

## も く じ

■開催日時：2017年1月7日（土） 10:10～16:10

於：愛媛大学城北キャンパス 愛大ミュージズ M32, M33（愛媛県松山市）

■テーマ：「新技術による教育・学習環境の構築と教授設計／一般」

- 1) 研究活動における科学者の不正行動を抑制するための倫理教育システムの提案----- 1  
○河合孝尚（長崎大学），井内健介（徳島大学），野内玲（信州大学）
- 2) テスト理論に基づいた項目分析支援システムの作問現場での活用と評価----- 9  
○林貴史，高木正則，山田敬三，佐々木淳（岩手県立大学大学院）
- 3) 変容的形成的評価をベースとした LAK システムのデザインの検討----- 17  
○太田剛（放送大学大学院），森本容介，加藤浩（放送大学）
- 4) 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調査---- 25  
○仲林清（千葉工業大学／熊本大学）
- 5) 教材の配置支援ツール開発に向けた既存コースの分析----- 33  
○大西淑雅，山口真之介，西野和典（九州工業大学）
- 6) フランス詩を用いたフランス語学習 WEB サイト「ぼえふら」の設計と構築----- 41  
○廣田大地（神戸大学）
- 7) 聞き取り箇所の正答率集計機能を備えた英語リスニング学習支援システムの開発----- 47  
鷹野孝典，○栗原準，石川俊明，上村航平，笠井貴之（神奈川工科大学）
- 8) 大規模コーパスを用いた言語処理に基づく英語複合名詞の学習支援----- 51  
○岩田陽也，梅村祥之（広島工業大学大学院）
- 9) 英語プレゼン学習支援アプリケーションにおける音声特徴抽出アルゴリズムの検討----- 57  
○窪田知也，堀智子，吉本定伸，小嶋徹也（東京工業高等専門学校）
- 10) 協調作業を支援する IoT を用いた学習環境----- 61  
○野口孝文，千田和範，稲守栄（釧路工業高等専門学校）
- 11) Penumbra Tourism：観光を指向した ICT 活用型防災教育の提案 ----- 63  
○光原弘幸（徳島大学大学院），井上武久，山口健治，武知康逸，森本真理（株式会社オプトピア），  
上月康則，井若和久，獅々堀正幹（徳島大学大学院）

- 12) Google ストリートビューを用いたバーチャル避難訓練システム-----69  
○室川優希 (徳島大学工学部), 光原弘幸 (徳島大学大学院), 井上武久, 山口健治, 武知康逸,  
森本真理 (株式会社オプトピア), 上月康則, 井若和久, 獅々堀正幹 (徳島大学大学院)
- 13) Android タブレット端末を用いた小学校での安全マップ活動支援アプリケーションの機能改善-----77  
○戸松和紀, 松岡利人, 渥美亮祐, 吉本定伸 (国立東京工業高等専門学校)
- 14) タブレット PC を用いた肢体不自由者の入力操作測定用アプリケーションの開発 -----81  
○細川良輔, 吉本定伸 (東京工業高等専門学校), 金森克浩 (独立行政法人国立特別支援教育総合研究所),  
佐野将大 (香川県立高松養護学校)
- 15) キネクト v2 による肢体不自由者向け腕トレーニングシステムの改善 -----85  
○佐藤万里樹, 吉本定伸 (国立東京工業高等専門学校), 谷本式慶 (東京都立八王子東特別支援学校)
- 16) Android 端末を用いた認知機能評価のためのアプリケーション開発-----89  
○松岡利人, 渥美亮祐 (国立東京工業高等専門学校), 小久保奈緒美, 横井優磨, 齊藤勇二, 村田美穂,  
堀越勝 (国立精神・神経医療研究センター), 吉本定伸 (国立東京工業高等専門学校)
- 17) ロボットを活用した小学生のための認知症サポーター育成教材の開発-----93  
○村嶋琴佳 (大阪府立大学), 榊田聖子 (関西医療大学), 真嶋由貴恵 (大阪府立大学)
- 18) 食育支援システムの開発と効果 ～児童と保護者双方の食生活の改善～ -----99  
アブドサラムダウティ (新疆大学), ○清水佑起 (東京電機大学), 中山洋 (東京電機大学)
- 19) プログラミング教育のためのメモ用紙活用における電子ペーパー利用の試み ----- 103  
○伊藤恵, 椿本弥生, 白石陽, 奥野拓 (公立はこだて未来大学)

# 研究活動における科学者の不正行動を抑制するための 倫理教育システムの提案

河合 孝尚<sup>\*1</sup>, 井内 健介<sup>\*2</sup>, 野内 玲<sup>\*3</sup>

\*1.長崎大学研究国際部 \*2.徳島大学研究支援・産官学連携センター \*3.信州大学医学部

## Proposal of Ethics Education System to Inhibit Scientist's Misconduct in Research

Takahisa KAWAI<sup>\*1</sup>, Kensuke INAI<sup>\*2</sup>, Rei NOUCHI<sup>\*3</sup>

\*1 Research Promotion and International Affairs Department, Nagasaki University

\*2 Center for research Administration & Collaboration, Tokushima University

\*3 School of Medicine, Shinshu University

In recent years, research misconduct is frequently occurring among researchers, therefore, the ethics education for them is the urgent need. Although ethics education is needed to develop the researchers with higher prediction level against the fraud risk, the current education system is not high enough. In this paper, we propose the best ethics education system to inhibit researchers from misconducting in their researches based on the fraud triangle theory which is originated from Donald R. Cressey, an American criminal psychologist for the prevention of the fraud actions by researchers. By this research, it is the development of the ideal system for a scientist by applying fraud triangle theory to ethics education, and it is to prevent the occurrence of fraud action of a scientist in research activities, and we propose of the ethics education system is best for researchers.

キーワード: 倫理教育, 不正のトライアングル理論, ADDIE モデル, アダプティブ・ラーニング

### 1. はじめに

近年, 科学者が行う学術活動において実験データの捏造や改ざん, 論文の剽窃等の問題が相次いで起きており, そのため科学者や学術機関に対する社会からの信頼は著しく低下している. その原因として科学者には限られた時間内での研究成果の創出や, 安定的な研究資金の獲得等が常に求められ, それが科学者にとって過度なプレッシャーやストレスとなってしまう, 結果, 不正行為の発生を促してしまっていると思われる. 今後, 科学技術及び学術活動の国際化を推進する現状において国際社会からの信頼を損なわないためにも, 我が国の科学者の不正行為について適正な教育を施しておくことは急務である. しかし不正行為の発生原因はストレス等の外的要因だけでなく様々な要因が関係

しており, これを見落としてしまうと適正な倫理教育は実施できない. 本稿では科学者にとって最適な倫理教育を施すために, 犯罪心理学で提唱されている不正のトライアングル理論<sup>②</sup>を応用し科学者の不正行為の発生メカニズムを解明し, 不正行為を抑制するための方法等を検討することで, 科学者にとって効果的且つ効率的な倫理教育システムを提案する.

### 2. 背景

#### 2.1 研究不正行為の現状

文部科学省は平成 27 年 4 月に「研究活動における不正行為への対応等に関するガイドライン<sup>(20)</sup>」を策定し, 研究者はもとより大学等の研究機関は, 不正行為に対して厳しい姿勢で臨む必要があると述べている.

これを受けて日本学術振興会(JSPS)の科学研究費助成事業<sup>(18)</sup>や、科学技術振興機構(JST)、日本医療研究開発機構(A-MED)の助成事業等でも、採択の取消しや応募資格の制限等の厳しい対応が行われている。研究不正行為への対応は年々厳しくなりつつあるが、この背景には、ここ数年、我が国で重大な研究不正事件が起きていることが原因として考えられる。撤回された論文数のワースト 10<sup>(14)</sup>を表 1 に示す。

表 1 論文撤回ワースト 10 (2015 年 8 月現在)

	氏名	撤回論文数	分野
1	藤井喜隆	183	医学(麻醉科)
2	Joachim Boldt	89	医学(麻醉科)
3	Peter Chen	60	工学
4	Diedrik Stapel	54	社会心理学
5	Hua Zhong	41	化学
6	Adriam Maxim	38	物性物理学
7	加藤茂明	36	分子生物学
8	Hendrik Schoen	36	物理学(超伝導)
9	Hyung-In Moon	35	薬学
10	森直樹	32	医学(微生物学)

表 1 にあるとおり、世界で最も撤回された論文数が多いのは日本人で、その他に 7 位、10 位にも日本人が入っている。表 1 には載っていないが、世界的にインパクトを与えた研究不正事件として、“STAP 細胞事件(2014)”や“ディオバン事件(2013)”等も記憶に新しいところである。又、国別の撤回論文数(表 2)を見ると、日本は 5 番目に撤回論文数が多く、2014 年と比較すると 2016 年の撤回論文数は約 1.5 倍増加している。

表 2 国別の撤回論文数(2016 年 6 月現在)

	2014 年 6 月	2016 年 6 月
世界	1,395	2,625
1 米国	442	931
2 中国	129	279
3 ドイツ	95	152
4 日本	95	146
5 英国	84	158
6 オランダ	80	113
7 インド	76	143

平成 26 年度から文部科学省のホームページで公開されている「研究活動において特定不正行為が認定された事案(表 3)」によると、ここ数年では医学系や工学系よりも、政治学や社会学等の文系分野での不正行為のほうが多発していることがわかる。このことから研究活動における不正行為は、文系、理系といった分野を問わず発生する可能性があり、これを防ぐためにも学术界全体で倫理教育の実施に取り組む必要がある。

表 3 特定不正行為が認定された事案の一覧

(2016 年 11 月現在)

告発受理日	機関名	特定不正行為の種別	研究分野
2014.1.16	千葉大学	盗用	人類学
2015.5.20	藤女子大学	盗用	社会学
2014.4.22	電気通信大学	盗用	語学教育
2014.5.9	福岡教育大学	盗用	身体教育学
2014.9.19	早稲田大学	盗用	経営学
2015.3.30	大阪産業大学	盗用	環境学
2015.3.2	学校法人 皇學館	盗用	社会福祉 援助技術
2015.6.10	滋賀医科大学	盗用 改竄	臨床 看護学
2012.5.21	熊本大学	捏造	検査医学
2015.11.25			
2016.1.13	筑波大学	盗用	政治学
2016.1.21			
2016.2.3			
2015.4.6	学校法人 上智学院	盗用	政治学

## 2.2 不正行為に関する研究について

不正行為に関する研究は、これまで犯罪心理学と行動経済学の 2 つの研究分野で主に行われてきた。

犯罪心理学の分野では不正のトライアングル理論<sup>(2)</sup>という広く知られた理論があり、不正リスクである「動機・プレッシャー」、「機会の認識」、「姿勢・正当化」の 3 要因が全て揃った時に人は不正を犯すと提唱されている(図 1)。この理論は企業での不正対策の教育体系等でも応用されている。

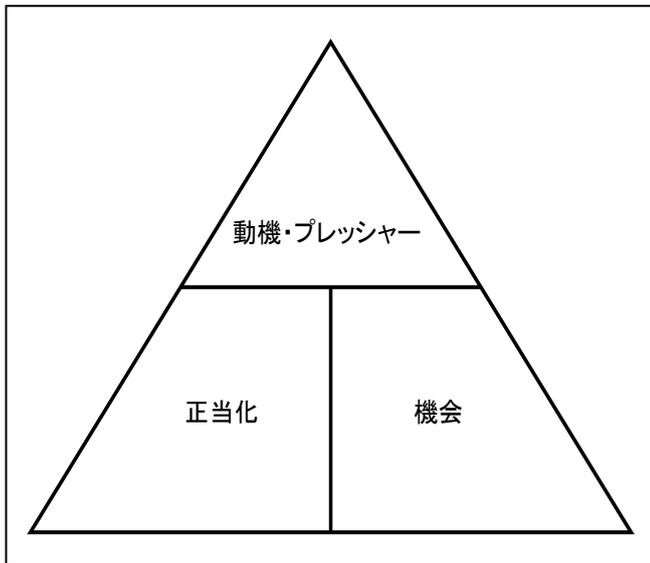


図1 不正のトライアングル

行動経済学の分野では、不正行為に関する研究の第一人者である Dan Ariely らが、人の不正行為に関する様々な行動実験を行っている。例えばクリエイティブな人ほど不正行為を行いやすいこと<sup>(6)</sup>や、報酬が高額になるほど不正行為が減る<sup>(8)</sup>等の様々な研究成果が発表されている。

しかし、犯罪心理学の分野では犯罪者の心理状態等の生物学的制約の影響が大きいことや、行動経済学の分野では行動実験での倫理上の問題等の社会的制約の影響が大きい等の理由により、いずれの研究分野でも科学者の不正行為に特化した研究はほとんど行われてこなかった。

### 2.3 研究倫理教育の現状

文部科学省が作成した研究不正ガイドラインには、研究不正行為の防止のために各研究機関で研究倫理教育を実施し、倫理意識を向上する旨が記されている。そのため、研究倫理教育教材として日本学術振興会が作成したテキスト「科学の健全な発展のために」<sup>(17)</sup>や、CITI Japan プロジェクトが作成した研究倫理教育のための e-learning 等が広く利用されている。しかし、これらの教材は受講者全員が同じ内容を同じ量だけ学習する仕組みになっており、学習者にとって適した教材が提供されているとは言い難い。又、現時点では不正行為防止のための本格的な倫理教育の実施は始まったばかりで、その教育効果等については、ほとんど考慮されていないのが現状である。

