 用クイズモジュールの開発：形成的評価

Development of Moodle Quiz Module for Providing Feedback Considering Learner's State: Formative Evaluation

八木 秀文^{*1,*2}, 喜多 敏博^{*1}, 合田 美子^{*1}, 鈴木 克明^{*1}
 Hidefumi YAGI^{*1,*2}, Toshihiro KITA^{*1}, Yoshiko GODA^{*1}, Katsuaki SUZUKI^{*1}

^{*1}熊本大学大学院教授システム学専攻

^{*1}Graduate School of Instructional Systems, Kumamoto University

^{*2}東北大学オープンオンライン教育開発推進センター

^{*2}Center for the Advancement of Open Online Education, Tohoku University

Email: hyagi@st.gsis.kumamoto-u.ac.jp

あらまし：受験時の学習者状態を回答する補助回答システムを持ち、その回答に対応したフィードバックを提供できる Moodle 用多肢選択クイズモジュールを開発した。これにより、問題に対する解答と学習者状態の回答の組み合わせに応じて、受験者毎に異なるフィードバックを与えることが可能となる。本稿では、開発モジュールの操作性等に関して実施した形成的評価の結果と改善策の検討結果を報告する。

キーワード：事前テスト、フィードバック、学習者状態、Moodle、プラグイン

1. はじめに

筆者らは、事前テスト時に学習者の状態に応じたフィードバック（以下、「FB」）を与えることの有効性を確認する実験をおこない、その結果、学習者状態に応じて FB を適切に提示することによる学習効果の向上および学習継続性の向上の示唆された⁽¹⁾。ここで学習者状態とは、解答に対する確信度や学習経験の有無などであり、例えば、「学習経験があり、解答に自信がある」「未学習だが、自分なりに考えて解答した」等である。しかし、同実験は Moodle (Ver.1.9) の標準機能のみで実施したため、筆者らが意図している FB 機能を完全に満たすことができていなかった。その後、Moodle の機能も拡充されたが、Ver.3 においても標準機能のみでは実現できない。そこで、学習者状態を考慮した FB を与える機能を付加することを目的として、Moodle 用クイズモジュールを開発した⁽²⁾。本稿では、同モジュールの操作性と有用性を把握し、改善点を明らかにするために実施した形成的評価について報告する。

2. 開発モジュール概要

本モジュールでは、解答時の学習者状態に応じた FB 提供を実現する。学習者は問題と共に提示される学習者状態から該当する選択肢を選ぶことで、解答後に学習者状態に対応した FB を得ることができる。

筆者らが進めている事前テストでの活用を前提とした場合、解答の正/誤と学習者状態により異なる FB を提供するため、学習者状態の数 (x) に対し、2x 個の FB を設定する⁽¹⁾。しかし、学習者状態を問う質問は自由に設定可能であることから、事前テストでの利用だけでなく、期末テスト（事後テスト）等でも利用可能である。その際、利用者によっては、何れの解答選択肢で不正解となったかで異なる FB

を与えたい場合も考えられるため、本クイズモジュールでは、解答選択肢の数 (y) による最大 xy 個の FB を設定可能とした。図 1 は学習者状態の数 5、解答選択肢の数 4 の場合の入力画面例である。

図 1 フィードバック入力画面例

3. 評価概要

被験者は 40 歳代大学教員（教育系研究科所属，大学教員歴 6～18 年）4 名である。いずれも、e ラーニングによる授業実施経験はあるが、Moodle を利用した授業実施経験があったのは 1 名のみであり、その者も 1 講座での使用のみであった。また、学習者としての Moodle 利用経験を有する者はいなかった。

評価は、被験者が操作マニュアルに従い、実際に Moodle 上で操作することを観察する 1 対 1 評価と、

アンケートおよびインタビューによって行なった。アンケートの主な質問項目は、本クイズモジュールの各操作性(5段階評価で5が最も良い)、有用性(5段階評価で5が最も有用性が高い)、および受験者成績等、受験結果を表示する各機能の必要性(5段階評価で5が最も必要性が高い)である。また、インタビューでは、上記5段階評価で3未満の項目について改善の検討対象とし、観察結果とあわせて重点的にその理由を調査した。

4. 結果と考察

ここでは、5段階評価結果を「(平均: 被験者 A, 被験者 B, 被験者 C, 被験者 D)」と示す。例えば、被験者 A の評価が 4, 被験者 B が 2, 被験者 C が 3, 被験者 D が 4 の場合は、「(3.25: 4, 2, 3, 4)」となる。

操作性では、「学習コースへのリソース(クイズモジュール)の追加」および「テストの条件設定」については、評価平均3未満となる項目はなかった。

一方、「問題の作成」のうち「問いかげの文言(1.75: 1, 2, 2, 2)」、「FB 設定」のうち「総合 FB の設定(2.25: 2, 3, 2, 2)」と「学習者状態付き FB の設定(2.75: 2, 2, 2, 5)」が評価平均3未満となった。また、受験結果の必要性においては、「回答時間ランキング(2.75: 1, 2, 4, 4)」が評価平均3未満となった。

「問題の作成」のうち「問いかげの文言」は被験者全員が低く評価している。「問いかげの文言」とは、「学習者状態を問うための質問文」を指す。しかし、学習者状態に限らず、利用者が自由に設定できるようにする意図があり「問いかげの文言」としたが、これによりかえって分かりにくくなったと考えられる。被験者は、「問いかげの文言」が何であるかが理解しづらく、何を入力してよいかを迷ったという。また、被験者 A からは、問題の回答選択肢にも「問いかげの文言」が必要な意味が不明という指摘があった。本研究では「問題に対する回答」と「学習者状態の回答」の2つの選択肢群が存在し、設定者の混乱を回避するための配慮で、それぞれに「問いかげの文言」を設定可能としたが、被験者の意見からは、かえって分かりにくくなったことが判った。この対応策としては、インタビューおよびその後のディスカッションから、デフォルト値を設定すること、「問いかげの文言」を「学習者状態」を設定する同一画面で入力できるようにすること、そして、問題の出題画面のプレビューを追加するとよいという結論に至った。

「総合 FB の設定(2.25: 2, 3, 2, 2)」については、まず「総合 FB」という用語が理解しにくかったと指摘があった。また、ここでは、Moodle に備わっている「正解・不正解時 FB」に加え、「回答時間」「全体の正答率」「問題内の進捗」「正答率」から1つを選択できるようにしているが、それぞれの意義を説明する必要性を指摘された。対策としては、まず、「総合 FB」という用語を「共通 FB」等のわかりやすい

名称に変更した上で、受験者全員に提示される旨の説明と、選択可能なそれぞれの FB の意義説明をマニュアルに加え、設定画面でもそれぞれの FB の意義が説明(表示)されるようにすることがよいと考えられる。

「学習者状態付き FB の設定(2.75: 2, 2, 2, 5)」では、最大 xy 個の FB を設定可能なことが「入力欄が多くて大変そう」「面倒くさい」という印象を与えるとのことだった。また、ここでの「学習者状態付き」が何を指すのかが分かりにくく、マニュアルで「学習者状態」を最初に説明するとよいとの意見があった。また、入力指針等がないと使いこなすのが大変そうとの意見もあった。事前テストでの利用を考えている筆者らの研究においては、入力指針の準備を別途進めているが、インタビュー後のディスカッションでは、異なる利用場面も考慮して事例集やガイドラインを用意するとよいとの意見があった。実装としては、いくつかの利用用途に合わせて、プリセットの FB ガイドラインが示されるような機能追加が有効ではないかと考えられる。

受験結果画面の「回答時間ランキング(2.75: 1, 2, 4, 4)」の必要性は、被験者により評価が大きく分かれた。「単に必要性を感じない」とした被験者 A, B に対し、被験者 C, D については、回答時間が極端に短い場合は、正答番号を知っている場合(カンニング等)や、考えずに適当に回答している可能性があること理解していた。また、インタビューでは、タブ表示される「全体結果」「成績ランキング」「回答時間ランキング」「学習者状態と選択肢」「問題別の学習者状態」それぞれの意義説明が欲しいという意見が複数あった。これについては、前述の「総合 FB の設定」同様、意義説明をマニュアルと設定画面に加えることで対応可能と考えられる。

5. おわりに

学習者状態を回答する補助回答システムを持ち、その回答に応じた FB を提供する Moodle 用クイズモジュールの形成的評価を行なった。未経験のクイズ設定方法による操作上の迷いの発生が問題点として挙げたが、マニュアル改善、設定画面での説明表示にて対応可能なものが多い。一方、「本クイズモジュールの有用性(4.25: 4, 4, 4, 5)」については比較的高評価あり、今回の評価をもとにした改善によって、より利用価値を高めることが可能であると考えられる。

参考文献

- (1) 八木秀文, 喜多敏博, 根本淳子, 合田美子, 鈴木克明: “e ラーニングにおける事前テストの効果的活用—学習者状態を考慮したフィードバックによる学習効果向上—”, 日本 e-Learning 学会誌, Vol.11, pp.18-33 (2011)
- (2) 八木秀文, 喜多敏博, 合田美子, 鈴木克明: “学習者状態を考慮したフィードバックを与える Moodle 用クイズモジュールの開発”, 教育システム情報学会第 42 回全国大会発表論文集, pp.241-242 (2017)

中学校数学科合同証明を対象とした 証明構造理解支援 Web アプリの設計・開発に関する研究

Development of a Web based Application for Understanding Structure of Geometric Proof in Junior high School

濱田 さとみ^{*1}, 横山 誠^{*2}, 鷹岡 亮^{*3}, 山田 政寛^{*1}
Satomi Hamada^{*1}, Makoto Yokoyama^{*2}, Ryo Takaoka^{*3}, Masanori Yamada^{*1}

^{*1}九州大学大学院人間環境学府

^{*1}Graduate School of Human-Environment Studies, Kyusyu 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

Email: 2HE18305N@s.kyusyu-u.ac.jp

あらまし：初等幾何の合同証明を苦手とする生徒は少なくない。この要因の1つとして、教師が説明した証明の手順を暗記することに留まり、証明の構造についての理解ができていないことが考えられる。そこで、本研究では、中学校数学科三角形の合同証明において「証明構造」の理解を支援する証明構造理解支援 Web アプリを設計・開発し、その有用性について検証することを目的とする。本稿では、これまでの証明構造理解支援 Web アプリの評価実験の結果と課題について述べ、その結果に基づいて改良した Web アプリについて述べる。

キーワード：初等幾何証明，証明構造の可視化，証明構造ボード，理解支援 Web アプリ，中学校数学

1. はじめに

中学校数学科における初等幾何証明の単元では、仮定や結論、証明の根拠となることがらを踏まえて証明の進め方を理解した後、完成済みの証明に穴埋められた穴を学習者が埋める問題（以後、「穴埋め問題」と呼ぶ）から、白紙の状態から1人で証明を行う問題（以後、「白紙問題」と呼ぶ）に向かって穴埋めの箇所を変更しながら証明を理解させようと試みる指導が報告されている⁽¹⁾。過去10年間の全国学力・学習状況調査の図形領域の平均正答率を見ると、「穴埋め問題」の平均正答率が75%程度であるのに対して、「白紙問題」の平均正答率は30%程度となっている。これらの結果や質問紙調査の結果の分析から、国立教育政策研究所(2016)は「結論を導くために何がわかればよいかを明らかにしたり、与えられた条件を整理したり、着目すべき性質や関係を見だし、事柄が成り立つ理由を筋道を立てて考えたりする活動を取り入れ、証明できるようにすることが大切である」と述べている⁽²⁾。また、三角形の合同証明における学習者のつまづきの分析を行った小関ら(1987)によると、「白紙問題」を証明できなかった学習者の中で、約4割の学習者は三角形の合同を証明するためには3つの条件が必要であることを指摘できているものの、証明の手順をつかめていなかった⁽³⁾。その後の継続研究では、前回調査から12年後の様相を明らかにするために、同一の調査を前回調査の対象に近接した地域の公立中学校を対象として行っている。結果として、若干ではあるが理解度の上昇が見られたものの、中学校での図形の証明学習を終えた時点で全体の約1/4の生徒が証明の仕組みを理解しておらず、実際の指導上の問題点として考えなければならないと継続して指摘している⁽⁴⁾。こういった現状に対して、宮崎(2008)は証明の学習を9つの相に区分し3つに類型

化した上で、証明の構造の学習が基盤となり、証明の構造を理解した上で演繹的な考察が進められていくと指摘している⁽⁵⁾。したがって、証明の構造をイメージとして獲得しておくことが証明を記述する上で必要である。

以上を踏まえて、濱田ら(2018)は、中学校数学科三角形の合同証明の構造（「証明構造」）に焦点を当てた証明構造理解支援 Web アプリを設計・開発した⁽⁶⁾。本稿では、開発された証明構造理解支援 Web アプリの評価結果について述べ、その改善について検討する。

2. 証明構造理解支援 Web アプリの評価

開発した証明構造理解支援 Web アプリが「証明構造」のイメージを獲得することに対して効果があるかを検証するために評価実験を行った。評価実験はT中学校の第2学年の生徒23名を被験者とした。手順としては、(1)事前テスト、(2)証明構造理解支援 Web アプリを用いた課題の実施、(3)事後テスト、となっている。事前テストは、数学に関する意識調査と、基本的な証明問題の解答を問った。証明構造理解支援 Web アプリを用いた課題の実施は、4日間の昼休みの時間を使って実施した。事後テストは、証明構造理解支援 Web アプリの機能や操作方法に関する調査と、事前テストと同じレベルの基本的な証明問題を問った。事後テストの証明問題には、記述による解答形式だけでなく、本 Web アプリで可視化している「証明構造」を使用した解答形式も用意した。この評価実験における事前テストと事後テストの結果をもとに分析した「証明構造」の理解状況の変化を図1に示す。図1に示すように、本 Web アプリの使用によって「証明構造」のイメージを獲得した学習者や、そこからさらに記述による証明を可能とした学習者が存在したことから、本 Web アプリは

「証明構造」のイメージを獲得することに関しては有用であることがわかった。一方で、本 Web アプリは、基本的な「証明構造」しか取り扱うことができず、また、学習者自身が「証明構造」を組み立てる機能を備えていないため、「証明構造」に焦点を当てた支援としては不十分であるといった課題点が存在している。これらの評価結果・課題点をもとに証明構造理解支援 Web アプリを改善する。

3. 証明構造理解支援 Web アプリの改善

証明構造理解支援 Web アプリの評価実験を通して改善した点は以下の 2 点である。

第 1 に、「証明構造」に焦点を当てた学習支援に必要な機能として、「証明構造ボード」作成機能を追加した。この機能は、基本的な「証明構造」について学んだ後に使用されるものであり、証明を構成する要素（仮定・合同証明・相似証明・合同な図形の性質・相似な図形の性質・結論）をピースとして提供し、学習者自身が「証明構造ボード」を作成する機能である。Gal'perin (2012)の知的行為の多段階形成理論では、思考形式を獲得するための段階の 1 つとして、実際に外的行為として検証することの重要性が述べられている⁽⁷⁾。また、宮崎(2008)は、証明の構造を学習することにおいて、証明を全体として構成・認識した上で、推論の中に存在する関係を構成・認識するという階層性を指摘している⁽⁵⁾。これらの知見より、本機能は「証明構造」内の要素間の関係を生徒が実際に構成する環境を提供するため、「証明構造」のイメージを獲得するという点で、より有用になると推察している。また、「証明構造」の型を固定しないことで、生徒はより多くの証明問題に取り組むことができるようになるため、複雑な「証明構造」を対象とした学習が可能になるという点で必要な機能であると推察している。実際に改善した証明構造理解支援 Web アプリのインタフェースを **図 2** に示す。**図 2** は、右側の構造一覧から使用したい構造を選択し、左側のエリアにドラッグすることで、学習者自身の「証明構造ボード」を作成した様子である。実際に使用する際には、作成した「証明構造ボード」の上に図形の性質となるピース（例：対頂角は等しい）や、図形の関係性となるピース（例： $AB=CD$ ）をはめ込んでいくことにより、証明を作成する。

第 2 に、「証明構造」の理解から「証明の記述」を支援するための機能を追加した。この機能は、学習者が「証明構造ボード」を作成後、その証明の記述において必要な用語・記号となるピース（例： $\angle ABC$, $=$, ならば 等）を用いて証明の文章を作成する機能である。関口(1994)は「穴埋め問題」といった足場かけの仕方が、生徒たちが証明の見つけ方や書き方を内面化するのにどれだけ効果的であるかは

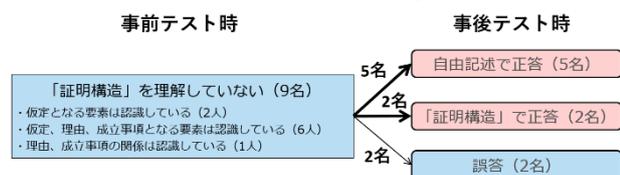


図 1 「証明構造」の理解状況の変化

個人差があると指摘している⁽⁴⁾。実際に、前述した評価実験で、一部の学習者は「証明構造」のイメージを獲得できたものの、記述による証明を行うことができなかった。そういった学習者に対しての足場かけとして、「証明構造」と「証明の記述」を対応させながら思考する環境を本機能は提供するため、必要な機能であると推察している。

4. おわりに

本稿では、中学校数学科三角形の合同証明における「証明構造」の理解を支援する証明構造理解支援 Web アプリの評価結果と、その改善案について述べた。今後は、「証明構造」を理解するための授業案を作成・実践し、その上で改善した証明構造理解支援 Web アプリの評価実験を行う予定である。

謝辞

本研究の評価実験にご協力いただいた T 中学校の皆様へ感謝申し上げます。本研究の一部は JSPS 科学研究費補助金 JP16H03080 の支援を受けている。

参考文献

- (1) 関口靖広：数学の教授・学習過程における Scaffolding について，第 27 回数学教育論文発表会論文集，pp.203-208(1994).
- (2) 文部科学省国立教育政策研究所：平成 19-28 年度全国学力・学習状況調査報告書。
- (3) 小関照純 編：算数・数学教育全書 2 図形の論証指導，明治図書(1987).
- (4) 国宗進：図形の論証に関する理解度の変化，日本数学教育学会誌第 82 巻 3 号，pp.2-12(2000).
- (5) 宮崎樹夫：中学校数学科における証明の学習の諸相を整理する枠組みの構築－証明の構造と，証明する活動に焦点を当てて－，第 41 回数学教育論文発表会論文集，pp.537-542(2008).
- (6) 濱田さとみ，横山誠，鷹岡亮：中学校数学科合同証明を対象とした「証明構造」の理解を支援する Web アプリの設計・開発に関する研究，教育システム情報学会学生研究発表会資料(2018).
- (7) P. la. Gal'perin：An Experimental Study in the Formation of Mental Actions, in E. Stones (Ed.), READINGS IN EDUCATIONAL PSYCHOLOGY, ROUTLEDGE LIBRARY EDITIONS：EDUCATION, pp.142-154(2012).
- (8) 加藤明孝：合同証明の構造を理解するための合同証明ボード開発についての研究，山口大学教育学部情報科学教育課程数理情報コース平成 28 年度卒業研究論文(2016).

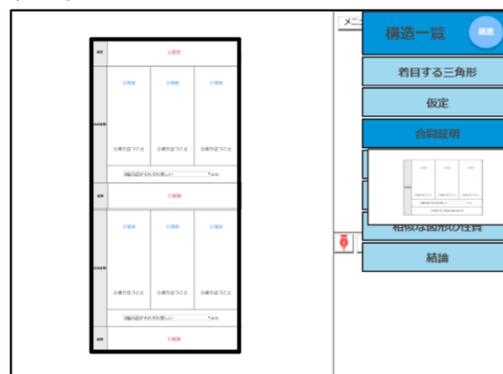


図 2 改善した Web アプリのインタフェース

聾学校における校内画像表示装置の開発

Creating Graphic Display Devices at the Schools for the Deaf or Hard of Hearing

浦尾 彰*

Akira URAO*

*鈴鹿工業高等専門学校 電子情報工学科

*Electronics and Information Engineering, National Institute of Technology, Suzuka College

Email: urao@info.suzuka-ct.ac.jp

あらまし：本研究では、聾学校で使用することができる校内画像表示装置の開発を行った。ネットワーク対応 HDMI 変換ディスプレイアダプタ LDV-HDA と、Raspberry Pi を用いることで、これまでに使用されていた文字表示装置で指摘されていた、「入力に時間がかかる」、「台数をそろえたいが価格が高い」、「表示が小さい」、「注意をひく仕組みがない」といった問題を解決するシステムの開発を行うことができた。

キーワード：映像配信、特別支援教育、ネットワーク、Raspberry Pi

1. 背景と目的

特別支援教育の現場においても、様々な形で ICT の活用が行われるようになってきている⁽¹⁾。聴覚障がいの子どもの対象にした学校である聾学校において、ICT 活用に関するヒアリングを行ったところ、現在校内には、図 1 に示す情報保証のための文字表示装置が設置されているが、ほとんど使用されていないことがわかった。

理由としては、「入力に時間がかかる」、「台数をそろえられない」、「表示が小さい」、「注意をひく仕組みがない」からである。現在は、生徒への連絡は校内放送の内容を手話や筆記等で知らせることや教員による連絡に頼っているが、この問題を解決するための ICT 機器を設置したいという要望があることが明らかになった。

本研究では、聴覚障がい者の情報保障の必要性と教員の業務負担軽減の観点から、校内放送に変わる校内画像表示装置を開発する。本装置は、校内におけるチャイム・音声放送を文字表示案内に切り替え、聴覚障がい者である子どもの情報保障をリアルタイムに、また速やかに実施することが可能であるものとする。

本システムにより現在校内で抱えている、「入力に時間がかかる」、「台数をそろえたいが価格が高い」、「表示が小さい」、「注意をひく仕組みがない」など様々な問題を解決する。また、既存のシステムよりも費用が安く、教員が容易に操作することができるシステムの開発を目指す。

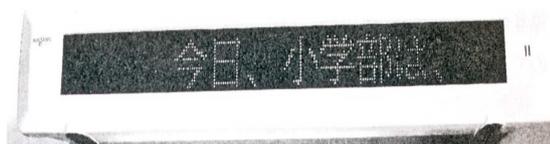


図 1 校内文字表示装置

2. 画像表示装置

2.1 システムの概要

本研究で作成したシステムは、聾学校において抱えている問題を解消するものである。現在、聾学校では校内放送の内容を教員が手話によって伝えるという方法をとっているが、情報保障の観点からもこの問題を解決するためのシステムが求められている。本システムは、聴覚障がい者の情報保障を行うことを目的とする。

本システムは、図 2 に示すように、すでに校内に設置されている校内 LAN に職員室に設置されている入力用 PC に接続されているネットワーク対応 HDMI 変換ディスプレイアダプタ LDV-HDA と、各教室に配置している Raspberry Pi を接続することで、職員室のディスプレイに表示されている内容を各教室に同時に提示する仕組みを実現した。

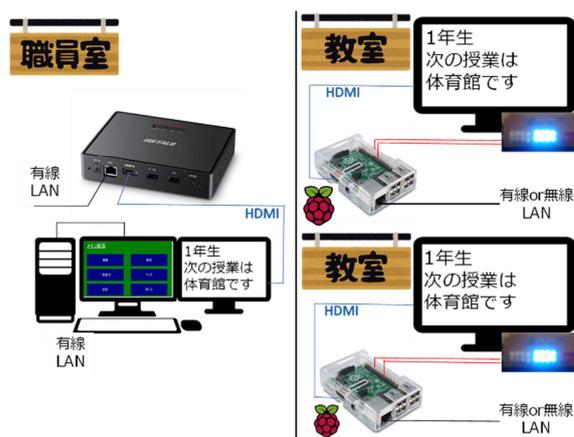


図 2 システムの概観

各教室に設置するディスプレイは、表示が小さく見えにくいという問題を解決するために、31.5 型ディスプレイ (iiyama ProLite X3291HS) を使用する (図 3)。

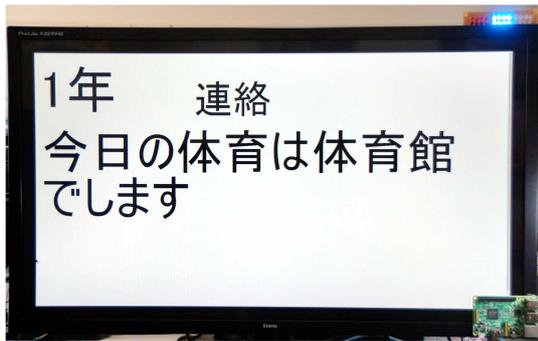


図3 各教室に設置するディスプレイ

また、職員室に設置する PC には、教員の「入力」が複雑である、「入力に時間がかかる」という問題を解決するため、PC の操作に関して熟練者でなくてもわかる操作画面とする。具体的には、Excel VBA を用いて作成した専用の入力インターフェースとすることで、教員の負担軽減を目指した。

2.2 システムの機能

本システムでは、聴覚障がい者の情報保障を可能にするために以下の機能を実現した。

2.2.1 時報

授業の始業時、終業時を知らせるチャイムに変わり、聴覚障がい者の情報保障をする機能を実現した。具体的には、各授業の始業時と終業時に、ディスプレイ上部に設置された LED を発光させることにより、視覚で分かるようにした。

2.2.2 一般連絡

聾学校での日常行われている放送機器を用いた一般連絡の内容を文字で表示できるようにした。教員の負担を軽減するために学年と連絡内容を入力する専用の入力フォームを作成した(図4)。

図4 一般連絡入力フォーム

2.2.3 緊急連絡

地震、火災、不審者の現在行われている緊急放送内容を文字で表示できるようにした。

地震発生時には、迅速に地震が発生したことを知らせる必要があるため、地震を選択した時点で各教室に地震発生のお知らせを表示することを可能にした。

火災の発生時には、火災発生場所を迅速に知らせるため、火災の発生場所を入力して表示することを可能にした入力フォームを作成した。また、火災の起こりやすい家庭科室、湯沸し室、図工室、理科室については、それぞれのボタンを選択することによって表示される入力フォームを作成した。

本研究の聞き取り調査により、不審者が来た場合には校内で共有されている任意の言葉があることがわかった。これは、不審者に過度の刺激を与えずに、迅速に生徒を安全な場所へ誘導する対策である。これに基づき、緊急連絡選択画面において、「不審者」が選択された場合、表示画面は普通の連絡のように、大きく変更せず、任意の文章を表示するようにした。

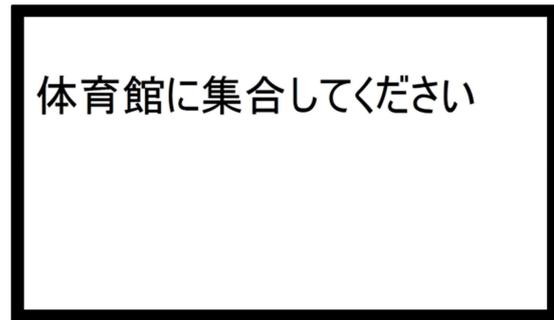


図5 不審者進入時表示画面

2.2.4 光の点灯

チャイムの代わりとして LED が発光する機能を実現した。不審者が侵入した場合 LED が発光すること以外に、任意にディスプレイを点灯させたり、LED を点灯させたりすることが可能である。緊急時の対応等あらかじめ点灯する色に意味づけすることによって、迅速な行動が期待される。

3. まとめ

本研究では、聾学校に設置されていた文字表示装置で指摘されていた、「入力に時間がかかる」、「台数をそろえられない」、「表示が小さい」、「注意をひく仕組みがない」といった問題点を解決し、文字だけでなく画像も表示できるシステムの開発を行った。

校内画像表示装置の導入を考えると、装置が高価であったり、校内の工事の必要性があったり、運用には専門性あるいは、メンテナンスのための費用が必要となるが、ネットワーク対応 HDMI 変換ディスプレイアダプタ LDV-HDA と Raspberry Pi を使用することにより、特別な工事等を必要とせず設置が可能となるシステムを構築することができた。

参考文献

- (1) 文部科学省: “学びのイノベーション実践研究報告書 第3章 特別支援学校における取組”, (2014)

熊本県山鹿市の抱える課題解決を目的とした マンホール蓋を AR マーカーとする AR を活用した スマートフォン向けアプリに関する研究

Study on a Smartphone Application using Manhole Cover-Based AR-Markers for Solving Problems Faced by Yamaga City in Kumamoto Prefecture

安増 さやか ^{*1} Sayaka YASUMASU ^{*1}	大森 燎弘 ^{*1} Akihiro OHMORI ^{*1}	小川 日菜子 ^{*1} Hinako OGAWA ^{*1}	鈴木 俊亮 ^{*1} Shunsuke SUZUKI ^{*1}
杉本 薦彦 ^{*1} Nobuhiko SUGIMOTO ^{*1}	星 宏侑 ^{*1} Hiroyuki HOSHI ^{*1}	切通 優希 ^{*2} Yuki KIRIDOSHI ^{*2}	飯村 伊智郎 ^{*1†} Ichiro IIMURA ^{*1†}

^{*1}熊本県立大学総合管理学部, ^{*2}熊本県立大学大学院アドミニストレーション研究科

^{*1}Faculty of Administrative Studies, Prefectural University of Kumamoto

^{*2}Graduate School Administrative Studies, Prefectural University of Kumamoto

Email: {s-yasumasu, a-ohmori, h-ogawa, s-suzuki, n-sugimoto,
h-hoshi, yukiri, iimura}@ilab.pu-kumamoto.ac.jp

あらまし：熊本県山鹿市では、観光客誘致を目的として、山鹿市観光基本計画が策定されている。同計画では、情報伝達ツールを活用し山鹿の魅力伝えるという目標と「魅力的な観光資源の活用が不十分である」という課題が掲げられている。しかし、観光客数は低迷し続けている。これらの背景を受け、山鹿市の魅力を伝えること、観光施設の認知率を高めることを目的として、マンホール蓋を活用したスマートフォン向けアプリを開発した。本稿ではその概要を述べ、アンケートでの評価をもとに考察を加える。

キーワード：スマートフォン、アプリ、AR、観光、マンホール蓋

1. はじめに

平成 26 年の熊本県観光統計⁽¹⁾によると、山鹿市の観光客数は平成 17 年から 21 年にかけて年々減少している。このような状況を踏まえ、山鹿市は平成 22 年に観光客誘致を目的とした山鹿市観光基本計画⁽²⁾を策定・施行した。しかし、それ以降も観光客数は低迷を続けており、山鹿市への観光客誘致には改善の余地があると考えられる。また、同計画策定にあたり山鹿市が来訪者ニーズを調査した際の統計数値に着目すると、回答した観光客の年齢は 50 代以上が約 6 割を占め、10 代から 40 代の観光客は母数として少ないことが推察される。さらに、同計画には「観光客の多様化するニーズに対応するため、情報伝達ツールを活用しながら、的確な内容と手段で 1 人でも多くの人に山鹿の魅力伝えること」という目標が掲げられている。このことから、観光客数を増加させるための取り組みとして、10 代から 40 代の保有率が 80%を超えるスマートフォン⁽³⁾での情報発信が、同計画の目標にも合致し有用だと考えた。

一方で、同計画では「魅力的な観光資源の活用が不十分である」という課題が挙げられている。このことから、あまり認知されていない観光施設の認知率を向上させることが重要だと考えた。そこで本研究では、近年、地域の特色を表す絵柄を用いる自治体が増加しており、「マンホールカード」でも高い注目を集めているマンホール蓋に着目した。山鹿市も

ユニークなマンホール蓋を複数設置しており、これらを観光施設付近で AR マーカーとして活用することで、話題性による山鹿市の各観光施設の認知率向上をはじめとして、ひいては集客に繋がるのではないかと考えた。

これらのことから、山鹿市の魅力を伝え、各観光施設の認知率を高めることを目的として、話題性のあるマンホール蓋を活用した、スマートフォン向けのアプリを開発した。さらに、本アプリで山鹿市への興味・関心を向上させ、観光客数増加の一助とすることを目指した。

2. 研究の概要

本研究では、山鹿市の抱える課題を解決することを目指し、iOS 及び、Android OS に対応したスマートフォン向けアプリの開発を行った。

本アプリは、アプリの利用者が山鹿市中心部豊前街道沿いの 7 箇所の観光施設を巡ることで、山鹿市の伝統工芸品である山鹿灯籠の部品を集め、完成させていくというものである。マンホール蓋を AR マーカーとし、位置情報と連動したロケーションベース型 AR を用いることで、観光施設に実際に足を運んでもらうことが期待できる。

本研究では、本アプリが山鹿市の魅力を伝え、各観光施設の認知率を高めることに寄与したかについて、山鹿市を訪れた観光客にアンケート調査を行っ

† 豪州グリフィス大学統合知能システム研究所・客員教授

た。さらに、アプリ利用者とアプリ非利用者における山鹿市への観光に対する意識の相違を調査した。

3. 開発したアプリの主な機能

本アプリの主な機能は、AR カメラ機能、コレクション機能、地図機能である。AR カメラ機能は各観光施設付近のマンホール蓋を AR マーカーとして読み取ると、山鹿灯籠の部品の 3D モデルが出現するというものである。コレクション機能では AR カメラ機能で出現する山鹿灯籠の 3D モデルを集めることができる。集めた 3D モデルはコレクション画面で確認することができる。地図機能では、360 度画像による各観光施設付近のマンホール蓋の場所や、各観光施設の紹介を見ることができる。AR カメラ画面とコレクション画面の一例を図 1、図 2 に示す。

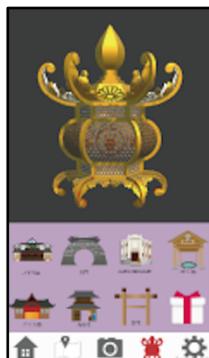


図 1 AR カメラ画面 図 2 コレクション画面

4. アンケートによる評価及び考察

本研究で開発したアプリの効果を明らかにするため、山鹿市を訪れた観光客のうち、アプリを実際に利用した男女 8 名（以下、アプリ利用者）とアプリを利用していない男女 101 名（以下、アプリ非利用者）の計 109 名に評価アンケートを実施した。設問では 5 段階評価での選択及び、記述方式により回答を得た。7 箇所の観光施設のうち、認知率と訪問率を問う設問に対する回答結果を表 1 に示す。

表 1 観光施設の認知率と訪問率

観光施設	認知率[%]		訪問率[%]	
	利用者 (N=8)	非利用者 (N=101)	利用者 (N=8)	非利用者 (N=101)
八千代座	100	97.0	87.5	87.1
石門	62.5	23.8	62.5	18.8
民芸館	75	73.3	75	46.5
あし湯	75	70.3	75	55.4
さくら湯	87.5	76.2	87.5	55.4
光専寺	62.5	9.0	37.5	6.9
惣門	75	15.8	62.5	12.9

まず、山鹿市中心部豊前街道沿いの 7 箇所の観光施設の認知率を測る設問では、アプリ非利用者より

もアプリ利用者の方が多くの観光施設を認知していることが分かった。特に光専寺と惣門の認知率についての差は顕著で、アプリ非利用者の光専寺と惣門の認知率は 9.0%、15.8%であるのに対し、アプリ利用者は 62.5%、75%となっていた。また、アプリ非利用者に比べて、アプリ利用者の方が 7 箇所の観光施設を訪れている人の割合が高かった。さらに、「本アプリの観光地紹介を通して山鹿市の観光施設に魅力を感じられましたか」という設問に対して「はい」と答えた人が 87.5%いた。続いて、「本アプリについてよかった点（複数回答可）」という設問では「ご当地マンホールを採用していた点」という回答が 75%であった。よって、マンホール蓋を AR マーカーとして活用したことは、話題性があり、好意的に捉えられたと考えられる。

これらのことから、訪問率の低い観光施設にも観光客が訪れる効果が高いこと、観光施設の情報発信が有効だということが分かった。したがって、実際に観光施設に足を運んでもらい、スマートフォンによる情報発信を行うことで、山鹿市の魅力を伝えることができたと言える。また、マンホール蓋の話題性によってアプリが認知され、アプリを利用してもらうことで山鹿市の各観光施設の認知率を向上させることができたと言える。

以上の結果から、本アプリによって山鹿市の魅力を伝えること、各観光施設の認知率を向上させることができた。これらのことから、山鹿市への興味・関心を向上させることができ、ひいては山鹿市の観光客数増加の一助となり得ると考えられる。

5. おわりに

本研究では、山鹿市の抱える課題解決を目指し、マンホール蓋を AR マーカーとする、スマートフォン向け AR アプリを開発した。今後は引き続きアンケートを実施し、その結果から評価・考察を行い、システムの改善とプロジェクト全体のフィードバックを行なっていく所存である。

謝辞

本研究は、平成 28 年度熊本県立大学後援会共同自主研究推進助成事業の助成によるものである。山鹿市役所商工観光課池田様をはじめ、山鹿市役所職員の皆様には本研究を進めるにあたり多大なるご支援をいただいた。また本稿執筆に際して熊本県立大学総合管理学部の森山賀文准教授、石橋賢准教授から適切な助言をいただいた。ここに記して謝意を表す。

参考文献

- (1) 熊本県：“熊本県観光統計”（平成 26 年），<http://goo.gl/9mGy7T>（参照 2017.9.27）
- (2) 山鹿市商工観光課：“山鹿市観光基本計画”，<http://goo.gl/a4C7vx>（参照 2017.9.27）
- (3) 総務省：“平成 27 年度版情報通信白書”，<http://goo.gl/xVy7EU>（参照 2018.1.23）

360度カメラ活用による,バドミントン映像解析及び多目的映像記録

Badminton video analysis and multipurpose video recording
by utilizing 360 degree camera system内田知巳^{*1}Tomomi UCHIDA^{*1}^{*1}羽衣国際大学放送・メディア映像学科^{*1} Faculty of Social Sciences, Hagaromo University of International Studies

Email: t_uchida@hagaromo.ac.jp

あらまし：2016年前後より急速に普及してきた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での映像解析ツールとして活用していくことを目標に,バドミントン練習風景を360度カメラシステムで撮影し,様々な撮影ポイント,映像活用について検証を試みた。

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

特別支援学校での学習コンテンツ開発および学習支援サービスラーニングによる教育実践(1)の様子を360度カメラを用いた全周囲映像に記録し,学習成果の記録およびポートフォリオを構築するという研究を進めている。(2)

その中で,ほかの分野においても360度カメラの特性を生かした映像記録や活用分野を模索する中,昨今,映像解析技術やAIによるディープラーニングなどのデータアナリティクスなど進展目覚ましいスポーツ分野での活用を模索する。

2. 360度カメラの発展

本稿で扱う360度カメラとは,2016年前後から製品化され普及し始めた,上下左右全方位の360度パノラマ(以降,全天球パノラマ)の写真およびビデオ映像が撮影できる撮影装置である。特に,フルHD/30P以上の高画質ビデオに対応し,360度映像という新しいメディアが誕生した。

それ以前からも,全天球パノラマの映像は存在していたが,映像を制作するためには,4台から6台,それ以上のカメラを連結させたシステムが必要であった。(図1)



図1 小型カメラを6台連結させた全天球パノラマ撮影システムの一例

また,各カメラで撮影されたデータはPCに取り込み

「ステッチング」という統合化処理が必要で,高性能PCでもかなり時間のかかる作業であった。

しかし,2年前ごろより複数レンズが一体化し,内部処理によってステッチング済みの映像をリアルタイムに視聴できるようになり,全天球パノラマ撮影の敷居は格段に低くなった。また,撮影後,大掛かりな再生用PCを用意しなくても即,映像を検証することができるようになった。

3. 撮影システム

バドミントンの練習現場で使用するため,出来るだけコンパクトに設置でき,長時間撮影も可能な機種を選定した。(図2)



図2 INSTA360社製INSTA360ONE

また,動きの激しいスポーツ動作を撮影するため,フレームレートが高い機種が望ましい。

表1 INSTA360ONEの映像性能

解像度	フレームレート
3840×1920	30FPS
2560×1280	60FPS
2048×512 (半球映像)	120FPS

かつ,カメラの設置状況によっては,Wifi や Bluetooth などの無線によるモニタリング,リモートコントロ

ールの機能が必須要件となる。

4. バドミントンの撮影における課題

バドミントンの練習は風の影響を受けず、競技に必要な広さと高さを備えた体育館などの室内で行う必要がある。大きな体育館には、競技フロアより上階に観客席が設けられており、その場所にカメラを設置しコート全体を撮影することができる。(図3)



図3 国際大会の撮影風景 (イメージ)

しかし、十分な広さの無い実施場所では、コートから壁の距離が1M程度しかなく、また競技フロアより上階への出入りが制限されている場合も多い。

従来のビデオカメラや、スマートフォン/タブレットなどでこの状況を撮影するためには、コートから十分に離れる必要がある。

バドミントンのコートの全長は13.4mなので、側面からコート全体を撮影するためには、一般的なビデオカメラの広角側を35mmカメラ換算で28mmとすると、およそ11m離れる必要がある。コートの近くからは、全体どころか、片面も十分に撮影できない。(図4)



図4 iPhoneSEでの撮影画面

試合を記録した映像の多くは、図3のように片方のコート後方から撮影した映像が多い。このため、一度の撮影については一方向からの撮影に限定されるため、手前の陣営については背中側からの視点で、視線や体に隠れた手の動きは把握できない。

5. 全方位パノラマ撮影システムを用いたバドミントン練習の撮影

羽衣国際大学バドミントン・クラブの部員に協力いただき、練習の様子を360度カメラシステムにて、

撮影し、その映像をコーチに視聴してもらい、評価をコメントしてもらうことで、映像の有用性や今後の活用方法について検証した。

5.1 前天球パノラマ撮影を活かしたゼロ地点撮影

小型で軽量である利点を活かして、コート中央のネットにカメラを設置することで、従来のカメラ撮影では不可能な視点からの撮影を試みた。(図5)



図5 ネットに設置した360度カメラ

5.2 多視点による視聴

図5のように撮影された映像を、VR映像対応のプレーヤアプリにて再生する。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6)



図6 目的に応じた視点による映像

6. おわりに

本システムを用いることで、従来では撮影できない視点での映像を記録することができた。しかし、この映像をバドミントンのコーチングの中でかつようし、成果を検証する段階には至らなかった。今後、記録と、有効な活用事例を検証し、選手強化の実績につなげていきたい。

最後に、撮影に協力していただいた羽衣国際大学バドミントン・クラブの部員の方々と指導者である喜多勉先生に感謝の辞を述べたい。

質問ワークを用いて対話を創発する場の設計 —大学連携で取り組む地域協働学習をケースとして—

Learning Environment Design for Dialogues using the Question Workshop: A Case Study of Collaborative Learning to the Local Problem by University Cooperation

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：福井県の高等教育機関連携で地域協働学習（Project-Based Learning）を設計・実施・評価しているフレックス PBL ワーキンググループでは、主体的・対話的で深い学びを実現するためには、「問いを立てる」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（dialogue）である。2016年度及び2017年度の地域協働学習を観察していると、質問ワークを活用することにより、対話を創発する場が形成されている。本授業で用いている学習理論や授業設計等を報告する。
キーワード：質問ワーク、対話、問い、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て活動を行うプロジェクト（フレックス）を2008年度から実施している。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地域協働学習（Project-Based Learning）型授業を2014年度から行っている。2015年度から福井県立大学で本授業を単位化し、単位互換制度等を使って、他機関の学生も単位がとれるようにした。本授業の企画・実施・評価を担当するフレックス PBL ワーキンググループでは、主体的・対話的で深い学びを実現するためには、「問いを立てる」と「関係性を創る」ことが重要だと考えている（図1）。

本授業の設計理論は、エンゲストロームの探求的学習（①動機づけ、②方向づけ、③内化、④外化、⑤批評、⑥統制）であるが、学生が自律的に方向づけを行うことは難しかった。そこで、方向づけのフレームを与え、「問いを立てる」ことを支援するため、スタンフォード d.school が提案しているデザイン思考のステップ（①共感、②問題定義、③創造、④プロトタイプ、⑤テスト）やマインドセットを2015年度から取り入れた。また、「関係性を創る」ことを支援するため、立教大学 BLP を参考に、参加者個々にリーダーシップを意識させる最小3要素（①目標共有、②率先垂範、③同僚支援）を2016年度から導入した。

2. 地域協働学習のスケジュール

2016年度に実施した本授業のスケジュールは下記のとおりである。

【第1回】10/10 事前学習@福井県立大

- ・発想法演習
- ・リーダーシップの目標設定
- ・デザイン思考ミニワークショップ

【第2回】10/16 @福井市殿下地区

- ・共感：地域の方からの問題提起
- ・共感：フィールドワーク
- ・問題定義

【第3回】10/23 @福井市殿下地区

- ・問題定義
- ・創造
- ・共感：フィールドワーク
- ・プロトタイプ
- ・テスト

【第4回】10/30 @福井市殿下地区

- ・ストーリーテリング（寸劇発表）

【第5回】11/13 事後学習@Fスクエア

- ・ワールドカフェによる振り返り
- ・質問会議によるレポートテーマの再定義

3. 質問ワーク

デザイン思考のステップ①共感において地域住民に対してインタビューする場合、ステップ②問題定義や③創造においてチーム内で対話する場合、学生

が主体的に質問する（問う）ことをファシリテートしている。また、ファシリテータ役の教員は、学生の発言やアイデアに対して、良いとか悪いとか評価せず、質問する（問い掛ける）というルールを共有している。そのため、教員の事前打ち合わせでは、立教大学 BLP の質問会議を簡易化した質問ワークを実施している。

2016年度地域協働学習の最終課題レポートは、自分が現在抱えている問題に関する問題定義（ユーザ、ニーズ、インサイトの明示）を行い、デザイン思考の5ステップを活用した解決アイデアを述べるテーマとした（プロトタイプは写真か画像を必ず掲載すること）。デザイン思考の中で、最も重要で難しいステップが問題定義である。そのため、多様な学生たちが対話することが大切である。そこで、集中講義5日目の事後学習において、課題レポートのテーマを再定義する質問ワークを実施した。事後学習の設計を担当した筆者の意図は、質問ワークによって「問い（仮説）を立てる」ことを支援することであったが、実際に行ったところ、対話が非常に白熱し、「関係性を創る」ことができた。もちろん、最終日までの4日間にわたる対話、SBI フィードバック（どんな状況【Situation】で相手のどんな行動【Behavior】が自分にどのような影響【Impact】を与えたかを実名で記入し渡す）、毎日最後に記述するURシート（リフレクションシート）が積み重なった効果もあるが、身の回りの問題に関する学生同士の質問ワークは相手の経験を追体験し共感しやすいようである。

4. おわりに

2017年度の地域協働学習では、2016年度の事後学習を参考にして、1日目の事前学習で質問ワークを取り入れた。テーマは、2016年度同様に、自分が現在抱えている問題とした。また、各グループのファシリテータを務める教員は、2017年9月のフレックスFD合宿研修会において、早稲田大学の日向野先生と早稲田大学及び立教大学の学生がアクションラーニングコーチを務める質問会議ワークショップを体験した。この質問ワークを実施した時点から、やはり「関係性を創る」ことができたようである。2018年度は、アンケートやインタビューで質問ワークの効果を明らかにしたいと考えている。ただし、2017年度5日目の事後学習で実施した質問ワークはあまり盛り上がりなかった。これは、テーマ設定及び進行の声掛けによって、学生の動機づけに変化があり、共感する対話が創発されにくかったことが原因だと考えられる。

参考文献

- (1) 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)
- (2) ハッソ・プラットナー・デザイン研究所: “デザイン思考家を知っておくべき39のメソッド”, (一般社団法人デザイン思考研究所編) (2012)
- (3) 日向野幹也: “大学教育アントレプレナーシップ”, ナカニシヤ出版 (2013)
- (4) 清宮普美代: “質問会議”, (株) PHP 研究所 (2008)
- (5) 田中洋一, 山川修, 谷内眞之助, 長水壽寛, 近藤晶: “ディープ・アクティブ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)

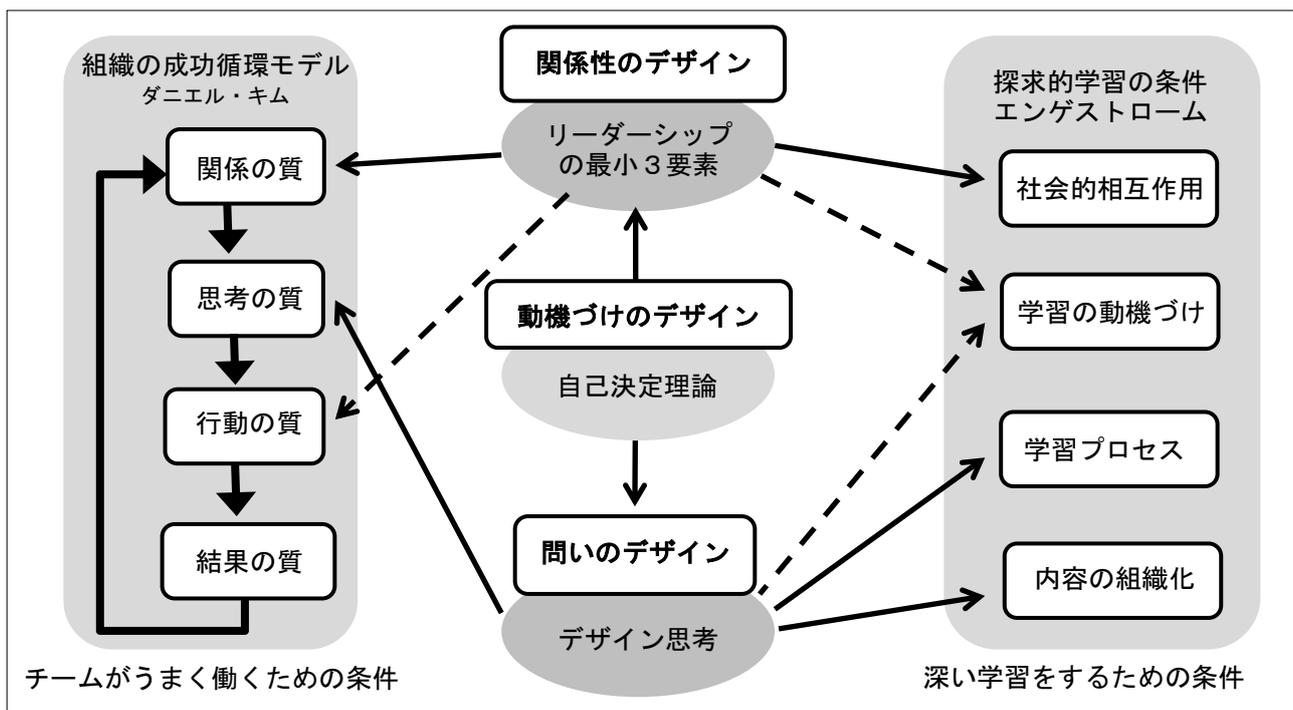


図1 アクティブ・ラーニングのための問いと関係性のデザイン

自律的学習者育成のために必要なダイアログの機能は何か

What are the functions of dialogues to foster self-motivated learners

山川 修

Osamu YAMAKAWA

福井県立大学学術教養センター

Center for Arts and Sciences, Fukui Prefectural University

Email: yamakawa@fpu.ac.jp

あらまし： 自律的学習者育成を目的とした地域の問題解決型授業から出発して、対話の果たす役割を考察した。その結果、自律的学習者育成の観点からみると、ダイアログには、他者との信頼関係を創る「信頼」の機能、問いを立てメンタルモデルを変える「内省」の機能、自分の源を探り人生に意味を与える「意味」の機能があるという仮説を提案する。

キーワード：ダイアログ、対話、問い、関係性、意味

1. はじめに

2014年度から、自律的学習者の育成を目的に、複数の高等教育機関の学生でチームを組んで、地域の問題解決を図るPBL (Project-Based Learning) を実施している。その中で、PBLの経験を通して深く学習するためには、「問いを立てる(問い)」ことと「関係性を創る(関係性)」ことが重要であると考えている⁽¹⁾。また、これに続いて、「問い」と「関係性」が学習に対して、どのような役割を果たしているかに関するモデルを提案した⁽²⁾。さらに、このモデルにおける「問い」と「関係性」は、ダイアログの観点から統一的に見ることができると示した⁽³⁾。本論文では、「問い(内省)」と「関係性」に加えて、自律的学習者の要素として重要な、長期的な動機づけに関係する「アイデンティティ(複数の分野における自分の価値観の総合体)」を加えたモデルを提案し、ダイアログの機能に関して考察する。

2. 問いと関係性の役割

PBLにおいて深い学習を促す場合、「問い」と「関係性」が重要であることは(1)に示した。そして、「問い」と「関係性」が学習に対して果たす役割に関しては(2)でモデル化した⁽²⁾が、その概略図を図1に示す。

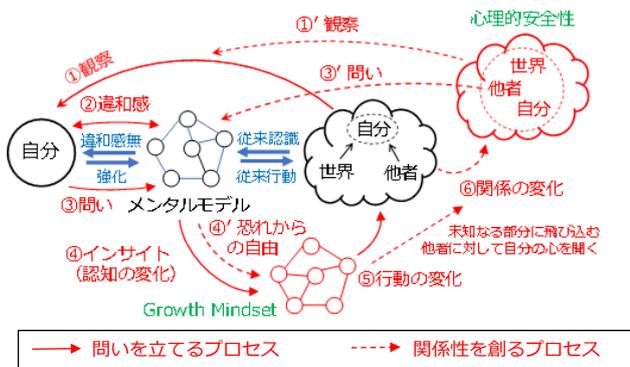


図1 学習における問いと関係性の役割

ここで、①～⑤までの番号付き実線の矢印は、問いが関与する部分であり、破線の矢印部分が、関係性が関与する部分である。この図では、「問い」は、メンタルモデルと観察との違和感から生じ、結果としてメンタルモデルを作り変え、より現実に即したものにすることに寄与する、こういった心の働きはドゥエックがいうところの Growth Mindset⁽⁴⁾に相当する。また「関係性」の変化は、行動の変化から派生し、心理的安全性⁽⁵⁾を構築することに繋がっている。

3. ダイアログによる統合

当初は、「問い」により Growth Mindset を獲得することが、4種類(無知、無能、ネガティブ、邪魔をする人)からの自由を獲得し、その結果、行動の変化→関係の変化とつながっていくのではないかと予想していた。つまり、「問い」→「関係性」という方向性である。しかし、統合失調症の治療方法として開発された、オープンダイアログ(OD)や、教育や福祉施設における問題解決の手法として開発された未来語りのダイアログ(AD)⁽⁶⁾という手法を見てみると、関係性の変化が一人一人の中にある問いを変え、メンタルモデルに変化をもたらしているように見える。つまり、「関係性」→「問い」という方向性もあるように思える。言い換えると、心理的安全性が Growth Mindset に影響を与えるということである。ODとADの基礎にある思想として、ヴィゴツキーとバフチンの対話の概念がある。ヴィゴツキーとバフチンの思想を補完的に組み合わせ、精神の社会文化的アプローチの全体像を描いたのはワーチ⁽⁷⁾のだが、ODとADはこの流れを汲んでいるといっていよう。

ヴィゴツキーは、社会的(たとえば、お母さんと子どもの間)に生じた発話という行為が、次の段階として内的な思考になっていくという、言語の社会的起源を提唱した。これは私たちが大人になっても受け継いでおり、他者と外的に対話しているそのこ

とばを、同時に内的な対話としても聴いていることになる。

バフチンによると、ダイアログはアイデアを生む培地であり、意味がつけられていくのは、その場の人たちの間のやりとりと個別性の中においてとされた。このことは、つまり、ダイアログによってそこに参加している人たちの関係性（意味づけ）も変化し、その変化を私たちは内的対話としても聴いていることになる。このことは、対話によって、関係性の変化と、メンタルモデル（世界の内的な意味づけ）の変化が同時に起こっていると考えてもよい。図1の左半分では、「問い」によってメンタルモデルが変化するというを示しているが、ダイアログによっても同様のことが起きている。これは、内的に取り込まれた対話が、一種の「問い」と同等のものとして機能していると考えられる(図2参照)。

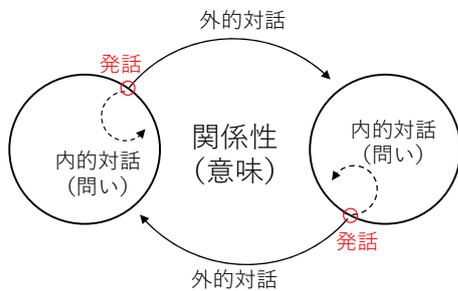


図2 ダイアログによる問いと関係性の統合

4. Identity-Based Motivation

ここまで見てきた、問いを立てることと信頼関係を創ることは、地域の問題解決型授業の中で抽出した自律的学習者を育成するための不可欠な要素である。しかし、教育機関を離れた社会人に関していうと、彼または彼女が、社会の中での自分の役割を明確に掴んでいる方が、学習に対して継続的にモチベーションを維持することが容易になる。この状況は Identity-Based Motivation (IBM)⁽⁸⁾としてモデル化されており、IBMも含めた自律的学習者の要素を図3に示す。

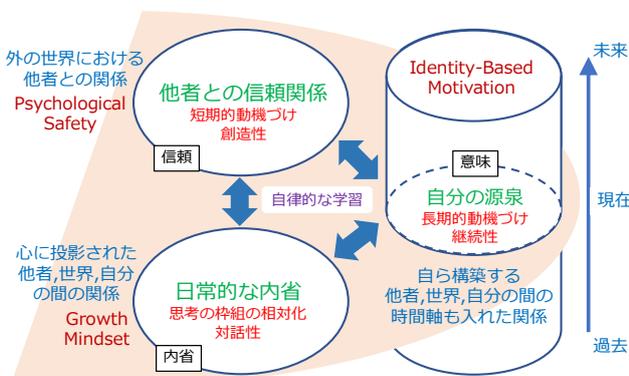


図3 自律的学習者に必要な3要素

ここでは、自律的学習者に必要な3つの要素として「内省」、「関係」、「意味」を想定している。「内省」は図2の「問いを立てるプロセス」に相当し、「関係」は「関係性を創るプロセス」に相当する。さらに、「意味」がIBMに対応している。「内省」と「関係」は、「現在」の平面内で機能しているが、「意味」は、過去に参加した複数のコミュニティの価値観を統合する形で「意味」または「Identity」が創られ、それらが未来に投影されるという形で過去から未来につながっていくというイメージを表している。図2にも「意味」ということばが見えるが、こちらは1対1または一つのコミュニティにおける関係性を示し、図3の「意味」は、複数のコミュニティの価値観を統合した自分の意味づけを示している。

未来に投影できるような Identity を形成する場合には、メンターやコーチがサポートする場合も多く、図2で示す外的対話が重要になる。また、当然外的対話を契機として内的対話も起きているので、Identity や意味の形成に関しても、対話は重要な役割を果たすと考えられる。

5. まとめ

自律的学習者育成を目的とした地域の問題解決型授業から出発して、対話の果たす役割を考察した。その結果、自律的学習者育成の観点からみると、ダイアログには以下の機能があると考えられる。

- (1) 他者との信頼関係を創る (信頼)
- (2) 問いを立てメンタルモデルを変える (内省)
- (3) 自分の源を探り人生に意味を与える (意味)

以上は現在のところ仮説であり、今後、ダイアログを授業に取り入れ、このモデルを実証的に検証していく予定である。

謝辞

本研究は科学研究費補助金（課題番号 16K12794 および 16H03083）の助成を受けている。

参考文献

- (1) 山川修ら、「ディープ・アクティブラーニングのための問いと関係性のデザインと実践I」, 日本教育工学会研究報告集, JSET17-1, pp.703-708, (2017).
- (2) 山川修, 田中洋一, 谷内眞之助, 「学習において「問い」と「関係性」が果たす役割」, 教育システム情報学会全国大会講演論文集, pp. 307-308, (2017).
- (3) 山川修, 「「問い」と「関係性」を結びつける「対話」に関する一考察」, 日本教育工学会第33回全国大会講演論文集, pp.541-542, (2017).
- (4) キャロル・ドゥエック, 「「やればできる!」の研究」, 草思社, (2008).
- (5) エイミー・エドモンドソン, 「チームが機能するとはどういうことか」, 英治出版, (2014).
- (6) ヤーコ・セイックラ, トム・アーンキル, 「オープンダイアログ」, 日本評論社, (2016).
- (7) ジェームス・ワーチ, 「心の声」, 福村出版, (2004).
- (8) Daphna Oyserman & Mesmin Destin, "Identity-based motivation: Implications for intervention", *Couns Psychol.* 38(7), pp.1001-1043, (2010).

成功的教育観に基づく大学授業に対するリフレクションとその効果

Reflection and its Effects on University Lessons based on the Teaching Outcome

茅島 路子^{*1}, 宇井 美代子^{*1}, 市村 美帆^{*2}, 林 雄介^{*3}, 平嶋 宗^{*3}

Michiko KAYASHIMA^{*1}, Miyoko UI^{*1}, Miho ICHIMURA^{*2}, Yusuke HAYASHI^{*3}, Tsukasa HIRASHIMA^{*3}

^{*1} 玉川大学文学部, ^{*2} 目白大学人間学部

^{*1} College of Humanities, Tamagawa University ^{*2} Faculty of Human Sciences, Mejiro University

^{*3} 広島大学大学院工学研究科

^{*3} Graduate School of Engineering, Hiroshima University

Email: kayasima@lit.tamagawa.ac.jp

あらまし：大学授業に対するリフレクションの重要性が近年指摘されるようになり、そのための方法論やツールなどの研究も盛んになってきているが、成功的教育観に基づく研究は見当たらない。本研究では、成功的教育観に基づく授業リフレクションのスキームを Kit-build 方式概念マップに基づいて設計し、複数年にわたって実践したところ、このスキームが有効に働くことを示唆する結果を得たので報告する。

キーワード：成功的教育観, 授業リフレクション, Kit-build 方式概念マップ

1. 目的

近年、教師としての成長には、実施した授業を省察・分析し、以後の授業の改善に有用な情報を得る授業リフレクションが重要とされ、初・中等教育機関で実施されている^①。その方法として、授業者が授業活動の印象をカードに記載し、それらを分類・整理することで授業を省察・分析するカード構造化法^①、対話を通して授業を省察・分析する対話・集団リフレクションなど^②が提案され、授業リフレクションの知見が積み重ねられている。これらの研究は、授業活動を意図したとおりに行うことができたかを省察・分析することであり、意図的教育観^③に基づく授業リフレクションと言える。一方、授業者が実施した授業の成果である学習者の授業内容の理解状態に基づき、授業者が授業活動を省察・分析する、成功的教育観^④に基づく授業リフレクションの研究は十分に行われていない。

そこで、成功的教育観に基づく授業リフレクションのスキームを設計し、大学の教員を対象に複数年にわたり実践した結果、このスキームが有効に働き、授業設計や授業活動の改善が行われたことが示唆されたので報告する。なお、スキームの設計に際しては、Kit-build 方式概念マップ^⑤(以下、「KB マップ」と略記)の「教師による教材理解としての概念マップ(以下、要点マップ)」と「学習者による要点マップの再構成としての概念マップ(以下、学習者マップ)」の差分の自動抽出と重畳が可能であることに注目し、KB マップに基づいて設計した。

2. 方法と結果

2.1 方法

私立 A 大学文学部において 2012 年から 2017 年まで 5 年間にわたり、貧困と支援というテーマのオムニバス型の集中授業に KB マップを導入した。授業

は、宗教学、社会学、法律学、倫理学を専門とする教員の講義、現場支援者、地方自治体の職員の講義、そして 2 日間のフィールドワークから構成されている。毎年各教員に要点マップの作成を求め、2013 年度は 2 名、それ以降は 4 名の教員から協力が得られた。授業後、受講生に要点マップの命題再認テストと学習者マップ作成を課した。再認テストは 2015 年度以前が各命題のノードを、2016 年度以降が各命題のリンクを選択肢とした。受講生は 2012 年度 25 名、2013 年度 24 名、2015 年度 18 名、2016 年度 15 名、2017 年度 9 名であった。

授業終了後に要点マップ作成協力者の教員に KB 利用の感想を求めるインタビューを行った。インタビューは同意の下で録音し文字起こしを行った。インタビューの分析は、KB マップ、KB 一致率やそれを基にした学習者の構造的理解に関連する発言を成功的教育観に基づく授業リフレクションとし、それらについて言及している箇所を抽出した。その後、7 種類のカテゴリーを生成した。ただし、後述する表 3 の学習者の理解(b)は学習者の 1 コマで理解可能な容量、速度に関する発言であり直接 KB 一致率に関連づいていないが、KB 一致率の低さを認知しての発言であり、成功的教育観に基づく授業リフレクションと判定したものである。なお本稿では、分析の終わった宗教学を専門とする教員の 2013 年から 3 年間のデータを対象とした報告する。

2.2 結果

要点マップ 表 1 に示すように要点マップは 2013・2015・2016 年と変化し続けた。2013-2015 年の変化の特徴としてリンクの削除・追加がノードに比べ多いこと、2015-2016 年の変化の特徴としてリンクの名称変更が行われたことが挙げられる。2013-2015 年・2015-2016 年の変化は相対的に KB 一致率の低い箇所に集中していた。

表1 要点マップとその変化

	要点マップ		ノード				リンク	
	ノード数	リンク数	削除	追加	名称変更	削除	追加	名称変更
2013 変化	13	13	1	2	1	3	5	0
2015 変化	14	15	1	2	1	2	2	2
2016	14	15						

表2 KB 一致率と再認テスト得点率

	年度	人数	平均	標準偏差	最小値	最大値
KB 一致率	2013	24	0.39	0.14	0.15	0.62
	2015	18	0.62	0.27	0.13	1.00
	2016	14	0.93	0.08	0.73	1.00
再認テ スト得 点率	2013	22	0.57	0.11	0.40	0.80
	2015	18	0.93	0.12	0.60	1.00
	2016	14	0.90	0.11	0.67	1.00

KB 一致率 KB 一致率と再認テストの得点率を表2に示す。KB 一致率と再認テストの得点率について年度間の差を検定するために分散分析を行った。その結果、KB 一致率では有意な差が見られ($F(3,25.4)=71.4, p<.001$)、多重比較(Tukey-Kramer法)を行ったところ、2013年<2015年<2016年と上昇していた。同様に再認テストの得点率においても、有意な差が見られ($F(3,26.3)=44.0, p<.001$)。多重比較を行ったところ、2013年<2015年,2016年という結果が得られた。

表3 授業リフレクションのカテゴリー変化

	(a)学習者の構造的 理解	(b)学習者の理 解	(c)KB マップ	(d)授業 活動	(e)授業 設計の 改善	(f)授業設計 と活動との 相違	(g)KBマ ップ活用 の提案	計
2013	7	0	1	4	2	2	0	16
%	43.8%	0.0%	6.3%	25.0%	12.5%	12.5%	0.0%	100.0%
2015	2	3	3	4	14	0	0	26
%	7.7%	11.5%	11.5%	15.4%	53.8%	0.0%	0.0%	100.0%
2016	1	1	0	4	2	0	4	12
%	8.3%	8.3%	0.0%	33.3%	16.7%	0.0%	33.3%	100.0%

授業リフレクション 2013年度は学習者の構造的
理解度の分析が43.8%と最も多く、2015年度は改
善した授業設計の振り返りが53.8%、2016年度は改
善した授業活動の振り返りとKBマップの新たな活
用法の提案が33.3%で最も多い(表3)。

2013年度の振り返りは、KB 一致率の平均0.39の
低さ(a)に驚愕しつつ、KB 一致率が100%の箇所につ
いては自分が語ったように理解できている(d)と述
べる一方で、KB 一致率の低さ(a)を不思議がった。
その後、上位・下位概念を関係付けるのが困難かも
しれない(a)と分析した結果、構造的理解の不十分さ
の原因がKBマップの理解不足にあるかもしれない
(a)と述べつつ、来年度の授業では構造を明確に伝え
るように授業活動(d)を改善することを示唆し、同時

に学びという観点から構造をどの程度明確に伝える
べきか戸惑い(d)も生じた。学習者の構造的理解の分
析を重ねた後に、到達目標を見直し、授業設計をや
り直してみる(e)という発言で終了した。

2015年度はKB 一致率の低さや授業内容の整理に
よる要点マップの変更、および、1コマ100分とい
う限られた時間で学習者が理解可能な容量や速度
(b)を鑑みた授業内容の厳選といった授業設計の改
善について振り返った。要点マップを意識した授業
活動(d)を実施し、要点マップは教員が自分の授業設
計を、学習者マップは学習者の観点から自分の授業
設計を振り返るツール(c)であると述べている。

2016年度は2015年度に構造的理解が不十分であ
った部分を授業で強調した、要点マップを意識して
授業活動を行ったと授業活動(d)を振り返っている。
加えて、教員と学習者が互いの構造的理解を話し合
うことで、学習者が教員の教材の構造的理解を深め
ることができるのではないかといったKBマップの
新たな活用方法を提案(g)した。

3. 考察

成功的教育観に基づく授業リフレクションが行え
たかどうかについて考察する。2013年度においては、
リフレクションに関する発言の多くが学習者の理解
度合いに関する言及になっており、明らかに成功的
教育観に基づくリフレクションになっていたといえ
る。2015年度においては、授業設計の改善に関する
発言が過半を占めるが、これは学習者の理解状況を
踏まえた上で行った授業設計の改善の説明となっ
ており、これも成功的教育観に基づくリフレクション
が行えていたと判断できる。2016年度においては、
学習者の理解状態を参照しつつ授業活動の変更の効
果の確認が発言に出ており、これも成功的教育観に
基づくリフレクションになっているといえる。成功
的教育観に基づく授業リフレクションによって、表
2に示すように学習者の成績向上の結果も得られ、
また、教員らも有用な方法として受け入れているこ
とから、本実践は成功したといえる。

成功的教育観に基づく授業リフレクションの重要
性は指摘されているものの、その促進とその効果の
分析についての報告例は見当たらない。したがって、
本報告がその先駆的な価値を持つといえる。

参考文献

- (1) 藤岡完治: “自分の言葉で授業を語る”, 浅田匡他編著
“成長する教師”, pp.118-133 (2006)
- (2) T. Hirashima, et al.: “Framework of kit-build concept map
for automatic diagnosis and its preliminary use”, Research
and Practice in Technology Enhanced Learning,10(17),
pp.1-21 (2015)
- (3) 目黒悟: “看護教育を拓く授業リフレクション”, メヂ
カルフレンド社 (2016)
- (4) 沼野一男: “教育の方法と技術”, 玉川大学出版 (1986)
- (5) 澤本和子・授業リフレクション研究会: “わかる・楽
しい説明文授業の創造”, 東洋館出版社 (1996)

カード操作方式によるプログラミング学習システムの フィードバック機能の実装及び評価

Implementation and Evaluation of Feedback Function of Card Operation-Based Programming Learning System

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

^{*3} Graduate School of Engineering, Hiroshima University

Email: {hayashi, tsukasa}@lel.hiroshima-u.ac.jp

あらまし: 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、非本質的な認知負荷の影響をできる限り減らすため、カード操作方式の学習支援システムが開発されている。これは、学習課題のフレームと学習活動のパターンを制限し、意図した学習に認知資源を集中させることを目指したプログラミング学習システムのひとつの形である。著者らのこれまでの取り組みにより、カード操作方式に基づいたプログラミング方式は教授者が意図した内容に学習者を集中させることができ、とりわけ初学者にとってより有効な学習方法であることが確認された。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主体の学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た。本稿では、カード操作方式に対して SIEM 理論に基づいたフィードバック方式を提案し、その効果を明らかにすることを目的とする。

キーワード: プログラミング, 学習支援システム, カード演習方式, 部分間の関係, SIEM 理論

1. はじめに

プログラミングは様々な能力や活動を必要とするため、コンピュータに不慣れな初学者にとっては学習の負担が特に大きく、認知資源を本質的学習にうまく配分できないと言われている⁽¹⁾。プログラミングは本来高い内在負荷を持つため、できる限り学習者の外在負荷を減らす必要があるとされている⁽²⁾。

そこで、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、非本質的な認知負荷の影響をできる限り減らすため、カード操作方式の学習支援システムが開発されている⁽³⁾。これは、学習課題のフレームと学習活動のパターンを制限し、意図した学習に認知資源を集中させることを目指したプログラミング学習システムのひとつの形である。カード操作方式は、プログラムの部分と部分の関係を考えることに集中させることで、プログラムの構造を意識する習慣、全体の構造を把握する力の習得を狙いとしたものである。大学講義でカード操作方式による学習支援システムを導入した結果、非本質的な認知負荷⁽⁴⁾を減らしながら、教授者が意図した学習活動に集中できていたこと、とりわけ初学者にとってより有効な学習方法であることが示唆された⁽⁵⁾。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主体の学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た⁽⁶⁾。一方で、カード操作方式に基づく学習システムの正誤判定は、カード順列のマッチングでのみ行われている。そのため、実際のコーディングのように、命令の並びに応じた実行結果をフィードバックとして返すことができない。カード操作方式に基づく学習システムをプログラミングの学習として一層活用できるようにするためには、カードの並びに応じて実行結果を返答できるようにすること、加えて、自学学習を促すために、実行結果を足場かけの機会として活用可能な教材開発が必要であると考えられる。

そこで本稿では、カード操作方式に基づく学習支援システムに対して、カードに並びに応じて実行結果を返答できるようなフィードバック機能を実装することを目的とする。さらに、プログラムの実行結果を足場かけの機会として利用できるようにするため、本稿では SIEM 理論⁽⁶⁾に基づいた教材を提案する。本稿では、その教材(提案教材)の詳細を明らかにし、提案教材の有効性を明らかにするための具体的な実験方法を示す。

2. カード操作方式

カード操作方式は、問題文とプログラムコードの書かれたカードを提示し、学習者は問題文の処理にあるようにカードを並び替える演習方式である。カ

ード操作方式では、プログラミングを分割した後、間接的に一部の活動を減らし、各活動に認知資源を集中させる仕組みである。なお、このカード操作方式は、従来のコーディング演習を完全に置き換えるのではなく、一般的な教授法とカード操作方式とを併用した形で教育を実践することを想定している。

図1にカード操作方式に基づいた学習支援システムの外観を示す。本システムは、Ruby on Railsで動作するWebアプリケーションである。カードは、マウスのドラッグ&ドロップ操作で動かすことができ、右側から左側にカードを移動させてプログラムを組み立てる。本稿では、カードに並びに応じて実行結果を返答できるようなフィードバック機能を実装した。組み立てられたコードは、JSON形式に変換された後、C言語コンパイル用のWebインタフェースシステムを通してgccで実行され、実行結果を受け取り画面に表示できる。実行結果に加えて、カードの並びに基づいて正誤を自動で判定し、学習者にフィードバックできる。

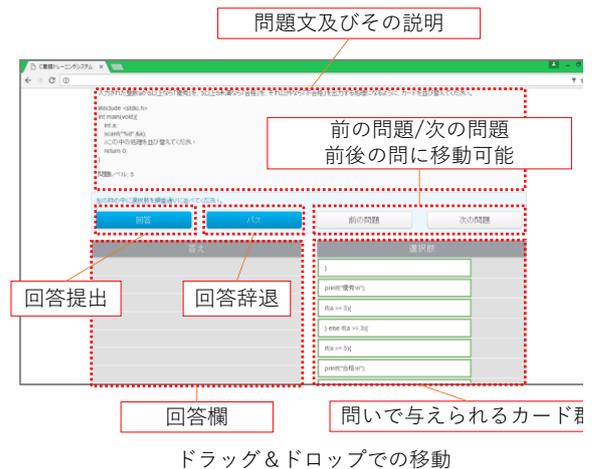


図1 学習支援システムの画面

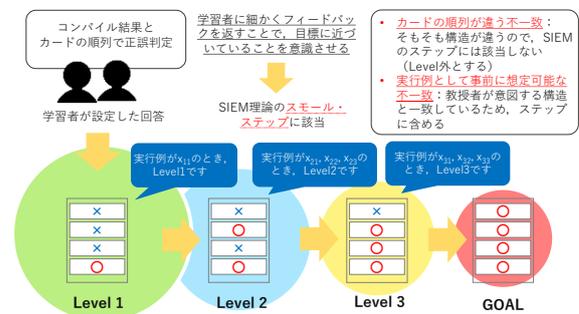


図2 スモール・ステップの実現方法

3. SIEM 理論に基づく教材開発

プログラムの実行結果を足場かけの機会として利用できるようにするため、SIEM理論の「スモール・ステップ」に注目し、教材を開発した。SIEM理論とは、学習者の学習意欲を高めることを目的に、認知心理学に基づいた学習理論によるシステムティックな情報教育メゾットとして開発された教授法である⁽⁶⁾。先行研究⁽⁶⁾により、SIEM理論を導入したプログラミング教育が学習意欲を高めていることが検証され、モチベーションを高めることが教育効果を高めることにつながったことも確認された。SIEM理論で示された「スモール・ステップ」とは、目標に至るステップを細かくすることで、失敗を最小限に抑えるような配慮をし、興味を失わせないように工夫することである。そこで本稿では、この「スモール・ステップ」を足場かけの仕組みとして教材に導入することを試みた(図2参照)。そして、この効果を明らかにするために実験を行う。

本研究の実験では、フィードバックを受ける群を実験群、受けない群を統制群として2群に分けて、比較実験を行う。まず、学力水準が同等になるように実験群、統制群の2群に分ける。その後、実験群、統制群ともに同じ問題を3問出題し、学習を行う。トレーニング時間は、最大30分とする。学習後ポストテストを行う。なお、全ての実験が終わった後、被験者からアンケート結果を得る。アンケートは、先行研究⁽⁶⁾で使用されたアンケート内容を利用し、6段階のリッカート尺度で評価する。

4. おわりに

本稿では、カード操作方式に基づく学習支援システムにフィードバック機能を実装した。また、プログラムの実行結果を足場かけの機会として活用するために、SIEM理論に基づいた教材をした。

謝辞

本研究は、独立行政法人日本学術振興会科学研究費助成事業(基盤研究(C)16K01147, 17K01164)の助成を受けて実施した成果の一部である。ここに記して謝意を表します。

参考文献

- (1) S. Lisack, Helping Students Succeed in a First Programming Course: A Way to Correct Background Deficiencies, International Association for Computer Information Systems Conference, Mexico (1998).
- (2) S. Garner, A Tool to Support the Use of Part-Complete Solutions in the Learning of Programming, Proceeding de conference, pp.222-228 (2001).
- (3) 松本慎平, 林雄介, 平嶋宗, カード操作に基づくアルゴリズムの思考に焦点を当てたプログラミング学習システムの実践, 平成29年度(第68回)電気・情報関連学会中国支部連合大会, R17-27-10 (2017).
- (4) J. Sweller, J. Van Merriënboer, F. Paas, Cognitive architecture and instructional design, Educational psychology review, Vol.10, No.3, pp.251-296 (1998).
- (5) 村上瑠香, 森永笑子, 松本慎平, 林雄介, 平嶋宗, 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, 2017年度JSiSE学生研究発表会(中国地区)講演論文集 (2018).
- (6) 土肥紳一, 宮川治, 今野紀子, 工学部第二部電気電子工学科におけるプログラミング入門教育の教授の工夫, 工学教育, Vol.62, No.3, pp.28-33 (2014).

カードゲーム戦略を題材とした応用 C プログラミング演習における 最終大会の得点ルールと提出戦略の傾向分析

Tendency Analysis of Final Results by Scoring Rule in an Applied C Programming Exercise with Card Game

清水 越^{*1}, 村山 弘明^{*1}, 花川 直己^{*1}, 富永 浩之^{*1}
Takeru SHIMIZU^{*1}, Komei MURAYAMA^{*1}, Naoki HANAKAWA^{*1}, Hiroyuki TOMINAGA^{*1}
^{*1} 香川大学
^{*1} Kagawa University
Email: s15t233@stu.kagawa-u.ac.jp

あらまし : 大学情報系の知識情報処理の応用として, ポーカー戦略の得点を競う大会形式での C 演習を
実践している. 年度ごとに実施ルールを設定する. 運営サーバ WinT を開発し, 大会期間を設けている.
受講者は, 手札や実施ルールから, 効果的な手役の完成を目指して戦略を実装する. 本論では, 2016 年
度と 2017 年度の最終大会の手役分布を比較し, 各試行で実施している傾斜掛率の設定の教育的効果を分
析する.

キーワード : カードゲーム戦略, 応用 C プログラミング演習, 得点ルール, 手役分布

1. はじめに

本研究室では, カードゲームのポーカーの戦略を
題材とする応用 C 演習を提案している. 実行環境を
提供し, 大会運営サーバ WinT を運用している. 予
備大会の期間を設け, 受講者が作成した戦略コード
の提出を何回でも受け付ける. 得点や順位を公開し,
戦略の再検討による改良とコードの継続的な修正を
促進する. 各受講者の最良得点を与える戦略を最終
大会の戦略とし, その順位状況を成績に反映させる.
大学情報系学科の 3 年生を対象に, 2010 年から必修
科目の授業の課題として, 教育実践を行っている⁽¹⁾.

本論では, 最終大会における得点ルールと提出戦
略の傾向を分析する. 特に, 2016 年度と 2017 年度
の実践に着目し, 比較を行う. 各実践における傾斜
掛率の設定の教育的効果を考察する.

2. ポーカー戦略のプログラミング演習

本演習におけるポーカーでは, 手札の 5 枚を山札
と交換しながら, 9 種類の手役の 1 つを作る. 各手
役の配点は, 実装の難度に応じて決める. そのため,
必ずしも出現確率とは対応せず, ストレートの配点
が高い. 1 回のテイクでのチェンジ数を定めておく.
十分にシャッフルされた 1 つの山札でテイクを繰り
返す. 可能なテイク数も決めておく. このため, 終
盤では, 残りの山札が予測でき, カードの内訳を考
えれば, 高い手役が得られる. 一方, 序盤でチェン
ジを多く行くと, 残り枚数が不足することもある.

テイクごとの傾斜掛率を導入し, 各テイクでの手
役の重み付きの合計点を, その山札での素点とする.
ランダムな相当数の山札での平均を戦略プログラ
ムの得点とする. これにより, 平均的に優れた戦略が
実際に高得点となる.

3. 大会におけるレギュレーション設定

本演習では, 実施要項として, チェンジ数とテイク
数, 傾斜掛率のレギュレーションを, 年度によ
って変更する. 受講者には, これらの規定を提示する.

各年度のルールを表 1 に示す. 2016 年度は 6 テイク
5 チェンジとした. チェンジ数が少なく, 終盤で
山札切れを起こしにくい. また, 傾斜掛率は終盤で
大きくなる. 2017 年度は 5 チェンジ 6 テイクとし
た. テイク数が多く, 終盤で山札切れを起こしやす
い. また, 中盤と終盤で傾斜掛率が高い部分がある.

本研究では, 通年の比較を行うために, 得点を理
想得点で相対化した達成度を導入している. 理想得
点とは, 遺伝的アルゴリズムを用いて探索した, そ
の山札における最高点の近似値である.

表 1 各年度のレギュレーション

年度	条件	傾斜掛率					
		1	2	3	4	5	6
2016	6-5	1.5	1.5	1.0	2.0	2.0	-
2017	5-6	1.0	1.5	2.0	1.0	1.5	2.0

4. 各年度における演習の状況

本論では, 達成度の比較を実施する. 2016 年度と
2017 年度の大会期間と参加者を表 2 に示す. 各年度
ともに, 一人あたり 30 件程度の提出が行われている.
達成度は, 各年度ともに, 概ね 35% 付近である.
一方, 2016 年度は, 2017 年度に比較し, 戦略数と達
成度の最大数が大きい. 図 1 は, 達成度の分布であ
る. 2016 年度は, 分布が双峰となっているが, 2017
年度は, 中上位陣において, ほぼ単峰である. 以上
のことから, 2017 年度は, 2016 年度に比較して, 受
講者全体で, 達成度の乖離が小さいと言える.

表2 各年度の演習実践の概要

		2016	2017
演習期間		7週	6週
受講者		40	42
戦略数	総数	1215	1272
	平均	30.4	30.3
	最大	128	84
達成度	平均	38.5	36.1
	最大	53.4	48.0

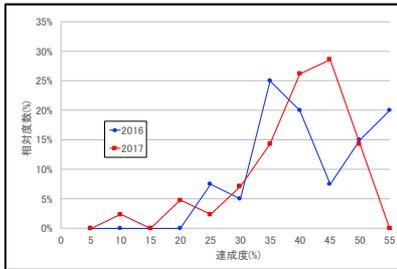


図1 各年度の達成度の分布

5. 最終大会における提出戦略の傾向

最終大会における提出戦略の傾向を分析する。各年度の手役分布を示す。最良戦略の達成度で、受講者を4群に分割する⁽²⁾。本論では、手役分布から、レギュレーション設定の教育的効果を分析する。

図2は、各年度において、成績群の中でも最上位陣である第1群である。2017年度は、2016年度に比べ、傾斜掛率による手役分布への影響が大きい。2017年度の上位陣の多くが、傾斜掛率の低いテイク1,4を「捨てゲーム」とし、掛率の高いテイク3,6で高配点な役を成立させる戦略を採用していることがうかがえる。一方、2016年度は、どのテイクもほぼ同様な手役分布であった。この年度は、山札切れを起こしにくい設定であったため、どのテイクでも、平均して高得点を狙う戦略が採用された可能性が高い。

次に、成績群の中でも最下位陣である第4群について述べる。図3に示す。この陣についても、2017年度は、傾斜掛率による影響が顕著である。第1群と同様な戦略を採用していることがうかがえる。しかし、テイク6では、高得点な役の成立割合が低い。これらの群については、高得点な役を狙う関数が実装出来なかったか、終盤で手札切れを起こし、役を成立させることが出来なかった可能性が高い。一方で、2016年度第4群は、テイクごとの手役分布の差異が小さく、傾斜掛率が2倍異なるテイク3,5を比較しても、ほぼ同様な手役分布となっている。

これらのことから、各年度に実施しているレギュレーションの変更は、受講者が提出する戦略の方針に影響を及ぼしていると考えられる。

6. おわりに

本研究室では、ポーカー戦略を題材とする応用C演習を提案し、実践している。実行環境を提供し、大会運営サーバ WinT を提供している。大会期間を

設け、何度も戦略コードを提出させる。得点や順位を公開し、継続的な改良や修正を意識づけさせる。

本論では、各年度で設定している得点ルールの教育的効果を分析する目的で、最終大会における手役分布に着目した。この結果、各年度のレギュレーションは、受講者の作成するコードに影響を及ぼすことが確認できた。このことは、受講者は、高得点を狙うほど、山札の残りや傾斜掛率を考慮しながら、戦略を検討する必要があることを示唆している。

また、受講者には、継続的なソフトウェア開発を意識づけさせる必要がある。これまでの実践では、高得点を獲得している一方、適切な関数分割が行われていない、ネストが深すぎるなど、保守性の低いコードも見受けられている。現在、受講者に対しては、Q-ABC サイズ⁽³⁾を提示し、改善を促している。

今後の課題として、受講者に対するコードメトリクスの提示手法の改善や、詳細化を検討している。これにより、学生への自身の振舞いに対する助言および教員からの個別指導に対する支援を試みる。

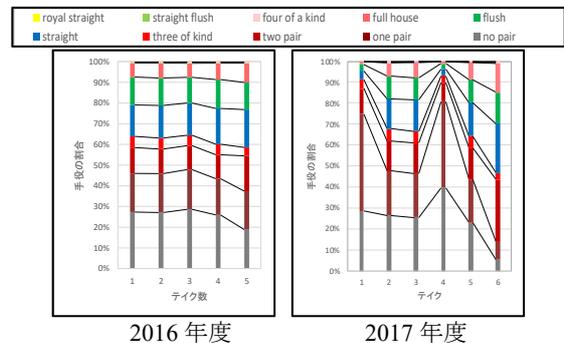


図2 各年度における第1群の手役分布

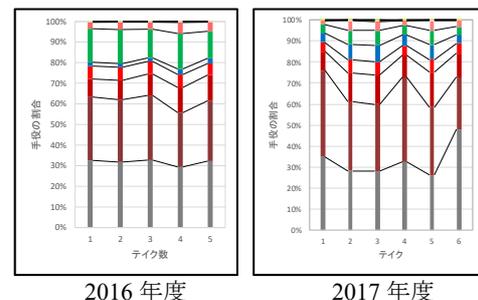


図3 各年度における第4群の手役分布

参考文献

- (1) 吉田亜未, 大川昌寛, 玄馬史也, 富永浩之: "ポーカー戦略を題材とする応用 C プログラミング演習の支援と実践", 教育システム情報学会 学生研究発表会 四国会場, No.5, pp.1-2 (2014)
- (2) 清水起, 村山弘明, 花川直己, 富永浩之: "カードゲーム戦略を題材とする応用 C プログラミング演習の支援と実践 - 最終大会における手役分布による得点傾向の分析 -", 信学技報, Vol.118, No.46, pp.17-22 (2018)
- (3) 阿部隆幸, 玄馬史也, 富永浩之: "ポーカー戦略を題材とする応用 C 演習における解答コードのメトリクスによる分析手法の検討": 情報処理学会 第 78 回全国大会, Vol.2016, No.1, pp.891-892 (2016)

タイピング学習支援のための機械学習による キー打鍵指判定器の作成と訓練用画像の収集方法

Development of Keystroke-Finger Determining Unit and Collection Method of Training Images for Typing Learning Support

柴崎智哉^{*1}, 大西晃平^{*2}, 三好康夫^{*2}

Tomoya SHIBAZAKI^{*1}, Kohei ONISHI^{*2}, Yasuo MIYOSHI^{*2}

^{*1}高知大学大学院総合人間自然科学研究科理学専攻情報科学分野

^{*1}Graduate School of Humanities and Social Sciences, Kochi University

^{*2}高知大学工学部情報科学科（理学部応用理学科情報科学コース）

^{*2}Department of Information Science, Faculty of Science and Technology, Kochi University

Email: {shibazak, b153k044, miyoshi}@is.kochi-u.ac.jp

あらまし：一般に普及しているタイピング学習ソフトでは、押されたキーの正誤判定はできるが、押した指の正誤判定はできない。そこで本研究では、キーを押した指を考慮したタイピング学習支援を行うために、機械学習によるキー打鍵指判定器の開発を行っている。現在、判定器の作成に必要なキータイピング画像の収集を行っており、本稿では、画像の収集方法と判定器の作成方法、判定器の判定精度の検証結果について報告する。

キーワード：タイピング学習, キー打鍵指, 機械学習, 情報リテラシー, コンピュータ操作, 情報スキル

1. はじめに

現在の社会では、パソコンスキルは必須であり、キーボードのタイピングスキルを身につけることは ICT を活用する上で必要不可欠である。タイピングスキルを身につけるには動きの「型」が重要であるが、一般に普及しているタイピング学習ソフトでは、押されたキーの正誤判定はできるが、押した指の正誤判定はできない。そこで本研究では、動きの「型」を習得するタイピング学習支援の実現を目指し、キー打鍵指判定器の開発を行っている。キー打鍵指判定器の先行研究には、田村ら⁽¹⁾によるものがあるが、これは指に貼られたカラーシールの色の違いで識別する手法を用いている。また、カラーシールを撮影する Web カメラとキーボードは固定されている。我々が開発中のキー打鍵指判定器は、カラーシールやカメラ位置の固定という制約なしに利用できる。

2. キー打鍵指判定手法

我々の提案するキー打鍵指判定手法では、キータイピングを行っている手とキーボードを撮影し、その画像を訓練用データとした機械学習（多クラスロジスティック回帰）による判定を行う。訓練用データ作成手順を以下に示す。

2.1 キータイピング画像の収集

キータイピング中の手とキーボードの撮影には Web カメラを用いる。ノートパソコンに内蔵された Web カメラでも撮影できるように、図 1 のような、キーボードを映す鏡を作成している。ノートパソコンに鏡を取り付けるにはスマートフォン用レンズクリップを用い、鏡の角度を自由に変えられる外枠の作成には 3D プリンタを使用した。鏡の角度を変えられるため、ノートパソコンのディスプレイも好きな角度に変えることができる。また、画像収集用の GUI アプリも開発した。このアプリの画面に表示され

た文字をタイプすると、キーを押した瞬間の Web カメラの画像が記録され、押したキーと押した時刻をファイル名とした JPEG 形式が保存される。

2.2 教師ラベル付与と画像の前処理

収集されたキータイピング画像はファイル名でどのキーが押された時の画像であるかがわかるが、どの指で押したのかは、人の目で画像を見て判断しなければならない。キー打鍵指が判別できれば、その指情報を教師ラベルとして付与する。判別できない画像は除去する。

画像の前処理としては、キーボードの領域抽出と台形補正、肌色検出による 2 値化、縮小(28px×28px)を行う。前処理を行う前後の画像の例を図 2 に示す。この 28px×28px の小さい白黒画像と教師ラベルのペアが訓練用データとなる。訓練用データはキーごとに収集・作成され、キーごとに打鍵指判定器が作成される。

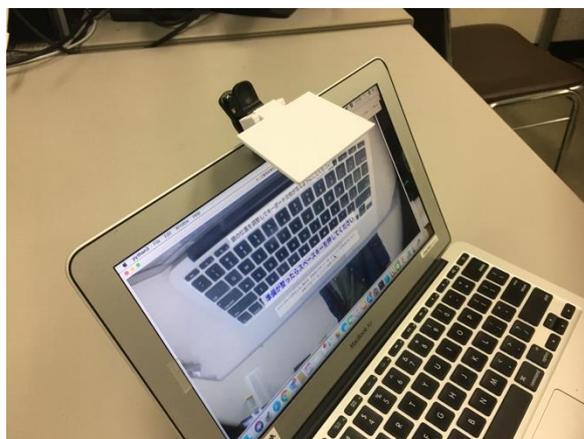


図 1 キータイピング画像収集用の鏡



図2 前処理の前後の画像(打鍵キー: y, 指: 右中指)

3. 訓練用データ収集の試行と判定器の試作

大規模な訓練用データの収集の実施に向けて、まずは情報リテラシーに関する授業において、45 人の受講生(理工学部の大学1年生)を対象に収集を試行した。このデータ収集の試行は、授業にてタッチタイピングやホームポジションについて説明する前に行っている。本学では20年程前からBYODを導入しており、本授業も学生は自分のノートパソコンを使って受講している。従って、彼らにはキータイピング画像収集用 GUI アプリを自分のノートパソコンにインストールして使用してもらった。今回は、a~zのキーそれぞれから始まる26の英単語をタイピングしてもらった。数字キーや記号キー、修飾キーについては今回扱っていない。収集画像数は12,155枚で、そのうち93.6%の11,373枚にはキー打鍵指の教師ラベルを付与することができた。表1に各指の打鍵回数を示しているが、各キーの合計欄を見れば分かる通り、キーごとの収集画像数のばらつきは非常に大きい。例えばb, j, w, x, zは26単語中1回しか出現しないため、収集数が非常に少なくなっている。なお、受講生の人数と収集画像数が一致しないのは、間違っただけのキーを押した場合も画像を収集しているためである。彼らの多くはホームポジションの「型」が身に付いておらず、左右の人差し指と中指の4本だけでタイプしている様子が多く見られた。人差し指や中指で押すべきキーの正解率を平均すると65%を超えるのに対し、薬指や小指で押すべきキーでは35%に満たない正解率となったことから、薬指や小指を使いこなせていないことが伺える。

以上の収集データを用い、a~zの各キーで、どの指で押したかを10クラス(左右の手、5本ずつの指)で表現するキー打鍵指判定器を試作した。判定器の判定精度の検証は訓練用データとテスト用データをランダムに8:2に分割し、訓練用データで学習し判定器を作成し、テスト用データで判定器の予測結果を検証した。これを10回繰り返した平均を判定器の性能(正解率、適合率、再現率、F尺度)とした。表2はキーごとの判定器の性能を示したものであるが、紙面の都合上、正解率の上位5件と下位5件のキーのみとする。ここでの性能とは、どの程度の精度で正しく指を判定できているか(判定器が判定した指が教師ラベルとして付与されたものと同じなら正解)という基準で評価している。今回は、「キーを押した指が正しい指であるか」を判定する性能は評価していない。

4. おわりに

キー打鍵指の判定器の作成に必要なキータイピ

ング画像の収集を試行し、キーごとの判定器の性能を検証した。訓練用データの数が少なくても高い精度が得られているが、多様な状況に対応できるようにするためにも、今後はさらにキータイピング画像を収集し、データ数を増やして判定器の信頼性を高めたい。表1で打鍵回数が0となっているキーと指の組み合わせが多くあるが、そのような押されにくい組み合わせの訓練用データをどうすべきかについても検討が必要である。

表1 各指の打鍵回数と正解率(正解指の数に下線)

キー	左小	左薬	左中	左人	左親	右親	右人	右中	右薬	右小	合計	正解率
a	<u>348</u>	315	152	131	0	0	2	0	0	0	948	36.7%
b	0	0	3	<u>15</u>	0	0	28	1	0	0	47	31.9%
c	0	5	<u>163</u>	217	8	0	34	3	0	0	430	37.9%
d	0	12	<u>257</u>	155	0	0	19	2	0	0	445	57.8%
e	0	<u>122</u>	<u>944</u>	301	0	0	11	1	0	0	1379	68.5%
f	0	1	22	<u>60</u>	0	1	10	3	0	0	97	61.9%
g	0	0	20	<u>133</u>	0	0	51	9	1	0	214	62.1%
h	0	0	3	18	0	0	<u>97</u>	10	0	0	128	75.8%
i	0	0	2	0	0	0	239	<u>1078</u>	15	0	1334	80.8%
j	0	0	0	0	0	0	<u>42</u>	6	1	0	49	85.7%
k	0	0	0	0	0	0	35	<u>50</u>	3	0	88	56.8%
l	0	0	0	0	0	0	175	292	235	3	705	33.3%
m	0	0	0	0	0	1	<u>198</u>	64	3	0	266	74.4%
n	0	0	5	21	0	2	<u>949</u>	61	2	0	1040	91.3%
o	0	0	0	0	0	0	67	276	<u>157</u>	0	500	31.4%
p	0	0	0	0	0	0	40	113	96	<u>43</u>	292	14.7%
q	<u>14</u>	42	25	9	0	0	6	0	0	0	96	14.6%
r	0	2	246	<u>282</u>	0	0	40	16	0	0	586	48.1%
s	3	<u>241</u>	234	118	1	0	8	0	0	0	605	39.8%
t	0	1	258	<u>540</u>	0	0	97	53	0	0	949	56.9%
u	0	0	2	3	0	0	<u>256</u>	135	2	0	398	64.3%
v	0	0	11	88	2	0	25	6	1	0	133	66.2%
w	0	<u>24</u>	21	7	0	0	0	0	0	0	52	46.2%
x	1	<u>10</u>	16	18	1	0	3	0	0	0	49	20.4%
y	0	0	46	88	0	0	<u>264</u>	95	1	0	494	53.4%
z	<u>17</u>	8	8	15	1	0	0	0	0	0	49	34.7%

表2 各キーの判定器性能(上位5件と下位5件)

キー	正解率	適合率	再現率	F尺度
r	0.981	0.989	0.989	0.989
k	0.961	0.971	0.963	0.967
t	0.980	0.983	0.940	0.960
f	0.960	0.963	0.959	0.959
w	0.964	0.978	0.942	0.957
...
c	0.959	0.972	0.846	0.899
j	0.970	0.970	0.850	0.893
i	0.991	0.991	0.830	0.891
g	0.967	0.977	0.780	0.843
b	0.910	0.914	0.625	0.731

謝辞

本研究の一部は JSPS 科研費 17K01130 の助成を受けた。

参考文献

- (1) 田村卓也, 曾我真人, 瀧寛和: “運指の誤りとアドバイスを与えるタイピングスキル学習支援環境”, 電子情報通信学会技術研究報告, 113(67), pp.29-34 (2013)

情報セキュリティの導入教育を目的とした出題型ハッキング競技 CTF の 試行実践における問題難度の検証

Hacking Competition CTF with Jeopardy Style for Introductory Learning about Information Security and Verification of Problem Difficulty in a Trial Practice

西村 拓海^{*1}, 中矢 誠^{*2}, 富永 浩之^{*3}

Takumi NISHIMURA^{*1}, Makoto NAKAYA^{*2}, Hiroyuki TOMINAGA^{*3}

^{*1} 香川大学

^{*1}Kagawa University

^{*2} アキュトラス

^{*2}Aqutras

Email: s15t253@stu.kagawa-u.ac.jp

あらまし：情報セキュリティの導入教育として、初心者を対象とする出題型の CTF の大会を開催している。カテゴリごとの分野に応じて様々な問題を構築している。本論文では、解答に必要な要件から、4つの難度特性に着目する。試行実践を行い、問題ごとの解答状況を分析した。その傾向から、問題難度の妥当性を検証した。これにより、目的と対象者に応じた問題セットの編成、効果的なヒント機能の指針に役立てる。

キーワード：出題型ハッキング競技 CTF, セキュリティ導入教育, 試行実践の結果分析, 問題難度の検証

1. はじめに

ハッキング競技 CTF(Capture The Flag)は、情報セキュリティをテーマとする大会である。出題者がサーバ上に隠した情報を旗(フラッグ)に見立て、解答者が情報系の知識や技能を用い、その旗を見つける。

常設で CTF の問題を公開している Web サイトも増えてきた。国内では、ksnctf⁽¹⁾や akictf⁽²⁾が有名である。また「セキュリティコンテストチャレンジブック」⁽³⁾などの参考書も出版されている。

2. 情報セキュリティの導入教育の CTF 大会

本研究室では、初心者を対象とする情報セキュリティの導入教育として、大会運営サーバ BeeCon を開発し、出題型(ジュパディ型)の CTF の大会イベントを 2011 年から提案している⁽⁴⁾。ゲーム感覚で、誰でも気軽に参加できる大会を目指す。競技者は、チーム単位で取り組む。

3. 6つのカテゴリと分野に基づく問題区分

BeeCon で出題する問題は、学習の段階と対象者に応じて、図 1 のように、カテゴリを設けている⁽⁵⁾。さらに、情報セキュリティおよび情報リテラシの内容に応じて、分野を細分化している。カテゴリ 1 は、初心者が日常的に起こす操作ミスや、便利な Tips に関連する。カテゴリ 2 は、不審なデータや安易な操作の危険性を実感させる。カテゴリ 3 は、情報系の新入生が情報処理の仕組みを理解し、積極的に体験してもらいたい問題である。カテゴリ 4 は、セキュリティに大きく関係する内容である。さらにカテゴリ 5, 6 は上級者向けの内容である。

4. 問題の 4つの難度特性と問題の配点

BeeCon は情報セキュリティの初心者が、チーム単位で取り組むことを念頭に置いている。これまで、メンバ間の連携がうまくいかず全員がうまく取り組めないなどのケースが見られた。そこで、問題の難易度に関わる要素を吟味し、特性情報として付与する。これを難度特性と呼ぶ。難度特性は、知識、計算、技能、作業の 4つとする。知識は、セキュリティに関する知識を要するか。計算は、2進数などの計算が必要か。技能は、プログラミングやセキュリティに関する技能を用いるか。作業は、多くの情報から 1つを見つけるなどの単純作業を行うかである。これらの難度特性から、問題の難易度を設定し、配点も決める。各問題に対し、4つの難度特性の必要度を×, △, ○の3段階で与える。難易度への寄与度として、難度特性ごとに要素点を定める。要素点の合計値から、各問題の難易度を A~E の5段階で設定する。さらに、問題の配点を決定するにあたり、各カテゴリに基礎点を設定した。また、問題ごとに設定されている難易度 A~E に対して、傾斜点を設定し、基礎点に加算する。

5. 試行実践の概要

試行実践では、本学の情報系サークルの 1~2 年生 12 名が競技者として参加した。今回は、余興ゲームを行わず、個人対抗の大会とした。競技時間は、90 分とし、競技開始から 60 分後にヒントを開示した。今回の試行実践では、カテゴリ 1 からカテゴリ 4 を網羅するように問題を 20 問用意した。

6. 試行実践の考察

大会運営サーバ上に保存されている競技者の各問題に対する解答ログから、正答率(全体)、正答率(着手数)、平均解答数を算出する。正答率(全体)は、競技者 12 人に対する正答数の割合である。正答率(着手数)は、解答を 1 回でも提出した競技者数に対する正答数の割合である。平均解答数は、問題に対して競技者が提出した解答数の平均値である。算出したこれらのデータを用いて、4 つの難度特性の解答状況を分析する。分析結果を表 1 に示す。

知識を問う問題は、着手数率、正答率(全体)、正答率(着手)が高い傾向にある。これは、用語に関する知識を知らなかったとしても、情報検索を行うことが可能であるからだと考える。また、平均解答数が低い。これは、情報を検索することが可能なため、用語に関する解釈の違いが生まれにくいからだと考える。

次に計算を要する問題に着目した。問題番号 14 の問題は、ブラウザで答えを検索することができるため、着手数率、正答率がともに高かった。次の試行実践では、検索しても答えがでないオリジナルの計算問題を用意し、傾向を見る必要があると考える。

次に大量の単純作業を行う問題に着目すると、平均解答数が高い傾向にあることが分かった。これは、ひっかけや解釈の違いによって誤答を提出しやすいからだと考える。この結果から、問題を正しく解釈させる、または、正答への一歩目を踏みださせるようなヒントが必要になると考える。

問題番号 1, 2 は正答率(全体)が低い。これは、作業というよりは、ひらめきが必要な問題であるからだと考える。以上により、難度特性ごとに解答状況の傾向が見られた。また、技能を有する問題は着手数率、正答率(全体)が低くなることがわかった。

7. おわりに

セキュリティを意識させる情報リテラシ教育として、CTF 競技を取り入れた大会イベントを提案し、大会運営サーバ BeeCon を開発している。CTF は、ジェパディ型で、分野と難易度に応じて、問題を 6 つのカテゴリに分類する。本論では、問題ごとの 4 つの難度特性について検証した。

試行実践から、難度特性ごとに問題の解答状況に傾向がみられた。技能を有する問題は、ほかの 3 つの難度特性を有する問題よりも、着手数率、正答率が低い傾向にあるがわかった。

今後は、難度特性を競技者にも提示し、問題の取舍選択や、メンバ間の分担、協力を支援し、コンテストの活性化に役立てる。また、ヒントの出し方や内容のルールを定め、競技者を適切に誘導することで、BeeCon の教育効果を高める。

カテゴリ	対象者	出題分野
1	一般の大学生	1 キーボードのキー配置とシフト操作
		2 マウスやタブレットの操作
2	理系の高校生	3 Web ページの閲覧や URL 指定の構成
		4 Web ブラウザと情報検索エンジンの機能
3	情報系新入生	5 セキュリティ関連の用語
		1 様々なユーザ認証とパスワードの重要性
4	意欲的高校生	2 圧縮ファイルや実行ファイルのバイナリ
		3 マルチメディアのファイル形式の復元再生
		4 Web ページの HTML ソースの閲覧
		5 オープンな SNS からの情報入手
		6 二進数やビット列の変換と計算
		1 文字化けのテキストと文字コードの変換
		2 合同式や素因数分解の計算
		3 簡単な暗号解読やエンコード文字列の復元
		4 悪意のある Web ページへのアクセス回避
		5 PC の OS のコマンドのコマンド操作
		1 文字列とハッシュ値の変換
		2 文字列の検索と正規表現の利用
		3 バイナリエディタによるビット列の走査
		4 C 言語のプログラムの実行

図 1 問題のカテゴリと出題分野

表 1 試行実践の問題と解答状況

番号	分野	難度	配点	知識	計算	技能	作業	着手数率	正答率(全体)	正答率(着手)	平均解答
1	1-1	A	50	×	×	×	△	1.00	0.50	0.50	12.58
2	1-1	B	100	×	×	×	○	0.17	0.00	0.00	4.50
3	1-3	A	50	△	×	×	×	1.00	1.00	1.00	1.33
4	1-3	D	250	△	△	×	○	0.92	0.83	0.91	3.00
5	1-4	B	100	△	×	×	△	1.00	1.00	1.00	1.25
6	1-4	D	200	○	×	×	○	1.00	1.00	1.00	3.67
7	1-5	A	50	△	×	×	×	1.00	1.00	1.00	1.42
8	2-1	A	50	×	×	×	△	1.00	1.00	1.00	1.42
9	2-2	C	150	○	×	×	△	1.00	0.92	0.92	4.08
10	2-2	D	200	○	×	×	○	0.92	0.92	1.00	1.36
11	2-3	B	100	○	×	×	×	0.42	0.42	1.00	1.40
12	2-4	D	200	○	×	×	○	0.67	0.58	0.88	3.75
13	2-4	D	200	○	×	×	○	0.50	0.42	0.83	1.00
14	2-6	D	200	○	○	×	×	0.83	0.83	1.00	1.10
15	3-3	C	250	○	×	×	○	0.75	0.67	0.89	2.44
16	3-3	D	300	○	△	×	○	0.58	0.00	0.00	2.57
17	3-4	B	200	○	×	×	△	0.92	0.42	0.45	9.27
18	4-2	B	250	△	×	×	○	0.83	0.83	1.00	1.40
19	4-3	D	300	○	×	○	×	0.00	0.00	0.00	0.00
20	4-4	D	300	○	×	○	×	0.42	0.17	0.40	5.40

参考文献

- (1) ksnctf, ksnctf: <http://ksnctf.sweetduet.info/>.
- (2) akictf, akictf: <http://ctf.katsudon.org/>.
- (3) 碓井利宣, 竹迫良範, 廣田一貴, 保要隆明, 前田優人, 美濃圭佑, 三村聡志, 八木橋優: セキュリティコンテストチャレンジブック, マイナビ出版 (2015) .
- (4) 中矢誠, 富永浩之: 情報セキュリティの教育機会としてのハッキングゲーム CTF, ゲーム学会 第 9 回合同研究部会 研究報告, Vol.9, No.2010-GE-1, pp.1-2 (2011) .
- (5) 西村拓海, 中矢誠, 富永浩之: 情報セキュリティの導入教育を目的とした出題型ハッキング競技 CTF の試行実践における解答ログの分析, 情報処理学会 第 80 回全国大会講演論文集, Vol.2018, No. 5ZE-01 (2018) .

初心者のための出題型ハッキング競技 CTF と連携する 余興ゲームの GUI の検討

GUI of Assistive Entertainment Games Cooperated with Hacking Competition CTF with Jeopardy Style for Preliminary Education about Information Security

村山 弘明^{*1}, 中矢 誠^{*2}, 富永 浩之^{*1},
Komei MURAYAMA^{*1}, Makoto NAKAYA^{*2}, Hiroyuki TOMINAGA^{*1}

^{*1}香川大学工学部電子・情報工学科

^{*1}Kagawa University

^{*2}アキュトラス

^{*2}Aqutras

Email: s14t269@stmail.eng.kagawa-u.ac.jp

あらまし：情報セキュリティの導入教育として、初心者を対象とする出題型ハッキング競技 CTF の大会を提案している。大会に娯楽要素を持たせるため、CTF 競技と連携した余興ゲームを導入している。大学新入生だけでなく、教育機関などでのオープン利用を目指している。高大連携での利用に向け、取り込む候補として、いくつかの余興ゲームを提案している。本論では、余興ゲームの機能と GUI、および大会内での連携方法を検討する。

キーワード：出題型ハッキング競技 CTF、セキュリティ導入教育、余興ゲームの GUI、効果的連携

1. はじめに

ハッキング競技 CTF は、旗(フラッグ)に見立てた、サーバ側に隠された情報を、ハッカーとしての知識や技能を総動員して、探し出すものである。インターネット上で参加できるチーム対抗の大会が多い。世界各地で開催されていて、マスコミでも注目されている。日本でも SECCON⁽¹⁾ が開催されている。近年は、初心者向けのイベントも行われ、参加者の裾野が広がっている。米国では picoCTF⁽²⁾ など、中高校生を対象とした、ゲーム性の高い CTF 大会も実施されている。

本論では、CTF 大会と連携する余興ゲームについて、機能と GUI、および大会内での連携方法を検討する。

2. 情報セキュリティの導入教育の CTF 大会

本研究室では、初心者を対象とする情報セキュリティの導入教育として、出題型(ジェパディ型)の CTF の大会イベントを提案している。ハッカー向けの本格的な CTF と異なり、ゲーム感覚で楽しみながら、誰でも気軽に参加できる大会を目指す。そのため、パソコンやインターネットの入門者でも参加できる内容とする。大会運営サーバ BeeCon を開発し、試験的に運用している⁽³⁾。競技者は、チーム単位で問題に取り組む。大会の進捗状況を Web で公開し、観戦者にも広く関心を持ってもらう。大会の後は、講評の時間を設け、復習を促す。参加が難しい入門者には、サポータ制のように、特定の競技チームへの応援者という役割を与える。応援者は、競技者と協調して取り組める余興ゲームに参加する。競技者ととともにゲームに参加することで、興味や関心を湧かせ、次回以降の CTF への参加を促している。

3. CTF と連動する余興ゲーム

余興ゲームとしては、CTF 競技を盛り上げ、応援団がチームをアシストできるものを導入する。CTF と連動し、ゲームのポイントが競技の過程や結果に影響を与えるようにする。形式としては、状況に応じ、競技の得点に加算するもの、得点を一定倍にするもの、ヒントを閲覧する権利を与えるものを検討している。これにより、応援者はチームに貢献し、競技に間接的に参加することになる。余興ゲームの題材としては、神経衰弱、陣取りゲーム、ポーカー、クロスワードパズルなどを検討している⁽⁴⁾。

応援者には CTF 競技に関わっている実感をもたせる必要がある。競技者の状況が、余興ゲームに影響を及ぼし、応援者が加勢する余地が無くなると、意欲を削がれる可能性がある。そのため、余興ゲームの進行自体は、競技者の解答状況と分離させる。ゲームの進行を CTF 競技と独立させるには、ターン制で行われるゲームを用いるのが良いと考えている。そこで本論では、ターン制で進行する、陣取りゲームを題材として取り扱う。これは、テレビクイズ番組「アタック 25」のパネルのようなゲームである。

4. 余興ゲームの機能と GUI

本研究で扱う陣取りゲームの詳細なルールを示す。このゲームは、ターン制で行われる。1 ターンの間を決めておく。自分のターンになったら、パネル上の空いているマスをも 1 つだけ、自チームのものにする。自チームのマスで他チームのマスを含んだ場合、挟んだマス全てが自チームのマスとなる。図 1 上の例では、青色チームが 7 番のマスを確認し、13 番のマスの色を変えている。全てのチームのターン

が終了したら、応援者は簡単な問題を、次のターン開始まで解く。問題はセキュリティやITモラルに関するトリビア問題などが複数出題される。演習の実施時間を考慮して、問題の出題数は5問~10問を考えている。出題される問題は、全チームで共通である。また、ターンが終了する毎に、出題する問題を更新する。一番多くの問題を解くことができたチームが、次のターンで、他のチームのマス奪い、自チームのものにする権利を獲得する。図1下の例では、青色チームが5番のマスを確保し、さらに、前のターンで獲得した、他チームのマスを奪う権利により、21番のマスを塗り替えた。そして、挟んだマスすべての色を変えている。

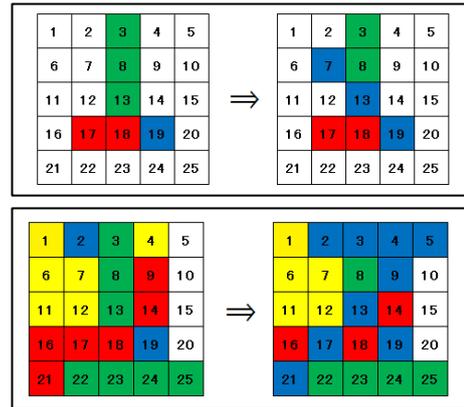


図1 余興ゲーム 陣取り

陣取りゲームのGUIを図2と図3に示す。陣取りゲームを行うパネル部と、手番の合間に解くクイズ部に分けている。これにより、複数の応援者の中で、クイズを解く人と、次の手を考える人に分担することができる。パネル部には、参加者が混乱しないように、チーム一覧と色の対応表を掲載している。

5. 余興ゲームとCTFの連携方法

本論における陣取りゲームでは、チームに得点が加算される形式のみを採用する。これは、マスを奪い合うというゲーム性を考慮している。得点加算形式では、参加者は、マスの変動による得点計算が容易である。ヒントを閲覧する権利を与える形式では、マスを奪われる前にヒントを閲覧すれば良いため、マスを奪われた際のデメリットが小さい。また、解答点の倍率を上げる形式の場合、奪われた際の得点計算が煩雑になる。

次ターンまでの待ち時間に解くクイズでは、情報セキュリティやトリビア問題の他にも、簡単なCTFの問題も数問出題する。この問題は、可能な限り参加しているCTFで出題されるものと同じ問題にしておく。応援者に簡単なCTFの体験をさせ、次回以降での、競技者としての参加を促す。

6. おわりに

情報セキュリティの導入教育の一環として、大学新入生や高校生を対象とする初心者向けのCTF大会を提案し、大会運営サーバBeeConを開発している。観戦者の参加意識を高めるため、競技チームに対する応援者という立場を導入している。応援者は、余興ゲームに参加して、競技者の得点に関与する。

本論では、陣取りゲームを題材として、余興ゲームの機能とGUI、CTF競技との連携方法を検討した。応援者がCTF競技に関わり、かつ興味を持ってもらえるように、ターンの間の待ち時間に簡単なセキュリティに関するクイズとCTF問題を解かせることを検討した。

今後は、本論で検討した、陣取りゲームの実現とCTF競技の連携を目指す。また、実際の教育実践として、運用実験を行い、システムの教育的効果を検証する。

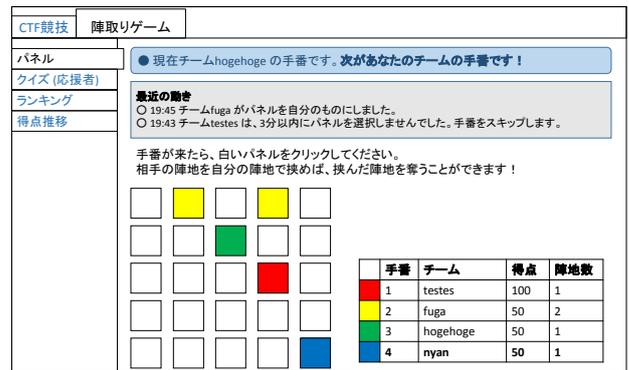


図2 陣取りのGUI パネル部

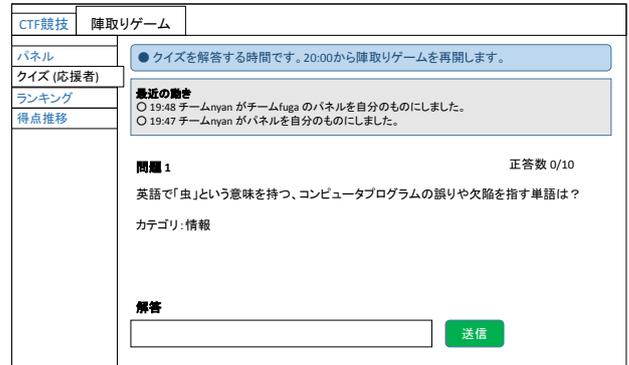


図3 陣取りのGUI クイズ部

参考文献

- (1) SECCON : SECCON CTF, <http://www.seccon.jp/>
- (2) picoCTF : picoCTF, <https://picoctf.com/>
- (3) 中矢誠, 赤木智史, 富永浩之: “情報リテラシとセキュリティの導入教育のための初心者向けのハッキング競技CTFによる大会イベント - 大会運営サーバBeeConの設計と実装 -”, 信学技法, Vol.115, No.223, pp.53-60 (2015)
- (4) 赤木智史, 中矢誠, 富永浩之: “初心者のためのハッキング競技CTFへの観戦者を巻き込んだ余興ゲームの導入”, ゲーム学会GE研究部会研究報告, Vol.7, 2013-GE-1, pp.1-6, (2014)

責務を意識したオブジェクト指向開発のための 初級 Java 演習における整列算法の題材

Problems about Sorting Algorithm in Java Programming Exercises based on Stepwise Development and Responsibility as Object-Oriented Approach

石井 怜央^{*1}, 辻 健人^{*1}, 富永 浩之^{*1}
 Reo ISHII^{*1}, Kento TSUJI^{*1}, Hiroyuki TOMINAGA^{*1}
^{*1}香川大学工学部
^{*1}Faculty of Engineering, Kagawa University
 Email: s18g455@stu.kagawa-u.ac.jp

あらまし: 本研究では, Java 入門に続き, 責務を意識したオブジェクト指向開発手法のプログラミング演習を提案している. 整列算法を題材として, 処理の構造化, 機能の分割と拡張, データの抽象化など, 模範コードの穴埋めや修正を通して学習させる. 本論では, 課題の構成について議論する. まず, 本課題で学生に習得させたいオブジェクト指向の概念を検討する. その上で, 対応した模範コードを構築し, 穴埋め箇所を検討する.

キーワード: オブジェクト指向, 初級 Java プログラミング, 段階的開発, 整列算法

1. はじめに

大学情報系学科では, オブジェクト指向プログラミング(OOP)として, C++/Java 言語を対象とした入門授業が開講されている. ここでは, クラス継承, インスタンス生成, メソッド定義など, 必須な文法事項を習得する. しかし, 学生は C 言語のような手続き的な処理の記述に留まりがちである.

本研究では, それに続く, オブジェクト指向による設計と実装を実践的に行う演習を提案している[1][2]. また, 教育効果の高い問題設定と, 必要機能を提供する演習支援システム TooDex を開発している(図 1). 本システムでは, 実行性能テストと品質検証テストの 2 段階のテスト手法を用いて, オブジェクト指向開発の学習を支援する.

2. 責務を意識した OOP の演習の概要

本演習では, 模範コードの一部を隠蔽して設問として出題し, チームで分担して解答する. 達成度や理解度を確認するため, システム上で実行性能テストと品質検証テストを実行する.

実行性能テストは, 入出力サンプルと実行結果の照合や処理速度など, ブラックボックスへの機能要件としての外部評価を行う. チームの各メンバーが分担したコード部分のみを模範コードに差し替えて実行する個別テストと, チーム全体でコードを統合して実行する集結テストがある.

品質検証テストは, 非機能要件であるソースコードの品質を問う内部評価である. 凝集度や結合度などの観点から, コードの安全性や拡張性を試練コードで検証する. ソフトウェアメトリクスによる静的解析で, 冗長性や複雑度が異常な値を示すコードには警告を与える.

段階的な設問により, オブジェクトの責務を意識させ, テスト駆動やリファクタリングを誘導する.

責務を意識したコーディングとしては, 以下のよう
な項目がある.

- ある 1 つの目的のために振舞いのみを実現
- 必要な情報のみを参照し, 必要な情報のみを開示する
- 不要な機能を持たず, 余計な副作用は持たない
抽象メソッドによるインタフェースの統一
- 他のオブジェクトとは最小限のメッセージ通信のみ

3. 整列算法の題材とする課題例

本研究では, 典型的な事例として, 各種の整列算法を採用する[3]. ただし, 個々の算法そのものは既習とし, 開発手法の題材として扱う. したがって, C 言語でのプログラムは予め提示しておき, オブジェクト指向プログラミングの観点から, Java 言語に移植する例題となっている. 以下に, 開発手順を述べる. 扱うクラスやメソッドは, 表 1 の通りである.

(1) データ構造の主要クラスの概略的な設計

まず, 整数を持つデータ構造を用意する. 2 つのデータが正順かどうかを判定する比較メソッドも実装する. 次に, データ列のクラスを用意する. データの比較メソッドによって, 整列済かどうかの内部状態を判定するメソッドを用意する. また, 格納順で標準端末に出力するメソッドや, 要素を交換するメソッドを実装する.

(2) データ構造の生成

データ数を与えて, 整列の対象となるデータ列を生成する抽象クラスを用意する. その下に定義されたそれぞれの下位クラスで, 抽象メソッドをオーバーライドし, 3 通りのメソッドを実装する. それぞれのクラスで, $0, 1, 2, \dots, n$ の整列済のデータ列, 標準端末からの入力指定によるデータ列, ある範囲の乱数によるデータ列などを生成する. 抽象クラスの具体化, 上位クラスからの継承による派生クラスの生成などを実習する.

