

も く じ

■開催日時：2018年1月6日（土）8:45～18:00

於：神奈川工科大学 アクティブラーニング横浜（神奈川県横浜市）

■テーマ：「新技術と教育情報を活用した教育学習環境の設計／一般」

- 1) 自己調整学習に関する内省・概念化を促す授業における学習者意識変化の分析 -----1
○仲林清（千葉工業大学）

- 2) eポートフォリオ等を活用した自分のペースで学習できる授業設計 -----9
○竹岡篤永（明石工業高等専門学校）

- 3) 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 -----17
○鈴木伸子，鈴木克明（熊本大学）

- 4) MOOCを用いた教育実践を事後評価する際に用いる評価指標の提案 -----25
○金子大輔（北星学園大学），小島一記，重田勝介（北海道大学），武田俊之（関西学院大学），
森秀樹（東京工業大学），林康弘（帝京平成大学），八木秀文（東北大学），
永嶋知紘（カーネギーメロン大学）

- 5) 食育支援システムの開発 ～摂取食物の傾向調査～ -----31
○大村周平（東京電機大学），中山洋（東京電機大学），藤倉純子（女子栄養大学）

- 6) 調べ学習における閲覧履歴の収集と活動の可視化 -----37
○古賀隆行，堀越泉（上智大学大学院），田村恭久（上智大学）

- 7) 講義ビデオの視聴で書込タイミングに同期したコメントのスクロール表示の有無と
注目度の時系列的变化に着目した実験 -----43
○浅羽修丈（北九州市立大学），斐品正照（東京国際大学）

- 8) A Case Study on Prediction of Student Performance in a Blended Learning class -----49
○Byron SANCHEZ，三石大，青木輝勝（東北大学）

- 9) 幼保人材養成課程におけるアクティブ・ラーニング実施にかかわる一考察 -----57
○波多野和彦（江戸川大学），中村佐里（自由学園 最高学部），三尾忠男（早稲田大学）

10) プロジェクト型学習実践のための教員共同体形成の試みー教員意見交換会の分析ー	61
○石田百合子(熊本大学大学院、明石工業高等専門学校), 竹岡篤永, 梶村好宏(明石工業高等専門学校), 松葉龍一(熊本大学大学院)	
11) 小学校段階におけるプログラミング教育を対象とした教員免許状更新講習の実践	69
○樋山淳雄(東京学芸大学)	
12) 在日中国人留学生による異文化適応のためのシナリオ型自習教材の検討	75
○孔辰(筑波大学大学院)	
13) 大学初修中国語教育における学習動機付けを目的とした SNS 配信コンテンツの設計指針の作成と実践	83
○肖楊(東北大学大学院), 趙秀敏(東北大学), 大河雄一(東北大学大学院), 三石大(東北大学)	
14) 英文の読み書き頻度に基づいた英語スピーキング学習支援システム	91
○青木開生, 鷹野孝典(神奈川工科大学)	
15) 数式検索システムを応用した学習項目ならびに公式抽出機能の実装	97
○粥川佳哉, 宮崎佳典(静岡大学)	
16) キーボードとマウス操作ログ分析に基づくユーザー特性の考察	103
○平井美穂(中央大学), 松田健(長崎県立大学), 園田道夫(情報通信研究機構, 中央大学), 衛藤将史, 佐藤公信, 金濱信裕, 花田智洋, 石川大樹, 池田克巳(情報通信研究機構), 趙晋輝(中央大学)	
17) 問題自動生成システムを利用した作問演習の実践と評価	107
○福坂祥基(岩手県立大学大学院), 高木正則, 佐々木淳, 山田敬三(岩手県立大学)	
18) Kinect を利用したギターの演奏動作認識システムの開発	115
○柏木喜貴(近畿大学大学院), 越智洋司(近畿大学)	
19) 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	121
○後藤充裕(NTT サービスエボリューション研究所), 柏原昭博, 石野達也, 稲澤佳祐, 松村成宗(電気通信大学大学院), 布引純史(NTT サービスエボリューション研究所)	
20) 動画像データを用いた注射技術分析	129
○松田健(長崎県立大学), 真嶋由貴恵(大阪府立大学), 前川泰子(香川大学)	

21) 大学職員のためのサイバーセキュリティ教材の開発 -----	131
○林一雅, 辻澤隆彦, 三好史恵, 庄司紘一郎 (東京農工大学)	
22) 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-----	133
○児玉雅明, 今野裕太 (東北大学大学院), 趙秀敏 (東北大学), 大河雄一 (東北大学大学院), 三石大 (東北大学)	
23) 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 -----	141
○今野裕太, 児玉雅明 (東北大学大学院), 趙秀敏 (東北大学), 大河雄一 (東北大学大学院), 三石大 (東北大学)	
24) 感情表現のための LINE スタンプの使用 ~ LINE メールへの依存度および性別の比較 ~ -----	149
○加藤尚吾 (東京女子大学), 加藤由樹 (相模女子大学), 小澤康幸 (明星大学)	
25) LINE において 4 種類のネガティブ感情が生じる時間 ~ 返信の待ち時間に関する LINE メール依存度による比較 ~ -----	151
○加藤由樹 (相模女子大学), 加藤尚吾 (東京女子大学), 小澤康幸 (明星大学)	
26) スマートフォンを自由に使用しながら講義を受けることが学習者に与える影響 ーインターネット依存との関係性ー -----	155
○宇宿公紀 (都立八潮高等学校)	

自己調整学習に関する内省・概念化を促す授業における 学習者意識変化の分析

仲林 清^{*1,2}

*1 千葉工業大学

*2 熊本大学

Analysis on Learners' Attitude Transformation in a Course to Promote Reflection and Conceptualization on Self-regulated Learning

Kiyoshi Nakabayashi^{*1,2}

*1 Chiba Institute of Technology

*2 Kumamoto University

自己調整学習の概念や方略に関する内省・概念化を促し、学習者がこれらを意識して活用することをねらいとした授業実践を行った。大学 1 年生の学生を対象に、自己調整学習に関する知識を与えたのち、この理論の観点から、中学生の学習の様子を描いたドキュメンタリービデオを視聴させた。その後、自らの学習経験とビデオの内容を対比したレポートを提出させた。事前事後のアンケートやレポートの内容から学習者の意識の変化を分析した。

キーワード: 自己調整学習, ドキュメンタリービデオ, 学び方の学習, 既有知識の活用, MSLQ

1. はじめに

近年の社会構造の急速な変化に対応するために、生涯にわたって自律的に学び続ける能力の重要性が指摘されている⁽¹⁾。いわゆる 21 世紀型スキルの中にも「学び方の学びとメタ認知 (Learning to Learn and Metacognition)」が位置付けられており⁽²⁾、学校教育でもこのような力の育成が重視されている⁽³⁾。このような能力に関連する理論や知見として、メタ認知⁽⁴⁾⁻⁽⁷⁾や自己調整学習⁽⁸⁾⁻⁽¹⁰⁾に関するものが数多く知られている。これらを促進するための教授方法についても、個別の課題・教科・分野を対象とした様々な研究がある。文章の読み・書きや数学・理科に関するメタ認知⁽⁴⁾⁻⁽⁶⁾の研究、あるいは、国語・算数・理科・英語・心理学・統計学などの教科で小学生から大学院生までの学習者に自己調整学習を身につけさせる実践授業が行われている⁽⁸⁾⁻⁽¹⁰⁾。

これらの先行研究は、特定教科の授業において、メタ認知や自己調整学習を促進させる介入を行うものである。これに対し、本研究では、学習に関する学術的・体系的知識と自らの学習経験とを結びつけて内省・概念化させ、以後の学習活動におけるメタ認知や学習方略の活用を促進することを意図した授業設計を行う⁽¹¹⁾⁻⁽¹⁵⁾。本授業では大学生を対象としている。大学生は、メタ認知や自己調整学習の能力を誰もが身につけ

ているわけではないが、小中等の学習者に比べれば、学術的・体系的知識を理解するのに十分な知的水準を有していると仮定できる。また、勉強やスポーツなどを通じた学習過程に関する経験があり、これを客観的に振り返る能力も有していると期待できる。そこで、これらの学術的・体系的知識と学習者自身の経験・既有知識とを結びつけさせて内省・概念化を促進する。自己調整学習は、場面限定的・文脈依存的で、全ての場面で自己調整している学習者は存在しない、と言われている^{(9)(p.12)}。逆に言えば、自らの学習経験を自己調整学習の立場から内省・概念化すること⁽¹⁶⁾ができれば、それをこれまでの経験とは異なる対象や状況の学習に転移させることも期待できる。

授業設計は、筆者らがこれまで、技術イノベーションや組織における問題解決といった、抽象度が高く正解が一意に定まらない分野の学習に適用して効果を確認したドキュメンタリービデオとオンラインレポート提出を組み合わせた授業設計の枠組み^{(17),(18)}に則ったものである。この枠組みでは、まず学習主題に関する体系的知識を説明し、次に学習主題に関連する観点を提示してドキュメンタリービデオを視聴させ、ビデオの登場人物の行動や考えを、体系的知識や自らの経験と関連付けて解釈させる。そして、その内容をレポートにまとめさせ、次の授業で全員のレポートを配布・閲読させて、自他の考えを比較して吟味させる。この

ような流れで、自らがこれまで行ってきた学習行動が、様々な学習理論の概念から解釈できることに気付かせ、以後の行動を客観的に観察し意識的に修正することを促すことを意図している。

本稿は、2015～16年度^{(11)～(14)}に引き続いて実施した2017年度の実践内容⁽¹⁵⁾に、他のデータを加えて比較評価したものである。以下、第2章で、本授業設計の学習目標について述べる。第3章ではビデオとオンラインレポートを活用した授業設計を示す。第4章でアンケート結果を示し、第5章で考察とまとめを行う。

2. 自己調整学習に関する学習主題

本授業では、自己調整学習⁽⁸⁻¹⁰⁾を中心に学習理論や学習の動機づけを取り上げる。また、自己調整学習に関連して、学習の意味を考えない暗記中心の学習の弊害を説いた「ごまかし勉強」⁽¹⁹⁾について取り上げる。

自己調整とは、教育目標の達成を目指して学習者が自ら作り出す思考・感情・行為である。学習過程において、メタ認知・動機付け・行動に能動的に関与することを自己調整と呼び、特に自己調整学習方略・自己効力感・目標への関与が重要とされている⁽⁹⁾(pp.16-17)。

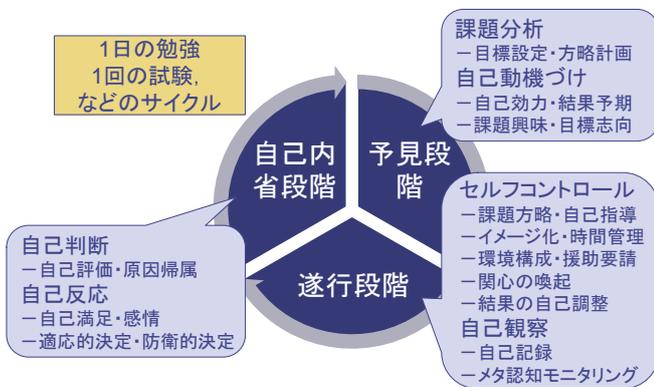


図1 自己調整学習のサイクル

自己調整学習は、図1に示す予見・遂行・自己内省の段階からなるサイクルでモデル化される⁽⁸⁾。

予見段階は、学習に先立って、学習を自己調整する準備と自己動機付けを行う段階である。準備においては、課題の目標設定や課題を解くための方略の計画立てが行われる。動機付けは、自己効力、結果予期、課題興味などに依っていて、これらは課題の目標設定や方略計画に関係している。自己調整学習に上達した学習者は、明確で具体的な目標設定や方略の計画を立て

ることができ、これによって、自己効力や結果予期に起因する高い学習動機を得ることができる。

遂行段階は、実際の学習や課題解決に対応していて、セルフ・コントロールと自己観察の要素からなっている。セルフ・コントロールは、課題固有の解決方略と課題に依存しない一般的な方略からなる。一般的な方略としては、教材を読みながら自分に問いかけるといった自己指導、抽象的な情報を適切な心的イメージで捉えるイメージ化、課題に必要な時間を見積もる時間管理、先生や親に適切な支援を求める援助要請、などが挙げられる。自己観察は、メタ認知モニタリング(セルフ・モニタリング)と自己記録が含まれる。自己調整学習に上達した学習者は、遂行過程のセルフ・モニタリングを行い、これに基づいてセルフ・コントロールを行って方略を修正していくことができる。

自己内省段階は、学習や課題解決の結果に関わる段階で、この段階が次の学習の予見段階に影響する。自己内省段階には、自己判断と自己反応が含まれる。自己判断は、遂行結果を目標基準と比較する自己評価、および、遂行結果の原因を能力・努力・方略使用などの原因と結びつける原因帰属からなる。自己反応は、自己満足/感情と適応的/防衛的決定に分類される。前者は自己判断に対する情動的な決定で、一般に、学習者はマイナスの感情を生じる学習活動を避ける傾向がある。適応的決定は、使用した方略が良くなかったという原因帰属を行った場合に、次回は方略を修正する、といった決定を行うことである。逆に、防衛的決定は、能力に原因を帰属させ、マイナスの感情から逃れるために遅延や課題回避を行うことである。自己調整学習に上達した学習者は、自己評価を行い、努力や方略に原因を帰属し、これらを修正する適応的決定を行うことができる。

本授業設計では、自己調整学習を主要な学習主題とするが、特に後述するドキュメンタリービデオの内容との関連から、以下を具体的な学習主題とした。

- 1) 予見段階における目標設定・動機付け・自己効力感
- 2) 遂行過程のセルフ・モニタリング
- 3) 自己内省段階における自己評価や原因帰属、それによる適応的/防衛的反応
- 4) 自己調整学習を促進するための教師の介入

3. 授業設計

3.1 概要

前章で述べた自己調整学習のモデルは、体系的にまとめられたものであるが、実際に自己調整学習が行われる状況や場面は多様であり、学習者の思考や感情、学習方略もさまざまで、唯一の正解が存在するようなものではない。このため、単なる知識付与型の教育形態では十分な教育効果を得ることは困難で、自己調整学習が行われる実際の文脈を学習者に提示する必要があると考えられる。また、大学生は、自身で意識していなくても、自己調整学習の概念で説明可能な学習経験を有していると思われる⁽⁹⁾(pp.68-82)。そこで、コルブの経験学習モデル⁽¹⁶⁾に鑑みて、これらの経験を内省・概念化させ、体系的な知識と結び付けさせることができれば、これまでの経験とは異なる学習対象においても自己調整学習の転移を促進できると考えられる。

そこで本授業では、ドキュメンタリービデオ視聴とオンラインレポート提出を組み合わせた図2の枠組み^{(11),(12)}を適用する。この枠組みでは、(1) 学習者の既有知識・経験の活用、(2) 主題に関する真正な状況・文脈の提示、(3) 他者と自らの考えを対比する機会の提供、という方針をとる。具体的には、学習の主題に即したドキュメンタリーを視聴させ、これに関するレポートを課す。次の授業までにレポートをオンラインで集約して授業で配布し、教員が内容を適宜紹介する。

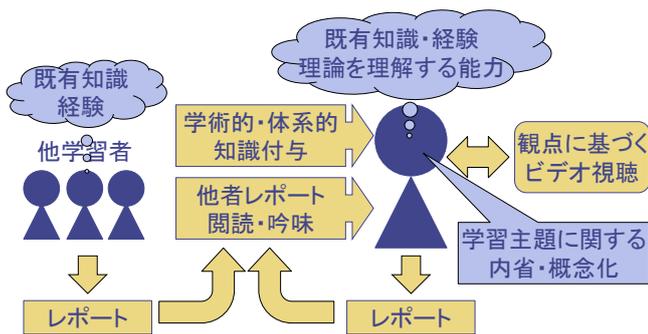


図2 授業設計の枠組み

ドキュメンタリービデオは後述するように、学習主題を直接解説した教材ビデオではないので、学習者は、現実の学習場面で生じている事象や登場人物の言動の背景にある学習主題を、講義の知識に結び付けて能動的に読み解く必要がある。これによって、学習主題を単なる知識としてではなく、文脈を含めて理解し、さ

らに学習者自身の経験と対比させることを意図している。レポートの提出と配布は、自らの考えを他者の考えや経験と対比しながら深めることを狙っている。上記のように、ビデオは、学習主題を直接的に解説したものではないので、レポートの内容は、学習者の着目点や経験との対比も含めて、非常に多様なものになることが期待される。このように、レポートの提出・配布で、自他の解釈や意見を対比しながら、学習主題についての理解を深化させることが狙いである。

3.2 ドキュメンタリービデオの内容と解釈

2017年度の授業では三つのドキュメンタリービデオを用いた。ひとつは、2015～16年度と同じくNHKの「あしたをつかめ」というシリーズの「#33 塾講師」⁽²⁰⁾ (以下、塾講師) である。数学が苦手な女子中学生に対して、塾講師が自律的な学習目標設定を促し、中学生が明確な目標を持って適応的に学習するようになるまでの様子を描いている。

二つ目は、2015年度に用いた「負けて強くなれ 愛媛・将棋道場の日々」⁽²¹⁾ (以下、将棋道場) である。将棋の実力はあるが、棋譜を付けて自局を振り返ろうとしない中学生を、将棋道場の指導者が厳しく指導し、全国大会での負けをきっかけに、自発的に棋譜を付けるようにさせる様子を描いている。

三つ目は、NHKの「テストの花道」というシリーズの「テストはお宝だ！ 解き直しの極意」⁽²²⁾ (以下、テストの花道) を用いた。受験勉強のノウハウ的な番組で、使用した回の主題は、テストで間違った問題について、単に答え合わせをするだけでなく、間違いの原因分析、必要な概念・解法の探索、概念・解法・関連事項の理解方略、などを解説している。

いずれも視聴時間は25分程度である。詳しい内容・解釈については先の報告⁽¹¹⁾⁻⁽¹⁵⁾を参照されたい。

3.3 授業の進め方

授業は全体で5コマの構成である。テストの花道を参考に使用し、主に塾講師、将棋道場に関してレポートを作成させた。

まず、1コマ目開始前に、Motivated Strategies for Learning Questionnaire (MSLQ)⁽²³⁾、学び方の工夫⁽⁹⁾、学習結果の原因帰属⁽⁷⁾に関する事前アンケートを提出

させる。1 コマ目で、スキーマ理論、メタ認知、動機づけを概説し、テストの花道を視聴させたのち、以下のレポート課題を課す。

ビデオ「テストの花道」の内容を参考に、学習をしていて、「いままでわからなかったことがわかった」、「できなかったことができた」という経験について、「学習理論」や「動機付け」と結び付けて書いてください。学校以外の塾、クラブ活動、バイト、稽古、などでの経験でも構いません（200～300字）

- どのような状況でどのような課題をしていたのでしょうか？
- 「できるようになった」きっかけは何でしょうか？どのような工夫をしましたか？
- 「できるようになる」前と後で、課題や学習に対する考え方や意識は変わりましたか？

2 コマ目で全員のレポートを配布して、特徴的なものを紹介した後、自己調整学習の説明をする。そして、以下のレポート課題を課して塾講師のドキュメンタリーを視聴させる。

ビデオ（25分）を視聴して、塾講師（増田さん）が女子生徒（徳永さん）の学習を促進するために行っていることを、自分の学習経験とできるだけ結びつけて、学習の動機付けや学習理論・自己調整学習の観点から説明してください。塾講師や生徒の発言や行動に注意してください。（200～300字）

3 コマ目で全員のレポートを配布して、特徴的なものを紹介する。自己調整学習・ごまかし勉強の説明をし、以下のレポート課題を課して将棋道場のビデオを視聴させる。

ビデオ（約 25 分）を視聴して主人公の中学生と指導者の行動・やりとりを自己調整学習の要素の促進あるいは阻害の観点からまとめなさい。将棋を学習に対比させて考えること。自分のこれまでの学校や家庭での勉強、習い事、部活などの経験と、できるだけ結び付けて記述してください（2～300字）

例えば

- 失敗を振り返る vs 失敗を振り返らない
- 考える過程が大事である vs 結果が大事である
- 自己評価を求める vs 自己評価を避ける

- （内省段階での）適応的決定 vs 防衛的決定
- （遂行段階での）セルフモニタリング、戦略の切替、など

4 コマ目で全員のレポートを配布して、特徴的なものを紹介した後、自己調整学習などについて簡単に振り返り、以下のレポート課題を課して塾講師と将棋道場のドキュメンタリーを再視聴させる。

前々回・前回のビデオ（全 50 分）を再度視聴し、他の人のレポートも参考にして、学習理論・動機付け・自己調整学習の概念を用いて、以下を説明してください（1000～1500字）

- 双方のビデオの学習者の学習が促進されていなかった要因は何か？両者の共通点や相違点は何か？学習者の感情や考え方、学習方法に注意すること
- 学習を促進するために、双方のビデオの指導者はどのような意図でどのように、学習者に働きかけているか？
- 指導者の働きかけは、学習者の感情や考え方、学習方法、理解の点で効果があったか？効果が得られた／得られなかった理由は何か？学習者は今後、自律的に成長できると思うか？

5 コマ目で全員のレポートを配布して、特徴的なものを紹介し、学習主題と関係付けてビデオの要点を解説する。5 コマ目終了後、翌週までに事後アンケートを提出させる。

4. 学習者の反応

2017 年度前期に情報系学科 1 年生向けの「情報社会とビジネス」という科目中の最後のパートで授業を実施した。レポートをすべて提出し、事前・事後のアンケートを提出した学生 113 名が対象である。ただし、一部のアンケートに回答しなかった学生もおり、項目によって数名の欠損がある。

4.1 事前アンケート

事前アンケートでは、学習に対する自己効力感、認知的方略の使用などについて MSLQ を用いて調査した。MSLQ は全部で 56 項目からなるが、文献⁽²²⁾にならって 44 項目を使用した。MSLQ の下位尺度は以下の 5 つである。

- 自己効力感：「その科目で教わる内容を、必ず理解できると思う」など9項目
- 内発的価値：「その科目で学んでいることはおもしろいと思う」など9項目
- テスト不安：「試験のことがいつも気掛かりだ」など4項目
- 認知的方略の使用：「勉強する時、重要なことから自分の言葉におきかえる」など13項目
- 自己調整：「学習した教材が理解できているかを、自分に問いかけて確かめる」など9項目

項目の訳は、文献⁽²⁴⁾、⁽²⁵⁾を参考にしたが、一部不自然な部分があったので修正した。MSLQは、特定の科目に対して実施するよう設計されているので、具体的な科目を想定して回答するよう指示した。表1に各変数の平均、標準偏差、クロンバックの α 係数を示す。 α 係数から、自己調整以外は十分な信頼性が得られているが、自己調整は信頼性が低い結果となった。参考に2016年度の結果も合わせて示す。両年度でほぼ同様の傾向となっている。

表1 MSLQの結果(7件法)

	2016 (n=103)			2017 (n=113)		
	平均	S.D.	α	平均	S.D.	α
自己効力感	4.28	1.44	.95	4.37	1.33	.95
内発的価値	5.24	1.29	.83	5.07	1.30	.87
テスト不安	3.99	1.76	.80	3.91	1.59	.75
認知的方略	4.89	1.29	.73	4.79	1.33	.74
自己調整	4.33	1.46	.49	4.35	1.39	.64

4.2 学び方に関する意識変化

事後に、自身の学び方に関する意識の変化を尋ねた。記述例を表2に示す。記述の分量は平均32.3文字、最少4文字、最大80文字であった。記述内容をカテゴリーにわけ、さらにメタ認知的な内容が含まれているか否かの分類を行った。メタ認知的な内容を含むか否かの判断は、自身の考えや行動に関するメタ認知的モニタリング、メタ認知的コントロールと考えられる記述の有無で行った。例えば、表2でメタ認知的な内容を含まないと判断した記述は、いずれも「感じた」、「知った」といった記述で、自身の考えに対する言及がみられない。メタ認知的な内容を含むと判断した記述は、これまでの自身の考えや今後の行動に言及して意識がどのように変化したかを記述している。表3に、意識変化の内容を表4(後述)と同様のカテゴリー、

さらにメタ認知的な内容の有無で分類し、記述者数、記述文字数を集計した結果を示す。文字数は自己調整的な内容になるほど多く、各カテゴリーではメタ認知的な内容を含む者の方がやや多い傾向にあった。

表2 学び方に関する意識変化の記述例

不適応的	○あまり変わらなかった。
抽象的	○学習の方法について良い方法を知る事が出来た ●今までやっていたその場限りの勉強ではダメだと再確認した
抽象的自己調整	○意味を考えて勉強することの大切さを知った ●単なる知識を暗記するだけではなく、それがどのようになっているかを追求していくことが今後大事になってくると感じた。
基礎	○将棋にも棋譜をつけるという復習方法があることを知り、学習と通じるものがあると分かった。 ●わからないところをそのままにせず理解出来るまで勉強しなければならないと思いました。
自己調整	●理論としては意識していなかったが、目標を立て実行し反省するというサイクルは昔からできていたため(意識は変わらなかった：著者補足) ●今回の講義で自分もこれができていなかったんだと気づけて、その気づけたことそのものがメタ認知なんだと意識して考えられるようになったのでそこが変わったとこだと思う。

○：メタ認知的内容なし、●：メタ認知的内容あり

表3 学び方に関する意識変化(113名)

カテゴリー	全体			内メタ認知あり		
	人数	割合 (%)	平均文字数	人数	割合 (%)	平均文字数
不適応的	2	(1.7)	13.0	0	(0.0)	—
抽象的	31	(27.4)	24.6	21	(67.7)	29.2
抽象自己調整	62	(54.9)	33.2	37	(59.7)	42.6
基礎	4	(3.0)	41.0	3	(75.0)	40.3
自己調整	10	(10.0)	56.8	10	(100)	56.8
その他	4	(1.0)	18.8	1	(25.0)	30.0
総数	113	(100)	33.1	72	(63.7)	40.8

4.3 学び方の工夫

文献⁽⁹⁾を参考に学び方の工夫について、事前・事後に尋ねた⁽¹³⁾、⁽¹⁴⁾。事前では、これまでに行っていた工夫、事後では、これまでに行っていた工夫と今後しようと思う工夫を、それぞれひとり3つまで記述させた。記述のカテゴリー分類例を表4、2016年度と2017年度のカテゴリーごとの記述数を表5に示す。カテゴリーは、既存の分類⁽⁹⁾を参考にしたが、「スケジュールを立てる」など自己調整的な内容を抽象的に書いた「抽象的自己調整」というカテゴリーを追加した⁽¹³⁾、⁽¹⁴⁾。

2016年度と比較して、「基礎」に属する記述が減っている。また、事後（以前）で「抽象的自己調整」に属する記述が増え（17.8%→28.0%）、「自己調整」に属する記述が減少している（30.4%→24.0%）。ひとつでも「自己調整」に属する記述を行った学習者は、事前48名(42.5%)、事後（以前）55名(48.7%)、事後（今後）66名(58.4%)、であった。2016年度（事前31.1%、事後（以前）52.4%、事後（今後）56.3%）に比べると、事前が増加し、事後（以前）が減少した。

表6に、ひとつでも「自己調整」に属する記述を行った学習者と、4.2節の学び方の意識変化でメタ認知的な記述を行った学習者のクロス集計を行った結果を示す。 χ^2 検定を行った結果、事前には有意な関連は無かったが、事後（以前）、事後（今後）には有意な関連が見られた。

4.4 事後アンケート

事後に、授業内容に関してアンケートを行った。表7に、学び方の意識変化のメタ認知的な内容の有無でグループ分けをして平均値の比較を行った結果を示す。2016年度では、メタ認知的な内容を記述した群の方が一般的に良い評価となっていた⁽¹⁴⁾が、2017年度は、「『学び方』に関する考え方が深まった」以外の項目で有意差は無かった。また、2016年度と同様、全体的に7件法で5点台の値になっているが、「このような内容を今後も学んでみたい」については5を下回っている。表8に自由記述のコメント例を示す。

表4 学び方の工夫の記述例

不適応的 暗記、一夜づけ、徹夜
抽象的 予習、復習、教科書を読む、毎日机に向う
抽象的自己調整 時間を決めてやる、暗記をやめる、メタ認知 苦手なものから先に勉強する 得意教科からやり、やる気を上げる
基礎 英単語を発音をしながら書いて覚える メモは内容によって色を分ける できなかった問題を繰り返し解く
自己調整 最初は自分の力で解き、それでもわからなければ何がわからないのかどこが間違っていたのかを考える 基礎的な事項を理解したらそこを使った問題を作ったりしていた 人に教えることができるまで勉強をする
その他 よく寝る、音楽を聴く、スマホは遠くに置く

表5 学び方の工夫（1名三つまで記述）

カテゴリー	記述数割合 (%)					
	2016 (n=103)			2017 (n=113)		
	事前	事後		事前	事後	
以前		今後	以前		今後	
総記述数	224	253	236	293	300	288
不適応的	2.9	2.0	0.4	0.7	3.3	1.4
抽象的	22.5	18.2	5.5	23.9	20.7	21.9
抽象自己調整	20.5	17.8	44.1	21.8	28.0	33.3
基礎	21.3	22.9	14.0	15.0	14.7	8.0
自己調整	16.8	30.4	33.5	20.5	24.0	32.3
その他	16.0	8.7	2.5	18.1	9.3	3.1

表6 学び方の意識変化と自己調整的記述（人数）

メタ認知	自己調整 記述		事前		事後（以前）		事後（今後）	
	なし	あり	なし	あり	なし	あり	なし	あり
なし	28	13	27	14	24	17		
あり	37	35	31	41	23	49		
χ^2 検定	p=0.08		p=0.02*		p=0.006**			

表7 授業内容評価（7件法、113名）

質問	平均 (標準偏差)		有意差
	メタ認知記述		
	なし 41名	あり 72名	
内容は理解できた	5.54 (0.87)	5.69 (0.96)	n.s.
内容は役に立った	5.29 (1.03)	5.42 (1.08)	n.s.
内容に納得した	5.44 (1.07)	5.51 (1.08)	n.s.
自分の経験と結びついた	5.37 (0.86)	5.43 (0.98)	n.s.
「ごまかし勉強」に相当することを やっていたことがある	4.92 (1.01)	5.30 (1.34)	n.s.
このような内容を今後も 学んでみたい	4.44 (1.27)	4.73 (1.25)	n.s.
今後の大学での学習を進めるう えで参考になった	5.22 (1.19)	5.17 (1.04)	n.s.
社会に出てからもこのような 考え方は参考になると思った	5.54 (1.00)	5.67 (0.99)	n.s.
「学び方」に関する考え方が 深まった	5.20 (0.87)	5.63 (0.86)	*
「学び方」に関する考え方が 変わった	5.20 (1.04)	5.06 (1.20)	n.s.

表8 自由記述コメント例

ビデオは同じ内容なのにレポートに書くべき内容が違うと見る観点が違ってよりビデオの内容の理解が深まった。
何度も見るうちに前見たときには気づかなかった点などが見えてきたりして理解も深まったし、考え方も増えたと感じる
ビデオを繰り返し視聴することは授業内容の理解を深めるのには効果的だが、同じビデオについて二度レポートを書くことはあまり意味がないように思える。
見ているビデオは同じなのに見ているところが全然違って、次のレポートの参考にしようと思えた。
他の人が何処に注目しているのかそれをどうまとめるのか参考になるものが多いのでこの形式を続ける方が良いと思う。
他の人の評価されてるレポートを見ることで、自分とは違う観点や、しっかりとした文章を知ることができたので、レポートの紹介は良かったです。

4.5 レポート例

文末の表 9 に、同一学習者の 1 回目、2 回目、4 回目のレポート例を示す。1 回目のレポートで自分の学習経験を具体的に言語化している。「わからない時は、どこがわからないのかを見つける」、「どうしても理解できない時は、とりあえず類題を何題も解く」というように、学習方略の自己調整を行っており、「わかると楽しくなり、ますます意欲がわく」というように、自分の動機付けにも関与している。2 回目のレポートでは、ビデオの内容と自身の経験を照らし合わせて記述している。「目標を視覚化することで、頑張ろうという意識が高まる」、「期限のある具体的な目標を立てることで、やる気が出るし達成感も高まる」といったように自己効力感に関わる記述を行っており、「自分を客観的に見る」、「頭の中で思うだけでなく、それを視覚化し、自己分析することが重要」といったようにメタ認知的な方略の仕様についても言及している。4 回目のレポートも、塾講師と将棋道場のビデオを「塩評価」、「明確な目標」という、1 回目、2 回目のレポートと一貫した観点で記述している。この学習者は、学び方に関する意識変化のアンケートでも、「今回の講義で自分もこれできていなかったんだと気づけて、その気づけたことそのものがメタ認知なんだと意識して考えられるようになったのでそこが変わったとこだと思う。」というように自己調整的な記述を行っていた。

5. まとめと今後の課題

自己調整学習の概念・方略の意識的活用の促進を目的とする授業の評価を行った。学び方の意識変化でメタ認知的な記述した学習者は、事後の学び方の工夫でも自己調整的な記述を行う傾向にある、といった結果が得られた。一方、2016 年度と比較すると、授業内容の評価は全般的に低下しており、意識変化でメタ認知的な記述有無との関連も見られなくなっている。2017 年度はビデオの種別・レポートの回数を増やしており、これが学習者の負担感につながった可能性がある。

今後は、MSLQ の各項目、学習者の授業評価と、レポート内容の関係の分析から、学習効果を確認する必要がある。今回、レポート例を挙げたが、自身の経験と授業内容を関連付けて、一貫した観点で受講した学

習者と、そのような関連付けができていない学習者がいることが想定される。学習主題と自身の経験の関連付けに関して、個々のレポートの分析を行う必要がある。また、学習者が自己調整学習の観点から、自身の学習経験を想起できるような文脈のビデオを選択し、授業内容を再度見直すことも今後の課題である。

謝辞

本研究は JSPS 科研費 26560127 の助成を受けた。

参考文献

- (1) 日本経済団体連合会：“次代を担う人材育成に向けて求められる教育改革”，一般社団法人 日本経済団体連合会 (2014)
- (2) P.グリフィン、他 (編)、三宅なほみ、他 (監訳)：“21 世紀型スキル：学びと評価の新たなかたち”，北大路書房 (2014)
- (3) 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)”，中央教育審議会 (2012)
- (4) Bruer, J.T.: “Schools for Thought: A Science of Learning in the Classroom”, MIT Press (1993)
- (5) Dunlosky, J. and Metcalfe, J.: “Metacognition”, Sage (2009)
- (6) 三宮真智子 (編)：“メタ認知”，北大路書房 (2008)
- (7) 市川伸一 (編)：“発達と学習”，北大路書房 (2010)
- (8) Schunk, D. H. and Zimmerman, B. J.: “Self-Regulated Learning: From Teaching to Self-Reflective Practice”, Guilford Press (1998)
- (9) 伊藤崇達：“自己調整学習の成立過程”，北大路書房 (2009)
- (10) 自己調整学習研究会 (編)：“自己調整学習—理論と実践の新たな展開へ—”，北大路書房 (2012)
- (11) 仲林 清：“自己調整学習を主題とするビデオとオンラインレポートを活用した授業設計の検討と試行”，日本教育工学会研究報告集, JSET15-4, pp.63-70 (2015)
- (12) 仲林 清：“自己調整学習を主題とするビデオとオンラインレポートを活用した授業の試行と評価”，教育システム情報学会研究報告, 30(5), pp.33-40 (2016)
- (13) 仲林 清：“自己調整学習を主題とするビデオとオンラインレポートを活用した授業実践における学習者の意識変化”，日本教育工学会研究報告集, JSET16-4, pp.

- (14) 仲林 清：“自己調整学習を主題とする授業実践における受講者の学習に関する意識変化”，教育システム情報学会研究報告，31(6)，pp. 167-172 (2017)
- (15) 仲林 清：“自己調整学習に関する内省・概念化を促す授業における学習者の意識変化”，日本教育工学会研究報告集，JSET17-4，pp. 51-58 (2017)
- (16) Kolb, D. A.: “Experiential Learning: Experience as the Source of Learning and Development”, FT Press (1983)
- (17) 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)
- (18) 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)
- (19) 藤澤伸介：“ごまかし勉強”，新曜社(2002)
- (20) NHK：“あしたをつかめーしごとくらしも #033”，<http://www.nhk.or.jp/u29design/ashitsuka/033/> (2014)
- (21) NHK：“負けて強くなれ ～名門将棋道場の日々～”，<http://tvtopic.goo.ne.jp/kansai/program/nhk/25825/138725/> (2012)
- (22) NHK：“テストの花道「テストはお宝だ！ 解き直しの極意」”，<http://www.nhk.or.jp/hanamichi/p2013/130603.html> (2013)
- (23) Pintrich, P. R. and De Groot, E. V: “Motivational and Self-Regulated Learning Components of Classroom Academic Performance”, Journal of Educational Psychology, Vol.82, No.1, pp.33-40 (1990)
- (24) 伊藤崇達：“学業達成場面における自己効力感，原因帰属，学習方略の関係”，教育心理学研究，Vol.44, No.3, pp.340-349 (1996)
- (25) 小川内哲生，龍 祐吉：“学業的延引行動に及ぼす動機づけ，学習方略の影響”，尚絅大学研究紀要 人文社会学編 Vol.45, pp.85-94 (2013)

表 9 レポート例（下線筆者）

1 回目
自分の学習の経験について述べる。受検勉強として物理を勉強していた。 <u>わからないとき、まずはどこがわからないのか解答を見ながら見つける。解答や参考書を見ても理解できないときは、解法だけ覚えて類題を何問も解く。そうするとあるとき自然と理解できる。出来ようになるまでは、何も理解できず、理解しようという気持ちも薄れていく中、渋々やっていたが、わかった途端楽しくなり、この場合はどうなのだろうとかますます意欲が湧き、もっと勉強したいという気持ちになるという良いサイクルが出来上がる。</u>
2 回目
増田さんは徳永さんが自信を無くしたとき、小テストで満点をとってもらうことで自信をつけてもらおうとした。しかし何度やっても合格できなかった徳永さんは自習ノートを作ることで合格した。このノートの効果を私自身の経験と合わせて説明する。 <u>目標を視覚化することで、やらなくては、頑張ろうという意識が高まる。また、勉強したことを視覚化することで自分を客観的に見ることができる。これによって自分のミスが細かいレベルで発見できて、弱点を見つけやすくなる。視覚化することは計画を立てる上でも役立ち、漠然とした目標ではなく、期限付きの具体的な課題とすることで、やるべきことがわかり取り掛かりやすく、また終わりが見えていることによりやる気が出るし、終わった時の達成感も感じられる。頭の中だけで思うだけでなく、それを視覚化し、自己分析することが重要である。</u>
4 回目
■徳永さん(A さん)と将棋棋士を目指している中学生(B さん)の学習が促進されなかった理由は2つある。まず1つ目は、 <u>自己評価を避けていたことである。A さんは苦手だからという理由で勉強せず、また、できない理由は自分には才能がないからだと考えていた。B さんも自分の得意な技がありそれに自信を持っていたため、例えその技を使って負けたとしても、自分が失敗したからではなくたまたまだと、自分のミスを認めない。また、自分の手を振り返るより、プロの棋士を見たり、新しい技の勉強をする方が効率的だと考えていた。しかし結果が出ていないことから、きちんとセルフモニタリングができていないということがわかる。</u> ■2つ目は <u>明確な目標がないことである。A さんはそこそこの成績が取れるようになればいいといった曖昧な目標であり、B さんもプロ棋士になるという夢は持っているものの、具体的な目標はないように思われる。これは自己調整の際の課題分析ができていないと言える。これでは何から手をつけていいかもわからずモチベーションも下がる一方である。</u> ■A さんの指導者はこの2つを改善させるため、努力は裏切らないと伝えるために自習ノートを作らせ、 <u>目標と勉強したことを視覚化させた。こうすることでセルフモニタリングがしやすくなり、自分が何ができないかわかり、改善しやすくなる。そして計画も容易に立てられるようになる。また指導者側は、強制的にはではなく自発的に勉強させるために、オープンエンドな課題を与えている。目標と勉強したことを書くようにとだけ言い渡し、科目も目標も自由に決めさせた。これによって A さんは自ら自分の苦手な数学に取り組み、自分の問題点を考えそれを直す目標を立てた。わからないから、苦手だからやらないという考え方も、勉強方法を変えたのだ。A さんは自習ノートの効果が、合格という結果として目に見えて出たので、自分にもできるんだと気づけたし、今後自分のできない原因は能力ではなく、方法であったと考え、自律的に成長できると思われる。</u> ■B さんの指導者も「負け嫌いではなく、負けず嫌いになってほしい」、つまり負けを活かしてほしいと棋譜を付けさせた。B さんは棋譜を付けるように言われてからもなかなか自分のこだわりから抜けさせずにいたが、最後には棋譜を付けていた。自分のやり方ではダメだと気付いたからだろう。B さんはまだ指導者に言われて渋々付けているようだが、今後、棋譜を付けたことで少しでも良くなったと自分で感じられれば成長できると思われる。

自己ペースでの授業学習を支援する eポートフォリオ等の活用 により気づきと考察を促す授業設計

竹岡篤永*1

*1 明石工業高等専門学校

A course design that encourage awareness and thinking using e-portfolio and forms that support learning at their pace

Atsue TAKEOKA*1

*1 National Institute of Technology, Akashi College

高等工業専門学校の1年生を対象に、仕事に対する視野を広げ、自分の傾向を知った上で、生涯にわたり使える学び方の修得をめざすキャリア関連の必修科目を担当している。本科目の目標を達成するために、できるかぎり学生ひとりひとりが自分のペースで考えながら学習できるように、ICT環境を最大限に活用し、eポートフォリオとフォームとを組み合わせた授業を設計・実践している。この授業のスタイル（学習環境）に学生たちがどの程度適応しているか、学生たちがどの程度学びを深めているのかについて、アンケートによる中間調査を行った。その結果、ほとんどの学生は本授業のスタイルに適応しているものの、なお説明の機会が必要であることが示唆された。また、授業量は時間外の学習を必須とするものとなっており、対応の必要が示唆された。さらに学生たちは、本授業から気づきを得て、深く考えていたという結果がでた。本授業が、学生に気づき、考える機会を与えていることが示唆された。

キーワード: 授業設計, eポートフォリオ, 自己調整学習, インストラクショナルデザイン

1. はじめに

工業高等専門学校は、おおよそ15歳から20歳までの専門教育を担う高等教育機関である。設置以降、これまでの50余年間に、優れたエンジニアを多数輩出してきた。

IoTやAIなどの第4次産業革命を牽引するキーテクノロジーの台頭を背景に、X高専はこれらの技術力を身に付けることのできる人材の養成を目指し、2016年に改組を行った。X高専改組のキーコンセプトは、「新しい時代に羽ばたく自分の未来をデザインしよう」である¹。なお、ここでの「自分の未来をデザインする」とは、「人々の暮らしをデザインする」「社会環境をデザインする」「社会環境をデザインする」などの意である⁽¹⁾。このためには専門的基礎学力を身に付けることがもちろん必要だ。と、同時に、専門技術を修得するための方法や身に付けた専門技術を発揮するための能

力、さらには、それらの専門技術が使われる社会状況などについても知っておく必要がある⁽¹⁾。筆者は、後者の力を身に付けるための科目を、改組の1年前から企画し、改組以降は非常勤講師として担当してきた。

本科目は2年目の中盤を過ぎた。この時点でのアンケートをもとに、本稿は、この科目の授業スタイル（学習環境）に学生がどの程度適応しているか、そして、学生たちがどの程度学びを深めているのかについて整理した結果を報告する。

2. 本科目の概要

2.1 本科目が目指すもの

本科目は、高専1年生（高校1年生相当）の必修科目として、前期15回、後期15回で構成される。1学年にクラスは4つあり、筆者は全クラスの授業を担当している。高専の1回の授業時間は90分であるが、

¹ X高専のホームページより <http://www.kochi->

[ct.ac.jp/reborn/](http://www.kochi-ct.ac.jp/reborn/)

本科目は1回につき、その半分の45分が割り当てられている。高専は大学と同じように、シラバスによって授業内容－目標や各回の授業概要－を示すこととなっている。シラバスに示した本科目の大きな柱は2つある。1つは、自分自身を知ること。もう1つが、社会に広く目を向けることである。まず、これら2つの柱を立てた理由を説明する。

高専に入学する学生²は、高等学校ではなくわざわざ工業系の高等教育機関を選ぶことから、専門分野修得に対する意識が高い傾向にあると考えられる。例えば、ロボット開発をしたいという明確な意識を持つ学生もいれば、将来は建築分野で働きたいという学生もいる。中には、特定の企業名を挙げて、その企業で働くことを目標にするものもいるし、大企業・公務員を挙げるものも少なくない。X高専では卒業後すぐに働きたいという学生が6割程度³おり、どちらかという職業意識が高い学生が多いと言える。しかし、働くことについてのイメージはそれほど具体的ではない。

また同時に、自分自身の強み弱みや好き嫌いなどを適切に把握した上で、将来をデザインすることが重要なのは言うまでもない。

そこで本科目では、前述の2つの柱を次のように具体化した。近い将来、自分が携わるものとして仕事を捉え、働くために必要な能力を、自分の強み弱み等に照らし合わせて獲得する必要があるという意識を育て、具体的に必要な能力を身に付けるための方法を学ぶ。これらの能力は、長期的には働くときに役立つものであるが、同時に、現在の学びにも役立つものでもある。

2.2 本科目の構成

2.2.1 全体構成

年間を通しての本科目の大まかな流れは次のようなものである。

前期では、初回で授業の目標を確認したあと、引き続き数回で働く人の具体的なイメージを、ビデオなどを通じて学ぶ。その中で、働くためにはどのようなスキルが必要とされているかを考える。その後、高専で

の学習が軌道に乗り始めた頃に、自らが高専に入った目標を確認し、自分なりの目標を立てる練習を行う。目標を踏まえて、仕事に必要なスキルや自分に何が足りないかなどを考える。

後期では、初回到高専で学ぶ意味を再度確認できる資料を読む。その後、自らの学習スタイルを把握し、学び方を振り返るための具体的な方法などを学ぶ。間に、さまざまな働き方を学ぶ。また、試験の振り返り方も学ぶ。

このような進め方によって、自分自身を知り、社会に広く目を向けながら、将来にわたって長く役立つと考えられる学習方法を身に付けていく。各回の内容を表1に示す⁴。

表1 本科目の各回の内容（実際）

前期	
第1回	授業の目標と計画
第2回	(情報セキュリティ等)
第3回	仕事の現実①(ビデオ)
第4回	仕事の現実②(記事)
第5回	(情報セキュリティ等)
第6回	仕事の現実③(ビデオ)
第7回	高専での目標
第8回	将来に対する不安と現状
第9回	目標を立てる練習
第10回	(台風のため延期)
第11回	やり抜く力を確かめる
第12回	仕事を支える力
第13回	(情報セキュリティ等)
後期	
第1回	100年ライフの学び方
第2回	学習スタイルを把握する
第3回	学び方を振り返る
第4回	働き方を考える
第5回	失敗に強くなる
第6回	時間を管理する
第7回	試験のできぐあいを振り返る
第8回	学習意欲を高める
第9回	仲間と力を合わせる
第10回	時代による職業の違いを考える
第11回	地域による職業の違いに目をむける
第12回	ここまでの学びの整理
第13回	新しい働き方を考える
第14回	働くための基礎知識

※灰色部分は本稿執筆時点では未実施の回。また、()は筆者の担当外の回である。試験は除外している。

² 高専は高等教育機関であるため、高等学校相当年齢の在学者も学生と呼ばれる。

³ 進学・就職の割合は高専によって異なるが、2017年度の授業内のアンケート結果によると、X高専では、1年生

171人のうち、約63%が国内での就職を、約21%が国内での進学を望んでおり、約12%が特に決めてはいなかった。(6月13日「高専での目標」に実施)

⁴ 15回に満たない分は補講等で補う予定である。

2.2.2 特徴

本科目の特徴は、大きく括ると次の2つである。

- 毎回提示する情報を自分のペースで学べること
- 得た情報に基づいて考えた結果を残すこと

これを実現するために、毎回の授業にパソコンを用い、eポートフォリオなどを活用している。

自分のペースでの学習を実現するため、説明は最小限にし、ほとんどの時間を、ビデオを見る、資料を読む、考えたことをグループで話し合う、考えたことを書くなどにあてるようにしている。例えば、ビデオを通じた学習においても、一斉にビデオを見るのではなく、いくつかのビデオをランダムに割り当て、それぞれが自分に割り当てられたパソコンでビデオを見るようにしている。ビデオを見たあとは、グループになってお互いに見たビデオの内容と考えたことを話し合うなどする。資料を読む場合には、各自に資料を配り、読み終わった頃に、各自がパソコン上にあらかじめ作成しておいた内容確認のためのクイズを行う。その後、練習問題等を行い、考えた結果を書く。

典型的な1回の授業は次のようなものである。まず、学生は自分に割り当てられたパソコンにログインする。ログインを待つ間に、スライドを表示し、その日に目標・行動を説明する。同じ内容はeポートフォリオの「今日のページ」にも設定している。次に、学生は「今日のページ」からリンクをたどり、ビデオを見て（資料の場合は紙の配布物を読む）、確認クイズを行う。練習問題などは、配布資料に書くか、あらかじめ設定したフォームに書く。最後に、その日の学びをeポートフォリオに書いて整理する。その日に学んだことをキーワードなどで簡単に示して授業を終える。

授業では主に2つのツールを使用する。毎回の授業をガイドし、かつ、学びを記録するeポートフォリオと、確認クイズやアンケートなどに使用するフォームである⁵。図1はeポートフォリオを活用した授業ガイド「今日のページ」の例である。



図1 「今日のページ」例

3. 学生の学びの状況

3.1 調査アンケートの概要

授業で使用しているツールの操作や学びの状況についてのアンケートを、後期第5回の授業時に行った⁶。

アンケートは大きく2つに分けた。1つめは、学びの環境についてである（10問で、すべて選択肢）。授業で使っているeポートフォリオ(mahara)と確認クイズや練習問題・アンケートなどで使用しているフォーム(Googleフォーム)が問題なく使用できているか、また、学習が授業時間内に終わるかなどを選択してもらった。もう1つは、学びの役立ち度についてである（11問で、記述式が4問）。学習を通じて気付くことがあるか、深く考えて書くことができているかなどを段階で選択してもらい、そして、前期・後期に分けてどの授業が役だったのかを選択し、その理由を記述してもらった。

対象者は、当日欠席の1人を除く170人となった。そのうち、139人から回答があった。授業時間中に128人が、11人は授業時間外に答えてくれた。回答率は81.8%であった。

3.2 学びの環境について

授業で使用しているeポートフォリオのmaharaとGoogleフォームの操作の易しさ・難しさについて尋ね

行っている。

⁶ 後期になってからは、各回の終わりにその回の学びや資料等のわかりやすさについてのアンケートに答えてもらっているが、これはそれとは別のものである。

⁵ これらのICTツールは最初から使えるわけではないため、前期の中頃に操作説明を行い、それ以降に使うようにした。そのため、eポートフォリオが使えるようになるまでは「今日のページ」はGoogleサイトに載せた。いずれにせよ、最初の1回を除いてパソコンを活用した授業を

た。結果は表 2 の通りである。

表 2 ツールの操作の難易状況

mahara	問題なくできる	迷うときがある	いつも困っている
ログイン	133 (95.7%)	5 (3.6%)	1 (0.7%)
今日のページへのアクセス	133 (95.7%)	5 (3.6%)	1 (0.7%)
テンプレートのコピー	132 (95.0%)	7 (5.0%)	0 (0.0%)
コピーしたページの編集	127 (91.4%)	12 (8.6%)	0 (0.0%)
Google	問題なくできる	迷うときがある	いつも困っている
ログイン	127 (91.4%)	11 (7.9%)	1 (0.7%)
メール受信	137 (98.6%)	2 (1.4%)	0 (0.0%)

数字は人数、()内は回答者中の割合である。なお、「いつも困っている」と答えた 1 人は、それぞれ別人である。

さらに、mahara の操作説明について、「もう一度やり方を学習する機会が欲しい」「わからないときは配布資料等を参照している」「十分使えているので問題はない」の中から選択してもらったところ、それぞれ、12 人 (8.6%)、45 人 (32.4%)、82 人 (59.0%) となった。

また、Google の操作説明について、「もう一度やり方を学習する機会が欲しい」「十分使えているので問題はない」の中から選択してもらったところ、それぞれ、13 人 (9.4%)、126 人 (90.6%) となった。

次に、学習時間について尋ねた結果を表 3 に示す。2 つの質問をした。「考えたり、書いたり学習は授業時間内で終わりますか？」と「授業時間外に学習はしていますか？」である。

表 3 授業内外の学習時間状況

考えたり、書いたり学習は授業時間内で終わりますか？	
いつも授業時間内にはできない	30 (21.6%)
授業時間内に終わらないことが多い	63 (45.3%)
終わらないこともあるがだいたい授業時間内におわる	37 (26.6%)
いつも授業時間内に終わる	9 (6.5%)
授業時間外に学習はしていますか？	
授業内にはいつも終わらないので、授業時間外に mahara 等を書く	1 (0.7%)
授業時間内に終わらないときは、授業時間外に mahara 等を書く	127 (91.4%)
授業時間内に終わるが、授業時間外にもさらに mahara 等を書く	3 (2.2%)
授業内に終わるのでなにもしない	1 (0.7%)
授業時間内に終わらないが、授業時間外にはなにもしない	7 (5%)

授業時間内に終了できるかどうかについては、「いつもできない」「終わらないことが多い」を合わせると 66.9% となった。

3.3 学びの役立ち度について

学びの役立ち度について、まず、2 つの質問で度合いを尋ねた。「学習を通じて、世の中 (仕事など) のことで気づくことがありますか？」「学習を通じて、自分のことで気づくことがありますか？」である。結果を表 4 に示す。

表 4 授業内容から得た気づきの度合い

気づきはほとんどない ← → いつも何かしら新しい気づきがある				
1	2	3	4	5
学習を通じて、世の中 (仕事など) のことで気づくことがありますか？				
4 (2.9%)	9 (6.5%)	31 (22.3%)	77 (55.4%)	18 (12.9%)
学習を通じて、自分のことで気づくことがありますか？				
4 (2.9%)	7 (5.0%)	22 (15.0%)	73 (52.5%)	33 (23.7%)

スケールの 4 および 5 の数を合計すると、世の中のことにについては 68.3%、自分のことについては 76.2% となった。このことから、半数以上の学生が「いつも何かしら新しい気づき」を得ているという結果が得られた。

続いて、「学習の中で書くときに、深く考えて書いていますか？」の結果を表 5 に示す。

表 5 書くときの考えの深さの度合い

あまり深く考えずに書くことが多い ← → 深く考えて書くことが多い				
1	2	3	4	5
6 (4.3%)	8 (5.8%)	31 (22.3%)	61 (43.9%)	33 (23.7%)

スケールの 4 および 5 の数を合計すると 67.7% となった。こちらでも半数以上の学生が「深く考えている」という自認を持っているという結果が得られた。

3.4 各回の役立ち度

学びの役立ち度をさらに詳細を確認した結果を表 6 に示す。質問は、前期で筆者が担当した 9 回について、後期ではアンケート時点で終了していた 5 回について、どの回がもっとも役に立ったかとその理由、その他に役に立った回はあったかとその理由であった。つまり、前期・後期でそれぞれ 2 つを選んでもらった。なお、選択肢には日付テーマの他にキーワードを付した。

表 6 授業の役立ち度

各回の内容	もっとも (1 ばん)	その他 (2 ばん)
前期		
4/11 授業の目標と計画	1 (0.7%)	4 (2.9%)
4/25 仕事の現実①	7 (5.0%)	15 (10.8%)
5/9 仕事の現実②	5 (3.6%)	8 (5.8%)
5/23 仕事の現実③	16 (11.5%)	9 (6.5%)
6/13 高専での目標	27 (19.4%)	15 (10.8%)
6/20 将来に対する不安と現状	24 (17.3%)	22 (15.8%)
6/27 目標を立てる練習	12 (8.6%)	22 (15.8%)
7/11 やり抜く力を確かめる	32 (23.0%)	21 (15.1%)
7/25 仕事を支える力	15 (10.8%)	23 (16.5%)
後期		
10/3 100 年ライフの学び方	7 (5.0%)	11 (7.9%)
10/17 学習スタイルを把握する	26 (18.7%)	11 (7.9%)
10/24 学び方を振り返る	24 (17.3%)	29 (20.9%)
11/7 働き方を考える	44 (31.7%)	34 (24.5%)
11/14 失敗に強くなる	38 (27.3%)	54 (38.8%)

※多い順に 3 つのセルを色づけた。

「もっとも (1 ばん)」と「その他 (2 ばん)」を合計すると前期は多い順に、「7/11 やり抜く力を確かめる」「6/20 将来に対する不安と現状」「6/13 高専での目標」「7/25 仕事を支える力」「6/27 目標を立てる練習」「5/23 仕事の現実③」「4/25 仕事の現実①」「5/9 仕事の現実②」「4/11 授業の目標と計画」となった。

自分自身の現状について確かめる内容が上位に来る結果となった。

後期 5 回についても同じように「もっとも (1 ばん)」と「その他 (2 ばん)」を合計すると、多い順に「11/14 失敗に強くなる」「11/7 働き方を考える」「10/24 学び方を振り返る」「10/17 学習スタイルを把握する」「10/3 100 年ライフの学び方」となり、こちらは日付の新しい順に並んだ。

「11/14 失敗を考える」はアンケート当日の授業であったため、印象に残っている人が多かったものと考えられる。「11/7 働き方を考える」が多かったことから、後期では仕事に関連する内容も役立ち度が高かったという結果が出た。

3.5 自由記述から見た学びの程度

役だった回を選択したあとに記述してもらった内容を示す。ここでは、「もっとも (1 ばん)」と「その他 (2 ばん)」の合計の上位 3 位の結果を示す。

3.5.1 前期

多い順に「7/11 やり抜く力を確かめる」「6/20 将来に対する不安と現状」「6/13 高専での目標」であった。順に自由記述を見ていく。(囲みの中は、その回の授業進行の概要である。)

1 位「やり抜く力を確かめる (7/11)」

学生はパソコンにログオン、mahara にログインし、「今日のページ」からリンクをたどり、フォームに設定した 10 個の設問に答え、自分のやり抜く力を判定する。配布したワークシートにやりぬく力の得点を書き写したのち、ワークシート上の複数の問いに対する答えを記入しながら、自分自身がどのような状況で力を発揮できるかを考える。これら 2 つの素材を使って、目標を 1 つ設定し、それを具体的なものとしていく練習をする。余裕のある人は、今回の学びを e ポートフォリオに記入する。

この回が役だった理由として多かったのは、改めて自分の力を見直せた、考えたであった。やり抜くことは将来にも役立ちそうという記述も少数ながらあった。記述例は次の通りである。

- ・自分のやり抜く力は自分自身ではわからなかったため役に立ちました。
- ・すぐにあきらめる自分にとっていいことだから。
- ・目標だけ決めても、自分のやる気がないと続かないと思うから。

2 位「将来に対する不安と現状 (6/20)」

スライドを使って前回から開始した mahara の操作手順の復習を行う。mahara 経由でフォームに設定した「将来・現状について」の 17 のアンケートに答える⁷。フォームの回答のページを表示し、みんなの回答の集計により傾向を確認してもらう。フォームの内容は各自のメールに送られるようになっている。その内容を整理するための e ポートフォリオ上のテンプレートをコピーし、記入する。

この回では、自分一人が不安を持っているわけではないことがわかって安心したという記述が少なかった。記述例は次の通りである。

⁷ 許諾を得た上で、A 高専が 2015 年に実施した「キャリア設計と学生生活についてのアンケート」⁽²⁾を一部改変し

て使用した。

- ・自分の不安を確認できて、その不安を高専で解決できそうだとわかることができたから。
- ・同じような考えの人が多くわかって安心した。
- ・現状を把握していくことで目標を立てやすくなった。

3位「高専での目標 (6/13)」

この回から mahara の使用を始める。スライドを使って mahara へのログイン・ログアウトを練習し、「今日のページ」経由でフォームに設定した「高専での学生生活の目標」の21のアンケートに答える。設問は、「目標があるか?」「目標のために取っている行動があるか?」「どんな具体的な行動を取っているか?」「行動を取っていないとすればその理由はなにか?」などである⁸。各自のメールに送られた自分が書いた内容を整理してeポートフォリオに記入する。

mahara の使い方が目標の一つだったこともあり、この回では、mahara の使い方を知ることができた良かったという記述もあった。記述例は次の通りである。

- ・高専での目標を再確認できたから。
- ・高専での目標があまりなかったので、考える機会を設けてくれたから。
- ・自分の目標をざっくりと決めることができたから。

3.5.2後期

多い順に「11/14 失敗に強くなる」「11/7 働き方を考える」「10/24 学び方を振り返る」であった。順に自由記述を見ていく。

1位「失敗に強くなる (11/14)」

「今日のページ」経由でフォームに設定した「失敗に対応する力の自己チェック」に答える。その後、「失敗に強くなる」の資料を配付し、読み終わったら(あるいは読みながら)、フォームの内容の確認クイズに答え、全問正解を目指す。その後、資料に含まれる練習問題をフォームまたは資料に記入することによって答え、自分が書いた内容を整理してeポートフォリオに記入する。余裕のある人は、今回のアンケート(フォーム)に答える。

授業の最初に、「失敗に強い人?」と尋ねると、各クラスとも1~2人程度が手を挙げた。手を挙げない人

も含めて、半数以上は、「自分は失敗に弱い」という自認を持っているようであった。この回では、失敗について考えることができ、失敗に強くなる方法がわかった。失敗で学ぶことの大切さを知ったなどの記述が多く見られた。記述例は次の通りである。

- ・失敗は悪くないと理解できたから。
- ・失敗に強くなるにはどうしたらいいかを知るの、勉強でも部活でも役立つから。
- ・自分にとってよいセルフトークがひらめいたから。

2位「働き方を考える (11/7)」

「今日のページ」上のリンクをたどり NHK 高校講座内の「仕事ってどう選ぶ?~働き方を考える~」を視聴する。また、雇われない働き方へと高専卒業生による起業の記事を読む。その後、フォームの内容の確認クイズに答え、全問正解を目指す。その後、気づいたこと、考えたことを整理してeポートフォリオに記入する。余裕のある人は、今回のアンケート(フォーム)に答える。

この回では、いろいろな働き方、雇用形態について新しい知識を得たという記述が多かった。また、働き方について考えることができた、という記述も少なくなかった。記述例は次の通りである。

- ・仕事に対して柔軟な考えが持てた。
- ・自分のつきたい職業への選び方が良い方向へと大きく変わったから。
- ・他の人(現在実勢に働いている人)の仕事の決め手を知れて、自分の決め手は何なのだろうと考えることができたから。

3位「学び方を振り返る (10/24)」

「今日のページ」経由でフォームに設定した「学び方を振り返るアンケート」に答える。その後、「学び方を振り返る」の資料を配付し、読み終わったら(あるいは読みながら)、フォームの内容の確認クイズに答え、全問正解を目指す。その後、資料に含まれる練習問題をフォームまたは資料に記入することによって答え、自分が書いた内容を整理してeポートフォリオに記入する。余裕のある人は、今回のアンケート(フォーム)に答える。

⁸ これらの設問も A 高専が 2015 年の実施したアンケート

を一部改変して使用したものである。

この回では、自分の学びについて振り返ることができたという記述が多かった。自分の学び方の傾向がわかった、学習の仕方がわかったという記述も少なくなかった。記述例は次の通りである。

- ・勉強の効率を上げるヒントになったから。
- ・学習スタイルを確認することで自分に合った勉強法を見つけることができたから。
- ・普段の自分の勉強の姿勢を見直せたから。

4. 考察とまとめ

4.1 授業スタイル（学習環境）への適応度

授業でほぼ毎回使用している2つのツールの操作について、学生が難しさを感じているかどうかについて尋ねたところ、90%以上が「問題なく使えている」と感じていたことが確認できた。しかしこの結果は、アンケートに答えなかった人の状況を反映しておらず、アンケートに答えなかった31人（全体の約18%）の状況はわからない。そもそもアンケートに答えなかったこれらの学生たちは、時間切れのために答えられなかった可能性も高い。この人たちが「いつも困っている」と仮定すれば、全体のおおよそ25%程度が操作方法についてさらに支援を必要としているのかもしれないと考えられる。

この科目は必修科目である。使用しているツールが学びを支えるために必須のものであるとするならば、全員が問題なく使えるよう引き続き支援をしていく必要があることが明確になった。

授業時間については、66.9%の学生が「いつも授業時間内に終わらない」または「授業時間内に終わらないことが多い」という結果が得られた。前述したように、アンケートに答えなかった約18%の学生が、時間切れのため答えなかったとするならば、おおよそ70%以上の学生が授業時間内には与えられたタスクを完了できていないと考えられる。ただ、授業中に、できなかった部分は、なるべく早いうちに書くように促していることを反映してが、ほとんどの学生が、授業時間外に取り組んでいるとの結果がでた。

しかし、授業時間内には終わらず、かつ、授業時間外には何もしない学生も存在する。アンケートに答えなかった学生の状況も不明である。必修というこの科目の特性から考えると、促すだけでなく、明確に宿題

にするという方法も考えられる。ただし、この場合は、自主的に学習を進めていくというよい習慣ができにくくなる可能性もある。期限を決めて、その間に自主的に取り組むなどの方法がよいのかもしれない。

4.2 学びの程度

学びの程度のアンケート結果については、授業の様子から判断すると、アンケートに答えなかった人と答えた人との間に大きな違いがあるとは考えにくい。本節の結果については、これを前提として考察を進めていきたい。

世の中については68.3%が、自分自身については76.2%が毎回の授業からなんらかの気づきを得ているとの結果が得られた。ある一定程度、授業が役に立っていると考えられる。世の中のことについてよりも、自分自身についての気づきが多い理由として、仕事について取り上げた回にも、自分自身のことを考える内容を盛り込んだことが考えられる。

考えて書いているか、については、67.6%が深く考えているという自認を持っていることがわかった。この自認について、各回の役立ち度の自由記述に照らし合わせて考えていく。

自由記述を見てみると、どの回においても、自分自身について「改めて考えた」「再確認した」などの記述が多く見られた。「考えが大きく変わった」との記述もあった。授業を通じて、自分自身について見直す機会を得たものと考えられる。おそらくは、これが「深く考えた」につながったのではないだろうか。

「自分の目標をざっくりと決めることができた」「自分によってよいセルフトークがひらめいた」などは、気づきからさらに一歩進んで、行動へあと一歩のところまで来ていると考えることができるかもしれない。これらも「深く考えた」を後押しする記述ではないだろうか。

実際に書かれたものの詳細は確認していないが、どのような記述であろうとも、何かに気づき、自分なりに深く考えていることは間違いなさそうである。もし、書かれたものが考えた結果のように読み取れないとすれば、考えを書く方法を学びに加える必要があるのかもしれない。

4.3 まとめとこれからの課題

高等工業専門学校で担当している1年生全員を対象としたキャリア関連の必修科目において、今後の授業進行のためにアンケートによる中間調査を行った。この授業のスタイル（学習環境）に学生たちがどの程度適応しているか、学生たちがどの程度学びを深めているのかについて尋ねたところ、ほとんどの学生は本授業のスタイルに適応しているものの、なお説明の機会が必要であることが示唆された。また、授業量は時間外の学習を必須とするものとなっており、対応の必要が示唆された。さらに学生たちは、本授業から気づきを得て、深く考えていたという結果がでた。本授業は学生に気づき、考える機会を与えていると言えよう。

本科目が必修科目であることから、授業で使用するツールについては全員が問題なく使えるような支援を急ぎ行う必要がある。授業時間内に終わらないという課題については、量を減らすのではなく、授業時間外の学習を工夫したい。学生が書いた結果については、1年の終わりに詳細に見て、評価をする予定である。その前に、書き方について追加の学習が必要であるかを見極めておきたい。また、授業のスタイル（方法）が気づき・考察をどう促しているのかについても、1年の終わりに調査をしたいと考えている。

参 考 文 献

- (1) 秦泉寺俊弘：“高知高専 ソーシャルデザイン工学科新設—高知高専学科改組—”，日本高専学会誌，第21巻，第1号，pp.21-25 (2016)
- (2) 石田百合子，石田祐：“明石高専におけるアクティブ・ラーニング推進の取り組み - 生涯学び続ける力の獲得とキャリアの設計に向けて - ”，日本塑性加工学会誌，第57巻，第663号，pp.320-325 (2016)