### 3. 研究の目的

本研究では、心理学的なアプローチから科学者の「不正リスク要因(動機・プレッシャー、機会、正当化)」(以下「不正リスク要因」という。)の発生メカニズムを解明し、科学者の不正行為に対する抑止力を向上させることで、不正行為を未然に防止することができるのではないかと着想した。そして不正リスク要因の3要因を理解することで、人がなぜ不正を犯してしまうのかという人の心の謎にも迫ることができると考えている。そのために科学者に不正行為に関する意識調査等を行い、研究不正行為に関する思考パターンや判断プロセス等を分析することで研究不正行為が起こる原因等を明らかにし、不正行為の発生を未然に防止することを目的とした倫理教育システムを本稿では提案する。

本稿は科学者への倫理教育の一方法を提案するものであるが、通常行われている関係法令や事例等を覚えるような知識蓄積型の教育システムではなく、科学者の不正リスクの発生メカニズムを解明し、不正行為に対する抑止力を向上させることで、科学者が起こす不正行為の発生を未然に防止する「事前対策」としての教育システムを提案することを目的としている。学術活動における科学者の不正行為に対する抑止力を向上させることで、科学者が起こす不正行為の発生を未然に防止することが可能となり、それにより科学者は公正かつ安全に学術活動を推進することができる。そして効果的な倫理教育プログラムを科学者に実施していくことで、我が国の科学者及び学術機関に対する社会からの信頼を回復させることに貢献することができる。

### 4. 研究の方法

本研究では、倫理教育システムとして e-learning によるアダプティブ・ラーニングシステムの開発を検討している。「2.3 研究倫理教育の現状」で述べたとおり、現在実施されている倫理教育は科学者にとって最適な教育が施されているとは言い難い。そこで我々は、科学者自身の不正リスク要因を分析することにより、科学者1人1人に最適な学習内容を提供するアダプティブ・ラーニングの方法が適しているのではないかと考えた。そしてこれを e-learning で提供することにより、研究者はもとより研究活動に携わる学生等にも気

軽に受講してもらえるようなシステムを開発することを計画した。尚、本稿で述べる「アダプティブ」とは学習内容に関する適応のことを指し、学習ツールや学習スタイル等の適応については現在検討中である。

## 5. 研究計画

本稿で提案する倫理教育システムの開発に関する全体計画を図2に示す。全体の研究計画については、インストラクショナルデザイン技法のADDIEモデル<sup>(11)</sup>を用いて設計を行った。

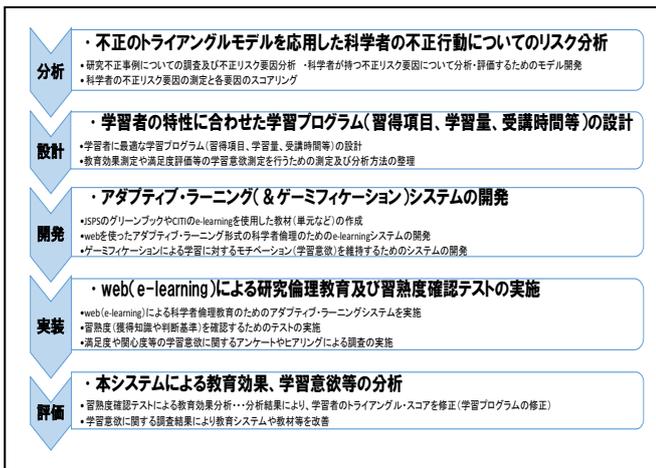


図2 全体の研究計画

## 6. これまでの研究成果

科学者の倫理教育における学習目標とは、満点を取ることが目標ではなく、科学者自身で問題を回避できる能力を身に付けることが理想だと考える。そのためには、まずは科学者自身の現状等について調査・分析する必要がある。

現在、我々はADDIEモデルでの最初に行う分析プロセスとして、「不正のトライアングル理論を応用した不正リスク要因に関する心理的要因分析」に関する研究を行っており、不正のトライアングル理論に関する新たな仮説や、それに基づく検証モデルの開発等を行っている。この新たな仮説と、それに基づいて開発した検証モデルについて説明する。

### 6.1 不正のトライアングル理論に関する新たな仮説

不正のトライアングル理論は、米国の組織犯罪研究者 Donald R. Cressey が「Other People's Money: A

Study in the Social Psychology of Embezzlement」の論文の中で発表した理論である<sup>(2)</sup>。Cressey は横領犯罪者を対象に研究を行い、「動機・プレッシャー」、「機会」、「正当化」の3つが揃った時に人は不正行為を行うのだと説いている。我々は、この3つの要因の間に指向性を持たせ、『不正行為は「動機・プレッシャー」→「正当化」→「機会」の順で形成され、不正行為が成功すると不正のトライアングルの各頂点の最大値は減少する。』という仮説を立てた(図3)。

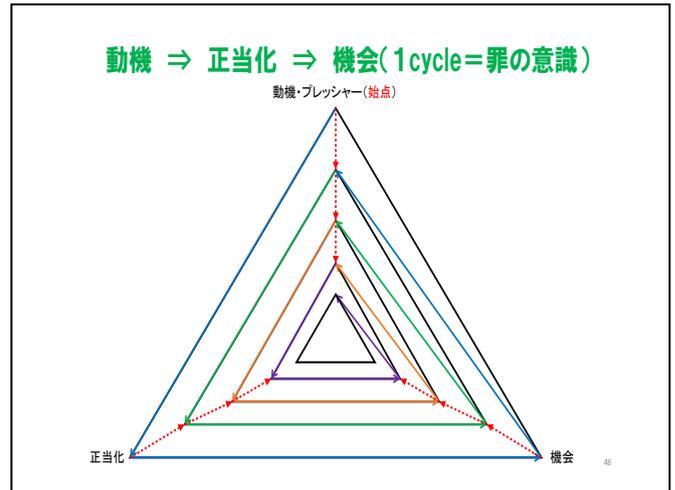


図3 不正のトライアングル理論に関する新たな仮説

例えば道端に500円玉が落ちていたら、拾う前の心理的状況として、「財布の中にお金がない、ジュースが呑みたい」(動機・プレッシャー)→「500円くらいならみんな拾っているから大丈夫だろう」(正当化)→「誰も見てないから拾ってしまえ」(機会)という順で不正に関する心理的要因が働いていると思われる。そして一度でも不正行為が成功すると、上手くいった不正行為が当たり前の行為となってしまう、次回はもっと軽い気持ちで不正行為(お金を拾う)を行ってしまう。

このように不正リスク要因の間には指向性があり、これは研究不正行為でも同じことが説明できる。例えばSTAP細胞事件を例に説明すると、「業績が欲しい、他の研究者より先に発表がしたい」(動機・プレッシャー)→「STAP細胞は必ず存在する。間違ったことはしていない。」(正当化)→「研究リーダーは私、他の人には何をやっているのかが見えにくい。研究ノートを正しく取っていない。」(機会)というように説明できる。

## 6.2 不正リスク要因の段階的評価モデルの開発

前節の仮説を基に、科学者の不正リスク要因について段階的に評価するモデルを開発した。その評価モデルを図4に示す。

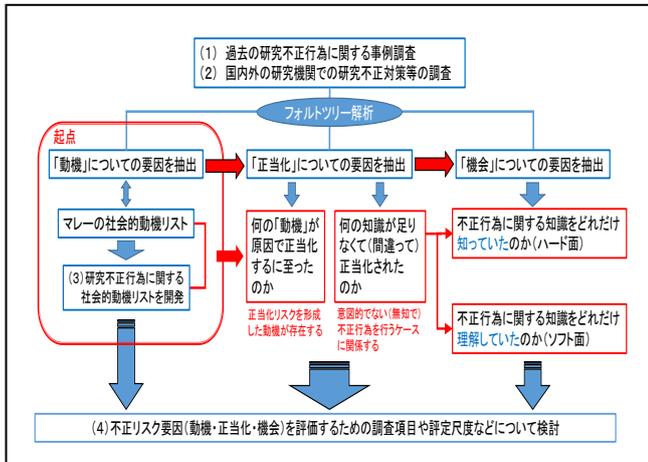


図4 不正リスク要因の段階的評価モデル

この評価モデルは「動機・プレッシャー」を起点として位置付け、「正当化」、「機会」の順に科学者の不正リスク要因について計測し、科学者が現在、どの時点での不正リスク要因が強い状態にあるのかを段階的に評価するためのものである。

### 6.2.1 動機・プレッシャー要因

評価モデルで「動機・プレッシャー」を起点とした理由として、人が不正行為を行う際には必ず何かしらの「動機・プレッシャー」が最初にあるのだと考えたからである。例えば“テロ行為”のような不正行為を例に説明すると、社会への不信感や反発等の「動機・プレッシャー」があるからこそ、それが「正当化」され、「機会」という場面が与えられることでテロを起こしてしまうと説明できる。

又、この評価モデルの動機・プレッシャー要因については社会心理学の社会的動機に関する研究成果を活用し、研究不正事例から特定した動機要因と、Henry A. Murray が作成した社会的動機リスト<sup>(9)</sup>との比較分析を行う。不正事例から特定した動機要因が、社会心理学でいう社会的動機の何に当たるのかを検証することで「研究不正行為に関する社会的動機リスト」を新たに開発する予定である。

### 6.2.2 正当化要因

評価モデルでは「正当化」を2つに分け、①動機・

プレッシャー要因によって形成された正当化要因は何なのか、②何の知識が足りない又は理解していないために形成された正当化要因は何なのかについても評価するように設計している。

①については、人が「正当化」する前には必ずそれに関連する動機要因があると仮定した。

②について、研究不正事例では無知であるが故に、それが不正行為とは知らずに研究不正を行ってしまう場合がある。これは不正行為に関する知識が足りない又は理解していない為に、無意識に行為が「正当化」されてしまい、それが研究不正とは知らずに行っているのである。よって、②では特定した正当化要因から、関連知識の何が足りなかった又は理解していなかったのかについても評価する。

### 6.2.3 機会要因

「機会」については、管理体制や罰則等を強化するといったハード面から不正行為の「機会」をなくすることも必要だが、不正行為に関する知識やルール等といったソフト面を正しく身に付けさせることで、自らの倫理意識を向上させ不正行為を行う「機会」を抑制する、といった対応も重要である。そしてこのソフト面からの対応により、間違った「正当化」を身に付かせないことこそが真に不正行為を防止するためには重要であると考えている。そこで本モデルでは、不正行為から特定した機会要因から何の知識が足りなかった(ハード面)、又は理解していなかったのか(ソフト面)についての評価を行う。そして正当化要因の②で分析した結果と比較分析することで、不正行為に関する知識として、本当に足りなかった知識とは何なのかを特定する。

## 7. 今後の予定と課題

現在、我々はステップ1の分析段階として「不正のトライアングルモデル理論を応用した不正リスク要因に関する心理的要因分析」に関する研究を行っているところである。この分析結果を活かし次のステップ2: 設計を行い、ステップ3: 開発、ステップ4: 実装、ステップ5: 評価という順で研究を進めていくことを計画している。ここでは各ステップで行う研究内容について簡単に説明する。

## 7.1 ステップ2：設計

ステップ2の設計段階では、「学習者の特性に合わせた学習プログラム（習得項目、学習量、受講時間等）の設計」を行うことを計画している。分析段階で解析した科学者の不正リスク要因を要因毎にスコアリングし、各人の不正リスク要因のスコアに応じた教育コンテンツを集中的に提供することで、統一的且つ画一的な教材受講の場合よりも効率的な学習が可能となる。

使用する教育コンテンツについては、現在使用されている日本学術振興会が作成したテキストや、CITI Japan プロジェクトが作成した e-learning 等を利用し、それぞれの学習内容を不正リスク要因毎に分類し学習者に提供する教育コンテンツを作成する。そして不正リスク要因のスコア値によって提供する教育コンテンツや学習量等も調整し、科学者1人1人に最適な学習プログラムを構築する。

## 7.2 ステップ3：開発

ステップ3の開発段階では、「倫理教育に関するアダプティブ・ラーニングシステムの開発」を民間企業と共同開発することを計画している。

倫理教育は通常の科学者にとっては“当たり前”のことを学ぶため、いかに学習意欲を持たせるのかが大きな課題となる。そのためゲームニクス性の導入や、ゲーミフィケーションによる目標設定等の工夫が必要だと考えており、今後、学習者にとって学びやすい、扱いやすい倫理教育システムを開発するためのヒントになるのではないかと考えている。又、本稿では学習者にとってのアダプティブとして、最適な学習内容についての研究を行っているが、その他に学習者にとって最適な学習ツールや学習スタイル等についても検討する必要がある。

## 7.3 ステップ4：実装

ステップ4の実装段階では、FS(Feasibility Study: 実行可能性調査)として、幾つかの研究機関を対象に「web(e-learning)による研究倫理教育及び習得確認テストの実施」を計画している。

ステップ3で開発した倫理教育に関するアダプティブ・ラーニングシステムが、本当に科学者にとって有益なものなのかを調査することは重要である。そのた

め、まずはアダプティブ・ラーニングシステムのプロトタイプを開発し、それを幾つかの研究機関で試験的に実施・運用する。これにより本研究で開発した倫理教育に関するアダプティブ・ラーニングシステムの改善点や問題点等を洗い出し、より良いラーニングシステムの開発を目指す。