(3) 仕様に沿った関連クラスの部分的な実装

データ列を生成する抽象クラスの下位クラスを実装する。入力からデータ列を生成する場合、入力メソッドを実装する。標準端末から文字列として与えられたデータを、整数を持つデータクラスのインスタンスに格納し、それをコレクションに push していく。

(4) データの汎化と抽象クラス

数値データのクラスを汎化した、抽象クラスを用意する。データとしては、実数値、文字列、複数値のベクトルなども扱う。比較メソッドもデータに合わせてオーバーライドする。文字列ならば辞書式順序、ベクトルならば総和や二乗平均での大小を用いる。データ列の生成を行う下位クラスも必要な修正を行う。

(5) 特化クラスでの整列算法の具体実装

まずは、単純整列算法を実現する。整列処理の抽象クラスを用意し、整列メソッドを定義する。このメソッドの実行後、データ列の内部状態は整列済みになる。抽象クラスの特化クラスは、単純選択法、単純挿入法、単純交換法の3つで、指定範囲に対する独立したメソッドとして実装する。各メソッドは、簡単なテストコードから試行的に呼び出し、単体テストで確認する。問題文には、C 言語での実装例を開示し、Java の Sequence 型および NumData 型に、これを適応するような形で実装してもらう。この段階では、関数分割や、比較回数や交換回数の最適化などは問わない。ここで、結合度を抑えて凝集度を高めるモジュール化、オブジェクトと責務の分担を意識させる。

(6) 単純整列算法のリファクタリング

前段階で実装した単純整列算法の部分配列への拡張を行う。具体的には、整列算法アルゴリズムの内側のループをプライベートな別関数に切り分けるというリファクタリングを行う。これを問題として導入している意図としては、リファクタリングによるコードの修正を体感させるためである。最も小さいスコープで、単純なリファクタリングの例を扱い、受講者にリファクタリングを意識させる。内側のループをプライベートな別関数に切り分けるメリットとして、各種の単純整列算法の特徴を比較しやすくなる。再帰法への書換えが明確になる。

(7) 例外処理

単純整列算法のメソッドに対して、範囲外の入力が行われたときに適切に例外処理を行うように修正する。この問題のテストでは、範囲外の入力をあえて行い、例外が投げられるかどうかを検証する。例えば、問題の要件定義で、データ列の最大長が 100 とされていると仮定する。その要件下で、列長が 150 あるデータ列をメソッドに渡す。このとき、メソッドは要件外の入力に対して、バリデーションを行い適切な例外処理を行わなければならない。

4. おわりに

責務を意識したオブジェクト指向開発のための初級 Java プログラミング演習を提案している。支援システム TooDex を開発している。効果的な題材として整列算法を取り上げ、課題としてのクラス設計や開発手順を議論した。今後は、問題をシステムに登録し、試行実践を行う。

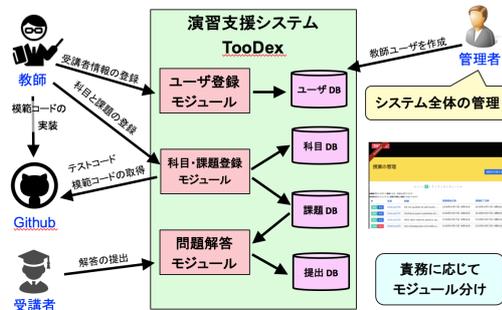


図 1 支援システム TooDex の概要

表 1 扱うクラスやメソッドの一覧

クラス / メソッド	機能
(1) NumData	整数データを持つデータ構造
isOrder()	2つのデータが正順か確認する
(1) Sequence	整数データ列のデータ構造
isSorted()	データ列が整列済みか確認する
output()	データ列を標準端末に出力する
swap()	指定位置のデータを交換する
(2) SequenceGenerator	データ列を生成する抽象クラス
generate()	データ列を生成する
(2) NormalGenerator	整列済みデータ列を生成する
(2) InputGenerator	入力からデータ列を生成する
(3)input()	標準端末から入力を受け取る
(2) RandomGenerator	乱数生成で乱列を生成する
(2) ShuffleGenerator	データ列の攪拌で乱列を生成する
(4) Data	整列するデータ構造の抽象クラス
(5) Sort	整列算法の抽象クラス
sort()	データ列を整列する
(5) SelectSort	選択ソートを行う
(5) InsertSort	挿入ソートを行う
(5) ExchangeSort	交換ソートを行う

参考文献

- (1) 玄馬史也, 富永浩之: “オブジェクト指向の入門的な開発スタイルを意識させる初級 Java プログラミングのグループ演習の構想”, 情報処理教育シンポジウム SSS2015, Vol.2015, No.9, pp.1-6 (2015)
- (2) 辻健人, 玄馬史也, 富永浩之: “オブジェクト指向における段階的開発への誘導を目指す初級 Java 演習支援の課題検討”, 教育システム情報学会 第40回 全国大会, Vol.40, pp.331-332 (2017.09)
- (3) 石井伶央, 辻健人, 富永浩之: “オブジェクト指向における段階的な開発とテスト駆動を誘導する応用 Java 演習の支援システム ~ 整列算法のコードの修正と拡張を題材とする演習進行の仮想実験とユーザー評価 ~”, 信学技報, Vol.118, No.46, pp.11-16 (2018.05)

機械学習を用いた 生体情報からの学習者の心的状態のリアルタイム推定と学習支援の試み

Real time estimation of learner's mental state from biometrics using machine learning and attempts to support learning

宇野 達朗^{*1}, 田和辻 可昌^{*2}, 松居 辰則^{*2}
Tatsuro UNO^{*1}, Yoshimasa TAWATSUJI^{*2}, Tatsunori MATSUI^{*2}

^{*1} 早稲田大学 人間科学部

^{*1} 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:katappo@fuji.waseda.jp

あらまし：教授・学習過程において学習者の心的状態を把握することは教育効果・学習効果の観点から極めて重要である。本研究では、機械学習を用いて、教師の発話および学習者の生理指標と心的状態の関係の抽出を試みた。またリアルタイム学習支援のモックアップを行なった。学習者の生理指標については、NIRS、脳波、呼吸・皮膚コンダクタンス・容積脈波計を取得した。一方、学習者の心的状態は Achievement Emotions Questionnaire：AEQ を用いて、9つの感情状態で抽出された。本シミュレーションから、深層学習を用いることで、高い精度で教師の発話と学習者の生体情報から心的状態の推定が可能であることが示唆された。またモックアップの結果、本研究の目指す学習支援システムが有効である可能性が示唆された。
キーワード：生体情報、深層学習、感情推定、AEQ、学習支援

1. 背景と目的

教授・学習過程において学習者の心的状態を把握することは教育効果・学習効果の観点から極めて重要である。教育工学研究においても、生体情報を学習行為や心的状態と関係付けるための基礎的な研究は多くの知見を蓄積している。

そこで、本研究では、学習に関わる多面的情報から深層学習を用いて学習者の心的状態の推定を行うこと、またそのリアルタイムでの学習支援を検討することを目的とする。

2. 先行研究

松居ら⁽¹⁾は生体情報を学習行為や心的状態と関係付けるための基礎的な研究を試みている。松居ら⁽¹⁾は、教師と学習者のインタラクションにおける教師の発話と学習者の生理データ、および学習者の心的状態との関係の形式化を試みている。一方、堀口ら⁽²⁾は機械学習アルゴリズムを用いて学習者の知識・理解状態、心理状態の両側面を推定する機能を実装し、適切な自動メンタリングを実現するために必要なモデルと技術基盤を開発している。堀口ら⁽²⁾はRyuら⁽³⁾の定義した、細かい粒度でサンプリングした行動的特徴であるLLI(Low-Level Interaction)リソースに基づき、それらの特徴に基づく行き詰まりの

推定システムを提案したが、ニューラルネットワークのトレーニングの最適化や学習者の心理状態の取得方法の検討などの課題が残る結果となった。

3. 学習に関わる多面的情報取得の実験

被験者は個別指導塾の教師1名と、そこに通う生徒1名であった。生徒にはRyuら⁽³⁾の定義したLLIリソースに倣った生体情報(容積脈派、呼吸、皮膚コンダクタンス、脳血流、脳波)を計測しながら通常通りの授業を受けてもらった。分析者が授業映像を見ながら自作アプリケーションを用いて教師発話をPekrunら⁽⁴⁾の定義する9種類のカテゴリ(1:説明, 2:発問, 3:指示確認, 4:復唱, 5:感情受容, 6:応答, 7:注意, 8:雑談, 9:その他)に分類した。

心的状態を9種類(Enjoy, Hope, Pride, Anger, Anxiety, Shame, Hopelessness, Boredom, Relief)のカテゴリに分類した。生徒には後日、授業時のビデオを見ながら自作アプリケーションを用いて授業時の心的状態の内省報告を求めた。教師には実験後に、撮影していた授業の映像を見返しながら生徒の心的状態を自作アプリケーションを用いて予測してもらった。その結果、生徒による内省報告と教師による予測との一致率は、9感情において24.11%であった。

4. 深層学習での分析

本節では、前節で得られた学習者の生体情報と心的状態との対応づけに用いた深層学習について述べる。入力には教師発話、生徒の皮膚コンダクタンス、呼吸、容積脈派、NIRSの5つとした。出力は生徒の心的状態(9カテゴリ)とした。実場面での応用を考慮し、サンプリングレート異なる各入力情報の粒度を補完する点を除き、NIRSの帯域平均化やデータの標準化などの加工は行わなかった。

ネットワーク構造は入力層・中間層(4層)・出力層の6層からなる多層パーセプトロンであった。中間層のユニット数は探索的に、中間層1層目のユニット数を69、2層目を89、3層目を80、4層目を69とした。

python3.5, Tensorflow(ver 0.12.1) で深層学習を実装しそれぞれの画像関係に関する学習を70000回行なった。活性化関数は中間層では tanh 関数を、出力層ではソフトマックス関数を用いた。また、損失関数にはクロスエントロピー誤差関数、オプティマイザーには Gradient Descent(最急降下法)を用いた。学習率は0.08とした。データ全体の6割を学習データ、4割を評価データとして交差検定を10回行なった。

その結果、76%の精度で生徒の生体情報から心的状態を推定することができ、人間教師の一致率である24.11%を大きく超える結果であり、深層学習を用いた学習支援の応用可能性が示唆された。

5. リアルタイム学習支援モックアップ実験

深層学習を用いた教師へのリアルタイム学習支援実験の効果を予備的に調査するモックアップを行なった。このモックアップでは教師がインターフェースの情報を元に教授行為を変化させるかを検証することを目的とした。被験者は教師役1名と生徒役1名とし対面の授業(10分×4回)を行ない、各授業の終わりに心的状態予測インターフェースの有効性を確かめるインタビューを行なった。リアルタイムでの生体情報取得、分析を行わずに、心的状態予測インターフェース(心的状態のそれぞれの深層学習の出力値をPositive(i.e. Enjoy, Hope, Pride, Reliefの程度の合計値)と Negative(i.e. Anger, Anxiety, Shame, Hopelessness, Boredomの程度の合計値)に分類し、PositiveとNegativeの合計値を表示)とした。2.5秒毎に

インターフェースの更新を行なった(図1)。

インタビューの結果、解説を行なっている際は学習支援システムを見れないという課題があげられたため、推定値の変化によって振動で警告を出すといった工夫が必要であることがわかった。しかし教師がインターフェースを参考に教授方略に変化を加え、生徒の理解度向上を図ったということから、本学習支援システムが有効である可能性が示唆された。

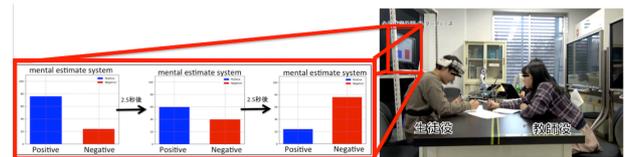


図1 モックアップとインターフェースの様子

6. まとめと今後の展望

生体情報計測機器を用いて学習に関わる多面的情報の取得実験を行なった。実験で取得したデータに加工を施し、深層学習での分析を試みた。結果は76%の精度で学習者の心的状態を推定ができた。モックアップ実験を行なった結果、リアルタイム学習支援の有効性の可能性が示唆された。

一方、多層パーセプトロンのトレーニングの最適化や、リアルタイムでの学習支援実験における一連の動作を実現するにあたって課題が残る結果となった。

モックアップの結果、生徒への生体計測機器の簡素化や教師への学習支援において、インターフェースの設置位置の最適化や、推定値の変化によって振動で知らせるなど様々な工夫が必要であることがわかった。

参考文献

- (1) 松居 辰則, 竹花 和真: 学習時の多様な情報の統合分析による関連性抽出に関する実験的検討, 第29回人工知能学会全国大会(2015)
- (2) 堀口 祐樹, 小島 一晃, 松居 辰則: e-learningにおける学習者の Low-Level Interaction 特徴に基づく行き詰まりの推定システム, 第24回人工知能学会全国大会, 2F1-3(2010)
- (3) Hokyoung Ryu, Andrew Monk: Analysing interaction problem with cyclic interaction theory: Low-level interaction walkthrough, PsychNology Journal, Vol.2, No.3, pp.304-330(2004)
- (4) 岸俊行, 野嶋栄一郎: 小学校国語科授業における教師発話・児童発話に基づく授業実践の構造分析, 教育心理学研究, Vol.54, No.3, pp.322-333(2006)

オンライン自由記述問題の解答に対する 即時フィードバックのための自動評価手法

Automatic evaluation method for immediate feedback on answer to online free description problem

生田 寛^{*1}, 榎原 竜之輔^{*1}, 杉谷 賢一^{*2}, 久保田 真一郎^{*2}, 中野 裕司^{*2}

Kan IKUTA^{*1}, Ryunosuke MAKIHARA, Kenichi SUGITANI^{*1}, Shin-Ichiro KUBOTA^{*1}, Hiroshi NAKANO^{*1}

^{*1}熊本大学大学院, ^{*2}熊本大学

^{*1}Kumamoto University Graduate School, ^{*2}Kumamoto University

Email: kan@st.cs.kumamoto-u.ac.jp

あらまし：オンライン小テストの記述問題は解答が多様なため自動的に評価して、フィードバックを返すことが困難である。本研究では、解答に含めるべき文が不定の自由記述問題に対して過去の解答例をもとに潜在的意味解析を用いて学習者の解答文を自動評価できる仕組みを提案する。

キーワード：自動評価, フィードバック, 潜在的意味解析

1. はじめに

LMSの小テスト機能の記述式問題では解答が多様であり、自動評価が困難で、採点者は評価に多大な負担を要す。中島の研究⁽¹⁾は、文字数制限があり解答に含めるべき文が定まる記述問題において、複数の採点済みの解答を学習データとし、機械学習手法を用いて自動評価のための自動識別を試みている。その結果、相応の識別力を確認したが、判定を失敗する解答文があることを確認している。このように、解答に含めるべき文が定まっていたとしても、その自動識別は困難となっている。石岡らの研究⁽²⁾では、新聞の社説やコラムを学習データとし、文章の構造、論理構成、内容をもとに、小論文を自動採点するシステムを開発している。このシステムは、800字から1600字程度の小論文に対して有効であるとされ、短文で解答するような記述式問題では、構造や論理構成の評価ができるとは限らない。また、小論文の内容を潜在的意味解析手法により評価しており、内容判定の問題点として、学習データにない文章の内容をうまく評価できないことを指摘している。

2. 目的

中島の研究では解答に含めるべき文が定まっていない自由な記述が許される問題設定の場合、学習データに存在しない文章を含む可能性が高く、十分な結果が得られないと考えられる。また、石岡らの研

究では、潜在的意味解析手法による内容判定は特定のテーマが設定された記述問題であれば、短文であっても判定に有効と考えられる。そこで、本研究では、オンライン記述問題のうち、特定のテーマ設定がされた短文の自由記述問題に対して自動評価する手法について提案する。

3. 提案手法

研究対象となる問題は、特定のテーマ設定がされた短文の自由記述問題である。次の手順によって自動評価する手法を提案する。

- (1) 研究対象とする自由記述問題の過去の答案に、評価者がフィードバックの必要があると判定する文(悪い文)と正解とする文(良い文)とに分類する。
- (2) 評価者が良い文と判定した文章を使って単語文書行列を作成し、潜在的意味解析手法により要約された単語文書行列 X を生成する。
- (3) 評価対象となる解答文を単語文書行列と同じ手法でベクトル V とする。
- (4) 要約された単語文書行列 X の各行と評価対象となる解答文のベクトル V との類似度を求める。
- (5) 良い文は高い類似度、悪い文は低い類似度を示すと考えられるため、類似度をパラメータとして適切な閾値を設定し、良い文かを判定する。

4. パラメータ決定の検証実験と評価実験

特定のテーマに関する短文の自由記述問題として、2017年10月から12月に開講された授業で実施されたオンライン記述式問題の解答文を対象として検証実験および評価実験を行った。図1に問題文を示す。

今週学習した内容から自分の実生活あるいは将来役に立つと思われるキーワードを1つあげ、下記入力欄に記入しなさい。

解答:

上記キーワードが、あなたの実生活あるいは将来にどのように役に立つと思ったのか、記述しなさい。

解答:

図1 オンライン記述式問題の問題文

図1に示すように、まず学習したキーワードを答える問題が設けられ、そのキーワードに従って自由記述問題が設けられている。評価者が評価した結果、キーワード W_1 に対して良い文 25 個、悪い文 31 個があった。これらのデータをもとに交差検証を行い、パラメータを決定した。良い文を 5 個ずつの 5 組にわけ、5 組から 2 つの組を選び、2 組の 10 個の文章から潜在的意味解析を行った単語文書行列 X を作成し、行列に使用しなかった 3 組の良い文 15 個、悪い文 31 個の中から選出した悪い文 15 個の合計 30 個をテストデータとした。テストデータの 1 個 1 個と行列 X の各行との類似度をそれぞれ算出し、算出される 10 個の類似度をもとに、悪い文か、良い文かを評価する。10 個の類似度の代表値として平均値、最大値、最小値、中央値を扱い、閾値を 0.05 刻みで変化させ、それぞれの代表値が閾値の類似度より低い場合、悪い文と評価する。評価者が悪い文と判定した解答文を、類似度の代表値によって悪い文と判定できたか否かにより精度の指標である F 値を求めた。この F 値の算出を 5 組から 2 つの組を選ぶ全ての組み合わせ (10 パターン) で行い、各パターンで F 値が最大となる代表値を扱うことにした。今回の実験では、最大値と中央値の両方の値を扱う場合に、各パターンで F 値が最大となったので、判定の指標として、類似度の最大値と中央値を扱うことにした。次に、閾値を決定するために、最大値を指標として閾

値を 0.05 刻みごとに変化させ 10 パターンの F 値を積み上げた値をプロットし、その値が最大となる 0.6 を閾値とした。また、中央値を指標とした場合についても同様にプロットし、その値が最大となる 0.5 を閾値とした。これらの検証実験によって、評価対象の解答文のベクトル V と単語文書行列 X の各行との類似度から、その最大値および中央値を使い、最大値の閾値を 0.6、中央値の閾値を 0.5 として判定を行うこととした。

この提案手法の有効性を確かめるために、別のキーワードの解答文をもとに評価実験を行った。キーワード W_2 をもとに解答された解答文は、良い文 15 個、悪い文 74 個であった。15 個の良い文をもとに単語文書行列 X を生成し、その他の悪い文すべてに対して提案手法による判定を行った。その結果を表 1 に示す。本提案手法により悪い文 74 個のうち 69 個を悪い文と判定でき、5 個を判定できなかった。

表1 キーワード W_2 の悪い文 74 個の評価

	悪い	悪くない	再現率
最大値と中央値	69	5	0.93

5. まとめ

テーマが設定された短文の自由記述問題に対する過去の解答文をもとに単語文章行列を作成し、潜在的意味解析手法により生成される新たな単語文書行列を使って類似度を求め、類似度をもとに良い文と悪い文を判定する手法を提案した。パラメータを決める検証実験をもとに閾値を決定し、提案手法の妥当性を検証する実験を行い、高い再現率を実現した。しかし、正しく判定できなかった解答文もあり、これらの解答文に対してさらに考察することで、さらに再現率を向上することができると考えている。

参考文献

- (1) 中島 功滋, 機械学習を利用した短答式記述答案の自動識別, 日本教育工学会 第26回全国大会, pp639-640, 2010年
- (2) 石岡 恒憲, 亀田 雅之, コンピュータによる小論文の自動採点システム Jess の試作, 計算機統計学 第16巻 第1号, pp3-19, 2003

運筆情報と画像処理を利用したデジタルペン習字学習支援システムの開発

Development of Digital Penmanship Learning Support System using Stroke Information and Image Processing

長井 孔明^{*1}, 越智 洋司^{*2}

Koumei NAGAI^{*1}, Youji OCHI^{*2}

^{*1} 近畿大学大学院 総合理工学研究科 エレクトロニクス系工学専攻

^{*1} Graduate School of Science and Engineering Faculty of Science and Engineering, Kindai University

^{*2} 近畿大学 理工学部 電気電子工学科

^{*2} Department of Science and Engineering, Kindai University

Email: ochi@kindai.ac.jp

あらまし：本研究では人間の「ペン習字」に注目し、字を綺麗に書ける人と書けない人でどのような違いがあるか分析・評価することで字を綺麗に書けるよう支援することを目的とした。方法としては、ペン入力から運筆情報を取得し熟達者と比較、画像処理技術を使用して被験者が書いた字のバランス等を分析・評価する。

キーワード：ペン習字支援、運筆情報、画像処理、習字スキル

1. はじめに

ペン習字とは、ボールペンや鉛筆を用いて字を美しく書く事を指す。字の美しさは、字の形や大きさや筆圧等から書き手の性格や適性が判断可能だと考えられており⁽¹⁾、履歴書などの手書き文書において、字を綺麗に書けることは相手に好印象を与えることに繋がる。誰も綺麗に書けるわけではなく、字が汚く、何度も書き直す、書き直してもまだ汚く満足できないといった意見が多々ある。先行研究では、平仮名学習において筆順アニメーションと液晶タブレットを用いて「見る」学習と「書く」学習を行う研究⁽²⁾がある。本研究では、文字列のバランス診断によるペン習字支援システムを開発する。本システムは、学習者の運筆情報と画像処理技術を用いて、文字毎の大きさや配置、間隔を分析・評価することで、ペン習字の上達を促す機能を実装する。

2. ペン習字の支援のアプローチ

2.1 想定環境

近年、ペン入力に対応したタブレット端末の普及や高性能化が進んでいる。本研究では、ペンタブレットやペン入力に対応した PC での手書き文章の入力を対象とする。

2.2 文字の綺麗さの判断手法

一般的に、書いた文字列が綺麗とされる項目は大きく分けて3つあり、「文字の大きさにおいて漢字は大きく、ひらがなは小さく書くこと」、「文字の中心位置が一定であること」、「文字毎の配置間隔が一定であること」である⁽³⁾。これらの項目を基準とし、後述するシステムを用いて学習者のペン入力から運筆情報を取得し、画像処理技術を用いて評価し支援を行う。この支援の他に本研究では文字毎の綺麗さの評価も行う。文字中では、止める部位や払う部位などでは筆圧や運筆速度が変わるため、熟達者との

比較を行い評価する。

3. 試作システム

3.1 目的

本システムでは、ペン入力から学習者の運筆情報を取得する機能と、画像処理技術を用いて、学習者が書いた文字列の分析・評価を行う手法と、熟達者（教師データ）との比較可能な学習環境を実装する。

3.2 実装機能

(1) 描画機能

ペン入力文字が、運筆時の筆圧でフォントが変更され、PC 画面上に描画される機能である。背景に熟達者の字画像を薄く表示する機能を備えており、学習者が任意で表示・非表示を選択できる。また、間違っって運筆した際には、一画戻るかまたは全部削除の機能も搭載している。

(2) 採点機能

運筆終了後、「採点」を押すことで、運筆情報を CSV 形式にした後、予め教材管理データベース（AWS の S3）に登録してある熟達者の運筆データを用いて個々の文字を比較し、画像処理ライブラリ（OpenCV）を用いて文字ごとの大きさ、配置、間隔を取得し採点を行う。採点終了後、結果画面が表示される。この結果画面は「全体の採点結果(図 1)」と「個別の採点結果(図 2)」が表示出来るようになっているため、学習者が見たいものを表示できる仕様となっている。個別の文字の結果画面では、熟達者との一画ごとの比較再生を行える機能も実装している。

(3) リアルタイム診断機能

学習者が運筆中一画ごとに、熟達者の運筆時間より長過ぎる（または短過ぎる）場合にリアルタイムでコメントを表示する。また、「参考再生」を押すことで、学習者のリアルタイムの運筆画数に応じて、背景に熟達者の運筆を一画ごとに再生する。

3.3 採点手法

採点する項目は全部で4つである。項目内容を以下に示す。また、採点結果にて表示される学習者が書いた文字列を赤と青で表したものの(図3)は、筆圧の変化に応じて色分け表示したものであり、赤であるほど筆圧が強く、青であるほど筆圧が弱い事を表す。

(1) 文字毎の判定

個々の文字を熟達者のデータと比較し採点する。個々の文字の採点項目は3つあり、それらの項目で採点した後、全ての文字の点数の平均をこの項目の点数とする。以下に採点項目内容を示すが、一画ごとの採点であるため、全ての画の採点が終了した後、項目ごとにそれぞれの画の得点を合計し、画数で割る処理を行っている。

(a) 運筆速度

運筆時間の長さで得点を与える。

(b) 的確な位置での筆圧強弱

まず、筆圧が強いと判断する基準は画ごとに分かれており、学習者が運筆した中で最も筆圧が強い部分から閾値を決め、閾値以上の部分は筆圧が強いと判断する。筆圧が強いと判断された部分は中央値を取り、その中央値の存在する位置が熟達者とどれだけ近いかで得点を与える。

(c) 的確な位置での描画

熟達者の運筆データを画ごとに一定の分割数で区切り、区切った部分の座標(採点座標)と、学習者が運筆した画ごとの座標の中で、採点座標と一番近い座標がどれだけ近いかで得点を与える。

(2) 文字の大きさ

文字毎の大きさは、漢字は大きく、ひらがなは小さくすることで美しく見える。そのため、漢字毎の大きさ、ひらがな毎の大きさがそれぞれ一定かの評価、及び漢字とひらがなで大きさが違うかの評価を行い、得点を与える(図4)。

(3) 文字間隔

文字毎の間隔は一定である方が美しく見えるため、文字間隔のバラつきが少ないかを評価し得点を与える(図5)。

(4) 文字の中心

文字毎の中心が同じ高さである、つまり、文字の中心に串を刺したように高さが揃っている文字列は見栄えが良くなる。従って、文字の中心の高さのバラつきが少ないかを評価し得点を与える(図6)。

3.4 学習者への支援方法

本システムにおける学習者の支援方法は大きく分けて2つあり、前述の「採点機能」と「リアルタイム診断機能」である。支援の流れは、学習者が指定した文字列を運筆し、全部書き終えたところで「採点」を押す。学習者は表示される文字列全体の採点結果を閲覧し、文字毎の筆圧の変化、文字毎の大きさ、文字毎の配置間隔、文字毎の中心の揃い具合と文字毎の個別結果を確認する。個別結果では学習者は、自分自身の運筆と熟達者の運筆の違い(運筆速度



図1 採点結果(全体)



図2 採点結果(個別)



図3 筆圧の変化



図4 文字の大きさ

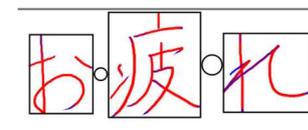


図5 文字の間隔



図6 文字の中心

や筆圧等)を確認する。学習者と熟達者の運筆を一画毎に同時再生する機能があり、学習者は自分のペースで運筆の様子を確認できるため、どの部分の運筆速度が遅い・速いかを学ぶことができる。確認後、描画面面に戻り、リアルタイム診断機能を活用し再度同じ文字列を書く。学習者は文字列を書いた後、「採点」を押し再度確認する。この流れを繰り返すことで学習者のペン習字上達を促す。

4. 今後の課題

本システムはデジタルペン習字を対象としたが、本学習支援が手書き文字の綺麗さ向上にどれだけ関与するか等、評価実験を行う必要がある。想定する評価実験の流れとしては、本システム利用の事前・事後を比較するといったことが考えられる。

謝辞

本研究は JSPS 科研費 JP17K01098 の助成を受けた。

参考文献

- (1) 柴田博仁、大村賢悟：“手紙文の内容評価と差出人のパーソナリティ評価に及ぼす表示メディアと文書スタイルの効果”、日本印刷学会誌、Vol54-1、pp.49-57(2017)
- (2) 吉野 岳男、田中 久治、岡崎 泰久、渡辺 健次：“筆圧を含むオンライン手書き情報を用いた平仮名学習支援システムの改良”、電気関係学会九州支部連合大会、pp.330(2010)
- (3) 青山 浩之：“10 日で「美文字」が書ける本” 株式会社 講談社出版、2013 年

視線追跡型 VRHMD を用いた工学実験用訓練システムの開発

Development of Training System for Engineering Experiment With Use of Eye-Tracking VR-HMD

成田 陸斗^{*1}, 千田和範^{*2}

Rikuto NARITA^{*1}, Kouhei KATO^{*1}, Kazunori CHIDA^{*1}

^{*1} キヤノン株式会社 ^{*2} 釧路工業高等専門学校

^{*1}Canon Inc ^{*2}National Institute of Technology, Kushiro College

Email: chida@kushiro.kosen-ac.jp

あらまし：近年，教育分野でも取り入れ始められている VR 技術は，集中力を維持でき，学習効果の向上が期待されている．また，事前訓練なども容易に実現できる可能性が高いことから期待が高まっている．そこで本研究では，作業過程の効率化や指導の効果向上を目指して開発した視線追跡型 VR HMD を用いた工学教育用実験装置の訓練システムについて報告する．

キーワード：VR HMD, 視線追跡, 学習教材, 学生実験

1. はじめに

近年，VR 技術が急速に発展し，教育分野でも取り入れ始められている⁽¹⁾．VR とは，Virtual Reality の略で仮想現実という意味であり，仮想的な世界をあたかも現実世界のように体感できる技術である．体験するには，ヘッドマウントディスプレイ(以降 HMD)と呼ばれるデバイスを頭部に装着する方法がある．最近の教育現場に目を向けると講義形式の授業が多く，それでは集中力を維持しにくい問題が見受けられる．そこで，VR 技術を取り入れると集中力を維持でき，学習効果が高まることが知られている⁽²⁾．また，VR 技術を使用すると，効果的な学習ができ，実験機器を壊すことや怪我をする可能性もなくなる．このことから VR 技術と実験練習は親和性が高い．

本研究では，学生が注視しているかを把握し，その視線を誘導することで実験の注意点や手順の獲得を目指し，視線追跡型 VR HMD や三次元入力デバイスを用いて実際に近い実験練習を再現する．またゲーミフィケーション⁽³⁾を取り入れることで目的を与え，フィードバックを十分に行うことにより学習効果を高くするためのシステムを提案する．

2. システム構成

本システムは視線追跡型 VR HMD の「FOVEO」，VR 環境を構築する「Unity」，三次元入力デバイスの「LeapMotion」で構成される．システムの構成図を図 1 に示す．学生実験を VR で表現するために「Unity」

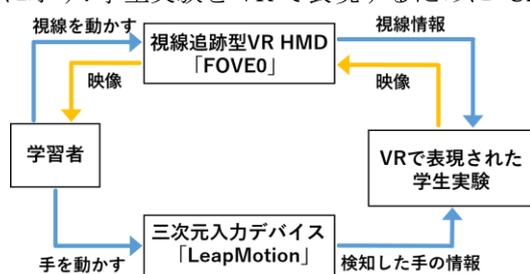


図 1 システムの構成

を使用している。「FOVEO」は視線情報も取得して使用できるのが特徴である．今回はあらかじめ用意された視線追跡プログラムをそのまま利用している．

「LeapMotion」は，手のジェスチャーによって直観的に操作ができる入力機器である．

3. VR での視線情報の活用方法

学習教材において，視線情報を利用することによって，学習者が教材のどこに注視しているかを把握できる．したがって，その視線を誘導することで学習する上での注意点や作業内容等の獲得が容易になる．例えば，どこに興味を持っているかを判断しそれに合わせて指導内容をかえることや，見てほしい方向を見ていない場合矢印や言葉を表示させて視線誘導を行うことなど考えられる．

今回は仮想環境内に配置している学習者に注視させたいオブジェクトを実際に見ているかを判断し，見ていない場合はシステム終了時に注意をするために視線情報を使用している．その内容を図 2-1, 図 2-2, に示す．まず視線については FOVEO 用の Unity アセットを利用することで，VR 環境内に視点オブジェクトとして表示する．次に視線の確認を行うために，注視させたいオブジェクトに対して不可視領域であるコライダを設定する．Unity はコライダの内部領域にオブジェクトが侵入したかどうかで衝突判定を行うことができる．

図 2-1 は視線がコライダをもつオブジェクトと衝突した場合で注視状態を表している．注視しているか偶然視野に入れたかを判断するため，事前に決めた時間を越えてコライダ領域内に視点オブジェクトが存在している場合に注視しているものとする．図 2-2 はコライダをもっていないオブジェクトと衝突した場合で非注視状態を表している．この場合はコライダが存在しないため，衝突判定が常に偽となる．よって，注視していない状態として処理することができる．

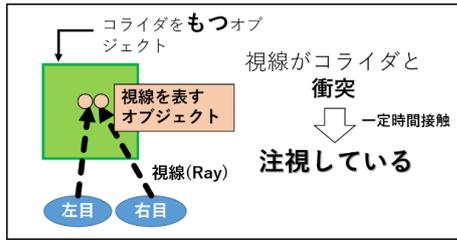


図 2-1 注視状態

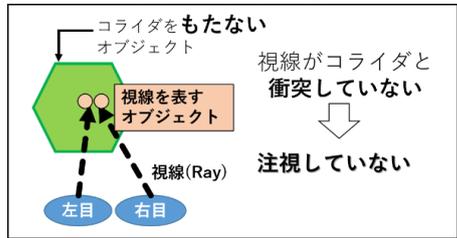


図 2-2 非注視状態



図 3 使用している状況(正面)

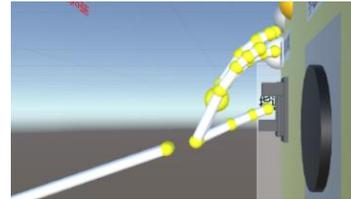


図 4 使用している状況(側面)

4. システムにおける動機付けの向上

ゲーミフィケーションはゲームの考え方や要素をゲーム以外のものに取り入れて利用することである。今回は学習者の意欲を向上させ、学習効果を高めるために取り入れている。ただし今回取り入れた要素は再現する実験内容と結びつけやすいものを選んでいく。今回取り入れたものは3種ある。まず「ゴール」は実験が成功することを指し、「ルール」は実験手順にあたる。「フィードバック」は得点の表示、ヒントの表示、アドバイスのフィードバックを行っている。ヒントはボタンを押すことで表示されるようになっている。得点の加点する条件と点数は表1に示す。得点は画面の右上に常に表示していて実験が終了したときに表示される結果画面でも表示される。アドバイスは結果画面で表示している。内容は得点の加点されなかった部分のアドバイスとなる。

5. 開発したシステムの検証

再現した実験の手順は①遮断器を上げる。②自動始動器をONにする。③入力電流計(電動機)の指針の動きと遮断器の音に注意する。④始動が失敗した場合はすぐに始動器をOFFにし、成功したときはそのまま続行する。という手順になっている。実際に開発したシステムを使用している状況を図3, 4に示す。これは遮断機を手のオブジェクトを使用してONにしている状況である。このとき、右上に表示され

表1 加点の条件と点数

条件	点数
遮断機を上げる。(合計20点)	10点
電源をONにする。 (ただし遮断機が2つとも上がってないと点数は入らない)	10点
入力電流計(電動機)を1.0秒見る。	30点
入力電流計(電動機)の針が定格を超えた場合、 10秒以内に電源をOFFにする。	40点
入力電流計(電動機)の針が定格を超えなかった場合 電源をOFFにしない。	40点

ている得点に加点されているのがわかる。そして、1.0秒間特定のオブジェクトを注視していると得点が加点されたことから注視しているかの判断ができたことが確認できた。そのほかにも、手のオブジェクトでもボタンを押すことや遮断器をONにすることなどができることを確認した。また、ゲーミフィケーションを取り入れることができた。

6. まとめ

本研究では視線追跡型 VR HMD や三次元入力デバイスを用いて実際に近い実験練習を再現し、ゲーミフィケーションを取り入れることで、学習効果を高くするためのシステムが実現できた。しかし、実際に他の人がこのシステムを使用して効果が得られるかはわからないので、ヒントやアドバイスの内容のわかりやすさ、集中力を維持できたかどうか、再度利用したいかどうかを検証していかなければならない。また、練習可能な実験を増やすために、このシステムを利用して他の実験にも対応させる必要がある。それと同時に学習者がどこに興味を示しているか視線を利用して判断し、適切な視線の誘導をすることなどの視線を活用する方法を検討していく必要がある。

参考文献

- (1) 鈴木貴大, 鈴木崇弘, 千葉沙由季, 稲葉竹俊, 松永信介: “異なる VR 学習環境下での学習効果の差異に関する研究”, 情報処理学会第 73 回全国大会講演論文集, pp455-456 (2011)
- (2) Beijing Bluefocus E-Commerce Co.,Ltd. Beijing iBokan Wisdom Mobile Internet Technology Training Institutions: “A Case Study-The Impact of VR on Academic Performance”, pp1-20
- (3) 岸本 好弘, 三上 浩司: “ゲーミフィケーションを活用した大学教育の可能性について”, 日本デジタルゲーム学会 2012 年次総会予稿集, pp91-96 (2012)

音読のポーズ特微量に基づく音読流暢性アセスメントツールの設計

Design of reading fluency assessment tool based on pause feature of pronunciation reading

丸山 裕也^{*1}, 香山 瑞恵^{*1}
Yuya MARUYAMA^{*1}, Mizue KAYAMA^{*1}

^{*1} 信州大学工学部

^{*1} Faculty of Engineering, Shinshu University
Email: 14t5806d@shinshu-u.ac.jp

あらまし：近年，学習障碍児童を対象とした ICT を用いた学習支援機器が小学校をはじめ多くの教育機関で普及しつつある．本研究では，読み困難を持った児童の早期発見や，その特徴抽出のための評価機器開発を目的に，音読の流暢性自動評価ツールの開発を目指す．本稿では，ポーズ特微量に着目した音読の流暢性自動評価ツールの高度化及び，アセスメントツールのレイアウト設計の考察する．

キーワード：音読，流暢性，音読時間，ポーズ，自動評価ツール

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⁾．音読の流暢性を評価することで児童の流暢性の向上につながることを期待される．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．そのため，児童の学習効率の向上のために教師や保護者に代わって音読の流暢性を適切に自動評価し，アセスメント等をフィードバックする方法が必要であると考えた．

2. 流暢性に関する先行研究

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⁽³⁾や文字の読み書きの正確性を調べる検査方法⁽⁴⁾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．また，これらの評価法以外にも流暢性評価の指標として，ポーズに着目したものとして日本語の母語話者と学習者との音読中のポーズの位置比較⁽⁵⁾や，ポーズと言い直し⁽⁶⁾の数などが提案されている．一方，音読の自然さを考慮した評価指標が検討された事例⁽⁷⁾がある．しかし，これらの研究では，単一項目による評価または特殊な検査であり知識や手間を要するなどの問題や，取得特徴が音読のアセスメントに活かされていない．

本研究では，これまでに文章中に挿入されたポーズ情報について多面的指標⁽⁸⁾を用いることで，読みの流暢性の自動評価ツールを提案してきた．

本稿では，これらの指標取得の高度化と読みの特徴を利用者に効果的かつ効率的にフィードバックする提示方法の検討を試みる．

3. 既存ツール

既存ツールでの評価指標は以下の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. ポーズの種類

音読音声からこれらの5指標を算出するためには，音声認識エンジンが必要となる．既存ツールでは Julius⁽⁹⁾を用いていた．単語(ポーズを含む)単位で認識語とモーラ列のタイムスタンプを取得し，5指標を算出する．しかし，既存ツールでは，音声認識エンジンの性能上 20 秒程度の音声ファイルまでの対応であり，処理速度が入力音声に対して実時間と同程度かかるなどの問題点があった．

4. 提案ツール

本研究では，前章に示した問題点の解決と音読アセスメントツールとしての拡張を目指し，以下のような方法でツールを開発した．

4.1 評価指標の算出

提案ツールでの音声認識エンジンには Google Cloud Speech API (Google 社)を用いる．Google Cloud Speech API は音声認識クラウドサービスであり，3時間までの音声データまで処理できる．

提案ツールは音圧の正規化をした wav 形式の音読音声ファイルを入力データとする．音声認識エンジンでは取得できないポーズ情報は以下のように算出した．まず音読音声から指定した音圧閾値以下の状態が 250ms 以上続いた区間を取得し，ポーズとしてタイムスタンプを記録する．その後，音声認識エンジンを用いて，単語単位での認識語とタイムスタンプ，モーラを取得する．ポーズ情報を持たない認識語群に対してポーズ位置を追加する必要がある．取

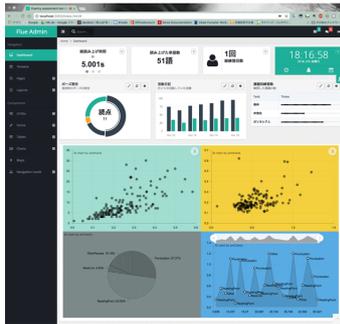


図1 5指標提示画面

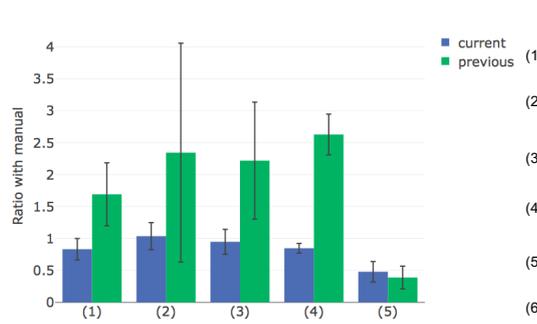


図2 5指標の性能比較

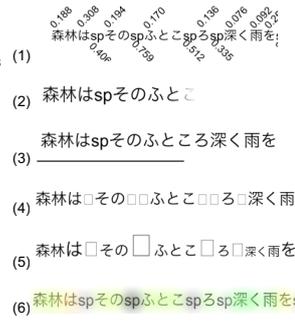


図3 読み特徴の提示方法の例

得したポーズと認識語をタイムスタンプで比較し、認識語群に挿入後、5指標を取得する。5指標を取得後の表示画面を図1に示す。

4.2 既存ツールとの性能比較

小学4~6年までの児童5名と大学生1名の計6名の音読音声を対象とし、提案ツールと既存ツールの性能を比較した。手動解析の結果との差の絶対値に対する平均値の差と標準偏差を図2に示す。これらの結果を検定するために、両ルーツの結果の正規性¹に基づき Wilcoxon の符号付順位検定あるいは Welch の T 検定を実施したところ、すべての指標で提案ツールの有意性が統計的に示された。また、1音読あたりの実行速度は提案ツール 7.93±1.03 秒、既存ツール 20.82±0.12 秒である。

これらの結果から、提案ツールはより高速及び高性能であり、音読音声全体を処理できることで既存ツールに比べて高度化できたと考える。

5. アセスメント用インタフェースの設計

5指標に基づく読みの特徴のアセスメントのためのインタフェースを設計した。利用者は音読指導教員を想定する。提案インタフェースを用いることで、問題がある音読箇所の特徴的な発見を目的とする。

今回は特徴量として、1モーラの音読時間とポーズ時間、およびそれらの位置を提示することとした。提示手法は表2に示す6パターンである。表中の○は絶対値として提示することを、□は相対値として提示することを示す。これらの提示手法では、ポーズを含む単語単位で各特徴量を付与する。

図3に提示手法の例を示す。(1)ルビ振りとは、認識文の上に1モーラの音読時間、下にはポーズ時間を示す。(2)読み速度は、実時間で認識文を順番に提示する。(3)速度下線は、実時間で認識文に下線を引き提示する。(4)分かれ書きではポーズの長さに対して対応する数の□を挿入する。(5)文字サイズ変更では、音読時間を文字サイズに変換対応させた。(6)ヒートマップでは、音読時間を色情報に変換対応させた。

6. おわりに

本稿では、先行研究で提案された音読評価のため

表2 アセスメントのレイアウト評価表

	指標2	音読箇所	ポーズの長さ	ポーズの位置
(1) ルビ振り	○	○	○	○
(2) 読み速度文字表示	○	○		
(3) 読み速度下線表示	○	○		
(4) 分かれ書き			□	○
(5) 文字サイズ変更	□	○	□	○
(6) ヒートマップ	□	○	□	○

の5指標の算出処理の高度化および高速化を検討した上で、これらの評価指標に基づくアセスメントツールのインタフェース設計結果を示した。今後は実際に使用して頂き実地での評価をする。

参考文献

- (1) Deno, S.L., And Others.: 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, 1, 13-15, 2016.
- (3) 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/fieldfile/2016/10/27/1378381_15_1.pdf (2018.1.21 アクセス)
- (4) 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.
- (5) 石崎晶子, 日本語の音読において学習者はどのようにポーズをおくか, 世界の日本語教育, 日本語教育論集, 15, 75-89, 2005.
- (6) 野原ゆかり他, 日本語学習者の発話における非流暢性に関する一考察-言い直しとポーズに注目して-, 人間文化創成論叢, 13, 113-125, 2010.
- (7) 瀧田寿明他, 児童による音読の流暢性自動評価手法, 情報処理学会論文誌, 57, 3, 922-930, 2016.
- (8) 北川耕平, 読みの流暢性評価と読み行為の可視化に基づく読み困難児童向け読みアセスメントツールに関する研究, 信州大学大学院総合理工学研究科修士論文, 2016.
- (9) Julius development team, "What's Julius?", <http://julius.osdn.jp/> (2018.2.10 アクセス)

¹ Pearson の χ^2 乗正規性テストで確認した。

算数計算式の構造的解釈促進を指向した工夫計算作問演習システムの設計開発と試験的利用

Design, Development and Experimental Use of Problem-Posing System for Efficient Calculations Oriented to Promoting Structural Interpretation of Numerical Expression in Arithmetic

榎本 浩義^{*1}, 林 雄介^{*1}, 平嶋 宗^{*1}

Hiroyoshi ENOMOTO^{*1}, Yusuke HAYASHI^{*1}, Tsukasa HIRASHIMA^{*1}

^{*1}広島大学大学院工学研究科

^{*1}Graduate School of Engineering, Hiroshima University

Email: enomoto@lel.hiroshima-u.ac.jp

あらまし：計算の仕方を工夫することによって、素早く間違いのない計算をする算数工夫計算を、計算式の構造的解釈が可能である学習対象として位置づけ、工夫計算作問演習をシステム化し、授業での試験的利用を行った。工夫計算の指導にあたっては、構造的解釈を必須にするという点から作問演習が有効と考え、作問演習を効果的に行うためのシステムを設計・実装した。開発したシステムを小学校6年生1時限の算数授業で試験的に利用した結果、算数計算式の構造的解釈促進を示唆する結果が得られた。

キーワード：算数計算式、構造的解釈促進、工夫計算、作問演習、試験的利用

1. はじめに

本研究では、算数計算式の構造的解釈促進を目指して、工夫計算作問演習をシステム化し、授業での試験的利用と利用効果の分析を行った。具体的には、(1) 算数工夫計算を、数学文字式と同様の構造操作が行えることから、文字式操作の導入となる学習対象として位置づけ、(2) 工夫計算の性質を考慮した演習法として作問演習を適用し、(3) 工夫計算作問演習を効果的に行うためのシステムを設計開発し、(4) 小学6年生算数授業での短期試験的利用を通じて、プレテストとポストテストの結果から、児童の計算方法に、数式に対する構造的解釈が促進されたことを示唆する変化がみられた。

工夫計算とは、計算の仕方を工夫することによって、素早く間違いのない計算をすることであると一般的には認識されている⁽¹⁾。例としては、「 $2 \times 7 \times 3$ 」を「 $(2 \times 3) \times 7$ 」として九九のみで計算できるようにするなどがあげられる。本研究では、計算の仕方を工夫する際の式変形が、数式の構造的解釈を必要とすることから、高速計算手法としてではなく、算数計算式の構造的解釈促進につながる学習対象として、工夫計算を取り上げた。

2. 算数計算式の構造的解釈

通常、算数においては、計算式は計算の手続きを記述したものとして教えられている。上述の「 $2 \times 7 \times 3$ 」では、まず「 $2 \times 7 = 14$ 」を計算し、次に「 $14 \times 3 = 42$ 」を計算するというように、左から順番に手続きどおりに計算すれば正解が得られる。言い方を変えれば、手続きどおりに解く計算は、解答の計算手順を示したものとイえる。このような、計算手順としての計算式理解を手続き的解釈と呼ぶことにする。

ところが、中学校に入り数学を習い始めると、手続き的解釈ではなく、数式を構造的に解釈した上で、の数式操作が求められるようになる。例えば、「 $ax + bx + cx = (a + b + c)x$ 」は、左から順番に手続きどおりに計算という方法では対応できず、式全体を見て、「 ax 」「 bx 」「 cx 」がどのような要素から構成されており、それらの間の関係は何かを理解して操作しなければならない。このような、関係理解に基づく操作を構造的解釈と呼ぶことにする。

算数と数学においては数式の解釈に大きな違いが存在し、それが計算間違いを招くことが指摘されているが、このギャップは、算数計算式における手続き的解釈から、数学文字式での構造的解釈への移行のギャップが大きな要因とされている⁽²⁾。このギャップを緩和するには、小学生のうちに、普段の算数学習の中において、将来必要となる構造的解釈に慣れておくことが有効と考えられる。本研究では、工夫計算を、算数計算式を用いて数学文字式で行うような数式操作が行える学習対象として位置づける。例えば、「 $2 \times 7 \times 3 = (2 \times 3) \times 7$ 」は「 $a \times b \times c = (a \times c) \times b$ 」、「 $ax + bx + cx = (a + b + c)x$ 」は「 $48 \times 3 + 48 \times 7 + 48 \times 10 = (3 + 7 + 10) \times 48$ 」と考えれば、工夫計算と文字式操作を対応づけられることがわかる。

3. 工夫計算作問演習システム

以上から、工夫計算は算数計算式の構造的解釈を促す学習対象とみなせる。しかし、算数計算式は構造的解釈可能であると同時に解答計算手順でもあるため、工夫せずとも正答できるので、問題を解かせるのみでは、必ずしも構造的解釈を促すとはいえない。そこで本研究では、工夫計算指導に作問演習⁽³⁾を適用する。工夫計算の作問演習とは、その計算上

の工夫が使える計算問題を作ることである。工夫計算の作問演習は、解答の計算ではないため、手続き的解釈による手順の実行では解けない。かつ、計算上の工夫は、式の要素の関係理解に基づく操作であるため、構造的解釈促進が期待される指導法である。

開発したシステムでは、(1)計算演習、(2)工夫計算演習、(3)工夫計算作問演習、(4)工夫計算作問演習(負例)の4演習を設け(図1)、システムによる例題提示、学習者による解答入力を実施できる(図2)。各演習では、学習者の解答に対してシステムにより自動的に正誤判定が行われ、フィードバックが返される(表1)。



図1 システムによる工夫計算作問演習

演習1 解答 $27+9$ $=36$	演習2 例題 解答 $27+8$ $= (27+3)+(8-3)$ $= 30+5$ $= 35$	$27+9$ $= (27+3)+(9-3)$ $= 30+6$ $= 36$
演習3 例題 解答 $27+8$ $= (27+3)+(8-3)$ $= 30+5$ $= 35$	演習4 例題 解答 $27+8$ $= (27+3)+(8-3)$ $= 30+5$ $= 35$	$27+6$ $= (27+3)+(6-3)$ $= 30+3$ $= 33$

図2 演習の詳細

表1 診断とフィードバック抜粋

演習	解答例、診断とフィードバックの例
3	$27+6=(27+3)+(6-3)=30+3=34$ 答えが正しくありません。
3	$27+6=(27+3)+3=30+3=33$ 例題の解き方通り解いていない式があるよ。
4	$27+9$ 例題の解き方が使える問題になっているよ。
4	$27+2$ この問題は工夫して計算できないよね!

4. 授業におけるシステムの試験的利用

システムが授業で利用可能か、学習効果があるかを検証するため、小学校6年生3クラスの児童78名を対象に、正規カリキュラム外での試験的利用を各クラス1時限行った。この利用は、校長、各クラスの主任、および数学専科の教員にシステムを利用してもらったうえで、話し合いを行い、短期的な利用でも児童にとって有益であろうという合意が得られ

たうえでのものである。

システム利用前後に約2週間の間隔をおいて実施したプレテスト、ポストテストでは、学習問題(演習で使われた工夫計算が適用される問題)および転移問題(演習では使われていない工夫計算が適用される問題)において、それぞれ筆算での解答の数が有意に減少し(学習問題は5%有意、転移問題は1%有意(ボンフェローニ補正をしたウィルコクソンの符号順位検定))、工夫計算及び暗算の数が増加した(有意差なし)。図3により詳細な変化を示す。これらの変化は、少数の例外を除き、筆算から工夫計算、筆算から暗算への方で発生していた。これは、工夫計算の学習によって期待される方向への変化であるため、システム利用による算数計算式の構造的解釈促進を示唆しているといえ、本研究の工夫計算作問演習には一定の学習効果があったと考えられる。

また、児童に対して、システムの使いやすさ、システムによる誤りの診断・指摘、この演習の学習としての有用性についてアンケート調査を行ったが、いずれの項目においても8割以上の児童が肯定的意見を回答していた。この回答は、授業を観察した教員らの感想と一致するものであった。

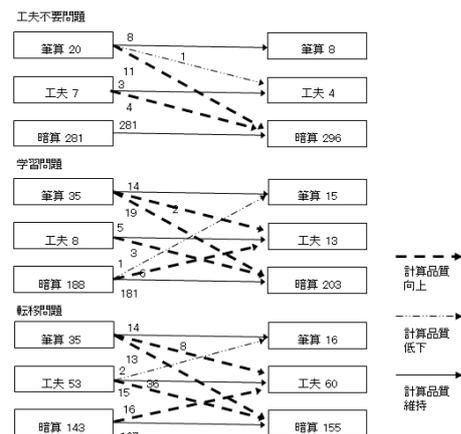


図3 プレテストとポストテストの計算方法変化

5. まとめと今後の課題

本研究で実現した工夫計算作問演習のシステム化、授業利用は類例がなく、これが可能なことを示せたのは本研究の意義である。工夫計算学習による計算式構造的解釈の促進については、試験的利用でもあったため、今回の結果では十分ではない点がある。学習効果を詳細に分析すること、および数学の学習への貢献を検証することが今後の課題となる。

参考文献

- (1) 千賀博巳: “計算の工夫(脳トレーニング)”, 豊橋創造大学短期大学部研究紀要, No.25, pp.67-76 (2008)
- (2) 三輪辰郎: “文字式の指導序説”, 筑波数学教育研究, Vol.15, pp.1-14 (1996)
- (3) 平嶋宗: “「問題を作ることによる学習」の分類と知的支援の方法”, 教育システム情報学会研究報告, Vol.20, No.3, pp.3-10 (2005)

プレゼンテーション・リハーサルにおける議論支援システムの開発 －議論タスクの作業時間と内容に着目した支援機能の評価－

Development of Discussion Support System in The Presentation Rehearsal -Support Functions Evaluation That Focus on Discussion Task's Time and Substance-

山田 晏司^{*1}, 岡本 竜^{*1}, 柏原 昭博^{*2}
Anji YAMADA^{*1}, Ryo OKAMOTO^{*1}, Akihiro KASHIHARA^{*2}

^{*1} 高知大学 理工学部

^{*1} Department of Science and Engineering, Kochi University

^{*2} 電気通信大学 大学院情報理工学研究科

^{*2} Graduate School of Informatics and Engineering, The University of Electro-Communications

Email: anyamada@is.kochi-u.ac.jp

あらまし：プレゼンテーション・リハーサルでは、発表に対するレビューの指摘を整理・議論し、その結果を踏まえ、プレゼンタが改訂作業を行うことが重要である。そのため、2回以上リハーサルを行う場合は、議論結果が改訂内容に十分反映されているかを確認することが望ましい。そこで本研究では、前回データの提示により、改訂作業の検証が可能な支援システムを開発した。本稿では、議論タスクの作業時間と作業内容に着目した支援機能の有効性を検証した結果について述べる。

キーワード：プレゼンテーション・リハーサル，議論支援，知識洗練

1. はじめに

プレゼンテーション・リハーサルでは、発表に対してレビューが作成したレビューコメントをもとに議論し、改訂案を検討する。その後、発表者は発表資料の改訂作業を通じて、自身の外化した知識に関する不十分・不適切さに気付きを得ることで知識の洗練化を行う¹⁾。そこで、筆者らは効果的なプレゼンテーション・リハーサルのための支援環境の構築に取り組んでいる。

リハーサルは1回の実施では、発表者が行った改訂内容の確認ができず、発表者の知識状態が不十分なままの場合がある。そのため、2回目以降の議論過程では、改訂内容の確認と、不適切な箇所の再検討が必要である。しかし、現状の議論支援システムでは、複数回のリハーサルに十分対応しておらず、レビューは発表者による改訂作業の適切性の判断が困難であるという問題があった。そこで本研究では、レビューコメントの整理と改訂状況の検証を目的とした新たな議論支援方式を提案し、それにもとづく議論支援システムを開発した。本稿では、実装した支援機能とその有用性について述べる。

2. 複数回のリハーサルに対応した議論支援

筆者らは、(1) 発表資料の作成・改訂、(2) 発表、(3) 議論の各過程を繰り返し行うリハーサル・モデルを提案し、既にそれにもとづくプレゼンテーション・リハーサル支援システムを構築している。初回のリハーサルにおいては、まず発表者は発表に向けて資料を作成する。また、2回目以降のリハーサルの場合、1回目のレビュー結果である改訂案にもとづく改訂作業を行う。つぎに、レビューは発表を聴いてレビューコメントを作成する。最後に、リハーサル参加者全員で、レビューコメントをもとに議論を行い、改訂方法を検討して改訂案を作成する。

先行研究²⁾では、円滑な議論進行と改訂作業の負荷軽減を目的として、レビューコメント整理と、改訂案や議論の経緯を保存する支援機能を提案し実装した。しかし、前述の問題から、発表者が改訂案に従った適切な改訂を行わず、知識改善が不十分な可能性がある。そこで筆者らは2回目以降の議論過程において、従来の機能に加え発表者が行った改訂作業の確認を容易にする支援が必要であると考えた。

3. 議論方法と議論タスク

本研究では、2回目以降の議論過程における作業内容を図1に示すような2つの過程として捉え、各々の具体的な作業内容を「議論タスク」として整理・定義した。

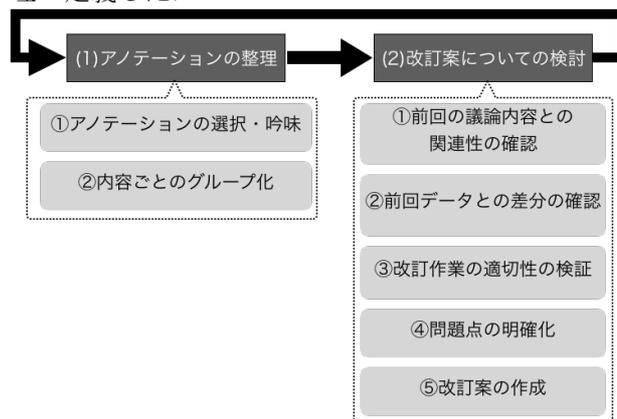


図1 提案する議論方式

(1) アノテーションの整理過程

まず本過程では、作成されたアノテーションの中から1つを選択し内容を吟味する。その上で、グループ化を行うためにコメント内容を表したトピックを選択する。この際、該当するトピックがない場合は新規に作成する。これにより、指摘内容ごとにアノテーションを管理することで、発表者のレビュー

結果に対する理解の負荷軽減が望める。

(2) 改訂案の検討過程

本過程では、まず議題となっているトピックと前回の議論内容の関連性を確認し、差分を認識する。つぎに、発表者の行った改訂作業が適切であるかを検証し、問題の明確化を行った上で、最終的に改訂案を作成する。

4. 議論支援システムの開発

本研究では図1中の(1)-①, (1)-②を支援するアノテーションの整理・改訂案作成機能、さらに、(2)-①～(2)-③を支援するため、前回のリハーサルデータの提示機能を備えた議論支援システムを開発した。

(1) アノテーションの整理・改訂案作成機能

(1)-②では選択・吟味されたアノテーションの内容を表すラベルを付与したトピックグループに分類する。つぎに、(2)でアノテーションに記述されたコメントをもとに、どのような改訂を行うべきか検討する。最後に検討内容を所属するグループに対応した改訂案として記録・保存する。発表者は、これらの改訂案やコメントの整理情報をレビュー結果として参照しながら改訂作業を行う。

(2) 前回のリハーサルデータの提示機能

(2)-①～(2)-③の作業においては、比較するスライドと口頭説明、それらの対応関係、それらに対するアノテーションと改訂案を提示する。これにより前回のリハーサル結果と今回の発表資料との比較を視覚的に行うことで、改訂作業の内容の把握と適切性を検証できる。

5. 評価実験

本研究では、開発した議論支援システムの有用性を検証するため、(2)-①～(2)-③に関して、前回のデータを提示する機能の有無が議論の効率化にどのような影響を与えるかの比較実験を行った。

5.1. 実験条件・手順

被験者は本研究室に所属する修士課程1年生1名と、学部4年生3名の学生4名である。本実験では、1人につき2件の発表を行い、他の3名がレビューとなり各リハーサルを2回繰り返し行った。また、2件の発表のうち一方は前回のリハーサルデータの提示機能を使用せず、もう一方では使用して議論を実施した。その際に、(a)トピック単位の作業時間として議論タスクの(1)-②の終了時から(2)-④までの時間、(b)議論全体の所要時間、(c)前回データの提示機能の使用回数、(d)議題に関連する前回データの存在を忘れた回数、(e)議題となっている箇所の前回との差分を認識できなかった回数を計測した。

5.2. 実験結果と考察

本実験では、作業時間と改訂案の質への影響が大きいと考えられる前回の改訂案などの議論材料の見落としに着目し、前回リハーサルデータの提示機能の有用性を検証した。

(1) 所要時間に着目した支援機能の有用性の検証

計測内容(a)トピック所要時間の個別平均と前回

のデータの参照回数を表1に示す。

表1 トピック所要時間の個別平均と参照回数

	機能なし(秒)	機能あり(秒)	参照回数
発表者A	182	85	11
発表者B	114	78	10
発表者C	34	21	3
発表者D	47	53	1

トピック単位の作業における平均所要時間は、機能ありの場合、機能なしの場合と比較して37.1.%短縮された。発表者Dのみ所要時間が増加したが、発表者Dの議論全体の所要時間の平均値は、404.0秒であり、他3名の平均値2186.8秒と比較して大幅に議論時間が少ないことが分かる。また被験者Dは、機能の有無での全体時間の差が僅か2秒であり、他者と比べ発表資料の完成度が高かったと考えられる。また参照回数が多ければ時間の短縮度合いも大きいことから、総じて提示機能が有効に作用していると考えられる。

(2) 議論材料の見落としに着目した検証

本実験では、議論材料の見落としを確かめる方法として、議論終了後に実験参加者全員で全てのトピックに対して前回データの参照を行い、議論材料となるデータの見落としが無かったか検証した結果、前回リハーサルデータの提示機能が有る場合は、見落とし数は0件だったのに対して、無い場合は3件が確認された。よって支援機能により、議論材料の見落としを防ぐことができた。

(3) 有用性を検証できなかった計測項目

本実験では、議題に関連する前回データの存在を認識できなかった回数の計測を行ったが、機能を使用した場合、使用しなかった場合どちらも回数は0回で検証方法として有効ではなかった。これは1回目と2回目のリハーサルの間が2日間と短かったことに起因しているのと推察される。

6. おわりに

本稿では、従来の議論支援システムにおける課題を解決するために、前回のリハーサルデータを提示する機能を備えた支援ツールの開発と評価について述べた。今後は、今回の実験結果を踏まえて、信頼性向上のためデータ数を充実させた実験、リハーサル間の日数による有用性の変化や、未検証である整理機能の検証などを行う予定である。

謝辞

本研究の一部は JSPS 科研費 JP17K01131 の援助による。

参考文献

- (1) 岡本竜, 柏原昭博: “リアルタイムなハイパービデオ化によるプレゼンテーション・レビュー支援環境の構築”, 電子情報通信学会技術研究報告, Vol.106, No.583, pp.133-138 (2006)
- (2) 中林誉登, 岡本竜, 柏原昭博: “プレゼンテーション・リハーサルを対象としたバックレビュー支援—議論進行におけるユーザ操作とその履歴の活用方法—”, 電気情報通信学会教育工学研究会技術研究報告, Vol.115, No492, pp.279-284 (2016)

オブジェクト指向プログラミングの利便性に着目した学習手法 —IDの第一原理に基づいた改善と評価—

A Learning Method for Object-oriented Programming Focusing on its Advantages

-Improvement and Evaluation based on First Principles of Instructional Design-

竹川 夏実^{*1}, 仲林 清^{*2}

Natsumi TAKEKAWA^{*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: s1332096TH@s.chibakoudai.jp

あらまし: オブジェクト指向プログラミング (以下 OOP) は, 機能拡張を前提とするプログラムを開発する際に真価を発揮する. しかし, OOP の基礎概念が抽象的であるという理由で苦手意識を持つ学習者は少なくない. この問題を解決するため, 前回の報告では, OOP と非 OOP との比較学習を提案し, OOP の利便性を認識させることを狙った. 今回の報告では, さらに学習者の理解を促進するため, ID の第一原理に基づいて, 比較学習を支援する事後問題の内容・配置の変更を行った.

キーワード: オブジェクト指向プログラミング, 手続き型との比較学習, 利便性の理解, ID の第一原理

1. はじめに

オブジェクト指向プログラミング (以下 OOP) は, 機能拡張を前提とするプログラムを開発することに優れた手法である. その根拠は, OOP が持つ拡張性, 保守性という, 2つの利便性にある⁽¹⁾. しかし, 多くの学習者はこの利便性を意識せず, クラス等の OOP の基礎概念の振る舞いを理解することに集中してしまう. その結果, OOP を形式的にでしか理解することができず, OOP に対して苦手意識を持ってしまう. この問題を解決するため, 本研究ではまず OOP の利便性を実感させる. そのために, OOP と非 OOP のプログラムを比較させ, プログラミングの処理の流れと方法の差を確認させる. さらに, OOP の利便性と基礎概念の関係性を理解させるために, 事後問題を出題し, プログラミング課題の振り返りを行わせる.

2. 前回の考察と今回の目的

前回の報告⁽²⁾では, OOP と非 OOP による比較学習を提案した. この比較学習により, 多くの学習者が OOP の利便性を実感できたことが分かった. 一方で, OOP の利便性がクラス等の OOP の基礎概念の作用によって生じるということについて理解できた学習者は少なかった. この原因として, 課題中で, 学習者に OOP の利便性と基礎概念の関係性について意識させるタイミングを明確にしておらず, さらに, 学習目標が OOP の基礎概念への理解度を個々に測る内容になっていたことが挙げられる. そのため, 「OOP の基礎概念の作用によって利便性が発生することを, 学習者が理解できたか」という点に関して, 明確に評価することができなかった.

以上を踏まえ, 本研究では, 学習者に「OOP の利便性が生じる理由が, OOP の基礎概念にある」ということを課題の中で意識させ, 人に説明ができるレベルまでの理解度にさせることを狙う. これを達成するための主な改善策として, ID の第一原理に則りながら, 事後問題の構成の見直しを行った⁽³⁾. 詳細は, 第4章の「学習手法と学習目標」で説明する.

3. 学習目標

学習目標は, OOP の利便性の特徴とそれが基礎概念のどのような作用から生じるかについて, 基礎概念を列挙しながら説明できるレベルまで学習者の理解度を向上させることとする. 図1に, OOP の基礎概念と利便性の関係性を図にしたものを示す. 親クラスで定義したメソッドを, 継承先の子クラスでオーバーライドすることで多態性が実現する. この多態性は, プログラムの書き換えの手間を省く「拡張性」と, 拡張する際に生じるバグやデバッグの手間が減少する「保守性」を実現させる

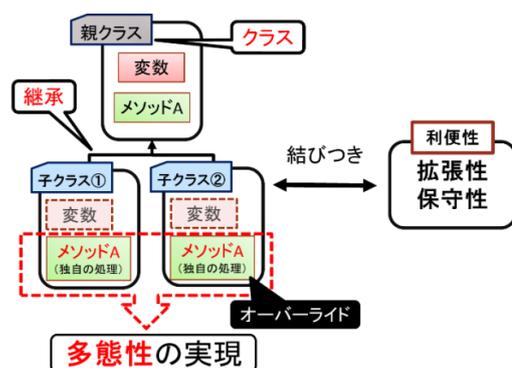


図1 OOP の基礎概念と利便性の関係性

4. 学習手法と学習課題

本研究では、学習者に手続き型と OOP でプログラムを比較させるという手法をとる。学習者には、OOP と手続き型の両手法で作成した同一のデータ構造を持つプログラムを提示し、拡張させる。その後、それぞれのプログラムにどのような差異が生じたかを確認してもらう。手続き型では、データ固有の処理を行うために if 文による分岐が生じてソースコードが複雑化するが、OOP ではクラスの利用を利用してデータ固有の処理を行うため、ソースコードが複雑化しないという利点が生じる。

学習課題はショッピングカートの実装である。プログラムの機能要件は「商品種別ごとの割引率を変えること」である。OOP での実装条件は「割引計算を商品種別ごとのクラスのメソッドのオーバーライドで実現させること」である。実験群では、この2点を実現する際に、OOP と手続き型とでどのような差異が出るかを確認してもらう。

今回は比較学習を支援するため、事後問題の内容と配置の改善を行った。図 2 で示したような ID の第一原理に則り、利便性と基礎概念の関係性を課題の例示を使って振り返らせ、その知識を一般化させて説明させるという手順を踏んでいる。問題は全部で 8 問用意した。OOP と基礎概念の関係性について、前半の問 1~5 はプログラミング課題の拡張箇所を例に考えさせる問題、後半の問 6~8 は具体例を使わず自分の言葉で説明させる問題となっている。

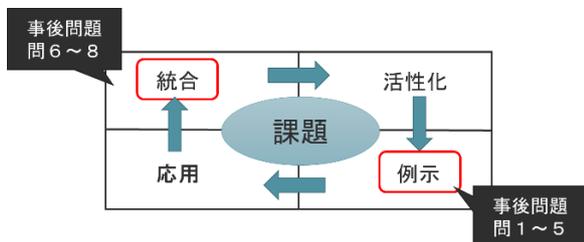


図 2 ID の第一原理

5. 実験結果

対象とした学生は、情報系学科 3 年生 7 名、4 年生 3 名の計 10 名である。この 10 名を実験群・統制群各 5 名に分けた。2 年次の java の演習授業の成績を基準に、両群でプログラミング能力が均等になるようにした。実験群では、OOP と手続き型の比較学習を行わせ、統制群では、OOP に関する課題のみを与える。比較学習の有無が、どれだけ学習者の OOP への理解度向上に繋がるかを確認する。

5.1 事後問題の評価

事後問題の正答率は、両群の学習者ともに例示の問題の方が統合の問題よりも高かった。また、統合の問題のうち、問 8 に関しては、実験群の方が統制群よりも正答率が高かった。詳細を以下に示す。例示の問題は、具体例を用いた OOP の利便性に関する問である。問 2 に対する実験群の学習者 A の回答例を一部抜粋したものを表 1 に示す。問 2 は、継承と

オーバーライドを組み合わせる作用と、それによる利便性について、課題を例に説明する問題である。学習者 A の回答では、問 2 の(1)でオーバーライドによってメソッドの再定義を防ぐことを指摘し、(2)でそれによって修正の手間が省けるといった趣旨の回答が見られたため、正解とした。一方で、統合の問題は、OOP の利便性に関して一般的な説明を促す問である。問 6 は OOP の利便性の 1 つである拡張性が生じる理由を問う問題である。学習者 A の回答例では、拡張性が得られる事例を述べているが、それが得られる理由を基礎概念と結びつけて説明しておらず、説明が抽象的であったため、誤りとした。また、問 8 では、OOP の利便性を実現させる基礎概念の名称を学習者に挙げさせた。その結果、実験群の学習者の方が、利便性の実現に直接関係する、クラス、継承、多態性の概念を挙げる傾向にあった。

表 1 学習者 A の事後問題の回答例

問 2(1) 課題中で様々なクラスを追加していく際に、小計メソッド shoukei や情報表示メソッド hyouji を再定義せずそのまま使いまわせたのはなぜか？
回答：スーパークラス (Item クラス) のメソッドをサブクラス (Book クラスや CD クラス等) がオーバーライドしているため
(2) (1)が実現することで得られるメリットとは？
回答：オーバーライドを利用することによって、修正する箇所を少なくすることができること。
問 6: オブジェクト指向の利便性の 1 つである拡張性はプログラムの規模が大きくなる程得られる理由は？
回答：手続き型は処理ごとに品種による場合分けをしなくてはいけないが、OOP では品種のクラスごとに処理内容を決めることができるという部分が違うため

6. 考察と今後の課題

今回は OOP と非 OOP の比較学習を支援するためのアプローチとして、ID の第一原理に基づいた事後問題の内容・配置改善を行った。OOP の利便性と基礎概念の関係性に関する学習者の理解到達度は、実施したプログラミング課題等の具体例を用いれば、説明ができるレベルに達していた。しかし、その具体例を使った説明をもとに、OOP の利便性と基礎概念の関係性について一般的な説明をさせるレベルに達した学習者はいなかった。この点に関しては、ID の第一理論の「応用」に対応する転移課題を用意し、一般的な問題に取り組みせる前に転移課題で学習者の理解を一度アウトプットする必要がある。

参考文献

- (1) 立山秀利, :“Java のオブジェクト指向がゼッタイにわかる本”, 秀和システム (2016)
- (2) 竹川夏実, 仲林清: “オブジェクト指向プログラミングの利便性に着目した学習手法”, 教育システム情報学会研究報告, Vol.32, No.2, pp21-28 (2017)
- (3) 竹川夏実, 仲林清: “オブジェクト指向プログラミングの利便性に着目した学習手法の改善と評価”, 教育システム情報学会研究報告, Vol.33, No.1, pp39-46 (2018)

教員養成課程履修生に向けた ICT を活用した模擬授業の実践 Practice Report of Simulated Lessons using ICT for Teacher Training Students

内田 瑛^{*1}, 湯浅 且敏^{*1}

Hikaru UCHIDA ^{*1}, Katsutoshi YUASA^{*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：近年、学校教育の ICT 化が進んでおり、電子黒板、タブレット端末、無線 LAN 環境、デジタル教科書などが教室内に整備されつつある。本学では主に教員養成課程の学生向けに ICT 環境を整備した模擬教室を設置した。我々は教員養成課程の学生向けに電子黒板やデジタル教科書を始めとした ICT 教材に関する説明を行い、それに関するアンケートを実施した。本稿では教員養成課程における ICT 教材の体験の重要性について報告する。

キーワード：教員養成課程、模擬授業、ICT を活用した授業づくり

1. はじめに

文部科学省は「教育の ICT 化」を掲げており、ICT を積極的に活用した学習活動を可能にする環境を整える計画が進んでいる⁽¹⁾。教員の研修時には実践的な授業力の一つとして ICT の活用を取り上げる都道府県もあり、学校現場では効果的な ICT の取り入れ方を検討している⁽²⁾。

しかしながら、ICT 環境を整備しても授業に取り入れるには障壁があり、なかなか使わないという報告も多い。ICT を使った教育経験の不足、教員へのサポート体制の不足、児童生徒の監督体制の不足などの実際の授業に活用するまでには知識や経験の不足、そして ICT に対する抵抗感といった心理的な障壁も越える必要がある^(3,4)。

教員養成課程に注目すると、ICT を使った教育方法論の学習時間の不足という問題も挙げられる。現在のカリキュラムでは学生が ICT 活用指導力を向上させる科目数や時間数は十分とはいえない。また、ICT を活用することによる効果や重要性を学ぶことは将来的に有意義ではあるが、単に学ぶだけでは ICT を使うことのない授業に落ち着いてしまったり、ICT は使っていても従来と変わらない授業デザインであることも多い⁽⁵⁾。

筆者らが所属する情報メディアセンターは本学の教職課程課と連携し、教員養成課程の学生に対して、ICT を活用した授業づくりができる力の向上を目指している。その初期段階として、ICT 環境を整備した模擬教室を設置し、我々は以下の 3 つに関する授業支援を行っている。

- 電子黒板やデジタル教科書などに触れ、ICT 教材を知る
- ICT を取り入れた教育・学習における効果と留意点について考える
- ICT を取り入れた授業実践に挑戦する

本稿では、このうち、ICT 教材を知る体験に関する実践内容と、ICT 教材の効果と留意点に関する学生のアンケート結果を報告し、教員養成課程でも

ICT 教材に触れる機会の重要性について考察する。

2. 模擬教室の利用状況

2017 年度に模擬教室での支援依頼内容と、その依頼で扱った教科、対応した授業コマ数を表 1 にまとめた。

表 1 模擬教室に置ける授業支援依頼の概要

	小学校教科指定なし	小学校社会・算数	小学校理科	中学校教科指定なし	中学校英語	中学校国語・社会	指定なし	その他	総計
ICT 教材の説明と体験	1	2	1	2	5	1	6		18
ICT を活用した実習				3					3
模擬授業立案時の支援	4			4			1		9
模擬授業実施時の支援	2			2			3		7
教員向け模擬教室環境の案内							2		2
その他								1	1
総計	7	2	1	9	6	2	12	1	40

依頼は全 40 コマで、「ICT 教材の説明と体験」が最も多く、18 コマであった。対象者の多くが教職課程履修生である。一部は教員養成課程の授業ではな

く、ゼミや課外活動、大学教員向けの説明会である。

ICT教材を体験させる重要性を理解している大学教員は一定数存在しており、ICTを使った模擬授業を行う授業や、ICT教材に触れる実習時間を十分に確保するなどの工夫があった。

3. 学生が考えるICTの良さと難しさ

本章では「ICT教材の説明と体験」を取り上げる。ほとんどの授業は初等教育あるいは中等教育の教員養成課程に関わる授業、たとえば教育方法論などの中で実施した。模擬教室に配備している電子黒板、書画カメラ、デジタル教科書、タブレット端末と電子黒板との画面共有機能などを説明した。単なる機材説明にとどまらず、学生自身が授業をする側になったときに想像できるように、授業場面を意識したデモ形式で行うようにした。

「ICT教材の説明と体験」を受講した学生(延べ280名強)に対し、事後アンケートを行った(有効回答数73)。説明を踏まえて、ICTを使った学習の良さと難しさについて回答させた。記述回答を分類し、以下考察する。

「学校現場において、ICTを活用することの良さについて、どのように考えますか?」については、データの集めやすさ、管理のしやすさなど「教育の効率性」、「教材として情報が多い」、「映像や音声など、教材として質が高い」などの教材の質や情報量の豊かさ、そして学習者間や教員-学習者間での「インタラクションのしやすさ」などが挙げられた(以上、全84件中42件)。これらは学校現場での実践報告で「学校種、教科等共通のICT活用の効果」として挙げられたものに含まれる⁶⁾。日々の授業で実践した現場教員ほどの深い気づきではないように思われるが、実際にICT教材に触れて体験したことで活用の可能性に気づいた様子が伺えた。

「学校現場において、ICTを活用することの難しさについて、どのように考えますか?」で最も多かった回答は、「教員側のICT教材の取り扱いの難しさ」で、全76件中24件を占めた。「教具として有効に活用することの難しさ」も11件と多かった。一方で学習者側にとっての取り扱いの難しさは5件であった。これは教員養成課程の学生であるという特性の反映が大きいと思われるが、教える側が教具を使えなかったら授業ができないのではないかと、という不安もありながら、ICTを使った新しい教具を効果的に使うこと、使い慣れることの重要性を意識していると思われる。「道具としての安定性への不安(12件)」は故障や通信トラブルなど、その場では解消で

きない問題が起きたときの対応の難しさを指摘していた。ほかに、ICTを使った教育環境の整備にかかるコストを懸念する指摘が14件あった(以上、76件中61件)。

4. おわりに

本稿では、模擬教室での授業支援と教員養成課程の学生向けに行ったICT教材の体験に関する実践を報告した。ICT教材の効果については、従来の教育に比べてより効率的な道具、または「主体的・対話的で深い学び」の授業デザインへの活用可能性を言及していたものが多かった。一方で留意点の中には、そのような授業デザインにするためにはどのように活用すればいいのかという教職に関連する知識の不足への不安が見られた。これは教育方法論や教科指導法の受講前の学生も多いことが関連すると思われる。全体として、教員養成課程のなかでICT教材に触れることへの意義はあるといえるが、より深く知るためには他の授業との関連も含めて検討する余地がある。

本稿では省略したが、ICTを使った模擬授業の実践では、ICT教材を従来よりも効果的な活用方法の模索に苦しむ様子もあった。先に述べたように、十分な学習がないままでは従来と同じような授業になりがちである。ICT教材の単なる体験にとどまらず、従来にはない教育方法や授業デザインを思案できる授業へと繋げていきたい。

参考文献

- (1) コンピュータ教育開発センター:「21世紀にふさわしい学校教育の実現に向けて:児童生徒一人一台情報端末の時代を迎えるにあたって:提言書」,(2010)
- (2) 国立教育政策研究所:「主体的・対話的で深い学びのための教員養成・研修プログラムに関する調査報告書」(2017)
- (3) Mumtaz S.: "Factors affecting teachers' use of information and communications technology: a review of the literature." *Journal of information technology for teacher education*, Vol. 9, No.3, pp.319-342, (2000)
- (4) Sang, G., Valcke, M., Van Braak, J., & Tondeur, J. "Student teachers' thinking processes and ICT integration: Predictors of prospective teaching behaviors with educational technology", *Computers & Education*, Vol.54, No.1, pp.103-112, (2010)
- (5) Martinovic, D., and Zuochen Z., "Situating ICT in the teacher education program: Overcoming challenges, fulfilling expectations." *Teaching and Teacher Education* Vol. 28, No.3, pp.461-469 (2012)
- (6) 文部科学省:「学びのイノベーション実証研究報告書」,(2014)

HMD を用いた大量調理シミュレータの開発

Development of mass cooking simulator using HMD

原 皓輝^{*1}, 中山 洋^{*1}, 堀端 薫^{*2}, 藤倉純子^{*2}

Koki HARA^{*1}, Hiroshi NAKAYAMA^{*1}, Kaori HORIBATA^{*2}, Junko FUJIKURA^{*2}

^{*1}東京電機大学

^{*1}Tokyo Denki University

^{*2}女子栄養大学

^{*2}Kagawa Nutrition University

Email: 17rmd25@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、実際のような臨場感が得られないといった問題があった。そこで本研究では、Kinect センサと HMD を用いた調理シミュレータを開発した。まず本シミュレータでは、被験者の上半身の動きを認識し、事前に取得した教師データと比較することで、適切な体の動かし方を音声によるアドバイスを行う。さらに HMD を通して、調理時の食材の色の变化などを VR 上で表現し、被験者が臨場感を感じることを可能にする。

キーワード：レスポンス分析, VR, HMD, シミュレータ

1. はじめに

現在、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、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、危険を伴う。そのため、このような実習を含む科目である、「給食の運営」は、法律で定められたものであるにもかかわらず、実習による十分な理解と経験を得られる内容で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。しかしながら、Kinect をはじめとする様々な機材が周りにあること、実際の調理で起こる食材の色の变化などがシミュレータに組み込まれていないことから、「臨場感が足りない」といった指摘を受けた。そこで本研究では、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できる VR システムを開発し、シミュレータの臨場感を高めることを目的とする。

2. シミュレータの概要

本研究では、HeadMountedDisplay (以下 HMD) を用いることで、VR 上に再現した調理場や調理時の食材の変化を体感することができるシミュレータを開発する(詳細は 3 で説明する)。また HMD は HTC 社の HMD (図 1) を使用した。この HMD は広い空間における人や物の動きを認識することに優れているため採用した。



図 1 HTC 社の HMD

本実験におけるシミュレータの内容は、大量調理実習の調理メニューを想定しており、回転釜で行う「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。

VR 上の回転釜やスパテラと呼ばれる大型しゃもじ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。

またスパテラには、スパテラの動きを VR 上に反映させるために、HTC 社の VIVE センサ(図 3)を装着した。このセンサは HMD に使用されている赤外線センサに対応し、装着した対象の傾きや移動などの動きを反映することが可能なため採用した。



図2 模擬回転釜と模擬具材



図3 スパテラと VIVE センサ

3. シミュレータの内容

本シミュレータでは下図4のように機材を配置し実験を行う。

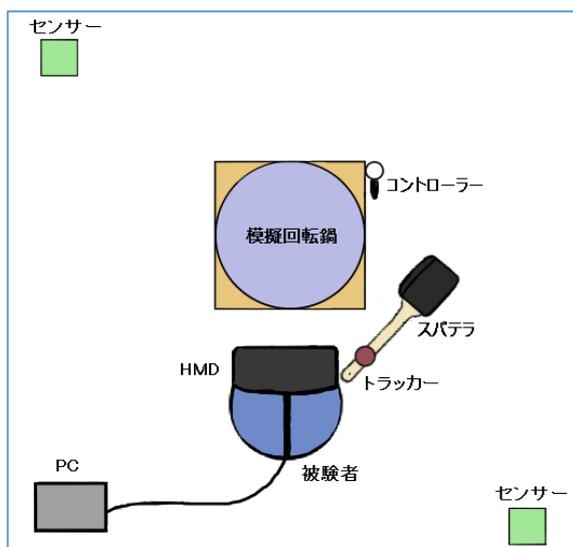


図4 システム全体図

被験者は HMD を装着した状態で模擬回転釜の前に立ち、VIVE センサをつけたスパテラを用いて具材を混ぜる動作を行う。その際、スパテラの動きは VIVE センサを通じて HMD が認識し、VR 上に反映される。さらに、被験者の体の動きは Kinect センサ (3.1 で説明する) が認識し、事前取得した教師データと比較して、100 点満点の点数形式で評価を出す。

3.1 Kinect センサの内容

Kinect センサは体の動作をとらえるセンサの1つで、被験者の上半身の体の動きをもとに教師データと比較して評価を下す。先行研究では、事前取得した教師データをもとに、上半身の体の傾け方によって、長時間の大量調理に耐えられる基本的な動作が認識できた。その結果をもとに Kinect センサとシミュレータを連携して適切な音声アドバイスを行い、点数結果とともに被験者に対して、大量調理における基本的な動作を学ぶことが可能となっている。

3.2 HMD による VR の内容

HMD による被験者の視界に回転釜・具材・スパテラ・参考動画・点数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、臨場感を感じることを可能にする。

4. まとめと今後の課題

本研究では、前提研究において開発した Kinect センサに追加して、HMD による VR を用いたシミュレータを開発した。これにより Kinect センサだけでは不足していたシミュレーション時の臨場感を表現することが可能となり、より集中することができると考えられる。

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、被験者がシミュレーションで得られる経験を通じて調理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。

参考文献

- (1) 新井 健太, 清水 佑起, 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”, 東京電機大学学士卒業論文, (2015)
- (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)

食育支援システムにおける食物提示機能の開発と評価

Development and evaluation of food presentation function in food education support system

大村 周平^{*1}, 中山 洋^{*1}, 藤倉 純子^{*2}, アブドサラム ダウティ^{*3}
 Shuhei OMURA^{*1}, Hiroshi NAKAYAMA^{*1}, Junko HUJIKURA^{*2} Abdusalam Dawut^{*3}

^{*1} 東京電機大学

^{*1}Tokyo Denki University

^{*2} 女子栄養大学

^{*2}Kagawa Nutrition University

^{*3} 新疆大学

^{*3}Xinjiang University

Email: 17rmd08@ms.dendai.ac.jp

あらまし：平成 17 年 7 月に制定された食育基本法によって、子どもたちに対する食育が重視され、教育関係者が積極的に子どもに食育を推進するように努められるようになった。しかし、平成 23 年度からの学習指導要領の改訂により栄養素の項目が新たに加わったため、食育に関する学習が容易でないことが明らかになった。先行研究では、食育支援システムを用いて食育授業を実施することで、食生活に対する意識改善が見られた。それに対して管理栄養士から、栄養素等の過不足が、どの食品を摂取することで起こるかを提示する必要性が指摘された。そこで本研究は、参加者の選択した食品データを保存することで、収集したデータを分類し、摂取している食物の傾向と分析が可能となるシステムを開発し評価した。

キーワード：ポートフォリオ、食育、食生活、栄養、意識改善

1 はじめに

平成 17 年 7 月に食育基本法が施行され、食育は生きるうえでの基本であり、食に関する正しい知識、食を選択する力、健全な食生活を実践する力を身につけることが要求された。そして、教育関係者が積極的に子どもに食育を推進するよう努められるようになった。しかし、平成 23 年 4 月からの学習指導要領の改訂により栄養素の項目が新たに加わったため、効率的かつ効果的に食育に関する学習を行うための工夫が要求された。

先行研究では、食育支援システムを用いて食育授業を実施することで、食生活に対する意識改善が見られた⁽¹⁾。それに対して管理栄養士から、栄養素等の過不足が、どの食品を摂取することで起こるかを提示する必要性が指摘された。そこで本研究は、まず、参加者の選択した食品をデータとして保存するようシステムを改良する。そして、参加者ごとに栄養素等の過不足が、どの食品を摂取することで起こるかを明らかにする食物提示機能を追加し、機能を評価する。さらに、収集した全データを分析し、項目別（学年、年齢、性別、地域等）に栄養素等の過不足から生じる食物の傾向と問題点を明らかにすることを目的とする。

2 システム概要

日本の小学校高学年を対象とした食育用ソフト「なにとべよう」⁽²⁾のシステムを前提に、食物提示機能を追加し、過剰摂取時の原因食物と不足時のおすすめ食物を表示するように改良した（以後、本シ

テムと称する）。また、選択した食品をデータとして保存することを可能とした。



図 1 食品設定画面

図 2 栄養評価画面



図 3 食物提示機能（過剰摂取時）



図 4 食物提示機能（不足時）

3 評価実験

3.1 実験方法

実験は 2 カ所で行った。以下ではそれぞれの実験対象を対象 A、対象 B とする。対象 A は、食物提示機能についてアンケートを用いて評価実験を行った。対象 B は、食物提示機能についての評価実験に加え、

摂取食物の傾向調査を行った。なお、評価項目に関するものは5段階評価とした。

3.2 実験対象

【対象 A】

学校：関東地方 S 市の栄養学を専攻する大学
対象者：学生 142 人

【対象 B】

学校：関東地方 H 市の公立 S 小学校
対象者：児童 44 名（小学 5 年生）と保護者 31 名

4 結果と考察

4.1 アンケートの結果と考察

対象 A に、「食物提示機能（以後、本機能とする）がある場合とない場合でのシステム全体に対する評価はどうか。」と質問した結果（図 5），“本機能なし”より“本機能あり”の評価が優位に高かった（t 検定で統計分析を行った）。

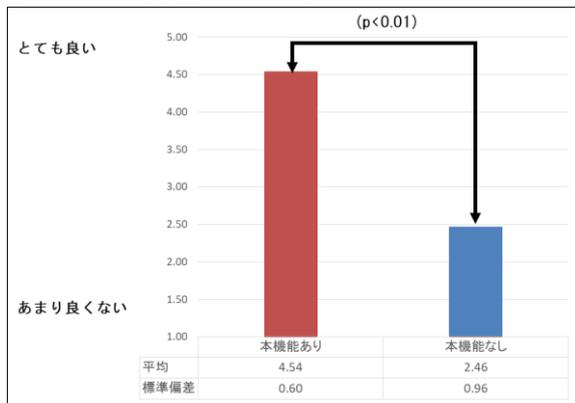


図 5 食物提示機能の評価（対象 A）

また、対象 B に「食物のとりすぎ（過剰）を表示する画面を見て自分が何の食物をとりすぎていたか、わかりましたか。」「食物の不足を表示する画面を見て自分に何の食物が足りていなかったか、わかりましたか。」と質問した結果（表 1）、どちらの質問も児童、保護者ともに平均値 4.0 以上の評価が得られた。

これらのことから、小学生から大人まで、過不足食物が把握しやすい機能であると考えられる。

表 1 食物提示機能の評価（対象 B）

	児童		保護者	
	平均	標準偏差	平均	標準偏差
過剰時	4.55	0.71	4.13	0.92
不足時	4.45	0.88	4.29	0.86

4.2 栄養素量と摂取食物の結果と考察

データベースに保存している 14 種類の栄養素等の中から、食事摂取基準を下回る、または上回る数値となった栄養素等 4 種類について取り上げる（表 2）。表 2 より、特に昼食のカルシウム不足や、食塩相当量の過剰摂取が著しいことがわかる。昼食の摂

取食物を見ると（図 6）、麺類の摂取が多く、乳製品の摂取が少ないことから、これらが原因ではないかと考えられる。

表 2 朝食，昼食，夕食の栄養素等摂取量

栄養素等	朝食	昼食	夕食	食事摂取基準
エネルギー(kcal)	517.9	601.4	607.8	633~767
炭水化物(g)	71	85.7	80.5	87.5~113.8
カルシウム(mg)	200.1	137.9	160.7	200~767
食塩相当量(g)	2.9	5.7	4	2.3

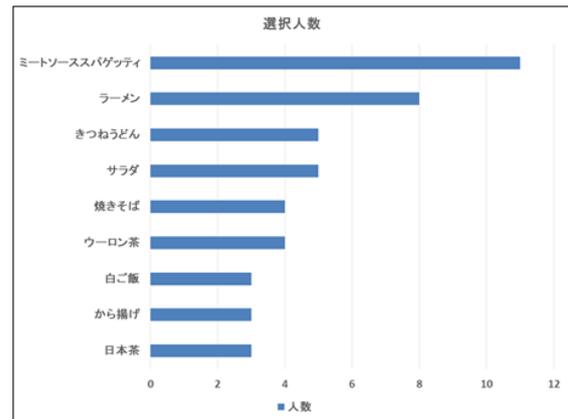


図 6 昼食の摂取食物

5 まとめと今後の課題

本研究は、参加者の選択した食品を保存するようシステムを改良することで、指摘された問題を解決した。そして、食物提示機能を追加し、機能の評価した。さらに、収集した全データを分析し、栄養素等の過不足から生じる食物の傾向と問題点を明らかにすることを目的とした。

その結果、食物提示機能は子どもから大人まで理解しやすいこと、また、収集したデータから、小学生のカルシウム不足は、昼食に乳製品がほとんど摂取されていないこと、さらには食塩相当量の過剰摂取は、主に昼食の麺類に原因があることがわかった。

今後の課題として、今回の実験では朝食，昼食，夕食の 3 食を 1 日分の食事として収集した。今後は、間食を含め、1 日分の食事とすることで、項目別の違いをより明確にすることができるのではないかと考えられる。

参考文献

- (1) 清水佑起, 中山洋: “日本と中国（新疆）の食生活への意識の改善を目的とした食育支援システムの開発”, 東京電機大学修士卒業論文(2018)
- (2) 高橋寛子, 武藤志真子, 藤倉純子, 中山洋, 千野恭平: “小学校高学年を対象とした食育用ソフト「なにたべよう」の開発”, 日本健康科学学会誌, Vol.27, No.4, pp.274-282 (2011)

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

Development and Formative Evaluation of "Learning Sketch" for Facilitating Reflection

高橋 暁子^{*1}, 根本 淳子^{*2}, 竹岡 篤永^{*3}, 仲道 雅輝^{*4}, 和田卓人^{*5}

Akiko TAKAHASHI^{*1}, Junko NEMOTO^{*2}, Atsue TAKEOKA^{*3}, Masaki NAKAMICHI^{*4}, Takuto WADA^{*5}

^{*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, ^{*5}タワーズ・クエスト株式会社

^{*1} Tokushima University, ^{*2} Meiji Gakuin University, ^{*3} National Institute of Technology, Akashi College,

^{*4} Ehime University, ^{*5} Towers Quest Inc.

Email: atakahashi@tokushima-u.ac.jp

あらまし：本研究では、ストーリー中心型カリキュラムの中で、学習者が自分の学びを振り返る方法として開発された「学びのスケッチ」の汎用化を目指し、「学びのスケッチ ver.2」を開発した。大きな変更点の一つであるグラフの描画機能を中心に操作性に関する形成的評価を実施したところ、おおむね問題なく操作できることが確認できたが、インストラクションの追加が必要なのことがわかった。

キーワード：学習経験、可視化、リフレクション、学びのスケッチ

1. はじめに

近年、学習者の深い学びを促す手法の一つとして、リフレクション活動が注目されている。筆者らが実践してきた熊本大学大学院教授システム学専攻におけるストーリー中心型カリキュラム (SCC) ⁽¹⁾ の中では、学習者が自分の学びを振り返る方法の一つとして「学びのスケッチ」⁽²⁾を導入してきた。本稿では、「学びのスケッチ ver.2」について報告する。

2. 学びのスケッチ

2.1 学びのスケッチの概要

「学びのスケッチ」(図 1) は、SCC における学習の振り返りの場の提供などを目的として開発された。SCC で学んできた博士前期課程の学生が、各週の学習経験を「努力：投資したエネルギー、時間、目的を達成するための工夫」と「得られた成果：自信、スキル、知識、ノウハウ、将来役立ちそうなこと」の二つの視点から週単位で振り返り、「努力」と「得られた成果」を、0~10 の 11 段階で評価する。さらに、評価理由のコメントを自由に付記できる。また、各自が作成したグラフは、ツールが生成する HTML ソースをコピーし、LMS 上の掲示板に張り付けることで、教員や他の学生と共有できる。



図 1 学びのスケッチ (入力画面)

2.2 学びのスケッチ ver.2 の開発

グラフ表現による視覚的な振り返り活動によって、学習者が主観的な学習効果や努力の変化を直感的に把握できることは、SCCに限らず、さまざまな教育場面で有用だと考えられる。そこで SCC 専用のリフレクションツールとして開発された「学びのスケッチ」の汎用化を目指し、「学びのスケッチ Ver.2」の開発に取り組むことにした。なお、「学びのスケッチ」は段階的な振り返り機能等の改訂を経ているが⁽³⁾、今回の改訂から「ver.2」と呼ぶこととする。

ver.2 の開発にあたり、従来ツールからの主な変更点は次のとおりである。

(1) 認証

「学びのスケッチ」は熊本大学の統合認証基盤の上に開発されており、熊本大学の構成員のみがログインできる仕様となっていた。汎用化にあたり、ソーシャル認証に変更した。第一段階として、Google 認証を採用することとした。

(2) モバイル対応

従来ツールは PC 利用を想定していたが、Ver.2 ではスマートフォン等の画面領域が小さいデバイスでも操作・閲覧しやすいように、画面デザインを一新した。とくにグラフ描画にあたっては、クリック入力からグラフ上の点を指で引っ張る“スワイプ”操作に変更した(図 2)。グラフ描画機能は、従来ツールでは Google Chart API を利用していたが、ver.2 では独自開発した。なお、ver.2 はスマートフォンアプリではなく、Web ブラウザ上で動作するので、これまで同様 PC での操作も可能である。

(3) 添付ファイル等のオプション化

従来ツールのグラフの下には、添付ファイルがアップロードできる領域や、SCC で提供されるストーリーに合わせて業務内容が表示される領域があったが、これらの項目をオプション化し、非表示にできるようにした。

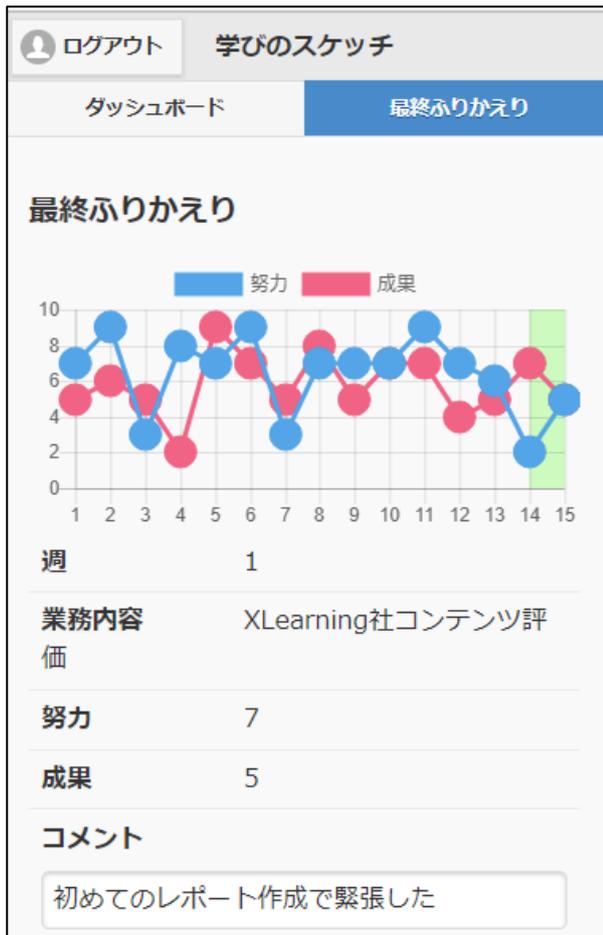


図2 学びのスケッチ Ver.2 (入力画面)

3. 形成的評価

3.1 目的

学びのスケッチ ver.2 の操作性を確認し、改善点を洗い出す目的で、形成的評価（一対一評価）を実施した。なお、今回は学生ユーザが使用する機能の確認だけに絞り、管理機能の評価は今後の課題とする。

3.2 方法

被験者は一般の大学生（2名）である。趣旨説明の後、一人ずつ操作手順書に従ってグラフ描画やコメント入力等の11項目の操作を実施してもらった。第一著者は、被験者の近くで様子を観察した。その後、操作性を中心としたアンケートに回答してもらい、簡単なインタビューを実施した。

なお、被験者AにはiPad Air（9.7インチ）、被験者BにはNEXUS（7インチ）を縦向きで使用してもらった。

3.3 結果と考察

11項目の一連の操作を、被験者Aは5分、被験者Bは12分で終えた。被験者Aはコメント入力欄がグラフ下に表示されることが分からない様子だったが、すぐに解決して一連の操作を終えた。被験者Bは、スワイプ操作でグラフを描けることが分からず止まったため、第一著者が途中で操作説明を行った。

操作性に関するアンケートはおおむね高評価だったが、「全体的に画面上の指示や説明は分かりやすかったですか（5件法；5がわかりやすい）」という設問に対し、被験者Aは3、被験者Bは2という回答だった。インタビューで理由を尋ねると、被験者Aは「コメント入力欄がわかりにくい」、被験者Bは「グラフ変更の操作がわからなかった」と答えた。両者とも、これら以外では、簡単に操作できたと述べていた。

また、インタビュー時に第一著者のスマートフォン（5インチ）でも操作をしてもらったところ、横向きであればグラフ描画は問題ないことを確認した。

以上から、操作自体は容易であるが、グラフ描画やコメント入力のインストラクションを画面上に追加する必要があると考えられる。

さらに、インタビュー時に「自分が大学で使うとしたら学習活動の振り返りの役に立ちそうか」も尋ねたところ、被験者Aは「振り返る内容によってはいいと思うが、手軽に変更できるのは抵抗がある。紙の方がいい場合もある」、被験者Bは「まじめな学生なら役に立つと思う（でも自分は使わない気がする）」と回答した。このことから、一般の大学生に向けて、本ツールを使った効果的なリフレクション方法も合わせて提案することも今後の課題であろう。

4. おわりに

本研究では、SCC専用のリフレクションツール「学びのスケッチ」の汎用化を目指し、「学びのスケッチ ver.2」を開発した。形成的評価を実施し、操作性はおおむね問題ないことが確認できた。一方で、グラフの描き方やコメントの入力方法について、インストラクションの追加が必要であることがわかった。

今後は今回の評価で明らかになった点を改善するとともに、管理者機能の形成的評価も実施する。

また、小集団評価や授業実践を通じて、一般的な大学の授業における本ツールの有用性を検討する必要がある。とくに、リフレクション活動に不慣れた学習者にとって、リフレクション活動のきっかけや習慣づけにつながるかを検証したい。

謝辞

本研究はJSPS 科研費 15K01073 の助成を受けた。

参考文献

- (1) 根本淳子, 鈴木克明 (編著): “ストーリー中心型カリキュラム (SCC) の設計理論と授業実践: オンライン大学院の挑戦とその波及効果”, 東信堂, 東京 (2014)
- (2) 根本淳子, 小山田誠, 柴田喜幸, 鈴木克明: “「学びのスケッチ」でリフレクションを促す試み”, 教育システム情報学会研究報告, vol.24, No.4, pp.70-73 (2009)
- (3) 根本淳子, 和田卓人, 竹岡篤永, 高橋暁子, 久保田真一郎, 鈴木克明: “「学びのスケッチ」による振り返りの改善”, 教育システム情報学会研究報告, vol.28, No.5, pp.15-16 (2014)

学生の成績データの特徴量抽出法

Feature extraction method of student's examination data

島倉宏典^{*1}

Hironori SHIMAKURA^{*1}

^{*1}新潟薬科大学

^{*1}Niigata University of pharmacy and applied life sciences

Email: shimakura@nupals.ac.jp

あらまし：本研究は、学生の成績データの予測システム及び最適な学修指導を提案するシステムの開発を目的とし、その全体像および必要な特徴量の抽出を行ったものである。学生の成績データは規格化され、2次元マップを描くことで可視化し、学生の成績傾向を取り出した。さらに、特徴量となる得る教科科目の提案を行った。

キーワード：成績解析、二次元マップ、画像解析

1. はじめに

大学では多くの講義、実習、演習が行われており、一人の学生に対して、数多くの成績データが存在している。これらのデータは学生の学習上のキャラクターを決定する可能性のあるデータであり、そのキャラクター分析をより早い段階で行うことにより、学生にあった学修指導を行っていくことができるようになる。

その一方で、大学における各科目の評価は、科目の目的が異なること、科目担当教員が異なること、科目の性質が異なることなどの理由によりそれらのデータは一見独立なものとなっており、系統的な解析を行うことは不向きである。もちろんどの大学においても、カリキュラムが設定されており、教科やその内容、評価において一定の基準は存在している。しかし、試験やレポートまたは態度評価など複数の項目による評価が行われることによって、教科の垣根を越えたユニバーサルな評価基準を設定することは非常に困難なものである。さらに、学生の変容によって成績評価結果は年度毎に実質的な変容をはらんでいる。これは、当該年度の学生に合った講義を行おうとすることによって生じるものであり、講義内容が変化することにより、同一の成績評価を行ったとしても、それに対する学生の反応としての成績データが実質的に変化しているという問題である。

このように、成績データはそれ自身が独立性をはらんでいるため、これまで大学において講義の成績データを用いた解析やそれが基となる学生のカテゴリーが行われた例は少ない。そこで、これまで、学生の学習上のキャラクター分析を行うことを目的とし、個人の成績予測システムおよび学修指導システムの開発を行ってきた。本論文では成績予測システムおよび学修指導システムの全容およびシステム開発に必要な成績データ内の特徴量の抽出結果について報告を行う

2. システムの全容

図1に開発を行っていく個人成績予測システムの全体図を示す。第一段階では、成績データが取得できたタイミング(定期試験後)で指定した解析を行うプログラムの開発を行う。第二段階は、学修指導対象の学生データと過去の学生のデータの類似度を検索することによって対象学生の問題点を抽出するプログラムの開発である。システム開発としては現在第一段階と第二段階の間にあり、成績データ取得後に必要となる解析方法の検討および成績内の特徴量の抽出を行っている。第三段階では、データにしたがって学修指導を行った学生の指導後データと過去の卒業生等のデータを比較することによって、学修指導の効果を検証し、解析すべきデータや新たに取得すべきデータを AI が提案することができるシステムの開発である。第四段階では、学修指導対象学生が変容していく情報を随時利用し、対象学生にとって最適な学修指導のタイミングの提案および問題解決の方法を提案することができるシステムの開発である。

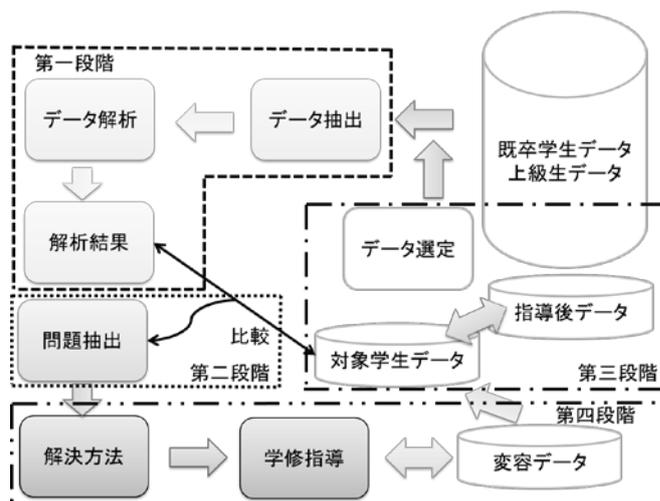


図1.個人成績予測システムおよび学修指導システム

3. 開発の現状：個人成績の可視化による特徴分析

個人の成績データは前述したような成績データの独立性を担保するため、学修指導対象学生と既卒学生および上級生の同一科目間の成績比較を行う。また、同一科目内に起こる年度毎の独立性を担保するため、科目成績データはその年度の平均点で除した値を指数とし、表1のような科目表にに従い、学生1人あたりに1つの指数の等高線図(図2)を描くようにしている[1]。

表1. 科目表[1]

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

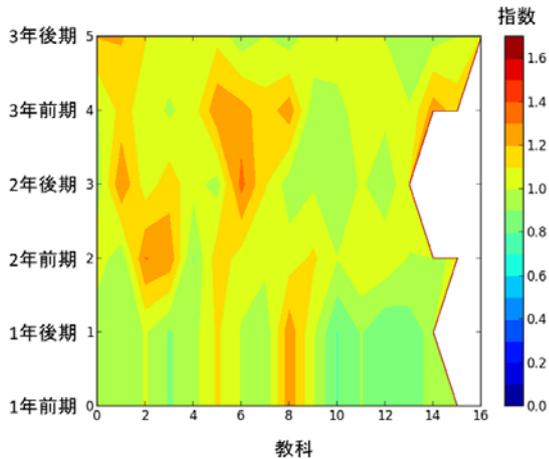


図2. 指数の等高線図[1]

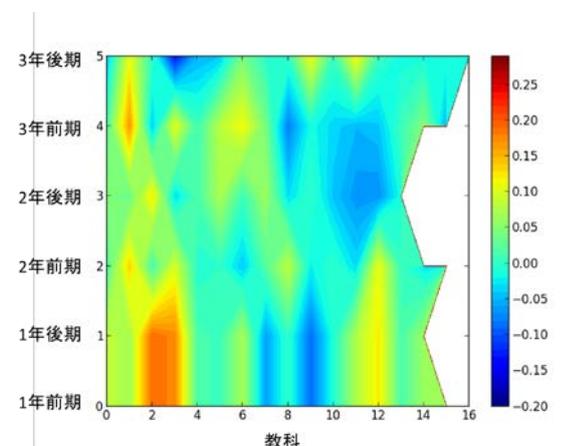


図3. カテゴリー[1](1, 2, 1)学生と(1, 1, 2)学生の比較

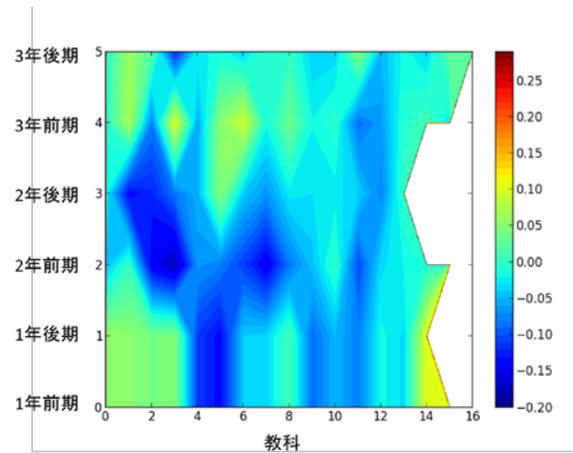


図4. カテゴリー[1](1, 2, 1)学生と(1, 1, 2)学生の比較

図3にある年度の категория (1, 2, 1) 学生と(1, 1, 2) 学生の成績比較を行った結果を示す。カテゴリー分類は高学年時(4~6年)に行われる3つの試験結果により分類したものであり、ナンバー0が成績上位学生、ナンバー1が平均的成績の学生、ナンバー2が成績下位学生となるように試験毎にナンバーを付し、その組によってカテゴリー分けを行ったものである[1]。カテゴリー内の試験は先の2つの試験が4年次に行われたものであり、最後の試験が6年の卒業時点での試験結果となっている。

カテゴリー(1, 2, 1) 学生は4年次の試験では成績中位および下位を示していた学生であるが卒業時点で平均的成績となった学生であり、カテゴリー(1, 2, 2) 学生は4年次までは同様の傾向を見せていたが、6年次の試験で成績下位となった学生である。(1, 2, 1) 学生の成績傾向として図左下領域の教科科目の成績が(1, 2, 2) 学生と比べて良い傾向にあり、この科目の成績を特徴量として成績予測を行うことができる可能性を示唆している。

図4にカテゴリー(1, 2, 1) 学生と(1, 1, 2) 学生の比較を示す。カテゴリー(1, 1, 2) 学生の低学年次の成績は(1, 2, 1) 学生と比べて全体的に良い傾向にあるが(1, 2, 1) 学生の持つ特徴として教科座標 10~12の領域の成績が低い傾向にある。この領域は実習や演習の成績が配置されている領域であり、態度評価などを含む成績が低い傾向にあることが示唆される。

4. まとめと展望

今回低学年次の成績マップを用いて学生の成績の特徴量分析を行い特徴的科目の抽出を行った。今後これらの情報をもとに学生の成績を予測していくシステムおよび学修指導システムの開発を行っていく。

参考文献

H. Shimakura : 学生の成績評価インターフェースの開発, Proceedings of the 42d Annual Conference of Japanese Society for Information and Systems in Education, 77-78

プログラミング的思考のための Web ブラウザベース学習環境の試作

A Prototype of Web Browser based Learning Environment for Computational Thinking

長谷川 忍^{*1}, 田中 宏規^{*2}

Shinobu HASEGAWA^{*1}, Hiroki TANAKA^{*2}

^{*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 Computing Infrastructure, JAIST

Email: hasegawa@jaist.ac.jp

あらまし：初等教育におけるプログラミング的思考の学習にあたっては、従来の教科教育との接続と、実用的なプログラミングスキルへの発展の双方を考慮した学習環境が必要である。本研究では独自開発した Python ベースのインタプリタに基づいて、Web ブラウザ上のオブジェクトを操作しながらプログラミング的思考を学ぶことができるプロトタイプ学習環境を紹介する。

キーワード：初等教育、プログラミング思考、Web ブラウザ、学習環境

1. はじめに

2017年3月に発表された新学習指導要領において小学校段階におけるプログラミング教育の実施が明示された。ここでのプログラミング教育とは、「子供たちに、コンピュータに意図した処理を行うよう指示することができるということを体験させながら、将来どのような職業に就くとしても、時代を超えて普遍的に求められる力としてのプログラミング的思考などを育むこと」⁽¹⁾とされている。つまり、今後の初等教育におけるプログラミング教育では、(1)従来の教科教育で育まれる思考力との接続と、(2)将来の実用的なコーディングスキルへの基盤をいかに実現するかが重要な課題となっている。近年では様々なビジュアルプログラミング言語を利用した初等教育向けのプログラミング教育の実践も精力的に行われているが、上記の目標を達成するためには、コーディングよりも教科に関連する課題解決の文脈で、処理の組み合わせを試行錯誤できる学習環境が必要不可欠であろう。

本研究の目的は、こうした初等教育におけるプログラミング的思考の学習を対象に、Web ブラウザ上でプログラムの部品(オブジェクト)を操作しながら課題解決を目指すことができるプロトタイプ学習環境を提案することである。

2. プログラミング的思考学習環境の要件

初等教育におけるプログラミング的思考を対象とした学習環境の設計・開発にあたっての要件を以下のように整理した。

- (1) 従来の教科教育で育まれる思考力との接続
 - (a) プログラムにおける基礎概念(分岐や繰り返しなど)を教科教育における課題の中で表現すること。
 - (b) 試行錯誤を通じた課題解決ができ、処理の組み合わせによる実行結果が表示できること。

- (2) 将来の実用的なコーディングスキルへの基盤

- (c) プログラムに対する予備知識が不要であること。
- (d) 実用的なプログラミング言語へのステップアップが容易に行えること。

3. インタプリタ/コンバータ Prag

要件(2-d)に対応するため、本研究では javascript 上で実装した Python サブセットインタプリタ/コンバータである Prag を開発した。

Web ブラウザ上のコードや操作を JSON 経由で Python に変換するインタプリタと、Python のソースコードを JSON 経由で Web ブラウザに展開するコンバータ、javascript 上で処理を実行し結果を返すランタイムから構成される。

これにより、近年機械学習をはじめとして様々な分野で利用されるようになってきている Python を Web ブラウザ上のビジュアルエディタで実行することが可能となる。さらに、変数やクラスの概念を持ち合わせ、ステップ実行に対応していることから、デバッグ機能等の実装も容易である。

4. プロトタイプ学習環境

4.1 電子マネーを使おう

図1にプロトタイプ学習環境の一つである「電子マネーを使おう」のユーザインタフェースを示す。ここでは、(i) 電子マネーにいくらチャージされているかを確認する、(ii) 購入したい商品を決めて価格を計算する、(iii) 電子マネーで支払いを行う(不足する場合にはメッセージを出す)、といった主に算数に関連するサブ課題から構成されている。

一方、要件(1-a)に対応するプログラムにおける基礎概念としては、手続きと分岐を対象にしている。要件(2-a)に対応するため、画面下部右側にあらかじめ準備されている処理項目を選択して、画面下部左側の空きスロットに Drag & Drop することで、画面

上部の電子マネーカードを動かしたときの処理を決めることができ、平嶋らの作問学習環境で用いられているキットビルド方式に近い形式となっている⁽²⁾。

電子マネーを操作したときに表示されるメッセージは作成した手続きに従って行われるため、要件(1-b)に対応する試行錯誤をしながら正しい処理を行うことができる手続きを学んでいくことが可能である。



図 1. 「電子マネーを使おう」の UI

4.2 畑の作物を収穫しよう

図 2 にプロトタイプ学習環境の一つである「畑の作物を収穫しよう」のユーザインタフェースを示す。ここでは、(i) 大きい作物のみ収穫する、(ii) 畑の端まで収穫する、といった主に家庭科に関連するサブ課題から構成されている。

要件(1-a)に対応するプログラムにおける基礎概念としては、分岐と繰り返しを対象としている。処理の決定方法については 4.1 節と同様であるが、「ロボットを動かす」ボタンを押すことによって、ロボットが収穫を開始するようになっている。

ロボットを動かしたときの動作は作成した手続きに従って行われるため、例えば、大きさをチェックする前に「収穫」する項目を実行すると全ての作物が収穫され、大きさをチェックする前に「右に移動」すると収穫が行われない等といった試行錯誤を行うことができる。

つまり、児童はコードそのものを書くことを求められるのではなく、項目の組み合わせによって課題を解決するという論理的な思考が要求されることとなる。また、課題が分割されていることで、一度に学ぶべき内容は制限されており、試行錯誤にかかる時間も大きくなりすぎないことが期待される。

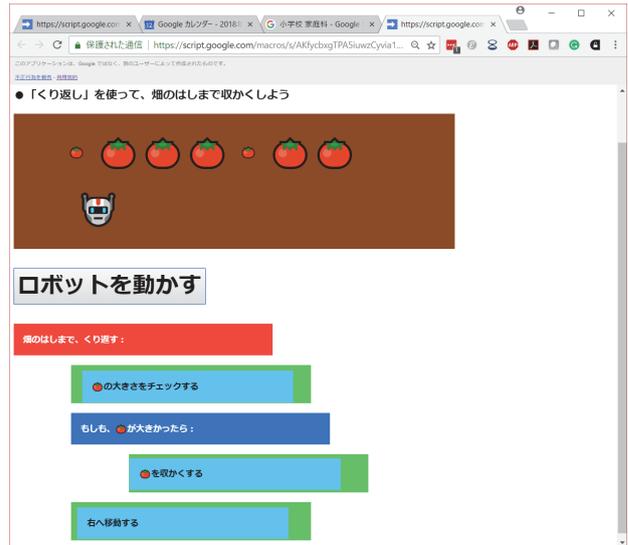


図 2. 畑の作物を収穫しよう

5. おわりに

本稿では、2020 年に直面する初等教育におけるプログラミング的思考のための学習環境として、Web ブラウザ上で処理項目の組み合わせによる課題解決を容易に体験できる学習環境を提案した。初等教育におけるプログラミング教育の手法としてはビジュアルプログラミングを利用したものやロボットの動作を目的としたものなどが注目を集めているが、提案手法は少ない制約で教科教育における課題とプログラミング的思考を組み合わせることが出来ることの利点は大きいものと考えている。

現時点では独自開発したインタプリタ/コンバータ Prag を中心として教材も自作しているが、教員がオブジェクトを組み合わせることで容易に教材を準備できるオーサリング環境の構築を進めている。また、児童の試行錯誤のプロセスを管理できる機能や、他の教員が作成したコンテンツを共有できる機能の開発も今後の重要な課題の一つである。また、実際に提案したプロトタイプを実際の小学校で利用することによって改善点を明らかにしていきたい。

謝辞

本研究は、科研費基盤研究(B) 18H03346 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 (2018/6/12 アクセス)
- (2) Hirashima, T., Yamasaki, K., Fukuda, H. And Funaoi, H., "Kit-Build Concept Map for Automatic Diagnosis", Proc. of AIED 2011, pp.466-468 (2011)

話して・触れて・動かす人型ロボットの一般情報教育における実践報告

Practice report on Talk・Touch・Play for Humanoid-robot in General Information Education

小川 真里江^{*1}, 新井 正一^{*2}, 秋本 結衣^{*3}
 Marie OGAWA^{*1}, Masakazu ARAI^{*2}, Yui AKIMOTO^{*3}
 目白大学
 Mejiro University
 Email: ogawa@mejiro.ac.jp

あらまし：コミュニケーションロボットが社会に広がりはじめ、身近な存在になろうとしている。しかしながら、多くの一般人のロボットに対する理解は極めて薄い。そこで、教養教育として位置づけられている一般情報教育の授業に人型ロボット NAO を導入し、授業教材としての活用を試みた。その結果、学生一人一人がロボットを動かすためのプログラミング学習を体験したことで、ロボットの理解が深まったことが伺えた。

キーワード：プログラミング、人とロボットとの相互作用、コミュニケーション、体験学習

1. はじめに

近年、インダストリー4.0 に注目が集まるなか、テクノロジーの著しい発展が見られる。そのうちの一つに位置づけられるロボットは、医療や介護、サービス等の様々な分野で活躍をはじめ身近な存在になりつつある。その外観は、人と同じまたは人型であるものの機械的、更には、動物などを模したものである。人がこれらロボットと接する機会が増えるにつれ、人とロボットとの相互作用 Human-Robot Interaction (以下、HRI と言う。) に関する研究が様々な側面から進められている。この研究・開発の定義について今井⁽¹⁾らは、人とのコミュニケーションおよびメカニズムの探求の2つのトピックから HRI 研究を解説している。特に、人とロボットとがコミュニケーションをとることを観点に置いた林⁽²⁾は、人がロボットを人と同じように認識する We-mode が重要であると述べている。このことは、ロボットの外観のみが人の認識に影響するのではなく、その振舞いや視線等も相互作用には大きな影響を及ぼすことが示されている。また、神田⁽³⁾は、人とロボットとの距離や空間配置に着目し、ロボットに対してパーソナルスペースのような防衛的な距離を必要としないことを示している。また、具体的な事例の一つに、ロボットがファシリテーター役になるには、聞き手の視野内に入り自律的に振舞うことで自然な対話が成り立つことを挙げている。

ここ数年では、実際に人型ロボットが店頭で置かれるようになり、訪れたお客が興味を惹かれてゲームやその振舞いを楽しむ光景を見かけるようになった。しかし一方では、使い方がわからないのか飾り物に留まり、その場に合った能力を活かせていない傾向が見受けられる。将来何らかの形でロボットを操作する側の立場になった時に、マニュアル通りに使うのではなくその場に適した柔軟な対応ができるよう、より深くロボットを知ることが必要であろう。

このためには、ロボットが人の手の介在なしに動作するという先入観から脱し、人の手で動いていることを体験し、更には、ロボットの振舞いによって人がどのように感じるかを学ぶことである。ここでは、ロボットに対する先入観や誤解を払拭する目的で、授業に人型ロボットを活用した試みを報告する。

2. 授業への取り組み

一般情報教育に位置付けられる授業で、2017 年後期に医療系 26 名および 2018 年前期に文系 32 名の 1 年生を対象に人型ロボットを導入した。

2.1 人型ロボット NAO

教材には、SoftBank Robotics⁽⁴⁾が開発した人型ロボット NAO (以下、NAO と言う。) 1 台を活用した。これは、身長 58 c m 体重 3.5 k g と小柄ながらも、画像認識や音声認識、手足を動かす等の振舞いしながら会話ができる特徴を持っている。また、ソフトウェア Choregraphe を使ったプログラミングによって、NAO へ自由に動作を与えることができる。このソフトウェアは、Python や C++等の専門的な言語を知らない初心者でも、部品をドラック&ドロップするだけで簡単にプログラミングができる。

2.2 NAO の活用

授業の流れは(表 1)、はじめに NAO を知ること、次に Choregraphe を使ったプログラミング、最後にテーマに沿った作品づくりをおこなった。この作品づくりは、話す・触れる・動かす特徴を活かした、人と NAO との自然なコミュニケーションをテーマにした。医療系の学生を対象にした授業では、専門分野で将来活躍することを前提に、癒し・学習・介護をキーワードに、現在の NAO が人に対してどのような支援が可能なのか、会話や振舞い方についてその表現方法を考えるものとした。文系の場合は、1 台の NAO に対して受講人数が多く実機で繰り返し

テストすることが難しいため、会話を中心に考えることとした。ここでは、主に医療系を例に報告する。

表1 医療系の授業構成

授業回数	内容
1~2	「話す・触れる・動かす」ことをデモで体験する
3~10	Choregrapheを使ったプログラミング ・基本機能の使い方 ・音声認識を使った簡単な会話 ・初歩的な QiChat の使い方
11~13	テーマに沿った作品づくり
14	実演動画の作成
15	作品の評価会

2.3 作品づくり

作品は、フリーで提供されているソフトウェア Choregraphe (図1) を使い作成した。このソフトは、手を振る、話す等の NAO に与えたい動作が1つずつボックス化されており、それら処理手順に従って線で結び付けると一つのプログラムになる。更に、ある程度操作に慣れた段階で QiChat スクリプトを使うことにより、初心者が取り扱う程度であってもバリエーション豊かな会話を作ることができる。

次に、テーマに沿って作られた作品例を紹介する。その一つは、学習を支援することをテーマにした作品である。これは、医療の専門知識を利用したクイズ形式で作られたもので、人の関節や筋肉の部位を NAO のボディに触り正誤を確認するといったものである。この作品は、NAO のボディに触れると反応する特性を十分に理解し活用できていることが伺える。

もう一つは、癒しを与えることをテーマにした作品で、ストーリー性やユーモアのある会話と振舞いによって、あたかも NAO に魂が宿り自律的に動いているかのような錯覚が芽生え愛着さえ感じさせる。NAO に教えるという行為は、NAO と対面する人を患者に置き換えて考えた時に、支援を受ける側の気持ちを配慮した表現を考える一つの学びの機会になったのではないかと推察する。

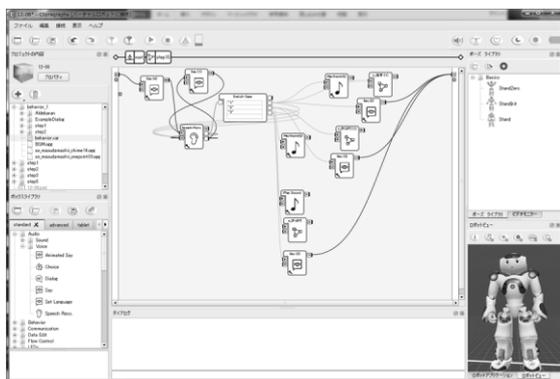


図1 Choregraphe による作品づくりの様子

3. 学生の反応

今回受講した医療系学生に対してロボットに関する過去の経験を聞いてみたところ、10年ほど前に科学館などの展示場で見たことがある、または、ここ2~3年で店頭に置かれているものを見かけたことがある程度であった。今回初めて NAO を使い、話す・触る・動かすことを経験し、人が介在することで柔軟な活用ができることを体験できたのではないかと考えられる。このことは、ロボットに対するアンケート調査のうち、「ロボットを使うための準備やその後の運用に対して人が関わる必要がないと思うか」(図2)の質問に対して、85%以上が何らかの形で人が関わる必要があると学びを通して理解し、ロボットに対する先入観や誤解を払拭できたのではないかと推測される。

ロボットに対する人の介在の必要性について

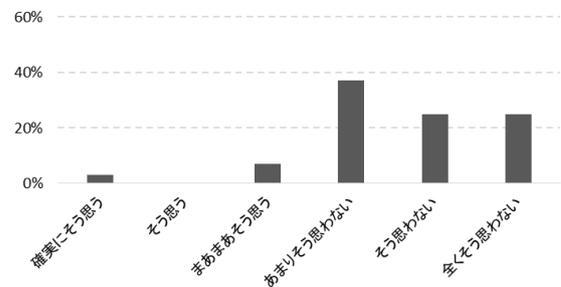


図2 医療系学生に対するアンケート

4. おわりに

受講後の感想を見ると、簡単な操作性が面白さを誘発し、且つ、自分が作ったプログラムによって思い通りに NAO を動かせることで達成感が得られている様子が伺える。このように、ロボットが学生の学びに少なからず影響を及ぼすことから、人とロボットとの相互作用について情報教育の立場から探ることを今後の課題としたい。

参考文献

- (1) 今井倫太, 小野哲雄, “人間-ロボット間相互作用”, 計測と制御, Vol.44, No.12, pp.846-852 (2005)
- (2) 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)
- (3) 神田崇行, “ロボットメディアによる人間情報処理研究: 4.コミュニケーションロボットと人間との距離”, 情報処理, Vol.49, No.1, pp.24-29 (2008)
- (4) SoftBank Robotics, ロボット NAO とは?, (<https://www.softbankrobotics.com/emea/ja/%E3%82%AF%E3%83%BC%E3%83%AB%E3%81%AA%E3%83%AD%E3%83%9C%E3%83%83%E3%83%88/nao>) 閲覧日: 2018/6/2

発話内容を関数で作成できるタンジブルなプログラミングツールの開発

Development of a Tangible Programming Tool Creating Speak Content's Function

津田 真理子^{*1}, 本吉 達郎^{*2}, 澤井 圭^{*2}, 増田 寛之^{*2},
玉本 拓巳^{*2}, 小柳 健一^{*2}, 大島 徹^{*2}
Mariko TSUDA^{*1}, Tatsuo MOTOYOSHI^{*2}, Kei SAWAI^{*2}, Hiroyuki MASUTA^{*2},
Takumi TAMAMOTO^{*2}, Ken'ichi KOYANAGI^{*2}, Toru OSHIMA^{*2}

^{*1} 富山県立大学大学院工学研究科知能デザイン工学専攻

^{*1} Graduate School of Intelligent Systems Design Engineering, Toyama Prefectural University

^{*2} 富山県立大学工学部知能ロボット工学科

^{*2} Department of Intelligent Robotics, Toyama Prefectural University

Email: t754013@st.pu-toyama.ac.jp

あらまし：本研究では、発話内容を関数として呼び出すことによって、サブルーチンの概念を習得できるプログラミングツール P-CUBE2 を開発している。ターゲットユーザはプログラミング初学者や視覚障がい者である。ユーザは、マットにブロックをはめ込むという簡単な操作で「順次・条件分岐・繰り返し」に加え、「サブルーチン」を用いたアルゴリズム構造を体験できる。本稿では、システムの概要と発話関数を導入したプログラム内容について述べる。

キーワード：プログラミングツール、サブルーチン、アルゴリズム構造、タンジブル

1. はじめに

平成 28 年に発行された文部科学省が提唱している中等教育一貫の技術分野の教科書に「サブルーチン」の概念が紹介されている⁽¹⁾。サブルーチンとは、同じ内容のプログラムをまとめ、呼び出すことでプログラムを効率よく記述できる手法である。近年、ソビーゴ⁽²⁾や Scratch⁽³⁾ といったプログラミングツールにもサブルーチンが導入されている。しかし、これらのツールは出力結果が PC 上のオブジェクトであることから、視覚障がい者が使用者から暗に排除されてしまう。

そこで本研究では、サブルーチンの学習が可能であり、視覚障がい者をターゲットユーザに含めたタンジブル⁽⁴⁾なプログラミングツール P-CUBE2⁽⁵⁾の開発に取り組んでいる。本ツールに関数マット、関数ブロック、ひらがなブロックおよび簡単なワードを音声として出力可能なデバイスを導入し、発話内容を関数として設定できるようにした。本稿では、システムの概要、および関数を導入したプログラム内容について報告する。

2. P-CUBE2

本ツールはプログラムマットにブロックを並べるという簡単な操作で、制御対象の発話内容を制御することができる。本節では、システム構成について述べる。

2.1 システム構成

本ツールは関数マット、メインマットからなるプログラムマット、およびプログラミングブロックから構成されている。図 1 にシステムの構成を示す。本システムでは、プログラミングブロックの判別に RFID (Radio Frequency Identification) システムを採

用している。本システムは、バッテリー不要なパッシブタグ (RFID タグ) が、リーダライタ (RFID リーダ) から送られてくる搬送波を反射することで通信を行う。マット内部には RFID リーダ 19 基が組み込まれており、各プログラミングブロックの側面には RFID タグが付与されている。リーダとタグを一対一対応させることで、プログラムマット上に置かれたブロックの配置情報を読み取ることができる。読み取ったブロックの配置情報は転送用 PC から Bluetooth を介して、制御対象のマイクロコンピュータである Arduino に転送される。ユーザはプログラム作成後、転送用マットに転送ブロックをかざすことで、プログラムを転送・実行させられる。

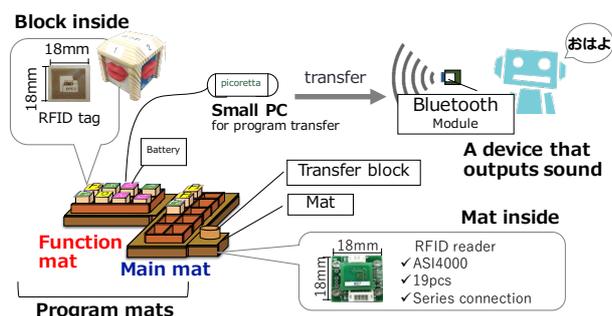


図 1 システムの構成

2.2 プログラミングブロック

プログラミングブロックは 4 種類ある。図 2 にプログラミングブロックの外観を示す。ブロックに精密機器は内蔵されておらず、子供の乱雑な扱いに対して、ロバスト性があると考えられる。

ひらがなブロックはデバイスの発話内容を制御するブロックである。形状は六角柱、質量は約 10g で

ある。CUD (Color Universal Design) を取り入れ、色覚障がい者にも判別可能なデザインを心がけた。

発話関数ブロックは発話内容を関数として定義するためのブロックである。形状は立方体であり、質量は約 25g である。試作段階のデザインから改良し、側面に唇を模倣したオブジェクトを付与した。発話関数を 4 段階まで設定できるように、各面取り部分に点字、および各側面下部にシリコンによる凸情報を付与した。

条件分岐ブロックは発話内容を分岐させるために用いる。このブロックは制御対象に取り付けられたスイッチの ON/OFF 制御に対応する。本ブロックは、条件分岐の始点を意味する「IF START」と、終点を意味する「IF END」の 2 種類ある。質量は「IF START」が約 80g, 「IF END」が約 40g である。

繰り返しブロックは発話内容を繰り返し制御するために用いる。1 対のブロックとして用いることを示すため、ブロック同士を紐で接続してある。質量は約 200g (1 個 100g) である。



図 2 プログラミングブロック

3. プログラム例

本節では発話関数を導入したプログラム例を紹介する。

3.1 順次

図 3 に発話関数を用いた順次のプログラム例を示す。関数マットに、はつわ 1「ぶどう」、はつわ 2「りんご」という発話関数を定義する。例えば、メインマット内で順に 2 個ずつ配置すると、「ぶどう」「りんご」を 2 回ずつ発話するプログラムを作成できる。

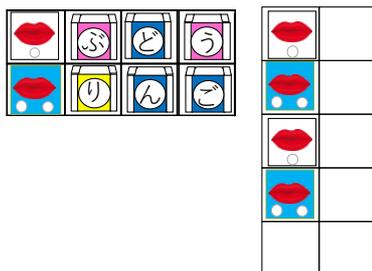


図 3 順次のプログラム例

3.2 条件分岐・繰り返し

図 4 に条件分岐・繰り返しのプログラム例を示す。ユーザは、制御対象のスイッチを押すか/押さないかで出力結果が変わるプログラムを作成できる。具体的には、関数マットに、はつわ 1 に「ぶどう」、はつわ 2 に「りんご」という発話関数が定義し、メインマットで条件分岐、繰り返しブロックと併用することで、制御対象がスイッチを押されていない間は、はつわ 2 の「りんご」を発話し続け、押されている間は、はつわ 1 の「ぶどう」を発話し続ける。

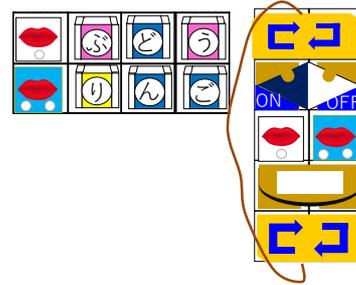


図 4 条件分岐・繰り返しのプログラム例

4. まとめ

発話内容を関数として呼び出すことによって、サブルーチンの概念を習得できるプログラミングツール P-CUBE2 を開発した。対象者はプログラミング初学者や視覚障がい者である。マットにブロックをはめ込むという簡単な操作でプログラミングの基本的な学習要素の習得を目指している。本ツールでは「順次・条件分岐・繰り返し」に加え、「サブルーチン」といったアルゴリズム構造を導入した。本稿では、システムの概要と発話関数を導入したプログラム内容について述べた。

今後は、視覚障がい者に向けたワークショップや実験を通して、ツールの操作性および学習効果が得られるかを検証していく。

参考文献

- (1) 新しい技術・家庭 技術分野：“未来を創る technology”，東京書籍，p.241 (2015)
- (2) ソビーゴこどもブロックプログラミング，<https://hello-sovigo.com/block/>，2018/06/11 参照
- (3) Scratch，<https://scratch.mit.edu>，2018/06/11 参照
- (4) 石井裕：“タンジブル・ビット-情報の感触・情報の気配”，タンジブルメディアグループ，NTT 出版(2000)
- (5) 津田真理子，本吉達郎：“視覚障がい者を対象に含めたタンジブルなプログラミングツールに対する学習要素の拡張”，日本機械学会北陸信越支部総会・講演会講演論文集，第 54 巻 (2017)

数式曖昧入力変換方式による 数式入力インタフェースのスマートデバイス向け UI の試作 Prototype Mathematical Input Interface for Smart Devices using Predictive Algorithm for Converting Linear Strings

白井 詩沙香^{*1}, 福井 哲夫^{*2}
Shizuka SHIRAI^{*1}, Tetsuo FUKUI^{*2}

^{*1}大阪大学

^{*1}Osaka University

^{*2}武庫川女子大学

^{*2}Mukogawa Women's University

Email: shirai@ime.cmc.osaka-u.ac.jp

あらまし:我々は、数学 e ラーニングを対象とした数式入力インタフェースを開発してきた。本インタフェースは、数式曖昧入力変換方式を利用し、キーボードにより数式を普段読むように入力し、表示された変換候補から所望の数式を選択することにより、数式入力ができる。近年、e ラーニング学習環境は、情報通信技術の発展およびモバイル端末の普及により、スマートフォンやタブレットなど多様化している。本研究では、数式入力環境を広げるため、スマートデバイス向け UI を試作したので報告する。

キーワード: 数学 e ラーニング、数式入力インタフェース、スマートデバイス

1. はじめに

近年、情報通信技術の進展により、多くの教育機関で学習管理システム (Learning Management System, 以下, LMS) を活用した e ラーニングが導入されている。LMS の基本機能のひとつに、学生の理解度の確認や演習を行うためのオンラインテスト機能がある。従来のオンラインテストは、多肢選択や空所補充などが主流で、理数系科目の演習に必要な数式を解答形式としたテストは難しかったが、数式の自動採点を可能とした数学オンラインテストシステムの登場により、実現できるようになった。現在では、STACK⁽¹⁾, MATH ON WEB⁽²⁾, Maple T.A.⁽³⁾といった数学オンラインテストシステムが活用されている。一方、課題もいくつかあり、その一つに数式入力の負担が挙げられる⁽⁴⁾。現在、数学オンラインテストで利用されている数式入力方式は数式の正誤判定に利用している数式処理システム (Computer Algebra System, 以下, CAS) の文法に従って入力するテキストベース入力方式と Word の数式入力エディタのような GUI を用いた構造ベース入力方式の2種類がある。例えば、 $4\sqrt{2}$ と入力する場合、テキストベース入力方式では、“4*sqrt(2)” のように CAS の文法に従って入力しなければならないが、初学者のつまずきの原因となっている。一方、構造ベース入力方式も数式構造を把握し、適切なテンプレートを選択する必要があり、初学者にとって負担が大きい。

さらに、学習環境の多様化に伴い、従来の PC 環境に加え、スマートフォンへの対応も検討する必要がある。数式入力については数字と記号が混在するため、スマートフォンで入力をする際は、キーボード画面の切り替えが多発し⁽⁵⁾、入力時の負担が大きくなると考えられる。本研究では、スマートデバイスにおける数式入力環境を改善するために、数式曖

昧入力変換方式^(6,7)によるスマートデバイス向けの数式入力インタフェースを試作したので報告する。

2. 数式曖昧入力変換方式

数式曖昧入力変換方式とは、数式を読むように曖昧な文字列を入力し、算出された変換候補から所望の数式を選択することで数式入力ができる方式である。「数式曖昧文字列」とは、数式に表示されていない記号は入力せず、数式要素に対応するキーワードを読む順番に入力することを指す。例えば、表 1 のように、 $4\sqrt{2}$ の場合は、“4root2” と、 4 と $\sqrt{2}$ の間の表示されない積記号は入力しない。また、分数では CAS のような区切り括弧も不要である (表 1)。

本方式を実装した数式入力インタフェース MathTOUCH⁽⁶⁾による数式入力手順を図 1 に示す。Step 2 に示す変換候補の算出には機械学習による予測アルゴリズムを使って最適候補を提示している⁽⁷⁾。

表 1 数式曖昧文字列の例

数式例	数式曖昧文字列	CAS の例
$4\sqrt{2}$	4root2	4*sqrt(2)
$\frac{x+3}{x+1}$	x+3/x+1	(x+3)/(x+1)
$\sin^3 x$	sin3x	sin(x)^3



図 1 MathTOUCH による数式入力手順

3. スマートデバイス向け UI の開発

前章で述べた数式曖昧入力変換方式を実装した数式入力インタフェース MathTOUCH のスマートデバイス向け提案インタフェースを図2に示す。本インタフェースは、スマートデバイスの機種に依存しないよう JavaScript で実装を行った。使用するデバイスを判定し、PC の場合は従来通り図1に示すインタフェースが、スマートフォンやタブレットの場合は図2の提案インタフェースが表示される。

提案インタフェースは、キーボード上部の変換候補エリア、左側の標準キーボードエリア、中央のキータ입エリア、右側の基本操作エリア、そして下部の特殊文字キーボードエリアの5つのエリアから構成される。候補選択はキーボードの右側の列に配置される Next か矢印をタッチするか、候補リストから所望の数式を直接タッチすることで、入力できる。

キーボードは、標準キーボードが3種類とギリシャ文字や数学記号専用のキーボードが8種類を用意した。前章で述べたように、MathTOUCH は数式要素に対応するキーワードを入力すれば、それに紐づく変換候補を算出してくれる。この数式曖昧入力変換方式と変換アルゴリズムの特徴により、一般的な数式は標準キーボードより入力ができるため、一章で述べたキーボード画面の切り替えの多発による入力効率の低下を防ぐことができると期待できる。しかし、ギリシャ文字や数学記号の読み方（キーワード）がわからない場合もあるため、ギリシャ文字や数学記号専用のキーボードから入力ができるよう工夫した。例えば、 α と入力したい場合は、図3に示す標準キーボードの“a”あるいは図4のギリシャ文字キーボード（キーボード下部の“ π ”記号のアイコンより起動）から直接“ α ”記号を指定することで入力できる。



図2 スマートデバイス向け UI



図3 標準キーボード



図4 ギリシャ文字キーボード

4. まとめと今後の課題

本研究では、スマートデバイスにおける数式入力環境を改善するために、数式曖昧入力変換方式によるスマートデバイス向けインタフェースの試作を行った。今後は、数式入力タスクのパフォーマンス比較実験により提案インタフェースの効果・効率・満足度の検証を行う予定である。

謝辞

本研究は JSPS 科研費 16K16178, 17K00501 の助成を受けたものです。

参考文献

- (1) Ja STACK.org, <http://ja-stack.org/>, (2015.6.8 閲覧)
- (2) 大阪府立大学高等教育推進機構, MATH ON WEB Learning College Mathematics by webMathematica: <http://www.las.osakafu-u.ac.jp/lecture/math/MathOnWeb/>
- (3) Maple T.A.: <http://www.maplesoft.com/products/mapleta/>
- (4) 中村泰之, 大俣友佳, 中原敬広, 「STACK の問題作成ツールの開発と STACK3 に向けて」, 数式処理, Vol.19, No.2, 2013, pp.33-36.
- (5) 中村泰之, 中原敬広: “モバイルデバイス用数式入力インタフェースの開発”, 第40回教育システム情報学会全国大会講演論文集, pp.401-402 (2015)
- (6) 白井詩沙香, 仲村裕子, 福井哲夫: “数式自動採点システムにおける数式入力インタフェースの提案と評価”, 情報処理学会論文誌「教育とコンピュータ」, Vol.1, No.3, pp.11-21 (2015)
- (7) Fukui, T. and Shirai, S.: “Predictive Algorithm for Converting Linear Strings to General Mathematical Formulae”, Human Interface and the Management of Information: Supporting Learning, Decision-Making and Collaboration, Lecture Notes in Computer Science, Vol.10274, Springer, pp.15-28(2017)

初学者向け吹奏楽練習支援システムの試験的運用と評価

The trial use and evaluation of a wind instrument practice support system for beginners

小口宙暉^{*1}, 國宗永佳^{*2}, 針谷航^{*3}, 小林匡輔^{*3}, 新村正明^{*1}, 桐原礼^{*1}, 本間喜子^{*1}, 森下孟^{*1}
 Hiroaki OGUCHI^{*1}, Hisayoshi KUNIMUNE^{*2}, Wataru HARIYA^{*3}, Kyosuke KOBAYASHI^{*3},
 Masaaki NIIMURA^{*1}, Aya KIRIHARA^{*1}, Yoshiko HONMA^{*1}, Takeshi MORISHITA^{*1}
^{*1} 信州大学, ^{*2} 千葉工業大学, ^{*3} 株式会社コルグ
^{*1} Shinshu University, ^{*2} Chiba Institute of Technology, ^{*3} KORG INC.
 oguchi@seclab.shinshu-u.ac.jp

あらまし: 吹奏楽の練習では楽器ごとの奏者達によるパート練習や個人単位での練習が行われる。これらの練習には指導者が常に付き添うことができず、演奏者自身が演奏の評価を行うが初学者には適切な評価ができない。この問題を解決するため、本研究では熟達した指導者の知見に基づき演奏を評価する、少数向け吹奏楽練習支援システムの開発を目指している。今回は前段階として指導者の知見に基づいた評価は行わず、音高の可視化を行い、演奏者の練習を支援するプロトタイプシステムを開発した。本稿ではそのプロトタイプシステムを試験的に運用した結果と評価について述べる。

キーワード: 吹奏楽, 基礎練習, ロングトーン練習, 練習支援システム, 音高検出, 可視化

1. はじめに

吹奏楽部などでは管楽器演奏のための様々な形態の練習が行われる。パート練習や基礎練習については、演奏者らがパートや個人に分かれて別々の場所で独立して行うため、指導者不在の状況で、適切に練習できているかを演奏者自身が評価する必要がある。しかし、部活動では管楽器演奏の初心者も多いため、自身で適切な評価を行うことは困難である。

この問題を解決するため、本研究では熟達した指導者の知見に基づき基礎練習の支援を行う、初学者向け吹奏楽練習支援システムを開発している⁽¹⁾。研究の第一段階ではチューナーを開発したが音高の経時的变化を捉える事ができない。本稿では、研究の第二段階として開発した、ロングトーン練習における音高の経時的变化の把握を支援するプロトタイプシステムを試験的に運用した結果と評価を述べる。

2. プロトタイプシステムの概要

基礎練習には様々な種類の練習がある。その1つであるロングトーン練習は、「ドレミファソラシド」のような音階の各音について、音高と音量を一定に保ちつつ数秒間吹き続ける練習である。本研究ではまずロングトーン練習における音高の正確性と安定性に着目したプロトタイプシステム（以下、本文中では本システムと表記）を開発した⁽²⁾。

2.1 プロトタイプシステムの要件

ロングトーン練習における音高に関する評価項目として、「理想的な音高と演奏音の音高の差異の大きさ」と「演奏音の音高の経時的变化（ぶれ）の大きさ」を設定した。これらの項目についての評価を初学者自身で行うことを支援するために、本システムの要件を以下の通り定めた。

- 理想的な音高と演奏音の音高の差異を演奏者が把握できること
- 演奏における音高のぶれを演奏者が把握できること

- 上記2要件を演奏中・演奏後ともに満たすこと

2.2 プロトタイプシステムの構成

本システムには、「練習モード」と「振り返りモード」の2つのモードが存在する。

(1) 練習モード

練習モードでは、1分間に65拍のテンポで1音を8拍（約7.3秒間）演奏し続けた後、2拍（約1.8秒間）の休みをはさんで次の音の演奏に進むという手順を8音分繰り返すという練習を行う。①の演奏すべき音の音符が、演奏中は青色、休みでは黄色で、拍にあわせて点滅する。

演奏中は画面下部に、演奏音の音高変化がリアルタイムにグラフとして表示される。グラフの縦軸は音高を示しており、中央((A))が理想的な音高を示す。横軸は時間軸で左から右に経時的变化を記録する。このグラフによって、常に理想的な音高と演奏音の差を視覚的に把握でき、演奏者が演奏音の修正を試みる事ができる。

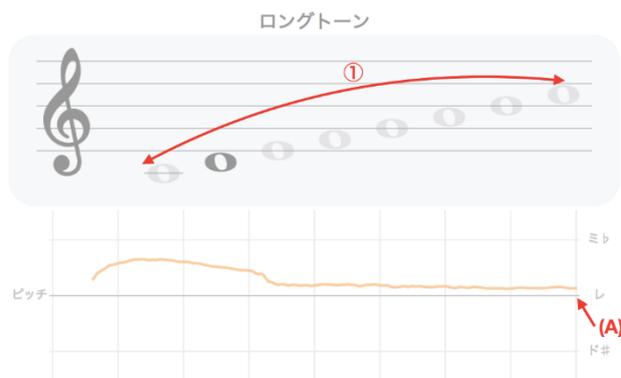


図1 プロトタイプシステムの画面構成

(2) 振り返りモード

練習モードが終了すると、振り返りモードに遷移

する。振り返りモードでは、練習モードで演奏したときの音とグラフを、任意の音符1つ分および1回の練習全体について再現する。この機能により、演奏後に自分の演奏音とグラフを確認しながら、演奏を評価できる。