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

鈴木 伸子, 鈴木 克明
熊本大学 教授システム学研究センター

The Practice of Personalized System of Instruction to Programing Training for New Employee

Nobuko Suzuki, Katsuaki Suzuki
Research Center for Instructional Systems, KUMAMOTO University

本研究では、個別化教授システム (PSI) を新入社員向けプログラミング研修において実践し、一斉授業形式との比較を行った。コース終了時の事後テストでは一斉授業形式に比べ PSI 方式で実施した際の平均点が有意に高い結果となった。PSI 方式について、プログラミング経験者からは「おもしろかった」「やる気が出た」との評価があった一方、未経験者からは高い評価を得られなかった。また未経験者は通過テストやプロクターといった PSI 方式の特徴は評価しながらも、教材による独習だけでなく講義も望んでいることが明らかになった。

キーワード: 個別化教授システム (PSI) , プログラミング言語教育, 教育方法

1. はじめに

1.1 背景

近年、日本企業における大卒等新卒者採用では「コミュニケーション能力」「主体性」「協調性」などが重視され、専門性や保有資格、学業成績といった学生時代に習得したスキルは選考においてあまり優位性をもたない傾向にある⁽¹⁾。その結果、新入社員が入社時点で保持しているスキルや専門性は、同じ職種であっても個人差が大きい状況となっている。

IT 業界においても同様の傾向が生じており、システム構築に携わるエンジニア職でも、情報系学部だけでなく文系を含む様々な学部から採用されるため、入社後に初めて情報系の専門教育を受ける新入社員も珍しくない。さらに、スマートフォンの普及によって大学時代にパソコンを使用する機会が少ない学生も増えており、あるコンピュータメーカーの行った調査では、スマホ普及によって新入社員の PC スキルが減少したと感ずる採用担当者は調査全体の 4 割以上にのぼっている⁽²⁾。

このような背景から、IT 系企業におけるエンジニア職の新入社員についても、研修開始時の IT スキル差が大きく、従来の一斉授業形式では全ての受講者に対して適切なスキルを習得させることが難しくなっている。特にプログラミング言語系のカリキュラムでは、初期段階での理解不足が積み重なると、クラス全体の進捗に追いつくことが難しくなる。理解不足は学習意欲の低下につながり、配属後の業務に必要なスキルを習得できないまま研修期間を終えてしまうことも危惧される。こうした状況から、受講者それぞれが自分のペースで完全に習得できるまで学ぶことができる教授方法が求められている。

1.2 個別化教授システム (PSI)

受講者の習得度に応じて、自分のペースで学習する教授方法としては個別化教授システム (PSI, Personalized System of Instruction) が知られている。PSI は 1960 年代に F.S.Keller によって提案されたシステムで別名「ケラープラン」とも呼ばれている⁽³⁾。

PSI の主要な特徴は以下のとおりである⁽⁴⁾。

(1) チームの構成

授業はチーム制とし、チームは教官・助手・プロクターから構成される。

(2) プロクター制

プロクターと呼ばれる学習者の補助指導員を配置する。1 人のプロクターが 10～15 人程度の学習者を担当し学習者の個人指導を行う。

(3) 小単元・完全習得方式／即時フィードバック

使用する教材は小単元に分割し系列的に配置する。学習者は現在の単元を習得しないと次の単元に進めない。単元ごとにテストが行われ（通過テスト）、完全習得を確認する。テスト直後にプロクターによる正誤のフィードバックがある。それにより概念の訂正・定着が行われる。

(4) 自己ペースの学習

学習者は教材を自分のペースで学習する。学習の時間と場所は限定されず、学習上の疑問は待機している教官やプロクターに質問や相談ができる。

(5) 出欠自由の講義

いくつかの単元を消化した学習者に対して、適宜講義を開催する。この講義は内容のテストを行わず出欠も自由とするが、一定の単元数の消化が必要とされる。直接的・間接的に動機付けを高めることを目的としている。

このように PSI は完全習得学習の一形態として学習者が自分のペースで学び、必要なリソースを必要な時に自分で選択できる。しかし全くの独学ではなく教師やプロクターという支援者のサポートを受けながら、単元ごとに内容を完全に習得していくことができる PSI は高等教育での実践が多く、日本でも統計学や情報処理の授業での導入事例や⁽⁵⁾ 遠隔授業での実践が報告されている⁽⁶⁾⁽⁷⁾。本研究では、高等教育での事例が報告されている個別化教授システム (PSI) を、従来の一斉授業形式では全ての受講者に対して適切なスキルを習得させることが難しくなっている IT 系企業の新入社員研修に取り入れ、実践をおこなった。受講者がそれぞれのペースで学習し理解した上で先に進む PSI は、スキルの異なる学習者が混在する研修において、習得度と学習意欲にどのような効果があるかを明らかにすることを本研究の目的とした。

2. 方法

2.1 対象となる研修および受講者

本研究では、大手システムインテグレーターのグループ会社で、システム開発サービスを提供している X 社の新入社員向け専門研修の一部を PSI の対象とした。同社の新入社員研修は、例年グループ会社全体の新入社員を対象とした入社前の内定者研修および入社後の共通研修と、X 社新入社員のみを対象としたシステム構築に関する専門研修（以下専門研修）で構成されている。今年度 2017 年も同様の構成で X 社新入社員全員が一連の研修を受講した。受講者 28 名中、プログラミング経験がある者は 12 名、プログラムを組んだ事はあるがほぼ未経験が 10 名、全くプログラミング経験がない者が 6 名であった。

2.2 専門研修カリキュラム

専門研修のカリキュラムは、プログラミング基本、Java 基本、Java 応用、テスト・Web、システム構築の 5 カテゴリで全 10 コースからなり、X 社新入社員が配属後に担当するシステム設計および開発に必要なスキルを習得することを目標とした。

表 1 専門研修カリキュラム

カテゴリ	コース名(日数)
プログラミング 基本	プログラミング(1)
Java 基本	Java アルゴリズム(3)
	Java オブジェクト指向プログラミング(4)
	* 復習日(1)
Java 応用	Java システムプログラミング(2)
	データベース(2)
	Java データベースプログラミング(2)
テスト・Web	テスト技法(1)
	HTML5(2)
	サーブレット/JSP プログラミング(3)
	* 復習日(1)
システム構築	Web システム構築(8)

Web システム構築コースを除くすべてのコースでそれぞれの終了日に事後テストを行い、理解度を確認した。

2.3 個別化教授システム (PSI) の適用

2.3.1 PSI 対象コース

専門研修で扱うコースの中でも、プログラミング言語を学ぶ Java 基本カテゴリの 2 コース、「Java アルゴリズム」、「Java オブジェクト指向」は初学者の多くが苦手意識を持ちやすい。特にオブジェクト指向では、概念を理解するために必要な時間が、受講者の経験や前提知識によって異なり、進捗の差が生じやすい。そのため従来の一斉授業では、クラス全体の進み具合に理解がおいつかない学習者と、理解できているのに先に進めない学習者が二極化し、いわゆる「落ちこぼれ・吹きこぼれ」現象が発生していた。このような状況から Java 基本カテゴリの 2 コースを従来の一斉講義形式ではなく、受講者がそれぞれテキスト等の教材を使い、自分のペースで学習する PSI 方式で実施した。

2.3.2 使用教材

PSI 対象コースの教材は、テキストに加え、演習ガイド・基本問題集・実践問題集を使用した。受講者はテキストの各単元に対応した演習を行いながら理解を深め、問題集の択一式問題やプログラミング問題で確実に習得する、という流れで学習を進めた。

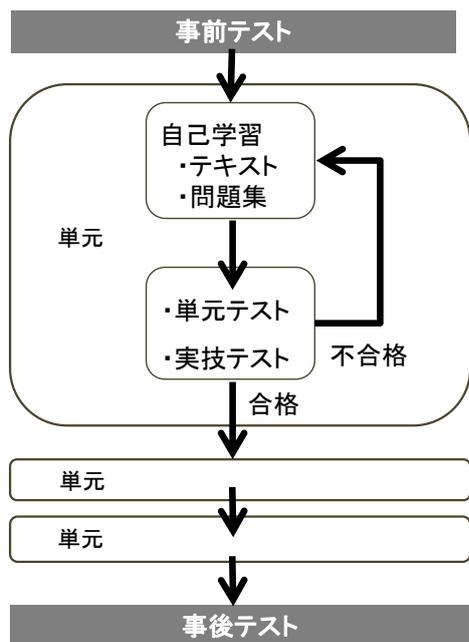


図 1 PSI 対象コースのプロセス

表 2 PSI 対象コース 実施テスト

単元	章	事前テスト	単元テスト	実技テスト	事後テスト
コース開始時		●			
1	1章		●	●	
2	2章				
	3章		●	●	
3	4章		●	●	
4	5章				
	6章		●	●	
全単元 終了後					●

2.3.3 プロクター

学習者である新入社員 28 名に対し、外部教育ベンダーの講師 1 名、システム開発経験 5 年程度の X 社先輩社員（以下先輩社員） 2 名の合計 3 名をプロクターとして配置した。プロクターの役割は、学習者からの質問を受け付ける、学習者の進捗を把握する、そのほか必要に応じて学習者をサポートすることとした。

2.3.4 通過テスト

PSI 対象コースでは単元ごとの通過テストとして、設問に対し選択肢から正解を選ぶ形式の「単元テスト」と、実際にプログラムを作成する「実技テスト」の 2 種類を用意した。両テストとも LMS (Learning Management System) で配信され、受講者は 2 つの通過テストに合格しなければ次の単元に進むことはできない (図 1)。受験回数に制限はなく、単元テストは LMS による自動採点、実技テストは受講者自身による動作確認で合否を決定した。また、単元ごとの通過テストとは別にコースの習得度を測る事後テストも他コース同様に行った (表 2)。

2.3.5 進捗管理

自分のペースで学習できる PSI の利点も、時間を効率的に管理することが苦手な学習者にとっては、むしろ一斉研修よりも非効率な学習方法になりかねない⁽⁸⁾。進捗の極端な遅れを防ぐために、学習日数の目安を決め、「Java アルゴリズム」 3 日間、「Java オブジェクト指向」 4 日間とした。あわせて、日々の進捗

【Javaアルゴリズム】 氏名: _____

事後テスト _____ 点 ※ 1回のみ実施

テキスト 第1章 Javaでプログラミングをする準備 (P1-3 ~ P1-17)
 ・ Javaの特長
 ・ 種類と用途
 ・ インストールと環境設定
 ・ プログラミングの手順

演習ガイド 演習1.1 演習1.2 演習1.3

基本問題集 1章 ※ 追加Words: 中間コード(=バイトコード)、機械語
 1 4 5 8 9

実践問題集 演習1.1 データ型と演算子
 課題1 課題2 課題3 課題4 課題5 課題6 課題7 課題8

単元テスト① 1回 2回 3回 4回 5回
 点 点 点 点 点

実技テスト

※ 単元テストは0割以上で合格です。実技テストは正しく動作したら合格です。(Oをつけて提出フォルダに提出)
 ※ 合格するまで先に進めません。
 ※ 第1日目の目安は最低限ここまで終了できるようにスケジュールしましょう。(先に進んでも構いません)

図 2 個人カルテ サンプル

を確認するための「個人カルテ」を用意した(図2)。個人カルテには毎日どの程度進めれば良いか進捗の目安を示した。また単元ごとに行うべき教材のページや問題番号を提示し、学習者自身が習得できた問題にチェックを入れる仕組みとした。個人カルテは学習中、常に各受講者 PC の横に置くことで、プロクターが受講者の進捗を把握できるようにした。

2.3.6 ワンポイント・レクチャー

PSI 対象コースでは全員受講必須の講義はなく、その代わりに、出欠自由のワンポイント・レクチャーを開催した。受講者の進捗から講師が必要と判断した重要ポイントについて、各回1時間程度で解説した。PSIの主要特徴として出欠自由の講義は「いくつかの単元を消化した学習者に対して、適宜講義を開催する。」としているが⁽⁴⁾、本研修ではレクチャーの参加に前提条件は設定せず自由参加とした。

2.4 PSI 適用の評価

各コース終了後に行った事後テストの点数と、専門研修終了時の受講者アンケートでPSI適用を評価した。

2.4.1 理解度の評価

受講者の理解度は「Java アルゴリズム」コース、「Java オブジェクト指向」コースの各最終日に行った事後テスト点数から評価した。一斉授業形式で行った前年度との比較、および一斉授業形式で行った今年度

の他社新入社員研修との比較を行った。

2.4.2 学習意欲の評価

受講者の学習意欲は専門研修最終日に行った受講者アンケートにより評価した。アンケートでは学習意欲の指標となる ARCS モデルを参考に、興味・関連・自信・満足度の4項目について従来の一斉授業との比較を聞いた。

2.4.3 教材・テスト・プロクター等の評価

PSI コースの特徴である、教材、テスト、プロクター、自己ペースの学習、完全習得方式、講義などについても受講者アンケートにより評価した。

3. 結果

3.1 受講者の進捗

学習日数の目安は「Java アルゴリズム」3日間、「Java オブジェクト指向」4日間としたが、進捗の早い受講者は各コースとも目安日数より半日程度早く、事後テストを完了した。学習を終えた受講者には、学習中の受講者からの質問対応など、プロクターのサポート役を依頼した。学習に時間がかかった受講者も含め「Java オブジェクト指向」コース後に設けた復習日1日間も含む8日間で受講者全員がPSI対象コースの全通過テストを合格した。

3.2 一斉授業形式との事後テスト結果の比較

Java 基本カテゴリの2コースにPSIを取り入れた今年度と、全コースを一斉授業形式で行った前年度について、事後テストの平均点の差を対応なし *t* 検定で検討した(表3)。

表 3 事後テスト平均点 年度比較

コース名	今年度 (<i>n</i> =28)	前年度 (<i>n</i> =17)	今年度・ 前年度 点差	<i>t</i> 値
	平均点 (標準偏差)	平均点 (標準偏差)		
プログラミング	88.3 (5.44)	81.0 (13.16)	7.3	2.12 *
Java アルゴリズム	89.9 (8.72)	78.8 (13.00)	11.1	3.33 *
Javaオブジェクト 指向	85.1 (13.53)	66.6 (21.86)	18.5	3.06 **

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

その結果、前年度との点差は「Java アルゴリズム」が 11.1 ($t = 3.33, df = 43, p < .05$), 「Java オブジェクト指向」が 18.5 と ($t = 3.06, df = 43, p < .01$), 両コースともに、一斉授業形式で行った前年度よりも PSI 方式で行った今年度の方が有意に高い得点であった。前年度と今年度の研修開始時点でのスキル差を比較するために、前年度・今年度ともに専門研修開始時に一斉授業形式で行った「プログラミング」コースについても、事後テストの平均点差を対応なし t 検定で検討した (表 3)。「プログラミング」コースで使用した教材および事後テストは前年度と今年度で同一で、両年度ともに一斉授業形式で行った。結果は前年度と今年度の点差が 7.3 ($t = 2.12, df = 43, p < .05$) と今年度の方が有意に高い得点であった。

また、今年度他社で行った新入社員研修での事後テスト結果を、今年度の X 社事後テスト結果と比較した (表 4)。対象とした他社は X 社と同規模の IT 系企業である。他社の受講者は 21 名で、「プログラミング」1 日間、「Java アルゴリズム」3 日間、「Java オブジェクト指向」4 日間で、すべてのコースを一斉授業形式で実施した。「Java アルゴリズム」、「Java オブジェクト指向」の 2 コースで他社が今年度使用したテキストおよび事後テストは X 社と同一内容であった。一方、「プログラミング」コースでは両社同じテキストを使用した。事後テストは両社の設問数が異なり、同一内容ではなかったが、事後テストの難易度はほぼ同じと判断し「Java アルゴリズム」コース実施前の受講者スキルの目安として「プログラミング」を含む 3 コースで両社の平均点を比較した。

表 4 事後テスト平均点 他社比較

コース名	X社今年度 (n=28)	他社今年度 (n=21)	X社・他社 点差	t値
	平均点 (標準偏差)	平均点 (標準偏差)		
プログラミング	88.3 (5.44)	86.9 (7.81)	1.4	0.71 n.s
Javaアルゴリズム	89.9 (8.72)	69.3 (15.92)	20.5	5.49 ***
Javaオブジェクト 指向	85.1 (13.53)	66.3 (14.29)	18.9	4.80 ***

*** $p < .001$

t 検定を行った結果、「プログラミング」は平均点で X 社が 1.4 高かったが、有意差は認められなかった。

「Java アルゴリズム」は 20.5 ($t = 5.49, df = 47, p < .001$), 「Java オブジェクト指向」は 18.9 と ($t = 4.80, df = 47, p < .001$) とともに、PSI を適用した X 社の平均点が有意に高く、一斉授業形式で行った他社の平均点を上回った。

3.3 一斉授業形式との学習意欲の比較

教授方法による学習意欲の違いを明らかにするために、受講者に対して PSI 方式と一斉授業形式を比較するアンケート調査を専門研修終了時に行った。

質問は ARCS 動機付けモデルにおける注意 (Attention)・関連性 (Relevance)・自信 (Confidence)・満足感 (Satisfaction) の 4 つの側面を参考に作成し「1. まったく当てはまらない」、「2. あまり当てはまらない」、「3. どちらともいえない」、「4. やや当てはまる」、「5. とても当てはまる」の 5 件法で回答を求め

表 5 一斉授業形式との比較 平均評定値

質問項目	クラス 全体	プログラミング 経験 あり	プログラミング 経験 多少あり	プログラミング 経験 なし
	n=28	n=12	n=10	n=6
1. 個別化方式の進め方は通常の進め方より、おもしろかった	3.6	4.4	3.2	2.7
2. 個別化方式の進め方は通常の進め方より、やる気が出た	3.5	4.1	3.3	2.8
3. 個別化方式の進め方は通常の進め方より、自信がついた	3.5	4.0	3.3	3.0
4. 個別化方式の進め方は通常の進め方より、満足度が高かった	3.4	3.6	3.3	3.0
5. 個別化方式の進め方は通常の進め方より、学習成果が上がった	3.3	3.7	3.3	2.7

た。表5の質問1～5「一斉授業形式との比較」に結果を示す。クラス全体では、おもしろかった、やる気が出た、自信がついた、満足度が高かった、学習成果が上がった、のすべての項目で平均評定値が3を上回り、一斉授業形式と比較しPSI方式での進め方が高く評定された。

一方、専門研修に入る前のプログラミング経験別にみると、質問1～5の全項目で経験のある受講者の平均評定値が高いが、経験が少ないほどが低くなる傾向が明らかになった。特に、PSI方式を通常の進め方（一斉授業形式）と比較し「おもしろかった」「やる気が出た」という項目では、経験者の回答が平均評定値4以上なのに対し、未経験者は3未満と大きな差がみられた。

アンケートの自由記述では、経験者から「自分のペースで集中したり軽い休憩をとったりすることができたため、学習に集中できた」、「プログラミングの知識があったので、どんどん進むことができ様々な問題に挑戦できた。より知識がついたのでこの進め方で満足している」というPSI方式に対して満足度が高い記述がみられた。反対に未経験者からは「最初の数日は何をしても理解することに時間がかかり、どこを質問していいかも分からなかった」という独学の困難さや、「周りの進捗と自分の進捗を比較してしまいプレッシャー

や不安が生まれた」、「なかなか手が進まず、周りから遅れを取っていることにどんどん焦りを感じた」、「とにかく終わらせなければという思いで学習していたので、一つ一つの学習の定着が行えなかった」などの、周囲との遅れに対する不安や焦りがあったことが挙げられた。

3.4 PSIの特徴についての評価

PSI方式の特徴として取り入れた、教材、プロクター、通過テスト、自己ペースの学習、完全習得学習、出欠自由の講義について、専門研修終了時にアンケート調査を行った。結果を表6の質問6～15「PSIの特徴についての評価」に示す。クラス全体の評価では、ほぼすべての項目で高い平均評定値となった。特に通過テストである単元テスト・実技テストや、理解度を確認するための事前・事後テストはプログラミング経験に関わらず高く評価された。

プログラミング経験者からは、テストや問題数の多さに加えて、自己ペースの学習に対する評価が高く、アンケートの自由記述でも「自分のペースでコーディングを多く行うことが出来たため、分からない箇所は流れず、時間をかけて理解することが出来た」、「個別で進めることによって自分の分からない部分に時間を割くことが出来たので、一斉に進める講義形式より学習しやすかった」、「自分のスピードで進めることがで

表6 PSIの特徴についての評価 平均評定値

質問項目	クラス全体	プログラミング経験あり	プログラミング経験多少あり	プログラミング経験なし
	n=28	n=12	n=10	n=6
6. いろいろな教材を使って勉強できてよかった	4.1	4.2	3.9	4.2
7. 問題をたくさん解くことができたことができてよかった	4.0	4.6	3.7	3.5
8. 単元テストがあつてよかった	4.5	4.8	4.1	4.5
9. 実技テストがあつてよかった	4.7	4.8	4.7	4.5
10. 事前・事後テストがあつてよかった	4.5	4.6	4.5	4.5
11. 先輩社員や講師が個別に教えてくれたてよかった	4.0	3.8	4.2	4.3
12. 自分のペースで学習できてよかった	3.9	4.5	3.7	3.0
13. 章ごとに完全に習得してから進む学習方式であつてよかった	3.9	4.3	3.5	3.7
14. コース時間中の講義がほとんどなくてよかった	2.7	3.2	2.5	2.2
15. ワンポイント・レクチャーがあつてよかった	4.1	4.0	4.1	4.3

きたので個別形式というのはとてもよかったと思う」というコメントが多くあった。

一方、プログラミング経験が少ないほど、経験者からは評価が高かった自己ペース学習の評価が低くなった。未経験者は特に「コース時間中の講義がほとんどなくてよかった」の評価が低く、回答内容をみると未経験者6名中4名が「1. まったく当てはまらない」、「2. あまり当てはまらない」と回答している。逆に、プロクターである先輩社員や講師が個別に教えてくれてよかった、という項目はプログラミング経験が少ない受講者ほど平均評定値が高くなった。

また、自由記述では、自身が PSI 方式で進めるうえでの感想だけでなく、クラス全体への効果を考えたコメントも多くあった。具体的には「初めてプログラミングを行った人はなかなか苦戦していたように見えました。余裕のある人がサポートにつくようにすると、進み方の差は小さくなるのではないかと思います。」、といった、学習者同士の教えあいを推奨する意見が経験者の半数近くからあがった。

4. 考察

4.1 PSI 適用による理解度への影響

事後テスト点数に着目すると、PSI を適用した「Java アルゴリズム」、「Java オブジェクト指向」の両コースとも、一斉授業形式で行った前年度と比較して平均点が向上していることがわかる。「Java アルゴリズム」コース開始前に行った、「プログラミング」コースの平均点が前年度より高いことから、今年度の新入社員は前年度に比べプログラミングスキルがもともと高かった可能性も否定できない。しかし「プログラミング」コースの前年度・今年度平均点の差に比べ、「Java アルゴリズム」、「Java オブジェクト指向」の2コースの平均点差が広がっていることから PSI 方式による効果が影響していると考えられる。

また、他社と X 社の比較でも、両社とも一斉授業形式で行った「プログラミング」コースの点差は 1.7 と小さいが、X 社のみが PSI 方式で行った「Java アルゴリズム」コースが 20.5、「Java オブジェクト指向」コースが 18.9 と、点差が大きく広がったことから PSI 適用により何らかの効果があつたと推測できる。しか

し、「プログラミング」コースの事後テストは X 社と他社では同じ内容ではないことから、この結果だけで PSI 適用の効果で学習者の理解度が向上したと判断するのは難しい。次年度以降の専門研修で、より信頼性の高い比較方法を検討したい。

4.2 教授方式による学習意欲の違い

PSI 方式では、プログラミング経験がない受講者でも、周囲に遠慮なく質問ができ自分のペースで学習できるため、理解が進み学習意欲が向上することを期待した。しかし受講者アンケートから、プログラミング未経験者は独学の困難さや、周囲との遅れに対する不安や焦りを感じやすく、プログラミング経験者に比べて学習意欲が低い結果となったことがわかった。これは、集合研修として開催できる日程は限られているため PSI 方式としながらも標準日程での進捗を推奨したことや、個人カルテでプロクターが各受講者の進捗を確認の様子から、学習者が過度にプレッシャーを感じてしまったと考えられる。その結果、完全に理解することより、早く進めることを優先してしまった可能性がある。必要以上の進捗管理は理解に時間を要する学習者が劣等感を持つ恐れもあるため、進捗差に柔軟に対応できるカリキュラム設定を検討する必要がある。

4.3 PSI の特徴に対する学習者の評価

4.3.1 自己ペース学習への評価

受講者アンケートから、プログラミング経験者は、通過テストをクリアしながら自己ペースで学ぶ完全習得学習を高く評価しており「自分で進みたい」と希望する傾向が明らかになった。一方、未経験者はテストで達成度を確認する方式は評価しながら、講義やレクチャー、プロクターである講師や先輩社員の個別対応を望んでおり「誰かに教えてもらいたい」という傾向が見られた。この結果から、スキルの異なる学習者が混在する研修において、自己ペースで進むという PSI の特徴については、研修開始時の保有スキルによって学習者の評価差が生じやすいことが示唆された。

独習をベースとした PSI は学習者同士の話し合いや教え合いなどを奨励しているわけではないが、そうした行動は自発的に起こりやすいシステムでもある⁽⁸⁾。経験者からのコメントにもあつたような学習者同士の

教えあいを一部取り入れ、自己ペース学習と併用する方法も検討したい。

4.3.2 独習教材の品質による評価への影響

未経験者からのアンケート自由記述に、「テキストを読んでも理解できず何から手をつけて良いのかわからなかった」といったコメントが多くあったように、自己ペース学習の評価が異なる要因の1つは、初学者にとって独習が難しいテキストだったことが考えられる。PSI方式の成功は使用される独習用教材の、でき具合に大きく依存し、独習教材に必要な特質は詳細さと教材そのものの魅力であるとされている⁽⁸⁾。本研究で使用したPSI対象コースのテキストは独習用に開発したものではなく、一斉授業形式と同一のものを使用した。教材を検討した際に、テキストの内容は新入社員向けにかかれており、初心者が読んでも自己学習ができると判断した。しかし、結果的に内容の難易度は低くても、詳細さと魅力という点では初学者への配慮が不足していたと考えられる。今回の結果を参考にテキストだけでなく個人カルテや問題集といった他教材も含めて独習教材という観点から改訂を行っていく。

また本研修ではLMSをテスト配信にのみ使用したが、デジタル教材も配信することで講義やレクチャーを望む学習者が独習しやすい環境となる。特にスマートフォンやタブレットに慣れ親しんだ世代の新入社員に対して教材の魅力を高めるためには、マイクロラーニングのような細分化した学習コンテンツで飽きさせない工夫も効果的であろう。

5. まとめ

本研究では、高等教育で有効な実践事例が報告されている個別化教授システム(PSI)を企業研修に適用し、新入社員向けプログラミング研修の一部コースで実践した。一斉授業形式で行ったクラスとの事後テスト点数の比較から、PSI適用による学習効果があったと推測される。しかし効果測定の信頼性については課題も残るため、研修開始時に同一の事前テストを行うなどの検討が必要である。

PSIを取り入れたコースについて、プログラミング経験者は、「おもしろかった」「やる気がでた」と評価

し、自己ペースで進みたいという傾向にある一方、未経験者はテストで達成度を確認する方式は評価しながらも、講義やレクチャーで教えてもらいたいと希望していることが明らかになった。その要因として、テキスト等の教材が独習に必要な詳細さと魅力度が低いことが示唆された。

参 考 文 献

- (1) 2016年度新卒採用に関するアンケート調査結果(一般社団法人日本経済団体連合会)
http://www.keidanren.or.jp/policy/2016/108_kekka.pdf(2017年11月11日確認)
- (2) 大学生(1年生～3年生)・就職活動経験者(大学4年生)、人事採用担当者を対象とするPCに関するアンケート調査(NECパーソナルコンピュータ株式会社)
<http://nec-lavie.jp/common/release/ja/1702/0704.html>(2017年11月10日確認)
- (3) KELLER F. S.: “Goodbye teacher...”, *Journal of Applied Behavior Analysis*, vol.1, pp.79-89 (1968)
- (4) 田中敏: “日本の大学の授業にPSIを適用するためのマニュアル”, *教育心理学研究*, Vol. 37, No.4, pp.365-373 (1989)
- (5) 向後千春: “個別化教授システム(PSI)の大学授業への適用”, *コンピュータ&エデュケーション*, 7, pp.117-122 (1999)
- (6) 島宗理, 中村知靖, 水野圭郎: “個別化教授法の考え方を活かしたパソコン通信による遠隔教育の実践と評価”, *放送教育開発センター研究紀要*, 15, pp.29-40(1997)
- (7) 森田裕介, Jean KENNE, 西原 法, 中山実, Billy V. KOEN: “国際的Webベース個別化教授システム(PSI)によるプログラミング学習の実践”, *日本教育工学会論文誌*, 30(Suppl.), pp.37-40 (2006)
- (8) 向後千春: “大学におけるWebベース個別化教授システム(PSI)による授業の実践”, *教育心理学年報*, 42, pp.182-191 (2003)

MOOC を用いた教育実践を事後評価する際に 用いる評価指標の提案

金子 大輔^{*1}, 小島 一記^{*2}, 重田 勝介^{*2}, 武田 俊之^{*3}, 森 秀樹^{*4}
林 康弘^{*5}, 八木 秀文^{*6}, 永嶋 知紘^{*7}

*1 北星学園大学, *2 北海道大学, *3 関西学院大学, *4 東京工業大学
*5 帝京平成大学, *6 東北大学, *7 カーネギーメロン大学

A Proposition of Evaluation Indicators for Post Assessment of Educational Practice with MOOC

Daisuke Kaneko^{*1}, Kazuki Kojima^{*2}, Katsusuke Shigeta^{*2}, Toshiyuki Takeda^{*3},
Hideki Mori^{*4}, Yasuhiro Hayashi^{*5}, Hidehumi Yagi^{*6}, Tomohiro Nagashima^{*7}

*1 Hokusei Gakuen University, *2 Hokkaido University, *3 Kwansei Gakuin University
*4 Tokyo Institute of Technology, *5 Teikyo Heisei University
*6 Tohoku University, *7 Carnegie Mellon University

MOOC を用いた教育実践の事後評価の際の評価基準について、先行研究をもとに検討した。具体的な評価項目の記載があった4つの論文から、(1)MOOC のプラットフォーム、(2)MOOC の設計・デザイン、(3)MOOC のコンテンツ、(4)ティーチングスタッフ、(5)受講者自身、の5つの観点で評価基準を分類した。さらに、そこで得られた評価項目をもとに、具体的な質問文を作成・修正して、MOOC を用いた教育実践の事後評価で活用可能な評価指標を提案した。

キーワード: MOOC, 教育評価, 評価指標, 文献研究

1. はじめに

MOOC (Massive Open Online Course, 大規模公開オンライン講座) は、インターネット上でオンライン講座を開講し、多くの受講者に対して講義を行うものである。近年、国内外でそれを用いた教育実践が数多く行われるようになってきている。それに伴い、MOOC に関する研究も多く行われてきており、米国の教育関連データベースである ERIC に登録されている、MOOC に関係する査読付き論文も、本稿執筆時点 (2017 年 11 月) において 571 件が見出されている。

筆者らはこれまでに、MOOC の評価に関する先行研究を、(1)MOOC のデザインや設計に関する評価、(2)ある学習手法が与える影響の評価、(3)学習者の行動予測のための指標の評価、(4)MOOC を用いた特定の実践の報告と評価の4つの観点に分けて概観した。さら

に、具体的に評価項目の記載がある4つの論文 (Robinson et al. (2015) ⁽¹⁾, Acedo et al. (2016) ⁽²⁾, Costa-Jussà et al. (2015) ⁽³⁾, Yousef et al. (2015) ⁽⁴⁾) を取り上げ、MOOC を用いた実践を個別に評価する際に利用可能と思われる評価指標について検討した⁽⁵⁾。本稿では、その4つの論文に記載されていた評価項目についてさらに詳細に検討するほか、それらをもとにして、MOOC を用いた教育実践の事後評価を行う際に活用できる評価項目を作成し、提案する。

本研究の目的は、MOOC を用いた教育実践において事後評価を実施する際に、共通で活用できる評価指標を作成することである。評価指標を統一することにより、異なる実践間の比較が可能となる。実践によって評価の目的はさまざまであり、また評価の目的に応じて評価項目が変わる。そのため、本研究で作成する評

価値指標は、実践者が必要なもののみを活用して評価を実施できるよう、その評価項目をある程度のカテゴリに分類して提示する。

2. 先行研究における評価指標

ここで、金子ほか(2017)⁶⁾でとりあげた4つの論文において記載されていた各評価項目について、その内容について検討する。各論文の評価指標について大まかに説明すると以下の通りである。Robinson et al. (2015)におけるコース終了後アンケートでは、コースの質に関する設問と、コースが受講者に与えた影響について、5件法で評価させている。Acedo et al. (2016)におけるコース終了後アンケートでは、コンテンツアクセスメント、コンテンツコース、コミュニケーションとインタラクション、ユーザ満足度の4領域において評価を実施している。Costa-Jussà et al. (2015)では、事前アンケートも実施しているためか、事後アンケートは8項目しかない。内容として、自身の学習の振り返りとコースそのものの評価が目的のものがあつた。Yousef et al. (2015)は外部の指標を積極的に用いている。Conoleの12領域ルーブリックや、ISONORM 9241/110-Sによるユーザビリティ評価だけでなく、先行研究をもとに7観点合計56項目について5件法での有効性評価を行っている。

3. 各指標が評価するもの

これらの指標が評価しているものは何かという観点から、それぞれの評価項目を分類すると、大きく5つに分けることができる。それらは(1)MOOCのプラットフォーム、(2)MOOCの設計・デザイン、(3)MOOCのコンテンツ、(4)ティーチングスタッフ、(5)受講者自身に関するものである。以下それぞれ概観する。

3.1 MOOCのプラットフォームに関する評価

MOOCのプラットフォームに関するカテゴリである。このカテゴリに含まれている項目は以下の通りであつた。第1は「ユーザビリティ」である。ここには、Yousefらが用いたISONORMの項目のほか、Acedoらのユーザビリティに関する項目も含まれる。第2は、Yousefらの有効性評価において示されたサブ

カテゴリである「オープン性」である。履修が無料である、履修要件が不要である、学習教材が再利用可能であるなどの項目が含まれる。第3の「柔軟性」も、Yousefらの有効性評価において示されたサブカテゴリである。ここには、学習者の都合の良い時間や、多様な場所からのアクセスなどの、アクセシビリティに関する項目や、MOOCで提供される教材の形式の柔軟性に関する項目が含まれる。第4は、コミュニケーションツールによる協働の強化や、ディスカッションフォーラムの評価などの、コミュニケーション支援に関する項目である。

3.2 MOOCの設計・デザインに関する評価

MOOCの設計やデザインに関するカテゴリである。このカテゴリに含まれている項目は以下の通りであつた。第1は、Yousefらの有効性評価において示された「インストラクショナル・デザインや学習方法」であるが、その中でも、学習目標、講義の範囲、コースの構造、現在地の把握、評価による学習過程の改善に関する項目が含まれる。第2は、Acedoらの示した「コースコンテンツ」のうち、協働作業や個々のタスクの設計、コース中の負荷分布など、コースコンテンツの設計に関する項目である。そしてそれらのコンテンツが適切に配置されているかなどの、Costa-Jussàらによる項目も含まれている。第3は、成績評価に関する項目である。RobinsonらやYousefらもこの項目を取り上げている。ただしこれらの項目は、課題やそのレベルの設計など、先述したコンテンツの配置に関する項目とも深く関わっている。第4は、他の参加者からの支援や掲示板で共有されたリソースの有効性などの、コラボレーションに関する項目である。

3.3 MOOCのコンテンツに関する評価

MOOCのコンテンツに関するカテゴリである。このカテゴリに含まれている項目は大きく、内容と形式の2つに分けることができる。内容についての項目には、学習内容とテーマの合致、学習内容の正確性や最新性、日常生活への適用可能性などに関する項目が分類された。なお、すべての論文において内容に分類された項目が存在した。形式については、講義映像や映像の字幕のほか、それ以外の視聴覚教材に関する項目が分類

された。さらに Yousef らは、自身の開発した MOOC プラットフォームが有する独自機能についても評価を求めており、それもここに分類された。

3.4 ティーチングスタッフに関する評価

MOOC 実践時におけるティーチングスタッフに関するカテゴリである。まず、Acedo らによるティーチングスタッフのレスポンスやサポートについての項目が分類された。Robinson らによる、ティーチングスタッフの分かりやすさや彼らの有する知識、また教員のプレゼンテーションに関する項目も含まれている。さらに、Yousef らの「インストラクショナル・デザインや学習方法」の中から、チュータへのアクセスやチュータからのフィードバックに関する項目などが分類された。

3.5 受講者自身に関する評価

受講者自身に関する評価は、さらに大きく4つに分けることができる。第1は、楽しんだ、興味深いなど満足度に関する項目である。なお、3.3のMOOCコンテンツの内容と同じく、ここに分類された項目はすべての論文に含まれていた。第2は、自身の学習の振り返りに関する項目である。どのくらいの時間をかけたか、自身の進捗を管理できたかなどに加え、自己組織化学習に関する項目が含まれる。第3は、アウトカムの意識化に関する項目である。MOOCが期待に添ったか、目標が達成できたかなどが含まれる。第4は、今後の学習活動へのつながりに関する項目である。他の人にも勧めるか、継続してMOOCのような学習環境を使用するか、キャリアアップの機会となるかなどの項目が分類された。

4. 事後評価における評価指標の作成

3で分類された評価項目をもとに、MOOCを用いた教育実践の事後評価で活用可能な評価項目の作成を試みた。その際筆者らは、3の5分類をそのまま活用するとともに、その中に含まれているサブカテゴリについても、できる限り活用しよう心がけた。また、論文中では具体的な質問文となっていない項目については、質問文の形に修正をし、他の項目と形式を合わせた。さらに同様の設問は1つにまとめるなどして整理

し、評価指標を作成した。作成した評価指標をカテゴリごとに表1から表5に示す。一部の設問を除き回答は、そう思う、どちらかといえばそう思う、どちらともいえない、どちらかといえばそう思わない、そう思わないの5件法とした。

5. まとめと展望

MOOCの評価に関する先行研究のうち、具体的な評価指標が記載されていた4本の論文を検討し、その評価指標を5つの観点から分類した。さらに、そこで得られた評価指標をもとに、質問文を作成・修正して、MOOCを用いた教育実践の事後評価で活用可能な評価項目を作成した。

なお、実際の評価場面においては、すべての項目を活用するというよりは、各実践に必要な項目を取り出して評価を実施することが現実的であろう。今後、実際にMOOCを用いた実践において事後評価を行い、その指標の妥当性や有効性について検討する必要があると考えている。

参考文献

- (1) Robinson, A. C., Kerski, J., Long, E. C., et al.: "Maps and the geospatial revolution: teaching a massive open online course (MOOC) in geography." *Journal of Geography in Higher Education*, 39(1), 65–82. (2015).
- (2) Acedo, S. O., & Cano, L. C.: "The ECO European Project: A New MOOC Dimension Based on an Intercreativity Environment." *Turkish Online Journal of Educational Technology*, 15(1), 117–125. (2016).
- (3) Costa-Jussà, M. R., Formiga, L., Torrillas, O., et al.: "A MOOC on approaches to machine translation." *International Review of Research in Open and Distance Learning*, 16(6), 174–205. (2015).
- (4) Yousef, A. M. F., Chatti, M. A., Schroeder, U., et al.: "A usability evaluation of a blended MOOC environment: An experimental case study." *International Review of Research in Open and Distance Learning*, 16(2), 69–93. (2015).
- (5) 金子大輔, 小島一記, 重田勝介ほか: "MOOCを用いた教育実践を事後評価する際に用いる評価指標の提案" 教育システム情報学会研究報告, 32(3), 11-17 (2017)

表1 MOOCのプラットフォームに関する評価

サブカテゴリ	内容	質問文	回答方法※
オープン性	無料登録	このコースに無料で登録している	はい, いいえ
	履修条件	登録のための学問要件はなかった	はい, いいえ
	無料ダウンロード	学習教材は無料でダウンロードできる	はい, いいえ
	学習教材の適応	このプラットフォームは学習環境により, 私のニーズをより良く満たすように学習教材を適応させられる	
	学習教材の再利用	このコースの学習教材を再利用して, 最終レポート課題を作成することができる	
ユーザビリティ	仕事(タスク)への適合性	システムの操作は効率的で効果的であった	
	自己記述性	何を操作しているかや, システムが求めていることなどをすぐに理解できた	
	可制御性	操作方法が分からなくなったり, 操作を中断したりすることがあっても, すぐにどう操作すれば良いかが分かった	
	利用者の期待への合致	操作の開始時, または操作途中で迷うことがなかった	
	誤りに対する許容度	誤った操作をしても, 簡単な操作で復旧できた.	
	個別化への適合性	自分の必要性, 嗜好, 熟練度に合わせてシステムをカスタマイズできた	
	学習への適合性	それほど苦勞せずにシステムが使えるようになった.	
	使いやすさ	このプラットフォームは使いやすかった	
柔軟性	時間	自分の都合の良い時間にいつでもアクセスできた	
	場所	どこからでもアクセスできた	
	形式の好み	映像や文章などさまざまな形式で教材を提供しており, 自分の好みに合わせて自由に選べた	
	アクセシビリティ	アクセスはそれほど難しくはなかった.	
コミュニケーション支援	コミュニケーションツール	コミュニケーションツール(ディスカッションフォーラムなど)は, 他の受講者とのやりとりや協働作業をうながすようなものであった	
	即時性	他の受講者やチュータと同期でも非同期でも対話することができた	

※ 記載がない場合, 回答は5件法

表2 MOOCの設計・デザインに関する評価

サブカテゴリ	内容	質問文	回答方法※
インスタレーション・デザイン	学習目標	学習目標はそれぞれの講義で毎回明確に述べられていた	
	講義範囲	講義の範囲は明確に述べられていた	
	コースの構造	このコースの構造は, 私が何を学ばなければならないかを常に意識させた	
	現在地	私はコースのいまどのあたりを学んでいるのか常に分かっていた	
	受講中の評価	このコースの評価は, 私の学習の過程を改善した	
コース設計	達成	このコースは, 提案された目標を達成できるよう設計されていた	
	関与	このコースは, 学習者の参加を促進するよう設計されていた	
	協働作業の設計	他の参加者と協働で取り組む作業(つてのがあれば)は, 良く考えて設計されていた	
	個々のタスクの設計	個人で行う作業は, 良く考えて設計されていた	
コンテンツの配置	コース中の負荷分布	コースの負荷に偏りがなかった	
	講義映像	ビデオ講義は注意深く準備されしっかりと配置された	
他の受講者とのコラボレーション	課題	課題は注意深くデザインされ, 説明され, コースのレベルに適切だった	
	社会的相互作用と他の参加者からの支援	他の参加者からの支援や, 他の受講者とのやりとりは役に立った	
	受講者の投稿とコメント	他の参加者の投稿やコメントは役に立った	
	投稿, 教育の成果物および共有されたリソース	掲示板で共有された, 受講者による情報(受講者の作品や受講者が紹介した情報)は役に立った	
	完了した作業のフィードバックとコメント	完了した作業に対するフィードバックやコメントは役に立った	

表3 MOOCのコンテンツに関する評価

サブカテゴリ	内容	質問文	回答方法※
内容	合致	内容はコースのテーマに沿っていた	
	厳密, 正確さ	学習内容に間違いがなかった	
	最新	学習内容は最新のものであった	
	アクセス性	学習内容はすべての人々が理解しやすいものであった	
	深さ	学習内容について深く学べるものであった	
	適用可能性	学習内容は日常生活や仕事など, 実世界に活かせるものであった	
	欠けていたこと	私がこのコースに欠けていたと思うことは・・・	自由記述
	明確な主題の内容の提示	学習内容はわかりやすく説明されていた	
	ティーチングスタッフが示した情報	ティーチングスタッフによりディスカッションに提示された情報は, このコースをよりよく理解するのに役立った	
形式	映像と講義映像	講義映像は適切であった	
	ビデオの字幕	講義映像の字幕は適切であった	
	(講義資料以外の) 視聴覚教材, 提供された資料	講義映像以外の視聴覚教材や参考資料は適切であった	

表4 ティーチングスタッフに関する評価

サブカテゴリ	内容	質問文	回答方法※
スタッフの質	教員の分かりやすさ	ティーチングスタッフの説明は分かりやすかった	
	教員の知識	ティーチングスタッフの知識は充分であった	
	教員のプレゼンテーション	教員のプレゼンテーションは優れていた	
レスポンス, サポート	教授チームからの回答	ティーチングスタッフからの回答は迅速であった	
	教員チームへのアプローチ	必要に応じてこのコースのティーチングスタッフにアプローチできた	
	技術的問題のサポート	技術的な問題へのサポートは的確であった	
チュータ	チュータへのアクセス	チュータに理解していないことを聞けた	
	フィードバック	チュータは私の課題に関する包括的なフィードバックを送ってくれた	

表5 受講者自身に関する評価

サブカテゴリ	内容	質問文	回答方法※
満足度	興味深い, 面白い	この学習内容は興味深かったものであることが分かった	
	楽しい	私は楽しみながらこのコースに参加した	
	創造性	このコースに参加したことで, 創造性が促進された.	
	関与	このコースに積極的に参加した	
自身の学習の振り返り	学習時間	このコースに, 週あたりおおよそどれくらいの時間をかけたか?	自由記述
	フォーラムの利用時間	フォーラムには, 週あたりおおよそどれくらい時間をかけたか?	自由記述
	学習のペース	自分の学習目標を達成するために, 自分のペースで学習できた	
	学習時間	受講期間内にどのくらい学習したいかを, 自分で決めた	
	学習タイミング	どの時間に学びたいのかを, 自分で決めた	
	存在感	コースを受講している間, 他の受講者が何をしているかを意識していた	
	他の受講者へのアクセス	理解できないことを他の受講者に尋ねることができた	
	計画可能性	私自身の学習活動を計画することができた	
	自律性	教師から独立して学ぶことができた	
	学習の進捗管理	教材を終わらせるたびに自分の進捗を管理していた	
	追跡可能性	このコースのすべての活動(コメント, 新しく追加されたノートなど)を簡単に追跡できた	
省察	個人での省察を頻繁に実施した		
アウトカムの意識化	期待の達成	このコースは私の期待に応えた	
	目標の達成	このコースに関する個人的な目標を達成したように感じた	
今後の学習活動へのつながり	推薦	このコースを友人に勧めたい	
	探求	同じ教員の別のコースを受講したい	
	再利用可能性	将来また教材にアクセスしたい	
	モチベーション	このコースによって関連分野を追求するよう動機づけられた	
	共有	学んだことをこの講義を受講していない他の人と共有したい	
	キャリアチェンジ	このコースは私の将来の仕事に必要なスキルを向上させるのに役立つ	
	継続性	私は将来, MOOCのような学習環境を, 継続学習の場として頻繁に使用するだろう.	
	専門性	コースの内容は専門職の参加者(労働者)にも適している	
キャリアアップ	この学習環境は知識と専門的スキルを向上させる新しい機会を開く		

食育支援システムにおける食物提示機能の開発と評価

大村 周平^{*1}, 中山 洋^{*1}, 藤倉 純子^{*2}

^{*1} 東京電機大学, ^{*2} 女子栄養大学

Development and evaluation of food presentation function in food education support system

Omura Shuhei^{*1}, Nakayama Hiroshi^{*1}, Hujikura Junko^{*2}

^{*1} Tokyo Denki University, ^{*2} Kagawa Nutrition University

平成17年7月に制定された食育基本法⁽¹⁾によって、子どもたちに対する食育が重視され、教育関係者が積極的に子どもに食育を推進するよう努められるようになった。しかし、平成23年度からの学習指導要領の改訂⁽²⁾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。前提研究では、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。また、収集したデータを分類することで、摂取している食物の傾向と分析が可能となった。

キーワード: ポートフォリオ, 食育支援システム, 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、食育は生きる上での基本であり、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目的である。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ことは容易でない。

前提研究では、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、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

2.1 製作基盤

本研究を行う上で、小学校高学年を対象とした食育用ソフト「なにたべよう」⁽³⁾を基盤として、「望ましい食物を提示できる」、「食に関して子供でも理解しやすい」、「イメージの持ちやすいグラフィカルな教育ツール」を満たすシステムを製作することを目指した。なお、本システムは、小学校を対象とした食育の栄養価⁽¹⁾に基づいて助言を行うように設計した。

2.2 食品グループ

本システムで使用する食品の総数 162 種類を主食、主菜、副菜、果物、乳製品・汁物、その他の6グループに分けた。

2.3 システムの特徴と全体構成

本システムの概要と運用の手順を図1に示し、番号(①から⑦)に沿って説明する。また、図2から図6の操作画面を説明として補足する。

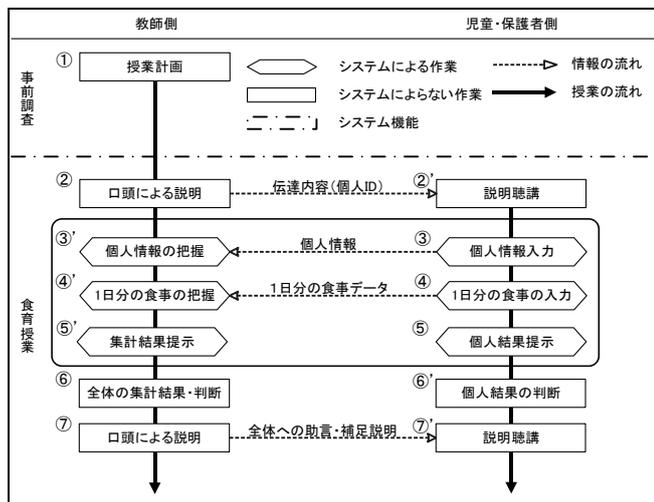


図1 システムの概要と運用手順

※同じ番号で「'」がある場合には、ない場合の次の作業が行われることを意味する。

- ① 教師は授業前に授業計画を立案し、教材を準備する。
- ② 授業開始時に、教師はシステムの運用方法の説明と指示を行い、被験者に個人IDをそれぞれに伝える。
- ②' 被験者は個人IDにより、指定したシステムへアクセスすると、ID入力画面が表示される。
- ③ 被験者は個人IDを入力し、個人情報（性別、年齢、学年、身長、体重）を入力する。
- ③' 教師は被験者の個人情報を把握できる。
- ④ 被験者は食事入力画面（図2）で1日分の食事を入力する。



図2 食事入力画面

- ⑤ 入力した1日分の食事の摂取量に応じて顔マークの表示が変わるフローティング棒グラフを表示する（図3）。また、栄養評価を基に評価およびアドバイスを表示する画面（図4）と、アドバイスの右側のボタンを押すことで、今回新たな

に、食物提示機能を追加した。これにより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ことを可能にする（図5、図6）。

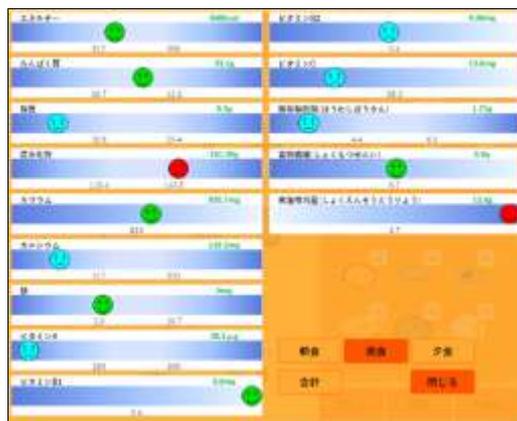


図3 栄養評価画面



図4 アドバイス画面

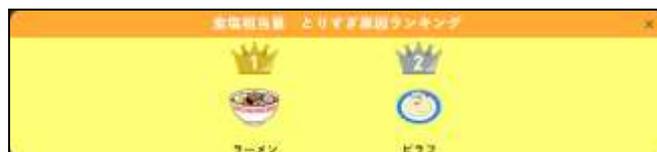


図5 食物提示機能（過剰摂取時）



図6 食物提示機能（不足時）

- ⑤' 教師は被験者の1日分の食事を把握できる。
- ⑥ 被験者は自身の結果を確認し、個人学習に必要な判断を行う。
- ⑥' 教師は、集計結果から、クラスの1日分の食事を確認し、授業進行に必要な判断を行う。
- ⑦ 教師は、⑥' の集計結果を基に、被験者に全体への助言、補足説明を行う。
- ⑦' 被験者は⑦の教師からの助言、補足説明を聴講する。

3. 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は関東地方S市の栄養学を専攻する大学の学生40人(女性40人)とした。対象Aは、新機能である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は関東地方H市の公立S小学校の5年生44人(男性19人, 女性25人)とその保護者31人(男性6人, 女性25人)とした。対象Bは、食物提示機能についての評価実験と、摂取食物の調査を行った。事前に用意した個人IDを当日に児童に振り分け, その個人IDを使ってコンピュータによる食育授業を行った。そして, 参加者に1日分の食事を入力してもらい, データベースに保存された参加者の摂取食物データと, 栄養素等データを分析し傾向の調査を行った。

なお, アンケートは5件法で実施し, 数字が大きくなるほど評価が高いものとする。また, t検定で有意差を導いた。

4. 結果と考察

4.1 対象A

4.1.1 食物提示機能の評価

食物提示機能の評価(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。)について調査した結果を図7に示す。その結果, “本機能なし”より“本機能あり”の評価が優位に高かった。また, 食物提示機能のわかりやすさ(本機能により, 過不足食物がわかりやすく提示されていたと思いますか。)について調査した。その結果平均値4.0(標準偏差:0.82)以上の評価が得られた。これらのことから, 食物提示機能は有用性が高い機能であると考えられる。

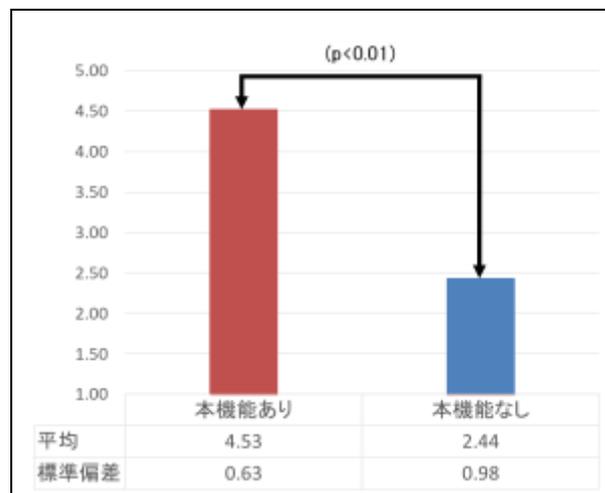


図7 食物提示機能の評価

4.2 対象B

4.2.1 食物提示機能の評価

過剰摂取時の食物提示機能の評価(食物のとりすぎ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。)について調査した結果を表1に示す。また, 不足時の食物提示機能の評価(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。)について調査した結果を表2に示す。その結果, 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システムであったと考えられる。

表1 食物提示機能のわかりやすさ(過剰摂取時)

児童		保護者	
平均	標準偏差	平均	標準偏差
4.55	0.71	4.13	0.92

表2 食物提示機能のわかりやすさ(不足時)

児童		保護者	
平均	標準偏差	平均	標準偏差
4.45	0.88	4.29	0.86

4.2.2 1日分の食事について

1日分(朝食, 昼食, 夕食)の合計の栄養素等摂取量を表3に, 摂取食物の選択人数の多かった上位10種を図8に示す。また, 朝食, 昼食, 夕食のそれぞれの栄養素等摂取量を表4に示す。なお, ここでは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⁽⁴⁾から下回る, または上回る数値となった栄養素等4種類(エネルギー, 炭水化物, カルシウ

ム、食塩相当量)について取り上げる。

表3より、エネルギー、炭水化物、カルシウムが不足、食塩相当量が過剰な傾向にあることがわかる。

表3 1日分の栄養素等摂取量

栄養素等	平均	標準偏差	食事摂取基準
エネルギー (kcal)	1731.3	355.4	1900~2300
炭水化物 (g)	237.9	47.1	263~341
カルシウム (mg)	499.7	189.5	600~2300
食塩相当量 (g)	12.7	4.3	~7

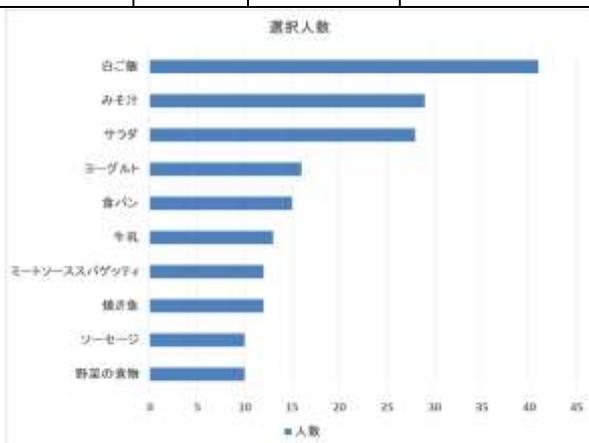


図8 1日分の摂取食物

4.2.3 朝食について

朝食の摂取食物の選択人数の多かった上位10種を図9に示す。その結果、ヨーグルトや牛乳、乳酸菌飲料といったカルシウムを多く含む乳製品が多く摂られていることがわかる。さらに表4より、朝食はカルシウムが食事摂取基準を満たしていることから、朝食で乳製品を摂取している児童が多く、カルシウムが十分に摂れていると考えられる。しかしエネルギーが少ないことから、食事の量が少ないと考えられる。

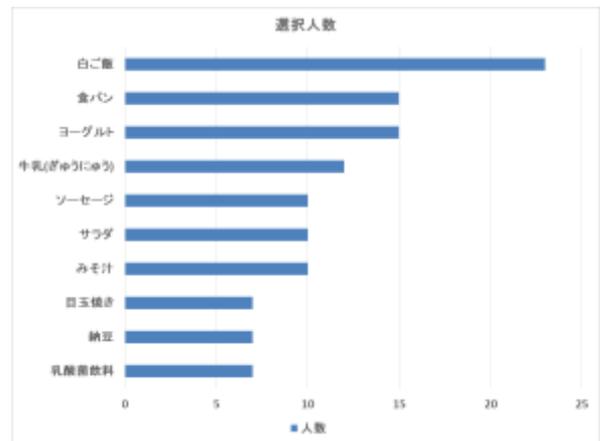


図9 朝食の摂取食物

4.2.4 昼食について

昼食の摂取食物の選択人数の多かった上位9種を図10に示す。その結果、ミートソーススパゲッティやラーメン、きつねうどんといった麺類が多く摂られていることがわかる。さらに表4より、昼食は食塩相当量が食事摂取基準の2倍以上の数値となっていることから、ミートソーススパゲッティやラーメンが、その大きな原因であると考えられる。また、昼食は朝食、夕食と比べてカルシウムの摂取量が少ないことが分かる。これは乳製品やほうれん草といったカルシウムの多い食物があまり摂取されていないためであると考えられる。

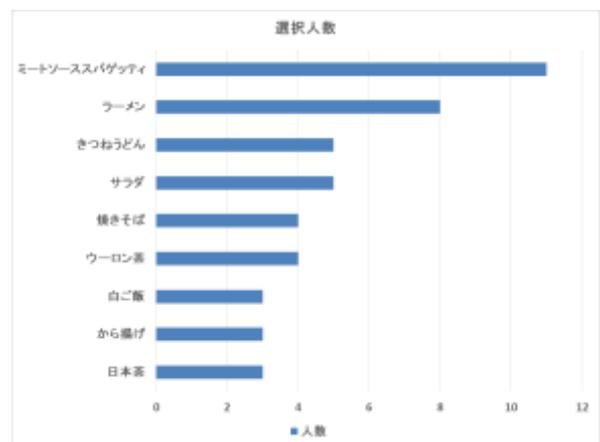


図10 昼食の摂取食物

表4 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
	平均	標準偏差	平均	標準偏差	平均	標準偏差	
エネルギー(kcal)	517.9	198.9	601.4	192.7	607.8	166.5	633~767
炭水化物(g)	71.0	26.8	85.7	27.9	80.5	26.6	87.5~113.8
カルシウム(mg)	200.1	120.7	137.9	116.4	160.7	111.4	200~767
食塩相当量(g)	2.9	1.7	5.7	3.3	4.0	1.6	2.3

4.2.5 夕食について

夕食の摂取食物の選択人数の多かった上位9種を図11に示す。その結果、主食、主菜、副菜が比較的バランス良く食べられていることがわかる。また表4より、エネルギーも朝食や昼食に比べ数値が高いことから、夕食の食事の量が最も多い傾向にあると考えられる。

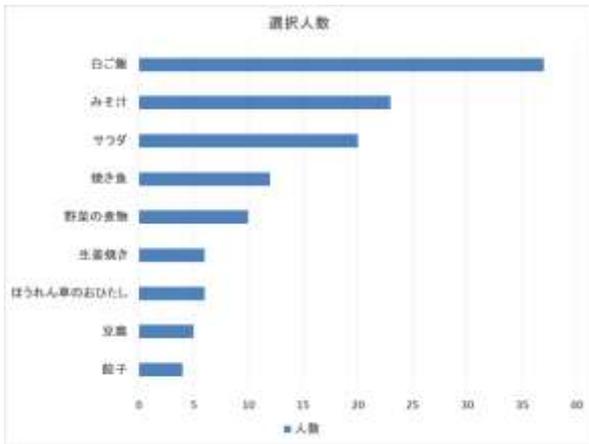


図11 夕食の摂取食物

参考文献

- (1) 文部科学省公式 HP(2011) 学校における食育の推進・学校給食の充実,
http://www.mext.go.jp/a_menu/sports/syokuiku/
(2017年11月1日確認)
- (2) 文部科学省 小学校学習指導要領解説 家庭編,
http://www.mext.go.jp/component/a_menu/education/micro_detail/_icsFiles/afieldfile/2009/06/16/1234931_009.pdf (2017年11月1日確認)
- (3) 高橋寛子, 武藤志真子, 藤倉純子, 中山洋, 千野恭平:
“小学校高学年を対象とした食育用ソフト「なにたべよう」の開発”, 日本健康科学学会誌 Vol.27, No.4(2011)
- (4) 日本の食事摂取基準 厚生労働省
http://www.mhlw.go.jp/stf/seisakunitsuite/bunya/kenkou_iryuu/kenkou/eiyuu/syokuji_kijyun.html
(2017年11月1日確認)

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、機能を評価した。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、食物提示機能は子供から大人まで理解しやすく、有用性があることがわかった。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、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、食育授業以外で本システムを使用できる機会をつくり、継続的にシステムを使用してもらうことで、更に詳しい調査や助言が可能となると考えられる。

本研究の実施にあたり、実験にご協力していただいた方々に心より感謝する。

調べ学習における閲覧履歴の収集と活動の可視化

古賀隆行^{*1}, 堀越泉^{*1}, 田村恭久^{*2}

^{*1} 上智大学大学院理工学研究科

^{*2} 上智大学理工学部

Collection of Browsing History and Visualization of Behavior in Investigative Learning

Takayuki Koga^{*1}, Izumi Horikoshi^{*1}, Yasuhisa Tamura^{*2}

^{*1} Graduate School of Science and Technology, Sophia University

^{*2} Faculty of Science and Technology, Sophia University

本研究では、Web を用いた調べ学習における学習者の閲覧履歴を収集・可視化し、特徴的な行動を明らかにした。学校教育における調べ学習では、教員が複数の学習者の状況を同時に把握しにくいという問題がある。この問題に対して、Web を用いた調べ学習においては学習者の閲覧履歴が残ることを利用し、学習者の状況把握を支援することを目指した研究が行われている。本研究では、閲覧履歴を収集する機能を一般的な Web ブラウザ上で稼働する追加機能（アドオン）として開発した。これを用いて実際の調べ学習の授業で実験を行い、学習者の閲覧履歴を収集した。そして、調べ学習における学習者の活動を 6 種類のフェーズに分類することで、各フェーズの閲覧回数や時間経過による遷移を可視化した。この結果、必要最低限の活動だけ行なった学習者や課題把握に苦戦した学習者と考えられる特徴的な学習者の行動が確認できた。

キーワード: 調べ学習, 閲覧履歴, 可視化

1. はじめに

小学校から大学までの学校教育では、調べ学習という学習方法が取り入れられている。この調べ学習には様々な形態がある⁽¹⁾。例えば、学習者があるテーマに対して学校や地域の図書館から資料を集めることで情報を収集し、結果をまとめて発表する学習活動が行われている。これにより、学習者は主体的な学習態度を獲得できると考えられている⁽²⁾。一方、近年では教育の情報化が進展し、学校現場でパソコンやインターネットを学習ツールとして活用する関心が高まっている⁽³⁾。そのため、図書のような紙媒体を用いた調べ学習だけでなく、Web を用いた調べ学習が行われる機会が増加している。

一般的に、調べ学習では学習者の主体性に重点を置いているため、教員は複数の学習者の状況を同時に把

握しにくいという問題がある。この問題に対して、Web を用いた調べ学習においては学習者の Web 閲覧履歴が残ることを利用し、学習者の状況把握を支援することを目指した研究が行われている。

加藤ら⁽⁴⁾は、調べ学習における学習者の状況を把握するためには、収集した資料の量と Web 検索に利用したキーワードが重要な手がかりになると考え、学習者一人ひとりの資料登録数と検索キーワード利用数をグラフ化するシステムを開発することで教員に可視化した。渡邊ら⁽⁵⁾は、学習者の Web 検索履歴に着目し、検索キーワードの利用数をタグクラウドによって可視化しただけでなく、検索キーワードの組み合わせがどのように変化していくのか可視化するため、表形式で時系列順に検索キーワードの可視化も行なった。瀬下ら⁽⁶⁾は、調べ学習における学習者の活動を「調べる」、「まとめる」、「発表する」、「交流する」の 4 種類のカテゴリ

りに分類し、各カテゴリの遷移を可視化することで学習者の活動状況や特徴を教員に提示した。

これらの先行研究に対して、本研究では可視化結果から特徴的な学習者の行動を提示する。これにより、教員が可視化結果から学習者を選定する作業負担を軽減できると考える。また、筆者らがこれまでに行なった研究⁷⁾から、調べ学習の単元において学習者が行う活動をいくつかのフェーズに分類することで閲覧履歴を可視化できることが明らかになっている。そのため、本研究では学習者が課題内容を把握してから課題の回答を入力・提出するまでの学習活動をいくつかのフェーズに分類し、閲覧履歴を可視化することで学習者の特徴的な行動を明らかにする。これを教員に提示すれば学習者の状況把握を支援することができると思う。

2. 機能の開発

閲覧履歴を収集する機能を一般的な Web ブラウザである Firefox 上で稼働する追加機能（アドオン）として開発した。このアドオンは、以下の3種類の機能を持つ。

- A) 学生番号を記入させ、それを取得
 - B) 学習者が Web ページにアクセスする度に、閲覧日時・URL・Web ページのタイトルを取得
 - C) B)のイベント毎に、サーバに A)と B)を送信
- さらに、C)の送信データをテキストファイルに保存・追記するサーバサイドスクリプトを開発した。

開発した機能の概要を図1に示す。

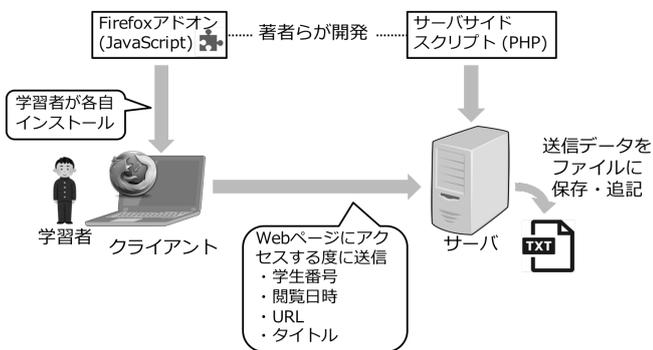


図1 機能の概要

3. 実験

3.1 概要

上智大学全学共通科目「情報フルエンシー」におけ

る調べ学習を扱った単元で実験を行い、実験協力の同意を得た学習者のうち実験に参加した43名のWeb閲覧履歴を収集した(表1)。

表1 実験同意者・不同意者の人数

実験協力依頼書回答者		実験参加者	
70名		59名	
同意者	不同意者	同意者	不同意者
53名	17名	43名	16名

本実験は上智大学の「人を対象とする研究」に関する倫理委員会の審査を受けており、承認済みである。

3.2 学習活動の内容

IT人材に求められるスキルやキャリアを示した指標であるITスキル標準において、コンサルタントを除いた職種から2種類を選択し、その職種に求められるスキルの中からコンサルタントでも必要と考えるスキルとその理由を記述させた。後日、PowerPointを用いてスライド資料を作成させ、学生同士で発表・相互評価を行った。スライド資料を作成する際、他の学生に向けて発表することを考慮し、難しい専門用語などの使用は避けるように指示した。