## 7.4 ステップ5：評価

ステップ5の設計段階では、「本システムによる教育効果等の評価」を行うことを計画している。

現在、教育効果を測定するための方法として、カークパトリックの4段階評価モデル<sup>(3)</sup>や、それにROI(Return on Investment:投資対効果)の要素を加えたジャック・フィリップスの5段階評価モデル<sup>(9)</sup>、カーフマンの5段階評価モデル<sup>(6)</sup>等がある。これらを用いて、本研究で開発した倫理教育に関するアダプティブ・ラーニングシステムによる学習によって、科学者の倫理観がどれくらい向上したのかを計測する必要がある。しかし、教育効果を計測することは学習者の時間的制約や生物学的制約が大きく影響することもあり困難であることから、現在のところ教育効果についてどう評価すべきか検討中である。

## 8. おわりに

本研究では、不正のトライアングル理論を応用し科学者の不正リスク要因についての調査・分析を行い、科学者1人1人に最適な学習プログラム等を構築し提供するアダプティブ・ラーニングによる倫理教育システムについて提案した。この倫理教育システムを開発するために、最初にADDIEモデルを使って全体の研究計画を作成し、各プロセスで何をすべきなのかを検討した。そして最初の分析段階として、「不正のトライアングルモデル理論を応用した不正リスク要因に関する心理的要因分析」を行うための新たな仮説と評価モデルの開発を行った。

本研究活動はまだ始めたばかりであり、これから調査活動等を始めるところである。まずは新たに打ち立てた仮説を支持するに十分な調査データを収集し、仮説が正しいことを立証する必要があると考えている。そのためには科学者の不正行為に関する意識調査を行い、研究活動における不正リスク要因を解析すること

が必要である。今後は、研究活動における科学者の不正リスク要因を特定するために、過去の研究不正事例の調査分析や、意識調査のための調査票の作成、各大学や研究機関等と連携し科学者への不正行為に関する意識調査等を実施していく予定である。

## 参 考 文 献

- (1) CITI Japan Web サイト  
<https://edu.citiprogram.jp/defaultjapan.asp?language=japanese> (参照日 2016.11.16)
- (2) Cressey, D.R, “Other People’s Money : A Study in the Social Psychology of Embezzlement”, pp.30 (1973)
- (3) D.L Kirkpatrick, “Techniques for evaluating training programs”, *Journal of ASTD*, 11, pp. 1–13 (1959)
- (4) Eynav Maharabani, “Honesty and Helping Behavior: Testing Situations Involving Temptation to Cheat a Blind Person”, master’s thesis, Ben-Gurion University of the Negev, Israel (2007)
- (5) Francesca Gino and Dan Ariely, “The Dark Side of Creativity; Original Thinkers Can Be More Dishonest”, *Journal of Personality and Social Psychology* (2011)
- (6) Kaufman, R. A. and Thomas, S, “Evaluation without Fear”, *New Viewpoints*, pp.109-141 (1980)
- (7) Murray, H. A., “Explorations in Personality”, New York: Oxford University Press (1938)
- (8) Nina Mazar, On Amir and Dan Ariely, “The Dishonesty of Honest People; A Theory of Self-concept Maintenance”, *Journal of Marketing Research* (2008)
- (9) Phillips, Jack J, “Handbook of Training Evaluation and Measurement Methods 3rd edition”, pp.38-49 (1997)
- (10) R.M.ガニエ, W.W.ウェイジャー, K.C.ゴラス, J.M.ケラー, “インストラクショナルデザインの原理”, 北大路書房 (2007)
- (11) 市川尚, 根本淳子, 鈴木克明, “インストラクショナルデザインの道具箱 101”, 北大路書房 (2016)
- (12) 上田和勇, “企業倫理リスクのマネジメント”, 同文館出版 (2014)
- (13) 小保方晴子, “あの日小保方晴子”, 講談社 (2016)
- (14) 黒木登志夫, “研究不正 Scientific Misconducts”, 学術研究フォーラム第 7 回学術シンポジウム発表資料 (2015)
- (15) 黒木登志夫, “研究不正 科学者の捏造、改竄、盗用”, 中公新書 (2016)
- (16) 研究倫理(研究ネカト)Web サイト <http://haklak.com/> (参照日 2016.11.16)
- (17) 日本学術振興会「科学の健全な発展のために」編集委員会, “科学の健全な発展のために-誠実な科学者の心得-”, 丸善出版 (2015)
- (18) 日本学術振興会 : “科学研究費助成事業 公募要領”, pp.5-6 (2016)
- (19) 村井健祐, 土屋明夫, 田之内厚三, “社会心理学へのアプローチ”, 北樹出版 (2000)
- (20) 文部科学省 : “「研究活動における不正行為への対応等に関するガイドライン」の決定について” (2014)
- (21) 山崎茂明, “科学者の不正行為”, 丸善出版 (2002)



# テスト理論に基づいた項目分析支援システムの 作問現場での活用と評価

林貴史<sup>\*1</sup>, 高木正則<sup>\*1</sup>, 山田敬三<sup>\*1</sup>, 佐々木淳<sup>\*1</sup>

<sup>\*1</sup> 岩手県立大学大学院ソフトウェア情報学研究科

## Effectiveness Evaluation of a Test Item Analysis Support System Developed by Using Test Theory

Takafumi Hayashi<sup>\*1</sup>, Masanori Takagi<sup>\*1</sup>, Keizo Ymada<sup>\*1</sup>, Jun Sasaki<sup>\*1</sup>

<sup>\*1</sup> Graduate School of Software and Information Science, Iwate Prefectural University

In many education fields, various tests have been performed to measure the intelligence and knowledge of learners. It is difficult for test creators to evaluate that each test item was whether good or bad theoretically. In this study, in order to improve the test quality, we have developed a test item analysis support system based on test theory. The system analyzes test items based on answer data of examinees and provides appropriate advices for next test creation. In this paper, we describe the main design concepts of the developed system and its effectiveness evaluation results in a creating environment of test items for a regional knowledge certification test held in Morioka city, Iwate Prefecture.

キーワード: テスト理論, 項目分析, 設問回答率分析図

### 1. はじめに

多くの教育現場では、学習者の能力や学習効果を測定するためにテストを実施し、テストの得点から各学習者を評価する。しかし、テストに出題された問題（以下、項目）の良し悪しを評価することは少ない。その要因として、項目の分析に必要となるテスト理論や統計学などの専門知識が不足していることが考えられる。また、項目の分析結果から、次回作問時の改善点やテスト項目の難易度のバランス調整などを客観的に行うのは難しい。そこで、我々は作問者がテスト受検者の解答結果に基づいて次回作問時の改善点を把握することを目的とし、テスト理論に基づいた項目の分析結果や次回作問時のアドバイスを提示する項目分析支援システムを提案・開発した。これにより、作問経験の少ないテスト作成者でも項目を評価でき、次回作問時に作成される問題の質向上、試験全体の信頼性向上や作問者の作問スキルの向上が期待できる。本稿では、テ

スト受検者の解答データに基づく項目分析結果の提示方法や、作問アドバイスの生成ルールならびに提示方法について述べる。また、岩手県盛岡市で開催されているご当地検定「盛岡もの識り検定」(以下、もりけん)の解答結果を活用し、作問現場で本システムを利用してもらった結果から、分析結果の提示が検定試験の作問をする上で有効なのかを評価する。

### 2. 関連研究

樋口<sup>(1)</sup>は、テスト理論の知見を有さない教授者が容易にテスト理論を用いて各小問別、各受検者別のスコアデータを解析できる Web アプリケーションを開発している。基本的な統計量に加え、テスト全体についての情報である信頼性係数やテストの合計点に想定される誤差の情報を計算できる。また、熊谷<sup>(2)</sup>は、項目反応理論によるテスト分析を行うソフトウェアの Easy Estimation を開発している。Easy Estimation

は研究目的に限り無料で利用できる国産のフリーソフトウェアであり、GUI (Graphical User Interface) によりマウス操作のみで分析できるため、テスト分析の入門者においても容易に分析できる。多母集団分析や一部の項目母数固定による分析など、実用上必要な分析オプションも用意されている。これらのシステムでは、テスト結果の分析といった点で本研究と類似するが、作問現場に密着した次回作問時の改善点までを対象としていない点で異なる。

### 3. 研究課題と課題解決へのアプローチ

本研究では、①テスト理論の知見を有さないテスト作成者でも理解できるようなテスト分析結果の表示方法の解明と、②次回テスト作成時の参考になる作問アドバイスの生成ルールの構築が研究課題となる。課題①については、項目の良し悪しを視覚的に判断できるように、良い問題と悪い問題を一覧で表示する。また、設問解答率分析図<sup>(3)</sup> (4.2節で後述) やヒストグラムなどのグラフを活用した表示方法を検討する。課題②では古典的テスト理論によって算出される各項目のパラメータ (項目難易度, 項目識別度, S-P 表分析から得られる注意係数の値など) から次回作問時における改善点 (アドバイス) を生成するルールを構築する。

## 4. 項目分析支援システム

### 4.1 システムの概要

提案する項目分析支援システムの概要を図1に示す。項目の良し悪しは出題意図によって判断基準が異なるため、システム利用者はテスト受検者の解答データだけでなく各項目の出題意図も本システムに入力する (図1①)。項目分析モジュールでは古典的テスト理論などを駆使して、各項目を分析する (図1②)。分析の際には、出題意図を考慮して適切な分析方法や評価基準を採用する。例えば、授業で教えた内容のうち最も基本的で全員が理解していることを確かめる問題であれば、全員が正解しても不適切な難易度の問題とは判断しないようにする。項目説明DBは、表1に示す基準 (参考文献4~8を参考に項目の評価指標・評価手法・評価基準を設定) を元に信頼性, 難易度, 識別度, 注意係数の各数値に対応させた項目に関する説明が登

録されている。項目分析モジュールでは、解答データを分析した結果と項目説明DBで参照した各数値の補足説明を利用者にフィードバックする (図1③)。また、この分析結果と出題意図は作問アドバイス生成モジュールに渡される (図1④)。作問アドバイス生成モジュールでは、作問アドバイス生成ルールDBを参照 (図1⑤) して生成した作問アドバイスを利用者に提示する (図1⑥)。

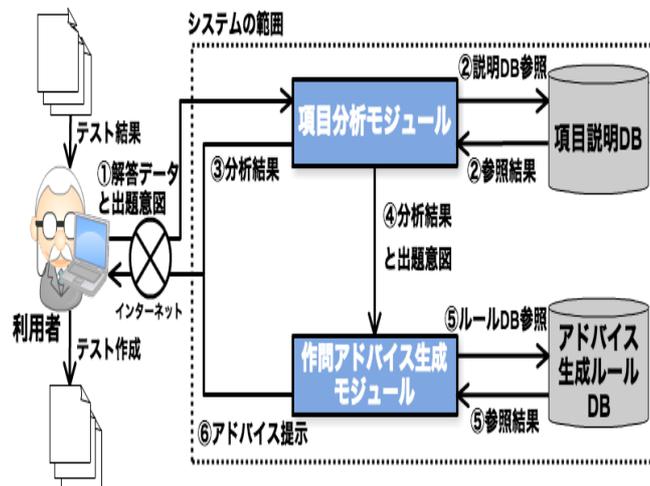


図1 システム概要図

### 4.2 項目分析モジュール

#### (1) テスト全体の評価

一般に、テストは信頼性と妥当性によって評価されるが、妥当性は定量的評価が難しいことから、本研究ではまず信頼性を評価する機能について検討した。信頼性を評価する方法には内部一貫法, 折半法, 再テスト法, 平行テスト法など数多くの手法がある<sup>(4)</sup>。今回はテスト全体の信頼性を評価するために一般的に広く用いられている内部一貫法のクロンバックの $\alpha$ 係数を利用して信頼性を評価することとした。その他に、テスト全体のデータの分布状況を視覚的に認識するためのグラフとしてヒストグラムを用いた。ヒストグラムの作成には、階級数を決める必要があるため、スタージェスの公式を利用した。スタージェスの公式で階級数を決め、ヒストグラムを作成し、視覚的に受検者がどの得点にばらついているのかが分かる。

#### (2) 各項目の評価

個々の項目の評価では、現状、利用者が入力した出題意図や各項目の予想正答率に基づく項目分析方法が未実装であるため、本稿では出題意図を考慮しない分析方法について述べる。個々の項目を評価するパラメ