3. 試験運用

2018年2月にA校の吹奏楽部員(クラリネット1名, コルネット2名, トランペット2名), 2018年5月にB校の吹奏楽部員(クラリネット3名, トランペット2名)を対象に本システムの試験運用を行った。本システムを利用者が使用する端末としてApple iPadを用いた。また、周囲の雑音や周辺で練習する他者の演奏音を收音することを防ぎ、音高の分析精度を高めるため、音入力デバイスには楽器本体を挟み込む形状のコンタクトマイクを使用した。

試験運用においては練習モードで演奏音を收音してもらい、收音後、教員立会いの中で振り返りモードで演奏者自身に演奏の振り返りをしてもらった。その後、本システムの使用感について、座談会形式で意見を聞いた。4章では、ここで得られた意見から、本システムの評価・考察を行う。

4. 評価・考察

以下の意見より、本システムの要件をある程度満たすことができたと考えている。演奏中については、瞬間的な音高を提示するチューナーを用いた同様の練習と比較して、本システムが提示するグラフの方が音高の変化を把握しやすいことを示唆する意見が得られた。また、演奏後にグラフ上で振り返りができることによって、自分の演奏音が持つ課題に気づくことができ、次の練習に意欲的に取り組もうとする様子がみられた。

- グラフとして音高が描画されるのが面白かった。音高の揺れがしっかりと見えるため、自分がどこで失敗したかとかが見えるから。
- チューナーと比べるとわかりやすい。チューナーだとピッチが描いてないから難しい。見返したりできないから直しにくい。
- 面白くて、わかりやすくていいけど、ピッチができなかった所を見返したり、直せたりできるのがいいと思った。
- いつも出してる自分の音の大きさや、今出てる音がどれくらいの高さ、音程があっているかというのがわかってよかったです。
- 自分がピッチの時だと揺れてるのはわかるけど、どれくらいの大きさで揺れてるのがわかりづらいところがあったので、グラフだとよりわかりやすくなったのがよかった。
- 練習でその音が出ないともう1回練習してみようって気持ちになれる。
- 自分が苦手だった音を振り返るときにこの後自分の練習にどういう風につながっていくとか、重点的に練習するとか、次の練習につなげられるのでいいなあと思いました。

一方、本システムの改善を期待する意見も寄せられた。まず、要件を満たす以前に練習を行う上で本質的な問題となる、以下の意見があった。

- 吹き始めるスタートの拍が取りづらい。メトロノームが動いているのだけでも見えるとわかりやすい。
 - 音符の点滅が青色と黄色で見にくい。パッと見てわかるようにしてほしい。明るい色とかのほうが見やすい。赤とか。
- これらの意見より、拍を演奏者に提示する方法を再検討する必要があることが分かった。
- 他に、要件に関わる以下の意見が挙げられた。
- 自分の一か月前の記録とかも聞けたほうがいい。上達したのかがわからない。
 - メモとかできるようにしてほしい。どこが悪かったとか。
 - 楽器によって出やすい、ピッチが下がりやすい音と上がりやすい音とかがあるんで、楽器によって切り替わった方がいいかなと思う。

1つ目の意見について、システムでは過去の練習についても記録しているため、例えば一か月前の練習を確認することも可能である。しかし、今回の試験運用は各校1日ずつ実施したため、過去の記録を確認できなかった。今後、継続的に運用を行い、演奏の形成的評価に対する寄与について確認する必要がある。2つ目の意見について、演奏音やグラフに加えて演奏者の感想などを記録することが、より精緻な振り返りに寄与する可能性があるため、機能の実装を検討する。3つ目の意見について、楽器の特性に合わせた音高検出や可視化を行うことは、多様な楽器が用いられる吹奏楽では重要な課題である。

5. まとめ

本稿では、開発した本システムを試験的に運用した結果と利用者から得られた評価について述べた。利用者の意見から、システムの要件をおおよそ満たすことが分かった。また、今後の課題として、拍の提示方法の再検討や、継続的運用による演奏の形成的評価へのシステムの寄与についての確認を行う必要があることが明らかになった。

謝辞

本研究にご協力いただいた信州大学教育学部附属松本小学校・井出貴博 教諭、北杜市立長坂中学校・中世古楽 教諭、および両校の児童生徒の皆さんに感謝いたします。

本研究は JSPS 科研費 JP16K13583, 17H04707, 株式会社コルグの助成・協力を受けたものです。

参考文献

- (1) 小口宙暉, 國宗永佳, 森下孟, 桐原礼, 白神晃子, 山本樹, 倉山めぐみ, 金子大輔, 新村正明: “初学者を対象とした吹奏楽練習支援システムの基礎検討”, 教育システム情報学会 2016 年度学生研究発表会予稿集, pp.21-22 (2017)
- (2) 小口宙暉, 國宗永佳, 針谷航, 小林匡輔, 新村正明, 桐原礼, 本間喜子, 森下孟: “初学者向け吹奏楽練習支援システムの開発”, 教育システム情報学会 2017 年度学生研究発表会予稿集, pp.45-46 (2018)

博物館来館者向けの情報提示システム構築のためのユーザモデリング

User modeling 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

^{*1}Faculty of Global Human Sciences, Kobe University

^{*2}関西大学 文学部

^{*2}Faculty of Letters, Kansai University

Email: motomura@kansai-u.ac.jp

あらまし：本研究は、博物館の来館者が展示物を閲覧する際に、スマートフォン・アプリを想定した電子ガイドサービスに資するユーザモデルを提案する。まず、来館者の行動からニーズを把握するために、5名の大学生を対象にエスノグラフィ手法である行動観察とインタビュー調査を実施し、行動分析を行った。それらの結果から来館者の情報取得行動と利用環境をモデリングし、大学生来館者の潜在的ニーズを抽出し、要求仕様策定のための基礎資料を得た。

キーワード：博物館、エスノグラフィ、潜在的ニーズ、ユーザモデリング

1. はじめに

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。このような来館者のニーズを把握する一つの手段として、ユーザの日常的な実践の場で生起する現象から得られる情報をその場でリアルタイムに取捨選択しながら編集記述する手法、およびその記述体を意味するエスノグラフィが用いられる⁽¹⁾。

本研究では、博物館来館者による情報提示システム(電子ガイド)の利用状況および見学行動の把握、それらにもとづく要求仕様から新たな情報提示システムの構築を目的として、エスノグラフィ手法から得られるデータから、Holtzblatt らのコンテクスチュアル・デザインに基づくユーザモデリングを行う。

2. ユーザ中心設計におけるエスノグラフィ

ユーザ中心設計 (UCD) プロセスの初期フェーズで、エスノグラフィを援用したユーザの行動記述とモデル化手法が潜在ニーズ抽出には効果的であるとされる。特に、ユーザのニーズによってインタフェースを最適化させることに注意を払って設計を行う。UCD では、エスノグラフィは、人工物の設計やそれらが導入された現場の設計に示唆を与えるものとして期待されている。しかし、元々、人類学分野で発達してきたエスノグラフィは、時間と人的コストがかかるだけでなく、調査者が調査対象を記述する経験度合が要求される。そもそも、人類学におけるエスノグラフィの目的とは異なり、エスノグラフィ作

成プロセスにおける未編集のデータも含めて複数の関係者間で共有を行うことが目的なのである。

したがって、当該分野に合わせる形で様々なエスノグラフィの試みがなされている。このため、従来のエスノグラフィを簡略化して応用できるようコンテクスチュアル・デザイン⁽²⁾等の高速化手法が提案されている。

3. 博物館来館者の状況把握

本研究では、関西大学の学生 5 名をインフォーマントとして、国立民族学博物館 (以下、民博) にて、次のようなフィールドワークを実施した。民博では、プレイステーション・ポータブル (以下、PSP) を利用した電子ガイドが導入されている。

3.1 方法

まず初めに、PSP 端末を携帯する 1 人のインフォーマントに対し、1 人の調査者が数メートル後をつけて行動観察を行った。調査者は IC レコーダとカメラを持参し、適宜、IC レコーダに気づいたことを音声記録するとともに、カメラでインフォーマントがどこで何をどのようにしているのかを把握するため写真撮影した。従来のコンテクスチュアル・デザインにおけるコンテキスト調査に加え、行動観察を導入し、複数の調査データを折衷させることで、調査の妥当性と信頼性が保証されると考えたからである。なお、調査の前には、事前に 5 つのモデルに関する概念知識を与え、モデルに関連する写真撮影を行うよう指示した。

3.2 分析

IC レコーダに記録した音声からインフォーマントの行動に関する情報を時系列に並べたイベント表を作成した。

その結果、経過時間とともに 1 点の閲覧時間が短くなり、2 時間を過ぎたあたりからほとんど閲覧せずに通り過ぎてしまっていた。博物館全体の展示構

造や展示量の情報が提供されていないため、来館者が見学計画を立てられないまま見学していることを示唆している。また、PSP 端末を使用した電子ガイド最初の数回のみでの使用で、その後は全く使用されていない。このことは、電子ガイドのコンテンツがビデオ映像主体で、展示閲覧とコンテンツ視聴の両立が困難であることが考えられる。

これらの結果から、電子ガイドの課題として、1) 重量、2)ユーザインタフェース、3)映像コンテンツに対する疑問が浮かび上がった。また、展示場の課題として、コースナビゲーションや見学プランニングの提供が求められていることが示唆されている⁽³⁾。

4. ワークモデルの作成

調査終了後にコンテキスト調査を実施して、コンテキストチュアル・デザインに基づく5つのワークモデル(表1)にしたがい、図1や図2のようなワークモデルを作成した。ワークモデルは、ユーザの利用状況を視覚化したものであり、設計チーム間でユーザの現状に関する共通理解を得ることができる。チーム間で問題点や解決策を議論する際の重要な土台となるとともに、来館者の潜在的ニーズを抽出し、要求仕様策定のための基礎資料の一つとなる。

表1 5つのワークモデル

【モデル1】	シーケンスモデル タスクがどのような手順で行われたかを時系列で表現
【モデル2】	物理モデル ユーザがタスクを行う物理的な環境についての記述
【モデル3】	アーティファクトモデル タスクを行うなかでユーザが使用する人工物に関する記述
【モデル4】	文化モデル ユーザの行動に影響を与える人やルール、その影響範囲を表現
【モデル5】	フローモデル 活動の構成要素を見だし、アクター間の情報の流れを記述

5. おわりに

エスノグラフィックなアプローチによるユーザ利用状況の調査から得られた資料をもとに、ユーザモデリングをした結果、来館者が展示物を閲覧する際における閲覧方法の課題を抽出することができた。今後、情報提示システムの設計のための要求仕様を策定するための知見を得た。

次のフェーズでは、来館者の行動をシナリオとして一つのドキュメントとして結晶化する作業へと移行する。それを作成するためには、来館者が見学中に体験した個々のストーリーを適切な順序と言葉で記述していく必要があり、これを経た上で、プロトタイプ設計へとつなげていく予定である。

参考文献

- (1) 岩谷洋史：“情報通信技術関係企業におけるエスノグラフィの活用動向について”，社会人類学年報，No.39，pp.151-169 (2013)。
- (2) Holtzblatt, K. and Beyer, H.: “Contextual design: principles and practice”, Wixon, D. and Ramey, J.(Eds.): Field methods casebook for software design, pp. 301-333, John Wiley & Sons, Inc. (1996)

- (3) 岩谷洋史，本村康哲：“エスノグラフィックアプローチによる博物館来館者の行動分析”，じんもんこん 2017 論文集，2017，pp.289-294 (2017)

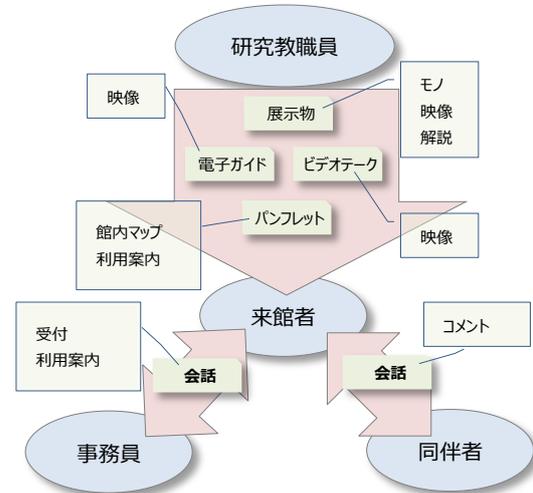


図1 フローモデル

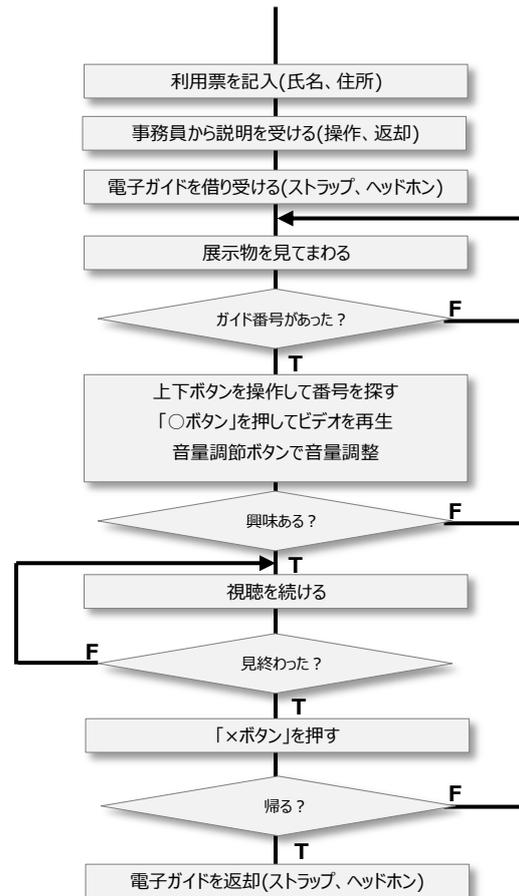


図2 シークエンスモデル

情報系学部における消費者教育を含む技術者倫理教育

Engineering ethics education including consumer education for computer science students

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：大学での消費者教育が義務化されたので、情報系学部における技術者倫理教育の授業内容に消費者教育の視点を組み入れたモデルカリキュラムの策定を行っている。また、そのカリキュラムに沿った教材開発を進めているので、この特徴と開発の現状を報告する。消費者教育は、被害を受けないための知識を習得することが中心と考えられるが、本研究では情報系の専門家として消費者を守る立場も重視した内容をめざしている。実際に一部を筆者の授業のなかでとりあげているところなので、本稿には間に合わなかったが、受講学生の反応も口頭発表で紹介したい。

キーワード：技術者倫理教育、消費者教育

1. はじめに

2013年度から大学において消費者教育が義務化されたが、大多数の大学においては具体的な教育が行われていないようである。消費者庁の「消費者教育推進のための体系的プログラム研究会」で作成された「消費者教育の体系イメージマップ」では、大学での教育について、「情報提供や啓発にとどまらず、学生へのキャリア教育としての位置づけにおいても消費者教育を多面的にとらえ」としている。筆者は、この考え方に沿って、消費者教育の視点を取り入れた技術者倫理教育の実現をめざしている。

現状では、技術者倫理をも念頭においた消費者教育のモデルカリキュラムは、筆者の知る限り無い。山口は大学における技術者倫理教育の実践例および授業効果についてサーベイしているが、2000年頃から2010年頃までを対象としているので、時期的に考えて当然かもしれないが、消費者教育の視点を含むものは無い⁽⁷⁾。

金光は技術者教育の新しい視点として志向倫理(aspirational ethics)が導入されてきており、「技術者のあるべき姿、より良い意思決定と実践を目指すアプローチ」であり、「技術と社会の関係に対する感受性、自然への尊重、公共善への参加などが含まれる」と紹介している⁽⁶⁾。消費者教育の一部にも語られるフェアトレード(Fair Trade：公平貿易)のように、地球的視点で消費を考えるアプローチという点で、考え方が共通している。

本稿では、めざすカリキュラム像と、それに沿った内容の授業実践で得たものを紹介する。

2. 本研究のめざすもの

本研究では、情報系学部における消費者教育の内容を検討し、消費者教育を含んだ情報系学部としてのモデルカリキュラムと教材を作成することを目的

とする。とくに消費者として被害を受けないことやビジネス・環境への配慮のためだけの教育ではなく、消費者に対してサービスや製品を提供する立場で、技術者としての倫理も含めた教育内容を組み立てる。また、サイバーセキュリティ法などの法制を含む情報セキュリティ面で消費者への啓発方法や教材の開発も行う。さらに、作成した教材を実際に授業で試用することで、研究の評価を行う予定である。

消費者教育に関しては、まだ駆け出しであるが、大阪府消費者センターや関西消費者協会で現状を聞くなどしてきた。特に社会的責任まで含めて批判的に考える一級市民としての「消費者市民」を目指すことと、技術者倫理教育との共通点を強く確信した(前述のフェアトレードもその一つである)。さらにこの点を2013年度の教育システム情報学会においてミニディスカッションを行ってきた⁽³⁾。

全ての分野の学部に通ずる教育内容を考えることも課題ではあるが、まず各専門の学部・学科レベルで教育内容を策定すべきと考える。従って、情報系学生に対する教育内容について研究することにした。情報系学生を対象として、次の特徴をもつ消費者教育と技術者倫理を含むモデルカリキュラムと学習教材を作成することをめざしている。

1) 情報系学部の独立した授業科目として置く形だけでなく、関係する複数の専門授業科目の中にマイクロ・インサージョンの形で消費者教育の要素を組み入れる形も考える。

2) 授業内容は、被害を受けないための教育というより、むしろ学生が卒業後にサービスや製品を提供する側に立つことを意識したものとする。従って、技術者倫理教育と密接に関連した内容となる。

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。

3. 科学研究費としての研究推進

本研究では、2015年度より科学研究費を得て研究分担者と協力して研究を進めており、これまでに成果の一部として、モデルカリキュラムを発表した⁶⁾。具体的な内容については本稿では省略するが、このモデルカリキュラムでは、グループ討議に全15回のうち5回程度を充てることにしている。

受講者にグループで討議・発表させることが、課題の理解や解決に有効であることは、多くの文献で共通して主張されている。筆者の十数年にわたる技術者倫理教育の経験でも実感しているので、作成する教材には討論の技法や具体的な問題の論点の例を含める予定である。

4. 授業実践例と受講生の評価

上述のモデルカリキュラムの教材候補として考えた内容の一部を、筆者の担当する大阪大学大学院情報科学研究科の授業科目「情報技術と倫理」で取り入れてみた。本科目は15回で構成され、うち5回を筆者が担当している。残りは各回をそれぞれ一人の教員が担当するオムニバス形式であり、各教員の専門分野における倫理的問題を取り上げている。授業内容には、集積システム設計と知的所有権、製造物責任、内部統制、ヒューマンエラー、営業秘密、プライバシー保護、失敗学などを含む。

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 67。

- | |
|---|
| ・2単位の学部専門科目を履修した：
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：
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：
7人・10% [3人・4%] (7人・11%) |
| ・履修したことはない：
37人・55% [19人・27%] (15人・23%) |

なお、[]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。2018年度は学部専門科目で学習したことの無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。

本研究の対象は学部専門教育であるが、今年度の受講者については、学部で履修した者は院生が過半数なので、授業実践の結果は学部教育とほぼ同じように捉えてよいと考えている。

今年6月の授業では、オンラインの会員登録などで個人情報収集する際に、収集の目的や規約を消費者に理解してもらうための方策について、グループ討論させた。その結果のレポートは本稿執筆時点でまだ提出締切日が来ていないので、口頭発表で報告したい。

このほか、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」という基本線で扱っている。

また、教員からの一方的な講義は減らして、実際の事例や仮想事例をとりあげて、グループ討議をすることで、学生の理解度・倫理意識が高まるようにしている。グループ討議で異なる専攻の学生同士が議論できるようにグループを編成している。これは学生に好評である。

毎回の宿題は、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ーで示す、Excel VBA を用いて文章中に現れたキーワードに色付けするなど加工して、翌週の授業時には、授業支援システム(ベースは Blackboard 9)上に開示した。1つの設問に対して300字であっても70人分になるとかなりの分量になるが、「他のグループの議論結果や個人の課題の解答が見られたことも、様々な考え方を知る上で良かった」というコメントもあり、結構見てくれている受講生もいたようである。また、グループ討議で作成してもらった資料も同様に開示している。

毎回の授業で実施したグループ討議に関しては、学生から「討議や発表の時間がもう少し必要」という意見が数多くあり、さらに改善する必要がある。また、倫理綱領を調べさせる課題や、研究者倫理に関する仮想事例は、大学院生を対象とするこの授業で適切という声が多かった。

謝辞

本研究は、JSPS 科研費 JP15K00996 の助成を受けている。

参考文献

- (1) 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）
- (2) 札幌順ほか：“新しい時代の技術者倫理”，放送大学教育振興会，東京（2015）
- (3) 中西通雄：“義務化された消費者教育で何をどう教えるべきか”，教育システム情報学会全国大会プレカンファレンス（2013.9）
- (4) 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（2016.8）
- (5) 杉山典正・越智徹・大谷卓史・中西通雄：“情報系学部における消費者教育および技術者倫理教育に関する授業モデル”，信学技法 SITE2016-64, pp.25-28(2017.3)
- (6) 金光秀和：“技術者倫理教育の回顧と展望”，電気学会研究会資料 FIE17-031, pp.25-26（2017.12）
- (7) 山口佳和：“学部学生向けの専門科目としての技術者倫理教育の試みと効果”，工学教育，66-3, pp.17-22（2018.5）

RNN を利用した動作解析手法の検討

A Study on Motion Analysis Method using Recurrent Neural Network

酒井 正人^{*1}, 越智洋司^{*2}

Masato SAKAI^{*1}, Youji OCHI^{*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: ochi@ele.kindai.ac.jp

あらまし: 機械学習を利用し動作の識別を自動的に行うような動作解析手法では, 動作の特徴量を考慮する必要がない反面, 学習内容のブラックボックス化による教育支援への弊害という欠点がある.

本研究では, モーションセンサデバイスである Kinect により得られる関節座標データと, 時系列データの特徴量を自動的に学習することができる RNN (Recurrent Neural Network) によって行われる動作識別の結果を利用して, 学習した動作の推測・可視化できるかの検証を目的とする.

キーワード: 学習結果, 動作識別, 機械学習, 特徴量, Kinect, RNN

1. はじめに

人の動作を指導する際, そのアドバイスは抽象的になることが少なくない. 動作解析によって動作を定量的に評価しアドバイスを行えば, 初心者動作習得を容易化できると考えられる. 動作識別をする際は, 学習支援に繋がる動作モデルを考え, そのモデルを表現する特徴量を定義する必要がある⁽¹⁾. 動作認識の精度はそのモデルや特徴量に対応可能なものに限定される. そのため, 識別対象の動作を変更あるいは増やすと, その度に特徴量の抽出方法を見直す必要性があり動作識別が容易ではない.

そこで本研究は, 機械学習の一種であり時系列データから特徴量を自動的に学習可能な RNN (Recurrent Neural Network) に着目し, Depth センサ搭載型カメラデバイスの Kinect により得られる人体関節座標データに対して RNN を適用し, リアルタイム識別を可能とするシステムを試作した. 我々はラジオ体操の 5 パターンを対象に RNN を適用し, 高い識別精度からその有効性を示したが⁽²⁾, 学習支援の観点では, 学習内容がブラックボックス化されるため, 識別判断の基準となる動作特徴量が把握できず, 学習内容が動作指導に利用できないなどの弊害を持つ欠点がある. RNN の学習内容の可視化を行うツールを用いて RNN の隠れ層の反応を見る手法⁽³⁾があるが, このツールが対応するのはテキストデータのみで座標データは対応できない. 本発表では, 本システムの動作識別結果を分析して, 学習者の誤り行動を解析できるかを検証する.

2. 動作識別手法

提案手法は, 動作データの取得 (2.1), 入力・出力データの構築 (2.2), RNN による学習 (2.3), の 3 つの手順で構成する. 以下に各手順の詳細を記す.

2.1 動作データの取得

動作データの取得手順を以下に記す. 「動作データ」とは, Kinect から単位フレーム (30fps) あたりに送られる人体 25 関節の各 3 次元 (x,y,z) 座標値 (3×25=75 種類の座標値), その時のフレーム番号, 教師ラベルをまとめた時系列データを指す.

手順 (1) 高さ 115cm の所に Kinect を設置し, Kinect から 230cm 離れた場所に被験者が立つ.

手順 (2) 識別対象の全種類の動作データを 1 ファイルにまとめて取得するために, 任意の時間毎に動作と教師ラベルを共に変更しながら順番に動作データを取得する. 「教師ラベル」とは, RNN で動作パターンを識別するための指標である. 例えば, 動作 1 種類目の時は教師ラベルが「1」, 動作 2 種類目の時は教師ラベルが「2」というような数値で表される.

手順 (3) 取得した動作データを csv 形式で保存する.

2.2 入力・出力データの構築

入力・出力データの構築手順を以下に記す. ここでいう「入力データ」とは, 動作データ上の動作種類毎に一定フレーム数で分割していき, フレーム番号と教師ラベルの列を取り除いた関節座標のみのデータ群を指し, 単位入力データ (学習用データ 1 個) は分割フレーム数分の時系列データとなる. また, 「出力データ」とは, 単位入力データに対する教師ラベルの値 1 つのみのデータを指す.

手順 (1) 2.1 節で保存した動作データを読み込む.

手順 (2) 入力・出力データの構造となるように整形し, 入力・出力データ群にまとめて構築する.

2.3 RNN による学習

動作学習手順を以下に記す. 尚, 本研究では RNN において長い時系列データの扱いが可能な LSTM (Long Short-Term Memory) という手法を利用する.

手順 (1) 2.3 節で構築した入力・出力データを用いて RNN で動作学習を行う。
手順 (2) 学習が完了したら、学習結果を保存する。
上記の学習モデルを図 1 に示す。

3. 試作システム

3.1 リアルタイム動作識別システム

2.3 節で保存した学習結果を利用して新たなデータに対してリアルタイムに動作識別を可能とするシステムを開発した。「新たなデータ」とは、2.1, 2.2 節と同様にして新たに構築した入力・出力データを指し、認識率などを求める際は学習の際に使用した動作データに含まれない被験者から取得する。ユーザインタフェースを図 2 に示す。識別結果としては、識別したい動作種類の数（教師ラベルの数）に対応する確率の値を、Softmax 関数によりリアルタイムに表示する。図 2 は動作 2 についての出力の例であり、この場合は新たな入力データが動作 2 のデータに一番近いと機械が判断していることになる。

3.2 認識分布を利用した動作解析

一般的な機械学習の研究ではその認識精度が重要となるが、学習者をユーザとする場合、誤認識の要因には学習者の動きに誤った動きが含まれていることが想定できる。つまり、学習支援を対象とする場合は、分類器の精度の他に学習者に起因する精度低下の要因を分析することが重要となる。学習支援システムとしては、その要因を明らかにすることで学習者への指導が可能となる。

本研究では、認識結果における認識結果の分布に着目する。図 3 は、ラジオ体操の 5 パターンについて学習したシステムにおいて、動作 4 の動きに対して、正しく認識できた場合と誤った場合の認識分布である。誤って認識した場合には動作 1 ならびに動作 3 として認識した割合が高くなっており、これは各動作の類似性が関与していると考えられる。

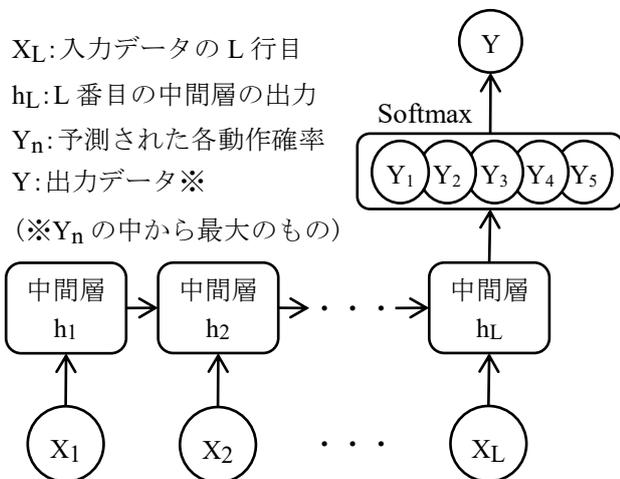


図 1 RNN (LSTM) による動作学習モデル



図 2 リアルタイム動作識別システム

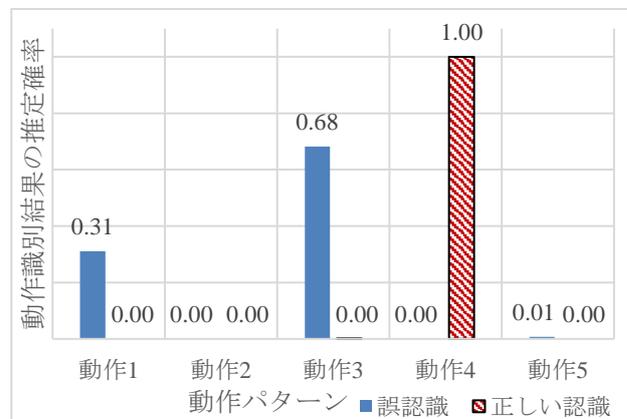


図 3 認識パターンの分布

4. おわりに

本研究では Kinect により得られる関節座標データと RNN を利用した動作識別とその結果を利用した動作解析について述べた。今後の課題として、機械学習内部の重みやデータに対する反応を見るための手段を考える必要があることや、動作識別後に行う定量的な動作指導の方法や学習者の動作特徴の可視化手法を考案する必要がある。

謝辞

本研究は JSPS 科研費 JP17K01098 の助成を受けた。

参考文献

- (1) 宮城 諒, 平石 広典: “機械学習を利用した人間動作検出センサのための行動検出”, 情報処理学会第 77 回全国大会, Vol.4, pp.313-314 (2015)
- (2) 酒井 正人, 越智 洋司, Kinect と機械学習を利用したラジオ体操動作識別, 2017 年度教育システム情報学会学生研究発表会 (2018)
- (3) Yao Ming, Shaozu Cao, Ruixiang Zhang, Zhen Li, Yuanzhe Chen, Yangqiu Song and Huamin Qu: “Understanding Hidden Memories of Recurrent Neural Networks”, arXiv, cs.CL, 1710.10777v1 (2017)

災害時の避難行動選択における情報解釈能力向上のための 逆思考問題を用いた学習支援アプリの開発と評価

Development and evaluation of learning support application using reverse-thinking problems to enhance the ability of interpreting information when selecting safe action in case of disaster evacuation

上郡 智幸^{*1}, 北川 悠一^{*1}, 田中 孝治^{*2}, 池田 満^{*2}, 堀 雅洋^{*1}
Tomoyuki KAMIGORI^{*1}, Yuichi KITAGAWA^{*1}, Koji TANAKA^{*2}, Mitsuru IKEDA^{*2}, Masahiro HORI^{*1}

^{*1} 関西大学大学院総合情報学研究科

^{*1} Graduate School of Informatics, Kansai University

^{*2} 北陸先端科学技術大学院大学知識科学系

^{*2} School of Knowledge Science, Japan Advance Institute of Science and Technology

Email: t.kamigohri@gmail.com

あらまし：災害時の避難行動を簡便に導き出すために有用とされる行動選択フローにおいて、とるべき行動を選択するだけでなく、避難行動について学習者が主体的に判断できる素養を身につけるための逆思考問題を用いた学習支援方式が提案されている。本研究では、紙媒体で提示されていた従来の行動選択フローを、タブレット端末で利用可能な学習支援環境アプリとして実装し、逆思考問題を取り入れた場合の有用性をユーザ評価によって検証した。

キーワード：防災学習，逆思考問題，発話思考法，避難行動指針，学習支援アプリ

1. はじめに

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」の2種類あり、災害状況や所在地の階数など様々な条件を考慮して選択する必要がある。避難行動の選択を支援するツールとして、前提条件の確認手順をフローチャート形式で表現した行動指針型ハザードマップ（以下、選択フロー）が提案されている⁽¹⁾。選択フローでは、とるべき避難行動を簡便に選択することが重視され、それ以外の行動はなぜ選択すべきでないかについて検討することは想定されていない。しかし、自然災害への対応では行政に過度に依存することなく、住民自らの判断で行動する必要があるとされている⁽²⁾。そのため、適切な避難行動の選択に必要な情報を災害状況から読み取り、適切/不適切な避難行動を見極める情報解釈能力を高めることが重要となる⁽¹⁾。

避難行動選択のための情報解釈能力を向上させる方法として、逆思考問題を用いた学習支援方式⁽³⁾が提案されている。先行研究⁽³⁾では、フローチャート全体を俯瞰できるように A3 用紙に印刷した選択フローを用いて、提案方式の効果を確認していた。この方式を誰もがいつでも学べる支援環境として提供するには、タブレット端末など個人で利用可能な学習支援アプリとして実現し、先行研究と同等の効果を達成することが不可欠となる。本研究では、選択フロー利用時に過剰な情報を表示することなく、選択状況を適宜確認できるトレース表示を用いた学習支援アプリを開発し、タブレット端末を用いたユーザ評価によってその有用性を検証した。

2. 避難行動指針の学習支援アプリ

紙媒体で A3 サイズとなる選択フロー全体をタブレット端末の画面上に表示すると細部が読み取りにくくなる。一方、フローの一部を適度な大きさと表示すると、フローに沿ってどのような選択を行ったか一覧することが難しくなる。筆者らが開発した学習支援アプリでは、所与の問題において考慮すべき前提条件を限られたスペースで表示するために、確認済の項目と次に考慮すべき項目を選択経過のトレースとして表示する。

本システムはウェブアプリとして実装され、アプリ画面には災害状況を記述した問題文、選択フローのトレース、ハザードマップ画像が表示される。選択フローのトレース表示（図 1）には、災害の種類から順に前提条件の入力欄が操作中に逐次に追加され、学習者が入力した内容に基づいてとるべき避難行動が提示される。

本アプリでは、選択フローに基づく入力に対して結果を提示するだけでなく、関連項目間の関係性について確認を促すことによって逆思考問題の設定形式を実現している。提示された避難行動と所与の前提条件を関連付けて改めて確認する機会を与えるために、浸水の程度・住居の階数・とるべき避難行動の原則的な関係を図示したイラストが提示される。それによって、入力を求められた前提条件だけでなく、とるべき行動として示された避難行動に該当しない条件（居住階数や浸水深）について学習者が考えを深めることができるようにしている。最後に、提示された避難行動とその前提条件の相互関係について上記イラストに基づいた補足説明が示される。

災害の種類	<ul style="list-style-type: none"> ● 外水はん濫 (河川はん濫) ● 内水はん濫 ● 土砂災害
早期の立退き避難が必要な区域	<ul style="list-style-type: none"> ■ の内側 ■ の南側 (下側) ● 該当しない ● 該当する
浸水の程度	<ul style="list-style-type: none"> ■ 5.0m以上 ■ 3.0m~5.0m未満 ■ 0.5m~3.0m未満 ■ 0.5m未満 ● 浸水なし
住居建物の階数	<ul style="list-style-type: none"> ● 4階建て ● 3階建て ● 2階建て ● 1階建て
避難行動	

図1 選択フローのトレース表示

3. ユーザ評価

トレース表示が逆思考問題を用いた選択フローの学習支援に有用であることを確認するために、情報系学部 of 学部生 6 名 (うち女性 3 名, 平均年齢 24.3 歳) の協力を得て学習支援アプリのユーザ評価を実施した。評価手法としては、課題遂行中に考えたことを声に出すように求める発話思考法を用いた。評価課題には先行研究⁽³⁾と同様に学習課題 (逆思考問題) 7 問, 確認課題 (順思考問題) 4 問を用いた。

学習課題によって情報解釈能力が向上したかどうかを確認するため、確認課題では学習支援アプリを使用せず協力者自身の判断によって避難行動を選択するよう求めた。なお、ハザードマップ記載項目の説明はアプリ内で随時参照可能であるが、閲覧しやすさを考えて別途資料を配布した。このハザードマップ説明資料には、被害想定区域 (浸水想定区域, 土砂災害警戒区域など), 避難所種別の概要説明, ハザードマップに記載される凡例記号の意味を示した。

ユーザ評価では、最初に各協力者に発話思考法の実施要領について説明した後、発話思考法に慣れてもらうために防災と異なる分野の練習課題 (1 問) に解答するように求めた。練習課題終了後、逆思考問題の評価課題 (7 問) に取り組むように求めた。学習課題終了後、直後再生効果が確認課題の解答に影響しないようにするため、5 分間の遅延課題として防災と異なる分野の動画を視聴するように求めた。その後、確認課題として順思考問題 (4 問) を提示した。確認課題には、外水はん濫による浸水を前提とした単一災害課題 (2 問), 3 種類の災害 (外水はん濫・内水はん濫・土砂災害) から 2 種類の災害が同時に発生した場合を想定した複数災害課題 (2 問) を用いた。

4. 結果と考察

協力者 6 名の確認課題の平均正答率は 75% (18/24) であり、先行研究⁽³⁾の 70.8% (17/24) と同等であった。発話内容については、“有効な発話”と“有効ではない発話”に区分して検討した。有効な発話とは、所在地の浸水の程度や所在地と土砂災害警戒区域との位置関係などに言及するもので、避難行動選択時に考慮する必要がある所在地と前提条件間の関係に関する発話である。一方、有効ではない発話とは、避難行動選択時に考慮する必要がない前提条件や所在地周辺に言及する発話である。分類の結果、有効な発話の割合は 96.9% (63/65), 有効ではない発話は 2 件であった。先行研究⁽³⁾では有効な発話 94.5% (87/92), 有効ではない発話は 5 件で、有効な発話の割合も先行研究とほぼ同等であった。

さらに、学習支援アプリを用いて行った学習課題における有効な発話の総数は 141 件であった。特に、災害状況のイラストと補足説明を入念に確認する発話を確認された協力者 4 名については、有効な発話が 112 件, 確認課題の正答率も 93.7% (15/16) と高かった。一方、イラストと補足説明を意識する様子が確認されなかった協力者 2 名では、確認課題の正答率が 37.5% (3/8) と低く、学習課題での有効な発話件数も 29 件と少なかった。

5. おわりに

ユーザ評価の結果、平均正答率と有効な発話の割合が先行研究と同等以上であったことから、選択フローのトレース表現を用いた本アプリは、災害時の情報解釈能力の向上について紙媒体を用いた先行研究に劣らない効果があったと考えられる。特に、とるべき避難行動が提示された後に示されたイラストと補足説明を、時間をかけて確認した協力者では、逆思考問題に特徴的な相互関係の追認が行われ、高い正答率を示したと考えられる。

今回の評価では発話思考法を用いたため、課題遂行中の発話によって思考が活性化され、正答率の向上につながった可能性も考えられる。今後は、発話思考法によらない実際的な学習状況で、より多くの実験参加者の協力を得てユーザ評価を実施し、本アプリの有効性を定量的に検証していく予定である。

参考文献

- (1) 片田敏孝, 及川 康, 児玉 真: “行動指南型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) 内閣府 (防災担当): “避難勧告等に関するガイドライン① (避難行動・情報伝達編)” 平成 29 年 1 月, http://www.bousai.go.jp/oukyu/hinankankoku/h28_hinankankoku_guideline/pdf/hinankankokugaidorain_01.pdf (参照年月: 2018 年 5 月 30 日)
- (3) 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)

作問学習における問題難易度の自動推定システム

Automatic Difficulty Estimation of Questions created by Students in Question-posing Learning

原山 一輝^{*1}, 山岸 芳夫^{*2}
Kazuki HARAYAMA^{*1}, Yoshio YAMAGISHI^{*2}

^{*1}金沢工業大学大学院工学研究科

^{*1}Graduate School of Technology, Kanazwa Institute of Technology

^{*2}金沢工業大学 メディア情報学科

^{*2}Department of Media-Informatics, Kanazawa Institute of Technology

Email: yamagisi@neptune.kanazawa-it.ac.jp

あらまし：本研究では、非常に教育効果が高いとされる作問学習において、学習者が作成した問題の難易度を自動的に推定するシステムの開発、検証を行った。本学で実施された「プログラミング基礎」科目において、過去三年間に作成された約 300 本の問題文をベクトル化し、一つ一つの問題に対し三段階の難易度を割り振り、これらの学習データをナイーブベイズ(NB)、サポートベクターマシン(SV)、ニューラルネットワーク(NN)の分類アルゴリズムを用いて学習させた。全データの内 80%を学習、20%をテストデータに用いて適合率と再現率を求めた結果、NB と NN はほぼ同じ結果だったが、SV は高難易度の問題を全く識別できなかったことが分かった。

キーワード：機械学習、文書分類、Python, scikit-learn

1. はじめに

作問学習は学習者が作成した問題を他の学習者に回答させることで、学習者同士で互いに教え合いを促す手法である。この学習手法を用いた科目は、既に創価大学などで導入されており、教育的に大きな成果を挙げている⁽¹⁾。良い問題を作成するためには、その科目を理解していることが必要のため、問題の作成を行うだけでも教育効果があると考えられる。さらに、学習者が多ければ多い程問題の難易度がバラエティに富んだものになるため、アダプティブ・ラーニングを行う上でも大きな利点になる。

しかし、作問学習では大量に問題が作成されるため、問題の難易度を判定するにあたり、非常に労力と時間がかかることになる。もちろん学習者が作問同様自ら、もしくは互いに問題の難易度を評価するのであれば労力も分散できるが、やはり学習者による評価には妥当性に不安が残る。

そこで我々は、問題の難易度を機械学習によって自動的に推定することを考えた。これにより、学習者が作成した問題の難易度を、労力をかけることなく瞬時に判別することが可能になり、作問学習の有用性がさらに向上すると考えられる。

2. 先行事例

機械学習による学生の成果物からの成績推定の先行事例として、塚原と山岸は 2016 年に「ミニッツペーパーによる学生の成績予測」において、機械学習によって学生が授業終了後に 1~2 分程度の時間で書けるミニッツペーパーから、対象の生徒最終成績を予測するシステムの構築を行っている⁽²⁾。この研究では最終的にミニッツペーパーによる成績の予測精度は 40%程度にとどまっており、期待していた予

測精度に満たなかった。

このように低い予測精度になったのは学習用の教師データが不足していたことと、ミニッツペーパーの内容と成績の関連性が想定していたよりも低かったから、と考えられる。本研究で予測するのは問題とその難易度であり、ミニッツペーパーと成績の関係よりも関連性の深いものになっていると考えられ、精度の高い予測が期待できる。

3. 本研究の概要

3.1 実験環境

本研究は機械学習用ライブラリの scikit-learn 0.18.1⁽³⁾、形態素解析ライブラリの Janome 0.3.5⁽⁴⁾、文書をベクトルに変換するためのツールとして gensim 3.1.0⁽⁵⁾を利用するため、Python を用いて開発を行っている。

3.2 実験方法

学習およびテスト用データとして 2017 年、16 年、15 年の過去三年間の内に本学で実施された「プログラミング基礎」において作成された問題合計 328 問を用いる。しかし、問題文のままでは学習用データとして利用できないため Janome と gensim で辞書を作成した後に、それを用いて文書をベクトル化し、教師用データとして用いた。この時、問題文中に含まれるソースコードが形態素解析で正常に分割できないことが予想されていたため、一部の C 言語の命令を名詞としてユーザー定義辞書に追加したのも一緒に用意した。ラベルには問題が実際に出題された際の平均点に応じて Easy、Normal、Difficult の三段階の難易度を割り振った。それぞれの問題数は 126,130,72 となる。

分類器アルゴリズムには SciKitLearn に搭載されているナイーブベイズ(NB)、サポートベクターマシン(SV)、ニューラルネットワーク(NN)の三種類のアルゴリズムを用いた。NN と SV のそれぞれのアルゴリズムでは、ハイパーパラメータを算出するためグリッドサーチを行った。これら一連のシステムのブロックダイアグラムを図 1 に示す。

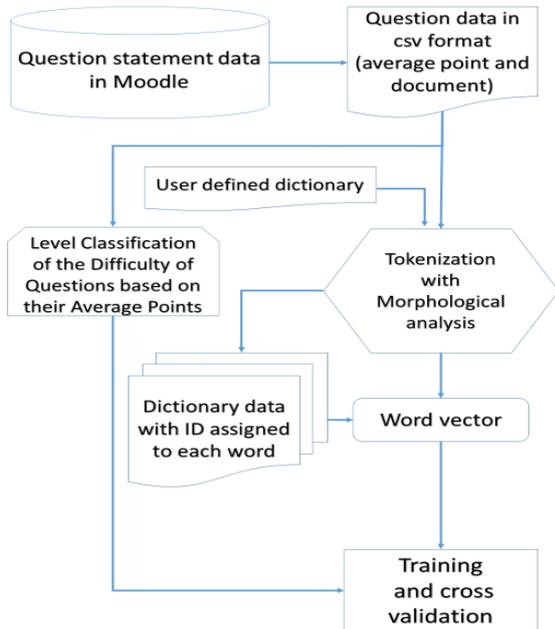


図 1 ブロックダイアグラム

4. 結果、考察

4.1 実験結果

それぞれの分類器で全データの 80%を学習、20%をテストデータとして適合率（該当するラベルを識別した結果の内、正しくそのラベルを識別できたデータの割合。精度と同義）、再現率（該当するラベルの付いた全てのデータの内、正しくそのラベルを識別できたデータの割合）および F 値（適合率と再現率の調和平均）を求めた。結果を表 1~3 に示す。

表 1 ナイーブベイズ(NB)の結果

難易度	適合率	再現率	F 値
Easy	0.46	0.62	0.52
Normal	0.53	0.35	0.42
Difficult	0.36	0.36	0.36
平均/合計	0.46	0.45	0.45

表 2 サポートベクターマシン(SV)の結果

難易度	適合率	再現率	F 値
Easy	0.44	0.77	0.56
Normal	0.41	0.27	0.33
Difficult	0	0	0
平均/合計	0.34	0.41	0.35

表 3 ニューラルネットワーク(NN)の結果

難易度	適合率	再現率	F 値
Easy	0.49	0.65	0.56
Normal	0.47	0.31	0.37
Difficult	0.36	0.36	0.36
平均/合計	0.45	0.45	0.44

いずれも適合率すなわち精度は 50%を超えない結果となった。最も高い精度だったアルゴリズムは NB だが、誤差の範囲と思われる。SV は”Easy”の再現率は高いが、”Difficult”の難易度の問題を識別できていないことがわかった。

4.2 考察

三種類の分類器とも、先行研究の結果はやや上回ったものの、決して精度は高いとは言えない結果となった。この結果になった要因としては、やはりまだデータが不足していることが考えられる。また、ハイパーパラメータやユーザー定義辞書の構成も最適化されているか再検討する必要があると思われる。

5. まとめ

今回利用した三種類の学習モデルは、そのどれもが実用には適さない予測精度となった。しかし、同等数のデータを用いた先行研究での精度を上回っているため、やはり機械学習ではミニッツペーパーより問題の方が特徴を抽出しやすいのではないかと考えられる。今後は他のクラスの同科目でも同様に作問学習を行うことで、学習およびテスト用のデータを増やすことを考えている。

また、本研究では「畳み込みニューラルネットワーク(CNN)」や「再帰型ニューラルネットワーク(RNN)」といった、いわゆる「深層学習」といったアルゴリズムを採用していない。このような新しい機械学習アルゴリズムを用いれば、精度が高まるのではないかと期待できる。

参考文献

- (1) 学生が協調的に作問可能な WBT システム <http://wbt1.soka.ac.jp/index.php?id=1>
- (2) 塚原 大揮・山岸 芳夫、ミニッツペーパーによる学生の成績予測、平成 28 年度電気関係学会北陸支部連合大会講演論文集
- (3) scikit-learn: machine learning in Python — scikit-learn 0.19.1 documentation <http://scikit-learn.org/stable/>
- (4) Welcome to janome’s documentation! (Japanese) — Janome v0.3 documentation (ja) <http://mocabeta.github.io/janome/>
- (5) gensim: Topic modelling for humans <https://radimrehurek.com/gensim/>

小学校教師に対する Web ニュース推薦のための NIE 教材に適した記事判定法の検討

An Article Estimation Method for Web News Recommendation to Elementary School Teachers

関 伸也*¹, 安藤 一秋*²

Shinya SEKI*¹, Kazuaki ANDO*²

¹香川大学大学院工学研究科

¹ Graduate School of Engineering, Kagawa University

²香川大学創造工学部

² Faculty of Engineering and Design, Kagawa University

Email: s18g471@stu.kagawa-u.ac.jp

あらまし：全国の小学校では、新聞を教材として活用する取り組み、NIE (Newspaper In Education) が実施されている。しかし、NIE の教材準備によって教師の負担が増加するという問題も生じている。本研究では、小学校教師の教材準備に関する負担を軽減し、NIE を継続的に実践できる環境を提供するため、NIE に活用しやすい Web ニュースを地域学習の教材集として推薦するシステムの構築を目的とする。本稿では、NIE 教材に適した Web ニュースを SVM (Support Vector Machine) を用いて判定する手法を検討する。

キーワード：NIE, Web ニュース, SVM, 小学校教師, 教材推薦, 記事推薦

1. はじめに

NIE (Newspaper in Education) は、新聞を教材として活用する取り組みのことであり、小学校や中学校を中心に、幅広い教育機関で実施されている⁽¹⁾。各地域の NIE 推進協議会は、NIE 実践報告書⁽²⁾を毎年発行している。小学校での実践報告によると、地元や周辺地域に関する記事を用い、地域学習として NIE を実践している例が多い。また、NIE を継続的に行うことで、児童の読解力・語彙力や社会への興味関心が向上したと述べられている。さらに、物事を多角的にとらえる力などの育成に効果があることも確認されている。

小学校での NIE では、各新聞社が発行している紙媒体の新聞や Web ニュースを使用している。しかし、これらの記事には、児童が学習していない漢字や、理解することが困難な表現などが使われており、児童にとって難解な文章であることが多い。そのため、日々発行される膨大な記事の中から、児童自身が自分の興味や課題に適した記事を探し出すことが困難という課題がある。また、教師にとっては、NIE に適した記事を探すことや、記事に関する教材研究によって、教材準備の負担が増加するといった課題がある。したがって、記事の推薦や難解な言葉の言い換えなど、児童に対する支援と、NIE に活用しやすい記事や関連・補足資料の検索・選択など、教師に対する支援が必要になる。そのため、新聞記事に関する読解支援⁽³⁾や児童に対する記事推薦⁽⁴⁾などの研究が行われている。

本研究では、NIE を実践する教師向けの支援に注目し、NIE に活用しやすい Web ニュース記事を地域学習の教材集として推薦するシステムの構築を目的

とする。NIE 教材としての価値が高い記事を推薦することで、教師が記事を探す負担を軽減し、NIE を継続的に実践するための支援が可能と考える。

本稿では、NIE 教材に適した記事を SVM (Support Vector Machine) で判定する手法について検討する。

2. 先行研究

我々の先行研究⁽⁵⁾では、NIE 教材に適した記事を判定する基準を検討するため、特定の新聞社が補助教材として提供している NIE ワークシートに注目し、採用されている記事のカテゴリと読解難易度の傾向を分析した。その結果、地域学習の NIE では、地元に関連する生物や行事、農作物などに関連する記事が採用されやすいこと、ワークシートに設定されている対象学年によって、採用されている記事のリーダビリティスコア⁽⁶⁾の傾向が異なること確認した。また、読解難易度に基づく記事判定手法を初期検討した結果、Bag of Words (BoW) に対し、リーダビリティスコアと習得済み漢字割合を素性に加えることで、判定性能の向上を確認した。表 1 に結果を示す。

表 1. 先行研究での実験結果

素性	precision	recall	f-measure
BoW	0.815	0.786	0.795
BoW+R+K	0.822	0.809	0.810

R: 読解難易度素性, K: 習得漢字率素性

初期検討では、記事内容を表す素性が BoW のみであったため、記事カテゴリの分析結果が活かされていない。そこで、本稿では、SVM の素性に形態素のカテゴリ情報を追加し、その有効性を確認する。形

態素のカテゴリ情報を用いることで、より記事内容を踏まえた判定が行えるようになり、また、地域特有語に対する汎化性能が向上することを期待する。

3. 記事判定 SVM の素性検討

3.1 形態素カテゴリ情報の取得

形態素のカテゴリ情報は、Juman++⁽⁷⁾の出力に含まれる名詞の意味カテゴリ 22 種を利用する。Juman++ の意味カテゴリー一覧を表 2 に示す。

表 2. Juman++ の意味カテゴリー

色	時間	自然物	組織・団体
人	動物	抽象物	植物-部位
数量	植物	形・模様	動物-部位
場所-機能	場所-その他	人工物-金銭	人工物-食べ物
場所-施設	人工物-その他	人工物-乗り物	場所-施設部位
場所-自然	人工物-衣類		

3.2 形態素カテゴリ素性

形態素カテゴリ素性には、以下を組み合わせたものを用いる。

- ・記事中の形態素カテゴリごとの出現有無
- ・記事中の形態素カテゴリごとの出現形態素数
- ・記事中の各形態素カテゴリが含まれる文数
- ・記事中の 2 種類の形態素カテゴリ (231 通り) が含まれる文数

4. SVM を用いた記事判定手法

記事判定は、記事が NIE 教材に適しているか、いないかの 2 値分類であるため、先行研究⁽⁵⁾と同様、2 値分類で高い性能を持つ SVM を用いる。

本稿では、SVM の素性として、先行研究⁽⁵⁾で最適な結果を得た、ベース素性、読解難易度素性、習得漢字率素性に加えて、形態素カテゴリ素性を組み合わせ、記事判定の性能を確認する。なお、予備実験の結果から、形態素カテゴリ素性には、4 つを組み合わせたものを利用する。

実験データには、先行研究⁽⁵⁾と同じ、NIE ワークシートから任意抽出した正例 (NIE 教材に適している記事) 122 記事と、負例 122 記事を用いる。

本稿では、判定結果の正確性を重視し、precision を最優先の評価指標とし、10 分割交差検証により、判定性能を評価する。

4.1 実験結果と考察

素性の組み合わせを変え、10 分割交差検証により、記事の判定実験を行った結果を表 3 に示す。表 3 の precision に着目すると、SVM の素性としてベース素性に読解難易度素性と形態素カテゴリ素性を加えた場合との判定性能が最も高いことがわかる。ベース素性のみと比較し、precision が 2.3 ポイント向上している。また、先行研究で最も判定性能が良かった組み合わせと比較しても 1.6 ポイント向上している。

さらに、形態素カテゴリ素性を追加した組み合わ

せと、追加していない組み合わせを比較すると、どの組み合わせでも判定性能が向上している。このことから、形態素カテゴリ素性が、NIE 教材に適した記事の判定に有効な素性であると考えられる。

表 3. 実験結果

素性	precision	recall	f-measure
BoW	0.815	0.786	0.795
BoW+C	0.830	0.784	0.803
BoW+R	0.817	0.794	0.800
BoW+R+C	0.838	0.784	0.807
BoW+K	0.809	0.801	0.801
BoW+K+C	0.830	0.784	0.803
BoW+R+K	0.821	0.801	0.806
BoW+R+K+C	0.828	0.784	0.803

R: 読解難易度素性, K: 習得漢字率素性,
C: 形態素カテゴリ素性

5. おわりに

本稿では、NIE 教材に適した記事を SVM で判定する手法について検討した。SVM の素性として、先行研究⁽⁵⁾で用いられた、ベース素性、読解難易度素性に、形態素カテゴリ素性を加えることで、先行研究の素性よりも、precision が 1.6 ポイント向上することを確認した。

今後は、判定精度のさらなる向上を目指し、ベース素性を BoW から、word2vec などの分散表現への変更や、記事文章の読みやすさを示す指標として、日本語教育語彙表⁽⁸⁾を用いることを検討している。また、判定した記事を教師に対して推薦するシステムの設計・構築を行う。

参考文献

- (1) 教育に新聞を, <http://nie.jp>, 2017 年 7 月 26 日確認
- (2) NIE 実践報告書, <http://nie.jp/report/panflet>, 2017 年 7 月 26 日確認
- (3) 河村宗一郎, 安藤一秋, “小学生を対象とした Web ニュース読解支援システムのための重要語抽出手法の検討”, JSAI2017 大会論文集, 1J1-5, 2017.
- (4) Shoya Tanaka, Kazuaki Ando, “Web News Recommendation for Elementary School Children using Degree of SNS Users’ Attention and Popular Search Queries among Children”, ACIS International Journal of Computer & Information Science, Vol.17, No.1, pp.17-23, 2016.
- (5) 関伸也, 安藤一秋, “小学校教師に対する Web ニュース推薦に向けた NIE ワークシートの分析と NIE 教材に適した記事判定法の検討”, JSAI2018 大会論文集, 1L1-5, 2018.
- (6) 李在鎬, “日本語教育のための文書難易度に関する研究”, 早稲田日本語教育学, 第 21 号, pp.1-16, 2016.
- (7) Juman++, <http://nlp.ist.i.kyoto-u.ac.jp/index.php?JUMAN++>, 2018 年 6 月 8 日確認
- (8) 日本語教育語彙表, <http://jhlee.sakura.ne.jp/JEV.html>, 2018 年 6 月 8 日確認

課題への取り組みの改善に向けた、各種思考と効果 —ビデオ同時収録と公開—

The various trial and effect for the exercise -Simultaneous video records and publishing -

坪倉 篤志*1

Atsushi TSUBOKURA*1

*1 日本文理大学

*1 Nippon Bunri University,

Email: tsubo@atlab.org

あらまし: 学習者のユニバーサル化に伴い、各種学習者特性に合わせた教育が求められている。これまで、数年にわたり同一授業に対し、相互評価、振り返り学習、積極的アプローチ、授業の同時録画と公開などの様々な手法を試行してきた。今回は、2017年に試行したビデオ同時収録と公開と、2016年に実施した通常タイプの演習の比較を行う。これらから、ビデオ同時収録と公開が学習者の課題への取り組みに与えた影響について考察する。

キーワード: アダプティブラーニング, 積極的アプローチ, アウトリーチ型支援, ビデオ映像

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。しかし学習者特性が、事前に明らかであることは少ない。また学習者特性は、学力以外の精神面や身体能力、学習能力、認知面等、様々な特性を持っている場合がある¹⁻³⁾。例えば質問をしない・できない学習者も多く、これら学習者に対する支援も重要視されている²⁾。エビデンスベースで、様々な専門家が連携した支援として、アウトリーチ型支援による成果報告もある³⁾。我々も、授業クラス内における学習者支援として、クラス内アウトリーチ型学習者支援(OSS E: Outreach Style Support Env. in campus & classroom)として積極的アプローチ(AS: ActiveSupport)も試行している⁷⁾。これら学習者対応は、早期かつ適切で柔軟な対応が重要である。

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⁴⁻⁶⁾。相互評価、振り返り学習など、様々な手法を導入・試行し、効果検証に取り組んできた。いずれの手法も全体的に改善傾向が見られた。しかし、改善につながらない学習者もいた。これまでの評価や分析は、各手法別に行ってきた。そのため、各手法による効果や、特性の比較が難しかった。そこで共通する分析方法で再分析し、各手法の特性や改善傾向について比較と、効果的な手法について検討したい。

本稿では、2017年度後期に実施した、授業のビデオ同時録画と公開が、学習者の課題取り組み状況に与えた影響について、報告する。

2. これまでの取り組み

これまで授業実践を行なった授業は、Web制作(HTML, CSS, JavaScript)を学ぶ授業である。授業では、最初に解説を行い、その後、制作技法や操作スキル

を演習、次に課題への取り組みを通じた実践力や応用力の修得に取り組んできた。

授業ではLMS/CMS(moodle)を用い、資料配布、課題の回収や採点・返却、小テスト、出席管理などを行なった。授業資料はmicrosoft PowerPointで作成し、iSpringでflash形式に変換した資料を、moodleに掲載。学習者はこれら資料を、いつでも閲覧できる。さらに授業資料を印刷し、学習者に配布。課題の締め切りは、翌授業日の前日とし、課題評価は、授業日の朝に評価している。評価結果の全体的な解説とコメントは、授業開始時に全体向けに解説。一部の課題を除き、再提出や、締め切り後の提出を推奨している。学習者への個別対応は、学習者からの質問対応を基本とし、授業への取り組みが、目立って芳しくない学習者に対し、声かけをしている。

各手法の実践方法と時期は、表1の通りである。全ての年度で、第3回講義まで通常スタイルで授業を実施。第4回または第5回講義以降で、対応手法を変えた。また適用手法による効果の比較検証のため、各手法を適用しない授業を2011年度と2016年度に実施。なお、今回の分析対象である2016年度と2017年度は、学期を通し同手法で実施した。

表1, 各手法実施時期⁹⁾

年度	追加手法	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
2011	なし	n								n	
2012	相互評価	n			c			※		c	
2013	相互評価+	n			c					cp	
2014	振り返り学習	n				n+r					
2015	積極的アプローチ	n				n+as					※
2016	なし	n									
2017	ビデオ公開	n+v									
略称	n:通常、v:ビデオ公開、c:相互評価、cp:相互評価+ r:振り返り学習、as:積極的アプローチ										

3. ビデオ同時収録と公開

今回は試行のため、現環境で実施できる方法で実

施した。実践授業では、コンピュータを用いた演習である。そのため解説に用いるコンピュータの画面と、解説音声と同時に録画し、moodle に掲載した(図1)。解説音声の集音は、サンワサプライ MM-MC23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¹⁰⁾を用い、入力装置(マウス操作、キー入力)の強調表示は ORAKUIN¹¹⁾を利用。録画期間は、授業の中で説明している時間とした。一つの解説は、ファイルサイズの都合で、5分程度とした。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。なお2017年度のみ、全ての講義の最初にタイピング練習を5分程度取り組んだ。

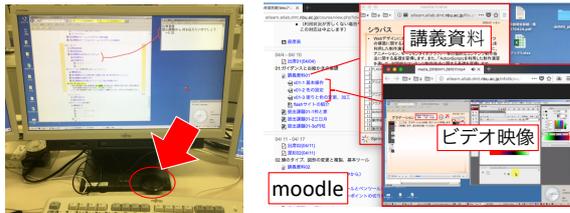


図1,解説用コンピュータと画面

4. 結果

まず、提出分に対する課題評点の平均値を分析した(図2)。結果より、1期(Fst-Lst)は n(16)(2016年度)と n+v(17)(2017年度)の双方で、5%水準の有意差(ウェルチ T 検定)があった。Fst(1期-2期)は、n+v(17)のみ、5%水準の有意差があった。以上より、1期(Fst-Lst)で共通した特性を確認できた。2期は、いずれの手法でも、1期より改善傾向がみられる。比較すると、n(16)より n+v(17)が、改善傾向は高く、n+v(17)のみ有意差を確認した。

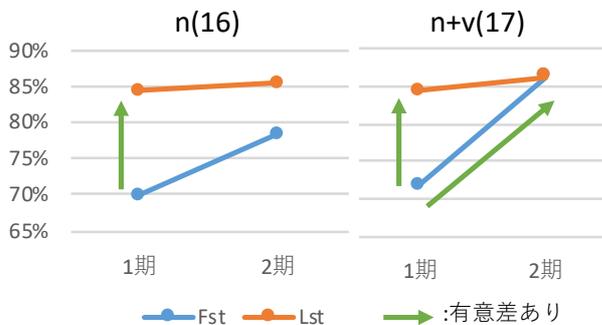


図2,課題評点

表2,アクセス数(中央値)

	授業内			授業外		
	講義資料	Video	課題	講義資料	Video	課題
n(16)	14		68	3		47
n+v(17)	11	2	47	1.5	2	51

アクセス回数(中央値)

次に、moodle のアクセスログから、学習者別に各掲載情報に対する閲覧傾向を分析した(表2)。アクセス数は n(16)より n+v(17)の方が低い傾向にあった。課題に対するアクセス数は、授業内では、n+v(17)

が大きく減少傾向であった。しかし、授業外では、n+v(17)で少し増加傾向がみられる。ビデオの閲覧回数は、授業内外共に同値であり、全学習者が各期間内で2回程度の閲覧をしていることがわかる。

5. まとめ・展望

今回、2017年度に実施したビデオ同時収録と公開が、学習者の課題への取り組みに与える影響について分析を行った。2016年度の通常授業の分析結果との比較から、授業中に解説画面と解説音声を録画し、直後に公開した方が、学習者の課題への取り組みにおいて、様々な改善傾向が見られた。ビデオの閲覧回数は、授業内外共に同様の回数であった。今回は学習者の閲覧目的や印象の調査をしていないため、閲覧目的は確認できない。今後、閲覧者に対する閲覧目的を、アンケート調査など行う必要があると考えている。2017年度の方が全体的に、閲覧件数は低いが、課題評点は改善傾向が強いこともわかった。これらより、学習の質が高まっている印象もある。さらに、授業外における課題閲覧件数が、他掲載情報と比較して高い傾向も確認できた。今後、さらに詳細な分析を行い、どの学習者群に、効果的に影響を与えたのか、分析する必要があると考えている。

参考文献

- (1) 松高,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) 谷口(NPO スチューデント・サポート・フェイス),寄り添うのは、傷だらけの希望, NHK プロフェッショナル仕事の流儀 第275回 (2015/8/31 放送)
- (4) 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,
- (5) 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
- (6) 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
- (7) 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
- (8) 坪倉,竹内,相互評価における課題提出者と評価・閲覧者の組み合わせが与える影響,教育システム情報学会研究報告 30(1), 57-64, 2015-05
- (9) 坪倉,松原,林,足立,西野,課題への取り組みの改善に向けた各種試行と効果~相互評価~,教育システム情報学会研究報告, -, 2018-05
- (10) AG-デスクトップレコーダー, [http://t-ishii.la.cocan.jp/hp/ag/\(18/06/12アクセス\)](http://t-ishii.la.cocan.jp/hp/ag/(18/06/12アクセス))
- (11) ORAKUIN, [http://orakuin.eksd.jp\(18/06/12アクセス\)](http://orakuin.eksd.jp(18/06/12アクセス))

技能五輪全国大会出場選手の技能獲得概念モデル National Skills Competition concept model of skill acquisition for players

藤田 紀勝^{*1}, 松本 和重^{*2}, 横山 真弘^{*1}, 塚崎 英世^{*1}
Norikatsu FUJITA^{*1}, Kazushige MATSUMOTO^{*2}, Masahiro YOKOYAMA^{*1}, Hideyo TSUKAZAKI^{*1}

^{*1} 職業能力開発総合大学校
Polytechnic University
^{*2} 中国職業能力開発大学校
Chugoku Polytechnic College
Email: fujita@uitec.ac.jp

あらまし: 本報では、アンケート調査から明らかになった技能五輪全国大会で実施されている競技種目のパフォーマンス（成績）へ影響する共通の要因について述べる。アンケートは、熟達研究の知見から「選手」「指導者」「訓練環境」の三要因からパフォーマンスに影響する42項目について問いかけたものである。アンケート分析では、42項目を選手・指導者の受賞有無の二群に分けて統計検定から技能獲得概念モデルを構築した。指導者は、技能獲得概念モデルから選手が受賞するための学習方略を知ることができる。

キーワード: 技能競技大会, 熟達研究, 職業訓練, 技能科学

1. はじめに

技能五輪全国大会は、青年技能者の技能レベルの日本一を競う競技大会である。ここでは、人の感覚や経験に頼るアナログ的なパフォーマンスが競われる。技能五輪全国大会は、2年毎に開催される国際技能競技大会への派遣選手選考会をかねた大会でもある。筆者らが所属する職業能力開発総合大学校は、厚生労働省の所管であり、全40職種中14.8職種（過去4年平均）の競技委員を努めている⁽¹⁾。

これまで多くの技能研究がなされてきた⁽²⁾。しかしながら、技能五輪競技大会を対象とした技能研究は少ない。例えば、「認知負荷」と「認知方略」の二つの視点での訓練法の提案などがなされてきた⁽³⁾。これまでの技能研究は選手のみを分析対象とするものであり、選手を取り巻く環境要因までを含めた分析はなされていない。

本報では、技能五輪全国大会で実施されている競技種目のパフォーマンス（成績）へ影響する共通の要因から構築した技能獲得概念モデルを述べる。

2. アンケート調査

2.1 アンケート作成

本調査で利用したアンケート作成手順については、技能科学研究誌⁽⁴⁾で述べた。本節では、その要約を述べる。

アンケート作成では、まず測定対象となる構成概念を過去の文献などから確認した。ここでは、卓越したパフォーマンスについてスポーツや音楽領域の熟達研究から調査した。パフォーマンスの定義は、人が持つ潜在的な能力とする場合もあれば、ある場面に発揮された能力とする場合もある。本アンケートではパフォーマンスを後者の立場で使用する。

技能競技大会出場選手の技能獲得の仮説概念は、「選手」、「指導者」、「訓練環境」の三要因で示す。

そして、選手の技能は、「指導者」と「環境」とそれらの相互作用により、「選手」の技能を最大化する方向に作用しながら獲得されていくものと定義する。

その結果、「選手」の詳細要因として、「技能向上への熱意」、「経験年数」、「作業への注意力」、「作業の最適化」、「睡眠時間」などを設定した。また「指導者」の詳細要因として、「競技参加回数」、「ノウハウの蓄積」、「訓練計画」、「適切な訓練指導」などを設定した。また、「訓練環境」の詳細要因として、「練習時間の配慮」、「設備などの充実」、「会社や学校からの期待」、「入賞後の優遇」、「育成選手数」などを設定した。設定した要因は42項目である。

この仮説概念を基に指導者用と選手用の2種類のアンケートを作成した。アンケートの設問数は指導者が44個、選手が58個である。アンケートの設問の種類は、単一選択型、複数選択型、リミテッドアンサー型、自由回答/自由選択型、順位型である。

2.2 郵送アンケートの回収率

アンケートは、第55回技能五輪全国大会における「機械組立て」、「抜き型」、「精密機器組立て」、「機械製図」、「電気溶接」、「電子機器組立て」、「家具」、「建築大工」、「移動式ロボット」の9職種で実施した。指導者向けアンケートの回収率は73.6%（回答数143件/発送数193件）、選手向けアンケートの回収率は79.4%（回答数297件/発送数374件）であった。郵送アンケート調査の回収率は概ね30%前後と言われている。郵送アンケートの回収率向上のために、当校の教員が主査を務めている職種に絞って実施した。また、調査目的と調査結果を公開する趣旨の手紙も同封した。

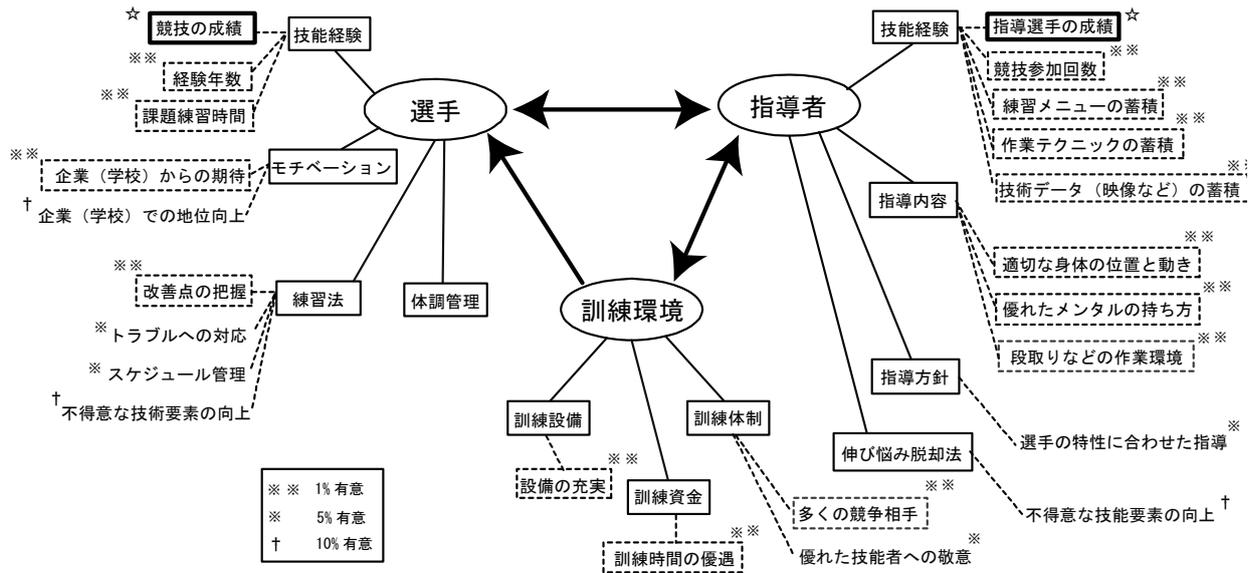


図1 技能五輪全国大会出場選手の技能獲得概念モデル

受賞経験がある指導者は 143 人中 80 人であった。受賞経験のある指導者の割合は、55.9%であった。一方、受賞した選手は 297 人中 99 人であった。受賞の内訳は、金賞、銀賞、銅賞、敢闘賞、職業能力開発総合大学校長特別賞がある。受賞した選手の割合は、33.3%であった。

3. アンケートの分析

図1に技能五輪出場選手の技能獲得概念モデルを示す。技能獲得概念モデルは、「選手」「指導者」「訓練環境」の三要因からパフォーマンスに影響すると考えられる42項目に対して、選手・指導者の受賞の有無の二群から統計的な検定から構築する。☆をつけた選手側の「競技の成績」と指導者側の「指導選手の成績」のそれぞれで二群に分けて統計的な検定を行った。環境要因は選手側のアンケートに含めた。**は1%有意差、*5%有意差を示している。また、10%の有意差を†として参考を示した。

図1の左上の「選手」の要因を説明する。受賞へは課題練習時間が大きく影響する。選手の時間的なリソースは限られるため企業側からの訓練時間の優遇がなければ課題練習時間の確保が難しい。また受賞選手は、練習法として、「作業細部への注意」→「作業の評価」→「改善点の把握」のセルフモニタリングを確立している。

次に、図1の右上の「指導者」の要因を説明する。練習の質と量が選手のパフォーマンスに影響するため、指導者は、技能五輪に特化した練習メニューや作業テクニックや技能データの蓄積がなければ練習の質の担保が難しい。また、技能を学ぶ上で基礎となる「適切な身体の位置や動き」、「優れたメンタル

の持ち方」を教えることも大切である。また、きめ細やかな指導を実現するためには、「選手の特性に合わせた指導」も大切となる。

最後に、図1の中央下の「訓練環境」の要因を説明する。訓練環境の「訓練体制」として、「多くの競争相手」が受賞に関係している。多くの選手がいなければ、選手の選抜会もなく、ライバルも生まれにくい。更に、モチベーションの維持も難しい。また、企業側から訓練時間の優遇があればそれだけ練習時間の確保ができるため受賞の確率が高まる。

4. おわりに

本報では、技能五輪全国大会出場選手の技能獲得概念モデルを述べた。本研究の特色は、選手を取り巻く環境要因までを含めた分析をしている点にある。指導者は、技能獲得概念モデルにより、選手が受賞するための学習方略を知ることができる。

今後、効果量 (Effect Size) の多い要因の重回帰分析を行う。また、統計的な外れ値の選手を対象に練習環境のヒアリングを実施して補完要因についても明らかにしていく。

参考文献

- (1) 技能五輪と職業大:職業能力開発総合大学校 HP <http://www.uitec.jeed.or.jp/philanthropy/convention.html>
- (2) PTU 技能科学研究会:“技能科学入門-ものづくりの技能を科学する-”,日科技連 (2018)
- (3) 羽田野健, 菊池拓男:“技能五輪選手における認知負荷と認知方略の使用に関する検討-コンダクト・スキル訓練の提案-“, 職業能力開発研究誌, Vol.33, pp.17-26(2017)
- (4) 藤田紀勝, 松本和重, 横山真弘, 塚崎英世:“技能競技大会出場選手の技能向上メカニズム解明への探索的研究“, 技能科学研究誌, Vol.34, pp.1-10(2018)

カキの食害を学習するための PBL 教材について

Teaching Materials for Project Based Learning of Feeding Damage in Oyster

岩根 典之^{*1}, 山口 光明^{*2}

Noriyuki IWANE^{*1}, Mitsuaki YAMAGUCHI^{*2}

^{*1} 広島市立大学情報学部

^{*1} Faculty of Information Sciences, 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：広島湾は養殖業者により多くのカキ筏が設置され全国一のカキ生産量である。また、栽培漁業も盛んであり、種苗が計画的に育成放流されてきた。そのような魚の一種で、かつて高級魚だったクロダイがカキ養殖業者から害魚扱いされている。この問題は養殖漁業の盛んな地域ならではの課題である。地域課題は教育現場で取り上げられることも多いが、何をどのように学ばせたらよいか難しい問題である。本稿では、地域課題の学習モデルを提案し、クロダイの食害を主体的に学ぶための PBL 教材を検討する。

キーワード：養殖漁業、栽培漁業、食害、主体的学習、地域課題、水中映像

1. はじめに

地域課題を題材にした演習授業は、学習効果を期待して現地の野外活動を取り入れることが多い。野外活動は事前学習が重要であるが、限られた授業時間のため学習者頼みにならざるを得ず、学習が不足しがちになる。しかし、演習を通じて学習するには、課題を十分理解し、問題が何であるかしっかりわかる必要がある。一方、情報化が進展し、知識情報の共有や再利用が容易になった。インターネットや検索エンジンのおかげで情報の探索コストは無視できるほど小さくなった。それとともに批判的思考や主体的行動の機会が減っているように思える。もちろん、検索結果を鵜呑みにせず、納得できるまで探索することは可能である。しかし、同じようなことを疑問に思う人はいるもので、Yahoo 知恵袋や教えてgoo のように Q&A の形で提供され、グーグル先生といわれるように検索サイトが答えを教えてくれる。そうすると、「それは本当だろうか」「どうか」「どうしてそういえるのだろうか」「これで十分なのだろうか」など、批判的な思考や主体的な行動を期待するのも難しい。しかし、高等学校の学習指導要領においても批判的な考察や主体的に社会の形成に参画する意欲と態度を養うことが重視されており、新しい教科情報にはデータサイエンスや AI など取り上げられようとしている。まだ答えがない地域課題はこのような要請に対して有用な題材と考えられる。

本稿では、地域課題を対象とした主体的で批判的な思考を引き出す学習モデルを目指し、具体的に広島湾のカキとクロダイの水産資源における課題の学習を支援するための PBL 教材について検討する。

2. カキの食害

広島は川も多く、広島湾には森林から豊富な栄養分が流れ込んでいる。そのため昔からカキの養殖が

盛んでその生産量は全国一である。カキ養殖業は広島湾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。広島漁連⁽¹⁾によればカキができるまでの過程は、約 2 週間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、その幼生が付着したホタテ貝の採苗連を干潟の棚に移動して環境変化への抵抗力を付ける抑制、そのあと採苗連から約 40 枚のホタテを針金に移し替えて筏に垂下連とし吊るし、沖合で養殖する。筏の大きさは約縦 10m 横 20m、ひとつの筏に約 700 本吊るし、収穫まで 12~13 ヶ月を要する。筏は魚にとって餌も多く格好の住処である。養殖業者にとっては毎年の幼生の付着状況や育成状況の良し悪しが重大な問題である。

広島湾は栽培漁業も盛んで、稚魚の育成から放流まで計画的に取り組まれてきた。クロダイ、あるいはチヌと呼ばれる魚は、かつてそのような魚の一種だった。高級魚として市場価値も高く漁師にとって漁獲対象であると同時に、色は黒いがタイ科のクロダイは引きも強く釣り人にとっても魅力的な魚だった。クロダイは、かつて漁獲量が減ったことがきっかけで種苗放流が 2008 年まで続いた⁽²⁾。その間、漁獲量は 500~600 トン前後を推移していた。2000 年代に入った頃からクロダイがカキを食べているということでカキ養殖業者から害魚扱いされている。実際、魚類のカキ種苗への影響の調査⁽³⁾や食害の実態のアンケート⁽⁴⁾が行われた。しかし、内臓物からクロダイだけでなくフグなどはほかの魚もカキを食べているなど、水揚げとの相関は得られていない。それでも放流事業のあり方や養殖業への影響を考慮すべきと考察されている。2009 年からクロダイの放流は行われなくなった。クロダイがカキを食べているのを養殖業者が筏の上から見たことがきっかけだったらしい。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あげられて

いる。近年、栽培漁業の是非も取りざたされている⁶⁾。クロダイは臭いといったイメージなどから市場価値が下がり、利益がなければ漁獲対象とならないのは当然ではあるが、大事な水産資源のひとつであり、排除や防御でなく両立する必要がある。

3. 学習目標と PBL 教材の設計

地域課題の学習目標は、その課題をよりよく知る（わかる）ようになることとする。演習効果をあげるには現場での活動はいうまでもなく、事前にしつかりと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が望まれる。

3.1 PBL 教材

学習グループがチームを組み、役割やミッションをプロジェクトとして設定する。事前準備や現地活動、活動後のまとめなど、学習活動全般で振り返りや見直し、不十分であれば随時改善する。この主体的な活動を支援するための教材を PBL 教材と呼ぶ。

3.2 学習モデル

想定する地域課題の学習モデルを図 1 に示す。課題の解決、あるいは学習目標の達成は、まず、課題の理解からはじまる。ここでは、地域課題をより広くかつ深く理解するため、「わからない」ことを明確にし、それらを「わかる」よう主体的に取り組む納得することを理解ととらえる。ブレインストーミングや KJ 法は集めたデータの整理分類や文章化だけでなくその全プロセス、すなわち事前準備、野外調査、事後整理で活用する。例えば、事前準備で見つけた文献資料の理解、野外調査中にデータを確認して追加が必要な項目の発見、事後整理で発想に利用するなどである。野外調査に先立ち地域課題への目的意識を主体的かつ体験的に持たせる PBL 教材は、疑問を持たせる言明集と地域課題の事例集の知識ベースと対象地域の課題を仮想的に体験できるシステムからなる。言明は、例えば、「クロダイはカキの養殖業者にとって害魚である」や「クロダイの捕食とカキの生産量に相関はない」などである。事例は水産業や農業の地域課題への取り組み事例である。

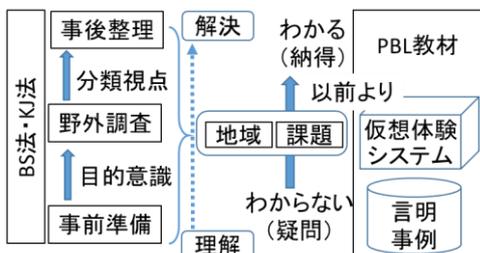


図 1 地域課題の学習モデル

例えば、農林水産業の 6 次産業化で世羅高原 6 次産業ネットワークや萩大島船団丸の例などである。仮想体験システムは、例えば、身体動作に連動した映像を提示するシステムなどである。

3.3 水中撮影システム

広島県水産海洋技術センターによれば、カキ筏にいたるクロダイの数などを調査する手段はスキューバダイビングである。実際に、潜って目視により確認している。そこで、まず、ICT を利用した図 2 に示すような自動撮影システムを構築する。全天球カメラで定点からできるだけ広範囲かつ長時間の映像コンテンツを収集し、仮想体験システムに組み込む。長時間撮影するためには、1 日や 1 ヶ月、1 年(季節)の潮の変化、カメラの電源や防水などを考慮する必要がある。また、筏の下は、潮の流れが緩いと濁って透明度が低く、深くなるほど青かぶりするといった問題も考慮しなければならない。さらに、映像は遠隔でも確認できることが望ましい。

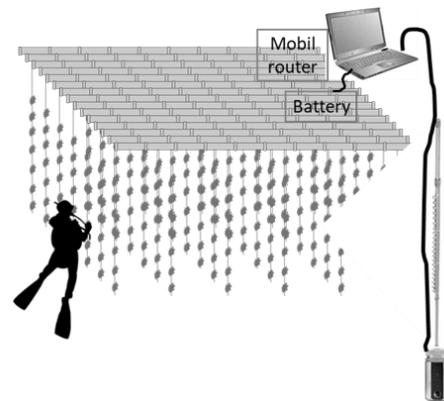


図 2 水中撮影システム

4. おわりに

地域課題の学習モデルを提案し、水産資源における地域課題を題材に PBL 教材を検討した。今後、水中撮影システムによるコンテンツ収集とともに仮想体験システムを構築し、さらにクロダイの個体数カウントの(半)自動化を目指す予定である。

参考文献

- (1) かきができるまで、広島県漁業協同組合連合会、<http://www.hs-gyoren.jp/make.html>
- (2) 広島県資源管理指針(平成 23 年 3 月策定)(2011)
- (3) 斉藤英俊, 中西夕佳里, 重田利拓, 海野徹也, 河合幸一郎, 今林博通: “広島湾におけるマガキ種苗に及ぼす魚類の補色の影響”, 日本水産学会誌, 74(5), pp.809-815 (2008)
- (4) 塚村慶子, 倉本恵治, 佐々木憲吾, 馬場祥宏: “広島かき養殖における魚類の食害実態調査”, 広島県立総合技術研究所 西部工業技術センター研究報告 No.52, pp.48-51 (2009)
- (5) 放流で繁殖カキ餌食 消費者離れ「栽培」裏目, 海に聞く 瀬戸内再生第 6 部改正瀬戸内法の現実 < 1 >, 中国新聞朝刊(2017/06/01)

MOOCs 学習者のサポート設計

— 初学者の学習経験から —

Design Implications to Support MOOCs Learners -Voices from the MOOC Learning Beginners-

市村 由起, 中野 裕司, 鈴木 克明

Yuki ICHIMURA, Hiroshi NAKANO, Katsuaki SUZUKI

熊本大学大学院社会文化科学研究科教授システム学専攻

Graduate School of Instructional Systems, Kumamoto University

Email: yukiichimura.log@gmail.com

あらまし: MOOCs はオープンアクセスで誰にでも公開されている性質から, 学習者の前提知識やテクノロジーのスキルが個人により異なる. このようなオンライン環境では, 学習支援を担うサポートシステムが重要だ. 一方, 現状の MOOCs のサポートシステムはコース提供者によって様々である. また, 近年 MOOCs プロバイダーは高校生向けの講座を広く提供するなど, 新たな学習者層を集めている. こうした MOOCs を取り巻く環境では, 初めて MOOCs を受講する学習者や, 多様な学習者が効果的に学習を進めるためのサポート設計が求められている. 本研究は, MOOCs に参加した初学者の経験分析と, 現状の MOOCs の分析から, 効果的学習のためのサポート設計について考察する.

キーワード: MOOCs (Massive Open Online Courses), 学習支援, サポートシステム

1. はじめに

近年日本国内でも, 大規模公開講座 MOOCs (Massive Open Online Courses) は, 様々な学習者から関心を集めている. 誰でもが受講可能なオープンアクセスという性質上, 受講者の学習ニーズや背景, コンピュータを用いてオンライン受講するための技術的な習熟度も様々である. MOOCs 設計においては, 個々によって前提知識やスキルが異なる学習者が円滑で効果的な学習ができるようなサポートシステムの構築が求められる. 本稿は, そのための第一歩として, 初めて MOOCs を受講する学習者がどのようなサポート必要とするのか, 学習者の受講経過の観察とアンケート, インタビューから調査した.

2. MOOCs と受講者

MOOCs は初めて MOOCs 受講を体験する, いわゆる初学者を惹きつけて, その学習者は広がり続けている. 現在の形態の MOOCs がアメリカのスタンフォード大学で始められてからの 6 年間で, 9 万 4 千コースが提供され, コース登録した学習者は 8,100 万人にのぼる (Class Central, 2018). 2017 年一年間だけでも, 新たに 2,300 万人が, 彼らにとって初めての MOOCs を受講した. 近年では, アメリカやヨーロッパの MOOCs プロバイダーは高校生向けの講座を多数展開しており, 受講者層はさらに広がっている. このような初学者や若年の受講者層の広がり, は, 初めて MOOCs にアクセスする学習者でも円滑で効果的に学習を進められる設計を必要とするだろう. そこで, 本稿は, 初学者の MOOCs 受講者がどのようなサポートを必要としているのか, MOOCs 登録, 受講の一連の過程で, 何に困り, どのように対処したのかを調べ, サ

ポートシステム設計への示唆を得ようと試みた. 初めて MOOCs を受講する参加者の学習経験を観察し, 調査を行った.

3. 調査方法

大学入学直後の 1 年生の前期授業で MOOC の講座を紹介し, 受講経験を調査した.

大学 1 年生のコンピュータリテラシーの実習授業で, JMOOC が提供する講座, 「コンピュータのしくみ」を紹介し, 受講方法を説明した. 授業内で全員に JMOOC と, 目的の講義の登録方法を教え, コンピュータを利用した MOOCs 受講登録の実習を行った. その後のオンラインによる講義の受講は学習者の自己主導で行うよう, 必修ではなく学習者の選択とし, 全 4 単元のうち, 学習内容が授業と関連する第 2 単元までを勧めた. 受講した学生は, 単元終了ごとにテストの結果を提出し, 学習経験についてのアンケートに答えた. 受講しなかった学生には, 登録までの手続きについての経験と学習を継続しなかった理由を問うた. さらに, インタビューで学習経験を調査した.

4. オンライン学習におけるサポートと設計

MOOCs の学習者サポートについての研究は, 学習データを個人の特性に合わせた個別化への適応への調査報告などはあるものの, 包括的な設計へのフレームワークは乏しい. 一方, 既存のオンライン学習におけるサポートについては, McLoughlin (2002) は, 教授設計の主要な要素として, 構成主義のアプローチから, 学習過程とアウトカムの足場架けをもたらし設計要素をまとめた. その中のひとつに, 「アクセスできる」ことを挙げ, モデレーターや FAQ などが “Just-in-time”, タイミングよく必要な時にサポートを提

供できることを求めた。

また, Jung と Hong (2014) はアジアの学生がオンライン学習で成功を生み出すためのサポートシステムのアプローチとして, 「システムのサポート」, 「認知的サポート」, 「リフレクションのサポート」, 「情緒的サポート」, 「ジェンダーサポート」の5つの要素をまとめた。その中で著者らは, 「認知的サポート」の最も重要な要素として, 学習者の自己主導を支えるために, 学習コンテンツに入る前の導入段階でのオリエンテーションプログラム, オンディマンドミーティング, アドバイスセッションなどを提案した。これらは, 学習コンテンツをプレビューし, 整理し, 復習するストラテジー構築のための重要な要素だとした。また, 「システムの」ドメインには, ユーザーフレンドリーで, 24 時間アクセスできる環境の構築を必須とし, さらに, ソーシャルネットワーキングシステムを用いた, 学習者の相互支援と学習経験の共有を挙げた。「情緒的サポート」には, 講師や学習者の「ソーシャルプレゼンス」, つまり, コミュニケーションを介在した存在感や帰属意識の構築を重要視した。

これらのサポートを包括的に設計するための指標として, 鈴木 (2006) は e ラーニングの質を 5 つにまとめた。低次レベルから, 最も根底に, 1) アクセス環境や学習環境を挙げ, 2) 内容や情報の中身と効率的提供, その上に, 3) 情報デザインの要件, 4) 学習効果, 5) 魅力の要件とした。

本研究では, 学習者が調査で答えたトラブルや問題点から, MOOCs での設計課題がどこにあるのかを分析する手がかりとして, これらを理論的フレームワークに用いることとする。

5. 結果

参加者の MOOCs 受講は, 現状では進行中でありデータは集積途中である。詳細は受講終了後, 分析の上, 発表予定である。

5.1 参加者の MOOCs 学習経験

調査に参加したのは, 2018 年 4 月に大学に入学し, コンピュータ利用の基礎を学ぶリテラシー科目を受講した大学 1 年生 45 人で, 受講前の調査では, すべての学生がこれまで MOOCs の学習経験はなく, MOOCs の存在を知らなかったと答えた。e ラーニングの学習経験をたずねたところ, およそ 40% の学生が, 経験があると答えた。95.5% が自宅にインターネットにつながる PC を所持しているが, 一方で, MOOCs を学習する予定の端末として, とコンピュータ答えたのは 77.3% でおおよそ 20% の学生はスマートフォンと答えた。

5.2 MOOCs と講座登録

参加者が受講した MOOCs は JMOOC が 2018 年 4 月から開講した理系基礎科目「コンピュータのしくみ」で, Fisdом プラットフォームで提供された。登録手続きと, 受講準備確認までを大学の授業の実習で行った。

講座に登録するためには JMOOC にまずログインし, その後改めて Fisdом に会員登録し受講する必要がある。実習を観察したところ, 二段階の登録画面があることに戸惑う学生も見られた。また, 目的の講座をプラットフォームの講座リストから見つけられない学生が複数いた。これはページ内をスクロールする必要があることに気づかないことが要因だった。半角, 全角入力の切り替えが原因でログインできないなどの, コンピュータ利用の基本的なスキルに起因するトラブルもあった。

5.3 受講者の MOOCs 学習経験

講座の受講は現在進行中で, 調査データは集積中である。受講登録から 3 週間経過した段階のアンケートでは, 自己主導で学習を進めている学生と, 登録後一度も受講していない学生が混在している。受講した学生は, 単元終了時に MOOCs が提供している単元確認テストを提出するとともに, アンケートに答えた。

これまで受講者が答えたアンケートから, 学習者が経験した問題の一部を抜粋する。

表 1 MOOCs 受講中の問題や感想

経験した問題, 感想	その時の対応
探しているコースが見つけれなかった。	自力で探し出した。
ビデオで口頭説明では言葉がわからない。	動画の字幕機能を使った。
専門用語がわからない。	対応していない。
最初の講義を見て続きを見ようとは思わなかった。	対応していない。

6. まとめ

これまでの観察や学習者アンケートにあがった問題点は, 鈴木(2006)のモデルで最も根底レベルである, アクセス環境や学習環境に関わる。現在行っている調査と共に, インタビューデータを分析し, サポート設計への考察を発表する予定だ。

参考文献

- (1) Class Central: “By the Numbers: MOOCs in 2017”, <https://www.class-central.com/report/mooc-stats-2017/> (2018)
- (2) Jung, I., & Hong, S: “An elaborated model of student support to allow for gender considerations in Asian distance education.”: The International Review Of Research In Open And Distributed Learning, 15(2). doi:http://dx.doi.org/10.19173/irrodl.v15i2.1604 (2014)
- (3) McLoughlin, C.: ”Learner Support in Distance and Networked Learning Environments: Ten Dimensions for Successful Design”, Distance Education, 23:2, 149-162, DOI: 10.1080/0158791022000009178
- (4) 鈴木克明: “ID の視点で大学教育をデザインする鳥瞰図 : e ラーニングの質保証レイヤーモデルの提案”, 日本教育工学会第 22 回講演論文集, pp.337-338 (2006)

双方向授業支援システム， e ラーニングと小テスト付きレポート返却システムの連携による教育効果向上の試み

Attempt to improve educational effect by cooperation of audience response system, e-learning and report return system with small test

遠藤 大二^{*1}， 山崎 耕太^{*1}， 吉野 宣彦^{*1}， 小糸 健太郎^{*1}， 上野 岳史^{*1}， 丸山 明^{*1}， 高橋 優子^{*1}， 美名口 順^{*1}， 森田 茂^{*1}， 上野 敬司^{*1}， 栃原 孝志^{*1}

Daiji ENDOH^{*1}， Kota YAMAZAKI^{*1}， Yoshihiko YOSHINO^{*1}， Kentaro KOITO^{*1}， Takeshi UENO^{*1}， Akira MARUYAMA^{*1}， Yuko TAKAHASHI^{*1}， Jun MINAGUCHI^{*1}， Shigeru MORITA^{*1}， Keiji UENO^{*1}， Takashi TOCHIHARA^{*1}

^{*1} 酪農学園大学

^{*1}Rakuno Gakuen University

Email: dendoh@rakuno.ac.jp

あらまし：双方向授業は学習効果と学びの深化という点で効果が高いが，講義での知識を伝える時間が減るといったデメリットがある。演者らは，双方向授業支援システムと e ラーニングおよび小テスト付きレポート作成により教育効果の向上を目指した。本発表では，複数の教員の連携による教育方法の運用方法と合わせて，授業と自習の連携方法について報告する。

キーワード：双方向授業支援システム， e ラーニング， レポート返却システム

1. はじめに

酪農学園大学ではクリッカー型の双方向授業システム， e ラーニング LMS および Web でのレポート返却システムの試行的利用を重ね，教育システム開発とは関わりの低い一般教員に利用範囲が拡大する状況になっている。一般教員への拡大にあたっては，利用開始時の障壁を低くするとともに，利用目的・方法についての試行とその情報共有が重要な段階でもある。本研究ではこれらのシステムについて大学内の広い範囲の教員がシステムを利用できる体制の整備と，それぞれの教員がシステムを利用した目的および方法を報告する。

2. 対象とする教育支援システム

教育支援システムとしては，表 1 に示す 2 種のシステムを対象とした。といかけ君と飛ぶノート出雲は酪農学園大学で開発され，民間会社が製品として販売している。といかけ君はスマートフォンを利用するクリッカー類似の双方向授業支援システムで，学生の回答を自動分類してその場で採点し，個人別に成績を通知できることを特徴とする。飛ぶノート出雲は，手書きのレポート内に印刷されたマークシートに基づいて，提出者個々に Web 上でレポートを返却するシステムである。

表 1 本研究で対象とする教育支援システム

教育システム	機能・分類	提供形態
といかけ君	双方向授業支援	クラウドサーバー
飛ぶノート出雲 (Moodle)	手書きレポート Web 返却	学内サーバー・スキャナー

3. 利用体制の準備

2 つのシステムについて，一般の教員が特段の準備を必要とせず実施できるよう準備を行った。

3.1 といかけ君

といかけ君(図 1)を利用するための準備は，学生用スマートフォンの機種選定，学内 LAN への接続，サーバーのセキュリティー要件への対応およびマニュアルの整備等多岐について行った。その際，受講者全員に回答保証を整備することも目標とした。

2017 年に実施されたクラウドサーバーへの接続試験の結果から，受講生はキャリア回線でといかけ君サーバーに接続した。回答保証のため，予備スマートフォンも用意された。これらの準備を行うことにより，教員は特段の準備なくといかけ君の利用を開始できるようになった。

図 1 といかけ君の概要

といかけ君の概要

- 学生の回答を文字列で自動分類
- 教員は回答ごとに得点を決定
- 学生は自分の得点を即時確認可能



3.2 飛ぶノート出雲(Moodle)

手書きレポートを Web 上で返却するための飛ぶノート出雲については、学生が塗りつぶすマークシートの認識データに基づいて、提出学生を特定して専用 Web スペースに返却する。学生の個人別 Web スペースには、全科目のレポートが返却されるため、レポートについてのポートフォリオが実現される。レポート用紙は、基本のマークシート欄と所属氏名欄を除いては個々の教員がデザインを決めることができる。スキャンとスキャン結果の登録は教員が行うこととなっている。学生の閲覧は、酪農学園大学の教育系ポータル UNIPA か標準 LMS である Moodle からログインして閲覧する方法がとられている。これらの設置、管理およびマニュアル類の整備は教育センターの教務 1 課が担当している。そのため、飛ぶノートの利用環境整備は、教育センターから教員への告知を通じて行われた。

4. 実際の利用

4.1 といかけ君

といかけ君のライセンス形態は、50 人 1 ヶ月 3980 円という設定である。受講者 200 人の講義を半期利用すると講義当たりの負担が大きくなるため、開講日、時間帯の異なる複数の講義でライセンスを共有した(図 2)。

図 2 といかけ君の共有設定画面

	6/12(火)	6/13(水)	6/14(木)
グループ1 個人カレンダーで表示	<ul style="list-style-type: none"> 9:00 - 10:30 区役所 10:45 - 12:15 酪農学園大学 1 講座 13:00 - 14:30 酪農学園大学 14:45 - 16:15 市立図書館 	<ul style="list-style-type: none"> 10:30 - 12:00 マグロ経済学 	

講義での利用では、学生が 1 問目でログイン後、教員画面に表示される回答番号欄で回答の登録を確認することができる(図 3)。といかけ君での講義での利用では、アクセスが集中した場合のスマートフォンのフリーズが散見されたが、再ログインで解決するため、全員回答を義務付けることができた。

利用教員の提示した設問の一例を示す。

表 といかけ君で利用された設問の例

教員	設問	設問の意図
遠藤	10Gy 全身照射された場合の影響	学習した多数の項目から可能な変化を抽出する
高橋	知的好奇心のための動物実験に対する意見	説明前後の受講者の意見の変化を確認する
森田	前搾り乳を採り、乳房炎を発見する道具の名称	学習した知識の確認
小糸	複利計算を理解するための 1+利子率の計算	学習した知識の応用能力の確認

設問は下記のパターンに分類された。

- 1 単純に知識を確認する
- 2 講義での説明を元にして、講義とは異なる側面を問う
- 3 講義のテーマに関し学生の変化を確認する

出題はプリントまたは口頭で提示された。設問は講義前に作成される場合が多いが、回答は単語でも可能なため、学生の理解度に応じて講義中に作成される場合もあった。講義では、しばしば講義計画通りに理解が進まない場合があるため、即興で作成される設問は理解の推進に有効性を示した。

4.2 飛ぶノート出雲(Moodle)

飛ぶノート出雲は、教員が飛ぶノート用シートにレポートをデザインして学生に記入させる形式で利用された。デザイン例を図 3 に示す。

図 3 飛ぶノート出雲のデザイン例

科目: 獣医検査医学基礎
提出日: 月 日 ()
学 籍 号: _____
氏 名: _____

良い例 (○) / 悪い例 (●)

科目: 獣医検査医学基礎
学科: (獣医学類)

年 組: _____

学籍番号: _____

氏 名: _____

質問 1 下の空に 15B (示の素 12 マイナス) の原子核および軌道電子の構造を明示した上、問 1-2 に陽子数、問 3-4 に中性子数、問 5-6 に軌道電子数を示せ

質問 3 下の空に ¹¹C (炭素 11) が β⁺崩壊した後の原子について核および軌道電子の構造を明示した上、崩壊後の原子について問 13-14 に陽子数、問 15-16 に中性子数、問 17-18 に軌道電子数を示せ

自由度の高さと教員の手間の少なさから、飛ぶノートの利用件数は増加傾向にある(図 4)。2018 年度から小テストへのサポートも実現したため、今後、利用のさらなる拡大が予想される。

図 4 飛ぶノート出雲の利用件数

飛ぶノート利用状況				
<学生ログイン数> (2017 年 4 月～2018 年 5 月末日)				
月	2017 年度		2018 年度	
	ユーザ数(人)	ログイン回数	ユーザ数(人)	ログイン回数
4月	385	754	645	1,454
5月	498	1,673	817	2,938
6月	858	4,308		
7月	883	3,580		
8月	836	4,063		
9月	277	430		
10月	630	3,091		
11月	674	3,315		
12月	617	1,527		
1月	699	1,891		
2月	450	2,939		
3月	50	61		
通算	1,629	27,632	1,015	4,392
(内 当該年度入学者)	716	15,142	557	2,712

5. まとめ

教員の自由度の高さ、準備の手間の少なさと学生の回答を保証することにより、利用率の高いシステムが実現した。

救命救急センターにおけるブレンド型多職種連携教育

Blended Interprofessional work training in emergency and critical care center

杉木大輔^{*1*2*3}, 鈴木克明^{*2*3}, 喜多敏博^{*2*3}, 都竹茂樹^{*2*3}, 松島久雄^{*1}

Daisuke Sugiki^{*1*2*3}, Katsuaki Suzuki^{*2*3}, Toshihiro Kita^{*2*3}, Shigeki Tsuzuku^{*2*3}, Hisao Matsushima^{*1}

^{*1} 獨協医科大学埼玉医療センター救急医療科

^{*1} Department of Emergency and Critical Care Medicine, Dokkyo Medical University Saitama Medical Center

^{*2} 熊本大学大学院社会文化科学研究科教授システム学専攻

^{*2} Graduate School of Instructional Systems, Kumamoto University

^{*3} 熊本大学教授システム学研究センター

^{*3} Research Center for Instructional Systems, Kumamoto University

Email: dsugiki@st.gsis.kumamoto-u.ac.jp

あまし：本稿では救命救急センターにおける多職種連携教育の取り組みを報告する。救急初期診療では多職種が携わっているが、暗黙知が多く、経験の浅い看護師や薬剤師にとっては勤務上の不安要素となっている。一方、医師もその他の職種が救急初期診療の場面でどのように考え行動しているかを把握しきれていない。そこで症例をベースに経験のある医師、看護師、薬剤師が日頃救急初期診療において考えていることを可視化し、共有できるような多職種連携セミナーを実施した。その結果、本セミナー後には現場での実践において他の職種との協働や連携を意識した行動が見られるようになった。

キーワード：多職種連携教育，グループウェア，診療の標準化，救急医療

1. はじめに

救命救急センターにおける多職種連携には暗黙知となっている部分が多い。経験のある医療従事者同士では上手く機能するが、経験の浅いメンバーが加わると機能しない部分が出てくるためその都度教育する必要性があった。一方、経験の浅いメンバーや新人からは「救急初期診療に関わりたがどう動けばよいかかわからず不安」「医師の考えていることがよくわからない」「どこまでの知識が求められるのかわからないため学習が進まない」などの声もあった。医師間では、チーム医療を支援するため、以前より救命救急センター医師の間で合意を得た診療ガイドとなる診療プロトコルを作成し、研修医を含め若手医師のジョブエイドとして有効活用している。この診療ガイドを基盤に救急初期診療で協働する医療従事者が知識や考えていることを共有する機会を持つことで前述した問題が解決されるのではないかと考えた。結果として医療チームの質が向上し、初期治療室で働く若手医療職の不安を払拭できるのではないかと推察された。また2016年には医療保健福祉分野の多職種連携コンピテンシーも公表され⁽¹⁾、卒前における多職種連携教育の必要性も報告されている⁽²⁾。しかし救急医療の現場での多職種連携の重要性は言われているが⁽³⁾、その教育方法についての報告は殆ど見られない。そこで今回グループウェアを活用し、ブレンド型の多職種連携教育を試みたため報告する。

2. 目的

医師間で共有している診療プロトコルと症例問題をを用いながら、他の職種の考えを共有し、ベストなパフォーマンスについて検討することでその後の現

場での行動が変化するかどうかについて調査することを目的とした。

3. 方法

受講者は看護師3名（救急初期診療の経験10年以上）と薬剤師3名（それぞれ救命救急センター、ICU、HCU勤務）、救命救急センター医師3名（救急初期診療の担当者）とした。今回のセミナーは外傷症例の初期診療をテーマとした。事前資料として内容の少しずつ異なる症例を3つ提示し、それぞれに関連する診療プロトコルをグループウェアであるMicrosoft teamsを用いて共有した。3症例は同職種内3名に一つずつ割り当てた。事前学習の課題として以下の2つを提示した。1)診療プロトコル内の用語で説明できないものは自分で調べ、グループウェア内で共有しておく、2)症例提示では病院前の救急隊情報が含まれるが、予想される外傷と準備、最善のゴールを考え、掲示板に記載する、こととした。対面でのセミナーでは、まず、事前学習2)を踏まえ、職種毎に3症例におけるベストな対応は何か、その際には他の職種に望むことは何かを考えてもらった。その上で、症例毎に各職種から選出されたメンバー（多職種チーム）でそれぞれの立場でベストな対応を検討、共有し、意見を出し合った。他の職種の意見を聞いた上で、今回セミナー終了後にアンケート調査を行った。

4. 結果

ディスカッションでは、指示を出すタイミングは看護師、薬剤師の動きを予想しながら出すべきだ、看護師、薬剤師については医師が作成した診療プロトコルを基に知識を増やすことができた、何を考え

ているかが明確になったという意見があった。事前アンケートでは多職種が集まって自分や他の職種の業務について検討する機会について尋ねたところ、全員がなかったと回答していた。

セミナー直後と1ヶ月後アンケートは受講者9名を対象に行った。前者の結果は表1に示す。満足度は高く、今後もセミナー参加を希望する人が多かった。また症例をベースにした討論を多職種で行うことが有意義であったという意見が多く寄せられた。自由記述では他職種の思考プロセスを知ることによって自らの行動を振り返ることができた、事前課題をグループウェアで共有化したことにより自分の考えを深めることができ、他の人々が考えていることも共有できた、などの意見が得られた。一方、セミナー1ヶ月後アンケートでは、医師から現状での診断、今後の処置の方向性を確認するようになった、一緒にいたスタッフと救急初期診療での症例を振り返るようになった、先を読んで準備するようになった、など行動に変化が現れてきていることが示された。

5. 考察

多職種連携は救命救急センターの業務において非常に重要であるが、その教育方法については明確なものはない。当センターでも方略が立てられず、実践に踏み切れていなかった。今回の参加者もこのような多職種が集まるセミナーの受講経験は全くなかった。そのため本セミナーに期待する点として、他の職種の考え方を知り、自分達ができることを考え直したい、救急初期診療チームの質向上につなげたい、などが挙げられた。セミナー終了後のアンケート調査では、セミナーの満足度は高く、参加者のニーズに応えられる企画となったと評価できる。松井ら⁽⁴⁾の報告では、病院職員は、専門職種に対する理解が不十分であったと感じていたが、職種間の理解や情報共有によって連携が上手くいったと感じていたとしている。そこで職種間の相互理解がチーム医療の実践においては重要であると指摘されており、これは本セミナーでも同様の結果であった。

一方、診療プロトコルに関しては、症例に対しどのようにして医師が活用しているかを知ってもらいと同時に、他の職種がそれぞれの場面で何を考え、行動しているかを見える形とすることができた。チームへの教育ツールとしても有用で、指導側の効率性も上がる可能性が示唆された。

今後の展開として、初療業務において自分の職種の必要な準備や予測すべきことを医師の診療に合わせたジョブエイドがあれば自分のパフォーマンスは向上すると思うかどうかをアンケートで尋ねたところ強く同意する意見が多かった。そのため今回のセミナーを踏まえ、同職種内で外傷初期診療における各職種のベストな対応を考え、それを形式化し、外傷初期診療における各職種の診療ガイドを作成、実際の現場で共有する予定としている。これを職種

毎に合意を得ることができれば、経験の浅い者が救急初期診療に携わることになっても、それらを教材に学習することも可能となるのではないかと考えている。このサイクルを繰り返し、多職種連携可能な診療プロトコルが作り上げられれば、診療チームの質向上だけでなく、効率的な職場内学習につながることも期待できる。

6. 結語

チーム医療の質向上には、合意が得られた診療ガイドとなるプロトコルが重要な要素であり、多職種連携教育においても非常に有用であった。

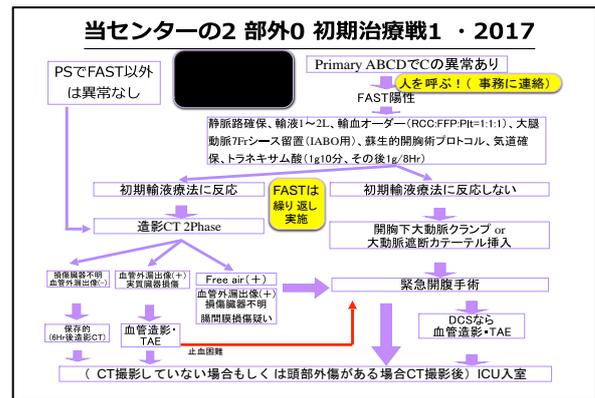


図1 事前資料として使用した診療プロトコル例

表1 事後アンケート結果 (n=9)
(1:全く同意できない⇔5:強く同意する)

質問	平均
セミナーの満足度は?	4.11
セミナーの目標設定は妥当であったか?	3.78
事前課題は難しかったか?	3.22
同職種同士の討論は有意義であったか?	4.44
他職種同士の討論は有意義であったか?	4.56
診療をチームで実践したくなったか?	4.44
今後こうしたセミナーに参加したいか?	4.78

参考文献

- (1) 杉木大輔, 鈴木克明, 北村士朗, 他: “救命救急センターにおけるチーム制支援のためのグループウェアを活用した診療の標準化を推進する合意形成システムの開発”, 教育システム情報学会誌, 34(3), pp.227-237(2017)
- (2) 多職種連携コンピテンシー開発チーム: “医療保健福祉分野の多職種連携コンピテンシー”, <http://www.teammed.jp/wpcontent/uploads/2017/01/305ed bdf16c14d70400874c1ab998f35.pdf>
- (3) 榎田めぐみ, 鈴木久義, 片岡竜太, 他: “多職種連携実践に向けて医系学生が身につけた能力とは? - 卒前の多職種連携教育の意義”, 医学教育, 49(1), pp.35-45 (2018)
- (4) 海老原卓志: “救急医療における多職種連携-薬剤師の立場から-”, 医療, 67(12), pp. 492 -495 (2013)
- (5) 松井 由美子, 真柄 彰, 遠藤 和男: “臨地実習施設における Interprofessional Work の現状と課題”, 保健医療福祉連携, 3(1), pp.2-9 (2010)

シナリオ型 e ラーニング教材の開発

Development of Branching Scenario e-Learning Content

油川 ひとみ^{*1}, 三島 史朗^{*2}, R. ブルーヘルマンズ^{*3}
Hitomi YUKAWA^{*1}, Shiro MISHIMA^{*2}, Raoul BREUGELMANS^{*3}

^{*1} 東京医科大学医学教育学分野

^{*1}Department of Medical Education, Tokyo Medical University

^{*2} 東京医科大学救急・災害医学分野

^{*2}Department of Emergency and Critical Care Medicine, Tokyo Medical University

^{*3} 東京医科大学英語教室

^{*3}Department of English, Tokyo Medical University

Email: yukawa@tokyo-med.ac.jp

あらまし：医学生を対象として、実臨床と同じく症候から疾患を鑑別し治療方法を考えさせるシナリオ型 e ラーニング教材を開発している。オープンソースの教材制作システム「Xerte」を使用し、設問の選択肢のボタンから次の設問に進ませ、選択した項目により次の段階へ進めたり再考を要したりする教材形態とした。学習履歴を取得・分析し、得られたデータから学生の理解が不十分な点を授業・実習における教育の改善に結び付けていく。

キーワード：e ラーニング, シナリオ型教材, Xerte, 臨床実習

1. はじめに

医学生は系統講義で大量の知識を習得して臨床実習に臨む。その知識を実際の臨床でどのように使用するのか、なぜこの知識が必要なのかを理解させ、かつ PC 上で臨床症例を疑似体験できるシナリオ型教材の開発を行っている。制作には簡単に電子教材を作れるオープンソースの Xerte(1)を用いる。実際の医療現場を想定した設定の設問で、患者が搬送されて来たところから始まり、処置・検査等を経て診断を行い救命に至る一連の流れをコンピュータ上で行う。画像等の媒体を多く使用できるため臨場感あふれる教材となる。また、学習履歴を取得できるメリットを利用し、学生の理解度および間違いやすい点を客観的データで判断し、講義および実習における指導に反映させていく。実際に臨床実習前と臨床実習中の使用状況を比較し、学習状況の変化を見る。

2. 方法

シナリオ型教材を e ラーニング上で作成し、e ラーニング上の臨床実習のコースに掲載して学生が自由に学習できるようにした。実際に使用したデータをもとに、使用された時期を実習前と実習中に分け、学生の正解まで要する回答回数および学習内容に差が見られるか統計学的に検討を行った。

3. 教材制作の流れ

シナリオ型教材の制作はテーマの設定とシナリオの原稿制作を担当教員によって行った。テーマの設定は学生が必ず経験すべき症候を選択した。初年度は「意識障害」「循環不全Ⅰ（循環血液量減少性ショック）」「循環不全Ⅱ（心原性ショック）」「循環不全Ⅲ（血管作動性ショック）」「呼吸不全Ⅰ型」「呼吸不

全Ⅱ型」の 6 テーマを選定した。各教材は同じ構成とし、患者が搬送された時点の情報から始まるシナリオ型教材、解説、復習用練習問題の 3 部構成である。教材が形になった時点で、診療科内でピアレビューを行い教材の内容の精査と質を担保した。また、学生の意見を聞き、操作性および理解しやすさの点で改善を行った。SCORM で制作することにより学習履歴を取得でき、得られたデータより学生の学習行動、最も選ばれた選択肢、間違いやすい点などを抽出した。

システム上では、教材原稿に基づいて教材の流れをページ毎にまとめ、教材制作システムの Xerte にページ毎に教材原稿を埋め込んでいった（図 1）。

各ページでは選択肢ごとにリンク先を設定し、学生の選択によって得られる情報と次に取る行動を選択する画面に移動する。シナリオ型教材は、多肢選択問題などと異なり、選択肢が正解不正解に分かれないことがある。正解ではないものの「可」の選択肢には次のシナリオが準備されており、遠回りであっても正解へ進んで行ける。また、正解であっても正しい手順を踏んでの選択でなければ不正解になる選択肢があり、通常を選択問題にはないが臨床では遭遇する状況が盛り込まれており、判断力・対応能力等を要する構成になっている。設定が複雑かと思われるが、Xerte の Multiple Choice Connector の機能を使用すると簡単に設定できる。

シナリオ型教材で最終的に患者を救命でき「正解」となると解説ページあるいは復習用練習問題に進める。解説はシナリオの途中にも関連箇所からリンクで飛べるようにしてある。また復習用練習問題は教材内容に関連したものでさらに知識を試験するものであり、意識障害の教材では意識レベルの評価を行

う動画付きの小テストを準備した。他の教材にも詳細な解説付きの小テストを設定している。



図 1 Xerte 編集画面 (上) と教材の画面 (下)

4. 結果

臨床実習のコースに設定したシナリオ型教材からログを取得し、学生学習履歴を追跡した。今回対象とした「意識障害」の教材 Q1 から Q3 までの 3 問で構成されており、それぞれの設問で学生の回答の傾向を得られる。学生が教材を使用した時期から実習前と実習期間中の 2 群に分け、修了までの要した選択肢の選択回数に差が見られるか統計的に検討したが、クロス集計によるクラメールの連関係数にてやや強く関連が見られたものの、今回の結果からは検出できる差は認められなかった。

まとめ用の解説および練習問題を使用した学生は実習中に使用した学生より実習前に使用した学生の方が多く傾向にあった。しかし、統計学的な差は認められなかった。履修時間にも各群の間に差は見られなかった。

4. 考察

医学生は系統講義で疾患を学び、その症状、治療方法を学習する。しかし、臨床実習からは、患者の症状から検査等を選択し、疾患の鑑別、そして治療方法の選択に至る。この座学と実際の臨床の橋渡しをする自習型教材として、かつ、臨床実習で必修と思われる症例を PC 上で経験できる実習の補助教材として今回のシナリオ型教材の制作を開始した。東京医科大学では授業資料、小テストなどで e ラーニ

ングを使用することが日常化されているため、学生への導入はスムーズであった。また、制作された教材は e ラーニングポータル「e 自主自学」に掲載し、該当のコースに掲載した。学生は実習で救急・災害医学を回った際、この教材を副教材として使用できた。

作業に関しては、制作の原案を作るのには時間を要するが、教材制作システム Xerte への入力、フォーマットに記入するだけの作業で簡単にできた。また、ピアレビューおよび学生からの意見を受けて修正する場合も記入したフォーマットの内容の修正をするのみで費用も時間もかからない。

今回実習前に使用した学生と実習中に使用した学生の 2 群間の使用状況に関する統計的に差はみられなかったが、学習履歴からは、学生が選択しやすい処置・検査、理解が十分でない知識などが描出される。それらは今後の実習で教育することが必要であり、実習前の座学の学生への講義も改善させたい。今回はまだ使用数が少なかったため分析が容易であったが、今後学習履歴の数が増えれば、分析するためのプログラミングが必要となっていく。

今回のシナリオ教材の制作と使用で最も問題になったのは学生のスマートフォン使用の多さである。シナリオ型教材を制作するにあたり、教材制作システム Xerte が完全にはスマートフォン対応でないことから、情報および設問、選択肢がスマートフォンの画面内におさまるようにコンパクトに設計する努力をした。しかし、完全に対応するように設定はできていない。スマートフォン多用の傾向は e ラーニングの使用全体にも見られており、資料および小テストを掲載する時もスマートフォンでの見え方を確認することが必要となっている。学生の使用しているスマートフォンの仕様に合わせて e ラーニングも電子教材もデザインして行かなければいけないのが現状である。

5. 結語

e ラーニングの技術を活用し、座学と臨床実習の橋渡しとして、学生が主体的に学べる教材であるシナリオ型教材を開発している。シナリオ型教材は通常の教材からは得られない症例の疑似体験を得られると考えられる。今後の教材数を増やして行き、学生の経験数を増やしていくことも目標としている。同時に取得される学習履歴も学習状況の客観的データとなることが期待される。

しかし、ほとんどの学生が使用しているスマートフォンへの対応には問題があり、これを解決できれば、さらに効率的に指導可能になると考える。

6. 参考

- (1) <https://www.nottingham.ac.uk/xerte/>
アクセス日: 2017 年 10 月 19 日。

英文読み合いにおけるネガティブな対人影響を軽減する 学習パートナーロボット

A Partner Robot to Relieve Negative Effects for Collaborative Reading in English

足立 祥啓^{*1}, 柏原 昭博^{*2}

Yoshihiro ADACHI^{*1}, Akihiro KASHIHARA^{*2}

^{*1*2} 電気通信大学

^{*1*2} The University of Electro-Communications

Email: yoshihiro.adachi@uec.ac.jp

あらまし：英文読み合いは、英語のコミュニケーション能力向上に不可欠な活動であるが、対人文脈を要するため、恥ずかしさ等による心理的抵抗感や、人間関係、習熟度の差などがネガティブに影響し、効果的に読み合いが行われていない。そこで本研究では、学習者と読み合いを行うロボットを用いて、対人におけるネガティブな影響を軽減する手法を提案する。本稿では、本手法の有効性評価のための予備実験の結果、及び考察を報告する。

キーワード：学習パートナーロボット、英語学習、英文読み合い

1. はじめに

近年、社会の急速なグローバル化の進展の中で、英語力の育成が非常に重要視されている。中でも、英語を用いたコミュニケーション能力の育成が文部科学省においても注目されており、英語教育の更なる改善に向けて「発音・語彙・文法等の間違いを恐れず、積極的に英語を使おうとする態度を育成することと、英語を用いてコミュニケーションを図る体験を積むことが必要である。」と述べられている[1].

このようなコミュニケーションの体験を積む試みとして、教師や他の学習者とペアになって“英文読み合い”を行う方法がある。英文読み合いを行うことで、コミュニケーションの感覚が向上し、意欲的に音読学習に取り組むとの知見が得られている[2].

しかし、英文の読み合いを効果的に実践できていない日本人学習者が多く存在する[2, 3]. その主な要因として、2つ挙げられている。まず、“読み合い”という対人文脈の活動であるが故に生じるネガティブな影響がある。その影響として、第二言語を話す恥ずかしさや、他人から冷やかされることへの恐れ等による、英語で読むことへの心理的抵抗感や、人と接するのが苦手な学習者である場合に生じる対人苦手意識・恐怖心・不安や、ペア同士の人間関係、読みの実力差などが挙げられる。これらのネガティブな影響により、効果的な読み合いが行えないことが指摘されている。

もう一つは、初等教育・中等教育の英語授業の学習環境では、個々の学習者の読みのレベルを考慮しないまま、全員に同じ音読方法を用いて練習させているため、あまり効果的ではない。その上、読むことに焦点を当てすぎているため、コミュニケーション能力の育成には不可欠な対人文脈が貧弱なものとなっている。

また、タブレットなどによる学習支援環境においても、対人文脈の真正さが低く、コミュニケーション能力の育成には効果的でないと考えられる。

そこで、本研究では読み合いにおけるネガティブ

な要因を軽減すると共に、対人文脈の真正さを保つことを狙いとして、ロボットを用いた英文の読み合い支援手法を提案する。

2. 英文読み合い支援システム

学習パートナーロボットとして、SHARP製のRoBoHoN[4]を用いている。RoBoHoNは人型ロボットであり、発話によるコミュニケーションや身振り手振りなどを用いて、豊かなインタラクションが可能である。

学習パートナーロボットを用いた英文読み合い支援の枠組みを図1に示す。本システムでは、読み合い方法を初級・中級の9レベルに分け、学習者の読みのレベルに応じて徐々に読み合い方法のレベルを高くする適応的な読み合い支援を可能にしている。

ロボットと通信しているPC上に読み合いのテキストは表示しており、それを見ながら学習者とロボットで読み合いを行う。ロボットの読み合いや会話の動作は、予めプログラムしたシナリオに沿って実行されるため、予め用意した範囲内での会話や読み合いしかすることができない。すなわち、人間の教師のように、臨機応変な会話や質疑応答をすることが出来ないため、それらのような自由な発言は制限している。しかし、このように文脈を制限することで、インタラクティブな読み合いが実現可能である。

また、学習者とロボットで読み合いを行う際、ロボットは学習者の読みを音声認識し、その結果をPC

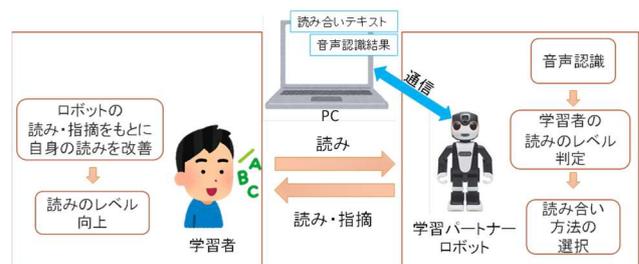


図1 英文読み合い支援の枠組み

上に表示する。学習者の読みに誤りがあれば赤字でハイライトする。そしてロボットは、学習者の読みのレベルを判定し、そのレベルに応じた読み合い方法を選択し、次はその方法で読むように促すフィードバックを返す。

3. 予備実験

本実験では、前章で述べた支援システムを用い、ロボットにより対人における様々なネガティブな影響を軽減できるかどうか、また学習効果として実験前後での読みのレベルの変化と、読み合いによる英文の定着度を調べるための予備実験を実施した。

3.1 実験方法

本実験では、英文読み合いを積極的に行う上で大きく影響する要因として、英語コミュニケーション能力への自信、対人苦手意識・対人恐怖心、および自己呈示規範を考慮し、それらを測るアンケート調査を事前に行った。また、事前テストとして、実験で扱う単元(今回は to 不定詞)に関する読みのレベルを測る音読テスト(10 問)を行い、音読速度(WPM に換算した数値)と語認識精度(正しく読めた単語の割合)を測定した。

英文読み合いでは、10 文の会話文を、一文交代読み、役割読みという読み方でそれぞれ 5 回ずつ、計 10 回の読み合いを行わせた。

実験後には、読み合いへの集中度合い、被験者が感じた読み合いへの恥ずかしさや気まずさ、相手との実力の差、読み合いを続けていけばコミュニケーション能力が向上するという自己効力感の得られた度合をアンケート調査した。

また、実験後に、実験前後での読みのレベルを測る音読テスト(5 問)、人間と読み合いをした場合とロボットと読み合いをした場合での、英文の定着度の差を調べる暗唱問題(実験で実際に読み合いを行った文章から 4 問)、to 不定詞の定着度の差を調べるための並べ替え問題(5 問)からなる事後テストを実施した。

被験者は大学生及び大学院生 10 名とし、読み合い相手の順序によって、2 群に分けた。群 1 に 5 名、群 2 に 5 名配置し、被験者内実験を行った。群 1 はロボット、人間の順で読み合いを行い、群 2 は人間、ロボットの順で読み合いを行った。

3.2 結果と考察

表 1 に、事前テスト・事後テストの結果を示す。実験前後で、読みのレベル(語認識精度と WPM)に大きな差は見られなかった。これは、今回のような短期的な実験では明確な差が表れなかったが考えられる。しかし、人間と読み合いをした場合とロボットと読み合いをした場合の事後テスト結果を比較すると、暗唱問題の正解数の全体平均の差に有意差が確認できたことから(片側検定: $t(10)=0.0261$, $\dagger p<.05$)、ロボットとの読み合いは英文の定着度が高くなること示唆された。

次に、表 2 にアンケート結果を示す。1 × 2 直接確率計算を行った結果、問 2 の回答数の間に有意差(片側検定: $p=0.0010$, $\dagger p<.01$)が、問 5 の回答数の間に有意差(片側検定: $p=0.0107$, $**p<.05$)が見られた。なお、問 1, 3, 5, 6 において人間を選択した被験者は全員、事前アンケートの結果から対人苦

表 1 事前テスト・事後テスト結果

群	被験者	事前テスト		人間と読み合い後のテスト				ロボットと読み合い後のテスト			
		語認識精度の平均	WPMの平均	語認識精度の平均	WPMの平均	暗唱問題の正解数	並び替え問題の正解数	語認識精度の平均	WPMの平均	暗唱問題の正解数	並び替え問題の正解数
群1	A	97.1	120	92.5	113	3	4	96.5	117	3	5
	B	84.0	104	91.3	90.4	0	4	86.2	98.3	1	4
	C	89.0	105	86.1	88.0	1	5	79.1	84.8	3	5
	D	92.1	110	87.8	94.7	0	3	74.6	88.7	1	4
	E	82.6	93.6	83.9	89.3	0	5	77.8	89.7	3	5
群2	F	90.00	73.4	82.5	116	2	3	84.5	104	2	5
	G	81.2	85.9	90.0	94.7	0	3	89.6	86.9	0	4
	H	93.3	96.3	92.8	86.7	3	5	97.1	103	4	5
	I	80.6	93.9	87.7	98.5	1	3	86.0	101	4	4
	J	87.6	90.7	89.6	91.5	2	5	94	97.6	3	5
群1の平均		89.0	107	88.3	95.1	0.8	4.2	82.8	95.7	2.2	4.6
群2の平均		86.5	88.0	88.5	97.5	1.6	3.8	90.2	98.5	2.6	4.6
全体の平均		87.8	97.2	88.4	96.3	1.2	4	86.5	97.1	2.4 †	4.6

表 2 アンケート結果

質問	人間(人)	ロボット(人)
問1. 読み合いをしやすと感じた方	3	7
問2. 恥ずかしさや気まずさを強く感じた方	0	10 †
問3. 読み合い相手として親しみを感じた方	3	7
問4. 実力の差を感じた方	2	8
問5. 読み合いに集中できた方	1	9 **
問6. 自己効力感が得られる方	3	7

手意識が低いことがわかっている。そのため、人間相手でも積極的に読み合いができたと考えられる。

以上の結果から、ロボットにより、読み合い時の恥ずかしさや気まずさを軽減することができ、読み合いに集中できることが示唆された。

4. まとめ

本研究では、英文読み合いを効果的に行うために、学習パートナーロボットを用いた適応的な英文読み合い支援を行う手法を提案した。予備実験から、ロボットと読み合いをすることにより、恥ずかしさなどの心理的抵抗感を軽減することができ、読み合いに集中することができたことが伺えた。今回は、被験者とロボットとの実力の差を埋めるような機能は実装していないため、ロボットの方が実力の差を感じる結果になったと考えられるため、今後はロボットが読み間違えたり、読めなかったりするような機能を実装することで、実力の差を埋められるようにする必要がある。

参考文献

- (1) 文部科学省: “今後の英語教育の改善・充実方策について 報告～グローバル化に対応した英語教育改革の五つの提言～”, http://www.mext.go.jp/b_menu/shingi/chousa/shotou/102/houkoku/attach/1352464.htm
- (2) 小原 弥生: “ペア活動を中心とした音読指導の影響—学力テストとアンケートの結果から—”, 英語教育研究, Vol. 39, pp. 37-56, (2016)
- (3) スワレス アーマンド, 田中 ゆき子: “日本人学習者の英語発音に対する学習態度について”, 新潟青陵大学紀要, Vol. 1, pp. 99-111, (2001)
- (4) RoBoHoN: <https://robohon.com>

IP ネットワーク構築演習における対話による説明モデルの獲得を支援する協調学習者ロボット

Cooperative Learner Robot Supporting Acquisition of Explanation Model by Interaction for Hands-on IP Network Practice

伊藤 旭^{*1}, 井口 信和^{*2}

Akira ITO^{*1}, Nobukazu IGUCHI^{*2}

^{*1}近畿大学大学院 総合理工学研究科

^{*1}Graduate School of Science and Engineering Research, Kindai University

^{*2}近畿大学 理工学部

^{*2}Faculty of Science and Engineering, Kindai University

Email: iguchi@info.kindai.ac.jp

あらまし：我々はこれまでに、IP ネットワーク構築演習における協調演習を可能とする協調学習者ロボットを開発してきた。協調学習者ロボットは、学習者と共に演習を行う。また、学習者の質問に応答する。さらに、学習者に質問を行い、応答文を判別する。これにより、本システムは学習者の説明モデルの獲得を支援する。本稿では、協調学習者ロボットの概要と利用評価実験について述べる。

キーワード：ネットワーク教育、協調学習、AI、コミュニケーションロボット

1. 序論

大学の授業には、技能の習得を目的とした実習型がある。実習型の授業として、本校ではIP ネットワーク構築演習が開講されている。この授業ではネットワーク技術者の養成を目的として、複数の学習者が共同でルータとスイッチを使ったネットワークを構築する協調演習を実施している。協調演習の目的は、少人数のグループで目標に向けた作業を通して、口頭の質問応答による知識の言語化と説明モデルを獲得することである。しかし、コマンドを理解していない学習者でグループを作ると、コマンドの誤った説明モデルを獲得する場合がある。

これまでに我々は、IP ネットワーク構築演習における協調演習を可能とする協調学習者ロボット⁽¹⁾（以下、本システム）を開発してきた。協調学習者ロボットには、ヴイストン株式会社の Sota⁽²⁾を使用する。本システムでは、学習者の進捗に合わせた協調演習のために、学習者が発行したコマンドと同一のコマンドを発行する。また、コマンドを理解していない学習者を支援するために、学習者の質問を取得して、質問を基に応答文を検索し、発話する。さらに、説明モデルの獲得を支援するために、Sota が学習者に質問し、ディープラーニングを用いて学習者の応答文を判別する。

本稿では、本システムの概要と利用評価実験の結果について述べる。

2. 研究概要

本システムの構成を図1に示す。音声認識サーバは、ヴイストン株式会社のクラウドサーバを用いる。質問応答サーバ（以下、サーバ）は、学習者の質問を解析した結果を基に応答文を検索して、その応答文を Sota に送信する。また、ディープラーニングを用いて Sota からの質問に対する学習者の応答文が正

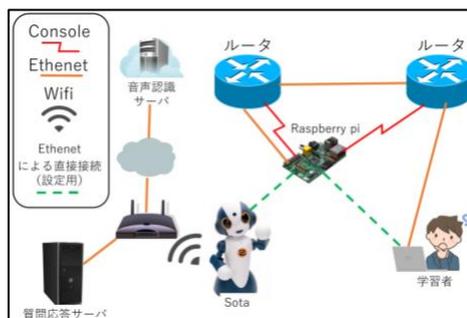


図1 システム構成図

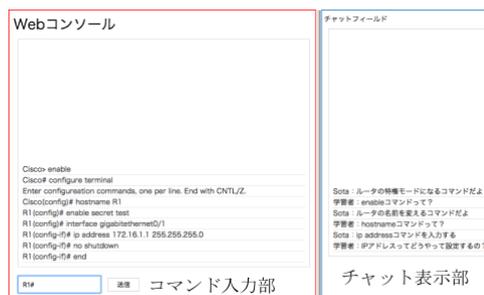


図2 Web コンソール

しいかを判別する。

学習者は新規に開発したコンソール（以下、Web コンソール）をブラウザから操作して、ルータを設定する。Raspberry pi は、学習者がブラウザからアクセスしてきた場合、Web コンソールを表示する。Web コンソールには、コマンドを入力できるコマンド入力部と質問や応答文をテキストで表示するチャット表示部がある（図2）。学習者は、コマンド入力部からコマンドを発行する。コマンドは、Raspberry pi を経由して、ルータに発行される。Web コンソールの特徴は、学習者の発行したコマンドを記録して、

学習者の設定状況を把握できることである。さらに、把握した設定から Sota に適切な指示を送信できることである。

2.1 本システムの演習想定

学習者は課題番号を Sota に発話して、演習を開始する。次に、コマンド入力部から課題に沿ったコマンドを発行する。Raspberry pi は、学習者の発行してきたコマンドを Sota に送信する。Sota は、発行されたコマンドを基に設定コマンドを参照する。逆質問しない場合、設定コマンドを Raspberry pi に送信する。逆質問する場合、Sota はコマンドを送信する前に、学習者に対して設定コマンドに関する質問を発話する。Sota は音声認識を用いて学習者の応答文を取得して、サーバに送信する。サーバは、ディープラーニングのモデルである Recurrent Convolutional Neural Network を用いて、質問に対して正しい応答文であるか否かを判別する。そして、判別結果を Sota に送信する。応答文が正しい場合、Sota は設定コマンドを Raspberry pi に送信する。Raspberry pi は、Sota が設定するネットワーク機器に対して、設定コマンドを発行する。

学習者は Sota に「質問」と発話した時、質問することが可能となる。Sota は音声認識を用いて学習者の質問を取得して、サーバに送信する。サーバは Yahoo!テキスト解析 API³⁾を用いて、キーワードを抽出する。そして、キーワードを基に検索した Web サイトの結果を応答文として取得して、Sota に送信する。Sota は受信した応答文を発話する。

これらを繰り返すことで、Sota は学習者と共に協調演習を行い、説明モデルの獲得を支援する。

3. 実験および考察

説明モデルの獲得を支援できるかを確認するために、本学で開講しているシスコネットワークングアカデミー修了生 9 名を対象に IP ネットワーク構築演習を実施した。また、Sota の有用性の評価を目的に、アンケート調査を実施した。最初に、コマンドに関するテストを修了生に実施してもらった。次に、SP 表を用いてテストの結果を分析した。そして、分析結果を基に修了生が理解できていないコマンドを 8 個抽出した。その後、抽出した結果から演習課題を作成した。修了生には、学習者同士で演習を行う群 (4 名) と本システムで演習を行う群 (5 名) に別れてもらい、演習課題を実施してもらった。演習後、理解できていない 8 個のコマンドに関するテストを修了生に実施してもらった。テスト後、アンケート評価を修了生に実施してもらった。

説明モデルの獲得を支援できるかを確認するために、テストの平均点の比較と演習動画の分析を実施した。テストの平均点 (表 1) に対して t 検定を行なった結果、 $P(T \leq t) = 0.03 < 0.05$ で有意差が認められ、本システムを用いた方が、平均点が高いことが分かった。学習者同士の演習を分析した結果、理解できていないコマンドの意味に関して、学習者は質問し

表 1 各群のテストの平均点と標準偏差

	平均	標準偏差
学習者同士	4.5	1.11
本システム	6.8	1.17

ないことが分かった。一方、本システムを用いた演習を分析した結果、Sota から逆質問された場合、学習者が知識を基に答えていることが分かった。さらに、逆質問に答えられなかった学習者が Sota に質問して、応答文を聞いて自身の知識を修正し、逆質問に答えていることが分かった。このことから、本システムを用いた協調演習の方が、自分の理解できていない箇所に気づき、正しい知識を得ることができると考えられる。説明モデルの獲得を支援できると考える。

Sota の有用性の調査を目的にアンケートを実施した。アンケートは各質問項目に対して、4 が最も良く、1 が最も悪いとした 4 段階評価のアンケートと自由記述形式のアンケートを実施した。学習者同士で演習した後のアンケートから、「学習者同士で質問しあうのは得意ですか」と「初対面の学習者でも質問し合うことができますか」という質問で平均 2.5 であることが分かった。平均が低い理由として、自由記述の内容から、学習者同士だと質問しあうより演習後に検索する学習者が多いこと、初対面だと相手に気を遣って質問できないことが要因だと考える。一方、Sota を用いた演習後のアンケートから、「学習者に質問する時と比べて Sota との質問のやりとりは抵抗感なくできましたか」という質問で平均 3.8 であることが分かった。平均が高い理由として、自由記述の内容から、初めてでも気を遣うことなくしゃべりやすかったこと、質問しあっても抵抗感なく演習できたことが要因だと考える。このことから、Sota を用いた協調演習の方が、相手に気を遣うことなく、建設的相互作用を促すことが可能になると考える。

4. 結論

本研究では、IP ネットワーク構築演習における対話による説明モデルの獲得を支援する協調学習者ロボットを開発した。本システムでは、Sota が学習者の質問に対して応答する。さらに、Sota が学習者に質問し、ディープラーニングを用いて応答文を判別する。これにより、説明モデルの獲得を支援する。

今後は、Sota が学習者と共にネットワーク機器の設定が正しいかを確認する到達性確認機能とフィードバック機能を実装する。

参考文献

- (1) 伊藤旭, 井口信和: “IP ネットワーク構築演習における協調演習を可能とする協調学習者ロボット”, 情報処理学会第 80 回全国大会講演論文集, pp647-648 (2018)
- (2) ヴイストーン株式会社: “社会的対話ロボット「CommU (コミュニー)」・普及型社会的ロボット” 「Sota (ソータ)」, <https://www.vstone.co.jp/products/sota/index.html>
- (3) Yahoo! JAPAN: “テキスト解析-Yahoo!デベロッパーネットワーク”, <https://developer.yahoo.co.jp/webapi/jlp/>

講師のプレゼンテーション動作に基づく講義代講ロボット

A Lecture Robot Based on Teacher's Presentation Behavior

石野 達也^{*1}, 後藤 充裕^{*2}, 柏原 昭博^{*1}
Tatsuya ISHINO^{*1}, Mitsuhiro GOTO^{*2}, Akihiro KASHIHARA^{*1}

^{*1}電気通信大学 大学院情報理工学研究科

^{*1}Graduate School of Informatics and Engineering, 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 Evolution Laboratories

Email: ishino.tatsuya@uec.ac.jp

あらまし：大学講義ではプレゼンテーションが多く用いられるが、その際の非言語動作は、聴衆となる学習者の事前知識や人数の違いなど、講義文脈によって適切に変える必要があるため、最適な非言語動作を一意に決めることは難しい。そこで、本研究では、講義環境や聴衆の状態を熟知する講師のプレゼンテーション動作に基づき、プレゼンテーション動作モデルを用いて動作の診断・再構成を行い、ロボットが講義を代講するシステムの開発を行っている。

キーワード：講義代講, プレゼンテーション動作, ロボット, 注意誘導

1. はじめに

近年、プレゼンテーションは、様々な場において盛んに行われており、発表する場や対象とする聴衆に応じて、伝達したい内容が異なる。例えば、ビジネスの場においては、製品や企画などのポイントを聴衆に印象的かつ魅力的に伝えることを目的としている。一方、本研究の対象である大学の講義では、講師が学習者に対して、講義内容全体をわかりやすく伝達することを目的としている。通常、講義プレゼンテーションでは、スライドコンテンツ（講義スライド）とオーラルコンテンツ（口頭による説明）を用いて学習者へ講義内容の伝達が行われる。その際、学習者の内容理解を促すために、聴衆の注意を講師が意図した場所へと集めることが重要であり、指差しや視線などの非言語動作の活用が求められる。

しかしながら、講義スライドを十分に準備した経験豊富な大学講師であっても、講義プレゼンテーション実施時に、非言語動作を適切に用いることは容易ではない。その結果、伝えたい講義内容がうまく学習者に伝わらずにプレゼンテーションを終えてしまうことも少なくない。

そこで、筆者ら⁽¹⁾⁽²⁾は、大学講師の代わりにロボットが適切な非言語動作を伴いながらプレゼンテーションを実施する講義代講ロボットについて研究を進めている。本ロボットは、講師のプレゼンテーションを基に非言語動作の診断・再構成を行い、講義プレゼンテーションを再現することが特徴である。

本稿では、ロボットが講義代講を実施する際に、講師のプレゼンテーションを基にすることで得られる優位性と、講義代講システムでの非言語動作の診断・再構成手法について述べる。

2. 講義プレゼンテーション代講

2.1 プレゼンにおける非言語動作

一般に、講義プレゼンテーションでは、イラスト、

キーワードで表現された講義スライドの内容や、スライドに陽に表現されていない事項について口頭で説明を行う。Kamide⁽³⁾の研究では、ロボットプレゼンタによる視線の向きや指差しにより、聴衆の注意を意図した場所へ誘導できることが確認されている。また、有馬⁽⁴⁾は初任教师と熟練教師の授業中での視線の向きと思考について比較しており、熟練教師は意図的な視線行動を多く実施すると分析している。これらから聴衆の注意誘導には、プレゼンテーション中の視線や指差しなどのジェスチャをやみくもに実施するのではなく、講師の意図を考慮して適切に実施することが重要であると言える。

2.2 プレゼンテーション動作モデル

そこで、筆者らは講師の伝達意図から適切な非言語動作を導き出すプレゼンテーション動作モデルを提案している⁽¹⁾。本モデルは、図1に示す通り、3層構造のモデルであり、講師の伝達意図と動作カテゴリ、基本構成要素の対応関係から、プレゼンテーション時の非言語動作の組み合わせを決定する。本モデルを用いることで、講師の伝達意図として、「集中してほしい」意図がある場合、動作カテゴリとして「注意誘導」をする必要があり、動作カテゴリを表現するために、「顔向きやジェスチャの利用が必要」ということを導き出すことが可能となる。

2.3 講師を基にした非言語動作付与

講義プレゼンテーションにおける非言語動作は、聴衆となる学習者の事前知識や人数の違いなど、講義文脈によって適切に変える必要がある。従って、プレゼンテーションにおける最適な非言語動作を一意に定義し、自動化することは極めて困難である。また、既存研究⁽⁵⁾⁽⁶⁾では講師がスライドコンテンツとオーラルコンテンツ、非言語動作をそれぞれ手動で設定することで、ロボットによるプレゼンテーション代講を実現している。これらのシステムでは、ロ

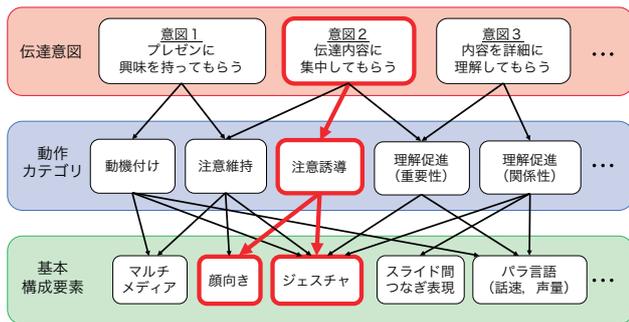


図1 プレゼンテーション動作モデル

ロボットへの非言語動作の設定作業が煩雑であり、画一的なプレゼンテーション代講になりやすいという問題が生じている。一方、本研究では、講師のプレゼンテーションを収録し、提案モデルを用いて不十分・不適切な動作を再構成したプレゼンテーションをロボットが実施する手法を取っており、文脈に応じた最適な非言語動作の設定を簡略化しながら実現している。加えて、講師の収録データを基にすることで、非言語動作のタイミングや長さなどの講師の個性を保ちながら、より分かりやすくエンハンスしたプレゼンテーション代講が可能となる。

3. ロボットによる講義代講システム

本システムでは、講師のプレゼンテーションを基に、個性を残しつつ、非言語動作を診断・再構成しロボットによるプレゼンテーション代講を実現する。

3.1 システムの概要

図2に示す通り、本システムはロボットによるプレゼンテーション代講を、フェイズ1：プレゼンテーション収録、フェイズ2：収録データの分析による非言語動作診断・再構成、フェイズ3：ロボットによるプレゼンテーション代講という3つのフェイズを経て実現する。フェイズ1では、講義スライドのスクリーンキャプチャやスライドの切り替えタイミング、口頭説明の音声の録音データを記録する。また、プレゼンテーション中の講師の動作をMicrosoft社のKinectによるスケルトンデータとして記録する。フェイズ2では提案モデルを基に、スケルトンデータから求めたジェスチャ動作をスライドデータや音声データと照合し、適切な動作へ再構成を行う。フェイズ3では、前フェイズの再構成結果に基づき、NTTのR-env:連舞⁷⁾を用いてVstone社のSotaを動作させプレゼンテーションを実施する。以降では、ロボットによる代講を実現するのに最も重要であるフェイズ2における講師の非言語動作の診断・再構成手法について詳述する。

3.2 非言語動作の診断・再構成手法

ここでは、収録した各種データから、講師の動作を分析し、最適な動作へ再構成する手順について述べる。まず、Microsoft社のVisual Gesture Builderを用いてスケルトンデータから特徴的な動作の種類(指差しや数の表現)とその出現位置を検出する。

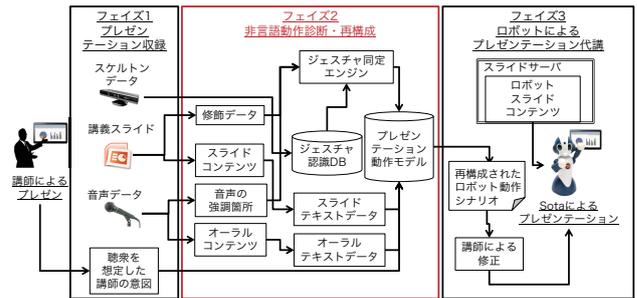


図2 講義代講システムの全体構成図

そして、講義スライドからキーワードや文字色・サイズなどの修飾データを取り出し、重要箇所を推定する。また、録音した音声データをテキスト化し、音声分析によって強調箇所を取得する。最後に、講師がプレゼン動画を見ながら伝達意図や動作カテゴリを入力する。これらの分析データを用いて提案モデルと照合しながら、不十分・不適切な点を推定し動作を再構成する。例えば、講義スライドの修飾データから推定された重要箇所を、口頭で説明しているが、学習者の注意を重要箇所に誘導するための視線の向きや指差しなどができていない場合には、その動作を補完してロボットに設定する。

4. まとめ

本稿では、講師のプレゼンテーションを基にすることで、個性を保ったロボットによる講義代講システムについて述べた。また、講師の非言語動作の診断・再構成手法について述べた。今後は、本システムを用いたロボットによる講義代講の評価実験を行い、システムの有用性やロボットによる注意誘導などの講義理解への効果について検証していく予定である。

参考文献

- (1) 石野 達也ら：“ロボットを用いたプレゼンテーション代行による講義理解支援”，HAIシンポジウム2017, P-23(2017).
- (2) 後藤 充裕, 石野 達也, 柏原 昭博：“プレゼンタ動作を再現・再構成するロボットプレゼンテーションシステム”，JSiSE 2017年度 第5回研究会, Vol.32, No.5 pp.121-128, (2018).
- (3) H. Kamide et al.: “Nonverbal behaviors toward an audience and a screen for a presentation by a humanoid robot”, Artificial Intelligence Research, Vol. 3, No. 2, pp. 57-66 (2014).
- (4) 有馬 道久：“授業過程における教師の視線行動と反省的思考に関する研究: 熟練教師と初任教師の比較を通して”，広島大学, Vol.63, pp. 9-17 (2014).
- (5) プレゼン Sota, https://sota.vstone.co.jp/home/presentation_sota/
- (6) 日和 航大ら，“ヒューマノイドロボットを用いた講義代行システムにおけるジェスチャの考察”，平成29年度電気・情報関係学会北海道支部連合大会予稿集, pp. 220-221(2017).
- (7) 松元 崇裕ら：“「R-env:連舞 TM」クラウド対応型インタラクション制御技術”，2017年度人工知能学会全国大会予稿集(2017).