本研究で「調べ学習」として扱う活動は、ITスキル標準センターが公開しているWebページ⁸⁾においてコンサルタント以外の職種で求められるスキルの中からコンサルタントでも必要と思えるスキルを選択し、その理由を記述する活動である。

上記の活動では、学習者が行う活動を以下の6種類のフェーズに分類した。

- ① LMSへログイン：Moodle(上智大学の学習管理システム;LMS)から本単元のコースにアクセスする。
- ② 課題把握：Moodle上のコースに載せてある課題のページを閲覧することで課題内容を把握する。
- ③ 情報収集の足がかり：課題のページに記載されているURLからITスキル標準のWebページへアクセスする。
- ④ 職種選択：ITスキル標準のWebページから職種別に概要やスキル領域が記載されたPDFフ

ファイルを閲覧する。

- ⑤ Web 検索 : PDF ファイルを閲覧した結果, 意味がわからない専門用語や疑問点があれば Web 検索を行う。
- ⑥ 回答入力・提出 : Moodle 上のコースから課題に対する回答を入力・提出する。

本單元において「⑤Web 検索」のフェーズは, PDF ファイルを閲覧した結果, 意味がわからない専門用語や疑問点があれば行う活動であるため, 学習者は⑤を行わずに①~⑥のフェーズを移動する場合があります。また, 本單元は 90 分で構成されるが, 開発したアドオンのインストール終了時から授業終了時までを Web 閲覧履歴の収集範囲とした。

4. 結果・考察

収集したデータから学習者ごとの行動に着目する前に, まず本單元の特徴を述べる。図 2 は, 全学習者におけるフェーズごとの合計閲覧回数と平均閲覧回数を可視化した結果である。図 2 より「④職種選択」が全フェーズの約 40%を占めていることが確認できるため, 本單元では IT スキル標準の Web ページのような教員が学習者に提示した Web ページの閲覧が多い單元であったと言える。また, 学習者一人あたり「②課題把握」を 16 回行なっているため, 課題内容の理解が難しかった可能性がある。

上述による本單元の特徴を考慮した上で学習者の特徴的な行動について可視化結果を述べる。付図 1 (末尾に掲載) は, 被験者 43 名 (S1~S43) における各フェーズの時間経過による遷移, 閲覧回数, 偏差を可視

化した結果である。この中で「⑤Web 検索」のフェーズに着目すると, S3 や S18 などの約 30%の学習者が⑤を行っていない(図 3)。ただし, 本科目は全学年・全学部が受講するため, IT 関連の知識が豊富な学習者は少数に限られることが想定される。このことから, ⑤を行っていない学習者は⑤を行う必要がなかったのではなく, 必要最低限の活動だけ行った学習者であると懸念される。そのため, 教員は課題に対して学習者がより探求できるように働きかけるのが有効であると考ええる。

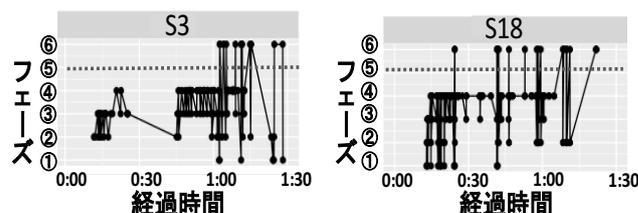


図 3 S3, S18 におけるフェーズの時系列遷移

次に, 「②課題把握」のフェーズに着目する。S5 や S43 のような学習者は, 調べ学習の冒頭で②を繰り返したが, それ以降は一度も行わない, または 1~3 回程度だけ行っている(図 4)。これは, 学習者が調べ学習の冒頭で課題内容を理解できたと判断したことによって, その後は課題ページを閲覧しなかった, または最終確認として閲覧した結果だと考える。一方, S6 や S7 のような学習者は, 調べ学習の冒頭で②を繰り返した後, 一定時間が経過してから再び②を繰り返している(図 5)。これは, 学習者が調べ学習を進めている途中で課題内容が理解できなくなってしまう, 課題把握に苦戦した結果だと考える。よって, 教員は再度課題内容についての説明を行うのが有効と考える。

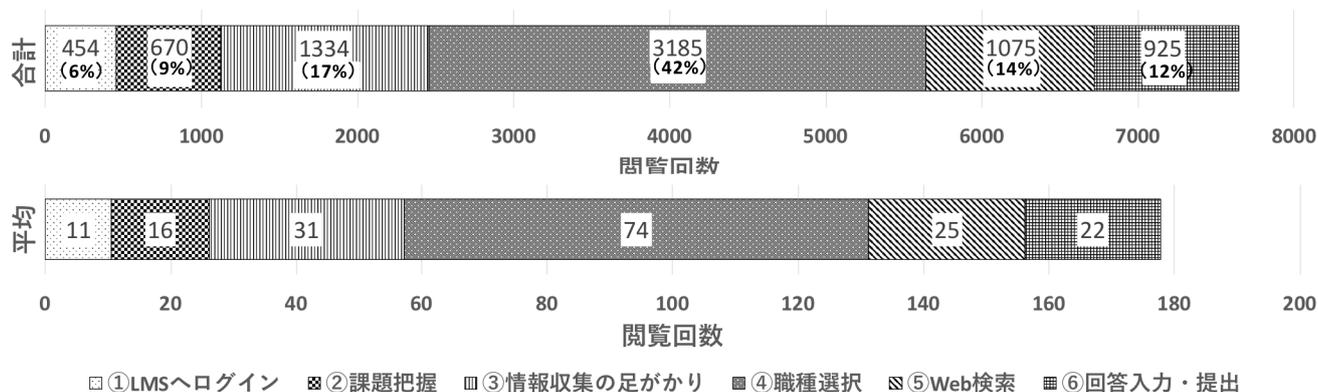


図 2 全学習者におけるフェーズごとの合計閲覧回数・平均閲覧回数

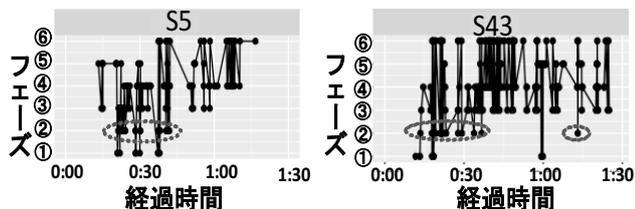


図 4 S5, S43 におけるフェーズの時系列遷移

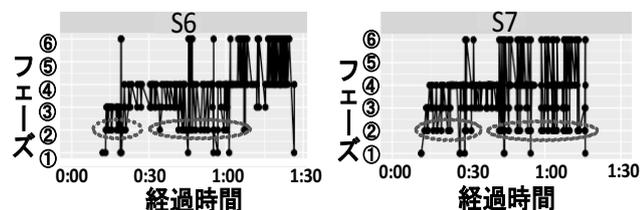


図 5 S6, S7 におけるフェーズの時系列遷移

本単元において課題内容については教員が口頭で説明したため、学習者によっては②に一度も遷移しない場合が存在する。一方で、「③情報収集の足がかり」は教員が学習者に提示した Web ページを閲覧することであるため、全ての学習者が到達すべきフェーズである。このことから、学習者が③に到達するまでに費やした時間の平均値を算出し、平均値以上の時間を費やした学習者を教員に提示すべきだと考えた。結果として、平均時間は授業開始から約 15 分後であり、S10 や S21 などの約 16%の学習者が平均値以上の時間を費やして③に到達していた (図 6)。これらの学習者は課題ページにアクセスできない、何をすればいいのかわからない等のつまづきが懸念されるため、教員は視察に行くべきだと考える。

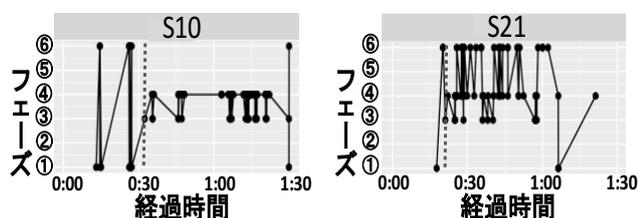


図 6 S10, S21 におけるフェーズの時系列遷移

本単元における学習者の活動を 6 種類のフェーズに分類したことで、Web 閲覧履歴を可視化することができた。したがって、調べ学習における他の単元においても事前に学習活動をいくつかのフェーズに分類することで同様の可視化が行えると考えられる。

5. おわりに

本研究では、Web を用いた調べ学習を対象とし、学習者から収集した Web 閲覧履歴を 6 種類のフェーズに分類することで、各フェーズの閲覧回数や時間経過による遷移を可視化した。その結果、必要最低限の活動だけ行なった学習者や課題把握に苦戦した学習者などの特徴的な学習者の行動が確認できた。

今後は、可視化結果から考察した学習者の状況や教員の介入方法が妥当であるのか検討したい。また、開発したアドオンによってリアルタイム収集した閲覧履歴をリアルタイムで教員に可視化することで、調べ学習の途中においても学習者の状況把握を支援できるように機能開発を進めて行く予定である。

謝辞

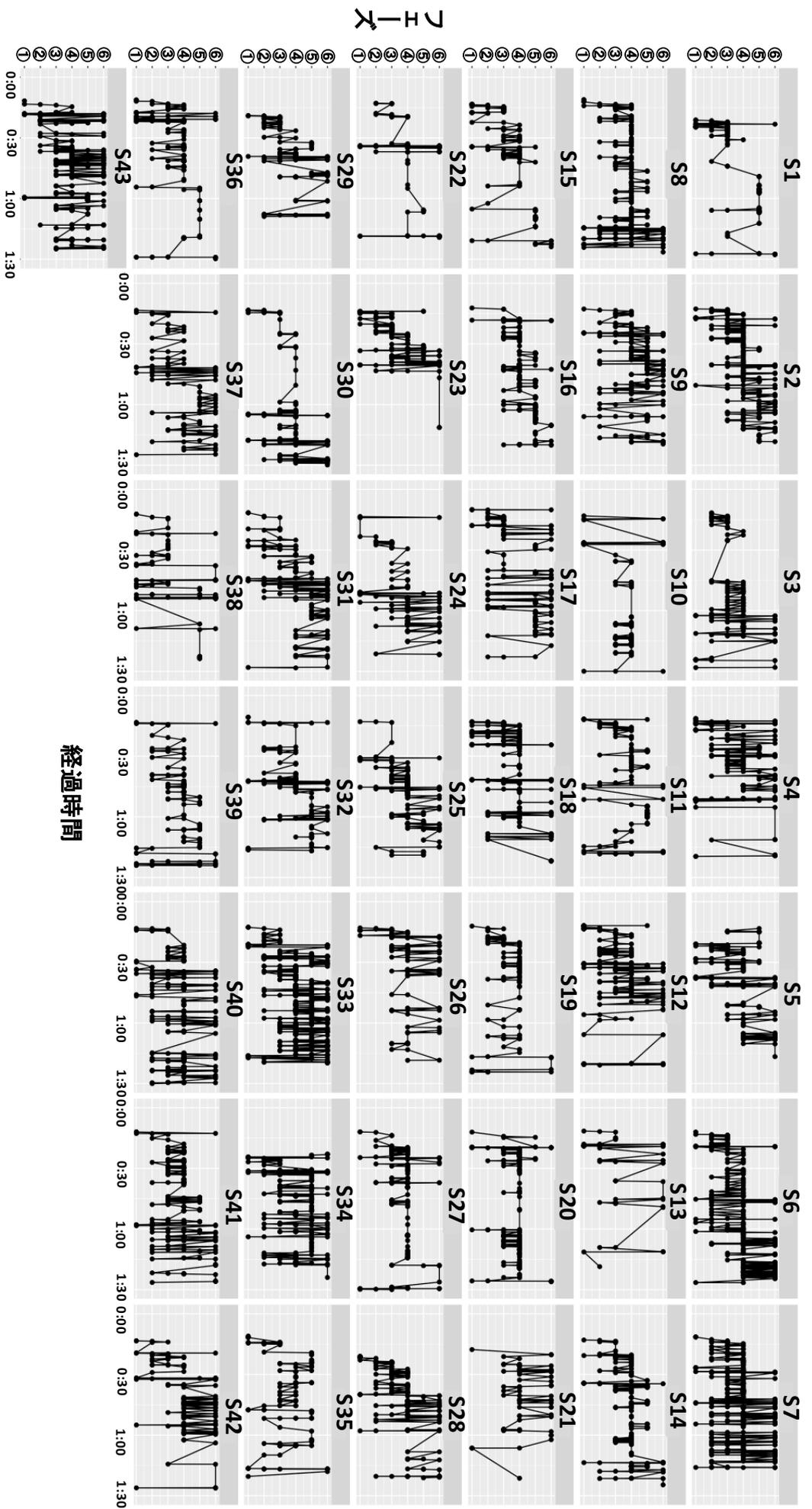
本研究は JSPS 科研費 26282059 の助成を受けたものです。

参考文献

- (1) 辻村敬三：“「調べ学習」とは何か・・・類型化の試み”，京都府総合教育センター平成 23 年度研究紀要, Vol.1, pp.9-17 (2011)
- (2) 石井美紀代, 鹿嶋聡子, 布花原明子 他：“初年次教育における問題解決型学習の効果”，西南女学院大学紀要, Vol.16, pp.25-34 (2012)
- (3) 文部科学省：“教育の情報化ビジョン～21 世紀にふさわしい学びと学校の想像を目指して～”，http://www.mext.go.jp/component/a_menu/education/micro_detail/_icsFiles/afieldfile/2017/06/26/1305484_01_1.pdf (2017 年 11 月 30 日確認)
- (4) 加藤茉文, 松村敦, 宇陀則彦：“調べ学習指導者支援システム”，情報処理学会第 75 回全国大会講演論文集, pp.735-736 (2013)
- (5) 渡邊貴志, 矢吹太郎, 佐久田博司：“学習者の Web 利用履歴を活用する e-Learning 環境の構築”，第 2 回データ工学と情報マネジメントに関するフォーラム (2010)
- (6) 瀬下仁志, 田中明通, 丸山美奈 他：“学習者主導の学習活動における活動プロセスの可視化・分析”，日本教育工学会論文誌, Vol.29, No.3, pp.359-369 (2005)
- (7) 古賀隆行, 堀越泉, 田村恭久：“調べ学習における閲覧履歴の収集と可視化”，日本 e-Learning 学会第 20 回学

術講演会 (2017)

- (8) IPA 独立行政法人情報処理推進機構 IT スキル標準センター, https://www.ipa.go.jp/jinzai/itss/download_V3_2011.html (2017 年 11 月 30 日確認)



付図 1 学習者ごとのフェーズ別時系列遷移

講義ビデオの視聴で書込タイピングに同期したコメントの スクロール表示の有無と注目度の時系列的変化に着目した実験

浅羽 修丈^{*1}, 斐品 正照^{*2}

*1 北九州市立大学, *2 東京国際大学

Experiment on Attention Degree on Time Series Variation for Lecture Videos with Scrolling Through Comments Sent by Learners

Nobutake Asaba^{*1}, Masateru Hishina^{*2}

*1 The University of Kitakyushu, *2 Tokyo International University

筆者らは、学習者たちが講義ビデオを視聴しながらコメントを入力し、そのコメントの入力と同期させてビデオ画面上に流すことができるシステムを開発した。単なる講義ビデオの視聴とは異なり、このようなコメントが学習者の知的刺激に繋がる可能性を調査している。本稿では、開発したシステムを利用しながら学習した集団と利用しなかった集団との講義ビデオの注目度の差異に着目した実験を実施したので、その概要を報告する。

キーワード: VOD, 共同学習, テキストコメント, ソーシャルメディア, 時系列グラフ, 問題解決学習

1. はじめに

Web 技術を活用した講義ビデオの配信は、学習者に学習機会を増やす環境を提供している。スマートフォンやタブレット型 PC といった携帯端末が普及することでその傾向は加速し、学習者は自宅や移動中、外出先での待ち時間など、あらゆる場面で講義ビデオによる学習の機会が与えられている。Web を通じた講義ビデオの配信は、授業時間外での事前・事後学習の機会を増やしたといえる。

しかし、講義ビデオによる事前・事後学習は、孤独な学習になりやすい学習環境といえる。講義ビデオを自宅や移動時間、待ち時間などで視聴するときに、他の学習者が学習内容について積極的に関与することは、一般的には考えにくい。ヴィゴツキーによる発達最近接領域の理論^{(1)~(3)}では、学習者が独力で問題を解決できる「現下の発達水準」という指標と、独力では解決できないが誘導的な質問・ヒントや、他の学習者との協議や共同の中で問題を解決できる「明日の発達水準」という指標を提案し、この指標の差異は、学習者がまさに成熟せんとしつつある機能であり、ここに焦

点を当てた教育が重要であると述べている。孤独になりがちな講義ビデオによる学習は、「現下の発達水準」に留まる危険性がある。

筆者らは、講義ビデオによる学習であっても、「明日の発達水準」を意識した学習環境を構築すべきであるという立場に立っている。特に、オープンエンドな課題に取り組む学習場面を想定した場合、教員からの誘導的な質問やヒントよりも、学習者同士の共同による学習が重要となる。そのため、講義ビデオの学習環境下でも、学習者同士で意見交換や教え合い・学び合いといった共同学習ができる環境を構築することが重要である。

Web 上に、講義ビデオの視聴環境と同時に共同学習が可能な環境として容易に想像できるのは、掲示板やフォーラムなどの仕組みを利用することである。しかし、掲示板やフォーラムでは、講義ビデオの視聴の後にコメントを交換することが多く、講義ビデオの大まかな内容や全体的な印象が意見交換や教え合い・学び合いの対象になりやすい。深い学習に入るためには、講義ビデオを視聴している最中、そのときに考えたこ

メリット・デメリット計算シート						
テーマ	脳腫瘍摘出の手術を誰に依頼するか？					
解決案①	「神の手」に依頼する					
解決案②	高性能ロボットに依頼する					
解決案③	日本にいる腕のいい医師に依頼する					
解決案	メリット			デメリット		
	内容	立場	ウェイト	内容	立場	ウェイト
①「神の手」に依頼	健康を高い確率で取り戻すことができる	自分	4	手術まで半年時間が必要	自分	5
	長く生きられることを期待出来る	自分	4	手術を受ける間の治療が必要	全員	5
	生き生きとした生活が取り戻せる	自分	4	脳腫瘍に対する不安が消えない(手術を受けるまでの間)	自分・家族	4
	安心して手術を受けられる	自分	5	手術を受けるために多額の費用が必要	自分・家族	5
②高性能ロボットに依頼	早く手術を受けることができる(「神の手」より)	自分	5	ロボットに責任を負わせられるか	自分・医師	4
	手術費用が抑えられる(米国で手術するより)	自分・家族	5	高性能とはいえ人間ではないから少し不安	自分	4
	アメリカに行く必要がない	自分・家族	4	手術が終わるまで不安が残るかもしれない	全員	4
③日本の医師に依頼する？	ロボットに手術を依頼するより安心する	自分	5	腫瘍が全て取り除けないかも	医師	5
	治療環境が整っている(すぐにでも手術可)	自分	5	医師の技量が問われるかもしれない	医師	4
	安心して手術を受けることができる	自分・家族	4	「神の手」には技術が劣るかもしれない	医師	5
ウェイト…5:重視する 4:やや重視する 3:どちらともいえない 2:やや軽視する 1:軽視する						
解決案①のウェイト計算	4+4+4+5-5-5-4-5=-2			解決案②のウェイト計算	5+5+4-4-4-4=-2	
解決案③のウェイト計算	5+5+4-5-4-5=±0					
意思決定	ウェイト計算より… 解決案② 神の手の技術を持つ高性能ロボットに脳腫瘍の手術を依頼する！					

図1 MD計算用ワークシートの記入例

とや感じたことをその場面で発信する、いわゆる局所的なコメント交換が理想であると筆者らは考えている。

そこで、注目した技術が、動画共有サービスでソーシャルメディアのひとつである「niconico⁽⁴⁾」である。筆者らは、niconicoを参考に、学習者が講義ビデオを視聴している最中に送信したコメントを、そのタイミングに合わせて講義ビデオの画面上に右から左へスクロールのように流すシステムを開発した。さらに、そのシステムを用いた学習実験を実施し、学習者により送信されたコメントの内容や、コメントが流れる講義ビデオ（以下、コメント有ビデオと記す）での学習者群とコメントが流れない単なる講義ビデオ（以下、コメント無ビデオと記す）での学習者群とで課題のでき具合について比較検証するなど、多角的な観点から分析を行ってきた⁽⁵⁾⁽⁶⁾。

本研究では、同システムで学習したときの講義ビデオに対する注目の度合い（以下、注目度と記す）に着目する。すなわち、コメント有ビデオの学習者群とコメント無ビデオの学習者群とで、講義ビデオへの注目度に差異が生じる場面があるのではないかと、というリサーチクエスチョンについて検証する。本稿では、その検証のための実験を実施したので、その概要と得られた結果について報告する。

2. 目的と講義ビデオについて

本研究の目的は、以下の2点である。

目的1：コメント有ビデオ学習群とコメント無ビデオ

学習群の注目度の時系列データを採取する。

目的2：両群の時系列データを比較することにより、講義ビデオのどの場面で差異が生じているかを特定する。

目的を達成するには、コメント有ビデオとコメント無ビデオを用意する必要がある。コメント無ビデオは、筆者のひとりである浅羽が、問題解決技法のひとつであるメリット・デメリット（以下、MDと記す）計算⁽⁷⁾について説明した講義を撮影した。MD計算とは、問題事態に対する解決案を考え、それを実行するか否か、または、複数の解決案に対してどの解決案を実施すべきかを判断するフレームワークのひとつである。考えた解決案を実施したときのMDを、できる限り多くの視点から列挙する。列挙した各MDに関わる立場と重み付けを記述し、その重み付けを計算することで、解決案の判断を下す。

作成した講義ビデオは、全部で3種類である。解説編（9分19秒）では、MD計算が必要な背景と定義、計算方法について解説している。具体例編（9分44秒）では、「ドイツまでの飛行機の乗り継ぎをどうするか」というテーマでMD計算を実施した事例を紹介している。演習編（6分55秒）では、「脳腫瘍摘出の手術を誰に依頼するか」というテーマの課題を与えている。課題では、MD計算用ワークシートの提出を求めている。ワークシートの記入例を図1に示す。

コメント有ビデオは、K大学の学生9名を対象に、3種類の講義ビデオで学習しながら任意でコメントを送信する実験を平成28年2月に実施⁽⁵⁾⁽⁶⁾することによ

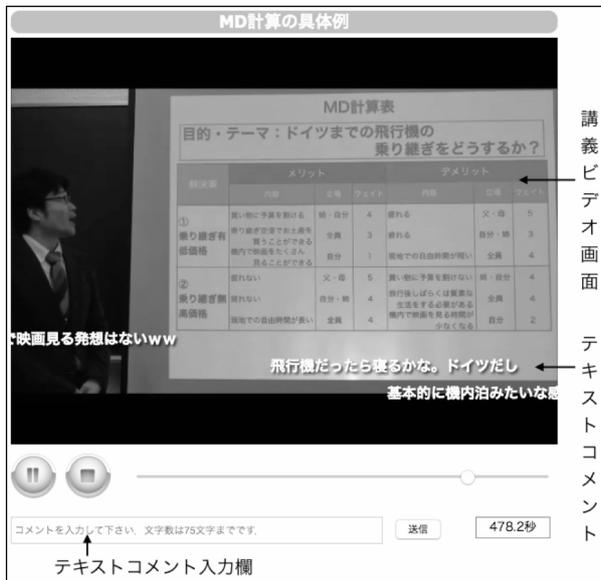


図2 コメントを送信・流すシステムの画面

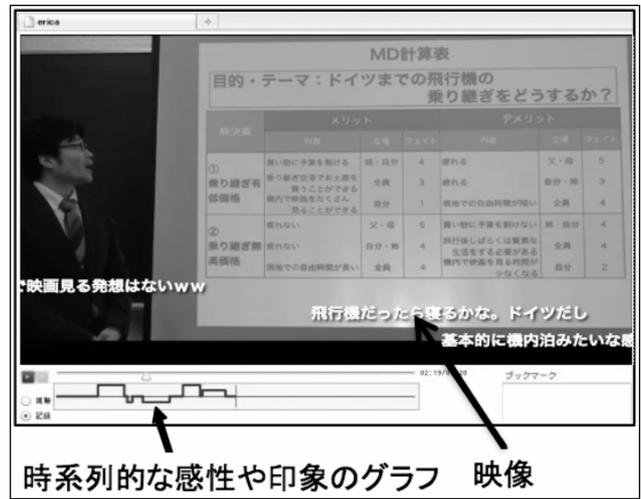


図4 ERICAのスクリーンショット

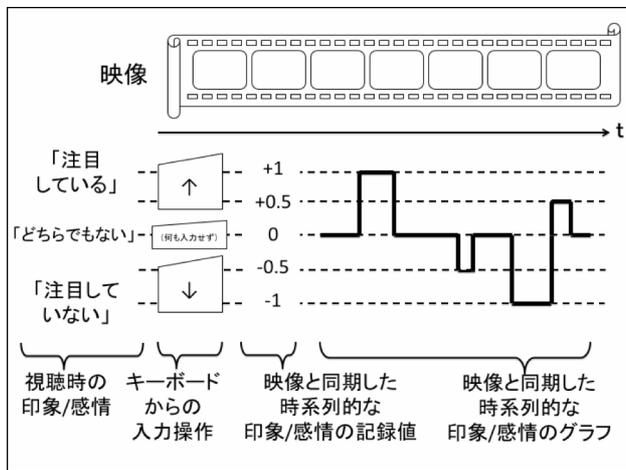


図3 ERICAの概念図

り作成した。コメントの送信は、筆者らが独自に開発したシステムを利用した(第3.1節参照)。結果として、コメント有ビデオに流れるコメント数は、解説編で10、具体例編で21、演習編で17であった。

次に、注目度の時系列データを採取する必要がある。その時系列データの採取には、筆者らが独自に開発した「ERICA」システムを利用した(第3.2節参照)。

3. システム

3.1 コメントを送信・流すシステム

筆者らは、学習者がWeb上の講義ビデオを視聴している最中に、コメントを送信できるシステムを開発した。その画面を図2に示す。図2下にある欄にテキストコメントを入力し、送信ボタンをクリックするだけでコメントが送信できる。送信されたコメントは、送信のタイミングに合わせて講義ビデオの画面上に右か

ら左へスクロールするように流れる。流れたコメントは、他の学習者も確認することができるため、学習者同士でコメントを共有することが可能となる。

このシステムの利点は、講義ビデオの場面ごとにコメントを流すことができることにある。これにより、講義ビデオの全体的なコメントではなく、局所的なコメントのやり取りが可能となり、講義ビデオの場面に応じた議論が展開できる。

3.2 時系列データを採取するシステム「ERICA」

筆者らは、ビデオを視聴したときの人間の感性や印象の度合いを連続した時系列データとして記録し、それをグラフ化するWebシステム「ERICA(Emotional / kansei Reaction Input-data Collector, reviewer and Analyzer)」を開発した。ERICAを用いた調査では、視聴者は、ビデオを視聴しながらキーボードを使って、そのときに感じた感性や印象の度合いを入力する。入力する項目としては、SD法のように1つの形容詞対が用意され、3件法や5件法で入力する。ERICAの概念図を図3に、スクリーンショットを図4に示す。

ERICAを利用することにより、講義ビデオの注目度を時間軸に沿ったデータとして記録することができる。そして、それを時系列グラフ化することで、コメント有ビデオ学習群とコメント無ビデオ学習群の注目度を、ビデオの時間軸に沿って分析することが可能となる。

4. 実験の概要

第2章で説明したK大学学生9名とは別に、被験者としてK大学学生24名に協力してもらい、実験を実

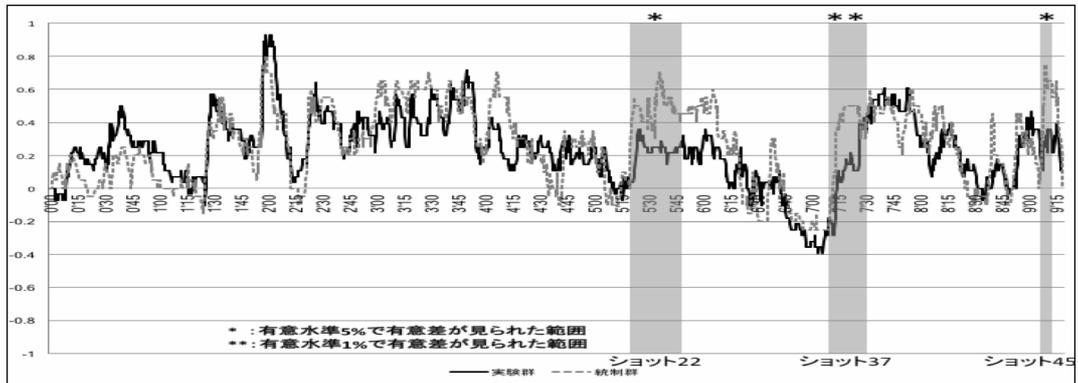


図5 解説編の注目度に関する平均時系列グラフ

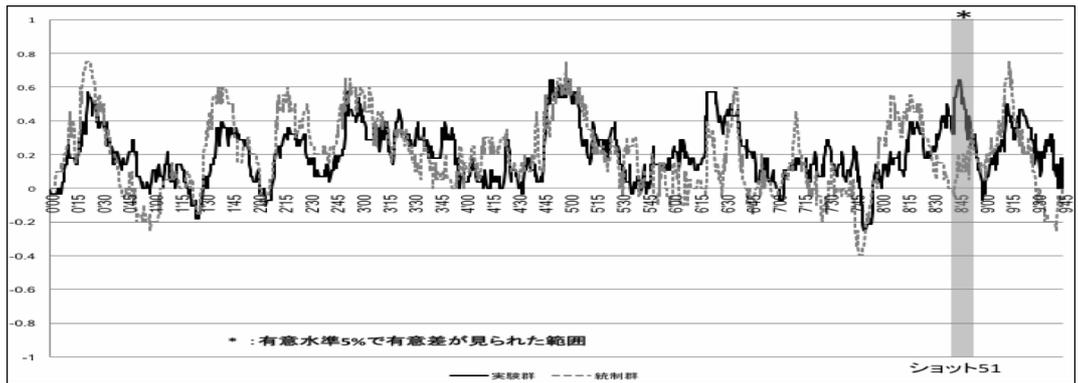


図6 具体例編の注目度に関する平均時系列グラフ

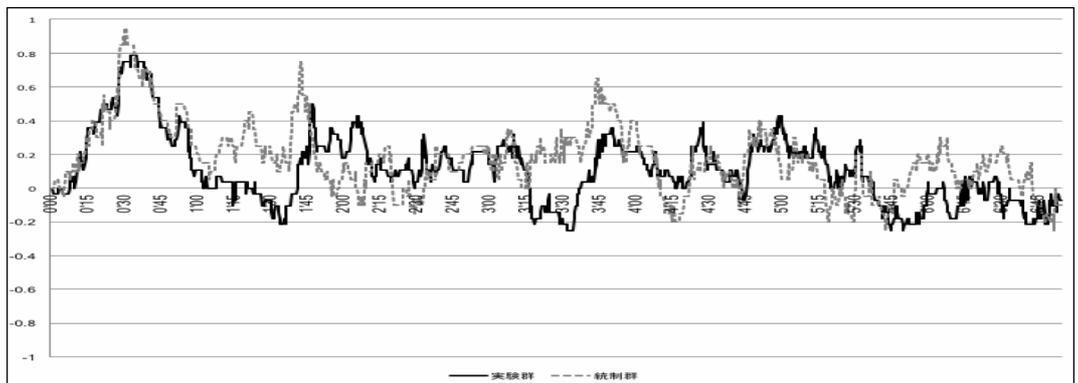


図7 演習編の注目度に関する平均時系列グラフ

施した。実験は、被験者の都合に合わせて、平成29年2月7日、8日、9日、13日のいずれか一日を選んで来てもらった。実験期間中は、実験内容については口外しないように注意を促した。

被験者は、コメント有ビデオを視聴しながら学習する群（以下、実験群と記す）14名と、コメント無ビデオを視聴しながら学習する群（以下、統制群と記す）10名に分かれてもらった。講義ビデオでの学習の最後には、両群とも演習編のビデオの説明通りに課題に取り組み、MD計算用ワークシートを提出させた。

講義ビデオによる学習後、ERICAを用いて注目度の時系列データを採取する実験を実施した。被験者には、

講義ビデオを視聴しながらキーボードを使って注目度を入力させた。ERICAでは、押されたキーによって0.02秒ごとに+1~-1の入力値（+1：注目している、+0.5：やや注目している、0：どちらでもない、-0.5：あまり注目していない、-1：注目していない）が記録される仕組みになっている。

5. 結果

5.1 注目度の平均時系列グラフ

3種類の講義ビデオに対する実験群と統制群の注目度を時系列データとして確認するために、それぞれ時系列グラフ化した。時系列グラフ化には、実験群と統

表1 講義ビデオのシーン・ショットとそれぞれの再生時間

(a) 解説編				(b) 具体例編				(c) 演習編							
シーン	ショット	時間		シーン	ショット	時間		シーン	ショット	時間		シーン	ショット	時間	
		分	秒			分	秒			分	秒			分	秒
1	1	0	0.0		22	5	20.1	1	1	0	0.0	7	28	5	29.1
	2	0	8.0		23	5	47.2		2	0	6.2		29	5	41.2
	3	0	30.2		24	5	51.2	2	3	0	16.2		30	5	46.1
	4	1	25.3		25	5	54.0		4	1	27.2		31	5	57.1
3	5	1	54.1	7	26	6	12.2		5	1	35.2	8	32	6	1.2
	6	2	11.1		27	6	17.2		6	2	7.3		33	6	5.3
4	7	2	20.1		28	6	19.3	3	7	2	41.1		34	6	18.1
	8	2	43.2		29	6	23.1		8	2	48.3		35	6	44.1
	9	2	48.2		30	6	26.2		9	2	57.3		36	6	46.3
	10	3	0.1		31	6	30.0	4	10	3	7.1	9	37	6	51.3
	11	3	10.1		32	6	36.3		11	3	18.0		38	7	2.2
5	12	3	18.1		33	6	42.1	4	12	3	30.1		39	7	8.3
	13	3	27.2	8	34	6	50.0		13	3	35.0		40	7	15.2
	14	3	39.1		35	6	54.3		14	3	45.1		41	7	20.2
	15	3	47.1		36	7	1.3		15	3	52.2	10	42	7	25.1
	16	3	56.0		37	7	12.3		16	4	2.1		43	7	32.3
	17	4	1.1		38	7	30.1	5	17	4	8.1		44	7	36.1
	18	4	16.1	9	39	7	41.1		18	4	17.1		45	7	41.2
6	19	4	43.0		40	7	51.1		19	4	21.2		46	7	47.0
	20	5	3.2		41	8	6.2		20	4	34.1		47	7	54.2
	21	5	9.0	10	42	8	38.3		21	4	38.2		48	8	2.1
					43	8	51.0	6	22	4	44.2	12	49	8	13.3
					44	9	0.2		23	4	52.3		50	8	34.1
				11	45	9	7.1		24	4	56.3		51	8	42.3
					46	9	13.0		25	5	11.2	13	52	8	49.3
									26	5	22.2		53	9	7.2
									27	5	24.2				

制群の傾向が分かるように、平均のグラフとして表示することにした。講義ビデオの種類毎に、実験群と統制群の平均時系列グラフを図5~7に示す。図5~7の横軸は講義ビデオの再生時間、縦軸は注目度である。

図5~7を見ると、講義ビデオのそれぞれの再生時間に対する両群の注目度の度合いと、再生の時間軸に沿って注目度がどのように変化しているかが確認できる。これにより、目的1は達成できたといえる。

5.2 注目度に差異が確認されたショット

実験群と統制群との間に注目度の差異があるかどうか、また、差異があるとすれば講義ビデオのどの場面で差異が表れるかを検証する。検証のためには、まず講義ビデオを特定のルールに従って場面ごとに区切る必要がある。一般的に、ビデオを場面ごとに区切るひとつの目安となる指標は、ショットとシーンである。ショットとは中断なく撮影された撮影上の最小の単位を指す。シーンとは「場面」を指し、数ショットからなる場合が多い⁽⁸⁾。

今回作成した講義ビデオは、ビデオカメラを固定した上で、場面を区切ることなく録画し続けたため、講義ビデオのどこからどこまでがひとつのショットなのか、または、シーンなのかの判断が付きづらい。そこで、本研究では、講義の説明用に使用したスライドの

変化した点を、ひとつのショット、または、シーンとした。すなわち、スライド上に表示されている情報からアニメーション設定により次の情報が追加されるまでの間をひとつのショット、そして、スライドの切り替わりをひとつのシーンとして設定することにした。その結果、各講義ビデオは表1に示すように複数のショットとシーンで構成されていることが分かった。

本研究では、ショット毎に実験群と統制群の注目度に差異があるかを検証する。差異を検証するために、ショットごとに被験者ひとりひとりのERICA入力値の平均値を算出し、その平均値を用いて実験群と統制群との間でウィルコクソンの順位和検定(マン・ホイットニーのU検定)を実施した。検定には、統計解析ソフト「R」を用いた。

その結果、解説編では、ショット22($p=.04966 < .05$)、ショット37($p=.00885 < .01$)、ショット45($p=.03934 < .05$)の3ショットで有意差が確認できた。有意差のあった全てのショットで、統制群の注目度が高かった(図5参照)。ショット22は、シーン7の始まりでもあり、具体的なMD計算表の書き方について説明し始めた場面である。ショット37は、シーン9の始まりでもあり、列挙したMDのウェイトを計算し始めた場面である。ショット45は、シーン11の始まりでもあ

り、最後のまとめの場面である。講義の内容について解説するビデオでは、コメントはショットの内容によっては邪魔になる可能性が示唆された。

具体例編では、ショット 51($p=.02813 < .05$)の1ショットで有意差が確認できた。このショット 51では、実験群の注目度が高かった(図 6 参照)。ショット 51は、シーン 12 の最後でもあり、ウェイトの計算の結果として解決案を選択した場面である。講義の内容に関する具体例を示すビデオでは、コメントはショットの内容によっては注目度を高める可能性が示唆された。

演習編では、有意差が確認できたショットはなかった。しかし、図 7 を確認すると、実験群と統制群の注目度に差異が見られる場面が散見できる(例えば、1分15秒~45秒付近や3分15秒~45秒付近など)。それでも、有意差が確認できなかった理由として考えられることは、演習編は課題を提示するだけなので、スライドの変化が少なく、ひとつのショットの時間が長いことが挙げられる。ショットの時間が長いと、ひとりひとりの被験者が注目度の変化を入力したとしても、その値が丸められて注目度の特徴が出ない可能性がある。そのため、講義ビデオを区切る単位を考え直す必要がある。

6. まとめ

本稿では、3種類の講義ビデオ(解説編、具体例編、演習編)を用意し、その講義ビデオに対する注目度について検証した。講義ビデオを視聴しながら学習した学習群(統制群)と、学習者が講義ビデオの視聴中に送信したコメントがビデオ画面の右から左へスクロール表示することで、学習者同士でコメントを共有できるシステムを用いて学習した学習者群(実験群)とで、注目度に差異が生じるか検証した。注目度は、講義ビデオの時間軸に沿った時系列グラフとして表現し、そのグラフを比較した。

その結果、解説編では、統制群の注目度が高くなるショットがあり、スクロール表示するコメントが邪魔になる可能性が示された。一方で、具体例編では、実験群の注目度が高くなるショットがあり、スクロール表示するコメントにより注目度が高くなる可能性が示された。演習編では、差異は確認されなかった。

しかし、本研究は多くの課題が残されている。まず、注目度に差異が見つかった原因について追及する必要がある。その原因を追及することにより、講義の特定のショットでは、スクロール表示するコメントを消去したり、逆にコメント送信を促進したりするような制御システムの構築に役立つ知見を得ることができる。次に、講義ビデオの区切りについての再考である。今回は、スライドに変化があった場面で区切りを設けたが、それが妥当かどうかを検証する必要がある。特に、演習編で見られたように、ひとつのショットの時間が長い場合は、妥当な比較検証ができていない。コメントがスクロール表示する前後で区切るなど、新たな視点での分析が求められる。最後に、今回の実験では、講義ビデオ上にスクロール表示されたコメントの数が少なかった。多くのコメントが流れた場合の実験も必要である。

参考文献

- (1) ヴィゴツキー(著)、柴田義松(訳):“思考と言語”, 新読書社, 東京(2001)
- (2) ヴィゴツキー(著)、柴田義松・宮坂瑠子(訳):“教育心理学講義”, 新読書社, 東京(2005)
- (3) ヴィゴツキー(著)、土井捷三・神谷栄司(訳):“「発達」の最近接領域」の理論-教授・学習過程における子どもの発達”, 三学出版, 滋賀(2003)
- (4) ドワンゴ:“niconico”, <http://www.nicovideo.jp/>, 2017年11月24日アクセス
- (5) 浅羽修丈, 倉光貴子, 斐品正照:“講義ビデオの画面上に学習者たちのテキストコメントを流すことが学習に与える影響に関する実験”, 教育システム情報学会第41回全国大会, pp.381-382(2016)
- (6) 浅羽修丈, 倉光貴子, 斐品正照:“講義ビデオとテキストコメントが同期表示されるソーシャルメディアを用いた共同学習における議論の分析とシステムの要件定義の検討”, 電子情報通信学会技術研究報告(教育工学:ET), Vol.116, No.266, ET2016-41-ET2016-54, pp.45-50(2016)
- (7) 石桁正士・渡邊寛二(監修), 教育心理学研究会(編著):“すぐに使える問題解決法入門”, 日刊工業新聞社, 東京(2005)
- (8) 中島義明(著), 梅本堯夫・大山正(監修):“映像の心理学-マルチメディアの基礎-”, サイエンス社, 東京(1996)

ブレンディッドラーニング型授業における 学習パフォーマンス予測手法の検討

サンチェス バイロン^{*1}, 趙 秀敏^{*2}, 三石 大^{*3}, 青木 輝勝^{*4}

*1 東北大学大学院情報科学研究科, *2 東北大学高度教養教育・学生支援機構,

*3 東北大学教育情報基盤センター, *4 東北大学未来科学技術共同研究センター

A Case Study on Prediction of Student Performance in a Blended Learning Class

Byron SANCHEZ^{a*}, Xiumin ZHAO^b, Takashi MITSUISHI^c & Terumasa AOKI^d

^a Graduate School of Information Science, Tohoku University, Japan

^b Center for Educational Informatics, Tohoku University, Japan

^c Institute for Excellence in Higher Education, Tohoku University, Japan

^d New Industry Creation Hatchery Center, Tohoku University, Japan

We describe a prediction method that does not rely on long-term historic data to predict changes in student academic performance. By using a descriptive model of a previous period, and applying it to current data, we aim to predict the results of the current period, which has yet to pass, using the information of students who have already submitted their information into the system. We also incorporate the use of a voting method to increase accuracy.

Key Words: Learning analytics, Educational Data Mining, Supervised Learning, Student performance prediction

1. INTRODUCTION

The advancements in education have always been a high priority and a topic of much interest in learning analytics. This research is part of a bigger 3-phased blended learning process designed to create an educational learning system that promotes continuous and sustainable learning. After taking a lesson in a classroom, students then proceed to practice the previously learned contents online, and then evaluate their performance in the next class. This educational environment includes a micro-learning based smartphone application designed to help struggling students in class by providing teacher to student feedback, and after-class learning exercises created to help with the processing of new

lessons and information. One of the biggest challenges with this approach is being able to identify students in need of guidance, and even more so, predicting which ones are likely to have problems in a near future. Students might be failing since the beginning of class, or their grades might be slightly decreasing as the lessons progress, and these are problems that are hard to control even in small classes of 30 students when our resources are limited. Even more so, students that have low academic performance are known to drop out of class because of this. Therefore, we find ourselves in need of way of identifying students that are having academic performance problems and are at risk of failing or even not finishing a class.

To explain a bit further, most of the existing

research on Educational Data Mining (EDM) focuses on how to predict future results based on historic data, which is available from the records of past courses. However, past data does not always reflect upon new students, given that the contents of a class, the teacher's instruction, and students' way of thinking might change.

Another obstacle that we must tackle is that the amount of data available is not substantial and therefore it becomes quite hard to predict with a high level of accuracy which students are in need of assistance and which ones are not. As more data becomes available, the probability of discovering hidden patterns increases. But usual language classes are relatively small, so it is hard to adopt some methods with statistics.

The method we proposed in this paper uses recently obtained data as training data, in order to predict if a student's academic performance will decline. In addition, in order to make up for the small amount of data, it creates different features out of the existing data and different representations of it. Additionally, a sampling method and voting scheme are also used in order to increment the recall value of predictions.

The rest of the paper is organized the following way. Section 2 discusses related work, which served as basis for this research. Next, section 3 explains the overall functionality of the method proposed along with the ordered steps of execution. Section 4 presents the results of the experiment along with a description of the data used, as well as some of the problems encountered. Finally, section 5 includes the main conclusions of the paper and presents future works.

2. RELATED WORK

We are able to find a lot of research regarding prediction of student performance and drop out prediction using data mining. A large percentage of

that research focuses mostly on the use of predictive algorithms and historic data to obtain the desired results.

On this topic, Ueno designed a learning system called Samurai, to help detect outliers using historic data and a Bayesian predictive distribution⁽¹⁾. The research focused on finding students with irregular e-learning processes using prior knowledge of the response time characteristics of each content, and the learner's ability parameters. Pardo et al. used recursive partitioning and a list of known available actions in an e-learning system to predict academic performance⁽²⁾. By analyzing a large number of numeric features obtained from the interaction with the system, the method automatically selected the most robust according to their performance. Ade and Deshmukh applied an ensemble of different classifiers in order to further increment the accuracy of predictive models in a dataset of over 250 samples and 10 different attributes⁽³⁾. By combining the expected outcomes of two well know algorithms using different voting strategies, a combination of Naive Bayes and k-Star algorithms showed promising results with a 3% increment to the predictive accuracy level of the next highest performing algorithm it was compared to. In these researches, high predictive accuracy levels were achieved in their respective contexts using a large amount of historic data and features. Now although these papers are not key to this research, they do provide many of the tools we used such as the implementation of a voting scheme and feature creation.

Bote and Gómez recently predicted whether the engagement of students in a MOOC would increase or decrease by analyzing their behavior and the actions performed in the system⁽⁴⁾. He used the data that became available during the course to create models for upcoming classwork. By creating different features focused on the actions performed on videos, exercises and assignments; using a CFS

method for feature selection; and an SGD algorithm for classification, his team was able to detect disengagement of students at an early stage. Hlosta et al. also identified students at risk of failing a course using a model based not on legacy data, but on data recently obtained⁽⁵⁾. Ouroboros (the method’s name) is a self-learning approach that uses the patterns from student who have just submitted an assignment in order to predict if other students will also submit. Both these researches address the topic of prediction using non-legacy data (data recently collected) and do so successfully using information obtained from a VLE, and therefore are key to this research. Yet still, they both point out a particular issue that is, a lot of data is necessary.

Up to this point, many of the tools required to create predictions based on current data have been already introduced and proven successful in their respective contexts. The problem now is the lack of data available, or in other words, working with small data sets. Maharani et al. generated new synthetic data by considering k-nearest neighbors similarities between features⁽⁶⁾. This way a class of 63 students was incremented to 225 instances, where the artificial data behaved as neighbors of the existing data. This solves the class imbalance phenomenon, where more students with regular academic performance exists than those with high or low performance do.

The uniqueness of the method proposed in this paper is that it searches to address the issue of predicting student performance when no historic data and a small data set are available.

3. PROPOSAL OF PREDICTION METHOD

3.1 Definition of academic performance

The general purpose of the method is to determine if a student’s AP (academic performance) shall decline or not. In order to do this, we first define what AP is in this context. We have defined AP as

the combination of the likelihood of a student’s grades declining and his usage of the learning material (the mobile application) also declining. A student’s grade is considered to be declining if his deviation from the average score/grade for a unit has declined over time. A student’s usage of the application is also considered to be declining if he is not performing all of the exercises per unit, as for each one of the exercises has been designed to cover a specific aspect of the unit and they should therefore all be attempted.

Using these concepts, we define three types of student prediction results as shown in **Table 1**.

Table 1: Types of student predictions

Score declining	App usage declining	Result
YES	YES	DANGER
YES	NO	CAUTION
NO	YES	CAUTION
NO	NO	SAFE

The aim of the method is to increment the recall value for the students that are in either **DANGER** or **CAUTION**, with special attention to the former.

3.2 Prediction Method Overview

The method is based on two main concepts: prediction using machine learning & recent data, and the expansion of small data. The use of current data and machine learning, serve the purpose of predicting the result of the current week, under the premise that student behavior gives the same results in the form of a pattern. The expansion of small data serves the purpose of finding hidden relationships in the limited amount of data available. By combining them, we seek to predict future student actions by finding hidden patterns in the expanded small amount of data that we have, and use these patterns to infer on a student’s next action. **Figure 1** is a general representation of the entire

method.

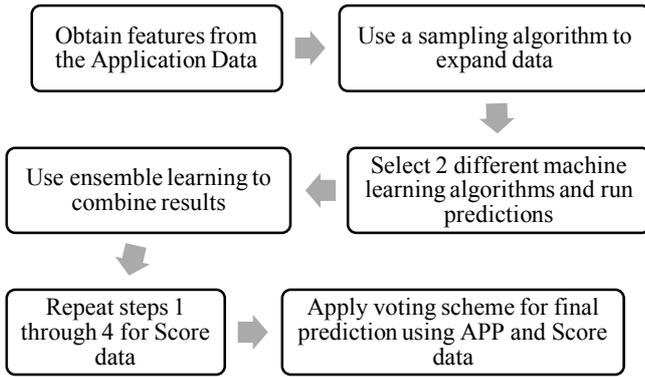


Figure 1: Overview of process

3.3 Data Analysis and Sampling

First in the process, the data must be prepared to perform the analysis and clustering of such. In order to do this, data must be normalized, and new features that best represent the current data must be created. Normalization was performed using the Z-Score for scaling using the mean average and standard deviation per number of exercises performed of each lesson.

The data used for prediction is obtained from two different sources: application data and score data.

3.3.1 Application data

The application data was obtained from the use of the mobile application (KOTOTOMO) for Chinese language learning. The data here is divided into units, and each unit is divided into 4 different exercises. **Table 2** has a list of the features per exercise.

Table 2: APP features per exercise

Description of features
Number of attempts to do an exercise
Date of first attempt
Date of last attempt
Time difference between first and last attempt
Average duration of attempts in minutes
Number of attempts completed
Whether the exercises were attempted or not

Features that describe the entire unit are in **Table 3**.

Table 3: APP features per unit

Description of features
Whether all exercises were attempted or not
The amount of the addition of all attempts

3.3.2 Score data

The score data was obtained from the course grades for short quizzes provided by the teacher, not from the mobile application. The features that describe the data provided by the teacher are in **Table 4** (for each unit):

Table 4: Score features per unit

Description of features
Short quiz grade
Deviation from class average grade
Whether or not the score deviation increased

3.3.1 Sampling

Sampling was performed using the SMOTETomek algorithm for minority over-sampling (SMOTE⁽⁷⁾) and cleaning (Tomek Links), balancing the amount of positive and negative samples available to train the learning algorithm. Sampling is performed in order to make up for the small amount of data available from the sources.

3.4 Ensemble learning

We then proceed to predict if the score and app usage will decline, individually. In order to increment the accuracy of prediction, we used an ensemble learning method with two known prediction algorithms (Multi-Layer Perceptron and Random Forest) and a majority voting scheme in order to determine a student's prediction type.

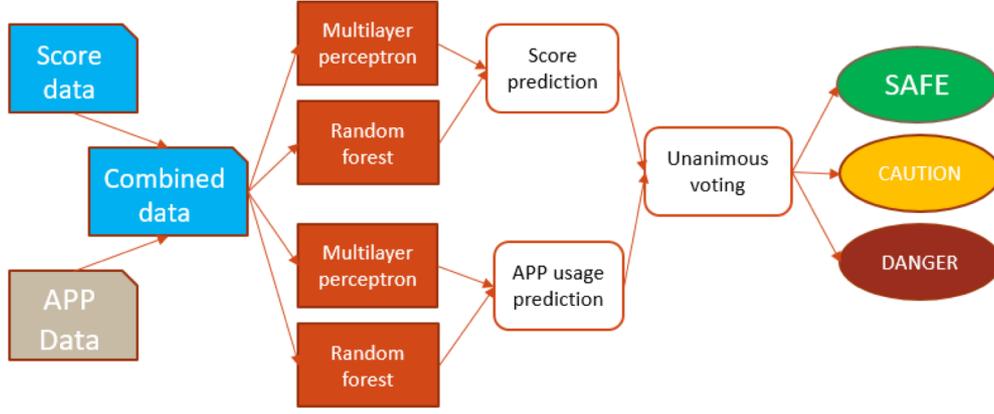


Figure 2: Overview of prediction model

As seen in **Figure 2**, the data provided from both source is combined into “combined data” to perform the predictions, but the results are predicted individually (“score prediction” and “app usage prediction”).

3.5 Calculating the results

Finally, we proceed to combine the before obtained results in order to predict the final AP for each student, determining if he is classified as a student in **DANGER**, **CAUTION** or **SAFE**. In order to prove our results, we used a 10-Fold cross validation method using the information for the next unit as our ground truth source

3.6 Training the prediction algorithm

In order to train the prediction algorithms, we defined a prediction model based on the information from previous units, using the results of the current unit of students that have already submitted their information. A prediction model is defined as a descriptor of a mathematical relation between inputs and outputs.

$$M_w = MLA\langle C_w | S_{w-1...w-i}, A_{w...w-i} \rangle, i = \{1..3\} \quad (1)$$

In equation 1, MLA is a Machine Learning Algorithm, M_w is the model, C_w is the result, and S is the score information, A is the app usage information and w is the unit number. Therefore, if we want to explain the attempt results C_{w+1} , given

that we have the previous information, we can do:

$$C_{w+1} = MLA\langle M_w(S_{w...w-i+1}, A_{w+1...w-i+1}) \rangle \quad (2)$$

4. EXPERIMENTATION

4.1 Data

In this study, we ran our proposed method with the data belonging to Japanese-Chinese language course. 7 classes with a total of 280 students, and 4 units were used for this case study. A student may attempt the same exercise many times without limit on the mobile application. Students are required by the teacher to use the application and have a score penalization for not using it at all. The score penalization is not considered for the prediction, but does serve as motivation and to explain behavior patterns.

4.2 Results and Discussion

The initial validation of the need of a machine-learning algorithm is to rule out the manual analysis of the data, since special behaviors of the data are not easily visible, and large amounts of data are not easily readable. The proposed method has an overall high accuracy and even higher recall for students in need of assistance because of decaying AP. **Table 5** shows the resulting values for prediction.

Table 5: Model accuracy results

Prediction	Type of acc.	Accuracy value
Score	General	0.83
	Negative (Recall)	0.775
APP Usage	General	0.74551971
	Negative (Recall)	0.84
Ensemble	General	0.79928315
	Negative (Recall)	0.88038278

The ensemble recall value is higher than any of the individual results for either score or APP usage, which is the ultimate goal of this prediction. **Table 6** shows the actual and predicted number of students in each status (This is the prediction for unit 4).

Table 6: Model predicted and actual results

	PREDICTED	ACTUAL
DANGER	65	62
CAUTION	150	147
SAFE	64	70

This model maximizes the amount of **DANGER** and **CAUTION** successful predictions, and minimized the amount of wrongly predicted **DANGER** and **SAFE** students. The following table shows the counts per error type:

Table 7: Error type count

	Type of error	Count
E1	DANGER student predicted as SAFE	0
E2	SAFE predicted as CAUTION , OR CAUTION predicted as SAFE	25
E3	SAFE predicted as DANGER	0
	TOTAL amount of errors	25

The results of this method were compared to other prediction methods in order to prove its efficacy for prediction. The information in the following chart shows the accuracy value and the amount of errors of

each approach. We seek to increment the recall value while minimizing the amount of E1 and E2 errors (Error types in **Table 7**).

Table 8: Model results comparison

Method	Type of accuracy	Accuracy	E1	E2	E3
Naïve	General	0.76	4	43	3
Bayes	N. Recall	0.77			
Neural network	General	0.77	3	33	3
	N. Recall	0.82			
Random forest	General	0.80	2	23	6
	N. Recall	0.88			
Our method	General	0.79	0	25	0
	N. Recall	0.88			

The method is also necessary because of its ability to find unusual learning behaviors in the data. The following graphs show an example of students with similar learning patterns that have different results.

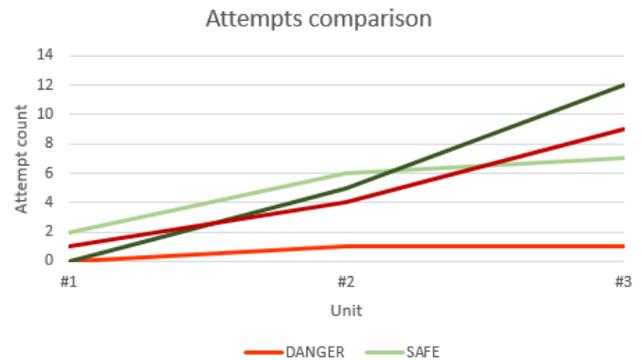


Figure 3: Usage comparison similar patterns



Figure 4: Score comparison similar patterns

In **Figures 3 and 4** both red lines are students that will be predicted successfully as in **DANGER** in unit #4, and both green lines are students that will be predicted as **SAFE** in unit #4. By just looking at the current context, it seems as if the dark red and dark green lines behave similar, but they are in fact predicted differently.

Figures 5 and 6 show the actual result of unit #4.



Figure 5: Usage comparison unit #4



Figure 6: Score comparison unit #4

The student represented by the dark green line, in fact raises his score grade, and the dark red line decreases, even though they appeared to have the same pattern. This serves as an example of a pattern difficult to interpret by plain analysis.

5. CONCLUSIONS

The results found in this paper indicate that by applying this method to a set of features created from a limited amount of data, we are able to predict with better accuracy than other simpler methods,

the AP of a student. Given that the main objective is to identify student in risk of decreasing AP, we increment our recall value at the expense of precision, without affecting the latter value significantly.

We proved that the method is successful at predicting results when similar patterns are present, given that the algorithms uses all the available features for prediction, and not just actual scores and attempts at an exercise. The patterns are difficult to see by simple visualizations and are therefore critical for successfully assisting students in need.

We classified the prediction of students in 3 types, and focus on predicting **DANGER** and **CAUTION** students in order to help as many students in need as possible. An important factor considered is the minimization of E1 and E3 errors when predicting.

As a future work, we are currently working on clustering the resulting prediction groups in order to separate them by common features, and then identify those features in order to discover unusual learning patterns in the students. We also need to address the problems of outliers and detect them in order to exclude them from the analysis and prediction. This is important because given the small amount of data available, a single exception can distort the predictive patterns found by the machine-learning algorithm.

ACKNOWLEDGMENTS

This work is supported by the JSPS KAKENHI grant, numbers JP15K02709 and JP15K01012.

REFERENCES

- (1) Ueno, M. (2003). On-Line Statistical Outlier Detection of irregular learning processes for e-learning. In D. Lassner & C. McNaught (Eds.), Proceedings of EdMedia: World Conference on Educational Media and Technology 2003 (pp. 227-

- 234). Association for the Advancement of Computing in Education (AACE).
- (2) Abelardo Pardo, Negin Mirriahi, Roberto Martinez-Maldonado, et al. 2016. Generating actionable predictive models of academic performance. In Proceedings of the Sixth International Conference on Learning Analytics & Knowledge (LAK '16). ACM, New York, NY.
 - (3) R. Ade and P. R. Deshmukh, "Classification of students by using an incremental ensemble of classifiers," Proceedings of 3rd International Conference on Reliability, Infocom Technologies and Optimization, Noida, 2014, pp. 1-5.
 - (4) Miguel L. Bote-Lorenzo and Eduardo Gómez-Sánchez. 2017. Predicting the decrease of engagement indicators in a MOOC. In Proceedings of the Seventh International Learning Analytics & Knowledge Conference (LAK '17). ACM, New York, NY, USA.
 - (5) Martin Hlosta, Zdenek Zdrahal, and Jaroslav Zendulka. 2017. Ouroboros: early identification of at-risk students without models based on legacy data. In Proceedings of the Seventh International Learning Analytics & Knowledge Conference (LAK '17). ACM, New York, NY, USA.
 - (6) K. Maharani, T. B. Adj, N. A. Setiawan, et al. "Comparison analysis of data mining methodology and student performance improvement influence factors in small data set," 2015 International Conference on Science in Information Technology (ICSITech), Yogyakarta, 2015, pp. 169-174.
 - (7) Nitesh V. Chawla, Kevin W. Bowyer, Lawrence O. Hall, et al. 2002. SMOTE: synthetic minority over-sampling technique. *J. Artif. Int. Res.* 16, 1 (June 2002), 321-357.

幼保人材養成課程における アクティブ・ラーニング実施にかかわる一考察

波多野和彦^{*1}, 中村佐里^{*2}, 三尾忠男^{*3}

*1 江戸川大学, *2 自由学園最高学部, *3 早稲田大学

A Consideration on Activate Thinking of Learners through the Working Assignments of Childhood Education

Kazuhiko Hatano^{*1}, Sari Nakamura^{*2}, Tadao Mio^{*3}

*1 Edogawa University, *2 Jiyu Gakuen, *3 Waseda University

In the training course for childhood education, usually students train to make educational materials and to play performances in preparation for childcare and teaching practices. However, it is difficult to activate students' thought simply by repeating work tasks. We consider to activate thinking of learners through working assignments.