ータには、古典的テスト理論で算出した難易度と識別度、S-P 表分析を元に算出した項目注意係数を利用する。現状の分析では、単一のテストを想定しており、複数のテストの分析結果を比較するような機能に関しては検討段階であるため、項目反応理論よりも分析時間が短時間で行える古典的テスト理論を用いている。分析結果は、項目説明 DB を参照し、能力を判定する上で適切と思われる問題グループ（以下、良問グループ）と不適切と思われる問題グループ（以下、悪問グループ）に分けて具体的な数値や説明とともに提示する。本システムでは表 1 の基準値に基づき難易度が 0.4 以上 0.8 未満で識別度 0.4 以上かつ注意係数 0.5 未満の項目を良問グループとした。また、難易度が 0.4 未満または 0.8 以上で識別度 0.3 未満かつ注意係数 0.5 以上の項目を悪問グループとした。良問にも悪問にも該当しない項目に関しては、標準的な問題群としてアドバイスが省略される。項目分析結果画面の最後には、良問グループ・悪問グループを含んだ全項目の設問解答率分析図と難易度・識別度・注意係数が表示される。設問解答率分析図を利用することでテストを構成している項目の良し悪しを視覚的に確認できる。特性図の作図方法は、まず受検者のテストの合計得点を昇順に並べ替え、受検者を 5 群に等分割する。5 群において最も受検者のテスト合計が高い群をレベル 5（以下、Lv5）とし、最も受検者のテスト合計が低い群をレベル 1（以下、Lv1）とする。割り切れない場合には値を繰り上げて、Lv5 から降順に割り振っていく。次に各群の正答率を計算する。縦軸に正答率、横軸に 5 群をとるグラフをプロットする。各プロットを直線で結ぶことにより作図する。作図方法に基づき、実際のデータから作図した設問解答率分析図を図 2 に示す。図 2 に示した項目は左側の解答者群（テスト全体の得点が低い解答者群）の正答率が低く、右側の解答者群（テスト全体の得点が高い解答者群）になるにつれ正答率が高くなっているため識別度が高く、測りたい特性がよく識別されている項目であることを示している。

表 1 項目の評価指標・評価手法・評価基準

指標	手法	基準
信	再テスト法	“信頼性 0.80 以上” であれ

信頼性	平行テスト法	ば、信頼性が高い <sup>(5)</sup>
	折半法	
難易度	内部一貫法 (クロンバックの $\alpha$ )	“信頼性 0.71 以上” であれば、テスト全体の信頼性が高い <sup>(6)</sup>  “信頼性 0.71 未満” であれば、項目数や受検者人数が少ないかテスト全体の信頼性が低い
	古典的テスト理論	“難易度 0.4 未満” または “難易度 0.80 以上” の項目は難易度が不適切な項目、 “難易度 0.3 未満” または “難易度 0.90 以上” は修正及び検討が必要な項目 <sup>(4)</sup>
識別度	古典的テスト理論	“識別度 0.3 未満” は識別度が低く不十分な項目、 “識別度 0.2 未満” は識別度が極端に低く合否判定には直結しない項目 <sup>(4)</sup>
注意係数	S-P 表分析	“注意係数 0.5 以上 0.75 未満” は注意すべき項目 “注意係数 0.75 以上” は特に注意が必要な項目 <sup>(7) (8)</sup>

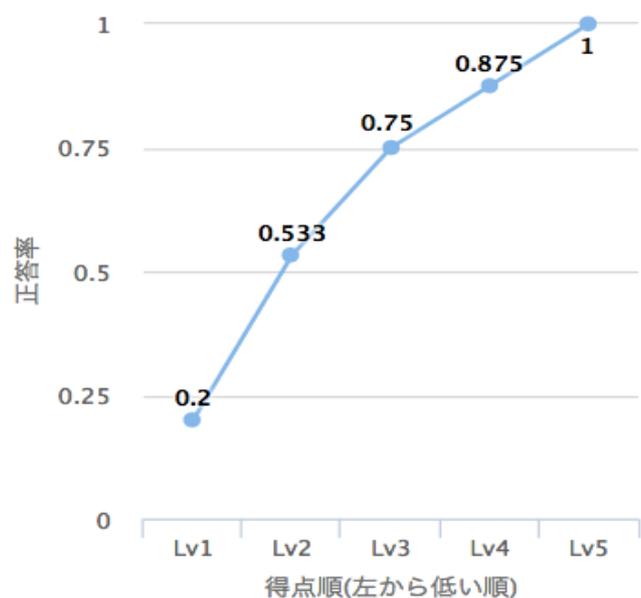


図 2 設問回答率分析図

### 4.3 作問アドバイス生成モジュール

図3に作問アドバイス生成の流れを示す。例として、項目番号1の難易度0.26, 識別度0.16, 注意係数0.76の問題がある場合, ①表1で示した基準値に当てはめ, 難易度/識別度/注意係数の特徴の判断を行う。次に, ②その問題に関する特徴を踏まえた次回作問時のアドバイスを生成する。生成される作問アドバイスの一部を表2に示す。現在, 作問アドバイスは全部で60種類登録されている。

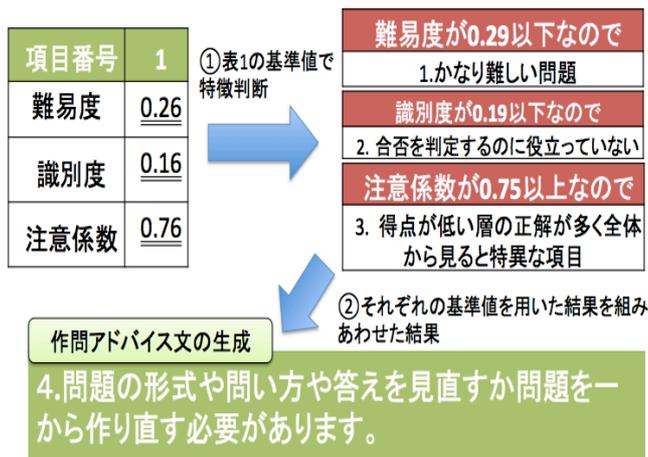


図3 作問アドバイス生成の流れ

表2 作問アドバイス生成例

条件	作問アドバイス例
難易度 0.3 未満 識別度 0.2 未満 注意係数 0.75 以上	問題の形式や問い方や答えを見直しか問題を一から作り直す必要が有ります。
難易度 0.3 未満 識別度 0.2 未満 注意係数 0.5 以上 0.75 未満	合否判定には機能していない問題であり, 問題の問い方や答えがあっているか注意してみる必要が有ります。
難易度 0.3 未満 識別度 0.4 以上 注意係数 0.5 未満	難しい問題を作る際はこの問題をベースに問題を作るか, 修正すると次回のテストでも使えるでしょう。
難易度 0.4 以上 及び 0.80 未満 識別度 0.4 以上	最も理想的な問題であり, 次回以降のテストにおいても使えるでしょう。この問

注意係数 0.5 未満	題をベースにすると理想的な問題ができそうです。
-------------	-------------------------

## 5. システム開発

上記の考え方にに基づき項目分析支援システムを開発した。なお, 本研究では出題意図を考慮した分析結果やアドバイスの提示は未実装である。開発言語は PHP, JavaScript, HTML, データベースには MySQL を用いた。本システムで項目を分析する際に, テスト結果を正誤の2値データに置き換える。置き換え方法としては, 各項目の正誤を0か1(誤答:0, 正答:1)で表し, 項目反応データとし扱う。項目反応データを本システムに入力し, 出力された分析結果の一例を図4, 図5に示す。本システムでは, まずテスト全体の結果が表示される(図4)。そして, テスト全体の結果の下に, 良問と悪問の一覧と作問アドバイスが表示される(図5)。図5中の各項目番号のリンクをクリックすると同画面上にポップアップ表示され, 項目の詳細な特徴説明が表示される(図6)。同画面で各項目の特徴説明を表示することにより, 利用者のページ遷移の回数を少なくし, ページ読み込みの回数を最小限にしている。

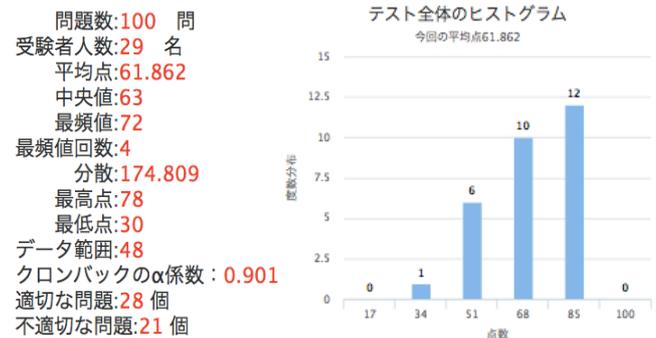


図4 テスト全体の結果

・能力を判定する上で不適切と思われる問題が32個ありました  
※項目番号をクリックで詳細閲覧できます

#### 1. 項目:1

次回時の問題作成アドバイス:  
合否判定には機能していない問題であり, 問題の問い方や答えがあっているか注意して確認する必要が有ります。

#### 2. 項目:3

次回時の問題作成アドバイス:  
問題の形式や問い方や答えを見直しか問題を一から作り直す必要が有ります。

#### 3. 項目:5

次回時の問題作成アドバイス:  
問題の形式や問い方や答えを見直しか問題を一から作り直す必要が有ります。

・能力を判定する上で適切と思われる問題が20個ありました

### 1. 項目: 2

次回時の問題作成アドバイス:

数値上最も理想的な問題であり、次回以降のテストにおいても使えるでしょう。この問題をベースにすると理想的な問題ができそうです。

### 2. 項目: 14

次回時の問題作成アドバイス:

数値上最も理想的な問題であり、次回以降のテストにおいても使えるでしょう。この問題をベースにすると理想的な問題ができそうです。

### 3. 項目: 18

次回時の問題作成アドバイス:

数値上最も理想的な問題であり、次回以降のテストにおいても使えるでしょう。この問題をベースにすると理想的な問題ができそうです。

図 5 良問と悪問の一覧および作問アドバイス表示

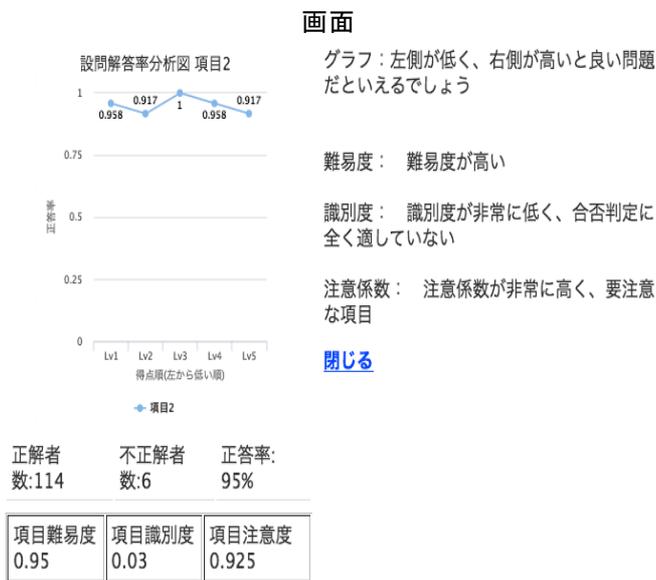


図 6 各項目の特徴説明

## 6. システムの評価実験

### 6.1 実験の目的

本システムがテストの作問現場で活用でき、作問時に有効であるのかを検証するために、テスト理論の知見を有していないもりけん作問委員 6 名（2006 年のもりけん開催からの作問担当者）に、システムから提示される内容を閲覧してもらい、今回のテスト作成に活用することができたのかを実験する。

### 6.2 実験の方法・手順

実験の事前準備として、共同研究を行っているもりけん主催の岩手県盛岡市商工会議所から 2008 年度 2 級・3 級と 2009 年から 2015 年度 1 級・2 級・3 級（2013 年度は解答データなし）のもりけん解答結果を受け取った。本システムで分析するには解答結果を 2 値デー

タに変換して分析する必要がある。そのため、システムに入力する解答結果のデータは、それぞれの年度と級ごとに excel で管理していた解答結果（合計 20 ファイル）を、著者が問題毎の正解・不正解の 2 値反応データに変換し、CSV ファイルとして用意した。変換したファイルをそれぞれ本システムに入力し、分析した結果をまとめたものをもりけん作問委員 6 名に提示した。また、分析結果に表示された難易度や識別度などの数値の意味や、設問解答率分析図の見方などを記述した補助資料を配布した。これらの分析結果と補助資料はもりけんの作問期間中に配布し、その後 3 週間に渡りもりけんの作問活動が行われた。その後、提示内容から把握できた過去問題の改善点や、過去問題を活用する上で参考になった部分などに関して半構造化インタビューを行い、本システムで分析した結果が作問現場で効果的に活用できたのかを考察する。

### 6.3 実験結果

インタビューの所用時間は一人あたり 5 分間で実施した。内容は表 3 の質問項目を基に行った。表 3①の質問項目では、6 名中分析結果を活用できたと答えた人が 3 名だけであった。活用できなかった 3 名の理由としては、忙しくて見る余裕がなかった、見方が分かりにくかったなどの理由が挙げられた。活用できた 3 名については表 3②以降の質問をした。表 3②の質問の結果、難易度、識別度や設問解答率分析図を参考にすることが分かった。表 3③の質問では、難易度の高い問題や低い問題をテスト全体のバランスを考慮して選択する際に参考にしたことや、難易度も高めで識別度も高い問題に関しては次回以降にも十分に参考に活用できるので、難易度と識別度の高い問題を探す際に活用したなどの回答が多かった。他には、設問解答率分析図も合わせて見ることでより傾向が分かり、2 級問題で全体的に解けていない問題を 1 級に練り上げることや、逆に 2 級問題で簡単だった問題を 3 級に練り下げることの参考になったなどの回答があり、難易度・識別度・設問解答率分析図は十分な活用ができる可能性が示唆された。表 3④については、正答率や識別度の範囲を決めて検索などができるとより使いやすくなるという意見や、作成した問題やそのカテゴリなどの情報もシステムに入力して分析できるようになる