ロボットによる学習者に適応的な色情報を活用した教授行動の検討

Investigation of an Educational Behavior by Robot Utilizing Color Information Adapted to Learners

辻 優也^{*1}, 古池 謙人^{*2}, 東本 崇仁^{*1}

Yuya TSUJI^{*1}, Kento KOIKE^{*2}, Takahito TOMOTO

^{*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: c1518057@st.t-kougei.ac.jp

あらまし：学習者の（理解/心的）状態に適応的な教授行動を行うことは有効である。近年、生体情報などを取得し、心的状態をリアルタイムに取得する研究が盛んに行われているが、心的状態に適応的な教授行動を即時に生成することは人間には容易ではない。本研究ではロボットを用いた教育を想定し、ロボットが持つ独自の行動である色提示によるインタラクションが学習者の状態に与える影響を調査し、適応的な教授行動について検討する。

キーワード：感情推定，ロボティクス，色彩感情，学習活動の評価，教授行動

1. はじめに

著者らは、先生、TA、学生の役割を持った三体のペッパーを用いた新しい教育のモデルを検討している。特に、ロボット独自のインタラクションとして発色機能を用いたコミュニケーションに着目し、ロボットの行動に色を用いた際に学習者の心的状態に与える影響を調査するための実験を行った⁽¹⁾。実験により、ロボットの目の発色ごとに、発言に対して異なる印象を与えられることが確認できた。しかし、これまでは学習者の個別の特徴は考慮せずに、分析を行ってきた。学習者のメンタリングを考えた場合、個々の学習者に適応的なインタラクションを行うことが重要である。そこで、本稿では学習者の個別性として学習に対する考え方（調整スタイル）を導入し、調整スタイルと色と発言の関係を分析する。

2. 学習者の個別性

西村ら⁽²⁾は自律性の程度を示す動機によって表現される調整スタイルという下位概念を想定し、外的調整、取り入的調整、同一化的調整、内的調整、の4つにより動機付け概念を細分化している。外的調整は報酬の獲得や罰の回避、従来の外的動機づけに相当する。取り入的調整は、自己拡張や他社比較による自己価値の維持、消極的ではあるがその活動の価値を部分的に内在化している特徴を持つ。同一化的調整は、活動を行う価値を認め自分のものとして受け入れている状態を表す動機づけである。

このような学習に対する考え方の個別性は、外部から同じ発言・行動を与えられた場合でも、異なる印象を抱くことに影響すると予想される。たとえば、学習そのもの楽しさを見出す内的調整タイプは、他の学習者が理解したり困惑することで楽しみを増大させたり、逆に目的ベースの同一化調整タイプは他の学習者のリアクションに興味がない（あるいは

邪魔と感じる）などと考えられる。そこで本研究では、学習者の学習に対する考え方としての調整スタイルと、インタラクションに色情報を提示した場合の学習上での印象を調査する。

3. 印象調査の実験概要

ペッパーの色を用いた発言と学習者の印象を調査するために、以下の手順で実験を行った。

3.1 実験手順

ペッパーには、先生、TA、学生の3つの役割を与え、個々の役割ごとに発言を設定した。先生としては“重要”であることを示す発言、TAとしては“注意”を与える発言、学生としては“困惑”している様子を示す発言と“理解”した様子を示す発言の合計4種類を用意し、各発言時にペッパーの目の色を無点灯、赤点灯、緑点灯の3種類に光らせながら提示した。

さらに、実験では無点灯は無感情、赤点灯は怒りや強い気持ちを表し、緑点灯は喜びや弱い気持ちを表すことを事前に被験者に伝えた。

3.2 質問紙

ペッパーの発言に対する、学習上での感情を調査するために Achievement Emotions Questionnaire (AEQ) と呼ばれる質問紙を用いた⁽³⁾。AEQでは、学習に対する8感情として「退屈」、「自信」、「怒り」、「不安」、「楽しそう」、「大切」、「満足」、「困っている」という項目が用意され、7段階で評価してもらった。

3.3 色に対する学習者の印象

先行研究⁽¹⁾では、AEQの評定平均値が高い項目と低い項目の中から標準偏差が低いもののみを抽出した。これにより、多くの学習者が抱きやすい印象を特定した。しかし、標準偏差が高い項目は個別性が現れやすい項目であるといえ、この個別性が適応的なインタラクションにおいては重要であると考えられる。

4. 学習者の個別性に関する分析

4.1 評価式の構築

学習者の個別性を調べるために、3章の被験者に対して調整スタイルに関するアンケートに回答してもらい、4つの調整に対する値を算出した。この調整スタイルの数値と、AEQの8感情の数値の相関を取ることで、学習者の個別性に合った結果を得ることができる。一方で、あるインタラクションにおいて、「大切」と感じるが、「満足」はしないなど複合的な結果になることも予想される。このような個別の感情はより深い適応的なふるまいを行う上では有益であるが、同時に個別の感情だけを学習者に伝えることはできないため、今回は学習者の感情について総合的に評価するための評価式を導入した。

ある色 c を伴う発言 i に対する各調整スタイル S の評価式 $E_{c,i,s}$ は、「自信」、「楽しそう」、「大切」、「満足」というポジティブの項目 ($p=1\sim4$) の場合は1、「退屈」、「怒り」、「不安」、「困っている」というネガティブの項目 ($n=1\sim4$) の場合は-1とし、各項目と各調整スタイルの相関の値 ($r_{c,i,s,n}$ または $r_{c,i,s,p}$) にかけてあわせ、その後合計値を算出することでとした。

$$E_{c,i,s} = \sum_{n=1}^4 (-1)r_{c,i,s,n} + \sum_{p=1}^4 r_{c,i,s,p}$$

個別性が存在しない場合、相関の値は低くなるため評価式は0に近づく。ある調整スタイルに対してポジティブの項目に対して正の相関が高く、ネガティブの項目に対して負の相関が高い場合、評価式は+の値をとり、逆の場合は-の値をとる。そのため、評価式の値が高いとき、そのスタイルと相性が良く、低いときはスタイルとの相性が悪いとなる。

4.2 評価結果

表1 評価式に基づくインタラクションの個別性

点灯	調整スタイル	発言			
		重要	注意	困惑	理解
無	内的調整	0.99	-0.16	<u>-1.02</u>	-2.02
	同一化調整	<u>-1.64</u>	<u>-1.84</u>	<u>-1.11</u>	-0.77
	取り入れ調整	<u>-1.20</u>	-0.08	<u>-1.15</u>	-0.48
	外的調整	<u>-1.92</u>	-2.97	<u>-1.19</u>	0.50
赤	内的調整	-0.61	-0.03	0.12	2.74
	同一化調整	<u>-1.94</u>	<u>-1.48</u>	-2.37	0.30
	取り入れ調整	0.45	<u>-1.17</u>	<u>-1.62</u>	0.16
	外的調整	0.28	0.62	<u>-1.51</u>	-0.62
緑	内的調整	0.76	<u>1.26</u>	<u>2.39</u>	<u>2.79</u>
	同一化調整	0.78	<u>2.46</u>	<u>-1.10</u>	<u>-1.46</u>
	取り入れ調整	0.29	0.55	-0.49	-0.54
	外的調整	<u>1.19</u>	0.71	-2.41	0.70

表1にある色 c を伴う発言 i に対する各調整スタイル S の評価式 $E_{c,i,s}$ の数値をまとめた結果を示す。特に数値の絶対値が1以上である箇所は太字下線、2以上である箇所は背景色を付けて表示した。ここではこの表のうち興味深い箇所を絞り、考察する。

先生ペッパーが重要であることを伝えたい場合、

緑点灯が全体的に（特に外的調整タイプには）効果的であり重要であることを伝える場合は、緑点灯が良い。ただし、取り入れ調整スタイルの学習者にはやや赤点灯の方が効果的である。一方、同一化調整スタイルの学習者には赤点灯は用いるべきではない。

TA ペッパーが注意する場合も緑色が全体的に効果的である。特に内的調整と同一化調整スタイルの学習者には効果的である。一方、怒りや強い感情を示す注意は、外的調整スタイル以外には不評であったが、外的調整スタイルの学習者にはやや好評であった。これは、外的調整スタイルが注意されることが学習動機に繋がりがやすいタイプであることが原因だと推測する。

学習者ペッパーが困惑や理解を提示する場合、内的調整スタイルの学習者には緑提示が効果的（理解については赤も効果的）であるが、同一化調整スタイルの学習者にはこのような提示は逆効果である。これは、内的調整スタイルが「楽しさ」を重要視し学習するため、共に理解し、迷っている様子を緑点灯で楽しそうに表現することで学習に対する印象が向上するのではないかと考える。一方で、同一化調整は目的指向であるため、このような空気を好まない可能性がある。

5. おわりに

本稿では、ペッパーによる色情報を伴うインタラクションに対して、学習者の個別性を元に分析した。その結果、学習者の調整スタイルに応じて適切なインタラクションが異なることが分かり、これにより個々の学習者に適応的なインタラクションの可能性が検討できた。しかし、これまでの実験ではペッパーの発言に対する印象の調査を行っていないにすぎず、ペッパーの発言前後の印象の変化の調査は行っていない。今後は、事前の学習者の状態（理解状態、心的状態）を測定し、インタラクションの提示前後の印象の差を調査し、個別性に合った検討を行う予定である。

謝辞

本研究は、ユニバーサル未来社会推進協議会の「教育・コミュニケーションロボットの研究開発」および私立大学研究ブランディング事業の「色の国際科学芸術研究センター」のテーマとして実施している。

参考文献

- (1) 辻優也, 古池謙人, 東本崇仁: "ロボットによる教授行動に用いた色情報が人の印象に与える影響", 教育システム情報学会第1回研究会研究報告, vol. 33, no. 1, pp. 1-8 (2018)
- (2) 西村多久磨, 河村茂雄, 櫻井茂男: "自律的な学習動機づけとメタ認知方略が学業成績を予測するプロセス", 教育心理学研究 Vol.59, pp.77-87 (2011)
- (3) Pekrun, R., Goetz, Frenzel, A. C., Barchfeld, P. and Perry, R. P.: "Measuring emotions in students' learning and performance: The Achievement Emotions Questionnaire (AEQ)", Contemporary Educational Psychology, Vol. 36, No.1, pp.36-48 (2011)

テンプレート方式の解答への図形フィードバックによる数学的表現の理解向上の支援システムの開発・評価

Development and Evaluation of a Support System of Understanding of Mathematics for Graphical Feedback Template-based Answers

黒川 魁^{*1}, 東本 崇仁^{*2}, 堀口 知也^{*3}, 平嶋 宗^{*4}

Kai KUROKAWA^{*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: m1765003@st.t-kougei.ac.jp

あらまし：数学で学習者が自身の解答や考えについて能動的に誤りを修正できるような学習環境の構築を目指し、先行研究で、数学の記号表現を図的にフィードバックする手法について提案した。本稿では、学習者が記号と図の関係性について理解を深めるために、各解答文に対応したフィードバック機能や学習者が意図する解答を表現できるテンプレート機能を有したシステムを実装したため、その評価を行う。
キーワード：誤りからの学習、誤り可視化、学習支援システム、数学表現

1. はじめに

近年の数学学習における問題点として、学習者が考える解答を言葉や文にして表現できないことが挙げられている。その理由として、通常の授業や独学等では、学習者の考えに対して、ここが不自然、なぜ誤っているのか等フィードバックしてくれる環境がないためであると著者らは考える。数学の解答は、結果やその導出過程も含めて重要であるため、学習者の解答についてフィードバックが十分に得られない環境下では、参考書にある例題の解答順を覚えるのみの学習となってしまう。このことから、解答文の意味を全体としてのみ捉え、一文(単文)が指す意味の理解までを深めようとする学習者は多くはない。

上記から著者らは、数学学習で学習者が自身の解答や考えについて能動的に誤りを修正できるような学習環境の構築を目指し、先行研究では、数学の記号表現を図的にフィードバックする手法を提案した。本稿では、学習者が記号と図の関係性について理解を深めるために、全体の解答ではなく各単文に対応した図形フィードバックと学習者が意図する解答を表現するテンプレート機能を実装し、そのシステムについての学習効果を検証する評価実験を行った。

2. 記号表現を基にした図形フィードバック

本研究では、学習者が記述する解答(記号)や図形といった表現を他方の表現へ変換する学習支援システムの開発を目指している。著者らの先行研究では、学習者の記述した解答文をシステムが図形表現へ変換し、その内容を学習者へフィードバックする仕組

みを提案した⁽¹⁾。これにより学習者が誤った解答を記述した場合におかしな要素を持った図が生成されることがなるため、学習者が内発的に誤りに気づくことが期待される。さらに、単に図を生成し提示しただけでは、学習者は、たまたまそのような図になったのか、その図は確定的に書かれたのか知ることができない。本研究ではこの表現の変換機能に加え、生成した図を学習者の記述した文の内容に合わせ、操作できる機能を提案した。提案した2つのフィードバック機能(表現の変換、図形操作)をもとに、システムの開発を行い、上記の機能を実現した。

3. システム概要

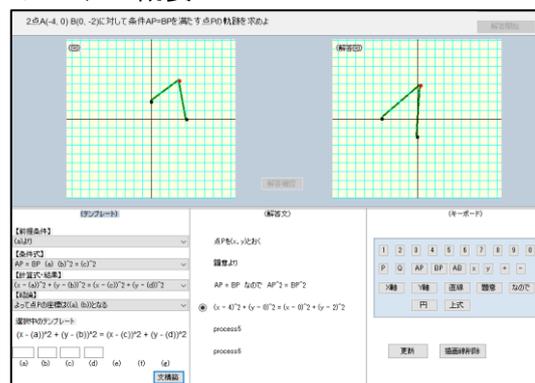


図 1 システム画面

システムには、2章で挙げたフィードバック機能の他に、学習者が意図する解答を表現するためのテンプレート機能や解答文の各単文に対応した模範解答図が用意されている(図1)。学習者の解答をシステ

ム上により正確に反映するよう、テンプレート機能は解答構築時に利用し文の内容の一部(図形の変化が伴う数値や語句)を空白にし、学習者が文を選択後、空白部分に内容を記述することができる。さらに、構築した解答文の各単文が意味する図形を学習者がより捉えやすくする目的で、解答を行う文の内容が意味する図形を提示する模範解答図がある。

4. 評価実験

4.1 目的

本システムの数学学習への妥当性・有効性を評価するため、初日のテスト(事前・事後)と4週間後に遅延事後テストを実施した。その評価内容と結果について報告する。

4.2 方法

数学IIの学習経験者の工学部大学生12名(実験群:7, 統制群:5)を被験者とした。実験の流れは、事前テスト(問1:1分, 問2:4分, 問3:5分, 問4:5分)解答後、統制群は解答フィードバックの無いシステム、実験群は本システムによる学習(30分)を行う。その後、両群に事前と同じ内容で事後テストを解答してもらう。さらに4週間後に遅延事後テストを実施し、初日と同様の内容のテストを実施し、後にアンケート(6件法, 6:高評価~1:低評価)の回答を行ってもらう。テストの内容は事前・事後・遅延事後で同様の内容であり、問1が提示された文と図の関係が一致しているかを問う矛盾評価問題、問2が提示された単文に対して図示する問題、問3が空欄補充問題、問4が記述問題である。システム上の問題については、座標算出問題を1題、軌跡問題を2題扱った。

4.3 テスト結果

表1 テスト結果の平均点

問	実験群(7名)			統制群(5名)		
	事前	事後	遅延	事前	事後	遅延
問1	2.86	3.86	3.00	2.80	2.40	2.60
問2	2.29	3.86	2.86	2.00	2.00	1.80
問3	1.00	2.71	2.29	1.40	1.80	1.80
問4	0.86	3.14	2.00	1.00	2.20	1.00
計	7.00	13.57	10.14	7.20	8.40	7.14

初日のテストから遅延事後テストまでの結果を表1に示す。表1より、初日のテスト(事前→事後)では、各問に対して、実験群で1点以上の得点向上が見られ、統制群では問4以外見られないことが確認できる。遅延事後テストを含む結果からは、実験群では事前テストよりも得点が向上しており、統制群では、実験群ほどの得点の向上が見られなかった。

表2には実験群のシステム上の活動の一部を提示している。特に解答の誤りが多かった計算式や結果は、学習者が誤った自身の解答図や模範解答図の操作から誤りを修正しようとする活動がみられた。

表2 各図の平均操作回数(問2:軌跡)

平均操作回数	学習者解答図	模範解答図
点の定義	1.78	1.89
既出情報	2.00	0.89
条件式	2.11	2.00
計算式	2.11	1.33
結果	3.89	3.11
結論	0.67	0.67

また表1の結果に対してANOVAを適用したところ、両群の個人内に有意な差が認められた($p<.01$)。その後、単純主効果から実験群の事後で有意な差が認められ($p<.01$)、多重比較から、実験群の事前→事後、事後→遅延、事前→遅延で有意な差が認められた($p<.01$)。この結果から、本システムによる数学学習が、学習者の理解に繋がることがわかった。

表3では、本システムの学習に関する実験群からの評価を提示している。学習者が解答の各文についてテンプレートを使用して構築し、各文が図的にどのような状況を生成するか意識しながら学習することができたことが表1のテスト結果や表3の学習者の評価から推測できる。このように数学で記述する文を図に置き換える能力や活動、文を細かく見ていくことの重要性について、機能の評価や本研究の手法が学習者に受け入れられていることから、システムの妥当性・有効性を実証できる結果となった。

表3 アンケート結果(実験群)

No	項目	評価
(1)	解答テンプレートを用いて自身の意図した内容を表現できたか	4.56
(2)	記号から図形に変換できる能力は数学理解において重要だと感じたか	5.22
(3)	記号から図形に変換する”活動”は数学理解において重要だと感じたか	5.06
(4)	単文毎に解答へのフィードバックが得られるのは理解に繋がったか	4.67

5. おわりに

本稿では、数学において学習者が自身の解答や考えについて能動的に誤りを修正できるような学習環境の構築を目指し、学習者の記述する文を図形に変換しフィードバックするシステムについて評価した。システムの数学学習への妥当性・有効性を図るための評価実験を実施し、事前・事後・遅延事後テストとアンケート結果から評価を行った。その結果、本稿で開発したシステムの機能の妥当性、数学理解の有効性が示唆された。

参考文献

- (1) 黒川魁, 東本崇仁, 堀口知也, 平嶋宗: “軌跡を題材とした数学の表現変換と能動的誤りの発見支援機能を有する学習支援システムの開発と評価”, 電子情報通信学会論文誌 D, Vol. J101-D, No. 6, pp.864-873 (2018)

自己調整学習スキルの学びを促進するための ミラーエージェントへのメンタリングを用いた学習環境の構成

Designing Learning Environment to Promote Learning of Self-Regulated Learning with Mentoring Mirror Agent

森田 海, 田中 孝治, 陳 巍, 池田 満

Kai MORITA, Koji TANAKA, Wei CHEN, Mitsuru IKEDA

北陸先端科学技術大学院大学 知識科学系

School of Knowledge Science, Japan Advanced Institute of Science and Technology

Email: k-morita@jaist.ac.jp

あらまし: 自己調整学習スキルの学習は、自己調整学習に加えて、自己調整学習を管理・調整するためのメタ認知活動が必要であり、初学者にとっては認知的負荷が高く困難である。本研究では、診断された学習者自身の弱点が反映された擬似エージェントのメンタリングを行う学習環境を設計することで、学習者の認知的負荷を緩和し、自己調整学習スキルの汎化を促進する。本稿では、設計・開発を進めている学習環境の構成について論じる。

キーワード: 自己調整学習, メンタリング, メタ認知, 学習環境

1. はじめに

学びを自分で調整できる学習者になるために求められるスキルは自己調整学習（以下、SRL）スキル⁽¹⁾と呼ばれる。例えば、二次方程式の解法を例題から学ぶとき、解くことに加えて、解いたプロセスを振り返り、二次方程式の解法をどの程度理解できているのか、その理解度を向上するにはどうすればいいのか、より俯瞰的に、学習目標（方程式の解法）と理解度文脈で自分の学び方は適切なのか、より適切な学び方に改善するにはどうしたらよいか、といったことを考えるスキルがSRLスキルにあたる。

我々は、SRLスキルを習得する上で学習者が直面する困難性として、次の二種類の認知的特性に着目している。第一は、課題レベルの学習活動（問題解決・学習の遂行）に集中しすぎるために、メタレベルでの学習調整の認知（SRLのメタ認知活動）に意識が向けられなくなる傾向があることである。第二には、たとえ、意識が向いたとしても、ベースレベルの認知的負荷が高いために、SRLのメタ認知活動に認知的リソースを投入する余地がなくなる傾向があることである。

本研究では、学習者の学習の調整を外化し、学習の調整に対するメタ認知に集中させることで学習者の認知的負荷を緩和し、SRLスキルの汎化を促進する学習環境を設計・開発する。

2. メンタリングを通じたSRLスキルの学び

メンタリング活動は、他者の学習調整をメタ認知する活動である。この点に着目すると、学習者はメンタリングを通じて、他者に課題レベルの学習活動を委任し、メタレベルでのSRLスキルの学びに集中させることが可能になり、SRLスキルの学びの障壁（上述の2つの認知的特性）を軽快化できると考えられる。

さらに、メンタリングを通じたSRLスキルの学びには、暗黙性の高い学習内容（メタ認知）の明示性を高めることも期待できる。本研究では、学習者が得る情報の表現（メンティからの状態表現）と学習者が生成する情報の表現（メンティに与える助言の表現）を、SRLのメタ認知活動の認識を促すために教育的にデザインすることを試みる。

3. ミラーエージェントの要件

課題レベルでの学習を委任し、メンティーとして学習者にメンタリングタスクを提供するエージェントを本稿ではミラーエージェント(MA)と呼ぶ。学習者は、教材としてのMAに対するメンタリングに取り組み、それを通じてSRLスキルを学ぶことを学習目標とする。MAが満たすべき主要な要件を以下のI～IVに示している。

I 教材の十分性:教育目的とするSRLスキルを体系化し、それを学ぶ上で必要な教材（学習調整上の改善すべき課題）を実装すること。

II メタ認知を促す表現:教材に基づいてMAが学習者に与える相談内容・学習の問題・助言の表現が、SRLの重要概念への気づきを促す語彙で構成されること。

III 助言への反応:学習者からの助言をSRLスキルの習得状態に反映させ、それに基づく変化を学習者に示すこと。

IV SRL弱点のミラー性:学習者のSRL弱点の初期診断をエージェント初期値とし、セッションの進行に伴って学習者の真のSRL弱点に漸近する仕組みを備えること。

I～IIIには、基本的な学習目標であるSRLスキルへの気づきを、メタレベルに関心が向いていない“人の振り見て我が振りなおす”的に達成するために必要な要件として設定している。IVは、MAへのメ

ンタリングを通じた MA の SRL スキルの認知が、学習者自身の SRL スキルに反射する可能性を高めるための要件である。エージェントのミラー性をより直接的に求める要件であり、本研究において解決したいと考えている主たる研究課題である。IVの要件を満たすためには、初期診断の精度を高める方法、それを、適切に相談内容に反映する方法、真の弱点に漸近する方法などについて、実証的な研究が必要と考えている。

4. 学習環境の構成

学習環境の全体像を図1に示している。左にメンターとしての学習者、中央にメンティとしてのミラーエージェント、右に学習環境を配置している。ここでは、図1を参照しながら、4.1で学習者の活動、4.2で学習環境の機能の概要を説明する。

4.1 学習活動

SRL スキルは、状態を分析する行為のモニタリングスキルと、状態を変える行為のコントロールスキルから構成される。1回の学習セッション(C6, C13)では、それぞれのスキルに気づかせるように、二つのスキルの発現段階を明確にしながら以下のように進める。なお、異なる複数の課題に対して学習セッションを繰り返すことで、スキルの気づきを深めることを想定している。

モニタリングスキルへの気づき (C1→C6→C7) : 学習者は MA からの相談内容(例:点数が上がらない!)を分析し、SRL の問題点(例:教科の特性を考えずに学習効果の発現を求めている)を同定する。ここで学習者には、MA の教科内容から独立のメタレベルの問題点の表現(例:教科特性の知識の欠落)が問題点選択肢として提示され(C5)、その中から MA の問題に該当するものを選ぶことを求める。この学習活動には、MA の教科依存の相談内容と SRL スキルの汎化表現を結びつけるメンタリング活動を通じて、問題点の文脈埋め込みの度合いと暗黙性の高いモニタ

リングスキルへの気づきを促す教育意図が込められている。

コントロールスキルへの気づき (C8→C13→C14) : 学習者は同定した SRL の問題点を改善するための助言(例:その教科の点数が上がった人にどのくらいで上がったか聞いてみましたか?)について検討する。この学習活動には、モニタリングスキルと同様に、SRL の概念(例:教科特性の知識獲得活動の促し)と結びつけることで、コントロールスキルへの気づきを促すという教育意図が込められている。

4.2 学習環境の機能

学習環境の主要な機能は以下の3つである。()内には、図1の対応箇所と2章で述べた要件のうち関係が深いものの番号を示している。

A) 弱点の診断 (A1~A5, III・IV) : 学習者の SRL 特性を質問により診断する。学習者による質問への回答(A1)とプロフィール情報(A2)について、診断知識(A3)を用いて SRL 弱点を同定し(A4)、それを MA の SRL 弱点として設定する(A5)。また、1回の学習セッションの終了ごとに学習者の助言による変化を反映させる(D)。

B) 相談内容の生成 (B~B4, I, II) : SRL 弱点(A5)に基づいてメンタリング知識(B2)の中から適応的に相談内容を選び(B3)、学習者に提示する(B4)。メンタリング知識には教育目標とする SRL スキルに応じた相談内容(テキストテンプレート)が構造化されて実装される。

C) メンタリング支援 (C1~C14, II) : メンターに対し、MA の問題点・MA への助言の選択肢を提示することで SRL スキルの学習への足場かけを提供する。問題点・助言選択肢は、メンタリング支援モジュールが、行動レベル表現(C2・C9)から生成(C3・C10)する。行動レベル表現には、SRL のメタ認知を促進するために SRL 概念に基づく選択肢が相談内容に応じて構造化されて実装されている。

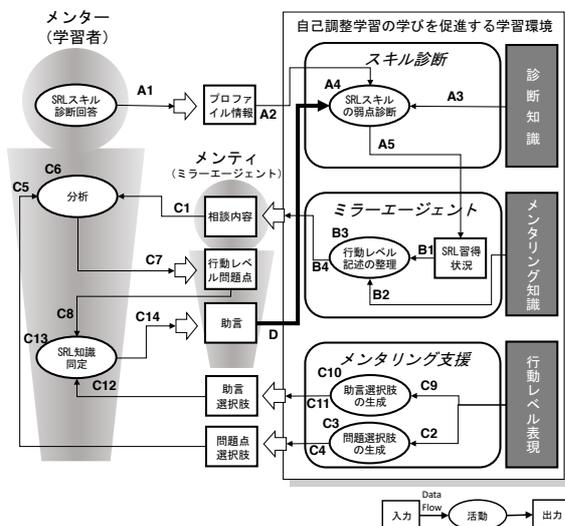


図1. 学習環境の全体像

5. まとめ

本稿では、MA のメンタリングに専念させることにより課題レベルの学習活動を外化することで、SRL のメタ認知の認知的負荷を緩和し SRL の学びに集中させる学習環境の構成を示した。今後の課題は、メタレベルに関心の向いていない MA の学習活動が表現された相談内容と、SRL の重要概念への気づきを促す語彙で構成される問題点・助言選択肢の体系化し、教育意図を実現するための学習環境の頑健性を高めることである。

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) Schunk, Dale H., and Barry Zimmerman, eds.: "Handbook of self-regulation of learning and performance", Taylor & Francis, New York (2011)

複数の女性オペラ歌手に共通する音響特徴量に関する考察

A Consideration on Common Acoustic Frequency Features Among Multiple Female Opera Singers

吉田 祥^{*1}, 香山 瑞恵^{*2}, 池田 京子^{*3}, 山下 泰樹^{*4}, 伊東 一典^{*2}, 浅沼 和志^{*5}

Sho Yoshida^{*1}, Mizue KAYAMA^{*2}, Kyoko IKEDA^{*3},

Yasuki YAMASHITA^{*4}, Kazunori ITOH^{*2}, Kazushi ASANUMA^{*5}

^{*1}信州大学大学院総合理工学研究科, ^{*2}信州大学工学部, ^{*3}信州大学教育学部,

^{*4}長野県工科短期大学校, ^{*5}国立高専機構長野高専

^{*1}Graduate School of Science & Technology, Shinshu University, ^{*2}Faculty of Engineering, Shinshu University,

^{*3}Faculty of Education, Shinshu University ^{*4}Nagano Prefectural Institute of Technology,

^{*5}National Institute of Technology, Nagano College

Email: *117w2102h@shinshu-u.ac.jp

あらまし: 本研究では, 歌声の響きに関連する周波数特性の強度や割合の定量化を検討し, 歌声評価指標として提案することを目的としている. 本稿では, 複数人の女性オペラ歌手を対象に本研究における評価指標を適用し, これまでの音響特徴量の瞬間的定量化から, 時間変化をとらえる可視化を試みる. これらの結果から, 声種が同じ異なる複数の女性プロ歌手が同一区間を歌唱した場合の各音響特徴量の時系列比較から得られた成果を述べる.

キーワード: 歌声, 周波数特性, 歌唱評価指標, 音響特徴量, 女性オペラ歌手, 聴感的印象, Singer's formant

1. はじめに

歌声研究分野において, 歌唱力と音響特徴量の関係について長年に渡って検討がなされている. 物理的に良い声とされている条件に関する研究など歌唱の習熟度と音響特徴量の関係した研究が数多くある⁽¹⁾. しかし, これらの研究はプロ歌手を対象としたものが多く, 声楽初学者の歌唱指導と各音響特徴量の関係についてまだ議論が十分にされていない.

本研究では, 歌声の響きに関連する周波数特性の強度や割合の定量化を検討し, 歌声評価指標として提案することを目的としている. これまでに, この音響特徴量を評価するための声楽初学者に特化した歌唱評価指標として Singer's formant の割合である SFR (歌声の 4.0kHz までの範囲のうち 2.4~4.0 kHz の帯域内の値の合計値の割合) と Singer's formant の強度 (Q 値) の定量化を行ってきた⁽²⁾. SFR は値が大きいほど Singer's formant 領域に倍音成分が集中していることを表す. Q 値は大きいほど周波数成分が狭い範囲に集中していることを表す. SFR の定義と算出式を図 1, Q 値の定義と算出式を図 2 に示す.

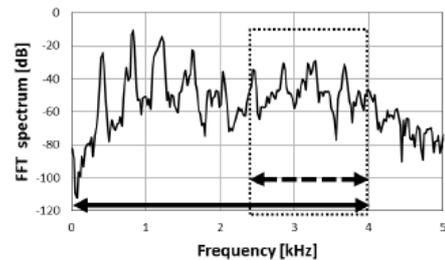
本稿では, これらの成果をふまえプロの女性オペラ歌手を対象に同一区間歌唱に対する各音響特徴量の時系列比較から得られた成果を述べる.

2. 複数女性オペラ歌手の歌声の時系列比較

本章では SFR と Q 値の 2 つの指標を用いて, 女性オペラ歌手の歌声の時系列変化を対象に分析する. これにより, 本研究で用いる評価指標の時系列での変化が女性オペラ歌手の歌声の特徴を表すことができるかを検討する.

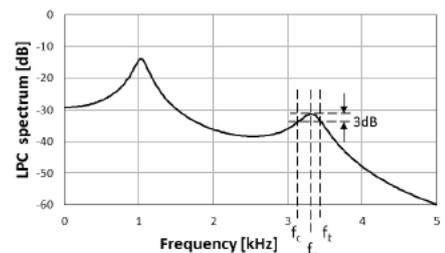
本解析における被験者は 5 名 (以下, 被験者 A,

B, C, D, E と称す) である. この 5 名の被験者は, 全員演奏キャリアが十分にある女性ソプラノ歌手である. 本分析で使用する楽曲は, オペラ「Aida」より「Ritorna vincitor」とした. 被験者の歌唱は, オペラ出演中の CD 音源を使用した. これはサンプリング周波数 44.1 kHz, 量子化ビット数 16 bit へ変換後, 分析する. また, 評価対象区間は楽曲冒頭部分の歌詞「Ritorna vincitor」区間とした.



$$SFR = \frac{2.4 \sim 4.0 \text{ kHz の RMS 値の合計}}{4.0 \text{ kHz までの RMS 値の合計}} \times 100$$

図 1 SFR の定義と算出式



$$Q = \frac{f_a}{f_b - f_c}$$

図 2 Q 値の定義と算出式

ここでは、分析結果の時系列上での指標成分の傾向を明確にするため、カルマン平滑化を適用する。また、それぞれの評価対象区間には歌唱時間に差があり、データ数が異なる。分析の結果の公平性を保つため、全てのデータ数を統一する処理を行った。

3. 分析結果

図3はSFR、図4はQ値を表す。いずれのグラフも横軸が時間軸であり、縦軸はSFRまたはQ値である。各被験者の凡例は、グラフに示す通りである。ここでは、SFRよりQ値のほうが時間的な変化が大きく見られた。

4. 考察

評価対象区間の歌声に対する聴感的印象と3章の分析結果のQ値との対応から、複数の女性オペラ歌手の音響特徴量について考察する。

聴感的印象評価では、4名の声楽指導者（以下、T1,T2,T3,T4）に評価対象区間を聴取させ、自由記述方式で印象を表現させた。印象評価の結果を表1に示す。指導者からの印象を歌声の鳴りと歌声の響き、その他の3項目に分類した。肯定評価が多い項目は網掛けで表す。

表1の結果から、歌声の鳴りは被験者Eのみが肯定的な印象であった。また、被験者C、D、Eは歌声の響きに肯定的な記述が多い。このことから、歌声の響きとQ値には関係があることが示唆される。一方、歌声の響きへの肯定的な評価がない被験者AとBはQ値が低くなる傾向にある。

また、特にQ値が低い被験者Aの周波数スペクトルとその他の被験者の周波数スペクトルを比較した。その結果、被験者Aには4kHz以上の周波数成分が多く含まれていた。この傾向は、他の被験者にはなかった。高周波数成分の存在はQ値に影響を与える。今後はこのことを考慮した意義を検討したい。

5. おわりに

本稿では、複数の女性オペラ歌手に対してSFRとQ値の時系列比較を行った。その結果、女性オペラ

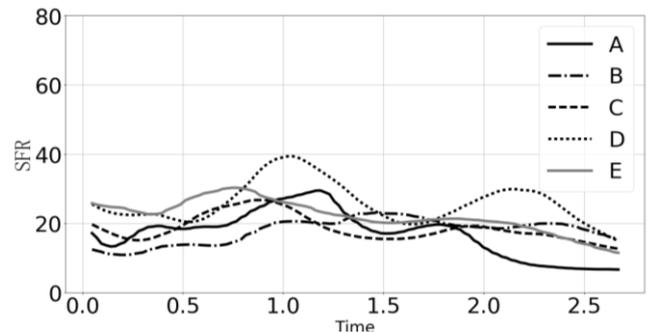


図3 SFRの結果

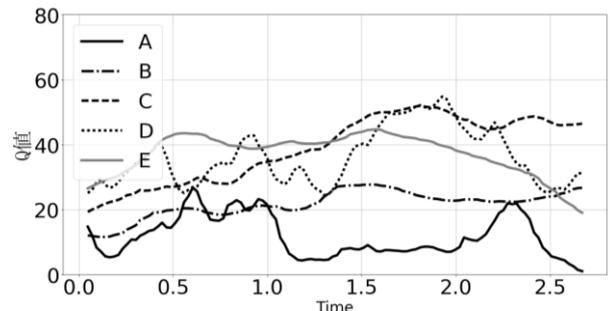


図4 Q値の結果

歌手のQ値の特徴には個人差がより強く表れた。聴感的印象評価の結果から、歌声の響きとQ値との関係が示唆された。

今後は、習熟度の異なる被験者間での比較を通して、本評価指標と歌声の鳴り・響きとの関係をさらに詳細に分析していく。また、本評価指標と声楽指導現場で用いる指導用語等との対応についても分析していく。

謝辞 本研究は科研費15K01022と18K02817の支援を受けた。

参考文献

- (1) W.T.Bartholomew. "A Physical Definition of "Good Voice- Quality" in the Male Voice", J. Acoust. Soc. Am., Vol.6, No.1, pp.25-33 (1934)
- (2) 吉田祥他, "歌声の習熟度に関連する周波数特性に基づく音響特徴量の特定個人の長期的変化", SIGMUS, Vol.114, No.12, pp.1-6 (2017)

表1 印象評価の結果

被験者	歌声の鳴り	歌声の響き	その他
A	・発声が良いとは言えない、強く鳴らした声(T1) ・喉鳴りの声(T2)		・中声域や低声域では、生声(T3) ・地声、喉を詰めている声(T4) ・声帯の強さ(T2)
B	・鳴りも良い(T1) ・頭声の響きより地声が多い(T3)	・響きが少し暗い(T4)	・深みのある声(T1,T2) ・声帯に圧力(T4)
C		・豊かな響きのある声(T1) ・中声域、高声域に声の響き(T3)	・ヴィブラートが気になる声(T2) ・中声域、高声域に声の太さ(T4)
D	・声の強さが物足りない(T4)	・自然な響き(T4)	・透明感のある声(T1) ・オーソドックスで美しい声(T2) ・ヴィブラートの幅が少ない声(T3)
E	・声の鳴りと響きのバランスの良い声(T1) ・声帯の鳴りも良く、まるやかな響きのあるバランスの取れた声(T2) ・声に深みがあり、良く鳴っている声(T4)	・声の鳴りと響きのバランスの良い声(T1) ・声帯の鳴りも良く、まるやかな響きのあるバランスの取れた声(T2)	・低声域は地声、中声域は地声と頭声、高声域は頭声を使用し、歌声を作る技術が高い(T3)

Kinect を利用したドラム奏法の識別手法

Detection Method of Drum Playing Performance Using Kinect

今田 泰広^{*1}, 越智 洋司^{*2}, 井口 信和^{*2}Yasuhiro IMADA^{*1}, Youji OCHI^{*2}, Nobukazu IGUCHI^{*2}^{*1}近畿大学大学院総合理工学研究科^{*1}Graduate School of Science and Engineering, Kindai University^{*2}近畿大学理工学部^{*2}Faculty of Science and Engineering, Kindai University

Email: ochi@ele.kindai.ac.jp

あらまし：ドラム演奏において安定した演奏を達成するためには、適切な奏法の修得とその使い分けが必要である。我々は演奏時の関節の動きに着目し、それらの関係から奏法を識別する手法を提案する。本稿では、Kinect を利用した識別手法の概要と試作システムの実装について述べる。

キーワード：身体知, 学習スキル, 可視化, センサーデバイス

1. はじめに

我々は、ドラムセット（以下、ドラム）を使用した演奏を対象とする学習支援システムの研究を行ってきた⁽¹⁾。ドラムセットは、大小様々な打楽器が配置されたものであり、安定したリズムの習得にはそれらに対する適切な奏法の習得とその使い分けが必要である。我々は演奏時の関節の動きに着目し、それらから奏法を識別する手法を提案する。関節の動きを Kinect で取得し、提案手法を実装した試作システムの妥当性を検証することを目的とする。試作システムを動作させた結果、Kinect の骨格検出を利用した場合肩と肘が動くかで、3 種類に奏法を識別できることがわかった。本稿では提案する奏法識別手法のアプローチと、その動作検証について述べる。

2. ドラム奏法の動作モデル

ドラムの演奏動作は、両手に持ったドラムスティックで複数の打面を叩くことを基本とするが、その動作モデルには以下の要素が挙げられる。

(要素 1) 叩打面の選択

一般的なドラムにおいてはバスドラム、スネア、ハイハットという 3 種類の楽器が基本セットとなり、演奏で多用される。これらに加えて複数のタムタム、シンバル類を配置するという様式でドラムを構成することが多い。ハイハットはスティックとペダルを両方使用する。その他スネア、タムタム、シンバルはスティックを使用して演奏する。ドラム演奏ではこれらのどの打面を選択するか判断が必要となる。

(要素 2) 叩打腕の選択

両腕からどちらを使って音を鳴らすかによっても奏法を分類できる。一般的にドラムの譜面には叩打腕については記載されておらず判断が必要である。

(要素 3) 叩打腕の動作選択

腕やスティックをどのように動かして叩打するかによって奏法を分類される。尺度としては、スティ

ックや、腕の関節の動きの大きさや向きや軌跡などがあげられる。ここではスティックを用いてドラムを叩くことをショットと呼ぶ。ショットは腕のどの関節を支点にするかで分類することができる。手首を動かさず、指関節を支点にすることでドラムスティックを弾ませることをフィンガーショットという。同様に、手首、肘、肩を支点にした場合、順にリストショット、アームショット、ショルダーショットと呼ばれる。ショットの支点をコントロールすることで、音量とリズムを調整でき、安定した演奏ができる。すなわち、安定した演奏のためにショットの使い分けを習得することが重要である⁽²⁾。

3. ドラム奏法の識別アプローチ

3.1 研究目的

前章で述べた個々の要素を適切に行えているのかを自己確認することは、特に初心者にとって困難だと考える。そこで、これらの動作モデルの要素を識別し診断するシステムが実装できれば、ドラム演奏の学習を促進する効果が期待できる。

3.2 想定環境

本研究では電子ドラムの利用を前提とし、支援対象としては両腕の動きとする（脚の動きは除外する）。そして Kinect を利用して、両腕とスティックの動きを識別する手法を採用する。そこで図 2 のようにドラム演奏者の前方上部に Kinect を設置する。このような環境でドラム奏法を識別し、例えば熟達者の奏法と比較することで、自身の演奏動作の判断を支援できるシステムを構築することを目指している。

3.3 叩打面の識別(要素 1 への対応)

電子ドラムの MIDI メッセージから叩打タイミングと叩打面の種類を取得する。

3.4 叩打腕の識別(要素 2 への対応)

本研究では叩打腕の識別を最終目的とするが、本稿では次に述べる叩打動作識別が可能かを検証する

ことを主眼とする。叩打腕識別に関しては便宜上、左右どちらか一方の腕で叩いたと仮定する。

3.5 叩打動作の識別(要素3への対応)

ショットの支点を識別するには、図1に示すように、腕の関節の動作から判定する。腕の各関節の時系列データから、まず肩に注目する。このとき、肩が動いたと読み取ることができればショルダーショットだといえ、動いていないとみなせればショルダーショットではないということがいえる。これと同様なことを肘、手首と順番に行えば、支点によるショットの識別を行うことができる。

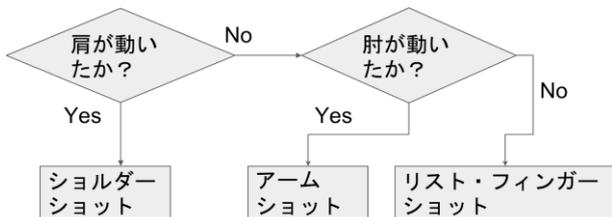


図1 ショット識別手順

3.6 関節の動作判定方法

関節座標は Kinect で取得し、各関節の動作判定については、判定する関節に対して関節角度を計算する。関節角度は注目する関節と、それと隣り合う関節の3点がなす角である。関節角度の値が、叩いた瞬間直前の一定間隔に一定以上変化していれば、その関節が動いたと判定する。すなわち、関節の屈曲運動をみる。叩いた瞬間直前の一定間隔は、叩く動作が一定時間以上以上終わることを利用して実験的に求めることができる。関節角度の変化量の閾値も、実験的に求めることができる。

4. 試作システムの実装

4.1 システム構成

システム構成を図2に示す。電子ドラムの方前上部に Kinect v2 を設置する。これによりドラム演奏者の腕関節の動きを追跡しショットを識別する。

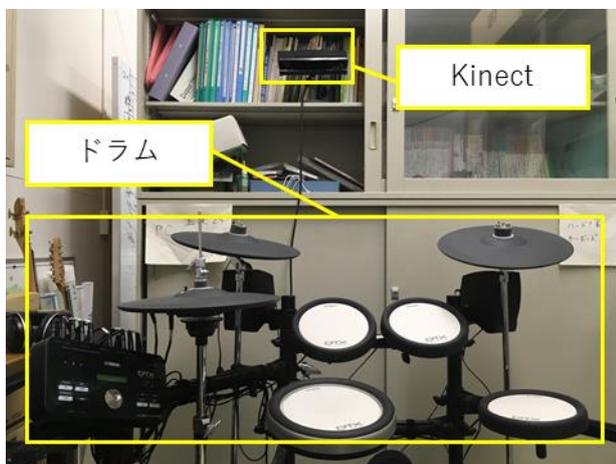


図2 システム構成

4.2 実装方法

電子ドラムの MIDI メッセージによりドラムが叩かれたタイミングを取得する。次に Kinect からそのタイミング直近の区間の関節角度データを取得する。肩が動いたか、肘が動いたかで判断し、ショルダーショット、アームショット、リスト・フィンガーショットを識別するようにした。リスト・フィンガーショットの場合、手首の動きを識別することになる。Kinect から得られる手首の関節角度では判定するには精度が悪いため、これらは識別していない。手首の場合、回外・回内によるショットも可能なため、関節角度から動きの情報を得られない場合がある。

4.3 実行結果

ショットの識別結果を図3に示す。グラフの上の波形が肩、下の波形が肘の関節角度を表している。図中の“S”、“A”、“点”は識別したショットのタイミングと種類を表している。“S”はショルダーショット、“A”はアームショット、“点”はリスト・フィンガーショットを表す。図の左から順番に各ショットを叩打した結果を示す。

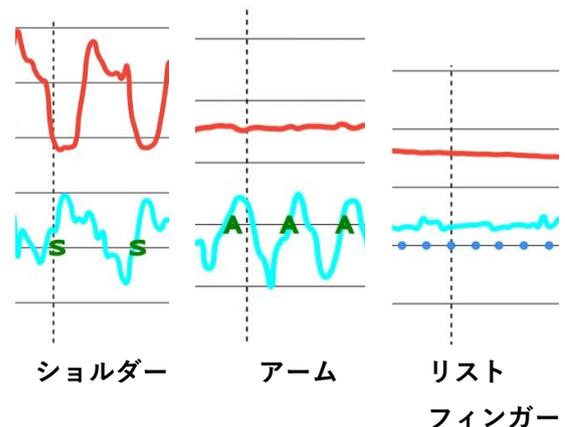


図3 ショット識別結果

5. おわりに

本稿では、ドラム演奏動作を客観的に確認できるように、関節の動作を動作パターンから3種類の奏法に識別できる手法を提案した。試作システムではリアルタイムに腕の関節の動かし方を識別できることが確認できた。今後の課題として、両手を同時に使用して演奏した場合にも奏法を識別できるようにして、識別対象を広げることを挙げる。

謝辞

本研究は JSPS 科研費 JP17K01098 の助成を受けた。

参考文献

- (1) 越智洋司, 平野 光正, 井口信和, Kinect を利用した演奏動作検出によるドラム練習支援システムの提案, 教育システム情報学会誌, Vol.34, No.1, pp.32-43(2017)
- (2) 市川 宇一郎:“ビギナーのためのドラム・スーパーエチュード”, 中央アート出版社(2012)

あいまいさを含む授業状況の可視化とウェブブラウザ上での映像探索支援

Visualization of Ambiguous Lesson Process and Support of Video Search on Web Browser

豊浦 正広^{*1}, 阪口 真也人^{*1}, 西口 敏司^{*2}, 茅 暁陽^{*1}, 埴 雅典^{*1}, 村上 正行^{*3}

Masahiro TOYOURA^{*1}, Mayato SAKAGUCHI^{*2}, Satoshi NISHIGUCHI^{*1},
Xiaoyang MAO^{*1}, Masanori HANAWA^{*1}, Masayuki MURAKAMI^{*3}

^{*1}山梨大学

^{*2}大阪工業大学

^{*3}京都外国語大学

^{*1}University of Yamanashi ^{*2}Osaka Institute of Technology ^{*3}Kyoto University of Foreign Studies
Email: mtoyoura@yamanashi.ac.jp

あらまし：これまでに映像からの授業状況を 5 つのカテゴリに分類する機械学習の手法を提案し、平均 75% で正しく状況を分類できることを示した。その後の分析により、授業中には 2 つ以上の分類にまたがるようなあいまいさを含む状況が存在することが明らかになった。本研究ではこのあいまいさを含む状況を可視化する方法を提案し、さらに、ウェブブラウザ上に映像と可視化結果を同時に提示することで授業映像の探索を支援する。

キーワード：ラーニングアナリティクス、授業改善、アクティブラーニング、可視化、映像解析

1. はじめに

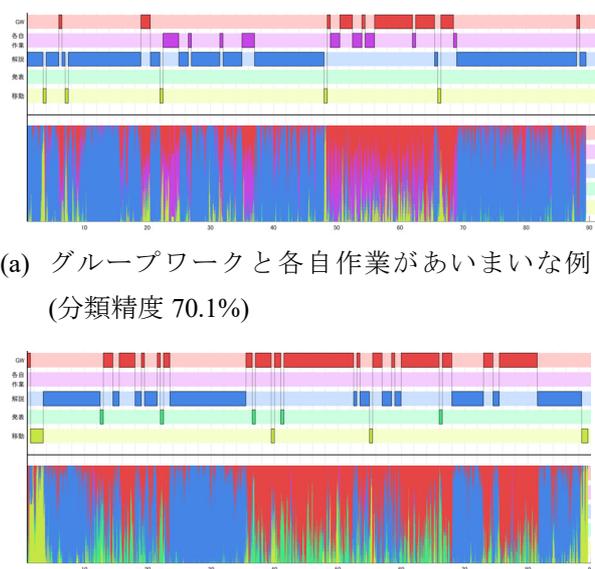
アクティブラーニング型授業ではディスカッション、グループワーク、プレゼンテーションなどが多く取り入れられる。授業での実施に関しては、経験的または理論的な知識が共有されてきてはいるものの、自身で実施した授業の成否を客観的に把握することは難しい。授業改善のための映像を閲覧することはビデオリフレクション⁽¹⁾やビデオエスノグラフィ⁽²⁾と呼ばれる。人間の高次な文脈理解を介することで、詳細な授業展開の解析ができる。しかしながら、客観的な定量化は難しく、また、多くのデータを得ようとする熟達の講師に時間と労力を求めることになる。これらのことはラーニングアナリティクスが対面授業を対象にするときの障壁となる。

本研究では、授業映像を機械学習によって解析・定量化・可視化して、授業映像閲覧を効率化することを目的とする。本研究の貢献は以下の 3 点である。

- A. 授業状況のあいまいさの可視化
- B. 汎用ウェブブラウザ上での授業情報提示
- C. 映像探索タスクへの二種類の可視化結果提示の有効性の検証

2. あいまいな授業状況の可視化

我々はこれまでに授業状況を 5 つのカテゴリ(グループワーク(GW), 各自作業, 解説, 発表, 移動)に分けて、映像から機械学習によって認識を行い、可視化する研究を進めてきた⁽³⁾⁽⁴⁾。学習段階では各時刻で正解カテゴリを手動で与える。認識対象となる時刻とその前後 15 秒ずつで、映像の時間差分量・環境音の音量・マイク音の音量・人物の姿勢変化量を並べたベクトルをその時刻の特徴量と定義して、特徴量と正解の組をデータベース化しておく。実行段階では、新たな授業映像の対象時刻に対して、同様の特徴量を計算する。学習データのうち、得られた特徴量に近い k 個のサンプルをデータベースから探



(a) グループワークと各自作業があいまいな例
(分類精度 70.1%)

(b) グループワークと発表があいまいな例
(分類精度 58.6%)

図 1 同講師が実施した 2 つの授業状況の認識結果

索して、多数決を取ることによってカテゴリを推定する(k -NN 法)。さらに、授業状況はそれほど頻繁に切り替わらないものと考えられるので、認識結果に対して再度の投票を行って状況を平滑化する処理を行った。

平均して約 75% の精度で正しいカテゴリに推定することができた。推定結果は図 1(a)および図 1(b)の各上段に示す**遷移図**として描画でき、90 分の授業全体での時間配分や状況の推移を一目でおおまかに把握するのに利用できる。

ここでさらに、認識カテゴリに多くの誤りがある時間帯のうち、細切れの活動時間が多く含まれている部分に着目した。この部分は前述した認識結果に

対する再度の投票によっても解決されなかった。詳細にみると、複数の認識カテゴリで投票数が拮抗しており、時刻によって最大投票を得るカテゴリが頻繁に切り替わっていることが分かった。図 1(a)と図 1(b)の各下段に k 個の投票を各時刻で積み上げたものを示す。図中の各色の大きさが投票数の多さを示す。図 1(a)では GW と各自作業で投票数が拮抗する時間帯があり、つまりこれは、GW と各自作業のどちらとも近い特徴を持つ、あいまいな時間帯であることを示している。図 1(b)には、GW と発表であいまいな時間帯が見られた。

これらの図は各時刻の投票数を示すものであるが、各認識カテゴリの尤もらしさを示すものであると見ることもでき、離散的な認識カテゴリを示した元の図よりも多くの情報量を含む図となっている。そこで、我々はこの新たな図を**尤度図**と呼び、状態遷移図と同時に提示することで、授業のより詳細な状況遷移を示すこととした。

3. ウェブブラウザ上での情報提示と効果検証

映像と可視化図を同時に提示し、現在再生中の映像が図のどこにあたるのかを示すことのできるシステムを構築した。図 2 に画面例を示す。映像は画面上の操作で任意の時刻のものにすることができる。HTML5 により記述しており、複雑な設定なしに汎用ブラウザで利用することができる。

このシステムを用いて、授業カテゴリを可視化した図が映像探索に有用であるかを調べた。利用者は授業を実施する講師や、授業に参加する観察者と想定して、授業内容を聞いて理解できる大学生および大学院生 9 名に実験に協力してもらった。

同じ講師による 10 分間の授業映像 3 本を用意した。実験協力者には、(I) 特定の話題に関するグループワークの開始・終了時刻を答える、(II) 講師の作業内容をすべて書き出す、という 2 つのタスクを行ってもらった。映像のみ、映像と遷移図、映像と遷移図と尤度図を提示した場合で、タスクに掛かる時間に差があるかを調べた。各協力者には、異なる映像・異なる条件・異なるタスクで 3 回の試行を行ってもらった。実験の前には十分な時間を取り、実験には用いない映像と各種の図で、画面を操作する練習をしてもらった。表 1 に結果を示す。

表 1 タスクに掛かった時間の平均 (秒)

タスク	映像	映像・遷移図	映像・遷移図・尤度図
I	390.6	321.5	316.4
II	675.3	502.3	585.5

2 つのタスクに掛かる時間について、映像のみを提示するときよりも、映像・遷移図を提示するときの方が有意にタスクに掛かる時間が短いことが確かめられた(タスク I は $p < 0.10$, タスク II は $p < 0.05$)。その他の時間については、有意差は確かめられなかった。また、各タスクに対する回答内容についても、



図 2 可視化図を用いた動画視聴支援の画面例

提示内容ごとで取り立てて差は見られなかった。

この結果から、遷移図が映像を効率的に見るのに有用であることは示された。遷移図に尤度図を加えたときに、タスクに掛かる時間をさらに短縮する効果は確認されなかった。

多くの実験協力者は「遷移図によってカテゴリの切り替わりのタイミングを見つけた」とコメントしており、尤度図を主に利用した協力者は少数であった。「映像のみが提示されたときには、講師の位置や発言、学生の顔の向きを参考にカテゴリの切り替わりのタイミングを調べた」とのコメントがあり、これらの情報を特徴量に加えることによって、認識結果を向上させる可能性が示唆された。

今後、尤度図に示される授業のあいまいさの情報が、授業の詳細把握や特徴分析に貢献できるかどうかを検証したい。

謝辞

本研究の一部は、JSPS 科研費 JP16K12784, JP26282062, JP15K00499 の助成を受けたものである。

参考文献

- (1) T. Tripp and P. Rich, "Using video to analyze one's own teaching," *British Journal of Educational Technology*, vol.43, no.4, pp.678-704 (2012)
- (2) R. C. Harris, S. Pinnegar and A. Teemant, "The case for hypermedia video ethnographies: Designing a new class of case studies that challenge teaching practice," *Journal of Technology and Teacher Education*, vol.13, no.1, pp.141-161 (2005)
- (3) 阪口 真人, 豊浦 正広, 赤穂 大樹, 茅 暁陽, 西口 敏司, 塙 雅典, 村上 正行, "アクティブラーニング型授業の分析のための深層学習", 教育システム情報学会全国大会, C4-1 (2017)
- (4) M. Toyoura, M. Sakaguchi, X. Mao, M. Hanawa and M. Murakami, "Visualizing the lesson process in active learning classes," *IEEE Frontiers in Education Conference (FIE)* (2016)

相互評価プロセスログを用いた「評価にかけた時間」の分析

Analysis of “Evaluation Time” in Peer Assessment based on Evaluation Log

堀越 泉^{*1}, 田村 恭久^{*2}

Izumi HORIKOSHI^{*1}, Yasuhisa TAMURA^{*2}

^{*1}上智大学大学院 理工学研究科

^{*1}Graduate School of Science and Technology, Sophia University

^{*2}上智大学 理工学部

^{*2}Faculty of Science and Technology, Sophia University

Email: izumihorikoshi@eagle.sophia.ac.jp

あらまし：本稿では、相互評価中のプロセスログを取得し、1回の授業において連続評価を実施した時の評価行動に与える影響を分析した。連続評価の実施により評価に対する動機付けに影響を与える可能性があるという仮説のもと、「評価にかけた時間」について分析を行った。結果として、連続評価により「評価にかけた時間」が単純に短くなることはないこと、評価者によって評価にかける時間が長い場合や短い場合があることが明らかになった。

キーワード：相互評価, 評価行動, Learning analytics

1. はじめに

近年のアクティブ・ラーニング型の授業の普及に伴い、学習者にプレゼンテーションをさせ、学習者同士で相互評価させるという形式の授業が増えている。しかし、この学習者による相互評価は信頼性・妥当性・公平性などの問題が懸念されている⁽¹⁾。

多くの従来研究では基本的に相互評価の評点に着目して議論されることが多い。例えば、信頼性は学習者同士の評点の一致度、妥当性は教員による評点と学習者による評点の一致度で議論されている⁽²⁾。これに対し本研究では、相互評価のプロセスデータを取得し、各評価項目の評価タイミングに着目して分析を行うことを提案し、相互評価の質保証に対する有効性を検討してきた。

相互評価の質の議論においては、学習者の詳細な評価行動を分析した研究はほとんど存在しない。一方で、社会調査の分野においては、Web調査の普及に伴い、アンケートの回答にかけた時間や中断といった回答行動の履歴を取得し、調査の回答の質の検証に用いる研究が始まっている⁽³⁾。そして、例えば、「短時間に回答する行動」は、調査が継続していくに伴って正確に答える動機が欠如していくことの表れである⁽⁴⁾、という知見が蓄積している。

本稿では、ある1回の授業において連続した相互評価を実施した時の評価行動に与える影響を分析する。前述の通り、アンケートの回答行動の研究では、アンケート調査の継続に伴い、回答者の動機づけの低下が観察された。このため、相互評価においても連続評価の実施により、評価に対する動機付けに影響を与える可能性があるかと推測されるためである。

2. 方法

2.1 開発

相互評価中の各評価項目の評点と評価タイミングを取得するため、相互評価用ツールを開発した。こ

れはオンラインフォームであり、評価項目のリストと評点に対応したラジオボタン（1点～5点）、送信ボタンを備える。評価者は送信ボタンを押すまで何度でも評価を変更可能であり、評点の選択、変更、送信ボタンの押下をトリガーとして、履歴がサーバに送られる。取得した主なログ項目は、評価日時、評価者学生番号（記入者）、被評価者学生番号（発表者）、評価項目番号、評点である。

2.2 実験

上記のツールを用いて実験を実施し、相互評価の履歴を取得した。被験者は上智大学開講の全学共通科目「情報リテラシー（情報検索）」受講者のうち、被験者として同意を得た者とした。実験対象回では、プレゼンテーション作成の演習を行い、その発表に対し相互評価を課した。プレゼンテーションは発表10分、質疑応答4分からなり、グループA～Fの計6グループが発表を行なった。実験実施日は2017年7月10日、被験者は72名であった。

3. 結果と考察

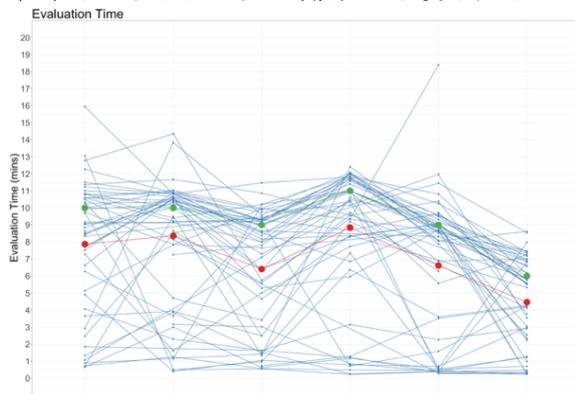
3.1 仮説1：『評価にかけた時間』は、連続して評価を行うことにより短くなっていく

繰り返し相互評価を実施することにより、評価に対する動機付けに影響を与える可能性があるという推測をもとに、『評価にかけた時間』は、連続評価を行うことにより短くなっていく」という仮説を立てた。これを検証するため、「評価にかけた時間」を以下のように定義し、各評価者について算出した。

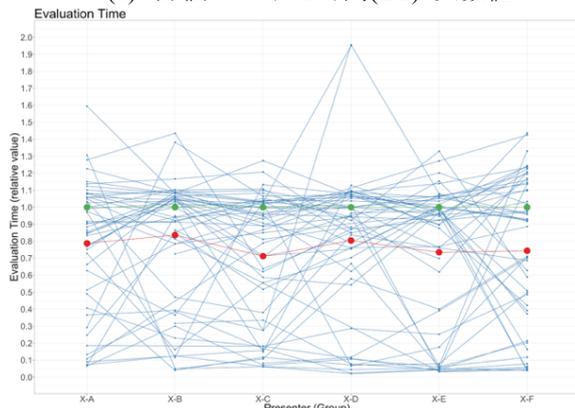
評価にかけた時間(ET: Evaluation Time)：最初の評価項目のラジオボタンをクリックしてから最後の評価項目をクリックするまでの時間

図1(a)は、6グループに対する評価におけるETの推移を可視化したものである。小点は各学習者のETを表し、下側の大点は平均、上側の大点は当該グル

ープのプレゼンテーションの長さを表す。図1(a)は、一見、連続して評価を行うとETが短くなっているように見える。しかし、プレゼンテーションの長さを表す点に着目すると、ETの傾向は、プレゼンテーションの長さの際の影響を大きく受けていることがわかる。この影響を除いてETを議論するために、各グループのプレゼンテーションの長さに対するETの比を算出し、可視化したのが図1(b)である。図1(b)では、図1(a)で見られた連続した評価に伴う下降傾向が消滅している。以上より、仮説に反した以下の2つの結果が得られた。すなわち、(1)「評価にかけた時間(ET)」はプレゼンテーションの長さの際の影響を大きく受け、また、(2)ETは連続して評価を行ってもクラス全体として単純に短くなっていくことはなかった。この結果より、相互評価においてはアンケートへの回答行動の場合と異なり、連続した相互評価の実施が評価に対する動機付けを単純に低下させることはない可能性が示唆された。



(a) 評価にかけた時間(ET) 実数値



(b) プレゼンテーションの長さに対する ET

図1 評価にかけた時間(ET)の推移

3.2 仮説2：「『評価にかけた時間』の傾向は、評価者ごとに異なる」

前節では、仮説に反し、評価にかける時間(ET)は連続して評価を行っても単純に短くなっていくことはないことが明らかになった。このため、「『評価にかけた時間』の傾向は、評価者ごとに異なる」という仮説を立てた。これを検証するため、各評価者の

ET 推移グラフに対して時系列クラスタリングを行い、その結果に基づき4クラスに分類した。図2は図1(b)をクラスター別にプロットしたものである。図2より、全体的に評価に時間をかけるクラスター、全体的に評価に時間をかけないクラスター、最後のグループを短時間で評価するクラスター、最初のグループを短時間で評価するクラスターに分けられたことが分かる。これより、評価者によって評価にかける時間が長い場合や短い場合があることが明らかになった。また、授業の最初や最後のグループについては何らかの原因により、評価にかける時間が短くなる評価者が現れることも明らかになった。

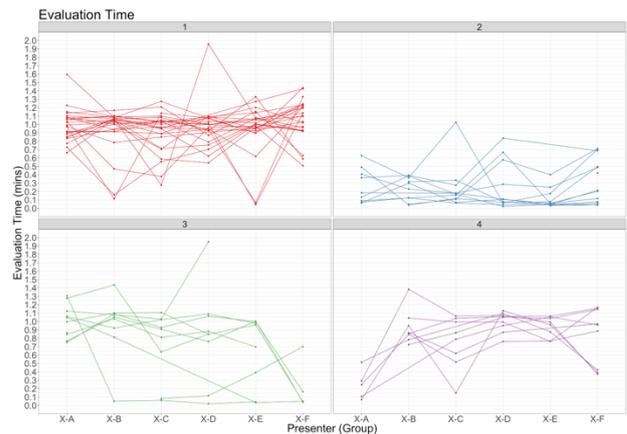


図2 クラスター別の評価にかけた時間(ET)

4. 結論

本稿では、連続して相互評価を実施することにより、評価に対する動機付けに影響を与える可能性がある、という仮説のもと、「評価にかけた時間」について分析を行った。結果として、相互評価においてはアンケートへの回答行動の場合と異なり、連続した相互評価の実施により「評価にかけた時間」が単純に短くなることはないことが明らかになった。また、評価者によって評価にかける時間が長い場合や短い場合があることが明らかになった。今後は、評点や評価タイミングのばらつきなど評価に対する動機付けを表すと考えられる他の特徴量や授業条件との関係の解析を進めたい。

参考文献

- (1) 藤原康宏, 大西仁, 加藤浩. “学習者間の相互評価に関する研究の動向と課題”, メディア教育研究, 第4巻, 第1号, PP.77-85, (2007)
- (2) 深澤真. “スピーチにおける生徒相互評価の妥当性. 全国英語教育学会紀要”, 第21巻, pp.181-190, (2010)
- (3) Mick P. Couper, “Web surveys: A review of issues and approaches”, The Public Opinion Quarterly, Vol.64, No.4, pp.464-494, (2000)
- (4) Ting Yan, and Roger Tourangeau, “Fast times and easy questions: the effects of age, experience and question complexity on web survey response times”, Applied Cognitive Psychology, Vol.22, No.1, pp.51-68, (2008)

中退予備状態から変化する学生のモデル化

Modeling students getting away from dropout state

白鳥 成彦^{*1},

Naruhiko SHIRATORI¹

^{*1} 嘉悦大学

^{*1}Kaetsu University

Email: naru@kaetsu.ac.jp

あらまし：本研究では大学入学後に中退しそうだったが中退しなかった学生、中退しなそうだったが中退してしまった学生に焦点を当て、学生が中退する状態から変化するモデルを作成する。中退をしそうな学生は高校時の成績等の入学前の情報や授業への出席等の入学後の情報を通して予測をすることができる。しかしながら、中退をしそうな状態から状態変化をし、中退しない状態になる学生がいる。本研究ではいつ、何人の学生が状態変化をするのかを教学データから明らかにしている。

キーワード：中退予備状態、学生の状態モデル化、ロジスティック回帰モデル

1. はじめに

本研究では大学入学後に中途退学（中退）しそうな学生に焦点を当て、学生が中退する状態から変化、または通常の状態から中退する状態に変化するモデルを作成する。

大学における中退率は各大学の状況によって大きく異なるが、中退率の高さは大学の学生募集や教育の質に大きい負の影響を与えるだけではなく、学生にとっても時間や資金を浪費してしまうことになる。読売新聞社によって毎年行われている調査においても中退率は大きな注目点となっており、大学の評価においても中退率は大きな指標となってきた。

大学では中退しそうな学生には教員やカウンセラー等から指導を行うことが多いが、その多くの指導は教職員の直感や勘に左右されることが多い。また、教職員の数に比べ、学生数が多いため、どの学生にどの程度対応するべきなのか、どの程度、教学资源をかければいいのかは恣意的になりがちである。

本研究ではどの程度の学生がどの段階でつまづくといった学生の状態変化をデータから明確化していく。学生の状態変化が数値で明らかにすることで教職員のリソースをどの程度配分するべきかが明らかになり、どの教学施策やイベントが効果的に学生に効いており、どの場でより学べているのかを判断できる。

2. 関連研究

中退を予測し、原因を抽出していく研究はこれまでに多くなされてきている。中退に影響を及ぼす変数群としては日本では性別⁽¹⁾や教員学生比率、偏差値⁽²⁾、大学規模、経済的な要因⁽³⁾があげられている。また、以上の変数等を説明変数として中退を予測する研究も広く行われている。近藤⁽⁴⁾によれば当該年度前のデータ（性別、学部、入試区分、出席率等）を用いることで3年次当初における中退予測が可能

だとしている。Bingham 達⁽⁶⁾は親の学歴や民族によって在学率は異なることをロジスティック回帰モデルによって説明している。

さらに、どの段階でどの程度学生の状態が変化しているといった研究も存在している。近藤⁽⁵⁾はベイジアンネットワークを用いて教学で利用される変数を確率的に関連付け学生の修学状態をモデル化している。また、修学状態のモデルを用いることで中退を予測することが可能であるとしている。一方で、どの程度の学生がどの段階で状態変化を起こしているのかを明らかにしている研究は少ない。

3. 研究手法

3.1 利用したデータ

学生の状態を推定するために利用した変数は下記である。今回はA大学の2012年度と2013年度に入学した学生719名のデータを利用した。

変数-1（入学時に取得できるデータ）

- ・性別（男性=1, 女性=0）
- ・留学生（留学生=1, not 留学生=0）
- ・高校時欠席日数（数値）
- ・高校タイプ（普通校, その他）
- ・高校評定平均

変数-2（入学後、各学期終了後に取得するデータ）

- ・春学期修得単位：数値
- ・秋学期修得単位：数値

3.2 状態推定方法

以上の変数を利用して学生の状態を3種類に分類する。1つ目は通常状態、2つ目は中退予備状態、3つ目は中退状態である。通常状態と中退予備状態は目的変数として退学したという変数（退学した=1/していない=0）、説明変数として3.1で用いた変数を利用する。手法としてはロジスティック回帰モデルを用いて中退に分類する確率を導出し50%を超え

た場合を中退予備状態, 50%未満の場合を通常状態, すでに退学した状態の場合を退学状態とした。以上の状態推定を各学期終了後に変数を利用して求めた。

3.3 状態の推移

3.2 で用いた方法を用いて, 前学期から当該学期に状態が変化した推移を抽出することで, 主に2つの状態推移のパターンを導出した。1つ目は通常状態から中退予備状態になった悪い状態変化のパターン, 2つ目は中退予備状態から通常状態になった良い状態変化のパターンである。

4. 結果と考察

3章で述べた方法を用いて各状態の学生人数を学期ごとに表したものが表1である。中退予備状態の学生は1年目から3年目までが多い。通常状態の学生数は3年目春以降に安定する。中退予備状態の学生数は1年目から2年目までが多く, 3年目秋から減少をしていく。総じて3年目春学期まで100名以上(20%程度)の学生が常に中退リスクを持っている学生だということができる。

1年目春学期終了時に中退予備状態になっている学生(128名:17.8%)は大学の開始時から大学に来ない, もしくは欠席が非常に多い場合が多数であり, この状態を減らす方法としては高大接続, つまり入試段階, もしくは入学前教育の段階で学生にアプローチする必要がある。

表1 各状態における人数

学期	通常状態	中退予備状態	中退状態
1年目_春	591	128	0
1年目_秋	552	154	13
2年目_春	546	153	20
2年目_秋	531	133	55
3年目_春	514	110	95
3年目_秋	510	96	113
4年目_春	514	44	161
4年目_秋	515	30	174

3章で述べた2つの状態の推移パターンと学期ごとの人数を表したものが表2である。

1年目春から1年目秋に通常状態から中退予備状態になっていく学生(57名)は大学という環境になれていないパターンが多く, 初年次での面談や初年次教育での学習習慣をつけることが求められる。

1年目秋から2年目春に通常状態から中退予備状態になる学生(33名)や2年目春から2年目秋に通常状態から中退予備状態になる学生(29名)は専門科目への導入がうまくいっていない。専門科目を学ぶ前の基礎的な学習を行わせることや, 専門科目と

自分の興味を結びつける等の施策が必要になってくる。

一方で中退予備状態から通常状態に変わる良い状態変化を起こした学生の数に注目する。悪い状態変化を起こした学生数に比べて数が少ないことから更に中退予防施策を行っていく必要があることがわかる。

表2 状態変化する人数

	通常 → 中退予備状態	中退予備状態 → 通常
1春→1秋	57	18
1秋→2春	33	27
2春→2秋	29	15
2秋→3春	31	14
3春→3秋	10	7
3秋→4春	4	9
4春→4秋	1	5

5. まとめ

本研究では大学入学後に学生が中退する状態から通常の状態に変化, または通常の状態から中退する状態に変化する状態変化をデータから明らかにした。今後は以上のデータから導き出された状態変化がどのような教学施策を結びつけることでどの教学施策を作っていくべきか, どの教学施策が効果をあげているのかを明らかにしていく。

謝辞

本研究はJSPS 科研15K04380「大学における中退防止を目的とした教育サービス評価モデルの提案」の助成を受けたものになります。

参考文献

- (1) 田尻慎太郎, 白鳥成彦: “ビジネス系大学における学修履歴と活動データを用いた生存時間分析”, 日本教育社会学会第65回大会発表要旨集, pp. 120-121 (2013)
- (2) 清水一: “大学の偏差値と退学率・就職率に関する予備的分析—社会科学系学部のケース”, 大阪経大論集, 64(1): pp. 57-70, (2013)
- (3) 朴澤泰男: “学校基本調査にみる中退と留年”, IDE—現代の高等教育 546, pp. 64-67 (2012)
- (4) 近藤伸彦, 畠中利治: “学士課程における大規模データに基づく学修状態のモデル化”. 教育システム情報学会誌, 33(2), 94-103. (2016)
- (5) 近藤伸彦, 畠中利治: “ベイジアンネットワークによる学修状態推移モデルの構築”, 日本教育工学会論文誌, 41(3), pp. 271-281, (2017)
- (6) M. A. Bingham and N. W. Solverson, “Using Enrollment Data to Predict Retention Rate,” Journal of Student Affairs Research and Practice, vol. 53, no. 1, pp. 51-64, Feb. (2016)

時間遅れと感情の持続モデルを考慮した 生体情報からの学習者の心的状態推定の試み

Study on Estimation of Learner's Mental States from Physiological Indexes Considering Time Dilation and Persistent Model of Mental States

松居 辰則^{*1}, 宇野 達朗^{*2}, 田和辻 可昌^{*1}

Tatsunori MATSUI^{*1}, Tatsuro UNO^{*2}, Yoshimasa TAWATSUJI^{*1}

^{*1}早稲田大学人間科学学術院

^{*1}Faculty of Human Sciences, Waseda University

^{*2}早稲田大学人間科学部

^{*2}School of Human Sciences, Waseda University

Email: matsui-t@waseda.jp

あらまし: 学習時における学習者の心的状態を推定することは教授学習過程において重要である。本研究では、これを学習者の生体情報を用いて実現の可能性を検討している。特に、今回は生体情報の時間遅れと感情の持続モデルを学習器への入力情報に反映させることにより、心的状態の推定精度が向上することを確認した。また、この成果をリアルタイムに学習支援に導入することについての可能性にも言及する。

キーワード: 教心的状態の推定, 生体情報の時間遅れ, 感情の持続モデル, DNN, リアルタイム支援

1. はじめに

学習時における教師の行動や発言と学習者の心的状態、あるいは心的状態の変化に関する要因との関係の形式化は重要な課題であり、その成果は学習支援システムへの学習者の心的状態の推定機能の実装のための基礎的な知見を与えることも期待される。

著者らは、教師と学習者のインタラクションにおいて教師の発言と学習者の生理データ、および学習者の心的状態との関係の形式化を試みてきている(1)。本研究では、学習に関わる多面的情報から深層ニューラルネットワーク (Deep Neural Network (DNN)) を用いて学習者の心的状態の推定の可能性を検討した。特に、次元解析による時間遅れ、心的状態の持続モデルを考慮することによる推定精度の向上の可能性を検討した。さらに、心的状態のリアルタイム提示の有効性に関する検討を行った。

2. 学習に関わる多面的情報の取得

学習に関わる多面的情報の取得を目的として生体計測機器を用いた計測を中心に実環境での実験を行った。被験者は個別指導塾 (教師 1 名, 学習者 1 名の個別学習) に通う中学生 1 名であった。使用した機材は NIRS (日立 WOT-100), 呼吸・皮膚コンダクタンス・容積脈波計 (NeXus) であった。被験者には上記の機材を全て装着してもらい、通常通りの授業を受けてもらった。各計測機器は計測時間を対応させるために計測開始、終了時にマーカーを付与した。実験中の様子は 3 か所から 3 台のビデオカメラで撮影した。被験者には後日実験で得られた映像を見ながら学習時の心的状態の内省報告を求めた。

3. ニューラルネットワーク (NN) を用いた心的状態推定の試み

今回分析の対象としたのは、約 60 分授業の中で教師と学習者のインタラクションが比較的多く確認で

きた 63 秒 (開始後 19 分 37 秒から 20 分 40 秒まで) であった。心的状態を表すカテゴリは、Achievement Emotions Questionnaire(2)で使用されている 9 感情についての尺度を用いた。被験者には授業時の心的状態の内省報告を求めた。教師の発言を表すカテゴリは、先行研究で使用されていたカテゴリを一部修正した 9 種類のカテゴリを用いた。教師の発言へのカテゴリの付与に関しては、分析者が授業映像を見ながら分析者の視点で行った。

3.1 3 層 NN の場合の推定精度

入力データは、①NIRS によって取得した脳血流量 (5Hz), ②呼吸 (32Hz), ③皮膚コンダクタンス (32Hz), ④教師の発言 (9 カテゴリのうち 5 カテゴリ) であった。出力データは、⑤内省報告 (9 感情) であった。なお、①②③は粒度を統一するために、粒度の荒いデータに関しては、粒度の最も細かいデータの粒度に合わせて線形補完を施した。その結果、最終的な対象データ数は、2024 行×5 となった。ネットワーク構造は 3 層ニューラルネットワークとした。中間層のユニット数はシミュレーションの結果 19 とした (活性化関数等の詳細は(3)を参照)。10 回の交差検定 (6:4 Cross-Validation, 学習回数 5,000 回) の結果、早い段階で学習が収束し、Accuracy 値は、「0.900, 0.917, 0.910, 0.917, 0.910, 0.914, 0.915, 0.899, 0.912, 0.905」となった。このことから、非常に高い精度で生体情報から心的状態の推定が行われていることがわかる。

3.2 時間遅れを考慮した場合の推定精度

3.1 に加えて次元解析の手法を用いて、各生体情報を時系列データとして捉え、その自己相関性が最も高くなる場合の時間遅れと、システムとしても次元を考慮した 4 層の DNN (中間層 1 のユニット数は 19, 中間層 2 のユニット数は 20) を用いた (詳細は (3))。①NIRS は 2 次元, ②呼吸は 1 次元, ③皮膚コンダクタンスは 4 次元, ④教師の発言を DNN の入

カデータとした (合計 1530 データ). 出力データは⑤内省報告とした. 10 回の交差検定 (6:4, Cross-Validation, 5,000 回) を行った結果, 早い段階で学習が収束し, Accuracy 値は, 平均 0.894, 標準偏差 .0087 となった. このことから, 次元解析による時間遅れとシステムの次元を考慮した結果, 次元解析を行わない時間遅れを考慮した場合と比較してより高い精度精度で生体情報から心的状態の推定が可能であるとの結果を得た.

3.3 感情の持続モデルを考慮した場合の推定精度

一般に人間の心的状態は時間経過に従って変化するとされている. 特に, ある刺激に対して生じた感情 (心的状態) は, 時間の経過に対して指数関数的に減衰するとの知見が報告されている(4). そこで, ④教師による発話と⑤学習者の心的状態に対して減衰関数を適用した (詳細は(3)). 3.2 と同様の DNN でシミュレーションを行った結果, Accuracy 値は 0.950 程度の高い値に収束した (心的状態の持続モデルを考慮しない場合の値 (0.890 程度) と比較しても高い値). さらに, 3 層 NN と 4 層の DNN との場合を比較すると, DNN の方が NN に比較して, Loss 値の収束が顕著に早いことがわかった. この結果は, アプティマイザーによらず同様の結果となった. また, 学習係数の値の増加に伴って, この傾向はより顕著になるとの結果も得た.

以上より, 計測データをより実現象を近似するデータに加工することの有効性を知見として得ることができた.

4. 心的状態のリアルタイム提示の有効性

著者らは学習中の心的状態の推定をシステムによって支援し, 教師と学習者のより豊かな教授・学習活動を促進することを目的とし, Intelligent Mentoring System (IMS) (5) の開発を行っている. このシステムは, 学習者の注意履歴や課題得点を基にした従来の Intelligent Tutoring System に加えて, マウス速度や顔の動き, 生体情報などの学習中の何気ない動作から抽出される情報を用いて, 学習者の心的状態を推定し, 学習中の行き詰まりなどを推定する心的状態推定モデルからなる. 心的状態推定モデルでは, 学習中の学習者から取得された生体情報や教師の発話といった教授行為を入力として, その際の学習者の心的状態をリアルタイムに出力する. この入出力の関係は深層学習などの機械学習によって抽出する. 本システムが実現されることによって期待される効果は大きく二点ある. 一点目は教師に対しての効果, つまり教育支援における効果である. 本システムが推定した心的状態を教師に提示することで, 特にシステムと教師で推定した状態が異なる場合において, 学習者の心的状態推定過程を見直す機会を教師に提供する. これによって教師にとっても自らの心的状態推定の方略を改善することが期待される. 二点目は, 学習者に対しての効果, つまり学習支援における効果である. 学習者の心的状態をより適切に推定することができるになれば, 学習者の学習意欲の維持・喚起の足掛かりとなることが期待できる. これによって学習者の意欲的学習を促進することが期待される.

この学習器は, 学習者の脳血流・呼吸といった生体情報と, 説明や発問などの教師による発話を入力として, その時の学習者の心的状態を出力する. 現在, 学習中の学習者の感情 9 つに対する人間教師と本モデルの予測結果を比較した場合, 本モデル (約 76%) は人間教師 (約 24%) の予測結果を大きく上回る結果となった. また, 学習者がポジティブな状態なのかネガティブな状態なのかについても予測した結果, 本モデルでは高い予測精度が得られた (システム: 約 84%, 人間教師: 約 62%).

一方で, 本システムのような心的状態の推定支援を行うシステムの有効性を検証するために, リアルタイム処理を想定して, システムの結果を逐次的に手作業で教師にフィードバックする疑似システム (図 1) を用いたところ, 教師は学習者の心的状態がネガティブな状態であるとフィードバックされた際に「問題が簡単すぎると感じたためである」と解釈するという場面が観察された. このことから, システムが教師に気づきを与えるという点で有効性が期待される.

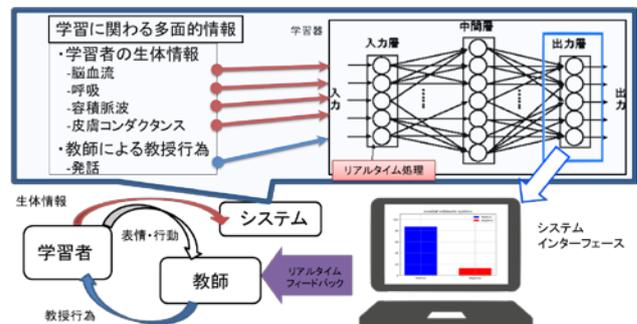


図 1 心的状態のリアルタイム提示のイメージ

5. 今後の課題

今回は被験者 1 名から得られたデータに基づいて議論を行っている. この知見の一般性については今後の重要課題である.

参考文献

- (1) K. AKEHANA, T. MATSUI: Association Rules on Relationships Between Learner's Physiological Information and Mental States During Learning Process, In Proceedings of HCI International (HCI2016), LNCS Vol. 9735, pp.209-219 (2016)
- (2) Pekrun, R., Goetz, Frenzel, A. C., Barchfeld, P. and Perry, R. P.: Measuring Emotions in Students' Learning and Performance: The Achievement Emotions Questionnaire (AEQ), Contemporary Educational Psychology, Vol.36, No.1, pp.36-48 (2011)
- (3) 松居辰則, 宇野達朗, 田和辻可昌: 心的状態の持続モデルを考慮した生体情報からの学習者の心的状態推定の試み.第 80 回先進的学習科学と工学研究会, B507-08, pp.44-49 (2017)
- (4) Steephan, J.: A computational model of affective adaptation and emotion dynamics, IEEE transactions on affective computing, 4(2), pp.197-210 (2013).
- (5) T. MATSUI, Y. HORIGUCHI, K. KOJIMA, T. AKAKURA: A Study on Exploration of Relationships between Behaviors and Mental States of Learners for Value Co-creative Education and Learning Environment, In Proceedings of HCI International(HCI2014), LNCS Vol. 8522, pp.69-79 (2014)

自己調整学習における学習計画の比較研究 –Self-Regulator 活用法の考察–

A Comparative Study on Planning in Self-Regulated Learning Settings:
Effective Usage of ‘Self-Regulator’

松田 岳士^{*1}, 加藤 浩^{*2}, 山田 政寛^{*3}, 合田 美子^{*4}, 齋藤 裕^{*5}, 宮川 裕之^{*6}
Takeshi MATSUDA^{*1}, Hiroshi KATO^{*2}, Masanori YAMADA^{*3}, Yoshiko GODA^{*4}, Yutaka SAITO^{*5},
Hiroyuki MIYAGAWA^{*6}

^{*1} 首都大学東京 ^{*2} 放送大学 ^{*3} 九州大学

^{*1}Tokyo Metropolitan University ^{*2}The Open University of Japan ^{*3}Kyusyu University

^{*4} 熊本大学 ^{*5} 富士電機 IT ソリューション ^{*6} 青山学院大学

^{*4}Kumamoto University ^{*5}Fuji Electric IT Solutions ^{*6}Aoyama Gakuin University

Email: mat@tmu.ac.jp

あらまし：本研究は、学習者自身が計画を立て、さらに、その計画を守ることを支援する機能を備えたシステム Self-Regulator の使用方法の違いが、学習者にどのような影響を与えるのかを検討するものである。具体的には、受講スケジュール登録期間と受講可能期間の設定が異なる3種類の授業において、学生の受講スケジュール登録時期や受講時期などを比較し、設定の相違が受講スケジュールの分布や受講行動に与えた影響から、システムの設定に合わせた支援方法を探る。

キーワード：自己調整学習、計画フェーズ、駆け込み受講、登録忘れ、受講忘れ

1. はじめに

非同期分散型の e ラーニングやモバイルラーニングは、学習者が自己都合に合わせて受講できるが、一方で、受講を継続するには、自己調整学習のスキル、特に適切な学習計画の立案とその遵守が重要である⁽¹⁾。報告者らは自己調整学習のうち、計画フェーズの活動支援を目的としたシステム、Self-Regulator（以下、SR）を開発し、駆け込み受講減少や学習の習慣化などの可能性を確認した⁽²⁾⁽³⁾。

本研究では、SR に受講予定を登録できる期間と実際に受講できる期間の設定に着目し、両期間が重複する程度が、計画登録行動と受講活動にどのような影響を与えるかについて考察する。

2. 研究対象・方法

2.1 研究の目的・方法

本発表では、SR の設定に応じて、学習者の計画登録行動や、登録される計画自体にどのような差異が生じるかを分析し、教員が SR をどのように用いるべきかを考察する。ここで受講計画のデータを検討する観点とは、以下の A、B の 2 点であり、念のため C も確認する。

A) いつ計画したか

学習者が受講計画を登録した時期の違いである。

B) どのような計画を立てたか

学習者が登録した計画の特徴である。

C) どの程度計画を守ったか

2.2 Self-Regulator

SR は、学習者自身が計画を立て、さらに、その計画を守ることを支援する機能を備えたシステムであり、自己調整学習の成功だけでなく、学習者の自己調整力育成も目的にしている。学習者の具体的な操作手順は、以下のようになる。

(1) 受講計画登録

教員が設定した期間内に自らの受講予定時間を登録する。受講予定を登録しなければ受講できない。

(2) リマインドメール設定

学習者自身に受講設定した時間を知らせる e メールを自動送付する時間を設定する。受講予定の何時間前にメールを送付するかを 1 時間刻みで 24 時間まで設定できる。事前通知が不要と考える学習者は、この機能を使わなくてよい。

(3) スケジュール確認・変更

登録された受講スケジュールを確認できる機能である。修正が必要な場合、受講予定時間の前であれば、1 回だけスケジュールを修正できる。

(4) 受講

登録した予定時間から 60 分以内に受講開始する。あるいは、リマインドメールを受け取ってから 60 分以内にも受講開始できる。

2.3 授業・SR の設定

SR の設定の違いがもたらした影響を 3 授業のログの分析結果から検討する。授業 A は、関東地方の公立大学で 2017 年度前期に、授業 C は、同大学で 2018 年度前期に開講された必修科目であり、どちらも 1 年生 24 名が受講した。授業 B は、中国地方の国立大学における教職科目の集中講義で 2017 年の 2 月中旬に 1 週間開講され、1 年生から 4 年生までの 27 名が受講した。どの授業も同一教員が担当した。

e ラーニングコンテンツはいずれも一本 15 分から 20 分程度の長さの VOD 教材で、反転形式を取っている授業の予習用として作成・配信された。授業 A において SR を使用した e ラーニングコンテンツは 15 本であり、スケジュール設定可能な期間が受講可能な期間のうち最初の 1 週間に限定されていたのに

表1 SRを用いた授業

授業	開講時期	受講者数	教材数	計画登録と受講期間
A	2017前期	24	16	受講期間序盤が登録期間
B	2月集中	27	10	完全重複
C	2018前期	24	18	両期間は別

対して、授業Cではコンテンツ18本で、登録可能期間の後に受講可能期間が配置されていた。授業Bの受講期間は授業開始(2月12日)までの約1か月に設定され、登録可能期間と同じであった(表1)。

3. 結果

3.1 計画を登録した時期

各授業はスケジュール登録可能期間が異なるので、まず、図1に登録可能期間をそれぞれ4分割した分布をまとめた。次に、スケジュール登録から実際に受講した時間までの間隔をみると、図2のようになった。なお、授業Cは開講中であるため、前半7本のみを集計である。

授業Aは最後にまとめてスケジュールを登録する割合が高く、授業Bは思い立った時にスケジュール登録して、そのすぐ後に受講するケースが多い。授業Cは受講スケジュール登録から、実際の受講までの間隔が空いているコンテンツが多い。

3.2 登録された計画

学習者を、①均等型(定期的に受講していく)、②先行逃げ切り型(受講可能期間の前半に4分の3以上受講する)、③駆け込み型(受講可能期間の第4四半期に4分の3以上受講する)、④不定型(決まったパターンがない)に分類し、そのうち②と③の割合を比較したところ、授業Aで②が27%、③が2%であったのに対して、授業Bでは②が存在せず、③が63%となり、駆け込み型が多くを占めていた。

3.3 受講状況

計画忘れもしくは受講忘れで、SR経由の受講ができなかったコンテンツ数と、のべコンテンツ総数に対するその割合、実人数をまとめたのが、表2である。登録期間と受講期間の重複が減るにつれて、登録忘れは減り、反対に受講忘れが増える傾向がある。(1)

4. 考察・今後の課題

以上の結果から、スケジュール登録可能期間と受講可能期間の重複度合いが低下するにしたがって、駆け込み受講が減り、スケジュール登録忘れが減る傾向がみとめられる一方で、受講自体を忘れる割合が増える傾向がみられた。したがって、今後はこのような現象の原因を探ると同時に、設定ごとの情報提供内容や学習者支援方法についてガイドラインを作成し、効果的なSR活用を進めたい。

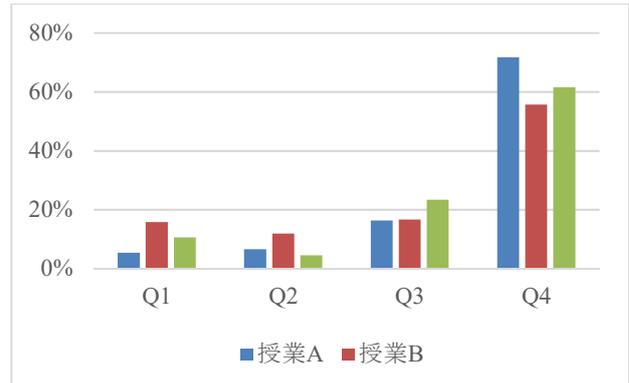


図1 スケジュール登録時期の分布 (Q: 四半期)

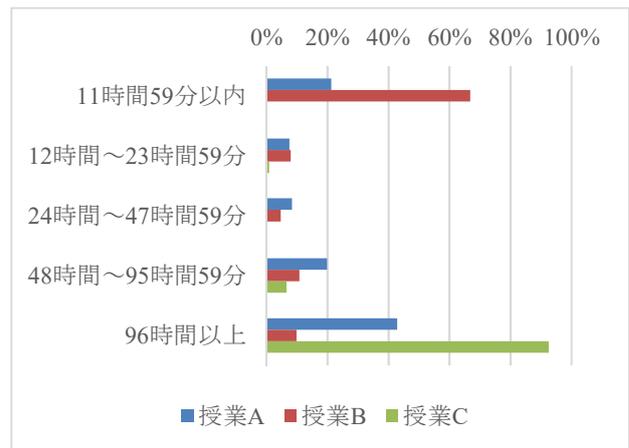


図2 スケジュール登録時間と受講時間の差分

表2 スケジュール登録忘れ・受講忘れ状況

授業	コンテンツ数※		人数	
	登録忘	受講忘	登録忘	受講忘
A	48	7	7	2
	17%	2%	29%	8%
B	42	14	6	4
	16%	5%	22%	15%
C	7	47	1	14
	4%	28%	4%	58%

※コンテンツ割合の母数は、人数×コンテンツ数

謝辞

本研究は、科学研究費(課題番号15H02935)の助成を受けた。

参考文献

- (1) 松田岳士, 山田政寛: “学習計画習慣の有無による eラーニングにおける学習行動の相違について”, 日本教育工学会論文誌 Vol.33, Suppl., pp.113-116 (2009)
- (2) 松田岳士, 山田政寛, 合田美子, 加藤浩, 宮川裕之: “自己調整学習を支援するセルフ・レギュレータの開発と形成的評価” 日本教育工学会論文誌, Vol.40, Suppl., pp.137-140 (2017)
- (3) 松田岳士, 加藤浩, 山田政寛, 合田美子, 齋藤 裕, 宮川 裕之: “自己調整学習を支援する Self-Regulator の開発と評価” 教育システム情報学会第42回全国大会予稿集, pp.165-166 (2017)

マルチクラウドによる教育支援環境のための適応的危機管理フレームワーク

Adaptive Crisis Management Framework for Educational Assistance Environment using Multi Cloud Platform

戸川 聡^{*1}, 金西 計英^{*2}

Satoshi TOGAWA^{*1}, Kazuhide KANENISHI^{*2}

^{*1} 四国大学情報処理教育センター

^{*1} Education Center for Information Processing, Shikoku University

^{*2} 徳島大学総合教育センター

^{*2} Center for University Education, Tokushima University

Email: doors@shikoku-u.ac.jp^{*1}

あらまし：大学などの教育機関では、LMS、各種 ePortfolio など、様々な教育支援システムが運用されている。今日の大学における教学活動は、これら教育支援システムの存在なくして円滑な運営は困難である。一方、災害復旧や減災の観点からクラウドの利活用が活発となっている。しかし、教学活動継続の障害となる危機は自然災害だけではない。起こりえる脅威の種類に応じた減災戦略の選択が重要である。本稿では、マルチクラウドを活用した教育支援環境の減災フレームワークを提案する。特に、緊急速報をトリガーとするマルチクラウドの適応的利用について検討する。

キーワード：マルチクラウド、教育支援システム、危機管理、緊急速報、適応的減災

1. はじめに

2011年3月に発生した東日本大震災と津波は、東北地方を中心に甚大な被害をもたらした。2016年4月に発生した熊本地震は震度7の地震が2度連続で発生するなど、観測史上初めての地震であった。我々が拠点を置く四国地方は、南海地震の発生が予測されている。土木学会は南海地震発生後20年間の経済的被害が1,410兆円に上る国難レベルの災害になるとの推計を発表している⁽¹⁾。

自然災害は地震と津波だけではない。2017年7月に発生した九州北部豪雨では、福岡県朝倉市の24時間雨量で545.5mmを記録した。これは、気象観測史上1位の観測値を記録するとともに、周辺地域に多大な土砂災害と洪水被害をもたらした。集中豪雨や洪水など、我々が日常的に遭遇する確率の高い自然災害においても激甚化が進んでおり、従来の想定を超えるシステム減災の枠組みが求められている。

災害に対する備えは必要不可欠である。東日本大震災以降、情報システムの災害復旧(Disaster Recovery, DR)と事業継続計画への取り組みが進んでいる。これは教育支援システムなくして教学活動継続が困難な大学も例外ではない。特に、反転授業のための学習教材がeラーニングで提供され、学習履歴から学習者のふるまいを紡ぎ出すラーニングアナリティクス実践のためには、LMSを含む教育支援環境の保全は必須課題と言える。

一方、DR環境実現のため大学においてもeラーニングへのパブリッククラウド適用が推進されている⁽²⁾。現時点で適用されるクラウド基盤はIaaSベースのものが主流であり、LMSを単に仮想マシンとして実装する事例が多い。これは、オンプレミスで構築されていた教育支援環境を、仮想マシン群で再

構築したに過ぎない。Amazon Web Servicesなどクラウド事業者が提供するデータセンターレベルや地域レベルでの冗長化により、提供されるクラウド基盤の可用性は高い。しかし、クラウドは万能ではない。特定クラウド事業者への教育支援環境の移行は、新たな単一障害点を生むことにつながる。

加えて東アジアでは安全保障に関する危機が危惧されている。2017年8月及び9月、朝鮮半島から発射された飛翔体は北海道上空を通過した。明確な意図の有無に関わらず、都市圏の情報通信網と送電網に重大な損害が発生した場合、クラウド事業者に構築したシステム自体が消失する危険性を孕む。つまり、パブリッククラウドへの教育支援環境の集中的移行自体が、当該環境損失のリスクとなり得る。

これまで我々は、クラウドを活用したeラーニング環境のシステム減災の枠組みを提案してきた⁽³⁾。そのなかで、スマートフォンで受信した緊急速報をトリガーとするマイグレーションの枠組みにつき検証を続けてきた。危機の多様化にともないDRの枠組みも変化しつつある。教育支援環境の減災には、脅威の種類に対応した適応的な減災戦略の実行が不可欠になったと言える。

そこで本稿では、マルチクラウドによるLMS減災フレームワークを提案する。特に、緊急速報と連動したシステム減災ポリシーの選択により、検知した危機に対応した減災戦略により、適応的なシステム減災の実現を目指す。プロトタイプシステムの概要を示し、評価実験結果について述べる。

2. 統合的危機管理フレームワーク

図1に、提案するLMSの適応的危機管理フレームワークの概要を示す。本フレームワークは、自大

学及び連携大学に構築されるプライベートクラウド基盤と、クラウド事業者が提供するパブリッククラウドサービスから構成される。LMSを含む教育支援環境は、基本的に自大学に構築されるプライベートクラウド基盤にて構築運用される。

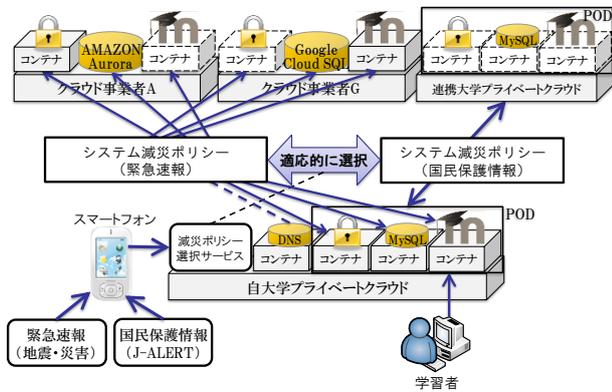


図1 危機管理フレームワーク

プライベートクラウド基盤に実装される減災ポリシー選択サービスには、スマートフォンを経由して緊急速報のメッセージIDが通知される。メッセージIDにより、受信された緊急速報が自然災害関連か国民保護情報関連か判定できる。自然災害に関連する脅威の場合、主としてクラウド事業者によるパブリッククラウドへの移行を減災ポリシーとして選択する。これは、自然災害に対するDR戦略として、クラウド事業者が構築するデータセンター冗長化が有効に機能すると判断するためである。また、巨大地震など壊滅的災害に被災した場合、自大学に構築したプライベートクラウド基盤そのものが消失する可能性が高い。この点からも自然災害への減災ポリシーとしてパブリッククラウド移行が有効と考える。

一方、国民保護情報への危機対応として、連携大学のプライベートクラウド基盤への移行をポリシーとして選択する。連携大学が大都市圏ではない前提下で、国民保護情報の対象となる脅威に対して、都市圏のデータセンターへ環境を移行しない方が、稼働確率を向上できると考えるためである。

これら、危機管理の対象となる脅威の種類に応じ、減災ポリシーを適応的に選択することで、学習履歴なども含む教育支援環境の保持を実効的に担保できると考える。

3. プロトタイプシステム

図2に、評価のため構築したプロトタイプシステムの構成を示す。プロトタイプシステムは、教育支援環境を保持するプライベートクラウド基盤と、パブリッククラウド事業者が提供するクラウドストレージサービスから構成される。プライベートクラウド基盤は、2つのプライベートクラウドファブリックから構成され、それぞれ自大学と連携大学のプライベートクラウド基盤を想定して運用される。減災ポリシーを制御するためのコントローラがプライベ

ートクラウド基盤に接続され、気象庁もしくは内閣官房から送信される緊急速報を受信するためのスマートフォンが接続される。

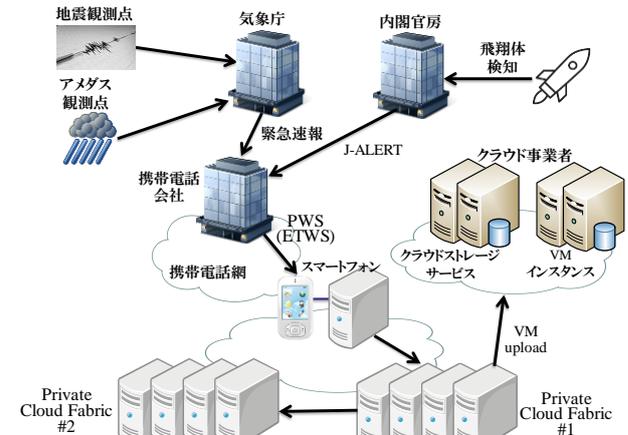


図2 プロトタイプシステム構成

4. 実験と考察

提案するフレームワークの有効性を検証するため、評価実験を行った。表1にプライベートクラウド基盤を構成するノードコンピュータの仕様を示す。

表1 ノードコンピュータ仕様

CPU	AMD Opteron 3250 HE (Quad Core)
DRAM 容量	16 Gbytes
HDD 容量	250Gbytes (SATA600)
OS	Ubuntu Server 18.04 LTS 64bit edition

緊急速報及びJ-ALERT通知メッセージは、スマートフォン内にてETWS (Earthquake and Tsunami Warning System) のメッセージを擬似的に生成し、危機発生のトリガーとした。この結果、プロトタイプシステム内で教育支援環境の保持が可能であることを確認した。

5. おわりに

本稿では、マルチクラウドによる適応的な教育支援環境減災フレームワークの提案を行った。プロトタイプシステムを構築し、システム減災ポリシーによる減災フレームワークの有効性を確認した。今後はシステム減災ポリシー選択アルゴリズムの洗練を行う。

参考文献

- (1) 土木学会レジリエンスの確保に関する技術検討委員会, "国難をもたらす巨大災害対策についての技術検討報告書", 2018年6月。
- (2) 国立情報学研究所, GakuNin Cloud, <https://cloud.gakunin.jp/>
- (3) S.Togawa, K.Kanenishi, "Disaster Recovery Framework for e-Learning Environment using Hybrid Cloud Computing and Crisis Alert", Proc. of the 10th International Conference of Education, Research and Innovation, pp.5672-5677, 2017.

数式オンラインテストの標準仕様 MeLQS に基づく問題実装

Implementation of Question Data based on MeLQS a Standard Specification for Math Online Test

吉富 賢太郎^{*1}, 川添 充^{*1}, 中原 敬広^{*2}, 中村 泰之^{*3}, 福井 哲夫^{*4}, 白井 詩沙香^{*5}, 加藤 克也^{*6}, 谷口 哲也^{*7}
 Kentaro YOSHITOMI^{*1}, Mitsuru KAWAZOE^{*1}, Takahiro NAKAHARA^{*2}, Yasuyuki NAKAMURA^{*3},
 Tetsuo FUKUI^{*4}, Shizuka SHIRAI^{*5}, Katsuya KATO^{*6}, Tetsuya TANIGUCHI^{*7}
^{*1}大阪府立大学, ^{*2}合同会社三玄舎, ^{*3}名古屋大学, ^{*4}武庫川女子大学, ^{*5}大阪大学,
^{*6}サイバネットシステム株式会社, ^{*7}日本大学
^{*1}Osaka Prefecture University, ^{*2}Sangensha LLC., ^{*3}Nagoya University, ^{*4}Mukogawa Women's University,
^{*5}Osaka University, ^{*6}Cybernet Systems Co., Ltd., ^{*7}Nihon University,
 Email : yositomi@las.osakafu-u.ac.jp

あらまし：我々は昨年、多様な数学 e ラーニングシステム間での問題共有を実現するための数学オンラインテストの問題データ標準仕様 MeLQS を提案した。今回、問題仕様書から実際に数式オンラインテストシステムへの実装を行うことで問題仕様書に基づく実装過程での課題を確認するとともに、実装仕様の構成要素や実装仕様書作成ツールの仕様を検討した。特に、問題生成や解答の正誤判定のアルゴリズムの記述ツールとして Blockly をベースとしたツールを開発することとし、アルゴリズムの記述に必要な数学的処理ブロックの選定を行い、実際にアルゴリズムの記述が可能であることをサンプルで確認した。

キーワード：数学オンラインテスト、標準仕様、コンテンツ共有

1. はじめに

我々は昨年、多様な数学 e ラーニングシステム間で問題共有を実現するため、数学オンラインテスト用問題データの標準仕様として、問題仕様(Concept Design)と実装仕様(Implementation Design)の2層で構成される MeLQS を提案し、問題仕様に準拠した仕様書作成ツールを Moodle 上で開発した⁽¹⁾。問題仕様は出題の意図や正誤判定・誤り内容判定の数学的判断基準をデータ化するものであり、実装仕様は問題仕様に基づいた出題と採点を多様なシステムに実装できるようにするため、問題仕様書の内容を手順化して記述するものである。2つの仕様の違いは、想定する読み手が、問題仕様は数学教員、実装仕様はシステムへの実装業者、という点にある。このため実装仕様では、多数の類題を生成するための乱数化の手順や入力された解答に対する採点アルゴリズムの具体的かつ明確な記述が要求される。

本発表では、(1)問題仕様書に基づく実装過程での課題を確認するため実際に問題仕様書から数式オンラインテストシステム(今回は STACK⁽²⁾を使用)への実装を行なった検証結果、および (2)実装仕様書作成ツールの仕様策定、の2点について報告する。

2. 問題仕様書からの実装

問題仕様書作成ツールで作成された問題仕様書(図1)だけでどこまで STACK への実装できるか、STACK の習熟度が違う複数名にて実験を行なった。

2.1 STACK 未習熟者の数学教員による実装

STACK 未習熟者の数学教員の場合、問題仕様書には記述されていない、問題をランダム化した場合の問題提示や解答判定のアルゴリズムを構築するのは難しくなかったが、STACK 特有の問題作成の作法や

細かい設定に戸惑いが多くみられた。結果として問題作成にはかなりの時間を要した。この教員は、この問題仕様書の作成者であり、普段から STACK 以外の数式オンラインテストで問題を作成している。

MeLQS Concept Design Data File.				ID:134
>分類 教科: 大学数学 コース: 線形代数				
>単元 空間内の直線・平面				
>問題名 平面の法線ベクトル				
>出題意図 空間内の平面の法線ベクトルの理解を確かめる。				
>問題文 次の平面の法線ベクトルを答えよ。 $2x - 3y + 5z = 8$ [解答欄] _____				
>正答例 $\begin{pmatrix} 2 \\ -3 \\ 5 \end{pmatrix}$				
>フィードバック				
No	条件	フィードバック	得点 (%)	備考
1	解答が零ベクトルでなく、かつ、x, y, zの係数を並べたベクトルに平行。	正解です。	100	
2	零ベクトルを答えている。	法線ベクトルは、平面に垂直な方向を表すベクトルです。零ベクトルは平面に垂直な方向を表しません。	0	
3	平面上の点を表すベクトルを答えている。	法線ベクトルは、平面に垂直な方向を表すベクトルです。平面上の点を表すベクトルは法線ベクトルではありません。	0	
4	法線ベクトルに垂直なベクトルを答えている。	法線ベクトルは、平面に垂直な方向を表すベクトルです。x, y, zの係数を並べたベクトルに垂直なベクトルは法線ベクトルではありません。定義をもう一度よく勉強しましょう。	0	
5	その他の誤り。	もう一度見直してみよう。	0	
>備考 2つのベクトル(ただし零ベクトルでないもの)が平行かどうかは、2つのベクトルを並べた行列の階数が1になるかどうかでチェックできます。大阪府立大学到達度評価システム登録問題より作成。				

図1 問題仕様書：平面の法線ベクトルを問う問題

2.2 STACK 習熟者の非数学教員による実装

非数学教員の STACK 習熟者が上記の教員と同じ問題を作成した場合、ランダム化のアルゴリズム構築は難しく、問題仕様書通りの固定化された問題のみの作成にとどまった。しかし、作成に要した時間は数分と非常に短い時間で作成することができた。

3. 実装仕様の構成要素

実装仕様書の主たる構成要素は「問題変数の設定と生成手順」、「問題文のテンプレート」、「解答欄と解答変数の設定」、「採点アルゴリズム」である。

「問題変数の設定と生成手順」では、後述の「問題文のテンプレート」において、乱数による類題生成のために問題文に埋め込まれる変数（以下「問題変数」）と各問題変数に代入される数値や数式の生成手順を問題仕様を満たすように指定する。指定の方法としては、与えられた変数値のリストからのランダム選択や指定条件を満たすランダム生成があるが、各問題変数の値を定めるための具体的手順がアルゴリズムとして与えられる。

「問題文のテンプレート」では、問題変数の位置指定を含む問題文のレイアウトを指定する。上述の生成手順に従って生成された問題変数の値が問題文のテンプレートに埋め込まれ、学習者に問題文として提示される。

「解答欄と解答変数の設定」では、解答欄のレイアウトおよび各解答欄に入力された値を格納する変数名（以下「解答変数」）が設定される。

「採点アルゴリズム」では、問題変数と解答変数の値を入力データとし、評価点と学習者へのフィードバックメッセージを出力とする手順が記述される。

4. 実装仕様書作成ツールの開発に向けて

実装仕様書作成ツールの開発にあたり、アルゴリズムの記述部分に関しては、ビジュアルプログラミングエディタ構築用ライブラリ Blockly⁽³⁾ をベースとしたツールを開発することにした。

Blockly によるアルゴリズム記述の可能性を検証するため、既存の線形代数の問題仕様書の内容を分析し、新たに追加が必要な数学的処理を表すブロックの確認を行なった。さらに、追加されたブロックにより、実装仕様書で利用されるようなアルゴリズムの記述が可能か、実際の問題仕様書に基づき検証を行った。図2は、図1の問題仕様書におけるフィードバックの項目の内容を、Blockly を用いて記述したものである。図2では、平面の方程式 $ax + by + cz = d$ に対して、ベクトル (a, b, c) を coef 、右辺の定数 d を const という問題変数で表し、解答変数（ベクトル値）を ans で表している。実装仕様書では、問題仕様書において数学的に記述された条件を、具体的に CAS に何をどのように計算させてどう判定させるかが明確になるようにアルゴリズムとして記述される。図1、図2の例では、問題仕様書（図1）でのフィードバック No.1 の条件のうち「解答(ans)が

x, y, z の係数を並べたベクトル (a, b, c) に平行」が、実装仕様（図2）では $\text{coef}=(a, b, c)$ として「ベクトル coef とベクトル ans を合わせて作られる 2×3 行列の階数（ランク）が 1 と等しい」とブロックを用いて記述されている。



図2 Blockly による採点アルゴリズムの記述例

5. まとめ

問題仕様書からの実装については、問題仕様書があることによって、数学教員ではなくとも数分で問題を作成することができたが、ランダム化のように数学的知識を用いて実装するには問題仕様書だけでは困難であった。数学教員の場合は手順の確立に問題はなかったが、実際のシステムの作法上の混乱は多くみられた。このことからランダム化を含む手順を明確に記載した実装仕様書、および各システム固有の特徴に依存しないデータ変換（エクスポート）機能の必要性がより明確になった。

また、実装仕様書の構成要素の確認と作成ツールの仕様策定を行った。特にアルゴリズムの記述に関して、Blockly をベースとするツールの有効性を、実際の例で記述し確認した。今後はこの結果に基づき、実装仕様書作成ツールおよび問題エクスポート機能の開発を進めて行く予定である。

謝辞

本研究は JSPS 科研費 16H03067 の助成を受けたものです。

参考文献

- (1) 吉富 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 の提案と仕様書作成ツールの試作”, 教育システム情報学会第 42 回全国大会予稿集, pp.447-448(2017)
- (2) STACK, <http://stack.maths.ed.ac.uk/>
- (3) Blockly – A library for building visual programming editors. <https://developers.google.com/blockly/>

講義コンテンツを用いた学習における学習者視聴行動分析 －小テスト誤答場面における講義コンテンツ視聴行動調査－

Learner Behavior Analysis of Learning Contents Viewing - Learner behavior survey on the Incorrect Answer Point -

矢部 智暉^{*1}, 卯木 輝彦^{*2}, 國枝 孝之^{*1}, 米谷 雄介^{*3}

Tomoki Yabe^{*1} Teruhiko Unoki^{*2} Takayuki Kunieda^{*1} Yusuke Kometani^{*3}

後藤田 中^{*3}, 藤本 憲市^{*3}, 林 敏浩^{*3}, 八重樫 理人^{*3}

Naka Gotoda^{*3} Ken'ichi Fujimoto^{*4} Toshihiro Hayashi^{*3} Rihito Yaegashi^{*1}

^{*1}香川大学 大学院工学研究科

^{*1}Graduate School of Engineering, Kagawa University

^{*2}株式会社イマジカ・ロボット ホールディングス

^{*2} Imagica Robot Holdings Inc.

^{*3}香川大学 創造工学部

^{*3}Faculty of Engineering and Design, Kagawa University

Email:s18g479@stu.kagawa-u.ac.jp

あらまし：近年，LA(Learning Analytics)と呼ばれる学習行動履歴情報を活用した学習データ分析技術が注目されている．これまでLAは，LMSやCMSに蓄積された情報の分析が中心で，講義コンテンツを用いた学習における学習者の視聴行動については，ほとんど分析されていない．本論文では，学習到達度測定法が学習者の講義コンテンツの視聴行動に与える影響と，小テスト誤答場面における講義コンテンツの視聴行動について調査した結果について述べる．

キーワード：e-Learning，講義コンテンツ，視聴行動，学習到達度

1. はじめに

近年，LA(Learning Analytics)と呼ばれる学習行動履歴情報を活用した学習データ分析技術が注目されている．これまでLAは，LMS(Learning Management System)やCMS(Course Management System)に蓄積された情報の分析が中心で，講義コンテンツを用いた学習において，学習者が講義コンテンツのどの部分をどのように視聴したかどうかなどの詳細な分析は，ほとんどおこなわれてこなかった．我々は，学習者の講義コンテンツの視聴を支援する講義コンテンツ視聴システムを開発した．(高田ほか 2016, 図 1)⁽¹⁾．

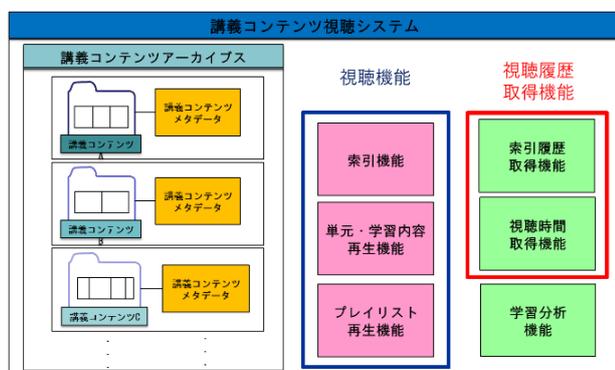


図1 講義コンテンツ視聴システム

我々が開発したシステムは，視聴履歴を取得する視聴履歴取得機能⁽²⁾を有している．講義コンテンツ視聴システムの視聴時間取得機能により，学習者が講義コンテンツのいつどの部分を視聴したかという情報が取得できる．

大学の講義は，一般的にシラバスに基づいて実施される．これは，講義コンテンツを用いたe-Learningでも同様である．学習到達度とは，シラバスに記載された到達目標を学生が達成しているかどうかを判断するための指標である．e-Learningで用いられる学習到達度測定法として，知識，理解，問題解決能力などを測定する小テスト（客観試験や論述試験）と，解析力，叙述力，論理性などを測定するレポートがある⁽³⁾．

本研究では，講義コンテンツを用いた学習における学習者行動分析をおこなった．本論文では，学習到達度測定法が学習者の講義コンテンツの視聴行動に与える影響と，小テスト誤答場面における講義コンテンツの視聴行動について調査した結果について述べる．

2. 講義コンテンツ視聴行動調査の概要

講義コンテンツ視聴行動調査は，2017年10月から2018年1月に被験者15名で実施した．被験者は，2種類の講義コンテンツを視聴し，それぞれにおいて異なる学習到達度測定法（小テスト，レポート）

を用いて学習到達度を測定する。講義コンテンツ視聴行動調査で使用する講義コンテンツは、それぞれ15分程度の講義コンテンツである。図2は、本研究で用いた講義コンテンツを示している。被験者は講義コンテンツの内容に関する知識を事前にできるだけ保有していないことが望ましいため、講義コンテンツに関する背景知識を有していない被験者を選別して調査を実施した。講義コンテンツ視聴による学習終了後、被験者を対象に視聴に対するヒアリング調査をおこなった。



図2 使用する講義コンテンツ

3. 講義コンテンツ視聴行動調査の結果

学習到達度測定法として、小テストを用いた場合とレポートを用いた場合に、視聴行動に大きな違いはみられなかった。しかし、学習到達度測定法の小テストを実施する前後で、学習者の視聴は2つの視聴パターン(視聴パターン1と視聴パターン2)に分類できることがわかった。被験者15名中9名(60%)は、小テストで誤答した箇所に関する場面(誤答場面)の再視聴をおこなった(視聴パターン1)。図3は、視聴パターン1に該当する被験者(Aさん)の、講義コンテンツ視聴履歴を示している。図3の視聴履歴において、赤丸で囲まれた部分は、学習者の小テスト誤答場面を示している。

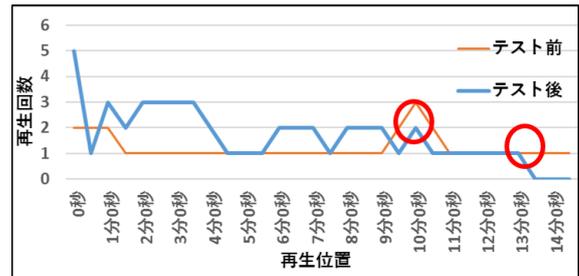


図3 視聴パターン1 (Aさん)

被験者15名中6名(40%)は、小テストで誤答した箇所があっても誤答場面の再視聴をおこなわなかった(視聴パターン2)。図4は、視聴パターン2に該当する被験者(Bさん)の講義コンテンツ視聴履歴を示している。図4の視聴履歴においても、赤丸で囲まれた部分は、学習者の小テスト誤答場面を示している。このことから視聴パターン2に該当する学習者は、講義コンテンツ内の誤答場面を再視聴していないことがわかる。被験者を対象に実施したヒアリング調査の結果、視聴パターン1、パターン2のどちらの学習者も、小テスト誤答場面の再視聴は重要であると考えているが、講義コンテンツ内から誤答場面を探索し、再視聴をおこなうことが負担となっており、誤答場面の見直しができていない学習者がいるという実態が明らかになった。

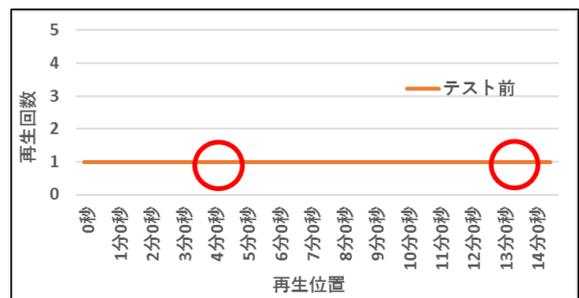


図4 視聴パターン2 (Bさん)

4. おわりに

本論文では、学習到達度測定法が学習者の講義コンテンツの視聴行動に与える影響と、小テスト誤答場面における講義コンテンツの視聴行動について調査した結果について述べた。現在、学習者に講義コンテンツの再視聴を促すシステムの開発を検討している。

謝辞

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

す。本研究は、イマジカ・ロボットホールディングス共同研究資金で実施された。

参考文献

- (1) 高田良介, 後藤田中, 藤本 憲市, 村井 礼, 林敏浩, 上之菌 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
- (2) Ryosuke Takata, Naka Gotoda, Toshihiro Hayashi, Hiroshi Murai, Ken'ichi Fujimoto, Rihito Yaegashi, “Methods to Measure the Achievement of Learning Using Lecture Contents”, eLmL 2017 : The Ninth International Conference on Mobile, Hybrid, and On-line Lear, pp.29-32, 19-23 March, 2017, Nice, France
- (3) 野本ひさ 成績評価法入門 -SPOD- 愛媛大学 : <https://www.spod.ehime-u.ac.jp/wp/wp-content/uploads/2015/02/%E8%B3%87%E6%96%99%E3%80%90%E8%BC%B0%E8%BC%A4%E8%BC%A6%E3%80%9117.pdf>

オンライン大学における初年次必修科目の 受講ペースと修学状況との関連

The Relationship between Learning Pace on the First Year Required Subject and Academic Status at Online University

安間 文彦*1

Fumihiko ANMA*1

*1サイバー大学 IT 総合学部

*1Faculty of Information Technology and Business, Cyber University

Email: fumihiko_anma@cyber-u.ac.jp

あらまし : 本研究では, 全ての科目が e ラーニングで開講されるオンライン大学において, 初年次必修科目の受講ペースの類似性に基づいた学習者分類と, その後の修学状況との関連について分析を行った. 各学生が各回の期限から何日先行して受講したかの履歴を用いて, k-means 法によるクラスタリングを行った. そして, 対象学生の 2 年経過後の修学状況と GPA を集計し, 成績によらず受講ペースのみで分類したクラスター別に傾向を確認した. その結果, 初年次科目の受講ペースは, その後のドロップアウトや成績不振を予測する上で有用な判断材料となりうる事が確認された.

キーワード : e ラーニング, 通信教育, 自己調整学習, 学習履歴分析, 学習者分類, 機械学習

1. はじめに

本研究では, オンライン大学における初年次必修科目の受講ペースと, その後の修学状況との関連を分析する. まず, 初年次必修科目の学習履歴から各学生がどのような受講ペースで履修したかに着目して受講ペース別にクラスタリングを行う. そのクラスターごとに 2 年経過後の取得単位数および GPA(Grade Point Average)を集計する. この結果を基に, 初年次科目の受講ペースからドロップアウトや成績不振が見込まれる学生を予測し, 効率的な履修指導や学習支援に活用することを目指す.

2. e ラーニング実践概要と今回の分析対象

2.1 e ラーニング実践の概要と分析対象科目

著者の所属するサイバー大学(以下, 本学)は全ての科目が e ラーニングで開講される通信制大学である. 2018 年 5 月現在, 約 2,500 名の学生が在籍し, 開講科目は 130 を超える. 今回, 学習履歴を取得した科目は, 初年次の専門基礎科目「IT のための基礎知識」である. 本学の専任教員がオムニバス形式で担当する全 15 回の講義科目である. 内容は情報工学基礎からプロジェクトマネジメントや経営分野など, 本学の専門分野全体の基礎となっている. 本学での e ラーニングによる学習習慣を身に付けるためのリテラシー的な位置づけであるため, 2・3 年次編入生も含め全学生の必修科目とし, 入学初学期の履修を強く指導している. 本科目の開講スケジュールは学期開始時に全授業回が一斉に配信される形式で, 各回の受講期限前であればいつ受講してもよい. 各回の受講期限後も期末試験が終了するまでは「遅刻」での受講(課題実施までを含む)が可能となっている. 「遅刻」の場合は, 各回に設置された課題の得点から 10%減点が課せられる. 春学期の場合, 4 月 1 週

目に全 15 回が開講され, 学生は期末試験終了の 8 月第 1 週まで期間内に, 各自のペースで受講する.