キーワード: アクティブ・ラーニング, 思考のアクティブ化, 作業課題, 幼保人材育成

1. はじめに

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)」を契機にして、高等教育における「アクティブ・ラーニング」の導入が進むとともに、2020年から順次実施予定の次期学習指導要領に記載された「主体的・対話的で、深い学び」にかかわる取り組みも始められている。

アクティブ・ラーニング手法には、例えば、山地(2015)が整理しているように様々な形態がある。高等教育では(初等中等教育段階の「総合的な学習の時間」における学習活動の仕掛けに類似する)PBL(Project Based Learning)型活動を展開する取り組みが多く、専門領域の学びよりも学士力などを想定した問題解決能力を身につけることに比重が置かれている。しかし、自らが課題を発見し、それを解決するための主体的な試行錯誤を通じて、中長期的な活動を継続的に展開させるために、授業者には、学習者の試行錯誤を適切に誘うための周到な準備を行わねばならないなど、荷重な負担がかかることが知られている。

また、初等中等教育では、新しい学習指導要領には

「主体的・対話的で、深い学び」が盛り込まれ、教科の学びを「座学による教授者から学習者への一方的な知識伝達」から「学習者の積極的な活動を通じた学び」に転換することが促されている。

アクティブ・ラーニングや深い学びをより良く実現する方法の一つとして、CoREF(2010)の知識構成型ジグソー法なども考案されている(協調学習の手法と位置づけられている。もともなったジグソー法などについては、鈴木ら(2017)のサイトや友野(2015)などが参考になる)。調べた成果などを報告するスタイルで、チームを意図的に構成し直すことにより、振り返りを活かそうとする工夫である。

ところが、実践経験から、授業者による一方向的な説明に比べ、自らの活動が中心となる授業では、その満足度は高くなる傾向が見受けられる反面、学習者が試行錯誤を行うことで、学んだ気になって、満足してしまう弊害も知られている。

我々は、基礎的な学力が不十分な学習者に、必要な知識や情報を過不足なく与えながら、より良い学びを達成させるための工夫に取り組んでいる。

2. 検討すべき問題

2.1 検討事例の背景

諸事情を踏まえ（江戸川大学に）幼稚園教諭、及び保育士の資格取得を目的とする学科が設置されてから4年目となる。首都圏のベッドタウンとして、開発が進められている当該地域の隣接エリアには、いわゆる大手の（幼保系人材養成課程を持つ）大学が存在していることから、現場実習や就職に際し、相応の水準が要求されるピアノの技能を入学時には要求しないこととしていることから、大半の学生は、ピアノの演奏・伴奏にかかわる技能が圧倒的に不足している。そこで、練習環境（施設設備やインストラクタなど）を整え、不足する技能を（自らの努力で）補える様に整備するとともに、学修成果を確認し、その後の継続的な努力に結びつけるための動機付けとなるように学内発表会を実施している。

なお、ピアノの技量向上は、保育学会のセッションでも検討課題となっていた。

2.2 問題の所在

本来、ピアノのスキル向上のために実施する発表会であるにもかかわらず、活動の楽しさのみを追求するあまり（発表練習として、他の授業にも影響を与えてしまうほど時間を割いている割に）学生から「ピアノ練習が楽になった」との声が漏れる状況に至っている。

そこで、原因を探るために、学内発表会后（数日が経過したところで）担当する基礎ゼミ1年次生8名を対象に感想を書かせたところ、「緊張した」、「頑張った」、「今後も頑張ろうと思った」など、（自らの体験を中心とした）自己の技能水準のみを基準とした記述内容にとどまっていた。また、感想文に続き、学生として、音楽会に参加する目的、並びに、保育者の立場で参加させる場合の目的を書き分けさせたところ、「達成感」、「練習」、「完成」、「他者との協力」など、役割を意識した言葉が使われるようになった。

しかし、いずれにせよ、現場実習等に必要な技能の水準を目標とし、自らの技能との隔たりを認識して、学びの必要性を意識させる段階には至っていないことが明らかとなった。

中村ら(2016)が、学習者による相互評価だけを実施

する場合には、適正な評価が得られない可能性もあることを指摘しているように、アクティブ・ラーニングを仕掛ける際、単に、学習者の活動や試行錯誤を取り入れるだけでは、本来の目標であるべき意図した学びが達成されたのか、単に表面的な作業だけをこなし、学んだつもりになっているだけなのかを区別することは難しい。

より良い学びを実現するためには、学びを仕掛ける側の教師が「何を学ばせたいのか」を明確に意識し、学びを誘う必要があると考えられる。

3. 試行的な試み

3.1 対象の特徴

新しい学びのスタイルをより良く実現するためには、単に学習者に作業課題を実施（活動をアクティブ化）させるだけではなく、思考をアクティブ化させる必要があると我々は考えており、（実践を通し）そのための仕掛けや工夫を蓄積することを目指している。

思考をアクティブ化するための取り組みに先立ち、対象の観察からわかる特徴は以下の通りである。

- 1) 現場での実習を経験する前（基礎教養教育段階）の学生は、幼保領域の基礎知識が不十分である。くわえて、保育等に携わる者としての意識等が希薄であり、単に、子どもと遊ぶ視点しか持ち得ない者が多い。〈基礎知識，意識〉
- 2) 学生定員60名という小規模な学科のため、各科目の担当者が限られており、（内容や方法等を）相互に調整したり、連絡を密にしたりする機会が少ない。〈教師の連携〉
- 3) 実習を乗り切るために必要となるスキルの習得や教材の作成に比重が置かれるため、作業課題には、ある程度、対応できる。しかし、知識の理解や文献調査等に基づく熟考などについては、集中力を持続させられない。〈作業と集中力〉
例えば、幼稚園教育要領、並びに、小学校学習指導要領などの改定が直前に迫っていることは知識として知っている。そして、小学校にプログラミング教育が導入されること、そこでのポイントとして、論理的な思考力の育成が大切であることなどは伝えた。さらに、プログラミングの経験は無いにもかかわらず、Scratch

作業課題を混在されているケースも見受けられた。

いずれの場合も、作業状況の観察からは、もし当該課題を課さなかった場合は、個々の作業課題の意図や役割を振り返ることさえも行わなかったと予想される。

(今回、教材ごとに記述が異なるため、詳細な割合などは算出していない)

4. 今後に向けて

以上のことからわかるように、単に作業課題を繰り返すだけでは、思考をアクティブ化に導くことは困難であると考えられる。

現場での保育体験を行なった経験を持つ上級生は、通常の作業課題と(子どもに対する)教材・教具との違いは直感的に理解しており、意識させれば、幼稚園教育要領の5領域とのかかわりなどにも言及することも不可能ではないと思われる。

我々は、これらの状況を踏まえて、

1) 子どもの身の回りにある危険を回避させるための教材作成

2) 保育従事者の視点での教材選定

などの実践を試みつつ(学生の)思考をアクティブ化させる方策を模索している。

その過程で、複数科目を担当しているとはいえども、1人の担当者が、作業課題を積み上げ、それらの関連を説明しつつ、思考のアクティブ化を目指すことは、カリキュラム的にも能力的にも難しいことが明らかとなっている。しかし同時に、複数科目を連携させて、保育者としての能力を育成しようとするカリキュラムを設計しても、実際の授業者の力量や協力姿勢、興味・関心の方向性などにより、実現が難しいことも明らかとなった。

現段階では、作業課題の積み重ねを通して、思考をアクティブ化させるための仕掛けを考案し、試行錯誤を繰り返している段階であり、効果の検証などには、至っていない。

今後は、幼保人材の育成に限らず、プログラミング教育など、作業課題を扱う事例を題材に検証を続ける所存である。

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) 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)”, http://www.mext.go.jp/b_menu/shingi/chukyo/chukyo0/toushin/1325047.htm (2017年11月6日確認)
- (2) CoREF(2010)知識構成型ジグソー法, <http://coref.utokyo.ac.jp/archives/5515> (2017年11月6日確認)
- (3) 鈴木克明ほか(2017)5 ジグソー法, 10. 折衷主義: 学習科学とデザイン実験アプローチ, 3 学習心理学の3大潮流, 基盤的教育論 http://www.gsis.kumamoto-u.ac.jp/opencourses/pf/3Block/10/10-3_text.html (2017年11月6日確認)
- (4) 友野清文(2015)ジグソー法の背景と思想, 学苑 昭和女子大学 総合教育センター 国際学科特集 No.895, pp.1-14 http://ci.nii.ac.jp/els/contentscinii_20171106062745.pdf?id=ART0010444625 (2017年11月6日確認)
- (5) 中村佐里ほか: “情報倫理教育におけるアクティブ・ラーニング導入の試み”, 日本教育工学会研究報告集, JSET 16-5, pp.597-600 (2016)
- (6) 波多野和彦ほか: “作業課題を思考のアクティブ化に結びつけるための試み”, 日本教育工学会研究会報告集, JSET 17-5, 未定稿 (2017)

プロジェクト型学習実践のための教員共同体形成の試み

—教員意見交換会の分析—

石田百合子^{*1,*2}, 竹岡篤永^{*1}, 梶村好宏^{*1}, 松葉龍一^{*2}

*1 明石工業高等専門学校, *2 熊本大学大学院教授システム学専攻

Building of a Teacher Community for Project-Based Learning Initiative

Yuriko Ishida^{*1,*2}, Atsue Takeoka^{*1}, Yoshihiro Kajimura^{*1}, Ryuichi Matsuba^{*2}

*1 National Institute of Technology, Akashi College,

*2 Graduate School of Instructional Systems, Kumamoto University

高等教育でのプロジェクト型学習（以下 PBL）の導入が進んでいるが、授業運営や教員の介入などの知見・ノウハウを組織的に共有するためには至っていない。本研究では、全教員で担当する PBL 科目を有する高専における、PBL 授業の実践を通じた教員の教育力向上の取組みに着目し、互いの授業実践の共有と授業改善に関する教員の意見交換会で出された意見の分析を行った。その結果、当該 PBL 科目とその運営システムが、教員の教育力を高める仕組みとして機能していることが示唆された。

キーワード: アクティブラーニング, PBL, 学習共同体, FD

1. はじめに

高等教育機関では、学ぶ主体に学生を据え、主体的・能動的に取り組ませる授業への転換が進められている⁽¹⁾。中でも、知識を統合しながら課題を発見し、その解決に共同であたる力を養う方法として、プロジェクト学習 (Project Based Learning 以下, PBL) に取り組む機関が増えている。

実践的技術者の養成を目指して作られた 5 年制の高等教育機関である国立高等専門学校においても、実践的な技術者から創造的・実践的な技術者へと養成すべき人材像が変化しており、明石工業高等専門学校（以下、明石高専）でも、2000 年頃から PBL を意識した地域貢献活動に積極的に取り組むようになった^{(2),(3)}。創造的・実践的な技術者とは、与えられた状況下で起こる問題の解決だけでなく、異分野の専門家や海外の専門家と協働しながら問題発見・解決を行ったり、そのなかで他者とともに成長しつづけたりができる人材をイメージしている。

明石高専は 1 学科定員 40 名でクラスを編成し、入学時から 5 年間、同じクラスで学び続ける体制をとっている。そのため、専門性を継続して身に付け、長い付き合いをベースに深い交流ができるという利点があ

る反面、異なる分野を学ぶ学生や、新たに知り合った人々との共同作業の機会が乏しくなるという弱点がある。また、卒業後の進路として、就職よりも大学編入を志望する学生が増加し、入学前までの経験の中に実際に手を動かしての物作りがないなど、実社会と学校で学ぶ内容のつながりの実感がなかなか持てない学生も増えている。そのため、創造的・実践的な知識修得への動機づけが弱まっているという傾向が見られる。これらの課題を解決するためにも PBL 型の地域貢献活動は有効な手段と考えられた。

2016 年時点で、地域貢献活動としておおよそ 30 近くのプロジェクトが行われていた。活動を通じて、教員は学生の成長を実感し、また学生も自らの成長を実感していた。しかし、教員の業務量の増加など、地域貢献活動に関わる教員は一定数を超えることはなく、1 人の教員が複数プロジェクトの面倒を見るという状況が起きていた。また PBL の運営スキルを含め、全教員が学生の能動的学修を支援するスキルを高める機会が必要であるとの問題意識から、希望者に対し、ファシリテーションやコーチングの研修へ派遣する仕組みも取り入れた。しかし、参加者は少数に止まり、また理論を学んでも実践する機会が十分確保できなかったため、教員全体としてのスキル向上にはなかなか繋が

らなかった。

そこで明石高专では、学生たちが普段あまり接点がないと考えられる人々とチームを組み、主体的に課題を設定・解決するプロセスを通じ、自立・協働・創造を育むことを目的として、学年・学科横断の PBL 型授業（以下、Co+work）を行うことを企図した⁽³⁾。また PBL 運営スキルを含め、学生の能動的学修を支援するスキルを全教員で高めるため、この授業を全教員で担当することにした。Co+work は、すべての教員が実践と理論とをセットで学ぶ機会を持つことを通じ、教員の教育力を高めること、および教員の継続的な学びを支えるための「教員の同僚性」を高めることも意図した。さらに、各教員が少人数の学生チームを担当することで、教員のファシリテーションやコーチングのスキルが高めることを期待した。つまり Co+work は、学生と教員が、相互に関係を持ちながら、ともに成長をめざすシステムなのである。図 1 にその概念を示す。（図 1 内の全体運営チームについては後述）

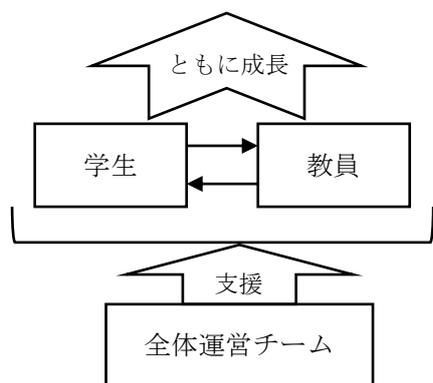


図 1 Co+work の仕組み

本稿は、Co+work の一方の当事者である教員に着目し、Co+work が教員の教育力を高める仕組みとしてどのように機能しているかを検証する。この検証を中心となって行ったのは、明石高专に在籍している教授システム学を専門とする教員 2 名である（第一筆者と第二筆者）。

そこで、Co+work を支える全体運営チームの仕組みと機能を整理したうえで、Co+work 担当教員による意見交換会を取り上げる。意見交換会で交わされた意見に基づいて行われた次年度授業改善のワークショップの経緯と支援、そして、意見交換会で出された同じ意見を、教員が学生を見た生の声として取り扱い分析す

ることで、Co+work を検証する。

2. Co+work の仕組み・運営体制について

2.1 学生から見た Co+work（科目概要）

学生の自立・協働・創造の育成をめざす科目である Co+work は次のような構造を持っている。

- 全 4 学科（機械系，電気情報系，土木系，建築系学科）の 2 年，3 年，4 年（留学生を含む）の全員（およそ 520 名）が履修対象の必修科目
- 3 つの学年および 4 学科から，学年や学科がうまく混じるようにして 8 名程度の学生チームを編成（組み合わせはランダム）
- 全教員が授業を担当し，各学生チームに 1 名の教員を配置
- 教育技術支援センターの技術職員が作業支援者として活動をサポート
- 活動は 1 年を通じて行われる（週 1 回 90 分）

なお科目名の Co とは、communication, consensus, cooperative などの頭文字を取ったものであり、複数人で一緒に何かを行うという「協働」を意味している。1 年を通じた活動はおおよそ次のようなものである。

1. 全体オリエンテーション・チームビルディング（4 月）
2. テーマ設定（4～6 月頃）
3. 中間報告（8 月）
4. テーマに沿った活動（10 月～1 月）
5. 最終成果報告（1 月）
6. 振り返り（1～2 月）

各チームで取り組むテーマは学生の主体性を尊重し、課題発見から自分たちが行い、学生自身で決めることを推奨している。

なお 2017 年度には、設定するテーマには次の 2 点が含まれることを条件とした。

- チームにとってチャレンジが含まれていること
- チーム以外の誰かを幸せにするテーマであること

チームにとってチャレンジが含まれるというのは、やや曖昧な印象があるが、チームメンバーひとりひとりが 100%以上の力を発揮しなければ達成できないようなテーマ（つまり安易なテーマにしない）という意図で示している。科目としての Co+work の目的は、あ

くまで汎用的な能力の育成である。学科混合でチーム編成をしていることから、専門性を高めることまでは求めない。多様な人々と協働しながら、問題設定・解決の力をつけることを目指している。そのため成績も、取り組みのプロセスに重きを置いて評価でつける。

2.2 教員から見た Co+work（教員の役割）

Co+work は、教員の授業改善力の向上、および同僚性を高めることも目指している。そのために教員は、科目 Co+work を毎週運営し、成績をつける以外の活動にも参加することが求められている。（下のリストには、教員の主な活動を記載）

- (a) 学生向けの全体オリエンテーションへの参加
- (b) 毎週の授業運営
- (c) 学生の振り返り活動の促進
- (d) 面談等を踏まえて、ルーブリック等に基づく学生の活動プロセスの評価（成績評価）
- (e) 活動に必要な物品の購入（各チームには定額の予算が配分されている）
- (f) 授業アンケート（教員向け）への回答
- (g) 意見交換会への参加（8人組の意見交換会）

PBL 型授業や課外でのプロジェクト活動の指導経験が浅い教員にとっては、(b)毎週の授業運営を行うだけでもどうしてよいか迷うことが予想された。また、(c)学生の振り返り活動の促進や(d)活動プロセスの評価にも困難が伴うことが予測された。そこで、授業運営のガイドブックを配布すると同時に、(a)全体オリエンテーションに参加し、授業の流れや雰囲気をつかむ、(f)授業アンケート（教員向け）、(g)意見交換会などへの参加を通じて、他の教員がどのような活動を行っているのかを知るなどの活動を組み込んだ。このような活動により、授業の改善力、同僚性の向上および教員が一人一人の学生を詳細に観察する力（ファシリテーション・コーチング力等）の向上が見込めると考えた。

2.3 科目 Co+work を支える全体運営

Co+work での活動を通じて教員と学生がともに成長する機会をもち、かつ Co+work を教育課程上の科

目として成立させるためには、それを支える運営体制が必須である。学生・教員がともに成長するためには、学生チームにできるだけ自由度を与え学生主体で活動を進めることと、教員一人が担当する学生の人数をできるだけ抑えることで、学生と教員の相互作用が働くような仕掛けをつくる必要がある。授業として成立させるためには、目標と成績評価方法を明確化すること、3つの学年と4つの学科の学生が履修対象で既存の教務システムや学校運営では対応できない部分があるため、それらをサポートする仕組みを作ること、そして、チーム担当教員によって、学生の学習機会に大きな差がでないよう、教員の役割について、教員間で共通認識をもつための機会が必要となる。さらに、教員が互いの授業実践を知ること、個別に蓄積している知見・ノウハウや課題を共有し、学校全体としてこれら知見・ノウハウを蓄積し、授業改善のプロセスを回せるようにする仕組みも組み込むことが必要である。

そこでこれらの仕組みを開発・改善・運用するために全体運営チームが設定された。2017年度の全体運営チームは、教員8名、技術支援センター13名、事務職員3名およびFDを担当する教員1名で構成されている。教員8名は全体運営を行うと同時に、他教員と同じく Co+work の授業もする。なお、FDを担当する教員は Co+work の授業は担当しない。当該組織では具体的に以下の業務を行っている。

- ①各種提出物の回収および保管
- ②成績評価の取りまとめ・教務システムへの入力
- ③中間報告会・最終報告会の運営
- ④学生の授業アンケートの集計
- ⑤教員向けアンケートの集計
- ⑥教員8人組の意見交換会の運営
- ⑦授業改善への意見・要望の取りまとめ
- ⑧教員用および学生用ガイドブックの作成
- ⑨各チームの活動予算の確保
- ⑩各チームの活動場所の割当て
- ⑪備品の貸出管理および補充業務
- ⑫技術支援（材料加工、各種装置の操作方法指導）
- ⑬授業の観察記録

表1 年度別、対象者別に整理した全体運営チームの支援内容

項目		2016年度	2017年度	両年とも
学生活動への支援	全体オリエンテーション	◆ 4回実施（前期1～4週）	◆ 2年生対象1回（開講前） ◆ 全体実施1回（前期1週）	◆ 全体オリエンテーションの運営
	報告会	→	→	◆ 中間報告会・最終報告会の運営
	ガイドブック	◆ なし	◆ 学生版ガイドブック作成（2016年度教員版を学生向けに改訂） ◆ ガイドブックの配布	
	教員との面談	◆ 授業1週分（前期・後期）	◆ 授業2週分（前期・後期）（面談時間の確保のため）	
	自己・他者評価	◆ 自己評価、相互評価を記述式で書込むシート作成	◆ ルーブリックの開発 ◆ ルーブリックシート配付	◆ 自己評価シート、相互評価シートの配付
	授業への意見収集	◆ 授業アンケート1回 ◆ 学生座談会1回（各チームの代表者1人による）	◆ 授業アンケート2回（2017年度から通年→前期・後期科目になったため）	◆ アンケート等の準備 ◆ 実施結果のとりまとめ ◆ 全教員へアンケート結果配付
教員活動への支援	ガイドブック	◆ 教員版ガイドブック作成（教員の役割、テーマの決め方、グループウェア、成績評価・面談方法、エビデンス資料の提出期限、各種申請書類など） ◆ 授業準備のためのワークシート配付、回収及び全教員へフィードバック	◆ 学生版ガイドブックに教員の抑えておくべきポイントのみを追記	◆ ガイドブック作成・配付
	授業への意見収集	◆ 全体オリエンテーション終了時にアンケート ◆ 1月末にアンケート	◆ 1月末にアンケート	◆ アンケート準備 ◆ 実施結果のとりまとめ ◆ 全教員へアンケート結果の配付
	8人組意見交換会	◆ 事前アンケート配付 ◆ 当日にアンケートを各自持ち寄って意見交換	◆ 事前アンケート（Web） ◆ アンケート集計結果をもとに意見交換	◆ 教員の日程調整 ◆ 意見交換会の運営
	評価	◆ 説明会実施	◆ ルーブリックの開発 ◆ 自己評価・相互評価の集計ツールの提供	◆ 評価方法をガイドブックに掲載 ◆ 入力ツールの提供 ◆ 各教員の入力結果（成績）の成績システムへの入力
	週毎の支援	◆ 毎週の内容を事前メール配信 ◆ 月1回の教員会議で案内	◆ 月1回の教員会議で案内	◆ 成績入力期限等、重要事項に関するリマインド
	授業記録	→	→	◆ 写真や文字による毎回の授業の観察記録
	カリキュラム・授業内容の改善	→	→	◆ 意見交換会で出された意見の集約と分析
全体活動への支援	活動場所	→	→	◆ 活動場所の調整と割当て
	活動予算	→	→	◆ 予算の確保
	チーム分け	→	→	◆ チーム分けシステム開発
	備品	→	→	◆ 備品の選定、購入・補充 ◆ 貸し出し管理
	技術支援	→	→	◆ 材料加工、各種装置の操作方法などの指導
	その他	→	→	◆ 学内施設利用、各種保険、物品購入、場所占有に関するルール等の整備

※太枠で囲った「8人組意見交換会」は本稿での分析対象である。

⑭学内施設利用，学外での活動に関する保険，物品購入および場所占有に関するルール整備

⑮ルーブリックの開発・改善

2015 年度は開講の準備をするためタスクフォースを編成したが，2016 年度以降は委員会組織が全体運営チームを担当している。そのため，メンバーは年度毎で入れ替わりがある。このことが一部教員にだけ負担がかかることを防ぎ，立ち上げメンバーとその他教員の間は無意識に生じていた溝を埋めることにもつながっている。過去 2 年間の全体運営チームによる支援内容を年度別，対象者別で整理したものが表 1 である。

3. 教員グループによる意見交換会

3.1 教員 8 人組による意見交換会

Co+work は全教員が参加するため，全部で 60 余のチームができる。そこで，中間・最終報告会は学生チームを 8 つずつまとめて行うこととした。教員 8 人組とは，この単位を活用したグループである。学生チームに振られた番号順に 8 人ずつに分けた。これを Co+work についての，教員同士のざっくばらんな意見交換会にも活用している。

意見交換会は前期授業終了後に 1 回行う。意見交換会の実施に先立ち，全教員を対象に授業を振り返るためのアンケートを実施した。回答方法は，Google フォームを用いた Web によるアンケートである。実施期間は 2017 年 8 月 21 日～9 月 1 日，回収率は 100% (n=62) であった。

本アンケートでは半年間のチームでの活動や学生の様子および学生間の関係性に着目し，主に次の 6 項目について尋ねた。

- ①チーム内の人間関係
- ②学生間の話し合いの様子
- ③テーマ決定の過程
- ④チーム内の役割分担
- ⑤これらの過程における教員の介入
- ⑥意見交換会で取り上げてほしい話題

事前に日程調整を行い，アンケートの結果を集計し，全体運営チームで議論のうえ，8 人組意見交換会の進め方を以下のとおり決定した。

- | |
|---|
| <ul style="list-style-type: none">・実施期間：2017 年 9 月・参加者：全教員（62 名）・時間：1 グループあたり 1.5 時間・議論するテーマ：<ol style="list-style-type: none">1. アンケート集計結果の共有2. 昨年度との比較
(ルーブリック導入，テーマ条件追加の影響，2 年目を迎えての学生の様子の変化)3. 授業の改善に関する意見・提案など・運営：全体運営チーム教員が司会，記録を行う |
|---|

実施回数は全部で 9 回となった。全教員に参加してもらうため，日程の都合がつかなかった教員はまとめて別のグループとして編成した。

3.2 意見交換会で出た意見の分析－授業改善の観点

3.2.1 授業 Co+work の改善点洗い出しワークショップ

2016 年度は，意見交換会で出された意見をもとに，全体運営チームで後期に向けて授業をどう改善するか議論を行った。しかし，議論はまとまらず，メンバーの 1 人が代表して意見交換会で出てきた意見を整理・分類することとなった。その後，全体運営チームで再度，授業改善についての議論を行ったが，出された整理・分類案にみんなの意見が十分に反映されなかったためか，「全体運営チームは科目自体の授業改善の当事者である」という意識が育たなかったようであった。

そこで 2017 年度では，全体運営チームの FD を担当する教員が次のようなワークショップを提案・設計した。なお，全体運営チームは，運営，授業企画，成績評価の部門に分かれており，教員メンバーはいずれかの部門に属している。運営部門は，時間割，出欠入力システム，活動場所の配置やチーム分けなどを，企画部門は，教育内容や教育方法，各週の構成，全体ガイダンスや中間／最終報告会の企画などを，成績評価部門は，ルーブリック，成績入力ツールの提供などを担当している。また，このワークショップで用いた意見データは，意見交換会の発言をその場で文字にしたものであり，録音による文字おこしではない。

- ・日時：2017年10月18日13時～14時40分
- ・参加者：全体運営チーム(教員8名,技術職員2名)
- ・スケジュール：
 1. 趣旨説明
 2. 意見記録カードの分類・グループ化
 3. グループ化した内容の全体共有
 4. 優先順位を考える
 5. 分類のよる気づきの共有
 6. 今後の進め方

ワークショップの準備の一つとして、全体運営チームの事務職員が、意見交換会で出たすべての意見(343件)をカード化した(図2)。

ワークショップではまず、全員ですべてのカードを「全体運営」「授業企画」「成績評価」「その他」に分類した。この分類カテゴリーは全体運営チーム内に設けられた部門に沿うものである。限られた時間内に改善すべき項目を洗い出すために、カテゴリーをあらかじめ提示することとなった。次に、教員は各部門に分かれ、自部門と同じカテゴリーに分類されたカードのグルーピングを行い、グループ毎にタイトル(ラベル)をつけた。

再度全体で集まり、内容を共有した。そして最後にメンバー全員で、次年度の改善に向けて何から議論をしていったらよいかをシール投票で順位付けした。



図2 意見記録カード

これら一連の作業を通じて、今後、改善に向けて検討すべき項目を短時間で明確にすることができた。挙げられた項目は次のようなものであった。

運営部門)

- (1) 時間割の見直し(活動時間の確保)

- (2) チーム分け方法の検討
(人数, 男女比, 留学生, 得意・不得意など)
企画部門)

- (1) テーマ決定方法
(テーマの縛り, 安易なテーマにならない工夫)
- (2) 教員の役割(介入度合いや助言の仕方)
- (3) 学生トレーニング(情報収集, 探求する力)
- (4) アイスブレイクの方法(教員・学生共通)
- (5) 本科目の存在意義

成績評価部門)

- (1) ルーブリック改訂
- (2) 評価基準の統一
- (3) 成績評価を行うかどうか
- (4) 成績評価の説明責任
- (5) 活動の成果物の必要性

3.2.2 ワークショップの結果

ワークショップは、限られた時間のなかで、授業としてのCo+workの来年度に向けての改善点を洗い出すことをめざしていた。結果として、全体運営チームの担当教員全員によって、カテゴリー分けされた課題点が明らかになり、行うべきことが明確になったことは大きな成果である。例えば、グループ活動に慣れている学生とそうでない学生のバランスや男女比についてもチーム分けの条件に加えてはどうかなどという意見を「チーム分け」(運営部門の(2))として、テーマが広すぎることで安易なテーマに流れてしまいがちになっていることを「テーマ決定方法」(企画部門の(2))として整理するなど、納得感のあるものとなった。

一方で、あらかじめカテゴリーを定めていたため、すべての意見を分類できたものの、十分にその本質を捉えきれず、優先順位の高い課題として上がってこないものもあった。これらの意見には、例えば、モチベーションの低い学生がいるという指摘や、学生が自分をうまく評価しきれていないこと(高すぎる評価や低すぎる評価)、教員一人が担当する学生が多すぎるなどがあった。これらの意見は、教員一人一人の教育力のスキルアップにつながる視点であると考えられる。そこで次に、意見交換会で出された同じデータを、教員が学生をどう見ているか、教員はどう行動しているか、の観点から分析した。

3.3 意見交換会で出た意見の分析－教員の視点・行動

3.3.1 教員の視点・行動からの意見の抜き出し

授業としての Co+work の改善点を洗い出すために用いたのと同じ 343 件のデータを、学生の姿について言及しているもの、教員自身の行動について語っているもの、という 2 つの観点から抜き出した。

意見交換会では、学生の様子や教員自身の行動を具体的に語ってもらったわけではないため、抜き出すことのできたデータは 73 件となった。しかし、これらは、授業の生の様子を伝えるものであると判断できた。

学生の姿について言及したものは、大まかに 3 つに分類することができた。以下にそれらの例を示す。

1 つめは、学生一人に焦点を当てたものである。

- ・ ある程度できる学生がやる気が無い
- ・ もうその能力はもっているから、できるからやる必要がないと思っている学生がいる

2 つめは、学生チームの全体の雰囲気と言及したものである。

- ・ 今年はしんどいことをしたくない子が多い
- ・ やりやすいテーマに落ちてしまう傾向がみられた

3 つめは、学生同士の関係と言及したものである。

- ・ 分担を決めないと不都合が生じることを学生が気づいて分担を決めるようになっていった
- ・ 引っ込み思案の学生がいたが他の学生（寮生）を中心に話しかけるなどのアプローチがあった
- ・ 4 年生の女子 2 人が雰囲気づくりをしてくれたので特に困らなかった

教員自身の行動についての発言も大まかに 3 つに分けることができた。

1 つめは、チームの中の一人への、個別の働きかけである。

- ・ 意思が言いにくい学生に対して、リーダーシップが取れる学生に向けて巻き込みを促すように教員から働きかけた

2 つめは、チーム全体への働きかけである。この中には迷いもあった。

- ・ (少し) 難しいテーマを例に挙げて説明したが、結局は自分たちの好きなテーマにした
- ・ あえて席を外してみる (他のチームの偵察や遅れていく等)

- ・ チームの輪の中に入るかどうか (迷った)

3 つめは、評価をめぐる行動である。

- ・ チームの活動をメモしておいて評価に加味した
- ・ ルーブリックに当てはめづらい学生もいて、つけ方に困った

3.3.2 抜き出したデータの結果

少人数の PBL 活動であるためか、学生の姿をしつかり観察していたことを示す意見があり、個別の学生を見たり、個別の学生に働きかけたりする教員の姿が確認できた。学生一人だけに焦点を当てるだけでなく、チーム全体の雰囲気について言及したものもあり、チーム全体を見る教員の姿も確認できる。このような観察・行動は、少人数を対象とするためやりやすさはあるにしても、講義型の授業においてもある程度、行われているものと考えて差し支えないだろう。

着目すべきは、学生同士の関係への言及、チーム全体への働きかけである。これらから、学生同士の関係を見ている教員の姿が確認できた。

Co+work のような少人数を対象とする PBL 型授業では、チームに溶け込めない学生など、個人として目立つ学生の姿だけでなく、学生同士の関係にも目が行き届きやすくなる。加えて、Co+work では取り組みプロセスに重きをおいて評価することになっている。学生同士の関係への言及や教員のチームへの働きかけ、プロセスの評価を行うための準備行動などは、Co+work が教員一人一人の教育する力を高めるためになんらかの役割を果たしていることを示唆しているのではないだろうか。

教員の行動には迷いもある。これら迷いを共有することも教員の同僚性を高める役に立つ可能性があるだろう。

4. 考察とまとめ

学生と教員が、相互に関係を持ちながら、ともに成長をめざすシステムである Co+work を支える全体運営チームの仕組みと機能を整理し、Co+work が教員の教育力を高める仕組みとしてどのように機能しているかの検証をした。

Co+work を、教育課程上の授業科目としての要件を満たしつつ、学生の自立、協働、創造の力を養い、同

参 考 文 献

- (1) 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）”，文部科学省(2012)
- (2) 国立高等専門学校機構 沿革，
http://www.kosen-k.go.jp/hj_1-11kosen_enkaku.html
(2017年11月23日確認)
- (3) 石田百合子，石田祐：“明石高専におけるアクティブラーニング推進の取り組み - 生涯学び続ける力の獲得とキャリアの設計に向けて -”，日本塑性加工学会誌，第57巻，第663号，pp.320-325 (2016)
- (4) 石田百合子，石田祐，梶村好宏，松葉龍一，根本淳子，鈴木克明：“サービスラーニングの原則・基準を活用したPBL科目の授業設計・運営準備ガイドおよびワークシートの開発”，教育システム情報学会誌 Vol 34, No.2 pp.196-201,(2017)

時に、教員が学生の能動的な学修を支援するスキルを組織的に養うことができるシステムとするために、全体運営チームが担っている役割は非常に大きい。今回、全体チームが行っている業務を、対象別の支援内容として整理できたことで、個々の業務の目的や意図を明確にすることができた。

また8人組の意見交換会を受けたワークショップでは、意見交換会から出てきたすべての意見を上手く盛り込んで課題を抽出できたこと、さらに全体運営チームの教員メンバー全員がかかわることのできた議論そのものも高く評価できる。その一方で、改善に向けて検討すべき項目を洗い出すことを優先し、部門別カテゴリーを使用したことで、取りこぼしてしまった項目が出てきた。優先順位の高い課題として挙げられなかった項目の中には、教員の教育力アップの観点で改善を図るべきもの、科目自体の改善点（シラバスや授業設計）として検討すべきものなどが含まれていた。今回、それらを整理するところまでは至らなかった。

さらに、教員の視点、行動という観点から改めて発言データ分析を行ったことで、学生同士の関係性を見る教員の姿やチーム自体への働きかけ、プロセス評価のために行っている具体的行動が確認できた。

全体運営チームの教員メンバーは、授業担当者であると同時に、科目全体の改善を担う立場でもある。全体運営チームが委員会組織に組み込まれたことで、これら両方の立場を持つ教員が、年々入れ替わることには大変意味があると考えられる。今後、Co+workの仕組みを、個人の授業への取り組みの知見・ノウハウを組織全体で蓄積し、より一層の同僚性を育て、授業改善プロセスを共有することにより、カリキュラムマネジメントができる教員を増やしていくことに繋がれたらと考える。

謝辞

本研究を行うにあたり、全体運営チームを担当するアクティブラーニングセンターの皆さまには、データ提供等のご協力をいただいた。また本研究の一部は、JSPS 科学研究費補助金基盤研究(C)(課題番号：17K00505)の助成を受けて行われた。

小学校段階におけるプログラミング教育を対象とした 教員免許状更新講習の実践

檀山 淳雄
東京学芸大学

Practice of a Teacher's License Update Course for Programming Education at Elementary School

Atsuo Hazeyama
Tokyo Gakugei University

New government guidelines for teaching were made public in March 2017. They require to teach programming at elementary school. As an issue of its implementation, an issue regarding teacher education is pointed out. The teacher's license update course is provided as a place of teacher education in Japan. Since the author carried out a teacher's license update course for programming education at elementary school, this paper reports on the contents and results.

キーワード: プログラミング教育, 小学校, 教員養成, 実践

1. はじめに

2017年3月公示の新学習指導要領では小学校段階でプログラミング教育を行うことが明記されている⁽¹⁾。小学校段階でプログラミング教育を実施する1つの課題として教員研修が指摘されている⁽²⁾。教員研修の1つの場として教員免許状更新講習があげられる。文献⁽³⁾は教員免許状更新講習においてプログラミング教育を行った結果を報告しているが、指導する教員に対する研修に関する報告は多くない。

筆者は2017年8月に「小学校段階におけるプログラミング教育」をテーマとした教員免許状更新講習を実施した。本稿ではその内容と、実践から得られた成果と課題について報告する。

2. 実施した講習の概要

実践した講習の内容は筆者らが文献⁽⁴⁾でその概要を提案したものである。小学校段階におけるプログラミング教育実施の背景と目的の解説、プログラミング実習、実践事例の紹介と実施計画の検討の3つで構成した。時間割を表1に示す。シラバスは文献⁽⁵⁾として

大学が公開している。教材をスライドとして作成し配布した(配布したスライドのページ数は約140ページ)。文献⁽⁶⁾を副読本とした。

主な受講対象を小学校教員、募集定員を20名として募集を行った。ノートPCとLANケーブルを持参することを条件とした。

表1 講習の時間割

時限	内容	時間
1	小学校段階プログラミング教育の背景と目的	30分
2	プログラミングの基礎とプログラミング実習(1)	120分
3	プログラミング実習(2)	90分
4	小学校段階プログラミング教育の実践事例の紹介と実施計画の検討	80分
5	試験	40分

講習に先立ち、事前に表1の1~3時限までの内容を2時間に短縮した形で大学の講義で実施し⁽⁷⁾、そこでの改善点も踏まえて実施した。

1時限目の「小学校段階プログラミング教育の背景と目的」では、小学校段階でのプログラミング教育の

目指すところを、文献(2)に基づいてそのポイントを解説した。

2 時限目の「プログラミングの基礎とプログラミング実習(1)」では、プログラミング、プログラムの構造(順次、分岐、繰り返し)と変数、アルゴリズムの概念とフローチャートについて説明した。そして1~10までの和を求める問題を例題としてフローチャートを示し、その動作を変数の内容の移り変わりを示しながら説明した。その後「年齢算」を練習問題として、先生方にフローチャートの作成に取り組んでいただいた。これは試行(7)においてプログラミングを初めて行う場合アルゴリズムを考えることに困難を来すことが少なからずあったことから、プログラミングを行う前にアルゴリズムに関する理解を深めることを狙いとした。

その後、PCを用いて、プログラミングの実習を行った。使用した環境はScratch 2.0⁽⁸⁾である。

Scratchの概要(ステージ、スプライト、ブロックパレット、スクリプトエリア等)を説明した後キャラクターにHello!と答えさせた(順次)。次にキャラクターを連続して動かす(繰り返し)例題を説明し、1ステップずつ実演しながら、先生方にも自身のPC上でプログラムを作成し、動作を確認してもらいながら進めた。試行(7)ではユーザ登録をしたが時間がかかったので、今回はユーザ登録を行わずに、PC上に作品を保存するようにした。また、試行では、命令の体系の説明が十分でなかったこと、命令がたくさんありどれを使えばよいのか探るのが難しかったという意見があったので、命令の体系を説明した上で、今回の演習で使う主な命令群を説明した。

その後教科として算数を想定し、2つの問題(2つのデータの平均を求める、1~10までの和を求める)に対するフローチャートを提示し、それとプログラムとの対応関係を提示し説明を行った(そのフローチャートを命令に対応させればプログラムが作成できることを強調して説明)後、1ステップずつ配布資料とおりにScratchで実演しながら説明を行った。この点も試行時には時間の制約から1ステップずつプログラムの作成や実行方法について資料として配布していたのでそれを見ながら実習してもらったが、それでは理解できなかったという意見があったので、資料通りに間違いやすいポイントを説明し実演しながら進めた。配布資

料の一部を図1に示す。

3 時限目では、最初に割り算を引き算の繰り返しで実現する問題の考え方を説明した後、2 時限目と同様にフローチャートとプログラムを示し、1ステップずつ実演し、先生方にも1ステップずつ一緒にプログラミングをしながら動作確認を行っていただいた。残り1時間で年齢算のプログラム作成と動作確認、かけ算をたし算の繰り返しで実現する練習問題に個別に取り組んでいただき、質問等に個別に対応した。

4 時限目には、小学校でのプログラミング教育の先進事例として文献(9)に基づいて事例を紹介した。また、文献(10)から実践事例を一例紹介した。その後、講習で学んだことを踏まえて、先生方がプログラミング教育を行うことを想定して指導内容を検討いただき(20分)、それを持ち寄って4人一組のグループで意見交換・交流を行っていただき(20分)、最後に各グループの検討内容を発表いただき(15分)、全体で情報共有を行った。

アルゴリズムの練習問題: 年齢算

・問題 現在の年齢が36歳で、子供の年齢が6歳です。母の年齢が子供の年齢の4倍になるのは何年後かを求めるためのフローチャートを作成して下さい

何年後	母の年齢	子供の年齢	4倍になったか?
0(現在)	36	6	いいえ
1	37	7	いいえ
2	38	8	いいえ
3	39	9	いいえ
4	40	10	はい



解答例

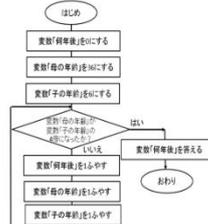



図1 配布した教材の一部

試験終了後、講習内容についてアンケートに回答いただいた。アンケート項目を以下に示す。

Q1: プログラミング経験の有無(ある場合には、いつ頃、どのプログラミング言語で学んだか)

Q2: 本講習を受ける前にもっていたプログラミング教育に対する印象(自由記述)

Q3: プログラミングを体験してみた印象(以下の選択肢から複数回答可とした)

- 思っていた以上に楽しかった
- 思っていた以上に楽しくなかった

- 思っていた以上に難しかった
- 思っていた以上に簡単だった
- 興味をもった
- 興味をもたなかった
- 特になし

Q4: 講習内容の難しかった点や理解できなかった点について (自由記述)

Q5: 今回の講習 (教材や学習形態, 内容の構成, 環境等)に関する不満な点や改善すべき点について (自由記述)

Q6: その他感想について (自由記述)

3. 実践結果

本節ではアンケートの回答内容を中心に実践結果を述べる。

申込は20名あり,当日は20名全員の受講があった。アンケート回答率は100%であった。受講者の80%が小学校教員であった。プログラミング経験者の割合は45%(9名)であった。

本講習受講前のプログラミング教育に対する印象

本講習受講前のプログラミング教育に対する印象はプログラミング経験の有無で傾向が異なっていたので,それぞれに分けて結果を述べる。結果を表2に示す。

プログラミング未経験者からの印象で最も多かったのが「難しそう」で回答者の55%がそのように回答した。これは試行⁷⁾で学生が思っていた印象と同様の結果であった。その他の主な印象として、「何から手をつければよいかわからない(2名)」、「未知の領域(2名)」、「自分が子供に教えることは不可能」、「大変そう」等の回答があった。全体的には肯定的な印象は少なかった。一方でプログラミング経験者の印象として「難しそう」、「大変そう」という回答もあったが少数で、「技術を学ぶ(2名)」、「技術的な知識が必要」、「PCに向かって命令を入力する」といった技術的な側面をプログラミング教育の印象として有している回答が多かった。

表2 受講前のプログラミング教育に対する印象

経験者の回答	未経験者の回答
コーディング技術習得,プログラミング言語の授業(2名)	難しそう(6名)
技術的な知識が必要	何から手をつければよいかわからない(2名)
PCで命令を入力する	未知の領域(2名)
難しそう	大変そう
大変そう	自分が子供に教えるのは不可能
子供たちに何を教えればよいのか	テキストで記述するもの
	毎回PCを使ってプログラミングを行う

プログラミングを実際に体験してみた印象

プログラミングを実際に体験してみた印象を表3に示す。

表3 プログラミングを体験してみた印象

回答	人数(単位:人)	
	経験者 (9)	未経験者 (11)
思っていた以上に楽しかった	6	10
興味をもった	9	7
思っていた以上に簡単だった	4	2
思っていた以上に難しかった	1	3
思っていた以上に楽しくなかった	0	0
興味をもたなかった	0	0
特になし	0	0

全体として「興味をもたなかった」、「楽しくなかった」という否定的な印象の回答はなかった。プログラミング経験者の全員が興味をもち,67%が思った以上に楽しいと感じ,44%が思った以上に簡単であったという印象を有していた。一方,プログラミング未経験者の91%が思っていた以上に楽しいと感じ,64%が興味をもったという印象を有していた。

試行で行った時の学生の印象も受講前には肯定的な印象をもった人は少なかったが,体験後には興味をもった等肯定的な印象を持つ割合が増加した。今回も同様の傾向であったが,増加の割合は顕著であった。

講習内容の難しかった点や理解できなかった点

プログラミング経験者のほとんどは難しかった内容はなかったようである。その中で1名から「小学校でなぜプログラミング学習を行う必要があるのか,実際にどのように教えればよいのか」というコメントがあ

った。重要な指摘である。

プログラミング未経験者においても難しいと思ったことはなかったという意見が2件あった。一方で、難しかった内容として最も多かったのが「フローチャートの作り方(考え方)」(4名)であった。また、自分のやりたいことをどのようにブロックの組み合わせで表現すればよいのかを考えるのが難しかったという意見も1件あった。これはプログラムの実現方法に関する難しさと言える。また、指導者として「プログラミング教育を実際にどのように教科に取り入れていくのか」、「子供たちに役に立つ技能なのか」、「文献(2)で求めていることの難しさ」といった実施上の難しさ(3名)という点に対する意見もあった。フローチャートの作り方、プログラムの実現方法に関する難しさは試行(7)でも難しいと考える主たる要因であった。このような技術的難しさに加えて、今回の講習では、現職の教員である立場から近い将来実際にプログラミング教育を実施することになる立場からの難しさに関する意見もあった。これは試行時にはなかった意見である。

内容面で理解できなかったという意見はさほど多くなかった。試行時は1~3時限までの内容を120分で行ったのに対して、本講習では倍の240分で説明と実習を行うことができ、時間をかけて説明を行う時間的余裕がありゆっくり進行することができたこと、並びに、試行であがった問題点を解決するように資料の内容を改善したり、資料に従い1ステップずつ実演しながら進めたことの効果もあったと考えられる。

今回の講習に関する不満な点や改善すべき点

不満な点、改善すべき点として以下の事項があげられた。

- ✓ 練習問題、実践例をもっと紹介してほしいという意見(6件)
- ✓ 受講にあたってノートPCとLANケーブルの持参を条件としたが、持参の負担(重い)、スペックを明確に示してほしいという意見(5件)
- ✓ グループワークに関する意見(3件)
- ✓ 他の言語についても触れる、紹介してほしいという意見(2件)
- ✓ 問題設定の改善に関する意見(1件)

練習問題、実践例をもっと紹介してほしいという意見として、「早く進行できた人には次々チャレンジでき

るように、練習問題を増やしたほうがよい」という意見をいただいた。また、「年齢算のプログラミングが面白かったので、小学生の文章題でプログラミングできそうな練習問題をたくさん教えてほしい」という意見もいただいた。

グループでの意見交換に関しては多くの回答者がお互いの実態を把握できたこと、課題を共有できたことに意義を感じていた。「グループワークの時間をもう少し確保したほうがよかったのではないか」という意見があった。また、「プログラミング実習においてもグループワークを取り入れるとよいのではないか」という意見もいただいた。プログラミング実習では教員とTeaching Assistant (TA)が机間巡視して質問に回答する形態をとったが、その際に多様な解き方があったことが分かったので、実践事例⁹⁾でも多くのケースで導入していたように、受講者同士で交流するのもよい方法であると認識した。

問題設定に関する意見として、割り算の問題設定は包含除にした方が取り組みやすいという意見をいただいた。

感想

感想として、「楽しく学ぶことができた」、「子供たちにもScratchに触れさせてあげたい」、「フローチャートの大切さを学んだ」、「新しい知識で刺激を受けた」、「この講座の受講により、(受講前には)不安に思っていた部分がどのような目的なのか、どのように考えていけばよいのかを少しつかむことができた」、「プログラミング教育の現状を把握できた、今後の動向に注目していきたい」、「マニアックなイメージだったプログラミングが、もう身近なものになっていくのだと知り、もっと勉強しなくてはならない」等肯定的な意見をいただいた。

4. 成果と課題

前節で述べた実践結果から、成果と課題について考察する。

(1) 成果

本講習では、小学校段階におけるプログラミング教育実施の背景と目的の解説、プログラミング実習、実践事例の紹介と実施計画の検討の3つから構成される

講習を実施した。小学校段階におけるプログラミング教育の目指す方向、現状の実践事例を紹介するとともに、Scratch を用いたプログラミングの実習を行った。

特に半数以上の方はプログラミング未経験であったにも関わらず、プログラミングを体験してみた印象では否定的な回答はなく、楽しい、興味をもったそれぞれともに全体の 80% という回答を得られた。また、感想・意見から、「このテーマでの講習を開講したこと」、「不安に思っていたことに対して少し掴むことができた」、「楽しく学ぶことができた」、「勉強になった、今後の動向に注目したい」等たくさんの肯定的なコメントをいただいた。

プログラミングの基本を、実習を通して学び、一定の理解をいただき、また、プログラミング教育をそれぞれの立場で考え、グループでの交流を通して情報共有できたことは、本講習の成果と考える。

(2)課題

今回の実践から今後同様の講習を行う場合に改善すべき事項を以下に述べる。

•プログラミング実習環境の改善

今回は受講者の方々にノート PC を持参いただいた。インストール不要という理由から Scratch2.0 を採用したが、ネットワーク接続で若干のトラブルがあり、このトラブルシューティングに時間を要した。持参が重かったという意見もあったので、大学の PC を利用することを検討したい。その場合、作品を持ち帰っていただくために USB 等の準備が必要になる。実習での質問対応からも教員と 1 名の TA による支援体制では 20 名以内が妥当であると考えます。

•練習問題、実践例の充実

小学生の文章題でプログラミングできそうな練習問題、実践例、国の動向をもっと紹介して欲しいという意見が多く寄せられたので、それに対応すべく教材の充実を図る必要がある。プログラミング教育の普及・推進を「未来の学びコンソーシアム」⁽¹¹⁾で進めるとあるので、それらについても動向を把握し、紹介していきたい。

•グループワークの導入

今回の講習では、プログラミング教育の実施検討の単元のみでグループでの意見交換を取り入れたが、「もっとグループワークの時間を増やしてほしい」という意

見が複数あった。プログラムの正解は 1 つとは限らず多様な考え方があること(事実、色々な解法で練習問題を解いていた)、うまく動作しない場合に、多くの人の目で見ると間違いの原因が見つけられる可能性があることから、実施計画の検討のみでなくプログラミングにおいても、グループワークを導入することを検討する必要がある。

5. おわりに

本稿では、2020 年度から実施される新学習指導要領に盛り込まれた小学校段階でのプログラミング教育に向けた指導者研修の 1 つとして、教員免許状更新講習を対象に、実際に実施した講習内容の紹介と、実施結果に基づく成果と課題について報告した。

初めての試みであったが、受講された方々は大変意欲的に取り組まれて、また、講習内容に好意的な印象を持っていただけたようである。

短い時間ではあったが、子供たちを指導される先生方にプログラミングを実際に体験いただき考えていただいたことは、今後指導計画を検討される際の一助になったと考えている。

今回課題としてあげたことを改善して、2020 年の実施に向けて支援できればと考えている。

謝辞

講習を受講し、アンケート調査にご協力いただいた皆様に感謝申し上げます。

参考文献

- (1) 文部科学省, 新学習指導要領,
http://www.mext.go.jp/a_menu/shotou/new-cs/1383986.htm (2017) (2017 年 10 月 29 日参照)
- (2) 小学校段階における論理的思考力や創造性, 問題解決能力等の育成とプログラミング教育に関する有識者会議, 小学校段階におけるプログラミング教育の在り方について (議論の取りまとめ),
http://www.mext.go.jp/b_menu/shingi/chousa/shotou/122/attach/1372525.htm (2016) (2017 年 10 月 29 日参照)
- (3) 喜家村奨, 高橋参吉, プログラミング教育の指導力の向

- 上を目指した教員研修, 日本情報科教育学会第7回研究会研究報告, 6 pages, 日本情報科教育学会 (2016)
- (4) 樋山淳雄, 鍵本悠理子, 「小学校段階におけるプログラミング教育」を対象とした教員免許状更新講習の提案, 2017年電子情報通信学会総合大会, 情報・システム講演論文集, p. 155, 電子情報通信学会 (2017)
- (5) <http://www.u-gakugei.ac.jp/~koushin/pdf/syllabus/11155.pdf>.
- (6) 上松恵理子編著, 小学校にプログラミングがやってきた! 超入門編, 三省堂 (2016)
- (7) 樋山淳雄, 教員養成系大学における全学必修科目「情報」での「小学校段階におけるプログラミング教育」を想定したプログラミング教育の実践, 日本情報科教育学会第9回研究会報告書, pp. 9-14 (2017)
- (8) Scratch, <https://scratch.mit.edu/> (2017年10月29日参照)
- (9) 学校まるごとわくわくプログラミング -品川区立京陽小学校の事例-, 情報処理, Vol. 57, No. 12, pp. 1216-1238 (2016)
- (10) 黒上晴夫, 堀田龍也, 導入前に知っておきたいプログラミング教育思考のアイデア, 小学館 (2017)
- (11) 未来の学びコンソーシアム, <https://miraino-manabi.jp/> (2017年10月29日参照)

在日中国人留学生の異文化適応のための シナリオ型自習教材の検討

孔辰^{*1}, 古川宏^{*2}

*1 筑波大学大学院システム情報工学研究科リスク工学専攻, *2 筑波大学システム情報系

Scenario-based Teaching Materials for Acculturation Adaptation in Chinese Students Living in Japan

Kong Chen^{*1}, Hiroshi Furukawa^{*2}

*1Department of Risk Engineering, Graduate School of Systems and Information
Engineering, University of Tsukuba

*2 Faculty of Engineering, Information and System, University of Tsukuba

With the increase of foreign students in Japan, it has also become a topic for foreign students to adapt to Japanese social life. The target of this study is Chinese students in Japan, focus on their difficulties in getting in touch with and communicating with Japanese. The main methods of learning and supporting are to make use of the contact situations to construct an environment of intercultural contact, and to use Goal-Based Scenario Theory to simulate the experience difficulties and obtain solutions to the problems. In order to make learners to get better understand the difficulty of intercultural communication, this study also proposed the model of the process of words and deeds in contact with people to explain and express the reasons for the difficulty of intercultural communication.

キーワード:異文化適応, 接触場面, GBS 理論, 言動生起, 学習支援, 中国人留学生

1. はじめに

近年, 来日留学生の人数は増え続けている. 独立行政法人日本学生支援機構 (JASSO) の「外国人留学生在籍状況調査結果」では, 平成 28 年度の外国人留学生数は 239, 287 人に達したと報告されている[1]. その中に, 中国人留学生は 41%であった (図 1).

留学生の増加に伴い, 留学生の異文化適応に関する問題が課題となっている. 日常生活上の困難に焦点を当て, その実態を明らかにする多くの研究が行われてきた. 村田らは, 中国人留学生が日本の生活において「日本人との人間関係」, 「日本人の考え方・価値観」の領域になれることが最も時間を必要とすると報告している[2]. さらに, 陳, 高田谷らは中国人留学生が「学業」, 「語学力」, 「対人関係」に関する生活ストレスに

「苦痛や不安」を感じていることを明らかにした[3].

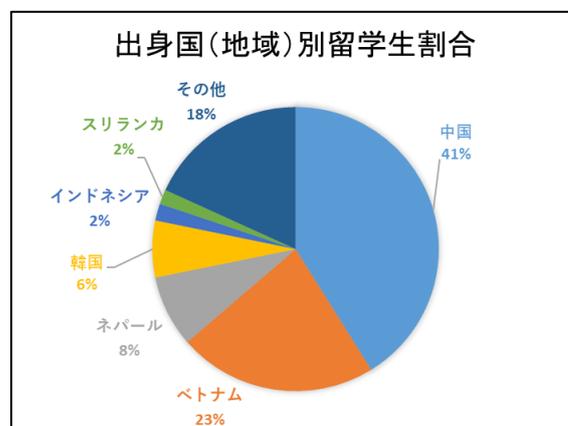


図 1 出身国 (地域) 別留学生の割合[2]

本研究の目的は在日留学生の中でも最多である中国人留学生を対象とし, 異文化適応の知識を獲得させる

ための自習学習支援法を提案することである。従来の異文化学習教材に比べ、この学習支援法では中国人留学生の対人関係上の困難に注目し、具体的な異文化接触環境を構築する。学習者は異文化接触環境において異文化トラブルを疑似体験し、日本人の考え方を理解し、トラブルを回避する対策を身に着けることを可能とする。

2. 関連研究

2.1 節では、異文化教育における「異文化適応」の概念を述べた関連研究を紹介する。2.2 節では、ICT (Information and Communication Technology) 技術を用いた異文化トレーニングに関する研究を紹介する。2.3 節では異文化適応の問題として留学生の対人行動に関わる問題に関する研究を紹介し、2.4 節では異文化環境を構築するための「接触場面」の手法を紹介する。最後に 2.5 節では、それらの研究と本研究の関連を説明する。

2.1 異文化適応の概念

留学生が問題なく生活していくには、日本社会に溶け込み、異文化に適応することが重要である。異文化適応の概念について、山岸は、「異文化環境下で仕事や勉学の目標を達成し、文化的・言語的背景の異なる人々と好ましい関係をもつことで、個人にとって意味のある生活が可能になる」と述べている[4]。

2.2 ICT を用いた異文化トレーニング

加藤らは日本人学生に向け ICT を用いた異文化トレーニング教育支援システムを提案していた[5]。彼らは既存の異文化トレーニングに関わる文献の調査し、価値観・偏見・自文化中心主義などのキーワードに関する事例を整理した。この研究では学習項目を「異文化について学ぶ」、「相互理解を深めるためのコミュニケーションについて学ぶ」、「異文化コミュニケーションスキルを磨く」という 3 つの項目で各事例を分類し、関連する詳細な解説を作成した。このシステムでは、学習者が各事例に関する問題を解き、解説を読み進める形式としていた。設問形式は、クイズ形式を中心として他に記述形式・穴埋め形式が設けられていた。学習中、他者の意見や回答内容を閲覧する機能と意見交

換機能も存在していた。

開発したシステムの評価のため、大学生らを対象に実験を行った。結果として、このシステムは異文化理解の意欲向上と異文化理解を深めることにおいて有用であった。このシステムでは、主な問題点として以下の 2 点を指摘していた。

① 学習内容について

異文化コミュニケーション学上の抽象的な概念から始めるおり、一般の学習者には難易度が高い。文化的影響の身近な話題から学習内容を作成すべきである。

② 学習方法について

問題文や解説文について、専門性・難易度の高さ、文章の長さを指摘する意見が寄せられた。コンピューター画面で学ぶ上で、適切な提示法を利用すべきである。

2.3 在日留学生の異文化適応上の困難

田中らは在日留学生の異文化適応を対人関係形成の面から分析した、留学生が異文化環境において挨拶、主張、遠慮、社交辞令などの対人行動を誤った場合に起きた問題を調査した。対人行動上の困難さを以下の 6 つの領域に分類した[6]。

- ① 表現の間接性：日本人ははっきり断らない、日本人の遠慮の意図がつかみにくい。
- ② 社会通念：日本での社会通念が難解で、社交辞令を誤解していた。
- ③ 自己表現の抑制：開放的な表現を好む文化圏から来た留学生の開放的態度と日本人の抑制の効いた態度に差がある。
- ④ 異性との対応：性規範が異なる文化圏から来た留学生を困惑させる。
- ⑤ 外国人扱い：外国人扱いが悩ましく、日本人が外国人を特別視することがある。
- ⑥ 集団行動：日本人の集団行動のとり方の要領がつかめず、必然性が分らない。

2.4 異文化接触場面に関する研究

「接触場面」とは、文化の背景が異なる日本人と外国人がやりとりをする場面である。日本語教育や異文化教育などの領域への応用が多い[7]。

19 忘年会より試験	[日本で]
李は東京のある大学で学んでいる中国からの留学生である。彼は1年生でテニス部に所属している。テニス部では今週の水曜日に忘年会をすることになっている。しかし李は水曜日の朝に期末テストがある。今、李は先輩の太郎と話しているところである。	
太郎：水曜日の夜に会おうぜ。	
李：ああ！そのことなんですが... 水曜日にテストがあるので、勉強しなければいけません。	
太郎：だから、水曜日の夜だし、いいだろ！	
李：いいえ、僕は行けないということなんです。	
太郎：なんだって、来れないのかい？来なくちゃ駄目だよ。	
李：ええっ！	
太郎：部員全員が集まるんだから、特別行事だぞ。	
李：すみません。でも忘年会より成績のほうが大事だから。	
太郎：なるほどね！	
李：それじゃ、さようなら！	
	(太郎が他の部員に話している)
太郎：李は何も分かっていないんだ。	

図 2 接触場面の例[8]

横林、羅らは日本と中国の大学生を対象として日中接触場面におけるコミュニケーション上の問題点を明らかにするため、中国人大学生を対象に異文化による問題場面での双方の言動を調査した[8]。彼らは日本人と中国人の接触状況において言語行動と非言語行動に注目し、簡単な対話形式で具体的な接触場面を作成した(図2)。具体的な接触場面を示すことで、登場する異文化出身者の言語・非言語行動に対する問題点を発見することが容易になる。

2.5 本研究との関連

加藤らの研究では異文化理解の概念に注目し、関連する事例と解説を提示する学習システムを開発した。評価実験の結果より、異文化理解の意欲向上と異文化理解を深めることにおいて有用性を検証したが、①異文化コミュニケーション学上の概念を用いたために学習内容の難易度が高い、②専門性・難易度が高くて問題や長い解説文章を用いた学習方法が不適切であるという2つの問題点が指摘された。本研究では、学習内容と学習方法について検討し、新たな学習支援法を提案する。

学習内容について、日本での留学生の異文化適応の問題は、さまざまな側面からのアプローチが提案されている。本研究の学習内容は、中国人留学生が多くの困難を抱えている領域である対人関係に注目する。学習者の理解しやすさを考慮し、中国人留学生が経験した異文化事例を用いて学習支援内容を検討する。また、対人関係上の問題点を明らかにするため、本研究は田中ら提案した「在日留学生の対人行動上の困難」の分類方法を利用し、具体的な異文化事例を分類する。

本研究の学習方法について、文章型の解説を使わず、

異文化接触環境のシナリオを用いて解説する。学習者は異文化接触環境において異文化トラブルを疑似体験し、トラブルの状況と言語や行動に対する認識が容易になる。異文化接触場面に関する研究により「接触場面」の手法を用いることで異文化接触環境の構築において有用である。

3. 提案する学習支援法の設計

本研究の目的を達成するため、以下の3つの小目的を立て、実現していく。

- ① 中国人留学生の対人関係上の具体的な困難事例を調査し、調査結果を分析して学習内容を確認する。調査方法としてアンケートを利用する。分析方法としては、異文化適応の困難に関する既存の分類方法を利用する。
- ② 異文化接触環境の作り出す方法と異文化トラブルの疑似体験の方法を提案する。実現方法として、異文化教育の手法である「接触場面」の手法とコンピューターベースの GBS 理論を利用する。
- ③ 中国人留学生に対人行動に関する日本人の考え方を理解させ、トラブルを回避する対策を理解させる提示法を検討する。手法では言動を生起する過程のモデルを提案する。

3.1 アンケート調査

在日中国人留学生が異文化と接触する際の実態を把握し、彼らが経験した具体的な異文化事例を収集するため、アンケート調査を実施した。

3.1.1 調査の実施

2016年11月に日本における中国人留学生を対象とし、アンケート調査を実施した。結果として、123部を回収した(回収率:82%)。

異文化適応の重要性を明らかにするため、「日本の生活に適応するための大切なこと」、「文化の違いが生活に影響を与えること」など質問を設定した。また、異文化適応のための教材の必要性を明らかにするため、「異文化トラブルが起きた原因」と「異文化知識を勉強する手段」に関する質問を設定した。さらに、今回の調査のメインとして「経験した具体的な異文化事例」の記述式質問も設定した。

3.1.2 調査の結果

図3はアンケートの問の「日本の生活に適応するための大切なこと」の結果である。縦軸が人数で横軸が項目である。集計結果より、71.5%の参加者は日本の生活に適応するための大切なことは異文化の適応と考えていた。図4はアンケートの問の「文化の違いが生活に影響を与えること」の結果であり、48%の人は異文化が生活に影響があると考えていた。図3,4の結果から文化の違いは留学生活に影響が大きく、日本での生活を慣れるために異文化適応は重要である。

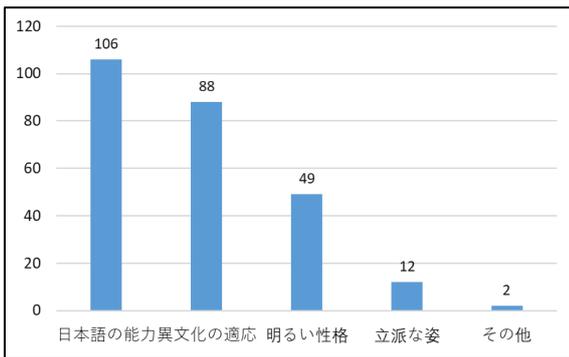


図3 日本の生活に適応するための大切なこと

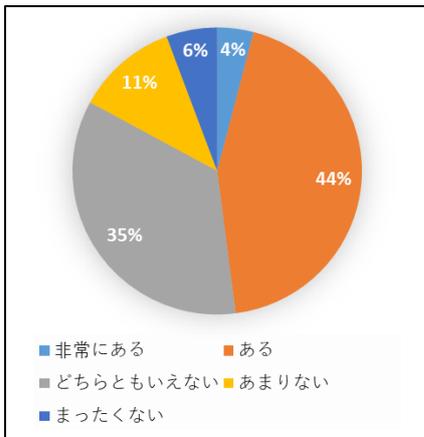


図4 文化の違いが生活に影響を与えること

3.1.3 収集した事例の分類

アンケートにおける「経験した異文化トラブル・事例」の調査では106件の回答を得た。以下に例を示す。

- 事例1: 食事を誘ったときに日本人ははっきり断らずに「今日はちょっと…」と言って誘いを断っていた。日本人は言葉を最後まで言わずに相手の気持ちや意思を理解していることに驚いた。
- 事例2: 日本の電車での携帯電話はマナー違反である。乗客が携帯電話をマナーモードに設定することや小声で話していることに驚いた。

収集した事例から日常生活中に中国と日本文化の違い

いが浮き彫りになった。本研究では中国人留学生在日本での対人行動に関わる異文化トラブルに注目しているので、既存の「在日留学生による日本での対人行動上の困難」の分類方法を用いて対人行動に関わるトラブル(計74件)を分類した(表1)。

表1 収集した事例の分類

項目	説明	件数
表現の間接性	日本人ははっきり断らない。日本人の遠慮の意図がつかみにくい。	12件
社会通念	日本での社会通念が難解で、社交辞令を誤解していた。	56件
集団行動	日本人の集団行動のとり方の要領がつかめず、必然性が分らない。	5件
自己表現の抑制	開放的な表現を好む文化圏から来た留学生の開放的態度と日本人の抑制の効いた態度に差がある。	1件
異性との対応	性規範が異なる文化圏から来た留学生を困惑させる。	0件
外国人扱い	外国人扱いが悩ましく、日本人が外国人を特別視することがある。	0件

他の32件の事例、例えば寿司、醤油ラーメンなど日本特有な食べ物・食べ方、車が左側に通行など、対人行動との関係ないので本研究の学習内容に考慮に入れない。

3.1.4 学習内容の確定

分類の結果によると、今回の調査対象とした中国人留学生の対人行動上のトラブルは「表現の間接性」、「社会通念」、「集団行動」3つの項目に集中している。一方、「自己表現の抑制」、「異性との対応」、「外国人扱い」に関する事例が少ない。これは、田中らの研究では、在日留學生全体を対象としているためと考える。すなわち、欧米出身の留學生に対し、東アジア圏出身の中

国人留学生と日本人とでは、「自己表現の抑制」、「異性との対応」、「外国人扱い」に関する文化の差が小さいと考えられる。

例えば「自己表現の抑制」について、田中らの分類によれば、「抑制の効いたつましい自己表現」、「まじめで禁欲的な態度」、「人付き合いの屈託のなさ」など日本人の表現を指摘しているが、中国でも儒家思想は自己を控えることを美德としている。論語により孔子が「克己復礼」を提唱した（自己を抑えて礼儀を行うこと）。また、「嚴於律己」（自分に厳しい）に関する美德もある。

本研究では、学習の対象領域として、中国人留学生にとってトラブルが多発する「表現の間接性」、「社会通念」、「集団行動」3つの項目のみとした。「自己表現の抑制」、「異性との対応」、「外国人扱い」に関する内容は、本研究では対象外とする。

3.2 接触場面の構築

異文化接触環境を作り出すため接触場面の構築方法を検討し構築を行う。収集した事例を参考とし、本研究の接触場面の構成要素を以下の5つとした。

- 場面のテーマ：接触場面に対応する対人行動上の困難さの分類領域と領域内の下位項目を提示している。
- 参加者：接触場面における会話や行動の主体。本研究では参加者は中国人留学生と日本人を設定する。また、参加者の地位格差や親疎関係等の情報を提示する。
- 概要：接触の場合、場所と時間。また、接触場面における会話や行動の要点。
- 言語行動・非言語行動：接触場面における参加者の具体的な言語・動作表現。
- 行動の結果：参加者言語・動作表現から最終の状態を導き出すこと。

3つの学習項目に応じて代表的な接触場面、計14場面を設計した。「表現の間接性」における「婉曲的なお断り」の学習項目における1例では、「誘い・依頼を断る」に関する事例を参考とし、図5のように接触場面を構築した。収集した事例によると、日本人の表現の間接性について、申し出を断わる場合に、日本人は直接的な表現をできるだけ避けようとする傾向がある。

接触場面の設計上、まず参加者を中国人留学生と日本人とし、身近な話題として食事を誘う場面とする。また、異文化トラブルを表現するため、日本人の婉曲的な断りに対し中国人留学生が困惑してしまうシナリオを設計する。

- 事例：表現の間接性（婉曲的なお断り）
 - ① 食事を誘ったときに日本人ははっきり断らずに「今日はちょっと…」と言うだけで相手に自分の気持ちや意思を了解してもらい、「都合が悪いんです」あるいは「早く帰りたいんです」が省略されていると思われる。
 - ② 日本人は直接に不満を示さないです。誘ったときに、相手は行きたくないけど、直接に「行かない」ということを言えないでしょう。その代わりに「その日はちょっと…」ような「遠まわし」を用いられる。

テーマ	表現の間接性（間接的な拒否、デリカシー）
参加者	日本に来た直後の中国人留学生張さん、同じ研究室の同級生山田さん
概要	金曜日の午後、研究室に張さんは山田さんに食事を誘う。
言語行動・非言語行動	張さん：山田さん、後でご飯一緒に行かない？ 山田さん：今日は厳しいです。 . . . 張さん：そうなんですか。 . . .
結果	張さんは困惑してしまう。山田さんは本当に行けるかどうかかわからないです。

図5 表現の間接性（婉曲的な断り）の接触場面

3.3 言動を生起する過程のモデル

既存の異文化教材では対人行動の困難に関する日本人の考え方や原因などの提示法として、文章型の解説をよく用いている（表2）。関連研究より異文化教材の解説文は、専門性・難易度が高く、長い文章を用いた学習方法が不適切と指摘された[5]。

表2 既存教材による対人行動の困難の解説例

対人行動の困難	既存教材による解説例の抜粋
表現の間接性	日本では、 <u>古くから周りの人々に配慮し</u> 、自分は遠慮すること、 <u>相手の迷惑にならないよう</u> に対立を避け、曖昧な表現を用いることが良しとされてき

	ました[9].
社会通念 における 上下関係	日本では年長者や目上の人を敬い、礼儀や言葉遣いに注意を払いながら <u>人間関係を築く文化</u> です。異なる文化背景の人とコミュニケーションを図る際には、 <u>相手の上下関係に対する意識</u> を知っておくことも大切です[10].
集団行動	日本の社会では、 <u>人間関係を重視</u> して、その集団の一員であることが大切にされてきました。 <u>周りの人に気配り</u> をして、 <u>他の人と異なった行動をとることを極力避けて</u> 、みんなと同じように行動をすることで、社会に適応していこうとする日本人の行動の中に、このような日本的な価値観が見えてきます[9].