と、カテゴリの偏りなども調べることができ、より便利になるという意見を頂いた。また、分析して提示した問題数(1700問)が多かったことから特定の難易度や識別度を満たす問題の検索や、右上がりの分析図などの検索ができる機能があると、より効率的にシステムが活用できることができるとの意見もあった。

表 3 インタビュー時に使用した提示項目

①. 提示内容を活用することができましたか？
②. 提示内容のどの項目(難易度, 識別度など)を見ましたか？
③. 提示内容をどのように活用しましたか？
④. 提示内容で改善して欲しい箇所, 欲しい情報や機能はありますか？

## 6.4 考察

本実験の結果から、分析結果には難易度・識別度・設問解答率分析図があれば、問題作成の参考になることが推察された。本実験での作問現場での活用に関しては、難易度のバランス調整などでは本システムの有効性が示唆された。しかし、難易度などの数値以外のカテゴリ情報まで考慮できていなかったため、来年度の活用に向けて本システムを改善する。また、インタビュー内容が終わった後に、もりけんの作問活動は10年ほど前から行われているが、本システムを導入した本年度の作問活動が一番楽で安心して試験作成ができたとの意見も頂くことができたため、本システムを活用することで、作問作業全体の負担を多少なりとも軽減ができたと考えられる。

## 7. まとめと今後の課題

### 7.1 まとめ

本稿では、作問者がテスト受検者の解答結果に基づいて次回作問時の改善点を把握することを目的とし、項目の分析支援システムの開発を行った。項目分析結果の、難易度と識別度と注意係数の結果から、それぞれの特徴を説明した文章を登録したDBと次回作問時のアドバイスルールDBの生成を行い、作問アドバイスを生成できる機能も開発した。開発した本システムの評価実験として、本システムがテストの作問現場で活用ができ、有効性があるのかを検証するための実験

を行い、システムからの分析結果が作問作業において有効であることを示すことができた。

### 7.2 今後の課題

今後は、難易度や識別度検索など数値検索を導入していく。設問解答率分析図に関しても、分析図の特徴などで検索できるようにすることでより必要な情報を表示できるようなシステムに改善していく。また、今後の発展としては、分析結果をDBなどに保存しテスト作成者向けに分析結果を蓄積し、過去の作成した問題の振り返りや自身が作成した問題の傾向などを再度確認できるような分析結果蓄積システムにする。この部分はこれからのシステムで重要な機能であり、システムを基に、作問時には気づかなかった点のフィードバックや新たな分析方法の参考となることが期待される。また、今回行った実験結果を踏まえてより利用者が使いやすいUI, UXを検討し、考慮したシステムに改良をする。

### 謝辞

調査の実施及び分析にご協力いただいた、岩手県盛岡市商工会議所の皆様、盛岡もの識り検定作問委員会の皆様に感謝いたします。

### 参考文献

- (1) 樋口三郎.『テストおよびアイテム分析 Web サービスの開発』.教育システム情報学会第39回全国大会講演論文集, p.377-378 (2014)
- (2) 熊谷龍一. 初学者向けの項目反応理論分析プログラム EasyEstimation シリーズの開発. 日本テスト学会誌, 5, p.107-118 (2009)
- (3) 吉村宰: 大学入試センターにおけるテストデータベースによる項目分析, 植野真臣, 永岡慶三 (共編), e テスティング, 培風館, pp.167-190 (2009)
- (4) 大友賢二.『言語テスト・データの新しい分析法 項目解答理論入門』. 大修館書店, (1996)
- (5) 山森光陽. 前田啓朗 (編)『英語教師のための教育データ分析入門』. 東京:大修館, pp.4-12 (2004)
- (6) Nunnally, J. Psychometric Theory 2nd Edition . New York: McGraw-Hill Book Company, (1978)
- (7) 佐藤隆博: S-P 表の入門 (教育実践文庫 3), 明治図書

出版社, (1985)

- (8) 藤垣雅司, 藤垣康子, 中島光洋. 「注意係数の規格化: S-P 表における反応パターンの指数について」. 日本科学教育学会, Vol.9, pp.260-261 (1985)



# 変容的形成的評価をベースとした

## LAK システムのデザインの検討

太田 剛<sup>\*1</sup>, 森本 容介<sup>\*2</sup>, 加藤 浩<sup>\*2</sup>

<sup>\*1</sup> 放送大学修士課程, <sup>\*2</sup> 放送大学,

## Design of LAK System Based on Transformative Assessment

Go OTA<sup>\*1</sup>, Yosuke MORIMOTO<sup>\*2</sup>, Hiroshi KATO<sup>\*2</sup>

<sup>\*1</sup> Master's Program, The Open University of Japan, <sup>\*2</sup> The Open University of Japan

創造的な課題や探索的問題解決学習などのように、目標が次第に明らかになったり、新たな学習により目標が変わったりするような活動に対して、従来の「目標達成型」ゴールではない、「発展的達成型」ゴールのアプローチが提案されていて、その実現のため、学習に埋め込まれた変容的形成的評価が必要とされている。本研究では、多数の学習履歴から探索的に学習モデルを構築し、学習者の学習の軌跡を細かく見る変容的形成的評価を具現化し、学習者にいくつか学習の方向性を認知的徒弟制に基づきモデリング又はコーチングとして示す LAK システムの実現方法についてデザインする。

キーワード: 教育支援システム, インストラクショナルデザイン, 問題解決学習, LAK

### 1. はじめに

キー・コンピテンシーや 21 世紀型スキルなどに対応し、未来を創り出していく資質・能力の育成を目指した次期学習指導要領等のポイントとして「問いを見いだして解決したり、自己の考えを形成し表したり、思いを基に構想、創造したりすることに向かう深い学び」が提言されている<sup>(1)</sup>。では従来の教育観や学習モデルだけで、この「深い学び」が実現できるのか、という問いを筆者らは持っている。例えば、一般的な教授設計法では、教育目標ありきで、それを多段階に下位目標に細分化するというトップダウンのアプローチがとられているが、創造性や探索的問題解決などにおいて、そもそも行動として表現できる明確な目標が定義できるのであろうか。また仮に定義できたとしても、白水ら<sup>(2)</sup>は、従来の教育を「「ここまでできれば合格」という「目標達成型」ゴール」として、Scardamalia ら<sup>(3)</sup>の研究から「ゴールを設定すると、学習者が次のゴールを自分で見つける「学びの主体性」が損なわれ、(中略)「学び方を学ぶ」ことが難しい」ことを指摘して

いる。そして、「目標達成型」に対して、一定のゴールを設定するのではなく、ゴールに近づいたら次のゴールを探していくという「発展的達成型」ゴールを提案して、そのため評価自体も個々の学習者の時々の学習状態に対応し、学習に埋め込まれた「変容的形成的評価」が必要としている。この両者のイメージを図 1 に示す。

そして、三宅・益川<sup>(4)</sup>は「変容的形成的評価」による「発展的達成型」ゴールのアプローチを真正の学習モデルを構築することと考え、これらを実現するため、①学習プロセスを、その起きている現場で、今までより詳しく記録・分析する、②学習者のプロセスを複数の状況にわたってこれまでより長いスパンで追う、③学習者一人ひとりの学びの軌跡を多数蓄積し、そこから演繹的な理論(理想)の抽出と、個別の学習履歴の抽出の両方を可能にする、④こういったデータとその分析実践後、すばやく、関係者多数で共有吟味できるシステムをつくり、そこから次の授業を展開する、という教育実践/システムを提案した。このような多様な学習履歴を収集し、それを分析し利用することは、従来

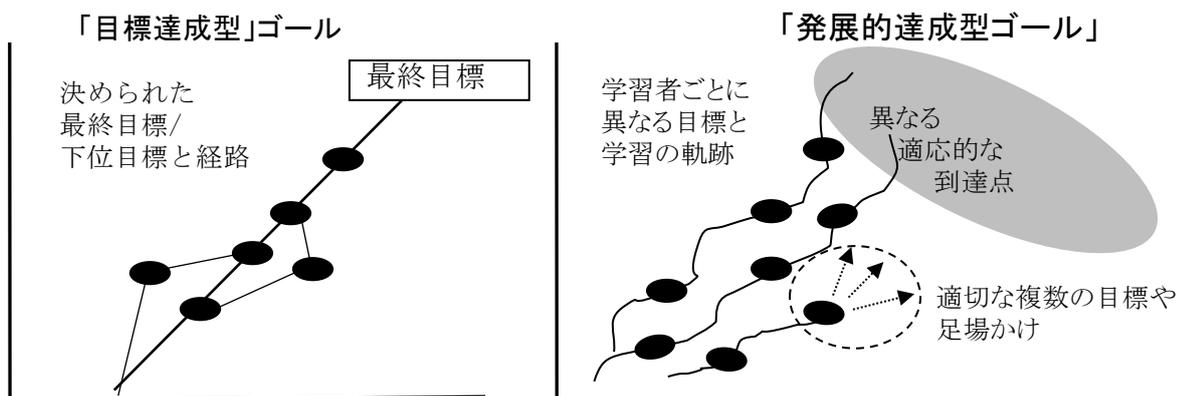


図1 「目標達成型」と「発展的達成型」の比較

の ICT では困難であったが、ビッグデータの活用などが本格化しつつあり、教育分野では Learning Analytics and Knowledge (以後 LAK と略す)として、学習履歴から学習モデルやプロセスを分析し、その結果から学習支援を行う研究や実践が急速に進んでいる。

筆者らは問題解決や創造性の育成を目指し、個別適応化する LAK システムの研究開発を行っているが、前述したように従来の「目標達成型」のアプローチは適さないと考え、「変容的形成的評価」による「発展的達成型」ゴールのアプローチをとるシステムを構築することとした。本稿では、関連する理論や研究と LAK の状況をレビューするとともに、真正の学習を目指すシステムのデザインの検討を行った。

## 2. 主体的・能動的な学習に関する理論的背景

「変容的形成的評価」や「発展的達成型」については、その提唱者である Scardamalia らは知識構築環境が必要であると、主にグループ学習や協働学習のコミュニティの知的活動に重点をおいている<sup>(3)</sup>。そして、三宅ら<sup>(5)</sup>は、その知識構築環境として、知識構成型ジグソー法の実践研究を行っている。

また、多くの教育場面で利用されているインストラクショナルデザインデザインは、主に ADDIE モデルが利用されているが、他に創造性や問題解決能力の育成に適したモデルの利用も検討されている。Schank の提案したゴールベースシナリオ(以後 GBS と略す)は、教材として文脈となるシナリオを提示し、そのシナリオを達成するための目標の中で学習者が能動的に

明示されていない知識やスキルを習得するものであり<sup>(6)</sup>、根本・鈴木<sup>(7)</sup>は GBS の活用を促進するためのチェックリストの開発を行った。また、エンゲストロームの探求的学習理論は、学習プロセスを「探求的学習のサイクル」として定式化し、現状のコンフリクトを解消する方向付けを行うことで学習を進める考えであり<sup>(8)</sup>、松田・松下<sup>(9)</sup>は、特に学習という生成的プロセスを継続して行える核となるようなエンゲストロームの胚細胞モデルの提示に注目し、認知的目標から方向付けを行う、従来の ADDIE とは異なる ID 手法の開発を試みている。理論的背景は異なるが、この両者の考えは、学習者に対して明確な獲得すべき能力や目標を提示することなく、学習者自身が主体的に学習できるシナリオや場面を提供する点と、ある目標が達成された場合、学習者自身で次の目標を作っていく点で、実際の教授方法には類似点があると考えられる。

また、学習者への介入に関して状況論に対応した考えとして、現実的な文脈の中で、必要な知識・スキルを学ぶ、ブラウンらの認知的徒弟制があり、その習得の段階を表1に示す<sup>(10)</sup>。松山・千石<sup>(11)</sup>はソフトウェアのユーザーインターフェースのデザインの教育において、製品や制作過程の映像や Q&A ページをモデリングやコーチングの手段として利用する支援システムの開発を行った。また張・樫山<sup>(12)</sup>はソフトウェアの課題演習支援システムにおいて、学生の学習状態の申告をもとにしたコーチングの支援と、他の学生との成果物の比較を行う自己評価機能をリフレクションとして利用している。白沢・赤倉<sup>(13)</sup>は技能教育用の Web 教育システムにおいて、熟練者の作業をビデオ化し教材とし、自己確認テストをリフレクションに利用している。

表 1 認知的徒弟制の習得段階

段階	内容
モデリング	熟練者が明確に作業を見せて、初心者はそれを概念化する。
コーチング	初心者が熟練者のフィードバックやヒントを受けながら実践する。
スキャフォールディング	初心者が独り立ちできるように、熟練者により部分的に支援する。
リフレクション	初心者が行った実践を内省する。
アーティキュレーション	初心者が知識や問題解決方法を明確に表現する。
エクスプロレーション	いろいろな場面において実践する。

### 3. LAK の関連先行システム・研究

三宅<sup>(14)</sup>は「私たちが持っている学習モデルは、大変貧弱なデータからその間をかなり恣意的に補完して作られたものである可能性が大きい。…その学習モデルは、大枠は一つの方向を示しているが、これが全てのケースに当てはまるような抽象度の高い原理や理論ではない…」と従来の学習モデルと、その作成方法を批判している。これに対して LAK は学習者自身の詳細を表すように収集された多様で大量の学習記録データを解釈することにより、学習の様子を評価し、将来のパフォーマンスを予測し、潜在的な問題を明らかにする。そして、その目的は、学習者毎のニーズと能力に対応した適切な学習機会を、教師や学校が提供できるようにすることである。これは学習履歴データをもとにして探索的・帰納的に個々の学習者に対応したきめ細かな学習モデルを構築すると考えられ、その研究分野から表 2 に示すような学習モデルを明らかにしつつある<sup>(15)</sup>。