2.2 分析する学習履歴データ

今回は 2016 年度春学期の「IT のための基礎知識」履修者のうち, 1 度でも課題を実施した学生 390 名から 2016 年度春学期入学の正科生(編入学含む)272 名を対象として分析を行った. 受講ペースによる学習者分類を行うために, 「各回の課題実施日が受講期限より何日先行していたか」という値を用いる. 例えば, 第 1 回実施が受講期限より 10 日早い場合は +10, 5 日遅れた場合は -5 となる. なお, 期末試験終了まで課題が未実施の場合は, 一律 -120 で計算した. 各学生につき, 全 15 回の課題および期末試験の実施日と受講期限との差分の値が 16 個求まる. この 16 個の値を各学生の受講ペースのベクトルとして, この受講ペースの類似度により学生を分類する.

3. 受講ペースによる学習者クラスタリング

3.1 クラスタリング結果

前述の受講ペースベクトルについて, 統計解析ツール R で実装されている k-means 法によるクラスタリングにより分類を行った. クラスタ数は 8 つに指定して実行した結果, 特徴的な傾向がみられた. 以下に 8 クラスタの特徴と分類された人数(カッコ内は全体に占める割合)を示す.

(A) **ハイペース加速型**: 受講期限より常に 14 日以上先行して進め, 次の回まで 1 週間開けずに受講するためリードが広がる. 15 名(5.5%)

(B) **ハイペース安定型**: 10 日~14 日程度のリードを維持するし, 中盤以降は毎回 1 週間間隔で受講する. 33 名(12.1%)

(C) **平均ペース型**: 受講期限 5 日~7 日程度前の受講を維持する. 89 名(32.7%)

(D) 締め切り間際型：毎回、受講期限ギリギリで受講する。途中、何度か遅刻するなどペースが不安定な受講も含まれる。85名(31.3%)

(E) 中弛み型：序盤は受講期限内で受講するが、中盤に遅刻が増える。終盤には再び受講期限に間に合わせる。7名(2.6%)

(F) 終盤追い込み型：序盤は未受講で、中盤以降になって受講を開始する。最終的に期末試験まで到達しない場合もある。5名(1.8%)

(G) 中盤脱落型：序盤は受講するが、中盤～終盤に未受講になる。18名(6.6%)

(H) 序盤脱落型：早々に未受講になる。20名(7.4%)

3.2 クラスタリング結果と先行研究との比較

これまでも eラーニング学習者の受講ペースに基づいた学習者分類は多く行われている。従来の研究⁽¹⁾⁽²⁾では、締め切り直前に受講する先延ばし行動や締め切り重視のタイプが80%近く占めるという報告もされている一方で、竹生ほか⁽³⁾では通信課程と通学課程で開講する eラーニング科目において、社会人を主とする通信生が、通学課程の学生に比べて集中的に受講するタイプが多かったことが報告されている。本学も、学生の多くが社会人であるため、竹生らの分類による集中型に近い A,B や、締め切りよりも余裕を持って受講する C のようなタイプの割合が高くなっており、A~C で約 40% を占めている。

4. 受講ペースと修学状況との関連

次に、対象 272 名の入学から 2 年経過時点(2017 年度秋学期終了時)での単位取得状況と GPA を集計し、各クラスターの修学状況の傾向を分析した。A~H のクラスター別の「学期当たり平均単位取得数」と「GPA」の分布(箱ひげ図)を図 1, 2 に示す。図で箱の上端、下端がそれぞれ第三・第一四分位点で、箱内の横線が中央値である。また、箱の高さは全データの半数が含まれる区間となる。○印は外れ値である。図 1 に示すように、ハイペース型の A,B は平均取得単位数の中央値が共に 15.5 単位で、GPA も 3.8 台と順調に履修を継続している。本学は 2 学期制となっており、学期当たり平均 16 単位の取得ペースが 4 年内卒業の目安といえる。C の「平均ペース」型 89 名は、GPA 中央値が 3.5 と高く、取得ペースは 8 単位~16 単位の幅広く分布している。このクラスターは各自の履修計画に基づき 4 年~6 年卒業ペースで履修し、おおむね順調といえる。全体の 3 割を占める D の「締め切り間際」型 85 名については、平均取得単位数の中央値 12.3 単位、クラスターの半数が 6~16 単位内で幅広く分布している。GPA 分布は C と比較しても箱が全体的に下に伸びており、GPA 不振の学生が多い。D では履修する科目数が多いものの、不合格になっている科目も多い傾向がみられる。E, F, G, H になるといずれも平均取得単位の中央値が 8 単位以下、GPA も 2.0 以下と低くなっており、

やはり不合格の科目が多くなっている。今後、本科目の受講ペースが D~H に分類される学生には履修指導や学習方法に関する指導を早い段階で行う必要がある。

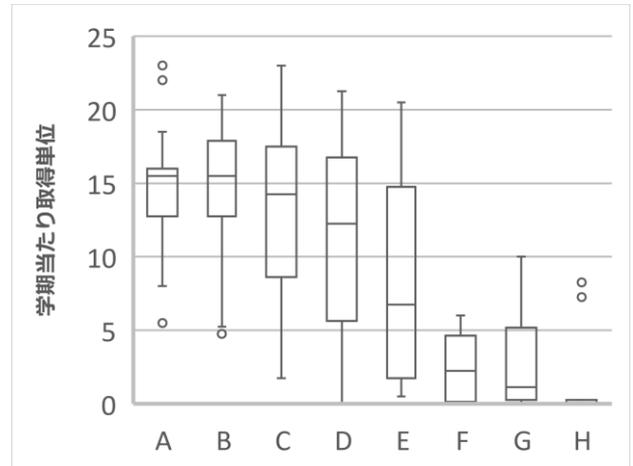


図 1 クラスタ別平均取得単位分布(学期当たり)

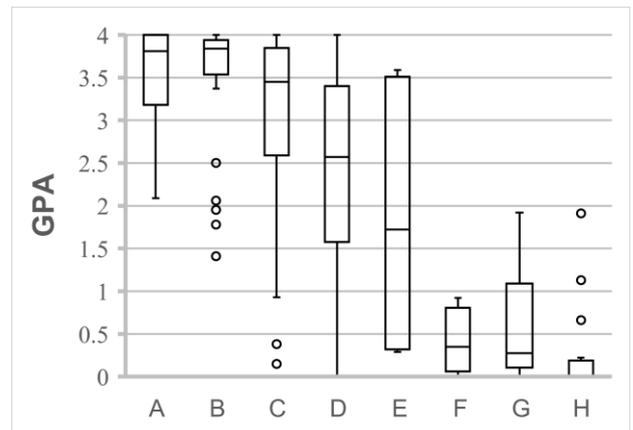


図 2 クラスタ別 GPA 分布

5. まとめ

今回は分析対象科目の受講ペースの履歴のみで、成績データは用いていないが、初年次科目の受講ペースごとに 2 年後の修学状況に傾向があることが確認できた。今後は、全体の約半数が分類される D~H のクラスターについて、学生の属性やその他の科目の学習履歴データなどから詳細に分析を行い、学生の特性や分類に応じた履修指導や学習支援を検討する必要がある。

参考文献

- (1) 向後千春, 中井あづみ, 野島栄一郎: “eラーニングにおける先延ばし傾向とドロップアウトの関係”, 日本教育工学会研究報告 JSET04-5, pp.39-44 (2004)
- (2) 合田美子, 山田政寛, 松田岳士, 加藤浩, 齋藤裕: “eラーニングにおける学習行動の分類”, 日本教育工学会第 29 回全国大会発表論文集, pp.867-868 (2013)
- (3) 竹生久美子, 辻靖彦: “eラーニング科目における受講ペースと成績との関連”, 日本教育工学会論文誌, 40(Suppl.), pp.153-156 (2016)

科目選択支援のための SDLRS に基づく成績予測に関する考察

A Study for Prediction of Academic Performance Based on SDLRS

近藤 伸彦^{*1}, 松田 岳士^{*1}, 渡辺 雄貴^{*2}, 重田 勝介^{*3}, 加藤 浩^{*4}

Nobuhiko KONDO^{*1}, Takeshi MATSUDA^{*1}, Yuki WATANABE^{*2}, Katsusuke SHIGETA^{*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} 東京理科大学教育支援機構

^{*2}Organization for Education Advancement, Tokyo University of Science

^{*3} 北海道大学情報基盤センター

^{*3}Information Initiative Center, Hokkaido University

^{*4} 放送大学教養学部

^{*4}Faculty of Liberal Arts, The Open University of Japan

Email: kondo@tmu.ac.jp

あらまし：学生が履修科目を選択する際に、従来のシラバス情報だけでなく、学生自身の特性と科目の特性とのマッチングをもとにした情報が示されれば、より充実した科目選択支援が可能になると考えられる。本発表では、そのような情報を示すための基礎研究として、自己管理学習のレディネス尺度 SDLRS に基づき機械学習の手法を用いて授業の成績を予測することを考える。実際のいくつかの授業における実験結果から、適当なアルゴリズムを用いれば一定の性能をもった予測ができる可能性が示唆された。

キーワード：科目選択支援、自己管理学習、SDLRS、成績予測、機械学習

1. はじめに

大学における履修科目選択は、多くの場合一定の自由度のもとで、学生の自己決定によりなされる。とくに初年次は一般に教養系の科目が多く、科目選択の幅が広いことが多い。学生個々に応じた適切な履修科目選択のためには適切な支援が必要であると考えられるが、履修指導の方法や質が大学によって大きく異なるなど、学生は不十分あるいは不適当な情報に基づいて、十分な検討を経ずに履修選択を行っていることも多いと考えられる。

これについて松田らは、学生の自己管理学習 (Self-Directed Learning, 以下 SDL) を支援するという観点から、SDL の Readiness Scale である SDLRS を用いて学生の科目選択支援を行うためのシステムについて検討している⁽¹⁾。ここでは、学生の有する SDL レディネスと授業が求める SDL レディネスとのマッチング情報、および成績分布や単位修得可能性などを提示することが学生の履修科目選択において有用であることが示唆されている⁽¹⁾。

本稿ではこれらをふまえ、科目選択支援のために SDLRS をもとにした成績予測を行うことについて考える。成績予測には機械学習の手法を使用し、実際のいくつかの授業におけるデータを用いた実験の結果をもとに、その適用可能性について考察する。

2. 科目選択支援と SDLRS

2.1 SDLRS

SDLRS は Guglielmino により開発された SDL のレディネス尺度として知られる⁽²⁾。SDLRS の日本語版は松浦らによって開発され、信頼性と妥当性も検討されている⁽³⁾。日本語版 SDLRS は 58 項目から構成

され、7 因子が抽出されている。各項目は、その内容が「全くあてはまらない」から「いつでもあてはまる」の 5 段階で回答されるものとなっている。本研究では、先行研究⁽¹⁾⁽⁴⁾と同様に、各因子に該当する質問項目のうち因子負荷量の高い項目をそれぞれ 1～3 項目抽出した合計 16 項目を用いる。表 1 に具体的な項目を示す。ここで、因子 I～VII は、I：学習への愛着、II：基礎学習技法の活用能力、III：学習に対する自己責任の受容、IV：探究心、V：学習における主体性、VI：エネルギーッシュな自己イメージ、VII：将来に対する前向きな姿勢、と命名されている。

2.2 SDLRS に基づく科目選択支援と成績予測

1 で述べたように、学生の科目選択等の支援を行うための要件として、SDL レディネスについての学

表 1 本研究で用いた SDLRS の項目 (*は逆転項目)

因子	項目 (番号は質問紙における順番を示す)
I	①学ぶことが好きだ
	②学べば学ぶほど、世界はおもしろくなる
	③学習は楽しい
II	②自分一人ではうまく学習できない ^(*)
	③他の多くの人達よりうまく自己学習ができる
	⑥クラスの中でも自分一人の時でも、効果的な学習ができる
	④自分が学ぶことについて責任を負うのは、自分以外の何者でもない
III	⑥もし私が学習しなくても、自分のせいではない ^(*)
	⑤自分の学習に責任を負うのは、自分であり他人ではない
	④いつもいくかどうかかわからない学習状況は好きではない ^(*)
IV	④いつも新しい方法を試すよりは、よく知られた学習方法どおりやる方がよい ^(*)
	⑤学習しようと思ったことがあれば、たとえどんなに忙しくても、そのための時間を作ることができる
V	⑦知る必要があることは、ほぼ何でも勉強することができる
	⑧私は、何事にも好奇心がおう盛だ
VI	⑨私は、何をやるにもユニークな方法を考え出すのが得意だ
	⑩将来について考えるのが好きだ
VII	⑩将来について考えるのが好きだ

生と授業のマッチング情報や、単位修得可能性などを表示することが科目選択において有用であることが示唆されている⁽¹⁾。これに関連して、SDLRS と成績の関係についての調査も行われている⁽⁴⁾。

本稿では、SDLRS に基づく質問紙調査の回答をもとに、履修前の時点における科目の成績予測がどの程度可能であるかを検討する。具体的にはこれを成績の高低を判別するパターン分類問題とみなし、いくつかの機械学習のアルゴリズムを用いたときのふるまいを検証する。

3. 数値実験

3.1 予測モデルの設定と実験環境

本実験では、予測モデルの説明変数として表 1 で示した 16 の項目を、目的変数として授業の成績を用いた。授業の成績は、成績の素点 (100 点満点) をある閾値によって High/Low の 2 値に離散化するものとした。本稿ではこの閾値を 60 点、70 点、80 点と 3 種類設定し、それぞれについて調べた。

実験は Weka 3.6.10⁽⁶⁾ を用いて行い、機械学習のアルゴリズムには代表的なものを複数用いた。本稿ではそのうちサポートベクターマシンとロジスティック回帰の結果について示す。

本実験は、ある大学の授業 A、別の大学の授業 B の 2 つの授業を対象とした。授業 A は 2015 年度後期および 2016 年度後期 (N=57)、授業 B は 2016 年度前期および 2017 年度前期 (N=41) のデータをそれぞれ用いた。授業 A、B はいずれも授業ごとに例年同一の内容で実施されている。

3.2 実験結果

分類性能は 5-fold cross validation により評価した。評価指標は、誤分類しない割合である適合率と、正解が正しく分類されている割合である再現率を用いた。表 2~5 に実験結果を示す。

紙面の都合上一部しか示せないが、機械学習のアルゴリズムによって結果は大きく異なる。また授業によっても予測結果が異なる。これは授業によって求められる SDL レディネスが異なり、また成績評価基準が異なることから当然に予想される結果である。

High/Low を分ける閾値の設定によっても分類性能は変化する。たとえば閾値が高くなるほど High クラスの適合率・再現率はともに低くなる一方、Low クラスの適合率・再現率は高くなる傾向にある。逆に閾値が低ければ High クラスの適合率・再現率は高く、Low クラスの適合率・再現率は低くなる傾向がある。ただしその傾向に外れる結果もあり、たとえば表 3 においては閾値を 60 点にしたとき、適合率は High クラスで 0.933、Low クラスで 0.500 となっている。つまり、High と予測すればほぼ正解、Low と予測すれば半数は正解することになる。

サンプルサイズが小さいため引き続き検証が必要であるが、適当なアルゴリズムと閾値を用いれば、成績の高低を一定の性能をもって予測可能であることが示唆される。

表 2 予測結果 (授業 A, サポートベクターマシン)

閾値	High クラス			Low クラス		
	N	適合率	再現率	N	適合率	再現率
60 点	48	0.870	0.979	9	0.667	0.222
70 点	44	0.772	1.000	13	0.000	0.000
80 点	35	0.673	0.943	22	0.750	0.273

表 3 予測結果 (授業 A, ロジスティック回帰)

閾値	High クラス			Low クラス		
	N	適合率	再現率	N	適合率	再現率
60 点	48	0.933	0.875	9	0.500	0.667
70 点	44	0.860	0.841	13	0.500	0.538
80 点	35	0.649	0.686	22	0.450	0.409

表 4 予測結果 (授業 B, サポートベクターマシン)

閾値	High クラス			Low クラス		
	N	適合率	再現率	N	適合率	再現率
60 点	37	0.902	1.000	4	0.000	0.000
70 点	32	0.789	0.938	9	0.333	0.111
80 点	24	0.590	0.958	17	0.500	0.059

表 5 予測結果 (授業 B, ロジスティック回帰)

閾値	High クラス			Low クラス		
	N	適合率	再現率	N	適合率	再現率
60 点	37	0.914	0.865	4	0.167	0.250
70 点	32	0.828	0.750	9	0.333	0.444
80 点	24	0.684	0.542	17	0.500	0.647

4. おわりに

本稿では、科目選択支援のための基礎調査として、SDLRS を用いた機械学習による成績予測について実験的に検討した。信頼性を高めるため今後さらに検証を進めるとともに、授業の求めるレディネスと予測性能との関連などについても検討を進めたい。

謝辞

本研究は JSPS 科研費 JP16K16331 および JP16H03082, ならびに JP17H01998 の助成を受けた。

参考文献

- (1) 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)
- (2) L. M. Guglielmino, 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, 近藤伸彦, 加藤浩: “科目選択支援に SDLRS を用いるシステム開発のための基礎研究—成績との関係の検討—”, 日本教育工学会研究報告集, JSET17-1, pp.63-68 (2017)
- (5) Weka 3: Data Mining Software in Java: <http://www.cs.waikato.ac.nz/ml/weka/> (参照 2018.6.12)

大学情報リテラシーのためのルーブリック評価表と その支援ツールの開発

Development of A Rubric and Supporting System for Information Literacy in University

林 康弘^{*1}

Yasuhiro HAYASHI^{*1}

^{*1}武蔵野大学 経済学部

^{*1}Faculty of , Musashino University

あらまし：本実践研究では、大学情報リテラシーのためのルーブリック評価表を独自に開発し、実際の授業において、それを用いて学生に自己評価を実施させた。実施結果に基づき、教員がルーブリック評価表を作成でき、学生による自己評価とアンケートの実施、集計を行える機能群を有する Web ベースルーブリック評価支援ツールを開発した。本ツールを用いたルーブリック評価の実施結果から本支援ツールの有効性を示す。

キーワード：ルーブリック、情報リテラシー、支援ツール、テンプレート

1. はじめに

実習系の授業においては、学生の技能を試験により数量的に評価するだけでは、不十分である。このため、学生の技能をより詳細に把握するために、ルーブリックにより質的に評価するアプローチが行われている。ルーブリックは、学生が習得すべき技能をいくつかの評価項目に分け(行)、さらにその項目を到達度合いに分けて(列)、示される評価表である[1]。ルーブリックの作成において、評価項目数や学生数が多い場合、その作成、教師または学生による評価の実施、集計が困難になる。支援ツールがあれば、ルーブリックの作成・実施・集計はもとより、評価項目の変更、複数回の実施、集計および学生への返答も容易となる。

本実践研究では、筆者はこれまでに大学において学生の情報リテラシーを評価するためのルーブリック評価表の作成・実施・集計を行ってきた[2]。この取り組みでは、ある大学における複数の学部的一年生を対象にルーブリック評価を行ったが、上記の事項が課題となった。今回、Web ベースのルーブリック評価支援ツールを開発した。本ルーブリック評価支援ツールは、ルーブリックの作成・編集機能、アンケート作成・編集機能、利用学生の登録・削除機能、ルーブリック評価のためのフローチャート表示機能、利用学生によるルーブリック評価回答機能、利用学生によるアンケート回答機能、回答されたルーブリック評価集計機能、回答されたアンケート評価集計機能を有する。

本稿ではこれまでに行った大学情報リテラシーのためのルーブリック評価表の取り組みとその成果、および、本ルーブリック評価支援ツールについて述べる。発表では、本ツールを用いたルーブリック評価の実施結果から本支援ツールの有効性を示す。

2. 大学情報リテラシーのためのルーブリック評価表

2.1 ルーブリック評価表の作成

昨年度、筆者は他大学の情報教育を担当する教員らとのディスカッションを複数回行った[4, 5]、学生が最低限身に付けるべき ICT 活用能力群を示した情報教育ルーブリックを作成した[2]。作成された情報教育ルーブリックは表 1 に示される。作成手順は以下の通りである。

(作成手順 1) 知識集の作成

(作成手順 2) 知識集に基づくルーブリックの作成

(作成手順 3) 作成されたルーブリックの改善

(作成手順 1) では、筆者は大学一年生が主に履修する従来型リテラシー（コンピュータおよび Office の基本操作や情報倫理）の教育内容を知識集として、大・中・小項目の 3 段階、全 62 項目に分類した。知識集は表 2（本稿最後のページ）に示される。学生がルーブリックの説明内容を理解しやすいように、知識集には関連キーワードが含まれる。

(作成手順 2) では、知識集から重複または従属する知識を取り除き、評価項目は構成された。

(作成手順 3) では、評価する者の負担を考慮し、数回の評価項目の見直しが行われ、最終的に情報教育ルーブリックは全 23 項目 4 段階の到達度合いを評価するものとした。

さらに、学生が本ルーブリックを用いて PC や Office 操作および情報倫理の理解について自己評価しやすいようにするために、以下 3 つの工夫が行われた。

(工夫 1) 学生が判断しやすい 4 段階表現と数値化

(工夫 2) 評価用フローチャートの用意

(工夫 3) 平均点の算出と直感的理解を促す目安の設定

(工夫 1) では、実際の演習における学生同士のやりとりの状況を鑑み、4 段階は以下の通り表現・数値化される。

- ・他人に教えられるくらいスゴイ = 3 点
- ・自分一人で解決できる = 2 点

・他人のサポートがあれば解決できる = 1 点
 ・他人のサポートがあっても解決できない = 0 点
 (工夫 2) では、学生が視覚的に評価内容を判断して、Yes/No により迅速に評価を行えるようにするため、筆者は評価内容をフローチャートに置き換えた (図 3)。

(工夫 3) では、学生による評価結果の数値は全て足し合わされ、項目数で割られた平均点が算出される。この平均点に基づき、教員は学生に彼ら一人一人の能力を以下の通り目安として説明する。

- ・ 3 点に近い場合 = 情報系
- ・ 2 点周辺 = 情報系を除く理工・医・看護系
- ・ 1 点周辺 = 文系

2.2 ルーブリック評価の実施と公開

これまでに、作成した情報教育ルーブリックを用いて、ある大学のコ・メディカル分野 (理学療法・作業療法・スポーツ) においてルーブリック評価を行った。情報系科目 (コンピュータ実習 1) の期末に実施した結果は、平均が 1.4 であった。また、アンケートを通じて、ルーブリック評価により学生の内発的動機づけにつながる可能性を示した。

さらに、作成されたルーブリック評価表を他の教育機関でも利用可能とするためにインターネット上に公開した。

3. ルーブリック評価支援ツールの開発

本システムは Web ベースのルーブリック評価支援ツールである。ルーブリック評価の実施に当たっては、ルーブリック評価表とアンケートの作成、評価実施のためのユーザ管理と関連ファイルの表示、ルーブリックとアンケートの回答集計が行われる。このため、これらの要件を必要十分に満たすために、本システムは以下の機能群を有する。

認証・ロール機能: 教員、学生がシステムにログインでき、ユーザのロールに基づく画面遷移を行える。
パスワード変更機能: 教員、学生がシステムにログインするためのパスワードを変更できる。

ルーブリックの作成・編集機能: 教員が科目のルーブリックを作成・編集できる。評価段階を 3-5 に設定できる。評価項目を複数設定できる。

アンケート作成・編集機能: 教員が科目のアンケートを作成・編集できる。設問は自由記述のみである。

利用学生の登録・削除機能: 教員がルーブリックとアンケートに回答できる学生を登録・削除できる。

添付ファイル表示機能: 教員がルーブリック評価のためのフローチャートが記載された PDF ファイルを表示できる。

利用学生によるルーブリック評価回答機能: 学生が教員により示されるルーブリック評価に回答できる。

利用学生によるアンケート回答機能: 学生が教員により示されるアンケートに回答できる。

回答されたルーブリック評価集計機能: 教員が回答された評価の平均値、個々の回答を確認できる。

回答されたアンケート評価集計機能: 教員が回答された個々のアンケート内容を確認できる。

本システムの基本的なデータベーススキーマおよびシステム画面キャプチャは図 1, 2 に示される。実装のためにプログラミング言語として PHP, リレーショナルデータベースとして PostgreSQL, CSS3 ライブラリとして Bootstrap を用いた。

開発したシステムは小規模のゼミ等で利用され、ユーザからコメントをもらい、適宜改善が図られている。

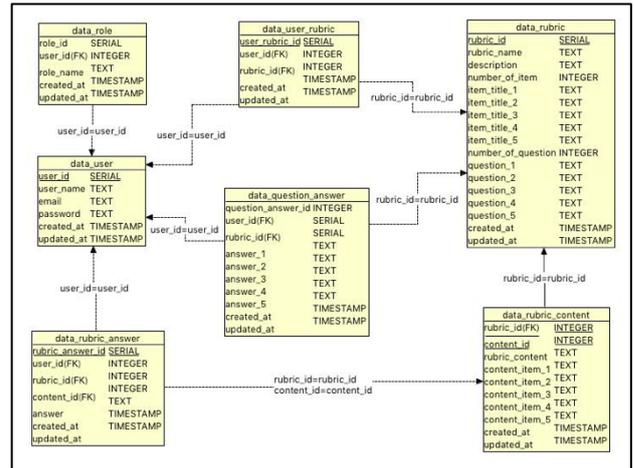


図 1 基本的なデータベーススキーマ



図 2 システム画面キャプチャ

4. まとめと今後の課題

教員がルーブリック評価表を作成でき、学生への自己評価とアンケートの実施、集計を行える機能群を有する Web ベースルーブリック評価支援ツールを開発した。本ツールを用いたルーブリック評価の実施結果から本支援ツールの有効性を示す。

今後、開発したシステムを他教育機関でも利用可能とし、逐次、機能改善を図る。

参考文献

- (1) Dannelle D.Stevens, Antonia J. Levi: "Introduction to Rubrics: An Assessment Tool to Save Grading Time, Convey Effective Feedback, and Promote Student Learning", Stylus Pub Llc, 2012.
- (2) 林 康弘, 安田秀喜: "コンピュータ演習におけるルーブリック評価の導入," JSiSE 2017 年度 第 2 回研究会 ICT を活用した学習支援と教育の質保証, 2017.

大学の産学連携型PBL科目におけるルーブリック評価の開発 －学生の「振り返り」に着目して－

Development of Rubric evaluation in university's industry-university collaborative PBL subjects -Focusing on student's "reflection"-

今西正和

Masakazu IMANISHI

法政大学大学院キャリアデザイン学研究所

Hosei University Graduate School of Career Studies

Email: masaima2@ybb.ne.jp

あらまし：本稿では、産学連携型PBL科目を実施している大学の教員への聞き取り調査によって、振り返りに着目したルーブリックを開発した。そして、その過程において、教員が考える「学生の良い振り返り」を明らかにした。そして、開発したルーブリックを使って、授業評価を行った。

キーワード：リフレクション、ルーブリック、グループワーク評価

1. 問題と目的

近年、大学教育において地域や企業と連携をし、体験を通じて学ぶ教育方法の重要性が高まっている。これらの教育方法は、学生の学習意欲の向上や、目的意識を持った自立的な学習者の育成につながる（河井・木村 2013）という点で大学教育に導入する意義が大きい。高橋ら（2015）は、学生の学習意欲の向上について、授業外学修時間や学生の意識と行動の変化をアンケート調査によって明らかにしている。しかし、目的意識を持った自立的な学習者の育成につながったかどうかを検証しているとは言えない。そこで、本稿では、1年次前期の正課の授業で企業と連携して実施しているPBL科目（以下、産学連携型PBL科目）を調査対象として、学生の振り返りに着目したルーブリックを開発し、目的意識を持った自立的な学習者の育成につながっているかどうかの検証を行う。

2. 調査対象のカリキュラムについて

調査対象の産学連携型PBL科目は、「自分から動く自立的・主体的な力を養うこと」を授業目標に掲げている。そのカリキュラムは、図表1の通りである。学生が5～7人でチームを組み、前半と後半で二つの企業から出される課題に取り組む。一つの企業から提示される課題に、6週間（6コマ）で取り組み、最終回では課題解決策を、チーム毎に企業にプレゼンテーションする。また、二つめの企業でチーム変えをして、自分の力を自覚するために複数の役割を経験させている。最終プレゼンテーション後には振り返りの時間を十分に取る。常に自分の考えを言語化・意識化させ、チーム内で共有することによって、学びをより深めることを狙っている。15コマ目の授業では、学部のシラバスを説明し、この授業で取り組んだような課題解決力を身に付けるためには、どのような科目を履修すればよいか、実践

力を補強する知識を学べる科目はどの科目であるかを伝えて、2年次以降の履修イメージを持たせるようにしている。

図表1 カリキュラム

【授業目標】自分から動く自立的・主体的な力を養うこと

	コマ	企業参加	内容
	1		マインドセット・ビルディング*
企業事例A	2	○	企業Aからの課題提示
	3		グループ活動（情報収集）
	4	○	中間発表（企業への一次提案）
	5		グループ活動（議論）
	6		グループ活動（準備）
	7	○	プレゼンテーションと講評（企業A）
	8		前半の振り返り・チーム再編
企業事例B	9	○	企業Bからの課題提示
	10		グループ活動（情報収集）
	11	○	企業への一次提案
	12		グループ活動（議論）
	13		グループ活動（準備）
	14	○	プレゼンテーションと講評（企業B）
	15		全体の振り返り

3. 調査方法および結果

1年次前期の正課の授業で、産学連携型PBL科目を実施している首都圏の私立A大学の教員に、非構造化面接（インタビュー）1時間半程度を3回行った。ルーブリックの作成は手間がかかることから、調査協力者の負担軽減を図るため、次のような手順で進めた。1回目は、授業の目的、到達目標、振り返りの内容と方法について、ヒアリングと進め方の打ち合わせを行った。その後、学生の振り返りレポ

ートのデータ（※個人情報情報を消去，整理番号と回答データのみ）を提供していただき，筆者の方で整理・分析を行った。2回目は，学生の振り返りレポート（図表2）30件のデータ分析を参考にしながら，教員から「学生の良い振り返り」のヒアリングを行った。そして，ヒアリングで書き起こしたテキストデータを参考にして，ルーブリック（案）を作成した。3回目は，作成したルーブリック（案）をもとに，評価観点と評価基準を中心に教員からインタビューを行った。

このようなプロセスによって，「学生の良い振り返り」と「そうでない振り返り」を評価するルーブリック（図表3）を開発した。なお，ルーブリックの作成は，ステューブンスとレビ（2014）を参考にした。

作成したルーブリックから，振り返りレポートを見て，授業での学びについて抽象的概念化ができていないか，その学びを今後の学生生活に生かそうと考えているかを評価していることがわかる。つまり，目的意識を持った自立的な学習者の育成につながっているかどうかは，学生が経験学習サイクルを回すことができているかがポイントとなる。

今年度の授業について，開発したルーブリックで授業を評価すると，授業での学びについて，「具体的な状況や体験を書いて，そこから他の場面でも応用できる教訓を明確に言語化できている」学生は6人，「抽象化した学びを，新しい具体的な状況に適用しようとしている」学生は5人，「適用する場面が，大学内だけでなくそれ以外にも広がっており，かつ，

具体的な状況が書けている」学生は1人であった。図表4は，3つの評価観点でレベル3と評価された学生のレポートである。

4. 今後に向けての課題

教員，SA等がどのような関わり方をするのが，学生の「経験を学びに変換すること」に有効なのか，を明らかにしていきたい。

なお，開発した振り返りルーブリックは，能動的な学習の評価ツールとして，他の授業での活用も示唆される。具体的には，地域の課題に取り組むPBLでの活用やインターンシップの振り返りの授業等での活用が考えられる。それ以外の授業においても，グループ活動における振り返りの支援ツールとして使うことが考えられる。

参考文献

- (1)ダネル・ステューブンス，アントニア・レビ（2014），『大学教員のためのルーブリック評価入門』玉川大学出版部
- (2)河井亨，木村充（2013），「サービス・ラーニングにおけるリフレクションとラーニング・ブリッジングの役割：立命館大学「地域活性化ボランティア」調査を通じて」『日本教育工学会論文誌』36（4），pp.419-428.
- (3)高橋勇二，井上英史，平山 恭子（2015），「応用生命科学分野における「産学協同 PBL 講座」初年次教育実施の試み」『東京薬科大学研究紀要第18号』，pp.43-49.
- (4)山川肖美（2004）「経験学習-D・A・コルブの理論をめぐって」『生涯学習理論を学ぶ人のために』世界思想社，2004年，pp.141-169.

図表2 振り返りレポート

- Q1. この授業で学んだことは何ですか？
Q2. それは、あなたにとってどのような意味があるのですか？
Q3. この授業で学んだことを、今後、どのように生かしたいですか？

図表3 振り返りルーブリック

【定義】学生の授業での学び（振り返りレポートに書かれている内容）を評価するルーブリック

評価観点	レベル3	レベル2	レベル1
①授業での学びについて，抽象的概念化ができていいるかどうか。（教訓を引き出せているか）	授業での学びについて，具体的な状況や体験を書いて，そこから他の場面でも応用できる教訓を明確に言語化できている。【6】	授業での学びについて，具体的な状況や体験を書かずに，抽象化している。他の場面では応用が効かない個別性の高い教訓に留まっている。【22】	授業での学びについて，具体的な状況や体験しか書けていない。感想，思い出レベルの記述である。【2】
②抽象的概念化した学びを，新しい状況に適用しようとしているかどうか。	抽象化した学びを，新しい具体的な状況に適用しようとしている。【5】	抽象化した学びを新しい状況に適用しようとしているが，その状況が具体的でない。【21】	抽象化した学びを新しい状況に適用しようと考えていない。【4】
③新しい状況に適用しようと考えている範囲の広さと内容が具体的かどうか	適用する場面が，大学内だけでなくそれ以外にも広がっており，かつ，具体的な状況が書けている。【1】	適用する場面が，大学内だけでなくそれ以外にも広がっているが，具体的な状況は書けていない。【13】	適用する場面は，大学内のみである。【16】

※【】内の数字は，学生の振り返りレポートをレベル別に集計した評価した結果である。

図表4 学生のレポート（3つの評価観点がすべてレベル3）

- A1：班の活動において，協調性が人間関係にどれだけ重要かを学びました。
A2：協調性に関して，周りの人を理解することで視野が広がり，新しい価値観を知ることができると思います。
A3：グループ活動で生かしていきたいです。とりあえずやってみようという前向きな気持ちをグループの人達にも影響を与える取り組み方をしていきたいです。また，授業内だけでなくアルバイトの人間関係においても，この授業で学んだ協調性を生かして，良い人間関係を築いていきたいです。

KPT 日報を活用した PBL 振り返りの実践

Practice of PBL Reflection Based on KPT Daily Report

岩見 建汰^{*1}, 伊藤 恵^{*2}, 大場 みち子^{*2}

Kenta IWAMI^{*1}, Kei ITO^{*2}, Michiko OBA^{*2}

^{*1} 公立はこだて未来大学大学院 システム情報科学研究科

^{*1}Future University Hakodate, Graduate School of Systems Information Science

^{*2} 公立はこだて未来大学

^{*2}Future University Hakodate

Email: g2117009@fun.ac.jp

あらまし：本研究は PBL (Project Based Learning) における振り返りをより良くすることを目的とする。そのために、学生らが記述した KPT (Keep: 良かったこと, Problem: 良くなかったこと, Try: 挑戦したいこと) 日報を分析し、その結果を振り返り時に提示する。振り返り時に提示する情報は何か効果的なのかを探るために、KPT 日報を活用した振り返りを実践した。その結果、学生らが発見に苦労している未解決の Problem や未実践の Try を探すことを支援しつつ、自身の記述と関連付けを行い、派生して物事を考えるきっかけを与える仕組みが効果的である可能性が高いことがわかった。なお、本研究は 2016, 2017 年度に渡って実施しており、それらのうち 2017 年度の結果を本稿にて報告する。

キーワード：PBL, 振り返り, KPT

1. はじめに

PBL は実践的教育として注目されており、様々な大学で取り組まれている。特に、「振り返り」が重要視されている。今日までに PBL における振り返りや学習者のテキストデータを分析した研究が盛んに行われてきた。前者に関して、松原らは「KPT」と問題解決のための解析手法である「なぜなぜ分析」を組み合わせて、新たな振り返りである「KWS」を提唱している⁽¹⁾。後者に関して、小柳津は学習者に振り返りミニレポートを記述してもらい、プロジェクトの経験を重ねるごとに意識がどのように変化していったのかを把握することを行っている⁽²⁾。

本研究は、学生らのテキストデータを分析し、そこから得られた情報を振り返りに活かすことを行い、振り返りにおける新たな手段の提案を目指す。

本稿では、著者らが以前に行った学生らが KPT についてどのような認識を持っているか、自身の KPT を認識しているかを把握することを狙いとした個人振り返り⁽³⁾を実施した後のより詳細な調査の結果報告をする。

2. 研究対象

2.1 プロジェクト学習

本学のプロジェクト学習の目的は、実社会で役立つ力を養成することである。対象は学部 3 年生である。異なる学科・コースの学生が混じり合ってチームを形成し、問題の発見、解決、報告に通年で取り組む必修科目である。活動は週 2 回の計 6 時間実施する。

2.2 プロジェクト学習における週報とその実態

その週の活動報告として図 1 に示す「週報」を LMS (Learning Management System) に提出する。週報の

記述は「活動内容」「教員からの指示アドバイス」「次週の課題」の 3 項目に基づいて行う。週報の提出は義務付けられているが成績には直結しない。記述内容の量や質だけでなく提出に関しても明確なルールが存在せず、伊藤ら⁽⁴⁾も述べているように形骸化していると言える。

2.3 被験者

被験者は 2017 年度にプロジェクト学習を受講した学部 3 年生のうち 3 チーム 14 名 (うち 2 チームは各 5 名, 他 1 チームは 4 名) であった。

活動内容:

- 複数バージョンを作成するにあたり気をつけることについて
- 勉強会で学んだことを自分のチームにどう活かすかについて
- アプリを作るにあたっての基礎知識
- 週報と報告書の書き方や強め方について
- チームごとにリスク分析の結果を発表
- 南部先生による懇話会開催
- 5月16日のフィールドワークについての告知
- Swift言語とXcodeの使い方
- Gitの勉強会 (リモートリポジトリ)
- 余った時間でグループ活動をした (以下詳細)
- フィールドワークを行うにあたり、本吉内に観光したら何を観るかを直感的に調べてみんなでも共有した
- フィールドワークの持ち物や動き、どういった記録を残すかを共有
- フィールドワークを行ったリ今後アプリを作成するにあたり、考えられるリスクを預保障で分かる範囲で書き出した。

教員からの指示アドバイス:

- 深く考えずにバツと悪いからとどんでん返す
- 週報は必ず提出して報告書を少しずつ書いていく
- 日常生活の中で発見をどんどん見つけていくこと
- フィールドワークはあえて未知な状態で行って欲しい
- リスクの大きい小さいの判定がわかりやすい
- 発表が終了後に講師が終わっていないのでその場を立ち去らない
- トラックナンバーという言葉の説明
- プロジェクトとしての成功とプロジェクト学習としての成功は違う
- 自分たちが何が足りないかを知ることが大事
- フィールドワークの問いを聴える、カルチャーショックを受けること

次週の課題:

- Git説明の5章〜10章まで読んでくる

図 1 週報

3. 週報の改善

2.2 で述べた既存週報の問題を改善するため、KPT に着目した日報の様式を導入した。その様式を図 2 に示す。KPT に着目したのは、活動日ごとに小さな振り返りを行うことができ、継続して改善活動を自

ら行えるといった理由からである。図 2 の様式を Google スプレッドシート上に作成し、被験者に対して、日報の記述は KPT に基づいて記述してもらうようにプロジェクト学習の開始時期に著者がアナウンスした。Google スプレッドシートを活用したのは、データを効率的に収集することができる、フィードバックコメントの把握が容易になるといった理由からである。なお、図 2 では KPT はそれぞれ 2 つ、アドバイスは 1 つのみ記述しているが、記述量を制限することはしていない。

活動内容	● Keep:(良かったこと、続けたいこと)	・当日の活動内容をみんながわかりやすいようにスライドにまとめてきた。まとめたスライドをプロジェクトターを使ってみんなに見えるようにした。 ・チームがバラバラになっているように感じたので、グループ活動の問題点とその対策をスライドにまとめて提示した。自身の謝罪から始めるというインパクトを与えたことで場が和み、正直重たい、言いづらい内容をすんなり話すことができた。
	● Problem:(良くなかったこと、直したいこと)	・活動内容の手順を間違えてしまった。具体的に言うと、問題と機能の整理をした後に、実際に体験する場を設けてしまった。TA さんに言われて、実際に体験してから問題を確認してから、整理したほうがいいんじゃないかということに気がついた。 ・学生 A くんが FW 反省会をしてよかったと言っていたので、自分たちもやるべきだったと後悔しました。今からでもやらないよりはマシだと思うので個人で反省点を出し合い共有してみたいと思います。
次週の課題	● Try:(試したいこと、挑戦したいこと)	・活動内容をスライドにまとめたのは評判が良かったので、次回からも活動内容をまとめていきます。 ・6/1 は必ず 5/30 の FW の反省会を行います。具体的には、メンバーごとに自分ができなかったと思ったこと、こうしたらもっと良かったなと思ったことを考えてきてもらってグループで共有し、後で振り返りやすいように文書にしようと思います。
アドバイス		・自分たちが大事だと思った機能について深めてもいいのでは？とのこと、背景からアプリの概要が繋がらない、先方の要望こそが、僕らの作るアプリの背景になるのでは？

図 2 KPT 日報

4. 振り返り

著者らが以前に実施した個人振り返り³⁾で得られた、未解決の Problem や未実施の Try を学生らはあまり把握できていないという結果をさらに調査するため、新たに振り返りを実施した。振り返りはチームごとに分かれて 1.5 時間取り組んでもらった。振り返りの流れは下記の通りである。なお、1 で書き出す付箋には自身の名前を、2 では他メンバーが書き出した付箋の中で、「自身の KPT 日報へ記述せず、把握していなかったもの (以下、パターン α)」「自身の KPT 日報へ記述はしなかったが把握していたもの (以下、パターン β)」に印と名前を併せて記述してもらった。把握済みの付箋に関しては印を付けないようにアナウンスした。

- 1 学生ら自身の KPT 日報へ記述した Problem や Try の中で、未解決や未実施の内容を付箋に書き出す。(個人作業)
- 2 1 で書き出した付箋をチームで共有する。

5. 結果と考察

振り返りを実施し、付箋に記してもらったパターン α および β を集計した結果を表 1 に示す。全チームともに概ね把握している結果となった。また、振り返り後のアンケートでは「他メンバーが書き出し

た付箋から新たな気づきを得ることができたか」、「未解決の Problem を探すのが大変だったか」「未実践の Try を探すことが大変だったか」を聞いた。その結果、他メンバーが書き出した Problem から新たな気づきを得ることができたのは約 43%、Try からは約 29%となった。

上述した結果から、学生らは他メンバーが書き出した未解決の Problem や未実践の Try は概ね把握することができていると考えられる。そこで、把握できていない印が多く付けられた順に書き出された付箋を調査してみたところ個人的な内容が多かった。しかし、個人的な内容とは言え、そこから派生して考えることができるものが多く含まれていた。アンケートや以前に実施した個人振り返り³⁾の結果と併せて、学生らは他メンバーの個人的な内容から派生して考えることまでは取り組めていない可能性がある。また、学生自身が Problem や Try を把握しきれないため、振り返り時に出される内容は網羅度が低い可能性がある。

網羅度を高めるためにはその学生特有の未解決の Problem や未実践の Try を探す支援を行うことが効果的であると考えられる。また、自身の記述と関連付けを行うことで派生して物事を考えるきっかけを与えることができると考えられる。

表 1 付箋の割合 (N=14)

チーム	パターン α	パターン β	印なし
A	35%	55%	10%
B	23%	36%	41%
C	23%	55%	22%

6. おわりに

本学のプロジェクト学習を受講していた学部 3 年生 14 名を対象に日報の収集およびそれを活用した振り返りを行った。結果として、学生らは他メンバーが記述した未解決の Problem や未実践の Try から派生して何かを考えるまでは取り組めていない可能性が示唆された。今後は、学生らが発見に苦労している未解決の Problem や未実践の Try を探すことを支援しつつ、自身の記述と関連付けを行い、派生して物事を考えるきっかけを与える仕組み作りを行っていく。

参考文献

- (1) 松原裕之, 花原雪州: “KWS 振り返りのなぜなぜ分析による問題解決力を育成する取り組み”, 工学教育, Vol.63, No.5, pp.46-52 (2015)
- (2) 小柳津久美子: “段階的 PBL 実践研究～振り返りに着目して～”, 東邦学誌, Vol.44, No.1, pp.17-32 (2015)
- (3) 岩見建汰, 伊藤恵, 大場みち子: “KPT を用いた PBL 週報の分析と振り返り支援の試み”, 日本ソフトウェア科学会 第 4 回実践的 IT 教育シンポジウム (rePiT2018) 論文集, pp.29-39 (2018)
- (4) 伊藤恵, 雲井尚人, 木塚あゆみ: “情報系必修 PBL 科目の週報データの分析と考察”, 日本ソフトウェア科学会大会論文集, Vol.32, (2015)

学習目標に基づく学習者の気づきの評価手法に関する研究

A Study on the Assessment Method in Awareness Based on Learning Goals

内田 瑛^{*1}

Hikaru UCHIDA^{*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：ケースメソッドは、学習者が自らの知識を活用して思考を深める教育手法である。教師は学習者の気づきに合わせて徐々に問いを深めていく。しかしながら、学習者の気づきが学習目標を達成したものであるかを評価する客観的な手法は確立されていない。本研究では、学習者の気づきを学習目標に基づいて評価するという観点で従来手法と比較検討したうえで、コンジョイント分析の適用を提案する。

キーワード：学習評価、気づき、ケースメソッド、コンジョイント分析

1. はじめに

ケースメソッドは、ケース（事例）の読解や討論を通して、実践的な問題解決力を育成する教育手法である。唯一の答えを得るような知識獲得型の学習ではなく、自らの知識を活用して思考を深める学習であり、学習者によって異なる多様な気づきを許容する。一方で、教師は授業の目的に合う教材を選び、ある程度の方向性を定めてファシリテーションすることから、学習者が得た気づきは、教師が定めた学習目標と照らして評価されるものである。

しかしながら現在のところ、学習者が気づきを得て、それがどのようなものであったのかを評価する方法は確立されていない。

本稿ではケースメソッドにおける学びの評価手法をまとめ、その要件を整理し、気づきの評価手法としてコンジョイント分析を提案する。

- 評価者（教師）が異なる場合、評価者間で評価がばらつき、信頼性の問題がある
- 発言・記述しなかった事柄は欠損データとなり、評価できない
- 自由会話、自由記述の場合、学習目標と照合した分析に限界がある

客観的な評価として、行動データや意思決定などを統計的に分析する方法が挙げられるが、次の難しさがある^(4,5)。

- 取得していないデータからは分析できない、故にあらかじめ分析対象は定めておく必要がある
- 行動データから複雑な学びを評価するモデル構築の難しさがある

2. 学習目標に基づく気づきの評価

学習者はケースに基づいて議論を重ね、どのような問題があるのかを読み解き、意思決定を下し、思考を深める。その中で得た気づきは、発言内容やレポートなどから教師が評価することが多い。それを踏まえて、ファシリテーションやデブリーフィングをデザインする。そのために教師は、学習者の気づきが学習目標の達成に関わるものであるかどうかを評価したい。しかし、直接的に尋ねると誘導的になり、また学習者の発言や記述に基づく評価は、教師の主観評価による難しさがある。あらかじめ定めた学習目標に基づいて、評価手法の設計も事前に定めたものであれば、客観的な評価につながる。

気づきは、学習者によって多様であることを許容しつつも、学習者が得た気づきの特徴を知ることができればよい。学習目標から評価項目に落とし、どの項目に着目したのかを評価したい。

測定項目から直接的に評価する方法として、行動観察や発言、記述からのルーブリック評価があるが、それらは次の問題点が挙げられる^(1,2,3)。

3. コンジョイント分析の提案

2章で述べた問題点に対し、本研究ではコンジョイント分析を提案する。コンジョイント分析は、心理測定手法として開発され⁽⁶⁾、現在はマーケティング調査で広く応用されている。統計分析の本質は分散分析や重回帰分析と同質であるが、手順や設計は心理測定の手法に倣っている特徴を持つ。

コンジョイント分析では要因とその水準を組み合わせたもの（カード状のものが多く、コンジョイントカードと呼ばれる）を被験者に配付し、被験者はカードに対して全体評価する。手順は次のとおりである⁽⁷⁾。

1. コンジョイントカードの作成
2. コンジョイントカードへの評点
3. 評点から心理モデル式への変換
4. 変換後の数値を目的変数として分散分析などで要因分析する
5. 要因効果を推定する

多くの場合、要因数が多くなるので、直交表に基づいて要因を配置する。直交表を利用すると要因間の直交性は失わずに、コンジョイントカードの数を大幅に減らすことができる。直交表は要因と水準の数によって適切なものを選ぶ必要がある。また直交表の特性により、要因間の交互作用が表れる列があるため、要因の配置に注意する。

本研究で提案するコンジョイント分析は学習者個人を対象にする。一般にコンジョイント分析は被験者群全体の認識を捉えることを目的としている。本研究では学習者個々に異なる気づきを対象とし、学習目標の範囲内での気づきの特徴を、コンジョイント分析における要因効果の特徴で捉える。コンジョイント分析を学習評価手法として応用するにあたっては、次の特徴を備えるものとする。

- 評価者は学習目標を定める者（教師や教材開発者）とともに学習評価に関わる項目を定める
- 評価者は各項目からコンジョイント分析での要因と水準を定める
- コンジョイントカードのデザインは学習者の気づきを反映するものになるように、教師や教材開発者とともに定める
- 要因効果は量的な数値で示されるが、順位測度として扱う

最後の順位測度については、図1にあるように、要因効果は量的に示されるが、要因間での比較にもっとも重要な点は要因の選び方である。まず、学習目標を達成した気づきであるかを評価するために、学習目標にかかわる要因のほかに、学習目標にかかわらない要因を含める。次に、各要因には2つ以上の水準を設け、学習目標の達成として望ましい水準と望ましくない水準の両方を混ぜておく。さらに、回答誤差を測る要因として、コンジョイントカードには表れないが直交表では確保する列を1つ以上用意する。学習者はこの列に効果が表れるように意図的に評点することはできない。この列の要因効果を基準にすることにより、要因効果の大きさを統計的に評価可能になる。

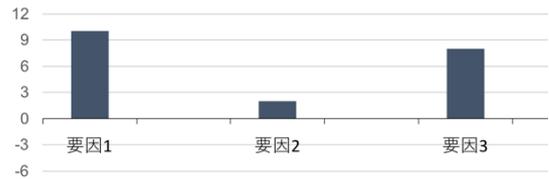


図1 要因効果の例

要因1 > 要因3 > 要因2 であることがわかる

4. おわりに

本稿では、ケースメソッドにおける学習者の気づきの特徴を捉えるにあたって、従来手法の問題点を挙げた。コンジョイント分析を提案し、学習評価手法に応用するにあたっての特徴を挙げた。学習目標を達成した気づきであるかを統計的手法によって評価できる可能性を示した。

本研究では学習目標に基づく気づきを重視し、教師が想定しなかった学習者の気づきは評価対象とならない。その限界はあるものの、学習者の気づきを客観的に評価することが可能になれば、学習者の気づきに合わせて何をフィードバックするべきかを設計することに繋がる。今後は、経験学習におけるデブリーフィングにも貢献が期待される。

参考文献

- (1) 池田央: “テストの科学: 試験にかかわるすべての人に”, 日本文化科学社 (1992)
- (2) Ericsson, K. A., and Simon, H. A.: “Protocol analysis: verbal reports as data” (Rev. ed.), MIT Press (1993)
- (3) 竹内伸一: “ケースメソッド授業法を扱うFDプログラムの開発と運営のための予備的考察-履修者の構成, 履修目標設定, 達成度評価に焦点を当てて”, 大学研究, Vol.34, pp.97-115 (2007)
- (4) Enfield, J., Myers, R. D., Lara, M., and Frick, T. W.: “Innovation diffusion: assessment of strategies within the diffusion simulation game”. Simulation & Gaming, Vol.43, No.2, pp.188-214 (2012)
- (5) Bellotti, F., Kapralos, B., Lee, K., Moreno-Ger, P., and Berta, R.: “Assessment in and of serious games: an overview”, Advances in Human-Computer Interaction, Vol.2013, pp.1-13 (2013)
- (6) Luce, R. Duncan, and John W. Tukey. "Simultaneous conjoint measurement: A new type of fundamental measurement." Journal of mathematical psychology Vol.1, No.1, pp.1-27 (1964)
- (7) 君山由良: “コンジョイント分析”, データ分析研究所 (2010)

雛形コースの提供のための既存コースの分析

Analysis of Existing Courses for Providing Skeleton Course

大西 淑雅^{*1}, 山口 真之介^{*1}, 西野 和典^{*2}, 林 朗弘^{*3}

Yoshimasa OHNISHI^{*1}, Shin'nosuke Yamaguchi^{*1}, Kazunori NISHINO^{*2}, Akihiro HAYASHI^{*3}
 九州工業大学 ^{*1}学習教育センター ^{*2}教養教育院 ^{*3}情報工学府
 Kyushu Institute of Technology
^{*1}Learning and Teaching Center, ^{*2}Institute of Liberal Arts,
^{*3}Graduate School of Computer Science and Systems Engineering
 Email: ohnishi@el.kyutech.ac.jp

あらまし：我々は、LMS の活用を促進する試みの一つとして、シラバスに記載される授業計画に沿った雛形コースの提供を試みている。本稿では、自動的に構成されたコースの活用分析を行う際に必要な、比較対象となる既存コースの分析を行う。具体的には、過去の既存コースの構成やアクセス数などの情報を収集する。

キーワード：Moodle, 授業計画, コース構成, システム連携

1. はじめに

LMS の活用を促進する試みの一つとして、我々は雛形コースの提供を試みている。日本の大学で採用実績の高い Learning Management System (LMS)の一つである Moodle⁽¹⁾では、「コース」と呼ばれる空間上に、シラバスの授業計画に従って「リソース」や「活動」と呼ばれるコンテンツを登録する。すなわち、教員はコース上に講義資料や演習課題などのコンテンツを配置することで、教授や学習に関する情報を具体的に提示することになる。

我々は、大学における講義、実験・演習といった学習・教育活動の際に活用される LMS を対象に、コースの自動作成⁽²⁾に加えて、シラバスデータを用いた雛形コースの自動構成を検討⁽³⁾してきた。本稿では、自動的に構成されたコースの活用分析に向けた、既存コースの分析について報告する。

2. Moodle におけるコース作成支援

Moodle の標準機能では、コース作成を行った直後は、コンテンツが存在しない空のコースが作成される。教員は、過去に作成したコースデータから、新年度でも再利用できるものを選択し、コンテンツを新コースに登録できる。Moodle の活用経験が豊富な場合は、Moodle を用いた授業計画が出来上がっており、シラバス上の授業計画にもその内容が反映されたものになっていると思われる。

しかし、Moodle の活用経験のない教員においては、空のコースからどの程度コンテンツを登録し、シラバス上の授業計画を具体化するのか？という点において戸惑いを持つことも多い。また、シラバスシステムに入力した授業計画が存在するにも関わらず、授業計画を反映したコースを、教員自ら構成するといった煩わしさを感じる教員も少なくない。そこで、シラバスデータとのゆるい連携を図り、教員がコース作成を行う際の負担を軽減するために、図 1 に示

すようなコース作成支援を、オリジナルプラグイン開発⁽⁴⁾⁽⁵⁾を含めて検討してきた。

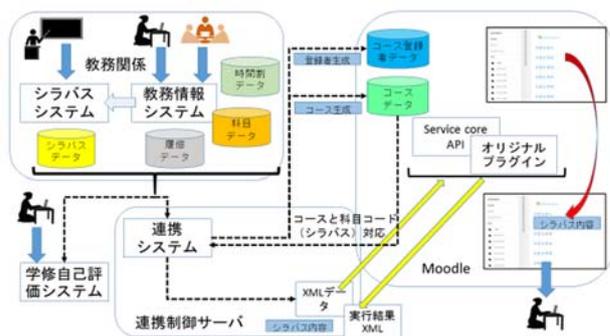


図 1: 自動作成ツールの動作概要 (文献⁽³⁾ 図 5 より引用)

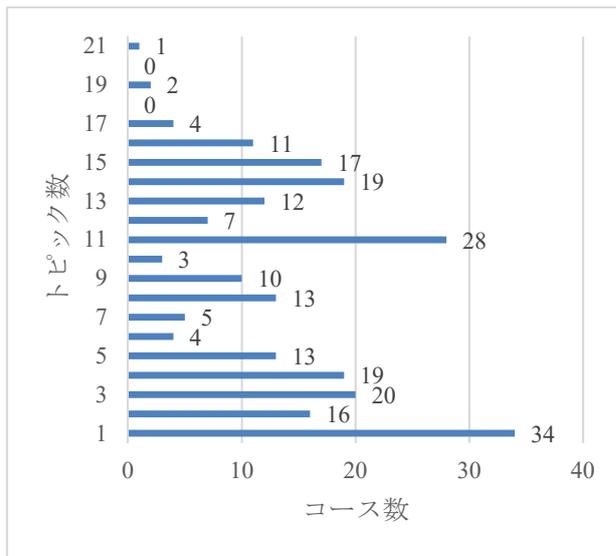


図 2: トピックの利用分布 (トピック 0 を除く)

3. 既存コースの構成調査

Moodle のデータベース(md1_course_sections)を直

接参照し調査を行った。調査対象は、2017年度(2017年3月から2018年2月まで)に飯塚キャンパス用に新規作成された238コース(278コース中のコンテンツが存在)とした。

図2に各コースのトピック構成とコンテンツ(リソース・活動)の配置の調査結果を示す。最も多いコースの構成は、トピックを1つだけ利用するものであり、22コースは単独のコンテンツ登録(resource, assign, folder, page, data)であった。資料提示(resource)や課題回収(assign), ファイル提供(folder)が行われているようである。残りの12コースは、トピック1に複数のコンテンツを登録している。なお、本稿ではMoodleのデータベース(md1_modules)で定義されたモジュール名をそのまま表記として用い、コース作成時に自動挿入されるトピック0のフォーラムは調査対象から除外した。

表1と表2に、トピック構成が11のコンテンツ登録例を示す。表1に示すコースは、トピック数と授業計画を合わせたコンテンツ登録を行っている。コンテンツ登録がないトピックはテストや祝日などに合わせていると思われる。また、表2は各トピックに複数のコンテンツを登録し、資料提示や課題回収を積極的に取り入れているコースの例である。

表1:トピック構成11のコンテンツ登録例1

	コース 2525	コース 2634
01	resource,resource,resource	assign
02	resource,resource,resource	assign
03	resource,resource	assign
04	resource	assign
05		assign
06	resource	assign
07	resource	assign
08	resource	assign
09	resource	assign
10		assign
11	resource	assign
12	resource	
13	resource	

表2:トピック構成11のコンテンツ登録例2

	コース 2266
01	resource,resource,url,resource,label,assign,assign,label,assign,assign
02	resource,resource,resource,resource,resource
03	assign,assign,assign,label,assign,assign,label,resource,resource,resource,page,resource
04	assign,assign,assign,label,resource,resource,resource,resource,resource,page,page,resource,resource,page,resource,resource,resource,page
05	assign,assign,assign,label,resource,page,page,resource,page,page
06	assign,assign,label,resource,resource,page,page,page,page,page,page,page,resource,page

07	label,assign,assign,resource,label,resource
08	label,assign,label,resource,resource,resource,resource
09	assign,label,assign,assign,assign,assign
10	assign,assign,assign,assign,assign,assign,assign,assign,assign
11	resource,assign,resource,assign

4. 既存コースの活用

過去の報告⁽³⁾では、教員が作成したコース構成を目視により調査し、科目名や担当教員における活用傾向を調査した。本報告では、Moodleのデータベースを参照することで、過去の活用傾向を自動的に収集できるようになった。既存コースの構成やアクセス数、シラバスデータなどの複数の情報から、雛形コースの構成の判定精度の向上が見込める。なお、雛形コースの自動構成の評価については、紙面の都合で口頭発表にて報告する。

5. まとめ

我々は、Moodleを対象に、シラバスデータを用いた雛形コースの自動構成を検討してきた。本稿では、Moodleのデータベースを参照することで、既存コースの構成やコンテンツの登録状況などを自動的に収集・分析する流れを構築した。その結果、Moodleの活用経験の豊富な教員のコース構成や類似科目のコース構成などを収集できるようになった。今後は、自動的に構成されたコースの活用分析と評価を進める予定である。

6. 謝辞

本研究の一部は、科学研究費補助金(基盤研究(C)JP16K01069及び基盤研究(C)JP16K01116)の助成を受けた。

参考文献

- (1) Martin, D.: "The Moodle Project", <https://moodle.org/>
- (2) 大西淑雅, 山口真之介, 西野和典, 福丸浩史, 林朗弘: "シラバスデータを用いた雛形コースの自動作成", JSiSE2017年度第4回研究会, Vol. 32, No. 4, pp. 37-42 (2017).
- (3) 大西淑雅, 山口真之介, 西野和典: "シラバスデータを用いたコース作成支援の試み", 情報処理学会 CLE 研究会, 2018-CLE-24(15), pp.1-6.
- (4) 大西淑雅, 福丸浩史, 林朗弘, 本田宏: "Moodle service API を用いたページ内容の自動挿入", UeLA&TIES 合同フォーラム 2016 ポスタ発表, pp. 32-35 (2017).
- (5) 大西淑雅, 山口真之介, 西野和典: "Moodle におけるリソース情報の自動追加の試み", 第42回 JSiSE 全国大会インタラクティブ発表, pp. 315-316 (2017).
- (6) The Moodle Project: "Web service API functions", https://docs.moodle.org/dev/Web_service_API_functions
- (7) "ローカルプラグインの設計・開発", <http://www.ltc.kyutech.ac.jp/center/research/ohnishi/>
- (8) "九州工業大学: シラバスシステム", <https://edragon-syllabus.jimu.kyutech.ac.jp/guest/syllabuses/>

初修外国語学習における断続的な学習活動を対象とした 学習履歴記録・可視化システムの開発

Development of a System to Record and Visualize Learning History for Intermittent Learning Activities in Beginners' Foreign Language Course

今野 裕太^{*1}, 児玉 雅明^{*1}, 趙 秀敏^{*1}, 大河 雄一^{*1}, 三石 大^{*1}

Yuta KONNO^{*1}, Masaaki KODAMA^{*1}, Xiumin ZHAO^{*1}, Yuichi OHKAWA^{*1}, Takashi MITSUISHI^{*1}

^{*1} 東北大学

^{*1}Tohoku University

Email: b7fm1008@ei.tohoku.ac.jp

あらまし：初修外国語を対象とした3段階ブレンディッドラーニングにおいて、授業後の復習に利用するスマートフォン教材による学習の履歴を学習ログとして記録・可視化するシステムを開発した。本システムはマイクロラーニングに基づいて断続的に実施される学習を xAPI 形式で記録し、閲覧目的に応じて異なる多様な視点を切替えて可視化を行うことで、学習者やクラスごとの学習状況の確認を可能としている。
キーワード：ブレンディッドラーニング、可視化、学習履歴、Web アプリケーション

1. はじめに

我々はこれまでに、初修外国語を対象とした3段階学習プロセスによるブレンディッドラーニングの実践を行ってきた⁽¹⁾。また現在、この3段階学習プロセスにおける、授業後の復習教材として利用するスマートフォン用学習教材についても開発を進めている⁽²⁾。

そこで本研究では、我々が開発中のスマートフォン学習教材において、授業を行う教員が、受講生の学習状況の把握や授業の改善を行う際に必要となる、さまざまな視点から学習ログの確認を可能とする可視化の方法と、その可視化のために必要となる、マイクロラーニングに基づき断続的に実施される学習者のさまざまな学習活動を記録する方法について検討し、そのプロトタイプシステムを設計、実装した。

2. 学習履歴記録・可視化システムの概要

2.1 学習ログの活用における課題

一般に何らかの学習ツールを利用した学習履歴は、学習者の学習行動や学習状況を示す情報として有用なデータである一方、これらを記録したログは単純な時系列データであり、これをそのまま確認しただけでは学習状況の把握は困難である。このため、データマイニングツールなどの汎用的なデータ分析ツールを利用した分析の試みも多いが、このような分析ツールを教員が直接利用することも困難である。

これに対し、特定の学習状況を確認するために、専用の分析ツールを提供する試みも多い。しかしながら、特定の用途に限定された分析ツールでは、対象とする学習状況以外の確認を行えないだけでなく、教員による何らかの気づきがあったとしても、そこから探索的な分析を行えないという課題がある。

2.2 学習行動を含めた学習履歴の記録

我々はこれまで、学習ログを確認する際に、複数

表1 「音読」において記録する学習者の操作内容

記録する操作内容	操作に付随して記録する内容
動画の再生開始	
動画の一時停止	一時停止時の動画の再生位置
動画の巻き戻し	巻き戻し時の動画の再生位置
動画の早送り	早送り時の動画の再生位置
動画の再生完了	動画の総視聴時間
録音の開始	
録音の完了	音声の総録音時間
録音した音声の再生	

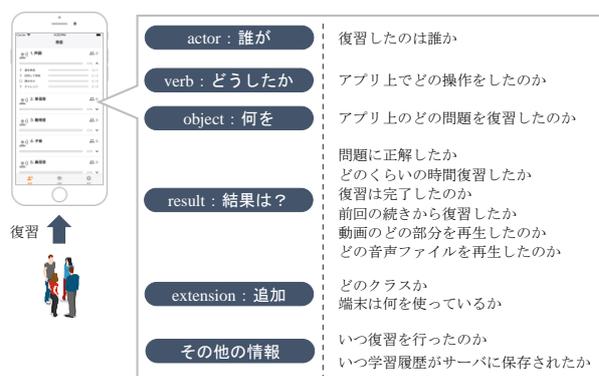


図1 xAPI形式に基づく学習ログの記録

の異なる目的に応じて確認を行えるよう、閲覧目的ごとに異なる多様な視点を切替え可能な可視化を行い、教員に提示するシステムを提案している⁽³⁾。

一方、このような複数の視点を切替えながら学習状況を探素的に確認しようとした場合、単純に学習への取り組み状況や練習問題の成否を記録しただけでは不十分であり、いつ、どの学習をどのくらい取り組んだのかなど、学習者の詳細な学習行動を確認できることが望まれることも確認された。

そこで、学習者がスマートフォン学習教材内で



図2 学習履歴記録・可視化システムのインターフェース

う個別の操作ごとに学習ログを記録することとし、今年度から授業で利用するために開発を進めているスマートフォン学習教材 KoToToMo Plus に実装することとした。

KoToToMo Plus の学習形式には、「音読」、「リスニング」、「文型練習」、「力試し」の4種類がある。そこで本研究では、それぞれの学習形式ごとに、想定される操作を定義した。表1に「音読」において想定される操作を示す。このように、個別の操作ごとに学習ログを記録することで、学習履歴の可視化を行う際に、学習の有無や学習時間だけでなく、学習者の学習行動に基づく多様な視点を提供可能となると考えられる。

2.3 学習履歴記録・可視化システムの設計

本研究で開発する学習履歴記録・可視化システムでは、前述した方式でスマートフォン学習教材から取得した学習ログを xAPI 形式でネットワーク上のサーバに保存する。その際、図1に示すように、学習者がどの学習形式や問題に対して、どのような操作をして、その結果はどうだったのかに加え、学習者を識別するクラスIDや端末ID、時刻を記録する。

このように記録された学習ログに対し、教員は、想定される利用目的として予め設定されたメニューから、用途に応じた可視化方法を選択し、確認する。また、このとき、必要に応じて探索的な可視化を行えるよう、確認したいデータの種別（以降、パラメータ）を設定できるようにする。これにより、学習データ分析の知識を持たない教員でも、容易に多様な視点からの学習ログの閲覧を可能とする。

2.4 学習履歴記録・可視化システムの実装

2.3 節の設計に基づき実装を行なった学習履歴記録・可視化システムを図2に示す。

教員が Web 画面上で閲覧目的を選択すると、選択した閲覧目的を達成可能と考えられるパラメータ群が表示される。表示されたパラメータ群の中から閲覧したいパラメータを選択すると、横軸に各学習者、縦軸に選択されたパラメータの値を表すグラフを描

画する。例えば、パラメータに「総復習時間」を選択した場合、学習者ごとの総復習時間を算出して棒グラフで描画する。

パラメータの切替えはグラフの描画内容にも即時に反映され、教員は必要に応じてパラメータを切替えながら様々な視点で学習ログを閲覧する。加えて、横軸のスケールの切替えや、グラフに表示するクラスの条件、グラフに表示する学習形式の条件なども、ボタンやチェックボックスの操作のみだけで切替え可能であり、特定の学習形式・クラスにおける取り組み状況の表示や、複数の学習形式間・クラス間の取り組み状況の比較も容易に実行可能である。

3. おわりに

初修外国語を対象とした3段階ブレンディッドラーニングにおける、復習用スマートフォン学習教材の学習ログ記録・可視化システムを設計、開発した。

今後、実利用における具体的な分析を支援するために、フィルタ機能などの詳細を設計するとともに、成績評価支援機能などについても設計、実装する予定とし、その上で、提案システムの実践を通じた有効性評価を行うことを計画している。

参考文献

- (1) 趙秀敏, 富田昇, 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における e ラーニング教材設計指針の作成と実践”, 教育システム情報学会誌, p.132-146 (2014)
- (2) 児玉雅明, 今野裕太, 趙秀敏, 大河雄一, 三石大: “学習状況の視覚的な提示により持続的な学習を可能とする初修外国語教育用スマートフォン学習教材”, 教育システム情報学会全国大会 (発表予定) (2018)
- (3) 今野裕太, 児玉雅明, 趙秀敏, 大河雄一, 三石大: “学習履歴の閲覧意図に応じて異なる複数の視点を切り替え可能なログデータ可視化手法の検討,” 教育システム情報学会研究報告, Vol.32-5, pp.141-148 (2018)

学習状況の視覚的な提示により持続的な学習を可能とする 初修外国語向けスマートフォン学習教材

Smartphone Based Learning Materials for Beginners' Foreign Language Course which Facilitate Continuous Learning by Visualizing Learning States

児玉 雅明^{*1}, 今野 裕太^{*1}, 趙 秀敏^{*1}, 大河雄一^{*1}, 三石大^{*1}
Masaaki KODAMA^{*1}, Yuta KONNO^{*1}, Xiumin ZHAO^{*1}, Yuichi OHKAWA^{*1}, Takashi MITSUISHI^{*1}
^{*1} 東北大学
^{*1}Tohoku University
Email: b7fm1007@ei.tohoku.ac.jp

あらまし: 初修外国語教育を対象としたブレンディッドラーニングにおいて、持続的な復習活動を促進するために、マイクロラーニングに基づく学習が可能なスマートフォンアプリケーションの開発を進めている。本研究では、空き時間等を利用した断続的な学習を継続できるよう、現在の学習状況を視覚的に提示するとともに、中断した学習の再開や、次に学習すべき項目の選択を容易とする UI を備えたアプリケーションを設計、実装した。

キーワード: ブレンディッドラーニング, マイクロラーニング, スマートフォン, UI, 語学学習

1. はじめに

我々の研究グループでは、これまで、初修外国語教育を対象とした対面授業と e ラーニングによる復習を組み合わせたブレンディッドラーニングにおける復習用として、マイクロラーニングに基づくスマートフォン学習教材アプリケーション KoToToMo の開発を行ってきた⁽¹⁾。ここでは、学習内容を独立な小さな単位に分割することで、各学習内容を短時間で学習可能とし、これにより空き時間などを利用した断続的な復習を継続的に行うことを目指している。

しかし、実装したアプリケーションを使用した実践の結果、単純に学習内容を細分化して提供しただけでは、取り組むべき学習内容の選択や中断した学習の再開に課題があり、結果的に学習者の持続的な復習活動を妨げる要因となっている可能性があるといった問題が確認された。

そこで本研究では、これらの問題を解決し、マイクロラーニングに基づく断続的な復習を継続できるよう、ブレンディッドラーニングとして実施される授業の進捗に合わせた復習の進捗や、これまでの学習状況に応じた学習内容の選択、ならびに中断した学習の容易な再開を可能とするユーザインタフェース（以下、UI）を備えた新しいスマートフォン学習教材アプリケーション KoToToMo Plus を提案し、その設計、実装を進めてきた。本稿では、我々が提案する KoToToMo Plus の設計と実装について報告する。

2. 既存の KoToToMo の問題

マイクロラーニングに基づくスマートフォン学習教材アプリケーションとして実装した既存の KoToToMo を使用したこれまでの実践の結果から、既存の KoToToMo では、学習者が自身の学習状況を容易に把握可能な UI が備えられていない上、各学習内容が授業で使用される教科書と対応付けられては

いるものの、現在実施中の授業がアプリケーション上のどの学習内容と対応しているのかの判断が容易ではなく、次に学習すべき学習内容の選択に課題があることが確認された。

加えて、学習内容を選択する際も、上位のメニューから順番にメニューを辿る必要がある上、前回中断した学習の再開を支援する機能も備わっていないため、学習を始めるまでの操作が煩わしいといった課題も確認された。

その結果、学習者が当該アプリケーションにより復習しようとした場合に、すぐには学習を開始することができず、結果的に、目的とするマイクロラーニングに基づく断続的な学習の継続を妨げる要因になっていた可能性が予想される。

3. KoToToMo Plus の設計と実装

3.1 マイクロラーニングの継続のための要求要件

既存の KoToToMo で確認された問題を解決し、ブレンディッドラーニングにおける復習としてのマイクロラーニングによる断続的な学習を継続可能とするためには、学習者が自身のそれまでの学習状況と照らしながら、授業の進捗に応じて取り組むべき学習内容を特定でき、また、中断と再開を繰り返しながら学習を進捗できる必要がある。そこで本研究では、このような学習活動を実現するためのスマートフォン学習教材アプリケーションが備える必要のある要求要件の検討を行ってきた⁽²⁾。以下に、検討結果として得られた要求要件を示す。

- 異なるシステムやアプリケーションを使用せず、当該アプリケーション上で学習状況を確認できること
- 授業の進捗に合わせ、取り組むべき学習内容を選択できること

- 学習状況を確認する際に、問題ごとだけでなく、単元ごとや、単元に含まれる問題形式ごとなど、異なる階層での確認が可能であること
- 必要に応じて中断した学習を再開できるよう、前回の学習内容を容易に選択できること

3.2 KoToToMo Plus の設計と実装

前節で定義した要求要件に基づき、本研究では、既存の KoToToMo に替え、新しいスマートフォン学習教材アプリケーション KoToToMo Plus を開発した。図 1 に、今回開発した KoToToMo Plus の(a)トップ画面と(b)問題選択画面を示す。

(1) アプリケーション内での学習状況確認

KoToToMo Plus では、学習項目の選択画面で、各学習項目の学習状況を併せて提示する。これにより、学習内容を選ぶ際に、直接学習状況を把握でき、学習者は次に取り組む学習内容の選択の参考とできる。

(2) 対面授業に合わせた復習実施の支援

授業の進捗に合わせて復習を進捗させるためには、現在の授業の進捗状況をアプリケーション上でも確認できるとよい。しかし、そのためには、毎回の授業の進捗に合わせて進捗状況を更新する必要があり、担当教員がこれを行うことは現実的ではない。そこで本アプリケーションでは、同じクラスの他の学習者の多くが一定期間内に取り組んだ単元を視覚的に提示することとした。これにより、他の学習者が集中的に取り組んでいる単元が確認でき、現在の授業の進捗状況を概ね予想することができる。

(3) 問題ごとの学習状況の視覚化

学習状況を短時間で把握するため、問題の正否状態（正解/不正解/未着手）、記憶度、学習量（学習回数/学習時間）の3つを学習状況として提示する。ここで記憶度とは、学習直後に高く、時間経過とともに指数関数的に低下、低下中に再び学習を行った場合は再び高くなり、かつ低下速度が緩やかになる値とする。正否状態が分かることで、学習者は既に正解した問題、まだ取り組んでいない問題、間違えたままになっている問題が一目で把握できる。記憶度から問題の定着度が分かるので、繰り返し学習すべき問題がどれか判断する際に役立つ。学習量は、学習者が自身の学習活動の実績を確認し、達成感や満足感を感じる一助になると考えられる。

実装では、正否状態は色で視覚化している。直感的に状態を判断できるように、正解が青色、不正解が赤色、未着手が灰色とし、正解にはチェックマーク、不正解にはバツ印も表示している。記憶度は、正否状態と同時に確認できるように、正否状態の色の濃淡で視覚化した。また学習量は、ブロックの色と、個数または長さで視覚化している。

(4) 学習形式ごと・学習単元ごとの進捗の視覚化

KoToToMo には複数の学習形式があり、それらを満遍なく学習することが望ましい。また学習単元も複数あり、授業の進捗に遅れずに学習を完了する必



(a) トップ画面 (b) 問題選択画面

図 1 開発した KoToToMo Plus の実行画面

要がある。そのため、学習形式ごと、学習単元ごとに学習状況を視覚化する場合は、それぞれ、その学習形式の各問題の学習状況を累積したもの、その学習単元の各学習形式の学習状況を累積したものを提示する。実装では、各問題の正否状態と記憶度の色を累積したバーを表示している。またトップ画面の各学習単元の開閉ボタンを押すことで、その単元的全学習形式の進捗を並べて確認可能にした。

(5) 中断していた学習の再開

中断前に学習していた問題を選択する手間を抑えるため、中断前に学習していた問題を視覚化するとともに、アプリケーション起動時にその問題を必ず画面内に提示する。トップ画面、問題選択画面の双方にある「前回の学習」と書かれた橙色のラベルが、中断前に学習していた問題または単元を示している。また、アプリケーション起動時と画面遷移時に、このラベルの位置まで自動スクロールすることで、中断前に学習していた問題を画面内に提示可能とした。

4. おわりに

マイクロラーニングに基づく持続的な学習を可能とするために、既存の KoToToMo に替え、新しいスマートフォン学習教材 KoToToMo Plus の開発を行った。現在、初修中国語授業の学習者約 200 名を対象とした実践を行っており、今後、アプリケーションの利用状況の分析と印象評価を行い、提案アプリケーションの有効性評価を行う予定である。

参考文献

- (1) 趙秀敏, 富田昇, 今野文子, 大河雄一, 三石大: “大学初修中国語ブレンディッドラーニングのためのスマートフォン利用復習教材の開発”, 教育システム情報学会 第 42 回全国大会講演論文集, pp.459 - 460 (2017)
- (2) 児玉雅明, 今野雄太, 趙秀敏, 大河雄一, 三石大: “学習状況の視覚的な提示によりマイクロラーニングに基づく持続的な学習を可能とするスマートフォン学習教材のための UI デザインの検討”, 教育システム情報学会研究報告, Vol.32-5, pp.133-140 (2018)

学校での利用を想定した IoT 教材とその管理基盤の設計

Fundamental Design of IoT based Learning Material and its Management System

等々力 崇史^{*1}, 香山 瑞恵^{*2}, 永井 孝^{*3}, 舘 伸幸^{*3*4}, 二上 貴夫^{*5}

Takafumi TODORIKI^{*1}, Mizue KAYAMA^{*2}, Takashi NAGAI^{*3}, Nobuyuki TACHI^{*3*4}, Takao FUTAGAMI^{*5}

^{*1} 信州大学大学院総合理工学系研究科

^{*2} 信州大学工学部

^{*1}Graduate School of Science and Technology, Shinshu Univ. ^{*2}Faculty of Engineering, Shinshu Univ.

^{*3} 信州大学大学院総合理工学系研究科

^{*5} 東陽テクニカ

^{*3}Interdisciplinary Graduate School of Science and Technology, Shinshu University ^{*5}TOYO corporation

^{*4} 名古屋大学大学院情報学研究科附属組込みシステム研究センター

^{*4} Nagoya Univ., Center for Embedded Computing Systems

Email: 18w2074b@shinshu-u.ac.jp

あらまし：本研究の目的は、学校での正課授業での利用を想定した IoT 教材基盤の構築である。これまでに、学校において計測を伴う実験・実習において利用される教材の機能を整理し、IoT 化するための要件定義を行なった。また、それらの教材を統合管理する情報基盤の設計およびプロトタイプ構築を行った。本稿では、中学校および小学校理科での授業を想定した IoT 教材の具体化と、教材管理のための情報基盤の設計成果について述べる。

キーワード：IoT, 教材開発, 教材管理基盤, 小中学校理科, IoT 教材

1. はじめに

IoT(Internet of Things)への注目が高まり、観光や医療をはじめとする様々な分野への IoT 活用が進んでいる。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「モノ」自体が情報発信の主体となる仕組みである。

教育分野への IoT 活用事例もある。自治体の取り組みとして N 県 I 市では、自治体が教育分野での IoT 活用を推進している。在校生の人数の違いによる学習格差を IoT で解決しようとする取り組みである⁽¹⁾。さらに教育分野では、収集した情報の共有や再利用も注目されている。文部科学省の教育の情報化の推進⁽²⁾では、初等中等教育において必要な情報を活用して新たな価値を創造していくために必要となる情報活用能力の育成の必要性を提唱している。総務省の教育クラウドプラットフォーム⁽³⁾では、クラウドを利用した学習の高度化および効率化を図っている。

本研究では、学校において計測を伴う実験・実習向けの IoT 教材およびその管理基盤の開発をし、教育の高度化と効率化を狙うことを目的とする。本稿では、小中学校理科での授業を想定した IoT 教材の概要と、教材管理基盤の設計成果について述べる。

2. 教材管理基盤の設計

図 1 左に設計した基盤のモデル図を示す。太赤枠内が教材管理のための情報基盤である。本稿で提案する教材管理基盤は、シラバス、ポートフォリオ、デバイスマネージャから構成される。以下に図 1 左の太赤枠内のオブジェクトについて説明する。

2.1 シラバス

シラバスでは、単元で扱う実験を管理する。年度、

クラス毎の管理が可能である。

2.2 デバイスマネージャ

デバイスマネージャは、実験で扱う計測機器の管理をする。計測機器にクラウドの格納先ノード名を属性として付与することでデータストアから特定のデータを抽出することができる。その結果を利用してグラフ等の可視化を実現させた。

2.3 ポートフォリオ

ポートフォリオはシラバスで登録された実験に対して、デバイスマネージャで登録された計測機器を用いて得られたデータの管理をする。実験時に生徒が利用するオブジェクトである。実験時は計測機器で得られたデータをリアルタイムで可視化し、任意のタイミングでデータを記録・保存する。実験後は記録・保存されたデータの参照ができる。

3. IoT 教材の具体化

教材管理基盤を評価するにあたり、中学校理科

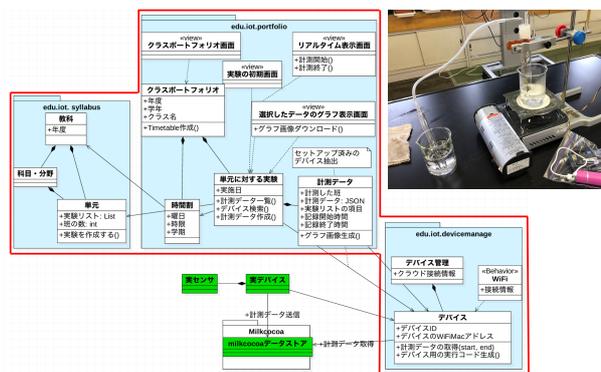


図 1 IoT 教材管理基盤モデル図(左)と実験器具(右)

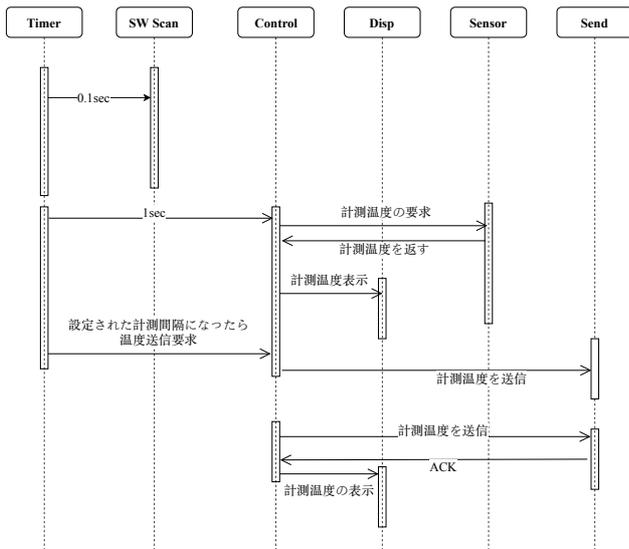


図2 計測システムのシーケンス図

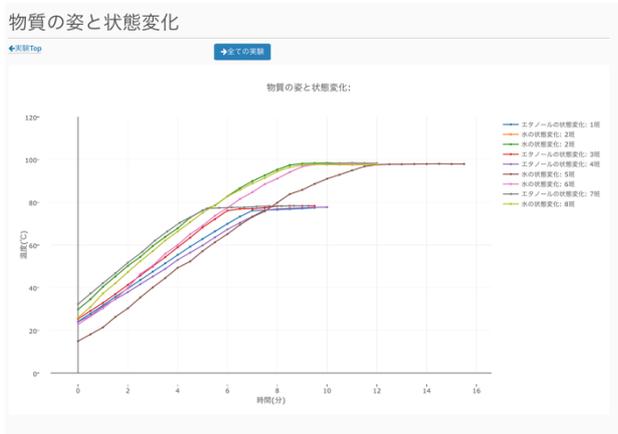


図3 計測結果の重ね合わせ表示画面

「状態変化」単元を対象とした教材開発を行った。

3.1 提案教材の概要

本単元では、計測を伴う実験を行う。計測実験中、生徒は以下の役割を分担することがある。

- 30秒ごとの時間計測
- 指定時間間隔での温度の読み取り
- 読み取り温度をグラフ用紙にプロット
- 物質の状態変化の様子の観察

上記の4つの役割を分担して実験を行う場合、生徒の3/4が物質の状態変化の様子の観察に集中出来ない。また、沸点直前は温度変化量が大きくなるため、時間計測がずれると読み取り温度に差が生じる。さらに実験後に作成されたグラフは、グラフ用紙に手書きで書かれる場合が多く、複数グループの結果を比較するのが容易ではない。

これらの問題を解決するようなIoT教材の設計・開発を行った。具体化したIoT教材は、一定の時間間隔で温度センサの計測結果を記録する。

提案教材は、温度・時間を計測するシステム(以下、計測システム)と、計測されたデータを可視化、管理するサイト(計測サイト)から構成される。図1左の

太赤枠内が計測サイト、枠外が計測システムである。

3.2 計測システム

計測システムは、Arduino LeonardoにWi-Fiモジュールと7セグ表示器搭載シールドを用いる。温度計測には、理科実験での利用に適した長さのケーブルの先に温度センサ(DS18B20)を取り付けたものを使用する。図1右に実験器具と計測システムを示す。

図2に計測システムのシーケンス図を示す。温度計測を行い、指定された時間が経過したら計測温度をクラウドのデータストアへ格納する。7セグへの温度表示は、計測温度を逐次リアルタイムで表示する手法と、クラウドへ計測温度を送信したタイミングで表示温度を更新する手法の2つがある。

3.3 計測サイト

計測システムによって計測された温度を計測サイトで記録・保存した結果を図3に示す。複数のグループや異なる実験で得られた計測結果を同時に参照でき、重ね合わせ表示することができる。

4. 提案基盤の拡張性

本提案基盤は3章に示した例以外の単元向けの教材へも適用可能である。その際には、図1左の枠外のセンサとデバイスを変更する。枠内のオブジェクトへの変更は必要なく、可視化方法(図1左中のグラフ画像生成())を変更することで適用可能である。

例えば、生物の育成に関連する単元での二酸化炭素濃度センサ・酸素濃度センサ・照度センサの利用や、家庭科の住環境の快適さに関連する単元での室内温度の多地点計測、保健体育の身体に関する単元での心拍計や脈波計の利用など、様々なセンサを用いての観測、実験、授業のための運用が可能であると考えられる。

5. おわりに

本研究の目的は、学校の正課授業において計測を伴う実験・実習向けのIoT教材基盤の構築である。本稿では設計した教材管理のための情報基盤の成果を述べ、IoT教材の具体化として「状態変化」単元を対象とした教材について述べた。今後は異なるセンサを用いて、異なる単元へ具体化をし、教材基盤として精査していく。

謝辞:本研究はJSPS 科研費 22300286 と 16H03074 の助成を受けた。

参考文献

- (1) 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, 6(0), pp63-64 (2017)
- (2) 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, (2018/06/10 参照)
- (3) 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, (2018/06/10 参照)

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

Practice of A Model for Flipped Classroom through a Programming Class

上野 春毅^{*1}, 加藤 巽^{*1}, 深町 賢一^{*2}, 立野 仁^{*3}, 山川 広人^{*2}, 小松川 浩^{*1}
 Haruki UENO^{*1}, Tatsumi KATO^{*1}, Kenichi FUKAMACHI^{*2}, Hitoshi TATENO^{*3}, Hiroto YAMAKAWA^{*2},
 Hiroshi KOMATSUGAWA^{*1}

^{*1} 千歳科学技術大学大学院 光科学研究科

^{*1} Graduate School of Photonics Science, Chitose Institute of Science and Technology

^{*2} 千歳科学技術大学 理工学部

^{*2} Faculty of Science and Technology, Chitose Institute of Science and Technology

^{*3} 千歳科学技術大学 情報・メディア課

^{*3} Information and Media, Chitose Institute of Science and Technology

Email: ueno@kklab.spub.chitose.ac.jp

あらまし：本研究では、CBT（Computer Based Training & Test）を活用した反転授業モデルを提案し、プログラミング教育に適用して本モデルの教育的効果の評価を目的とする。提案するモデルでは、複数週の授業で段階的に到達できる学習目標の設定を前提とする。予習においては、理解度別の段階に分けた学習教材を用いて段階的・反復的な学習を可能とする。授業のはじめのテストにおいて、その学習成果としてその理解度の段階を確認できる。これを複数回繰り返すことで最終的な到達目標を達成できる仕組みである。本モデルを大学のプログラミング実習科目に適用した結果を元に評価する。

キーワード：反転授業，IRT，LMS

1. はじめに

近年、日本の高等教育では主体的・対話的で深い学びを実現するための教育改革が求められている。こうした学びを促す効果が期待されるアクティブラーニングの一手法として、反転授業(1)が注目されている。反転授業では、授業時間内で行っていた教授内容の解説を演習問題や動画形式による e ラーニング教材として予習化することで、授業時間にはグループワークやプロジェクト学習を通じた主体的・対話的で深い学びの時間の確保が期待される。一方で、予習を前提とした反転授業の課題を、中野(2)は「宿題にしている予習をしてこない学生がクラスの3分の1にも達すると反転授業は成り立たなくなってしまう」と指摘している。また、山内(3)が分類する反転授業のタイプに、全員が一定以上の理解を得ることを目指す完全習得学習(Bloom(4))がある。Bloom が提唱した完全習得学習 (Mastery Learning) は、個々の学習ペースを考慮し、形成的テストを用いて目標達成度合いを測ることで個々人に応じた学習を進めることを提唱している。本研究は、これらの背景を踏まえ、CBT (Computer Based Test & Training) を活用した反転授業モデルを提案し、そのモデルをプログラミング教育に適用して知識定着の教育的効果の評価することを目的とする。

2. 提案モデル

本モデルでは、反転授業に基づき、授業前には予習として学習教材を提示する。授業では始めにテストを行い、その学習成果を確認する。学習成果の確

認では、授業で扱う知識の理解度を測る。知識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。理解度別の教材を通じて、自身の理解度に応じて、次の段階の教材を学んだり、前の段階を振り返ったりといった学習が可能となる。この授業を複数回繰り返すことで最終的な到達目標を達成できる仕組みとした。この仕組みを実現するために、予習・テストに CBT を活用することとし、一元化された情報システムのもとで授業内外での学習を行えることとした。

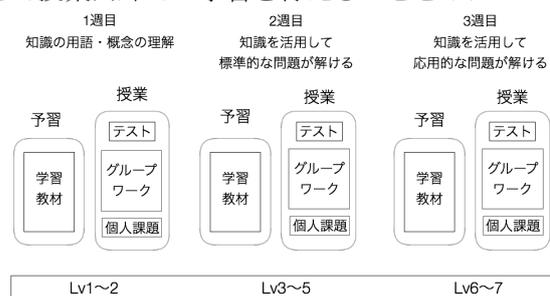


図1 提案モデル

2.1 想定する授業案

全体の授業設計では、全15週に渡って週2コマ(180分)で知識を積み上げながら学べることを想定する。体系化された知識に基づいて、複数週の学習期間で予習・復習を反復的に行えることを狙った学習目標を設定する。知識修得を理解・活用・応用の3段階に分類し、各段階は各週の目標設定に呼応させた。1週目は知識の用語・概念を理解できる、2週目は

知識を活用して標準的な問題を解ける、3 週目は知識を応用して問題を解ける、とした。

2.2 学習教材

各学習目標と関連づけた演習教材で学べることとした。各演習教材は CBT で活用する 7 段階に分類して構造的に配置した。整備した教材数は、C 言語を対象としてそれぞれの知識の各レベルに 10 問を目安として教材を用意しており、執筆時点では計 432 問である。

2.3 形成的テスト

設定された学習目標に対して、学習者の達成状況を確認し、自己の学習改善につなげることを目的とする形成的テストとして Computer Based Test を授業の開始時に行う。

3. システム

システムが有する機能は、予習時に利用するトレーニング機能と形成的テスト時に利用するテスト機能である。

3.1 トレーニング機能

整備した学習教材を用いて授業時間外に主体的に学習者が予習・復習を行うことができる。当該学問領域における知識体系を意識した学びが重要であるため、辻ら(5)の可視化された知識体系を介して知識修得を図ることができる知識マップを活用することとし、トレーニング機能を介して学習者が構造化された学習教材を取り組めるようにした。

3.2 テスト機能

テスト問題の正誤判定から能力値を測る項目反応理論を活用することで、達成状況として学習者の能力値を 7 段階で確認できるようにした。毎回実施するテストでは、提示された演習問題群から個々の学習者の予習状況に応じて問題が出題される。

4. 評価と結果

本研究の実証フィールドは、本学における C 言語の基礎内容（変数、関数、ポインタ等）を実習形式で学ぶ 2 年次必修科目『C プログラミング』とした。2016 年度は、通常の予習を伴わない授業形態であり、2017 年度に本研究提案の授業モデルを適用した。C プログラミングの受講者数は 86 名である。授業では、受講者が予習（レベル別の演習問題を取り組む）を行なっている前提で開始時に Computer Based Test を行い、受講者は自身のレベルを確認する。終了後、教員は受講者全体のレベルの分布を把握し、グループワーク・個人ワークのプログラミング実習課題を提示した。

4.1 本モデルの有用性

本モデルの全体の有用性の評価の観点として、導入前後での知識定着度合いに差異があるかを調べた。導入前後の比較として、今回は導入前の 2016 年度と導入後の 2017 年度での中間・期末試験の結果比較を用いることとする。筆記による中間・期末試験（穴埋め形式の問題：知識理解を確認する試験）を行なった。2016 年度に実施したものと同等であり、今年と昨年の試験結果を比較した。2 郡の差の検定には対応のない t 検定を行った。中間・期末試験の平均点と標準偏差を表 1 と表 2 に示す。本年度は昨年度と比較して平均点が 7.9 点上昇し、標準誤差が減少して全体として高い点数に推移したことが確認できた。

表 1 中間試験の結果

	平均点	標準偏差
2016 年度	80.3	12.5
2017 年度	84.6	10.7

有意差あり (t=-2.331, df=148, p<.05)

表 2 期末試験の結果

	平均点	標準偏差
2016 年度	72.6	17.6
2017 年度	80.1	15.3

有意差あり (t=-2.743, df=142, p<.05)

5. 考察

中間試験及び期末試験の結果から、本提案の授業モデルに基づく授業形態を通じて、知識の定着に関する能力が全体的に向上していることが確認できた。CBT に関するシステムの評価は発表当日に報告することとする。

6. 謝辞

本研究は JSPS 科研費基盤研究(C)17K00492 の助成を受けたものである。

参考文献

- (1) 重田勝介: “反転授業 ICT による教育改革の進展”, 情報管理, Vol.56, No.10, pp.677-684 (2013)
- (2) 中野 彰: “反転授業の動向と課題”, 情報教育研究センター紀要 (23), 35-38, 2015
- (3) 山内祐平: “MOOC と反転授業で変わる 21 世紀の教育”, 第 1 回公開研究会, 2013
- (4) Bloom, B. S.: “Handbook on Formative and Summative Evaluation of Student Learning.”, McGraw-Hill, New York, 1971
- (5) 辻慶子, 高野泰臣, 金子大輔, 山川広人, 小松川浩: “知識マップを介して知識修得・活用を図る学習支援システムの開発”, 教育システム情報学会誌 34(3), 251-260, 2017

相互評価機能を持ったブロック型プログラミング環境の設計と開発

Design and Development of Block Type Programming Environment
Implemented Peer Assessment

福井 昌則^{*1}, 萩倉 丈^{*2}, 佐々木 雄司^{*3}, 黒田 昌克^{*4}, 森山 潤^{*4}, 平嶋 宗^{*1}
Masanori FUKUI^{*1}, Jo HAGIKURA^{*2}, Yuji SASAKI^{*3}, Masakatsu KURODA^{*4}, Jun MORIYAMA^{*4},
Tsukasa HIRASHIMA^{*1}

^{*1} 広島大学

^{*1}Graduated School of Engineering, Hiroshima University

^{*2} 関西学院大学

^{*2}School of Science and Technology, Kwansei Gakuin University

^{*3} 慶応義塾大学

^{*3}Faculty of Environment and Information Studies, Keio University

^{*4} 兵庫教育大学

^{*3}Hyogo University of Teacher Education

Email: fukui@lel.hiroshima-u.ac.jp

あらまし：本研究の目的は、相互評価機能を持ったブロック型プログラミング環境の設計と開発を行うことである。プログラミング未経験者や入門者が抵抗なく取り組めるプログラミング環境として、Scratch などといったブロック型プログラミング環境がよく用いられている。このブロック型プログラミング環境を活用し相互評価を取り入れることで、多くの児童・生徒が相互評価を取り入れた協調学習を行うことが期待できる。そこで Google が提供しているライブラリである Blockly を用い、ユーザ同士が相互に評価を行えるブロック型プログラミング環境およびデータを介するサーバを構築した。このシステムを用いることで、プログラミング未経験者や入門者も相互評価を取り入れた協調学習が可能となる。

キーワード：プログラミング教育, Blockly, 相互評価, 協調学習, プログラミング的思考

1. はじめに

文部科学省「学びのイノベーション事業」では、ICT 活用や協働学習などを用い、従前行われていた教育をさらに深める実践が多数報告されており⁽¹⁾、協調学習を取り入れ、従前の学習内容をより深く理解する活動を展開することは重要である。Laal, M. & Ghodsi, S. M.は、協調学習は、問題解決や課題解決を行うことに対し、教授方法としても学習方法としても有望なアプローチであると指摘している⁽²⁾。

Kollar, I. & Fischer, F.は、グループにおける相互評価は、協調学習を活性化するために最も効果的な方法の1つであるとしている⁽³⁾。つまり、相互評価を取り入れた協調学習を行うことにより、従前の学習内容をより深く理解させることが期待できる。

一方、2020年から義務教育課程においてプログラミング教育が必修化されることとなり、プログラミング教育においても、協調学習を取り入れることは重要な方略の一つであると考えられる。例えば、加藤らは、初学者が協調プログラミングを行える学習支援システム“Checo Pro”を開発し、Javaを用いた実践について報告している⁽⁴⁾。北らは、Peer Reviewを取り入れたプログラミングの授業支援ツールを開発し、そのツールを用いたC言語を用いた実践を通して、ツールの有用性について報告している⁽⁵⁾。しかし、これらを含めたプログラミングの学習で協調学習を行うことを扱った先行研究では、実際にプログラミング言語を用いて協調学習で行うことを目的と

して開発されているものがほとんどであり、義務教育段階におけるプログラミング教育で身につけることが期待されている「プログラミング的思考」を育成しうるものであるかどうかは定かではない。義務教育段階においては、Scratch⁽⁶⁾などのブロック型プログラミング環境がよく用いられており、プログラミング的思考の育成のためにブロックを組み上げていく、ブロック型プログラミング環境の活用を行っていくことで、いわゆるテキストベースのコーディングを必須としないプログラミング教育を推進することが可能となる。また、単にブロック型プログラミング環境を活用するだけでなく、相互評価を取り入れた協調学習を行うことで、従前のプログラミング教育より、深い学習を行えるようにすることが求められる。ブロック型プログラミング環境では、命令がブロック化され、一つの単位として可視化されている。そして、違ったブロック(リソース)を提供することで、同じ結果を得る場合であっても、違った組み立てをすることとなる。平嶋らは、異なるリソースに基づいて異なる指示を組み立てることが、単なる手段ではなく、プログラミング的思考が求められる理由であると述べている⁽⁷⁾。異なったリソースを提供し、与えられたリソースを用いてプログラミングを行うことを取り入れることで、従前のブロック型プログラミング環境を用いるだけでは得られない深い学習を行うことができ、テキストベースのプログラミング言語を用いたときには行えない、認

知構造の違いに着目した深い学習が期待できる。

本研究では、以上のことを実現するための第一歩として、相互評価機能を持ったブロック型プログラミング環境の設計と開発を行った。

2. 相互評価機能を取り入れたプログラミング環境の設計および開発

2.1 本システムの概要

本研究では、相互評価機能を取り入れたブロック型プログラミング環境を提案する。本システムは、Block Assembly System, Browsing System, Server の3つのプログラムから構成されており、前者の2つはGoogleが提供するライブラリであるBlocklyを用いた⁽⁸⁾。Serverの開発にはPythonを用いた。Block Assembly Systemを図1に示す。この図では、例としてJavaScriptを動かしている。Block Assembly Systemは、左側の領域にブロックを組み上げる部分、その下にコードを表示するDisplayボタン、プログラムを実行するRunボタンが配置されている。そして、右側の領域に、課題となる問題、他ユーザからのフィードバック、レーティングが表示されている。次に、Browsing Systemを図2に示す。Browsing Systemでは、Block Assembly Systemの組み上げたブロックを閲覧することができ、それに対してコメントやフィードバック、レーティングを行うことができる。

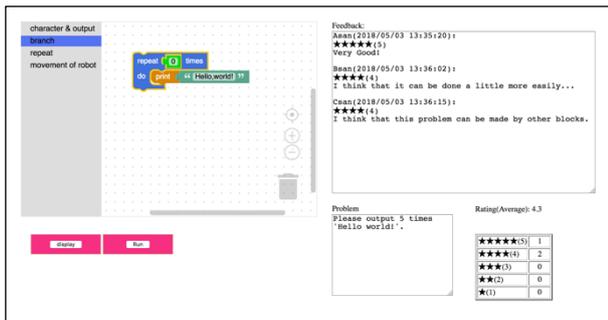


図1. Block Assembly System

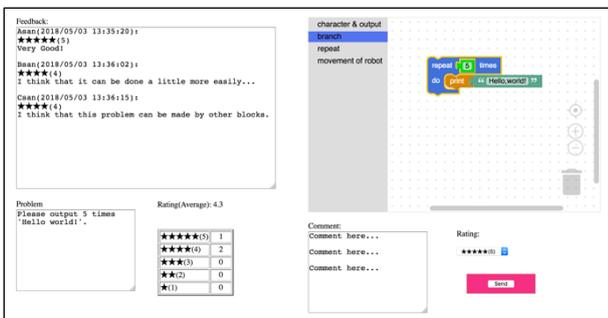


図2. Browsing System

それぞれのシステムの関係について図3に示す。つまり、クライアントAがBlock Assembly Systemで組み上げたブロックを、他のクライアントB,C,...はBrowsing Systemの画面で閲覧することができる。そして、クライアントB,C,...は、クライアントAが組み上げたブロックを見て、コメントや評価、レーテ

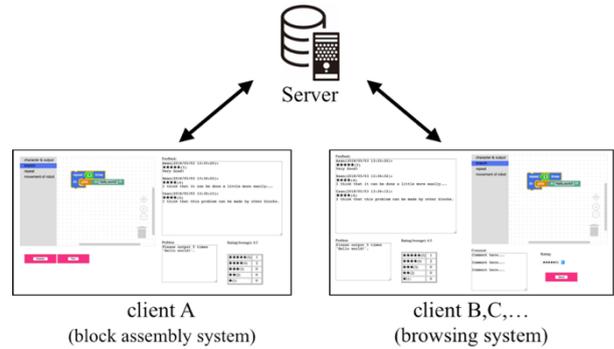


図3. 本システムの全体像

イングなどが行うことができる。このシステムを用いることで、従前のプログラミングの学習をさらに深めることが期待できる。

3. まとめと今後の展望

本稿では、相互評価機能を取り入れたブロック型プログラミング環境の設計を行い、その第一歩として、ブロック型プログラミング環境で相互評価を行うためのシステムの機能およびサーバを開発した。

今後、自身のコードと他者のコードの比較を行える機能、その相違点を指摘させる機能の実装を行う。また、学習段階に応じて、学習者にどちらのコードが正しいか、より適切かなどといったことを選ばせるような機能を実装し、従前のプログラミング教育では実現できなかった、深い理解を促すプログラミングの学習の方略を模索する必要がある。

謝辞

本研究の一部は、科研費(18J20759)の支援を受けて実施されたものである。

参考文献

- (1) 文部科学省, “学びのイノベーション事業”. (2014) http://jouchouka.mext.go.jp/school/pdf/manabi_no_innovation_report.pdf
- (2) Kollar, I. & Fischer, F.: “Peer assessment as collaborative learning: A cognitive perspective”, *Learning and Instruction*, **20**(4), pp.344-348, (2009)
- (3) Laal, M. & Ghodsi, S. M.: “Benefits of collaborative learning”, *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, **31**, pp.486-490. (2012)
- (4) 加藤優哉, 松澤芳昭, 酒井三四郎: “初学者の協調プログラミングにおけるインタラクションの分析”, 情報教育シンポジウム 2015 論文集, pp.177-184. (2015)
- (5) 北栄輔, 山梨樹里: “Peer Review に基づいたプログラミング実習授業支援ツールの開発”, 名古屋高等教育研究, **7**, pp.341-353. (2007)
- (6) MIT: “Scratch- Image, Program, Share”, (n.d.) <https://scratch.mit.edu>
- (7) 平嶋宗, 福井昌則, 林雄介: “異種リソースから作られた指示の対比によるプログラミング的思考の振り返り”, 第43回教育システム情報学会全国大会講演論文集, (2018)
- (8) Google for Education: “Blockly”, (n.d.) <https://developers.google.com/blockly/>

地域連携型授業に参加する学生の社会人基礎力の把握

Understanding the fundamental power of social workers of students participating in community collaborative classes

川田 博美
Hiromi KAWADA

名古屋女子大学短期大学部
College of Nagoya Women's University

あらまし：中央教育審議会の「青少年の奉仕活動・体験活動の推進方策等について」の答申によると、奉仕活動・体験活動を推進する意義として「①社会人に移行する時期に、地域や社会の構成員としての自覚や良き市民としての自覚を、実社会における経験を通して確認することができる。②青年期の比較的自由にまとまった時間を活用して、例えば、長期間の奉仕活動等に取り組んだり、職業経験を積んで再度大学等に入り直したりなど、実体験によって現実社会の課題に触れ視野を広げ今後の自分の生き方を切り開く力を身に付けることができる。」と指摘し、特に短期大学などにおいては、「学生が行うボランティア活動等を積極的に奨励するため、正規の教育活動として、ボランティア講座やサービスラーニング科目、NPOに関する専門科目等の開設やインターンシップを含め、学生の自主的なボランティア活動等の単位認定等を積極的に進めることが適当である。」としている⁽¹⁾。そこでビジネス系短大生を対象とした「地域連携型授業」の導入により「社会人基礎力」育成のためのプログラムの展開実験を進めてきた。2013年度より学科単位で必修履修とすることになったことを受けて、複数のテーマに分散させることを目的として、「社会人基礎力」の項目により決めた「選択パターン」を設定したうえでの運用を開始した。さらに、2014年度からは、学びの場としての『街なか・サテライト(アクティブ・キャンパス)』を学外などにも求め本学科各コース専修者としてふさわしい専門性の保証と学生個人の能力アップを目指した『生活学科アクティブラーニングプロジェクト』を展開し始めた^{(1)~(6)}。本プログラムの目標は「社会人基礎力」の育成である。その成果を見極めるためにプログラムを開始する前の履修者の社会人基礎力の実態を把握した。

キーワード：短大教育、協働型サービスラーニング、社会人基礎力育成、地域連携型授業

1. はじめに

教科『地域貢献演習(入門・基礎・実践・応用)』は、短期大学での正課の授業として「社会人基礎力」を育むための実践的な取り組みにリンクした形で2013年度よりの新カリキュラムで設定したものである。1年次の2セメスタは必修科目として短期大学部生活学科(情報ビジネスコース、フードマネジメントコース、ファッションデザインコース)の全学生が全員履修する(定員100名)。

教科『地域貢献演習』を「協働型サービスラーニング」の場としていく目的と期待されるその効果としては、

(1) 短大の1、2年生を対象に実施することで、学生一人ひとりが自らにとって将来必要な学習の意味を確認し、地域や社会問題への関心を広げ、グループでの協同学習で基礎的な力をつける。

(2) 実践的な情報技術教育への導入教育としてモチベーションを高めるとともに、IT環境への理解を深め、より実践力の高い専門職養成を図る。

(3) 大学と地域団体との連携によるコミュニケーション教育プラットフォームを構築することで、効果的な協働型サービスラーニングのプログラム開発および評価体制を構築する、ことなどがある⁽²⁾。

学生は入学後まもなく行われる「地域貢献演習」のガイダンスへの参加を経て11種類のプロジェクトの中から1つを選択し、1年間その授業に参加する。2018年度入学生115名に対し「社会人基礎力」

の各能力に対する関心度を調査した。

2. 教科『地域貢献演習』の目的は「社会人基礎力」の育成

教科『地域貢献演習』の目的は、「社会人基礎力」の育成である。それを踏まえて、2013年度からは、「社会人基礎力」をもとにした3つの選択パターンを設定し、運用を開始した。学生に選択を促した3つのプロジェクトは

①前に踏み出す力(アクション)を育むことを目標とする「セルフ・セレクト・プロジェクト」(地域貢献活動参加型サービスラーニング)

②考え抜く力(シンキング)を育むことを目標とする「オリジナル・プランニング・プロジェクト」(教員協働型サービスラーニング)

③チームで働く力(チームワーク)を育むことを目標とする「春待ち小町プロジェクト」(地域団体協働型サービスラーニング)である。

③のプロジェクトでは、発信力、傾聴力、柔軟性、状況把握力、規律性、ストレスコントロール力といった、「チームで働く力」を身に付けさせ、評価は、協働する地域団体が行う。「春待ち小町プロジェクト」で習得を目指す社会人基礎力の「チームで働く力」(チームワーク)(多様な人とともに、目標に向けて協力する力)は、職場や地域社会等では、仕事の専門化や細分化が進展しており、個人として、また組織としての付加価値を創り出すためには、多様な人

との協働が求められ、自分の意見を的確に伝え、意見や立場の異なるメンバーも尊重した上で、目標に向けともに協力することが必要である、ということから、次の6つの能力要素が設定された⁽³⁾。

- (1)「発信力」は、自分の意見をわかりやすく伝える力で、自分の意見を整理した上で、相手に理解してもらうように的確に伝える能力である。
- (2)「傾聴力」は、相手の意見を丁寧に聴く力で、相手の話しやすい環境をつくり、適切なタイミングで質問するなど相手の意見を引き出す能力である。
- (3)「柔軟性」は、意見の違いや立場の違いを理解する力で、自分のルールややり方に固執するのではなく、相手の意見や立場を尊重し理解する能力である。
- (4)「状況把握力」は、自分と周囲の人々や物事との関係性を理解する力で、チームで仕事をするとき、自分がどのような役割を果たすべきかを理解する能力である。
- (5)「規律性」は、社会のルールや人との約束を守る力で、状況に応じて、社会のルールに則って自らの発言や行動を適切に律する能力である。
- (6)「ストレスコントロール力」は、ストレスの発生源に対応する力で、ストレスを感じるがあっても、成長の機会だとポジティブに捉えて肩の力を抜いて対応する能力である。

3. 「チームで働く力」に対する状況

調査対象は、「地域貢献演習」を履修予定する1年生115名である。

「チームで働く力」については

「少しあると思う」51%、「あると思う」36%、「あまりないと思う」10%、「全くないと思う」3%

- (1)「発信力」
全体「あまりないと思う」55%、「少しあると思う」31%、「全くないと思う」11%、「あると思う」3%
 - (2)「傾聴力」
全体「少しあると思う」58%、「あると思う」21%、「あまりないと思う」18%、「全くないと思う」3%
 - (3)「柔軟性」
全体「少しあると思う」55%、「あると思う」29%、「あまりないと思う」13%、「全くないと思う」3%
 - (4)「状況把握力」
全体「少しあると思う」63%、「あると思う」23%、「あまりないと思う」11%、「全くないと思う」3%
 - (5)「規律性」
全体「少しあると思う」63%、「あると思う」24%、「あまりないと思う」10%、「全くないと思う」3%
 - (6)「ストレスコントロール力」
全体「少しあると思う」55%、「あると思う」16%、「あまりないと思う」22%、「全くないと思う」7%
- 「チームで働く力」については、13%がない(2017年度8%)と答え、特に弱い能力要素は、「発信力」と「ストレスコントロール力」である。

4. おわりに

「チームで働く力」について、身に付けたい能力としては、

「チームで働く力」について

全体「身に付けたい」72%、「少し身に付けたい」28%、「あまり身に付けたくない」0%、「全く身に付けたくない」0%

と意欲はあり、すべての能力要素については全員が「身に付けたい」とし、次のような順となっている。

- ①規律性(80%)
- ②「発信力」(78%)
- ③「ストレスコントロール力」(77%)
- ④「状況把握力」(74%)
- ⑤「柔軟性」(73%)
- ⑥「傾聴力」(66%)

協働団体での主な評価基準は次のとおりである⁽³⁾。

- (1)「発信力」
 - ・発言する。提案する。説明する。自分の意見。
- (2)「傾聴力」
 - ・人の話を聞く。質問する。改善する。
- (3)「柔軟性」
 - ・会話を続ける。進んで話しかける。落ち着いて行動する。方法の見直し。
- (4)「状況把握力」
 - ・様子を見て話しかける。素早く対応する。状況を見ながらの行動。状況説明。
- (5)「規律性」
 - ・敬語が使える。話し方のマナー。報告や連絡をする。ルールを守る。
- (6)「ストレスコントロール力」
 - ・やり遂げる。再チャレンジ。くじけない。相談する。

調査結果に基づき各個人が身に付けたい能力要素を身に付けることができるよう授業展開していく必要がある。また、学生が「社会人基礎力」を発揮できる場面や環境を提供する必要がある。

参考文献

- (1) 中央教育審議会(2012):『新たな未来を築くための大学教育の質的転換に向けて～生涯学び続け、主体的に考える力を育成する大学へ～(答申)』、2012年8月28日、文部科学省
- (2) 川田博美、稲吉由味子、千葉みどり(2015):“「社会人基礎力」育成のための「協働型サービスマネジメント」の実践”、教育システム情報学会第40回全国大会講演論文集
- (3) 川田博美(2016):“地域団体と連携して行う街なかキャンパスでの評価”、教育システム情報学会第41回全国大会講演論文集
- (4) 川田博美(2016):“アクティブ・ラーニングプログラムとして実践する地域貢献演習の展開”、教育システム情報学会第41回全国大会講演論文集
- (5) 川田博美(2017):“地域連携型授業でめざす社会人基礎力育成”、教育システム情報学会第42回全国大会講演論文集
- (6) 川田博美(2017):“実務教育プログラムにおける質保証の検討”、教育システム情報学会第42回全国大会講演論文集

看護師特定行為研修における e-learning 環境の自己評価 — 筑波大学附属病院の場合 —

Self-Evaluation of e-Learning System for Nurse Designated Procedures -Case of University of Tsukuba Hospital-

讃岐 勝^{*1}, 天野 勝利^{*2}, 石塚 孝子^{*3}
Masaru SANUKI^{*1}, Katsutoshi AMANO^{*2}, Takako ISHITSUKA^{*3}

^{*1, *2} 筑波大学医学医療系臨床医学域

^{*1, *2} Department of Clinical Medicine, Faculty of Medicine, University of Tsukuba

^{*2, *3} 筑波大学附属病院総合臨床教育センター

^{*2, *3} Center for Medical Education and Training, University of Tsukuba Hospital

^{*3} 筑波大学附属病院看護部

^{*3} Nursing Department, University of Tsukuba Hospital

Email: sanuki@md.tsukuba.ac.jp

あらまし：筑波大学附属病院にて構築した看護師特定行為研修の e-learning システムの評価を行う。本院では、内部で構築したサービスと外部で提供されているサービスを併用しており、各種のメリット・デメリットについても述べる。

キーワード：看護師特定行為研修, e-learning, システム評価

1. はじめに

2014年6月に看護師特定行為研修制度が厚生労働省より創設された。一般住民の高齢化に伴い、急性期から在宅医療等において医療現場を支える特定行為を安全に実施出来る看護師の育成が求められ2025年までに全国10万人という目標がある⁽¹⁾。

筑波大学附属病院（以下、本院）では、2016年10月より看護師特定行為研修事業を開始し、半年ごとに研修生を受け入れている⁽²⁾。受講資格は看護師の実務経験が5年以上であり、本院における研修生は年齢層が30歳～50歳程度と幅広い。2017年9月に第1期の卒業生の輩出し、以降も半年ごとに修了生を輩出ししている。本研修を受講する研修生のモチベーションは非常に高い。

本研修は e-learning による自宅での座学と病院での演習・実習を行う。研修自身は共通科目と区分別科目の2つに分かれている。共通科目修了後、本院では14科目の区分別科目の受講が可能である(2018年6月現在)。

本稿では、e-learning システムを紹介し、システムの利用状況およびトラブル等を報告する。この結果に基づくシステムの評価は大会にて報告する。看護師の e-learning システムは様々な開発および研究がなされているが^{(4), (5)}、社会人が利用することもあり ICT 利用のスキルも個々に異なるため、導入するシステムは熟慮する必要がある。大きく分けると新人の技術向上か新しい技術の習得を目的としたシステムであり、本稿では後者を扱う。

2. e-learning システム

本院では、共通科目のコンテンツは S-QUE 研究会⁽³⁾による e-learning 教材を利用し、それ以外の共通科

目の演習および区分別科目のすべてのコンテンツは本院で構築した LMS にて提供する。LMS として moodle を利用し、コンテンツ作成やシステム改修などは本院で行っている。またコンテンツの提供のみならず、レポートの提出およびオンライン添削できるよう実習・演習の実技以外はすべてシステム上でできるよう構築した。システムは次で構成される。

表 1 S-QUE 研究会のシステム

LMS	独自開発 動画コンテンツ視聴後、小テストを実施（全 300 コンテンツ以上）
方式	MP4 配信 (Adobe Flash)

表 2 moodle をインストールしたサーバ

OS	CentOS 7 64bit
メール	Postfix 2.10 + dovecot 2.2
Web	httpd 2.4 + php 7.1 (5.6)+mod_ssl
DataBase	MariaDB 5.6
LMS	Moodle 3.4 (3.2) ① 動画コンテンツ(c)を参照)+小テスト ② レポート提出(アップロード)およびオンライン添削

括弧内の数字は構築時のバージョンであり、現運用のバージョンではない。

本システムの特徴等は次の通りである。

- A) サービスとして提供するの、web メールと LMS のみで、ブラウザ操作による。
- B) レポートの提出は作業中にセッションが切れる可能性を考慮し、MS word や PDF など電子フ

ファイルの upload のみで提出させることにした。そのレポートは moodle3.0 以上の機能であるオンライン添削を利用した。

- C) 動画コンテンツの配信は、医学系と病院で利用している Mediasite Server を利用し、MP4 による配信を行っている。
- D) moodle およびメールサービスの認証のため、Windows 2012 server に Active Directory を構築した。

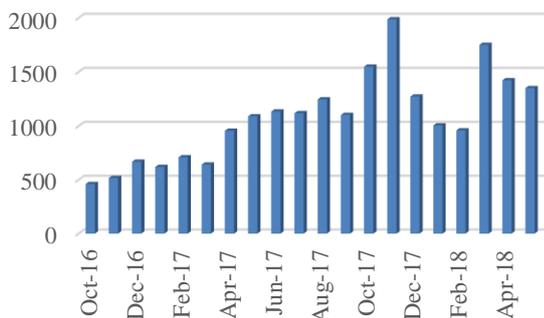
2.1 操作研修（オリエンテーション時）

入校時初日に1~2時間 e-learning システムの利用、およびメールの読み方・転送方法に関する操作演習を行っている。受講中のトラブルなどはすべてメールを通して対応を行っている。

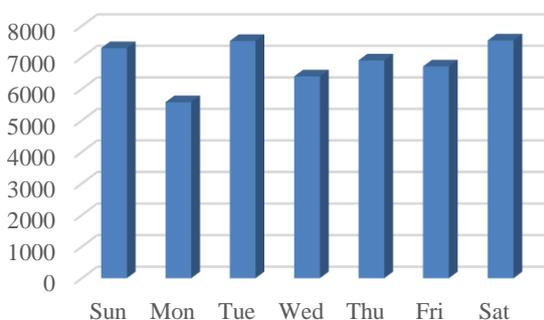
3. 利用状況

事業を開始した2016年10月1日~2018年5月31日までのアクセスログについて解析を行った。S-QUE 研究会のコンテンツへのアクセスログは入手できなかったため本院のサーバへのアクセスのみの解析であり、検索エンジンからのアクセスを抜いている。次のグラフ3,4はアクセス数に関する値であり、サイト内の遷移はカウントしていない。

グラフ3 月ごとのアクセス数



グラフ4 曜日ごとのアクセス



月ごとにアクセスが増えているのは、研修生の数が増えているからであり、2017年4月以降に増加したのは院内での演習・実習が増え、moodle にレポート

を upload するためである。そのため、それ以前のアクセス数はメールを見るために web メールにアクセスした回数であり、研究生はよくメールを見ていたことがわかる。

4. システムの評価

実際に構築した際の課題や問題点について報告する。解析したデータ等については大会で報告する。

4.1 認証システム

動画配信システム Mediasite Server およびシステム拡張があった場合の認証連携のため、別のサーバの上に Active Directory を構築したが、連携のためのハードルがあり moodle でサポートされている LTI (Learning Tools Interoperability) を採用した。

4.2 S-QUE 研究会のコンテンツ

当初は Adobe Flash による配信を行っていたが、ブラウザ依存を含む視聴トラブルを数回報告した後、MP4 配信へと変更となり、ブラウザ依存のトラブルはなくなった。

動画コンテンツを視聴履歴の管理は数十秒おきに対象サーバへ接続することで保証しているが、数回接続が確立できないと動画は配信されているにも関わらず履歴が残らないトラブルが多発した。こちらも報告後にはサーバ間の接続の確認の方法を変えてもらいトラブルを回避した。2018年6月現在、大きなトラブルは報告されていない。

4.3 異なるサービスを利用する利点とそうでない点

本院でも100以上の多くのコンテンツを作成したが、編集作業は困難を極めた。その点、外部のコンテンツを利用するメリットは非常にあるが、回線によるネットワークトラブルは避けられない。

5. 拡張と今後

研修のため LMS を導入したが、修了後のコミュニケーションをとるためにも使用を開始した。操作研修は一切なく導入できたので、機能の多い moodle を採用したのは正しいかった。

研修生の端末については、PC のほか ipad などもあり、オンラインでのテキスト入力要望があった。こちらについては、検討中である。

参考文献

- (1) 厚生労働省：特定行為に係る看護師の研修制度、<http://www.mhlw.go.jp/stf/seisakunitsuite/bunya/0000077077.html> (2018.6.12)
- (2) 筑波大学附属病院看護師特定行為研修：http://www.hosp.tsukuba.ac.jp/kango_tokutei/ (2018.6.12)
- (3) S-QUE 研究会：<http://s-que.net/> (2018.6.12)
- (4) 伊津美 孝子, 真嶋 由貴恵, 嵐田 聡: “eラーニングを活用した新人看護師研修プログラムの開発と評価”, 教育システム情報学会誌, 31(1), 57-68 (2014)
- (5) 三宅由美子: “訪問看護師のための知識科学的 eラーニングを活用した学習モデル”, FIT2016, 375-376 (2016)

小学校における遠隔合同授業で身に付ける力と態度の整理について

Organization of the Competency and Attitudes Acquired by Remote Joint Lesson in Elementary School

鷹岡 亮^{*1}, 横山 誠^{*2, *3}, 大塚 祐亮^{*4}, 藤上 真弓^{*4}, 長友 義彦^{*1}, 霜川 正幸^{*1}
Ryo TAKAOKA^{*1}, Makoto YOKOYAMA^{*2, *3}, Yusuke OTSUKA^{*4},
Mayumi FUJIKAMI^{*4}, Yoshihiko NAGATOMO^{*1}, Masayuki SHIMOKAWA^{*1}

^{*1} 山口大学教育学部

^{*1} Faculty of Education, Yamaguchi University

^{*2} 山口大学大学院東アジア研究科

^{*2} The Graduate School of East Asian Studies, Yamaguchi University

^{*3} 株式会社 エスブレイン

^{*3} ESBrain, Inc.