本研究では対人行動上の困難に関する解説から浮き彫りになった「人間関係」、「周りの人」、「相手」、「配慮」など言葉をキーワードとして、既存の日本人の対人関係・行動に関する研究の調査を行った。

濱口は既存の間柄はそれ自体値打ちのあるもので、利己的対処は望ましくないという「対人関係の本質視」を提示している[12]。さらに石黒によれば、日本人の対人行動では、「自分以外の存在への配慮」が重要とされている[13]。「自分以外の存在への配慮」とは、「(他者を)思いやること」、「他者への共感、同情心」、「状況への配慮、受け入れ」という意味が含まれる。つまり日本人の対人行動の特徴として、「他者への配慮」は良性的な人間関係を維持する大切なことである。

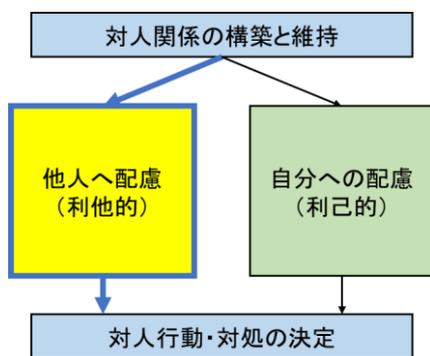


図 6 言動が生起する過程のモデル

従って、学習者に対人行動に関する日本人の考え方を理解させ、トラブルを回避する対策を理解させる提

示法を検討し、言動を生起する過程のモデルを提案する。図 6 における「対人関係の構築と維持」が対人行動の前提となり、それに基づく「自分への配慮」と「他人への配慮」両者を考慮し、実際に採用する対人行動を決定する。例えば表現の間接性（婉曲的なお断り）について、言動生起する過程を図 7 に示す。

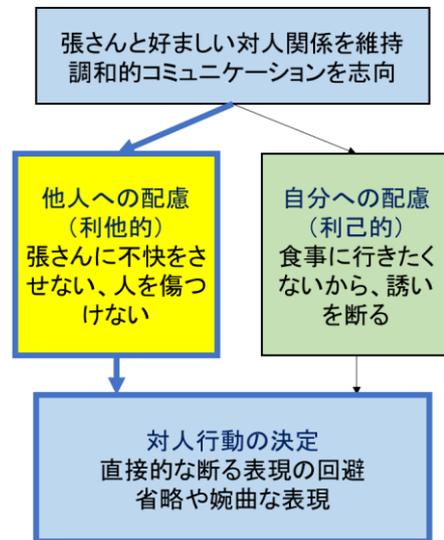


図 7 山田さんの言動を生起する過程

日本人の山田さんは食事に行きたくないの、中国人の張さんからの誘いを断りたい。もし自分のニーズだけを考慮すれば、張さんの誘いを直接的に断るのは相手の気分を害する可能性があり、それにより対人関係に悪影響を及ぼす可能性がある。そこで、相手を傷つけないよう自分の考えや気持ちを直接に言うことを避け、婉曲的・曖昧な言語表現を用いることが多い。

日本人は、まず対人関係を維持することを考え、好ましい関係を損ねるような行為を避け、他者との調和的な関係を維持するために、自分への配慮だけではなく、他人への配慮を重視した対人行動を行う。本研究はこのような一連の思考のプロセスを推論することで、言動が生起する過程のモデルを提案する。

3.4 GBS 理論に基づいた学習支援

異文化トラブルの疑似体験を実現するためにコンピューターベースの GBS 理論を利用する。GBS (Goal-Based Scenario)理論とは、R.C.Schank によって提唱された教授法である。GBS 理論は学習目標の達成を目的としたシナリオ型教材であり、「失敗すること」から学ぶ環境を作り出す学習支援方法である。GBS 理論に基づいた学習支援の特徴は以下のとおりである[13].

- ・与えられた情報を活用し、問題解決を目指す
- ・他の類似した場面での応用が利く
- ・問題が構造化されている場合に効果的である

GBS 理論は、学習目標、使命、カバーストーリー、役割、シナリオ操作、情報源、フィードバックの7つの要素で構成される (図 8)。

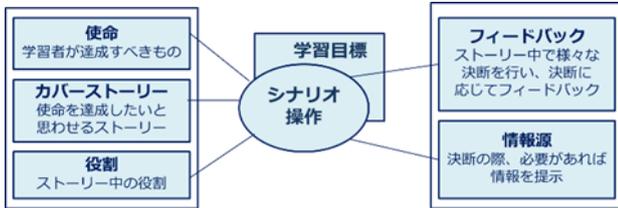


図 8 GBS 理論構成要素

GBS 教材では、学習者が目標を達成するために必要な関連知識を活用しながら問題を解決していく。この過程を GBS 理論ではシナリオ操作 (図 8 中央) と呼ぶ。GBS 理論は学習者に現実的に起こり得るような課題としての使命を明示する。カバーストーリーは使命を達成したいと思わせるような文脈設定としている (図 8 左中)。また、登場人物の役割 (図 8 左下) が指定されている。シナリオ操作における決断場面は、決断結果に応じて異なったフィードバック (図 8 右上) が用意されている。フィードバックは失敗から学ぶための情報を提供する。さらに、学習者は決断に必要な情報を情報源 (図 8 右下) から取得できる。

4. 学習支援システムの実装

4.1 GBS を用いた学習支援システムの実装

本研究の学習支援法では、接触場面の手法と GBS 理論を適用する。言動が生起する過程のモデルを用いて、日本人の対人行動上の考え方を把握しやすい表現形態で表わす。また、シナリオ内で学習した対人行動の対策が行使できることを学習者に確認させるため、学習支援システムの実装を行う。

日本人の言動が生起する過程モデルを用いることで、学習者は今回学習する異文化接触場面以外の場面でも対応できるようになる。評価の第一段として、本実験では、中国人留学生にとって理解が難しいと考えらえる 5 つの接触場面 (「表現の間接性」における「婉曲的な断り」, 「社会通念」における「挨拶」, 「上下関係」, 「公共場所のマナー」, 「集団行動」における「集団へ

の同調」) を選択し、実験用学習システムを実装する。教材の汎用性を考慮し、ウェブにおいて利用可能である Flash コンテンツとして実装する。開発ツールは Adobe Flash CS6 を使用した。

4.2 学習システム的设计

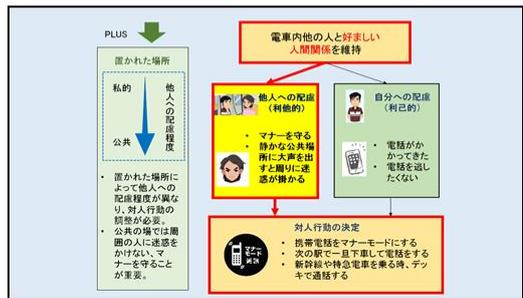


図 9 実際に作成した教材画面

各接触場面の学習内容に従い、GBS 理論におけるシナリオを構築する。構築方法は、接触場面の構成要素である参加者が GBS 理論の役割となり、参加者の言語行動・非言語行動と概要など情報が GBS 理論の構成要素であるカバーストーリーを形成する。本学習支援システムでは、参加者の会話や行動による異文化トラブルの状況を表示する。また、シナリオ操作における学習者が異文化トラブルに対しての選択式問題を提

示する。回答結果に応じてフィードバックが用意されている。実際に作成した教材の画面の一例を示す(図9)。

5. 評価実験の設計

評価実験では、構築した学習支援システムの有効性の評価と、問題点の確認と改善を目的とし、2017年12月に実施する。現在、日本で滞在1年間未満の筑波大学中国人留学生を対象に募集を行っている。参加者は30名(各学習教材×15名)を想定している。

参加者を、二つのグループに分ける。各グループに、提案システム用いた学習と比較教材を用いた学習をそれぞれ行ってもらい。“比較教材”として、以下の書籍における今回実験の学習項目と相当する内容を用いて教材を作成する。

1. 『異文化コミュニケーション・ワークブック』[9]
2. 『コミュニケーションガイドブック』[10]

学習の事前と事後に異文化トラブル対する“理解の度合いに関するテスト”を行い、その正答率の変化によって評価を行う。

学習する際、実験参加者は比較教材を見ながら、学習を進める。いずれの教材の学習時間も45分間とする。その後、教材別の学習の特徴、メリット・デメリットを把握し、学習効果の違いについて評価するために教材交換の体験学習を行う。また、学習後に評価アンケートを実施する。各グループ間で有意差が見られるか解析し、提案システムの評価を行う。実験全体は2時間とする。

6. まとめ

本研究の学習内容は中国人留学生が多くの問題を抱えている領域である対人関係に注目し、彼らが経験した具体的な異文化事例の調査を行って、中国人留学生にとって対人行動上の難しい場面を明確にした。

既存する異文化学習教材に比べ、理解しやすい学習内容と学習方法を提案するために、接触場面を用いた異文化学習とシナリオベースのGBS理論を同時に利用し、異文化接触環境を作り出した。また、言動が生起する過程のモデルを用いることで日本人の対人行動上の考え方を把握しやすい表示方法を提案した。

今後は、学習支援システムの実装を完成し、実際の利用を想定した実践的な評価における学習支援法の有効性と改善点の確認のための評価を行う。

参考文献

- (1) 独立行政法人日本学生支援機構(JASSO):“平成28年度外国人留学生在籍状況調査結果”, (2017)
- (2) 村田雅之:“留学生の「適応に要する時間」に関する分析”, 飯山論叢, 11(2), pp.88-105, (1994)
- (3) 陳金, 高田谷久美子:“在日中国人留学生の勉学・生活におけるソーシャルサポートの特徴とその効果”, 山梨大学看護学会誌, 第6巻, 第2号, pp.88-105, (2008)
- (4) 山岸みどり:“異文化能力とその育成 異文化接触の心理学”, 渡辺文夫編著(川島書房), pp.17-24, (1995)
- (5) 加藤優子:“ICTを用いた異文化トレーニングの基礎的研究”, 仁愛大学紀要人間学部篇, 第9巻, pp.1-9, (2010)
- (6) 田中共子:“在日留学生の異文化適応:ソーシャル・サポート・ネットワーク研究の視点から”, 教育心理学年報, Vol. 37, pp.143-152 (1998)
- (7) 赤羽優子:“日本語非母語話者の日本語接触場面における心理面の調節”, 計量国語学会, 第29巻, 第5号, pp.131-153 (2014)
- (8) 横林宙世, 羅明坤:“日本異文化接触場面における意識調査-中国人大学生の場合”, 西南女学院大学紀要, 14, pp.147-163 (2010)
- (9) 八代京子, 荒木晶子:“異文化コミュニケーション・ワークブック”, 三修社 (2001)
- (10) 異文化コミュニケーション研究所:“コミュニケーションガイドブック”, 神田外語大学 (2005)
- (11) 濱口恵俊:“間人主義の社会日本”, 東洋経済新報社 (1982)
- (12) 石黒武人:“多文化関係と異文化コミュニケーションの可能性—『察し』に内蔵された肯定的側面”, 多文化関係学, 3, pp.151-160 (2006)
- (13) 根元, 朴, 北村, 鈴木:“問題解決型学習デザインの研究動向”, 日本教育工学会研究報告集, pp.151-158 (2010)

大学初修中国語教育における学習動機付けを目的とした SNS 配信コンテンツの設計指針の作成と実践

肖楊^{*1}, 趙秀敏^{*2}, 大河雄一^{*1}, 三石大^{*3}

*1 東北大学大学院教育情報学研究部・教育部, *2 東北大学高度教養教育・学習者支援機構,
*3 東北大学教育情報基盤センター

Development and Practice of Design Guidelines for Motivational SNS Materials in Primary Chinese Education

Yang XIAO^{*1}, Xiumin ZHAO^{*2}, Yuichi OHKAWA^{*1}, Takashi MITSUISHI^{*3}

*1 Graduate School of Educational Informatics Research Division / Education Division,
Tohoku University

*2 Institute for Excellence in Higher Education, Tohoku University

*3 Center for Information Technology in Education, Tohoku University

我々は、大学初修中国語教育において、ICTを活用し、通常の対面授業と授業後のeラーニングによるブレンディッドラーニングを実践している。そこで、より学習者の学習意欲を高めるため、インストラクショナルデザインの動機づけ理論であるARCSモデルに基づき、学習対象言語の背景知識と関連するSNSを利用した定期的な配信コンテンツの動機づけ設計指針を提案するとともに、それによる配信コンテンツを試作した。さらに、実授業を対象とした実証実験を通して、今回の学習動機付けを目的としたSNS配信コンテンツの設計指針に基づくコンテンツに関する学習者の利用状況と評価を確認し、その結果、学習者の中国語・中国文化・社会への理解及び学習意欲の向上という一定の効果が確認された。本稿では、提案するSNS配信コンテンツの設計指針、試作したコンテンツ、及び実験結果を報告する。

キーワード:大学初修中国語教育, SNS 配信コンテンツ, インストラクショナルデザイン, 学習動機づけ

1. はじめに

日本の大学の初修中国語教育において、学習者の学習動機を高め、授業後の自習を促進し、学習効果を高めるための試みとして、我々は通常の対面授業に授業後の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着目している。これまで、効果的なブレンディッドラーニングの実施のために、インストラクショナルデザイン理論に基づく3段階学習プロセスを提案し、実授業における実証実験から、その有効性が確認している⁽¹⁾。しかし、これまでの実践における、授業後のeラーニングは主に授業と関連づけた強制的な復習となっており、学習者の自主的な学習習

慣の育成には、まだ不十分な面があった。特に、外国語教育においては、言語への理解をより深め、学習効果と学習意欲を高めるには、発音・語彙・文法などの言語要素を教えるだけではなく、その言語の背景にある文化や社会などを伝えることも必要とされているが、これまでのeラーニングによる復習では、中国文化や社会の紹介をほとんど行っていなかった。

一方、近年、日本においてもスマートフォンやタブレット等のモバイル端末が急速に普及し、多くの学習者が他人とのコミュニケーションやニュース等の購読を目的に、LINEやTwitter, FacebookなどのSNSツールを常用するようになりつつある。これらのSNS

ツールの多くは、利用者に新たなコンテンツを PUSH 配信することができ、その着信を端末で通知する機能を備えている。そこで、初修中国語学習者が普段から使用している SNS ツールを利用して、学習者の興味関心に基づいた中国文化や社会に関する様々なコンテンツを配信し、端末上で通知できれば、学習者が中国語のコンテンツに触れる機会を増やすことができ、中国語に対する興味関心をより喚起できると期待される。

しかし、これまでの日本の大学初修中国語教育など外国語教育において、このような SNS ツールを利用した動機づけを行おうとする試みは少なく、語学学習に対する高い動機づけを可能とするコンテンツの設計手法も明らかにされていない。これに対し、本研究では、インストラクショナルデザインにおける動機付け設計理論の ARCS モデルに基づき、ブレンディットラーニングにおける SNS を利用した定期的なコンテンツ配信による動機づけの設計手法を明らかにすることを目的とする。そのために、本研究では、まず、大学で初めて中国語を学ぶ学習者を対象に事前アンケート調査を行い、各学習者の授業時間外における学習状況や、SNS の利用状況と意識を明らかにする。その上で、日本の学習者に広く普及する SNS ツールの 1 つである LINE の利用を念頭に、動機づけの観点かコンテンツ配信の設計指針と設計手法を提案する。その上で、提案設計手法に基づき配信内容を試作し、学習者に実際に配信する実証実験を行う。また、コンテンツの利用状況と事後アンケート調査によって、提案設計指針の実践可能性について議論する。

本稿では、提案する SNS 配信コンテンツの設計指針、試作したコンテンツ、及び実験結果を報告する。

2. SNS を活用したコンテンツ配信における動機づけ設計指針の提案

本研究では、インストラクショナルデザインにおける動機付け設計理論の ARCS モデルに基づき、初修中国語における SNS を利用した定期的なコンテンツ配信による動機づけの設計指針を提案する。

2.1 事前アンケート調査結果に基づく基本方針

日本の大学における初修中国語ブレンディットラーニングにおいて、中国語学習に SNS を通じて配信を行い、高い動機づけを与えられるコンテンツの設計指針を明らかにするために、実際に大学で開講されている中国語授業の一つのクラスで学習者を対象にアンケート調査を行い、学習者の学習への意識、SNS の利用状況、及び SNS の利用に対する意識を調査した。今回、この調査結果に基づき、表 1 に示す形で配信コンテンツの作成、配信の基本方針を決定した。

2.2 ARCS モデルに基づく教材動機づけ設計指針の作成

ARCS モデルは教材の設計過程において動機づけの問題に取り組むことを援助するために、注意・関連性・自信・満足感の 4 要因の枠組みと動機づけ方略、並びの動機づけ設計の手順を提案したものである。また、四つの分類それぞれはさらに、主要な学習意欲の変数

表 1 アンケート調査に基づく SNS 配信コンテンツの基本方針

設計項目	基本方針
内容	中国語会話など実践的な内容、中国文化や社会に関する内容が期待されている。一方で、授業内容及び学習者のレベルにも配慮して内容を決定する必要がある。
形式	音声・画像・ビデオなどの様々な形で中国語を接触する方法が期待されている。しかし、実際の授業外で用いる教材設計としては、形式の豊かさのみを考えるのではなく、学習者にあまり混乱させないように、分かりやすい設計の考慮も必要である。
分量	一週間に 30 分以内の容量にコントロールするのが望ましい。
配信手段	インターネット上のビデオ配信サービス・インターネット上の SNS・チャットによるグループ間コミュニケーションツール・LINE の公式アカウントなどの PUSH 通知サービスが期待されている。その中、PUSH 通知サービスの利用が期待されるが、あまり負担をかけないように容量や頻度への配慮も必要だと考えられる。

表 2 SNS 配信コンテンツのための ARCS モデルに基づく動機づけ設計指針

ARCS モデル		SNS 配信コンテンツのための ARCS モデルに基づく動機づけ設計指針 (*印で示す設計指針は主たる指針)	
注 意	A1 知覚的喚起	1. 配信方法*	学習者に注意を引くために、PUSH 方式で通知を送るとともに、通知内容の時系列での提示を入れるなど多様な確認方法を提供する。
		2. 画面設計*	わかりやすい組版，印象的なイラストによって設計する。
	A2 探究心の喚起	3. 配信内容特徴*	内容の新奇性，即時性，オリジナル性を重視する。
		4. トピック特徴*	できるだけディスカッションでき，新しい知識やスキルを解決できるようなトピックを提供する。
	A3 変化性	5. 内容の多様性	毎回違うテーマや内容を発信する。
		6. 形式の多様性	内容情報を文字，音声，画像，ビデオなど多様な形で提供する。
		7. 配信方法の多様性	学習者の多様な学習スタイルに適應する多様な配信方法を提供する。
関 連 性	R1 目的指向性	8. 動機付け*	中国文化，社会に関するコンテンツ配信を通して，中国語学習への動機づけを高める。
	R2 興味との一致	9. 学習者の興味関心*	学習者の興味関心を参考して話題を選択する。
	R3 親しみやすさ	10. 授業との関連*	授業の内容と関連付ける内容を設計する。
		11. 一休みとの関連*	授業中約5分の「一休み」の内容と関連付ける内容を設計する。
		12. 実生活との関連*	普段の生活と関連付ける内容を設計する。
		13. 配信者	親しみがある配信者による配信する。
		14. 配信者の語り口調	親しみがある口調や言葉遣いで配信コンテンツを作成する。
15. ユーモア	配信内容にはユーモアが入り交じる。		
自 信	C1 学習要求	16. 話題と概要の提示	配信内容では先に話題と概要を明確に説明する。
	C2 成功の機会	17. 分量*	フォローしやすい分量で，明確にまとまりのある内容を設計する。
		18. 難易度*	学習者に適切な挑戦レベルの内容を設計する。
		19. インプット中心*	初級レベルのため，ほぼインプット中心として設計する。
	C3 コントロール の個人化	20. 視聴の時間・場所*	時間・場所を問わず視聴可能。
21. 質問可能*		直接質問することはできる。	
満 足 感	S2 外発的な報酬	22. 称賛と励まし	肯定的なコメントや励ましの言葉を入れ，ゴール達成についての肯定的な感情を反映させる。

に基づいた下位分類を持つ。下位分類は明らかになった特定の問題に対する適切な動機付け方策を立案する際に役立つものである⁽²⁾⁽³⁾。

ARCS モデルは、これまでの外国語教育における動機付け研究にも使われてきている。例えば、趙らは、ARCS モデルに基づきブレンディッドラーニング用 e ラーニング教材設計指針を作成し、その実践可能性も確認できた⁽⁴⁾。しかし、この e ラーニング教材は主に PC を活用した授業後の復習ドリル教材である。これに対し、本研究では学習対象言語の背景知識と関連する各種コンテンツの SNS を利用した定期的な配信による動機づけ設計指針を作成することを目標とする。従って、ここでは、事前アンケート調査からの提案を踏まえ、ARCS モデルの 4 要因及び 12 の下位分類を枠組みとしつつ、SNS を活用した e ラーニング教材に適用可能な方略を選択し、動機付け設計指針を作成した(表 2)。また、本教材は成績と関係する強制的な学習教材ではなく、あくまで学習動機を高めることを主たる目的とした比較的インフォーマルな教材であるため、ARCS モデルの「注意・関連性・自信」を中心に基づいて作成した。

3. 設計指針に基づくコンテンツの作成

上記の設計指針に基づいて配信コンテンツを作成してみた。

配信手段として、学習者の注意を引くために、学習者に広く普及する SNS ツールの 1 つである LINE に向けて情報配信できる LINE@を通じて、主にその PUSH 機能とタイムライン機能を利用してコンテンツを配信している(指針「1.配信方法*、7.配信方法の多様性、8.動機付け*、20.視聴の時間・場所*、21.質問可能*」)。

配信頻度については、週に一回、一回 10 分ぐらいのいくつかある内容を、TA として LINE@アカウント「中国語 at TOHOKU」を通じて、学習者にコンテンツ配信を行った。(指針「8.動機付け*、13.配信者、17.分量*、18.難易度*」)。

形式については、主に文字、音声、画像、ビデオの形で設計している。また、情報の区切りを示すために、ポスターの形でまとめたり、絵文字や空白などを使用

表 3 設計指針に基づく配信内容概要

配信日	配信コンテンツ
第 1 週目 2017/6/11(日)	就職活動に関する中国文化と中国語、中国語音楽
第 2 週目 2017/6/18 (日)	父の日に関する中国文化と中国語、中国語音楽
第 3 週目 2017/6/24 (土)	中国での人気バラエティ番組の紹介、宿題に関する内容
第 4 週目 2017/7/2 (日)	中国での人気ドラマの紹介、若者言葉、宿題に関する内容
第 5 週目 2017/7/8 (土)	授業内容と関連する若者言葉、一休みに関する補充内容、オリジナルビデオ
第 6 週目 2017/7/15 (土)	中国でのネットショッピングに関するニュースの紹介
第 7 週目 2017/7/22 (土)	中国語音楽 (カバー曲)
第 8 週目 2017/8/1 (火)	オープンキャンパスに関する内容

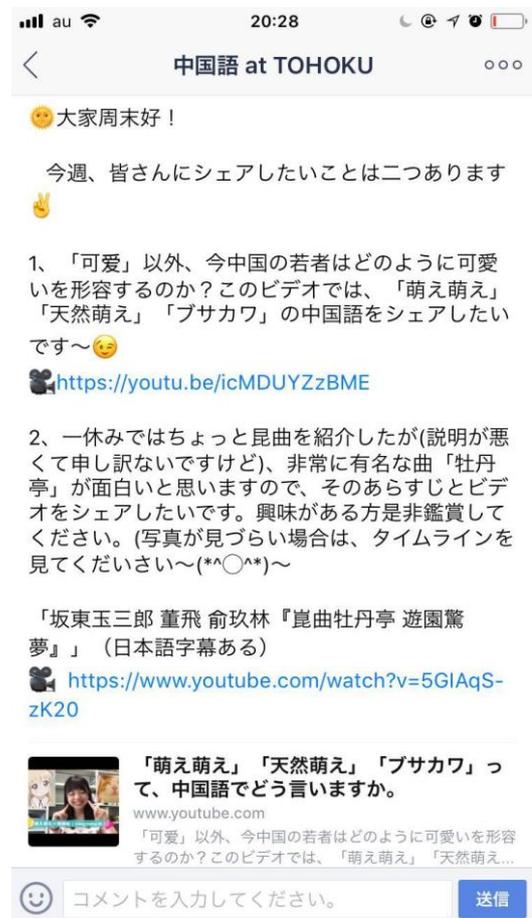


図 1 LINE@による配信コンテンツの具体例

したりすることにより、情報のかたまりを様々な方法で提示する(指針「2.画面設計*, 6.形式の多様性, 8.動機付け*, 17.分量*」).

LINE@アカウントによる配信は最初に試行錯誤しながら配信してみたため、上記の設計指針を定まって教材を作成し始めたのは6月11日であった。配信内容概要は表3のように設計している。(指針「3.配信内容特徴*, 4.トピック特徴, 5.内容の多様性, 8.動機付け*, 9.学習者の興味関心*, 10.授業との関連*, 11.一休みとの関連*, 12.実生活との関連*, 14.配信者の語り口調, 15.ユーモア, 16.話題と概要の提示, 18.難易度*, 19.インプット中心*, 22.称賛と励まし」). 例えば、図1は2017年7月8日配信したコンテンツの具体的なイメージであった。

4. 実証実験

本章では、上記LINE@による配信コンテンツを用い、実授業を対象に実証実験を行い、今回の設計指針に基づくコンテンツの実践可能性、並びに設計指針による効果を確認する。

4.1 実験対象と実験方法

今回の実験は、T大学平成29年度初修中国語授業として開講される週2コマのうち、1コマ分第2著者が担当する法学部の1クラスを対象とした。実験対象者数は40人である。

実験では、6月1日から8月4日まで、作成したコンテンツを週1回主に週末に配信し、その利用状況を

観察した。具体的には、LINE@アプリ自体が付いている「統計情報」という機能のデータ「PV (Page Views)」を参考に、コンテンツが閲覧された回数を通して利用状況を確認することとした。その上、実験終了前の8月2日に、匿名アンケート調査を行い、配信したコンテンツに関する感想や学習意欲を明らかにした。

4.2 実験結果

4.2.1 LINE@の利用状況

今回のコンテンツのフォロワーは、実験対象外の者を含め、全部で58人であった。

図2に八週間の配信コンテンツごとのPVを示す。全体的に、前半のPVは高く、その変動も大きいに対し、後半のPVは低く、変動が小さいことが確認された。

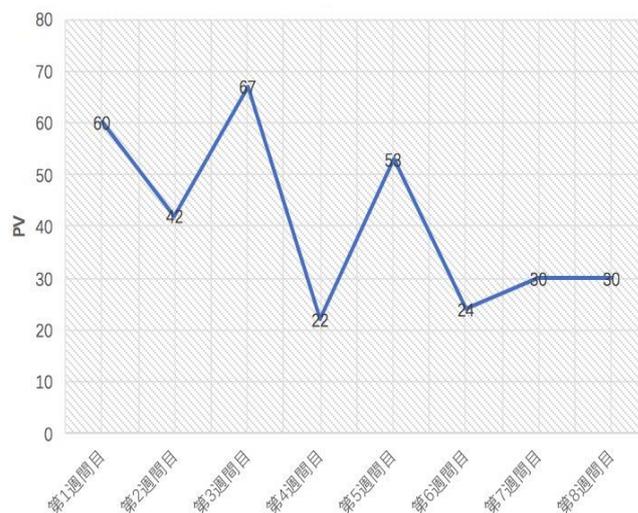


図2 配信コンテンツごとのPV

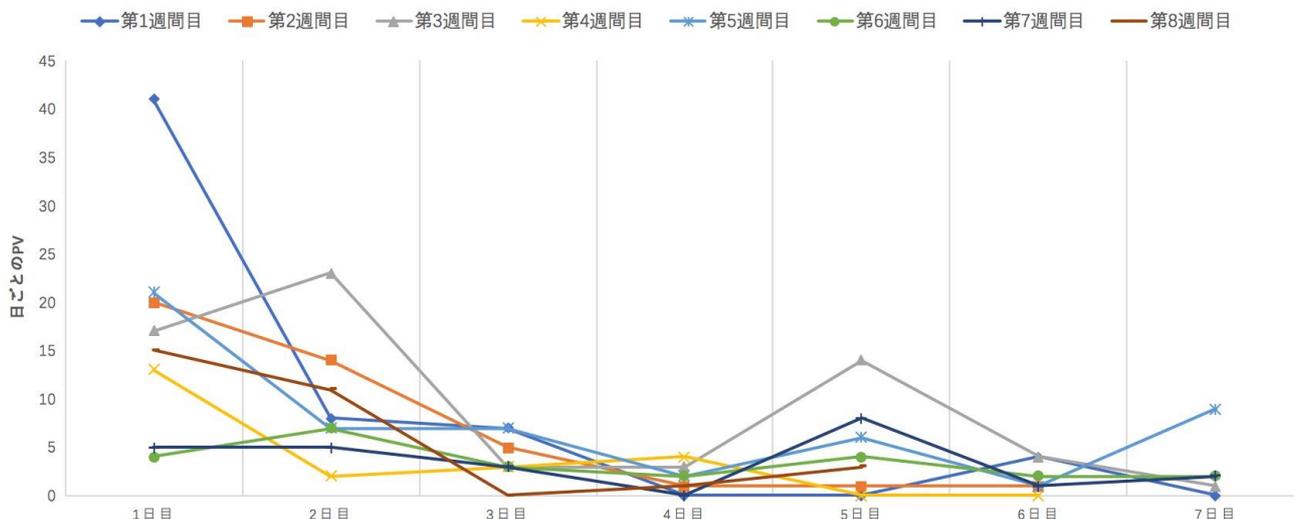


図3 日ごとのPV

図3に各週におけるPVの日ごとの遷移を示す。全体的に、多くの学習者はメッセージが来た時コンテンツを見る傾向があり、また、授業日(水曜日)のPVも比較的に高いことが確認できた。

4.2.2 アンケートの結果

以下にアンケートの回答結果について述べる。まず、普段トークから配信コンテンツのメッセージを見る学習者が最も多く、76%となっており、その中、半分以上の学習者は時間がある時に少しずつメッセージを見たときと回答していた。また、97%の学習者が一回の配信を見る時間は15分未満で、そのうち、79%の学習者が5分未満となっていたことも確認された。

また、週に一回の配信頻度に関して、「ちょうどいい」と答えた学習者は79%であった。一回の配信内容の量について、「ちょうどいい」と答えた学習者は84%であった。配信された内容が分かりやすいと答えた学習者は半分以上をこえ、84%であった。76%の学習者は配信されたコンテンツの形式について今の形式のままでいいと思っている。メッセージを見た時、面白そうだと感じた学習者は79%であった。そのうち、内容が面白かったと思う学習者は一番多く、50%を占め、話題が面白かったと感じた学習者は42%であった。配信された内容の中で、学習者が一番興味を持った内容は中国で最近流行っている文化に関する内容で、74%の学習者を占めた。授業の「一休み」のコーナーと関連した内容に興味を持った学習者が次に多く、34%であった。

配信内容を見て、中国の文化や社会に関して更に知りたいと思っている学習者は89%を占め、中国文化・社会への理解に役立ったと感じた学習者は74%を占めた。中国語を更に勉強したいと思っている学習者は71%を占め、中国語の学習に役立ったと感じた学習者は63%を占めた。しかし、LINE@アカウント「中国語 at TOHOKU」をフォローして、定期的な配信があったことで、学習習慣をつけるのに役立ったと感じた学習者は29%しかいなかった。来学期も中国語の授業を受けるなら、続けてLINE@アカウント「中国語 at TOHOKU」をフォローしたい学習者は71%であった。

4.3 考察

LINE@の利用状況、及び事後アンケートの結果から、今回学習動機付けを目的としたSNS配信コンテ

ンツの設計指針に基づく教材に対する学習者の利用状況と評価を確認するとともに、この設計指針の実践可能性について議論する。

配信方法について、学習者はメッセージを見る方式とタイミングから、LINEのPUSH機能を利用した配信方式の有効性があると考えられる。また、多様な配信方法は学習者多様な学習スタイルに合わせ、効果的に高い確率で学習者の注意を引くことも可能である。また、配信した後、初日以外に授業日(水曜日)のPVは比較的に高いことから、逆に授業からの動機付け効果も見られた。これにより、指針「1.配信方法*、7.配信方法の多様性、20.視聴の時間・場所*、指針21.質問可能*」による効果が予想される。

配信頻度と分量について、週に一回の配信程度、及び一回15分以内の分量がちょうどいいと思っている学習者は多い。また、半分以上の学習者は時間がある時に少しずつメッセージを見たことから、達成感と自信を与えるために、一回の配信内容を幾つか小さな単位に分けた方が望ましい。つまり、指針「17.分量*、18.難易度*」による効果が予想できる。

配信内容の形式について、基本的に文字・音声・画像・ビデオがある多様な形式で良いと考えられる。ただ、形式より内容の方が重要なため、ここでわかりやすい組版を前提として、配信内容に合う多様な形式のバランスを取ることが必要と考えられる。すなわち、指針「2.画面設計*、6.形式の多様性」による効果が期待される。

配信内容について、中国で最近流行っている文化に関する内容、及び授業の「一休み」のコーナーと関連した内容に興味を持った学習者が多いといった結果から、内容の新奇性・即時性・関連性が重要だと考えられる。また、ディスカッションできるトピックも学習者の探究心を喚起することが可能であることから、配信内容の候補となり得る。配信された内容が分かりやすいと感じた学習者は84%を占めたことから、自信を与えるために、内容の難易度も考慮しながら、初心者向けのインプット中心として設計した方が望ましい。すなわち、指針「3.配信内容特徴*、4.トピック特徴、5.内容の多様性、9.学習者の興味関心*、11.一休みとの関連*、12.実生活との関連*、16.話題と概要の提示、18.難易度*、19.インプット中心*」による効果が予想され

参 考 文 献

る。

全体から見ると、LINEでの配信内容を見て、大部分の学習者は中国語・中国文化・社会への理解と学習意欲が向上したと感じたことから、「指針8.動機付け*」の効果が見られたと言える。しかし、定期的な配信によって学習習慣をつけるのに役立ったと感じた学習者は29%しかいなかったことから、LINEを通じた定期的な配信のみで、学習習慣をつけるのは困難であることも分かった。

以上により、今回のARCSモデルに基づき、学習動機付けを目的としたSNS配信コンテンツの設計指針の実践可能性が期待できる。

その他、設計指針は配信実験を行いながら修正してきているため、まだ明確になっていない指針が課題となった。また、LINE@の利用状況と事後アンケートから確認できなかった指針がある。例えば、「指針14.配信者の語り口調」。でも、配信者の価値判断、語り口調など主観的なものによる影響も重要な要素と感じた。

5. まとめ

本研究では、大学初修中国語学習者の中国語学習への意欲の向上を図るため、ARCSモデルに基づき、SNSを利用した定期的なコンテンツ配信・通知による動機づけの設計指針を提案し、さらに設計指針に基づき配信内容を試作し、学習者に実際に配信する実証実験を通して効果を確認した。LINE@の利用状況、及び事後アンケートの結果から、学習者はLINEでの配信内容を見て、中国語・中国文化や社会への理解と学習意欲が向上したことが確認でき、本設計指針の実践可能性が期待できる。

今後は、更に実践を積み重ね、本設計指針の有効性を検証し改善を図るとともに、大学初修中国語教育における学習動機付けを目的としたより効果的なSNS配信コンテンツの開発を目指したい。

謝辞

本研究の一部は、JSPS 科研費（15K01012, 15K02709, 17K01070）による。

- (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(＜特集＞実用的eラーニング環境の構築と運用)”,教育システム情報学会誌, Vol.29, No.1, pp.49-62(2012)
- (2) John M. Keller: “Motivational Design for Learning and Performance: The ARCS Model Approach”, Springer (2009)
- (3) John M. Keller (著), 鈴木克明 (監修, 翻訳): “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 (2008)
- (4) 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, Vol.31, No.1, pp.132-146 (2014)

学習者の読み書き頻度に基づいた 英語スピーキング学習支援システム

青木開生, 鷹野 孝典

神奈川工科大学 情報学部 情報工学科

An English Learning System for Speaking Practice based on Frequency of Lerner's Reading and Writing

Kaisei Aoki, Kosuke Takano

Department of Information and Computer Sciences, Faculty of Information Technology,
Kanagawa Institute of Technology

This study presents an English-speaking learning system for non-native English people who can read and write English but have an awareness of being not good at speaking and listening to. The feature of our proposed system is that our system can provide English sentences for the speaking practice to a learner based on frequencies of English words appeared in documents that the learner has read and written so far. By incorporating a method focusing on English speaking practice into usual English reading and writing experiences and learnings, a learner can primarily practice pronunciation of English words that are likely to be spoken in actual English conversation. In the experiment using a prototype system, we confirm the feasibility of our proposed system

キーワード: 発音練習, 英語学習, 英単語, 出現頻度, 英語音声認識, e-Learning システム

1. はじめに

グローバル化に伴う英語を用いたコミュニケーション機会の増加とともに、英語で聞く、話すといったコミュニケーションスキルの修得が益々重要になりつつある。これまでに効果的な英語学習環境の実現を目的として、e-Learning システムを利活用したものも含めて、優れた学習教材や有用な教授方法が提案・開発されているものの、依然として英語で聞くこと、話すことに苦手意識を持つ日本人が多いと言われている⁽¹⁾。

英語での読み書きがある程度できるものの、聞く話すことが苦手な理由としては、適切な指導者や練習機会の不足、継続性の欠如といった学習環境・姿勢による問題点に加えて、日本人特有のカタカナ英語読みになってしまう、日本語の発音にない音素を聞き取れない、英語の発音における正しい舌の動きが理解できていない、日本語発音で黙読する習慣がついてしまっているために英語発音に転換することが困難である等、

様々な要因が挙げられる。これらの要因は、適切な発音練習の繰り返しで克服可能であると考えられるが、大きな労力と時間がかかる場合が多い。本研究では、英文の読み書きはできるが、会話中に簡単な単語が思いつかない、または、単語を知っていたとしても発音に通じないといった経験を持つ等、話すことに苦手意識のある学習者を対象として、音声認識機能を活用した英語スピーキング学習システムを提案する。本システムの特徴は、学習者がこれまでに読み書きした英文中に含まれる英単語の出現頻度に基づいて、発音練習する対象となる英文を提示する点にある。普段の英語の読み書き経験・学習において、正しい英語発音を意識した学習を導入することにより、学習者は、英会話において実際に発話する可能性が高いと考えられる英単語の発音を優先的に練習することができる。

2. 関連研究

日本人の多くが英語で話す能力の不足を感じているとされ、その学習支援を目的とした e-Learning システムが数多く開発・提案されている。野本らは従来の英語発音指導の問題点として、指導者の立場から、授業時間数が少ないこと、コミュニケーション重視の英語教育の中において発音指導を行っていくこと、とりたてて発音を指導する必要はないと考えている教員がいること、発音の指導法がわからない教員がいること、の4点を挙げている⁽¹⁾。また、野村らは英語教育の専門家ではない工学専門教員であっても容易に英語教育を実現することを目的として、意識を通してより自然な日本語への翻訳を目指す機能、および発音記号に準拠した的確なスピーキングを目指す機能を実装した e-Learning システムを開発している⁽²⁾。また、竹野らは e-Learning システムを使用しての学習の際に日本語と英語の音声の弁別の仕方、特に母音の発音の違いをスピーキングとリスニングを通して認識させる英文の学習の重要性を述べている⁽³⁾。

これらに対して提案する英語スピーキング学習支援システムでは、学習者が英語でコミュニケーションを行う状況において、その場で発話する可能性の高い英単語を正しく発音できるようになることを目指して、既に読み書きした英文中の英単語の出現頻度に基づいて、発音練習用の英文を提示する機能を組み込んでいる点に特徴がある。

3. 提案システム

提案システムの概要を図1に示す。本システムは、(1) 学習者の英文読み書き履歴において出現した英単語頻度算出機能、(2) 英語例文出題機能、(3) 発音正誤判定機能より構成される。提案システムでは、学習者がこれまでに読み書きした Web 記事、論文原稿、配布資料、プレゼンテーション資料等を対象として英文を抽出し、英文中に含まれる英単語の出現頻度に基づいて、例文データベースから発音練習用の例文を学習者に提示する。学習者が発音した内容は、音声認識機能を用いてテキスト化され、正解文章と照らし合わせることで、正誤判定される。

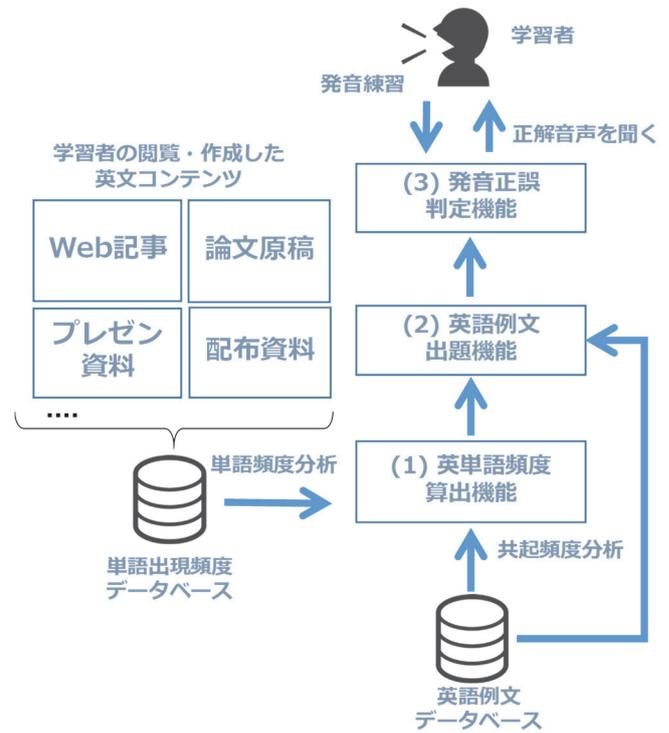


図1 提案システムの概要図

3.1 英単語頻度算出機能

学習者の英文読み書き履歴において出現した英単語頻度算出機能は、下記の手順により実現される。

- Step-1: 学習者がこれまでに読み書きした英語文書 $d_1, d_2, d_3, \dots, d_n$ を選択し、英文を抽出する。
- Step-2: Step-1 で英文から英単語群を抽出する。その際、各英単語はステミング処理を行い、単数形や原形に変換される。また、冠詞や代名詞等の不要語は、ストップワード（表1）として削除される。
- Step-3: 各文書に出現した英単語 t の出現回数の和に基づいて、英単語 t のスコア $Score(t)$ を算出する。

$$Score(t) = \frac{\sum_{i=1}^n TF(t, d_i) \times W_1^{t, di}(c) \times W_2^{t, di}(s)}{N}$$

ここで、 N は学習者が読み書きした英文コンテンツ中に出現する英単語の総数である。

また上式では、英単語 t が出現した文書形式 c に応じた重み $W_1^t(c)$ 、および、各文書を学習者自身が作成した／他者が作成したといった状態 s に応じた重み $W_2^t(s)$ をかけている。例えば、Web 文書の英文よりも、プレゼンテーション資料の英文に重点を

置きたい場合、 W_1' (Web 文書)=1, W_1' (プレゼンテーション資料)=2 のように設定する。また、学習者自身が作成した英文に重点を置きたい場合は、 W_2' (自身が作成)=2, W_2' (他者が作成)=1 のように設定する。

表 1 ストップワードの例

'a', 'an', 'the', 'i', 'my', 'me', 'mine', 'you', 'your', 'yours', 'we', 'our', 'us', 'he', 'his', 'him', 'she', 'her', 'hers', 'they', 'their', 'theirs', 'it', 'its', 'this'

3.2 英語例文出題機能

英語例文出題機能は、下記の手順により実現される。

- Step-1: 例文データベースから英文 e_i を選択する。
- Step-2: 英文 e_i に含まれる全ての単語 t について、英単語頻度算出機能によりある学習者 u に対して算出した $Score(t)$ を抽出する。
- Step-3: 英文 e_i について、英文スコア $SentenceScore(e_i)$ を、英単語スコア $Score(t)$ の和として算出する。

$$SentenceScore(e_i) = \sum_{t \in e_i} Score(t)$$

- Step-3: 英文スコア $SentenceScore(e_i)$ に応じて英文をランキングし、英文スコアの上位である英文から発音練習用例文として、学習者 u に出題する。

3.3 発音正誤判定機能

問題英文 E に対して、学習者が発話した内容を音声認識機能が返した英文 F とする。英文 E と英文 F の照合を行い、英文発音の正答率 r を算出する。英文 E に含まれる単語数を $\#E$ 、正解した単語数を $\#correct$ とすると、下記式のように計算される。

$$r = \frac{\#correct}{\#E}$$

4. プロトタイプシステム

図 2 にプロトタイプシステムの概要図を示す。本プロトタイプシステムは、Web ブラウザから利用可能な Web アプリケーションとして構築した。ユーザインタ

ーフェースは、PC からの利用だけではなくスマートフォンやタブレット端末からの利用も想定して設計した (図 3, 図 4)。

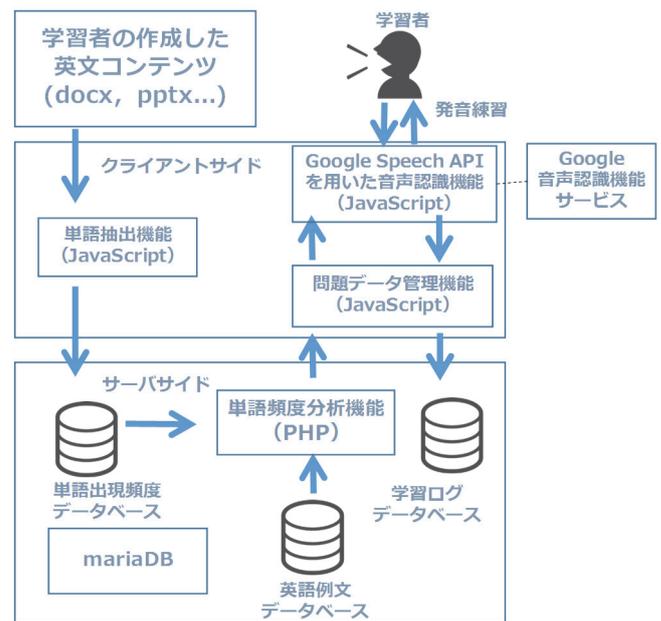


図 2 プロトタイプシステムの概要図

学習者がこれまでに読み書きした英文中に含まれる英単語の出現頻度を計算するために、学習者の作成したコンテンツ分析機能を JavaScript で実現した。本機能は、学習者がアップロードしたマイクロソフト Office 形式のワードファイル (docx) やパワーポイントファイル (pptx) から、自動で英文データを抽出し、英単語の出現頻度を計算することができる。また、発音練習用の例文データベースには、学术论文によく用いられる英文がまとめられたテンプレート集である Academic Phrasebank⁽⁴⁾ に掲載されている 560 個の英語例文、およびビジネスや一般的なマナーを考慮した英語例文集サイトである英借文ドットコムに掲載されている 261 個の英語例文を用いて構築を行った。なお、データベース管理システムとして MariaDB を用いた。

学習者による英文発話の正誤判定を行うために、音声認識 API である Google Speech API を適用した。学習者の発話から認識された英文文字列と正解データを照合することで正確判定を行っている。また、学習者の発話内容や正誤判定結果等の学習履歴は、学習履歴データベース上に記録される。

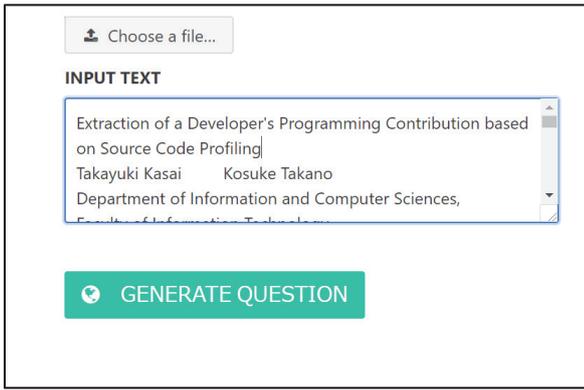


図 3 英文コンテンツ登録画面

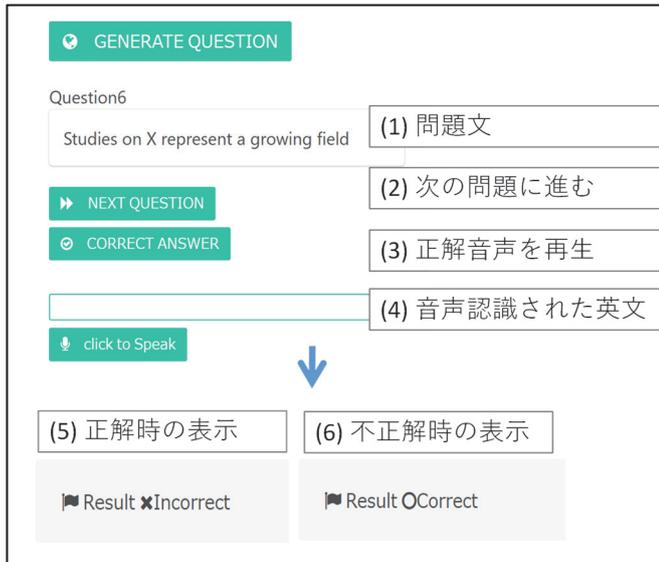


図 4 英語スピーキング練習画面

表 2 Academic Phrasebank に収録されている英文例

	英語例文
1	Approximately half of those surveyed did not comment on ...
2	The incidence of X has been estimated as 10% ...
3	The average of 12 observations in the X, Y and Z is 19.2 mgs/m ...
4	The number of Xs reached a peak during ...

表 3 英借文ドットコムに収録されている英文例

	英語例文
1	The company also plans to address a number of key issues including a focus on overseas production and procurement capabilities.
2	Investigation committee has released a draft of preventive actions to address the problem of the "sick house" syndrome.
3	Licensing agreement will need an assignment clause to address this possibility.
4	Sorry for the delay in my response, however my contact in Sony is travelling and will not be able to respond until late next week.

5. 実験

4 章で示した提案システムのプロトタイプを用いた実験により、提案システムの実現可能性を検証する。

5.1 実験環境

5 名の学習者を対象とした実験を行う。各学習者がこれまでに読み書きした英文コンテンツとして、Microsoft ワード文書で作成されたものを利用した。各学習者の英文コンテンツの内容を表 4 に示す。今回の実験では、英文コンテンツは全て学習者自身が作成した Microsoft ワード文書であるため、文書形式に応じた重み $W_1'(c)$ 、および、各文書を学習者自身が作成した/他者が作成したといった状態に応じた重み $W_2'(s)$ はともに 1 を設定した。

表 4 学習者データ

学習者	英文の種類	単語数
A	学術論文	1719
B	学術論文	1753
C	学術論文	1373
D	日本茶と紅茶の解説	1391
E	自己紹介と学校施設の紹介	556

5.2 実験方法

表 4 に示す学習者を対象として、3 章で示した方式に従い、学習者の英文読み書き履歴において出現した英単語頻度に基づいてランキングされた英語例文の出題結果について考察する。

5.3 実験結果

各学習者の英文コンテンツから算出した英単語出現頻度の結果(上位 5 単語)を表 5~表 9 に示す。また、また、英単語出現頻度に基づいた、発音練習用の英文ランキング結果(上位 4 英文)を表 10~表 14 に示す。

表 5 の結果より、学習者 A の英文コンテンツからは、「デジタル」"かんばん"を利用したプロジェクト管理システムに関する「task」「Kanban」「digital」といった英単語のスコアが高く、頻出単語であることがわかる。さらに、表 10 の結果より、この英単語スコアに基づいて、学習者 A に対する発音練習用の英文として、「task」「digital」「applications」等の英単語を含んだ英文が上位にランキングされていることが確認できる。

学習者 B～学習者 E の英単語出現頻度の結果、および英文ランキング結果についても同様の考察ができる。

これらの結果は、学習者が提案システムを利用して、これまで読み書きした経験から、今後の英会話において実際に発話する可能性が高いと考えられる英単語の発音を優先的に練習することができる可能性を示している。

表 5 学習者 A の頻出単語

順位	単語	英単語スコア
1	task	0.0506
2	Kanban	0.0482
3	digital	0.0197
4	application	0.0139
5	smartphone	0.0139

表 6 学習者 B の頻出単語

順位	単語	英単語スコア
1	image	0.0650
2	sketch	0.0422
3	color	0.0359
4	search	0.0171
5	sample	0.0245

表 7 学習者 C の頻出単語

順位	単語	英単語スコア
1	developers	0.0407
2	software	0.0407
3	performance	0.0174
4	code	0.0174
5	source	0.0160

表 8 学習者 D の頻出単語

順位	単語	英単語スコア
1	tea	0.0791
2	from	0.0179
3	leaves	0.0143
4	that	0.0122
5	green	0.0122

表 9 学習 E の頻出単語

順位	単語	英単語スコア
1	food	0.0233
2	from	0.0179
3	snow	0.0179
4	japanese	0.0161
5	Niigata	0.0143

表 10 学習者 A の英文ランキング結果

順位	英文
1	Women are slower than men at certain precision manual <u>tasks</u> , such as ...
2	to complete two <u>tasks</u> .
3	The data were recorded on a <u>digital</u> audio recorder and transcribed using a ...
4	has several practical <u>applications</u> . Firstly, it points to ...

表 11 学習者 B の英文ランキング結果

順位	英文
1	A <u>search</u> of the literature revealed few studies which ...
2	Notwithstanding the relatively limited <u>sample</u> , this work offers valuable insights into ...
3	Although the current study is based on a small <u>sample</u> of participants, the findings suggest ...
4	The lack of X in the <u>sample</u> adds further caution regarding the generalizability of these findings.

表 12 学習者 C の英文ランキング結果

順位	英文
1	Part of the aim of this project is to <u>develop</u> software that is compatible with ...
2	Part of the aim of this project is to develop <u>software</u> that is compatible with ...
3	The experiments were run using custom <u>software</u> written in...
4	Semi-automated genotyping was carried out using X <u>software</u> and ...

表 13 学習者 D の英文ランキング結果

順位	英文
1	In 1972, a perennial herb "stevia" was introduced to Japan from Paraguay to manufacture a natural sweetener.
2	I am writing to inform you that I shall be leaving New York at the end of this month to assume a new assignment for International Planning Division, Gebew Corporation in Tokyo.
3	We hope to hear from you shortly.
4	I am glad (pleased, happy) to learn (know) from your letter (fax, email) of May 1 that you have been promoted to Manager in your department.

表 14 学習者 E の英文ランキング結果

順位	英文
1	This week in the Red Coach Restaurant, we are featuring a wide selection of fresh oyster and sea food .
2	Food processors should place food security above profit.
3	In 1972, a perennial herb "stevia" was introduced to Japan from Paraguay to manufacture a natural sweetener.
4	We hope to hear from you shortly.

おわりに

本研究では、学習者がこれまでに読み書きした英文中に含まれる英単語の出現頻度に基づいて、発音練習する対象となる英文を出題する音声認識機能を活用した英語スピーキング学習システムを提案した。また、提案システムのプロトタイプを用いた実験により、提案システムの実現可能性を確認することができた。

今後の予定として、単語の出現頻度のみではなく、単語の共起頻度に基づく関連度により、発音練習用の英語例文を抽出する機能、および、学習者が読み書きした英文コンテンツを網羅的に抽出し単語出現頻度データベースに格納する機能等についてのシステム拡張を行っていくことを検討している。さらに、提案システムを用いた英語スピーキング学習の効果を測定するために、中長期的な授業計画に沿った実証実験を継続的に実施していくことも今後の課題として挙げられる。

参考文献

- (1) 野本尚美, 平塚紘一郎: “e-Learning を用いた英語発音指導システム”, 仁愛女子短期大学研究紀要, No. 47, pp. 17-21 (2015)
- (2) 野村 由司彦, 坂本 良太: “発音, 逐語訳, 意識を重視した英語教育をサポートする e-Learning システム”, 工学教育, Vol.56, No.6, pp. 96-101 (2008)
- (3) 竹野純一郎, 学松田雅子, 学南津佳広, Judith Mikami: “音声訓練とオリジナル・スピーキングテストサイトの開発”, 中国地区英語教育学会研究紀要, Vol.46, pp.131-140 (2016)
- (4) John Morley: “Academic Phrasebank”, The University of Manchester (2017)
- (5) 英借文ドットコム: <http://www.eishakubun.com/>, (2017.11.28 訪問)

数式検索システムを応用した学習項目 ならびに公式抽出機能の実装

粥川 佳哉^{*1}, 宮崎 佳典^{*2}

^{*1} 静岡大学情報学部

^{*2} 静岡大学大学院情報学領域

Extraction of Mathematical Concepts and Formulas as Application of Math IR System

Yoshiya Kayukawa ^{*1}, Yoshinori Miyazaki ^{*2}

^{*1} Faculty of Informatics, Shizuoka University

^{*2} Graduate School of Informatics, Shizuoka University

数式には、分数や行列などといった、記号が水平に並ばない構造が存在する。このような数式を計算機上で表現するデータ形式として MathML や TeX などが挙げられる。これらのデータ形式の普及に伴い数式のデータが蓄積され、数式に対する検索技術の必要性が高まっている。これに対し、我々は数式を計算機上で表現するデータ形式の一つである MathML Presentation Markup に着目し、正規表現を用いた数式検索システムを開発してきた。同システムの応用として、学習支援の側面から学習項目抽出機能の実装にも着手し、学習者にとって初見の数式に対し数式理解のヒントや指針を与える機能をシステムに追加する。さらに、事前に登録した公式情報から公式名のみで数式を検索する機能の実装についても触れる。

キーワード: 数式検索, 学習支援, 学習項目, 公式, MathML

1. 導入

数式には、分数や行列などといった、記号が水平に並ばない構造が存在する。こうした構造を含めた数式を計算機上で表現するデータ形式として MathML(1) や TeX などが挙げられる。また、これらのデータ形式の普及に伴い数式データが蓄積されたことで、数式に対する検索技術の必要性が高まっている。ただ、構造が複雑なだけに検索システムそのものも複雑になり、さらにクエリを入力する側も数式入力是一般に困難になる。先行研究として、宮崎らは MathML のタグセットの 1 つである MathML Presentaion Markup に着目し、正規表現を用いた数式検索システムを開発してきた(2)。また同時に (2) ではシステムの応用として、数式に含まれる学習項目を抽出する機能も実装してき

た。学習者が初めて見る数式に直面した場合、この機能を用いることで何を学習すればその数式を理解できるのかを知ることができる。これは学習支援システムとしての利用の糸口になると考えられる。一方で、(2) における学習項目抽出機能は、実装が行列に関連した学習項目を中心に実装されており、抽出可能な学習項目は非常に限られていた。よって本研究では、教育支援の観点から、先行研究で開発された学習項目抽出機能付き数式検索システムに対し、学習項目の抽出範囲の拡大を目指す。また、学習項目抽出機能の適用例として新たに、公式検索機能の実装を行う。これは、事前に登録した定型の公式情報から、公式名を与えることでその公式を含む(あるいは公式そのものの)数式、あるいはその公式を用いて数式変形している個所を検索する機能である。または、ある数式変形がその公式

を適用したものである場合、それを学習者に提示することができる。一般に、学習テキスト中における式変形の根拠や元になる概念は必ずしもテキスト内に明示されるわけではなく、本機能はテキストを理解するための一助にもなり得ると考えられる。

2. 数式検索システム

本研究で扱うシステムは、現在 Firefox のバージョン 49.0.2 上で動作し、MathML Presentation Markup で記述された数式を対象に検索を行うものである。MathML Presentation Markup はタグを用いて記号の配置を指定できるタグセットである。例として、mi 要素は識別子、mo 要素は演算子、mn 要素は数を表す。また、MathML データは入れ子構造を持っており、入れ子の外側を親、内側を子とすることで木構造として表現することができる。例として、 $(\frac{x}{2})^2$ の MathML Presentation Markup のデータと、そのデータを木構造として表現したものを表 1 に示す。なお、左側が MathML Presentation Markup のデータ、右側がそのデータを木構造で表現したものである。

表 1 $(\frac{x}{2})^2$ の MathML データと木構造による表現

<code><math></code>	math
<code><msup></code>	└─msup
<code><mfenced></code>	├─mfenced
<code><mfrac></code>	└─mfrac
<code><mi>x</mi></code>	└─mi/x
<code><mn>2</mn></code>	└─mn/2
<code></mfrac></code>	└─mn/2
<code></mfenced></code>	
<code></msup></code>	
<code></math></code>	

なお、mfenced 要素はその子を括弧記号で囲むための要素、mfrac 要素は第一の子を分子、第二の子を分母として記号を配置する要素である。数式検索システムで MathML Presentation Markup を扱うためには、データのゆらぎを解消する必要がある。データのゆら

ぎとは、MathML Presentation Markup において同一の数式を表すデータが一意に定まらないことを指す。例として、mi 要素に関するものが挙げられる。mi 要素は複数の文字を子に持つことが可能であるため、例えば正弦を表す sin を MathML Presentation Markup を用いて表したい場合には、

`<mi>sin</mi>`

や

`<mi>s</mi><mi>i</mi><mi>n</mi>`

といった複数種類の記述が考えられ、この性質はデータのゆらぎの原因となる。こういったゆらぎを解消するため、著者らが開発している数式検索システムでは、正規化処理を行うことで数式の表現を統一している。また、クエリ内に正規表現を許すことで曖昧検索機能を実現している。検索の結果、一致した部分をハイライト表示または置換を行うことが可能である。

数式検索システムの入力インターフェースを図 1 に示す：

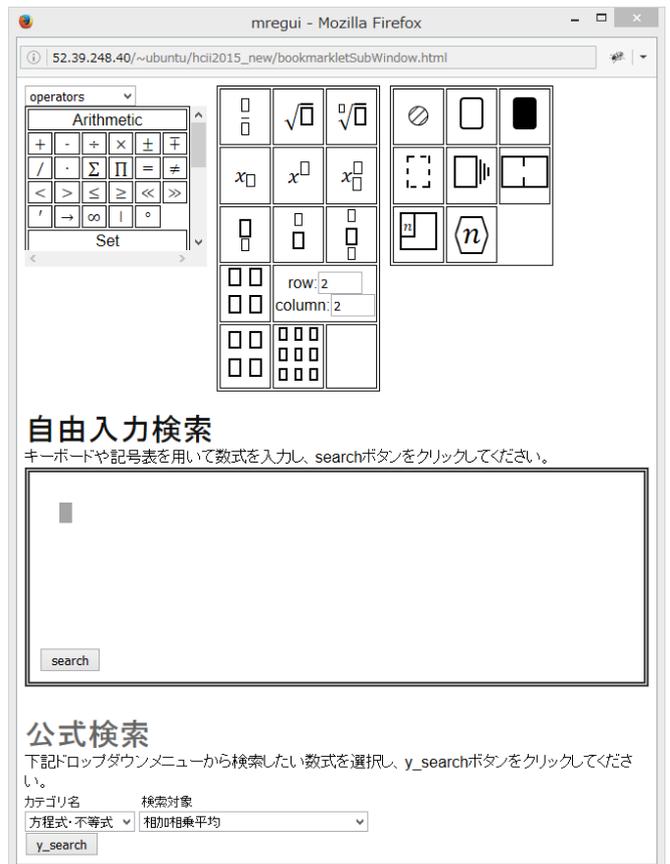


図 1 数式検索システムの入力インターフェース

インターフェース下部「自由入力検索」内に、クエリ用数式を入力する。上部には数学記号、数学特有の構

造あるいは正規表現入力パレットが配置されている。左上の記号群は数学で用いられる記号がまとめられており、クリックすればその記号が入力される。中央のアイコンは分数や上下付き文字、行列といった数式の構造を記述するためのものである。右上の8つのアイコンは正規表現に関わるもので、表2に各アイコンの詳細を示す。

表2 正規表現一覧

	任意の1文字		内部入力文字のいずれか		内部入力文字以外
	内部の文字列と最大1回マッチ		入力文字列の1回以上の繰り返し		仕切りごとの入力文字列のいずれか
	後方参照用のラベル (n)		n(番)を後方参照		

ユーザーは図1上部のパレット内の要素を自由に組み合わせることで、複雑な曖昧検索を実現することが可能となっている。クエリを作成し終えた後に search ボタンをクリックすることで数式が検索されることとなる。

一例として、“相加・相乗平均の式”を検索したい場合を考える。

図2 自由入力検索の入力例（相加・相乗平均）

図2が“相加・相乗平均の式”である。表2より、が任意の1文字、が入力文字列の1回以上の繰り返しのため、は任意の文字列（数式）を表す。これに後方参照用に1番のラベルを割り振っている。同様に、これとは別に任意の文字列（数式）に2番のラベルを割り振っている。これが図2の左辺の分子で用いられている正規表現である。右辺は①で先ほどの1番を後方参照している。2番についても同様である。よってこの部分には左辺で用いられた2つの任意の数

式を表している。次にについて説明する。まず外枠のは“内部の入力文字列と最大1回マッチ”，つまり内部の文字列にマッチしてもしなくてもよい（する時は一度のみ）。その内側にあるのがであり、これは“内部入力文字のいずれか”を表す。その中に“×”と“・”があるため、“×”か“・”のいずれかと最大1回マッチすることを表す。以上をまとめ、は“×”か“・”が入るか、あるいは何も入らないことを示す。

2数a,bの乗算を表現する際には“ab”や“a×b”，“a・b”が用いられることが多いため、このような表記を用いている。つまり、図2は“ある数式（1番）とある数式（2番）を加算して2で割ったもの≧平方根（1番の数式と2番の数式の乗算）”となり、“相加・相乗平均の式”を表す。これは例えば、

$$\frac{a+b}{2} \geq \sqrt{a \cdot b}$$

や

$$\frac{x_1+x_2}{2} \geq \sqrt{x_1x_2}$$

や

$$\frac{1}{x^2+x+1} + (x^2+x+1) \geq \sqrt{\frac{1}{x^2+x+1} \times (x^2+x+1)}$$

などがマッチする。一方で、相加・相乗平均の式に式変形を施した、

$$a+b \geq 2\sqrt{a \cdot b} \quad \text{や} \quad \frac{a+b}{2} - \sqrt{a \cdot b} \geq 0$$

は現時点ではマッチしない。

3. 公式検索

上記で説明した数式検索システムは、表2の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、学習に有効と考えられる。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し、そのクエリをあらかじめ保存しておくことで、より容易にその公式の形を含んだ数式をユーザーに提示することができる。公式検索は、図1の下部にある「公式検索」から実行する。

以下に、現時点で登録されている公式一覧と、その公式のクエリ（表 3）を示す。

登録されている公式

- 三角関数（正弦，余弦，正接）に関する加法定理，倍角公式，半角公式
- 三角関数（正弦，余弦）に関する三倍角公式
- 三角関数の積和公式，和積公式
- log の底の変換公式
- オイラーの公式
- コーシー・シュワルツの不等式（2 次，3 次）
- ド・モアブルの定理
- ピタゴラスの定理
- ヘロンの公式
- 相加・相乗平均の式
- 多重根号を外す公式

表 3 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）
$\sin(\overset{1}{\square} \oplus \overset{2}{\square}) = \sin(\overset{1}{\square}) \cos(\overset{2}{\square}) + \cos(\overset{1}{\square}) \sin(\overset{2}{\square})$
三倍角公式（余弦）
$\cos 3 \overset{1}{\square} = 4 \cos^3(\overset{1}{\square}) - 3 \cos(\overset{1}{\square})$
積和公式（余弦×余弦）
$\cos \overset{1}{\square} \times \cos \overset{2}{\square} = \frac{1}{2} \{ \cos(\overset{1}{\square} + \overset{2}{\square}) + \cos(\overset{1}{\square} - \overset{2}{\square}) \}$
log 底の変換公式
$\log_{\overset{1}{\square}} \overset{2}{\square} = \frac{\log_{\overset{3}{\square}} \overset{2}{\square}}{\log_{\overset{3}{\square}} \overset{1}{\square}}$
オイラーの公式
$e^{i \overset{1}{\square}} = \cos(\overset{1}{\square}) + i \sin(\overset{1}{\square})$
コーシー・シュワルツの不等式
$(\overset{1}{\square}^2 + \overset{2}{\square}^2)(\overset{3}{\square}^2 + \overset{4}{\square}^2) \geq (\overset{1}{\square} \overset{3}{\square} + \overset{2}{\square} \overset{4}{\square})^2$
ド・モアブルの定理

$(\cos \overset{1}{\square} + i \sin(\overset{1}{\square}))^{\overset{2}{\square}} = \cos(\overset{2}{\square}) + i \sin(\overset{2}{\square})$
ピタゴラスの定理
$\overset{1}{\square}^2 = \overset{2}{\square}^2 + \overset{3}{\square}^2$
ヘロンの公式
$\overset{1}{\square} = \sqrt{\overset{1}{\square}(\overset{1}{\square} - \overset{2}{\square})(\overset{1}{\square} - \overset{3}{\square})(\overset{1}{\square} - \overset{4}{\square})}$
相加・相乗平均の式
$\frac{\overset{1}{\square} + \overset{2}{\square}}{2} \geq \sqrt{\overset{1}{\square} \times \overset{2}{\square}}$
多重根号を外す公式
$\sqrt{\overset{1}{\square} + \overset{2}{\square} + 2 \sqrt{\overset{1}{\square} \times \overset{2}{\square}}} = \sqrt{\overset{1}{\square}} + \sqrt{\overset{2}{\square}}$

表 3 中の「多重根号を外す公式」を実行した時の出力結果を図 3 に示す。網掛けになっている数式がマッチした数式である。上から 3 番目の数式のみマッチしていないが、これは正しく後方参照のアルゴリズムが機能していることを示している。

$$\sqrt{a+b+2\sqrt{ab}} = \sqrt{a} + \sqrt{b}$$

$$\sqrt{x+y+2\sqrt{xy}} = \sqrt{x} + \sqrt{y}$$

$$\sqrt{a+b+2\sqrt{ab}} = \sqrt{a} + \sqrt{y}$$

$$\sqrt{\frac{a}{c} + b + 2\sqrt{\frac{a}{c}b}} = \sqrt{\frac{a}{c}} + \sqrt{b}$$

図 3 公式検索の出力結果例（多重根号を外す）

4. 学習項目の抽出

自分が入力した数式に、事前に登録しておいた式の特徴がマッチする時、その特徴（項目名）を出力することが可能である。これをさらにフレキシブルに対応させれば、学習者にとって初見の定理・公式や数学の概念が含まれている数式に対して、それらを学習項目として表示することが可能となる。学習項目を抽出する際は、数式検索システムで正規化処理を行った数式を対象とする。学習項目に対応する正規化された数式のパターンの集合をあらかじめ保存しておき、それらにマッチするかを検索システムで逐次実行すればよいことになる。(2)では行列関連の学習項目を中心に実装していたが、新たに学習項目を追加実装した。追加した学習項目と抽出する際に着目した特徴を表4に示す。

表4 新たに実装を行っている学習項目

学習項目	特徴
微分	ライプニッツの記法, ラグランジュの記法
積分	積分記号 (∫)
極限	極限記号 (lim)
方程式	等号 (=)
不等式	不等号 (<, >, ≤, ≥)
二次式	次数 (2)
絶対値	絶対値記号 ()
平方根・累乗根	記号 (√, ⁿ√)

“方程式”の抽出の特徴として用いている等号“=”は、総和や総乗を表す記号“Σ”や“Π”の下にも記述される場合がある。そのため、現在は総和・総乗を表す記号の下に記述された等号からは方程式を抽出しないようにしている。また、複数の学習項目によって新たな学習項目が生成される場合、各々の学習項目に合致すればよいため、既存の学習項目を含んだ階層構造を構築し、“行列方程式”（“行列”と“方程式”の学習項目に相当する数式パターン）や“微分方程式”（“微分”と“方程式”の学習項目に相当する数式パターン），“二次関数”（“二次式”と“関数”の学習項目に相当する数式パターン）などの実装を行っている。図4に、入力した数式クエリと対応する学習項目を出力した例

を示す。

$$\begin{pmatrix} 2 & 1 \\ 1 & 2 \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} 2 & 3 \\ 1 & 4 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 4 & 4 \\ 2 & 6 \end{pmatrix}$$

抽出した学習項目:行列 正方行列 対称行列 行列方程式

図4 学習項目の抽出機能の出力例

5. 現行システムの課題

現行の数式検索システムに含まれている各機能の説明を2-4節にわたって述べたが、未解決となっている課題もいくつか存在する。本節ではその各課題について言及する。

まず本システムの根幹となっている数式検索処理部に関する問題点について触れる。システム上で表現できる構造の中に行列があるが、現状では行列のサイズに関する曖昧検索を行うことができない。例えば、大きさを指定して“3 次のスカラー行列”を検索することは、既存の正規表現を用いることで可能だが、サイズを問わずすべてのスカラー行列を検索したい場合には行列のサイズに関する曖昧検索が求められる。このような検索が可能となれば行列に関する検索の利便性は大きく向上すると考えられるが、スカラー行列や対称行列といった条件（すなわち、既存の正規表現を用いた曖昧検索）を満たした上で行列のサイズを問わない検索を行うことは難しく、現在は実装を行うに至っていない。

次に学習項目抽出機能に関する課題について説明する。学習項目は公式とは異なり、必ずしも定型が存在するわけではないため、指定した条件を満たすかどうかの判断が難しく、簡単に解決できない学習項目も一定数存在する。数式“ $\frac{dy}{dx} - 2y = 0$ ”は微分方程式であるが、同じく、微分作用素と等号を併せ持っている数式“ $\sum_{k=1}^n f_k'(x)$ ”は微分方程式ではない。また“ $y = ax^2 + bx + c$ ”は二次関数であっても、“ $y = a^2 + bx$ ”が二次関数か否かの判断を正しく行うことができない。また、数学において、一種類の表現が色々な場面で使われることは珍しくないため、その場合の学習項目の抽出はとても困難だと言える。例として、記号“’”

が挙げられる。現在は学習項目の一つである微分（ラグランジュの記法）を抽出する特徴として取り扱っているが、この記号は座標を表現する際に“点 O に対する点 O' ”など、微分以外でも用いられる場合がある。そのため現在は、厳密には記号“'”から学習項目を正確に抽出しているとは言えない。

次に公式検索に関する課題について説明する。公式検索は、定型の公式を検索システムにおける正規表現等を用いて表した“公式情報”を保存し使うことで検索を実行しているが、保存している公式情報と形が完全に一致している物しかマッチせず、現時点では、少しでも変形された公式はマッチしない（例として、現行のシステムで相加・相乗平均の式を公式検索した場合を挙げている）。

6. まとめと今後の展望

学習項目抽出機能の拡張として、行列に関連したもの以外の学習項目の実装を行った。これにより、学習支援システムとしての側面が強化されたと言える。また、抽出機能の適用例として新たに公式検索機能を実装した。定型パターンの公式に対する検索を実現し、ある数式が特定の公式を適用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った。

本システムの今後の課題として、抽出可能な学習項目ならびに実行できる公式検索のさらなる拡張と、公式検索機能の実行時に許容する式変形のバリエーションに対する検討ならびに実装がある。学習項目抽出機能は現状では対応可能な学習項目の生成例が非常に少ないため、さらなる学習項目の拡張が必要だと考えている。公式検索機能も同様に対応できる公式の範囲を拡大することが最優先事項だと言える。これについては、実際に教育現場で用いられている教科書を参考にし、より実用的な抽出、公式検索を行えるよう改良を加えていきたいと考えている。公式検索はあらかじめシステムが保存している数式のパターンしか検索できず、両辺を交換したものや両辺を 2 倍したものなど、公式に式変形を行った形のものにはマッチしない。式変形を許容させる場合、そのバリエーションにどこまで対応させるか検討する必要がある。実装にあたってはあらかじめ保存しておく公式情報のさらなる拡充が求

められる。

参考文献

- (1) MathML, <https://www.w3.org/Math/>
- (2) Y. Miyazaki, K. Shinshi, Searching Mathematical Expressions with Regular Expressions Tool and Its Application to Extract Mathematical Concepts, Proceedings of Society for Information Technology & Teacher Education 2017 (SITE 2017), pp. 1974-1978 (2017).