本稿でのシステムのデザイン検討に関連した LAK の先行研究やシステムを以下に示す。まず、すべての学習情報の収集を目的とした「まなふりくん」などの e-ポートフォリオ<sup>(16)</sup>や、学習状態の視覚化を主な目的とした Open Learner Model<sup>(17)</sup>は、学習状態を正確に学習者にフィードバックすることにより、学習者のリフレクション、自己調整学習やメタ認知の習得を目指したものである。また、知識モデルや学習活動パターンについて、Lee ら<sup>(18)</sup>は、主にクラスター分析で、同一の物理の課題において高校生が異なる知識の獲得方

表 2 LAK の研究対象

モデル	問い
知識モデル	生徒はどのような学習内容知っているか？（例えば、特定のスキルや概念や手続き型知識や高次の思考スキル）
行動モデル	生徒の行動のパターンは、学習の何を意味するか？学生は動機づけされているか？
経験モデル	生徒は、彼らの経験に満足しているか？
プロファイル	生徒たちを、どのようなグループに分類できるか？
ドメイン(教材)モデル	トピックをモジュールに分割して、そのモジュールを正しく系列化する正しいレベルとは何か？
コンポーネント分析、学習原理分析	どのようなコンポーネントが学習に有効か？ どのような学習原理がうまく働くか？ カリキュラム全体として有効か？
トレンド分析	時間の経過によって何か変わったか？ どうしてか？
適応化と個別化	どのような次のアクションを、生徒に提示することができるか？ 生徒のためにどのように、彼らの次の経験を変更することができるか？

法をすることを分類し、Kuzilek ら<sup>(19)</sup>は、オンラインコースにおいて、いろいろな学習活動のパターンをベイズ的アプローチの分析により、ドロップアウトする学習者の検出を行っている。協働学習に関しては、Joksimović ら<sup>(20)</sup>のように、学習中に SNS の中で、学習者がどのような会話が行われているか、トピック分析で、その複数のテーマを抽出することも始められている。さらに OECD の Collaborative Problem Solving<sup>(21)</sup>のように、システムを使用して直接的に協働学習の能力を測定することも試みられている。教師の介在が入らない ITS(Intelligent Tutoring System) では、Writing PAL<sup>(22)</sup>はレポート作成の初歩的な能力の獲得のための学習内容から始まり、学習者の作成した文書を自動判定して形成的評価結果としてフィードバックする機能を持つ。

### 4. 変容的形成的評価をベースとした LAK システムの要求定義

以上のような先行研究や関連システムを参考に、創造性や問題解決の育成に適した、変容的形成的評価をベースとした LAK システムの一般的なデザインを検討した。この新しいシステムの要求定義を以下に示す。

### (1) 学習と評価の一体環境

学習者のすべての活動を記録するため、システムは学習ツールとして、その中だけで学習が進むことが望ましい。また変容的形成的評価を実現するため評価自身が学習の中に組み込まれる必要がある。

### (2) 次の目標を見つける介入

学習者が主体的に学習できるよう、システムや教師の介入は、学習者自身が個々に適した次の目標を見つけるような環境を提示することが必要である。具体的な介入としては、モデリングやコーチング等の認知的徒弟制の手法が望ましいと考える。

### (3) 探索的かつサイクリックなモデルの構成

知識モデル、行動モデル、ドメイン(教材)モデル、プロフィールやトレンドモデル等の複数の学習モデルを、システムが大量の学習履歴データから探索的に構成していき、新しいデータの発生・追加により再構成していく仕組みが必要である。

### (4) 複数レベルでの個別適応化

従来の教育支援システムで行われている複数経路や学習時間での単純な個別適応化ではなく、知識モデル、行動モデル、ドメイン(教材)モデル、トレンドモデル等を個別適応化することにより、個々の学習者の能力、ニーズにあった学習を支援する。

### (5) 質的な多様な評価

パフォーマンス評価を中心に、自己評価や相互評価などの質的評価結果を総合的に利用する。また多様で大量の成果物の自動評価機能により、教師などの負荷を軽減する仕組みが望ましい。

### (6) 専門家や教師の検証環境

モデル構成や学習介入方法については、システムだけでなく、もとなる学習履歴を専門家や教師が判断して設定できる機能があり、例えば、個々の授業の後に簡単に判断・修正できる必要がある。

### (7) 教師や学習者に対する視覚的情報提供

学習状態や学習介入の情報はグラフなどを含む視覚的情報として教師や学習者に提供できることが必要である。

## 5. プログラミング教育を想定した具体的なデザイン

筆者らは、初等教育用のプログラミング学習に対応した LAK システムを設計・開発している。成果物であるプログラム自体がデジタルデータであり、また学習環境として PC 又はタブレットを使用するため学習者自身で学習記録を残しやすいという点と、構築主義をもとにしたメイキング<sup>(23)</sup>という、子どもが自由に多様なプログラムを作成する学習場面を想定している点は、変容的形成的評価をベースとした LAK システムの試作に向いていると考えられる。

具体的なシステムのデザインは図 2 に示すように、中核機能として、標準的な LAK システム<sup>(24)</sup>と同様に、学習履歴分析エンジン、個別適応化エンジン、学習介入エンジンと教師用と生徒用のダッシュボードを持つ。以下にシステムで使用する情報と機能の概要を示す。

### (1) Scratch プログラミング学習環境

対象とするプログラミング言語は、世界中の初等教育で利用されている、ブロックを組み合わせてプログラムが作成できる Scratch<sup>(25)</sup>とした。なお、Scratch には Web 上にコミュニティがあり、お気に入りやフォーラムの機能がサポートされているが、開発元の MIT 以外のシステムから、これらの情報を取り出すインターフェースが未公開のため、本システムではフォーラム内の会話データなどが利用できない。そのため、生徒間の会話は学習履歴としては現在対象外と考えている。

### (2) 共通知識・スキルカタログ

従来の教育支援システムの学習目標に対応するが、カタログ内では知識・スキルの明確な上下関係や学習順番などの構造は定義せず、これらの構造情報は知識獲得モデルとして外部に持つ。知識・スキルの具体的な内容として MIT が提案しているコンピュテーショナル・シンキングをもとにしたプログラミング評価フレームワーク<sup>(26)</sup>を利用する。

### (3) 共通教材

初等教育用のシステムであるため認知的徒弟制のモデリングやコーチングを支援する教材を整備する。先行システムを参考に、初期操作を説明するサンプルビデオ、プログラミングの基礎を習得するための比較的

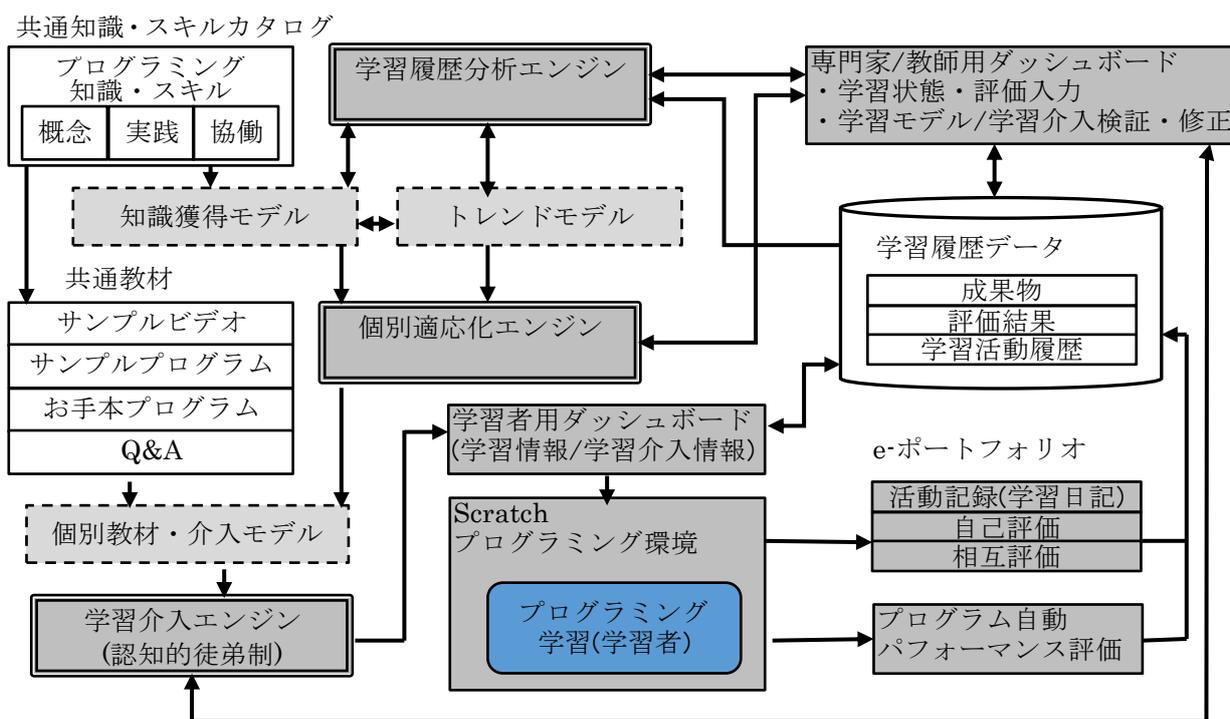


図 2 プログラミング教育用 LAK システムのデザイン(案)

小さなサンプルプログラム、学習の目標を示すための比較的大きなお手本プログラムと、実際の学習中に出てくる質問をもとにした Q&A を開発する。

(4) 学習履歴データと e-ポートフォリオ/プログラム自動パフォーマンス評価

学習履歴データは、生徒が作成した成果物であるプログラム自体と、教材の利用実績と生徒が入力する学習日記による学習活動記録と、教師・生徒自身・友達・システムがプログラムを評価した評価結果の 3 種類の情報から構成される。システムが支援するプログラム自動パフォーマンス評価は、生徒のプログラムが上記のプログラミング評価フレームワークの、どの知識・スキルを利用しているか測定するものである。

(5) 学習履歴分析エンジンと知識獲得モデル/トレンドモデル

トレンドモデルは、個々の生徒又は特定のグループがどのような学習活動パターンをとるかモデル化したものであり、今後の学習傾向を予想する情報となる。また、知識獲得モデルはトレンドモデルと対応し、特定の学習活動パターン毎に、その知識・スキルの獲得内容と獲得順序をモデル化するものである。学習履歴分析エンジンは学習履歴データを分析し、両モデルを

構築する機能を持つ。

(6) 個別適応化エンジンと個別教材・介入モデル

個別適応化エンジンは、生徒の学習活動パターンと知識・スキル獲得状況から、次に生徒が目標を見出すために適切な教材や介入方法の決定を行い、それを個別教材・介入モデルとして蓄積する。例えば Scratch をメイキング場面で使用する場合、ゲームを作る生徒や電子絵本を作る生徒がいるが、それぞれの生徒に対して、より高い目標に到達するためにお手本となるプログラムは異なってくる。

(7) 学習介入エンジン

個々の生徒の現在の学習状態から、その時点で最適な教材提示などの学習介入方法を個別教材・介入モデルをもとに決定する。具体的な介入内容については、ダッシュボードを通して生徒と教師に提供される。

(8) 専門家/教師用ダッシュボード

以下の 4 つの機能を持つ、システムと専門家/教師とのインターフェースである。a) 個々の生徒の学習行動パターンと現在の学習状態を表示する。b) システムが決定した個々の生徒に対する介入方法を表示する。c) 生徒の成果物や学習活動を評価し入力する。d) システムの分析した各種モデルや介入方法を表示し、そ

れを検討し必要であれば修正を行う。

#### (9) 学習者用ダッシュボード

以下の2つの機能を持つ、システムと生徒とのインターフェースである。a) 自分の学習状態を表示する。b) システムが決定した自分に対する介入情報を表示する。

## 6. 今後の作業

現在筆者らは、上記で説明した各種エンジンを除く、プログラミング教育用の共通知識・スキル構造、共通教材、プログラム自動パフォーマンス評価と主に学習状態を表示するダッシュボードを含むシステム開発を進めている<sup>(27)</sup>。まず、このシステムを使い、実際のプログラミング学習場面での学習履歴の収集を行う予定である。その後、ベイズ的アプローチ又はマルコフ過程等の適切な学習履歴の分析方法を検討し、LAKシステムの中核となるエンジン部分を開発する予定である。