^{*4} 山口大学大学院教育学研究科教職実践高度化専攻

^{*4} The Graduate School of Education, Yamaguchi University

Email: ryo@yamaguchi-u.ac.jp

あらまし：急速に進む人口構成の変化に伴い、特に地方において学校の小規模化が進んでいる。小規模校では、児童生徒が「多様な意見や考え方に触れる機会が少ない」、「人間関係や役割が固定化されがちである」、「切磋琢磨する環境が作りにくい」などの課題を抱えている。これらの課題を解決する一つの方法が、ICTを活用した合同授業（以下、遠隔合同授業）である。以前から遠隔教育は進められてきているが、学校を結んだ授業に対して、児童生徒の思考活動や協働活動の支援、さらに遠隔の児童生徒にも指導する教師への授業支援の連動が強く意識された支援環境の開発や実践研究は少ない。そこで本稿では、遠隔合同授業支援環境の開発やその環境を活用した授業における学習指導の形態や方法の開発を含めた総合的な遠隔合同授業モデルを開発するために、遠隔合同授業を通して身に付けさせたい力や態度を整理する。

キーワード：遠隔合同授業、人口構成の変化、学校の小規模化、身に付けさせたい力や態度、ICT活用力

1. はじめに

ICTを活用した遠隔合同授業に関して、文部科学省の「人口減少社会におけるICTの活用による教育の質の維持向上に係る実証事業（学校教育におけるICTを活用した実証事業）」が平成27年度から3か年で実施された。この事業では、人口過少地域における小規模校の教育上の課題を克服するために、ICTで学校をつないで協働学習などを継続的に実施することを通して、指導方法やカリキュラムの開発及び学習効果の検証が行われてきた。遠隔合同授業では、既存のテレビ会議システムや協働学習ツール等が活用されているが、教師は通常の授業展開や自学級側の個別指導だけでなく、相手学級側の児童生徒の状況や思考活動の確認と指導、さらにカメラなどの操作も求められるなど負荷が高く、授業支援機能が必要不可欠である。

さらに、遠隔合同授業では、コミュニケーション力や学習内容を深める力だけでなく、「共に学び合う必要性や良さを感じることができる」などの遠隔合同授業へ参画する態度を培うことも重要となる。上記の実証事業では、これらの力や態度は単元の中に位置づけられているが、教科等横断的な視点は含まれていない。この力や態度を整理した上で学校種・学年・教科・単元等と対応させ、接続性を踏まえたモデルカリキュラムを作成することは、遠隔合同授業の質向上として必要となる。

また、小規模校・少人数学級では、複式学級への

対応も見越して、児童生徒が自立して学べる力を継続的に育てることに取り組んでいる。この取り組みのなかに、ICTを児童生徒の成長のための道具、学びを変革していく道具として意識づけ活用させること、つまり児童生徒のICT活用力を習得させることは、学びの質の向上につながると考えられる。

これらの研究背景を鑑み、本研究では、小規模校・少人数学級の小学校と中学校を対象にして、そこに在籍する児童生徒の学びの質を向上させるために、遠隔合同授業支援環境を活用した授業実践を通して学習効果及び授業支援効果を検証し、学習指導の形

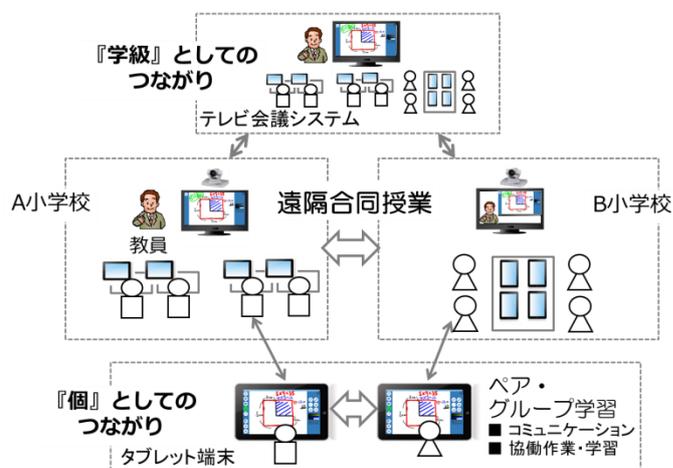


図1：遠隔合同授業における学習環境

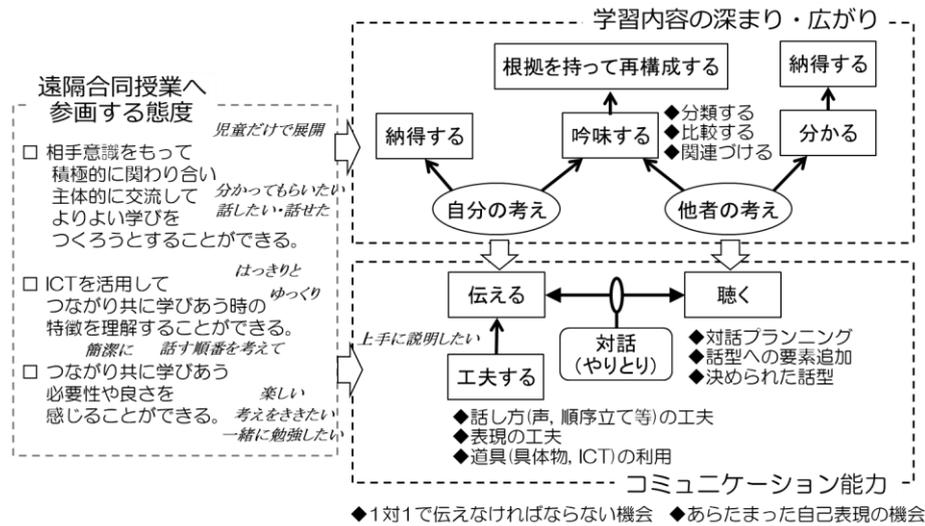


図2：遠隔合同授業で身に付ける力と態度

態や方法，学習評価の方法を整理して総合的な遠隔合同授業モデルを開発することを目的とする。本稿では，遠隔合同授業における学習環境について概観し，遠隔合同授業を通して身に付けさせたい力や態度を整理する。

2. 遠隔合同授業における学習環境

合同授業では，小規模校では味わうことのできない人数の多い授業の展開，役割の固定化を解消できる他者との関わりや自身が合同授業のメンバーになっていることの実感，さらに，他者の多様な考え方や解き方に触れる経験やその良さを感じ取ることができる学習環境を提供することが重要である。したがって，ICTを活用した遠隔合同授業では，これらの合同学習の良さを保証するために，クラス間や個々をつなぎ，教師がそこでのやりとりをみとることができる学習環境を整備することが必要となる。

そこで，本研究では，図1に示すように遠隔合同授業において2種類のつながりを学習環境として整備することにした。一つ目は，物理的に離れている複数の教室をテレビ会議システムの活用によって一つの教室にする「学級として」のつながりの保障である。二つ目は，物理的に離れている教室の児童生徒の協働学習・活動を実施するために，タブレット端末上に「個人作業空間」「協働作業空間」「他方の児童生徒とのビデオコミュニケーション空間」を整備してペア・グループ学習を進められる「個として」のつながりの保障である。本研究では，「個としてのつながり」として，協調学習支援ツールである「つながる授業アプリ」の開発を行い，公立小学校における授業実践で試行的に活用して頂いた。

3. 授業を通して身に付けさせたい力や態度

遠隔合同授業実践への参観と授業映像データの分析から，身に付けたさせたい力として，学習内容を広げる・深める力とコミュニケーション力(対話力)，その態度として，遠隔合同授業に対して主体的に参

加できる態度の3つの観点に整理した。

学習内容を広げる・深める力として，他者の考えを理解して納得し，自分の考えと他者の考えを分類や比較，関連づけを通して吟味し，根拠を持って再構成するためのスキルが必要となる。また，コミュニケーション力として，自分の考えを伝えるだけでなく，上手に説明したいというニーズに基づき話し方や表現，道具の利用を工夫する力，他者の考えを聴くために決められた話型，話型への要素追加，対話プランニングができることが求められる。さらに，参加する態度として，つながり共に学びあう必要性や良さを感じることができ，ICTを活用してつながり共に学びあうときの特徴を理解すること，相手意識をもって積極的に関わり合い主体的に交流してよりよい学びを創ろうとすることができることの3つの段階で身に付けていくことが求められる。

4. おわりに

本稿では，遠隔合同授業における学習環境について概観し，遠隔合同授業実践への参観とデータ分析から身に付けさせたい力や態度を整理した。今後の課題として，学習内容を広げる・深める力とコミュニケーション力の観点から遠隔合同授業を通して身に付ける力を細分化するとともに，遠隔合同授業に対して主体的に参加できる態度を養うための段階を整理することが挙げられる。

なお，本研究の一部は，JSPS 科研費 JP18H01053 の助成を受けたものです。

参考文献

- (1) 文部科学省：“学校教育-人口減少社会における ICT の活用による教育の質の維持向上に係る実証事業(学校教育における ICT を活用した実証事業)”，<http://jouhouka.mext.go.jp/school/population/school.html> (参照 2018.06.12)
- (2) 東山利仁：“算数科の学習活動における思考スキルの整理と思考ガイドに関する研究，平成 29 年度山口大学教育学部数理情報コース卒業論文，2018。

高等教育における ICT の活用についての一考察

A Study on Utilization of ICT in Higher Education

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：近年、インターネットやスマートフォンの普及により、教育分野においても ICT の活用が浸透しつつある。初等教育では 2020 年よりデジタル教科書の利用が可能となっている。高等教育においては MOOC やネットを利用した通信制の大学もあり、先進的な事例もいくつかあるが、特に国内においては利活用が遅れていると考える。本研究では、国内外の高等教育における ICT 活用の調査研究を外観し、今後の方向性について考察する。

キーワード：高等教育, ICT, MOOC, LMS

1. はじめに

過去 200 年間、人の寿命は伸び続けており、人生 100 年時代を迎えるとも言われており、日本では 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⁽²⁾。首相官邸のサイトには以下のスローガンが掲げられている。「一億総活躍社会実現、その本丸は人づくり。子供たちの誰もが経済事情にかかわらず夢に向かって頑張ることができる社会。いくつになっても学び直しができ、新しいことにチャレンジできる社会。人生 100 年時代を見据えた経済社会の在り方を構想していきます。」

このような時代背景の中、高等教育も変革を余儀なくされており、ICT が果たせる役割も大きくなっている。本稿は、ICT を活用した高等教育の調査研究を俯瞰することで、今後の高等教育における ICT 利活用の方向性を考察することを目的とする。

2. MOOC

インターネットとコンピュータ技術の進展により、2001 年頃から MIT は、授業映像・教材をインターネットで公開する取組である、OCW (Open Course Ware)を開始し、2010 年代から始まった MOOC (Massive Open Online Courseware) は、米国を中心に進展し、高等教育機関のコンテンツを中心として、現在では、全世界で 8 千万人の学習者、800 を超える大学、9 千を超えるコースが提供されている⁽³⁾。

一方、国内では、2013 年に設立された JMOOC (日本オープンオンライン教育推進協議会) が中心となり、累計約 200 コース、約 80 万人の学習者数に達しているが、多くの大学に普及するのはまだまだこれからである。

3. 学び直しの場としての高等教育

4 年制大学への 25 歳以上の入学者の割合を OECD 加盟国の平均 16.6% と比較すると、日本は 2.5% と非常に低く、社会人の学び直しの場としての高等教育機関が役割を果たせていない現状が見られる⁽²⁾。特に時間や場所についての制約が大きい、社会人の学び直しの機会の提供については、インターネットを含む通信制の大学が大きな役割を果たせるはずであるが、日本においては通信制の学士を提供する大学は 44 で、全大学の約 6%、学生数は約 24 万人で、全大学生の約 8% にとどまっている⁽⁴⁾。一方、米国では、通信制だけでコースを取得した学生が 14%、1 単位以上通信で取得した学生を含めると 30% に及んでいる。また、米国では、2015 年の通学制の学生数は 2012 年と比べて減少している一方、通信制の学生数は増加している⁽⁶⁾。

4. ホライズンレポート

米国の New Media Consortium が 2004 年から毎年発行しているレポートで、K-12 から高等教育や博物館等、幅広い教育分野において、テクノロジーの観点から調査し、レポートを発表している。高等教育のレポートでは、今後 1 年以内に、今後 2~3 年のうちに、今後 4~5 年のうちに、それぞれ影響を与えるであろうと思われる技術のトレンドについて、世界各国の専門家や有識者等の意見を収集し、報告書にまとめている。

4.1 ホライズンレポートから見る技術トレンド

ホライズンレポートに挙げられている技術トレンドを年代別に表 1 に示した。表 1 を見ると、トレンド予測通りに推移している技術や、途中で消えたものなど、いくつか特徴が見られる。

4.2 ホライズンレポートにおける頻出専門用語

各年のレポート内で使われている専門用語を抽出し、抽出語のランキングとその推移をまとめた。専門用語の抽出には KH Coder⁽⁷⁾、Term Extract⁽⁸⁾を利用した。

表1 ホライズンレポートの技術トレンド

発行年	1年以内	2～3年以内	4～5年以内
2004	学習オブジェクト, SVG	ラピッドプロトタイプリング, マルチモデル	コンテキスト・ウェア, 知識 Web
2005	拡張学習, エビキタ無線	知的探索, 教育的ゲーム	ソーシャルネットワーク, 知識 Web
2006	ソーシャルコンピューティング, パーソナル放送	ポケット電話, 教育的ゲーム	AR, コンテキスト・ウェア・デバイス
2007	UCC, ソーシャルネットワーク	携帯電話, 仮想世界	新学術出版形態, 多人数参加型教育ゲーム
2008	草の根 V, コラボ Web	モバイル BB, データ MU	集合知, ソーシャル OS
2009	モバイル, クラウド	何でもジオ, パーソナル Web	セマンティックウェブ, スマートオブジェクト
2010	モバイル, オープンコンテンツ	電子書籍, 簡易 VR	ジェスチャーコンピューティング, 視覚データ分析
2011	電子書籍, モバイル	VR, ゲーム型学習	ジェスチャーコンピューティング, LA
2012	モバイルアプリ, タブレット	ゲーム型学習, LA	ジェスチャーコンピューティング, IoT
2013	MOOC, タブレット	ゲームとゲームフィクション, LA	3Dプリンター, ウェアラブル
2014	反転教室, LA	3Dプリンター, ゲームとゲームフィクション	定量化された自己, バーチャルアシスタント
2015	BYOD, 反転教室	メーカースペース, ウェアラブル	適応学習, IoT
2016	BYOD, LA 適応学習	AR/VR, メーカースペース	感情コンピューティング, ロボティクス
2017	適応学習技術, モバイル学習	IoT, 次世代 LMS	AI, NUI
2018	分析技術, メーカースペース	適応学習技術, AI	MR, ロボティクス

5. 考察

表1を見ると、「モバイル」に関連する技術は順調に推移し、現在でも普及・活用が進んでいる。一方、例えば、2007年に登場した、「仮想世界」については、当時、Second Life等の仮想空間で英会話等を行う実験的なサービスもいくつか現れていたが、その後急速にブームが去り、現在提供されているサービスはほとんどない。また、2017年に4年～5年以内であった、AI（人工知能）が、2018年には、2年～3年以内の技術として取り上げられている。国内では、様々な分野において、AIがブームになりつつあるが、まだまだ教育分野への適用は端緒にすぎたばかりであり、特にLA（学習分析）がさらに進展し、学習履歴の蓄積が進まない、AIを活かすデータが

集まらず、活用が進まなくなる可能性もある。

また、専門用語の年次推移を見ると、やはり、2004年から「mobile」を含む用語が頻出している。この14年で最もインパクトを与えたのはモバイルに関連する技術であり、現在も今後も教育分野でのICT活用には不可欠なものとなっている。

6. おわりに

MOOCや通信制大学についての内外の動向を調査し、ホライズンレポートを中心に、高等教育でのICT活用に影響を与える技術トレンドの年次推移と各レポートにおける専門用語の抽出を行って、高等教育におけるICTの活用について定性的に分析を行った。技術のトレンド予測は当たり外れもあるが、今後の高等教育におけるICTの利活用を推進する上では非常に参考になると考える。米国でのトレンドがそのまま国内に通用するわけではないが、一つの指針にはなると考える。例えば、2015年にホライズンレポートのトレンドに現れた「BYOD」については、2017年に、大学ICT推進協会が国内大学の調査を行っている⁽⁹⁾。国内の高等教育機関ではまだまだICTの利活用が浸透しているとはいえないが、2020年からは初等教育のデジタル教科書導入が始まり、本格的な人生100年時代をもうすぐ迎える前に、十分なICT環境を高等教育に整え、学び直しの機会提供を考える必要がある。また、オンライン大学もリカレント教育の役割を今後果たしていくであろう。

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) 首相官邸: “人生100年時代構想会議”, <https://www.kantei.go.jp/jp/singi/jinsei100nen/> (参照 2018.06.10)
- (3) CLASS CENTRAL: “By The Numbers: MOOCs in 2017”, <https://www.class-central.com/report/mooc-stats-2017/> (参照 2018.06.10)
- (4) 文部科学省: “平成29年度学校基本調査”, http://www.mext.go.jp/b_menu/toukei/chousa01/kihon/kekka/k_detail/1388914.htm (参照 2018.06.10)
- (5) 米国教育省: “FAST FACTS: Distance Learning”, <https://nces.ed.gov/fastfacts/display.asp?id=80> (参照 2018.06.10)
- (6) Babson Survey Research Group: “Grade Increase: Tracking Distance Education in the United States”, <https://www.onlinelearningsurvey.com/highered.html> (参照 2018.06.10)
- (7) 樋口耕一: “社会調査のための計量テキスト分析 — 内容分析の継承と発展を目指して”, ナカニシヤ出版, 京都 (2014)
- (8) 小島浩之, 前田朗: “キーワード(専門用語)自動抽出システムの構想とその展開”, 第51回日本図書館情報学会研究発表要綱, pp.17-20 (2003)
- (9) 大学ICT推進協議会: “BYODを活用した教育改善に関する調査研究”, <https://axies.jp/ja/ict> (参照 2018.06.10)

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

The Outline of Distance Learning on Media Class and the Trend of the Learner at Online University

中村 宏^{*1}, 森 佳奈枝^{*1}, 加藤 泰久^{*1}

Hiroshi NAKAMURA^{*1}, Kanae MORI^{*1}, Yasuhisa KATO^{*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っている。近年の ICT 環境の整備を受け、通信教育も大人数の学習者を対象に、多様かつ個々の要望に応じた教育、更にはオンラインで学位の取得も可能になった。本稿では東京通信大学における通信教育、特に配信期間内にオンデマンドで受講可能な映像講義の構成と学習支援体制、初年度第 1 学期における学生の履修と学習の動向について述べ、今後の課題と展望について考察する。

キーワード：映像教材、eラーニング、MOOC、EdTech、Instructional Design

1. はじめに

『高等教育機関等における ICT の利活用に関する調査研究』では、教育環境における ICT の利活用の現状は、先進諸国と比較し、我が国の高等教育における ICT の教育的な利活用が抜本的に遅れていると指摘されている⁽¹⁾。しかし近年の ICT 環境の整備を受け、通信教育も大人数の学習者を対象に、多様かつ個々の要望に応じた教育、更にはオンラインで学位の取得も可能になってきている。

本稿では東京通信大学における通信教育、特に配信期間内にオンデマンドで受講可能な映像講義の構成と学習支援体制、初年度第 1 学期における学生の履修と学習の動向について述べ、今後の課題と展望について考察する。

2. 大学通信教育の変遷

大学通信教育は、昭和 22 年に学校教育法によって制度化されてから、向学心を持ちながらも、地理的、時間的制約などがあって、その実現に困難を伴う人たちの期待に応えられる正規の大学教育課程として実施されている。現在、44 大学、27 大学院、11 短期大学が門戸を開放しており、全国でおよそ 24 万人がそれぞれの学習動機に合わせて学んでいる⁽²⁾。

大学通信教育の学習方法は「印刷教材等による授業」「面接授業（スクーリング）」「放送授業」「メディアを利用して行う授業」と規定され、授業のほか学習指導も行われる。古くは郵便による通信を用いていたが、IT インフラの整備に伴い、インターネットを活用できるようになり、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。

また通信技術の進歩は、通信教育で学べる学問領

域の拡充にも寄与している。従来では人文科学系・社会科学系などの文科系の分野が中心だったが、近年では情報科学関係科目や自然科学関係科目、健康福祉学、社会福祉学などの専攻も増えてきている。

単位認定に関しても ICT による変遷がある。従来はレポートの送付やスクーリングの出席を受験の条件とし、幾つかの試験会場で行われる単位修得試験に合格して、その科目の単位が得られた。近年では科目によっては、スクーリングの代わりに動画配信講義の視聴とオンライン上での小テストや掲示板での発言等をもって出席とし、単位修得試験も試験会場へ赴かずオンライン上での受験が可能となった。

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。大学は積極的に学習指導や相談を行なうが、その方法も、対面での指導のほか e メールや学部や科目専用の BBS や SNS、Skype 等を用いた面接指導など、学生の状況やニーズに合わせた多様な手法が用いられるようになった。

3. 東京通信大学における通信教育

東京通信大学⁽³⁾（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。いつでもどこでも学べる「学びの機会」を開放し、現代社会で活躍できる「教養ある職業人」を育てるため設立された。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 つの学部を開設し、両分野における実践的な学びや、現代社会の課題を広範囲にカバーする教養科目で、知識とそれを活用する「智慧」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する。

3.1 授業構成とLMS

本学の教育課程は4年間の修業年限で、4学期制、単位制の卒業要件を満たし審査の上、卒業を認められた者には学士の学位が授与される。

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。1授業回を8回受講し、単位認定試験を受験し、総合的に合格点を取るにより1単位が認定される。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。授業は一部科目のスクーリングによる演習・実習を除き、動画配信を中心として行う「メディア授業」で構成されている。メディア授業の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。

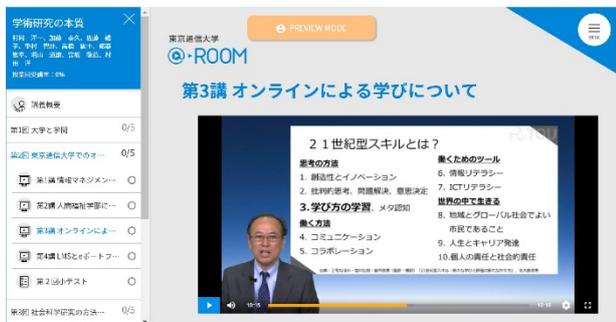


図1 @ROOMでの映像教材の一例(PC)



図2 @ROOMで単位認定試験の一例(PC)

3.2 初年度第1学期の学生の動向

開学初年度となる平成30年度は両学部合わせて800名強、科目等履修生・特修生等と合わせると1000名を超える学生が入学した。

本学では卒業までの道筋を想定・理解しやすいように、履修モデルを設け、4学期制を取っているが、いずれも1年次1学期では8~12単位の履修を推奨しており、また1年間の履修登録上限(キャップ(CAP)制)は46単位、1学期毎の履修登録できる科目もシステム上15単位の制限している。結果1学期では9科目履修者が最も多く全体の17.6%、次いで10科目が17.5%となり、平均は9.4標準偏差は0.68であった。なお15科目履修者は全体の2.1%であった。

国家試験の受験資格取得に直結する科目となる「相談援助演習I」と「精神保健福祉援助演習I」の人間福祉学部の履修者は合わせて296名であった。

1学期の単位認定試験の受験状況について述べる。本学での単位認定試験の受験資格は「全授業回の2/3の出席」である。1学期開講の43科目における正科生の延べ受講者数8,147名に対し受験資格者数は5,948名で68.7%、必修科目である「学術研究の本質」の受験資格者の比率は79.8%であった。履修登録した全ての科目において単位認定試験まで進んだ学生は全体で499名で、全学生の57.5%、全く単位認定試験まで到達しなかった学生は145名、16.7%であった。なお予稿提出の時点では、単位認定試験の得点及び科目の成績評価は確定していない。

4. 課題と展望

大学通信教育は、ICTの教育的な利活用によって、大人数の学習者を対象に、多様かつ個々の要望に応じた教育が可能となった。開学したばかりの本学の学生の学習意欲は高く、また多くの学生が目標を立てて履修計画を遂行していることは、1学期の動向からも推察できる。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、オンラインキャンパス「@CAMPUS」とオンライン学習支援システム「@ROOM」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。本学の取組が今後増加する可能性があるオンライン学習環境での学習支援に関する知見の一部となることを期待する。

参考文献

- (1) 京都大学: “高等教育機関等におけるICTの利活用に関する調査研究”, http://www.mext.go.jp/a_menu/koutou/itaku/1347642.htm, p1 (2013)
- (2) 公益財団法人私立大学通信教育協会: “大学通信教育とは”, <http://www.uce.or.jp/about/> (2018)
- (3) 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)

ARによる地震時の家具の挙動シミュレーションを用いた 防災学習支援システム

Disaster Learning Support System using AR Simulation of Furniture Behavior during Earthquake

柘植 葉月, 清水 菜々子, 寺崎 綾華, 山下 直佑, 曾我 真人
Haduki TSUGE, Nanako SHIMIZU, Ayaka TERASAKI, Naosuke YAMASHITA, Masato SOGA
和歌山大学 システム工学部
Faculty of Systems Engineering, Wakayama University
Email: s206128@center.wakayama-u.ac.jp

あらまし：地震に対しては普段から防災意識を高めておく必要があるが、人工的に地震を起こして体験することができる施設は大掛かりで、国内にも数えるほどしか施設がないために、利用は難しい。このため、今までの防災学習はテキストや映像での学習がほとんどで体験学習がない。また、すでに知識を持っていることから新たに震災について体感的に学習しようという意識も低い。本研究では、ARを用いて体験できるシステムを構築した。構築したシステムを使って学習することで学習効果、意欲の向上を目的とする。学習者は、部屋内にARマーカを配置し、AR表示されて家具の挙動を、タブレット端末を用いて視覚的にシミュレーションして体験できる。シミュレーションに用いた地震は実際に起こった地震のデータを使用してシステムを構築している。シミュレーションでは、部屋の方角や家具の配置などを自由に選択して設定でき、表示している家具に対して、学習者の現在地が危険であるか安全であるかを判断してアドバイスを提示している。ARマーカとタブレット端末は持ち運びが容易なので、学習者の自宅でも利用が可能であり、自宅地震時の家具のシミュレーションを行うなどして防災意識を高めることに利用が期待される。評価実験を行いシステムの優位性を検証した。

キーワード：AR, 学習支援, 地震, Unity, 家具

1. はじめに

震災は、日本人の生活にとって一番身近な災害といえる。そのため、日本において震災学習は必要不可欠であり、様々な施設や地域などで、震災学習は行われている。しかし、今までの震災学習はテキストや映像での学習がほとんどで体験学習が少ない。また、すでに知識を持っていることから新たに震災について学習しようという意識も低い。

2. 先行研究の概要と問題点

先行研究には、「実際の地震動のARシミュレーションを用いた震災学習支援システム」がある。先行研究では、地震動のARシミュレーションによって、震災学習のキーワードである「自然理解」「想像力」「対応能力」の3つについて学習支援を行っていた。しかし、先行研究には「アドバイス」がなくARシミュレーションを見たあと、何をすればいいのか分からないという状況に陥ることがあった。

3. 研究目的

先行研究を踏まえて、本研究では地震をイメージする力だけでなく、その後どのように行動をすべきかまでイメージすることのできる学習支援システムの設計と構築を行う。

4. システム構成

本システムはAR技術を用いて震災を疑似的に体

験させ学習の支援を行うシステムを構築した。本システムはARで等身大の家具をAndroid端末上に表示させ、地震が発生した際の家具の挙動をARシミュレーションで見ることができる。

4.1 学習環境

システムはAndroid端末上で動作するため、学習にはAndroid端末とARマーカを6畳の学習スペースに設置して学習を行う。

4.2 システムの特徴

先行研究の地震動を変更できる、家具の配置を自由に設定できるという機能に加え、本システムでは新たに、図1に示すように

- ・安全・危険を判断するためのアドバイス
- ・部屋の方角を15度間隔で変更できる

機能を追加した。これらの機能を駆使し、学習に自由度を与える。実際のシステムの動作画面は図2に示すとおりである。

5. 評価実験

評価実験は、被験者を、本システムを使用して学習を行う実験群と、従来の学習方法であるビデオで学習を行う統制群の2つのグループに分けて実験を行う。2つのグループの学習の向上値を比較し、本システムの有用性を検証する。実験は事前テスト、それぞれの学習方法で学習、事後テスト、アンケートという流れで行う。



図1 アドバイス表示・部屋方角変更機能

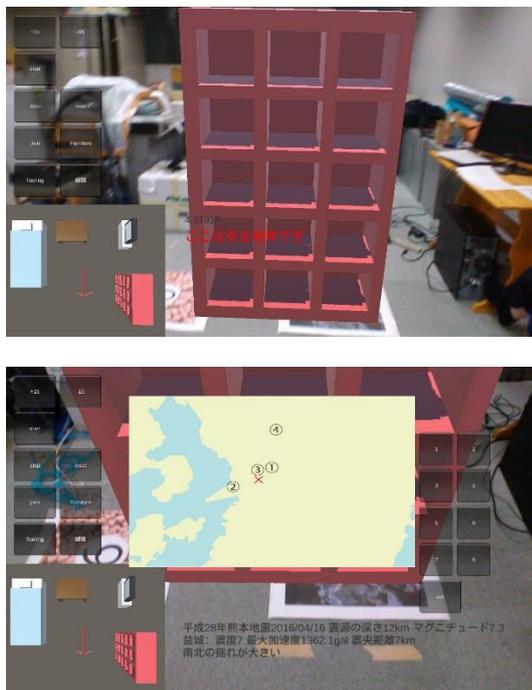


図2 実際のシステム動作画面

テスト項目は、

- ・地震知識四択問題
- ・地震の揺れ方の特徴筆記問題
- ・家具配置問題
- ・地震発生前・中・後取るべき行動問題

の4つである。それぞれ事後テストの平均点から事前テストの平均点を引いたものを向上値とし、評価を行う。実験群・統制群それぞれのテスト項目ごとの向上値を表1、表2にまとめた。

表1 知識四択問題と揺れ方特徴筆記の向上値とP値

	知識四択	揺れ方特徴筆記
実験群	25	0.2
統制群	15	0.05
P値(片側)	0.169	0.169

表2 家具配置問題と取るべき行動問題の向上値とP値

	家具配置	取るべき行動
実験群	5.442	0.9
統制群	2.002	0.6
P値(片側)	0.011	0.217

すべての項目において、実験群が統制群を上回った。しかし、知識四択問題は1問10点での計算であるため、統制群との差はあまり出ていない。テキストなどの学習が効果的となる地震知識を、いかにシステムに取り入れていくかが今後システムを改善する際に一つの指標となる。また、家具の配置問題は大きな向上が見られたため、正しい行動をするためには、家具をどのように配置すれば良いのかというところまでイメージする力がついていると考えられる。

6. まとめ

AR技術を用いて、震災時の家具の挙動を疑似体験させることによる震災学習支援環境の構築を行った。評価実験の結果、本システムは地震の揺れ方の特徴、対応能力、想像力について、能力の向上を確認することができた。また、アンケートより、学習意欲の向上にも本システムは有用であることが分かった。

参考文献

- (1) 山下直佑ら：“実際の地震動のARシミュレーションを用いた震災学習支援システム”，修士論文（2013）
- (2) 山本知彦ら：“個人の生活環境を考慮した防災教育システム”，情報処理学会第71回全国大会，p4-541，p4-542（2009）
- (3) <http://www.bousai.go.jp/kyoiku/keigen/torikumi/kth19006.html>，内閣府，“防災情報のページ”
- (4) <http://www.nwn.jp/old/matidukurigoroku/matibousai.html#green> 此松昌彦，“防災のイメージ具体的に：和大防災研究教育プロジェクト”
- (5) 中川政治ら：“ICTを活用した仮想体験型震災学習プログラムの開発-東日本大震災で被災した石巻市における「防災まちあるき」実施事例-”，地域安全学会論文集，no26（2015）
- (6) 岩間智視ら：“ARとHDMを用いて災害を疑似体験させる防災教育システムの試作”，電子情報通信学会，vol.113，no.377，ET2013-68，p.1-6（2014）

GPS-AR を用いた恐竜の観察学習支援システムの構築

Development of Observation Learning Support System of Dinosaur using GPS-AR

北村 拓生, 浅野 勇大, 曾我 真人
 Takuo KITAMURA, Yudai ASANO, Masato SOGA
 和歌山大学 システム工学部
 Faculty of Systems Engineering, Wakayama University

Email: s206006@center.wakayama-u.ac.jp

あらまし: 恐竜を学習する際、骨の標本の観察や、図鑑のイラスト等が利用されている。恐竜の学習では、その大きさを知ることが大切な学習事項の一つである。しかし、骨の標本の観察を行うためには、それを展示している博物館に足を運ぶ必要があり、住んでいる場所によっては容易ではないし、実物大の標本を展示している博物館は全国でも数える程しかない。また、イラストでは大きさを体感することが難しい。そこで、大きさの体感に効果がありなおかつ身近な手法の実現を目指し、ロケーションベース AR を用いて野外で恐竜を提示し、その周りの様々な場所からタブレット端末で観察できるシステムを構築した。本システムが、イラストでの学習と比べて、大きさの体感に有効であるかを確認するため実験を行った。

キーワード: 拡張現実, 大きさの体感, GPS, 恐竜, 学習支援

1. はじめに

一般的には、学習者が恐竜の大きさを体感するために、骨の標本や模型を観察して学習する方法と、イラストや CG を見て学習する方法がある。標本を用いた学習は大きさの体感に効果的である反面、その大きさや管理の難しさから身近な学習方法とは言えない。また、イラストを用いた学習は、身近な学習方法である反面、大きさの体感に効果的とは言えない。

そこで、本研究では、恐竜の大きさを体感できる、身近で効果的な学習方法の実現を目指す。システム利用者が自分の足で歩き回りながら、実際の場所や身近な建物と、恐竜の 3D モデルの比較を行い恐竜を観察する、タブレット端末上で動作するロケーションベース AR システムの構築を目指す。

2. システムの構成

本システムは iPad 上で動作するアプリケーションとして構築する。アプリケーションはゲームエンジンの Unity を使って開発を行う。端末の iSight カメラで撮影した映像と、Unity 内の恐竜の 3D モデルを組み合わせて表示することで、恐竜の観察システムを実現する。(図 1)

端末の GPS 情報を Unity 内カメラの位置、端末のジャイロセンサーの情報を Unity 内カメラの傾きとして設定することで、iSight カメラに映る風景と、恐竜の 3D モデルの動きを同期させる。この仕組みにより、ロケーションベース AR システムが実現する。

2.1 GPS による表示モデルの調整

端末の GPS 情報を用いて、現実での端末の動きと、恐竜の 3D モデルの動きを同期させることで、シ

テム利用者の移動に合わせた表示モデルの調整が行われる。例えば、恐竜との距離が近いと 3D モデルが大きく、遠いと 3D モデルが小さく表示される。

GPS 情報を用いるに当たって、Unity 内の単位に実際の距離感を設定する必要がある。経度 1 度あたりの距離は地球 1 周が約 40,000km であることから、約 111.11km だとわかる。また、経度 1 度あたりの距離は、北緯 34 度線[1]1 周が約 33,000km であることから、約 91.6km だとわかる。恐竜を観察する際の移動距離として、最大で数十メートルを想定する。そこで、GPS の値を 10^6 倍し、さらに、経度方向の GPS の値を 0.82 倍することで、Unity 内の緯度経度方向 1 単位あたりの移動距離を 11cm として設定する。

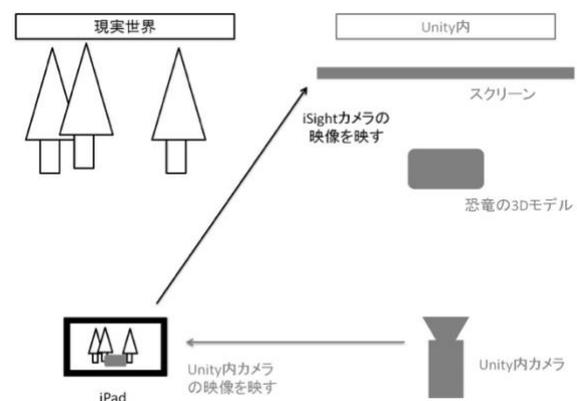


図 1. システムの動作イメージ

2.2 ジャイロセンサーによる表示モデルの調節

端末のジャイロセンサーの情報を、Unity内カメラの傾きとして設定することで、端末の向きに合わせた表示モデルの調整が行われる。また、Unity内カメラの傾きを追従する映像投影用スクリーンに iSightカメラの映像をテキストチャとして設定することで、現実の映像と恐竜の3Dモデルを組み合わせた映像を作成する。(図1)



図1 現実の映像と恐竜の3Dモデルを組み合わせた映像

3. 評価実験

本研究の目的である「恐竜の大きさを体感できる身近な手法の構築」のために、本システムで恐竜の大きさを体感できるか、また、本システムが手軽に利用できるかを調査した。

21歳から58歳の被験者10名を被験者として、システムを利用する実験群、書籍資料を利用する統制群に分けて実験を行なった。システムまたは、書籍資料での学習を行なった前後の、恐竜の理解度と恐竜の大きさの理解度を調査する。学習前、学習後の理解度、アンケート内容の比較から、システムと書籍資料での学習効果を検証する。

調査問題は数値による問題ではなく、図の日買うとして出題した。人型のロボットと恐竜が描かれた図が4つあり、ロボットの身長を170cmとしたとき、ロボットと恐竜の大きさの比率が最も正しい項目を選ぶ問題となっている。

表1.恐竜の大きさに関する問題の正答数

実験群						平均	分散
被験者	A	B	C	D	E		
事前調査	4	2	1	4	5	3.2	2.16
事後調査	7	6	7	6	6	6.4	0.24
向上値	3	4	6	2	1	3.2	2.96

統制群

被験者	F	G	H	I	J	平均	分散
事前調査	2	4	1	3	1	2.2	1.36
事後調査	6	6	7	4	4	5.4	1.44
向上値	4	2	6	1	3	3.2	2.96

4. 実験結果

恐竜の大きさの調査では、スコアの向上値が実験群と統制群で同じ結果となった。(表1) また、恐竜の大きさの比較に関しても、実験群と統制群ともに完全な正解者の数が増加しているにも関わらず、その数に大きな差はない。このことから、恐竜の大きさに対する理解について、本システムが書籍資料よりも効果があるとは言えない。しかし、システムの問題点として「GPSが不安定だった」という意見が散見された。この問題により、本システムの歩き回りながら恐竜を観察するという機能が十分に機能せず、大きさの理解に対する効果が薄れてしまったと考えられる。

アンケートによる学習の身近さを問う問題では、書籍資料を用いた学習よりも、システムを用いた学習の方が高い評価となっており、統制群の被験者による、書籍資料での学習が身近な手法だとは「あまり思わない」という意見の理由として「紙媒体で資料を揃えないといけないため」というコメントがあった。このことから、近年の電子端末の普及を背景に、紙媒体よりも、資料データやアプリケーションなど、電子媒体を用いた学習方法の方が、身近に利用できる手段であると推測できる。

5. まとめ

本研究では、恐竜の大きさを体感できる身近で効果的な学習方法として、iPadを用いた

ロケーションベースの恐竜観察ARシステムが恐竜の大きさの学習において、書籍資料を用いた学習よりも効果があるとは言えなかった。しかし、本システムは身近な学習方法として、紙媒体を用いる方法よりも、より身近な手法であることがわかった。今後は、GPSの精度を高めるなど、ARシステムとしての改良が必要である。

参考文献

- (1) “国土地理院 和歌山県”http://www.gsi.go.jp/KOKUJYOHO/CENTER/kendat/wakayama_heso.htm(2017/2/10 アクセス)

現実空間で作成した問題を診断するモンサクン AR の設計・開発と 協調学習への試験的利用

MONSAKUN AR: Prototyping of Interactive Environment for Problem-posing Using Augmented and Its Experimental Use by Collaborative Learning

山元 翔^{*1}, 平嶋 宗^{*2}

Sho YAMAMOTO^{*1}, Tsukasa HIRASHIMA^{*2}

^{*1} 近畿大学工学部

^{*1} Faculty of Engineering, Kindai University

^{*2} 広島大学大学院

^{*2} Graduate School of Engineering, Hiroshima University

Email: yamamoto@hiro.kindai.ac.jp

あらまし：筆者らは単文を取捨選択，組み立てることにより問題を作成することのできる単文統合型の作問学習を提案している．これまでシステムはタブレットや PC 上で動作するものであり，多くのカードを用いて探索的に問題を作ったり，カードの交換などによる協調的な活動に転用することは困難であった．本研究では AR を用いることで現実空間の単文カード情報を読み取り，システム側で診断できるシステムを設計・開発した．システムを試験的に利用した結果も報告する．

キーワード：Augmented Reality，協調学習，作問，三文構成モデル

1. はじめに

筆者らは算数文章題を対象として，与えられた単文カードを組み立てることにより対象の構造を学習できる，単文統合型の作問学習支援システム「モンサクン」を開発している⁽¹⁾．本提案システムでは，学習者は，量的概念を示す最小単位である単文（りんごが3こあります，など）をカードとして複数提示され，これを取捨選択し，組み立てることで問題やその構造を，問題の構成要素を意識しながら学習することができる．システムは，通常学級だけではなく特別支援学級でも，算数文章題の構造を理解するために有効であることが示されている．

一方で，モンサクンは個人で演習するためのシステムであり，また，与えられた制約を満たす問題を，与えられたカードから作成することで対象の構造を理解する演習となっている．本研究ではこの演習の次のステップとして，(a)演習を個人ではなく共同で実施可能に，(b)ある制約を満たす問題の作成ではなく，学習者が作成可能な問題を作成可能，とすることが考えられる．これには，単文カード交換や共同学習の場の提供などの機能の提供や，多くのカードを用意できる空間が必要となる．

そこで本研究では，作問を単文カードを用いて現実空間で行い，Augmented Realityにより現実空間で作成された問題がどういう意味を持つのかの情報提示（診断）が可能なシステムを作成した．この現実空間の作問の実現により，(a)様々な協調的な演習の実現，(b)多くのカードを用いた演習の実現が可能なシステムを開発したため，その紹介と，協調学習における利用結果を報告する．

2. モンサクンの実現可能な演習の拡張

2.1 演習方法の拡張

従来システムは与えられた制約を満たす問題を作成する形式であり，個別学習が可能なシステムであった．よってカードの交換や，複数人で協力して作問学習を行うようなシステムにはなっていない．したがって，システムは複数人が協力して様々な作問ができるよう，所与のカードの分配，学習者ごとの可視化（ある学習者は見れるがある学習者は見えない，など）ができる必要がある．

2.2 学習内容の拡張

学習対象は1回の加減算で計算できる算数文章題を対象である．従来システムでは，学習者は「”3-2”で計算できる”あわせていくつ”のお話を作ろう」のように，演算式と物語を制約として与えられ，これを満たす問題を作成していた．これにより，制約を満たす問題の構造を考え，その問題を学習者自身が作成することで，対象構造について，構成要素とその関係を学習させている．

対象となる算数文章題は，図1に示すように，一つのカードから複数の物語を推測することができる．例の場合，中心に添えた「りんごが5こあります」は，「合併」，「増加」，「減少」，「比較（多い，少ない）」のすべての物語に利用可能である．このように，あるカードから作成できる物語，あるいは問題を推測するという演習は，学習者の理解している構造から適切な構造を取り出す活動となる．そのため，上記の演習ができる学習者にとっては，物語ごとの構造を探索的に確認できる演習となるため，より深く問題の構造を理解する上で有効であるといえる．

しかしこのような演習を行うために，カードの枚数は最低でも図1に示す10枚が必要であり，より多

くのダミーカードを追加したり、別のオブジェクトの問題、あるいは乗除算も加えると、カードの枚数は更に増加する。従来システムでは9枚程度でカードが重なってしまっているため、このような演習を実現するには演習空間が非常に狭くなり、実際には演習が不可能となる。よって、より多くのカードを用いた作問が可能なシステムを開発する必要がある。

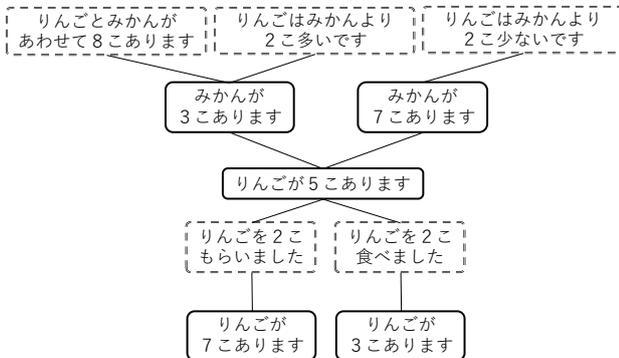


図1 1回の加減算の算数文章題における同一存在文から作成可能な物語

3. モンサクン AR

図2にモンサクンARのプロトタイプのインタフェースを示す。学習者はこのシステムにおいて、紙で作成されたマーカー付き単文カードを用いて、現実空間で作問を行う。モンサクンARはこのマーカーをカメラで読み取ることで、現実空間で作成された問題を認識する。システムはAugmented Reality SDKとしてVuforiaを用いており、開発環境はUnityで、C#により開発している。

現行システムは図1のすべての物語において、順思考問題、逆思考問題の両方の種類の問題を作成できるようにしており、合計14枚の単文カードを認識できるように作成している。これは対象となる算数文章題のすべての種類の問題となる。学習者は紙の単文カードを図2に示すように並べ、システムで撮影する(答え合わせボタンを押す)ことで、作成した問題の診断ができる。なお、カードのマーカーをシステムが認識していると、図2のようにマーカー上にブロックが表示される。



図2 モンサクンAR演習画面

また、インタフェース上部のボタンを押せば、作成済みの問題の種類や、作成した問題のログも確認することが可能である。

4. 試験的利用

システムを協調学習に利用した結果について述べる。被験者は工学系の大学生12名である。これを3人ずつのグループに分け、グループごとに利用してもらった。演習は、14枚のカードを一人4-5枚ずつ配布し、場にカードを一枚ずつ出し、作問するというものである。お互いのカードは確認できないが、出したカードについて議論をすることや、出したカードを戻すことはできる。この演習で、すべての種類の問題を作成してもらった。この演習の議論を通じて、作成する問題の構造を理解してもらうという課題設定になっている。

この試験的利用では、アンケートとフローテスト⁽²⁾から、小学生にもシステムを用いた協調学習の演習が実施可能か、また、大学生にとっては演習負荷が高すぎないかについて調査した。なお、本演習は問題解決が可能な大学生にとっても、構造を改めて理解するものであるため、ある程度難易度の高い演習になっている。よって、演習が簡単すぎるため、評価にならないということはない。

アンケートからは、プロトタイプのためやや使いづらいインタフェースだが、演習方法と使い方さえ説明されれば、提案演習は実現可能という意見が得られた。また、フローテストを用いた没入感テストでは、ゲーム(パックマン)以上の没入感が得られ(5.75>5.21)、必修の授業以上の重要性認知(4.22>3.45)が得られるという結果であった。このことから目的のシステムは開発できており、演習自体の負荷は高すぎない(没頭できるレベルである)こと、演習が学習上有用であることが確認できた。

5. まとめ

本研究では単文統合型の作問学習支援システムを、個人から共同での学習に利用可能であり、探索的な作問のような、カードを多く用いる作問ができるように、ARを用いて現実の作問を診断可能なシステムへと改良した。演習結果からは、システムが小学生にも利用できることや、演習に没入できるものである可能性が示された。今後はシステムのインタフェースの改良によるシステムの完成や、オーサリングシステムの開発に取り組む。

参考文献

- (1) 山元翔, 神戸健寛, 吉田裕太, 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, 第 J96-D 巻, 第 10 号, pp. 2440-2451 (2013)
- (2) Engeser, S. and Rheinberg, F.: “Flow, performance and moderators of challenge-skill balance”, Motivation and Emotion, Vol.32, No.3, pp.158-172 (2008)

主体的な「操作」を指向したメンタルローテーション課題のための AR 型学習支援システムと評価

AR based Learning Support System and Evaluation for Mental Rotation with Subjective "Operation"

中野 美登里^{*1}, 松原 行宏^{*1}, 岡本 勝^{*1}, 岩根 典之^{*1}

Midori NAKANO^{*1}, Yukihiro MATSUBARA^{*1}, Msaru OKAMOTO^{*1}, Noriyuki IWANE^{*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: lnakano@lake.info.hiroshima-cu.ac.jp

あらまし：中学校で取り扱われる図形の分野では，学習者の主体的な「操作」が学習者の数学に対する興味関心を高め，学習定着度が向上するといわれる．一方，空間図形の問題を解くための能力として，空間認知能力やメンタルローテーション能力が考えられる．本研究ではスマートフォンと AR マーカを用いて，学習者自身がマーカを操作し，メンタルローテーション課題を学習できるシステムを構築する．提案システムでは立体的な AR マーカを用いることによって，学習者の主体的な操作を実現した．学習者は立体的なマーカをスマートフォンのカメラで撮影し，画面に重畳表示される図形を見ながら立体的なマーカを回転させることで，さまざまな角度から図形を確認することができる．検証実験において，図形の形状把握がしやすいという意見もあり，学習効果が表れる可能性を確認した．

キーワード：メンタルローテーション，Augmented Reality，空間図形

1. はじめに

空間図形の問題を解くために必要な能力として，空間認知能力やメンタルローテーション⁽¹⁾能力などが考えられる．メンタルローテーション能力は，学習者が実際に積み木やブロックなどの立体的な物体を操作することを伴った学習を行うことで身につけることができる．学習者による主体的な「操作」は，学習者の数学に対する興味関心を高め，学習定着度が向上するといわれている⁽²⁾ため，「操作」を伴う学習を行うことで，メンタルローテーション能力の向上と学習定着度の向上が見込まれる．しかし，実際の教育現場では，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，本研究では学習者自身がマーカを操作して空間図形を学習できるシステムを構築する．本システムではスマートフォンと立体的な AR マーカを用いることにより，学習者の主体的な操作を実現し，さまざまな角度から図形を見ることを可能にした．

本論文において「主体的な」操作とは，学習者が自ら手を動かし，学習を進めることを指す．この「主体的な」操作を行うことで，メンタルローテーション能力の向上を見込めると考えた．

2. 提案システム

提案システム⁽³⁾は，スマートフォンと AR マーカから構成される．提案システムの外観とシステム画面を図 1 に示す．学習者はシステムから出題された問題に対し，AR マーカを操作して図形を確認し，解答を導く．図 2 にコントロールマーカの操作例を示

す．図 2 の左側は回転前の状態で，学習者がコントロールマーカを左手に持っている．このとき，対応する図形がコントロールマーカに重畳表示されている．その後，手を図中の矢印方向に（右から左に向かって）回転させることで，図 2 の右側のように，重畳表示されている図形も図中の矢印方向に（右から左に向かって）回転していることが分かる．このことから，図 2 に示すように，学習者はコントロールマーカを回転させることで，仮想環境内の仮想物体を回転させることができる．

学習者が問題に正解した場合はその問題への解答を終了し，次の問題へ学習を進める．不正解の場合は，予想の入力へ戻る．このように，学習者がコントロールマーカを用いて，自ら手を動かし，物体の形状や出題された問題に対する解答を確認することで，学習者は主体的な「操作」を伴った学習を行うことが可能となると考えた．

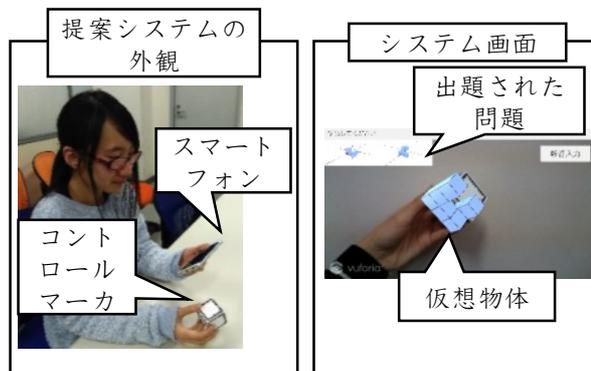


図 1 提案システムの外観とシステム画面

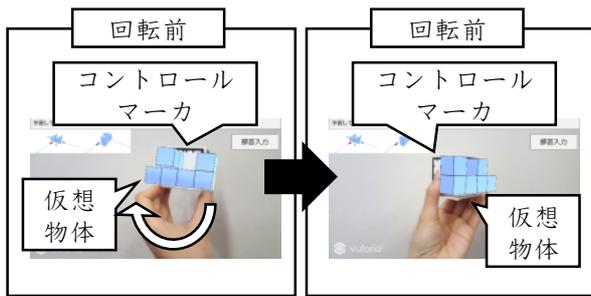


図2 コントロールマーカの操作例

3. 検証実験

検証実験では、提案システムを用いて主体的な操作を伴った学習を行うことでメンタルローテーション能力が向上するか確認するため、提案システムを使った学習を指示し評価を行った。被験者は理系の大学生、大学院生 15人 (A ~ O) であり、15人を3グループに分けて実験を行った。各グループの被験者が用いたシステムの条件について表1に示す。被験者A ~ Eの5人を、提案システムを用いるグループ1、被験者F ~ Jの5人を、問題の提示と解答の正誤判定のみを行うシステムを用いるグループ2、被験者K ~ Oの5人を、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とした。グループ3の被験者が用いるシステムの画面を図3に示す。学習者は画面に表示されている問題と画面上の仮想物体を確認しながら解答を行う。学習者は画面上の仮想物体に触れ、動かしたい方向に指を滑らせるフリック操作によって仮想物体を回転させることが出来る。

検証実験は、まず事前アンケートと事前テストを実施し、グループ間で大きな差が出ないようにグループ分けを行った。その後、各グループに割り当てたシステムを用いて学習を行わせ、事後テストとして、事前テストと同様の問題を解かせた。その後、事後アンケートを行った。

図4にグループごとの事後テストの平均値を記す。各グループ内で事前テストと事後テストの平均正答数について *t* 検定を行った結果、グループ1とグループ3においては有意差が確認できた。よって、主体的な操作を伴う学習はメンタルローテーション課題の正答数の増加に有効であることが分かった。一方で、グループ2では有意差が確認されなかった。また、事後テストにおける正答数がグループ間で差

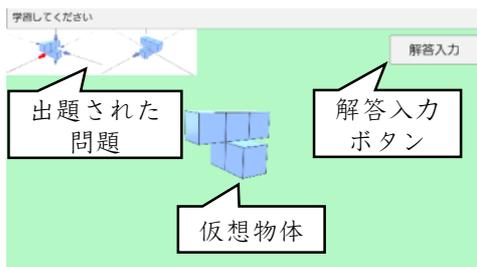


図3 グループ3の被験者が使用するシステムの画面

表1 各グループの被験者が用いたシステムの条件

グループ	問題の提示	物体の操作	正誤判定の提示
1	○	AR マーカ	○
2	○	—	○
3	○	指	○

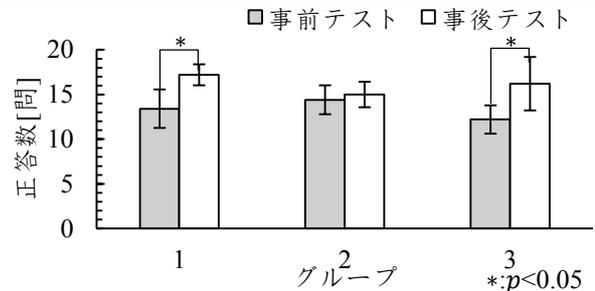


図4 グループごとの事前テストと事後テストの平均値

があるか比較したが、有意差は見られなかった。このことから、AR やスワイプ操作を用いて学習を行うことが、学習の妨げにはならないと言える。

事後アンケートでは、学習のしやすさや操作性について解答させシステムを使用した感想などを記述させるアンケートを行った。アンケートではグループ3からは操作の難しさが指摘されたが、グループ1からはシステムを使用することで図形の形状を想像しやすいという意見が出たため、提案システムのほうが、より学習しやすいシステムであると言える。

4. まとめと今後の課題

本研究では、学習者の主体的な操作を目的とし、立体的な AR マーカを用いたメンタルローテーション課題の学習支援システムを構築した。立体的な AR マーカを用いて仮想空間内の空間図形を操作可能としたことにより、学習者の主体的な操作を実現した。検証実験では主体的な操作を伴った学習を行うことは、メンタルローテーション能力を向上させる可能性があるということが確認できた。今後の課題としては、出題される図形の回転角度と学習への影響との相関を明確にすることや、継続的な検証を行い、長期的に学習を行ったときの学習への影響を確認することが挙げられる。

なお、本研究の一部は科学研究費補助金基盤研究C(No.15K01084)による。

参考文献

- (1) 土屋俊, 中島秀之, 中川裕志, 橋田浩一, 松原仁, 大澤幸生, 高間康史: AI 事典 第2版, 共立出版 (2003)
- (2) 木原裕紀, 若杉祥太, 林徳治: “学習者の主体性向上を目的とした授業実践”, 日本教育情報学会論文集, Vol. 29, pp. 408-409 (2013)
- (3) 中野美登里, 松原行宏, 岩根典之, 岡本勝: “AR を用いたメンタルローテーション課題の学習支援システム”, 第42回教育システム情報学会全国大会, pp. 151-152 (2017)

Watson Visual Recognition の一般情報教育での活用

General Information Education using Watson Visual Recognition

新井 正一^{*1}, 小川 真里江^{*2}
 Masakazu ARAI^{*1}, Marie OGAWA^{*2}
 目白大学
 Mejiro University
 Email: m.arai@mejiro.ac.jp

あらまし：文系学生を対象とした一般情報教育での活用を探る目的で、IBM Cloud 上に提供されている画像認識サービス Watson Visual Recognition を検討した。このサービスは学習者自身が機械学習を体験できること、また、通信に REST API の利用が可能であることから、指導目的に沿ったインタフェースを構築することで単なるオブジェクト認識ツールだけでなく、授業支援ツールとして活用の可能性は高い。

キーワード：一般情報教育, Watson, 画像認識, 授業支援

1. はじめに

大学における教養としての情報教育で何をどう教えるかの問題は、情報技術が一般社会に広がり始めた 1980 年代中頃から議論され始めている。コンピュータスキル、情報スキルと呼ばれる単なる操作技術の習得から、情報を総合的な視点に立って考えることのできる知識・技術を意味する情報リテラシーの習得、さらには、必要ときに適確に IT 技術を選択し駆使できる IT フルーエンシーなど、技術の進歩や社会環境の変化と共に、新たな課題が生まれている。近い将来、AI スキル、AI リテラシーなる言葉が、現実味を帯びる時代も到来するのではないかと思える。

2016 年 3 月、日本学術会議から情報学について大学教育の分野別質保証のための参照基準が公表された。⁽¹⁾ 参照基準では、情報学を諸科学の基盤としての役割を担ったメタサイエンスと位置づけ、その重要性を述べている。一般情報教育については、一人一人が単に情報システムを使えるだけでなく、基盤となっている技術にも目を向け、その上で情報社会の制度や倫理に関する見識を身に付ける教育を求めている。岡部は⁽²⁾ 一般情報教育の全国調査の結果を基にその在り方を論じ、一般情報教育をメタサイエンスとしての情報学を背景を持った情報社会における一般教育の柱としている。

一般情報教育で扱う内容については、各大学の状況を配慮してか、参照基準でも自主性・自律性に委ねるとしており、それぞれの大学に見合った取り組みが必要になる。

文系学部および医療系学部を持つ本学の一般情報教育は、情報技術の理解と習得の上に立ち、情報あるいは技術が社会に及ぼす影響を中心課題とし、社会情報学的観点に重点を置く必要があると考えている。この意味から、新しい情報技術の導入を積極的に図り、知識としての学習に留まることなく、可能な限り体験を伴った学習を目指している。

本報告は、今後、社会へ浸透することが予想され

る機械学習をテーマに、画像認識システムを授業で扱うことの可能性について検討した。

2. Watson Visual Recognition

Watson は IBM が開発した拡張知能と呼ばれるシステムで、2011 年に米国のクイズ番組に人間と対戦し勝利したことで話題となった。その後、クイズへの参加を目指して開発が進められてきた自然言語処理技術を音声認識、音声合成、画像認識、機械学習へと広げ、現在ではさまざまなビジネス分野で実用化されるまでに至っている。⁽³⁾

2-1. IBM Cloud

本報告で活用を検討する Visual Recognition は、Watson Cognitive Services と呼ばれ、IBM が開発提供しているサービス群の一つで、画像認識機能を提供している。⁽⁴⁾ 利用にあたっては、IBM Cloud と呼ばれるクラウドプラットフォームを活用する。このシステムには、REST API が用意され、一般的に使われるブラウザが使える環境さえあれば、デスクトップ PC に限らずスマートフォンやタブレット端末からの利用も可能である。また、学習目的に応じたインタフェースを Web サーバ上に構築する事で、授業支援システムとして柔軟な運用が可能である。

図 1 は、著者らが機械学習に触れることを目的に構築したブラウザ画面である。事前学習から分類



図 1 メニュー画面

図 2 レスポンスの詳細
 左のメニュー画面 2.学習状況の確認を選択すると表示される

までの一連の手続きに必要なコマンドは全て隠蔽し、機械学習に集中して学べるよう作られている。

図2は、必要に応じてシステムからのレスポンスを表示する機能で、データ構造などさらに進んだ学習を可能にしている。また、システムへのリクエストを可視化する機能を追加することで、プログラミング学習への発展的な活用が可能である。

2-2. 画像認識システム

認識システムは事前学習済みで、認識結果は階層化され提供される。たとえば、バナナの写真に対しては、“植物/草本/バナナ”とスコアと呼ばれる信頼指数と共に送信される。また、このシステムには一般的な分類機能の他に、顔認識に特化したものも含まれ、複数の人が写っている写真から、顔の位置、性別、年齢を推定する。さらに、現在、開発途上のベータ版として、不適切画像の分類や情景の中に含まれる文字の抽出などの機能も提供されている。

これらの他に、ユーザーが独自に分類したいクラスを追加し、分類する機能が提供されている。新たにクラスを追加するためには、事前に該当するクラスの画像を収集し学習させる必要がある。この分類機能を活用するためには多くの労力が必要となるが、選択した学習用画像によって分類結果にどう影響するのか、教育的な観点から機械学習を体験する意味は大きい。

3. 試験運用

授業での試験運用は、一般情報教育の選択科目である情報活用基礎演習と情報活用特別演習でおこなった。基礎演習は1年生、特別演習は2,3年生が履修している。

情報スキルの学習に重きを置いた基礎演習では、顔写真を用いた性別の分類のみを課題として、学習用画像の収集と分類を体験する程度に留めている。一方、ICTフルーエンシーを目的にしている特別演習では、性別の分類からはじめ、この分類器をどんなことに応用できるか、各自のアイデアを基にそのプロトタイプを作成することを課題としている。

受講生は全員文系学部に所属し、学生の多くは科学的な内容を嫌い避ける傾向が極めて強い。このため、如何に授業への興味関心を惹きつけ、体系的に継続した学習を促す教材を提供するか、大きな課題となっている。

図3は、性別分類のテーマが終了した時点で実施したアンケートで『AIの言葉の意味を知っていましたか』の質問に対する結果で、図4は『この授業であなたのAIに対する認識は変わりましたか』に対するものである。回答者数は46名である。

アンケート調査を実施した時点で、学生がAIと呼ばれる言葉をどう捉えているか明確ではないが、70%の学生は知っていると答えている。その一方で、この授業によってAIに対する認識の変化があったと答えたものは70%に達し、学生のAIに対する認

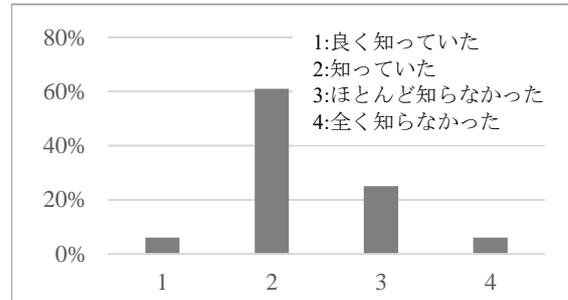


図3 AIの言葉の意味を知っていましたか

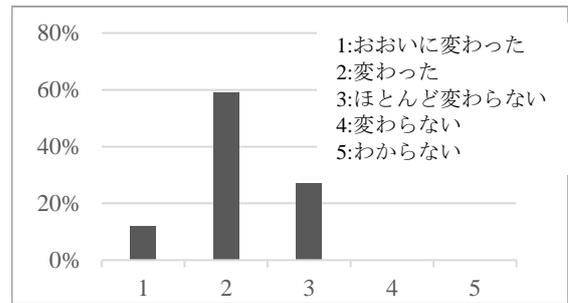


図4 この授業でAIに対する認識は変わりましたか

識の薄さが伺われると共に、自らシステムを操作することによる教育効果があったものとも考えられる。

自由記述からは、『ロボット=AIの認識だったが、違うことがわかった。』、『AIは最初から頭が良く、何でもできる印象だったが、この授業から教え方が重要であることがわかった。』など、きわめて初歩的なことを改めて実感できている様子が伺われる。また、記述には『驚いた』、『はじめて』、『新鮮』、『貴重な経験』、『楽しい』、『嬉しい』など、肯定的な記述が多く見られ、パソコンを使う演習に良く見られる『面倒』の語句は皆無であった。

この結果から、機械学習を学生自ら操作し試行錯誤できるシステムの利用は、学生の興味関心を惹きつけ、講義による知識の提供と比べて、実感を伴った効果的な体験学習を可能にしている。さらに、画像認識システムを学生各自の専門分野にリンクしたテーマを扱うことで、一般情報教育から専門基礎教育へと発展させた活用も期待される。

参考文献

- (1) 日本学術会議 (2016) 大学教育の分野別質保証のための教育課程編成上の参照基準 情報学分野
<http://www.scj.go.jp/ja/info/kohyo/pdf/kohyo-23-h160323-2.pdf> (参照日 2018.06.01)
- (2) 岡本敏雄, 松田昇: “高等教育における情報教育”, 日本教育工学会論文誌, 第40巻, 第3号, pp.143-152 (2016)
- (3) IBM Visual Recognition (画像認識)
<https://www.ibm.com/watson/jp-ja/developercloud/visual-recognition.html> (参照日 2018/06/10)
- (4) 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)

就活選考における AI 導入に関する学生の意識と対策

Student's Consciousness in Recruitment Selection by AI

木川 裕

Yutaka KIGAWA

日本大学 法学部

Nihon University College of Law

Email: taro_kyoiku@example.ac.jp

あらまし：AI の普及により、採用選考に AI による面接を導入することを検討する企業が増えている。就職支援においても試験的に AI 面接を導入する大学も出てくるなど、今後の学生の就職活動に少なからず影響を与えることも考えられる。すでに就職活動における AI 利用と学生の意識の乖離についての調査結果も公表されているが、具体的な対策面についての大学側での支援の必要性も高まっている。そこで、本稿ではあらためて大学生に対し調査を実施し、今後の就職活動に対する必要な支援について検討した。

キーワード：AI 面接、就職支援、SHaiN、キャリア教育

1. はじめに

平成 29 年版情報通信白書¹によれば、AI と IoT の普及は 2030 年の実質 GDP が 132 兆円押し上げる効果があることが試算された（図 1）。

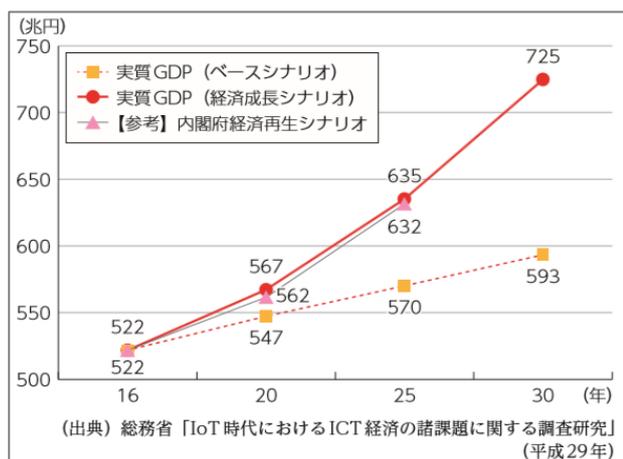


図1. 2030年までのIoT・AIの経済成長へのインパクト(実質 GDP)

このような AI (Artificial Intelligence) の普及により、これまで人間が行ってきた様々な業務が代替されつつある。これは単なる定型的な業務のみならず、非定型的な業務にも今後代替が及ぶものと思われる。

こうした背景の中、大学生の就職採用面接に AI の導入を検討する企業も増えている。AI を使った面接には賛否はあるものの、採用業務効率の向上を始めメリットも多く、実際に導入する企業の増加も見込まれる。

就職支援においても試験的に AI 面接²を導入す

¹ 平成 29 年度情報通信白書第 3 章第 5 節 p161,162.

² 『大学初！就職指導で AI (人工知能) と教職員がタッグを組む』、帝京大学 Press Release TPR17-001, 2018/1/23.

る大学も出てくるなど、今後の学生の就職活動に少なからず影響を与えることも考えられる。

ところで、このような就職活動における AI 選考に対し、就活生の過半数が否定的であるとの調査結果³も株式会社ディスコより公表されているが、現実的には、具体的な対策面についての大学側での支援の必要性が高まっているのは事実である。

そこで、本稿では AI を利用した採用に対する就職活動への大学側での必要な対応とは何かについて検討する。

2. AI 面接サービス (SHaiN)

世界初の AI 面接サービス、SHaiN (Strategic Hiring AI Navigator) は、talent and ASSESSMENT が開発したサービスであり、24 時間 365 日いつでも、世界中どの場所でも面接することを可能なサービスである。

受験者の母数が最も多い「1 次面接」を、音声認識機能を持った SHaiN が代わりに面接し、評価を行う。

2.1 AI 面接 (SHaiN) と一般面接との違い

talent and ASSESSMENT のサイト⁴によれば、SHaiN は、採用企業のリソースを全く使わずに一括面接ができるソリューションであり、面接時間、時間帯、面接場所において、学生にメリットがあるとしている。

通常、一般の面接では、面接時間は 10 分から 15 分ほどであるが、SHaiN では 60 分から長い場合は 90 分ほどになる。音声で読み上げられた質問に対し

³ キャリタス就活 2019, 「3 月 1 日時点の就職活動調査 (2019 年卒 Vol.04)」学生モニター調査結果 p10, 2018 年 3 月発行, 株式会社ディスコ, http://www.disc.co.jp/uploads/2018/03/2019monitor_201803.pdf. (2018/6/15 現在)

⁴ talent and ASSESSMENT 社 SHaiN 紹介サイトより, <https://www.taleasse.co.jp/shain/>, (2018/6/15 現在)

て受験者が口頭で回答し、面接を進めていき、答え方が抽象的で具体的ではない場合は、人間と同じように回答の趣旨を理解するまで掘り下げて質問を続ける。

カメラによる映像分析も同時に行われる。端末のカメラで面接の開始時と終了時の表情を撮影するほか、面接中にもランダムで撮影し、表情や態度の変化も記録していく。

面接の時間帯や場所についても、通常の面接では時間や場所が決められてしまうのが一般的であるが、SHaiN では 24 時間 365 日いつでも、どこからでも受験可能である。

2.2 AI 面接 (SHaiN) のメリット

AI 面接導入のメリットには、それぞれ企業側と受験者側で考えられる。

まず企業側のメリットでは以下の 3 点⁵が挙げられる。

- ① 採用業務効率の向上
- ② 採用機会損失の減少
- ③ 採用基準の統一

ところで、最近では人間が行う面接そのものをリスクと捉える考え方も出てきており、たとえば、受験者に圧迫面接と受け取られ、ブラック企業との風評を広めてしまうケースも考えられる。

受験者側のメリットとしては、地方の学生が都市圏での受験する場合の交通費等の費用の軽減や、面接官の好み等に左右されない公平性などが挙げられる。

3. AI 面接に対するアンケート

AI 面接に対する意識について、大学生を対象に意識調査を実施した。被験者数は 228 名、調査時期は 2018 年 5 月である。

3.1 AI 面接に対する学生の意識

AI に対する意識については、概ね前述のディスコの調査と同様に否定的な意見が半数を超えた。

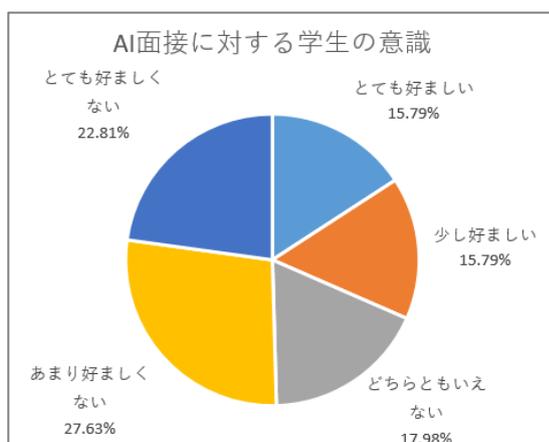


図2. AI 面接に対する学生の意識

概ね、好ましく感じている学生は 31.58% (とても好ましい、少し好ましいの合計) であり、好ましくないと感じている学生が 50.44% (とても好ましくない、あまり好ましくないの合計) であることと比べると AI に対しての漠然とした不安感の存在が感じられる。

3.2 AI 面接に対する学生のコメント

調査では、AI 面接に対してフリーコメント欄を用意した。否定的な面では、単純に「AI なんかに大事なことを決められたくない」や、「AI は信用できない」など比較的感情的なコメントが多かった。

AI 面接に肯定的なグループでは、「自分是对人の面接が苦手なので、時間を掛けて十分に自分を知ってもらえる AI 面接のほうが好ましい」との意見や、「面接官の好き嫌いで決まってしまう面接より、公平な基準のある AI 面接のほうがいい」等のコメントがあった。肯定派の意見はどちらかと言えば理論的な見解が多くみられた。

4. 大学での対策例 (帝京大学)

アンケート調査では、否定的な意見は多かったものの、実際に導入されれば対策も必要となってくるだろう。大企業のみならず、行政も採用を検討しているとすれば、十分な支援体制の構築も課題となる。

ところで、この点に関して先んじているといえるのは帝京大学の試み⁷であろう。帝京大学では科学的根拠に基づく AI 面接サービスと大学が持つデータや経験則を合わせ、進路決定の精度を上げる試みを、全国の大学に先駆けて始めている。将来的には、AI に大学が持つデータをより多く学習させ、キャリア教育にも生かす方針である。

今後は帝京大学の例を参考に、多くの大学で対策が検討されるであろう。

5. 今後の課題

今までの面接では、面接官の人数にも限りがあり、大量の受験者を捌くには 1 人当たりの面接時間を短くするしかなかった。しかし、短い時間で決められてしまうのは、採用側にとっても、もちろん受験者にとっても本意ではない。AI による面接やエントリーシートの評価を導入することで、採用担当者はより多くの時間を、自社にとって魅力的な学生発掘に費やすことができるようになる。

今後は大学側も、基本に戻り、今まで以上に真に魅力的な人材の育成を目指す必要があるだろう。

⁶ talent and ASSESSMENT 山崎俊明社長インタビュー記事、「採用現場で「AI 面接官」は普及するか」、ITmedia ビジネスオンライン 2017 年 11 月 22 日より、
<http://www.itmedia.co.jp/business/articles/1711/22/news010.html>。(2018/6/15 現在)

⁷ 前掲注 2 帝京大学 Press Release より

⁵ 前掲 SHaiN 紹介サイトより

キーボード文字入力速度が情報基礎科目の成績に与える影響

The Effect of Keyboard Character Input Speed on a Results of Information Basic Subjects.

小塚光芳^{*1}, 三好善彦^{*1}, 佐久間貴士^{*2}
 Mitsuyoshi KOZAKAI^{*1}, Yoshihiko MIYOSHI^{*1}, Takashi SAKUMA^{*2}
^{*1} 埼玉女子短期大学
^{*1} Saitama Women's Junior College
^{*2} 高崎商科大学
^{*2} Takasaki University of Commerce
 Email: kozakai-mitsuyoshi@saijo.ac.jp

あらまし：キーボードによる文字入力速度はキーボードに触れている時間にある程度比例し、コンピュータ操作の習熟度を簡易的に測ることができると前提して入学4月時点で10分入力を行い、10年以上入力文字数のカウントを実施してきた。だが入学時の入力文字数とその後の成績との関係については、これまで調査を行っていない。本発表では入力文字速度が情報基礎科の成績に影響を与えているのか、その関係性を明らかにすることを試みる。

キーワード：キーボード、文字入力、成績

1. はじめに

情報基礎科目を担当し MS-Word の操作方法を学生に教える際、学生間で文字入力速度の程度が大きく異なり、入力速度の遅い学生は説明を聞き漏らしている可能性があるかと推察される。

これまでキーボードによる文字入力速度はキーボードの習熟度を簡易的に測れると前提し、2006年より大学入学時点における文字入力速度の調査を実施し、2017年度においても同様の調査を行った。

その結果、高校の教育現場における情報教育における取り組みが様々であるためか、入学時点における学生のキーボード文字入力速度にはばらつきがみられ、二極化の傾向にあった。この入学時点における入力速度の差が、その後の成績にどのような影響を与えているのか、これまで追跡調査を行っていない。そこで2017年度の入学時点の文字入力速度のデータと春学期¹および秋学期²の成績データを用いてその関係を明らかにすることを試みた。

2. 日本語入力速度と成績との関係

2-1. 10分間入力文字数の分布

次の図1の分布図は短大のみデータである。10分間に400文字を超える入力数の学生がいる一方で、250文字に未達の学生もいた。以上の結果から2006年の調査で明らかになった二極化傾向は、2017年の時点においても、解決されているとは言えないことがわかった。

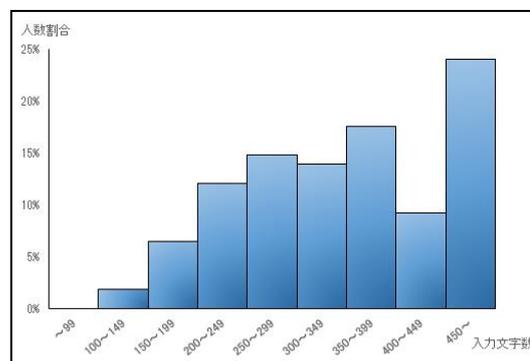


図1 文字入力数の分布 短大生

調査対象：短大生 (n=108)³

測定日時：2017年4月17日・18日

使用ソフト：MS-Word

入力時間：10分間

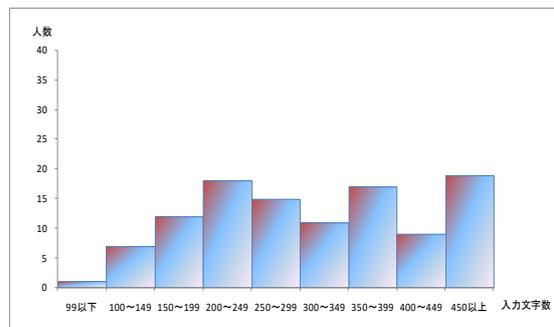


図2 10分間入力文字数の分布 (2006年)

¹ 春学期はWordとPowerPointの修得を目指している

² 秋春学期はExcelの修得を目指している

³ 測定日時、使用ソフト、入力時間は図1と同じ
y軸変数は人数の割合

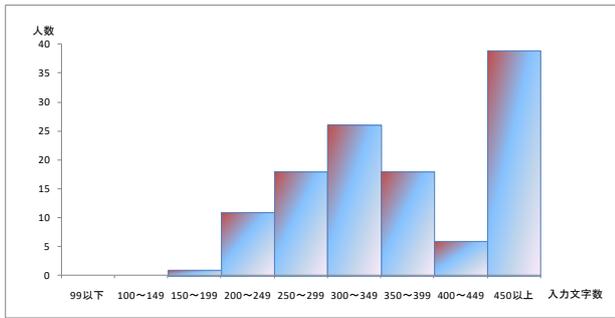


図3 10分間入力文字数の分布 (2010年)

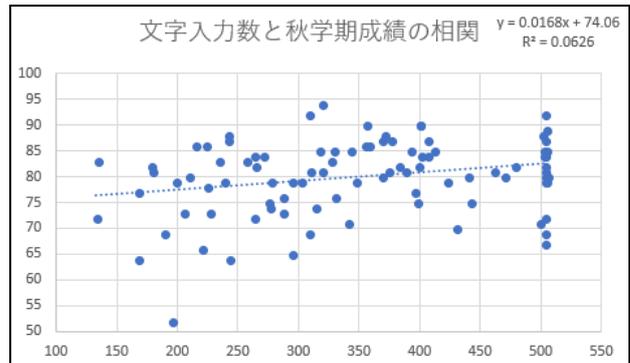


図6 文字入力数と秋学期成績⁵との相関
調査対象：短大生 (n=92)

2-2. 入力文字数と成績の関係

入学時点における10分間文字入力速度と春学期成績を使い散布図を作成したが2変数の間に相関(図4)は見られなかった($r^2=0.1194$),次に春学期の成績をWordの成績のみと入れ替えて2変数との間に相関(図5)があるかを確認したが,やはり相関は見られなかった($r^2=0.108$).続いて秋学期の成績でも散布図を作成し,相関(図6)の有無を確認したが相関は見られなかった($r^2=0.0626$).

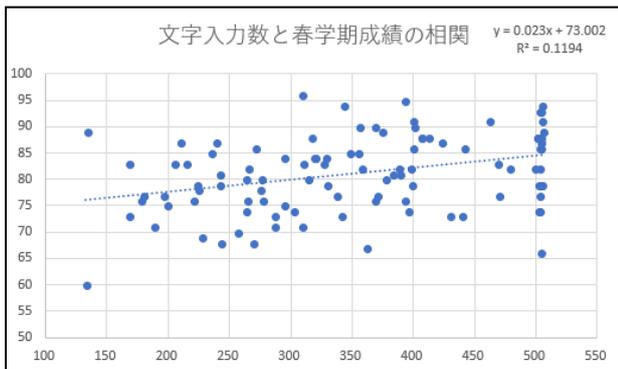


図4 文字入力数と春学期成績⁴との相関
調査対象：短大生 (n=102)

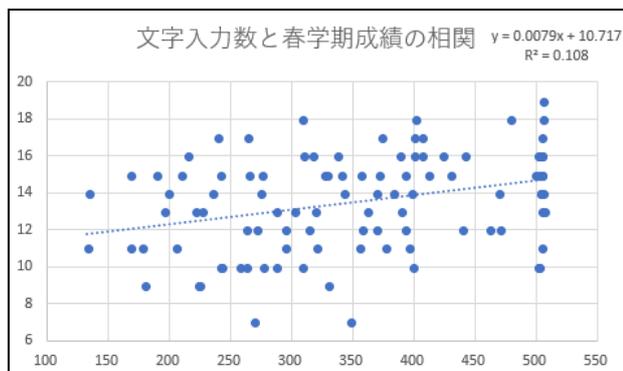


図5 文字入力数と春学期成績(Wordのみ)との相関
調査対象：短大生 (n=102)

3. 考察

大学入学時点における入力文字数とその後の成績との間には春学期と秋学期のいずれにおいても相関は見られなかった。

今回の調査結果から入学時点において学生間の文字入力速度に差があったとしても,成績には影響を与えていないことがわかった.つまり入学時点において文字入力速度に差があっても,それは学生の情報基礎科目の修得にほとんど影響を与えていないことを意味しており,文字の入力速度は入学の学生の努力により挽回可能であることを示している。

ただし挽回可能とするためには,入学後に学生の成長を待ち・促すような教育指導が必要であるとも言える。

4. おわりに

今回の調査では入学時点における文字入力速度が成績に影響を与えていない結果となったが,今後も継続して調査を行い,より詳細は報告を行う予定である。

参考文献

- (1) 小堺光芳, 佐久間貴士, 三好善彦: “キーボード入力速度の長期調査と教育環境との関係”, 第42回教育システム情報学会全国大会, pp.163-164 (2017.8.24)
- (2) 佐久間貴士, 小堺光芳, 山下倫範: “レポート作成における情報教育の試みと評価”, 平成22年度教育改革 ICT 戦略大会予稿集, pp.278-279 (2010.9.3)
- (3) 小堺光芳, 山下倫範: “パソコン操作における二極化現象問題”, 第14回情報文化学会全国大会講演予稿集, pp.36-39 (2006.9.30)

⁴ Word と PowerPoint および筆記の総合評価

⁵ Excel および筆記の総合評価

ARCS モデルを用いたインフォーマルな プログラミング教育の導入としてのワークショップ・デザインの検討

Consideration on Workshop Design as an Introduction to Informal Programming Education using ARCS model

切通 優希^{*1}, 石橋 賢^{*2}, 小菌 和剛^{*2}, 飯村 伊智郎^{*2}

Yuki KIRIDOSHI^{*1}, Ken ISHIBASHI^{*2}, Kazutake KOZONO^{*2}, Ichiro IIMURA^{*2}

^{*1}熊本県立大学大学院アドミニストレーション研究科

^{*1}Graduate School of Administrative Studies, Prefectural University of Kumamoto

^{*2}熊本県立大学総合管理学部

^{*2}Faculty of Administrative Studies, Prefectural University of Kumamoto

Email: yukiri@ilab.pu-kumamoto.ac.jp

あらまし：本稿では、プログラミング学習への動機付けのために ARCS モデルを用い、高校生を対象とした、インフォーマルなプログラミング教育の導入としてのワークショップをデザインし、評価を行った。その結果、本稿にて提案する、ARCS モデルを用いたワークショップ・デザインの有効性を確認した。

キーワード：プログラミング教育、ワークショップ、学習環境デザイン、ARCS モデル、導入教育

1. はじめに

内閣府によって提唱された Society 5.0 (超スマート社会) の実現に向け、日本国内においては STEM/STEAM 教育、とりわけプログラミング教育に関する様々な研究が盛んに行われている。筆者らも、これまで、プログラミング教育に関するワークショップや学習環境デザインに関する研究を行ってきた⁽¹⁾。また、2017年3月に公開された学習指導要領⁽²⁾には、小学校からのプログラミング教育の必修化が明記され、中学・高校においても順次必修化・充実化が図られ、フォーマルな学習環境下でプログラミング教育が実施される見通しである。教育における、導入部分での学習に対する動機付けは、継続的な学習という点において、非常に重要な要素の一つである。本研究は、学習者への動機付けに焦点を当て、プログラミング教育の導入として実施するワークショップ・デザインについて検討・評価し、効果的なプログラミングの導入教育の指針を明らかにすることを目的とする。本稿では、プログラミング学習への動機付けのために ARCS モデル⁽³⁾を用い、高校生を対象とした、インフォーマルなプログラミング教育の導入としてのワークショップをデザインし、ワークショップを実施した上で評価を行った。

2. 研究の方法

ワークショップは、有志の高校生を対象として、半年程度の期間でスマートフォンアプリ開発のスキルを身につけるといった目標を掲げた、インフォーマルな教育プログラムの導入部分として実施した。ワークショップは同一内容のものを4回実施し、合計50名の高校生が参加した。

2.1 ワークショップのアクティビティと目的

ワークショップでは、ボール型ロボットの

Sphero⁽⁴⁾をブロック・プログラミング・アプリ Tickle⁽⁵⁾にて制御するアクティビティを通して、プログラミングの基本的な考え方(逐次処理・条件分岐・繰り返し・変数・リスト・比較演算など)を理解させることを目的として実施した。ワークショップ1回あたりの時間は、説明や休憩等の時間を含め、7時間程度であった。

2.2 ARCS モデルとワークショップのデザイン

Keller によって提唱された ARCS モデルとは、学習意欲に関する問題と対策を、注意 (Attention)・関連性 (Relevance)・自信 (Confidence)・満足感 (Satisfaction) の4要因に整理した枠組みと、それぞれの要因に対応した動機付け方略、および動機付け設計の手順を提案するものである。表1は ARCS モデルの下位分類を示したものである。

注意 (Attention) については、「A-2 探究心の喚起」に焦点を当て、ワークショップ内でプログラミングの重要性を理解させる内容の映像を視聴してもらうこととした。関連性 (Relevance) については、「R-2 動機との一致」に焦点を当て、プログラミングと実社会の関係性をイメージしやすくなるよう、具体物であるロボットをプログラミングによって動かしてもらうアクティビティを、ワークショップの中心に据えることとした。自信 (Confidence) については、「C-2 成功の機会」および「C-3 コントロールの個人化」に焦点を当て、ゴールを明確にするため、学習用テキストにはプログラミングの回答例を掲載し、さらにアクティビティへの取り組みは各グループ(基本的には2人で1組)の自由なペースで進められるようなワークショップ・デザインを採用した。満足感 (Satisfaction) については、「S-1 内発的満足感」および「S-2 外発的な報酬」に焦点を当て、学習用テキストの例題や応用問題は、それまでの例題

や応用問題で得た知識をベースに解くことが可能となるようなものとした。さらに、学習者に助言を行うメンターには、問題が解けた際に、積極的に褒めたり、問題が解けたことを一緒に喜んだりするようにするなど、学習者の達成感をより高めるような関わり方を示すよう指示を行った。

表1 ARCS モデルの下位分類

学習意欲の概念	概念の分類
注意 (Attention)	A-1 知覚的喚起
	A-2 探究心の喚起
	A-3 変化性
関連性 (Relevance)	R-1 目的指向性
	R-2 動機との一致
	R-3 親しみやすさ
自信 (Confidence)	C-1 学習要求
	C-2 成功の機会
	C-3 コントロールの個人化
満足感 (Satisfaction)	S-1 内発的満足感
	S-2 外発的な報酬
	S-3 公平さ

3. アンケートによる評価結果と考察

本稿での評価は、提案するデザインでのワークショップを実際に行い、注意 (Attention)・関連性 (Relevance)・自信 (Confidence)・満足感 (Satisfaction) それぞれについての評価を含むアンケートを通して実施した。全ての質問の回答形式はリッカート尺度法 (6 段階評価) であり、回答にあたっては、回答値に「1: 全くそう思わない」「6: とてもそう思う」のみを提示し、当てはまる数字の中から最も近いものを選択するよう指示した。

また、それぞれの概念に関する質問については、注意 (Attention) に関する質問として「8. プログラミングの重要性を感じたか?」、関連性 (Relevance) に関する質問として「9. 今回学んだ内容が将来役に立つと思うか?」、自信 (Confidence) に関する質問として「10. 目標やゴールは明確であったか?」「6. ワークショップにメリハリはあったか?」、満足感 (Satisfaction) に関する質問として「12. 学んだことをそれ以降の例題や応用問題の解決に活かすことができたか?」「13. 問題が解けたとき、達成感を感じたか?」という質問項目を設けた。なお、各質問の前に付されている番号は、アンケートにおける質問番号である。表2はこれらの質問に対する、50名の高校生のワークショップ参加者の回答について、回答値ごとの人数をまとめたものである。

表2より、注意 (Attention)・関連性 (Relevance)・自信 (Confidence)・満足感 (Satisfaction) のそれぞれの概念に関する全ての質問において、「5」もしくは「6」と回答した人数の割合が80%を超えていることから、提案するARCSモデルを用いたワークショップのデザインは、プログラミング学習への動機付けに有効なものであると考えられる。

表2 アンケートの回答結果

概念	質問番号	回答値ごとの人数[人]					
		1 (1: 全くそう思わない)	2	3	4	5	6 (6: とてもそう思う)
A	8	0 (0%)	0 (0%)	1 (2%)	2 (4%)	11 (22%)	36 (72%)
		0 (0%)	0 (0%)	1 (2%)	4 (8%)	15 (30%)	30 (60%)
C	10	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	7 (14%)	24 (48%)	19 (38%)
		0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	4 (8%)	26 (52%)	20 (40%)
S	12	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	6 (12%)	19 (38%)	25 (50%)
		0 (0%)	1 (2%)	1 (2%)	0 (0%)	12 (24%)	36 (72%)

4. まとめと今後の課題

ARCS モデルを用いたデザインのワークショップを通して、多くの生徒のアンケート結果が肯定的なものであったことから、本稿にて提案した、プログラミング学習への動機付けを意図したARCSモデルを用いたワークショップのデザインは、有効なものであったと考えられる。

しかし、本稿ではアンケート評価をワークショップ終了後に1回実施したのみであるため、アクティビティやデザインと、学習意欲の概念との関連性や因果関係については明らかにできていない。また、本稿でのアンケートはリッカート尺度法により実施したため、それぞれの生徒ごとのわずかな回答の差や違いについては分析が不可能であり、また、回答の偏りも否定できない。今後は、ワークショップのアクティビティやデザインと動機付けの因果関係や、ワークショップの定量的な評価方法についても検討を続けていく予定である。

謝辞

本研究はJSPS 科研費 JP16H03066, JP18J10379 の助成を受けたものである。本研究の実施にあたり、熊本県立大学の木下和泉氏、田中沙季氏他、多くの方々にご協力いただいた。ここに記して謝意を表す。

参考文献

- (1) Kiridoshi, Y. and Iimura, I.: "Preliminary Experiment for Comparing Programming Learning Environments", The Asian Conference on Society, Education, & Technology 2016: Official Conference Proceedings, pp. 17-25 (2016)
- (2) 文部科学省, 新学習指導要領 (平成 29 年 3 月 公示) http://www.mext.go.jp/a_menu/shotou/new-cs/1383986.htm (参照 2018.6.8)
- (3) Keller, J. M.: "Motivational design for learning and performance: The ARCS model approach", New York (2010)
- (4) Sphero Inc.: Sphero | Connected Toys, <https://www.sphero.com> (参照 2018.6.8)
- (5) Tickle Labs, Inc.: Tickle: Program Star Wars BB-8, LEGO, Drones, Arduino, Dash & Dot, Sphero, Robots, Hue, Scratch, Swift, and Smart Homes on your iPhone and iPad, <https://tickleapp.com> (参照 2018.6.8)

インフォーマルなプログラミング教育を対象とした ナレッジコミュニティのデザインに関する一考察

Consideration on Knowledge Community for Informal Programming Education

切通 優希^{*1}, 石橋 賢^{*2}, 小菌 和剛^{*2}, 飯村 伊智郎^{*2}
Yuki KIRIDOSHI^{*1}, Ken ISHIBASHI^{*2}, Kazutake KOZONO^{*2}, Ichiro IIMURA^{*2}

^{*1}熊本県立大学大学院アドミニストレーション研究科

^{*1}Graduate School of Administrative Studies, Prefectural University of Kumamoto

^{*2}熊本県立大学総合管理学部

^{*2}Faculty of Administrative Studies, Prefectural University of Kumamoto

Email: yukiri@ilab.pu-kumamoto.ac.jp

あらまし：本稿では、インフォーマルなプログラミングの学習機会を有志の高校生に提供し、提案するナレッジコミュニティを利用しながら、継続的なプログラミング学習に取り組んでもらった。その結果、一部の生徒については、ナレッジコミュニティが、情報の獲得や動機付けなどの良い影響を与えた可能性が考えられるが、改善の余地が大きいと考えられる結果となった。

キーワード：プログラミング教育，インフォーマル学習，学習環境デザイン，学習支援システム，ナレッジコミュニティ

1. はじめに

筆者らの研究グループは、これまでに、科学コミュニケーション⁽¹⁾の一環として、高校生を対象としたICT利活用に関するワークショップや学習環境に関する研究を行ってきた⁽²⁾⁽³⁾。しかしながら、これらに参加した高校生のコミュニティは、単発のワークショップ当日のみで閉じてしまい、参加した高校生に科学コミュニケーションの場を提供することこそ可能であったものの、継続性という点で問題があった。そこで、各ワークショップの参加者を、クラウド上に構築した科学コミュニティと学習支援システムの両方の側面を持つ「ナレッジコミュニティ」に招待することで、継続性を担保することができるのではないかと考えた。

本研究は、インフォーマルな学習環境下で、継続的なプログラミング学習への取り組みを支援するための、学習環境デザインの要素について明らかにすることを目的とする。本稿では、実際にインフォーマルなプログラミングの学習機会を有志の高校生に提供し、提案するナレッジコミュニティを利用しながら、プログラミング学習に取り組んでもらった際の、ナレッジコミュニティの有効性や課題について検討する。

2. 研究の方法

提案するナレッジコミュニティを用いた学習期間は、2017年8月から、2018年2月ごろまでのおよそ半年間であった。なお、ナレッジコミュニティの利用前には、有志の高校生を対象に、導入教育としてプログラミング・ワークショップを実施した。また、継続的なプログラミング学習には、HTML5によって、ハイブリッドアプリ開発が可能なMonaca⁽⁴⁾を採用した。学習の目標には、スマートフォンアプリを

開発し、完成させたアプリやそのアイデアを競うコンテストに参加することを設定した。

図1は本稿で提案するナレッジコミュニティとその周辺システムおよび関係者の関係図である。ナレッジコミュニティは、①高校生や大学生間で、情報科学や最新のICT技術に関するトピックについて、自由なコミュニケーションができる「雑談スペース」、②研究実施者（スタッフ）が情報科学や最新のICT技術だけでなく、大学イベント等の話題提供を行う「スタッフブログ」、③高校生や大学生間で、プログラミング学習を進める上での疑問点や質問を投稿したり、投稿された疑問点や質問に答えたりすることができる「Q&A」という、3つの機能を主としている。さらに、周辺システムとして、②のスタッフブログとは別の内容の情報（例えば最新のICTニュースの解説）を提供するとともに、ナレッジコミュニティへの導線作りのため、毎週金曜日に「メールマガジン」を送信することとした。

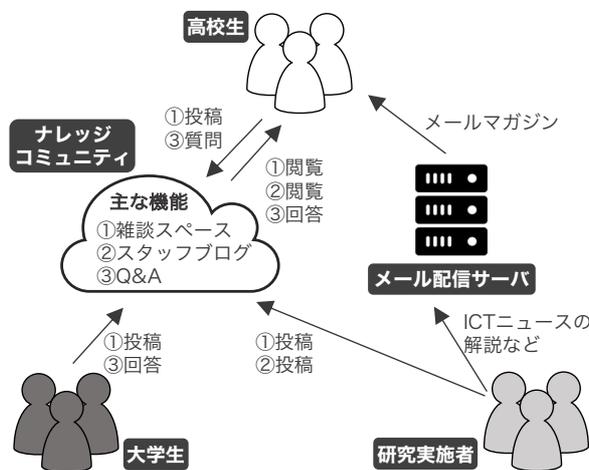


図1 ナレッジコミュニティに関する関係図

3. アンケートによる結果と評価

アンケートは、ワークショップに参加した50名の高校生のうち、受験や就職活動等でプログラミング学習の継続が難しかったと思われる、高校3年生10名を除いた40名を対象に行った。なお、本実践で、最終的な目標としていたコンテストへの作品提出を達成したのは2名のみであった。また、完成が間に合わず、開発途中だったと回答した生徒は11名であった。

3.1 継続的なプログラミング学習の取り組み

継続的なプログラミング学習については、13名が取り組み、27名が取り組んでいないと回答した。その27名に、取り組めなかった理由を選択式の質問（複数回答可）で尋ねたところ、「学校や塾の勉強・課題が多かったから（17名）」「取り組める環境がなかったから（11名）」「部活動で忙しかったから（11名）」などの理由が上位となった。また、継続的なプログラミング学習を行うために有効だと思う方法について、選択式の質問（複数回答可）で尋ねたところ、「授業で取り組む（20名）」「部活の活動として取り組む（14名）」「大学生などに定期的に教えに来てもらう（8名）」などが上位となった。

以上より、継続的なプログラミング学習に取り組む生徒を増やすことが急務であり、そのためには、高校や高校教諭との密な連携の必要性や、ナレッジコミュニティ（サイバー空間）上だけでなく、対面（フィジカル空間）でのコミュニケーションの必要性が示唆される結果となった。

3.2 ナレッジコミュニティへのアクセス

ナレッジコミュニティへのアクセスについては、37名がアクセスしたと回答し、3名がアクセスしていないと回答した。また、その37名に、アクセスの頻度について尋ねたところ、およそ8割にあたる31名が「月に1~2回」と回答した。さらに、この37名に、ナレッジコミュニティにアクセスした理由について、選択式の質問（複数回答可）で尋ねたところ、「雑談スペースを見るため（15名）」「スタッフブログを見るため（14名）」「他の人の回答を見るため（13名）」などの受動的なものが上位であるのに対し、「質問や回答をするため（4名）」「雑談スペースに書き込むため（2名）」のような、能動的なものは下位となった。

以上より、ナレッジコミュニティへのアクセス頻度を増加させることが急務であり、また、生徒がナレッジコミュニティを能動的に利用することができるような仕組み作りの必要性が示唆される結果となった。

3.3 周辺システム

本稿での取り組みでは、毎週金曜日にメールマガジンを送信していた。これについては、「ほぼ毎回読んだ（5名）」「半分くらい読んだ（3人）」「数回だけ読んだ（18人）」「全く読んでいない（8人）」「メー

ルの存在を知らなかった（6名）」という結果となった。少なくとも数回以上読んでいた26名に、読んでいた理由を、選択式の質問（複数回答可）で尋ねたところ、「メールの通知が来たから（12名）」「たまたま届いているメールに気付いたから（6名）」が上位となった。

また、40名全員に、ナレッジコミュニティのスタッフからの連絡手段として、見逃す心配がない、もしくは好ましいものについて、選択式の質問（複数回答可）で尋ねたところ、「LINE（28名）」「メール（14名）」「スマホの通知（12名）」「Twitter（11名）」が上位となった。

以上より、周辺システムとしては、メールよりもLINEの方が生徒のニーズにマッチしているという結果が明らかとなった。

4. まとめと今後の課題

本稿にて提案するナレッジコミュニティは、一部の生徒にとっては、情報の獲得や動機付けなどの面での良い影響を与えた可能性は考えられるが、改善の余地は大いにあると考えられる。

今後は、まず継続的なプログラミング学習に取り組む生徒数を増やす、またはプログラミング学習に継続して取り組んでいる生徒の学習頻度・学習時間を増やすための仕組みについて、ナレッジコミュニティ内外で、いかに動機付けを行うかを含めて検討する必要がある。また、ナレッジコミュニティへのアクセス頻度を増加させるための、周辺システムを含めた仕組みのデザインや、より生徒のニーズや生活スタイルに合致した周辺システムの構築という点についても並行して検討し、改善を行っていく予定である。

謝辞

本研究はJSPS 科研費JP16H03066, JP18J10379の助成を受けたものである。本研究の実施にあたり、熊本県立大学の木下和泉氏、田中沙季氏、アシアル株式会社の皆様他、多くの方々にご協力いただいた。ここに記して謝意を表す。

参考文献

- (1) 北海道大学科学技術コミュニケーター養成ユニット編: “はじめよう！科学技術コミュニケーション”, ナカニシヤ出版, 京都 (2008)
- (2) 楠口志織, 宇佐圭輔, 田中沙季, 徳永里彩子, 野中美海, 松田結衣, 切通優希, 飯村伊智郎: “高校生を対象としたロボットプログラミングによる体験型ワークショップに関する研究”, 第42回教育システム情報学会全国大会, B4-1, pp.251-252 (2017)
- (3) Kiridoshi, Y. and Iimura, I.: “Preliminary Experiment for Comparing Programming Learning Environments”, The Asian Conference on Society, Education, & Technology 2016: Official Conference Proceedings, pp. 17-25 (2016)
- (4) アシアル株式会社: Monaca - HTML5 ハイブリッドアプリ開発プラットフォーム, <https://ja.monaca.io> (閲覧 2018.6.8)

教材提示比較実験による学習者の理解に影響を与える要因の検討

Study of Factors of Comprehension by Instructional Material Presentation under Differing Presentation Factors

岡崎 泰久^{*1}, 吉川 厚^{*2}

Yasuhisa OKAZAKI^{*1}, Atsushi YOSHIKAWA^{*2}

^{*1} 佐賀大学理工学部

^{*1}Department of Information Science, Saga University

^{*2} 東京工業大学情報理工学院

^{*2}Department of Artificial Intelligence, School of Computing, Tokyo Institute of Technology
Email: okaz@cc.saga-u.ac.jp

あらまし：本研究では，教材提示と説明音声の同期／非同期，および，提示する文字量を変化させた比較実験を行い，それらの要因が学習者の理解に与える影響を調べた．その結果，板書形式に特有である提示と同期した説明が，理解に好ましい影響を与える可能性が示唆される結果を得た．また，多くを提示して説明したほうが，必ずしも理解しやすいとは限らない場合があることを，実験的に明らかにした．これらの結果は，提示手法の特性に基づいて教材の提示手法を検討するための基礎となるものである．

キーワード：教材提示，提示手法，板書，スライド，説明音声

1. はじめに

授業における教材の提示手法として，スライドや板書が多く用いられている．それぞれの提示形式には特徴があり，授業を行う教員は，自らの経験や知識・技能に基づく判断で，教材の提示形式を選択しているが，その使い分けのための特徴分析は十分行われていない．

本研究では，これまでの研究⁽¹⁾⁽²⁾を踏まえ，教材提示の際の説明音声のタイミングと，提示される文字量に着目した実験を行い，それらの要因が学習者の教材理解に対する影響を調べる．

2. 提示要因を変化せた教材提示実験

本実験では，説明が教材提示と同期して行われる場合と，教材提示の後に説明音声が行われる場合（非同期），また，提示する文字の量を変化させることが，学習者に与える影響について，課題の得点と被験者の主観評価において比較する．

2.1 実験方法

今回の実験は，2018年1月17日，1月18日に行った．対象は，佐賀大学理工学部の学生男女18名で，一回当たりの実験時間は約45分であった．被験者への教材提示として，三角関数と内接円の問題（数学），浮力の問題（物理）の二題を出題した．二つの問題それぞれに対して，計算式や説明まですべて書いているもの（完全版）と，数式や説明を一部削除したもの（省略版），計4種類の課題を作成した．それらの課題に対して，提示と音声のタイミングを変化させ，説明が提示と同期したものと，提示した後に説明を行う非同期の二つのパターンを作成した．すなわち，課題内容，提示する文字量，説明のタイミングの異なる8種類の提示課題を作成したことになる．音声は全て同じである．手書き過程を提示す

る動的提示の課題の作成には，本研究室で開発中のHPT(Handwriting Presentation Tool)を用いた．また，音声の録音には，フリーの波形編集ソフト Audacityを，提示教材と音声の合成には，Movavi社のMovavi Video Suiteを用いた．図1は被験者へ提示した二つの教材の完全版である．

実験計画法に基づいて，被験者を四つのグループに分類して，提示課題を割り当てた．被験者には，一つの教材提示が終わった後に，類似問題を解いてもらい，その後アンケートに回答してもらう．それを，二種類の提示に対して行った後，全体のアンケートに回答してもらった．

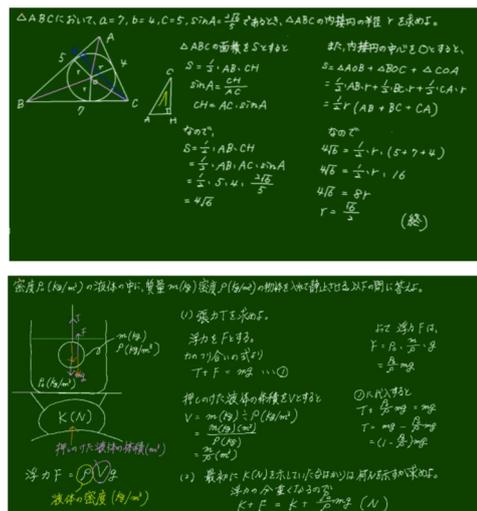


図1 提示された教材例（上：数学，下：物理）

2.2 実験結果

表1に課題ごとの各グループの平均点を示す．説明音声のタイミング（同期／非同期）が学習者に与える効果を分析するために，課題1（数学）で

は、グループ1とグループ3、グループ2とグループ4、課題2（物理）に関しては、グループ3とグループ4、グループ1とグループ2を比較する。教材提示と説明音声が行われている方が、点数がよい可能性を示唆する結果がうかがえる。

提示する情報量が学習者に与える効果を分析するために、課題1（数学）においては、グループ1とグループ2、グループ3とグループ4、課題2（物理）においては、グループ3とグループ1、グループ4とグループ2を比較する。提示する情報量が一部削減され少ないほうが、点数が良くなっている場合があることがわかる。

今回の実験では、式変形過程の一部が省略されているが、省略されたほうが、直後に行われた同様の式変形過程において、誤りが少ない傾向にあることが示された。

被験者自身による主観アンケートでは、問題の説明が分かり易かったかという質問に対しては、ほとんど差は見られなかった。一方で、音声による説明が同期した教材提示の後に非同期の教材提示を見たグループ2では、同期の方が音声のタイミングが適切だったと感じている傾向があり、音声による説明が非同期の教材提示の後に、同期の教材提示を見たグループ3でも、同様な結果になっている。このことより、主観評価においては、同期している方が好ましく思われる傾向がうかがえる。

全体を通じて、音声による説明の必要性を尋ねたところ、94%が必要であると回答した。その理由として、図へ記入する際に、説明音声があれば何を意味しているかわからなくなるためや、読むだけでなく、耳で聞くことで、情報が二重で入ってくるため分かりやすいということが挙げられた。

2.3 考察

確認テストおよびアンケート結果の分析から、視覚的な提示と同期して音声による説明が行われた場合の方が、理解にとって好ましい傾向にあることが示された。このことは、たとえ視覚からの情報と聴覚からの情報が同じであっても、それらの情報が同期することにより、計算式の意図や図への補足など指導者が伝えたい解法プロセスやその着眼点を、具体的に学習者に与えることができるためではないかと推察される。このことは、板書型の提示は、提示に時間がかかるという問題点があるものの、容易に思考過程の一部を具現化して提示できることに加えて、その提示と同期して説明を行うことが容易に可能であり、理解に対して好ましい特性を持つといえる。

今回の実験では、詳しくすべて提示するよりも、要点を示したほうが理解しやすかったことを示唆している。直感的には、詳しく示して説明を行ったほうが理解しやすいように思われるが、必ずしもそうはならないことは興味深い。プロセスを詳しく示すことにより一見分かりやすく思われるが、詳しい提

表1 課題テストの平均点（100点満点）

	数学	数学(計算ミス不問)	物理	物理(計算ミス不問)
グループ1	85	100	60	64
グループ2	56	56	45	45
グループ3	38	56	35	55
グループ4	65	80	32	48
全体	63	75	44	54

	同期+完全版		非同期+完全版
	同期+省略版		非同期+省略版

示を見ることによって理解できたつもりになりやすく、一方で、一部が省略された場合には、被験者自身によってその部分を補間する必要があり、自然とプロセスを自らの頭で再構築して確認していくことになるため、理解しやすい傾向になるのではないかと推察される。

今回の実験は、被験者の数が少なく、統計的データを示すには至っていないが、板書形式・スライド形式それぞれの教材提示方式の基本的特性の違いを調べることににより、それぞれの教材提示手法の優位性条件を明らかにするための、基礎をつくることができたと考えている。

3. おわりに

本研究では、板書形式とスライド形式という一般的な教材の提示形式に着目し、教材提示と説明音声の同期/非同期、および、文字の提示量を変化させた比較実験を行い、学習者への理解への影響を調べた。その結果、提示と同期した説明が好ましい影響を与える可能性が示唆された。また、必ずしも多くを提示して説明したほうが、理解しやすいとは限らない場合があることを、実験的に示した。

今回の実験の結果は、分析対象教材の数も、また、実験における課題の種類、および、被験者の数も限られている。多様な教材に対しても同様の傾向にあるのかを調べることと、実験データを統計的に扱えるように被験者の数を多くした実験を行い、分析を行うことは、今後の課題である。また、本研究では視覚的教材提示と説明音声のタイミング（同期/非同期）と提示する教材の量を変化させているが、説明音声の量に着目した分析を行うことも、今後の課題である。

謝辞

本研究は、日本学術振興会科学研究費補助金基盤研究(c)課題番号16K01117の助成を受けたものである。また、本研究の遂行にあたり、実験にご協力いただきました、片淵菜美さんをはじめ、学生の皆様に心から感謝いたします。

参考文献

- (1) 岡崎泰久, 吉川 厚: “書く過程を提示する動的教材提示の認知分析”, 教育システム情報学会誌, Vol.34, No.3, pp.218-226 (2017.7).
- (2) 岡崎泰久, 片淵菜美, 吉川 厚: “板書形式とスライド形式の教材提示の違いに着目した授業映像の定量的分析”, 電子情報通信学会技術研究報告 vol.117, no.256, ET2017-51, pp.59-64 (2017.10).

大学一般教育における情報倫理ビデオ教材の留学生への適用

Application of Video Materials on Information Ethics to International Students as General Education in University

布施 泉^{*1}

Izumi FUSE^{*1}

^{*1}北海道大学情報基盤センター

^{*1}Information Initiative Center, Hokkaido University

Email: ifuse@iic.hokudai.ac.jp

あらまし：情報倫理デジタルビデオ小品集を留学生に向けて利用することについて検討を進めている。その一環で、英語化したビデオ教材2種類（字幕版もしくは吹替え版）を、一般情報教育の授業を英語で受講している北海道大学の留学生に対して視聴させた。2017年度に試行した結果、字幕版の評価が比較的高く、吹替え版はあまり必要とされていないことが示された。本結果に関する考察を報告する。

キーワード：情報倫理，留学生，教材，ビデオ，字幕，吹替え

1. はじめに

情報倫理教育は、情報社会を生きる私たちにとって不可欠の教育である。大学段階においては、個人情報やプライバシー、情報セキュリティ、知的財産権、情報格差など、情報化が社会にもたらす様々な影響を理解し、より善い社会を創出するための検討を、授業の一環として検討することも必要になると考える。人や立場、状況により、一つの事象に対しても、相反し得る価値判断を行う場合は多くあり、学習者は、ほかの多様な背景を持つ学習者の中で、意見交流を行いながら、情報倫理の能力を深化することが望まれる。

大学においては、多様な背景を持つ学習者として留学生を想定することが可能である。ある事柄に対し、日本人学生と留学生とで、同じような価値判断をするのか否か、異なる価値判断をする場合があるとすれば、それはどのような背景からか、等、実際のケースを想定し、対応の同異を明らかにすることは意味があると考え。そのためには、ケース学習として、日本人学習者にも留学生の学習者にも同じ題材を示し、それについて検討してもらうことが必要である。

本稿では、大学生が主人公に自己投影可能な教材として、ビデオ教材（情報倫理デジタルビデオ小品集⁽¹⁾）を活用することを想定し、日本人向けに開発された本教材を、留学生に対して適切に適用するために、どのような教材化が適切であるかを検討することを目的とする。

2. 情報倫理デジタルビデオ小品集の英語化

情報倫理デジタルビデオ小品集は、大学 ICT 推進協議会⁽²⁾が企画・制作し、著者らが継続的に開発してきた教材である。物語と解説に分かれており、物語で何らかの問題が起き、解説でその問題が起きた背景や理由、対処方法などを示す。大学生を想定した役者が主人公であり、物語は大学生の生活を基に

した映像で構成されており、学習者の自己投影がしやすい教材となっている。

2.1 解説フリップの英語化

解説編の映像では、起きた問題の解説を行うため、日本人学生に向けて、図や用語として日本語が表記されている。英語化する場合には、この部分を、英語表記に変換する。図1に一例を示す。

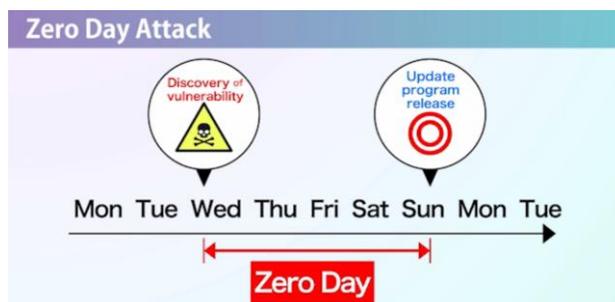


図1 解説フリップの英語化の例

2.2 セリフの英語化

学生同士のやり取りや解説者の解説内容は、日本語で行われている。英語化するためには、字幕をつける場合と吹替えを行う場合が考えられる。費用の観点からは、字幕の方が、吹替えに比して安価である。字幕では、その内容の変更も容易である。一方で、解説が長いなど、字幕の量が多くなる状況が生じ、提示時間が短くなる場合には、字幕の方に不都合が生じる場合があると考え。予算の関係で、吹替えを行ったクリップは、後述する「ランサムウェア」と「電子署名」の2種類に留まる。

3. 一般情報教育における教材の適用

北海道大学では、グローバル人材育成を目的とした留学生向け教育プログラムが2015年度から始まった。「現代日本の社会や文化に関心を持つ留学生を広く世界に求め、十全な英語能力と極めて高い学力

を有する留学生に対して、徹底した日本語教育を実施し、同時に現代日本の社会や文化に関する理解を深めるための教育」を行うとされる⁽³⁾。本学生は入学時には日本語を要さず、情報教育も英語にて行っている。これら 20 名程の留学生に対し、本ビデオ教材の英語化教材を視聴させ、フィードバックを得た。

3.1 結果

2017 年度前期の一般情報教育の授業において、ほぼ毎週、情報倫理ビデオを 1-2 種類視聴させた。このうち殆どは字幕化された英語教材を用いた。後半 2 回のみ用意した吹替えのビデオ教材を視聴させた。

これら英語化教材に対する評価は、第 15 回（最終授業日）に行った。結果を図 2、図 3 に示す。

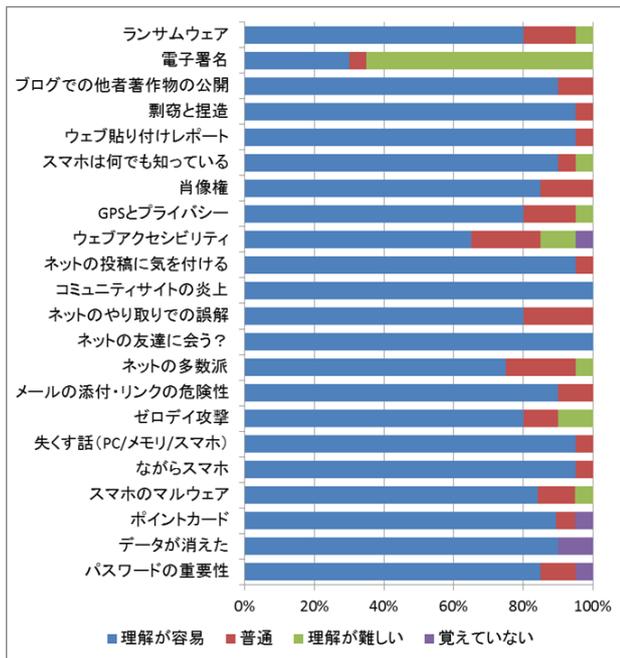


図 2 各クリップにおける理解のしやすさ

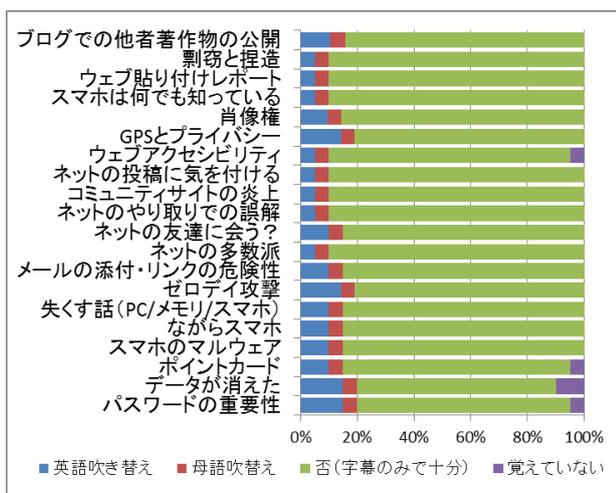


図 3 各クリップにおける吹替えへの要望

図 2 より、電子署名のビデオ以外は、難易度はほぼ同じで、8 割以上の学習者が容易に理解できるレ

ベルであることが分かった。図 3 は、字幕で用意されたビデオクリップに対し、吹替え版が必要か否かを聞いたものであり、殆どの学生は字幕のみで十分と回答した。

4. 考察

3.1 の結果より、留学生はビデオ教材の英語化において、吹替え版はあまり必要としていないことが明らかになった。吹替えのビデオに対する自由意見では、吹替え音声と字幕とのズレや、口の動きと音声とが合っていないことを指摘するものがあった。ビデオそのものに対する評価は高いものの、映像や字幕と、吹替え音声のズレがあるのであれば、字幕のままで十分であると感じた可能性がある。つまり、今回試行した学習者に対しては、音声を吹き替えることなく、日本語音声に英語字幕がある形の英語化教材が望まれていることがわかった。

但し、これは、今回の対象となる学習者が日本文化を学ぶことを目的とした留学生であることが影響している可能性も考えられる。日本語を重点的に学んでいるために、日本語音声を望んでいる可能性がある。今後は、対象となる学生の所属を変えて調査すること、同じクリップの字幕教材と吹替え教材を両方視聴させ、評価させるなどで、結果が変化するか否かを確認したいと考えている。

5. まとめ

本稿では、多様な背景を持つ学習者集団において、情報倫理教育を行う可能性を鑑み、日本人向けに作成された情報倫理教材を英語化し留学生に適用した。学習者は、解説を伴う画面の英語化は必要であるものの、音声は日本語のままで字幕を付せば問題ない旨の評価を得た。学習者の属性の影響については今後更なる調査を行う。

謝辞及び付記

英語教育の実践については、Evans Benjamin 氏の協力を得た。フリップの英語化および字幕化については、大学 ICT 推進協議会の支援を受けて行った。本研究の一部は、科学研究費 16K01101（代表者：岡部成玄）の支援を受けた。

参考文献

- (1) 布施泉, 岡部成玄, 辰己丈夫, 上田浩, 上原哲太郎, 中西通雄, 多川孝央, 村田育也, 和田智仁: “情報倫理デジタルビデオ小品集 6”, 一般社団法人大学 ICT 推進協議会, 京都 (2016)
- (2) 大学 ICT 推進協議会, <https://axies.jp/ja/>
- (3) 北海道大学: “グローバル人材を育成する「現代日本学プログラム」を創設 (お知らせ)”, プレスリリース, https://www.hokudai.ac.jp/news/131025_pr_oia.pdf, (2013), 閲覧日 2018/6/12.

情報倫理をテーマとした協調的学習におけるルーブリックの改善

Improvement of the Rubric for Collaborative Learning on Information Ethics

河野 稔^{*1}

Minoru KAWANO^{*1}

^{*1}兵庫大学健康科学部

^{*1}Faculty of Healthy Science, Hyogo University

Email: kawano@hyogo-dai.ac.jp

あらまし：大学の一般情報教育科目での情報倫理教育において、情報倫理の啓発を目的としたプレゼンテーションを制作して学習者間で相互評価することで、情報倫理全般への理解を深めるような協調的学習を実践した。学習効果として、情報倫理への主観的理解が深められることが確認できたが、情報倫理的な判断や行動への効果は十分とはいえなかった。本発表では、より情報倫理的な判断および行動の促進をねらい行った、実践方法の変更点や相互評価に用いるルーブリックの改善について報告する。

キーワード：情報倫理教育、プレゼンテーション制作、相互評価、協調的学習、ルーブリック

1. はじめに

情報社会の進展により、情報社会特有のトラブルや犯罪の被害に遭ったり、場合によっては加害者の立場になることが問題視されている。

そのため、学校教育における情報モラルあるいは情報倫理教育の重要性は増している。大学では初年次の一般情報教育科目において情報倫理教育が実践されることが多いが、ソフトウェアの利活用やアカデミックスキルの修得が中心の授業内容のために、概説や限定的な話題しか扱うことができない。

本研究ではこれまで、一般情報教育科目への効果的な情報倫理教育の導入を目指し、情報倫理の啓発を題材としたプレゼンテーション制作とルーブリックを用いた相互評価による協調的学習の実践に取り組んできた⁽¹⁾。その成果として、実践全体を通して情報倫理全般への主観的理解度が深まり、とくに制作活動が効果的であった⁽²⁾。さらに、不適切な利用や不正行為を行わないための情報倫理に関する望ましい判断や行動⁽³⁾については、自己都合を優先するような行為に対しては情報倫理的な判断や行動をとることが促進されたが、他者への迷惑行為やマナー違反行為には効果は確かめられなかった⁽⁴⁾。

これまでの実践で用いたルーブリックは、主に、デザインやレイアウトなどのスライド作成の技術、プレゼンテーション全体の構成などを評価しており、情報倫理に関しては注意点などの解説といった項目しか評価していなかった。そこで本稿では、今年度予定している実践について、情報倫理に関する判断や行動の変容を促すようなルーブリックの改善、また、実践方法での変更点について述べる。

2. これまでの実践

2.1 実践のねらい

一般情報教育科目でのプレゼンテーションの演習では、授業計画など時間的な制約があり、学習者全員が成果物を発表する機会を設けることは難しい。

そこで、制作ソフトの機能を活用し、自動再生するプレゼンテーションを映像作品と捉えて、テレビCMのような短時間で視聴できる動画として制作し、LMS上に公開して誰もが視聴できるようにした。

2.2 実践の概要

一般情報教育科目の全15週のうち、アプリケーションソフトの活用を終えた後の4週分(第12～15週)で、全体のまとめの演習として実践した。

情報倫理の啓発を目的として、情報倫理の特定のトピックに関するプレゼンテーションを映像作品として制作した。学習者と同世代の若者を対象に、被害者または加害者になる事例を「起承転結」のストーリー形式で紹介し、関連する注意点や対処法を解説する構成とした。

さらに、情報倫理全般への理解を深めるために、LMS上に公開された作品の相互評価を実施し、その結果をもとに作品を改善することとした。

2.3 実践のながれ

トピックの選択：情報倫理に関するトピック(8つ)について、教員から概要を説明された後、自由に1つ選択する。

作品の制作：Microsoft PowerPoint 2016を用いて、指定された構成にしたがって、約1分間で自動再生する映像作品として制作する。

作品の公開：制作した作品を動画ファイル(MP4形式)に出力し、LMS上に設置された各トピックの掲示板に投稿して、クラス内に公開する。

相互評価：制作時に提示されたルーブリックにしたがい、自分の作品の自己評価、8つのトピックから各1作品ずつ自由に選択・視聴して他己評価をクラス単位で実施する。自己評価と他己評価の詳細はLMS上の報告フォームで報告する。

作品の改善：集約した評価結果をもとに、個人ごとにフィードバックされた評価結果を踏まえて、作品を改善して再提出する。

3. 実践の改善

2018年度の授業実践に向けて、以下の変更と改善を予定している。

3.1 作品の構成の変更

これまでの作品は、「事例紹介」と「注意点や対処法の解説」という構成で、事例での登場人物がとるべき判断や行動を指摘していない。そのため、実践後の学生からは「インターネットは怖い」などの情報社会に対するマイナスイメージにつながる感想が多かった。

情報通信技術の活用や情報社会への参画に対して前向きに捉えるには、望ましい判断や行動ができたり代替案を考えたりすることが重要といえる。そこで、登場人物が被害を避けたり加害行為を起こさないように対策をとった「別ルート」をプレゼンテーションの最後に提示させる。

3.2 ルーブリックの改善

相互評価で用いたルーブリックは、以下の6つの評価項目について評価するものであった。

- 項目1：フォントや配色などデザインの統一
- 項目2：文字や図形のレイアウトの見やすさ
- 項目3：アニメーション効果の適切さ
- 項目4：事例の内容とテーマの一致性
- 項目5：解説部分のわかりやすさ
- 項目6：視聴者に対する全体的な役立ち度

つまり、スライド作成の技術(項目1~3)や全体的構成と内容(項目4~5)といったプレゼンテーション制作に関しては評価していたが、情報倫理に関しては1項目でしか評価していなかった。さらに、項目4~6に対しては評価しづらいという実践後の学生からのルーブリックに対する評価があった。

事例では、原因となる何らかの判断や行動によって被害・加害という結果が生じることになる。さらに、被害や加害の深刻さや影響の範囲を知っておく

ことも判断や行動の結果を予想するためには必要である。そこで、情報モラル指導法の「3種の知識」における合理的判断の知識⁽⁵⁾を参考に、項目4と項目6に換えて、被害・加害の原因や結果が明確に示されているか評価させる。また、前節で提案した作品の構成に追加された対策の提示も評価させる。以上のルーブリックの改善部分を表1に示す。

4. まとめ

本稿では、情報倫理教育を組み込んだプレゼンテーション制作の演習における協調的学習について、情報倫理に関する望ましい判断や行動の促進をねらった実践の改善として、実践方法の変更とルーブリックの改善について述べた。本稿の執筆後に改善した今年度の実践を行うため、これまでの実践との学習効果の比較、情報倫理的な判断・行動の変容については大会発表にて報告する予定である。

参考文献

- (1) 河野稔：“プレゼンテーション制作と相互評価を通じた情報倫理教育”，教育システム情報学会第38回全国大会講演論文集，pp.89-90（2013）
- (2) 河野稔：“協調学習を取り入れた情報倫理教育における主観的理解度に影響を及ぼす諸要因”，日本情報科教育学会第9回全国大会講演論文集，pp.57-58（2016）
- (3) 深田昭三，中村純，岡部成玄，布施泉，上原哲太郎，村田育也，山田恒夫，辰己丈夫，中西通雄，多川孝央，山之上卓：“大学生の情報倫理にかかわる判断と行動”，日本教育工学会論文誌，37(2)，pp.97-105（2013）
- (4) 河野稔：“情報倫理教育における協調的学習の効果—情報倫理に関わる行動・判断への影響—”，教育システム情報学会研究報告，32(6)，pp.35-40（2018）
- (5) 玉田和恵，松田稔樹：“「3種の知識」による情報モラル指導法の開発”，日本教育工学会論文誌，28(2)，pp.79-88（2004）

表1 ルーブリックの改善部分

評価項目	基準1 ほとんどできていない	基準2 あまりできていない	基準3 ほぼできている	基準4 よくできている
被害や加害につながる行動・判断がストーリー上で表現されているか？ (被害・加害の原因)	どのような行動や判断をしたことで被害や加害が生じたのか，わかりづらい。	どのような行動や判断をしたことで被害や加害が生じたのか，あまりはっきりと表現されていない。	どのような行動や判断をしたことで被害や加害が生じたのか，はっきりと表現されている。	どのような行動や判断をしたことで被害や加害が生じたのか，具体的でわかりやすく表現されている。
被害の深刻さや加害による影響がストーリー上で示されているか？ (被害・加害の影響)	誰がどのような被害を受けたか，誰にどのような加害を加えたか，わかりづらい。	誰がどのような被害を受けたか，誰にどのような加害を加えたか，あまりはっきりと示されていない。	誰がどのような被害を受けたか，誰にどのような加害を加えたか，はっきりと示されている。	誰がどのような被害を受けたか，誰にどのような加害を加えたか，深刻さがわかりやすく示されている。
被害にあわない・加害を起こさないための行動や手段が示されているか？ (対策の提示)	被害を避けたり加害を起こさないための行動や手段が，ほとんど示されていない。	被害を避けたり加害を起こさないための行動や手段が示されているが，少しわかりづらい。	被害を避けたり加害を起こさないための行動や手段が，ストーリーの内容に沿って示されている。	被害を避けたり加害を起こさないための行動や手段が，具体的でわかりやすく2つ以上示されている。

青少年のネットリスク低減のための教育・教材 —台湾のヒアリング調査から—

Education and Tutorials for reducing online risk of young generations - Cases in Taiwan -

折田 明子^{*1}, 高橋 聡^{*2}, 小松 正^{*3}
Akiko ORITA^{*1}, Satoshi TAKAHASHI^{*2}, Tadashi KOMATSU^{*3}

^{*1} 関東学院大学人間共生学部

^{*1} College of Human and Symbiotic Studies, Kanto Gakuin University

^{*2} 東京理科大学 経営学部

^{*2} School of Management, Tokyo University of Science

^{*3} 多摩大学情報社会学研究所

^{*3} The New Institute for Social Knowledge and Collaboration: Kumon Center, Tama University

Email: oritako@kanto-gakuin.ac.jp

あらまし：青少年のネットリスク低減の手段の一つに情報リテラシーやモラル教育があるが、新しいサービスや利用状況に教材や教育方法、教員や保護者の知識が追いつききれない問題がある。本稿では、筆者らが2018年3月に台湾教育省にて実施したヒアリング調査およびWebで提供されている教材について報告するものである。台湾では教育政策と法案の両方でネット安全教育を進めつつ、教員および児童・青少年・家庭・一般向けに対し多様な教材やマニュアルをWebで提供している状況であった。

キーワード：情報リテラシー、情報モラル、教材、青少年、ネットリスク

1. はじめに

インターネットの利用開始時期は年々低年齢化しており、10代がインターネットを利用する時間も長くなっている。総務省の調査によれば、2016年時点で10代は平日一日あたり164分スマートフォンでインターネットを利用しており、その利用時間の大半である58.9分をSNSの読み書きに費やしているという⁽¹⁾。一方で、2017年の警察庁の発表によれば、出会い系サイトの被害児童は13人で2008年以降減少傾向にあるのに対し、コミュニティサイトに起因する被害児童は919人で増加傾向にある。さらに、被害児童の86.1%はスマートフォンを使用してコミュニティサイトにアクセスしている⁽²⁾。

このようなインターネット利用に伴うリスクを低減させるには、生徒および家庭への教育が必要であるものの、新しいアプリケーションを次々利用するコミュニケーションの形は、保護者や教員世代の想定するものとは限らず、現状に沿った実効的な教材を提供する難しさがある⁽³⁾⁽⁴⁾。

筆者らは、インターネット上で提供および取得が可能なウェブサイトやアプリなどの教材に着目し、国内外の事例の調査を行っている。本稿では、その一環として、2018年3月に実施した台湾の調査事例について報告する。

2. 調査概要

2018年3月20日、筆者らは共同研究者とともに台湾のMinistry of Educationを訪問し、青少年のイン

ターネット利用の現状および具体的な施策についてヒアリングを行った。

2.1 台湾の青少年利用状況

2017年時点において、台湾では小学生から高校生までの90%がインターネットをしており、タブレットやスマートフォンの利用率は小学校高学年では68.7%だが、中学生は91.7%、高校生は99.0%と非常に高い。主な利用目的は、ソーシャル・ネットワーキング・サービス(SNS)、インスタントメッセージング(IM)、動画、ゲームであり、特にSNSやIMは人間関係の構築に利用されているとのことであった。インターネットの利用にあたっては、特にネット依存が懸念されており、保護者は未成年の端末には網路守護天使(Network Guardian Angels)⁽⁵⁾のアプリをインストールし、使用時間の制限をしているとのことであった。

インターネット利用における安全教育については、教育政策と法案の両方で進めており、特に就学前児童の保護者が意識することが必要とのことであった。義務教育の小学校および中学校では、Information Education、高校ではIntroduction to Information Technologyと扱いであり、2019年から正式に教科となるとのことである。ただし、すべての教員がインターネット利用の安全教育に詳しいわけではない(例えば情報セキュリティなど)。そのため、インターネットに関する教育は専門家が担当する状況とのことであった。

3. ネット安全教材

本節では、台湾教育省が Web サイトで提供している教育関連のコンテンツについて紹介する。

3.1 教員向け教材・教育法サイト

中小學路素養興認知(teacher.edu.tw)は、教員向けの Web サイトである⁽⁶⁾。教材は学年別に作られており、2001 年から 2017 年までに作成された、動画やゲームなどの多様な教材が 84 点 (2018 年 3 月時点) 掲載されている。それぞれの教材には、「教學指引」という手引が電子ファイルでリンクされており、教育目標、対象、時間 (40~45 分など)、児童・生徒の背景や身につけるべき事柄が詳細に書かれており、さらに授業内での時間ごとの教育内容についても記載されている。また、教材のほか、教員向けの情報提供や、児童・生徒向けのポスター画像も掲載されており、このサイトの情報を用いることで一通りの情報リテラシー教育を行うことが可能となる。



図 1 中小學路素養興認知(teacher.edu.tw)



図 2 クイズ・動画の教材例(teacher.edu.tw より)

3.2 一般・家庭・向け教材サイト

「全民資安素網素養興認知」(iSafe)は、全国民を対象としたネットリテラシーの学習サイトである⁽⁷⁾。教材は児童、青少年、家長 (家庭)、大衆 (一般) 向けにそれぞれ分かれている。いずれのカテゴリにおいても、「文章」「マンガ」「動画」「ポスター」の 4 種類の教材が用意されている。

児童版はマンガや動画の教材のみであるが、青少年版からは文章の教材も加わる。教材を表示すると、内容に応じたミニクイズも表示され、クリックして解答することで正誤も分かる。家庭版では、ハンドブックが Google Drive から PDF 形式で提供もされている。



図 3 全民資安素網素養興認知(iSafe)



図 4 青少年版の教材例 (iSafe より)

4. おわりに

本稿では、台湾の若年層のインターネット利用状況をふまえて、教育省が Web サイトで提供している教材について概観した。サイトはシンプルな構成で、教材のサムネイルが表示された上で目的・対象別に教材を探しやすいものであり、閲覧する際にも特別なインストールや準備は不要であった。インターネット利用時間が多い青少年からは、気軽にアクセスができると考えられる。

今後は、日本の文部科学省をはじめ各府省が公開している教材や素材の現状とも比較し、より実効的な教材の提供について検討を進める予定である。

謝辞：本研究の一部は、JSTRISTEX 「未成年者のネットリスクを軽減する社会システムの構築」の支援によるものである。

参考文献

- (1) 総務省情報通信政策研究所: “平成 28 年情報通信メディアの利用時間と情報行動に関する調査報告書”, http://www.soumu.go.jp/menu_news/s-news/01iicp01_02000064.html (2017) (参照 2018.6.10)
- (2) 警察庁: “平成 29 年上半年期におけるコミュニティサイト等に起因する事犯の現状と対策”, https://www.npa.go.jp/cyber/statics/h29/H29_siryou.pdf (2017) (参照 2018.6.10)
- (3) 竹内和雄: “スマホ時代に対応する生徒指導・教育相談”, ほんの森出版, 東京 (2014)
- (4) 折田明子, 吉川厚, 田代光輝, 江口清貴: “マンガ教材による若年層に向けた実効的な情報リテラシー教育の試み”, 情報社会学会誌, Vol.11, No.1, pp.61-70 (2016)
- (5) 網路守護天使 (Network Guardian Angels), <https://nga.moe.edu.tw/> (参照 2018.6.10)
- (6) Teacher.edu, <https://eteacher.edu.tw/Desktop.aspx> (参照 2018.6.10)
- (7) iSafe 全民資安素網, <https://isafe.moe.edu.tw/> (参照 2018.6.10)

ICT 環境とプレゼンテーションの習熟度に関する調査

Research on ICT Environment and Proficiency Level of Presentation

石井 広二

Hiroji ISHII

桐生大学医療保健学部

Faculty of Healthcare, Kiryu University

Email: ishii-hi@kiryu-u.ac.jp

あらまし：大学初年次に身に付けるべき情報活用能力としてプレゼンテーション能力が求められている。そこで大学入学次における ICT 環境とプレゼンテーションに対する習熟度との関連性を調べた結果、有意な関連性は見られなかった。一方でプレゼンテーションを実施し、相互評価とビデオによる振り返りを行った結果、習熟度の意識に変化が見られた。

キーワード：プレゼンテーション、ICT 環境、高等教育、初年次教育

1. はじめに

中央教育審議会は「学士課程教育の構築に向けて（答申）」⁽¹⁾において、「各専攻分野を通じて培う学士力～学士課程共通の学習成果に関する参考指針～」として、「知識・理解」「汎用的技能」「態度・志向性」「統合的な学習経験と創造的思考力」の4つを示した。「汎用的技能」は、「コミュニケーション・スキル」「数量的スキル」「情報リテラシー」「論理的思考力」「問題解決力」の5つで構成されている。続いて、「新たな未来を築くための大学教育の質的転換に向けて～生涯学び続け、主体的に考える力を育成する大学へ～（答申）」⁽²⁾の中で、「能動的学修（アクティブ・ラーニング）への転換」の必要性について、言及している。具体的な方法として、「ディスカッションやディベートといった双方向」の授業への転換が求められた。

一方で、高度化、複雑化、多様化してきた管理栄養士の養成においては、栄養改善学会が示した、「管理栄養士養成課程におけるモデルコアカリキュラム 2015」⁽³⁾で、4年間の教育「I. 全学年を通じて学ぶ」項目として、「3. 表現力を高める」を挙げている。その一般目標では、「管理栄養士に必要なコミュニケーション能力やプレゼンテーション能力の向上を図る。情報の収集と情報交換の手段として不可欠な情報リテラシーを習得する。」とあり、初年次から情報機器の活用や、それを用いたプレゼンテーション能力の育成が求められている。

そこで本研究では、大学1年次におけるプレゼンテーションに対する意識や技能が大学入学前の ICT の環境や興味・関心とどのように関連しているのか、調べた。

2. 情報機器に対するアンケート調査

2.1 アンケート調査

大学入学段階での、情報機器やアプリケーション習熟度についてアンケート調査を2014年から2017年の4年間実施した。

その結果、自宅でのパソコン所有率は90%を超えており、また、約80%が小学校以前にパソコンを使い始めたことが分かった。一方で、97%がスマートフォンを所持しており、特に2016・2017年は100%であった。

アプリケーションの具体的な操作については、「インターネット情報の検索」は95%以上が「できる」「まあできる」と回答している。文書処理については、「文字の入力」は約90%、「文字の拡大やアンダーラインをつける」ことは約70%、「表やグラフの挿入」は約60%が「できる」「まあできる」と回答している一方で、プレゼンテーションについては、「スライド（資料）の作成」が約60%だったものの、「図解・フレーズ化などの工夫」「人前でプレゼンテーション」は「できる」「まあできる」の割合が40%を下回っている（図1）。

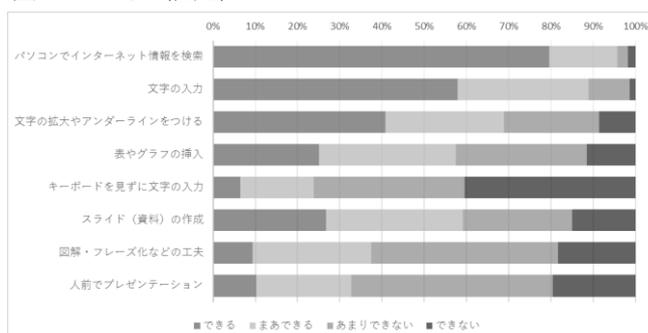


図1. パソコンでの操作

2.2 ICT 環境とプレゼンテーション習熟度

パソコンの所有状況および使用開始時期とプレゼンテーションの習熟度についての関連性について Fisher 検定を行った（表1）。その結果、すべてにおいて、有意水準5%で有意な関連性は見られなかった。このことから、プレゼンテーションの習熟度を高めていくためには、ICTの環境を整えて、操作技術を上げることも必要ではあるが、プレゼンテーションの機会を多く設定し、経験を積ませることの方

が重要であると考えられた。

表1 ICT環境とプレゼンテーション習熟度

様数名で所持	スライド(資料)の作成		p値	図解・フレーズ化などの工夫		p値	人前でのプレゼンテーション		p値
	できる	できない		できる	できない		できる	できない	
自分専用で所持	45	33	0.0723	32	46	0.674	25	53	0.958
所持していない	22	6		14	14		8	20	
所持していない	5	6		4	7		4	7	
小学校以前	56	38	0.216	39	55	0.704	28	66	0.536
中学・高校	16	6		11	11		9	13	
大学	0	1		0	1		0	1	

3. プレゼンテーションの振り返り

3.1 プレゼンテーション

授業内において、PowerPoint を用いてプレゼンテーションを実施した。プレゼンテーションを実施するにあたり、授業の1回目でインターネット情報の検索と著作権について説明し、2回目から5回目まで Word の操作方法について、説明した。その上で「私がすすめる料理・食材・食品など」をテーマにその内容をプレゼンテーションするというを前提に Word のレポート課題を課した。6回目から8回目まで PowerPoint の操作方法について説明し、9回目・10回目の2回に分けて一人5分で履修者全員のプレゼンテーションを実施した。プレゼンテーションの実施に先立ち、お互いに評価しあうことを事前に伝え、その評価の観点を示した。さらにプレゼンテーションの様子はビデオで撮影し、事後に学生の評価結果およびコメントを参考にしながら自身のプレゼンテーションを振り返ってもらうことを伝えた。

3.2 事後評価

先行研究⁽⁴⁾において、プレゼンテーションの、ビデオを用いての振り返り効果の有効性について、95%以上で役に立っており、さらに人が評価すること及び人の評価をすることの振り返り効果についての有効性が100%近いことを示した。

そこで、2016・2017年の2年間でプレゼンテーシ

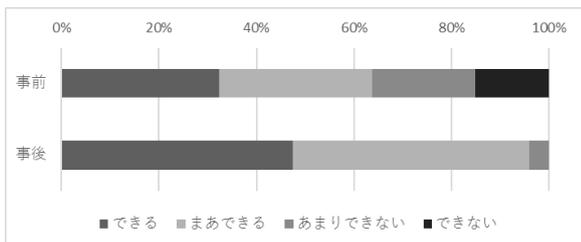


図2 スライド(資料)の作成

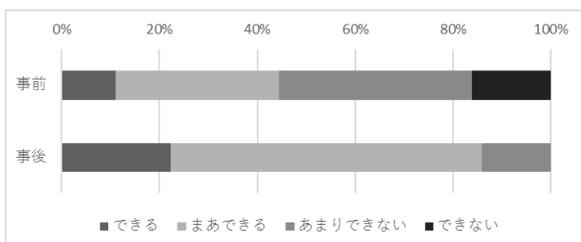


図3 図解・フレーズ化などの工夫

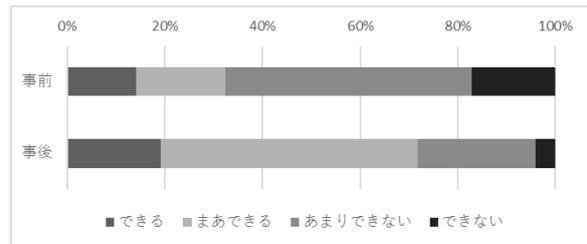


図4 人前でのプレゼンテーション

の事前と事後における習熟度についての比較を行った。

その結果、「スライド(資料)の作成」については回答者の約96%が、「図解・フレーズ化などの工夫」では約85%が「できる」「まあできる」となり、苦手意識が低減されている(図2, 3)。「人前でのプレゼンテーション」についても、約7割が「できる」「まあできる」と回答している一方で、「できない」との回答が4%あった(図4)。「できない」と回答した中には、ビデオと他者の評価が緊張感をより増幅させてしまい、それを映像で確認した結果、思うようなプレゼンテーションができていなかったと感じている者もいたが、他の者はビデオでの振り返りの結果、理想としていたプレゼンテーションには及ばず、今後も積極的に取り組みたいという姿勢がみられる回答であった。

4. まとめ

今回の調査では、ICT環境とプレゼンテーション習熟度について関連性を調べたが、有意な関連性は見られなかった。一方で、実際にプレゼンテーションを実施し、相互評価とビデオによる振り返りで習熟度に関する意識は高まった。そのため、「管理栄養士養成課程におけるモデルコアカリキュラム2015」にもあるように、全学年を通じてプレゼンテーションの能力の向上をはかる教育を実施していくカリキュラムや授業方法の改善を図っていくことが必要である。

参考文献

- (1) 文部科学省中央教育審議会: “学士課程教育の構築に向けて(答申)平成20年12月24日”, http://www.mext.go.jp/b_menu/shingi/chukyo/chukyo0/to_ushin/1217067.htm (参照2018.6.9)
- (2) 文部科学省中央教育審議会: “新たな未来を築くための大学教育の質的転換に向けて～生涯学び続け、主体的に考える力を育成する大学へ～(答申)平成24年8月28日”, http://www.mext.go.jp/b_menu/shingi/chukyo/chukyo0/to_ushin/1325047.htm (参照2018.6.9)
- (3) 特定非営利活動法人日本栄養改善学会理事会: “「管理栄養士養成課程におけるモデルコアカリキュラム2015」の提案(2015.08.29採択)”, http://jsnd.jp/img/model_core_2015.pdf (参照2018.6.9)
- (4) 石井広二: “相互評価とビデオ映像を用いたプレゼンテーションの振り返り効果”, 日本教育工学会第28回全国大会 講演論文集, pp.207-208 (2012)

動画から顔の動きを抽出する試み —対話解析・修学行動評価への適用を目指して—

Extraction of Facial movement from movie

伊藤 敏^{*1}, 大塚容子^{*2}, 鷲野 嘉映^{*3}
Satoshi ITOU^{*1}, Yoko OTSUKA^{*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} 岐阜聖徳学園大学外国語学部

^{*2}Fac. Foreign Languages, Gifu Shotoku 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：会話解析をするためのツールとして、動画から顔検出をし、顔の特徴点、顔の向きなどの情報を抽出することで会話解析に必要と思われる、うなずきや発話状態を取り出す手法開発を試みた。また、カメラ1台で複数者の会話中の正面動画を取得する方法を提案した。その結果、会話中の聞き手や話者の顔を中心とした行動を抽出し、目視による結果と良く一致することを示した。

キーワード：会話、録画、顔検出、うなずき

1. はじめに

対面による教育活動は、言語及び視覚的行動により行われている。講義や講演における聴衆の反応（うなずきや疑問を示す行動）や、あるいはグループ活動での討論、数名での会話などにおける聞き手の言語活動以外の行動（ノンバーバルコミュニケーション）が、話者にとって「話しやすさ」などに関係すると思われる⁽¹⁾。

そこで、会話時のノンバーバルコミュニケーションのうち「うなずき」の検出をする試みがなされている。会話者の頭部に慣性センサを取り付け、動きを検出する試みや⁽²⁾、カメラを用いて動画から検出する試みがある⁽³⁾。

我々は学習者にセンサを装着して、学習者の行動を観測する試みを行ってきた⁽⁴⁾。課題中の頭部の動きや、脈波、呼吸数を取得することで負荷の状態などを推測した。しかし、検出装置を装着することによる学習者への身体的・精神的負担は測定に影響を及ぼす。よって、非接触で学習負荷時の行動を記録・解析する方法の検討も重要であると考えた。

学習者の行動情報を非接触で取得する手段として、ビデオカメラによる観測が考えられる⁽⁵⁾。これは、学習者に装置を装着するのではなく、非接触で行動を観測可能であり、学習者への負荷が少ない。一方で、記録された動画を目視により解析した場合、解析者に大きな負担がかかる。

本稿の目的は、会話行動を動画観測する支援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、顔の位置変動および特徴点変動から顔の向き推定を行う。会話による実験時間は数分間とした。

本稿では、2章で動画録画の方法と顔検出の方法を記述し、3章で応用例として、二者対話での会話を録画し、行動の抽出を試み、4章でまとめる。

2. 方法

会話をカメラで録画して、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 (1) 顔の中心(鼻の頂点) (2) 口の開閉 (3) 顔の向き を計算することで、会話中の行動を抽出した。

2.1 録画方法の工夫

会話の録画に汎用のカメラを用いた場合、対話では、聞き手の動画を撮影した。会話研究には聞き手だけでなく話し手の動きも知る必要がある。そのため全会話参加者の動画を撮影するために、全天球360度カメラを用いた。一般に会話は2名の場合対面で、3名以上の場合疑似的な円陣で行われる。それらの場合、各会話参加者の正面を録画するために複数のカメラが必要であり、各カメラの同期を取る必要がある。これらの煩雑さを避けるため、全天球360度カメラ1台を用い、会話参加者にはカメラを正面に見るように伝えた。得られた動画を平面に展開することで全会話参加者が正面動画として得られ、画像解析が可能になる。

2.2 顔情報の抽出と数値化

動画からフレーム毎に機械学習ライブラリであるdlib⁽⁶⁾を用いて顔検出と顔の特徴点68点を検出した。得られた顔器官の両目じり、鼻の頂点、両口角、顎最下部の6点を用いて2次元座標から向きの算出などの行列演算を行い、や画面表示にはOpenCVのラ

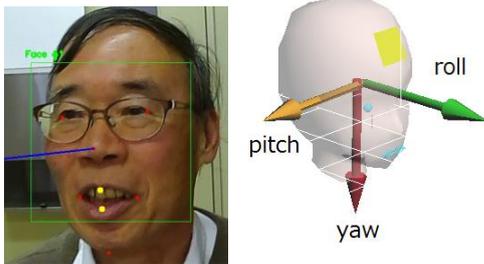


図 1. 顔検出と特徴点の座標, 顔の向き

イブラリ⁽⁶⁾を用いた。顔の向きは, yaw, pitch, roll として求めた⁽⁷⁾。

図 1 に, 用いた顔の特徴点 6 点を赤色で, 唇の中央上下を黄色で表示した。顔の向きを鼻の頂点からの青色の線分で表した様子, yaw, pitch, roll を示す。これらより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, 会話の分析に用いられた。

3. 会話中の行動分析への適応

人は会話中に話者は口を動かし, 聞き手はうなずきなど様々な行動をする。うなずき行動は会話の制御に寄与すると言われる⁽¹⁾。「うなずき」を顔の短時間での上下運動とみなし, 顔の中心部に位置する鼻頂点の上下動と顔の向きの pitch の変動から推測する。

3.1 対話へ 聞き手の行動

二者による会話の聞き手のみを録画して, 目視に

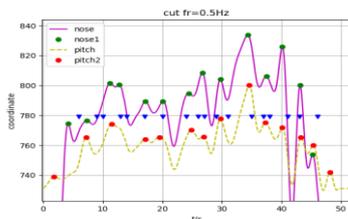


図 2. 聞き手の鼻の位置と pitch の変化, 目視によるうなずき位置

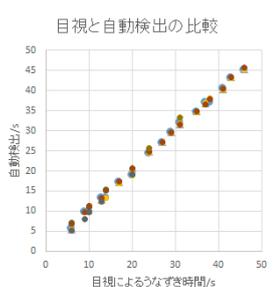


図 3. 顔座標の変動と目視による比較



図 4. 全天球カメラ撮影の二者による会話

よる「うなずき」検出と, 鼻の頂点座標, および顔の向き pitch からの自動検出した結果の比較をした。図 2 に鼻の座標移動と顔の向き pitch の変動の時間経過を示す。各グラフの頂点の時刻と目視により観測した時刻の比較を図 3 に示す。ほぼ一致する結果が得られた。

対話中に体を前後の大きく揺らす聞き手の場合も, 目視と顔座標変動において同じ傾向を示した。

3.2 二者の対話

二者の対面による会話を全天球 360 度カメラで録画し平面へ展開した一例を図 4 に示す。展開により前述の手法を顔検出などに利用可能である。二者は横軸座標値で区別可能であり, 話者と聞き手の区別は唇の上下距離から推測が可能であった。

4. まとめ

会話時間が数分という制限下では, 動画の顔検出解析より, 鼻の位置などから得たうなずき行動は目視による観測と良い一致を示した。また, カメラ 1 台の利用で, 複数者の正面動画を取得可能であることを示した。これらの結果より, 本方法は会話分析のツールとして利用可能であると考えられる。

本研究の一部は科研費 (16K01083) の助成を受けたものである。

参考文献

- (1) 泉子・K・メイナード: “会話分析”, くろしお出版, 東京 (1993)
- (2) 斎賀弘泰, 角康之, 西田豊明: “多人数会話におけるうなずきの会話制御としての機能分析”, 情報処理学会研究報告, Vol.2010-UBI-26 No.1, pp1-8 (2010)
- (3) Morency, L., de Kok, I. and Gratch, J.: "Context-based recognition during human interactions: automatic feature selection and encoding dictionary", Proceedings of the 10th international conference on Multimodal interfaces, ACM New York, NY, USA, pp.181-188 (2008).
- (4) 伊藤敏, 王琳琳, 鷺野嘉映, 井上祥史: “慣性センサを用いた行動検出試行”, 教育システム情報学会 2016 年度第 2 回研究会, pp9-13 (2016)
- (5) <http://dlib.net/> 2018 年 6 月 11 日確認
- (6) <https://opencv.org> 2018 年 6 月 11 日確認
- (7) <https://www.leanopencv.com/head-pose-estimation-using-opencv-and-dlib/> 2018 年 6 月 11 日確認

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

Measurement of educational effect by blink sensor

白澤 秀剛^{*1}

Hidetaka SHIRASAWA^{*1}

^{*1}東海大学情報教育センター

^{*1}ICT Education Center, Tokai University

Email: sirasawa@tokai-u.jp

あらまし：眼鏡型の瞬目センサーによって、話者に注目しているか提示資料を読んでいるのかの峻別や、心理的動揺の有無などが計測可能であることがわかった(第42回全国大会で発表)。それら結果を受けて、実際に反転学修、電子黒板による説明などの各種アクティブラーニング手法・支援機器利用を、瞬目センサを装着した被験者に実施してもらい、その効果を測定した。受講時のリアルタイムデータの分析により、従来の質問紙調査ではわからない教育効果が見られた。今回の結果から、今後、様々なアクティブラーニング的な教授法の評価に本センサの活用が期待される。

キーワード：瞬目、学習行動、アクティブラーニング、主体的学修

1. はじめに

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

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

瞬目と認知状態に関連があることは、これまでの研究から明らかにされつつあり、集中や疲労などの人間の内部状態を推定するといった研究も行われている。一般に、瞬目回数が多いと強く感情が動いている状態、瞬目回数が少ないと落ち着いている状態、であると言われている。一方、これまでの研究事例では、外的注意の状態（対象物を見て操作している状態）と内的注意の状態（心に描いた対象物をイメージ内で操作している状態）では、瞬目振幅が変化することが示されている。スポーツにおいても瞬目

の研究は行われており、卓球ラリー中と剣道対峙中では瞬目回数に差があることが示されている。これら先行研究から、一般に考えられているような瞬目回数と集中との関連は、実際には単純でないことが予想される。

授業中の学習行動は、実験環境やスポーツと異なり、教員や提示された講義資料を見つつ、心の中でイメージを作ったり、過去の知識や経験と結びついたりなど、非常に複雑な行動をしているといえる。昨年度の測定結果から、集中している場面や主体的に学修している場面でも、その集中対象や主体的学習の種類によって瞬目の傾向が異なることが示された。

本研究は、昨年度実施した基礎実験の結果を応用し、反転授業における予習動画の効果、電子黒板を用いた授業の効果をそれぞれ眼鏡型瞬目センサで測定しようと試みたものである。

2. 眼鏡型瞬目センサ

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



図1 眼鏡型瞬目センサ

表1 眼鏡型瞬目センサーの仕様

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

3. 測定実験と結果・考察

3.1 心的安定と瞬目強度変化

被験者にクレペリン検査（隣接する1桁の数字の加算作業を繰り返し行う職業適性検査の一種）を実施してもらい、その間のデータを示したものが図2である。他の被験者も同様に、加算作業中は瞬目頻度とともに瞬目強度（眼球のベル現象の大きさ）が低下することがわかった。一方、図3は同一被験者にホラーゲームのリプレイ動画を視聴させた場合の瞬目強度のデータである。図2の計算作業中と比較して明らかに瞬目強度が大きいことがわかる。どちらのケースも、対象を注視した状態であることから、心が安定した状態では瞬目強度が小さくなり、興奮や緊張など心が動的に変化している状態では瞬目強度が大きくなると推定される。

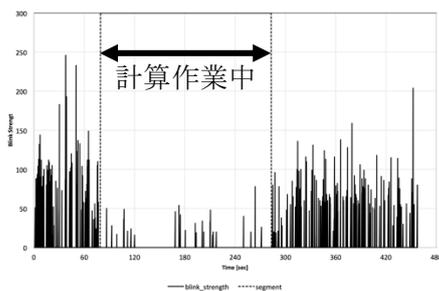


図2 加算作業中の瞬目強度の変化

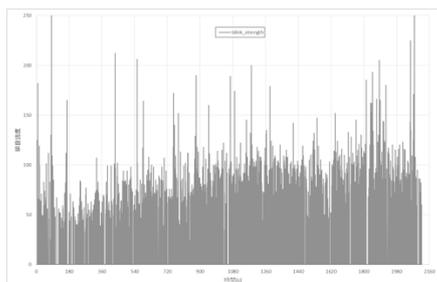


図3 ホラー動画視聴中の瞬目強度の変化

3.2 予習動画の講義への影響

予習動画・講義・復習動画の順に受講する群と、予習動画を見ずに講義・復習動画を受講する群の2群に被験者を分け、反転学習における予習動画視聴が、講義受講に対する影響を測定した。

図3が予習動画を見た被験者、図4が予習動画を見なかった被験者である。生体データは人による差があるため値を単純に比較することはできないが、予習動画を見た群の瞬目強度が高い傾向にあることがわかった。予習動画を見て授業に臨む方が、教員の講義に対して心的なインパクトが大きくなることが示唆される。

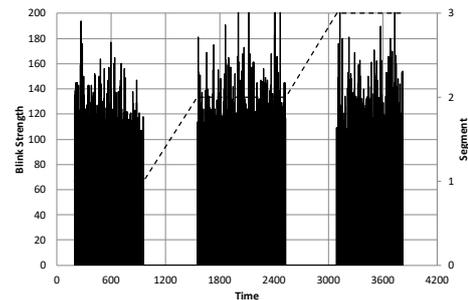


図3 予習動画を見た被験者の瞬目強度

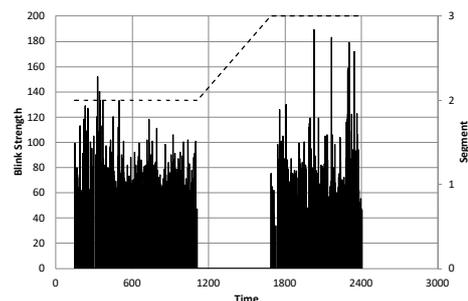


図4 予習動画を見なかった被験者の瞬目強度

3.3 電子黒板利用の講義への影響

プロジェクタに資料を投影しての講義と電子黒板を利用した講義の比較実験では、電子黒板利用時の瞬目頻度が高くなる傾向が見られた。

4. 今後の展望

今後、さまざまな教授法をこの眼鏡型瞬目センサーを用いて評価することが期待できる。

5. 謝辞

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 17033「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ある。また、本研究は日本学術振興会の学術研究助成基金助成金基盤研究(C)「アクティブ・ラーニング導入による学生の主体性獲得プロセスのモデル化に関する研究」(課題番号 15K01036)の援助を受けたものである。記して感謝致します。

Exploring Self-perceived Development of Cultural Intelligence (CQ) in a Blended Learning Environment

Peter W. ROUX*¹, Katsuaki SUZUKI*², Ryuichi MATSUBA*³, Yoshiko GODA*⁴

*¹Saga University & Graduate School of Instructional Systems (GSIS), Kumamoto University

*^{2,3,4} Graduate School of Instructional Systems (GSIS), Kumamoto University

e-mail: peteroux@cc.saga-u.ac.jp

Abstract This paper reports on the self-perceived notions of cultural intelligence (CQ) as expressed by groups of students enrolled in an intercultural learning course at a Japanese university. Utilizing a previously constructed instructional design framework ⁽⁷⁾⁽⁸⁾⁽⁹⁾, a blended-learning format that included experiential learning activities in a face-to-face setting was employed. Learner responses, expressed in terms of cultural competence indicators, such as knowledge, strategies, attitudes and self-perceived intercultural skills were recorded in a series of online feedback surveys. We present a selection of qualitative results to explore learner's notions of self-perceived skill development with regard to cultural intelligence (CQ). Developing a global mindset in higher education is discussed. **Keywords** blended learning; global mindset; cultural intelligence (CQ); instructional design; experiential learning

1. Introduction

Graduates today are expected to possess a range of personal skills that may go well beyond their academic qualifications. The recent idea of a *global mindset* has emerged as a term to describe what might be required from the modern global workforce. To meet these expectations, Japanese universities have been tasked by the Ministry of Education, Culture, Sports, Science and Technology (MEXT) ⁽¹⁾ to increase efforts to internationalize higher education.