キーボードとマウス操作ログ分析に基づくユーザー特性の考察

平井美穂*1, 松田健*2, 園田道夫*1*3, 衛藤将史*3, 佐藤公信*3,
金濱信裕*3, 花田智洋*3, 石川大樹*3, 池田克己*3, 趙晋輝*1

*1 中央大学理工学部, *2 長崎県立大学, *3 国立研究開発法人情報通信研究機構

Consideration of user characteristics based on keyboard and mouse operation log analysis

Miho Hirai*1, Takeshi Matsuda*2, Michio Sonoda*1*3, Masashi Etou*3, Hironobu Satou*3,
Nobuhiro Kanahama*3, Tomohiro Hanada*3, Hiroki Ishikawa*3, Katsumi Ikeda*3, Jinhui Chao*1

*1 Chuo University School of Science and Engineering, *2 University of Nagasaki,

*3 National Institute of Information and Communications Technology

従来からユーザビリティ評価やマーケティング調査などの研究に視線データを活用する研究が存在するが、近年では、医療、芸術、教育支援など様々な分野で視線データを活用する研究が進められている。本研究では、セキュリティの問題解決に使用されるソフトウェアのキーボードとマウス操作ログを分析し、操作経験の有無によって観測されるデータにどのような違いが現れるか調査した。

キーワード: マウス操作ログ, ユーザー特性, UWSC

1. はじめに

人間の眼球運動を追跡するアイトラッキングはツールの普及と共に心理や医療、教育の分野での応用が進められている。具体的には、与えられた動画や画像、または Web ページの視線データから、ユーザーの利用状況や眼球疾患に関する検査まで幅広い分野でデータが活用されている。文献(1)では、多肢選択問題を解く際の視線の動かし方を分析した研究がなされており、視線情報から選択肢問題正答の確信度の特徴付けができる可能性があることが指摘されている。認知心理学の分野では中心視や周辺視などの用語を用いて、人間の視覚機能と情報処理について論じられているが(2), PC 上のツールを使いこなす上では、ツールのどの部分にリアルタイムに必要な機能や情報があるかを把握しているかどうかで、そのユーザーがツールの操作に慣れているかどうかの判断ができる場合があると考えられるため、著者らは、ユーザーがツールを使用している際のマウスの操作ログデータを分析し、学習支援

や人材育成での応用を検討している(3)。本研究では、文献(3)で収集したデータの解析を容易にするための手法を提案し、提案するデータ変換手法から得られるデータの特徴を分析することで、ツールの操作経験と取得されるデータの関連性について紹介する。

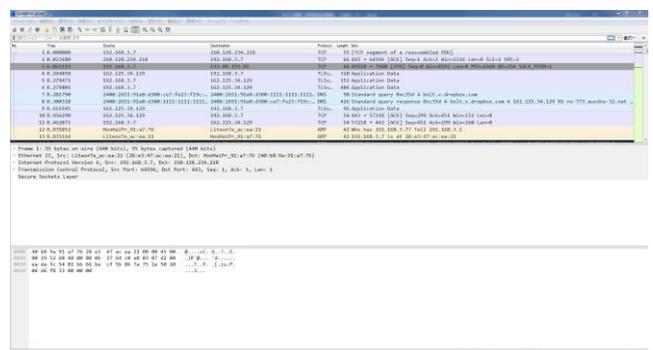


図 1 Wireshark 操作画面

2. マウス操作データの取得

本研究では、ネットワーク上に流れるデータをキャプチャすることができる Wireshark(4)の操作ログデータを UWSC(5)を用いて取得し、Wireshark 操作の経験があるユーザーとないユーザーのキーボードとマウスデータの比較をする。UWSC を用いて取得できるデータは以下の通りである。

表 1 UWSC で取得できるデータ (一例)

データ

```
MMV(1261,86,16)
BTN(LEFT,CLICK,1261,86,78)
ACW(GETID("Wireshark ・ エクスポート ・
HTTP オブジェクト一覧
","Qt5QWindowIcon"),584,234,752,552,0)
MMV(1261,86,15)
MMV(1262,90,16)
KBD(VK_NEXT,CLICK,843)
```

データに含まれる UWSC の関数について紹介する。MMV 関数はマウスの移動について取得・記録する関数で、

$MMV(x, y, time)$

それぞれの引数は

x : x 座標

y : y 座標

$time$: 実行までの待ち時間[ms]

を表している。

BTN 関数はマウスの状態を取得・記録する関数で、

$BTN(button, state, x, y, time)$

それぞれの引数は

$button$: LEFT(左ボタン), RIGHT(右ボタン)

$state$: CLICK(クリック), DOWN(ボタンを押下),

UP(ボタンを上げる)

x : x 座標

y : y 座標

$time$: 実行までの待ち時間[ms]

を表している。

ACW 関数は、新たに開いたウインドウの情報を取得・記録する関数で、

$ACW(ID, x, y, width, height, time)$

それぞれの引数は

ID : ウインドウを識別する ID

x : x 座標

y : y 座標

$width$: ウインドウの幅

$height$: ウインドウの高さ

$time$: 実行までの待ち時間[ms]

を表している。

KBD 関数はキーボードの操作を取得・記録するための関数で、

$KBD(virtual\ key, state, time)$

それぞれの引数は

$virtual\ key$: 仮想キー

$state$: CLICK(クリック), DOWN(ボタンを押下), UP(ボタンを上げる)

$time$: 実行までの待ち時間[ms]

を表している。

MMV 関数の値はおよそ 15ms 毎に取得されるため、MMV 関数から取得されるマウスの座標データをつなぎ合わせることで、ユーザーのマウスの軌跡を再現することができる。また、マウスによる左クリックや右クリックの他、キーボードの入力ログなども取得できるため、これらのログデータからユーザーがマウスを動かしている部分のデータのみを取得し、マウスの軌跡を折れ線グラフで表現するプログラムを Python と Excel を用いて実現したものが図 2,3,4 である。

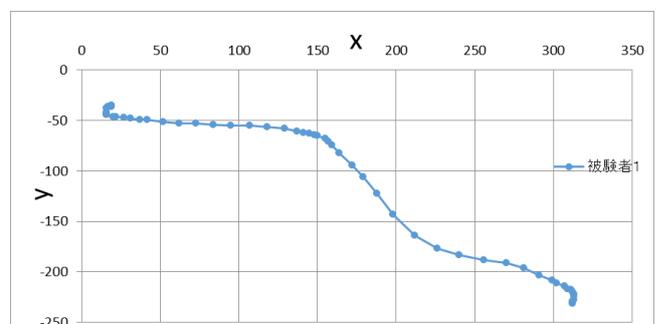


図 2 操作経験のある被験者
カーソルの軌跡

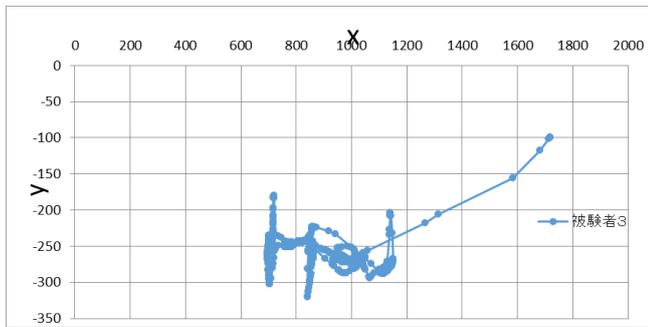


図 3 操作経験のない被験者 1
カーソルの軌跡

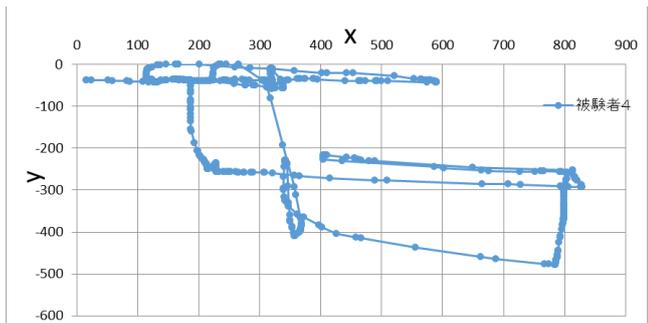


図 4 操作経験のない被験者 2
カーソルの軌跡

表 2 は、関数 BTN から関数 BTN までにかかった平均の時間と平均の移動距離を導出したものである。図 2 のデータは Wireshark 操作経験のある被験者のもので、関数 BTN から関数 BTN までのワンアクションに平均して約 2 秒の時間を要し、約 439px の移動を行っていることを示している。

表 2 関数 BTN から関数 BTN までの平均時間と平均移動距離(小数第三位を四捨五入)

	平均時間[s]	平均移動距離[px]
操作経験のある被験者(図 2)	2.03	439.36
操作経験のない被験者 1(図 3)	7.29	1385.26
操作経験のない被験者 2(図 4)	2.28	753.05

操作に慣れているユーザーは図 2 のようなマウスの軌跡が多く、操作に慣れていないユーザーは図 3, 4 のような軌跡やほとんどマウスが動かない状態のデータが観測されるため、今後図 2, 3, 4 のようなデータを収集・解析してユーザーのスキルなどの特性の特徴づけを行うことが課題である。

図 2, 3, 4 のデータを図 5, 6, 7 のように圧縮することで、マウスのブレなどの微妙な動きを除去したり、同じ位置をどれくらいの頻度通過したかという情報を得ることができるため、このようなデータを解析することも今後の課題である。

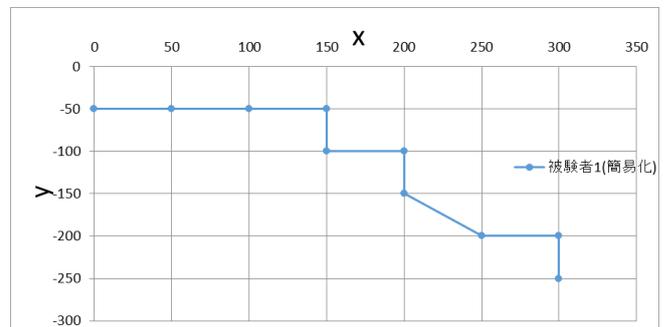


図 5 操作経験のある被験者
簡易化(圧縮)したカーソルの軌跡

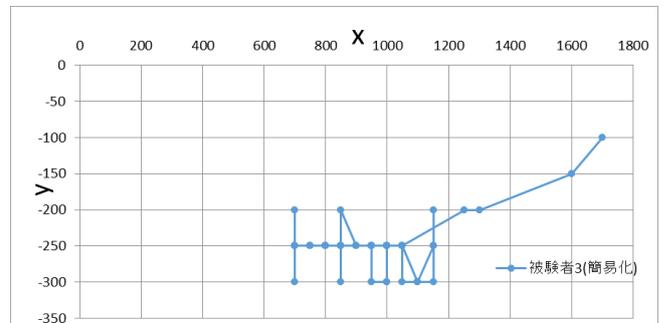


図 6 操作経験のない被験者 1
簡易化(圧縮)したカーソルの軌跡

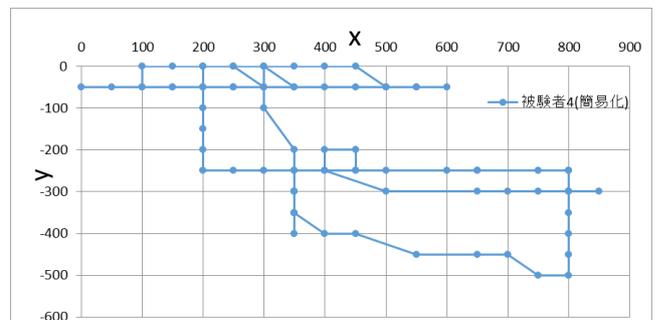


図 7 操作経験のない被験者 2
簡易化(圧縮)したカーソルの軌跡

参 考 文 献

- (1) 小島一晃, 村松慶一, 松居辰則: ”多肢選択問題の回答における視線の選択肢走査の実験的記述”, 教育システム情報学会誌, Vol 31, No.2, pp.197-202(2014)
- (2) 渡邊克巳: ”認知科学から見た<他者> : 意識的・無意識的・反意識的”, 生産研究, 63 卷, 5 号, pp.657-661(2011)
- (3) T. Matsuda, M. Sonoda, M. Etou, H. Satoh, T. Hanada, N. Kanahama and H. Ishikawa : “Mathematical Model on Wireshark Operation Skill Evaluation”, 5th IMA Conference on Mathematics in Defence , London (2017)
- (4) “Wireshark”. <https://www.wireshark.org/> ,(2017 年 11 月 30 日確認)
- (5) “UWSC”. <http://www.uwsc.info/> , (2017 年 11 月 30 日確認)

問題自動生成システムを利用した作問演習の実践と評価

福坂 祥基^{*1}, 高木 正則^{*1}, 山田 敬三^{*1}, 佐々木 淳^{*1}

^{*1} 岩手県立大学大学院ソフトウェア情報学研究科

Practice and Evaluation of a Problem Producing Exercise by Using an Automatic Question Generation System

Fukusaka Shoki^{*1}, Masanori Takagi^{*1}, Keizo Yamada^{*1}, Jun Sasaki^{*1}

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

近年、情報処理技術者試験や TOEIC など様々な検定試験が行われ、出題問題の作成に大きな負担がかかっている。一方で、教育現場では必要となる多様な演習問題が不足している。これに対し、演習問題を自動生成する研究が多数存在する。しかし、問題生成の際に事前準備作業が求められ、作問者にかかる負担は未だ大きい。我々はこれまで作問負担の軽減を目的とし、過去問題をリソースとした問題自動生成システムを提案してきた。本稿では、地域学習を目的とした授業において、本システムを活用した作問演習を実施し、作問負担に関するアンケート結果と、作成された問題の分析結果から本システムの有効性を評価した。

キーワード: コンテンツ自動生成, 作問支援, 問題自動生成, 過去問題, 知識ベース

1. はじめに

近年、TOEIC や情報処理技術者試験など様々な検定試験が行われている。これらの検定試験では、出題する問題の作成に多くの負担がかかっている。一方で、教育現場で必要となる多様な演習問題が不足している。これに対し、演習問題を自動生成する研究が多数存在する⁽¹⁾⁽²⁾。しかし、問題を生成するためのリソース情報に XML のタグを付与することや、出題する知識のカテゴリに対応した語尾を定義するなど、問題生成の事前準備に何らかの作業が必要であり、作問者への負担は未だ大きい。著者らの先行研究では、過去問題をリソースとした問題自動生成用の知識ベースを定義し、この知識ベースを自動構築する手法⁽³⁾を提案した。しかし、過去問題をリソースとした知識ベースの活用可能性については検証されていなかった。そこで、我々は先行研究で古舘らが定義した知識ベースを手動で構築し、これを情報源とした問題自動生成システムを開発した。そして、地域の知識を問う検定試験の作問現

場で本システムを利用してもらい、本システムと過去問題をリソースとした知識ベースの活用可能性を検証した⁽⁴⁾。

本研究では、教育現場である岩手県立大学の地域学習を目的とする授業で問題自動生成システムを利用した作問演習を行い、学生が本システムを利用して作成した問題を定量的な指標で評価した結果から、システムの有効性を検証する。以下、2 章では、知識ベースの構成と問題自動生成システムの概要を述べ、3 章では手動で構築した知識ベースについて述べる。4 章では開発したシステムの利用の流れを述べ、5 章、6 章で導入した演習の概要と評価についてそれぞれ述べる。7 章で本研究のまとめと今後の課題について述べる。

2. 問題自動生成システム

2.1 生成する問題の形式

本研究では、専門用語や固有名詞を問う一問一答形式の問題を生成対象とし、過去に出題された問題の知識を活用して元の問題とは異なる出題形式や、異なる

知識の組み合わせを持つ新しい問題を生成する。なお、本研究では共同研究を行っている盛岡商工会議所が主催するご当地検定の盛岡もの識り検定（以下、もりけん）で出題される盛岡市の地理・歴史・人物などの固有名詞に関する知識を問う問題を活用する。もりけんの過去問題（問題文と正答）の例を表 1 に示す。

表 1 過去問題の例

問題文	正答
新渡戸稲造が設立時に事務次長をつとめた国際組織の名称は何ですか。	国際連盟
新渡戸稲造の後に、国際連盟事務次長になった、盛岡出身の外交官は誰ですか。	杉村陽太郎
今年、盛岡駅前滝の広場で胸像が除幕された先人は誰ですか。	新渡戸稲造
平成 24 年、生誕 150 年を迎える盛岡ゆかりの人物は誰ですか。	新渡戸稲造

2.2 システム概要

本システムでは、作問者が入力したキーワード（専門用語や固有名詞）に関連する問題を自動生成した後、作問者が生成された問題を確認・修正、または生成された問題を参考にして新規問題を作成できる作問支援環境を提供する。本システムの概要図を図 1 に示す。作問者はまずシステムへ作問したい問題のキーワードを入力する（図 1①）。システムは入力されたキーワードに関連する知識を知識ベースから取得する。そして、取得した知識量に応じて利用できる出題テンプレートを取捨選択し、各出題テンプレートに取得した知識を挿入することで問題を自動生成する。生成した問題の一覧は作問者へ提示し、作問者は一覧の中から作問に利用したい問題を選択し（図 1②）、任意に修正を加えて（図 1③）、システムへ登録する。

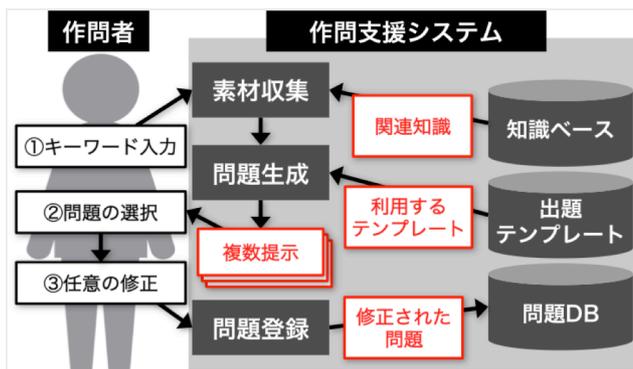


図 1 システム構成図

2.3 知識ベースの構造

先行研究で古舘らが定義した知識ベースは、メッシュ型の構造であったが、本研究で提案する知識ベースは問題生成の容易さを考慮し、木構造で定義した。本知識ベースの構成要素は、「対象知識」、「カテゴリ」、「プロパティ」、「オブジェクト」の 4 つであり、過去問題からこれらの構成要素を抽出する。また、この 4 つの構成要素が木構造で管理される。表 1 の過去問題から構築される知識ベースを図 2 に示す。本知識ベースに登録されている知識は、4 つの構成要素のどれに該当するのかを識別する記号が割り振られており、出題テンプレートに知識を挿入する際に利用される。記号の KL I と KL II は知識ベースのルートからの知識階層を意味し、これらに付随する [O] はオブジェクトを、[O][P] はそのオブジェクトに紐付くプロパティを意味する。オブジェクトに続く番号は、その知識階層の全オブジェクトの中で何番目に登録されているかを表す。また、プロパティに続く番号も同様に、オブジェクトに紐付けられる全プロパティの中で、何番目に登録されているかを示す。変換方法は「対象知識」と「オブジェクト」が一致するかどうかなどによって 3 種類ある。ここで「対象知識」とは、問題で問われている、または解決の中心となる知識を指す。「カテゴリ」

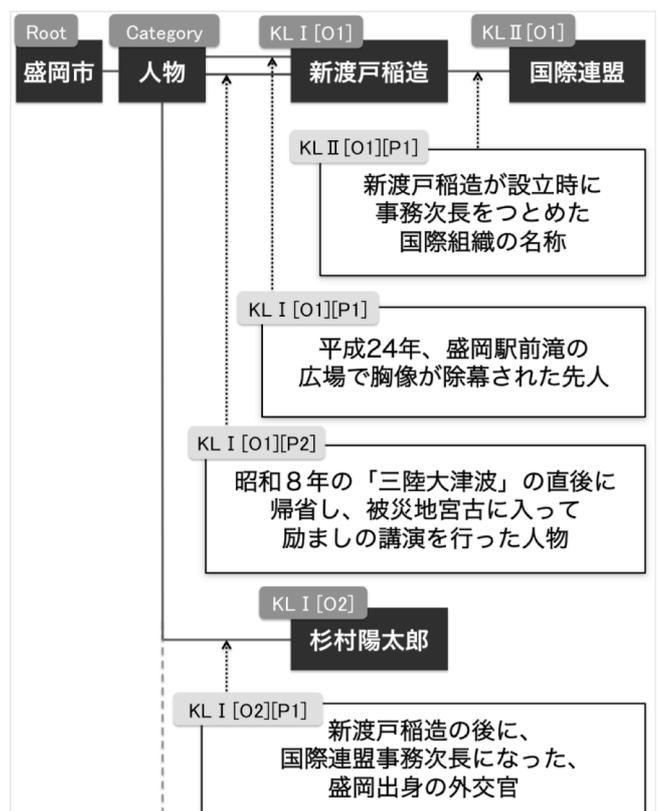


図 2 過去問題（表 1）から構築される知識ベース

はこの「対象知識」の上位概念として位置付ける。例えば、「新渡戸稲造」が対象知識の場合、カテゴリは「人物」に分類される。「プロパティ」は、「対象知識」を説明する情報であり、問題文から「～は誰ですか」のような不要語を取り除いた情報である。「オブジェクト」は、「プロパティ」が指し示す実際の値となり、問題の答えに該当する。

また、もりけんには問題文の条件に適合しない単語や説明を選択させる問題がある(2.5章で後述)。この出題形式の問題から知識を抽出する際は、問題の誤答選択肢をそれぞれオブジェクトとして抽出する。例えば、図3の場合、3つの誤答選択肢がオブジェクトとして抽出される。

2.4 知識ベースの構築手順

(1) 対象となる検定試験で扱う知識の最上位の概念を知識ベースの最上位ノード(ルート)に置く。ここでは、もりけんの過去問題を利用しているため、盛岡市とする。

(2) 各問題の対象知識を抽出し、カテゴリを決定する。

(3) 各問題の対象知識とオブジェクトを比較する

(a) 対象知識とオブジェクトが同値である場合(図4(1))、問題のカテゴリ(対象知識の上位概念)が既に知識ベースに登録されているか検索する。既にカテゴリが登録されている場合、そのカテゴリの子ノードとして対象知識を配置し、カテゴリと対象知識の間にこの問題から抽出したプロパティ

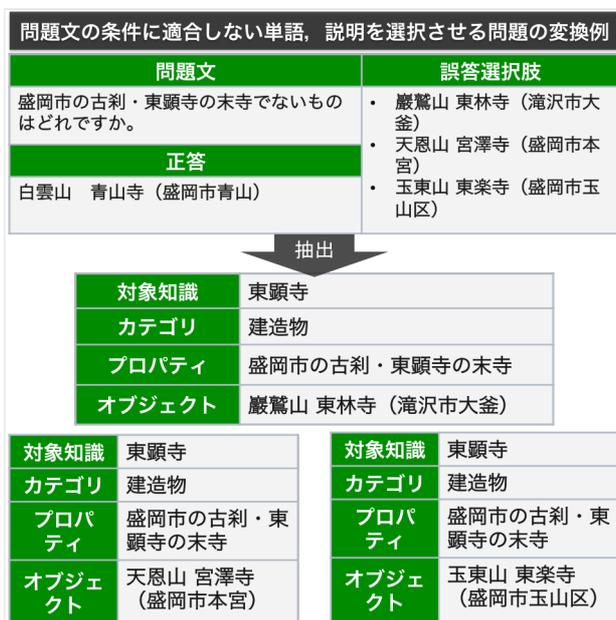


図3 誤答選択肢からオブジェクト抽出の抽出例

を紐付ける。カテゴリが登録されていない場合は、新規のカテゴリとして、ルートの子ノードに配置し、対象知識とプロパティを同様に配置する。また、カテゴリと対象知識の両方が既に登録されている場合はプロパティの紐付けのみを行う。

(b) 対象知識とオブジェクトが異なる場合(図4(2))、(2)で問題から抽出した対象知識が既に知識ベースに登録されているか検索する。既に登録されている場合、知識ベースの対象知識の子ノードにオブジェクトを配置し、そのノード間にプロパティを紐付ける。対象知識が登録されていない場合、問題の対象知識をカテゴリの子ノードとして新規に登録し、対象知識の子ノードにオブジェクトを配置し、そのノード間にプロパティを紐付ける。また、(2)で決定した問題のカテゴリが登録されていない場合、問題のカテゴリを知識ベースの新規のカテゴリとしてルートの子ノードに配置し、このカテゴリの子ノードとして対象知識を配置する。このとき、プロパティの紐付けは行わず対象知識の子ノードとしてオブジェクトを配置し、このノード間においてプロパティを紐付ける。



図4 過去問題から構成要素の抽出例

表 2 出題形式一覧

No.	出題形式	割合
①	問題文の条件に適合する単語を選ぶ、または記入する形式	87.6%
②	問題文に示された知識に適した説明を選ぶ形式	2.4%
③	問題文の条件に適合しない単語、または説明を選択する形式	3.6%
④	提示した画像に適した説明又は単語を選ぶ形式	2.4%
⑤	問題文の条件に適合する単語が複数存在し、その中の1つを正答とする形式	2.0%
⑥	列挙された項目を問題文の条件通りに並び替える、または順番選択する形式	1.2%
⑦	問題文に含まれる伏せ時に当たる文字を選択、または記入する形式	0.8%

2.5 出題テンプレートの概要

出題テンプレートを作成するために、もりけんの過去問題 250 問の出題形式や知識の出現箇所を分析した。その結果、画像を利用する問題や、穴埋め問題など 7 種類の形式の問題が存在することが分かった。表 2 に 7 種類の形式を示す。

表 2 の出題形式のうち、No.③の出題形式は平成 28 年度から非推奨の形式となり、平成 27 年度を最後に出題されていないため出題テンプレートとして採用しないこととした。また、出題形式④～⑦は出題される割合が少なく、問題に含まれる知識を知識ベースの各構成要素に変換することが困難であったため、知識抽出の対象外とした。そのため、これらの形式もテンプレートとして採用しないこととした。以上より、本研究では出題形式①と②をモデルとして出題テンプレートを作成した。出題テンプレートの一覧を表 3 に示す。テンプレート①②③は出題形式①をモデルにしており、テンプレート④⑤は出題形式②をモデルにしている。

本テンプレートでは、知識ベースの知識を挿入する箇所や内容が記号で表現されている。知識階層やオブジェクト、プロパティの記号は知識ベース (図 2) と対応しており、 i, j, k はオブジェクトやプロパティの識別番号を示す。また、 n, p, o はオブジェクトやブ

表 3 出題テンプレート

No.	問題文	正答
①	KL I [O][Pi]($1 \leq i \leq n$)であり、 KL I [O][Pj]($1 \leq j \leq n, i \neq j$)のは何か	KL I [O]
②	KL I [O][Pi]($1 \leq i \leq n$)である KL I [O] + KL II [Oj][Pk]($1 \leq j \leq o$)($1 \leq k \leq p$)のは何か	KL II [Oj] ($1 \leq j \leq o$)
③	KL I [Oi][Pj]($1 \leq i \leq n$)($1 \leq j \leq o$)である KL I [Oi]($1 \leq i \leq n$)+KL I [O][Pk]($1 \leq k \leq p$)のは何か	KL I [O]
④	KL I [O]の	KL I [O][Pi]($1 \leq i \leq n$)
⑤	説明として正しいものはどれか	KL II [Oi][Pj] ($1 \leq i \leq n$)($1 \leq j \leq n$) は KL II [Oi]($1 \leq i \leq n$) である

ロパティの総数を示している。作問者が入力したキーワードが KL I [O]のいずれかに一致するとき問題が生成される。生成時は、テンプレート中の記号に該当する知識ベースの情報を 1 つずつ挿入する。

3. 知識ベースの構築

本研究では、もりけんで過去に出題された 2000 問を分析し、各問題を 4 つの構成要素に変換した上で、知識ベースを手動で構築した。なお、もりけんで出題された問題の出題形式は、一問一答形式と多肢選択式があるが、いずれも問題文と正答から知識を抽出した。対象知識は盛岡の専門用語となり得る単語を手動で抽出した。また、本稿のシステムでは問題の自動生成に構成要素のカテゴリの内容は関与しない。そのため、カテゴリの決定は筆者の主観で行った。なお、画像を利用する問題や選択肢に列挙した項目の順番を問う問題は、抽出の対象外とした。

4. 問題自動生成システムの開発

3 章で構築した知識ベースと表 3 の出題テンプレートを活用した問題自動生成システムを開発した。表 4 に開発環境を示す。本研究で開発した問題自動生成シ

表 4 開発環境

Web サーバ	PHP 5.3(CakePHP 2.5.2)
開発言語	Apache 2.2.3
DBMS	MySQL 5.0.95

システムの主な利用手順を以下に示す。なお、認証のためのログイン機能については説明を割愛し、ログイン直後の手順を示す。

(1) 作問者は「新渡戸稲造」や「盛岡城」を始めとする任意のキーワードを入力する。図 5 にキーワード入力画面を示す。入力フォームにキーワードを入力後、システムでは知識ベースの KL[O]を検索し、入力されたキーワードが含まれる対象知識を一覧表示する。図 6 に対象知識の一覧画面を示す。例えば、「盛岡」と入力すると、「盛岡城」などが一覧表示される。また、入力されたキーワードが含まれる対象知識が知識ベースに登録されていない場合は何も表示せずに、再度入力を促す。



図 6 キーワード入力画面



図 7 入力された文字列が含まれる対象知識一覧

(2) 手順①の一覧の中から、作問者は任意にキーワードを選択する。キーワードが選択されたらシステムでは知識ベースからキーワードに関連する知識を収集し、出題テンプレートに挿入することで問題を自動生成する。図 7 に生成された問題の一覧



図 5 生成された問題の一覧画面

画面を示す。

(3) 作問者は手順②で表示された問題の一覧から作問に利用する問題を選択し、任意に修正する。図 8 に選択した問題情報の修正画面を示す。



図 8 自動生成された問題の修正

(4) 手順③で問題修正後、システムに問題を登録する。登録された問題は登録問題一覧画面で確認できる。図 9 に登録問題一覧画面を示す。再度作問を行う場合は画面の「作問する」ボタンを押下することで、手順①に移行する。



図 9 登録された問題の一覧

5. 本システムを活用した作問演習

5.1 演習概要

本稿では、本学の科目「地域と情報」(履修者 63 名)で本システムを利用した作問演習を行い、学生により作成された問題を評価することで本システムの有効性を測る。評価の手法としては、問題自動生成機能から作成された問題と、手動で作成された問題を作成してもらう。これらを実際に解いてもらい、得られた結果に信頼性・難易度・識別度・注意係数の指標を用いて、比較することで検証を行う。なお、作問は、「もりけん」の過去問題を参考に行ってもらった。

本演習の流れを表 5 に示す。本演習は、2 度の授業に分けて行った。第 1 回目 (7 月 21 日) は、もりけん

の過去問題を使用した事前テストを行い、その結果に基づいたグループ分けを行った。その後、それぞれのグループは作問作業を行ってもらった。演習の終了後、筆者がそれぞれのグループで作成された問題で構成されるテストを作成し、第2回目（7月28日）ではグループ間でお互いのテストを解いてもらった。以下に各工程の詳細を述べる。

表 5 演習の流れ

日時	実施内容
7月21日	事前テスト
	受講者のグループ分け
	グループごとの作問作業
7月28日	本テスト

5.2 事前テストとグループ分け

事前テストは、過去問題（平成28年度3級）の中から30問出題した。4択形式の問題となっており、システム上で図10のように出題した。履修者が解答を終了するとシステムは採点を始める。全履修者の採点が終了すると、グループ分けを行う。

グループは、問題自動生成機能を利用して作問を行うグループAと、問題自動生成機能は利用せずに問題登録機能のみを利用した作問を行うグループBに分かれる。システム側で履修者を得点順に並び替え、得点の高い学生から交互にA、Bグループへ割り振った。これにより、グループ間での知識の偏りを抑制し、事前知識の差異が実験結果に影響しないよう考慮した。その結果、グループAには32名、グループBには31名が振分けられ、グループごとの平均点はそれぞれ14.6点、15.5点、標準偏差は4.285と3.963となった。

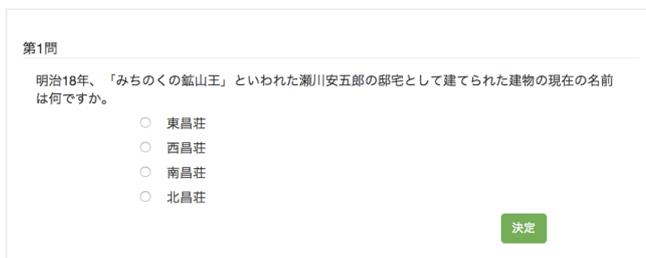


図 10 事前テストの出題画面

5.3 グループごとの作問作業

所属するグループによって、システムで表示される

画面や作問作業の流れは異なる。グループAに所属する場合は、図5の画面が表示され自動生成機能を利用して作問する。グループBは、図8の入力画面が何も入力されていない状態で表示され、学生がゼロから作問する。また、グループ分けの完了後、受講者には3つのキーワードがランダムに割振られてシステム画面に表示される。本演習では、このキーワードをテーマに作問してもらう（グループAは図5にキーワードを入力して自動生成）。受講者には1つのキーワードに対して1問（計3問）作成するように指示した。また、このキーワードは我々が事前に30個用意したもので、割振りの際は1人に同一のキーワードが複数与えられないよう考慮して行った。実際に用意したキーワードの例を5つ表6に示す。なお、両グループともインターネットの活用を許可した。

表 6 作問テーマの例

No.	テーマ
①	姫神山
②	烏帽子岩
③	シダレカツラ
④	盛岡八幡宮
⑤	高松の池

5.4 本テスト作成と実施

先の作問作業により、Aチーム（32名）からは99問、Bチーム（31名）からは97問の計196問の問題が作成された。これらから、本テストとして出題する問題を以下の基準に該当しないものから選抜した。

- 疑問文として成り立たない
- 誤答選択肢が不適切で正答を判別しやすい
- 誤字が含まれている
- 問われている知識が重複する

本テストにおいては、作問者自身が解答することを防ぐため、テストAはグループBに、テストBはグループAに出題した。解答結果の平均点として、テストAは21.7点、テストBは15.5点となった。

6. 評価

6.1 評価指標

作成された問題の評価には、「信頼性」、「難易度」、「識別度」、「注意係数」の4つの指標を用いる。以下に各指標の求め方と、両テストの比較結果を述べる。

6.2 信頼性⁽⁵⁾

信頼性は実施したテストが信頼できるかを示す指標である。これを求める手法として内部一貫法を採用し、クロンバックの α 係数を算出することで評価した。 α 係数の求め方は以下の式となる。値は0から1までとり、0.8を超えると高いとされている。 α 係数は、次式で求める：

$$\alpha = \frac{\text{項目数}}{\text{項目数} - 1} \cdot \left(1 - \frac{\text{各項目の分散の合計}}{\text{合計点の分散}} \right)$$

算出の結果、テストAは0.6330、Bは0.6775と、どちらも低い結果となり、テストAの信頼性はテストBの信頼性を下回る結果となった。

6.3 難易度

難易度は、古典的テスト理論を用いて、全回答者数に対する正答した解答者数の割合を求めることで算出した。0から1までの値をとり、高いほど易しく、低いほど難しいとされる。評価基準⁽⁶⁾と本テストにおける問題の該当数を表7に示す。テストAはBと比較し、問題はない項目数が多く、不適切とされる問題数が少なくなった。

表 9 項目難易度の基準とテストの該当項目数

基準	評価	テスト A	テスト B
0.4 未満か 0.8 以上	不適切	6	16
0.3 未満か 0.9 以上	極端に高い、 または低い	8	7
上記以外	問題はない	24	15

6.4 識別度

識別度は、項目がいかにかにテスト受検者の能力を分別できるかを示す指標である。主に0から1までの値をとり、値が高いほどその能力が高いとされている。評価基準⁽⁶⁾と本テストにおける該当数を表8に示す。テ

ストAはBと比較し、問題がない項目が多く含まれ、識別度が低い基準の項目数も少なかった。

表 7 項目識別度の基準とテストの該当項目数

基準	評価	テスト A	テスト B
0.2 未満	極端に低い	13	16
0.3 未満	低く不十分	6	7
上記以外	問題はない	19	15

6.5 注意係数

注意係数は、テストの中で特異な問題を示す指標であり、S-P表⁽⁷⁾（表の説明は割愛する）を用いて算出する。注意係数が高い問題は、高い得点を持つ受講者が誤答し、低い得点の受講者が正答している特異な問題であり注意が必要とされる。項目注意係数の評価基準と本テストにおける該当数を表9に示す。テストAはBと比較して、特に注意すべき項目数が1問だけ多いが、注意すべき項目は少なく、問題はない項目は多い結果となった。

表 8 項目注意係数の基準とテストの該当項目数

基準	評価	テスト A	テスト B
0.75 以上	特に注意が 必要な項目	12	11
0.5 以上 0.75 未満	注意すべき 項目	13	18
上記以外	問題はない	13	9

6.6 各指標の評価

信頼性係数は両テストとも信頼性が低く、更に、テストAの係数はBを下回る。一方で、両テスト各項目の「難易度」、「識別度」、「注意係数」を算出した結果、適切な数値を持つ項目数は全てテストBを上回り、不適切または異常が有る項目数も、概ね下回っていた。

このことから、本研究の問題自動生成機能を活用することで、テスト全体の信頼性の向上は期待できないが、手動による作問に比べて、正常な「難易度」、「識別度」、「注意係数」を持つ問題の作成を支援できることが示唆される。

6.7 アンケート結果と評価

本演習の終了後に実施したアンケートの結果を図11に示す。問題作成の難易度について、5段階評価（1が易しく5が難しい）で質問した結果、グループAはBに比べ、問題作成が易しいと感じた受講者の割合が高く、難しいと感じた割合は低い結果となった（ $p=0.06$ ）。今回のアンケートの結果と、6章6節の各指標の評価を踏まえると、少ない負担で、適切な指標の値を持つ問題の作成も可能であることが示唆される。

また、自由記述のアンケートも実施した。主な回答内容として、問題の自動生成機能に対する意見や、本演習に対する感想が多数を占めていた。問題自動生成機能に関しては、「問題作成の手間が省けて良かった」との声がある一方、「似た問題が生成されている」、「生成される問題が難しい」、「生成数が少ないキーワードがある」など、今後の課題となりえる意見もあった。作問演習に対する感想としては、「盛岡市への理解を深めることができた」、「生まれ育った地域でも知らないことが多くあると実感した」、「盛岡について勉強してみたいと思った」などの声が寄せられた。これらから作問演習による作問の対象への興味や関心、理解を促進する効果も示唆された。

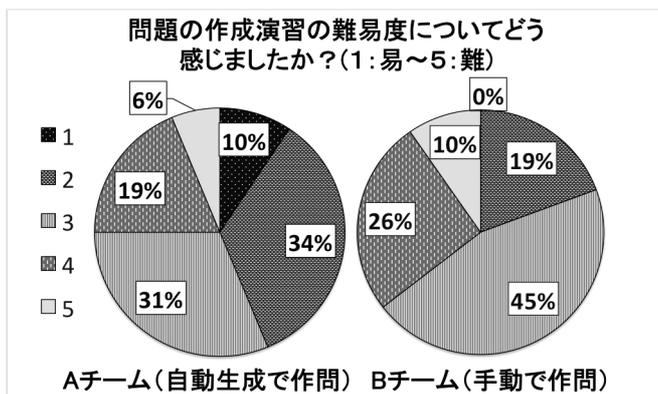


図 11 演習後のアンケート結果

7. まとめと今後の予定

我々はこれまで、もりけんの過去問題をリソースとした知識ベースを構築し、問題自動生成システムの提案と開発してきた。本稿では、大学における授業に作問演習という形でシステムを導入し、作成された問題を実際に解いてもらった。この回答結果と事後のアン

ケートから、少ない負担で、適切な「難易度」、「識別度」、「注意係数」を持つ問題の作成が可能であることや、作問演習による興味や理解の促進が示唆された。

また、今回の演習では、問題や異常がある指標を持つ項目も得ることができた。現段階の構想ではあるが、これらの要因や特徴を分析することで、編集時に注意喚起を促す機能や、問題の自動生成の段階で修正されたものを出力する時点で対策したものを出力する機能を開発することで対策していきたい。今後は、知識ベースを半自動で構築できる方法を検討し、より少ない負担で作問できる方法を検討する。

謝辞

本研究に協力して頂いた、授業「地域と情報」の履修者の皆様と担当の教員に感謝を申し上げます。

参考文献

- (1) 菅沼明, 峯恒憲, 正代隆義: “学生の理解度と問題の難易度を動的に評価する練習問題自動生成システム”, 情報処理学会論文誌, Vol.46, No.7, p. 1810-1818 (2005)
- (2) 田村吉宏, 山内崇資, 林佑樹, 中野有紀子: “Wikipediaを用いた質問応答と多肢選択問題による歴史学習”, 人工知能学会全国大会論文集, 29th, ROMBUNNO.1N2-2, 2015
- (3) 古舘昌伸, 福坂祥基, 高木正則: “試験問題をリソースとした知識ベース自動構築手法の検討”, 教育システム情報学会第39回全国大会, p.75-76 (2014)
- (4) 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”, 情報処理学会情報教育シンポジウム, p. 39-46 (2016)
- (5) 妥当性と信頼性:[Online].
<http://www.u-gakugei.ac.jp/~kishilab/validity-reliability.htm>
- (6) 大友賢二: 『言語テスト・データの新しい分析法 項目応答理論入門』, 大修館書店, 1996.
- (7) 佐藤隆博: S-P 表の入門, 教育実践文庫 3, 明治図書, 1985.

Kinect を利用したギターの演奏動作認識システムの開発

柏木 喜貴^{*1}, 越智 洋司^{*2}

^{*1} 近畿大学大学院総合理工学研究科 ^{*2} 近畿大学理工学部

Development of Guitar Performance Recognition System Using Kinect Sensor

Yoshitaka Kashiwagi^{*1}, Youji Ochi^{*1}

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

^{*2} Faculty of Science and Engineering, Kindai University

In guitar playing performance, there are fingering of the left hand and picking of the right hand. With the fingers of the left hand, the minimum movement and the selecting finger that holds the string are important. In picking with the right hand, the size of the stroke, the timing to play the strings, and the picking direction are important. In this way, correct guitar performance requires different skills of the left hand and the right hand, and it is possible to perform the correct performance by synchronizing the fingering of the left hand with the picking of the right hand. Therefore, we think that it is important to grasp how to play guitar objectively. In this paper, we describe a motion detection method for guitar players using Kinect Sensor and GK - 3 from Roland in combination.

キーワード: ギター演奏学習支援, 動作検出, Kinect

1. はじめに

近年, 教育システムの研究ではモーションセンサを使用した身体スキル学習支援システムの研究が注目されている. その理由として, モーションセンサを用いることで人体の運動動作を検出し定量的に評価することが出来る. つまり, 自身の運動動作の乱れや熟練者との差異を客観的に把握することで, 誤りを矯正し正しい運動動作を身に付けることで学習支援に繋がるためである. そして, モーションセンサを用いた学習支援システムの対象の一つとして, ギター演奏がある.

ギター演奏の練習では, 音楽教室に通い熟練者のレッスンを受ける方法(指南練習)と, 自宅で教則本やDVDなどを参考にして一人で練習する方法(自主練習)の2種類がある. 指南練習では, 定性的ではあるが熟練者から自身の演奏動作の改修や上達に必要なポイントを演奏中や演奏後に客観的に教わることが出来る. また, よく分からないことや不明な点についても質問

することで解決することも出来る. これにより, 正しいフォームや指の押さえ方などを学びことで, 演奏の上達に繋がる. しかしながら, レッスン時間内での練習時間と金銭的なコストを鑑みると, 指南練習は制限されてしまうと言える. そこで, ギター練習では多くの場合自主練習が中心になる. 自主練習では, 教則本に記された演奏動作を真似て練習する方法であるが, 自身の演奏動作が教則本通りに出来ているかを客観的に判断することは困難である. こういった, 自身の誤った演奏動作のままに反復練習を行うと, その演奏動作が身体に身に付いてしまい技術の向上を阻害するおそれがある. したがって, 自己練習においても誤った演奏動作を矯正し, 教則通りの演奏動作を身に付けることが重要であり, そのためにはギターをどのように弾いているのかを把握する必要があると考える.

そこで本稿では, 初心者のギター演奏の上達を最終目標とし, 演奏者の動作を検出し客観的に自身の演奏動作を判断することできるギター演奏認識システムの

開発を目的とする。

2. ギター演奏学習支援

2.1 ギターの演奏動作と演奏スキル

ギターは主に左手と右手を使って演奏する弦楽器であり、演奏方法には左手の指で1つの弦を押さえ、右手で1つの弦を弾いて演奏を行う「単音弾き」と左手の指で複数の弦を押さえ、右手で複数の弦を弾いて演奏を行う「コード弾き」がある。

ギターの演奏スキルで左手と右手のそれぞれの手で求められる演奏スキルが異なるので、演奏動作を練習する際にはそれぞれ異なった練習が必要となる上に、左手と右手の動きが同じタイミングで同期する必要がある、両方の演奏スキルが必要不可欠である。

練習で必要となる演奏スキルは左手においては、演奏する際の指の運びであり使い方でもある運指である。右手においては、弦を弾いて音を奏でる「ピッキング」である。それぞれについて、以下に詳細を説明する。

2.1.1 左手の運指

左手の運指では、押さえるべき弦付近のフレットに左手全体をポジション移動した後に、各指で弦を押さえる必要がある。その際に、フレット移動の際に指のばたつきやムダな動きのない運指と綺麗な音を奏でるためにフレット付近を押さえることが重要となる。また、「コード弾き」の場合には、押さえるフレット位置とどの指で押さえるか(以下、押弦指)は決まっているが、「単音弾き」の場合には、押弦指が楽譜に示されていないことも多く、同一音であったとしても演奏の前後関係により押弦指は変化する。つまり、同じ楽譜を演奏したとしても演奏者により異なる押さえ方となり、初心者場合には自身の使い慣れている指を多く使ってしまうが故に非効率な押さえ方や、次のポジションへの移動に悪影響となる押さえ方をする場合がある。

2.1.2 右手のピッキング

右手で必要とされるピッキングスキルには、ストロークの大きさ、ピッキングタイミング、そしてピッキング方向がある。ピッキング方向には、弦を上方向から下方向に弾くダウンピッキング、反対に下方向から上方向に弦を弾くアップピッキングがある。これらを交互に繰り返す演奏方法をオルタネイトピッキングと

呼び、ピッキング技術の基礎の1つとして重要視されている。また、ピッキング方向についても楽譜に示されていないことも多く、演奏者によりピッキング方向が異なる場合がある。

2.2 関連研究

ギター演奏学習支援のアプローチには、大きく分けて2つの手法がある。1つ目に、ウェアラブルデバイスをを用いた手法であり、ピッキングを行う利き手側にウェアラブルインターフェースを装着し、手首の角運動量の時間変化からギター演奏における運動様態の推定を試みる研究[1]や、左手の運指を計測する方法として、Light-glove[2]などのデータグローブを使用する手法がある。

以上のウェアラブルデバイスを用いた研究では、ウェアラブルデバイスを身体に直接取り付けることで詳細な動きの変化を検出することができる。一方で、装着機器が演奏の妨げとなってしまう演奏者本来の動きを制限してしまう問題がある。

2つ目に、非接触型のモーションカメラを用いた手法として、Microsoft Kinect Sensorを用いたビートトラッキングを行う研究[3]がある。これは、複数の弦を弾くピッキングを対象としたものであり、テンポの把握を目的にギター領域のマスキングによる右手領域ならびに動きを検出している。また、坂牛[4]らは低コストであるWebカメラを用いて演奏に支障を出さずに運指情報を取得し、その運指情報に対応した音を出力する研究を行っている。具体的には、画像処理を用いることでフレットの検出と弦推定を行った後に、利用者の爪に張られた青色のテープの位置を検出することで、検出された青色の領域と推定した弦の位置が一致する場合に、その弦を押さえていると判定している。

これらのアプローチでは、演奏者本来の動作センシングを行うことが出来るが、右手か左手のどちらか片方の動きのみを対象とした動作検出であり、練習を行う際の上達箇所が限定されてしまう問題がある。

2.3 検出アプローチ

本研究では、指を覆うセンサや手首に固定するタイプのウェアラブルデバイスはギター演奏の妨げとなると考えモーションカメラを使用し「単音弾き」時の左

手と右手の動作検出を行う。また、正確な音程、タイミング、強さで音を奏でているかを検出するために、MIDI ピックアップを用いてギターの変弦の検出を行う。そして、これら2つの機器を組み合わせることで変弦時の演奏者動作を認識し、可視化を行う。

3. 認識手法

モーションカメラには Microsoft 社の Kinect V2(以下, Kinect)を使用する。モーションカメラである Kinect は, RGB 情報だけでなく深度情報, 人体領域, ならびに関節位置の検出する機能を有する。しかしながら, 関節位置の検出において, ギターのような道具を持つとその物体を人体領域と認識してしまい, 手などの関節座標を正しく認識することが出来ない。本アプローチでは, Kinect の RGB, デプスカメラと画像認識技術を組み合わせて手領域を検出する。

また, MIDI ピックアップには Roland 社の GK-3 を使用する。そして, 取得した MIDI データを PC に伝送する中継機器として Boss 社の GP-10 を使用する。本システムモデルの流れを図 2 に示す。

3.1 ヘッド領域とネック領域の検出方法

Kinect から取得した RGB, 深度情報から, 以下の方法によりヘッド領域とネック領域の検出を行う。

(1) 演奏者の右肩の Z 座標(深度情報)を閾値とし, デプスフィルタを用いて背景マスクを実装する。この前処理により, 以降の処理で使用するカラーフィルタや弦の直線情報を検出する際に使用する Hough 変換において背景画像に対する誤検出を軽減する。

(2) 背景マスクを実装した画像に対して, Hough 変換を用いて弦の直線検出を行い, ギターの傾きを推定する。

(3) ギターの傾き分アフィン変換を行い, ネック領域が水平になるように回転させる。

(4) アフィン変換を行った画像(RGB 表色系)を HSV 表色系に変換した後に, カラーフィルタを用いて, ヘッド領域のみを検出し, その領域に対してラベリングを行う。この際, ヘッド領域の HSV と類似する物体が画面上にある場合は画像の左端にある領域をヘッド領域と推定する。

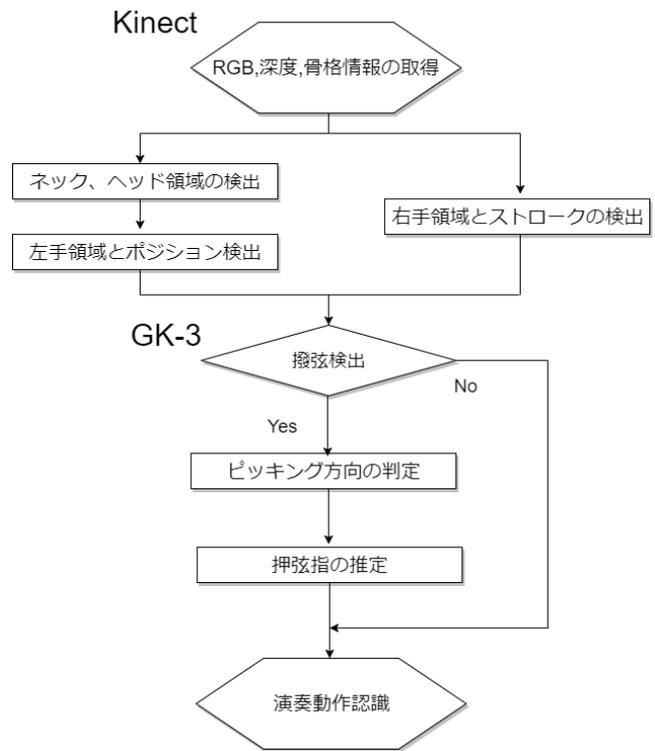


図 1 認識手法の流れ

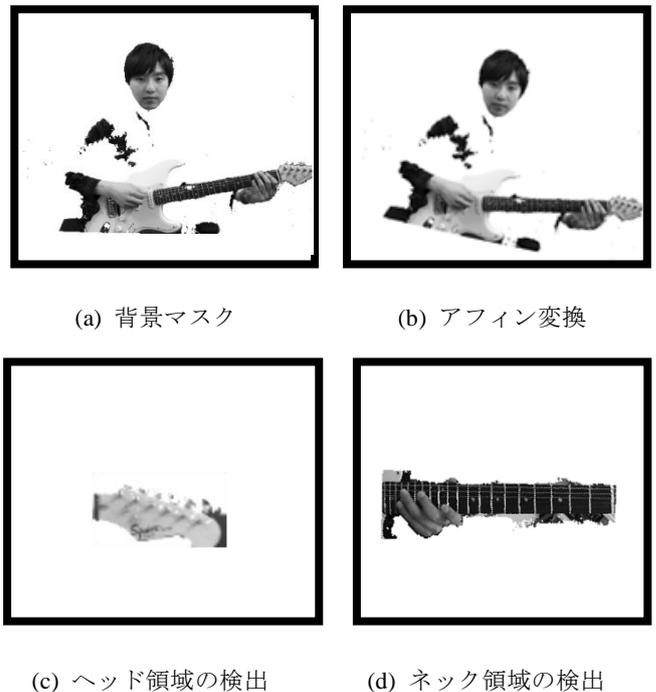


図 2 ネック領域の検出結果例

(5) 検出したヘッド領域の最右端をネック領域との境界とし, 右側領域に対してトリミングを行い, ネック領域の矩形を検出する。ヘッド領域とネック領域の検出例を図 3 に示す。

3.2 右手に関する検出手法

3.2.1 右手領域の検出

右手領域の検出方法について述べる。

(1) 3.1(1)で, 実装した背景マスクに対して, 肌色の

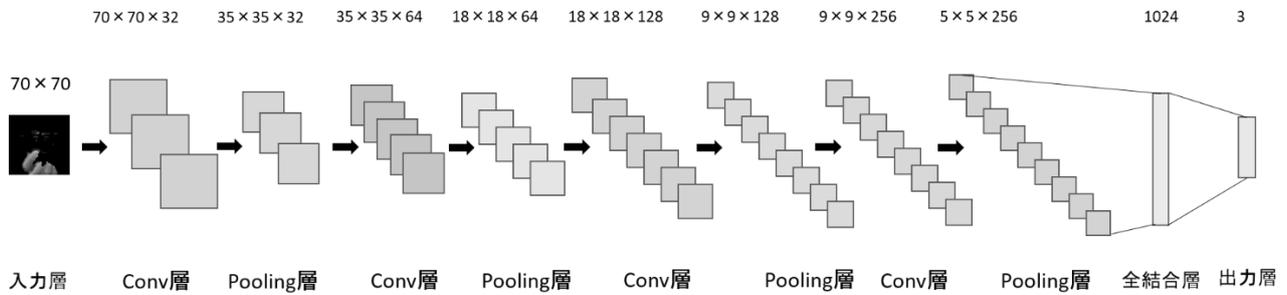


図 3 作成した CNN モデル

カラーフィルタを利用して肌色領域の抽出を行う。

- (2) 演奏者の右肩の下方領域にある肌色領域に対してラベリング処理を行い、検出した肌色領域を右手領域と推断する。

3.2.2 ストロークの検出

ラベリング処理を行った右手領域のモーメント情報から角度を計算し、その角度変化から右手の動きであるストロークを検出する。角度情報には、Kinect から取得した情報を使用しているためノイズや誤差情報も含まれるので、次式のローパスフィルタを実装した。

$$y[t] = 0.9 * y[t - 1] + 0.1 * x[t]$$

本式のxの値は、Kinect から得られる測定値、yはローパスフィルタファイタ適用後の値、tは時間とし、現在の計測値とひとつ前の値の重み付けによる加算平均をとる。本フィルタ処理を実装することで、ピッキング方向の判定での誤判定を軽減することができる。

3.2.3 ピッキング方向の判定

MIDI ピックアップである Roland 社の GK-3 を利用し、ギターの撥弦時刻を取得する。その際に、右手のモーメント情報の角度の値が1フレーム前の値より、大きければアップピッキングと判定する。反対に、1フレーム前の値より小さければダウンピッキングと判定する。ピッキング方向の判定式を以下に示す。

<アップピッキング>

$$y[t] - y[t - 1] > 0$$

<ダウンピッキング>

$$y[t] - y[t - 1] < 0$$

3.3 左手に関する検出手法

3.3.1 左手領域の検出

左手領域の検出方法について述べる。

- (1) 3.1(5)で検出したネック領域を HSV 表色系

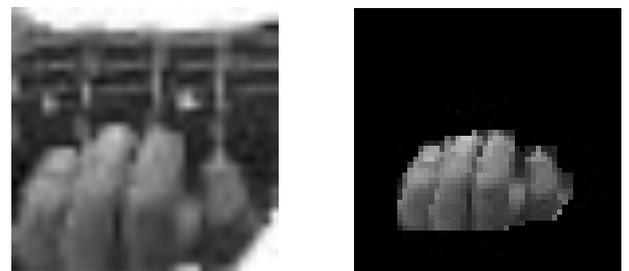
に変換する。

- (2) 肌色のカラーフィルタを用いてネック領域の矩形上の肌色領域を抽出し、その領域に対してラベリングとトリミングを行う。そして、このトリミングされた領域を左手領域と推断する。トリミングされた左手領域の検出結果を図 4(a)に示す。

3.3.2 画像サイズの正規化

トリミングした左手領域の矩形サイズは演奏者の手の大きさや異なる弦を押さえる際の指の形状、または Kinect と演奏者の距離によりばらつきが生じるので、以下の方法で正規化を行う。

- (1) 左手領域の矩形画像を黒色単色画像(70*70px)の背景画像の縦横中央揃えで重ね合わせる。
- (2) 重ね合わせた画像に対して HSV 表色系に変換した後に肌色のカラーフィルタを用いて左手の指の形状のみを検出する。左手の指の形状の検出結果例を図 4(b)に示す



(a) トリミング画像

(b) 重ねあわせ画像

図 4 左手の指の形状の取得結果

3.3.1 押弦指の推定

正規化を行った左手の指の形状画像(図 4(b))を畳み込みニューラルネットワーク(以下、CNN)の入力画像とし、押弦指の推定を行う。使用した CNN の構成を図 5 に示す。

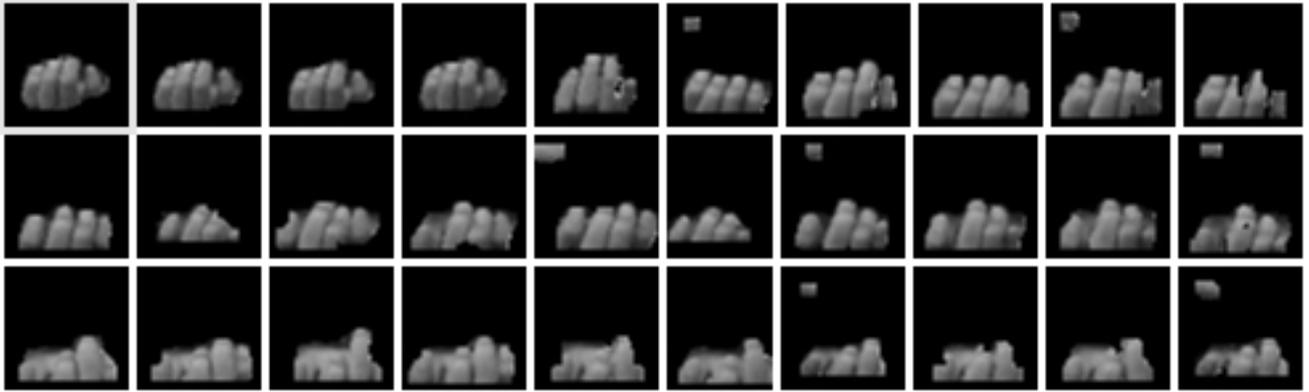


図5 作成したトレーニング画像の例

4. 評価実験

4.1 ピッキング方向の判定精度評価

4.1.1 概要

演奏者のピッキングの方向検出を検証するために、演奏者によるピッキングをシステムによって判定し、その判定精度を記録した。測定には5名の被験者に協力してもらい、1. ダウンピッキングのみ、2. アップピッキングのみを各100回演奏してもらいその判定精度を測定した。対象は、1弦の単ピッキングのみとした。

4.1.2 結果

ピッキング方向の判定精度を表1に示す。精度は小数点第4位までを求め、四捨五入した後にパーセント表示したものである。表1の結果より、平均90%を超える結果が得られた。

表1 ピッキングの精度評価の測定結果

	ダウン [%]	アップ [%]
A	95.0	98.3
B	90.9	96.5
C	81.2	88.1
D	91.7	95.6
E	96.3	98.5
平均	91.0	95.4

4.2 押弦指の推定精度評価

4.2.1 CNNの学習

単ピッキング時の押弦指の推定精度を評価するために用いたCNNの学習方法について述べる。

学習に用いたトレーニング画像は、一人当たりギタ

ーの第一弦の7フレットを人差し指で押さえた画像を200枚、8フレットを中指で押さえた画像を200枚、9フレットを薬指で押さえた画像を200枚の計600とし、これを8人の被験者に協力してもらった。つまり、一人あたり600枚、全体で4800枚の画像をトレーニング画像として使用した。トレーニングデータに使用した一例を図6に示す。また、学習に使用したハイパーパラメータを以下に示す。