## 謝辞

本研究は JSPS 科研費 26282058 の助成を受けたものである。

## 参考文献

- (1) 文部科学省: "次期学習指導要領等に向けたこれまでの審議のまとめについて (報告)", [http://www.mext.go.jp/b\\_menu/shingi/chukyo/chukyo3/004/gaiyou/1377051.htm](http://www.mext.go.jp/b_menu/shingi/chukyo/chukyo3/004/gaiyou/1377051.htm) (2016年11月18日確認)
- (2) 白水始, 三宅なほみ, 益川浩如: "学習科学の新展開: 学びの科学を実践学へ", *Cognitive Studies*, 21(2), pp.254-267 (2014)
- (3) Scardamalia, M., Bransford, J., Kozma, R. et al.: "New assessments and environments for knowledge building." ,*Assessment and Teaching of 21st Century Skills*, Springer, New York, pp.231-300 (2012)
- (4) 三宅なほみ, 益川弘如: "第6章 新たな学びと評価を現場から創り出す", *21世紀型スキル: 新たな学びと評価の新たなかたち*, 北大路書房, 東京, pp.207-223 (2014)
- (5) 三宅なほみ, 齊藤萌木, 飯窪真也 et.al.: "学習者中心型授業へのアプローチ: 知識構成型ジグソー法を軸に", *東京大学大学院教育学研究科紀要*, 51巻, 2012.3, pp.441-458 (2012)

- (6) Schank, R. C., Fano, A., Bell, B. et al.: "The Design of Goal-Based Scenarios", *The Journal of the Learning Sciences*, Vol. 3:4, pp.305-345 (1994)
- (7) 根本淳子, 鈴木克明: "ゴールベースシナリオ(GBS)理論の適応度チェックリストの開発", *日本教育工学会論文誌* 29(3), pp.309-318 (2005)
- (8) Engeström, Y.: "Expansive learning at work: Toward an activity theoretical reconceptualization", *Journal of Education and Work*, 14(1), pp.133-156 (2001)
- (9) 松田岳士, 松下佳代: "活動理論に基づく教育実践のデザインー「胚細胞モデル」を用いた新たなインストラクショナルデザインの試みー", *日本教育工学会論文誌*, 37(4), pp.521-528 (2014)
- (10) Collins, A.: "Cognitive apprenticeship", *The Cambridge Handbook of the Learning Sciences*, Cambridge University Press, pp.47-60 (2006)
- (11) 松山聡志, 千石靖: "UX と UI のデザインスキル向上のための概念モデル学習システムの提案", *情報処理学会研究報告, ヒューマンコンピュータインタラクション研究会報告*, 2014-HCI-160(21), pp.1-6 (2014)
- (12) 張龍明, 樫山淳雄: "ソフトウェア工学教育のための協調学習による課題演習支援システム", *情報処理学会第74回全国大会講演論文集*, 2012(1), pp.639-640 (2012)
- (13) 白沢勉, 赤倉貴子: "中小製造業における技能教育を支援する e-Learning System の開発とその評価", *日本教育工学会論文誌*, 29(4), pp.559-566 (2006)
- (14) 三宅なほみ: "学校と社会の連携 —IT の活用—", *教育心理学特論, 放送大学教育振興会*, 東京, pp.240-255 (2012)
- (15) U.S. Department of Education: "Enhancing Teaching and Learning Through Educational Data Mining and Learning Analytics: An Issue Brief", <https://tech.ed.gov/wp-content/uploads/2014/03/edmla-brief.pdf> (2016年11月18日確認)
- (16) 森本康彦: "eポートフォリオとしての教育ビッグデータとラーニングアナリティクス", *コンピュータ&エデュケーション*, Vol.38, pp.18-27 (2015)
- (17) Bull, S., Ginon, B., Boscolo, C. et al.: "Introduction of Learning Visualisations and Metacognitive Support in a Persuadable Open Learner Model", *Proceedings of the 6th International Learning Analytics and Knowledge (LAK16) Conference*, pp.30-39 (2016)
- (18) Lee, H., Gweon, G., Dorsey, C. et al.: "How does Bayesian knowledge tracing model emergence of knowledge about a mechanical system?", *Proceedings*

- of the 5th International Learning Analytics and Knowledge (LAK15) Conference, pp.171-175 (2015)
- (19) Kuzilek, J., Hlosta, M., Herrmannova, D. et al.: "OU Analyse: Analysing at-risk students at The Open University", <http://www.laceproject.eu/publications/analysing-at-risk-students-at-open-university.pdf> (2016年11月18日確認)
- (20) Joksimović, S., Kovanović, V., Jovanović, J. et al.: "What do cMOOC participants talk about in Social Media? A Topic Analysis of Discourse in a cMOOC", Proceedings of the 5th International Learning Analytics and Knowledge (LAK15) Conference, pp.156-165 (2015)
- (21) OECD: "PISA 2015 DRAFT COLLABORATIVE PROBLEM SOLVING FRAMEWORK", <https://www.oecd.org/pisa/pisaproducts/Draft%20PISA%202015%20Collaborative%20Problem%20Solving%20Framework%20.pdf> (2016年11月18日確認)
- (22) McNamara, D. S.: "W-Pal: An Intelligent Tutoring System that Provides Interactive Writing Strategy Training", <http://soletlab.com/projectsitewpal.html> (2016年11月18日確認)
- (23) Martinez, S. M, and Stager, G.: "Invent to learn : making, tinkering, and engineering in the classroom", Constructing Modern Knowledge Press (2013)
- (24) Siemens, G., Gasevic, D., Haythornthwaite, C. et al.: "Open Learning Analytics: an integrated & modularized platform", <http://classroom-aid.com/wp-content/uploads/2014/04/OpenLearningAnalytics.pdf> (2016年11月18日確認)
- (25) "Scratch", <https://scratch.mit.edu/> (2016年11月18日確認)
- (26) Brennan, K. and Resnick, M.: "New Frameworks for Studying and Assessing the Development of Computational Thinking", Annual Meeting of the American Educational Research Association (2012)
- (27) 太田剛, 森本容介, 加藤浩: "プログラム機能の自動分析機能とプログラム概念の自動評価機能を持つ Scratch 用プログラミング学習支援システムの開発", 情報教育シンポジウム(SSS2016), pp.106-113 (2016)



# 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調査

仲林 清<sup>\*1,2</sup>

\*1 千葉工業大学

\*2 熊本大学

## Survey of Learner's Perception in a Lesson Practice on the Subject of Self-regulated Learning Using Video Content and Online Report

Kiyoshi Nakabayashi<sup>\*1,2</sup>

\*1 Chiba Institute of Technology

\*2 Kumamoto University

自己調整学習の概念や方略を、学習者が意識して活用することを促進するための授業実践を行った。大学1年生の学生を対象に、学習理論や自己調整学習に関する知識を与えたのち、これらの理論の観点から、中学生の学習の様子を描いたドキュメンタリービデオを視聴させた。その後、自らの学習経験とビデオの内容を対比したレポートを提出させた。授業に対する評価と Motivated Strategies for Learning Questionnaire (MSLQ) などの尺度を用いて、学習に対する意識の変化を調べた。

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

### 1. はじめに

急速な社会構造の変化に対応するために、自律的に学び続ける能力の重要性が指摘されている<sup>(1)</sup>。学校教育においてもこのような力の育成が重視されており<sup>(2)</sup>。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)」が位置付けられている<sup>(3)</sup>。自ら学ぶ力に関連する理論や知見としても、メタ認知<sup>(4)-(7)</sup>や自己調整学習<sup>(8)-(10)</sup>、熟達化<sup>(11)</sup>などに関するものが数多く知られている。

メタ認知や自己調整学習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<sup>(4)-(6)</sup>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<sup>(8)-(10)</sup>。

これらの先行研究が、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のに対し、本研究は、大学生を対象に、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ている<sup>(12)-(14)</sup>。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、上記のような学術的・体系的知識を理解するのに十分な知的水準を有していると仮定できる。また、勉強やスポーツ・趣味・アルバイト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、とされている<sup>(10)(p.12)</sup>。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<sup>(15)</sup>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。

具体的な授業には、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証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<sup>(16),(17)</sup>を適用する。この授業設計では、まず学習主題に関する体系的知識を説明する。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・朗読させて、自他の考えを比較して吟味させる。

このような設計で、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。

本稿は先に発表した2015年度<sup>(12)</sup>、<sup>(13)</sup>および2016年度<sup>(14)</sup>の結果に、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<sup>(8-10)</sup>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「ごまかし勉強」<sup>(18)</sup>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・行為であり、学習過程において、メタ認知・動機付け・行動に能動的に関与することを自己調整と呼ぶ。特に、自己調整学習方略・自己効力感・目標への関与が重要とされている<sup>(9)</sup>(pp.16-17)。

自己調整学習は、図1に示す予見段階、遂行段階、自己内省段階からなる個人的フィードバック・ループとしてモデル化される<sup>(10)</sup>。

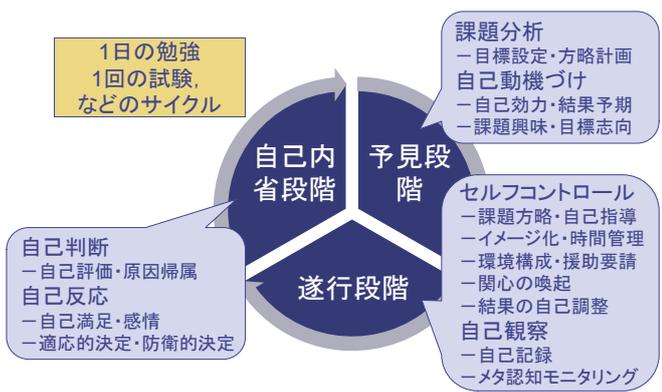


図1 自己調整学習のサイクル

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理論は、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。従って、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<sup>(9)</sup>(pp.68-82)。従って、コルブの経験学習モデル<sup>(15)</sup>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<sup>(12)</sup>、<sup>(13)</sup>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。

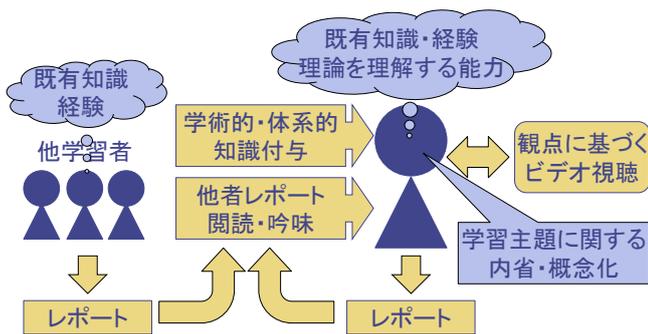


図2 授業設計の枠組み

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

2016年度の授業ではふたつのビデオを用いた。ひとつは、2015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」<sup>(19)</sup> (以下、塾講師)である。数学が苦手で自己効力感がない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。もうひとつは、「負けて強くなれ 愛媛・将棋道場の日々」<sup>(20)</sup> (以下、将棋道場)に代えて、やはり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」<sup>(21)</sup> (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。いずれのビデオも視聴時間は25分程度である。

#### 3.3 授業の進め方

授業は全体で4コマの構成である。2015年度は、塾講師と将棋道場を2回ずつ視聴させ、合計3回のレポートを提出させた。2016年度は、自己調整学習の参考程度にテストの花道を使用し、主に塾講師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)<sup>(22)</sup>や学習結果の原因帰属<sup>(7)</sup>に関する事前アンケートを提出させる。次に、1コマ目で、スキーマ理論、メタ認知、および、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。

これまで学習や勉強をしていて「楽しかった」、

「満足した」、「悔しかった」あるいは「失敗した」と思った経験について、「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）

- どのような状況で何の学習をしていたのでしょうか？
- どのような工夫をしていましたか？ あるいは失敗からの教訓は何ですか？
- なぜ「楽しかった」、「満足した」、「悔しかった」あるいは「失敗した」と思ったのでしょうか？ 理由を具体的に書いてください。

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、ごまかし勉強の説明をする。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のドキュメンタリーを再視聴させる。

前回のビデオ（25分）を再度視聴し、前回・前々回の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）

- 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？ 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、ビデオの指導者はどのような意図でどのように、学習者に働きかけたか？
- 指導者の働きかけは、学習者の感情や考え方、学習方法、理解に変化を及ぼしたか？ また、効果はあったか？ 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？

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する。さらに学習主題と関係付けてビデオの要点を解説する。テストの花道を再視聴させる。4コマ目終了後、次週までに事後アンケートを提出させる。

## 4. 学習者の反応

2016年度前期に、情報系学科の1年生「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。事前アンケート、事後アンケート、レポートをすべて提出した学習者は103名であった。以下にそれぞれのアンケートの結果を示す。

### 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<sup>(22)</sup>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、重要なことがらを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<sup>(23)</sup>、<sup>(24)</sup>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 $\alpha$ 係数を示す。 $\alpha$ 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。

また、同時に、学習の成功・失敗の原因帰属についても調査した。「テストで良い点を取れた」という成功状況、「テストで不合格になった」という失敗状況を想

定させ、原因が「能力」、「努力」、「テストの難易度」、「運」のそれぞれにどの程度帰属するかを回答させた。表 2 に結果を示す。成功・失敗いずれの場合も、努力への帰属が最も高く、特に失敗の場合に、努力不足とする傾向が顕著であった。

#### 4.2 事後アンケート

授業後に、ビデオ・レポート、授業内容や意識変化に関してアンケートを行った。表 3、表 4 に結果を示す。参考に 2015 年度 (n=112, ただし欠損あり) との比較を示す。表 3、表 4 から全般的に、2015 年度に比べて 2016 年度の評価が低下していることが読み取れる。0.3 ポイント程度低下している項目が多く、0.5 ポイント以上低下している項目もある。表 4 では、「ごまかし勉強に相当することをやっている、やっていたことがある」が 0.5 ポイント以上上昇している。