A *global mindset* can be cultivated through improving an individual's intercultural skills, or *cultural intelligence (CQ)* ⁽³⁾. CQ is a four-factor concept that describes a flexible personal capability that can be enhanced by multi-cultural experiences, travel, education, training and self-awareness programs. It is the capacity to function effectively across a variety of cultural contexts that includes ethnicities, generations and organizations. ⁽⁵⁾

A global mindset connects three overlapping areas: (1) mastery over technology, information systems and telecommunications; (2) an understanding of the socio-political factors of the different countries in which organizations operate; and (3) an appreciation of the role of culture and cross-cultural issues that impact decision-making. ⁽²⁾

Perhaps still due to historical isolation and linguistic barriers, intercultural learning at Japanese universities have yet to see the benefits of cosmopolitan campuses evident in many other countries. To investigate, and partially address this problem through technological means, we developed and implemented an undergraduate intercultural learning course, using a blended-learning format. Blended learning has become a popular form of instruction, as it has been shown to effectively combine the socialization opportunities of the classroom with online technologies. ⁽⁶⁾

2. The study

As part of a broader project concerned with developing CQ through applications of instructional design (ID) ⁽⁷⁾⁽⁸⁾⁽⁹⁾, this study reports on utilizing a blended learning format to support the development of CQ in a group of Japanese undergraduates. Learner response patterns, expressed in terms of cultural competence indicators, such as knowledge, strategies, attitudes and self-perceived intercultural skills were recorded through a series of online feedback surveys. We present a selection of qualitative results to explore learners' notions of self-perceived skill development with regard to cultural intelligence (CQ).

2.1 Methods and Procedures

The blended learning format was incorporated into a previously developed framework ⁽⁷⁾⁽⁸⁾⁽⁹⁾, which integrates three relevant fields: instructional design (ID), experiential learning and CQ theory. Drawing on the framework's embedded theories, we designed a 15-week course for a face-to-face (F2F) environment equipped with PC's and WiFi. The course included significant portions of synchronous and asynchronous activities.

The blended learning format thus incorporated three areas important to an ID application: (1) a focus on relevant learning content, (2) formative and summative assessment/evaluation and (3) the generation of data for research purposes. We focus here on the qualitative feedback gleaned from the 'free comment' sections of the formative assessments. We reasoned that this reflective type of feedback could be suggestive of changes in learners' notions of self-perceived intercultural skill development and thus also compatible with increases in CQ, possibly providing additional support for our broader project.

2.2 Results

For current purposes, we refer to the selection of *self-perceived intercultural skills* as indicated in light blue (Fig. 1.) Results of the qualitative analysis indicate a total of 33 instances (approximately 14% of the total 244 coded comments) from the four online reviews (N=30).

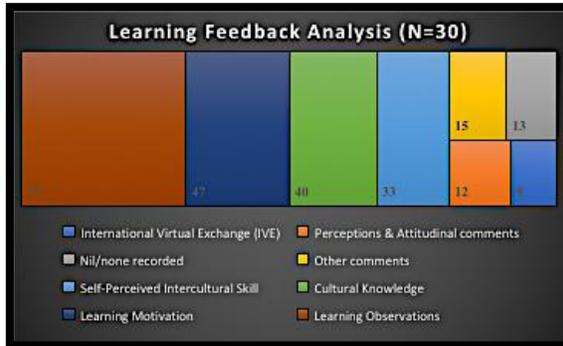


Figure 1. Learning Feedback Analysis

To allow for a closer look at the contents of this section of the feedback, we also performed a word frequency analysis (top 50 words), depicted in a word-cloud (Fig. 2).



Figure 2. Learning Feedback Analysis: Word-cloud

A further analysis of the feedback comments that were coded as potential indicators of *self-perceived intercultural skill developments* was conducted, but for the sake of brevity we report only the main themes forthwith. Themes were categorized as standing in relation to: (1) personal values and beliefs; (2) cultural knowledge; (3) cross-cultural communication; (4) personal behavior (self and others); and (5) conflicts.

3. Findings

- (1) Feedback shows at least five clear emergent themes related to self-perceived intercultural skill developments. The identified themes stand in direct relation to the learning contents and further connects well with the four-factor model of the CQ concept.
- (2) In addition, these emergent themes overlap with and

supports recorded instances of cultural knowledge increases that could, in turn, be linked to CQ increases. These findings will need additional ratification but does indicate potential for further inquiry and comparison with other tools of measurement.

4. Conclusion

As part of a broader project to apply ID thinking to the development of CQ, this study reports the results of a blended learning course. Qualitative findings, as seen in learner-reports of their self-perceived intercultural skills, links well with, and provide support for our framework that hosts the CQ model. Given the theorized connection between CQ and the notion of a global mindset, the current model holds promise for further investigations in this area.

5. References

- (1) Japanese Ministry of Education, Culture, Sports, Science & Technology (MEXT)
<http://www.mext.go.jp/>
- (2) Kedia, B. L., & Mukherji, A. (1999). Global managers: Developing a mindset for global competitiveness. *Journal of World Business*, 34(3), 230–251.
- (3) Lovvorn, A. S., & Chen, J.S. (2011). Developing a Global Mindset: The Relationship between an International Assignment and Cultural Intelligence. *International Journal of Business and Social Sciences*, 2(9), 275–283.
- (4) Cultural Intelligence Center (2018).
<https://culturalq.com/>
- (5) Livermore, D. (2011). *The Cultural Intelligence Difference Special E-book Edition: Master the One Skill You Can't Do Without in Today's Global Economy*. New York: AMACOM.
- (6) Dziuban, C. D., Hartman, J. L., & Moskal, P. (2004). *Blended learning. Research Bulletin Educause Center for Applied Research (ECAR)*.
- (7) Roux, P. W., & Suzuki, K. (2017a). Designing Online Instruction for Developing Cultural Intelligence (CQ): A Report from a Classroom-Based Workshop. *International Journal for Educational Media and Technology*, 11 (1), 87–96.
- (8) Roux, P. W., & Suzuki, K. (2017b). Designing Online Instruction for developing Cultural Intelligence (CQ): Intercultural journeys in a blended learning environment. In: *Proceedings of the 14th International Conference on Media in Education 2017. Japan Association for Educational Media Study*.
- (9) Roux, P.W., Suzuki, K., Matsuba, R. & Goda, Y. (2018, in press). Developing Cultural Intelligence (CQ): Designs for Blended Learning. *International Journal for Educational Media and Technology*, 12 (1).

初等教育における Scratch 授業改善基礎データ集計システムの開発

Development of an Aggregate Data System for Scratch Class Improvement in Elementary Education

重野 梢^{*1}, 川手 くるみ^{*2}, 尾崎 剛^{*1,3}, 広瀬 啓雄^{*1,3}, 山本 芳人^{*4}, 市川 博^{*5}
Kozue SHIGENO, Kurumi KAWATE, Takeshi OZAKI, Hiroo HIROSE, Yoshito YAMAMOTO,
Hiroshi ICHIKAWA

^{*1} 公立諏訪東京理科大学経営情報学部

^{*1} Faculty of Business Administration and Information, Suwa Tokyo University of Science

^{*2} 公立諏訪東京理科大学大学院工学マネジメント研究科

^{*2} Graduate School of Engineering and Management, Suwa Tokyo University of Science

^{*3} 公立諏訪東京理科大学工学部

^{*3} Faculty of Engineering, Suwa Tokyo University of Science

^{*4} 東京理科大学理学部

^{*4} Faculty of Science, Tokyo University of Science

^{*5} 大妻女子大学家政学部

^{*5} Faculty of Home Economics, Otsuma Women's University

Email: h115017@ed.sus.ac.jp

あらまし：本研究は，Scratch プログラムを収集し，Scratch プログラミングのカテゴリ理解度を糸口に授業改善基礎データを自動的に集計するシステムを開発することが目的である．児童に課題を出し，作品を完成させるために使用するプログラム部品が属する Scratch のカテゴリを答案用紙に記入させ，実際に作品を作成させる．作成された作品プログラムファイルを解析し，使用されたブロックのカテゴリを識別するプログラムを開発した．これにより，児童の Scratch に関するカテゴリ理解度を評価することを効率化し，より効率的な授業改善を行うことが可能となった．

キーワード：プログラミング教育，情報教育，Scratch，授業改善

1. はじめに

現在，コンピュータやネットワークの普及によりコミュニケーションや情報のやり取りの形態が変化しつつある．情報化社会の進展の中で，情報教育もプログラミング教育や情報リテラシー演習など多様化してきた．特にプログラミング教育は論理的思考力や情報コミュニケーション技術（Information and Communications Technology：ICT）を活用する力の育成にも役立つと考えられている．また，2020年4月から施行される小学校学習指導要領では，「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つけるための学習活動」を実施することになっている⁽¹⁾．しかし，論理的思考力を身につけるための授業デザインが現時点で確立されていない．また，初等教育でのプログラミング教育の授業改善の方法論が確立されていないこと問題がある．本研究は Scratch プログラミングのカテゴリ理解度を糸口に授業改善基礎データを自動的に集計するシステムの開発を目的とする．

2. Scratch

日本の初等教育の段階では，プログラミングを組むために必要な英語力が十分に備わっておらず，また教師のプログラミング教育に関する経験と知識が少ない傾向にあることがプログラミング教育を実施

するにあたり，ボトルネックとなっている．このボトルネックを解消するためにビジュアルプログラミング言語が注目され，Scratch やプログラミングなどを用いた授業実践が数多く報告されている．

Scratch は，マサチューセッツ工科大学（MIT）のメディアラボ（Media Lab）のライフロングキンダーガーテングループ（Lifelong Kindergarten Group）が開発したビジュアルプログラミング言語ツールである．Web 上でプログラムの作成，実行が可能である他，オフラインエディターを使用することにより，インターネットに接続しなくともプログラムを組むことができる．日本語で表示されたブロックを組み合わせてプログラムを組むことから，初心者にとって学習しやすいという特徴があり，Scratch を用いた授業実践では児童にプログラミングへの興味・関心を持たせる動機づけの点で成功を収めている⁽²⁾⁽³⁾．

Scratch では，スプライトと呼ばれる部品に対し，動き・見た目・音・ペン・データ・イベント・制御・調べる・演算・その他の10種類のカテゴリに分類された計130個以上のプログラム部品を組み合わせることによって，プログラミングができる．コンピュータに意図した処理を行わせるためには，これらのプログラム部品の機能を理解し，それらを組み合わせるスキルが必要となる．教師がこれらの修得度を確認するためには，児童らが作成したプログラムの実行結果を見るだけでなく，児童らがどのような

意図で、どのブロックを使用したのかを確認する必要がある。

川手らは、Scratch の理解度とスキルの評価方法として、以下の方法を提案している⁽⁴⁾⁽⁵⁾。児童に対し基本仕様を定めた課題を出題し、児童には作品を完成させるために使用するプログラム部品が属する Scratch のカテゴリを答案用紙に記入させる。さらに、自分が作成しようとしている作品の独自仕様を自由記述方式で記入させる。その後、自由に作品を作らせ、Scratch プログラムを提出させる。

教員は、実際に使用するカテゴリと児童が作成前に必要と考えたカテゴリを比較することにより、児童の各カテゴリに関する理解度を把握できる。また、児童の作品に使われているプログラム部品をカテゴリ別に分類し、正しく使用されていれば、そのカテゴリのプログラム部品を使いこなすスキルがあるとみなすことができる。これらをカテゴリ理解度およびカテゴリスキル度と呼ぶことにする。

Scratch では、背景やスプライトを自由に追加でき、その全てにプログラムを組み込むことが可能である。これらのプログラムは通常 Scratch のエディット画面で一つ一つチェックしなければならない。このため、教師がすべてのプログラムをチェックすることは、チェック漏れの可能性があるだけでなく、時間と労力がかかりすぎる問題がある。

3. カテゴリ理解度とカテゴリスキル度

本研究では、作成された Scratch プログラムを読み込み、使用されたブロックのカテゴリを自動的に抽出集計するプログラムを開発した。

Scratch プログラムは sb2 ファイルとして保存可能である。sb2 ファイルには、使用されたスプライトの背景・コスチュームなどの画像(PNG, SVG)、音(WAV)の他に各種設定の書かれた JSON ファイルが含まれている。図 1 のようなスクリプトが作成された場合、図 2 のようにブロックの位置、使用されたブロックの名称およびパラメータが、ブロックの並び順で JSON ファイルに追加される。複数のスプライトにスクリプトが作成された場合であっても、スプライトごとに JSON ファイルにスクリプトの記述が追加される。このように JSON ファイルに記述されたスクリプトのカテゴリを識別することにより、児童が実際に使用したブロックを評価することができる。

このようにして抽出したスクリプトに使用されたブロックのカテゴリと、児童が事前に回答した使用するブロックとを比較することによりカテゴリ理解度を短時間に求めることが可能となった。児童らのカテゴリ理解度が明らかになることにより、学習が不十分なカテゴリを見つけることができ、授業改善の糸口となると考えられる。

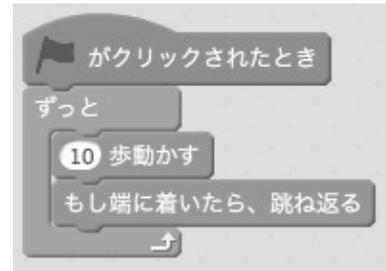


図 1 Scratch プログラム例

```
"scripts": [[10, 10, [{"whenGreenFlag"},
["doForever", [{"forward.", 10},
["bounceOffEdge"]}]]],
```

図 2 JSON ファイル該当部分

4. まとめと今後の課題

本研究は、Scratch プログラムを読み込み、使用されたブロックのカテゴリを自動的に抽出集計するプログラムを開発した。これにより Scratch のカテゴリ理解度を短時間に求めることが可能となり、授業改善の糸口となりえる。

本研究で開発したプログラムでは、使用すると回答したカテゴリに含まれるブロックをスクリプトエリアに置くだけで、実際に意図した動きとは関係がなくとも、“使用した”と判定してしまう。このため、教師が一度は Scratch プログラムの動きを確認する必要がある。この時、実際の動きが児童の意図した動きと一致するかをどのように判定するかは、今後検討する必要がある。また、Scratch プログラムを手動でダウンロードする必要があり、Scratch の教員アカウントで使用できるクラス機能を使用したとしても時間がかかってしまう問題がある。このため、Scratch ActionScript やスクレイピングなどの利用により、児童の作成した Scratch プログラムを自動的に収集するシステムの構築に取り組む予定である。また、カテゴリ理解度を測定するためには、児童らが使用すると回答したブロックのカテゴリと比較する必要がある。この児童が作成する回答の収集、集計方法も今後検討が必要である。

参考文献

- (1) 文部科学省：“小学校学習指導要領”，pp.8, pp163 (2017)
- (2) 伊藤一成：“Scratch を用いた授業実践報告”，情報処理, Vol.52, No.1, pp.111-113 (2011)
- (3) 森秀樹, 杉澤学, 張海, 前迫考憲：“Scratch を用いた小学校プログラミング授業の実践, 小学生を対象としたプログラミング教育の再考”，日本教育工学会論文誌 Vol.34, No.4, pp.387-394 (2011)
- (4) 川手くるみ, 尾崎剛, 広瀬啓雄：“論理的思考力を重視した初等教育におけるプログラミング教育”，JSiSE 特集研究会報告集 Vol.32, No.7, pp.77-82 (2018)
- (5) 川手くるみ, 大久保利亮, 尾崎剛, 広瀬啓雄：“初等教育におけるプログラミング学習効果の客観的評価方法の提案”，日本教育工学会 第 33 回全国大会講演論文集, pp.255-256. (2017)

プログラミングにおける構造的理解のための 部品の段階的拡張手法を用いたシステムの評価

Evaluation of a System with Expandable Modular Statements for Structural Understanding 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: m1865005@st.t-kougei.ac.jp

あらまし: プログラミングではソースコード全体が果たす機能のみならず、その全体を構成する個々の機能を部品として認識することで、他のプログラムへの部分的な再利用が望める。こういった構造的理解を目的として、著者らはこれまでに部品の段階的拡張手法を提案し、システムを用いて支援を試みてきた。本稿ではさらに、本手法による効果とシステムのフィードバックによる効果を調査するためにシステムを用いて実験を行い、その結果を報告する。

キーワード: プログラミング学習, 部品の段階的拡張手法, 構造的な理解, 学習支援システム

1. はじめに

プログラミングでは if 文や for 文などの構文を組み合わせて入力データを操作し、期待する出力を行わせることができる。しかし「入力 A と入力 B を足して出力する」ということを行う極めて単純なプログラムでも、「足す」構文と「出力する」構文の 2 つが必要となる。より複雑なプログラムになれば、より多くの構文を要することは自明である。では、複雑なプログラムを記述する時に熟達したプログラマが構文を一つずつ考えながら記述しているかということについては、そうではない⁽¹⁾。例えば、熟達したプログラマがある配列を並べ替えたいと考えた時には、2 重 for 文を容易に呼び出すことができる。これは、熟達したプログラマが配列の並べ替えに必要な連続した構文を並べ替えの機能と関連付けて理解し、それを再利用してきたからである。プログラミングにおいては、連続した構文を機能として理解することで他のプログラムに再利用することが可能となり、さらに、複雑な構文からなるプログラムを複数の機能として理解することが可能になる。本研究では、こういった機能として有意義な連続した構文を部品と定義している。

学習者が部品を獲得するためには、連続した構文を明示的に部品として再利用することが有用である。これにより、学習者は部品の機能が何であるかを注意深く考えながらプログラムする必要が生じる為、部品の機能としての理解が促進される。しかし、通常のプログラミング教育においては機能と連続した

構文を結びつけた部品の教示は行われるものの、学習者に明示的に部品を再利用させる機会は少ない。

よって、著者らはこれまでにプログラムを部品として獲得することを目指して学習手法を提案し、支援システムの開発を行い有効性の検証をしてきた⁽²⁾。⁽³⁾。しかし、提案手法が有効であったのか、システムのフィードバック（以降、FB と表記）が有用であったのかは明らかではない。よって本稿では、システムの FB の有無による学習効果の違いを調査した。

2. 部品の段階的拡張手法とシステム

1 章では、機能を持つ連続した構文を部品として理解することで他のプログラムに再利用して活用することができたり、複雑なプログラムを読解する助けになったりするという利点を主張した。そこで本章ではこれまでに著者が提案してきた連続した構文を部品として獲得するための部品の段階的拡張手法を説明し、本手法を用いたシステムを紹介する⁽²⁾。

本手法では、まず、学習者に作るべき機能が提示され、学習者はプログラムにおける 1 行ずつの構文から有意義な塊ごとに部品の構築を行う。その後、以前に作った機能を包括した機能を作るべき機能として提示されるので、学習者は既に自身が構築した部品を再利用し、そこに新たな構文や既存の部品を加えることでより大きな部品に変化させる。こうして自身が構築した部品を再利用するには、その部品の機能が何であるかを注意深く思考する必要がある。また、部品を変化させることを繰り返し、部品の構

造を段階的に拡張することで、学習者に部品の機能的な理解だけでなく、部品同士の関係性を理解させることを促すことができると著者らは考えた。

開発したシステム(図1)は、本手法に沿ってより小さい機能から段階的に課題を提示する。また本システムは解答時の正誤判定機能や最上流の誤り箇所を指摘する機能、その正答を提示する機能といったFB機能を3種類持っている。本稿は本システムのFB機能の有無による学習効果の違いを検証した。

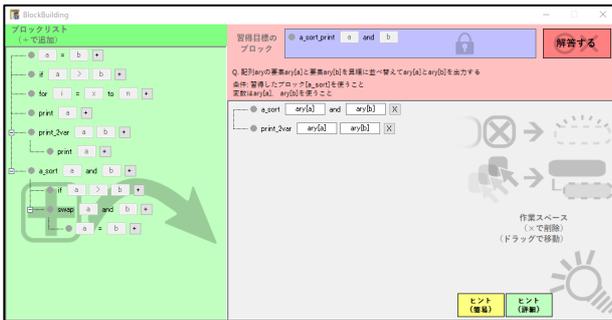


図1 システムインターフェース

3. 評価実験

これまで本研究では、本システムに学習効果があることを検証し⁽²⁾、紙教材学習との比較では有意な学習効果が得られている⁽³⁾。しかし、提案手法を用いた構造化の作業が有効であったのか、もしくはシステムが行ったFBが有効であったのかは明らかではない。よって本実験では、システムにおいてFBの有無による学習効果の違いを調査した。

3.1 実験概要

被験者はプログラミングの講義で3年間プログラミングを学んだ大学生15名であり、for文、if文など基本的な構文や、配列の並び替えなどのアルゴリズム、関数の学習については修了しているものである。また、本実験の対象言語はC言語を基にポインタや関数マクロの概念を省略したものとなっている。

事前では、系列的に発展が可能な問題を記載したテストを3種類実施した。テストはそれぞれ、学習範囲の問題11問を10分間、学習範囲から転移が可能な問題9問を10分間、学習範囲とは異なる範囲の問題4問を5分間で行った。テストを行う際には、各問で関数化など構造化を行い他の問題やテストで再利用するよう指示を与えた。これらの評価は手順が正しいかを評価した手順点と、関数化など構造化を行い他の問題で再利用できているかを評価した構造化点の2種類にて1問1点として評価した。

事前テストの後、学習教材としてFB有りの既存システムを使うFB有群8名と、既存システムからFB機能を削除したシステムを使うFB無群7名に分かれて30分間学習を行った。

事後では事前と同じテスト、評価基準で評価した。

3.2 テスト結果と考察

手順点と構造化点で評価した3種類のテストの合

計点の平均点と効果量を表1に示す。表1から両群ともに手順点、構造化点が向上していることがわかる。よって、より詳細に効果を確かめるために分散分析を行った結果から手順点、構造化点共に両群間に有意差はなく事前事後でどちらも有意に向上していることが分かった($p < 0.005$)。この結果から、提案手法が有効に働いていると考えられる。

また、FBの有無についての影響を調べるためにCohen's dを用いて効果量を分析した。その結果、手順点、構造化点共に両群において効果量の目安が大となった。しかしながら両群を比較すると、FB有群のほうが手順点においては28ポイント、構造化点においては48ポイント高い結果となった。これにより、FBが有効に働いていることがわかった。

表1 テスト3種の合計点における分析結果

	手順点			構造化点		
	事前	事後	効果量	事前	事後	効果量
FB有群	5.25	10.00*	1.44(大)	1.00	5.13*	1.47(大)
FB無群	4.29	7.29*	1.16(大)	1.00	3.71*	0.99(大)

*: $p < 0.005$

4. おわりに

本研究ではこれまでにプログラムを部品として獲得するための提案手法及び支援システムの開発を行い、学習における一定の有効性を示してきた⁽²⁾、⁽³⁾。しかし、システムの効果が提案手法によるものかシステムのフィードバックによるものかは定かではなかった。そこで本稿では、フィードバックの有無によって学習効果に差が出るかを検証した。検証の結果、少なくとも実施した3種類のテストの合計点においては提案手法が有効に働いていることが示唆された。またフィードバックの有無においてはどちらも一定の効果が見られたが、フィードバックを有したシステムがより効果が高いことがわかった。今後は、問題と学習範囲の関係がテストごとに異なることからそれらを詳細に分析する必要があると考える。

謝辞

本研究の一部は科研費・基盤研究(C)(18H11586)、科研費・基盤研究(B)(17H01839)の助成による。

参考文献

- (1) B. Shneiderman, R. Mayer: "Syntactic/semantic interactions in programmer behavior: A model and experimental results", *Int. J. Parallel Program.*, vol. 8, no. 3, pp. 219-238 (1979)
- (2) 古池謙人, 東本崇仁: "プログラムにおける構造的理解のための部品の段階的拡張手法の提案とそのシステムの開発", *教育システム情報学会誌*, vol. 35, no. 2, pp. 215-220 (2018)
- (3) 古池謙人, 東本崇仁: "プログラムにおける構造的理解のための部品の段階的拡張手法の提案とそのシステムの開発", *教育システム情報学会特集論文研究会研究報告=JSiSE Res. Rep.*, vol. 8, no. 8, pp. 211-218 (2017)

ニューラルネットによるプログラム学習のための手順生成と 日本語学習段階への適応

Procedure Generation for Program Learning by using Neural net and correspondence to Japanese Learning Stage

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: プログラムの手順を学習するシステムを構築するには、ソースコードから手順を自動的に生成することが必要となっている。本研究では、ソースコードから手順を生成するために、LSTM を用いてソースコードとそれに対応するコメントを学習することにより、新たなプログラムに対応するコメントを生成する。また、様々な難度の日本語文章を学習させることにより、使用者の日本語習熟度に応じたコメントを生成する。

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

近年、情報化社会が発展している中で小・中学校及び高等学校の授業でプログラミング関連の内容の授業を行うことが必修化される。この背景から高校生プログラミングの学習をより多く取り組むようになると考えられる。

プログラム学習のルーブリック⁽¹⁾が提案されているが、その中でもプログラムの理解と記述の段階が重要になってくると考えられる。特に、プログラムを学ぶ段階でのプログラムの理解を補助する仕組みが必要と考えられ、プログラムの各行の意味や、if 文, for 文, 複数文のブロック単位での意味を理解する必要があり、その補助としてコメントを自動で付けること等が必要である。

一方、ニューラルネットワークの機械学習を利用した日本語や英語などの翻訳の学習が可能である。RNN(Recurrent Neural Network)のモデルから長期依存を残しつつ学習を行うことを可能にした LSTM(Long Short Term Memory, 以下 LSTM)⁽²⁾が開発されている。

本研究では、手順生成として、ソースプログラムのプログラム部分とコメントを分離した後、プログラム部分とコメント部分に対訳データとして LSTM を用いて学習を行い、次にコメントを学習した LSTM を用いて新規のコメント無しソースプログラムからコメントへ生成を行っている。また、留学生などの日本語の学習状況を考え、やさしい日本語への変換も行っており、手順生成とやさしい日本語変換の適用個所についても調査を行った。なお、本研究では、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 件を利用している。

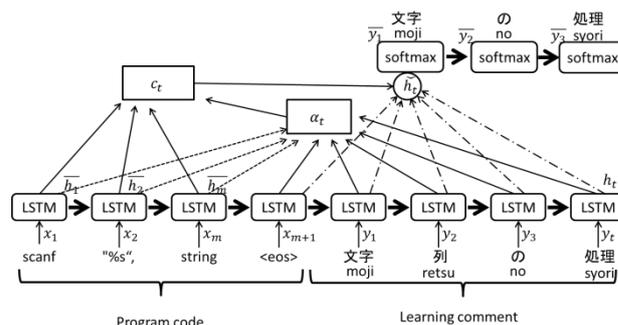


図 1 LSTM によるコメントの学習

2. 手順生成システム

プログラムコードの手順生成システムは、3つ変換処理を組み合わせている。

2.1 LSTM によるソースプログラムからの手順生成

(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) ソースプログラムとコメントをそれぞれ単語単位に分割し、1行ごとに単語のつながりの関係性を学習する。単語に分割したソースプログラムを1単語ずつ LSTM に入力し、文脈情報を蓄積する。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。入力単語 x_i に対しては、中間層の出力 \tilde{h}_i を保持しておき、出力単語 y_t と x_i の類似度を正規化し α_t とする。この α_t と \tilde{h}_i を使い文脈ベクトル c_t を作り、線形作用素 W で重みをつけて活性化関数 \tanh により y_t に対する中間層の出力 \tilde{h}_t を作る。中間層の出力 \tilde{h}_t に線形作用素

Wで重みをつけ,softmax関数により \hat{y}_t を作る.

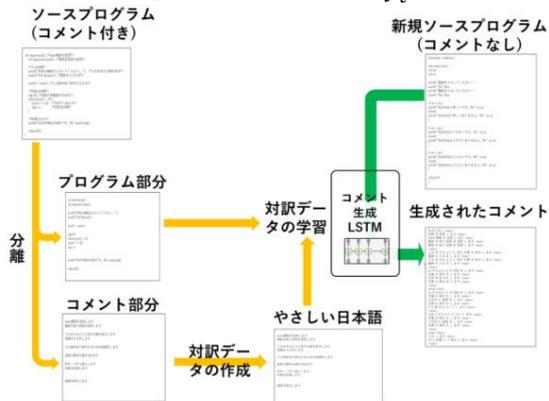


図2 コメント変換とやさしい日本語変換の組合せ

(3) (2)で行った学習をもとに新たなプログラムに対するコメントを生成する. プログラムを単語ごとに分割して LSTM に入力していき, 最後まで入力を行った後に文脈情報をもとにコメントの 1 単語目を出し, 出力された単語と文脈情報をもとに次の単語を生成する.

2.2 やさしい日本語への変換

やさしい日本語への変換は, 文献(3)に加え, プログラムのコメント変換用に合わせたやさしい日本語変換ルールに従って変換を行う. やさしい日本語への変換ルールを次に示す.

- (1) 難しい言葉をわかりやすく変換する. 例えば, 「最大値」は「いちばん大きい値」. 専門用語や固有表現は変換しない. また, 1 文の情報を少なくする. 場合によっては 2 文に分ける.
- (2) 学年別漢字配当表の難易度を利用して, 難易度の高い漢字はひらがなに置き換える.
- (3) 文末を, ですます調に統一する.

2.3 手順の生成とやさしい日本語変換の組合せ

手順の生成とやさしい日本語変換の組合せについては, やさしい日本語を適用する箇所による組み合わせがある. 本稿では, 比較的結果が良い組み合わせについて述べる (図 2).

- (1) 学習時に, コメント付きソースプログラムをプログラム部分とコメント部分に分割し, プログラムの 1 行ごとのコメントの対訳データを生成する.
- (2) コメント部分を, 2.2 のやさしい日本語への変換を利用してやさしい日本語のコメントに変換する. また, プログラムの 1 行ごととやさしい日本語のコメントの対を対訳とする.
- (3) プログラムの 1 行ごととやさしい日本語のコメントの対訳に対して, 2.1 の LSTM によるソースプログラムからの手順生成の学習を行う.

3. 生成された手順の評価

コードとコメントの対訳を学習した場合とコードとやさしい日本語に変換したコメントの対訳を学習した場合の 2 つの手順の生成例を表 1 に示す.

表 1 コメントの生成例(代表的な例を選択)

行	プログラムコード	コードとコメントの対訳を学習した場合	コードとやさしい日本語に変換したコメントの対訳を学習した場合
1	#define MAX 100	最大値を定義づける	一番大きい値を決めます
2	int main void {	main 関数の宣言	main 関数を宣言します
3	char str1[MAX] = { ¥0 }	文字列型変数を宣言する	文字列を使う変数を宣言します
4	scanf ("%s" str1)	文字列の入力を行う	するの文字列を代入します
5	scanf ("%d", &vx)	整数の入力	整数の入力をします
6	printf ("整数を入力")	入力を促す文章を表示	入力をするようにうながす文章を表示します
7	If (vx == vy){	0 以上かどうか	vx が 0 以上かの判定をします
8	printf ("%d は %d と等しいです. ¥n" vx vy)	文章を表示	文章の表示をします
9	}else{	の場合の結果を表示	文字列を代入します
10	printf ("%d は %d と等しくありません. ¥n" vx vy)	文章を表示	文章の表示をします

表 1 の 1 行目は, 生成したコメントが良好な例である. 元コメントを学習した場合では, 「最大値」と出力されていた部分が「一番大きい値」と分かりやすくなっている. しかし, 9 行目はコメント生成自体がうまくいっていない. これは, 対訳データの条件分岐 else に対するコメントが多様なため収束していないと考えられる.

4. 今後の課題

通常のコメント生成とやさしい日本語のコメント生成の改善としては, 対訳学習データの改善や構造情報の追加などの方法を考えている. また, attention を導入した encoder decoder モデルを利用しておりモデルの改良を行いたい.

参考文献

- (1) 松永賢次, 萩谷昌己, 共通教科情報科ルーブリックにおける思考・判断・表現の位置づけ, 第 10 回全国高等学校情報研究会発表会全国大会 (東京大会), (2017)
- (2) Greff, K. et al., "LSTM: A Search Space Odyssey", IEEE Transactions on Neural Networks and Learning Systems, Vol. 28, Issue10, pp. 2222–2232(2017)
- (3) 弘前大学人文学部, 社会言語学研究室, <http://human.cc.hirosaki-u.ac.jp/kokugo/index.html>

ICT 活用型避難訓練における他者避難の可視化

Visualizing Others' Evacuations in ICT-based Evacuation Drill

光原 弘幸^{*1}, 獅々堀 正幹^{*1}
 Hiroyuki MITSUHARA^{*1}, Masami SHISHIBORI^{*1}
^{*1}徳島大学大学院社会産業理工学研究部

^{*1}Graduate School of Technology, Industrial and Social Sciences, Tokushima University
 Email: mituhara@is.tokushima-u.ac.jp

あらまし：ICT 活用型避難訓練（ICTBED）は、携帯情報端末に提示される仮想的な災害状況に対する判断を伴う現実世界での避難訓練である。ICTBED では振り返りを重視しており、参加者の避難訓練ログを2次元のデジタルマップ上に可視化することで振り返りを支援している。本研究では、新しい振り返りの手法として、参加者が“避難経路を現実世界で再度辿りながら避難を振り返る”という Reflection After Reflection (RAR) を着想した。そして、RAR 支援として、避難訓練ログから他者の避難の様子を3次元マップ上に可視化する機能を、携帯情報端末用アプリとして試作した。

キーワード：ICT 活用型避難訓練、避難訓練ログ、可視化、3次元マップ、振り返り、防災教育

1. はじめに

近年、ICT 活用型防災教育 (ICT-based Disaster Education: ICTDE) が注目されている⁽¹⁾。例えば、Virtual Reality を活用した避難訓練では、Computer Graphics や Head-Mounted Display で災害状況をリアルに表現し、安全な環境下でインタラクティブ性の高い避難疑似体験を可能にする⁽²⁾。著者らは、ICT 活用型避難訓練として ICT-based Evacuation Drill (ICTBED) を提案・開発し、地震・津波避難を主な対象として教育実践に取り組んできた⁽³⁾。ICTBED は Geo-fencing の枠組みを採用し、避難場所へ向かう途中（シーンと呼ばれる緯度経度で設定された領域）で携帯情報端末に仮想の災害状況を提示する。参加者には、その災害状況に対してどのように判断（対応）するかを考え、制限時間内に避難場所に到着することが求められる。さらに、ICTBED では振り返りを重視しており、参加者の避難訓練ログ（避難経路や災害状況への対応）を2次元マップ（Google マップ）上に可視化することで、振り返りを支援している。例えば、可視化された複数の避難訓練ログを参照しながら、「なぜそのように判断したのか？」などについて参加者全員で議論するようにしている。

本研究では、避難訓練ログの活用に着目し、より効果的な ICTBED の実現をめざしている。その中で、新しい振り返り手法として、参加者が“避難経路を現実世界で再度辿りながら避難を振り返る”という Reflection After Reflection (RAR) を着想した。そして、RAR 支援として、3次元マップを用いて避難訓練ログから他者避難を可視化する。

2. Reflection After Reflection (RAR)

RAR は、避難訓練の振り返りの成果（気づいたことや疑問）について現実世界（屋外）で体験的に振り返る学習活動といえる（図1）。参加者は避難訓練ログに沿って避難訓練を再体験することで、災害状

況や参加者の訓練時の状態（疲労や感情など）を想起した上で、より深い振り返りにつなげることができる。例えば、推奨避難経路が通行不可という災害状況において、避難場所をめざして、広い回り道ではなく、狭い近道を通行すると判断した場合、

- (1) 振り返りを通じて、その判断が適切であったかについて考える
- (2) 判断の適切さを確認するため、避難経路に沿ってシーン（判断した場所）を訪問する
- (3) シーン（周囲の状況）の観察を通じて、狭い道で遭遇しうる危険性などを考慮して、判断の適切さを確認する

といった学習活動が期待される。(2)と(3)が RAR に該当する。

3. 3次元マップによる避難訓練ログの可視化

RAR では、現実世界で避難経路を再度辿ることになるため、参加者に携帯情報端末用アプリを提供して RAR を支援する。

3.1 試作アプリ

試作アプリは、サーバから避難シナリオと避難訓練ログを取得して RAR 支援を実行する（図2）。

試作アプリは、RAR 支援機能のひとつとして、参加者自らの避難訓練ログを3次元マップ上に可視化する（図3-a）。参加者はアバターで表現され、三人称視点でマップに配置される。避難経路はマップ上に赤色で示されており、参加者はこの表示に沿って避難経路を辿る。シーンでの災害状況提示や判断は、マップ上に看板オブジェクトを配置して表示する。

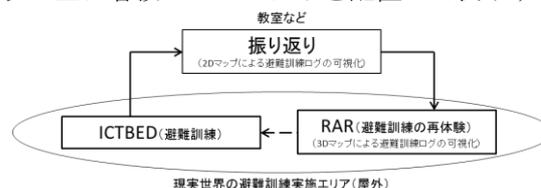


図1 RAR の概要

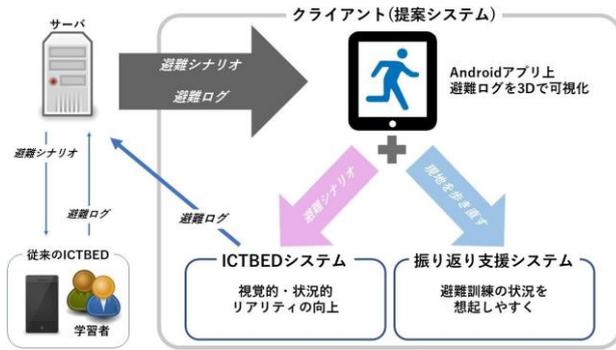
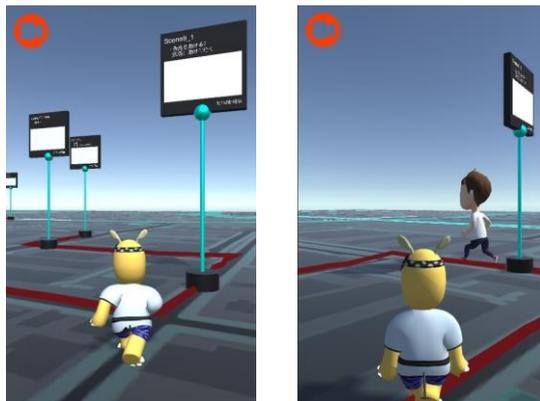


図2 試作アプリの構成



(a) 参加者の避難 (b) 他者の避難
図2 避難訓練ログの3次元マップによる可視化

3.2 他者避難の可視化

試作アプリは、同じ避難シナリオの複数の避難訓練ログを取得して、他者避難を3次元マップ上に可視化する(図3-b)。具体的には、参加者アバタとデザインの異なる他者アバタをマップ上に配置し、避難訓練ログに基づいて避難経路を移動するアニメーションとして表示する。携帯情報端末を左右に動かせば、それに追従して三人称視点の方向が変わる。

他者避難の可視化により、他者がどのような経路をどれくらいのスピードで避難したか知ることができ、参加者の判断の適切さを避難経路やスピードの観点から確認することが期待される。また、他者避難の可視化により避難スピードの差が強調され、避難訓練の緊迫感を高める効果も期待できる。

4. 試用実験

RARの有効性や試作アプリのユーザビリティを検証するために、小規模な試用実験を実施した。

4.1 実験手順

被験者は、防災教育実践に従事した経験のある情報系大学生および大学院生12名であった(防災への関心・意識が高かったといえる)。被験者は、

- (1) ICTBEDによる避難訓練に参加した後
- (2) 被験者全員で2次元マップに可視化された避難訓練ログを見て避難訓練を振り返り(従来の振り返り)

表1 アンケート結果

質問	従来	RAR	両方
Q1. 振り返りが実際の災害時に役立つと思う	0	12	0
Q2. 災害状況を十分に思い出せる	1	6	5
Q3. アプリは使い易い(未回答1)	1	6	4

- (3) 試作アプリ(8インチタブレットにインストール)を用いて、他者避難の可視化を含むRARに取り組み
- (4) 最後にアンケートに回答した。

4.2 アンケート結果

アンケートでは、各質問に対してもっとも該当する回答を選択させた。表1にアンケート結果(回答数)を示す。Q1について、被験者全員が従来の振り返りではなく、RARが役立つと回答していることから、現実世界で体験的に避難訓練を振り返るRARの有効性が示唆される。しかし、Q2の回答を見ると、災害状況を想起できたかについてはRARに特化した効果であるとはいえない。Q3については、ユーザビリティに大きな問題はないと考えられる。

今回の試用実験では、RARおよび試作アプリについて十分に検証できていない。特に、他者避難を視認できない被験者がいたため、他者避難の可視化については検証できていない。

5. おわりに

本稿では、ICTBEDによる避難訓練を振り返った後に現実世界で訓練を再体験するRARを概説し、RAR支援として避難訓練ログの可視化について述べた。試作アプリでは、参加者ならびに他者の避難を3次元マップで可視化している。小規模な試用実験から、RARの有効性などが示唆された。

他者避難の可視化は、RARだけでなく、ICTBEDによる避難訓練にも適用可能と考えられる。また、Augmented Realityによる他者避難の可視化も実装していく。

謝辞

本研究の一部は、科学研究費基盤研究B(No.18H01054)の支援を受けた。

参考文献

- (1) 光原弘幸: “ICT活用型防災教育の現状と展望”, 教育システム情報学会誌, Vol.35, No.2, pp.66-80 (2018)
- (2) Gong, X., Liu, Y., Jiao, Y., et al.: “A Novel Earthquake Education System Based on Virtual Reality”, IEICE Trans. on Information and Systems, Vol.E98-D, No.12, pp.2242-2249 (2015)
- (3) 光原弘幸, 井上武久, 山口健治ほか: “考えさせるICT活用型避難訓練の実践”, 教育システム情報学会研究報告, Vol.31, No.7, pp.65-72 (2017)

H.264 コーデック遠隔会議システムを利用した海外大学との 単位互換授業の構想

Using H.264 Codec Remote Conference System to Realize Credit Transfer of Global MOT Course at Yamaguchi University and Overseas Universities

大島 直樹¹

Naoki OHSHIMA^{*1}

^{*1} 山口大学大学院技術経営研究科

^{*1} Graduate School of Innovation and Technology Management, Yamaguchi University e
Email: nohshima@yamaguchi-u.ac.jp

あらまし：山口大学大学院技術経営研究科では、H.264 コーデック遠隔会議システムを活用した海外大学との単位互換授業の実現に向けて、インドネシア、マレーシア、タイならびにベトナムの大学と共同し、枠組みの構築を平成 27（2015）年度から取り組んできた。この度、各大学における H.264 コーデック遠隔会議システムの導入をほぼ完了し、本格的な単位互換授業の実現に向けて、カリキュラムマップをベースとした授業単位の互換マトリクスの開発に着手した。本発表では、これまでの成果と今後の見通しを報告する。

キーワード：遠隔講義、海外大学、コースシェア、単位互換

1. はじめに

山口大学大学院技術経営研究科は社会人大学院生を対象にした技術経営専門職大学院であり、平成 17 年度に設置されて以来、アクティブラーニングなどの学習方法を取り入れた課題解決型学習を推し進め、技術経営教育の実績を積み上げてきた。

これまで培ってきた技術経営教育の裾野を拡げ、グローバルに活躍できる人材の育成を目指し、平成 27 年度から、ASEAN 各国の有力大学との連携の下、国境・学術分野・産学の壁を越えてオープンイノベーションを推進する高度専門職業人を育成する教育拠点として、アジアイノベーションセンターを設置し、山口大学大学院技術経営研究科の教員が中心となってグローバル MOT 教育の普及を図った。

今回の発表では、マレーシア、インドネシア、タイならびにベトナムの大学と協働し、遠隔システムを利用した国際講義の枠組みを構築した経緯と講義を行うためのツールとして導入した H.264 コーデック遠隔会議システムについて報告する。

2. 背景

今後、日本の持続的な成長のためにはイノベーションが不可欠である。それは国内で完結するイノベ

ーションではなく、海外、とりわけ成長が著しい ASEAN 諸国を中心としたアジア地域で広く受容されるようなイノベーションを創出する必要がある。

イノベーションは単なる技術革新ではなく、社会・経済・文化のコンテクストを踏まえながら事業として成功する「創新」を意味している。

このようなイノベーションを駆動できる人材には、技術と経営の複眼的な視点で物事を捉えることができ、文化・社会の多様性を理解しながらアジア経済圏の人々と協働してお互いに有益なビジネスモデルを生み出す能力が求められている。

山口大学では、このような人材を育成するために国境を越えたグローバル技術者を養成する教育プログラムを実施する（グローバル MOT 教育事業）ことを目的に、「アジアワイドな実践的イノベーション教育拠点」としてアジアイノベーションセンターを開設した。

3. 海外の大学との連携

3.1 グローバル MOT 教育コンソーシアム

グローバル MOT 教育事業を実施するための協力大学として、インドネシア・バンドン工科大学ビジネススクール、マレーシア工科大学マレーシア日本

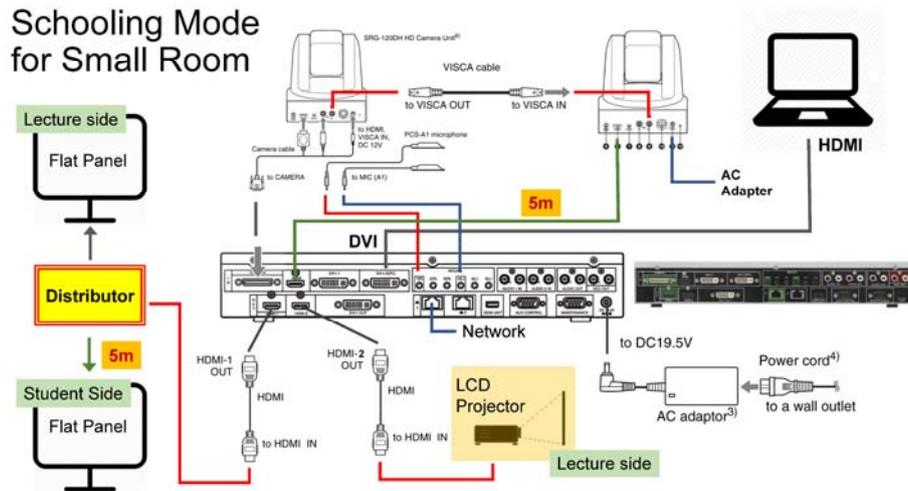


図1 スクリーニングモードに対応した機器の配置と接続

国際工科院、マラ工科大学ビジネススクール、タイ・チェンマイ大学ビジネススクール、ベトナム・ダナン科学技術大学ビジネススクールとの連携を図り、グローバル MOT 教育に関するコンソーシアムを形成した。

3.2 通信コミュニケーション手段の検討

本グローバル MOT 教育事業では、山口大学と各大学とを接続するための通信コミュニケーション手段として、H.264 コーデックベース遠隔会議システムの導入を図った。

山口大学では、H.264 コーデックベース遠隔会議システムを利用して、これまで学内における遠隔講義や複数キャンパスにおける遠隔研修などの実績を積み上げてきた。H.264 コーデックベース遠隔会議システムの特長は、明瞭な講師像と音声ならびにパソコンの映像を配信することが可能であることにある。インターネット通信環境さえ整っていれば、国内外を問わず、如何なる場所とも接続することができる。また、H.264 コーデックベース遠隔会議システムは、専用のハードウェアを設置するため、受信機の電源を入れて相手局を呼び出すだけで容易に接続を確立できる。本事業では、通信に関する専門知識を有していない教員や学生が、容易かつ安定に相互コミュニケーションできることを重要視した。

3.4 海外とのテレコミュニケーション接続

平成 30 年 5 月、山口大学とダナン科学技術大学を接続し、H.264 コーデックベース遠隔会議システムによる遠隔講義のデモンストレーションを行った。図 1 に遠隔会議システムによる遠隔講義を実施するための機器配置と接続図を示す。このデモンストレーションは、日本側（山口大学）を配信局、ベトナム側（ダナン科学技術大学）を受信側として講義を開始した。講義の途中でベトナム側の学生から質問を受けたり、またお互いにカメラを学生ビューに切り換えて日本とベトナムの学生同士の討議を行うなど、インタラクティブなビデオ中継講義を実施することができた。発表の当日は、デモンストレーションの様子を紹介する。

4. おわりに

山口大学では、グローバル MOT 教育事業を実施するためにアジア諸国の大学と連携し、H.264 コーデックベース遠隔会議システムの導入を図ってきた。この度、H.264 コーデックベース遠隔会議システムによるデモンストレーション講義を成功裏に終了したことを受けて、今後、コードシェア講義の実施、さらには単位互換授業の実施に向けて、カリキュラムの設計に着手する。

不登校状態の経験を有する児童生徒のための 学習導入ツール『とんとん走れ』の提案

A proposal of the learning introduction tools for school children and students had been a non-attendance condition on the past

工藤 芳彰^{*1} 高橋 拓夢^{*2} 佐々木 整^{*1}

Yoshiaki KUDO^{*1} Takumu TAKAHASHI^{*2} Hitoshi SASAKI^{*1}

^{*1} 拓殖大学 工学部 ^{*2} 拓殖大学大学院 工学研究科情報・デザイン学専攻

^{*1} Faculty of Engineering, Takushoku University ^{*2} Information and Design Engineering Course, Graduate School of Engineering, Takushoku University

あらまし：本稿は不登校状態となった児童生徒を受け入れる八王子市立高尾山学園のために、地域の昔話を題材に開発した学習導入ツール『とんとん走れ』を紹介するものである。同ツールは「目標設定シート（A4）」と「タブレットPC用デジタルゲームアプリ『とんとん走れ』」、「報酬スタンプ（3種）」で構成される。学習者は自習の前に目標を設定し、集中力向上を目的として1～2分ほどゲームアプリを楽しんだ後、自習に取り組み、到達した場合、希望する報酬スタンプを得る
キーワード：不登校、学習導入、学習ツール、ソーシャルデザイン

1 研究の背景と目的

東京都八王子市館町に所在する市立高尾山学園は、不登校状態（心理的、情緒的、ないしは社会的な何らかの要因で年間30日以上欠席）となった市内小・中学校の児童生徒（小4～中3）の受け皿として、2004年に設立された小中一貫校である。同校には、転入学希望者が入級する適応指導教室「やまゆり」が併設されている。その目的は、集団学習の経験が不足する児童生徒を指導し、学園への円滑な転入学をはかることにある。

同教室の重要課題の一つに「学習習慣の獲得」がある。長期の不登校状態は児童生徒から段階的な知識習得の機会を奪い、結果として学習に対する意欲と継続力を低下させるからである。そこで、同教室では一人ひとりの状態に対応するべく、1日1・2回の自習時限を設け、複数の指導補助員と学生サポーターが支援にあたっている。しかし、現実問題として、自習の継続時間が数分に満たず、かつ改善傾向がみられない者が少なからずおり、自習を支援する学習導入ツールの必要性が指摘できる。

以上を踏まえ、本稿では上記適応指導教室「やまゆり」に入級する児童生徒を対象とした学習導入ツールを提案する。

2 既往研究と実地調査

中村の論文「集中力を高める学習環境の設定について」⁽¹⁾によれば、若年学習者の集中力向上には、1) 見通しがもてる目標設定、2) 準備や実施が簡単、3) 毎日できる、4) 簡単で分かりやすい、の4つが効果的とのことであった

また、筆頭発表者（高橋）は2017年5月初旬より、上記「やまゆり」の学生サポーターを務め、現状を把握した（2018年度も継続予定）。その結果、上記のとおり、学習意欲や継続時間に極めて大きな問題

を抱える児童生徒が確認された。その一方、好きなことや興味関心を寄せるもの、例えばゲームなどについては、一般的な集中力を発揮することを理解した。

3 学習導入ツールの概要

本稿で提案する学習導入ツールは、八王子市に居住する児童生徒にとって身近な昔話集である『とんとんむかし』⁽²⁾の一言（紹介事例は『天狗の湯』）を題材とするもので、以下の3つの個別ツールによって構成される。

- ① 5回分の自習の日付と目標を記入できる「目標記入シート」（図1、A4用紙1枚、後述するツール③の押印欄あり）
- ② 学習者の集中力向上を狙い、自習前の1～2分間に使用するタブレット型PC用の横スクロールアクションゲーム「とんとん走れ」（図3）
- ③ 自習後の目標達成に対する報酬として前述の「目標設定シート」に押印するための「スタンプ」（図2）

これらの内容と使用手順は以下のとおり。まず、学習者が自習の目標を設定し、日付を含めてツール①に記入する。

次に、ツール②をプレイする。同アプリは前述の集中力向上に寄与するとされる4つの要素を踏まえて開発している。基本構造は図3に示したとおり、物語の主人公があらすじを踏まえた背景画面を走破するものである。画面右から上中下の3つのコースを流れてくるストッパー（主人公の障害物）を、それらに紐付けられた消去ボタン（画面下部の3つの丸型）を押して順番に消去していくことで、主人公が前進（背景がスクロール）し、ゴールに近づく。消去が間に合わない場合、ストッパーはメインキャラ上に設けた干渉ポイント（不可視）に停滞する。

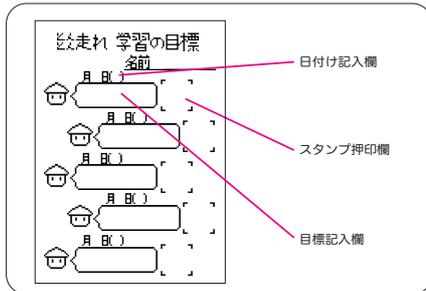


図1 目標記入シート (A4)

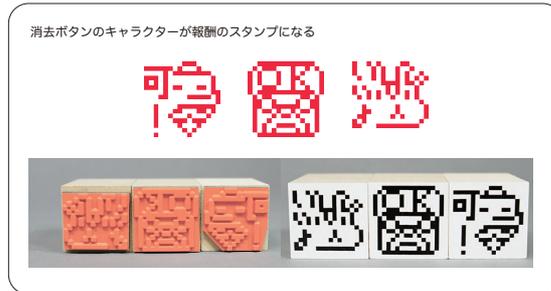


図2 自習後の報酬スタンプ (30×30×50mm)

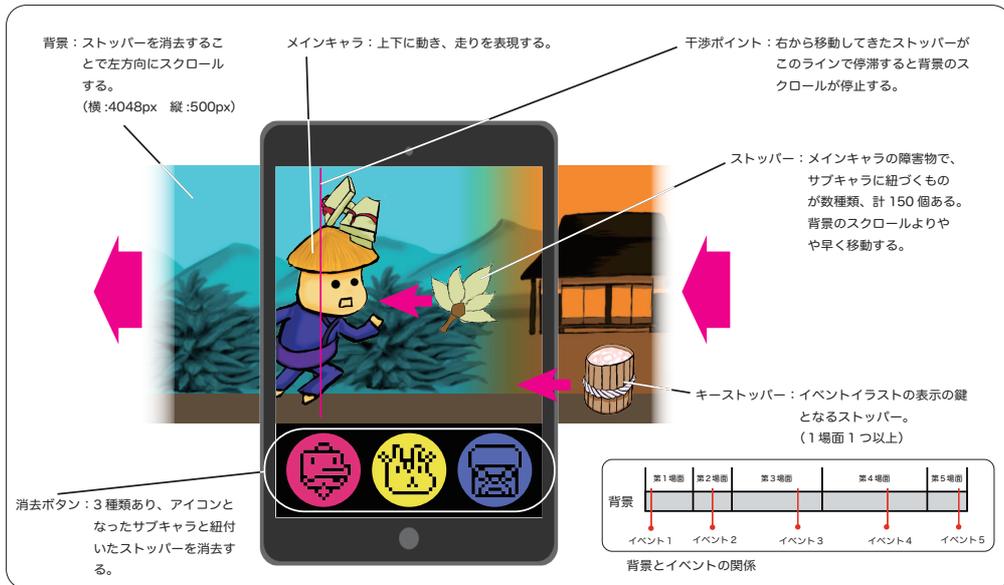


図3 学習導入アプリ「とんとん走れ」の基本構造 (例 とんとんむかし『天狗の湯』)



図4 児童・生徒が描く構成要素 (例:『天狗の湯』)

この停滞中は背景スクロールが停止する（主人公は前進 できない）。スクロールの途中には、物語の重要場面がイベントイラストとして表示される。同アプリの目的は学習導入であり、ゲームとしての難易度は極めて低く設定してある。

ツール②のクリア後、学習者は持参の教材をもちいて自習に取り組む。ツール①で設定した目標を達成すると、物語のサブキャラがスタンプとなったツール③から好みのもの一つを選び、ツール①の押印欄に押印することができる。

図4に示したとおり、ツール②と③は、児童生徒

が『とんとんむかし』から物語を選定し、イラストを描くことで種類を増やすことができる。すなわち児童生徒がツール制作に主体的に関わるのである。

4 さいごに

今回の提案内容については関係者の協力のもと、「やまゆり」で検証予定であり、その成果は発表時に報告したい。

参考文献

- (1) 中村美和：「集中力」を高める学習環境の設定について、奈良県立教育研究所、pp.3-6 (2005)
- (2) 菊池正：とんとんむかし、ふこく出版 (1996)

初年次 PBL 科目「プロジェクト演習」の設計と授業実践

Design and Practice in the Course of "Group Project Practice"

高井 久美子^{*1}, 荒井 正之^{*1}, 蓮田 裕一^{*1}, 水谷 晃三^{*1}, 佐々木 茂^{*1}, 渡辺 博芳^{*1}

Kumiko TAKAI^{*1}, Masayuki ARAI^{*1}, Yuichi HASUDA^{*1}, Kozo MIZUTANI^{*1},
Shigeru SASAKI^{*1}, Hiroyoshi WATANABE^{*1}

^{*1} 帝京大学

^{*1}Teikyo University

Email: kumiko@ics.teikyo-u.ac.jp

あらまし：汎用的スキルをつけるための教育を模索する中で、各学年に PBL 科目を配置し、初年次に PBL の入門となる必修科目「プロジェクト演習」を配置した。初年次には、今後の PBL において身につける汎用的スキルを意識して活動できるようにすることに重点をおくべきと考えた。そのための工夫として演習の各フェーズにおいて自分が目標とすることをあらかじめシートに書き出し、それに沿って振り返りを行うようにした。本発表では授業の概要と実践した結果を報告する。

キーワード：高等教育、アクティブラーニング、PBL、授業実践

1. はじめに

帝京大学理工学部情報電子工学科では、カリキュラムにおいてコアとなる必修科目をコア科目群として位置づけ、複数名の教員が共同で授業設計してチームティーチングで授業を実施し、実践結果を共有して PDCA サイクルを回すといった協働的教授モデルによる教育改善活動を行なっている[1]。

コア科目群の一部として各学年に課題解決型科目を導入している。典型的な課題解決型授業には少人数のグループで課題を解決するプロジェクトを完遂させる過程を通して学ぶ PBL(Project Based Learning) がある。各学年に配置した各科目で重視する部分をそれぞれ変えることで、課題解決に必要な力を年次更新で積み上げることを狙った。PBL の入門となる初年次の科目の設計においては、上級学年の PBL 授業で適用できるような PBL 型授業のモデルを作成したいと考え、上級学年の授業担当者も含めて検討した。初年次には、身につける汎用的スキルを意識して活動できるようにすることに重点をおくための工夫をいくつか取り入れた。

我々は、基礎的・汎用的能力を身につけることを目的とした PBL の方法を提案したいと考えている。本発表では、授業の概要と実践した結果を報告する。

表 1 科目全体のスケジュール

	授業回	活動内容
前半	1	チーム分け, 課題設定, 活動計画作成
	2~5	解決策の検討と提案, プレゼン準備
	6	プレゼンテーション
	7	提案書のピアレビュー
後半	1	チーム分け, 課題設定, 活動計画作成
	2~7	解決策の検討と提案, プレゼン(ポスター)準備
	8	ポスター発表, 振り返りレポート作成
試験時		振り返りレポート返却

2. 対象授業と概要

対象とする授業は、帝京大学情報電子工学科において 1 年次後期に開講されている必修科目「プロジェクト演習」である。この科目の学習目標は、チームでプロジェクトを遂行する力を身につけることである。そのために、分析・行動・チームワークの力といった社会人基礎力を意識した能力とともに、コミュニケーション力、調査力、プレゼンテーション技術、グループディスカッションの経験等の獲得も目指している。

表 1 に全体のスケジュールを示す。2017 年度は、前半 7 回分で調査・提案を主とするプロジェクト、後半 8 回分でものづくりを主とするプロジェクトに取り組む全 15 回の授業を実施した。1 回の授業は、1 コマ 90 分の 2 コマ連続である。前半は健康管理をテーマとし、後半はロボット開発、ウェブページ作成のいずれかのテーマを選択することとした。履修者は約 80 名で、チームメンバーは原則 3 名である。担当教員は 5 名で、2~3 教室に分かれて実施した。

プロジェクトの成果報告は、前半は、小グループに分かれて全員が自チームの成果を口頭で発表した。その後、個人で提案書を作成し学生全員でピアレビューを行なった。後半は、全員参加のポスターセッションで、チームの活動成果を発表した。

3. 学習活動における主な工夫点

PBL 型授業のモデルを作成するにあたっては、鈴木 の書籍[2]を参照した。PBL の全体的な流れ、ゴールシート・フェーズシート・提案書の作成、ポートフォリオに蓄積するものの検討、ピアレビューの方法など、多くの点で参考にした。プロジェクト演習における主な工夫は以下の 3 点である。

(1) プロジェクトの目的や目標を学生たちが決め、ゴールシートに記入する

前半後半ともに、第 1 回の授業でチームごとに「プ

プロジェクトの目的、プロジェクトのゴール」を決め、シートに書き込むこととした。ゴールが明記されたシートを折に触れて見直すことで、立案した活動計画や作業進捗がゴールを目指したものになっているかを確認することを期待した。

(2)プロジェクトの各フェーズで自分が身につけたい力をあらかじめフェーズシートに記入する

プロジェクト演習の基本のフェーズとして、前半では「課題設定」「活動計画」「解決策の検討と提案」「プレゼン準備」「プレゼンテーション」「提案書の作成」「提案書のレビュー」「成長確認」を示し、前半後半ともに、第1回の授業で一人ひとりが、それぞれのフェーズで身につけたいと考える力を記入する。記入にあたっては、その活動を通して身につくと考えられる力の一例を別紙に示した。たとえば、「活動計画」のフェーズでは「すべきことをイメージする、戦略的に計画する、優先順位を決める、時間を的確に配分する」などを挙げ、学生がそのフェーズですべきことや身につけられる力を想起するのを助けた。

(3)ポートフォリオを蓄積し、再構築して成長報告書を作成する

ポートフォリオは、学修の振り返りや自己評価に使用することを目的とした。全員にクリアブックを配布し、ポートフォリオとして「調査内容、議論内容、検討結果、成果物、プレゼンテーション用資料、提案書、授業で配布した書類など」を保管するように指示した。紙ベースの保管を基本とし、電子的なデータが大量にある場合は主要なものを印刷して保管することとした。

成長報告書は、自分の成長を自覚し、今後も自分で自分を成長させる意志をもって活動に取り組めるようになることを目的としたもので、前半・後半それぞれのプロジェクトの終了時に作成する。成長報告書には a,b,c の三種類がある。c に記した各回の振り返りを基に b を記し、b に記した自分の成長した点を厳選して a をそれぞれ記す。

・成長報告書 c：ポートフォリオなどを見ながらプロジェクトの各回の演習で行なったこと、各回の活動を通して自分が身につけたことを記す。

・成長報告書 b：プロジェクト全体を通して自分が成長した点や気づき、視点の変化など、どの時点でどのように成長したかを箇条書きにする。

・成長報告書 a：プロジェクトを通して身につけた力のベスト3 とその力を生かしたい場面を記す。また、自分が最も身につけなかった力について、演習の初回と現在の満足度、その力をさらに伸ばすためにすべきことを書く。

4. 授業実践の結果と考察

後半のプロジェクトとしてウェブページ作成を選択した学生に対して、授業終了後にアンケートを実施した。回答者は40名（回答率89%）であった。

身につけたい力を意識して学習活動を行ったか、身につけたい力がついたかという質問への回答状況を図1に示す。「どちらかというとも含めると90%の学生が、身につけたい力について、意識して学習活動を行なった、力がついたと感じていた。

プロジェクトの目的や目標を記入するゴールシート、および自分が身につけたいと考えている力をあらかじめ記入するフェーズシートについては、自由記述に「自分の目標に向かって活動ができたので良かった」「身につけたい力を明確にすることで、それに向けて行動することができた」と述べられていた。

ポートフォリオについては、どのようなときに使っているかという質問の回答から、成長報告書や各種シートの作成時、グループ活動中やプレゼン準備など多くの場面で使っていることがわかった。自由記述には、「作業の状況などが参照しやすい」「振り返りやすかった」「ポートフォリオを活用することで班員と協力することができた」との回答があり、ポートフォリオが役に立っている様子がうかがわれる。

成長報告書からは、学生がそれぞれ、自分の目標とする点に対して振り返っている様子が見取れる。

これらから、身につけたい力を意識して活動するための工夫やポートフォリオを活用した振り返りなどが、プロジェクト演習の学習目標に対して有効に機能していたことがうかがえる。

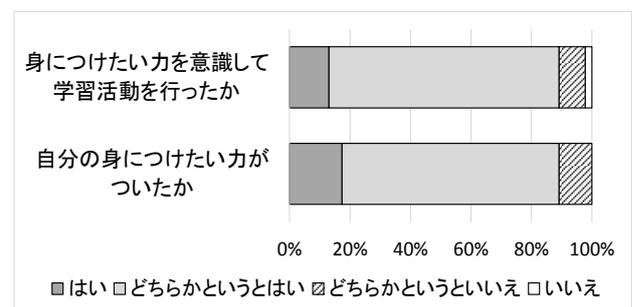


図1 身につけたい力についてのアンケート結果

5. おわりに

本稿では、基礎的・汎用的能力を身につけることを目的として設計した授業の概要と授業実践の結果について述べた。PBLのしくみとして取り入れた工夫点が機能して全体的には授業の目的が一応は達成できたようである。学生による自己評価以外の方法で力が向上したかどうかを評価することと、ポートフォリオをどのように蓄積して活用を促すかが今後の課題である。

参考文献

- (1) 渡辺博芳, 高井久美子, 水谷晃三, 盛拓生, 古川文人, 佐々木茂, 荒井正之: “協働的教授モデルのプログラミング教育への適用”, 大学 ICT 推進協議会 2016 年度年次大会論文集, FE24, (2016)
- (2) 鈴木敏恵: “課題解決力と論理的思考力が身につくプロジェクト学習の基本と手法”, 教育出版 (2012)

地域貢献プログラムにおける質保証の検討

Consideration of quality assurance in community contribution program

川田 博美
Hiromi KAWADA

名古屋女子大学短期大学部
College of Nagoya Women's University

あらまし：短大生を対象とした「協働型サービラーニング」の手法の導入による「社会人基礎力」育成のためのプログラムを2013年度より学科単位で必修履修として展開してきた。「協働型サービラーニング」の多くが、「学内での学び」を基にして、学生の「自発性」と「ボランティア精神」による「学外での学び」を保証する取り組みであるが、本学科のプログラムの特徴は、学外での活動における協働型サービラーニングの実践ではなく、それを学内で主催実施するイベントにより実践している点である。履修者全員に、年度ごとに実践の場を継続して提供できる点に意義があり、イベント実施やプログラムのノウハウなどを学内に蓄積することができる。しかし、学科全体を対象とするため、1つのイベントでは収容しきれず、複数のテーマに分散させることを目的として、「社会人基礎力」の項目によるプロジェクトの「選択パターン」を設定したうえで運用してきた。社会人基礎力の各テーマに基づいた選択パターンのうち、特に「チームで働く力」を養うプロジェクトの内容に基づいた質保証のためにループリックを検討した。

キーワード：短大教育、質保証、ループリック、地域貢献プログラム、社会人基礎力

1. はじめに

平成16年度から始まった第三者評価制度により、大学は文部科学大臣の認証を受けた機関（認証評価機関）による評価（認証評価）を受けることが義務付けられたが、私立短期大学のほとんどが評価を受ける短期大学基準協会の学習成果に関する評価基準では、基準Ⅰとして「建学の精神と教育の効果」を基準Ⅱとして「教育課程と学生支援」を定め、それぞれ次の項目によりなる⁽¹⁾。

基準Ⅰ：教育の効果、学習成果、教育の質の保証。

基準Ⅱ：学習成果の査定（アセスメント）。

特に教育の質の保証の評価基準の詳細は、学習成果を焦点とする査定（アセスメント）の手法を有することとし、それは、

(1) 学科・専攻課程の教育課程の学習成果に具体性がある。

(2) 学科・専攻課程の教育課程の学習成果は達成可能である。

(3) 学科・専攻課程の教育課程の学習成果は一定期間内で達成可能である。

(4) 学科・専攻課程の教育課程の学習成果に実際的な価値がある。

(5) 学科・専攻課程の教育課程の学習成果は測定可能である。
ことにより査定される。

本学科では本来の教育プログラムに資格取得、地域貢献などのプログラムを加えてさらなる特徴づけを展開している^{(2)～(9)}。なかでも学科所属の全教員により3つのパターンで展開する地域貢献プログラムでも質保証は求められ、目標とする社会人基礎力の育成に基づく学習成果や評価基準を検討する必要がある。

2. 「春待ち小町プロジェクト」で身に付ける『チームで働く力』

地域貢献プログラムのうち、「春待ち小町プロジェクト」で習得を目指す社会人基礎力の「チームで働く力」（チームワーク）（多様な人とともに、目標に向けて協力する力）は、職場や地域社会等では、仕事の専門化や細分化が進展しており、個人として、また組織としての付加価値を創り出すためには、多様な人との協働が求められ、自分の意見を的確に伝え、意見や立場の異なるメンバーも尊重した上で目標に向けともに協力することが必要である、ということから、次の6つの能力要素が設定された⁽⁸⁾。

(1) 「発信力」は、自分の意見をわかりやすく伝える力で、自分の意見を整理した上で、相手に理解してもらうように的確に伝える能力である。

(2) 「傾聴力」は、相手の意見を丁寧に聴く力で、相手の話しやすい環境をつくり、適切なタイミングで質問するなど相手の意見を引き出す能力である。

(3) 「柔軟性」は、意見の違いや立場の違いを理解する力で、自分のルールややり方に固執するのではなく、相手の意見や立場を尊重し理解する能力である。

(4) 「状況把握力」は、自分と周囲の人々や物事との関係性を理解する力で、チームで仕事をするとき、自分がどのような役割を果たすべきかを理解する能力である。

(5) 「規律性」は、社会のルールや人との約束を守る力で、状況に応じて、社会のルールに則って自らの発言や行動を適切に律する能力である。

(6) 「ストレスコントロール力」は、ストレスの発生源に対応する力で、ストレスを感じるがあっても、成長の機会だとポジティブに捉えて肩の力を抜いて対応する能力である。

3. 「地域貢献演習」のルーブリック

地域貢献プログラムの質保証の目安として「地域貢献演習」の到達目標達成度評価表(ルーブリック)を作成した。それは次の内容である。

領域1 地域貢献実務の知識・スキル・態度と実務実践力の領域

■地域貢献の理解

①地域貢献とは何かを理解し、地域貢献の様々な活動と連携して捉えることができる。

②地域貢献活動のプロセスの中で必要な倫理や法規に沿った基本活動を理解している。

■地域貢献活動での情報活用スキル

③学内のルールや情報活用マナーに従って情報通信環境を活用して情報収集・発信ができる。

④パソコンによるデータの加工、レポート作成、資料作成ができる。

■地域貢献実務実践

⑤地域貢献活動の意義と内容、取組手順(PDCA)を個人活動および協働活動で実践するための基本知識と実践方法を理解している。

⑥地域貢献活動で必要な話し方・言葉遣い・応対、メモ・報告・連絡・相談・ビジネス文書作成・記録・保存・廃棄などの一連の実務を実践できる。

領域2 地域貢献活動を支える学修の基礎能力と教養の領域

■働く基礎能力

⑦地域貢献の学修に、基礎能力(基礎知識・理解力・考察力・表現方法など)を活かした活動ができる。

⑧正課内外の学修活動で協働意識を持って行動し、成果を振り返り、改善点を明確にできる。

■社会と自分を知る力

⑨市民社会や組織の一員としての自覚をもって現実を理解し、問題を誠実に調べ、省察し、分析できる。

⑩他者への思いやりや責任感をもって学修課題を議論し、仲間とともに課題解決に向けた活動を行うことができる。

領域3 総合的課題解決と学修継続力の領域

■実務実践力

⑪ビジネス実務の基礎知識・スキルを活用する総合的演習を通して創意工夫をして結果を出す活動の価値に気づくことができる。

⑫実践学修における失敗・活動低下・崩壊の兆しなどに対応し、多様な人と関わる活動に取り組んでいる。

■実践学修に取り組む力

⑬大学の基礎教育や専門分野で学んだ学修成果(知識・スキル・態度)を総合的実践の場で活用することができる。

⑭学修した地域貢献の基礎知識・スキルを深める方法を活かし、社会変化をふまえて学びを継続する価値に気づいている。

この内容に基づきこのテーマを担当する教員が所属学生(31名)を評価する。

4. おわりに

「地域貢献演習」で選択可能な3つのプロジェクトは①前に踏み出す力(アクション)を育むことを目標とする「セルフ・セレクト・プロジェクト」(地域貢献活動参加型サービスラーニング)②考え抜く力(シンキング)を育むことを目標とする「オリジナル・プランニング・プロジェクト」(教員協働型サービスラーニング)③チームで働く力(チームワーク)を育むことを目標とする「春待ち小町プロジェクト」(地域団体協働型サービスラーニング)である。

今回設定したルーブリックは、そのうち「③チームで働く力を育むプロジェクト」での構成をもとにしつつ、9つのテーマで展開する②考え抜く力(シンキング)を育むことを目標とする「オリジナル・プランニング・プロジェクト」(教員協働型サービスラーニング)にも適用可能なものを目指した。③のテーマを含めた合計11のテーマは、内容が異なっており、その中で共通したルーブリックにするためにさらに精度を上げなければならない。さらに目標として育成する「社会人基礎力」が異なるため、こうした共通のルーブリックに加えて目標とする社会人基礎力の各項目に応じたルーブリックの設定も必要であり、今後の課題と言える。

参考文献

- (1) 文部科学省(2015):『大学教育の質保証に関する参考資料』
http://www.mext.go.jp/b_menu/shingi/chukyo/chukyo4/015/gijiroku/_icsFiles/afiefieldfile/2015/12/25/1365312_10.pdf
- (2) 川田博美(2013):“協働型サービスラーニングにより「社会人基礎力」養成をめざす教科における「選択パターン」の導入”、名古屋女子大学紀要(人文・社会編)第59号
- (3) 川田博美、稲吉由味子、千葉みどり(2014):“「社会人基礎力」の育成を目的とする教科『地域貢献演習』の展開”、日本教育情報学会 第30回年会演説文集
- (4) 川田博美、稲吉由味子、千葉みどり(2014):“短大における街なかキャンパスでのアクティブラーニングの試み”、教育システム情報学会第39回全国大会講演論文集
- (5) 川田博美、稲吉由味子、千葉みどり(2015):“「社会人基礎力」育成のための「協働型サービスラーニング」の実践”、教育システム情報学会第40回全国大会講演論文集
- (6) 川田博美(2016):“地域団体と連携して行う街なかキャンパスでの評価”、教育システム情報学会第41回全国大会講演論文集
- (7) 川田博美(2016):“アクティブ・ラーニングプログラムとして実践する地域貢献演習の展開”、教育システム情報学会第41回全国大会講演論文集
- (8) 川田博美(2017):“地域連携型授業でめざす社会人基礎力育成”、教育システム情報学会第42回全国大会講演論文集
- (9) 川田博美(2017):“実務教育プログラムにおける質保証の検討”、教育システム情報学会第42回全国大会講演論文集

PBL 授業における課題の協働作業への GoogleDrive の活用

Utilizing GoogleDrive to cooperative task 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。最終的には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になるが、それを上手く共有させ、授業時間外にも作業できるように準備する必要がある。そのための一番簡単な手段として GoogleDrive を活用し、協働でレポート等を作成させた授業について紹介し、そのメリットとデメリットについて解説する。

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「生きる力」では、「主体的・対話的で深い学び (1)」をキーワードとして、アクティブラーニングの視点からの授業改善の推進が求められている。この推進を図るとい立場から、さまざまな初等中等教育、高等教育において実践研究がされている。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され、著作権法の一部を改正する法律(3)によって、教育の情報化に対応した権利制限規定等の整備がなされた。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 活用環境が整えられた。

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、学習開始から修了時点までのさまざまな時点で、いろいろな成果物を作成し、それを持って学びを深めていくものである。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、今後、教育への ICT 活用がなされた時、協働作業のとりまとめのために ICT を活用することが必須となることは明白だろう。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。

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。その前段として、2017 年度金沢大学共通教育 GS (Global Standard) 科目「統計学で未来を見る」でも試験的に活用した。

「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。

表 1 授業回と授業内容

授業回	内容
9, 10 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)
11 回	実際の調査・調査結果の集計とデータ化
12 回	集計したデータの解析 (表計算)
13, 14 回	調査結果のとりまとめ (表計算)
15 回	調査結果報告 (プレゼンテーション, 文章作成)

「統計学で未来を見る」の授業では、RESAS を活用して地域の状況の分析などを行い、統計データの活用方法を学んでいくことを目的としている。ここではグループワークとして特定の地域の適当な課題を提示し、その解決方法について検討をする。

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。また、金沢大学では学生全員にノートパソコンを準備させていて、その利用環境は整っている。

授業では、グループワークで作成するさまざまな成果物を、協働で作業するため、グループ毎にフォルダを共有化させる。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ことになる。また、共有に際して、教員である森のメールアドレスも登録させることで、個別に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 がクラウド上のサービスであることから得られる、1 つのファイルを複数人で同時編集できることである。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、これによって、学生が使用しているそれぞれのパソコン画面を見ながら、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、合わせて編集することが可能である。これはインターネットを通じて行う機能であるため、夜、自宅などからでも作業可能である。レポート等を作成する際に、ファイル内の別の部分の内容を手分けして作成したり、1 カ所をグループ内で推敲しながら作成したりできる。2 つ目が、マイクロソフト Office 等の製品の代替である。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 製品を使用することができる。しかし卒業後までも勘案したときに、マイクロソフト Office 製品を使用しつづけることができるとは限らない。そこで、状況に応じていろいろなソフトウェアを使用できるようになっておく必要があるだろう。無料でも使用可能な GoogleDrive はそのための方法として、一番容易な方法である。

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。

大まかな操作方法は、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。ただ、授業における学習内容自体が「プロジ

ェクト課題」と「ソフトウェアの取扱い」の 2 つが平行して行われるため、学生の学習活動の焦点にブレを生じさせていた。

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。これは「統計学で未来を見る」の授業でも見られた事象であったが、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のではなく、単なる作業の分担に収束してしまうのだ。教室におけるディスカッションにおいても協働作業による内容の深化ではなく、単なる作業の分担の割りふりに偏りがちであった。これは単なるファシリテートの失敗とも取れるが、ICT の教育活用が教育の深化へ与える不利な要素となりえる事項とも取れる。そしてこの点は、GoogleDrive を活用した際の固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 がクラウド上のサービスであること自体も活用のデメリットと捉えられる可能性がある。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、データの種類によっては問題とされる可能性である。研究データや個人情報等が、こういった特定の企業のシステムに保存されている状況が許せないとすれば、活用ができないことになる。

5. まとめ

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、そのサービスそのものがメリットとデメリットを表裏で与えてしまうことが分かり、メリットを活かしつつ、デメリットおさえるための対応を検討しなくてはならないだろう。発表においては、対応について試行した結果についても紹介したい。

参考文献

- (1) 文部科学省，“学習指導要領「生きる力」”
http://www.mext.go.jp/a_menu/shotou/new-cs/1383986.htm (2018 年 6 月 9 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 (2018 年 6 月 9 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 (2018 年 6 月 9 日確認)

アジャイル人材育成プログラムの専門職大学院修士課程への導入

Introducing an Agile Software Development Engineers Education Program to the Master Course Curriculum in AIIT

中鉢 欣秀^{*1}, 小山 裕司^{*1}

Yoshihide CHUBACHI^{*1}, Hiroshi KOYAMA¹

^{*1}産業技術大学院大学

^{*1}Advanced Institute of Industrial Technology

Email: yc@aiit.ac.jp

あらまし：2013年度から開始された enPiT において、産業技術大学院大学ではアジャイル開発人材育成のための教育プログラムを開発した。アジャイル開発で必要となる能力を、マインドセットとスキルセットの観点から学習する体系的な教育パッケージとなっている。本学では、2017年度より修士課程の授業科目にこれを導入し、継続的に実施している。本発表ではこの取り組みについて述べる。

キーワード：アジャイル開発, アジャイル開発人材育成, PBL, enPiT

1. はじめに

ソフトウェア開発方法論としてのアジャイル開発は、近年産業界への普及が著しく、この新しい方法論をマスターした人材（アジャイル開発人材）が求められている。大学においても、ソフトウェア開発技術者教育の一貫としてアジャイル開発人材の育成が急務である。

2013年度より開始した「分野・地域を越えた実践的教育協働ネットワーク（通称：enPiT エンピット）」では全国の15大学が中心となり、修士課程在籍学生を主たる対象として実践的IT人材の育成プログラムを実施した。また、2017からは主に学部3～4年生を対象にしたプログラムとしてこれを継続している（enPiT2）。

産業技術大学院大学（以下、AIIT）ではenPiT開始当初よりアジャイル開発に注目し、大学におけるPBL型教育においてアジャイル開発人材育成のための教育手法について検討し、実施してきた⁽¹⁾。毎年、教育内容の改善を行い、よりよい教育パッケージを目指して開発してきた。

本発表では、AIITにおいてこの5年余り開発に取り組んできた、大学におけるアジャイル開発人材育成のための教育パッケージについて紹介し、修士課程の授業科目として継続的に実施していることについて述べる。

2. アジャイル開発人材育成の教育

従来のウォーターフォール型開発では、上流工程から下流工程へ至る定められたプロセスが定義されている。これに対して、アジャイル開発には、そのような定式化されたプロセスはない。アジャイル開発の一手法（フレームワーク）であるスクラムでは、役割やイベントなどの用語についてある程度定義されているものの、実際にどのように実施すればよいかについては言及されていない。

アジャイル開発には、開発チーム自らがより良い

手法を考えて振る舞い（自己組織化）、常に課題とその解決策を発見し（継続的な改善）、互いを尊重して協調する（心理的安全）といった概念が組み入れられている。これらを通して、チームとしての生産性の向上を図り、より上手にソフトウェア開発ができるようになることが、アジャイル開発人材には求められる。

これらの能力は、単に教科書を学習しただけで得られるものではない。実際に開発プロジェクトを実施し、その場において学習者が得る経験によって深く身につくものである。

アジャイル開発人材が実践的な能力を獲得するには、このようなアジャイルの概念を学んだ上で、実際にアジャイルに振る舞えるようになる必要がある。そのための教育方法として、従来型の講義や、シナリオのある演習では難しい。

そこで、AIITはアジャイル開発を実施するPBL（Project Based Learning）と、その準備としての事前学習からなるアジャイル開発人材育成パッケージを開発した。このパッケージでは、アジャイル開発で学ぶべき内容を「マインドセット」と「スキルセット」に大別し、それらを体系的に学ぶことのできる内容となっている。

以下、これらの概要を述べる

2.1 アジャイル開発マインドセットの学習

アジャイル開発では、チームの生産性を向上させるために、常にチーム自体を改善する。改善は一度限りで終わるものではなく、繰り返し継続的に行う。このためには定期的かつ頻繁な振り返りの機会を設け、改善点を発見し、改善策を考えられるようにならない。

そこで、学習者に対しては振り返りの方法と、振り返りの結果から実際にチームの活動を改善する一連の流れを経験させ、改善を実施するためのマインドセットが身に着くようにする。

これを実施するには、短いタイムボックス（5分

～1 時間) を設け、タイムボックスの間で何らかのチーム作業を行い、タイムボックスが経過したら振り返りを実施して、次のタイムボックスでのチーム作業を行うというワークショップが効果的である。

このようなワークショップの例として、「紙飛行機を作成する」ワークショップがある⁽²⁾。これは、課せられた制約(ルール)のもとで、チームメンバーが協力してできるだけ多くの、よく飛ぶ紙飛行機を作成するというものである。

紙飛行機を作成するタイムボックスは任意であるが、例えば5分で当初2～3機しか成功しなかったチームが、繰り返し(5回程度)改善を行うことで20機以上も成功できるようになる、といったことが発生する。このようなことを実際に体験することで、振り返りの意義や、具体的な改善方法について体得できる。

また、振り返りの具体的なやり方として「KPT(Keep Problem Try)」を紹介し、演習において実際に実施してもらう。これも複数回繰り返すことによって、課題を発見し、解決に導くための能力の向上を図る。

アジャイル開発はソフトウェア開発の方法論ではあるものの、人が構成するチームが協調し、チームとしてより上手にものづくりができるようになることが本質である。これには、単に技術的知識を知るのではなく、ある種の「心構え」を身につけることが重要だ。そのために、ワークショップを中心にアジャイル開発のマインドセットを学ぶ科目として構成している。

2.2 アジャイル開発のスキルセット

アジャイル開発において重要なマインドセットを学ぶと共に、実際にチームで円滑に開発作業が実施できるようになるためのスキルセット(技術)についても学習する必要がある。

ソフトウェア開発のためのプログラミング言語の習得はもちろん必要であるが、一方で、チーム開発を円滑にするためのツールについても学ぶ必要がある。複数人からなるチームがソースコードを共同で編集する場合、編集内容のマージや、同一箇所を変更した場合のコンフリクトの解消などが必要となる。

そこで、近年、ソースコードのバージョン管理システムとしてデファクトスタンダードとなっているGitと、クラウド型GitサーバであるGitHubを用いたコラボレイティブなソフトウェア開発のためのスキルを身につけておくと、チーム開発が円滑になる。

これらを身につけるため、チームで実際に小規模なソフトウェア(簡単な静的Webページでよい)を作成する演習を用意した。チーム開発は一人で学習することはできないため、このような場を提供することで、チーム開発におけるスキルセットを身につけることができる。

2.3 アジャイル開発 PBL

以上のマインドセット及びスキルセットの学習を踏まえ、PBLを実施する。PBLはチームごとに開発するアプリケーションを企画し、スクラムによって実際に実装する。

このPBLで最も重要なのは、定期的なレビューと振り返りである。レビューでは顧客の視点で、開発したプロダクトについてコメントする。また、振り返りの結果としての課題や改善策についてクラスルームで共有する。

これを繰り返すことで、チーム自体が改善され、より良い成果物が生まれるようになる。

3. 修士課程科目としての導入

ここまで述べたenPiTで開発した教育プログラムを、AIIITでは2017年度より修士課程の授業科目として設置している。PBLに関しては、本学は開学以来修士課程2年生の必修科目として実施しているので、PBLの事前学習科目として以下の3科目を用意した。

「アジャイル開発特論」では、アジャイル開発のマインドセットについて取り扱う。講義と演習(ワークショップ)を通して、アジャイル開発のチームメンバーとしてどのように振る舞えばよいかを学ぶ。

「コラボレイティブ開発特論」では、チームによる共同作業を実施するためにGit/GitHubの使い方を学び、クラウド環境で実行できる簡単なWebアプリケーションをチームで開発する。

「フレームワーク開発特論」では、本格的なWebアプリケーション開発に利用できるアプリケーションフレームワークについて取り扱う。Ruby on Railsを題材に、実用的なフレームワーク開発について深く学習する。

4. おわりに

本学において2013年度より開発してきたenPiTの教育プログラムは2017年度より修士課程の科目として導入し、アジャイル開発技術者育成の取り組みを勧めている。

enPiTのような期限のある教育プロジェクトは、予算措置が終了した後に同様の教育を継続することが難しい。本学では、これを修士課程の授業科目として設置し、継続的に実施できるようにした。今後とも、更により教育プログラムとなるよう改善をしていく。

参考文献

- (1) <http://enpit.aiit.ac.jp/>
- (2) <https://agilefaq.wordpress.com/activities-and-games-for-learning-agile/paper-plane-game/>
- (3) <https://github.com/>

導入的ネットワーク教育における IchigoJam を利用した実験

Experiment with IchigoJam for Introductory Computer Network

大崎 理乃^{*1}

Ayano OHSAKI^{*1}

^{*1} 産業技術大学院大学 産業技術研究科

^{*1} Industrial Technology Graduate Course, Advanced Institute of Industrial Technology

Email:ohsaki-ayano@aait.ac.jp

あらまし：コンピュータネットワークに関する専門教育の中で、導入段階での基礎的な内容の理解は重要である。本研究では、体験的な学習を促す一人1台の実験環境を実現させるために IchigoJam による実験を採用した教育プログラムを提案し、特に物理層とデータリンク層の学習に焦点を絞った2年間の実践を行った結果、物理的な通信への理解に一定の効果が確認されたことを報告する。

キーワード：ネットワーク教育、専門教育、技術者教育、協調学習、高等教育、社会人教育

1. はじめに

情報通信技術の高度化と普及により、IT人材育成のための教育が注目されている⁽¹⁾。しかし、大学でのコンピュータネットワーク教育では、LAN構築とTCP/IP理論に関する学習が中心となっており、注目が集まるIoT機器の設計にも重要となる物理層における通信を扱うことは少ない。そこで著者らは、大学生を対象とした通信実験の実践⁽²⁾を参考に、ボードコンピュータ IchigoJam⁽³⁾を用いて、一人1台の実験環境を実現し、物理層から上位層までの総合的なCNの体験的理解を促すことを目的とした教材開発に取り組んでいる⁽⁴⁾。本研究では、2年目実践での変化点と、2年間の実践結果について報告する。

2. 提案する教育プログラム

本研究では、物理層およびデータリンク層の2階層に注目して検討を行った。この理由として、日常生活では物理的なネットワーク接続を意識しなくて済むこと、テキスト⁽⁵⁾での扱いが少ないことの2点がある。

実験内容は、物理的な通信の重要性を体験するための機器接続及び確認と、同期信号の重要性を体験するための通信確認から構成される。活動は、「生産的失敗」⁽⁶⁾のデザイン原則を参考に、実験を通じた探究活動を先に行い、その後の解説によって知識定着を図るものとした。実験では、入出力ポートが標準で整っている IchigoJam を2台使用し、一方の出力ポートをもう一方の入力ポートに接続し、それぞれ送信機と受信機として扱う。教育プログラムの評価は、最終試験での「不具合と階層の対応を問う問題」への、物理的接続と同期に関する記述の出現有無で行なった。1年目実践⁽⁴⁾に対する2年目実践の変更点は、課題設問の変更、実験手順の変更、実験設備の変更、の3点である。

課題設問は、教育プログラムの目的を下位分解し、CNの機能と階層の関係をイメージできることを評価するために、不具合と階層を関連付けるものを出

題した。1年目実践では、物理層とTCP/IPアプリケーション層で考えられる不具合を問うものになっており、検討対象が限定的になっていた。そこで、設問を「(2台のコンピュータが接続されている状況で)データの送受信において、以下の不具合が発生した時に考えられる問題と解決策を階層と関連付けて5つ述べよ。(1)クライアントからの要求に対して、サーバーからの応答がない、(2)クライアントからの要求に対するサーバーからの応答データに異常がある」とし、階層名も学習者が回答するように変更した。

実験手順は、1年目と同様に、学習者が実験中に様々な問題に遭遇するようにデザインした(図1)。ただし、手順②は正常な通信であることを明示する形に変更した。さらに、考察の時間を確保するため、通信実験に使用する数字を10種類から3種類へ減らした。また、多様な検討を促すために、「問題」としての手順②と手順③の比較を取りやめて「考察」のフェーズを設けた。

実験設備は、コンポジット接続モニターとキーボードの利用を取りやめ、シリアル通信モジュールを利用してコンピュータから制御する方法を採用した。1年目の実験設備ではコンピュータから IchigoJam の制御ができないため、授業後に実験の経験が活用しにくいことの解決を目指した。

なお、提案する教育プログラムは、本研究の目的である「物理層から上位層までの総合的なネットワークの理解」を目指して、IchigoJamを用いた「課題ア」とネットワークプログラミングを行う「課題イ」との2部構成の演習の一部として実施された。

- | |
|---|
| ①実験機器の接続とLED点灯による動作確認 |
| ②サンプルプログラム2を用いた数字「9」「6」「0」の通信実験(正常な受信を確認する) |
| ③サンプルプログラム3を用いた数字「9」「6」「0」の通信実験(異常な受信を確認する) |
| ④考察 ※②と③のプログラムと実行結果の比較を促す |

図1 提案教育プログラムにおける課題と設問

3. 実践

実践は、専門職大学院の情報系専攻において、基礎科目の一部として行った。当該専攻は、在籍者の約9割が社会人であり、カリキュラムを社会人対象に構築していることを特徴としている。実践を行った科目はTCP/IPを中心としたネットワークの基礎的知識を習得するための授業で、1年目実践の受講者数は37名、2年目実践の受講者数は34名である。図2の通り、実験の前に、受講者のプログラミング経験を調査し、ペア内で経験差が大きくなるようにした。また、一人1台の実験環境を整備するために、両年ともクラス全体をAとBの2チームに分割し、課題Aと課題Bを交代して行った。実験は、全15回の授業のうち、1年目は第10回と第12回、2年目は第9回と第11回で実施した。2年間の授業スケジュールを表1にて示す。

なお、本研究では、実験と最終試験への参加者のうち各種データの研究利用への同意者58名(1年目実践27名、2年目実践31名)を分析対象とする。

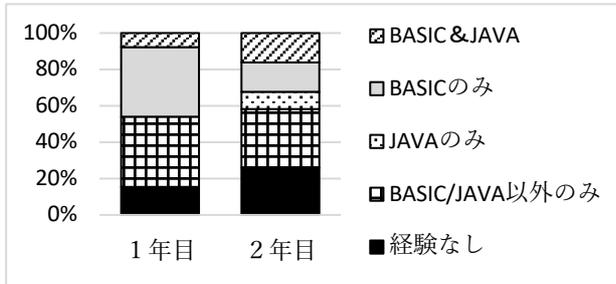


図2 受講者のプログラミング経験

表1 授業スケジュール

授業の内容	1年目の授業回	2年目の授業回
ネットワークの基礎知識の講義 (階層モデル, IPアドレスなど)	1~7	1~7
TCP/IPプロトコルの講義	8~9	8
実験(1) ※Aチームが課題A	10	9
TCP/IPプロトコルの講義	11	10
実験(2) ※Bチームが課題A	12	11
TCP/IPプロトコルの講義	13~15	12~15

4. 結果と考察

最終試験での「不具合と階層の対応を問う問題」への、物理的接続と同期信号に関する記述の出現有無を集計したものが表2である。物理的接続に関する記述の出現割合は、1年目実践から若干の上昇を確認した。このことから、信号の伝達に関する物理的な通信に関しては、提案プログラムにより体験的な理解を促すことができたと考えられる。一方で、同期信号に関する記述は増加しなかった。この理由として、授業時間内に同期信号無の通信確認を行う手順③まで終了したペアが少なかったこと、「考察」

フェーズにおいて手順②と手順③の比較が充分に行われなかったことが考えられる。

最終試験時に行った実験の効果を問うアンケートでは、図3の通り「とても役に立った」「役に立った」の割合が2年目では減少した。2年目実践の回答では、「あまり役に立たなかった」理由として「不具合が多い」という書き込みが確認され、一部の学習者にトラブル解決の探求プロセスの中で学ぶという授業デザインが伝わっていなかったことが示唆された。

一方で、2年目実践では、実験回授業の振り返りレポートに「抽象化されて便利になって(中略)簡単に実装できるようになった」といった書き込みも見られ、階層関係への気付きを促すことへの可能性が確認された。さらに、個人で実験環境を準備して学習を継続する発展的学習者も確認された。今後の実践に向けて、レポートの分析のほか、課題の検討などを進める予定である。

表2 最終試験での解答出現数

	1年目実践	2年目実践
物理的接続	63%(17名)	71%(22名)
同期信号	15%(4名)	10%(3名)

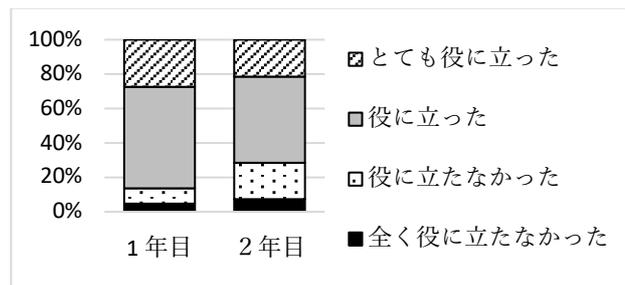


図3 アンケート結果

謝辞

本研究の一部は、JSPS 科研費 JP16K21189, JP16H03077, JP17K01136 の支援を受けた。

参考文献

- (1) IPA: “「IT人材白書2018」概要”, <https://www.ipa.go.jp/files/000065943.pdf>, (2018年6月10日確認)
- (2) 時田真美乃, 長谷川理, 不破泰: “はんだづけから始める大学生への情報の基礎的知識の教育効果~プログラミングの基礎的理解を含めた体験的学習~”, 教育システム情報学会研究報告, Vol.31, No.7: pp.129-136 (2017)
- (3) “こどもパソコン IchigoJam”, <http://ichigojam.net/> (2018年6月10日確認)
- (4) 大崎理乃, 不破泰, 時田真美乃, 長谷川理: “ネットワークの体験的理解のための IchigoJam を利用した実験と教育プログラムの提案”, 教育システム情報学会第42回全国大会, B1-1: pp.7-8(2017)
- (5) 竹下隆史ほか: “マスタリングTCP/IP 入門編 第5版”, オーム社, 東京(2012)
- (6) Kapur, M., and Bielaczyc, K.: “Designing for productive failure”. The Journal of the Learning Sciences, Vol.21, No.1, pp.45-83 (2012)

設計書の作成に重点をおいた電子タグを用いたシステム開発授業の実践

Educational Practice of System Development Using Electronic Tag Focused on Writing System Design Documentation

高井 由佳^{*1}, 松田 智恵子^{*1}
 Yuka TAKAI^{*1}, Chieko MATSUDA^{*1}
^{*1}大阪産業大学情報学研究
^{*1}Osaka Sangyo University
 Email: takai@ise.osaka-sandai.ac.jp

あらまし: 本稿では, 大学2年生を対象としたシステム設計書の作成に重点をおいたシステム開発を行なう演習授業の実践を報告する. ブロック形状の電子タグである MESH タグと MESH アプリを用い, 簡易なシステムを構築し, システム設計書の作成と実演発表することを課した. 発表会後の「今後の方針」「感想」では, MESH の使用に関する記述が多く, システム設計書に関する記述は少数であった.

キーワード: 情報技術教育, システム開発, 設計書, 電子タグ

1. はじめに

情報システム開発は, 要件定義, 外部仕様設計, 内部仕様設計, プログラム作成, テスト, 納入・運用という流れで実施される. このうち, 要件定義や外部仕様設計は, 仕様書や設計書などの書類を何度も取り交わし, 開発者と利用者(顧客)との間で合意がなされなければ, プログラム作成を行なうことはできない⁽¹⁾. このような情報システム開発上の制約は, これまで座学で取り上げることが多く, 演習形式の授業で体験することは少なかった. そこで本稿では, 大阪産業大学デザイン工学部 情報システム学科の学生を対象として実施したシステム設計書の作成に重点をおいたシステム開発を行なう演習授業の実践を報告する.

2. 授業実施方法

2.1 授業内容

本稿でとりあげる授業は, 2年生を対象とした演習授業で実施された6つの演習のうち1つである. この演習授業は「体験を通して専門知識の理解を深める」ことを目的としている. 受講学生は20名前後の6つの班に分かれ, 異なる6つの演習を順に受講する. 1つの演習に対する受講時間は, 2コマ(90分)×2週の計360分である. 本報では, 3班56名の学生を対象とした.

著者らが担当したシステム開発の演習では, (1)電子タグを用いたシステムを設計・実装・テストし問題解決するためのシステムを開発する(2)グループワークで課題解決していくための力をつける, という2つの目的を学生に示し, 授業を進めた. 学生は2-3名のグループに分けた.

システム開発のツールとして, ブロック形状の電子タグである MESH タグを使用した. MESH タグは“明るさ”や“動き”などを測ることができるセンサを内蔵した8種類の電子タグである. MESH アプリをインストールしたスマートフォンやタブレット

端末で, 直感的な操作でプログラムを作成できる. さらに, スマートフォンやタブレット端末が有するカメラ, マイクなどの機能, タイマーや And 条件などのロジック機能, Gmail や LINE などのインターネットサービスをアプリ上でタグとして利用できる.

授業の実施スケジュールを表1に示す. 練習として基礎的・具体的な内容(例えば, メールが届いたら LED が光るシステムを構築せよ)の演習を3題, 応用として自由度の高い演習を1題(例えば, あなたのお母さんが困っていることを解決するシステムを構築せよ)を与えた. 応用演習では, グループ内で議論と試作を進めると共に, 図1に示すシステム設計書を仕上げるように指示した. システム設計書は学生が仕上がったと感じた時点で教員の確認を受け, 教員はシステム設計書の記入内容の不備を指摘した. このやり取りを数回行い, システム設計書の内容が仕上がった時点で, システム設計書の清書を行なわせた. その後, 全てのグループが清書および発表・実演練習を終えた時点で, 発表会を実施した. 発表はグループ間で相互評価を行なわせた.

2.2 授業理解度の調査方法

学生個人の自己評価と授業の理解度を調査するため, ①授業開始直後, ②授業目的・内容の説明後, ③発表会終了後に学習シートを記入するよう指示した. 学習シートに記入させた項目を表2に示す.

3. 実践結果

表3に「あなたのお母さんが困っていることを解決するシステムを構築せよ」という応用演習を実施したあるグループが作成したシステム設計書の外部仕様を示す. 第一稿では, 要件定義や外部仕様に記入すべき内容が整理されておらず, 思ったままを記述している様子が見て取れた. これに対し教員から, それぞれの項目で指定されている内容に沿って記述すること, 全ての要件を書きもらすことがないように設計を具体化して書き出すことを指示した. 第二

稿では、外部仕様の使用方法の記述が煩雑であったが、第三稿では同箇所が箇条書きになり、分かりやすさが増した。同様の試行が全てのグループで実施され、複数回の修正を経た後、清書に進んでいた。

発表会終了後に学習シートに記述された「今後の方針」と「感想」内容として多かった上位3件を表4に示す。「今後の方針」では『機会があれば MESH を使ってみよう』といった MESH の使用に関する記述が多かった。「感想」では『MESH を使ってみることができて良かった』のような MESH の体験に関する記述が多かった。授業で重点をおいて教授したシステム設計書に関しては、「今後の方針」で『文章能力を高めたい』が1件、「感想」で『誤解なく人に伝わる文章を書きたい』が2件の計3件のみであった。

表1 授業実施スケジュール

大項目	教員の実施内容	学生の実施内容
動機付け	学生をグループ分け 授業の目的・内容を説明	学習シートを記入 必要であれば学習シートを修正する
基礎知識の習得	システム開発について説明	MESH の使い方の動画鑑賞と MESH アプリの設定
演習	設計書の作り方の説明 設計書の内容の確認と修正指示	基礎の演習 (3 課題) 応用の演習 (1 課題) ・課題のすり合わせ ・解決策の提案 ・設計書作成 ・MESH を使ったシステム作成
結果発表		・発表・実演 ・相互評価
まとめ		学習シートの記入

システム設計書	
課題	〇〇が困っていることを解決するシステムを構築せよ
問題点	何ができないのか？ 何を困っているのか？
要件定義	問題点を解決するために何が出来るシステムを作るのか？
外部仕様	(補足資料として図などを作成してもよい)
システム構成	何を使うのか
使用条件	だれが何を使うのか、どこに設置するのか
使用方法	いつだれがどういう操作をするのか、その結果システムはどう動くのか
テスト	どういうテストをして、システムが動くことを確認したか

図1 システム設計書

表2 学習シートの記入項目

記入の時期	記入項目
①授業開始直後	・演習の目標 ・自分の目標
②授業目的・内容の説明後	授業目的・内容の説明を聞いて、修正が必要と思えば ・演習の目標 ・自分の目標
③発表会終了後	・自分の達成度 ・今後の方針 ・感想

表3 システム設計書の作成例

	外部仕様 (使用方法)
第一稿	指定した時刻にアラームが鳴り始め、ベッドから退く (センサーから外れる) ことで、アラームが鳴り止む。
第二稿	時間の指定をされたタイマーが人を感知すると作動し、アラームが鳴り出す。人を感知しなくなると、アラームは鳴り止み、人を感知すると再びアラームが鳴り出す。
第三稿	(1) タイマー起床時間 (7:00~10:00) にセット (2) その時間内に人を感知するとアラームが鳴り出す (3) ベッドから出ればアラームは止まる (4) 時間内にベッドに戻ると再びアラームが鳴り出す

表4 学習シートの記述内容

	内容	回答割合 (%)
今後の方針	MESH の使用	26.8
	コミュニケーション力	23.2
	システム開発の知識 / 提案力	14.3
感想	MESH の体験	26.8
	楽しかった	25.0
	課題が上手くできた	17.9

4. おわりに

MESH を使用し、システム設計書の作成に重点をおいたシステム開発演習を実践した。全てのグループが複数回に渡ってシステム設計書の記述の修正を行っていた。発表会後に記述させたの「今後の方針」「感想」では、MESH の使用に関する記述が多く、システム設計書に関する記述は少数であった。

参考文献

- (1) 石塚英弘: “システム開発がわかる人材の育成”, 情報管理, Vol.55, No.7, pp.502-510 (2012)

ヒト型エージェントの表情動作速度の非典型性が 表情認知に与える影響に関する実験的検討

Experimental study for effects of non-prototypical speed of facial expression of humanlike agent on human facial recognition

田和辻 可昌^{*1}, 松居 辰則^{*1}

Yoshimasa TAWATSUJI^{*1}, Tatsunori MATSUI^{*1}

^{*1}早稲田大学 人間科学学術院

^{*1}Faculty of Human Sciences, Waseda University

Email: y.tawatsuji@aoni.waseda.jp

あらまし:教師エージェントと学習者とのインタラクションを考える上で、教師エージェントに感情表現、中でも表情を付与することは重要な課題である。ところが、表情動作を実装する上で、その動作が典型的な人間の表情動作と異なる(e.g.動作速度が遅い)場合は否定的な感情を誘発することが示唆されている。本研究では、CG描写されたヒト型エージェントの表情動作速度の非典型性が人間の表情認知にどのような影響を与えるか実験的に検討する。

キーワード:教師エージェント、表情、不気味の谷、表出速度

1. はじめに

学習エージェントに対する表情などの感情的側面の実装は、教師エージェントの大きな課題の一つである⁽¹⁾。近年では、人間の豊かな表情表現を用いるために、教師エージェントの顔もより人間に近い形態のものを用いる例も見られるようになってきている。ところが、このような教師エージェントの顔をよりヒトの顔に近づけた際に、設計者が意図した表情が意図したとおりに学習者に伝わるか、という点は極めて重大な課題となる。

ヒト型エージェントに表情などの動作を実装するにあたっては、その動作速度に十分配慮することが必要である。ヒト型のロボットにおいて笑顔の表情を見せようとしてもその動作速度がゆっくりとしたものであれば、その笑顔は受け手にとって薄気味悪く捉えられる可能性が示唆されている⁽²⁾。このような例はCG描写されたヒト型エージェントにおいても観測される可能性があるが、既往研究ではこの点を実験的に検討した例が見られない。そこで本研究では、ヒト型エージェントの表情表出速度が、観測者である人間の表情認知にどのような影響を与えるのかを実験的に明らかにすることを目的とする。

2. 先行研究

極めて人間に酷似したロボットの身体動作に対して否定的な印象を抱くことがある点については、不気味の谷現象⁽³⁾として指摘されてきた。Sayginら⁽⁴⁾は、アンドロイド、人間、ロボットの各身体動作を被験者に提示し、その際の脳活動を、fMRIを通して計測した。この結果、アンドロイドの動作を観察している際に特異的な脳活動が見られることを実験的に明らかにしている。Sayginら⁽⁴⁾は、この特異的活動を「予測誤差」検出、すなわち、人間の外見から予測される典型的な動作形態と知覚される動作形態が異なるという異常検出の枠組みから説明している。

3. 仮説

予測誤差検出の枠組みに立てば、表情動作においても、非典型的な表情動作は観察者に否定的な印象を与えることが示唆される。本研究では、表情動作における様態に関わるパラメータのうち、動作速度に着目し、次の仮説を検証することを目的とする。すなわち、「人間の典型的な表情表出速度と異なる、非典型的な表情動作を観察する際、観察者はヒト型エージェントに対して否定的な印象を抱く」。

4. 実験1：使用するエージェントの選定

4.1 実験刺激・手順

表情動作を実装するにあたり、用いるエージェントの選定を行った。本研究では、エージェントの表情動作の時間的側面(i.e.表出潜時)を可能な限り人間の表情動作に近づけるため、高い時間分解能でエージェントの動作を作成することが可能なソフトウェアPoser 11 (<http://www.e-frontier.co.jp/>)を用いた。このソフトウェアにプリインストールされているエージェントのうち、本実験で用いるエージェントの選定を下記の手順で行った。

まず、レンダリングを行った際に、眼が全体的に白く黒目が見られない、エイリアンなど非人間の形態をしているエージェントや子どものエージェント等を除外した。この結果、残った12種類のCGエージェントに対し、「違和感がある」「親和感がある」を評価観点とした一対比較法を行った。尚、提示にあたっては、顔の左右差を含めた $2 \times {}_{12}C_2 = 132$ 組の顔画像を提示した。顔画像は先行研究⁽⁵⁾における顔画像提示の方法を参考に、図1のように顔部分のみを切り抜いて提示した。選定実験に先立ち、選定実験には用いない顔画像2枚を用いてテスト実験を行い、抜き取られた顔刺激画像という刺激の性質自体による評価への影響を極力排除した。

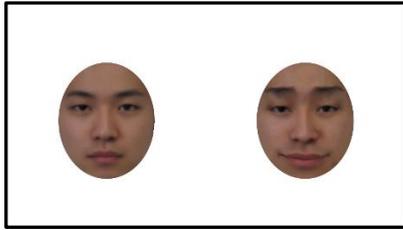


図1 刺激提示の例 (画像はテスト試行のもの)

4.2 結果

実験には早稲田大学学生 10 名 (うち女性 6 名) が参加した。得られた結果からそれぞれ「違和感」「親和感」に関する選択行列を作成し、選択確率に対する標準正規分布の累積確率密度関数の逆関数の値を求め、各尺度値上に各顔刺激を位置づけた。尚、選択確率が 0 あるいは 1 であった刺激においては逆関数の値が求められないため、0.0001, 0.9999 の確率で選択されたとして、尺度値を近似的に計算した。図 2 に、各顔刺激の尺度値に関する散布図を示す。横軸は違和感に関する尺度値、縦軸は親和感に関する尺度値を表しており、各点は各顔刺激を表している。この結果、刺激 9 は違和感が高く、親和感が低いエージェント (外見からネガティブな印象を与える傾向にあるエージェント)、刺激 11 は違和感が低く、親和感が高いエージェント (外見からポジティブな印象を与える傾向にあるエージェント) として抽出された。また、刺激 3 は違和感も親和感も中程度 (外見からニュートラルな印象を与えるエージェント) であったことから、これら 3 種類の顔画像を次の表情動作実験に用いる刺激として選定した。

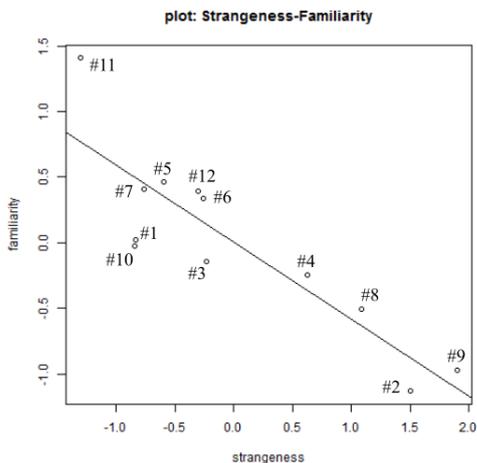


図2 各エージェントに対する尺度値の分布

5. 表情表出速度の決定

エージェントに実装する表情動作は、(1)典型的な表出速度の表情動作、(2)(1)を踏まえた非典型的な表出速度の表情動作の二点が必要である。典型的な表情表出速度に関しては、山田らの自発的的表情における表出速度を、高速度カメラを用いて計測した実験結果⁽⁵⁾を用いる。この結果、自発的な喜びには表出に

724ms, 自発的な嫌悪には表出に 836ms かかることが明らかになっている。本研究では、60fps で動画像を作成するため、フレーム換算でそれぞれ 43frame, 50frame で典型的な喜びと嫌悪表情の動作が完了するように表情を作成した。非典型的な表情表出速度に関しては、蒲池の表情の変化速度と表情認知に関する知見⁽⁶⁾で用いられていた Fast, Medium, Slow 条件間の速度比率を用いて決定する。表 1 に蒲池らの知見を基に決定した本研究の表情の表出速度を示す。

表 1 エージェントの表情表出速度 (60fps)

表情	Fast	Medium	Slow
喜び	10 frame	43 frame	169 frame
嫌悪	12 frame	50 frame	195 frame

6. まとめと今後の課題

選定実験から、外見によって観察者に対してポジティブ・ネガティブ・ニュートラルな印象を与えるエージェントがそれぞれ 1 体ずつ選定された。

今後は、選定されたエージェント 3 体に対して、前節で定義した各表情動作速度 (3 条件) を実装し、被験者に、それぞれ「違和感」「快-不快」の程度を 7 件法のリッカート尺度を用いて評価してもらう。また同時に、エージェントの表情動作観察中の視線を計測し、典型/非典型性と生体反応の関係について実験的に検討する予定である。

本実験によって、CG 描写されたヒト型エージェントにおける表情動作速度の非典型性とエージェントに対する印象との関係が明らかになることが期待される。

参考文献

- (1) Johnson, W., Rickel, J., Lester, J.: “Animated Pedagogical Agents: Face-to-Face Interaction in Interactive Learning Environments”, International Journal of Artificial Intelligence in Education, Vol. 11, pp. 47-78 (2000)
- (2) Mori, M., MacDorman, K. F., Kageki, N.: “The Uncanny Valley”, IEEE Robotics and Automation Magazine, Vol. 19, No. 2, pp. 98-100 (2012)
- (3) Saygin, A. P., Chaminade, T., Ishiguro, H., Driver, J., Frith, C.: “The Thing That Should Not Be: Predictive Coding and the Uncanny Valley in Perceiving Human and Humanoid Robot Actions”, Social Cognitive and Affective Neuroscience, Vol. 7, No. 4, pp. 413-422 (2012)
- (4) Cheetham, M., Pavlovic, I., Jordan, N., Suter, P., Jancke, L.: “Category Processing and the Human Likeness Dimension of the Uncanny Valley Hypothesis: Eye-tracking Data”, Frontiers in Psychology, Vol. 4, No. 108 (2013)
- (5) 山田 寛, 内田 英子, 四倉 達夫, 森島 繁生, 鉄谷 信二, 赤松 茂: 高速度カメラで捉えた自発表情と演技表情の動的変化, 電子情報通信学会技術研究報告: HCS, Vol. 100, No. 712, pp. 27-34 (2001)
- (6) 蒲池 みゆき, 吉川 左紀子, 赤松 茂: 変化速度は表情認知に影響するか?: 動画刺激を用いた顔表情認知の時間特性の解明, 電子情報通信学会技術研究報告: HCS, Vol. 98, No. 311, pp. 17-24 (1998)

RFID と AR により実験作業を支援する 実験・実習ナビゲーションシステムの開発

Development of Navigation System for Engineering Experiments to Support Experiment Work with RFID and AR

稲守 栄^{*1}, 千田 和範^{*1}, 野口 孝文^{*1}
Sakae INAMORI^{*1}, Kazunori CHIDA^{*1}, Takafumi NOGUCHI^{*1}

^{*1} 釧路工業高等専門学校

^{*1} National Institute of Technology, Kushiro College

Email: sakae@kushiro-ct.ac.jp

あらまし：これまで基礎知識の差により協働作業が苦手な学習者に対し、事前に基礎学習を支援する実験・実習ナビゲーションシステムを開発、運用してきた。一方で、実験考察時に、測定器の選択ミスや測定値の異常値や測定ピーク値の特徴点の取りこぼしに気づき、再実験とつながっていた。そこで、本研究では、実験の目的から測定器の選択や実験後の検証時に実験結果を活用できる実験・実習ナビゲーションシステムの構築を行う。

キーワード：拡張現実, RFID, 学生実験

1. はじめに

本校のカリキュラムでは、学際領域で必要とされているメカトロニクス分野などの学習が組まれている。筆者らも、メカトロニクス分野において問題解決能力を向上させるための学生実験装置を開発し、学生実験に導入してきた。学生実験時の学習者たちの協働作業を観察すると、知識や技能不足の学習者は協働作業が苦手で、実験に対して消極的であることがわかった。そこで、このような学習者を支援するため『ペアプログラミング手法に基づいた実験・実習ナビゲーションシステム』の開発、運用を行ってきた⁽¹⁾⁽²⁾⁽³⁾。これを実験前の事前学習に学習者が使用し、学習させることで、他の学習者との協働作業を円滑に行えるようになった。しかし、学生実験をさらに観察していると、実験考察時に必要となる事柄が測定しきれていない場合が多く見られ、実験終了後に再度実験をやり直すことがあった。これは、学習者のモチベーションの低下につながり、実験を通して学習した内容の理解への妨げとなっている。

そこで、本研究では学習者が実験考察時に測定結果を活用できるよう、要点の確認や測定漏れなどを実験中に促すナビゲーションシステムの開発を行う。

2. 学生実験の流れ 及び 学生実験の問題点

本校電気工学科 4 年の学生実験では、試行錯誤型実験と計測型実験が行われている。これらの実験の流れは次の通りである。

- 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 測定開始
- ④ 測定結果を元に考察・検討

この学生実験の支援のために、これまで開発してきたナビゲーションシステムでは、事前学習および

工程 2 の支援を行ってきた。しかし、学習者の実験の様子を観察すると次のような問題点がわかった。

- 計測主体の実験では、実験テーマ毎に配線の組み換えや測定器の変更がある。そのため、工程 1 の作業が、実験時間の大部分を占めている。この時に、測定器の取り違えが生じやすい。
- 工程 3 では、多数の計測器を同時に測定する場面がある。また、一人の学習者が、複数の計測器の測定をすることもある。そのため、測定値の取りこぼしがある。
- 計測器を適切な測定箇所で使用していても、工程 4 で初めて、測定ピーク値などの特徴点が測定されていないことに気付くことがある。

これらの問題点は、検討考察に悪影響を及ぼし、再実験へとつながる。この原因は、多くの学習者が実験指導書を深く理解しないまま実験に取り組んでいるためである。そのため、工程 4 の時に、学習者が目的や理論を見直した結果、測定に不備が生じていることがわかり、再実験となる場合が多かった。これが学習者の実験に対するモチベーションの低下へとつながる要因となる。

そこで、これらの問題点を改善するため、学習者に実験の目的から、計測器の選択や測定データなどを考察・検討時に活用できるよう実験作業を支援するナビゲーションシステムの開発を行う。これは、これまで開発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をする。次に、基になるシステムの説明をする。

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

協働作業を有する実験において、消極的な学習者を支援するため、ペアプログラミング手法に基づい

た実験・実習ナビゲーションシステムの開発・運用をしてきた。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、実験装置に取り付けられている AR マーカーにタブレット端末をかざすと、タブレット端末上で表示されている実機の画像上に実体配線図が重ねて表示される。この機能により、配線が苦手な学習者に配線作業のサポートすることが可能となる。

4. RFID と AR により実験作業を支援する実験・実習ナビゲーションシステム

4.1 実験作業の支援

これまで述べてきたシステムを基に、実験作業を支援するシステムを構築する。学生実験に取り組んできたここ数年の学習者は、実験指導書に書かれている意味を十分に理解しないまま実験に取り組んでいることがよく見られた。そこで、学習者が実験の目的や理論に沿った計測をし、実験考察に取り掛かれるよう実験作業の支援を行う必要がある。この支援では、学習者に実験の重要ポイントを気付かせることが重要となる。学習者が支援システムを通して、これらのポイントに気付かせることができれば、実験理論の特性を実験中に理解させることが可能となり、検討考察に役立たせることができる。次に、実験作業を支援するための機能を説明する。

4.2 実験テーマ適応型測定器ガイド機能

実験では、実験テーマ毎に同じ計測器を使い配線を組み替えることが多い。この時、実験テーマが変われば、使用する計測器が同じでも学習者が注意しなければならない測定範囲も多い。しかし、学習者はそれに気づかない場合があった。そこで、本機能では、実験テーマで使用する計測器の目的や注意すべき測定範囲などの情報を提示させる。図1は本機能のイメージ図である。ここで、この機能には、RFID と AR を用いる。RFID タグと AR マーカーの取り付け場所や内部情報は表1の通りである。このように、それぞれの情報を合わせることで、図1の様に同じ

表1 RFID タグと AR マーカーの情報一覧

	取り付け場所	内部情報
RFID タグ	各計測器	計測器名など
AR マーカー	メイン装置	実験テーマなど

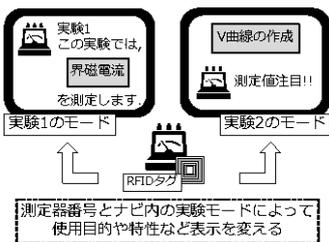


図1 実験テーマ適応型測定器ガイド機能



図2 実時間ビジュアルライゼーション機能

計測器を使用しても、その実験テーマに合った計測器の情報や測定ポイントなどのアドバイス内容を表示できる。合わせて、タブレット端末上に表示されている実体配線図上には、注視すべき計測器を CG で強調させて表示させる。これにより、学習者は考察時に必要となる測定値などに気付き、考察に反映させることができる。

4.3 実時間ビジュアルライゼーション機能

これまで挙げてきた問題点の1つに測定ピーク値などの特徴点の取りこぼしがあった。これは、学習者が実験指導書から注視すべき事柄を読み取れず、一定間隔で測定していた。そこで、本機能では、タブレット端末上でリアルタイムに測定値をグラフ化し表示させる。この時、その実験テーマの理論値のグラフを重ねて表示させ、測定値の特徴点の取りこぼしを防ぐ。図2は、本機能のイメージである。

5. 学生実験導入に向けて

本システムは、本校電気工学科4年の学生実験に導入予定である。この導入に向けて、実験テーマ適応型測定器ガイド機能で、AR マーカーにタブレット端末をかざすと、従来の実体配線図に加えて、注視すべき計測器を強調させた表示をさせることができた。また、実時間ビジュアルライゼーション機能の簡易的なグラフ作成画面を作成し、リアルタイムでグラフ化をさせることができた。今後は、RFID タグの情報を読み取り、それぞれの実験テーマに合った情報をタブレット端末上に表示機能の実現を目指す。

6. おわりに

本研究では、RFID と AR により実験作業を支援する実験・実習ナビゲーションシステムの開発を行った。これまでの学生実験の実験作業について、問題点をいくつか取り挙げた。その問題点を改善するため、実験テーマ適応型測定器ガイド機能と実時間ビジュアルライゼーション機能を提案し、試作を行った。1つ目の機能の試作として、実体配線図上で注視すべき計測器の協調表示を可能にした。2つ目の機能の試作として、リアルタイムで測定値を簡易的にグラフ化させ表示させることができた。

今後は、後期学生実験への導入に向けて、それぞれの機能を製作、改良を行っていく予定である。

参考文献

- (1) 稲守, 千田, 野口: “ペアプログラミング手法を用いた学生実験を効果的に支援するための Ex ナビの開発と実践”, 信学技報(教育工学), Vol.115, No.319, pp.47-50 (2015)
- (2) 稲守, 千田, 野口: “ペアプログラミング手法に基づく実験・実習ナビゲーションシステムの開発”, 教育システム情報学会 第41回全国大会講演論文集, pp.135-136 (2016)
- (3) 稲守, 千田, 野口: “拡張現実を利用した学習者間の協調学習を支援するナビゲーションシステムの開発”, 信学技報(教育工学), Vol.116, No.438, pp.13-16 (2016)

AR 技術とセンサーを用いた物理実験教材の開発

Development of Educational System for Physics Experiments
Using Augmented Reality and Sensors

塩澤 秀和

Hidekazu SHIOZAWA

玉川大学工学部

College of Engineering, Tamagawa University

Email: shiozawa@eng.tamagawa.ac.jp

あらまし：物理学の実験では、物理量はそのままで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を持たず、学習意欲が低下する者も多い。この問題に対し、我々は、マイコン、加速度センサー、無線モジュール等を搭載し、AR マーカーを付与したカード型の装置を含む物理実験教材を開発している。このシステムでは、装置にかかる力を加速度センサーで測定し、リアルタイムに PC に無線送信する。PC では AR 技術を用いて、カメラ映像上に力のベクトルや力学的エネルギーをリアルタイムに可視化する。