- epoch : 20000
- batch size : 50

4.2.2 評価実験

4.2.1述べた学習済みのCNNを用いて、単ピッキング時の押弦指の推定精度評価を行った。テスト画像には、同一の8人の被験者に、一人当たり人差し指、中指、薬指を各50枚の計150枚、全体で1200枚の画像を使用した。また、テスト画像に使用した画像はトレーニング画像とすべてにおいて同一ではない。各押弦指の推定精度の結果を表2に示す。表2の結果よりすべての押弦指の推定において94%を超える結果が得られた。

表2 押弦指の測定結果

押弦指	認識精度 (Loss 値)
人差し指	0.9475(0.3905)
中指	0.94(0.5830)
薬指	0.955(0.30257)

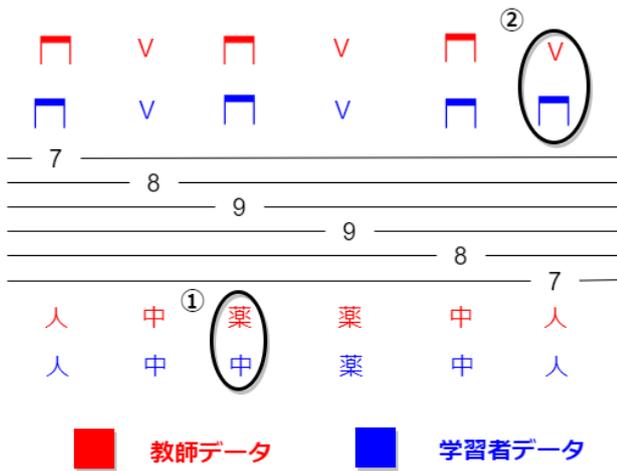


図 6 演奏情報の可視化

5. 本システムの学習支援への有用性の考察

本システムの学習支援への有用性として同じ楽譜を演奏した学習者と教師データを比較することにより、ピッキングタイミングのずれ、ピッキング方向、そして押弦指の違いのなど差異判定を行えると考える。図 7 は学習者と教師データを同譜面上に表示した結果となる。両者の演奏情報を可視化することにより、学習者は図 7 上の黒丸で示したような①押弦指の違いや②ピッキング方向の違いなどを確認し、教師データを真似るように自身の演奏動作を矯正することで学習支援に利用できると考える。

6. おわりに

本稿では、Kinect を利用したギター演奏者の演奏動作を客観的に判断することができるギター演奏認識システムを開発した。評価実験では、ピッキング方向の判定、CNN を用いた押弦指の推定ともに 90%を超える結果が得られた。

また、本システムは従来研究と比べて左手と右手の動きの両方を対象としているので、片方の動きに限定したものではなく実際のギター演奏に則った学習支援システムとしての応用性可能性を持つ。

今後の課題としては、左手の押弦指の推定において、第一弦の 7,8,9 フレットのみに限定するのではなく、他の弦、フレットに対しても同様に学習を行うことで、推定を行えるようにすることである。また、CNN にお

いて隠れ層などのハイパーパラメータを変化させ、推定精度の向上を図る。

謝辞

本研究は JSPS 科研費 JP17K01098 の助成を受けた。

参考文献

- (1) 浅野忠史, 松下宗一郎, “ギター演奏運動を評価するウェアラブルインターフェースの研究”, 情報処理学会第 78 回全国大会, no.2Y-06, pp.4-257-4-258, Sept.2012.
- (2) B.Howard,S.Howard, “Lightglove: wrist-worn virtual typing and pointing”, in Proc. of the 5th IEEE International Symposium on Wearable Computers(ISWC2001),pp.172-173,Oct.2001.
- (3) 糸原達彦, 大塚琢磨, 他, “Kinect による楽器マスキングを用いた視聴覚統合ビートトラッキング”, 情報処理学会第 74 回全国大会, no.5ZD-1, pp4-355-4-356,Mar.2012.
- (4) 坂牛和里, 植村あい子, 村岡眞伍, 甲藤二郎, “Web カメラを利用したギターの練習支援システムの検討”, 第 93 回オーディオビジュアル複合情報処理研究発表会, no.16, pp1-5, Aug.2016.
- (5) 元川洋一, 斉藤英雄, “ギター演奏支援のための構造特徴追跡を利用したマーカレス AR 表示”, 情報処理学会研究報告コンピュータビジョンとイメージメディア, Vol.3, pp.9-14, Jan.2008.
- (6) 青木直史, 棚橋誠, 岸本英一, 安田星季, 岩越睦郎, “画像処理によるギター運指動作のキャプチャリング”, 電子情報通信学会総合大会講演論文, no.D-11-110, p.110, Mar.2005.
- (7) 藤井創太, 浜中雅俊, 長谷川真晶一, “Fingering Simulator”, 情報処理学会研究報告音楽情報学科 (MUS), pp.167-172, Jul.2008.
- (8) N.Dalal, B.Tiggs, “Histograms of oriented gradients for human detection”, CVPR05,2005
- (9) 武藤亮介, 嶋田和考, 遠藤勤, “SVM と逐次学習を併用した HOG 特徴による手形状認識手法”, 電子情報通信学会, Mar.2010
- (10) Yoshitaka Kashiwagi, Youji Ochi, “Development of guitar performance recognition system Using Kinect Sensor”, ICEE 2016 Okinawa, 90309, Jul.2016

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

後藤 充裕^{*1}, 石野 達也^{*2}, 稲澤 佳祐^{*2}, 松村 成宗^{*1}, 布引 純史^{*1}, 柏原 昭博^{*2}

^{*1} NTT サービスエボリューション研究所

^{*2} 電気通信大学 大学院情報理工学研究科

A Presentation System with Robot for Recomposing Presenter Behavior

Mitsuhiro Goto, Tatsuya Ishino, Keisuke Inazawa,
Narimune Matsumura, Tadashi Nunobiki, Akihiro Kashiara

^{*1} NTT Service Evolution Laboratories

^{*2} The University of Electro-Communications

様々な場面で実施されるプレゼンテーションでは、聴衆の注意を誘導したり、聴衆の内容理解を促進するプレゼンタの非言語動作が非常に重要である。しかし、これら動作を適切に実施することは経験の浅いプレゼンタだけではなく、熟練のプレゼンタにとっても難しい。そこで、プレゼンタの代わりにロボットがプレゼンテーションを代行し、分かりやすいプレゼンテーションを聴衆に向けて実施するロボットプレゼンテーションシステムを開発した。本システムは、プレゼンタによるプレゼンテーションを収録し、不十分・不適切な非言語動作を検出・修正することで、聴衆の注意誘導や内容理解を促進させる適切な非言語動作を再現する。こうした再現を可能とするために、本研究ではプレゼンタの伝達意図と非言語動作の対応関係を表現したプレゼンテーション動作モデルをデザインした。本モデルを基盤に、プレゼンタの伝達意図からその意図を聴衆へ伝えるための適切な非言語動作を絞り込み、それらを伴ってプレゼンテーションが実施されているかを診断し、必要に応じて再構成を行う。

キーワード: ロボットプレゼンテーション, プレゼンテーションスキル, ロボット制御, 非言語動作, モーションキャプチャ

1. はじめに

近年、ビジネスにおける企画説明や商品紹介、大学における講義や e-Learning など様々な場面においてプレゼンテーションを実施する機会が増加している。一般に、プレゼンテーションとは、プレゼンタが事前に作成したスライド（以下、スライドコンテンツ）を投影し、口頭での説明（以下、オーラルコンテンツ）を通して、聴衆の理解・納得を得るための情報伝達手段の1つである。このようなプレゼンテーションを分かりやすく実施するためには、上述した2種類のコン

テンツを提示するだけではなく、聴衆の注意をプレゼンタが意図しているコンテンツに集め、意図しているコンテンツ内の情報の重要度や論理展開などの情報の関係性を正しく伝えることが重要となる。これらを効果的に実施するには、プレゼンタがアイコンタクトやジェスチャといった非言語動作を活用して、意図しているコンテンツへ聴衆の注意を誘導したり、重要性や関係性といった説明しようとしている情報の特徴を伝達する必要がある。

しかしながら、プレゼンテーション中にこれらの非言語動作を適切に用いることは学生や新入社員といっ

た経験の浅いプレゼンタだけではなく、大学講師や企業の管理職といったある程度経験を持ったプレゼンタにとっても難しい。加えて、プレゼンタが内向的な性格の場合、手元の PC や投影しているスクリーンを凝視し、聴衆への非言語動作がおろそかになってしまう。この結果、内容理解を促せず、聴衆への情報伝達が不十分なまま、プレゼンテーションを終えてしまうことがある。

そこで、本研究では、プレゼンタの代わりにロボットが内容理解を促進する非言語動作を伴わせてプレゼンテーションを行うロボットプレゼンテーションシステムを提案する。本システムは、プレゼンタによるプレゼンテーションを収録し、聴衆の注意誘導や内容理解を促進する非言語動作が適切に用いられているかを診断する。そして、この診断結果にもとづき、不十分・不適切な動作が存在する場合にはプレゼンテーションを再構成して、適切な非言語動作を伴ってロボットがプレゼンテーションを代行することを実現する。このプレゼンテーションの再構成には、プレゼンタが「オーラルコンテンツに注意を向けて欲しい」や「スライド中のあるキーワードが重要であることを認識して欲しい」といったプレゼンテーション中のある時点における聴衆へ伝えたい意図（以下、伝達意図）を加味して、注意誘導や内容理解を促進するプレゼンタの非言語動作を明らかにする必要がある。このような観点から、本研究では、プレゼンタの伝達意図とロボットのプレゼンテーション動作を対応づけるプレゼンテーション動作モデルをデザインし、本モデルに基づいてシステム開発を行っている。

本稿では、プレゼンテーションにおける非言語動作活用の必要性和問題点について整理し、その解決アプローチとして、プレゼンテーション動作モデルに基づくプレゼンテーション再構成手法について提案する。さらに、開発を進めているロボットプレゼンテーションシステムについて述べる。

2. 関連研究

本章では、プレゼンテーションにおける非言語動作活用やロボットによるプレゼンテーション代行に関する従来研究について述べる。

2.1 プレゼンテーションにおける非言語動作活用

Ekman⁽¹⁾や McNeill⁽²⁾は、非言語動作が人同士のコミュニケーションを円滑にすることを明らかにし、実際にコミュニケーションで用いられるジェスチャ動作の形態や機能をもとにした分類観点を提案している。この分類観点の詳細については、3章に詳述する。本研究では、この分類観点を参考にプレゼンテーション実施時に円滑な情報伝達を促すジェスチャ動作を明らかにしていく。

Kopf ら⁽³⁾は、プレゼンテーション実施時のプレゼンタの手の位置や視線方向を Microsoft 社の Kinect⁽⁴⁾で取得し、リアルタイムにフィードバックするシステムを提案している。これらの情報は、プレゼンタ自身が自らのプレゼンテーションをレビューする指標となるが、聴衆から見た振る舞いの不自然さを直すことが主であり、聴衆にとって分かりやすいプレゼンテーションを実現するための非言語動作を明らかにするという本研究とは目的が大きく異なっている。

2.2 ロボットによるプレゼンテーション代行

Kamide ら⁽⁶⁾の研究では、ロボットによるプレゼンテーションにおいて、ロボットの視線方向の制御が聴衆の注意をスライドコンテンツへ誘導することができることを示している。しかしながら、この研究においては、視線方向をスライドもしくは聴衆に向けるよう制御した場合の聴衆への注意誘導効果を検証しており視線方向以外の非言語動作の制御は行っていない。Chien-Ming ら⁽⁷⁾は、動的ベイジアンネットワークを用いて、16人のプレゼンタの動作を学習し、オーラルコンテンツに基づき、視線方向とジェスチャを自動付与する手法を提案している。この手法はオーラルコンテンツのみをロボットに与えるだけで、視線方向とジェスチャを自動的に決定できるという特徴があるが、付与できるジェスチャや視線方向が学習するデータに依存してしまうという問題がある。実験の結果、不要な腕のジェスチャが付与されて、プレゼンテーションを聞くのに影響があったことも示唆されている。

以上述べてきた従来研究を踏まえて、筆者らは、ロボットによるプレゼンテーション代行の枠組みとして、プレゼンテーション動作モデルをデザインしてきた⁽⁶⁾。本モデルにより、視線制御以外の要素も含めたロボッ

トの動作制御をプレゼンタの伝達意図に基づいて付与し、プレゼンテーションの理解を妨げる不十分・不適切な非言語動作の診断・再構成を可能とする。

3. プレゼンテーションにおける非言語動作

本章では、プレゼンテーションにおける非言語動作の必要性や問題点を詳述した後に、分かりやすいプレゼンテーションの実施に必要な非言語動作について整理する。

3.1 非言語動作の必要性

通常、プレゼンテーションの実施には、プレゼンタが聴衆に伝えたい情報を、キーワードや図表などで端的に表現したスライドコンテンツと、そのスライドコンテンツを補足説明するオーラルコンテンツを用いて行う。プレゼンタは「説明している情報の重要性」や「ある情報とある情報との関連性」などの伝達意図を聴衆に認識してもらうために、アニメーションやテキスト効果を用いてスライド中の一部をハイライトしたり、オーラルを話す際の発話速度や声量を変化させるといった表現の強調を行うことが多い。しかしながら、プレゼンタがこれらのコンテンツ内で伝達意図を強調したプレゼンテーションを実施しても、聴衆がその強調に気付けないことがある。その結果、聴衆に伝達意図が正しく伝わらず、情報伝達が不十分なままプレゼンテーションを終えてしまうことになる。また、聴衆がプレゼンタによる表現の強調に気付いた場合にも、「どの程度重要であるのか」や「どういった関係性があるのか」といったように、伝達意図の詳細を理解する情報がスライドコンテンツやオーラルコンテンツに陽に表現されていない場合には、情報の理解が十分に進まないことがある。このようにスライドコンテンツやオーラルコンテンツのみで、プレゼンタの伝達意図自体に気付いてもらうことや、その伝達意図の詳細を理解してもらうのは、聴衆にとって難しい場合がある。

そこで、プレゼンタは、アイコンタクトやジェスチャなどの非言語動作を用いて、プレゼンタの意図したコンテンツに注意誘導を行うことで、「オーラルに注意を向けて情報を聞いて欲しい」という伝達意図を伝えたり、聴衆に提示しているある情報とある情報のそれぞれの大きさをジェスチャで表現することで、「2つの

情報が大小関係を持っていることを認識して欲しい」といった伝達意図の詳細を伝えながら、プレゼンテーションを実施することが求められている。

3.2 問題点

上述した通り、非言語動作により、プレゼンタは伝達意図を聴衆へ十分に伝え、分かりやすいプレゼンテーションを実施することが可能となる。しかしながら、多くのプレゼンタにとって、プレゼンテーション中に非言語動作を適切に行うことは難しい。例えば、学生や新入社員といったプレゼンテーションの経験が浅いプレゼンタは、オーラルコンテンツを正確に話すことに終始してしまい、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余裕がないことが多い。大学講師や企業の管理職といったある一定のプレゼンテーション実施機会があり、経験を持ったプレゼンタにおいては、非言語動作を伴ったプレゼンテーションを行うことができるが、アイコンタクト時の顔向きやジェスチャ実施時の腕の角度が不十分となり、聴衆に伝達意図を伝えることのできる非言語動作までに至らないことが多い。また、プレゼンテーション経験の大小だけではなく、プレゼンタの性格に起因して非言語動作が十分に用いられないケースもある。プレゼンタが内向的な性格の場合、手元の PC や投影しているスクリーンを凝視し、聴衆へのアイコンタクトなどの非言語動作がおろそかとなってしまいうこともある。この結果、聴衆への情報伝達が不十分なままプレゼンテーションを終えてしまうケースが多々発生する。

3.3 伝達意図を伝える非言語動作

前節で述べた問題の解決に向けて、本節ではプレゼンタの伝達意図を伝えるための非言語動作について整理する。まず、聴衆の状態に合わせて、プレゼンタの考える伝達意図がどのように変化するかをまとめる。

図 1 に示す通り、聴衆の状態は大きく分けて、以下の 4 状態に分類できる。

状態 1: プレゼンテーションを聞いていない。

状態 2: プレゼンテーションに耳を傾けている。

状態 3: プレゼンテーション中の伝達箇所に気付く。

状態 4: プレゼンテーション中の伝達箇所の詳細を理解する。

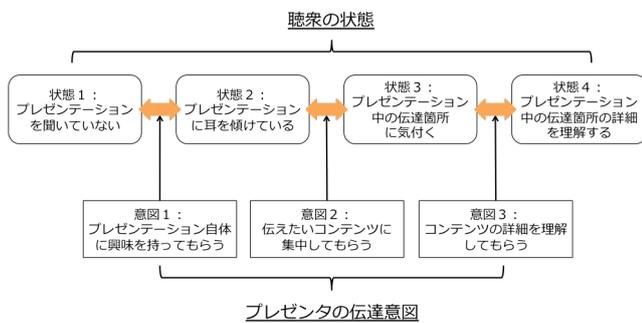


図1 聴衆の状態に応じたプレゼンタの伝達意図

これらの聴衆の状態に対して、プレゼンタの伝達意図は以下の通りに分類できる。

意図1（状態1→状態2の変化を促す）：

聴衆にプレゼンテーション自体への興味を持ってもらう。

意図2（状態2→状態3の変化を促す）：

プレゼンタの伝えたいコンテンツに集中してもらう。

意図3（状態3→状態4の変化を促す）：

聴衆にコンテンツを詳細に理解してもらう。

本研究では、プレゼンタがこうした伝達意図を検討する機会として、(1)プレゼンテーションの準備（リハーサル）中、(2)プレゼンテーションの実施中、があると考えている。まず、(1)ではプレゼンタが発表内容や発表場所、対象となる聴衆の属性などを基に、聴衆の状態変化を仮定して、伝達意図を設定する。例えば、学会発表のような聴衆のモチベーションが高い場合には、聴衆の状態は状態3以降が多くなると仮定することができるため、より情報の詳細を理解してもらうような伝達意図を中心に設定することになると考えられる。一方、街頭での商品紹介のようなプレゼンテーションでは、あまり興味を持っていない聴衆が中心になると考えられるため、聴衆の状態は状態1や状態2になると仮定して、そもそもプレゼンテーションを聞いてもらうための伝達意図を設定すると考えられる。(2)では、プレゼンテーション実施時における聴衆のリアクションから推察される状態に応じて、インタラクティブに伝達意図を設定・変更する。本研究では、現在のところ(1)の文脈で、伝達意図を設定することを想定している。

以降では、どのような非言語動作が各意図の伝達に

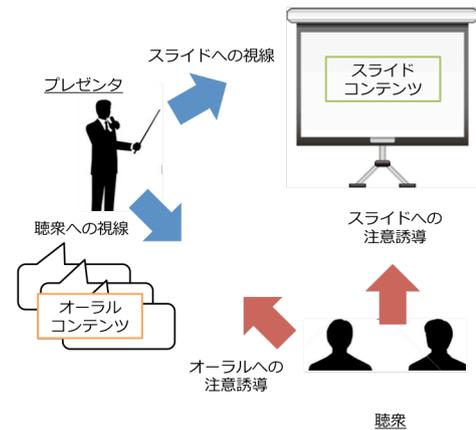


図2 プレゼンタの視線・顔向きによる聴衆の注意誘導

活用できるかを整理する。

3.3.1 意図1：聴衆の興味を促す非言語動作

聴衆がプレゼンテーションへ興味を持ち、耳を傾けてもらうためには、プレゼンタが聴衆に対して語りかけているような印象や何か面白そうだとインパクトを与える必要がある。これらを実現するには、聴衆の頷きに合わせて発話タイミングやジェスチャの開始タイミングを合わせたり、ビデオや音楽といったマルチメディアの利用、大げさなジェスチャによるオーバーアクションを用いて、聴衆にプレゼンテーションへの興味を持ってもらうことが考えられる。

3.3.2 意図2：聴衆の注意を誘導する非言語動作

聴衆がプレゼンテーションを聞きながら、プレゼンタが伝達したい箇所に注意を向けてもらうためには、プレゼンタがある時点で、スライドコンテンツとオーラルコンテンツのうち、どちらのコンテンツに注力して説明をしているかを聴衆に伝える必要がある。これを実現するのに、プレゼンタの顔や視線の向きを活用する。図2に示す通り、プレゼンテーション実施時にプレゼンタがスライド方向へ顔向きや視線を移すことにより、聴衆もスライドに視線を移し、スライドコンテンツに対して注意が向けられる。逆に、プレゼンタが聴衆方向へ顔向きや視線を移すことにより、聴衆もスライドから視線を外し、プレゼンタに視線を向けることになる。これにより、プレゼンタの発話しているオーラルコンテンツに対して注意が向けられる。

3.3.3 意図3：聴衆の理解を促進する非言語動作

聴衆がプレゼンテーションを聞きながら、プレゼンタが特に伝達したい箇所の詳細を理解させるためには、

プレゼンタの説明している情報をさらに補足する情報を聴衆に伝える必要がある。これを実現するのに、情報をどのように補足するかという観点を踏まえて、身振り・手振りのジェスチャやパラ言語（発話速度や声量など）を活用する。ジェスチャには、以下の通り McNeill²⁾が分類した 3 タイプのジェスチャが存在する。本研究では、これらを補足したい情報に合わせて使い分けることで聴衆の理解を促す。

- (a)Deictic: 重要箇所など注目して欲しい対象を指定する、指差しなどのポインティングジェスチャ
- (b)Iconic: 説明している情報の大きさや長さを手の動きで表現するジェスチャ
- (c)Metaphoric: 説明している複数の情報の間にある順序関係を立てた指の数で表現したり、大小関係を手の動きにより表現するジェスチャ

これらのジェスチャは、プレゼンタの説明している情報の詳細を聴衆に伝え、内容理解の促進に寄与すると考えられる。

4. ロボットによるプレゼンテーション

前章では、プレゼンタの伝達意図とその意図を正しく聴衆に伝える非言語動作との対応について述べた。これら動作を無闇に行うと、本来聴衆に伝えなかった伝達意図が正確に伝わらず、分かりにくいプレゼンテーションになってしまう恐れがあり、非言語動作の活用範囲を適切に設定する必要がある。そこで、本章では、まず適切な非言語動作を決定するプレゼンテーション動作モデルについて述べ、本モデルを用いたロボットによるプレゼンテーション再構成手法について詳述する。

4.1 プレゼンテーション動作モデル

本モデルは、伝達意図と動作カテゴリ、プレゼンテーションの基本動作の 3 層で構成され、これらの対応関係で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モデルである (図 3)。具体的には、プレゼンタの思い描く「伝達意図」と、ロボットが利用可能な「プレゼンテーションの基本動作」を入力として、ロボットが分かりやすいプレゼンテーションを実施す

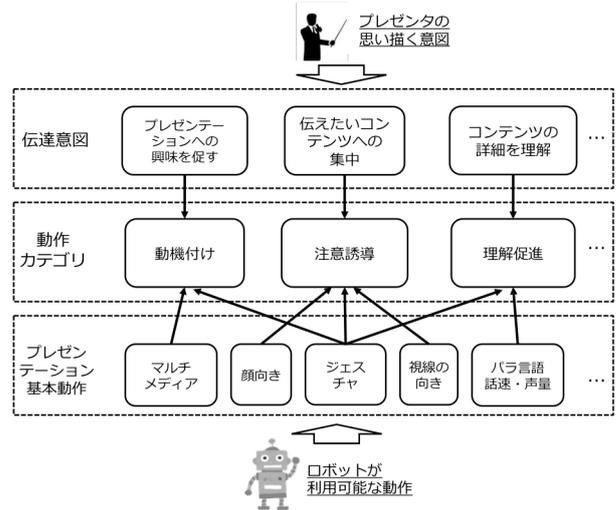


図 3 ロボットのプレゼンテーション動作モデル

る上で、必要となる非言語動作の組み合わせを「動作カテゴリ」として出力する。例えば、図 3 に示す通り、プレゼンタが「伝えたいコンテンツへ集中して欲しい」という伝達意図を持っていた場合に、顔向きや視線、Deictic なジェスチャを組み合わせることにより、ロボットによる注意誘導を実現する。

プレゼンタが「コンテンツの詳細を理解して欲しい」という意図を持ち、それが重要点の強調を意図したものであれば、パラ言語の声量の変化と Deictic なジェスチャの組み合わせで説明している情報の重要性を聴衆に伝える。また、それが関係性の強調を意図したものであれば、パラ言語と Iconic もしくは Metaphoric なジェスチャを組み合わせることによって、ある時点で説明している情報の順序関係や大小関係を分かりやすく聴衆に伝え、ロボットによる理解促進を実現する。

4.2 動作モデルにもとづくプレゼン再構成

本研究ではロボットによるプレゼンテーションとして、プレゼンタの動作を忠実に再現するのではなく、プレゼンテーション動作モデルと照合しながら、不十分・不適切な動作を診断・再構成し、必要に応じてプレゼンタ自身による非言語動作の再修正を行いながら、プレゼンテーションを代行する。再構成は以下で 3 つのステップで実行される。

ステップ 1：伝達意図の推定

ステップ 2：モデル照合による診断・再構成

ステップ 3：再構成結果のフィードバック

各ステップの詳細は以下の通りとなる。

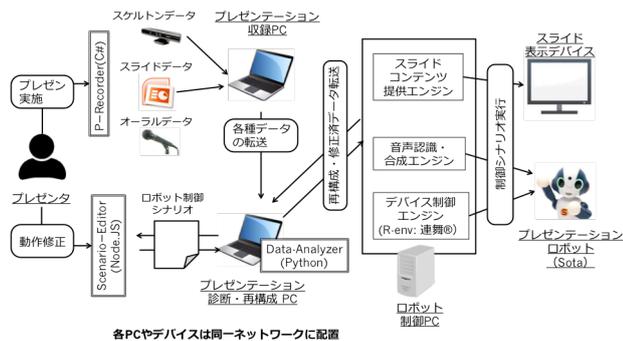


図4 プレゼンテーションシステム概略図

4.2.1 ステップ1：伝達意図の推定

プレゼンタによるプレゼンテーションや聴衆の状態を入力として、どのような伝達意図を持っているかを推定するステップである。現状では、プレゼンタが聴衆を前にせず実施したプレゼンテーションのみを入力とし、その動作やスライドコンテンツ、オーラルコンテンツ内のキーワードを分析して伝達意図の推定を行っている。そのため、現在推定できる伝達意図は「プレゼンタの伝えたいコンテンツへの集中」と「コンテンツの詳細を理解（重要点の強調）」に限られている。一方で、本来のプレゼンテーションは聴衆を前にして実施するものであり、3.3節でも述べたとおり、聴衆の状態変化に合わせて、プレゼンタが設定・変更する伝達意図を推定する手法も必要となる。

4.2.2 ステップ2：モデル照合による診断・再構成

推定した伝達意図をプレゼンテーション動作モデルと照合しながら、不十分・不適切な動作を診断・修正するステップである。「プレゼンタの伝えたいコンテンツへの集中」の意図では、プレゼンタの意図した方向にしっかりと顔や視線を向けているかを診断し、向きが不十分な場合には、それらを再構成する。「コンテンツの詳細を理解（重要点の強調）」の意図では、プレゼンタが意図している情報をしっかりとポイントしているかを診断し、ポイント時の腕の角度や顔向きが不十分な場合には、それらを再構成する。

4.2.3 ステップ3：再構成結果のフィードバック

ステップ2での動作の再構成結果をプレゼンタへフィードバックし、不適切な修正があれば、プレゼンタ自身で再度修正を行い、最終的なプレゼンテーション動作を決定するステップである。プレゼンタが全く意図していない方向へ顔や視線を向けるような不適切な

修正がされている場合には、それらをプレゼンタが手動で修正して、ロボットによるプレゼンテーション代行を実現する。なお、ステップ1の最後に述べた聴衆の状態変化に合わせた伝達意図の切替え時には、本ステップでのプレゼンタによる手動修正は実施せず、ステップ2での再構成結果をリアルタイムにプレゼンタへ反映することを考えている。

5. ロボットプレゼンテーションシステム

本研究で開発中のロボットプレゼンテーションシステムの概略図を図4に示す。本システムは、プレゼンテーション収録PCとプレゼンテーション診断・再構成PC、ロボット制御PC、プレゼンテーションロボット、スライド表示デバイスにて構成される。各PC・デバイスは同一のネットワークに配置されており、各種データの転送をネットワーク経由で行う。プレゼンテーションロボットには、8自由度(胴体1軸、腕2軸、肩2軸、首3軸)を持ったコミュニケーションロボットであるVstone製のSota⁽⁸⁾を採用する。音声認識・合成エンジンにはNTTテクノクロス製のVoice-Series⁽⁹⁾、デバイス制御エンジンには、日本電信電話株式会社製のR-env:連舞⁽¹⁰⁾を使用している。本システムを用いてロボットによるプレゼンテーション代行を実施するには、プレゼンテーションの収録、収録データの診断・再構成、再構成データのユーザ修正という流れでデータ処理を進めながら、ロボット制御シナリオを作成していく。制御シナリオは、ロボットの発話内容や非言語動作と、スライド表示デバイスで利用するスライドコンテンツの実施タイミング時系列順に記述して作成する。以降では各データ処理の詳細を本研究にて作成したアプリケーションと合わせて記していく。

5.1 プレゼンテーションの収録

プレゼンタの顔向きや各関節の座標といったスケルトンデータをプレゼンテーション収録PCに接続したKinectを用いて収録する。スケルトンデータと合わせて、オーラル音声データを外部マイクにより録音し、スライドデータとして、各スライドのアニメーション動作を含めたスクリーンキャプチャ動画(解像度: 1280×960, fps:10, AVI形式)やスライドの遷移タイミングをPowerPointのAPIを介して取得する。そし

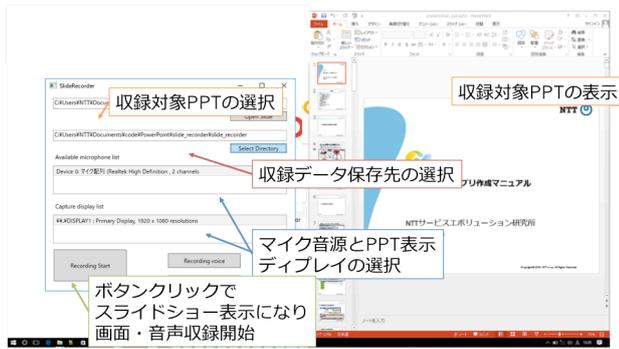


図5 P-Recorder のユーザインタフェース

て、これらデータを一括して取得するアプリケーションを P-Recorder と呼称し、Kinect SDK や MS-Office SDK などを用いて C# で実装している (図 5)。本インタフェースにて、収録対象の PowerPoint ファイルを指定し、プレゼンテーション記録ボタンをクリックすると、各データを収録時のタイムスタンプと共に記録する。このタイムスタンプを利用することで、スケルトンデータやオーラルデータ、スライドデータを正確に同期して、プレゼンテーション代行に利用する。

5.2 収録データの診断・再構成

前節で収録したスケルトンデータやオーラルデータ、スライドデータなどの各種データをプレゼンテーション診断・再構成 PC を用いて解析し、ロボット制御シナリオに利用できる形に変換する。スケルトンデータやオーラルデータから伝達意図が推定される、そして、プレゼンタが実際に行った非言語動作をプレゼンテーション動作モデルと照合しながら、顔向きやジェスチャ動作を診断し、不十分・不適切な動作があればそれらを修正・再構成する。また、スケルトンデータはロボットの関節数に合わせる形に変換される。具体的には、Kinect で取得できる関節数 25 のスケルトンデータを Sota の関節数 8 に変換しながら、非言語動作を診断、再構成される。オーラルデータは、音声認識エンジンを用いて全てテキスト化する。スライドデータは、スライドコンテンツ提供エンジンに合わせて MP4 ファイルを埋め込んだ HTML ファイルに変換され、ロボット制御 PC にアップロードされる。この各種データの変換や顔向きやジェスチャ動作の診断・再構成を行うのが、Data-Analyzer というアプリケーションであり、Python で実装している。

Data-Analyzer は GUI を持たないコマンドライン実

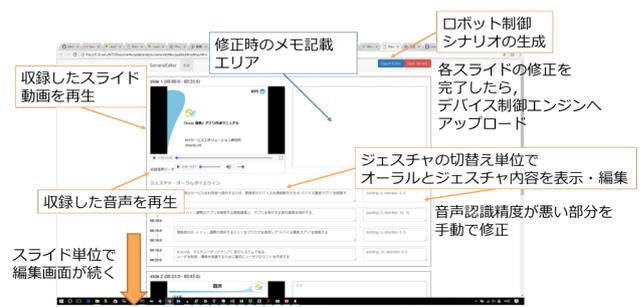


図6 Scenario-Editor のユーザインタフェース

行型アプリケーションで各収録データをバッチ的に処理する。

5.3 再構成データのユーザ修正

プレゼンタは、前節で診断・再構成した非言語動作やテキスト化したオーラルデータ、HTML ファイルに埋め込まれたスライドデータをタイムスタンプで同期し、時系列順に並べたロボット制御シナリオを確認して、必要に応じて再構成結果を手動で修正していく。ここでは、プレゼンテーション動作モデルにもとづき、再構成が適切に行われなかった場合やプレゼンタの伝達意図に合わせた非言語動作が付与されていない場合などに対応し、簡単に制御シナリオを修正できるようになっている。この制御シナリオのオーサリングツールが Scenario-Editor であり、Web ブラウザ上で動作する Web アプリとして実装している (図 6)。Scenario-Editor では、収録したスライドデータやオーラルデータ、再構成により付与された非言語動作をスライド単位で、一覧できるようになっている。また、本システムでデバイス制御エンジンに利用する R-env : 連舞®では、ロボットの発話内容や動作、スライドコンテンツ表示を状態遷移図の形で記述するフォーマット(図 7)となっているため、画面右上青色の「ロボット制御シナリオの生成」をクリックすることで、Scenario-Editor 上で修正した結果を R-env : 連舞®に合わせた形に変換し、ロボット制御 PC にアップロードされる。そして、このプレゼンタによる修正の履歴を利用した伝達意図の細分化や、動作カテゴリを構成するプレゼンテーションの基本動作の組み合わせパターンの変更といったプレゼンテーション動作モデルの詳細化を考えている。

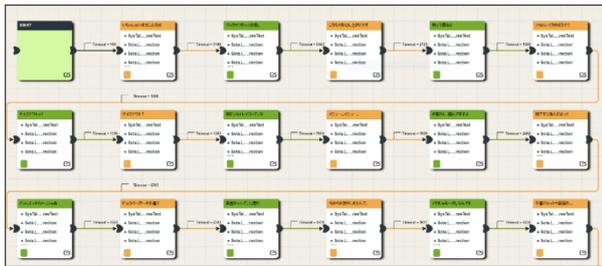


図 7 R-env:連舞®でのロボット制御シナリオ例

5.4 ロボットによるプレゼンテーション代行

5.1 節～5.3 節でのデータ処理を経て作成したロボット制御シナリオを用いたロボットによるプレゼンテーション代行の例について図 8 に記す. 図 8 上部では, 聴衆方向とスライド方向への顔向き制御により, 聴衆の注意誘導を行っている例である. 図 8 下部では, Deictic なポインティングジェスチャにより, スライド中の重要点を指し示し, スライド上部と下部を指し分けて, 理解促進を行っている例である. このように, ロボットによるプレゼンテーション代行において, 非言語動作を適切に活用することにより, 聴衆に対して分かりやすいプレゼンテーションの実施が可能となる.

6. まとめ

本稿では, プレゼンテーションでのプレゼンタの伝達意図と非言語動作の対応関係を表現したプレゼンテーション動作モデルを提案し, プレゼンタの代わりに, ロボットが分かりやすいプレゼンテーションを実施するための, プレゼンテーション再構成手法を提案した. そして, この再構成手法にもとづいて開発を進めているロボットプレゼンテーションシステムについて述べた. 本システムは, プレゼンタの伝達意図を推定し, プレゼンテーション動作モデルとの照合を行いながら, プレゼンテーションを再構成する. さらに, 再構成結果をプレゼンタにフィードバックし, 簡単にロボット制御シナリオの修正が行えるオーサリングツールを提供することで, プレゼンタの思い描くプレゼンテーションをロボットに代行させることができる.

今後は, 開発したシステムの有効性を検証する評価実験を実施して, ロボットによる分かりやすいプレゼンテーションの代行に必要な非言語動作を明らかにしていく. この評価実験で得られるデータを用いて, プレゼンテーション動作モデルにおける伝達意図の細分

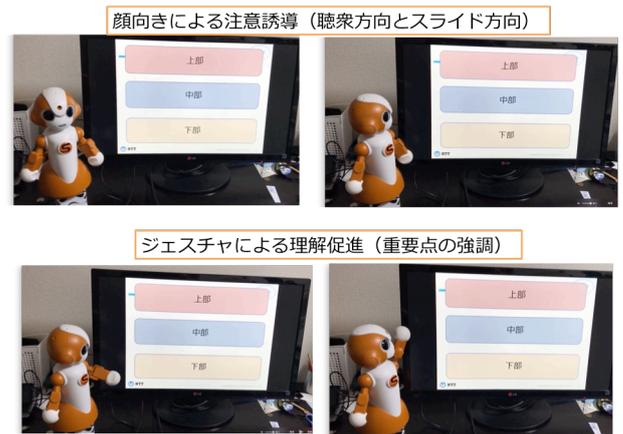


図 8 プレゼンテーション代行時の非言語動作例

化や動作カテゴリを構成するプレゼンテーション動作の組み合わせパターンの変更といったモデルの詳細化を行っていく. また, 聴衆の状態変化に合わせた動的な伝達意図の推定と推定結果に基づくインタラクティブな非言語動作の切替えについても検討を進めていく.

参考文献

- (1) Ekman, P.: "Movements with Precise Meanings", *Journal of Communication*, Vol. 26, pp.14–26(1976).
- (2) McNeill, D.: "Hand and Mind. The University of Chicago Press", (1992).
- (3) Kopf, S., Schön, D., Guthier, B., et al.: "A Real-time Feedback System for Presentation Skills", *Proceedings of EdMedia 2015*, pp. 1686-1693, (2015).
- (4) Microsoft, : "Kinect – Windows アプリの開発", <https://developer.microsoft.com/ja-jp/windows/kinect>.
- (5) 石野 達也, 後藤 充裕, 柏原 昭博: "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*, (2017 in press).
- (6) Kamide, H., Kawabe, K., Shigemi, S., 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).
- (7) Chien-Ming, H., Mutlu, Bilge : "Learning-based modeling of multimodal behaviors for humanlike robots", *Proc of HRI 2014*. pp. 57-64, (2014).
- (8) VStone. ; "Sota", <https://sota.vstone.co.jp/home/>.
- (9) NTT テクノクロス. : "音声ソリューション Voice-Series", <https://www.ntt-tx.co.jp/products/voice-mall/v-series.html>.
- (10) 日本電信電話株式会社. : "ヒト×モノ×ロボットをつなげる R-env:連舞®", <https://www.r-env.jp/>.

動画像データを用いた注射技術分析

松田健^{*1}, 真嶋由貴恵^{*2}, 前川泰子^{*3}

Injection Technique Analysis using Moving Image Data

Takeshi Matsuda^{*1}, Yukie Majima^{*2}, Yasko Maekawa^{*2}

^{*1} University of Nagasaki, ^{*2} Osaka Prefecture University, ^{*3} Kagawa University

As opportunities for home medical care increase with the declining birthrate and the aging of the population, it is assumed that nurses carry out intravenous injection by themselves in home healthcare. Manualization of the technology to improve the safety of medical practice in such circumstances where advice is not demanded is considered to be very important. In this research, we analyze moving image data of experts and students at the time of implementation of injection technology, and examine what kind of difference is found between the data of both experts and students and what kind of things should be manualized.

キーワード: 注射技術, 圧力データ, 動画像分析

1. はじめに

訪問看護などの在宅医療では、看護師が現場で静脈注射を実施する場面が想定されている⁽¹⁾。他の医療スタッフがいない病院等医療機関内で実施する場合と比べると、周囲にアドバイスを求めることができない訪問看護の際の注射技術に関するリスクは高くなると言える。注射技術に関するマニュアルは数多く存在するが、最終的には経験を積み上げることが最も重要であると言われている。手技の練習のための腕モデルも開発されており、このような腕モデルを有効活用することで、被験者の手技データを分析できるだけでなく、熟練者の持つ穿刺時の圧力のような感覚的な技術の習得ができるような教材開発ができれば有用であると考えられる。そこで本研究では、実務経験を有する被験者と注射技術に関する講義を履修済みの学生の手技データとアンケートを比較することで、腕モデルを用いた注射技術学習教材の可能性と活用方法について論じる。

2. 関連研究

本研究では注射技術の手技に関わるデータを分析することで、技術習得に有益な情報を見出すことを目的としている。注射技術の実施方法については、様々

な文献や教科書にその詳細が記されており、手技以外にも様々な専門的知識が必要である。注射技術に関連する医療事故の頻度は多くないかもしれないが現実的に発生しており、その対策として文献^{(2),(3)}は基礎科学教育の実態とその重要性について論じている。また、文献⁽⁴⁾では、注射針の刺入に関する定量的な評価を行っている。また、動画による注射技術を解説するオンライン学習コンテンツ⁽⁵⁾も公開されている。注射技術の手技では、穿刺時の刺入角度や深度など感覚に頼らざるを得ない技術も必要になるため、技術習得には知識と共に経験が必要であると言える。注射針の角度や深度などの力加減に関する感覚的情報を言語的に表現することは困難であるため、本研究ではこのような感覚的な情報を定量的に表現する方法について検討する。

3. 注射技術データ分析

3.1 提案手法

注射技術に関する情報をデータ化することが本研究の目的であり、本章では動画像データから注射技術の手指運動データから発生する特徴の一部を紹介する。

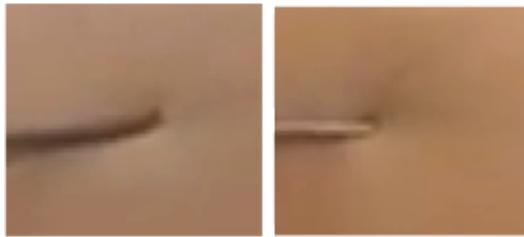


図 1 熟練者刺入時画像(左：学生，右：熟練者)

図 1 は腕モデルに対する採血技術実施時の刺入部位の画像を実験の様子を記録した動画データから切り取ったものである。文献⁶⁾では、図 1 の注射針の刺入角に関する熟練者と学生のデータの比較を行なっている。図 1 の注射針の状態を目視すると、学生の針はしなっているが、熟練者の針はほとんどまっすぐであることが確認できるが、画像を解析することでその差がどの程度であるか定量的に評価することができるようになる。なお、文献⁶⁾における注射技術の手指運動データを収集した際に、被験者に実験に関するアンケート調査を行っており、本稿では、アンケート結果と取得されたデータから推定される被験者の事象を照らし合わせながら、動画データから分析可能と考えられる事象の一部を紹介する。データ取得時には、手技の後で被験者にいくつかの項目についてアンケート調査を行なっている。その中の「研究に参加して気づいたこと」という項目において、熟練者の回答には「教科書では、角度について解説があるが、圧は経験でしか学べないことだと気付いた、それが新人さんなどに生きてくればいいと思う」というニュアンスの回答があり、学生の回答には「一つに集中したら他に頭が回らなくなると改めて思った。気が回らなくなる」という回答があった。図 1 に示した画像データと文献⁶⁾の分析結果は、これを裏付けるものであると考えられるため、本研究は圧力に関する情報を画像の RGB 値から分析する手法を提案する。

3.2 画像データと圧力の関係について

図 2 に示すデータは、人の腕の皮膚に指圧しているときと指を置いているときの画像データである。これによって、圧力を加えたときに皮膚の部分の RGB の値がどのように変化するかを調べることができる。図 2 の画像データの RGB の値から算出して生成した圧力分布特徴空間の画像を図 3 に示す。図 3 の右側画像から、圧力を加えた部分の周囲に沿って特徴が出現する

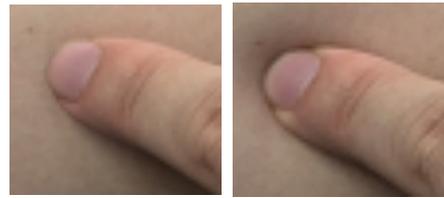


図 2 圧力分析用画像 (右：指圧時の画像)

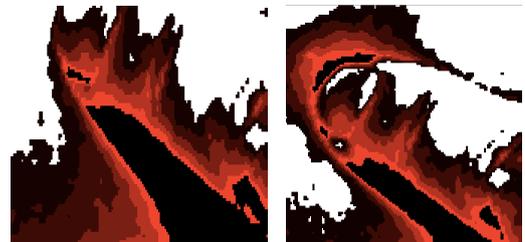


図 3 圧力特徴空間画像 (右：指圧時の画像)

ことが確認できる。このような技術を応用することで無駄にかかっている力などの検出が可能であり、今後は実データ分析に応用していくことが課題である。

謝辞

本研究は JSPS 科研費 15K15805 の助成を受けたものです。

参考文献

- (1) 訪問看護の際の注射技術実施に関するガイドライン、社団法人 全国訪問看護事業協会・財団法人 日本訪問看護振興財団 (2017)
- (2) 片野由美：“看護における薬理学教育・研究と人材育成の現況と課題”，日本薬理学雑誌 149(1), pp.9-13 (2017)
- (3) 山口 直己ら：“看護基礎教育における静脈注射に必要な解剖・生理学の教授内容に関する実態調査”，看護科学研究 13(2), pp.22-29 (2015)
- (4) 菊池和子ら：“科学的根拠に基づく筋肉内注射の注射針刺入深度に関する研究”，日本看護技術学会誌 Vol. 8, No. 1 pp.66-75 (2009)
- (5) 注射 | 動画でわかる！看護技術 | 看護 roo! [カンゴルー], <https://www.kango-roo.com/mv/01/> (2017 年 11 月 27 日確認)
- (6) T. Matsuda and Y. Majima, "Consideration on Feature Extraction of Skill Level by Insertion Angle of Injection Technique" International Conference on PDPTA, pp.277-280 (2017)

大学事務職員向けのサイバーセキュリティ教材開発

林一雅^{*1}, 三好史恵^{*2}, 庄司紘一郎^{*2}, 辻澤隆彦^{*1}

^{*1} 東京農工大学総合情報メディアセンター, ^{*2} 東京農工大学学術情報課

Development of Cyber Security Awareness and Education for a University Administrative Staff

Kazumasa Hayashi^{*1}, Fumie Miyoshi^{*2}, Koichiro Shoji^{*2}, Takahiko Tsujisawa^{*1}

^{*1} Information Media Center, Tokyo University of Agriculture and Technology,

^{*2} Academic information and ICT, Tokyo University of Agriculture and Technology

2014年に施行されたサイバーセキュリティ基本法により, 教育研究機関はサイバーセキュリティの確保や教育を実施することとなった. 本稿では, 情報セキュリティ意識調査の実施結果と先行研究を踏まえてサイバーセキュリティ教材の開発過程について報告する. サイバーセキュリティ教材の内容は, マルウェア対策, パスワード管理, 標的型攻撃メールの対応, USBメモリ等の外部記憶装置の4点で, いずれも基本的な注意事項をスライド形式にまとめてウェブ配信した. 最後に教材の満足度調査を実施した.

キーワード: サイバーセキュリティ教育, 大学事務職員, e-learning

1. はじめに

2014年にサイバーセキュリティへの対応に向けた基本ポリシーとなるサイバーセキュリティ基本法が施行された. その第8条には, 教育研究機関の責務として, 「基本理念にのっとり, 自主的かつ積極的にサイバーセキュリティの確保, サイバーセキュリティに係る人材の育成並びにサイバーセキュリティに関する研究及びその成果の普及に努める」とあり各機関には対応が求められている. それらのサイバーセキュリティに対応するため, 大学事務系職員向けにサイバーセキュリティ意識向上を目的とした意識調査を実施した⁽¹⁾.

この調査は, 非技術的な対策を実施するための第一歩として, 個人の行動に関するリスクを明確化することを目的に大学事務職員299人を対象として実施した情報セキュリティに関する意識調査である.

本稿では, 2017年2月に実施した情報セキュリティ意識調査の結果⁽¹⁾に基づいて, 大学事務職員を対象としたサイバーセキュリティ教材開発過程について報告する.

主な調査内容は, 日常的な行動と対策強化の要請が高い「標的型メールへの対応」, 「USBメモリなどの外

部記憶装置の利用」, 及び「マルウェア対策」等である.

調査結果として次に記述する点と検討すべき点がわかった. 標的型メール攻撃に関しては, 例示された「標的型メール攻撃」に対する行動と, 一般的な設問として示された「不明なメールアドレスからのメール」に対する行動には差があり, 回答者は標的型攻撃メールと不明なメールアドレスからのメールは脅威が異なるものと判断していると推察された. サイバーセキュリティ教育においては, 認識に差があることを前提に教材開発する必要性が考察された.

「USBメモリなどの外部記憶装置の利用」に関しては, 情報の暗号化は実際に利用するには負荷が高いと感じており, 暗号化の必要性は認識しつつも, 約14-20%が「安易に利用してしまう」と回答している. サイバーセキュリティ対策として, 簡便な代替手段の提供やシステム的な対応を進める必要性が考察された.

マルウェア対策ソフトウェアやOSを最新の状態にすることについては, 情報セキュリティ対策として有効であるという認識は高いが, 19.4%の回答者は, その迅速な対策の実施には至っていないことがわかった. 理由としては, 作業負荷や技術的・知識的困難が

理由と分析しており、システム的な対応による負荷軽減が重要となる。これらの結果を踏まえて、サイバーセキュリティの教材を開発する。

2. サイバーセキュリティ教材の開発

サイバーセキュリティ教材作成の先行研究については、大学生向け情報セキュリティ意識向上の先行研究によると、サイバーセキュリティの重要性やニーズは理解しているが、様々なところから断片的なセキュリティ概念を学んでおり、継続的なトレーニングが必要であるとしている⁽²⁾。また、NIST SP 800-50の「ITセキュリティの意識向上およびトレーニングプログラムの構築⁽³⁾」によると、セキュリティ意識向上キャンペーンとトレーニングが必要であるとしている。しかし、サイバーセキュリティ意識向上プログラムについて、セキュリティ意識が何であるかを理解していないと失敗につながる要因を分析している⁽⁴⁾。これらに対応するために、リスクのあるユーザを特定できないこととサイバーセキュリティがどのようにユーザに学ばれているかについて理解されていない点があるとして、データ分析を行うことで、よりよい教材設計ができるとしている⁽⁵⁾。

情報セキュリティ意識調査の分析と先行研究を踏まえて、次の内容のサイバーセキュリティ教材を開発した。内容は、マルウェア対策、パスワード管理、標的型攻撃メールの対応、USBメモリ等の外部記憶装置の4点でいずれも基本的な注意事項をまとめており、スライド形式のウェブ配信にて閲覧できる教材である。教材の受講の流れは、想定受講時間を15分程度としてスライド教材を学習して、その内容に対して確認テストに回答する。

3. おわりに

図1に示すのは、本教材の満足度調査を実施し、212名から得た結果である。Q1の質問には、42.9%が役に立つと回答し、Q2の質問には、60.8%が分量は適当であると回答し、Q3の質問には、60.4%が何度は適当であると回答している。Q1は10.4%、Q2は21.7%、Q3は20.8%が「わからない」と回答され、詳細な分析を行う必要がある。



図 1 教材の満足度調査結果

参考文献

- (1) 辻澤隆彦, 林一雅, 川村喜和: "大学事務職員の情報セキュリティ意識調査(リスクの認識と行動について)." 学術情報処理研究, No.21, pp.63-70, (2017)
- (2) Eyoung B. Kim.: "Recommendations for information security awareness training for college students", Information Management & Computer Security, Vol.22, Issue 1, pp.115-126, (2014)
- (3) Mark Wilson, Joan Hash.: "Building an information technology security awareness and training program" NIST Special publication 800.50, pp.1-39, (2003)
- (4) Maria Bada, Angela Sasse, Jason R. C. Nurse.: "Cyber Security Awareness Campaigns: Why do they fail to change behaviour?", International Conference on Cyber Security for Sustainable Society, pp.118-131, (2015)
- (5) Karina Korpela.: "Improving cyber security awareness and training programs with data analytics", Information Security Journal: A Global Perspective, 24.1-3, pp.72-77, (2015)

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

児玉雅明^{*1}, 今野裕太^{*1}, 趙秀敏^{*2}, 大河雄一^{*1}, 三石大^{*3}

^{*1} 東北大学大学院教育情報学研究部・教育部, ^{*2} 東北大学高度教養教育・学生支援機構,

^{*3} 東北大学教育情報基盤センター

A Study on UI Design for Smartphone-based Learning Material Which Shows Current Learning States and Enables Sustainable Learning with Microlearning

Masaaki KODAMA^{*1}, Yuta KONNO^{*1}, Xiumin ZHAO^{*2}, Yuichi OHKAWA^{*1}, Takashi MITSUIISHI^{*3}

^{*1} Graduate School of Educational Informatics, Tohoku University

^{*2} Institute for Excellence in Higher Education, Tohoku University

^{*3} Center for Information Technology in Education, Tohoku University

我々は大学初修中国語教育を対象に対面授業と 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を実施しており, 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スマートフォン学習教材 KoToToMo の開発および提供を行なっている. このスマートフォン学習教材は短い時間で学習可能なコンテンツで構成されており, ちょっとした空き時間などを利用した断続的な復習を持続的に行うことを目指しているが, これまでの実践の結果, 現在の KoToToMo では持続的な復習活動を実施するために課題があることが確認された. そこで, 本報告では, 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実現を目的として, 現在の KoToToMo のユーザインタフェース (UI) の問題について考察し, 学習者の現在の学習状況を視覚的に提示すること, および中断したところから学習を再開することで持続的な学習を可能とする UI の設計の検討を行った.

キーワード: スマートフォン, マイクロラーニング, ユーザインタフェース, 復習教材, 中国語学習

1. はじめに

現在, 我々は大学初修中国語教育を対象に効果的な学習の実現のために, 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の開発と実践を進めている⁽¹⁾. また, 復習に用いる ICT 機器として, 学習者が常時携帯するモバイル情報端末であるスマートフォンに着目し, マイクロラーニングに基づくスマートフォン学習教材の開発を行い実授業で試用している⁽²⁾⁽³⁾. ここで, マイクロラーニングとは, 学

習内容を小さな単位に分割し, 短い時間で学習可能な教材を用いて, 日常生活の中で分散的に学習を行う学習方式であり, 一度にまとまった量の内容を学習するのではなく, 学習の中断と再開を繰り返しながら少しずつ学習を進めることを想定する. 本研究においては, ちょっとした空き時間などを利用した断続的な復習や, 定着のために繰り返し学習を可能とし, これらの学習を継続的に行うことを目指している.

しかしながら, プロトタイプシステムを利用したこ

これまでの実践から、単に短い時間で学習可能な復習教材を提供しただけでは、持続的な復習活動に課題があることが確認された。プロトタイプシステムには、学習者が自身の学習状況を把握することが困難であることに加え、中断したところから学習を再開する際に学習者が行わなければならない手順が多いという問題点が存在しており、それらは主にユーザインタフェース（以下、UI）が持続的な学習活動を考慮したものになっていないことが原因であると考えられる。

そこで本研究では、マイクロラーニングに基づいてスマートフォン学習教材を使った持続的な復習活動を可能とするために、それまでに学習者が実施した学習の状況を学習者に対して視覚的に提示し、これにより学習の再開や次の学習内容の選択を容易に行うことが可能な UI の設計を検討することとした。本稿では、まず我々が実践においてプロトタイプシステムとして提供しているスマートフォン学習教材「初級中国語 KoToToMo（ことばを友に）」（以下、KoToToMo）の概要を述べるとともに、語学学習を対象とした他のスマートフォン学習教材も概観し、既存のスマートフォン学習教材の UI の問題点を述べる。次に 3 章では、その問題点を踏まえ、持続的な復習を可能とするために必要な要件、およびそれらをどのように UI として設計することが必要か検討を行う。

2. 既存のスマートフォン学習教材の問題点

2.1 KoToToMo の概要

我々は、大学 1 年時における初修中国語の授業においてブレンディッドラーニングを実施しており、復習用教材としてスマートフォン学習教材 KoToToMo を提供している⁽²⁾⁽³⁾。KoToToMo は中国語の発音の基礎的内容を練習する「発音」と実践的な会話における発話や文法を練習・確認する「本課」の 2 つの学習コンテンツを有している。「発音」では声調をはじめとした中国語の発音の基礎をネイティブの話者の発声を収録したビデオで確認しながら発音の練習をすることができ、自身の発音を録音・再生することで発音の確認することもできる。「本課」は授業で使用する教科書における章構成（第 1 課～第 12 課）に対応した構成になっており、それぞれの課ごとに「リピーティング」、



図 1 KoToToMo の主要な画面の UI

「シャドーイング」、「力試し」、「文型練習」の 4 種類の学習形式で会話や文法を復習することができる。また、学習コンテンツ以外の機能として、学習の成績を確認するための「成績」、学習履歴をインターネット上のサーバーに記録するためのユーザ認証機能も用意さ

れている。

ここで、図 1 に KoToToMo の主要な画面の UI を示す。トップメニュー (図 1-①) には、「発音」、「本課」、「成績」、簡単なヘルプを表示する「アプリの使い方」、ユーザ認証を行う「ログイン」のボタンが存在する。ここで、「本課」を選択した場合、学習する单元 (課) を選択する「本課」画面 (図 1-②) に遷移する。学習を行いたい課を選択すると、選択した課の「学習形式選択」画面 (図 1-③) が表示され、前述した 4 種類の学習形式から 1 つを選択することで、学習を開始することができる。

「リピーティング」(図 1-④) および「シャドーイング」は、ネイティブの話者の会話を収録したビデオに対して、リピーティングまたはシャドーイングを行う学習形式である。「発音」と同様に、自身の発話を録音・再生することで会話練習をすることができる。「力試し」

(図 1-⑤) では、出題された文を発話し中国語の音声認識を行う。これにより、自身の発音が正しいか確認することができる。また、「文型練習」では、出題された日本語の文章を参考に中国語の単語を正しい順序に並び替えることで中国語の文法を確認することができる。「力試し」および「文型練習」は複数の問題で構成されており、正解するか画面右下にある skip ボタンを押すことで次の問題へ進むことができる。

トップメニューから「成績」を選択した場合は、「成績」画面 (図 1-⑥) が表示される。ここでは「力試し」および「文型練習」の総取り組み問題数とその中の正解の問題数、正解率を確認することができる。

2.2 従来の KoToToMo の問題点

従来の KoToToMo には、学習者が自身の学習状況を把握することが可能な UI が備えられていないことと、マイクロラーニングに基づく断続的な学習を想定した UI になっていないという 2 つの問題が存在する。

前述の通り、KoToToMo のアプリ内で確認できるのは、「成績」画面における「力試し」と「文型練習」の総取り組み問題数とその中の正解の問題数および正解率のみであり (図 1-⑥)、それまでの学習状況 (例えば、第 1 課の「リピーティング」は何分間学習したとか、第 1 課の「力試し」の問 1 は既に正解しているとか) を確認するための UI は備えていない。そのため、学

学習日	学習内容	課	問題番号	所要時間	回答結果
2017/11/18 19:25:22	リピーティング	1	1		0'37
2017/11/18 17:29:38	リピーティング	1	1		0'2
2017/10/24 13:56:58	リピーティング	1	1		0'4
2017/10/19 10:55:11	リピーティング	1	1		0'9
2017/07/12 17:33:01	文型練習	1	1		0'11 ○
2017/07/05 12:30:48	文型練習	1	2		0'4 ×
2017/07/05 12:30:40	文型練習	1	1		0'9 ○
2017/06/21 16:05:01	文型練習	1	1		0'3 ×
2017/06/21 16:04:33	文型練習	1	2		0'4 ×
2017/06/21 16:04:29	文型練習	1	1		0'2 ×
2017/06/21 16:04:26	文型練習	1	2		0'29 ×
2017/06/21 16:03:53	文型練習	1	1		0'8 ○
2017/06/19 15:21:29	文型練習	1	1		10'16 ×
2017/06/16 20:05:14	文型練習	1	3		3'2 ×
2017/06/16 20:03:52	文型練習	1	2		10'38 ×
2017/06/15 16:00:34	文型練習	1	4		0'0 ×

図 3 KoToToMo の学習履歴閲覧 web ページ

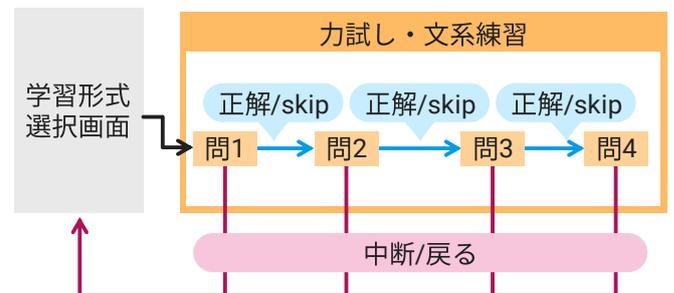


図 2 「力試し」、「文型練習」の画面遷移

習者は自身がどこまで学習を進めているのか確認することが困難であり、アプリを起動してもどこから学習すれば良いのかを学習者の記憶に基づき判断する必要がある。加えて、学習を行ったという結果が目に見える形で確認できないため、学習者は学習の達成感や満足感を感じられず、「学習が正しく進められているか、取りこぼした問題はないか」という不安を感じる恐れもある。

一方、スマートフォンのアプリケーション内では十分な学習状況の確認が行えないものの、学習者が KoToToMo を使用して学習を行った際には、教員による学習状況確認を主な目的として、学習者を識別する ID、学習日時、学習内容 (学習形式)、課番号、問題番号、所要時間、回答結果を学習履歴としてネットワーク上のサーバーに記録している。また、これらの学習履歴は特定の web ページにアクセスすることで学習者自身も閲覧が可能である (図 2)。しかし、web ページにアクセスし学習者個人の ID とパスワードを入力する

手間がかかる上、図 2 に示すように学習履歴は表形式で一覧表示されるため、ここから学習状況を一目で把握することは難しい。学習履歴を csv 形式で出力し、それを Excel などのソフトを用いてグラフ化することで学習状況を把握することも可能だが、これには非常に時間と手間がかかるだけでなく、学習履歴を理解するための専門知識も必要であり、学習者の負担が大きいため現実的ではない。

次に、2 つ目の問題点である、マイクロラーニングに基づく断続した学習を想定した UI を備えていないことに関して述べる。「本課」の「文型練習」および「力試し」は複数の問題で構成されている。しかし、図 3 に示すように、「学習形式選択」画面からは 1 問目の問題にしか遷移することができず、2 問目以降の問題を直接選ぶことができない。例えば中断した学習を 2 問目から再開したいと考えた場合でも、2 問目以降の問題を選ぶには、1 問目の問題から順番に画面遷移を行う必要がある。また、1 つ前の問題を再度学習したいと思っても、前の問題に戻るには、一旦「学習形式選択」画面に戻り、再度 1 問目の問題から目的の問題まで画面遷移を行う必要がある。

このように、学習したい問題の画面を開くまでに必要な操作手順が多い。それに加えて、1 つ目の問題点として挙げたように、どの問題が既に学習済みで、どの問題はまだ取り組んでいないのかをアプリ内で確認することはできない。そのため、中断したところから学習を再開するには、学習者は自身の記憶を頼りに中断した問題を思い出し、その問題まで画面遷移を繰り返し行う必要がある。マイクロラーニングに基づく学習では、短い時間で分散的に学習を実施するため、学習を中断・再開することは学習者の基本的な行動として想定する必要がある。一方で、前述の通り中断したところから学習を再開する手間は大きく、これはマイクロラーニングに基づく断続的な学習の実施を妨げていると言える。

実際に本アプリを利用した実践で 2017 年 8 月に実施した前期末アンケートにおいて、「復習用教材に対する感想」の項目に、「何をどこまでやれば良いのか分からなかった」、「どこがやっていて、どこがやっていないのかが分かる仕組みが欲しい」、「本当に自分が復習を行なったのか分からなくて不安なので、成績に入れ

ないで欲しい」といった感想が複数あることを確認している。

マイクロラーニングに基づく持続的な学習を実施するためには、ここで挙げた問題を解決することが必要と考えられる。

2.3 スマートフォン語学学習教材に関する先行研究

授業時間外に語学の学習を行うためのスマートフォン学習教材に関する先行研究として、金ら⁴⁾の研究が挙げられる。金らは、モバイル端末を使った学習が授業外の検定試験対策の自習に有益であることを明らかにすることを目的として、授業外に気軽に利活用できる韓国語検定試験の対策に向けた自習用モバイル学習教材の開発と提供を行い、その有効性を確認している。

しかし、金らの研究は教材のみで完結した自習を対象としているため、実授業とモバイル学習教材との連携については考慮されていない。一方、本研究はブレンディッドラーニングにおける授業の復習での教材使用を対象としており、例えば、授業の進捗に合わせて学習を進めるために、学習状況を確認できることが求められるなど、UI 設計にあたり、自習用学習教材とは異なる要件を考慮する必要があると考えられる。また金らの研究は、マイクロラーニングに基づいて断続的な学習を行うことを考慮しておらず、従来の KoToToMo と同様に、学習を中断した後で、学習中だったコンテンツから学習を即座に再開する機能などは備えていない。そのため、この研究の手法をそのまま、本研究の対象に適用することはできない。

3. 持続的な学習を可能にする UI の検討

3.1 問題の原因とその解決のための提案

2 章で挙げた既存の語学復習用スマートフォン学習教材の UI の問題点は以下の通りである。

- (1) 学習者が自身の学習状況を把握することが可能な UI が備えられていない。
- (2) マイクロラーニングに基づく断続的な学習を想定した UI になっていない。

問題点(1)は学習状況に関する情報が UI 上にほとんど提示されていないことが原因であり、問題点(2)は問題点(1)に加え、中断する前に学習していた問題が分からないことと、任意の問題画面に直接遷移することが

できない UI が原因であると考えられる。そこで本研究では、これら 2 つの問題点を解決した上で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 UI の設計を行うこととした。そこで、これまでに述べた問題点とその原因を踏まえ、マイクロラーニングに基づく持続的な学習を実施するためのアプリとその UI が備える必要のある要件を検討する。次に、その要件を満たすスマートフォン学習教材の UI の設計を行い、最後にどのような UI として実装できるか検討を行う。

3.2 スマートフォン学習教材とその UI に必要な要件

1 つ目の問題点である「学習者が自身の学習状況を把握することが可能な UI が備えられていない」ことを解決するためには、学習状況に関する情報が UI 上にほとんど提示されていないことが原因であるため、まず、それを提示する機能が必要である。ただし、KoToToMo の詳細な学習履歴は web ページで閲覧することができるものの、学習者の学習状況把握には役立っていないことから、単に学習履歴を提示するだけでは不十分である。スマートフォンのアプリケーション内だけで学習状況の確認ができるなど手間がかからないことや、一目で学習状況を把握できるように、学習履歴を適切な形で視覚化することが必要だと考えられる。

次に、2 つ目の問題点である「マイクロラーニングに基づく断続的な学習を想定した UI になっていない」ことを解決するためには、中断する前に学習していた問題が分からないことと、任意の問題画面に直接遷移することができない UI が原因であるため、中断する前に学習していた問題を提示することと、任意の問題から学習を開始可能な学習内容選択画面が必要である。ただし、中断する直前に学習していた問題を提示するだけでは、学習を再開するためにその問題を学習内容選択画面から選択する手間が必要となる。そこで、できる限り学習再開の手間を小さくするために、学習内容選択画面から学習内容を選択せずに中断する前に学習していた学習内容の画面に遷移することができる必要があると考えられる。

本節で検討した、スマートフォン学習教材とその UI に求められる要件は以下の通りである。

(1) 学習状況を確認に手間がかからない場所に提示

し、その際に学習状況を一目で把握できるように適切な形で視覚化すること。

(2) 任意の問題から学習を開始できるとともに、学習内容選択画面から学習内容を選択しなくても中断する前に学習していた学習内容の画面に遷移することができること。

3.3 要件を実現するスマートフォン学習教材の設計

前述した必要要件を実現するために、どのような UI 設計が必要か検討する。

1 つ目の必要要件である「学習状況を確認の手間がかからないように提示し一目で確認できる視覚化を行う」ことに関して、これを実現するために、問題ごと、学習形式ごと、課ごとの各粒度で学習状況を視覚化し、学習内容を選択する際の UI に提示することが必要だと考えられる。