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、現実のモノを扱う実験が重視されており、学習者は現実の現象を体験することによって実践的な理解を深めることが期待される。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を持たず、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⁾の開発を進めている。このプロジェクトは、学習者が図1のようにコンピュータを通して実験装置を見ると、実験装置や器具に取り付けられたセンサーの測定値および AR マーカーで認識される配置状態から、物理量が分かりやすく可視化され、リアルタイムに映像に合成されて表示されるというものである。

本稿で述べる力学(力と運動)実験への適用では、加速度センサーを搭載した装置に AR マーカーを付与し、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計算してカメラ映像に合成表示する。また、回路実験への適用では、マーカー型 AR によって回路の状態を認識し、センサーの測定値とともにカメラ映像に合成して表示する(図2)。

これらによって、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。

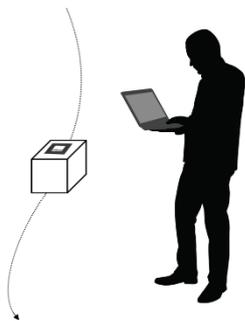


図1 本プロジェクトが想定する利用方法

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⁽³⁾がある。このシステムは、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。

電子回路の学習と AR を組み合わせた子供向けの知育教材としては、LightUp⁽⁴⁾等が開発されている。これは、回路素子の組み込まれたパーツを組み立てることで電子回路の学習ができる知育玩具である。さらに、スマートフォンで回路を撮影すると、パーツの模様と形状から素子の接続が認識され、電気を流した場合のシミュレーションが表示される。

センサーを利用した力学教材の例としては、Wii リモコンを用いた実験教材⁽⁵⁾も提案されている。これは Wii リモコンに各種センサーが搭載されていることに着目し、それを力学台車に乗せることで、斜面を下る台車の位置、速さ、加速度をリアルタイムに解析・表示することができるシステムである。

3. 本研究のシステム

本プロジェクトの最初のシステム⁽¹⁾では、Arduino を用い、加速度センサーと Bluetooth モジュールを内蔵した簡易的な力学台車といえるセンサーボックス

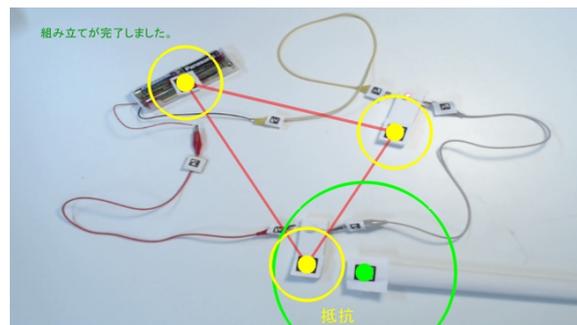


図2 AR 回路実験支援システム

を作成し、それに AR マーカーを付与した。その後、最低限の機能を持つ Arduino 互換の回路を自作することで、大幅な小型化を実現した⁽²⁾ (図3)。これをカードケースに入れることで、図4のようにラジコンの車などにも取り付けられるようになった。

この装置を斜面等に置くと内蔵された加速度センサーの測定値が無線で PC に送信される。PC 側では Processing と NyAR4psg で開発された可視化ソフトウェアによって、装置にかかる力の 3 次元ベクトルと力学的エネルギーが計算され、その図解が AR でマーカー上にリアルタイムに表示される。

学習者は図1のように PC に取り付けたカメラを通して実験装置を見ると、図5のように、現在撮影されている実験環境の映像に合成されて、現実とその装置にかかっている力や力学的エネルギーが図示される。これによって、学習者が物理量をより具体的にイメージする助けになると考えている。

力の可視化では、ニュートンの第2法則 $F = ma$ に基づき、加速度を測定することで力の値を算出している。また、これを斜面の水平方向と垂直方向に分解した力のベクトルも同時に可視化することで、力の分解と合成の学習につなげることも狙っている。斜面の傾きは、AR マーカーを斜面の側面に付与することによって、その向きから取得する。

さらに、物体が持つ力学的エネルギーの可視化も試みた。その際、力学的エネルギーの保存則へ学習

を促すために、運動エネルギーと位置エネルギーを同じ円グラフを用いて可視化している。運動エネルギーの算出に必要な速度は、最初のシステムでは車輪の回転量、小型化した装置では加速度の積分からの取得を試みたが、どちらも十分に正確とはいえないので課題である。位置エネルギーを求める際の位置の基準点は、AR マーカーによって示す。

4. おわりに

本稿では、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のうち、特に力と運動に関する実験を支援するシステムについて述べた。加速度センサーを搭載したカード型の装置にマーカーを付与し、センサーの出力値から計算した力や力学的エネルギーを AR で映像に合成して表示する。

現在は、回路実験教材とのシステムの共通化、AR による可視化方法の考案、装置のさらなる小型化、マーカーの認識技術の改善などに取り組んでいる。今後、改善を進めた上で現実にユーザに利用してもらった上での評価が必要であると考えている。

謝辞

本プロジェクトは、小松京平氏⁽¹⁾と廣田翔平氏⁽²⁾の卒業研究による貢献が大きいため感謝する。また、本研究発表の一部は、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ー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) 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定時方法の検討, 情報処理学会 第 75 回全国大会 (2013)
- (4) LightUp: LightUp, <http://www.lightup.io> (2013)
- (5) 堂本, 足立, 梅田, 前原: 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)

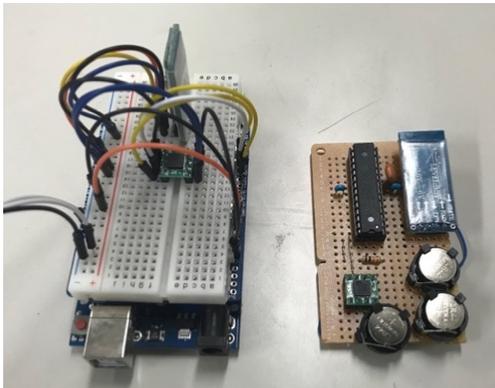


図3 本研究の装置 (左: 初期版, 右: 改良版)



図4 ラジコンの車への装着

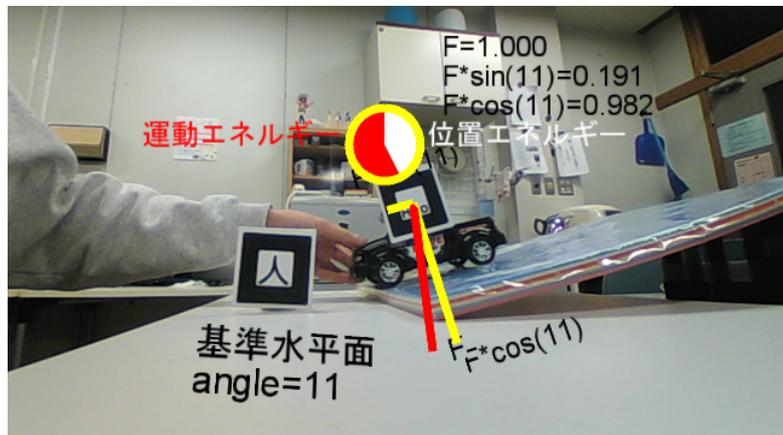


図5 力の分解と力学的エネルギーの可視化

ストレートスケルトン手法による3次元地形モデルの自動生成による環境教育

Automatic Generation of 3D Terrain Model for Environmental Education by Straight Skeleton Computation

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} 岐阜経済大学 経営学部情報メディア学科

^{*2} School of Information Media, Gifu Keizai University

Email: murase@chukyogakuin-u.ac.jp

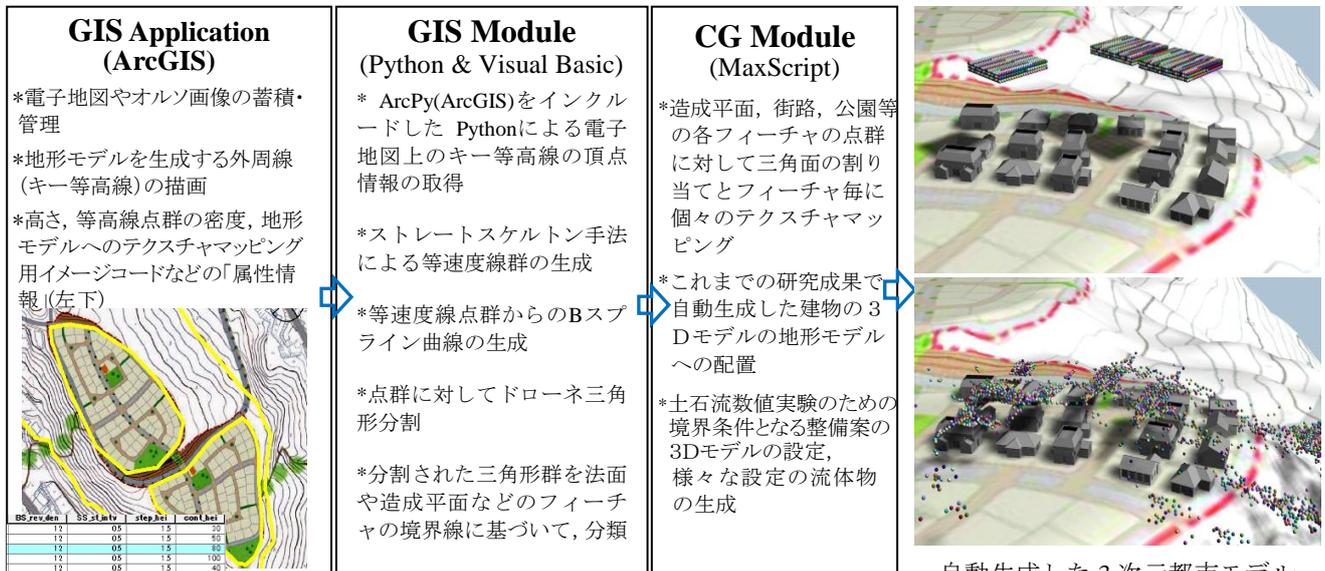
あらまし：環境問題や再生可能エネルギーの可能性を検討する場合に、整備案を具体的な形にする「3Dモデル」は、現実に出るであろう「整備案」を分かりやすく周知し、関係者の合意形成に役立ち、「環境まちづくり」を支援する。しかし、整備案の3Dモデルを作成するには3次元CGソフト等を用いて、多大の労力と時間が必要である。筆者らは、これまでの研究で、電子地図上の建物境界線（建物ポリゴン）を長方形の集まりまで分割・分離し、各長方形の上にBOX形状の建物本体、上から見て長方形形状の屋根を載せて、建物3Dモデルを自動生成する手法を提案した。本研究では、「整備案の3Dモデル」を構成する、3次元建物モデルが建てられる整備した地形となる「3次元地形モデル」を外周線などのキー等高線から自動生成するシステムの研究・開発を目的とする。

キーワード：3Dモデル、可視化、環境教育、ストレートスケルトン手法、地理情報、自動生成、整備案

1. はじめに

再生可能エネルギーを利用した低炭素・循環型社会の構築を図る「環境まちづくり」の計画、あるいは、巨大地震対策のために安全地区への移転の検討を、行政や専門家は地図上で行う。そのとき、例えば、「地区に隣接する丘陵地と一体的な整備」等の整備案を地図と共に提案する。ここで、図-1右に示すような整備案を具体化する「3Dモデル」は、現実に出るであろう「整備案」を分かりやすく周知し、合意形成に役立ち、「環境まちづくり」を支援する。しかし、整備案の3D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、「整備案の3Dモデル」を構成する整備した地形の元になる「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(Straight Skeleton)手法」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3Dモデルを自動生成する手法を提案する。



自動生成した3次元都市モデル

図-1 3次元都市モデルの自動生成システムの構成と3Dモデルの自動生成のプロセス

2. ストレートスケルトン手法

本研究では、高さデータを持たない平面図上のキー等高線(地形を囲む外周線)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ことを目指した。そのとき、外周線内部に3次元地形モデルの元になる等高線を描くには、外周線となるポリゴンにおいて、ポリゴンの各辺がポリゴン内部に後退して行くとき、交差判定や辺消失判定を行いながら、縮小ポリゴンを描いていくストレートスケルトン手法が有効であると考え、当手法によって、3次元地形モデルを自動生成する手法を提案する。

Straight Skeleton は一定速度でのポリゴンの縮小プロセスにおいて、各頂点が迎る頂角の二等分線(**angular bisector**)と以上の2つ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。図-2(a)は、縮小処理が進み、**Reflex**頂点からの二等分線が伸びて、分割イベントが発生する直前の縮小ポリゴンを示す。図-2(b)では、二等分線と対向する辺がノード(**node4**)で交差して、分割イベントが発生し、ポリゴンは分割される、図-2(c)では、分割されたポリゴンで、さらに、分割イベントが発生し、2つのポリゴンに分割、図-2(d)では、等速度で縮小するポリゴン群を全て表示し、辺消失イベントと分割イベントによるトポロジーの変化を表示している。図-2(d)の状態では、等高線を形成するための頂点(ノード)が少ないので、この頂点を制

御点とする **B-スプライン** 曲線を生成する。**B-スプライン** 曲線はなだらかな起伏の地形モデルを生成するにはふさわしい自由曲線である。この **B-スプライン** 曲線上の点群に対して、ドローネ三角形分割を行った結果を図-2(e)で示す。

本システムでは、点群をドローネ三角形分割する機能がないため、図-1のGISモジュールにおいて、ドローネ三角形分割を行うプログラムを **Visual Basic.NET** で開発した。生成された点群をドローネ三角形分割し、分割された三角形群に三角面を割り当て、キー等高線に関連付けられた属性情報に基づいて、三角面群にテクスチャマッピングして自動生成した3次元地形モデルを図-2(f)で示す。

3. まとめ

環境を意識したまちづくり等の整備案を「具体的な形にする3Dモデル」は、現実に来るであろう「整備案」を分かりやすく周知し、合意形成に役立つ。この整備案では、造成した地形が示されることが多い。この「造成する地形」は、これから作るものであり、ドローン等による3次元計測をするものではない。この「造成する地形」は、等高線から生成できる。本研究では、この3次元地形モデルの基になる等高線群を1本のキー等高線から自動作図するシステムを提案した。本システムは非常に効率よく整備案となる3次元地形モデルを自動生成する。

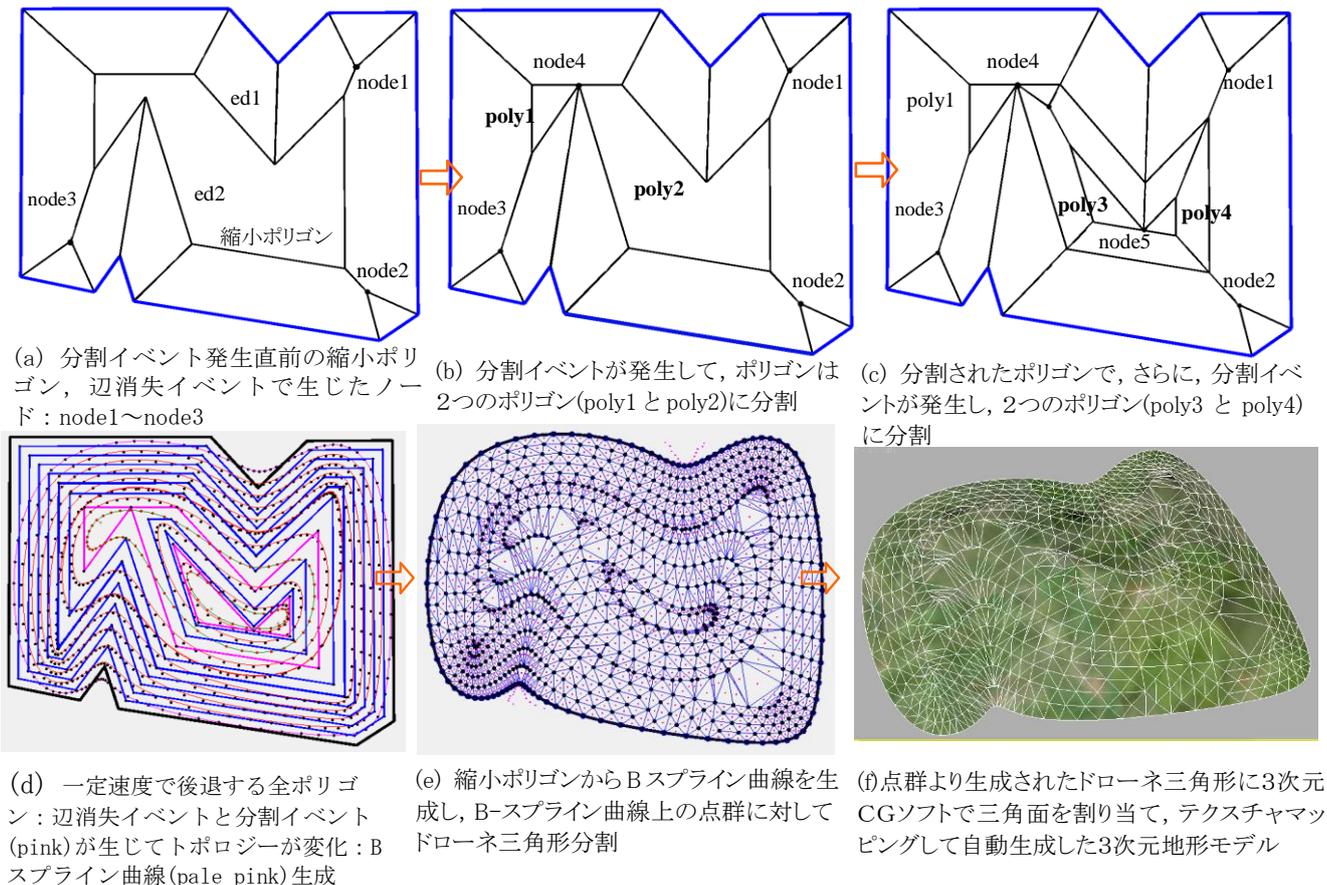


図-2 等高線生成のためのポリゴンの縮小プロセスと分割イベント、生成された点群にドローネ三角形分割、三角形群に三角面の割り当て、テクスチャマッピングして自動生成した3次元地形モデル

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 授業スタイル調査の項目開発 －実習計画の検討と予備調査－

Development of the Item of the Investigation into the Class-style that Teachers Consider Through a Training of Scratch Programing - Consideration of a Training Plan and the Preliminary Investigation -

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：小学校におけるプログラミング教育の必須化が始まるが、多くの教員はプログラミングが未経験である。そこで、実践事例の多いScratchを用いてプログラミングの実習を体験した教員が、どのような授業展開を想起できるかを明らかにするための予備調査を行った。その結果、算数数学の教員では、最低5時間の講習により授業構想が立案できること、授業スタイルも講義型やアクティブラーニング型などの指導案作成ができるなど、今後の調査項目の設計に有用な知見が得られた。

キーワード：プログラミング、プログラミング教育、ビジュアルプログラミング、Scratch、教師教育

1. はじめに

新学習指導要領[1]における小学校におけるプログラミング教育が必修化となり、様々な実践が行われている。新学習指導要領の本格実施である2020年まであと2年あることから、プログラミングのスキルがある教員が実践しているものが多い。

一方、教員へのプログラミングに関する研修は、各自治体の教員研修や校内研修にゆだねられている。新学習指導要領や、それを踏まえて文部科学省が発表した「小学校プログラミング教育の手引き（第一版）[2]」によれば、「プログラミング的思考などを育むことが目的であり、コーディングを覚えることではない」とされている。しかし、教員自らがプログラミング的思考および簡易なプログラミングのスキルがない状態で、授業カリキュラムを設計することは難しい。

したがって、各自治体の集中研修会ではプログラミングの講座が多数開講されている。さらに民間企業による教員のためのプログラミング講座は定員を超える応募がある[3]。

以上のような状況において、どのような研修内容で、何時間研修の時間が必要かを定量的に調査する必要がある。現在でも多忙を極める教員において、教科の指導に加えて、プログラミングスキルを身につけるための時間を確保するのは非常に困難である。従って、最低限の研修時間とその効果の測定を定量的なデータとして得ることは、各自治体などの教員研修で行う際の基礎データとして有用である。

また、プログラミングのスキルを身につけた教員は、教科指導の中でどのようにプログラミング教育を展開していくか、どのように教育カリキュラムを想起するかを調査した研究が必要とされている。

本稿では、プログラミング研修の内容の検討および研修時間の定量的な調査に実施するための、予備調査の概要と結果について述べる。

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、教員に対するビジュアルプログラミング言語であるスクラッチ(Scratch)によるプログラミング実習の実習内容の順番性の確認および最低必要時間数を明らかにすることである。2つ目は、プログラミング実習を受けた教員が想起する小学校における算数科内でのプログラミング教育の授業案の分類である。

2.2 調査対象と期間

対象教員の選定方法は、学習指導要領の解説で算数の単元が例示されていたことから、プログラミング的思考の一部にアルゴリズムが入っていることから、算数数学の教員を調査対象としている。

調査期間は2017年4月から2月までで、教育学研究科の情報科学講義、同演習の講義内で2回行った。受講者を2つのグループに分け、実習順序を変えて比較検討を行った。受講者の構成は、1回あたり現職教員2名、大学院生8名であった。

2.3 調査の方法

データの収集方法は、上記の講義全 15 回において各回の聞き取り調査および、提出のプログラミング作品および指導案を対象として収集した。調査の初期段階（8 回分）では、研究の趣旨の説明を行わない単盲検法で行い、後半では趣旨を説明し、指導案検討を行っている。本研究が行う予定の本調査（予定では現場の教員 200 名以上への質問紙調査）では、二重盲検法により、バイアスの除去を行う予定である。

2.4 実習順序と時間の算出の方法

実習の内容は、筆者らの Scratch に関する著書[4]で扱っている内容をもとに行った。具体的には、プログラミングの基礎からコンピュータサイエンスで必須のアルゴリズムまでを扱った。

実習順序とは①概論、②Scratch のブロックの説明と例題の練習、③プログラムの制御構造、④自由課題実習の順において、一つのグループでは①②③④の順の実習中心型で行った。一方は①③②④の順のプログラミングの理論中心型で行った。

最低実習時間の算出方法は、上記の④までを行った状態で指導案の作成を課題として出したが、受講者間で授業実践に行えると判断できる内容までに指導案を考え出せるために、必要な実習時間を追加している。つまり基本 4 時間+何時間必要かを検討した。また、授業スタイルの検討は単元構成や講義型から学びあい、探求学習などを考慮しながら行った。

3. 結果

基本講習時間の 4 時間を終えて、学習指導案の完成度をお互いに発表し評価を行った結果、最低 5 時間必要であった。さらに、Scratch の実習を通して、プログラミングの良さや限界、教科の中での活用方法がイメージできるようになったことがうかがえた。5 時間の実習において作成された作品の一例を図 1 に示す。これは第 3 学年で行うそろばんの指導におけるそろばんシミュレータである。当初は教員がそろばんの指導において利用することを念頭において作成していたが、その仕組みを児童に考えさせる場面も想定して、プログラムの一部をあえて未完の状態でも提示することも考慮されている。

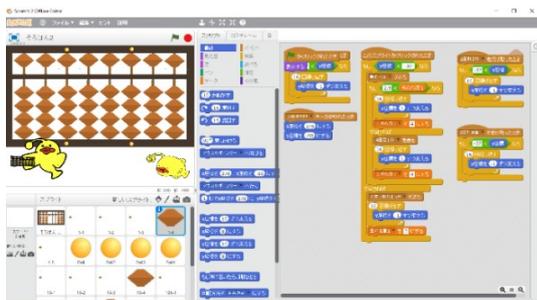


図 1 Scratch 作品の例

実際に作成された指導案の一部を図 2 に示す。単元の内容とともに、想定される児童のプログラムの様子が記載されている。具体的な場面を想定して教育カリキュラムの設計がなされていることが分かる。

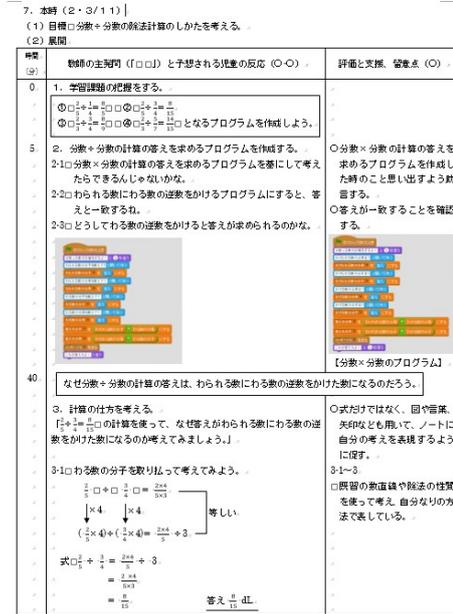


図 2 指導案の例

4. 考察

実習時間検討および授業案の分類を行った。実習時間が最低 5 時間であることは、算数数学の教員においてプログラミングは比較的取り組みやすい内容であることが考えられる。また、学習スタイルも学びあいが適しているとの合意が得られたのも、伝達型の授業スタイルでは、プログラミングの良さである「試行錯誤が容易である点」を活かせないことが原因であると考えられた。

5. おわりに

本稿では、プログラミング研修の内容の検討および研修時間の定量的な調査に実施するための、予備調査の概要と結果について述べた。Scratch による実習において、算数数学の教員では最低 5 時間の講習により授業構想が発案できることが推察された。

今後、本調査の結果を基に調査項目を設計し、研修内容の検討および研修時間の定量的な調査を行う予定である。

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 (第一版), (2018)
[3] <https://code.or.jp/> (2018 年 6 月 1 日閲覧)
[4] 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).

SDN 技術理解のためのアンプラグドな演習の設計

Design 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, 従来のネットワーク技術とソフトウェア技術が融合した技術であり, その理解には, 2つの技術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, ソフトウェアによる制御と, パケット転送がどのように分離されているかを理解するための演習の設計を行った. 今回は, 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, 従来のネットワーク技術におけるスイッチが, 各々の通信階層における制御に基づいてパケット転送を行っていたのに対し, OpenFlow のスイッチは, 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

りを優先順位順に検索し, 最初に一致したエントリの Action を実行するという方法で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, スイッチ内における処理は, 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ものであり, 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, Openflow におけるパケット処理は, 「制御構造をもつソフトウェアによるフローエントリ生成」と「フローエントリ群によるデータフロー的なパケット処理」の, パラダイムの異なる2つの処理方式により実現されている.

このため, 学習者が作成するソフトウェアは, 制御構造を持つプログラミング言語により作成されるが, このソフトウェアはフローエントリの生成のみで実際のパケットの制御は行わないことから, 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, コントローラのソフトウェアがパケットを直接操作するのではなく, フローテーブル経由での制御となる. しかし, 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り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があるが、従来のネットワーク技術が対象であることや、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と判断した。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こととする。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、このパケットシートのやり取りで、パケットの流れを体験することとした。

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、指示されたフローエントリを手書きで記入する。

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、スイッチ役の学習者への指示が容易になるよう、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. 試行

本提案の有効性を確認するために、長野県工科短期大学の演習にて提案手法の試行を行った。

演習の結果、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、最初にコントローラの制御ソフトの解説をしたことから、スイッチ役の学習者がコントローラの指示なくフローエントリを記入してしまうことや、グループワークとしたため、端末役とスイッチ役が相談しながら処理を進めてしまい、役割分担が不明瞭になってしまう点が見受けられた。

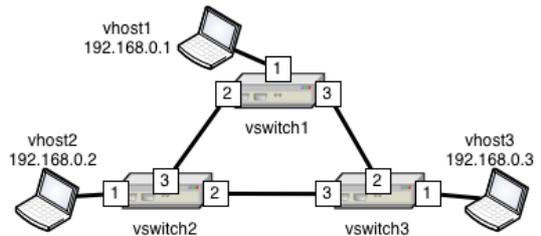


図1 演習対象のネットワーク

ARP 要求		ARP 応答	
送信先MAC : destination mac	ff:ff:ff	送信先MAC : destination mac	
送信元MAC : source mac		送信元MAC : source mac	
送信先 IP : destination ip		送信先 IP : destination ip	
送信元IP : source ip		送信元IP : source ip	
IP 192.168.0. <input type="checkbox"/> を使っているのは？		IP 192.168.0. <input type="checkbox"/> を使っています	

ICMP 要求		ICMP 応答	
送信先MAC : destination mac		送信先MAC : destination mac	
送信元MAC : source mac		送信元MAC : source mac	
送信先 IP : destination ip		送信先 IP : destination ip	
送信元IP : source 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 :	

図3 フローテーブルシート

条件	Priority	Match	Action
message_source_mac : message_destination_mac : in_port :	Switch Ready 100	source_mac_address : destination_mac_address : in_port : 3	Port 1 へ Port 2 へ
message_source_mac : message_destination_mac : in_port :	400	source_mac_address : destination_mac_address : in_port : 3	Drop
message_source_mac : message_destination_mac : in_port :	1 400	source_mac_address : destination_mac_address : in_port : 1	Port 2 へ

図4 コントローラシート

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)

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

A Trial of Integrating Gamification into Learning Management Method Using Gantt Chart

志賀 栄文^{*1}, 渡辺 博芳^{*2}

Hidefumi SHIGA^{*1}, Hiroyoshi WATANABE^{*2}

^{*1}茨城県立高萩清松高等学校

^{*1}Ibaraki Prefectural Takahagi Seisho Comprehensive Upper Secondary School

^{*2}帝京大学理工学部

^{*2}Faculty of Science and Engineering, Teikyo University

Email: siga.hidefumi@mail.ibk.ed.jp

あらまし：これまで総合学科高等学校の選択科目にて、工程表を活用した自主学習の管理を行う授業方法を提案し実践してきた。さらに生徒の意欲向上をねらって、この授業方法にゲーミフィケーションを取り入れる方法を提案する。深田の g-デザインブロックに基づいて検討し、利用している工程表管理ツールに機能拡張を行った。2018 年 7 月までに提案する手法による授業実践を行い、評価を行う予定である。

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

変化の激しい現代を生きるために、新たなことを自ら学習する力が重要である。一方で、総合学科高等学校において、設定した学習達成目標に対して、自ら計画的に学習を継続することの苦手な生徒が少なくない。そこで、このような生徒に継続的な自主学習を促す授業手法について検討を進めてきた。

これまで、生徒が自主学習を行う際、学習予定、実績を確認しながら学習を進めることができるように、工程表を活用した学習管理法を提案し、授業を実践する中で、主体的な学習量の増加、家庭学習の意識づけに一定の効果がみられた[1]。さらに効果を高め、自ら目標へ向かい、自発的な学習の取り組みを目指す。本研究では、工程表を活用した学習管理法へのゲーミフィケーション導入手法を提案する。

ゲーミフィケーションの導入には、クエスト授業[2]があるが、本手法は深田の g-デザインブロック[3]に基づいてゴールを達成するために目標や活動の可視化するアプローチをとる。

2. 工程表による学習管理

2.1 工程表を活用した授業

工程表による学習管理を取り入れた授業を実践してきた。主なポイントは次の 5 つである。

学習管理に工程表の導入

学習活動の記録にワークシートを利用

進捗管理は授業時間を通して実施

演習の中に自主学習を導入

リクエスト講義を受け付け、教え合いを推奨

生徒が主体的に学習できるような進め方を考え、講座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。

2.2 工程表の活用方法

(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ては、遅れの理由を明確にし、これからの見通しを再確認し、目標達成のための動機づけを行う。

2.3 ツールの利用

学習者である生徒が簡単にデータを入力し、自らの学習管理を行うために利用するツールとして、図 1 に示す MS Excel による工程表を利用する。予定日、実施日を入力し、学習計画の進捗を視覚的に確認できるものである。生徒の自主学習管理を支援するため、演習問題数・正解数、理解度も入力し工程表へ各項目を表示する。



図 1 MS Excel による工程表

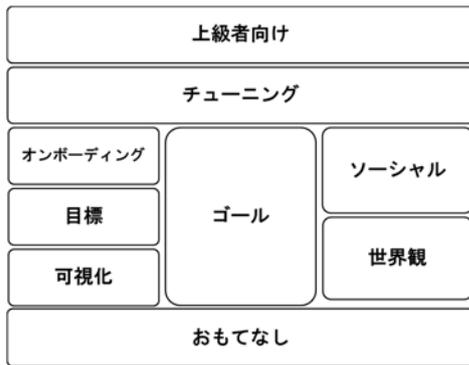


図2 g-デザインブロック[3]



図3 学習日数データ確認画面

3. ゲーミフィケーションの導入

3.1 ゲーミフィケーションとは

ゲーミフィケーションとは、ゲームの要素をゲーム以外の領域で活用していくことを指し、楽しみながら利用者の継続性を維持するノウハウやテクニックや要素を言う[3]。単に、バッジ・ポイントやレベルなどの要素を入れる表面的なことではなく、ゲームの要素が利用目的とつながり、利用することで得たい価値を得られるようにすることが大切である。

3.2 取り入れたゲーミフィケーション要素

本研究では図2に示す深田の「g-デザインブロック」[3]に基づいてゲーミフィケーションの導入を図る。9つのブロックのうち、次の5つのブロックに関して既に我々が提案した学習管理法へゲーミフィケーションの要素の導入を試みる。

「ゴール」: ゴールは、利用者が最終的に得たいと考えている価値を指す。本研究では生徒の学習習慣が身につくことをゴールと設定した。

「可視化」: 可視化では、ゴールの達成に向けた行動に関して数値として表現できるものを選んで記録する。本研究では継続的な学習をゴールとするため、記録可能な学習日数を指標として用いる。

「目標」: 目標は可視化する指標について達成すべき値である。本研究では1週間サイクルで学習管理を行うので、1週間の学習日数を目標として設定する。

「オンボーディング」: オンボーディングは、設定したゲーミフィケーションへ利用者を参加しやすくするための工夫である。本研究では授業の最初に工程表ツールの操作方法や後述するバッジ表示ルールを説明し、学習習慣の必要性をわかりやすく説くことで対応する。

「世界観」: 各自の目標を達成し、仲間といっしょに学習習慣を身に付けようとする世界観を形成する。その方法として、バッジを使う。同じ目標を持った生徒たちが同じ達成感を持つことを目指す。

3.3 ツールの機能拡張

図3にツールの機能を拡張した画面を示す。

学習日数の目標入力機能(1～7日)

1週間ごとの学習日数の目標を設定する。時間割

をもとに、木曜日から水曜日までを1週間とする。変更がなければ以前の目標を継続する。

学習実績確認機能

図3の学習日数データ確認画面を設け、次の機能を実装する。

- (1) 目標(1週間の学習日数)と、学習実績(1週間の学習日数、連続学習日数、累積学習日数)を表示する。
- (2) 次のバッジを表示する。

- a) 目標達成バッジ
- b) 連続学習日数バッジ
- c) 学習日数累計バッジ

- (3) 「前週」をクリックすることで、過去の実績データを表示する。

4. 授業実践

2018年度前期、総合学科高等学校3年生8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要素の導入した工程表管理ツールを使い6月～7月で実施する。

5. おわりに

工程表を活用した学習管理法へのゲーミフィケーションの導入方法を提案した。今後、その手法を適用した授業を実践し、効果を検証していきたい。

謝辞 本研究は科研費(16K01077)の助成を受けたものである。

参考文献

- (1) 志賀栄文, 渡辺博芳: “総合学科高等学校の選択科目における工程表を用いた学習管理の実践と評価”, 情報処理学会研究報告, Vol.2016-CE-133, No.15, pp.1-8 (2016)
- (2) 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)
- (3) 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)

歴史的な地方都市における地域防災のために収集したハザード情報の 住民による検討

Review of Hazard Information Collected for Local Disaster Prevention by Residents in a Historical Local Town

岡崎 泰久, 松尾 将, 三島伸雄
Yasuhisa OKAZAKI, Sho MATSUO, Nobuo MISHIMA
佐賀大学大学院工学系研究科
Graduate School of Science and Engineering, Saga University
Email: okaz@cc.saga-u.ac.jp

あらまし：本研究では、歴史的な地方都市を対象として、我々が開発中の地域ハザードマップ作成支援システムを用いて、住民自身が集めた地域ハザード情報について、その内容の検討を行う。実際にまち歩きで集めた情報の妥当性や網羅性について、地域住民が集まって意見交換を行いながら評価を行うとともに、情報を集約して地域全体で共有していただくための方策について検討を行う。

キーワード：地域防災、ハザード情報、歴史的な地方都市、地域住民

1. はじめに

我々は、江戸時代からの古い町並みが残る歴史的な地方都市を対象にした、地域ハザードマップ作成支援システムの研究・開発を行ってきた(1)。一般的な、大雨による水害や地震を想定したハザードマップは、道路拡幅・改良や河川改修などを目的としたものが多い。しかし、歴史的な地方都市では、町並み保存などの観点からそれらの目的達成は容易でない。加えて、建物の老朽など、通常のハザードマップ作成における基準では浮かび上がらないところに実際の課題があることも多く、そうした課題を住民目線で浮き彫りにする必要がある。これまでに我々は、実際に、地域住民自身に開発したシステムを利用して地区ごとにまち歩きを行っていただき、対象地域のハザード情報を、地区ごとに収集している(2)。

本研究では、こうして集めた地域のハザード情報について、地域住民が集まって意見交換を行うことによって、我々が開発を行っている地域ハザードマップ作成支援システムを使用し、住民目線のハザード情報を集めることができているのか、情報を網羅的に集めることができているか、あるいは、集められた情報の妥当性について、地域住民による相互評価を行うとともに、こうした情報を集約して地域全体で共有して、地域防災に生かすための方策について検討を行う。

2. 地域ハザード情報検討会

2.1 概要

2018年4月19日(木)に、対象地域としている佐賀県鹿島市肥前浜宿の浜公民館において行った。参加者は、地域住民5名、市役所職員1名、佐賀大学関係者3名(教員1名、学生2名)の計9名で、実施時間は午前10時から約2時間であった。地域住民は地域の自主防災活動をされている方々で、市役

所職員は、対象地域である鹿島市の都市建設課所属の職員である。

2.2 実施方法

地域全体をA0サイズ用の紙にマッピングした縮尺1/1250の大判地図(ゼンリン)を用意した。タブレットの画面、あるいは、そのスクリーンへの投影によりデータを確認することは可能だが、数人で情報を共有しながら話し合うためには、全体を見渡ることができ、また、地図への貼付けや書き込みなど情報に対する操作も容易であり、かつ、他の参加者も確認しやすいことから、紙の地図を用いて実施した。

今回の検討会では、これまでに集めた六つの地区の50のハザード情報のうち、危険度が3(最も危険)と2と判断された計23箇所の情報を対象とした。事前に、すべての情報に識別のためのIDを付与し、システム上では吹き出しとして提示される個々のハ

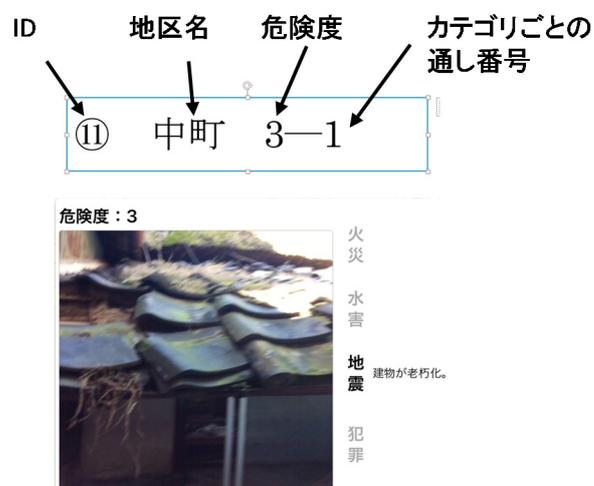


図1 配布した情報シートの例

ザード情報とあわせて A4 一枚の用紙にまとめた情報シートを印刷し、参加者に配布した (図 1)。

また、地図上には、その ID 番号の位置に数字シールを事前に貼り、その場所が分かるようにした。

参加者全員で、一か所ずつ順番に、その位置と写真、および、そのハザード情報を確認し、意見交換を行った。

3. 結果と考察

個別の情報に対して、その危険性を今回の検討会以前から知っていたか、という問いに対する回答結果を図 2 に示す。

約八割のハザード情報が、以前から住民間で知られていたものであることが分かり、地域のハザード情報を住民目線で集めることができたと考えられる。

今回の検討会で初めて知った約二割の情報は、自分とは違う地区の情報で知らなかったものがあつたものであり、これまでの方法では、一部のハザード情報が十分に周知されていないことも分かった。また、すべての情報を検討した後で、もう一度まち歩きをすることによって、新たな危険箇所情報が得られるかという問いに対しては、否定的であった。地区の防災担当者が、自分の担当地区を回って入力しているため、その網羅性は高いと考えられる。

住民が投稿時に判断した危険度 (3 段階、3 が最も危険) について、危険だと思うかという問いに対する回答結果を図 3 に示す。情報投稿時に付与する危険度については、その明確な基準がなく、投稿者の主観に任せており、これまでもその基準を示す意見も聞かれている。危険度 3 と判断された情報の約 84% が、また、危険度 2 と判断された情報の約 66% が危険であると認識されているものの、危険度 3 に対して約 15%、危険度 2 に対して約 33% が、その危険性を認識できないと判断されており、これまでの住民の主観評価による危険度の判断の限界を示すこととなった。

危険度の妥当性という観点では改善が必要であると考えられる一方で、一部の住民が日頃から危険だと感じている箇所の情報が集められ、共有されることには意義がある。住民が危険だと思っていた箇所が、実はすでに対策が取られていて危険性が軽減されていたり、危険性が高いように見えないところでも、過去に災害が起きていた。しかも、そのことがあまり知られていないなどの事例が、今回の検討会で明らかになった。こうしたことから、住民全体でハザード情報の共有を行う段階で、複数の視点で個々のハザード情報の根拠となる事柄の検討を行い、一定の信頼性をもつ情報を提供していく仕組みを作ることが求められると考えられる。

4. まとめと今後の課題

本研究では、江戸時代からの古い町並みが残る歴史的な地方都市を対象として、地域住民自身が実際にまち歩きで集めた情報の妥当性について地域住民と

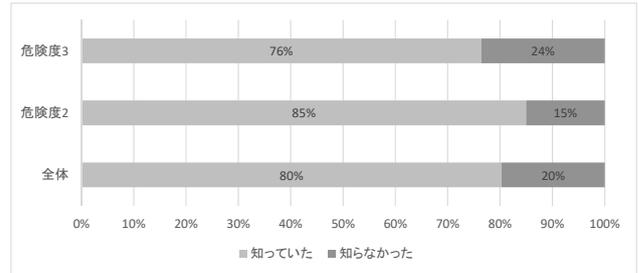


図 2 ハザード情報を以前から知っていたか?

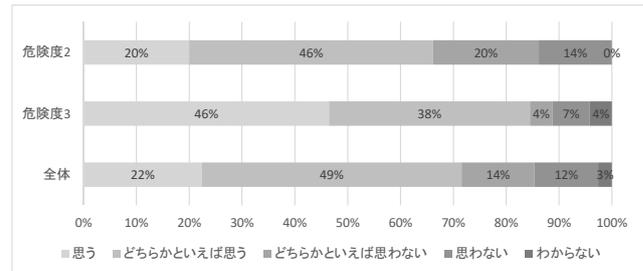


図 3 主観評価に基づく危険度の妥当性

ともに、大判の地図を用いて検討会を行った。

その結果、地区ごとのハザード情報の網羅性は高く、住民目線で地区のハザード情報を集めることができたことが分かった。また、検討会で情報を共有することにより、これまで知らなかった他の地区のハザード情報も新たに知ることができ、地区全体でハザード情報を吟味しながら共有することができた。また、これまでの住民個人の主観評価による危険度については、必ずしも一致した評価は得られず、その限界が示された。

今後は、ハザード情報の信頼性を高めるための仕組みを作り、実際に運用を行うとともに、こうして集めた地域のハザード情報を地域住民に分かりやすく伝え地域全体で共有することにより、災害時に備えた行動につなげていくことが今後の課題である。

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) Yasuhisa Okazaki, Shun Kozaki, Sho Matsuo, Hiroshi Wakuya, Nobuo Mishima, Yukuo Hayashida, Byung-Won Min: "Prototyping of Community-based Hazard Mapping Support System for Traditional Towns with Local Heritage", 25th International Conference on Computers in Education Workshop Proceedings, pp.171 - 179 (2017.12).
- (2) 岡崎泰久, 小崎 駿, 松尾 将, 三島伸雄: "歴史的な地方都市における地域住民による ICT を活用した地域ハザードマップ作成の試み", 情報処理学会第 80 回全国大会講演論文集第 4 分冊 pp.423-424 (2018.3).

ソーシャルメディア利用におけるマナー教育の取り組みについて

About an Action of the Manner Education in the Social media use

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

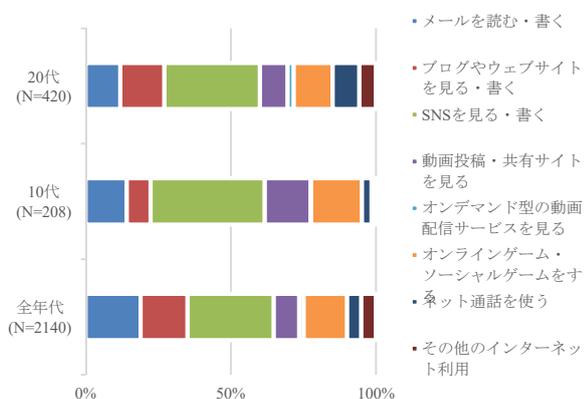
あらまし：モバイル機器を用いたインターネット接続が普通になり、ソーシャルメディア利用の機会も増えている。初等・中等教育でもマナーやモラル教育についてさまざまな取り組みが行われているが、トラブルが後を絶たない。ソーシャルメディアを扱う上で、心理的な影響を排除できない。本稿ではマナー・モラル教育で取り上げるべき事項についてまとめ、安全なソーシャルメディア利用について考察する。

キーワード：ソーシャルメディア、モラル、リテラシー

1. はじめに

スマートフォン保有率が 2016 年には 56.8%に達し、またスマートフォンを支える高速通信回線 (LTE) 契約数も 1 億 219 万契約に上るなど、常時インターネットに接続できる環境がかなり整ってきている。スマートフォンの特徴として、携帯可能なことは当然として、画面が大きく、画像や動画撮影ができ、それらを視聴しやすいことが挙げられる。また、パソコンによるインターネット利用時間がそれほど変化していないのに対し、モバイル機器によるインターネット利用が増加している。しかしながら、自宅でモバイル機器を利用する割合は増加しているが、職場や学校、移動中などそれ以外の割合はそれほど大きな変化は見られない (H29 情報通信白書)。同時に、ソーシャルメディアを利用する割合も増加してきている。ICT 総研の発表によると、2015 年末の日本におけるソーシャルメディア利用者数は 6,500 万人に達し、2018 年には 7,500 万人に達する見込みであると報告されている (2016 年度 SNS 利用動向に関する調査)。世代ごとにみると 20 代では 70%以上がソーシャルメディアを利用している。30 代になると 65%，40 代では 55%，50 代では 40%となる (H28 情報通信白書)。このように、ソーシャルメディアの利用は若者が主流となっている。

図 スマートフォンのネット利用時間 (2016年項目別)



スマートフォンのネット利用時間についても、全年代で「SNS を見る・書く」割合が高く、特に 10 代～20 代では 3 割以上の利用時間を SNS に費やしていることがわかる。

以前の研究で、ソーシャルメディア利用の現状について確認し、情報リテラシー教育の中で情報マナーや情報モラル教育がどのような役割を果たすことができるかについての確認を行なった。現在大学に在籍している学生は、インターネットを使用し、スマートフォンが身近に存在するのが当たり前の世代、所謂「デジタルネイティブ」である。何か分からないことがあっても、インターネット上の検索窓にキーワードを打ち込めば、即座に何らかの回答が得られるようになっている。携帯電話やスマートフォンも高等学校在学中にはすでに手にして、仲間内で連絡を取り合うときには LINE などのソーシャルメディアを用いることが自然になってきている。一方で親や教師側は、情報モラル教育が後手に回っているとも言える。学生達がソーシャルメディアの特性を理解し、安全に活用するには、保護者や教員側の理解が重要であると考えることがわかった。

さまざまな背景を持ち、それぞれ別々の考えを持つ個人がソーシャルメディアを利用している。一方でソーシャルメディアを中心として『世論』が形作られることもある。特定のキーワードをきっかけとして従来のメディアを巻き込んだうねりを巻き起こすこともある。逆にソーシャルメディアに触れることにより、行動に影響を及ぼされることもある。ソーシャルメディアに書かれていることが事実ばかりと限らないため、結果的に誤った情報に踊らされてしまうこともある。近年のフェイクニュース問題などはその一端であるといえよう。

そこで本研究ではソーシャルメディアが仕組みとして抱えている問題点について明らかにする。そしてソーシャルメディアを利用する上で必要となる情報マナーや情報モラル教育の現状確認を行ない、どのような改善が可能かについての検討を行なう。

2. 研究概要

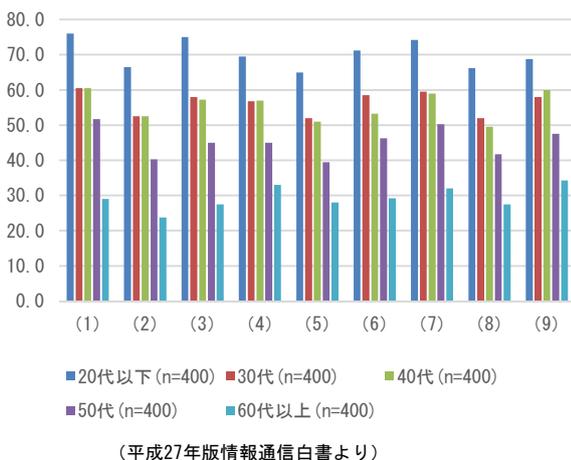
ソーシャルメディアが仕組みとして抱えている問題についての確認は、さまざまな論文や、文献、ニュースなどを中心に調査を行なった。またソーシャルメディアを利用することにより生じたと考えられる事件などを分析し、トラブルを回避するために取るべき手段について検討する。次に公開されているものを中心に、ソーシャルメディア利用にまつわるマナー・モラル教育の現状を、初等・中等・高等教育機関について検証するという方法で行なう。その結果を受けて改善の方策について検討を行った。

始めに、前年実施したのと同じように、本学の短期大学部学生を対象に SNS 利用状況に関するアンケートを実施する。同時に SNS を利用する上で、知っておくべき特性についての確認を行ない、現状の確認を行なった。

表 認知度に関する質問項目

(1)	SNS によっては投稿に位置情報が付くことがある
(2)	SNS によっては、他人がメールアドレスで自分のアカウントを検索できる
(3)	SNS によっては、投稿の公開範囲を設定できる機能がある
(4)	SNS での発言は、匿名で行っていても本人が特定されることがある
(5)	SNS では他人の投稿に自分の名前がタグ付けされると、そこから自分のプロフィール情報等を確認される場合がある
(6)	SNS によっては設定変更しないと、プロフィールに登録した情報等が全てのユーザーに公開される場合がある
(7)	SNS では、過去の発言を遡ることで趣味や嗜好などが知られてしまうことがある
(8)	SNS では、自分の発言を限定公開していても他人に共有（リツイート等）されると公開される場合がある
(9)	SNS で一度発言した内容は、インターネット上から削除されないことがある

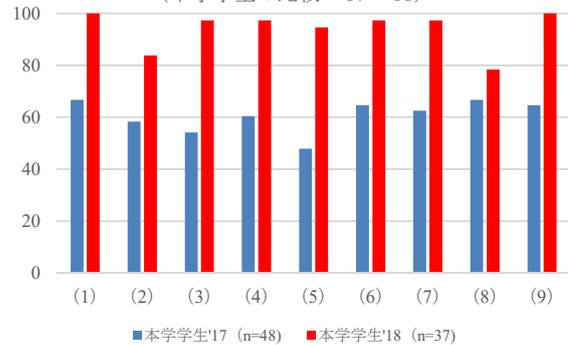
図 留意すべきSNSの特性への認知度（年代別）



SNS を使用する上で必要となる SNS の特性についての基本的な知識については、総務省「社会課題解決のための新たな ICT サービス・技術への人々の意識に関する調査研究」（平成 27 年）での調査項目を参考に質問項目を設定する。参考に同調査結果と、

本学学生の傾向を比較した。アンケート実施時期の違いや対象人数が少くなど直接の比較はできないが、2018 年度入学生は、2017 年度入学生に較べて、SNS の特性に関する知識が高いことが読み取れた。今年度の学生に限ることなのか、リテラシー教育が実を結んだのか、この理由についても考察を加える必要がある。

図 留意すべきSNSの特性への認知度
(本学学生の比較 '17-'18)



3. ソーシャルメディア利用の注意点

認知度が高く、利用者の多いソーシャルメディアとして、Facebook, Twitter, Instagram, LINE などがある。それぞれに特徴があり、ユーザーはそれを理解して使い分けている。しかし近年では「SNS 疲れ」となり、ソーシャルメディアの利用を避けるユーザーも増えつつある。SNS 利用者の 4 割が「SNS 疲れ」を経験したことがあるとする報告もある。その理由として人間関係を挙げるユーザーが多い。比較的閉じた SNS である LINE や Instagram ではあまり見られないが、Twitter などでは互いに攻撃し合う「炎上」が生じることがある。またリアルな人間関係を SNS に持ち込むことを厭う傾向も見られるようになり、実名登録が前提の Facebook では若年層のユーザーが減少傾向にあることも報告されている。

ソーシャルメディアを利用する際に注意したいこととして、人は「自分にとって都合の良いことしか見ない（認知バイアス）」ことと、「集団の中では同調しようとする（リスクシフト）」という傾向があること知っておく必要があるということである。そしてモバイル端末を通して情報を読み取った結果、誤解が生じ、客観的な視点で観察できなくなり、他者との間でトラブルを生じたり、他者に対して攻撃的になったりすることになる。日常対面での対話では回避されるようなことが、ソーシャルメディアを介すると大ごとになりやすいのだ。

人間の特性を踏まえたソーシャルメディア利用におけるマナー教育を行うことがこれからの社会において、ソーシャルメディアを有効に扱うことに繋がると考える。本研究を継続し、情報モラル教育の発展に繋がりたい。

授業の補完としての学内ネットワークシステムの効果

Effect of Supplementary Information Distributed on the 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：最近、特に厚生労働省が管轄する資格に関連する科目などにおいて、授業に出席していた学生のみならず授業を欠席していた学生についても、授業内容の確実な浸透が求められる傾向が強くなってきている。この問題を解決するための基礎的な情報として、学内ネットワークシステムで予習・復習に相当する資料・課題を配信し、どの程度の活用が期待できるのかを確認した。さらに、それが実際の成績に反映されるのかどうかを検討した。

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ると思われる。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⁾。

昨年の本大会で、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について取得した基礎的なデータを報告した。

今回、昨年に議論いただいた内容を踏まえ、本年度の授業では、“授業概要”を予習に用いることができるように事前に配信し、“授業概要”がどのように活用されるのか、また、それが成績にどのように反映されるのかについての基礎的なデータの取得を試みた。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132名に対し3クラスに分かれ、毎火曜日の午前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。CNSで事前に配信した“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で、「授業概要の利用と成績とは一切関係ない」ことを通知し、内容の“確認”の返信を義務と

しなかった。また、“小テスト”は、授業に関連した問題（毎回10問、各10点満点）で、「小テストの得点を成績に反映させる」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。配信は、2017年10月10日（授業2回目）~2018年1月30日（授業14回目）の計13回実施し、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）は3クラス合同で、2月10日に実施した。

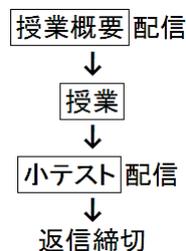


図1 学内ネットワークシステムによる授業概要と小テストの配信

“授業概要”は、クラスや祝祭日などに関係無く、受講者全員に一律に授業1週間前（前週の火曜日）の午後4時に配信し、“小テスト”は同様に授業日（火曜日）の午前8時30分（最初のクラスの授業が始まる直前）に配信した。“授業概要”の内容の確認や“小テスト”の回答の返信期限は、祝祭日などに関係無く配信5日後（日曜日）の23時55分であった（図1）。

今回、データの使用に同意が得られた131名のものに限定して、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、鎌倉女子大学学術研究所助成研究「講義収録・教材コンテンツシステムを利用した授業の実践と教育効果の検証（平成27年度

～平成 29 年度)」に基づき、その基礎データの収集を目的とし、学内の倫理審査による承認を受けている(鎌倫-14021)。

3. 結果と考察

CNS で配信した“授業概要”と“小テスト”について、それぞれ内容「確認」の返信と、「解答」の返信時間を集計した結果を表 1 に示した。受講生のおよそ 3 分の 2 が、特に返信を強要しなかった授業概要の内容の「確認」を返信したのに対し、成績に反映すると通知した小テストの「解答」の返信率は 93%程度と、配信当日も含めて 6 日間の解答期間があったにもかかわらず、100%に近い返信率とはならなかった。

表 1 授業概要「確認」と小テスト「解答」の返信

	返信時間(時)	返信率(%)
授業概要	135.7±84.8	63.2
小テスト	70.6±50.7	92.6

授業概要配信 160 時間後に授業を開始、授業開始 8 時間後に小テストを配信、小テスト配信 128 時間後に返信の締切り。

授業概要の内容「確認」の返信時間について、授業概要は、本来、予習に用いてもらう目的で授業の 1 週間前に配信した(配信 160 時間後に最初のクラスの授業が始まる)ものであったが、返信時間の平均が 135.7 時間と遅すぎるように感じた。そこで、授業概要の内容「確認」の返信時間がどのような分布になっているのか、図 2 にまとめた。

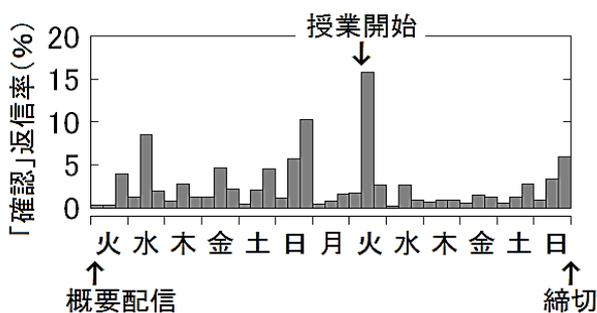


図 2 授業概要「確認」の返信時間の分布
返信時間は 8 時間ごとに集計。図の授業開始は、最初のクラスの開始時間(1 限・8 時 40 分)で、最後のクラスは 3 限・14 時 10 分に終了。

図 2 からわかるように、配信翌日(終日で 11.7%)と日曜日(終日で 17.1%)に返信率が高く、配信の意図どおり、授業概要を予習に用いられているもの

と推察できた。しかし、授業中ではないかと推察される授業開始直後の 8 時間の返信率が 15.8%と最も高かった。この時間はまさに授業時間であり、授業中に授業概要を確認しつつ授業を受けているのではないかと推察された。また、授業終了後にも授業概要の内容「確認」の返信があり(授業翌日以降に 46.5%が返信)、これは小テストを解答する際に授業概要を利用していることが推察された。

これらの授業概要の利用方法の違いが学生の特質によるものかどうか、また定期試験の成績と関係しているかどうかを確認するため、授業概要の内容「確認」の返信状況で学生の分類を試みた。全 13 回配信した授業概要について、内容の「確認」を半数の 7 回以上を授業日の前日までに返信した学生を「予習」グループ、これ以外で 7 回以上「確認」を返信した学生を「活用」グループ、これら以外を「無視」グループとして、それぞれのグループで授業概要の返信回数と定期試験の成績を集計した。結果を表 2 に示した。

表 2 授業概要「確認」返信のグループと定期試験成績

グループ	授業概要 返信回数	定期試験 平均点
予習	51人 12.4±1.2	82.8±7.0
活用	36人 11.2±1.9	81.9±8.6
無視	44人 1.2±1.6	81.9±6.9
全体	131人 8.3±5.3	82.2±7.3

予習：授業の前日までに確認を 7 以上返信、活用：確認を 7 回以上返信したが予習に属さない、無視：確認の返信が 7 回未満。

表 2 に示したように、「予習」グループと「活用」グループが、ほぼ毎回、内容の「確認」を返信するのに比べ、「無視」グループでは、ほとんど返信しないことがわかった。しかし、定期試験の成績では、グループ間に差がないこともわかった。

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).
- 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).

学習成果に基づいた修了認定のために デジタルバッジシステムへ実装されている機能に関する事例調査

Investigation of Functions Implemented in Digital Badge Systems to Certify Learners' Completion Based on Learning Outcomes

天野 慧^{*1}, 喜多 敏博^{*1}, 都竹 茂樹^{*1}, 鈴木 克明^{*1}, 平岡 齊士^{*1}
Kei AMANO^{*1}, Toshihiro KITA^{*1}, Shigeki TSUZUKU^{*1}, Katsuaki SUZUKI^{*1}, Naoshi HIRAOKA^{*1}
^{*1}熊本大学教授システム学研究センター
^{*1}Reserch Center for Instructional Systems, Kumamoto University
Email: keiamano@kumamoto-u.ac.jp

あらまし：デジタルバッジとは、学習成果に基づいて修了認定を行うことができる仕組みであるが、学習活動に対するインセンティブとしてのみ活用されている場合が多く、本来期待されていたデジタルバッジの活用ができていないという現状がある。本研究では、欧米で展開されているデジタルバッジシステムの事例調査を実施し、学習成果に基づいた修了認定を可能とするための機能の実装状況を明らかにした。調査の結果、発行基準の明示、専門家による成果物チェック、専門家によるコメント付与、学習成果物の付随といった機能が、標準的に実装されており、さらにそうした機能を効率的に活用できるようにする工夫が各サービスで実現されていることがわかった。

キーワード：デジタルバッジ、修了認定、習得主義

1. はじめに

近年、教育プログラムの修了を認証する仕組みとしてデジタルバッジの活用へ注目が集まっており、欧米を中心に多くのプロバイダがデジタルバッジを発行するサービスを提供している。デジタルバッジとは、アイコンとしてのバッジに、学習目標や評価基準、学習成果物へのリンク等を付随させ、学習者が何をできるようになったのかを示すことができるスキル習得の証である⁽¹⁾。こうした機能を持つデジタルバッジは、従来型の教育のように、教室で時間を過ごしたただけ、動画教材を閲覧したことだけを根拠に合格認定してしまう実態を改善し、学習者が目標を達成したことを確認した上で、教育プログラムの修了認定を行う、つまり習得主義に基づく教育を実現するツールとして活用できると思われる。しかしながら、いわゆる「バッジ」は、オンラインゲームでの活動に対するインセンティブとして活用されるように、学習目標達成を保証する情報と紐付いていないバッジを発行するシステムが提供される場合も多い。そのため、本来デジタルバッジシステムとして、どのような機能を実装すべきかを提示する必要があると考えられる。

そこで、本研究では、欧米を中心としたデジタルバッジシステム開発の先進事例を対象として、学習成果に基づいた修了認定を可能とする機能として何が実装されているかを調査することとした。

2. 調査方法

2.1 調査対象

調査にあたっては、教育における ICT 活用分野の国際標準化団体である IMS Global が策定した Open Badges v2.0⁽²⁾の認証を受けたサービスを対象とした。

各サービスで実装されている機能を把握するために、各運営会社のホームページでの記述や無料トライアル版を利用した。Open Badges v2.0に認証されたサービス⁽³⁾で、ホームページ上でシステムの機能に関する情報を公開している6つのサービスが調査対象となった(表1)。

2.2 調査の観点

学習成果に基づく修了認定を証拠とともに示すためには、何をどんな基準で、どのように達成したのかについて、専門家がチェックし、理由とともに示すことが有効であると考えられる。そこで事例調査の観点として、以下の4点を採用することにした。

- ①発行基準の明示
- ②専門家による成果物チェック
- ③専門家によるコメント付与
- ④学習成果物の付随

3. 結果

調査の結果を表2に示す。6社中4社のサービスで4つの観点を満たす機能を実装していることがわかった。次に、各観点を特徴的な機能を述べる。

3.1 発行基準の明示

MyMantl では、発行基準を複数登録することができる。教師は、バッジ発行の際に、それぞれの基準が満たされているかについて、オンライン上のチェックボックスをクリックして、チェックリストのように活用する。チェックの際に未達成の項目がある場合には、ユーザーに再提出の要求がなされる。

3.2 専門家による成果物チェック

すべてのシステムで、専門家がユーザーからの申請を確認した上でデジタルバッジを発行する機能が

設けられていた。Credly と Open Badge Academy では、発行作業を効率化させるために、対象者を一覧化した CSV ファイルの一括登録によるバッジ発行機能が搭載されていた。

3.3 専門家によるコメント付与

Credly では、バッジ発行の際に、Testimonial (推薦状) として、ユーザーがなぜ単位取得に値するかを、発行者が記述できる箇所が設けられている。また、発行者がバッジにファイルを添付することも可能となっており、ユーザーの目標達成を発行者が積極的に承認する仕組みが導入されている。

3.4 学習成果物の付随

MyMantl と Credly, Badgr, Open Badge Academy では、リンクの付与だけではなく、書類やビデオ、画像、音声等、多様な様式での成果物の提出を可能としていた。この機能により、ユーザーが自身の学びを表現するための多様な方法を提供できる。

4. 考察とまとめ

欧米を中心としたデジタルバッジシステムの事例を調査したところ、多くのシステムで、専門家による学習成果のチェックに基づく修了認定を可能とする機能が導入されていることがわかった。さらに、それぞれの目標到達度のチェックやバッジ授与を効率化させたり、専門家がユーザーの目標達成を積極的に承認したりする工夫が取り入れられていることがわかった。これらを踏まえると、デジタルバッジシステムでは、学習成果に基づく修了認定を可能とする機能は標準的に実装され、さらにそうした修了認定の作業を効率的に実施する機能を取り入れることが近年の動向であると思われる。

本研究は、単独のデジタルバッジシステムがどのような機能を有するかを調査したが、実際には LMS や e ポートフォリオ等、教育現場で日常的に活用されている ICT と連携して用いられる場合が多いと考えられる。今後は、他のツールと連携するために、どのような機能が実装されているかを調査し、習得主義に基づく教育を実現するためのデジタルバッジシステムの活用へつなげていきたい。

参考文献

- (1) Peck, K. L. :“The Future's So Bright I Gotta Wear Shades” *TechTrends*, Vol59 , No1, pp24-30(2015).
- (2) IMS Global Learning Consortium. :“Open Badges 2.0” <http://www.imsglobal.org/activity/digital-credentials-and-badges> (2018年6月7日閲覧)
- (3) IMS Global Learning Consortium. :“IMS Certified Product Directory” <https://www.imsglobal.org/openbadges-certified-products> (2018年6月7日閲覧)
- (4) Campus Labs. :“MyMantl ” <https://mymantl.com/mymantl> (2018年6月7日閲覧)
- (5) Acclaim. :“Acclaim” <https://www.youracclaim.com/> (2018年6月7日閲覧)
- (6) Credly. :“Credly” <https://credly.com/> (2018年6月7日閲覧)
- (7) Concentric Sky. :“Badgr,” <https://info.badgr.io/> (2018年6月7日閲覧)
- (8) Digitimate. :“Open Badge Academy,” <https://www.openbadgeacademy.com/> (2018年6月7日閲覧)
- (9) iQualify. :“iQualify LMS,” <https://www.iqualify.com/> (2018年6月7日閲覧)

謝辞

本研究は、JSPS 科研費 17K12948 の助成を受けた。

表1 調査対象

システム名	対象	特徴
MyMantl ⁽⁴⁾	すべての学年の学生、企業教育、大学	学校での学びや職務での成果を、それらのエビデンス付きのデジタルバッジを用いて、求人企業へアピールすることができる。バッジ同士の関係を階層的に地図化する機能もある。
Acclaim ⁽⁵⁾	企業教育	IBM やマイクロソフトなどの、IT ベンダーとパートナーを組み、主に技術者資格の認定プログラムで、労働者のスキルを証明するために活用。
Credly ⁽⁶⁾	すべての学年の学生、企業教育、大学	資格認定業者や認定プログラムを構築している専門家コミュニティをパートナーとして、デジタルバッジのプラットフォームを展開している。米国で最も普及している。
Badgr ⁽⁷⁾	中高生、企業教育、大学	バッジを収集し、授与することができるオープンソースのシステム。CANVAS LMS と連携して活用できる。
Open Badge Academy ⁽⁸⁾	中高生、企業教育、大学	主にインフォーマルな学びを認証するためのシステム。コミュニティによって設定されたタスクに対して、ユーザーは証拠とともに、自分の学びを主張。専門家や教師が証拠に基づいて評価し、バッジを評価する。
iQualify LMS ⁽⁹⁾	中高生、企業教育、大学	コースの作成やコンテンツの提供、コースで要求される課題に対する専門家からのフィードバック等の LMS に実装されている機能がシステムに内蔵されている。特に、ユーザー同士で成果物を相互評価できる機能を充実させている。

表2 デジタルバッジシステムの機能比較

システム名	発行基準の明示の有無	専門家による成果物チェックの有無	専門家によるコメント付与の有無	学習成果物の付随の有無
MyMantl	○	○	○	○
Acclaim	○	○	×	×
Credly	○	○	○	○
Badgr	○	○	○	○
Open Badge Academy	○	○	○	○
iQualify LMS	○	○	×	×

精神障がい者との共生社会を目指す映像教材の開発

Development of a Video Teaching Material Aiming for Coexisting Society with Mentally Disabled People

山本 耕司, 池本 有里, 武田道子, 磯谷俊明, 片山友子, 大寺雅子, 平田英治, 久保幸子, 藤代知美
Kohji YAMAMOTO, Yuri IKEMOTO, Michiko TAKEDA, Toshiaki ISOTANI, Tomoko KATAYAMA,
Masako ODERA, Eiji HIRATA, Sachiko KUBO, Tomomi Fujishiro
四国大学
Shikoku University
Email: kyamamoto1121@gmail.com

あらまし：精神障がい、とりわけ統合失調症に悩む患者数は100人に一人いると言われている。この回復期にある人たちとの共生社会を実現するには、まず統合失調症という病気を理解し、統合失調症の人を知ることが重要である。そこで筆者らは、当事者や医師の思いを正しく伝え、共生に寛容となる意識変化に効果のある映像教材を開発したので報告する。

キーワード：精神障がい、統合失調症、映像教材、共生社会

1. はじめに

文部科学省は、障がいの有る・無しに関わらず、誰もが相互に人格と個性を認め合える全員参加型の共生社会の実現が、わが国において最も積極的に取り組むべき重要な課題であると述べている¹⁾。しかしながら、障がいの程度によって、周囲の理解や助けの必要度が異なり、特に精神障がいへの理解は乏しく、敬遠や阻害へと繋がる傾向にある。

厚生労働省の調査から、平成26年度における障がい者数は、身体障がい者393万7千人、知的障がい者74万1千人、精神障がい者392万4千人で²⁾、精神障がい者数の割合が極めて多いことがわかる。

メンタルヘルスを高め、ストレスを柔軟に跳ね返す力が必要であるが、その度合いが過ぎるとうつなどの精神疾患を引き起こす。そのため、適度に発散するための教育が重要な鍵となる。精神障がいの大部分を占める統合失調症患者は全国に67万人いて、およそ100人に1人とされている³⁾。発症原因には脳による機能異常や心理的ストレスなどの相互作用が関係すると考えられ、薬や心理社会的な介入による治療法の普及によって、社会参加をめざしたリハビリテーションも進歩している。早期の適切な治療が多くを回復させるが、どのように社会参加を支援していくかが今後の課題となっている⁴⁾。

筆者らは、精神障がい、とりわけ統合失調症の患者に対する理解を深め、心ない偏見を無くしていくため必要な教育を効果的に実践するため、映像教材の制作を行った。本稿は、その制作上の工夫について整理し、その考え方や効果について考える。

2. 本取組みの経緯

精神障がいに対する理解を深めることは、不要な警戒心を解き、生活や学校、職場において共生社会を実現する第一歩である。新しい薬や治療法の開発が進んだことにより、近年では多くの患者が長期的

回復を期待できるようになっている。ストレスが原因で発症する説が有力であるが、それが故に誰でも発症する可能性があり、適正に関わりあう方法を見つけることは意義深いと考えられる。

近年、スポーツが症状を緩和し、中には社会生活できるまでに回復した事例もあり、そのような体験談を紹介することは、病気を理解する上で重要となる。より分かりやすく、より能動的に理解を促すには、コンパクトに情報を整理して伝える必要があり、そのためには視聴覚に訴えることのできる映像が奏功する。

筆者らは、学生や地域住民に精神障がい者への理解を深めてもらうため、統合失調症について解説し、当事者へのインタビュー、スポーツを活かした取り組み等を紹介する映像教材を制作した。

3. 本取組みの実践

精神障がいへの理解を深めるための普及啓発プログラム開発をテーマとして、精神看護学、精神医学、公衆衛生看護学、医療福祉情報学などの専門家9名がDVD制作委員会を組織し、映像の構成を複数にわたって検討した。その結果、①統合失調症の解説、②当事者による講話、③スポーツの効果を解説する講演、④フットサルによる交流事例、⑤共生社会の実現に向けて、という構成とすることを決定した。

① 統合失調症の解説

統合失調症について、「脳のさまざまな働きをまとめることが難しくなる病気です」というタイトルの



図1 統合失調症を説明するフリップ

下に簡単な説明を加え、幻覚、妄想をフリップで示して説明。次に発症の原因、患者数の実態、「気長に病気とつきあっていくことが大切です」というタイトル下に、症状と対処法を簡潔に説明した。

② 当事者による講話

本人の同意が得られた、精神状態の安定している障がい者に、同意撤回の可能性を考慮して3名に依頼することとした。A氏は対面でのインタビューができた。顔出しOKとのことだったが、後で気が変わったときには、正面から手元、側面から手振りをクローズアップできるようにし、同時に背後から後ろ姿を撮影した。音声はガンマイクで収録した。B氏は当事者が書いた手書きの文面を撮しながら自身が読み上げる形となった。また、C氏からはワープロ打ちした手紙文が届いたことから、冒頭のみをナレーションで読み、その後は要旨を解説する形とした。

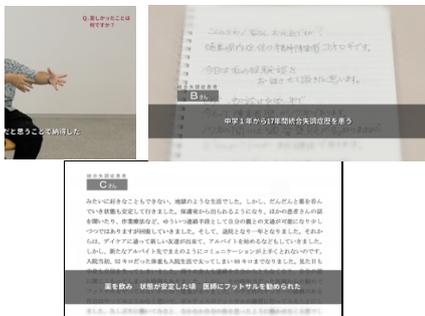


図2 当事者による講話

(A氏は顔出しを了承し、映像には出ているが、本誌上では敢えて半画面のみを掲載した)

③ スポーツの効果を解説する講演会

フットサルを通じて精神障がい者と交流を図り、複数の患者を社会復帰させた経験を持つ精神科病院の岡村医師に、学生向けの講演を依頼した。収録した90分に及ぶ講演から、主旨に沿うシーンを抜粋し、映像が伝えたい柱となる事例や意味の解説を組み入



図3 スポーツの効用を説明する講演

れた。講演では、感情が表に出ない人が、フットサルでシュートが入ると笑顔が出てくるといった症状の改善が見られるなど、具体的事例で視聴者の共感を得られるようにした。

④ フットサルによる交流事例

精神障がい者が学生と笑顔でフットサルを行う姿を収録し、継続、希望、やりがいなどのキーワードで印象付けた。そして、挫折があるから希望を持ち、希望を持つため物語を作る。仲間がいれば真似をすればよく、負ければ勝つための物語を作ればよいというフレーズを聞きながら、フットサルに懸命になる様子を表現した。



図4 フットサルによる交流の様子

⑤ 共生社会の実現に向けて

視聴者に対し、自分の周りに精神障がい者がいたら、その人ができることを一緒に見つけてあげてくださいと伝え、仲間と出会い、希望が湧き上がることをイメージできるように、未来に向けたシュートを放つというエンディングとした。

4. 本取組みの成果

筆者らは、大学生219名に対して、本映像の視聴前と視聴後でアンケート調査を実施したところ、視聴後には精神障がい者に対する好意的態度が増す結果を得た⁵⁾⁶⁾。このことから、本映像は、精神障がい者に対する理解の向上に、一定の効果があったと考えられる。

参考文献

- (1) 文部科学省 HP、「共生社会の形成に向けて」、http://www.mext.go.jp/b_menu/shingi/chukyo/chukyo3/siryu/attach/1325884.htm, accessed May, 2018.
- (2) 内閣府 HP、「障害者の状況(基本的統計より)」、http://www8.cao.go.jp/shougai/white_paper/h28haku sho/zenbun/siryu_02.html, accessed May, 2018.
- (3) 公益社団法人日本精神神経学会 HP、学会活動、テーマ1「統合失調症とは何か」、https://www.jspn.or.jp/modules/activity/index.php?content_id=79, accessed Jun. 2018.
- (4) 林谷啓美 他、「精神障がい者が地域で生活していくための支援活動に関する課題と展望」、園田学園女子大学論文集, Vol.48, PP95-103, Jan. 2014.
- (5) 久保幸子他、「総合大学の大学生への精神障害の普及啓発DVDの効果(第一報)～全学部を対象とした～」、日本看護学会-精神看護- (Jul.2018)
- (6) 藤代知美他、「総合大学の大学生への精神障害の普及啓発DVDの効果(第二報)～看護学部を対象とした～」、日本看護学会-精神看護-、(Jul.2018).

e ラーニングに用いる映像教材制作と学習効果に関する一考察

A Study about the Production of Video Teaching Materials for e-Learning and the Learning Effect

中村 宏^{*1}, 長谷 海平^{*2}, 森 佳奈枝^{*1}

Hiroshi NAKAMURA^{*1}, Kaihei HASE^{*2}, 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

^{*2} 京都大学 高等教育研究開発推進センター

^{*2} Center for the Promotion of Excellence in Higher Education, Kyoto University

Email: nakamura.hiroshi@internet.ac.jp

あらまし：近年、情報インフラ関連の環境整備を受け高等教育における ICT を用いた教育システムの需要と供給は非常に高まっている。特に MOOC や SPOC といったマルチメディア教材やテストをオンラインコースに有し、修了認定まで行う教育システムの利活用の高まりはめざましいものがある。本稿ではオンライン教育システムにおける映像教材に着目し、これまでの「教材の提供」としての映像教材と「教育そのものの提供」としたときとの映像教材の役割の違いを論じ、学習効果と教材制作における課題について考察する。

キーワード：映像教材, e ラーニング, MOOC, EdTech, Instructional Design

1. はじめに

近年の ICT 環境整備を受け高等教育における ICT の利活用, 特に MOOC や SPOC の需要と供給は年々増している。しかし『高等教育機関等における ICT の利活用に関する調査研究』では、教育環境における ICT の利活用の現状は、先進諸国と比較し、我が国に高等教育における ICT の教育的な利活用が抜本的に遅れていると指摘されている(1)。本稿ではオンライン教育システムにおける映像教材に着目し、その役割と教材制作における課題について考察する。

2. 映像教材の需要と役割の変遷

教材としての動画コンテンツ利用は IT インフラの整備に伴い急増している。日本における映像教材として、テレビによる学校放送は 1953 年のテレビ放送開始と同時に開始された。映像教材は知識の伝達において「わかりやすく学習効果が高い」教材とされていた。古くから社会構成主義的学習観に基づく「共に育つ学習」(2)について考えられてきたが、ICT の確立した近代においては、LMS 等の機能との複合で、学習の双方向性を有した e ラーニングにより自律学習の実現が可能となった。またオンライン教育においては、教場での講義になり替わる役割を担うこととなり、その位置づけはマルチメディア教材から、マルチセンスの教育へと変遷していったともいえる。

3. MOOC と SPOC

MOOC (Massive Open Online Courses : 大規模公開オンラインコース) は、web 環境を基にした教育プラットフォームである(3)。MOOC には多数のプロバイダが存在し、いずれも無償で誰でも、開講中な

らば時間を問わずいつでも ICT 環境を利用して、主に高等教育レベルの内容を受講できる特徴を持つ。対して SPOC (Small Private Online Course : 小規模非公開オンラインコース) は、大学や企業内といった限られた利用を対象としており、MOOC の対義語のように用いられるが、仕組自体は同じであり、現最近では MOOC と SPOC を組み合わせた例もある(4)。

MOOC を SPOC として用いる学習コースの中には、対面授業と複合的に扱うことで教育効果を高めるブレンデッド・ラーニングの要素として活用されているものもあり、反転授業や学習改善の機会としても用いられている (以下 MOOC に記述を統一)。

ICT の教育的な利活用のひとつとして MOOC を有効に用いるにあたり、その制作手法など学習コース提供までの研究が利活用の促進にとっては重要である。しかし現状では LIYANAGUNAWARDENA らが述べるようにその研究は盛んではなく、取り組まれ始めたばかりの段階である(5)。

SAROHINI は MOOC の制作手法に関する研究が進みづらい理由として、高度化した現代的な ICT の教育における利活用や実践に求められる「インストラクショナルデザインに必要な基本的な知識や能力は明確にはなっていない」と指摘している(6)。

4. MOOC における教材制作の現状

LIYANAGUNAWARDENA らや SAROHINI の指摘からでは MOOC に関するデザイン手法が確立されておらず、学習コースの制作は停滞・混迷しているようにも読み取れる。しかし、実際には 2017 年の段階で、MOOC は世界中で 1 万コース近く公開されている(7)。つまり基本的な知識や能力が明確ではないにもかかわらず、MOOC は制作されているといえる。

4.1 フォーマットの利便性と弊害

多くの MOOC プロバイダでは参加校が学習コースを作成するための web コンテンツを構築するフォーマットを用意している。フォーマットは自由度が高いが、デフォルトのものに学習内容を入れ込むだけで学習コースとして完成することもできる。そのため、web コンテンツ制作についての知識や技術を備えていない教授者でも、ある程度の完成度を持った MOOC コースを容易に作成可能である。

しかし、利便性とは別の方向から捉えればこのフォーマットは、学習コースの基本的な要因についてデザインし、その能力を獲得する機会を、多くの実践者から奪っているともみなせる。MOOC の利活用を推進するためのフォーマットだが、それに依存し MOOC を制作することで、ICT の教育に必要な「知識や能力」の在り方を覆い隠していると考えられる。

4.2 動画表現のテンプレート化

フォーマットの利便性の高さによりコンテンツのデザインがテンプレート化する状況は、MOOC の根幹を構成する動画に関しても同様に見られる。動画表現のあり方を調査した結果(8)では、Talking head スタイル、つまり教授者の上半身を映し出し授業スライドなどを背景に講義を行なうスタイルが一般的で、74%を占めていた。東京通信大学の映像教材コンテンツにおいても Talking head スタイルは、1 年次 1 学期 45 科目 8 回授業、全 1140 の映像教材のうち 94.1% を占めた。この結果は、本来定型を取る必要のない動画の表現スタイルが、撮影の行いやすさ等の理由で Talking head スタイルを事実上 MOOC 用動画のテンプレートデザインとしていると言え、それにより ICT の教育に必要な「知識や能力」を覆い隠していると推察できる。



図 1 Talking head スタイルの一例

コンテンツのデザインをテンプレート化することは、MOOC 制作に関する専門知識の乏しい状態にある人材であっても、ある程度の整った学習コースを作成することを可能にする。その結果、多数のコースが MOOC として提供されており、テンプレートは ICT を利活用や教育環境の拡充と促進に寄与している。一方で、動画表現の示す状況からもわかるように、テンプレート化したデザインはコンテンツの制作方法やあり方を固定化し、発展を阻害している。

MOOC のコンテンツ制作は、効率性を重視しテンプレート化したデザイン用いているが、本来教材制

作は学習の効率性に重きを置くべきであり、学習コンテンツによって、フォームやテンプレートを適切かつ柔軟に適用すべきと考える。テンプレートはそれ自身の価値を持っているが、そこへの依存から脱却し、それを発展させていく、つまりコンテンツを内容に合わせて展開しデザインしていく能力を育成する必要がある(9)。教育者が学習効率を考慮し、テンプレート化したデザインを応用的に活用できるようになることこそ、ICT の教育的な利活用に含まれる「知識や能力」の獲得である。

5. 課題

ICT の教育的な利活用に、短期的には制作の効率性、つまり撮影の行ないやすさを優先した動画制作が有効である。しかし長期的には動画などコンテンツのあり方における学習効果の差異を検討と、そこに裏付けされたデザイン能力の育成が必要であり、能力育成の方法を明らかにしていくことが課題と考える。

参考文献

- (1) 京都大学: “高等教育機関等における ICT の利活用に関する調査研究”, http://www.mext.go.jp/a_menu/koutou/itaku/1347642.htm, p1 (2013)
- (2) 日本放送教育協会: “放送利用の多様化とは何か: 放送利用の多様化の問題点(下)”, 放送教育 8月号(1975)
- (3) VOSS, Brian D. *Massive open online courses (MOOCs): A primer for university and college board members.* AGB Association of Governing Boards of Universities and Colleges, p3 (2003)
- (4) 重田 勝介: “MOOC+SPOC による大学教育改革 -北海道大学オープンエデュケーションセンターの取り組みから-, 富士通フォーラム 産学連携による日本発 MOOC が拓く学びの新展開 ~MOOC がもたらす, 企業・社会にとっての可能性とは~ (2014)
- (5) LIYANAGUNAWARDENA, T. R., ADAMS, A. A., and WILLIAMS, S. A. “MOOCs: A systematic study of the published literature 2008-2012”, *The International Review of Research in Open and Distributed Learning*, 14(3), pp.202-227, (2013)
- (6) SAROHINI CHAHAL: “Instructional design skills, methods, and knowledge in the era of MOOCs: A research proposal,” *Proceedings of the Third Annual Learning with MOOCs Conference*, pp.19-20, (2016)
- (7) Dhawal Shah.: “By The Numbers: MOOCs in 2017”, <https://www.class-central.com/report/mooc-stats-2017/>, (2018)
- (8) Reutemann, Jeanine, Khalil M., Ebner M., Kopp M., Lorenz A., Kalz M. Graz: “Differences and Commonalities- A comparative report of video styles and course descriptions on edX, Coursera, Futurelearn and Iversity” *Proceedings of the EUROPEAN STAKEHOLDER SUMMIT on experiences and best practices in and around MOOCs*, eds., pp.383-392, (2016)
- (9) 長谷海平・中村宏, 「コンテンツとしての MOOC デザインの現状と課題の考察」, 日本デザイン学会 第 65 回研究発表大会, PB-10 (2018)

学習者同士が教え学び合う過程における両者の脳活動の特徴 —大学生を対象としたタングラム課題実験を通して—

The characteristic of both brain activity in the process that learners cooperate/ The tangram puzzle experiment in university students

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：本稿の目的は、学習者同士の教え学び合う活動に着目し、教える側と学ぶ側の役割交替における脳活動の特徴を解明することである。「教える側」と「学習する側」を、交互に入れ替わるという「タングラム課題」を開発し、大学生の被験者6組（計12名）に対して、脳活動の同時計測を実施した。その後、実験場面の動画を視聴させ、各時間帯における両者のやり取りが課題解決にどのように影響したのかを明確化し、脳活動を分析した。

キーワード：図形課題、脳活動計測、教え学び合う

1. はじめに

脳科学の教育学への応用は、学校現場での実際の学習場面に近い環境での脳活動計測実験の段階に入りつつある。今後は、実験室レベルから、学校現場の教室レベルに、また、単独被験者による統制された実験環境・実験タスクから、複数被験者による自由度が確保された実験環境・実験タスクへとシフトしていくことが期待される⁽¹⁾。

本研究の目的は、実際の授業場で理論的・経験的に活用されてきた、学習者同士の「教えー学び合い」過程に着目し、教える側と学ぶ側の役割交替による教育効果を、脳生理学的に解明することである。役割交替の教育効果を、行動観察やインタビュー等に加え、生理学的視点からそのメカニズムを分析し、より効果的な役割交替のあり方や、学習者が教えるという行為の教育的意義、教師の適切な学習者間への関与の仕方について検討する。

本稿では、教える側と学ぶ者側の双方に着目し、「教えー学び合い」過程における脳活動の特徴を明らかにすることを目的とした。すなわち、同一被験者が、一つの問題解決過程の中で「教える側」と「学ぶ側」の異なる役割を担った際に、どのような脳活動の特徴が生じるかについて検討した。

2. 方法

2.1 実験概要

視線移動計測実験の概要は、以下のとおりである。
 実験期間：2018年4月～5月
 実験場所：京都教育大学実験室
 被験者：大学生6組12名（平均年齢21.1歳）
 計測方法：近赤外線による脳活動計測装置 OEG-16（スペクトラテック社製）を用いて、2名ずつ

計測した。

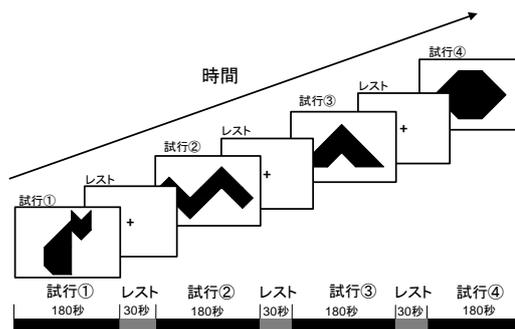


図1 タングラム実験課題

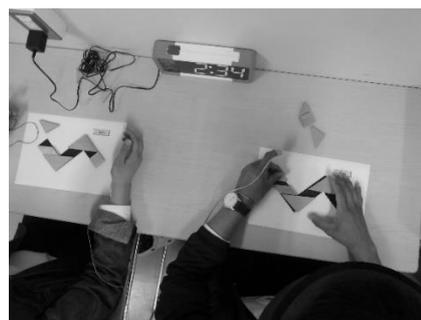


図2 右：課題解決者，左：課題観察者

2.2 実験課題・環境設定

実験課題は、7つのピースを全て用いて指定された形を構成するタングラム課題4試行を設定した（図1）。実験は2名1組で実施し、「教える側（課題解決者）」と「学習する側（課題観察者）」を、一定の時間（15秒間毎）で交互に入れ替わるという条件のもと実施した。タングラムを双方の被験者（A, B）に1セットずつ用意し、最初15秒間被験者A（課

題解決者) が課題に取り組み, その間, 被験者 B (課題観察者) はその様子を観察した. その後 15 秒間被験者 B が課題に取り組み, 被験者 A はその様子を観察した (図 2). これを交互に繰り返し, 制限時間を 180 秒間とした.

3. 結果

3.1 行動観察データ

正答率, 所要時間, 標準偏差について計測, 分析を行った (表 1). 正答率では, 試行②が最も高く, 試行①が最も低い結果となった. 平均所要時間は, 180 秒間で完成しなかった場合は 180 秒間とし, 180 秒間以内で完成した場合は実時間を用いて算出した. その結果, 試行②が最も短く, 試行①が最も長い結果となった. 標準偏差は, 試行①, 試行②が小さく, 試行③, 試行④が大きい結果となった.

試行①は最初の問題であったため, 15 秒おきに役割が変わることへの戸惑いなども影響して, 正答率が低く, 所要時間が長かったのではないかと考えられる.

表 1 正答率, 平均所要時間, 標準偏差

	試行①	試行②	試行③	試行④
正答率(%)	50	100	67	83
平均所要時間(秒)	154.2	68.7	132.7	107.8
標準偏差	35.8	34.8	56.9	59.7

3.2 脳活動計測データ

各被験者とも計測部位は前頭前野の 16 カ所として, 各実験課題時の oxyHb と deoxyHb を計測した. 図 3 が 16 カ所のデータであり, 本分析では, 最もノイズが少なく安定的にデータ取得ができ, 左右対称な位置の比較の議論も可能である, ch7 (右前額部) と ch10 (左前額部) に着目して分析を行った.

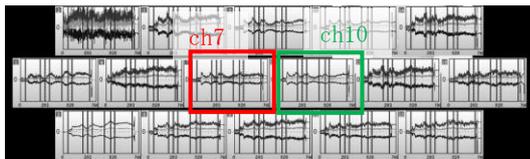


図 3 前頭前野 16 カ所の脳活動データ

図 4 は, 試行③における被験者 A と被験者 B の ch7 と ch10 の oxyHb の時系列データである. 赤色線とピンク色線が被験者 A のそれぞれ ch7 と ch10 の部位のデータ, 緑色線と薄緑色線が被験者 B のそれぞれ ch7 と ch10 の部位のデータである. 図の上部に A, B, A, B, ... と付しているのが, その時間帯に課題解決を行っている被験者である. この試行では, 171 秒で正答に至った.

脳活動データより, 被験者 A, B ともに, 総じて課題解決時の方は, oxyHb が上昇傾向にあり, 課題観察時の方が下降, もしくは均衡傾向にあることがわかる. すなわち, 被験者間を同一時間帯で比較すると, oxyHb は逆の向きに変化していることとなる. 試行全体としては, 試行の初期の上下変動を除くと,

時間が経つにつれ緩やかに上昇してする傾向にある.

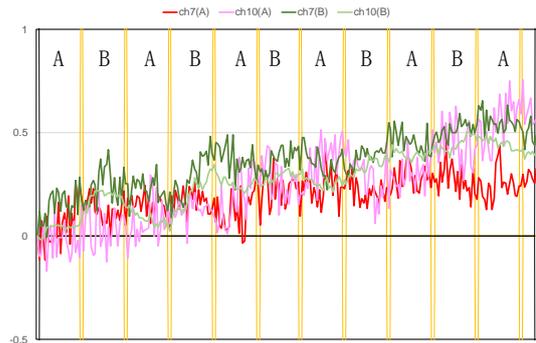


図 4 試行③の被験者 A, 被験者 B のデータ

図 5 は, 試行③における被験者 A と被験者 B の ch7 と ch10 の oxyHb の時系列データである. この試行では, 68 秒で正答に至った. 脳活動データより, 被験者 A, B ともに, 総じて課題解決時と, 課題観察時の差異があまりなく, 均衡状態が続いていることがわかる. 試行全体としても, 時間経過による上下変動はあまり見られない.

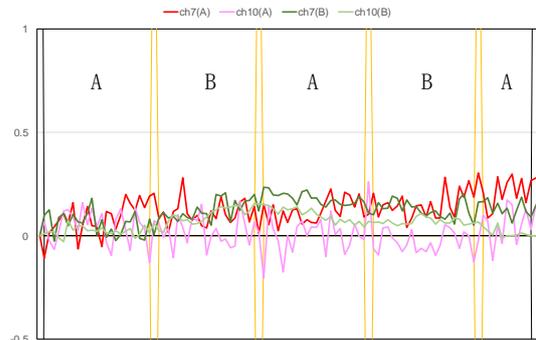


図 5 試行②の被験者 A, 被験者 B のデータ

4. 結語

同一の被験者が, 「教える側 (課題解決者)」と「学習する側 (課題観察者)」を交互に交替することにより, 脳活動に変化が見られた. 具体的には, 「学習する側 (課題観察者)」よりも, 「教える側 (課題解決者)」の時間帯の方が, より脳が賦活(oxyHb が増加)する傾向にあることが明らかになった. 一方で, 「学習する側 (課題観察者)」の時間帯では, 脳活動が下降, 均衡になるということが明らかになった. 両者の役割を効果的に転換することで, 一人の学習者が, 様々な生理学的体内の状況を作り出すことができ, そのことが, 学習に好影響をもたらすのではないかと予想される.

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 (2013)

付記

本研究は, 科学研究費補助金基盤研究(B) (15H03499, 代表: 黒田恭史), および若手研究(A) (17H04793, 代表: 岡本尚子) の支援を受けている.

脳波の過渡的応答によるスキーマ獲得状態抽出の可能性

The Possibility to Extract State of Schema Acquisition
by Transient Response of Electroencephalogram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*¹Osaka Electro Communication University, Faculty of Informatics*²プール学院大学 短期大学部*²Poole Gakuin Collage

Email: ueno@osakac.ac.jp

あらまし：人間の身体動作は、円滑な身体動作をおこなうために「スキーマ」と呼ばれる一種の回路が作られ、それが機能している考えることができる。身体動作を伴うスキーマの実体がスキーマであるとすると、人間の行動とスキーマの活動の関係性を捉えることができれば、スキーマの修得状態をより精密に捉えることができる可能性がある。事象関連電位などの脳波の過渡的な応答を分析すれば、スキーマの活動を抽出できる可能性がある。

キーワード：事象関連電位、スキーマ、スキル学習

1. 序

人間の活動には身体動作が不可欠であるが、個別の手の動き、指の関節一つ一つの動きを思考せずに動かすことができるのは、円滑に指令を出す「回路」が脳に作られていると考えることができる。このような回路は「スキーマ」と呼ばれる。スキーマは階層的に構成されており、人間の活動における認知・行動の多くの部分を円滑に機能させる役割を担っていると考えることができる。

脳にどのような「スキーマ」が獲得されているか、など、精密な情報を得ることができれば、身体動作を伴うスキーマの習得においては非常に有益な情報となりうる。また、スキーマがどのような過程を経て、形成されるかについても多くの情報を得ることができる可能性がある。しかし、スキーマは脳内に形成される回路であると考えられるため、非侵襲な方法で観察することは非常に困難である。一方で、脳波がある外部状況の変化（事象）に対して過渡的な応答を調べる「事象関連電位」などを用いれば、スキーマの活動を捉えることができる可能性が高いと考えられる。

2. スキーマモデル

認知や身体運動のスキーマの実体が何であるかを考えると、脳の神経ネットワークが作る一定の機能を果たす回路であると考えられる。このような抽象的な機能単位である「スキーマ」が脳内に形成されているという仮説は哲学的な文脈でも古くから検討されてきたが、Schmidt や M.A.Arbib により、特に脳神経回路網が作り出す具体的な機能単位としてのスキーマの研究が進められてきた。

これらの「スキーマ理論」では、ある一定の行動

やパターン認識などにおける習熟においては、脳内に「スキーマ」と呼ばれる回路のようなものが形成されると考える。行動の意図に応じて特定のスキーマが活性化された状態となり、活性化されたスキーマがトリガーされることで実際のアクションが実行される。さらに人間や動物の連続した複合的な行動においては、このようなスキーマが階層化されることで、適当なタイミングで適当な行動に対応したスキーマがトリガーされると考えられる。このように様々な人間や動物などの行動をスキーマとして捉えることで習熟した行動については、ほとんどそれを意識せずに正確に実行できるという「自動性」を説明できる。

3. 脳波計測について

脳は、数百億ともいわれる神経細胞が構成するネットワークが電気化学的インパルスやりとりをおこなうことで情報処理をおこなうとされている。「脳波」はこのような神経細胞集団の活動の片鱗を頭皮上に設置した電極により検出するというものであり、数十 μ V の微弱な信号が得られる。標準的な電極配置としては国際 10-20 法があり、21 個の電極が用いられる。一般的によく知られる脳波の利用方法としては、その信号の周波数成分を分析するというもので、脳の活動状況や覚醒状況が分類できるとされる。

周波数成分以外の脳波の分析方法として、知られるものに「事象関連電位」(ERP : Event Related Potential) がある。事象関連電位は、知覚的な刺激に対して、過渡的に脳波がどのように振れるかという応答を分析するものである。一般的には刺激に対して脳波がどのように振れるかを多数回 (100 回以上) 記録計測し、その加算平均を取ることで、

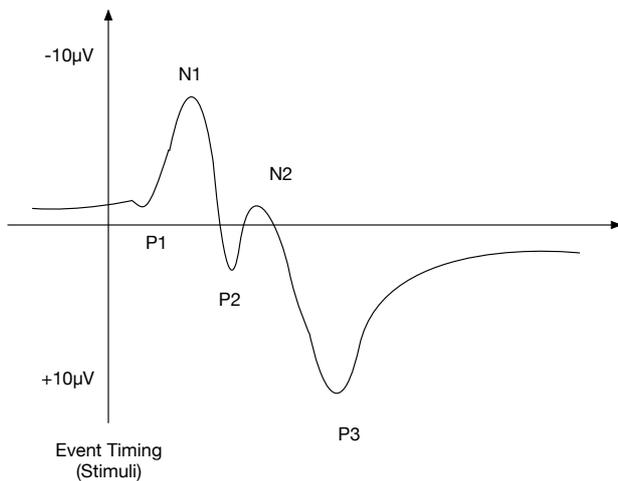


図 1 事象関連電位

ノイズとなる背景脳波を取り除き、事象と一定の時間関係を持った信号を抽出し、その事象関連電位を同定する「加算平均法」が用いられる。

このような ERP を用いることで、脳波のイベントに対する応答を精密に観察できる、電位や潜時として計測可能な量により、客観的に扱うことができる、一般の認知実験と異なり、認知過程を変えずに実験を実施して脳の応答から調べることができる、リアルタイムに計測することができる、意識に上らない閾下刺激に対しても計測が可能である、などの利点が知られている。既によく研究されている ERP としては、P300 などが知られる。P300 は、内因性の応答として知られ、刺激に対する比較、評価、判断、選択的注意などに関与しているとされる。

一方で ERP は基本的に人間に与えられる刺激などを起点として、その後脳波がどのように変動するかを調べるものであるが、我々が調べようとする脳波変動は、身体行動に先立つスキーマの発火などに対応する脳波変動であるので、起点を行動が実行された時点に置かなければならない。そういう意味では、従来、ERP として研究されてきたものとは異質なものになるので、行動に対する脳波変動という意味で ARP (Action-Related Potential) と呼ぶこととしたい。起点が異なるため、ARP には、ERP として分析されていた応答も含まれることになると考えられる。

4. スキーマと脳波過渡的応答における仮説

現時点で、我々が考えるスキーマと ERP/ARP による脳波の過渡的応答に関わる仮説として、以下の 5 点を考えている。

- (1) スキーマの有無の差はスキーマの有無に連動している。
- (2) スキーマが構築されていない状況では、個々の身体動作において、高次の判断をおこなう必要がある。
- (3) スキーマが構築されると、個々の動作におけ

る高次の判断は不要となる。

- (4) 人間の高次の判断は、脳波の過渡的応答 (ERP/ARP) から、推察することができる。
- (5) 脳波の過渡的応答 (ERP/ARP) から、スキーマが構築されていないかどうかを推察することができる。

5. 結論

本稿では、人間が持つ「スキル」について、脳波の過渡的応答である ERP/ARP を通じて、客観的にその有無を調べることができる可能性について論じ、その仮説について述べた。

「スキル」の有無だけであれば、もちろん、パフォーマンスによっても推定することができるが、脳波の過渡的応答である ERP/ARP を用いることでスキーマの構成要素であるスキーマたちの状態や、スキーマ形成の前段階に迫ることができる可能性がある。スキーマの獲得において、より精度を高めた制御や練習方法をとることができる可能性がある。

今後、これらを元に幾つかの予備実験を経て、実験計画を作っていきたい。対象とするスキルとしては、実験などのしやすさから、タッチタイピングなどのスキルが有望であると考えている。

また、本研究は一種の BMI (Brain Machine Interface) の研究として捉えることも可能である。スキル獲得の要素を考慮することができれば、BMI としても興味深い。

参考文献

- (1) Schmidt, R. A. (1975). A schema theory of discrete motor skill learning. *Psychological Review*, 82(4), 225-260.
- (2) Arbib, M.A. *The Metaphorical Brain 2: Neural Networks and Beyond 2nd*, John Wiley & Sons, Inc. New York, NY, USA ©1989 (ニューラルネットと脳理論, サイエンス社, 1992)
- (3) 産業技術総合研究所 人間福祉医工学研究部門編, 人間計測ハンドブック「2.2 事象関連電位」, 朝倉書店, 2013
- (4) 植野, 和田, 高見, ゲーム・対話タスクの負荷による脳波成分の変動, *ゲーム学会合同研究会研究報告*, Vol.15, No.1, p.19-22, (2017)
- (5) Masayuki UENO, Shinjiro WADA, Tomoyuki TAKAMI, The EEG analysis for interactive tasks, *Proc. of 2017 IEEE 6th Global Conference on Consumer Electronics (GCCE)*, DOI: 10.1109/GCCE.2017.8229326
- (6) 植野, 和田, 高見, 対話タスクにおける脳波の分析, *教育システム情報学会第 42 回全国大会予稿集*, p.13-14, (2017)
- (7) 植野, 和田, 高見, 事象関連電位によるスキル獲得状態抽出のための実験計画, *ゲーム学会・ゲームと教育研究部会研究報告*, Vol.16, No.1, p.12-15, (2018)

MAI 仮訳版による大学初年次学生のメタ認知測定の試み

Assessment of Metacognition in First-Year University Students Using a Provisional Japanese Version of the MAI

丹羽 量久^{*1}, 山地 弘起^{*2}, Peter Bernick^{*1}
 Kazuhisa NIWA^{*1}, Hiroki YAMAJI^{*2}, Peter BERNICK^{*1}
^{*1}長崎大学
^{*1}Nagasaki University
^{*2}大学入試センター
^{*2}National Center for University Entrance Examinations
 Email: k-niwa@nagasaki-u.ac.jp

あらまし: 情報基礎科目を履修する初年次学生を対象として、質問紙形式によるメタ認知の測定を試みた。質問紙は学習場面での代表的な測度 Metacognitive Awareness Inventory (Schraw & Dennison, 1994) の 52 項目を翻訳したものである。209 名の回答データを因子分析し、知識面 2 因子と行動面 3 因子を抽出した。当該科目の学習成果との関係を調べたところ、二つの因子において弱い正の相関がみられた。また、五つの因子得点をもとにクラスター分析を行ったところ、学生が 4 群に分かれた。メタ認知得点が全因子において高い群、低い群、中間的な群、そして因子によって傾向が異なる群である。

キーワード: メタ認知, 高等教育, 初年次学生

1. まえがき

学習過程において、自分の知的な働きを一段上から理解したり、調整したりするメタ認知はきわめて重要な能力である。また、ある程度領域を越えたメタ認知技能の向上は、学修成果として卒後の主体的学習を促進するためにも不可欠である。このメタ認知については、最近では OECD が 2030 年に向けた教育の在り方を議論する枠組みとして推進する Education 2030 事業のキーコンピテンシーの一つとしても取り上げている²⁾。

学習場面での一般的メタ認知測度の著名なものとして、Schraw & Dennison が成人向けに開発した Metacognitive Awareness Inventory (MAI)³⁾がある。これは、知識面 17 項目(宣言的知識・手続きの知識・条件の知識)と行動面 35 項目(プランニング・情報管理方略・モニタリング・修正方略・学習評価)の 8 下位尺度、計 52 項目からなる。ただし、因子分析では各下位尺度の因子的妥当性は乏しく、大きく知識面と調整面の 2 因子解が採られている³⁾。この MAI を邦訳し、その信頼性・妥当性を検討したのは阿部・井田⁴⁾のみのようで、単純構造を求めて最終的にモニタリング(11 項目)・コントロール(9 項目)・メタ認知的知識(8 項目)の 3 因子 28 項目としている。

以前の研究において、著者らはこれら 28 項目⁴⁾を用いて、長崎大学の初年次学生のメタ認知を測定した。回答データを因子分析した後、各因子と調査対象学生が受講する情報基礎科目の授業における学習履歴(学習項目別習熟意識、課題提出状況、成績評価に用いる総合点等)との関係を調べたが、予測されるような相関はみられなかった⁵⁾。

その一因として、尺度が十分メタ認知を捉えていない可能性も考えられたことから、本研究では、原

尺度である MAI の各項目について、日本の大学における授業内外の学びの場面を想定して解釈し、かつ下位尺度の分類が変わらないように注意を払って翻訳した。この仮訳版 MAI を使って、あらためて長崎大学の初年次学生を対象としてメタ認知を測定した。本稿では、回答データの探索的因子分析による因子の抽出、調査対象学生が受講する情報基礎科目の成績評価に用いた総合点との関係、および抽出因子に基づいた学生の分類結果について報告する。

2. メタ認知の測定と因子分析

第一著者が担当する情報基礎科目の受講生に協力を依頼し、2017 年 8 月に仮訳版 MAI の 52 項目を配置した質問紙を使って、6 件法で自己評価してもらった。回答データを学習活動との相関分析に利用する計画があるため記名式とした。

253 名から回答が得られ、うち全項目に有効に回答した初年次学生 209 名を分析対象とした。対象者は教育学部の学生 97 名(男性 15 名、女性 82 名)と経済学部の 112 名(同 66 名と 46 名)で構成されている。彼らの年齢は 18~20 歳で、その平均値: 18.44 歳、標準偏差: 0.55 歳である。各選択肢に 6(肯定)~1(否定)を割り当てると、その合計は 130~274 に分布し、平均値: 204.6、標準偏差: 23.56、歪度: 0.11、平均値の 95%信頼区間: [201.57, 207.65]、Cronbach の α 係数: 0.93 であった。

ここで、因子分析を行うに際して標本数 209 は項目数 52 に対して十分とはいえないため、知識面 17 項目と行動面 35 項目を別々に因子分析することとした。その結果、固有値の減衰状況、プロマックス回転後の因子負荷量、項目内容等から、知識面を 2 因子、行動面を 3 因子とするのが適当と判断した。

これら5因子間の Pearson 相関係数は.31**~.71**であった。以下に、それぞれの因子名と代表的な項目(因子負荷量>0.6)を列挙する。

知識面の第1因子は「方法の有用性の知識」と命名した。分類された項目は「知的な活動において、自分の強みを使って苦手な部分をカバーしている」、「自分が用いる手法は、それぞれ特定の目的をもって使っている」である。第2因子は「学習の促進要因の知識」とした。項目は「内容に関心があるときの方が、自分の学習は深まる」と「内容について何か自分の知っていることがあると、学習はよりよく進む」である。

行動面の第1因子を「モニタリングと評価」とした。項目は「学習した後には、学んだ内容の要約を作る」、「問題を解いた後、全ての可能性を考慮したかどうか自問する」、「問題を解いているとき、全ての可能性を考慮したかどうか自問する」、「課題が終わった時点で、最大限の学びができたかどうか自問する」である。第2因子を「理解難の際の調整」とした。項目は「うまく理解できないときは、一旦止まって読み直す」、「新しく出てきた事柄がよく理解できない場合には、一旦止まって見直す」である。第3因子を「プランニング」とした。項目は「自分の目標を達成するために、予定をしっかりと組む」、「課題に取り組む前に指示をよく読む」、「勉強するときには、小さいステップに分けて取り組むようにする」である。

3. 情報基礎科目の学習成果との関係

当該科目は情報リテラシーを学ぶ初年次必修科目で、ねらいを情報とコンピュータの基礎知識およびその活用能力の修得、情報セキュリティや情報倫理の理解としている。この科目の成績評価に用いた総合点と各因子との相関を調べた。なお、総合点 S の分布は歪度が-1.66と負に大きく歪んでいたため、次式(1)を用いて補正したところ、歪度は-0.31に改善した。

$$S^{SQ} = 1 - \sqrt{1 - S} \quad (1)$$

補正した総合点 S^{SQ} と各因子得点との Pearson 相関係数を表1に示す。知識因子「学習の促進要因の知識」および行動因子「理解難の際の調整」と学習成果との間に、弱い正の相関がみられることがわかった。

表1 因子得点と学習成果の関係

因子	相関係数
方法の有用性の知識	.03
学習の促進要因の知識	.19**
モニタリングと評価	-.03
理解難の際の調整	.22**
プランニング	.05

(** $p < .01$)

4. 学習者の分類

二つの知識因子と三つの行動因子の得点を使って、Ward法によるクラスター分析を行ったところ、4群に分類された。群1~群4に分類された学生数はそれぞれ85名、53名、36名、35名である。図1は、各群について因子ごとのメタ認知得点の平均値をプロットしたものである。群2(破線◇)はすべての因子において高い値をもち、群4(一点鎖線○)はすべて低い値、そして群1(実線△)は中間的な値をもっている。一方、群3(点線□)は、因子によって傾向が異なっていることがわかる。

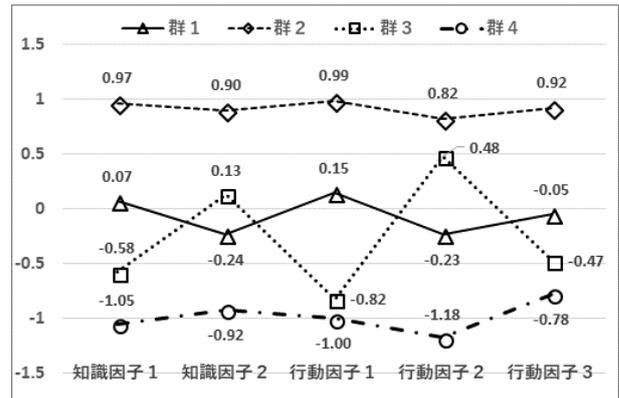


図1 因子ごとのメタ認知得点

補正した総合点 S^{SQ} の平均値が、群により差があるかどうか調べた。分散分析の結果は有意ではなかったが ($F(3, 205) = 2.50, p = .06$)、探索的に Tukey 法による多重比較を行ったところ、群3と群4の間で有意確率 $p = .09$ 、群2と群4の間で $p = .15$ 、が得られたが、他は $p > .31$ であった。

5. あとがき

MAI の日本語版尺度を確立するための基礎データ収集を目的として、大学初年次学生を対象として、仮訳版を用いたメタ認知測定を実施した。本稿では、因子分析およびクラスター分析の結果を報告した。

今後は、基礎データの収集を継続し、学習過程との関係を調べる等、日本語版メタ認知尺度を洗練していく予定である。

参考文献

- (1) 三宮真智子 編著：「メタ認知」, 北大路書房, 京都 (2008)
- (2) C.ファデル, M.ピアリック, B.トリリング, (岸学監訳)：「21世紀の学習者と教育の4つの次元」, 北大路書房, 京都 (2016)
- (3) G. Schraw and R. S. Dennison: "Assessing Metacognitive Awareness", Contemporary Educational Psychology, Vol.19, pp.460-475 (1994)
- (4) 阿部真美子, 井田政則：「成人用メタ認知尺度の作成の試み—Metacognitive Awareness Inventory を用いて—」, 立正大学心理学研究年報, 創刊号, pp.23-34 (2010)
- (5) 丹羽量久, 山地弘起：「初年次学生のメタ認知の測定」, 長崎大学大学教育イノベーションセンター紀要, 第8号, pp.45-50 (2017)

ボードゲームを題材としたアルゴリズム教育の実践

A Practice of Algorithmic Education Using Board Game as Teaching Materials

山田 耕太郎

Kotaro YAMADA

比治山大学現代文化学部

Faculty of Contemporary Culture, Hijiya University

Email: kyamada@hijiya-u.ac.jp

あらまし：文系大学生を対象に，論理的思考力の涵養やプログラミングへの動機付けを行う目的で数理パズルを使ったアルゴリズム教育を実践している．前回はハノイの塔や石取りゲームといった数理パズルよりもボードゲームの方が好まれる傾向にあることを報告した．そこで今回は，前進ゲームやペグ・ソリティア，三目並べ，リバーシなどのボードゲームを使った授業実践を行ったので，その成果と課題を報告する．

キーワード：ボードゲーム，アルゴリズム，数理パズル，情報教育，プログラミング

1. はじめに

筆者は文系の大学生を対象にプログラミング教育やアルゴリズム教育を行っているが，総じて「正しい順序で操作を進める力」が弱くなっていると感じている．そこでハノイの塔や石取りゲーム，ジェルゴンのトランプマジックなど，いくつかの数理パズルを導入してアルゴリズム教育を行ったところ，学習者の興味関心が集まる題材はハノイの塔のような知育玩具遊びでもトランプマジックでもなく，将棋に似た盤面上でコマを進める前進ゲームであることが昨年度のアンケート結果から明らかとなった⁽¹⁾⁽²⁾．前進ゲームはボードゲームの一種であり，見た目もルールも将棋に近いことから，教育効果を上げるためには学習者の既知のゲームに近いボードゲームの利用が有効であると考え，今年度は前進ゲームに加え，ペグ・ソリティアや三目並べ，リバーシなどのボードゲームを主たる題材として授業を展開した．

2. ボードゲーム

ボードゲームには，使う道具(コマやカードなど)やプレイヤーの人数によって様々な種類があるが，本講演では「碁盤の目状の盤面とコマを使い，1人または2人で行うゲーム」のことを指すものとする．教育実践で使った主なゲームを以下に述べる．

2.1 前進ゲーム (Northcott's game)

前進ゲームは図1に示すコマの配置でスタートし，2人が交互に自分のコマを右または左に移動させて相手の全てのコマが移動できない状態まで追い込むと勝ちとなるゲームである⁽³⁾．コマの移動は相手のコマを飛び越えない限りは1度に移動できるセル数に制限はない．ただし，1度に移動できるコマは3つのうちの何れかひとつだけである．

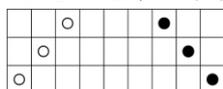


図1 前進ゲームの初期配置

前進ゲームは一般にノースコットのゲーム (Northcott's game) と呼ばれるものであり， $m \times n$ の盤面上で対戦を行う⁽⁴⁾．このゲームの必勝法は各行で自分のコマと相手のコマとの間の空白セルを数え，その数を全ての行について排他的論理和を取り，それがゼロになるようにコマを移動させる，というものである．例えば図1の初期配置では，空白セル数の排他的論理和が $3 \oplus 5 \oplus 7 = 1$ となっているため，先手が何れかのコマを1セル分だけ相手方向に移動させることで排他的論理和の総和がゼロになる．そしてその後も，相手のコマの移動に応じて排他的論理和がゼロとなるようにコマを移動させれば，自動的に相手を追い込むことができ，先手は必ず勝てる．

2.2 ペグ・ソリティア

ペグ・ソリティアは図2に示すように，33個のセルからなる盤面に32個のコマ(●)を配置した状態でスタートし，コマを移動させながらコマの数を減らしていく一人遊びゲームである⁽⁵⁾．コマの移動は縦方向または横方向のみ可能で，空白セルに隣接する連続した2つのセル内にコマ存在するときのみ許される．移動できるコマは空白セルから遠い側のものであり，それを空白セルへ移動させるとともに空白セルの隣にあったコマを取り除く．そして最終的にどのコマも移動ができない状態(以下，この状態を「手詰まり状態」と呼ぶ)になると終了となる．

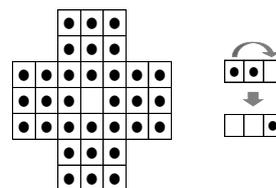


図2 ペグ・ソリティアの初期配置(左)と移動(右)

ペグ・ソリティアはコマを1回移動させるごとに1つのコマを取り除くため，理想的には31手目に1

つのコマが残った状態で終了することになるが、多くの場合、いくつかのコマを残したまま手詰まり状態に陥る。この状態には一見規則性がないように見えるが、図3のように盤面にA, B, Cの文字を割り振り、コマの移動を排他的論理和として記述すると規則性が見えてくる。

		C	A	B		
		B	C	A		
B	C	A	B	C	A	B
A	B	C	A	B	C	A
C	A	B	C	A	B	C
		A	B	C		
		C	A	B		

図3 文字を割り振った盤面

図3では盤面の中央をAとし、それ以外は縦または横方向のどの3つの連続したセルについてもA, B, Cの3文字が必ず含まれるようになっている。このようにしておく、例えばゲームの一手目で中央列の下から2番目(B)のコマを中央(A)に移動させ、その間(C)のコマを取り除くという操作は排他的論理和を使って $B \oplus C = A$ のように表すことができる。その他の移動についても同様に $A \oplus B = C$ や $C \oplus A = B$ と表すことができるため、結局 $A \oplus B \oplus C = 0$ と書ける。従って初期配置でコマが置かれている全てのセルについての排他的論理和はAであり、その後どのようにコマを移動させてもコマが置かれているセルについての排他的論理和は保存されるため、手詰り状態でコマが残っているセルについての排他的論理和を調べると、ゲームの途中で間違った移動をしていないかどうかを簡単に確認することができる。この仕組みは、情報通信における誤り検出の理解にも役立つと思われる。

2.3 三目並べ・リバーシ

三目並べとリバーシはゲームとしてではなく局面の推移を考察するために使った。その目的は総当たり法で全ての局面を漏れなく調べ尽くすことであり、例えば「三目並べで2手目の局面は何パターンあるか」という問題を考えさせた(答えは12)。このとき回転対称や反転対称の関係にあるものは1パターンとして数える。なお三目並べはコマを使わないゲームであるが、○と×の記号を広義のコマとしてボードゲームに分類した。リバーシは本来8×8の盤面で行われるものであるが、パターンが膨大になるため4×4の盤面を使った。

3. 実践結果

実践結果については、頁の都合で前進ゲームを中心に記し、その他は講演で述べることにする。

前進ゲームは学生同士で対戦させるよりも、ルールだけを示して教員が対戦相手になると効果的である。理由は、学生同士で対戦させると必勝法がなかなか見出せず、先手と後手のどちらが有利なのかさえ掴めないままゲームへの興味関心を失い、学習意

欲の低下を招く危険性があるためである。教員が相手であれば学生に先手を取らせても対戦の途中でほぼ必ず教員側が必勝法に持ち込める局面が来るため、学生の挑戦を何度か退けているうちに勝ちパターンに気付く学生が現れる。筆者は盤面をホワイトボードに投影し、掲示用のカラーマグネットをコマにして全ての履修者が対戦を観戦できるようにしたところ、普段は教室の後方の席で受講している学生が一番前の席まで移動して対戦に参加し、負けると手元で攻め方を振り返ったり新たな戦略を練るなど、授業への積極的な参加行動が見られた。また戦略に行き詰まりそうな雰囲気となったときは、対戦しながら「今なら貴方が勝ってます」や「今、私に勝ちが移りました」など、一手ごとに実況を加えることで教室全体が活性化し、活発な学習活動が展開された。そしてその結果、相手コマとの間のセル数を(1, 2, 3)の組合せ(排他的論理和 $1 \oplus 2 \oplus 3 = 0$)に持ち込むと勝てることを学生自らが見出し、その後(1, 4, 5)の組合せも見つけることができた。

ただ、その組合せが必ず勝ちに結びつくことを確かめるには、全ての移動の可能性を総当たりで調べる必要があるが、全ての移動を漏れなく列挙できなかつたり、場当たりの思いっぴきだけで列挙する学生が存在している。このことは三目並べやリバーシの局面を調べる問題でより顕著に表れている。

4. まとめ

本稿執筆時点では授業実践を行っているところであるため、詳細な結果は講演で紹介するが、現在のところを概ね以下のような結果と課題が得られている。

ボードゲームの導入によって学習意欲の向上が見られたが、その一方で「局面を系統的に調べる力の不足」という課題が見えてきた。このことは条件分岐を考える際に、全ての条件を網羅し尽くせないことを意味している。アルゴリズム教育やプログラミング教育において試行錯誤は不可欠であるが、それが系統的か場当たりのかは結果に影響するため、試行錯誤の質も考慮する必要があると考えている。

謝辞

本研究の一部は科研費(基盤研究(C) 課題番号18K02921)の助成を受けたものである。

参考文献

- (1) 山田耕太郎, 有吉優菜: “数理パズルを題材とした情報教育の実践”, 第42回教育システム情報学会全国大会講演論文集, pp.71-72 (2017)
- (2) 山田耕太郎, 有吉優菜: “数理パズルを使ったアルゴリズム教育の実践と評価”, 比治山大学現代文化学部紀要第24号, pp.67-73 (2018)
- (3) 上野富美夫: “数学マジック辞典”, 東京堂出版(2015)
- (4) 佐藤文広: “石取りゲームの数学ーゲームと代数の不思議な関係”, 数学書房(2014)
- (5) 秋山仁, 中村義作: “ゲームにひそむ数理”, 森北出版(1998)

テキスト・プログラミング混在型学習環境の開発と実践

Development and Application of mixed textbook and programming learning environment

坂田 圭司^{*1}

Keiji SAKATA^{*1}

^{*1} 東海大学情報教育センター

^{*1}ICT Education Center, Tokai University

Email: kgsakata@tsc.u-tokai.ac.jp

あらまし：本研究では、Web ベースのプログラミング学習環境を開発して、学校内での柔軟な開発環境構築と運用を可能し、さらに授業において学習内容に注力しやすいシステムの実現を目的としている。本システムではテキスト内に埋め込まれたテキストエディタとコンパイル・実行環境を用いて、シームレスな学習を行うことができる。テキストの記述には Markdown を採用して、授業中での編集を簡便に行えるため、臨場感のある授業展開が可能になる。

キーワード：プログラミング学習、開発環境、電子テキスト、Markdown

1. はじめに

プログラミング基礎レベルの学習において、複雑なソフトウェア開発環境の操作に慣れるために費やす労力と時間は、アルゴリズム習得等のプログラミング学習内容への注力を低下させる一因になっている。

本研究では、授業での活用に適したソフトウェア開発環境を作成して、授業での限られた時間内で、学習者が本来のプログラミングに注力できる環境を提供することを第一の目標とした。

第二の目標として、電子テキストとプログラミング環境の混在できるようにして、解説と実習をシームレスに繋ぐ環境を目指した。オンライン文書中にソースコード編集および実行環境を埋め込み、この文書記述に Markdown⁽¹⁾ を採用することで、電子テキストの編集を容易にして、さらに授業中におけるライブコーディングに対応できるようにした。システムの基本設計については、第41回教育システム情報学会全国大会で発表を行った⁽²⁾。今回はシステム実装の詳細と実践事例について報告する。

2. プログラミング環境の検討

大学のプログラミング授業での開発環境では、統合開発環境 (IDE)、またはテキストエディタとコマンドライン環境 (CLI) が多く利用されている。これらの環境は、プログラミング初学者にとって、表 I に示す問題点を生じやすい。

表 1 従来の IDE 利用時の主な欠点

機能	欠点
プロジェクト管理	基礎学習には不要な手順
コード編集	過剰な入力サポート
ビルド・実行環境	複雑なデバッグ環境
ファイル管理	保存場所の指定ミス

IDE の操作を習熟することは、研究や業務においては必須であるが、基礎レベルの学習では、アルゴリズムの理解や言語記述へ注力したい場合に、阻害要因となりうる。

本研究では、上記の問題点を解決して、授業利用に適したプログラミング環境を構築するために、次の機能を持たせることにした。

(1) Web サーバでのシステム運用

学内で授業用システムを新規に用意するには多くの制約を伴う。本システムは技術面での対策としてオンプレミス、クラウド両対応させるために、Web サーバを用いたシステムの管理を採用した。

また、Git (分散型バージョン管理システム)⁽³⁾ を用いて、マルチユーザでのソースコード保管・履歴管理を可能にした。

(2) Web ベースのクライアント環境

学習者が用いるクライアント環境も Web ベースにして、各端末へのインストールを不要にした。公開サーバの場合は、学習者が自宅からでも利用可能なため、反転学習にも使える。

また、ソースコード編集は、Atom エディタをベースにしたインライン環境にすることで、編集しやすい環境を整えた。

(3) 幅広いプログラミング言語への対応

ソースコード編集環境と、ビルド・実行環境を独立させて Web サーバ上でプログラム処理を担当させることで、サーバ上に入れたプログラミング言語を学習者のクライアント環境で利用可能にした。

これらの機能によって授業担当者は、Web サーバ上にシステムを設置して、学習者に対して URL を伝えてユーザー登録させるだけで利用できるようになる。

3. 電子テキストの記述とソースコード提示

プログラミング授業において、従来はテキストを紙または電子的に提供して、それを見ながら解説を聞いてノートを取り、開発環境で実習を進めるスタイルがとられてきた (図1の(a)).

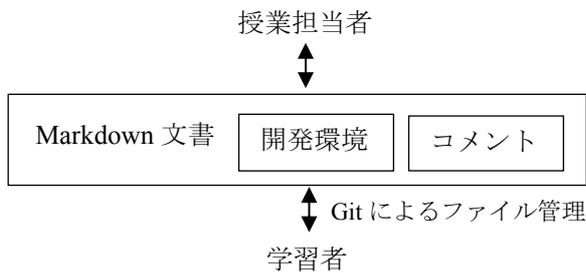
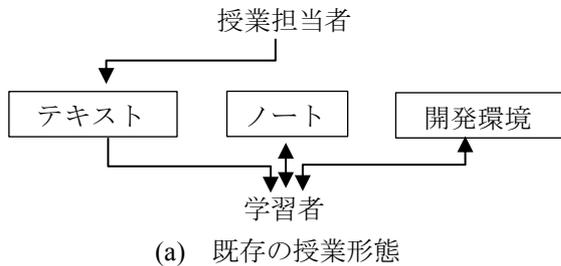


図1 授業形態

従来のスタイルでは、実際に作成したプログラムと、テキストおよびノートの内容は離れて存在しており、学習者と授業担当者のやりとりは、LMSなど別の手段を必要とする。

本システムでは、電子テキストの記述に、軽量マークアップ言語 Markdown を用いることで、HTMLよりも簡単な文法で書ける上に、開発環境の画面を統合しているので、解説と実習を密な関係で結んで学習を進めることが可能になる (図1の(b)).

また準リアルタイムでレンダリングした文書を表示可能になるので、授業中の内容変更にも対応できる (図2および図3).

```

- 文字は、英数字モードで入力して下さい。
- 入力完了したら、*保存*、*コンパイル*、*実行*の順番で作業を進めましょう。

```cpp
#include <iostream>
using namespace std;

int main()
{
 cout << "Hello!" << endl;

 return 0;
}
```

```

図2 Markdown ソースコード

```

• 文字は、英数字モードで入力して下さい。
• 入力完了したら、保存、コンパイル、実行の順番で作業を進めましょう。

#include <iostream>
using namespace std;

int main()
{
    cout << "Hello!" << endl;

    return 0;
}

```

図2 Markdown レンダリング出力

さらにコメント機能により、教材単位での教員と学習者の双方向性を持たせている。

4. 期待される効果

授業担当者の立場から見ると、Markdown によるシンプルな文書記述を用いることで、教材の共有と変更がしやすくなる。さらに準リアルタイムでのレンダリングが可能なることから、解説しながら説明文やソースコードサンプルの追加を行い、ライブ感のある授業進行ができる。

学習者の立場から見ると、テキストとソースコードが一体化して、その中でビルドと実行できるので、解説と実習のつながりを実感しやすい。また、Markdown の文法は簡単なもので、自ら文書を改編してノートとしての利用も可能である。

両者共通の利点としては、授業毎に Web サイトを用意した場合、ファイル管理が容易で、実習結果やコメントの共有がしやすい点がある。

これらの特徴から、本システムをプログラミング基礎レベルの授業で利用することで、アルゴリズムやソースコードの理解に注力した学習を期待できる。

参考文献

- (1) Official Markdown project at Daring Fireball:
<http://daringfireball.net/projects/markdown/> (2016)
- (2) 坂田圭司:" 授業用プログラミング環境の開発",第 41 回教育システム情報学会全国大会 (2016)
- (3) git website
<https://git-scm.com>

数式曖昧検索技術を用いた数学学習環境の構築に向けて

Toward Synthetic Math Learning Environment with Searching Algorithm for Math Expressions

宮崎佳典^{*1}, 田中 省作^{*2}

Yoshinori MIYAZAKI^{*1}, Shosaku TANAKA^{*2}

^{*1} 静岡大学大学院情報学領域

^{*1} College of Informatics, Shizuoka University

^{*2} 立命館大学文学部

^{*2} College of Letters, Ritsumeikan University

Email: yoshi@inf.shizuoka.ac.jp

あらまし：本研究の目的は、近年世界の潮流となりつつある STEM 教育に資する、同教育を構成する全科目のインフラストラクチャーである数式に対して検索技術を提供し、その応用として、同技術を核とした数学学習環境を構築することである。このような実用性の高い数学学習環境を Web アプリケーションとして構築し、常に学習者に利用可能なサービスを提供することで、理系学部の学生のみならず、数式を扱う全学習者の数学教育に資することを目指す。

キーワード：数学学習環境、数式検索、正規表現、公式検索、数式変形、証明問題

1. はじめに

本研究の目指すものは STEM 教育の全科目に関わるインフラストラクチャーと言ってよい数式に対して検索技術を提供し、その応用として同技術を核とした数学学習環境を構築することである。具体的には、世界で未だ途上段階と言わざるを得ない、曖昧検索を含めた数式検索技術の確立を行い、今後普及することが確実にされる電子書籍などにおける数式検索の利便性を向上させ、理科系科目学習の根本である数式に対するサービスを押し上げる。また、数式検索技術の応用として、初学者に対し、与えられた数式が含む学習項目要素を提示することで学習への足掛かりを与える。さらに数式変形問題や数学証明問題において関連する公式や等式を自動表示することで学習の停滞防止をサポートする。以上のような実用性の高い数学学習環境を Web アプリケーションとして構築することで、理系学部の学生のみならず、数式を扱う全学習者の数学教育に資することも本研究の副次的目的である。

2. 現状の課題

近年、Google をはじめとした検索エンジンにおいて、文字検索機能だけでなく、画像検索、動画検索、音声検索など、マルチモーダルな検索技術が開発されている。これに対し、数式の検索技術は未だ研究開発段階にあり、特にパターンマッチングに基づく曖昧検索技術は実用性を鑑みれば克服しなければならない技術でありながら、部分的な機能の実装の域を出ていないように見受けられる。正規表現を用いると、柔軟に多彩なパターンを記述することができるようになるため、本研究では数式検索にも実現させることを想定している。先行研究には、与式の部

分的情報をベクトル化して数式間の類似度を計算するものなども存在するが、数学学習機能として考えると、実用性に乏しいと言わざるを得ない。加えて、数式は抽象化された記号を用いて一般的には構成されることを考慮すると、式中出现する特定の変数や演算などが、その文脈の中でどのような意味で使われているのかを判別する、いわゆる語義曖昧性解消技術などは必須と考えられる。しかし、実用レベルで数式の持つ情報に対して同技術を駆使している実装例は研究事例としてもほとんど見当たらない。

3. 数式検索技術を核とした数学学習環境

数式の曖昧検索技術を基礎技術として開発し、さらに同技術を核とした、学習者のための数学学習環境を構築することが本研究のテーマである。これが実現すると、その応用として、数学学習環境としての種々の学習援用機能が考えられ、(1) 初学者に対し、与えられた数式が含む学習項目要素を提示することで学習への足掛かりを与える学習項目抽出機能、(2) 与えられた数式の一部を矩形選択することでその変形候補を提供する数式変形援用機能、(3) 教育現場の教員が数学の証明図を構造的に作成するのを助ける数学証明図作成援用機能、などを実装し、数学や STEM 学習者に資する環境を足場かけとして提供する。特に、(1)、(2) については、学習者の学習傾向を分析するために LA (Learning Analytics) に資する各種学習履歴データを取得している。これら応用機能の成否には、(4) 検索する数式やデータ内の抽象化された記号に対する語義曖昧性解消や機械学習の技術も重要な役割を担うと考えられ、もともと自然言語の分野で開発・発展して得られた知見を数式データに適用を試みることで自然言語と数式の融合

領域に踏み込む。図1は数式検索 Web アプリケーションのインターフェースであり、 α 部は正規表現の説明、下の角丸四角形内はいわゆる“相加・相乗平均(の不等式)”の一般形の検索式を表す。

図1 数式検索 Web アプリケーション

4. 公式検索ならびに依拠公式表示機能

上記で説明した数式検索システムは、正規表現を組み合わせることで、様々なパターンの数式を一般に検索させることができる。これを応用したものが公式検索である。パターン化された公式を、数式検索システムで実装されている正規表現を用いて表現する。これを利用することで、数式変形が特定の公式適用に依拠していることを学習者に提示することができるようになる。公式例を表1に示す。

表1 登録されている公式に対応するクエリの例

| | |
|------------|--|
| 加法定理 (正弦) | $\sin(\boxed{1} \oplus \boxed{2}) = \sin \boxed{1} \cos \boxed{2} + \cos \boxed{1} \sin \boxed{2}$ |
| log 底の変換公式 | $\log_{\boxed{1}} \boxed{2} = \frac{\log_{\boxed{3}} \boxed{2}}{\log_{\boxed{3}} \boxed{1}}$ |
| ド・モアブルの定理 | $(\cos \boxed{1} \oplus i \sin \boxed{1})^{\boxed{2}} = \cos \boxed{2} \langle \boxed{1} \rangle + i \sin \boxed{2} \langle \boxed{1} \rangle$ |

ピタゴラスの定理 $\boxed{c}^2 = \boxed{a}^2 + \boxed{b}^2$

5. 数式変形サポート機能

数式変形サポート機能は2つの画面で構成される。数式変形画面(図2)には変形の対象となる数式が表示され、学習者はマウスのドラッグアンドドロップにより数式中の変形したい部分を矩形選択する。矩形選択が完了すると選択された部分がハイライトされ、適用可能な変形候補の一覧が表示される。学習者が一覧から変形候補を選択すると、対象となっている数式に適用されて変形が行われる。学習者は矩形選択と変形候補選択を繰り返して数式変形を進める。変形履歴画面(図3)には学習者が行った変形の履歴が数式をノードとする樹形図で表示される。

図2 数式変形画面

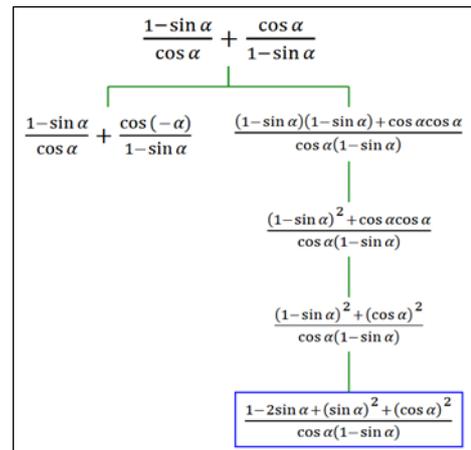


図3 変形履歴画面

参考文献

- (1) 渡部孝幸, 宮崎佳典, 正規表現を用いた数式検索手法の提案, 情報処理学会論文誌, Vol.56, No.5, pp.1417-1427 (2015)
- (2) Y. Miyazaki, Toward Synthetic Math Learning Environment with Searching Algorithm for Math Expressions, IC-TECS2017 (keynote speech), (2017)
- (3) Y. Miyazaki, K. Shinshi, Searching Mathematical Expressions with Regular Expressions Tool and Its Application to Extract Mathematical Concepts, Proceedings of SITE 2017, pp. 1974-1978 (2017)
- (4) Y. Miyazaki, Web-based Application to Aid the Learning of Mathematical Proofs Using Logical Diagrams and Its Potential, SITE 2016, pp. 965-968 (2016)
- (5) 宮崎佳典, 粥川佳哉, 田中省作, 正規表現機能付き数式検索手法ならびに学習項目抽出への応用, 電信会技術研究報告 信学技報 117 (83), 41-44 (2017)