マイクロラーニングに基づく学習では、少ない学習内容を短い時間で学習することを繰り返すことを想定しているため、マイクロラーニングに基づくスマートフォン学習教材の学習コンテンツは少ない学習内容を単位として構成することとなる。そのため、学習状況を確認するためには、まず、問題ごと（学習内容の最小単位ごと）に学習状況を残す必要があると考えられる。また、学習状況を一目で把握するための視覚化において、学習状況を把握するために提示する情報としては、正否状態（正解/不正解/未着手）、記憶度、学習量（学習時間および学習回数）の 3 つを提案する。ここで記憶度とは、問題に対する学習者の記憶の定着度を意味しており、例えば、無意味な音節を記憶し時間経過とともにどれだけ忘れるかを数値化したエビングハウスの忘却曲線、および時間を空けて再び記憶した内容は忘れにくくなるというスペーシング効果を基に学習者の記憶の定着度を推定することができるという考えに基づく。この例のように記憶度を推定した場合は、学習直後に記憶度は高く、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。これを視覚化し提示するのが記憶度である。

正否状態が分かることで、学習者がどの問題を既にやっつけて、どの問題はまだやっつけていないのか、また、どの問題が間違っただまなのかを知ることができ、こ

れにより、どこから学習すれば良いのか分からない状態や、本当に学習を行ったのか分からない不安を解消できる。また、記憶度が分かることで、学習者はその問題がどれだけ定着しているかを知ることができ、その問題を繰り返し学習すべきタイミングを判断するのに役立つ。そして、学習量が分かることで、学習者は自身の学習活動の実績を確認することができ、学習活動の達成感や満足感を感じる一助になると考えられる。

次に、学習形式ごとに学習状況を視覚化する場合は、その学習形式の各問題の学習状況を累積したものを学習状況として視覚化して提示する必要があると考えられる。KoToToMoには複数の学習形式があり、全ての学習形式を満遍なく学習すること望ましい。そのため、学習者は「どの学習形式がどれくらい進んでいるか」を把握し、学習が足りていない学習形式の学習を進める必要がある。しかし、問題ごとの学習状況が視覚化されただけでは、「どの学習形式がどれくらい進んでいるか」を一目で把握することは難しく、学習形式の選択に時間がかかってしまうことが考えられる。そこで、学習形式ごとに、その学習形式の各問題の学習状況を累積し、視覚化して提示することで、学習者は学習形式ごとの学習状況を一目で把握でき、自身に必要な学習形式を知ることができると考えられる。

そして、課ごとに学習状況を視覚化する場合は、その課の各学習形式の学習状況を累積したものを、課の学習状況として視覚化して提示する必要があると考えられる。KoToToMoには複数の課があり、授業の進捗合わせて対応する課の学習を進め、学期末には全ての課を満遍なく学習していることが望ましい。そのため、授業の進行に遅れないように課の学習を完了する必要がある。そのために各課の進捗を把握できる必要がある。しかし、前述までの視覚化では、「どの課がどれくらい進んでいるか」を把握するのに手間がかかる。そこで、課ごとにその課の学習形式の学習状況を累積し、視覚化して提示することで、学習者は各課の進捗を把握し、学習が遅れている課やまだやり残した内容がある課を容易に発見することができると考えられる。

以上の視覚化を、学習内容を選択する際のUIに提示することで、学習者は学習内容を選択する際に容易に学習状況を確認でき、次にやるべき学習内容や再び学習すべき内容を判断することができると考えられ

る。

また、2つ目の必要要件である「任意の問題から学習を再開でき、中断前の問題に特別な操作無しに遷移できる」ことに関して、これを実現するために、以下のようなUI設計が必要だと考えられる。

- (i) 学習を中断した後で、次にアプリを起動した際に、すぐに中断する前に学習していた学習内容の画面に遷移することができる。
- (ii) 中断したところから学習を再開するかどうかを学習者が選択可能な確認ダイアログを提示するとともに、中断する前に取り組んでいた内容(課番号、学習形式、問題番号、問題内容、学習状況)を提示する。
- (iii) 学習内容を選択する画面において任意の問題を選択することで、その問題から学習を開始できる。

(i)に関して、アプリの起動後すぐに中断する前に学習していた学習内容の画面に直接遷移することができれば、中断する前に学習していた問題を学習内容選択画面から選択する手間をかけずに、中断したところから学習を再開することができると考えられる。

(ii)に関して、自宅で発音の練習を中断したが今は電車の中なので発音の練習は再開できないなど、中断したところから再開することを望まない場合も想定されるため、アプリ起動後すぐに中断した学習画面に遷移するかどうかは学習者が選択できる必要があると考えられる。また、中断したところから学習を再開するかどうかを判断するために、中断する前に取り組んでいた問題を学習者に思い出させる必要がある。そこで、学習再開の確認ダイアログにおいて、中断する前に取り組んでいた問題の課番号、学習形式、問題番号、問題内容、学習状況の5つの情報を提示することを提案する。課番号、学習形式、問題番号が分かれば、どの問題に取り組んでいたのかを知ることができる。また、問題内容と学習状況が分かれば、その問題から再開する必要があるか判断するのに役立つと考えられる。

(iii)に関して、中断したところから学習を再開しなかった場合でも、他の任意の問題から学習を開始することで学習内容選択の手間を小さくすることができると考えられる。これにより、さまざまな学習形式をバランスよく実施させることも可能となる。

3.4 提案設計に基づく UI の実装例

図 4 に、3.3 節のスマートフォン学習教材の設計における課ごと、学習形式ごとの学習状況の視覚化を「本課」画面の UI として実装した例を示す。各課のタイトルの下にあるプログレスバーはその課の学習形式の学習状況を累積したものである。これにより、各課がどれだけ進んでいるかを一目で把握することができる。また、「学習状況の詳細」ボタンを押すと、その課の各学習形式の学習状況が一覧表示で提示される。それまでは「文型練習」を中心に学習していたが次は「力試し」に取り組みたいため、まだ正解していない「力試し」の問題が残っている課が知りたい場合など、課全体を 1 つのプログレスバーで表した学習状況だけでは教材選択が難しい場合を想定し、学習形式ごとの学習状況も併せて提示することとした。これを見ることで各学習形式の進捗を比較しつつ確認することができ、次にどの学習形式に取り組むか判断する手助けになると考えられる。

図 5 に 3.3 節のスマートフォン学習教材の設計における問題ごと、学習形式ごとの学習状況の視覚化および、任意の問題選択を「教材形式選択」画面の UI として実装した例を示す。学習形式を手軽に切り替えることができるよう、学習形式はタブメニューから選択することにした。学習状況という文字の下にあるプログレスバーはその学習形式の問題の学習状況を累積したものである。これにより各学習形式がどれだけ進んでいるかを一目で把握することができる。また、各問題の学習状況も提示されている。正否状態は青色＋チェックマーク（正解）、赤色＋バツ印（不正解）、灰色（未着手）で区別している。また、記憶度は正否状態の色の濃淡で表現しており、記録度が低下するほど色が薄くなるようにした。そして、学習量として学習回数を各問題の右側にバーおよび数値で提示している。また、各問題を選択することで、その問題の問題画面に遷移することができる。

図 6 に 3.3 節のスマートフォン学習教材の設計における、「アプリ起動後に中断する前に学習していた学習内容の画面に遷移する」と、「中断する前に取り組んでいた内容と再開確認のダイアログを提示する」を UI として実装した例を示す。アプリを起動すると、図 6 に示すような学習再開に関する通知が提示される。ここ

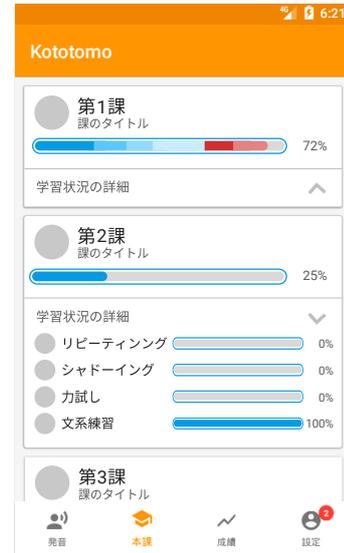


図 4 「本課」画面の UI 実装例



図 5 「学習形式選択」画面の UI 実装例



図 6 学習再開のダイアログの UI 実装例

では、中断した学習内容を確認できるとともに、「再開」ボタンを押すことで、中断した問題画面に直接遷移することができる。これにより、学習者は中断する前に取り組んでいた内容を確認し、即座に中断する前に学習していた学習内容の画面に遷移することが可能になる。また、キャンセルを選択した場合は図4「本課」の本課画面に遷移し、ここから問題を選択できる。

4. まとめ

我々はこれまでに、初修中国語の授業を対象としたブレンディッドラーニングの実践において、復習用教材としてスマートフォン学習教材 KoToToMo を開発し提供してきた。しかし、本学習教材 KoToToMo には「学習者が自身の学習状況を把握することが可能な UI が備えられていない」、「マイクロラーニングに基づく断続的な学習を想定した UI になっていない」という問題が存在することが明らかとなった。本稿では、これらを解決した上で、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のスマートフォン学習教材の UI の設計の必要要件として、学習状況の視覚化と中断したところから学習を再開できる必要があることを明らかにし、それを実現するための UI の設計の検討を行った。

今後は、今回の設計を基に実際のスマートフォン学習教材を実装するとともに、実際の授業で用いることでその有効性の評価を行う予定である。

謝辞

本研究の一部は、JSPS 科研費（15K01012, 15K02709, 17K01070）による。

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, Vol.31, No.1, pp.132-146 (2014)
- (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設計”, 教育システム情報学会研究報告, Vol.30, No.4, pp.3-8 (2015)

- (3) 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)
- (4) 金義鎮, 金惠鎮: “韓国語検定試験のための自習用モバイル学習教材の開発と評価”, 教育システム情報学会誌, Vol.30, No.4, pp.248-253 (2013)

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

今野 裕太^{*1}, 児玉 雅明^{*1}, 趙 秀敏^{*2}, 大河 雄一^{*1}, 三石 大^{*3}

*1 東北大学大学院教育情報学研究部・教育部, *2 東北大学高度教養教育・学生支援機構,
*3 東北大学教育情報基盤センター

A Study on the Visualization Methodology which Enables to Switch Different Viewpoints According to the Purposes

Yuta KONNO^{*1}, Masaaki Kodama^{*1}, Xiumin ZHAO^{*2}, Yuichi OHKAWA^{*1}, Takashi MITSUISHI^{*3}

*1 Graduate School of Educational Informatics, Tohoku University

*2 Institute for Excellence in Higher Education, Tohoku University

*3 Center for Information Technology in Education, Tohoku University

現在我々は、大学1年次における第2外国語としての初級中国語学習を対象にブレンディッドラーニングを試行しており、そのための復習用教材としてのスマートフォンアプリケーションを開発・提供している。その上で、アプリケーションの利用を通じて記録される学習履歴や操作履歴を学習者や教員に提示し、学習の進捗把握や指導に役立てたいと考えている。しかし、利用者が学習履歴や操作履歴を閲覧する目的は多様であり、どのように提示すればよいかを一意に決定することは難しい。そこで本研究では、学習者に対しては、復習により習得を目指したスキルに基づき、アプリケーションを利用した復習の進捗状況と目標を可視化する。一方教員には、学習者全体の学習状況の把握や、学習に問題を抱えている学習者の発見のために、異なる複数の閲覧視点を選択可能な、閲覧目的に応じた可視化の検討を行った。

キーワード: 学習履歴, 可視化, ブレンディッドラーニング, マイクロラーニング

1. はじめに

現在我々は、大学1年時における第2外国語としての初級中国語学習を対象に、対面授業とeラーニングによる復習から構成されるブレンディッドラーニング^①を実践しており、その際に使用する復習用eラーニング教材として、スマートフォン用アプリケーションの開発を行っている。一般にスマートフォン用アプリケーションを利用した復習では、さまざまな学習履歴を取得可能である。そのため、蓄積された学習履歴や操作履歴などのログデータを、教員が学習状況を把握するためや授業改善へ活用するため、学習者が学習状況や学習成果を把握するために活用できる可能性がある

る。そこで我々は、開発しているスマートフォン用学習アプリケーションの利用を通じて取得・蓄積された学習履歴や操作履歴を教員や学習者に提示し、学習状況の把握や、学習者に対する指導への活用が行えないか検討することとした。一方、現在我々が復習用に提供しているスマートフォン用学習アプリケーションは、ログデータを基にした利用者に対する情報提供への考慮が不十分であり、教員による学習者の復習状況の把握や、学習者による学習者自身の復習状況の把握は困難である。また、教員や学習者が学習履歴を閲覧する際の目的は多様であるため、学習履歴や操作履歴などを可視化して提示する場合に、どのような形式で教員や学習者自身に提示することが効果的かを一意に決定

することは困難である。他の既存研究においても、学習履歴を分析し、教員や学習者に情報提供を行うシステムは多く存在する。しかし、システム上であらかじめ決められた視点でしか可視化結果を閲覧することできないのが一般的である。そのため、個々の利用者が各自の閲覧目的に応じて学習履歴を詳細に把握することは困難である。もし、利用者の目的に応じて、閲覧視点をさまざまに切り替え可能にでき、各利用者の閲覧目的に対応した可視化結果を提供できれば、利用者が学習状況を詳細に把握することが可能になるとともに、1つの閲覧目的に対しても多様な視点から考察を行うことも可能だと考えられる。

本研究では、取得される学習履歴に基づいて、様々な閲覧目的を想定した複数の異なる閲覧視点を用意するとともに、閲覧視点の切り替えを可能にすることによって、システム開発者が事前に想定しない視点を含めて、教員と学習者双方へ可視化結果を提示する手法を検討している。具体的には、学習者に対しては、学習形式ごとに習得を目指すスキルを定義し、スキルを基に復習状況や到達目標が閲覧可能な可視化を行う。一方教員には、複数の異なる閲覧視点の切り替えや組み合わせ、新たな視点の作成を行えるようにすることを通して、教員の閲覧目的に応じて学習者の復習状況の可視化を行う。本稿では、復習用教材としてのスマートフォンアプリケーションの開発、および学習履歴から提示可能な可視化内容と、可視化する際のユーザインタフェースの検討について報告する。

2. 先行研究とその課題

2.1 既存の復習用 e ラーニング教材の概要

現在、我々が復習用に提供している e ラーニング教材は、4つの学習形式から構成されるスマートフォンアプリケーションである。具体的には、音声を聞いて発声する「リピーティング」、音声に合わせて発声する「シャドーイング」、単語を並び替えて正しい中国語の文章を完成させる「文型練習」、学習者の発音を判定する「力試し」から構成される。学習者がアプリケーションを利用した際には、クラスや個人を識別するユーザ ID をはじめとして、学習履歴が記録された日時、実施した学習形式の種別、実施した学習単元と問題番



図 1. アプリ上で学習者に提示される復習状況

The screenshot shows a web interface with a table titled '学習履歴' (Learning History). The table has columns for '学習日' (Learning Date), '学習内容' (Learning Content), '種別' (Type), '問題番号' (Question Number), '所要時間' (Required Time), and '到達結果' (Achievement Result). The table contains 16 rows of data, including entries for 'リピーティング' (Repetition) and '文型練習' (Text Pattern Practice). A summary row at the bottom shows '合計' (Total) with values '1' 21' 55' and '9/45 (20%)'.

学習日	学習内容	種別	問題番号	所要時間	到達結果
2017/11/15 19:25:22	リピーティング	1	1		0/2
2017/11/18 17:29:38	リピーティング	1	1		0/2
2017/10/24 13:56:58	リピーティング	1	1		0/4
2017/10/19 10:55:11	リピーティング	1	1		0/9
2017/12/12 17:53:01	文型練習	1	1		0/11 ○
2017/10/05 12:30:48	文型練習	1	2		0/4 ×
2017/10/05 12:30:40	文型練習	1	1		0/9 ○
2017/08/21 16:05:01	文型練習	1	1		0/3 ×
2017/08/21 16:04:33	文型練習	1	2		0/4 ×
2017/08/21 16:04:29	文型練習	1	1		0/2 ×
2017/08/21 16:04:26	文型練習	1	2		0/29 ×
2017/08/21 16:03:53	文型練習	1	1		0/8 ○
2017/06/19 15:21:29	文型練習	1	1		10/16 ×
2017/06/16 20:05:14	文型練習	1	3		3/2 ×
2017/06/16 20:03:52	文型練習	1	2		10/36 ×
2017/06/15 16:00:34	文型練習	1	4		0/0 ×
合計				1' 21' 55'	9/45 (20%)

図 2. Web 上で学習者に提示される復習状況

号、解答にかかった時間、解答の正誤を学習履歴としてネットワーク上のサーバに記録する。しかし、現在アプリケーション内で実際に学習者に提示される復習状況は、図 1 に示すように、4つの学習形式のうちの「文型練習」と「力試し」の総取り組み問題数中の正解問題数と正解率に限られる。そのため、学習者は復習にかけた時間の推移や、学習単元や問題単位での解答状況などが把握できず、学習者がアプリケーション上で自身の復習状況を振り返ることはきわめて困難であると考えられる。授業期間終了時に学習者に実施したアンケート結果からも、「アプリケーション上でもっと復習状況を提示してほしい」や「正解率以外の詳細な復習状況がみたい」などの要望が寄せられていた。また、学習者はアプリケーション内だけでなく、ネットワークを通して Web 画面上でも自身の復習状況を閲覧することが可能となっている。しかし、学習者に提供されるのは、図 2 に示すように学習形式ごとで時系列に並べられた表であり、この表から学習状況を知るには、学習者自身がログデータを整理しなければならず、学習データ分析の専門知識を持たない学習者に

は、自身の復習状況を把握することが困難であると考えられる。

一方教員は、学習者の学習履歴を図3に示すようにWeb画面上で閲覧可能であり、教員が学習履歴を閲覧したいクラスや課、学習形式を選択すると、対象となった学習者の「リピーティング」、「シャドーイング」への取り組みの有無と、「力試し」、「文型練習」の点数が一覧表示されるとともに、各学習者の個別の学習履歴も図2の学習者の場合と同様に取得可能である。しかし、図2、図3に示した可視化結果は、システムによってあらかじめ決められた視点であり、教員が復習状況を閲覧するにはきわめて限られた視点である。また、記録された学習履歴がそのまま表形式で表示されるため、教員自身で閲覧目的に応じて、ログデータの選択や抽出を行う必要があり、一般の教員が閲覧目的を達成するためにこれらの作業を行うことは困難であると考えられる。加えて、一覧表示されるのは学習者の生の学習ログデータであるため、学習者がどのくらい復習してきたのか、全体的にどの問題の正解率が低いかなど、これまでの学習履歴を学習者の復習状況の把握や授業改善へと活用することは、分析のための専門知識を持たない教員には困難であると考えられる。授業担当教員からも「復習をしたかどうか」、「 \wedge 切を守ったかどうか」など、学習者の復習状況や、復習につまずいている学習者を容易に把握したいという要望があった。

2.2 学習履歴の可視化に関する既存研究

学習者の学習履歴を取得・蓄積し、分析した結果として得られる情報を教員や学習者に可視化して提供する試みは数多く行われている⁽²⁾⁽³⁾⁽⁴⁾。しかし、これら既存研究の多くは、システムが用意したごく少数、もしくは限られた視点でしか学習履歴を閲覧できないことが問題点として挙げられる。例として、LMSを活用した講義における、学習者の学習データの収集および可視化に関する研究⁽²⁾では、学習データとして、レポートやテストなどの受験記録を扱い、科目名や学習者の氏名、得点や試行回数、試行時間などが学習履歴として記録される。この学習履歴を基に、全学習者の試行時間の分布や、テストごとの試行回数、試行回数と得点分布などが可視化して提示される。可視化結果を

氏名	リピーティング	シャドーイング	力試し	文型練習
山田 太郎	✓	✓	20点	50点
田中 花子	✓	✓	20点	60点
佐藤 健一	✓	✓	40点	60点
鈴木 美咲	✓	✓	30点	60点
高橋 誠二	✓	✓	10点	60点
渡辺 真由	✓		30点	60点
小林 大輔	✓	✓	40点	60点
加藤 由香	✓	✓	20点	0点
山崎 拓也	✓	✓	0点	60点
水野 莉子				
石川 悠斗	✓	✓	20点	60点
松本 結衣	✓		0点	60点
斎藤 光希	✓	✓	20点	50点
高木 翔太				
山口 舞	✓	✓	30点	60点
北川 悠馬	✓	✓	40点	50点
藤田 結衣	✓	✓	40点	60点
松岡 健太	✓	✓	40点	60点

図3. Web上で教員に提示される復習状況

1つのグラフ上に表示することで、全体を俯瞰して概況の把握が可能だが、テスト間・レポート間の比較や、テスト全体と特定のテスト間で比較を行いたいと考えても、実施することは困難である。

また、英語学習を対象に、学習分析のために学習履歴を可視化するシステム開発を行った研究⁽³⁾では、電子教材のページ遷移時刻や、辞書の参照回数、音声再生の開始時刻・再生時間・再生位置に加え、問題解答時の時刻や正誤、入力文字数などが学習ログとして記録している。記録したログデータを基に、個人ごとの学習状況がグラフ上に表示され、いつどのページを閲覧したか、どのようにページが遷移したか、いつ問題に解答したかなど、学習者がどのように学習を進めているかを把握可能である。また、複数のグラフを並べて表示することで、特定の学習者同士の学習状況の比較も可能である。しかし、グラフ表示の単位が学習者個人に固定されているため、学習者全体の平均と特定の学習者の比較や、ある集団と特定の個人の比較などを行いたいと考えても、実施することは困難であった。加えて、これら可視化結果が提示されるのは主に教員に対してであり、学習履歴が学習者自身の復習状況の把握のためには利用されておらず、学習者自身はシステムを利用してどのように学習しているか、いつどのような学習をしたかを把握することは困難であった。

一方、ビデオ教材を中心としたeラーニングにおける学習行動の分析に関する研究⁽⁴⁾では、学習者がWeb

上で閲覧可能なビデオ教材において、特定の部分を繰り返し再生した、特定の部分で再生を停止した、などを可視化する際に、閲覧する視点の切り替えを可能とすることによって、学習状況の把握や講義の改善などを試みている。これにより、多様な視点で学習行動を確認できる可能性があるが、この研究での学習対象は時間的に連続するビデオ教材であり、本研究で対象とする語学学習のブレンディッドラーニングの復習のように、複数の異なる学習形式の教材を、断続的に繰り返し実施する学習において、必要とされる学習の持続性や、学習の積み重ねを確認できる視点の検討は行われていない。そのため、この手法を本研究の対象にそのまま適用することは困難である。

2.3 問題点のまとめ

ここまでで述べた既存の語学学習 e ラーニング教材の可視化手法の問題点をまとめると、次のようになる。

(P1) 学習者に対して十分に情報が提供されておらず、学習者自身が復習状況を把握することが困難
蓄積された学習履歴は教員向けの学習履歴の提供にとどまっており、学習履歴が閲覧可能であっても、学習者自身でデータを整理する必要があり、容易な学習状況の把握は困難である。

(P2) 多様な閲覧目的を考慮した可視化がなされていない

可視化結果の閲覧視点は、システムによって提供される視点のみに限定されており、学習者や教師の閲覧目的が多様であるにも関わらず、ごく少数の限られた視点でしか学習履歴を確認できない。

3. 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

3.1 問題点に対する提案

2.3 節で示した既存の学習用アプリケーションの問題点に対して、本研究では学習者および教員のそれぞれに適切な学習状況を提供するため、学習履歴の可視化の検討を行うこととした。ここでは、対象ユーザごとの可視化に求められる要件について検討を行う。

3.1.1 学習者を対象とした可視化の要件

学習者に学習履歴を基にした学習状況の可視化が、十分に提供されていないという問題に対して、「リピー

表 1. 教材と習得可能なスキル

学習形式	各形式において習得を目指すスキル			
	読む	聞く	話す	書く
リスニング	✓	✓		
リピーティング	✓	✓	✓	
シャドーイング		✓	✓	
文型練習				✓
力試し	✓		✓	✓

ティング」や「シャドーイング」など全ての学習形式を閲覧可能なアプリケーションを開発するとともに、各形式で習得を目指すスキルを指標として、学習者自身の復習状況の把握や到達目標の可視化を行う。

ここで習得を目指すスキルとは、語学学習における「読む」、「聞く」、「話す」、「書く」の4技能を想定しており、e ラーニング教材における各学習形式が、それぞれどのスキルの習得を目標とした学習形式なのかをあらかじめ定義することで、可視化に用いるパラメータを求める。具体的には、「リピーティング」は音声聞き、文章を読みながら音声に続けて話す復習であるため、「聞く」、「読む」、「話す」スキルの習得を目標とした学習形式であり、「力試し」教材は問題を読み、実際に話して発音を判定する復習であるため、「読む」、「話す」スキルの習得を目標とした教材である。

本研究では、これまで復習に利用していた教材の各学習形式に「リスニング」を加えた5種類の学習形式が、どのスキルの習得を目標としているのかを表1のように定義する。学習者がアプリケーション上で復習を行うと、利用した学習形式の種類によって、学習者がどのスキルの習得を目指して復習したのかを表すためのポイントを記録する。例えば、学習者が復習に「リスニング」を利用した場合は、「聞く」スキルの習得を目指して復習を行ったと判断し、「聞く」スキルのポイントを付与する。また「リスニング」は、音声を聞くだけでなく、設問を読んで問題に解答するため、「聞く」スキルと同時に「読む」スキルも習得を目指したと判断し、「読む」スキルのポイントも同時に付与する。

このように、復習に利用した学習形式の種別により、学習者がどのスキルを習得しようとしたのかをポイントとして付与し、ポイントの獲得状況、すなわちどのスキルの習得を目標に復習したのかを、アプリケーション上で復習状況として可視化する。スキルに基づき、

各学習者の復習状況を可視化することにより、現状で学習者自身はどのスキルの習得を目指して復習したのか、自分が得意もしくは苦手なスキル（学習形式）は何かなどを把握可能となり、復習した結果がポイントの形で蓄積されることによる達成感も得られると考えられる。また、一定期間におけるポイントの獲得状況の推移などもあわせて提示することで、学習者自身が、4つのスキルそれぞれを習得するために、いつどのように復習を行ってきたのか、復習が不足している学習形式はないか、バランスよく復習できているかなど、これまでの復習状況を振り返ることができ、学習者が抱えていた「復習したかわからない」という不安を解消できると考えられる。また、これからどのスキルの習得を目指して復習するかなど、今後の復習方針の決定の支援も可能である。

以上のような理由により、本研究においては、学習者向けの学習状況の可視化に習得を目指すスキルを指標とした値を用いることとした。

3.1.2 教員を対象とした可視化の要件

既存の学習アプリケーション内で利用者に提供される学習履歴の可視化において、多様な閲覧目的の存在が考慮されていないという問題に対して、本研究では、多様な閲覧目的を想定し、学習履歴を閲覧する視点を複数用意するとともに、教員が必要に応じて視点の切り替えや組み合わせ、新たな視点の作成などを行えるようにすることを提案する。ここでは、特に教員を対象に、学習者の復習状況の把握や、特定の学習者の発見を容易にする可視化手法の要件について検討した。

本研究ではまず、語学学習のブレンディッドラーニングの復習を対象に、教員が学習履歴を閲覧する際の方法として想定されるものの洗い出しを行い、それぞれの閲覧目的が達成可能であると考えられるパラメータの組み合わせを視点として検討を行った。検討した閲覧目的、視点およびその視点で表示するパラメータの組み合わせを表2に抜粋する。教員は、用意された閲覧視点の中から目的に応じて視点を選択し、視点同士の切り替えや組み合わせ、教員自らが新しい閲覧視点を作成することにより、教員の閲覧目的に応じた復習状況の把握が可能になると考える。例として、教員が「ちゃんとアプリケーションを利用して復習しているかどうか」を閲覧目的とした場合、その判断基準は

表2. 検討した閲覧目的に対する視点とパラメータ

閲覧目的	視点	パラメータ
復習をしているかどうか	<ul style="list-style-type: none"> ・復習日時×復習時間 ・復習日時×復習回数 ・復習時間×成績 	<ul style="list-style-type: none"> ・復習時間 ・復習回数 ・テスト成績 ・復習日時
難しい単元はどこか	<ul style="list-style-type: none"> ・学習単元×復習時間 ・学習単元×復習回数 ・学習単元×成績 	<ul style="list-style-type: none"> ・復習時間 ・復習回数 ・問題ごとの正解率 ・テスト成績
得意なスキルは何か	<ul style="list-style-type: none"> ・学習形式×復習時間 ・学習形式×復習回数 ・学習形式×正解率 	<ul style="list-style-type: none"> ・復習時間 ・復習回数 ・正解率
復習と成績は関係しているか	<ul style="list-style-type: none"> ・成績×復習時間 ・成績×復習回数 ・成績×復習日時 	<ul style="list-style-type: none"> ・復習時間 ・復習回数 ・復習日時 ・テスト成績

教員ごとに異なるが、復習したかどうかを判断する観点として、学習者が復習にかけた時間や復習にかけた回数、問題の正解率など、複数の要因が含まれることが考えられる。そこで、この閲覧目的を達成するために、復習日時と復習回数の関係や、復習日時と復習時間の関係、復習回数と復習時間の関係など、復習したかどうかを判断できると想定される複数の視点をあらかじめ用意する。その中から教員が必要に応じて視点を選択し、視点同士の切り替えや組み合わせにより、教員の閲覧目的を達成可能な復習状況の可視化を行う。

また、あらかじめ用意された閲覧視点を利用する以外にも、教員自らが閲覧視点を作成することも可能とする。具体的な作成方法としては、グラフ上に表示する要素として、復習時間や復習回数などを自由に選択して新たな視点を作成する方法と、一定時間以上復習した、一定回数以上復習したなど、あらかじめ用意された視点に対して教員がフィルタや閾値を設定した視点を新たな視点として利用する方法などが考えられる。新たな視点を作成可能とすることで、教員自らが指定した条件において、学習者の絞り込みが可能であり、我々システム提供者が事前には気づけなかった視点で、復習がうまくいっている、もしくは復習につまずいていると予想される学習者を発見できる可能性がある。

このように、あらかじめ用意した閲覧視点と教員が自由に作成できる閲覧視点をあわせて利用し、それらの閲覧視点の切り替えや組み合わせによって、異なる閲覧目的に対応した学習履歴の可視化を実現するとともに、教員の持つ閲覧目的に対して複数の観点から考察することを可能にする。

3.1.3 閲覧視点切り替えの要件

上に述べたとおり、本研究で提案する可視化は、多

様な視点を切り替え可能にすることにより、多様な目的に応じた学習履歴の閲覧を実現しようとするものである。そのため、視点の切り替えにおいては、下記の切り替え・絞り込みを行える必要がある。

- 表示対象ユーザの切り替え

可視化において、学習状況を表示するデータを、特定の学習者、学習者グループ(あるクラスの学習者、成績の良い学習者など)、全学習者の平均などに絞り込み表示が行える。それにより、教員は学習者全体の復習傾向や学習単位ごとの難易度を把握できるとともに、表示対象ユーザを切り替えることで、気になる学習者や学習者グループの詳細な復習状況も把握することができる。
- 表示対象の学習単元の切り替え

学習状況の表示を行う対象となる学習コンテンツを、特定の学習単位・問題や学習形式、教材全体などで絞り込み、切り替え表示が行える。それにより、復習傾向や学習者が難しいと感じている学習単位を把握することができる。
- 表示スケールの切り替え

復習時間や復習回数を時系列で表示する場合に、日単位や週単位などを切り替えることで、学習者や教員が閲覧したい期間を指定して復習時間や復習回数の推移を表示する。
- 複数の視点間での比較表示

複数の閲覧視点を重ねて表示することによって、複数の可視化対象を一度に比較可能とする。

3.2 閲覧視点の切り替えによる可視化のためのユーザインタフェース設計

前述した要件に従い、記録された学習履歴を閲覧視点の切り替えや組み合わせによって、学習者と教員それぞれの閲覧目的を達成可能な可視化を実現する。ここでは、そのためのユーザインタフェース (UI) の設計について述べる。

3.2.1 学習者を対象とした可視化のための UI 設計

前節でまとめた要件に基づき、学習者にはスマートフォンアプリケーション上での復習状況の可視化を検討している。具体的には図4に示すように、学習者がこれまで習得を目指して復習してきたスキルをポイントの形で表現した学習者の現状と、いつどのスキルを



図4. 学習者に提示される復習状況

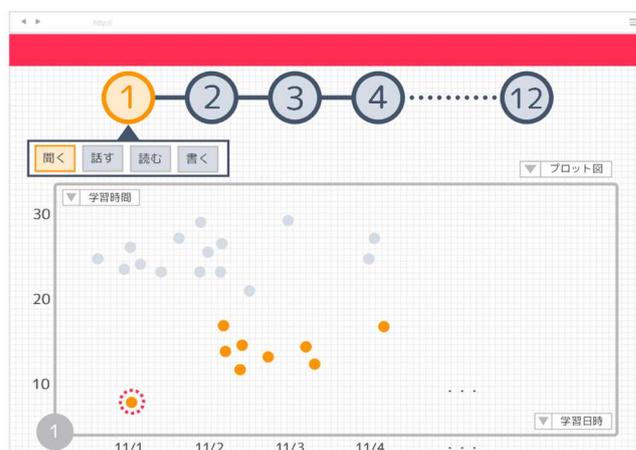


図5. 教員が閲覧する場合の基本視点

身につけるために復習したかの推移を表すグラフにより構成する。学習者の現状は、学習単位全体もしくは学習単位ごとに切り替え可能であり、教材全体を通しての現状や、ある特定の学習単位に着目した場合の現状を学習者に提示する。これにより学習者は、どの学習形式を利用した復習が不足しているのか、学習単位全体もしくは学習単位単位で復習不足な学習形式や、得意もしくは苦手な学習形式は何かなど、これまでの復習状況を様々な視点から考察することができると思われる。また、学習形式ごとの獲得ポイントの推移を示すグラフは、表示する時系列を週単位や月単位など切り替え可能とし、スキルごとに色分けした積み上げ棒グラフにより表示する。これにより、学習者が閲覧したいと設定した期間において、どのスキルの習得を目指して復習をしてきたのか、特定のスキルの習得

を目指すような偏った復習をしていないかなど、これまでの復習状況を振り返る機会を与えるとともに、今後の復習活動の方針を決定するための支援ができると考えられる。

3.2.2 教員を対象とした可視化のための UI 設計

教員には、Web 上での学習履歴の可視化の提供を検討している。図 5 に示すように、学習者の学習履歴を基に学習者全体をプロットしたグラフを基本の閲覧視点とし、必要に応じて教員自らが閲覧視点の切り替えや組み合わせ、新たな視点の作成などを通してグラフ表示を変化させることで、閲覧目的の達成を目指して可視化を実現する。基本視点における閲覧視点の切り替え方法としては、グラフ上の軸要素の切り替えや、着目する学習単元の切り替え、着目する学習者群の切り替え、プロット図以外のグラフへの切り替え、フィルタや閾値の設定による対象となる学習者の切り替えなどが考えられる。このように、閲覧目的を達成するために視点を切り替えることに加え、複数の閲覧視点を並べて表示することで、1 つの閲覧目的に対して、複数の視点から考察を加えることも可能である。

図 5 の例では、ユニット 1 における「聞く」スキルの習得を目指した復習に関して、1 日ごとの学習者の復習時間を把握するための閲覧視点に対して、復習時間が 20 分以下の学習者を表示するようなフィルタを設定した閲覧視点に切り替えた場合の表示である。このような閲覧視点の切り替えや組み合わせの結果、教員が気になる学習者や復習につまずいている学習者を発見した場合、その学習者を表すプロットを選択して、学習者全体を俯瞰する閲覧視点から、図 6 に示すような特定の学習者の復習状況を詳細に把握するための閲覧視点へと切り替えを行う。

特定の学習者への着目視点における、閲覧視点の切り替え方法としては、グラフ上の軸要素の切り替えや、着目する学習単元の切り替え、プロット図以外のグラフへの切り替え、他の学習者や学習者群との切り替えなどが考えられる。図 5 に示した基本視点と同様に、着目視点においても、閲覧視点の切り替えに加えて、複数の閲覧視点を並べて表示することにより、特定の学習者間での復習状況の比較や、クラス単位や学習につまずいている学習者群と着目している学習者の比較、学習者全体の平均と着目している学習者の比較などが

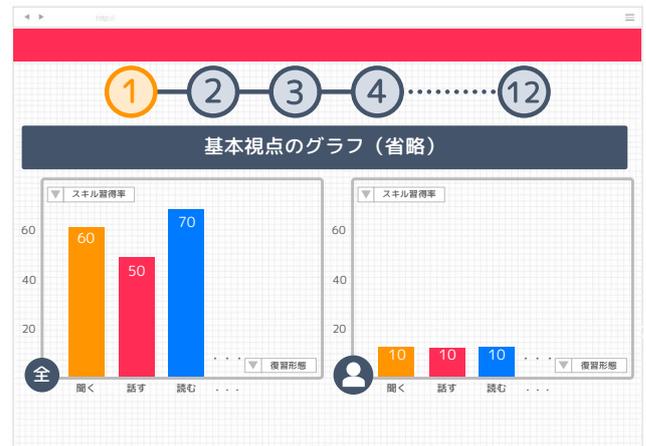


図 6. 特定の学習者への着目視点

Time	Activity	Duration
2017/11/22 12:00:00	START_STUDY	
2017/11/22 12:02:00	START_VIDEO	
2017/11/22 12:02:30	START_RECORDING	
2017/11/22 12:03:00	STOP_RECORDING	
2017/11/22 12:04:00	STOP_VIDEO	
2017/11/22 12:05:00	PLAY_RECORDED_VOICE	
2017/11/22 12:05:30	STOP_RECORDED_VOICE	
2017/11/22 12:07:00	STOP_STUDY	
	TIME_TO_STUDY	420
	TIME_TO_PLAY_VIDEO	120
	TIME_TO_RECORDING	30
	TIME_TO_PLAY_VOICE	30

図 7. 学習者の行動と記録される学習履歴

可能である。

図 6 の例では、ユニット 1 における、ある学習者の復習状況としてのポイント獲得状況と、学習者全体の平均的なポイント獲得状況の比較を行っている。着目している学習者の復習状況を複数の視点から閲覧するとともに、比較対象を学習者全体の平均から、クラス平均や復習につまずいている他の学習者へと切り替えることで、復習につまずいている場合に他の学習者(群)の復習状況と比較して、どこが異なるのか、もしくは共通な部分はどこかなど、つまづいている原因を複数の視点から複数の対象との比較により推測することも可能である。

3.3 可視化のための学習履歴取得手法の設計

前節までに提案した学習者と教員双方の可視化手法を実現するため、学習者が復習用 e ラーニング教材として利用するスマートフォンアプリケーションでの学習履歴取得手法の検討を行った。本研究では、教員が学習者の復習状況を把握するために、学習形式ごとに

学習履歴を記録する基準となる行動を定義し、行動ごとに学習履歴の記録を行うこととした。

学習者が利用するアプリケーションは、内容ごとに複数の学習単元に分け、それぞれの学習単位には、従来の4種類の学習形式に「リスニング」を加えた全5種類の学習形式が存在する。図7に学習者が「リピーティング」形式の復習を行った場合に記録される学習履歴の例を示す。学習履歴としては、学習者がある行動（動画の再生を開始した、音声の録音を終了したなど）をとった時刻と、実際にとった行動を示す情報が時系列で記録する。加えて、復習が終了した時点で、各行動（動画を再生していた、音声を録音していたなど）をとっていた時間も同時に記録する。また、問題に正誤判定がある「リスニング」や「力試し」、「文型練習」においては、取り組んだ問題とその正誤もあわせて学習履歴に記録する。図7に示したように「リピーティング」を復習に利用する場合は、動画を再生しながら、動画の音声に合わせて自分の音声を録音し、録音した音声を再生して確認する復習形式であるため、動画再生の開始・終了や録音の開始・終了などが学習者の行動として記録する。この学習者の行動は、アプリケーション内に配置されたボタンやテキストなどのコンポーネントから判断し、「再生ボタンが押されたか」、「音声が入力されたか」などをトリガーとして学習履歴を記録する。また、「リピーティング」の場合には、復習終了後に復習時間、動画の再生時間、音声の録音時間、音声の再生時間などを算出して学習履歴として記録を行う。図7の例では、START_STUDYが記録されてから、FINISH_STUDYが記録されるまでを復習時間とし、復習時間を420[sec]と記録する。同様の方法により、動画の再生時間や音声の録音時間なども記録する。

このように、学習者が復習において、いつどのような行動をとり、その行動をどのくらい継続させていたかなどを学習履歴として記録することにより、教員に対して学習履歴を可視化する場合に、学習者全体の概況を把握できるとともに、復習につまずいている学習者を発見した場合に、その学習者がどのように復習していたのかを、記録された行動に基づいて詳細に把握することができると考えられる。

4. おわりに

従来の、多くのeラーニング学習教材においては、学習者に対して十分な情報提供がなされておらず、教員と学習者双方は限られた視点でしか学習履歴を閲覧できない問題があった。本研究では、閲覧目的に応じてあらかじめ用意した異なる複数の視点の切り替えや組み合わせ、新たな視点の作成を通して、多様な閲覧目的を考慮したログデータの可視化が可能な手法を提案し、そのための可視化内容やインタフェースについて検討を行った。

今後は提案手法に基づき、学習者が復習に利用するアプリケーションの設計・実装および、教員が学習履歴を閲覧するために利用するWebアプリケーションの設計・実装を行う予定である。

謝辞

本研究の一部は、JSPS 科研費（15K1012, 15K02709, 17K1070）による。

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) 中野裕司, 久保田真一郎, 松葉龍一, 戸田真志, 永井孝幸, 右田雅裕, 杉谷賢一: “LMS等を利用したオンライン科目の学習ログの抽出及び分析環境の検討”, 研究報告教育学習支援情報システム(CLE), p.1-6 (2014) .
- (3) 佐藤一裕, 荒本道隆, 中澤真, 小林学, 中野美知子, 後藤正幸, 平沢茂一: “Learning Analyticsのための学習履歴可視化システムの開発”, 経営情報学会全国研究発表大会要旨集, p. 349-352 (2016) .
- (4) M. Furukawa, K. Yamaji, Y. Yaginuma, T. Yamada: “Development of Learning Analytics Platform for OJ Online Courses”, 2017 IEEE 6th Global Conference on Consumer Electronics (GCCE 2017).

感情表現のための LINE スタンプの使用

～ LINE メールへの依存度および性別の比較 ～

加藤尚吾^{*1}, 加藤由樹^{*2}, 小澤康幸^{*3}

*1 東京女子大学, *2 相模女子大学, *3 明星大学

Emotional Expression Using Stickers in LINE Communication: Comparison by LINE Dependency and Gender

Shogo Kato^{*1}, Yuuki Kato^{*2}, Yasuyuki Ozawa^{*3}

*1 Tokyo Woman's Christian University, *2 Sagami Women's University, *3 Meisei University

大学生 300 名を対象にして、LINE のスタンプの普段の使用頻度および7つの感情（喜び、驚き、悲しみ、不安、怒り、罪悪、愛）を表現するためにスタンプを使用する頻度を調査し、性差およびLINE メール依存の程度による差を検討した。その結果、スタンプの使用に関しては、女性の方が男性よりも多いが、LINE メール依存の程度による差は見られなかった。また、感情表現に関しては、喜び、驚き、悲しみ、罪悪、愛を表現するために、女性の方が男性よりもスタンプを使用していた。また、喜び、悲しみ、不安を表現するために、LINE メール依存の高い人の方が低い人よりもスタンプを使用していた。

キーワード: LINE, スタンプ, LINE メール依存, コミュニケーション, 性差

1. はじめに

現在、スマートフォンの普及によって生活が便利になる一方で、様々な問題も生まれている。それらの中にはインターネット依存や中毒という問題もある。ネットゲームへの依存や中毒はその代表であるが、今日では日常的なコミュニケーションメディアとなったスマートフォンを用いたコミュニケーションへの依存は、誰もが生じうる身近な依存と考えられる。そうした中で、筆者らは、スマートフォンで使用されるLINE アプリケーションに注目して、利用者のLINE メールへの依存の程度とLINE メールコミュニケーションの関係について様々な検討を行っている。⁽¹⁾

LINEメールの主な特徴は、受信者がメッセージを読んだことをその送信者に自動的に伝える既読表示機能と、スタンプと呼ばれるイラストのやりとりができる機能である。そこで本研究では、LINEメールのスタンプに注目した。具体的には、LINEメールコミュニケーションにおけるスタンプの使用頻度および感情表現のためにスタンプを使用する頻度とLINEメール

依存の程度および性別の関係を検討した。感情表現に焦点を当てた理由は、コミュニケーション過程での利用者の感情面とそのコミュニケーションへの依存の程度の間に関連があると考えられるためである。

2. 方法

情報リテラシー関連科目を履修していた大学生 300 名（男性 148 名、女性 152 名、平均年齢 20.12 歳、レンジ 18-26 歳）が本研究の質問紙調査に参加した。

質問項目は、普段のスタンプの使用頻度を尋ねる項目、及び「喜び」「驚き」「悲しみ」「不安」「怒り」「罪悪」「愛」の7つの感情を表現するためにスタンプを使用する頻度を尋ねる項目であり、それぞれ6段階評定（1:全く使わない～6:ほぼ毎回使う）で回答を求めた。また、LINEメール依存の測定には、「携帯メール依存尺度（短縮版）」⁽²⁾を用いた。この尺度では各質問項目の中でコミュニケーションツールが「メール」になっているが、本研究ではこれらをLINEに置き換えた。なお筆者らは、この尺度の使用及び各項目のメ

ールを LINE に置き換えて使用することについて作成者の許諾を得ている。この尺度は「情動的な反応」、「過剰な利用」、「脱対人コミュニケーション」の3つの下位尺度から構成され、各下位尺度には5項目の質問があり、それぞれ5段階評定(1:全くあてはまらない～5:非常にあてはまる)で回答を求める形式である。

3. 結果

LINE メール依存の程度による参加者の群分けのために、参加者ごとに各下位尺度の平均値を計算し、これらを変数としたクラスター分析を行った。その結果、彼らは2つのクラスターに分けられた。これらをLINE メール依存度の高群($n = 154$)と低群($n = 146$)とした。普段のスタンプの使用頻度に関しては、女性の方が男性よりも平均値が高く、LINE メール依存高群の方が低群よりも平均値が高かった。そこで、2要因分散分析(性別要因 × LINE メール依存要因)を行った。その結果、性別で有意差が見られた($F(1,295) = 46.92, p < 0.001$)が、LINE メール依存の高低群間に有意差が見られなかった。なお、交互作用は見られなかった。続いて感情表現のためのスタンプの使用頻度に関しては、7つの感情すべてで、女性の方が男性よりも平均値が高く、LINE メール依存高群の方が低群よりも平均値が高かった。そこで、7つの感情それぞれに関して、2要因分散分析(性別要因 × LINE メール依存要因)を行った。以下に、7つの感情ごとの分散分析の結果を示す。「喜び」は、性別で有意差($F(1, 296) = 73.79, p < 0.001$)、LINE メール依存度で有意傾向($F(1, 296) = 3.55, p = 0.061$)が見られた。「驚き」は、性別で有意差($F(1, 296) = 6.03, p < 0.05$)が見られたが、LINE メール依存度では有意差が見られなかった。「悲しみ」は、性別で有意差($F(1, 295) = 40.71, p < 0.001$)、LINE メール依存度で有意傾向($F(1, 295) = 3.15, p = 0.077$)が見られた。「不安」は、性別では有意差が見られなかったが、LINE メール依存度では有意傾向($F(1, 295) = 3.19, p = 0.075$)が見られた。「怒り」は、性別及びLINE メール依存度で有意差が見られなかった。「罪悪」は、性別では有意差($F(1, 296) = 22.66, p < 0.001$)が見られたが、LINE メール依存度では有意差が見られなかった。「愛」は、性別で

有意差($F(1, 295) = 45.72, p < 0.001$)が見られたが、LINE メール依存度では有意差が見られなかった。なお、7つの感情すべてで交互作用は見られなかった。

4. 考察

喜び、驚き、悲しみ、愛を表現するために、女性の方が男性よりもスタンプを使用していた。喜び、悲しみ、不安を表現するために、LINE メール依存の高い人の方が低い人よりもスタンプを使用していた。以上の結果から、女性も依存の高い人もどちらもスタンプで表現する感情の種類が多いが、それぞれの使い方に違いがある(例:依存の人の「不安」の表現)と考えられる。スタンプは感情表現に限らず多様なメッセージの役割を持つ⁽³⁾ため、普段の使用頻度に性差は見られたが依存度による差が見られなかったことから、スタンプの持つ役割に対する有用性の認識に性別や依存度による違いがあるのかもしれない。また、怒り、罪悪に関しては、性別でも依存度でも差が見られなかった。この結果から、怒りや罪悪はネガティブ感情であり真剣な状況で生じる感情であるため、娯楽的な要素の大きいスタンプ⁽³⁾がこれらの感情表現に用いられることは比較的少ないのだと考えることができる。

謝辞

本研究は、科研費 15K01089, 15K01095 の助成を受けて実施しました。感謝いたします。

参考文献

- (1) 加藤尚吾, 加藤由樹, 北澤武, 宇宿公紀: LINE におけるネガティブ感情が生じるまでの返信の待ち時間とLINEへの依存度との関係～未読状態と既読状態に注目して～. 日本教育工学会第32回大会講演集, pp.317-318 (2016)
- (2) Igarashi, T., Motoyoshi, T., Takai, J., & Yoshida, T.: No mobile, no life: self-perception and text-message dependency among Japanese high school students. *Computers in Human Behavior*, 24(5), pp.2311-2324 (2008)
- (3) 加藤由樹, 加藤尚吾: LINE スタンプの特徴の解説と情報処理学会公式LINEスタンプへの期待. *情報処理*, 58(4), pp.274-277 (2017)

LINE において 4 種類のネガティブ感情が生じる時間

～ 返信の待ち時間に関する LINE メール依存度による比較 ～

加藤由樹^{*1}, 加藤尚吾^{*2}, 小澤康幸^{*3}

*1 相模女子大学, *2 東京女子大学, *3 明星大学

Effects of LINE Dependency on Times Until Negative Emotions Occur While Waiting for a Reply in LINE Communication

Yuuki Kato^{*1}, Shogo Kato^{*2}, Yasuyuki Ozawa^{*3}

*1 Sagami Women's University, *2 Tokyo Woman's Christian University, *3 Meisei University

女子大学生 213 名を対象にして、LINE で 4 タイプの相手（「家族や親類」「恋人や恋愛感情を抱く人」「友人」「バイトの上司やサークルの先輩などの年上の人」）に返信を求めるメッセージを送信したとき、「すぐに既読状態になったが返信がない場合」と「未読状態のままで返信もない場合」において、送信者に 4 種類のネガティブ感情（悲しみ、不安、怒り、罪悪）が生じるまでの返信の待ち時間に関して LINE メールへの依存の程度の影響を検討した。結果は、LINE メールへの依存の程度によって差が見られるのは「家族や親類」以外の 3 タイプの相手の場合であることを示唆した。

キーワード: LINE, 返信スピード, LINE メール依存, コミュニケーション

1. はじめに

これまで、筆者らは LINE アプリケーションのメール（「トーク」と呼ばれている、以下 LINE と略す）における返信スピードに注目して研究を行ってきた。モバイル端末で用いられるテキストメッセージングは、PC メール時代とは異なり、使用者に返信のスピードを要求する。⁽¹⁾⁽²⁾ 特に、LINE には、送信したメッセージを受信者が読んだことを送信者に自動的に通知する既読の通知機能（逆に読んでいない場合は未読が通知される）があり、LINE の使用者はこれまでの主流であった携帯メール以上に返信のスピードを求められている。⁽³⁾⁽⁴⁾ 筆者らはこれまでの文字ベースのコミュニケーション研究を通して、テキストメッセージングでの返信スピードは、モバイルコミュニケーションにおいて伝達される非言語の手がかり（nonverbal cue）のひとつと位置付けて研究を進めてきた。

また、スマートフォンの普及によって私たちの日常が便利になった反面、様々な問題もある。代表的な問題はスマートフォンやインターネットへの依存である。

日本の高校生を対象にした総務省（2014）の調査では、男子高校生よりも女子高校生の方がソーシャルメディアの利用時間が 2 倍近く長く、またネット依存の高い高校生の方が低い高校生よりもソーシャルメディアの利用時間が長くネット依存の高低間に大きな開きがあることが報告された。⁽⁵⁾ この調査から、若者のインターネットを用いたコミュニケーションとネット依存には関係があることが考えられる。

本研究では、LINE で 4 タイプの相手に返信を求めるメッセージを送信したとき、「すぐに既読状態になったが返信がない場合」と「未読状態のままで返信もない場合」において、送信者にネガティブ感情が生じるまでの返信の待ち時間に関して LINE メールへの依存の程度の影響を含めて検討した。

2. 方法

2.1 調査時期と参加者

221 名の女子大学生を対象に質問紙調査を 2017 年 6 月に実施し、213 名（平均年齢 18.67 歳、レンジ 18-

22 歳) から有効回答を得た。

2.2 4 種類の感情の生じる時間の測定

質問紙では、やりとりの相手に対して返信を求める LINE のメッセージを正午に送ったとき、すぐに既読状態になったが返信がない状態 (既読条件) と、未読のまま返信がない状態 (未読条件) について、各状態がどのぐらい続くと 4 種類のネガティブ感情 (悲しみ, 不安, 怒り, 罪悪) が生じるかを、4 種類の感情それぞれで測定した。なお、やりとりの相手は、「家族や親類」「恋人や恋愛感情を抱く人」「友人」「バイトの上司やサークルの先輩などの年上の人」の 4 タイプを設定した。各質問項目への回答は 10 段階評定 (選択肢は、①13 時まで、②15 時まで ~ ⑩翌日の正午まで、⑩それ以降) で求められた。

2.3 LINE メール依存の程度の測定

LINE メール依存の測定には、「携帯メール依存尺度 (短縮版)」⁶⁾ を用いた。この尺度では各質問項目の中でコミュニケーションツールが「メール」になっているが、本研究ではこれらを LINE に置き換えた。なお筆者らは、この尺度の使用及び各項目のメールを LINE に置き換えて使用することについて作成者の許諾を得ている。この尺度は「情動的な反応」、「過剰な利用」、「脱対人コミュニケーション」の 3 つの下位尺度から構成され、各下位尺度には 5 項目の質問があり、それぞれ 5 段階評定 (1: 全くあてはまらない ~ 5: 非常にあてはまる) で回答を求める形式である。

3. 既読状態と未読状態の比較

送信者にネガティブ感情が生じるまでの返信の待ち時間に関して、「すぐに既読状態になったが返信がない場合」と「未読状態のままで返信もない場合」の比較に関しては既に報告した。⁷⁾ 主な結果を以下に引用した。

1) 4 タイプの相手すべての場合に、既読条件において、4 種類のネガティブ感情すべてが未読条件よりも有意に短い時点で生じる。2) 既読条件において、やりとりの相手が「友人」の場合を除く他の 3 タイプの相手の場合に、メッセージを送信したその日の内 (選択

肢「⑦深夜 1 時まで」までを就寝前とした) に相手からの返信がないと不安が生じる。3) 未読条件において、やりとりの相手が「家族や親類」「恋人や恋愛感情を抱く人」の場合は、その日の内に相手から返信がないと不安が生じる。4) 既読条件において、やりとりの相手が「恋人や恋愛感情を抱く人」の場合は、その日の内に相手から返信がないと悲しみが生じる (加藤, 小澤, 加藤 2017)。

4. 結果

LINE メール依存の程度による参加者の群分けのために、参加者ごとに各下位尺度の平均値を計算し、これらを変数としたクラスター分析を行った。その結果、彼らは 2 つのクラスターに分けられた。これらを LINE メール依存度の高群 (n = 119) と低群 (n = 94) とした。

既読条件及び未読条件における 4 種類のネガティブ感情が生じるまでの返信の待ち時間を LINE メール依存二群間で比較するために、4 タイプの各相手においてマン・ホイットニーの U 検定を行った。その結果、感情によっては有意差や有意傾向が見られた。主な結果は以下の 5 点であった。1) 両条件の 4 タイプの相手すべての場合に、LINE メール依存高群の方が低群よりも早い時点で生じる感情がほとんどであった。2) LINE メール依存二群の間に有意差が見られなかった感情は、「家族や親類」が相手の場合に集中しており、既読条件では「悲しみ」「不安」「怒り」の 3 件、未読条件では「不安」の 1 件であった。その他の相手では、「バイトの上司やサークルの先輩などの年上」が相手の場合であり、未読条件における「不安」の 1 件のみであった。3) 「友人」が相手の場合を除く他の 3 タイプの相手の場合は、既読条件においては LINE メール依存両群、未読条件においては LINE メール依存高群がその日の内に返信がないと「不安」が生じる。また、未読条件の LINE メール依存低群は翌朝まで (中央値が「⑧翌朝まで」) に返信がないと「不安」が生じる。4) 「友人」が相手の場合は、既読条件において LINE メール依存高群はその日の内に返信がないと「悲しみ」「不安」を生じる。また、未読条件において LINE メール依存高群は翌朝までに返信がないと「不安」が生

じる。5)「バイトの上司やサークルの先輩などの年上」が相手の場合に、既読条件においてLINEメール依存高群はその日の内に返信がないと「悲しみ」が生じる。

なお、本原稿では4種類の感情が生じるまでの時間の感情間の統計的な比較の結果については割愛した。

5. 考察

既読条件、未読条件それぞれにおける4種類のネガティブ感情が生じるまでの返信の待ち時間に関するLINEメール依存二群間の比較の結果から、ほとんどのケースでLINEメールへの依存の程度の高い人の方が低い人よりもネガティブ感情が生じるまでの返信の待ち時間が短いことが明らかになった。しかし、相手によっては、LINEメールへの依存の程度の違いによって待ち時間に差が見られない感情があることも明らかになった。すなわち、「家族や親類」が相手の場合は、既読状態では悲しみ、不安、怒り、未読状態では不安が生じるまでの待ち時間にLINEメールへの依存の程度は関係がない。同じく、「バイトの上司やサークルの先輩などの年上」が相手の場合は、未読状態において、LINEメールへの依存の程度は不安が生じるまでの待ち時間に関係がない。身内からの返信の待ち時間に生じるネガティブ感情は、常に安定した強い関係の相手から返信がないという不安定さを、特別な相手の異常な事態に関連させた推察によって喚起されるため、LINEメールへの依存の程度による影響がほとんどないと考えられる⁽⁷⁾。相手が年上の場合の未読状態において不安が生じる時点でLINEメールへの依存の程度の違いによって差がないことに関しても、事務連絡の未確定の状態が続くことによって不安になることが原因であると考えられる⁽⁷⁾。特に、未読状態においては、相手が読んでいないということがわかるわけであり、全員に同じように不安が生じると思われる。つまり、このような状況で不安が生じることは、LINEメールへの依存の程度とは関係がないということである。しかし、年上の相手の場合には、既読状態において、悲しみの生じる時点でLINEメールへの依存の程度によって違いがあり、依存の程度の高い人はその日の内に生じ、低い人は翌日の午後以降（中央値が「@それ以降」）に生じる。以上より、LINEメールへの依存の程

度によって差が見られるのは「家族や親類」以外の3タイプの相手の場合であると考えられる。

謝辞

本研究は、科研費15K01089、15K01095の助成を受けて実施しました。感謝いたします。

参考文献

- (1) Kato, Y., Kato, S., & Chida, K. : Reply timing as emotional strategy in mobile text communications of Japanese young people: focusing on perceptual gaps between senders and recipients. In J. E. Pelet & P. Papadopoulou (Eds.), *User Behavior in Ubiquitous Online Environments*, (pp.1-18). Hershey, PA: IGI Global (2013)
- (2) Kato, Y., & Kato, S. : Reply speed to mobile text messages among Japanese college students: When a quick reply is preferred and a late reply is acceptable. *Computers in Human Behavior*, 44, pp.209-219 (2015)
- (3) 加藤尚吾, 加藤由樹, 北澤武, 宇宿公紀: LINEにおけるネガティブ感情が生じるまでの返信の待ち時間とLINEへの依存度との関係～未読状態と既読状態に注目して～. 日本教育工学会第32回大会講演集, pp.317-318 (2016)
- (4) 加藤由樹, 小澤康幸, 加藤尚吾: LINEメールにおいて速い返信が求められる状況に関する大学生を対象にした調査. 日本情報科教育学会第10回全国大会講演論文集, p.145 (2017)
- (5) 総務省: 高校生のスマートフォン・アプリ利用とネット依存傾向に関する調査報告書. (2014)
http://www.soumu.go.jp/main_content/000302914.pdf
(2017年6月9日確認)
- (6) Igarashi, T., Motoyoshi, T., Takai, J., & Yoshida, T. : No mobile, no life: self-perception and text-message dependency among Japanese high school students. *Computers in Human Behavior*, 24(5), pp.2311-2324 (2008)
- (7) 加藤由樹, 小澤康幸, 加藤尚吾: LINEにおける4種類のネガティブ感情が生じるまでの返信の待ち時間～既読状態と未読状態の比較～. 日本社会心理学会2017年度第58回大会発表論文集, p.323 (2017)

スマートフォンを自由に使用しながら 講義を受けることが学習者に与える影響 —インターネット依存との関係性—

宇宿 公紀

東京都立八潮高等学校 / 教育テスト研究センター

Influence of smartphone use during a class on learning activities:Focusing on Internet dependency

Kiminori Usuki

Tokyo Metropolitan Yashio High School/Center for Research on Educational Testing

本研究では、スマートフォンを自由に使用しながら講義を受けることが、学習者にどのような影響を与えるのかインターネット依存との関係性をもとに首都圏の大学生を対象に調査を行った。スマートフォンを自由に使用しながら講義を受けることで、インターネット依存の高さと受講者のその講義を理解できたという相関がみられるが、講義後の知識に差はみられないことがわかった。

キーワード：スマートフォン，インターネット依存，LINE，SNS，大学生

1. はじめに

寺尾ら (2014) によれば、大学の講義中に学生がスマートフォンを私的な目的で操作している主な目的は、「SNSなどのコミュニケーション⁽¹⁾」である。大学の講義中にスマートフォンを使用する場合と使用しない場合において、学習者の興味、集中力、理解力に影響はあるのだろうか。また、インターネット依存に応じて、異なる意識を抱くことも考えられる。そこで本研究では、スマートフォンを自由に使用しながら講義を受ける群とスマートフォンを使用せずに講義を受ける群を比較し、インターネット依存と受講者の興味、集中力、理解できたという意識の関係について明らかにすることを目的とする。

2. 方法

実験の手順を表1に示す。2017年10月15日、大学生60名（男性30名、女性30名）を対象に調査した。また、スマートフォンを自由に使用しながら講義を受ける30名（男性15名、女性15名）をながら群とし、スマートフォンを使用せずに講義を受ける30名（男子15名、女子15名）を非ながら群として2群に分けて比較をした。ながら群は、講義前にスマートフォンを机の上に置くように求め、普段の大学の講義と同様に

スマートフォンを使用するように指示した。非ながら群は、スマートフォンを受講者のカバンに入れるように求め、講義中のスマートフォンの使用を禁止した。教材は、高等学校の生物の単元「生物の系統」を使用した。講義は、筆者がスライドを用いて、原稿を読み上げる形式で行った。受講生には、スライドと同様の用紙を配布し、自由に使用するよう指示した。

表1 実験の手順

時間	ながら群	非ながら群
5分	事前質問紙	
20分	スマートフォンを使用しながら講義を受ける	スマートフォンを使用せずに講義を受ける
10分	事後質問紙1	
180分	本実験とは関係のない作業	
5分	事後質問紙2	

調査は、4つで構成される。調査1は、ながら群がスマートフォンを使用した人数、時間、使用用途を知ることが目的に行った。調査2は、知識を知ることが目的とし、講義の前後に事前質問紙と事後質問紙を用いてテストを行った。分析は、テストの時期と群の2要因分散分析を行った。調査3は、インターネット依存を測定した。質問は、Young (1998)の20項目の尺度⁽²⁾を大学生用に調整したものを扱い、5件法

(5. いつもある～3. どちらともいえない～1. 全くない) で回答を求めた. 調査4では, 「あなたは今回の講義の内容について, あなたが思ったこと, 感じたことを教えてください」と教授を行い, 講義への興味, 新たな発見, 集中力, 理解できたという意識を知るために, 5件法 (5. 強く思う～3. どちらともいえない～1. 全くそう思わない) で回答を求めた. 調査3と調査4の分析は, 事前調査で得られたインターネット依存と事後調査で得られた授業への興味, 新たな発見, 集中力, 理解できたという意識に関して, 群ごとに一元配置分散分析と相関係数を求めた.

3. 結果と考察

調査1の結果から, ながら群がスマートフォンを使用した人数は30名中24人で, スマートフォン使用者の平均使用時間は20分中6分であった. 使用用途は, ながら群のスマートフォン使用者の24名中21名がSNSに使用し, そのうち19名はLINEを使用していた. 調査2の結果から, 群と時期を要因とした2要因分散分析の結果, 時期要因においては主効果が認められた ($F(1, 55)=24.49, p<.001$) が, 群要因には主効果はみられなかった. ながら群は, 実験前 ($n=28$) の平均値 (標準偏差) は1.62 (1.15) であったが, 実験後 ($n=29$) は2.76 (1.50) と得点が高まった. 非ながら群は, 実験前 ($n=27$) の平均値 (標準偏差) は, 1.86 (0.80) であったが, 実験後 ($n=29$) は2.54 (1.04) と得点が高くなった. 調査3と調査4の実験結果の平均値と標準偏差を表2, 相関係数を表3に示す. 各項目ごとにながら群と非ながら群において, 一元配置分散分析を行ったところ, 全ての項目に有意な差がみられなかった.

表3のながら群において, インターネット依存と興味, 新たな発見, 集中力, 理解力できたという意識において正の相関がみられたが, 非ながら群は正の相関がみられなかった. ながら群のインターネット依存と理解力の関係を図1に示す. 調査2と図1の結果から, スマートフォンを自由に使用しながら講義を受けることで, インターネット依存の高さと受講者のその講義を理解できたという相関がみられるが, 講義後の知識に差はみられないことがわかった.

4. まとめと今後の課題

スマートフォンを自由に使用しながら講義を受けることは, インターネット依存が高い受講者にとっては, ポジティブに感じる影響がある可能性が示唆された. また, 講義後のテストより両群間に講義内容に関する知識の差はみられないことがわかった.

今後の課題としては, 講義の回数を重ねた分析, 自由記述の分析などが挙げられる.

表2 ながら群と非ながら群の平均値と標準偏差

	インターネット依存	興味	新たな発見	集中力	理解できたという意識
ながら群	51.87 (11.67)	2.77 (1.12)	3.07 (1.08)	2.87 (1.06)	2.76 (0.96)
非ながら群	50.67 (13.97)	2.50 (1.23)	2.67 (1.30)	2.47 (1.06)	2.40 (1.02)

※ () 内は標準偏差を示す

表3 インターネット依存と各項目の相関係数

	興味	新たな発見	集中力	理解できたという意識
ながら群	.21	.67	.38	.41
非ながら群	.02	-.02	-.15	-.33

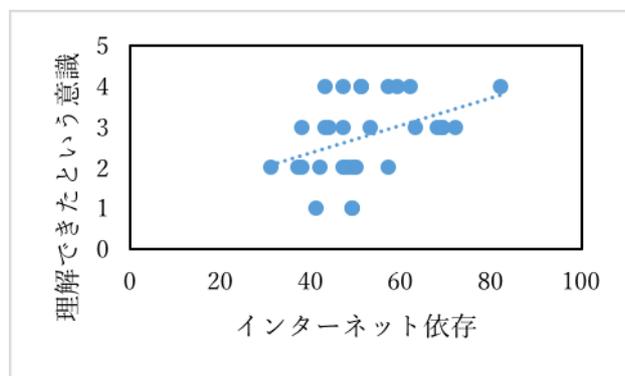


図1 ながら群のインターネット依存と理解力の関係

参考文献

- (1) 寺尾敦, 伊藤一成: “大学での講義中のスマートフォンの私的使用—その頻度と内容—”, 情報コミュニケーション学会第11回 全国大会発表論文集, (2014)
- (2) Young, K.S.: “Caught in the Net: How to Recognize the Signs of Internet Addiction and a Winning Strategy for Recovery”, John Wiley & Sons, Inc., New York (1998)