また、表 5 に科目全体の感想を尋ねた結果を示す。科目全体の評価は大きく変化していないことがわかる。

表 1 MSLQ (7 件法, 103 名)

	平均	標準偏差	$\alpha$
自己効力感	4.28	1.44	.95
内発的価値	5.24	1.29	.83
テスト不安	3.99	1.76	.80
認知的方略	4.89	1.29	.73
自己調整	4.33	1.46	.49

表 2 成功・失敗の原因帰属 (7 件法, 103 名)

結果	成功		失敗	
	平均	標準偏差	平均	標準偏差
能力	4.22	1.69	5.40	1.41
努力	5.82	1.24	6.40	0.77
難易度	4.73	1.39	4.69	1.28
運	4.77	1.59	4.04	1.59

表 3 ビデオ・レポートについて (7 件法)

質問	平均 (標準偏差)	
	2015	2016
ビデオは講義の内容を実感的に理解するのに役に立った	5.83 (0.81)	5.55 (0.82)
ビデオ視聴の観点を指示されたので理解を深めることができた	5.56 (0.95)	5.18 (0.96)
ビデオを二度視聴したことで、より理解が深まったと感じた	5.65 (1.04)	5.34 (1.14)
長いビデオで退屈だった	3.34 (1.54)	3.65 (1.28)
レポート提出で授業の内容を振り返ることができた	5.76 (0.95)	5.47 (0.98)
他の人のレポートを見て理解を深めることができた	5.37 (1.02)	5.18 (1.06)
他の人のレポートを読んで、様々なものの見方が重要だと感じた	5.74 (0.96)	5.65 (1.03)

表 4 授業全般について (7 件法)

質問	平均 (標準偏差)	
	2015	2016
内容は理解できた	5.73 (1.03)	5.67 (0.84)
内容は役に立った	5.51 (1.15)	5.48 (1.03)
内容に納得した	5.58 (1.10)	5.49 (0.91)
自分の経験と結びついた	5.67 (0.91)	5.49 (0.93)
「ごまかし勉強」に相当することをやっている、やっていたことがある	4.63 (1.43)	5.16 (1.27)
このような内容を今後も学んでみたい	5.15 (1.22)	4.84 (1.05)
今後の大学での学習を進めるうえで参考になった	5.50 (1.09)	5.09 (1.13)
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	5.77 (1.14)	5.46 (1.05)
「学び方」に関する考え方が深まった	5.67 (0.93)	5.37 (0.96)
「学び方」に関する考え方が変わった	5.46 (1.10)	5.03 (1.18)

表 5 科目全体について (7 件法)

質問	平均 (標準偏差)	
	2015	2016
授業を通じて考えをまとめるコツがつかめた	5.25 (1.18)	5.39 (0.87)
知識を覚えるだけでなく、自分でいろいろと考えることが大事だと感じた	5.69 (1.03)	5.65 (0.90)
世の中の問題には、正解が明確に決まらないものが多いと感じた	5.65 (1.04)	5.54 (0.93)
いろいろな人の考えを参考にすることが大事と思った	5.85 (0.93)	5.79 (0.97)

#### 4.3 アンケート項目間の関係

前節のアンケートの主要な項目間の相関を表 6 に示す。

まず、MSLQ については、各変数間で有意な正の相関が見られる。ただし、テスト不安 (表に示していない) については、自己効力と有意な負の相関が見られた以外は、明確な相関は無かった。

原因帰属については、成功を能力に帰属する傾向と努力に帰属する傾向の間に正の相関があり、また、努力帰属と MSLQ の各項目の間に正の相関が見られる。しかし、失敗の原因帰属、および、難易度・運への帰属 (表に示していない) については、難易度と運の間に正の相関が見られた以外は、他の項目も含めて、明確な相関は無かった。

ビデオ・レポートに関する項目、授業内容・意識変化に関する項目、科目全体に関する項目間には、概ね有意な相関が見られる。このうち「長いビデオで退屈だった」は、他の項目に対して負の相関になっている。

MSLQ と事後アンケートの項目間に着目すると、「内発的価値」、「認知的方略」、「自己調整」と、他の項目の間に概ね正の相関が見られる。特に、授業に関する「内容に納得した」や、科目全体に関する「授業を通して考えるコツがつかめた」、「知識を覚えるだけでなく、自分でいろいろと考えることが大事だと感じた」との間に有意な正の相関がある。一方、MSLQの「自己効力感」は、事後アンケートの項目もあまり明確な相関は見られなかった。

## 5. 考察

### 5.1 学習者の性質

前章の結果に対していくつかの考察を行う。

まず、学習者の性質について、表1、表2から考察する。表1からは、「内発的価値」、「認知的方略」に比較して、「自己効力感」、「自己調整」が低いことが読み取れる。表2からは、成功に比べて失敗の場合に、能力・努力への帰属がともに上昇しており、特に、失敗の場合の努力への帰属が非常に高くなっている。一般的に、失敗の原因を能力に帰属するよりも、努力に帰属することが望ましいと言われているが<sup>(7)</sup>、自己効

力感の低さと合わせて考えると、自らが努力不足で失敗していることを認識したうえで、それでも「やればできるはずだ」という効力感が得られない状態を反映していると考えられる。また、表4のごまかし勉強の経験がかなり高く、一方、「自己調整」が低い値を示していて、その場しのぎ的な学習を繰り返していることとも関係していると考えられる。なお、失敗原因の努力帰属と、他の項目の相関が見られないのは天井効果が原因の可能性もある。

### 5.2 授業評価

表3・表4の授業評価について、多くの項目は5から5.5以上の値となっていて、評価として悪い値ではないと考えられる。ただし、前節でも述べたように、2015年度に比べて、2016年度の値は全般的に低下している。この要因としては、ビデオの入れ替えなど授業内容を変更したことと、ごまかし勉強の経験の上昇に見られるように学習者の性質が変化していることの二つが考えられる。特に、ビデオについては、今回新たに使用した「テストの花道」は受験勉強ノウハウの解説が前面に出ており、学習者が自己調整学習という

表6 アンケート項目の相関 (2016年度, 103名)

項番	質問	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
1	MSLQ 自己効力感	—													
2	MSLQ 内発的価値	.59**	—												
3	MSLQ 認知的方略	.29**	.53**	—											
4	MSLQ 自己調整	.26**	.52**	.67**	—										
5	原因帰属：成功→能力	.22*	.06	.02	-.01	—									
6	原因帰属：成功→努力	.01	.23*	.25**	.30**	.27**	—								
7	長いビデオで退屈だった	-.20*	-.14	-.26**	-.15	-.04	-.10	—							
8	他の人のレポートを見て理解を深めることができた	-.11	.03	.24*	.28**	-.13	.20	-.38**	—						
9	内容は役に立った	.04	.04	.05	.19	-.07	.04	-.22*	.38**	—					
10	内容に納得した	.13	.27**	.31**	.29**	.06	.19	-.31**	.33**	.52**	—				
11	自分の経験と結びついた	-.18	.07	.17	.20*	-.08	.19	-.07	.33**	.30**	.34**	—			
12	社会に出てからもこのような考え方は参考になる…	.16	.29**	.30**	.39**	-.09	.03	-.17	.28**	.53**	.44**	.36**	—		
13	「学び方」に関する考え方が深まった	-.02	.10	.11	.26**	.06	.07	-.06	.12	.32**	.34**	.29**	.52**	—	
14	授業を通じて考えをまとめるコツがつかめた	.12	.29**	.42**	.32**	-.04	.15	-.15	.31**	.41**	.36**	.45**	.33**	.20*	—
15	知識を覚えるだけでなく、自分でいろいろと考える…	-.00	.32**	.36**	.31**	.02	.33**	-.18	.32**	.29**	.26**	.39**	.33**	.07	.44**

\*:  $p < 0.1$ , \*:  $p < 0.05$ , \*\*:  $p < 0.01$ , 赤字：正の有意な相関, 青字：負の有意な相関

観点から自身の学習経験を振り返るのではなく、これまでの学習経験の中で周囲から受けてきた「正しい学習方法に関する指示」を想起して、その文脈で内容を解釈してしまった可能性がある。

一方、表 5 の科目全体に対する評価はほとんど変化していない。同一の学習者に対して、同様の授業設計で他の学習主題を扱った授業<sup>(25)</sup>では、「このような内容を今後も学んでみたい」の値が、5.69 (2015 年度)、5.57 (2016 年度) と、表 4 の値に比べて 0.5 ポイント以上高くなっていることから、根本的には「自己調整学習」という自らの学習に関わる学習主題を学習者が肯定的に捉えてられていない可能性も考えられる。

### 5.3 学習者の性質と授業評価の関係

表 6 の各項目の相関から、全般に、MSLQ の値が高い学習者が本授業を高く評価していることがわかる。「内発的価値」を持っていて、「認知的方略」を意識している学習者が、内容に納得し、今後もこのような考え方が役に立つ、としている。また、科目全体の評価で、「授業を通じて考えをまとめるコツがつかめた」、「知識を覚えるだけでなく、自分でいろいろと考えることが大事だと感じた」といった自己調整学習に通じような項目にも高い評価を与えている。

一方、MSLQ の中でも「自己効力感」だけは、そのような相関が見られなかった。高い自己効力感を有する学習者が、授業の内容のようなことはもうわかっている、として高い評価を与えていないのか、自己効力感の低い学習者も授業に高い評価を与えたのか今後の分析・検討が必要である。

また、授業方法に対して「長いビデオで退屈だった」という否定的な評価をしている学習者は、「他の人のレポートを見て理解を深めることができた」に対しても否定的であり、「内容は役に立った」、「内容に納得した」という授業自体の評価も否定的である。これらの学習者は MSLQ の値も低く、これまでの学習経験の違いが、自己調整学習を主題とする授業の評価に影響を及ぼしている、と考えることもできる。そういう意味では、「過去の学習経験を活かして学び方を学ぶ」という本授業の考え方は支持された、とも言えるが、そのような授業の効果が低い学習者をどのように支援するかはさらに検討が必要である。

## 6. 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試行と評価を行った。自己効力感、認知的方略、成功失敗の原因帰属などの学習者の特性が授業評価にどのような影響を与えているかについて、事前・事後のアンケートの相関を調べた。その結果、「内発的価値」、「認知方略」の高い学習者が、授業を高く評価する傾向が見られた。しかし「自己効力感」には、他項目との明確な相関は見られなかった。また、授業方法に対する評価が低い学生は「認知的方略」などの値も低かった。

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を行い、学習効果を確認する。特に、今回はレポートの分析を行っていないので、今後、レポート・自由記述アンケートから、学習者個々の学習経験やビデオの着目箇所の分析を行い、学習効果との関係を把握する。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) 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)
- (3) 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)
- (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) 金井壽宏，楠見孝（編）：“実践知”，有斐閣 (2012)
- (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)
- (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)
- (14) 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.39-46 (2016)
- (15) Kolb, D. A.: “Experiential Learning: Experience as the Source of Learning and Development”, FT Press (1983)
- (16) 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)
- (17) 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)
- (18) 藤澤伸介：“ごまかし勉強”，新曜社(2002)
- (19) NHK：“あしたをつかめーしごともくらしも #033”，<http://www.nhk.or.jp/u29design/ashitsuka/033/> (2014)
- (20) 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)
- (21) 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)
- (22) 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)
- (23) 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)
- (24) 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)
- (25) 仲林 清：“コンビニエンスストアのビジネスモデルを主題とするビデオとオンラインレポートを活用した授業の設計と評価”，教育システム情報学会研究報告，30(7), pp.13-20 (2016)

# 教材の配置支援ツール開発に向けた既存コースの分析

大西 淑雅<sup>\*1</sup>, 山口 真之介<sup>\*1</sup>, 西野 和典<sup>\*2</sup>  
九州工業大学 <sup>\*1</sup> 学習教育センター, <sup>\*2</sup> 教養教育院

## Kyutech Moodle Courses Analysis for Developing Tools for Improving Arrangement of Educational Materials

Yoshimasa OHNISHI<sup>\*1</sup>, Shin'nosuke YAMAGUCHI<sup>\*1</sup>, Kazunori NISHINO<sup>\*2</sup>  
<sup>\*1</sup> Learning and Teaching Center, <sup>\*2</sup> Institute of Liberal Arts  
Kyushu Institute of Technology

教育スタイルの多様化により, LMS や ICT を活用した時間外学習を取り入れる事例が増えてきた. 教員は, 与える教材の種類や量を適切に設定する必要があるが, 多くの教職員は現在までの教育経験に基づき, 過大に与えすぎる傾向にある. 特に, LMS に展開するコース上の教材は, 教員の活用スタイルや学生の学習スタイルに合わせる事が重要である. 我々は, できるだけ簡易な方法でこの問題を解決する配置支援ツールの研究開発を行っている. 本論文では, ツールの開発に向け, 所属機関における Moodle 上の既存コースの分析について報告する. また, ツールの基本設計について簡単に紹介し, 学習時間の予測の初期検討について述べる.

キーワード: 教材配置, 分析, Moodle, 学習時間

### 1. はじめに

Learning Management System (LMS)を用いて, 教材の登録や課題の配置を教員が行う際, 教員が想定する活用方法/時間と学生が思う学習方法/時間は一致しないことが多い. 過去の本学の取り組みで, プログラミングの講義・演習をビデオ撮影し, 復習用教材として公開した. しかし, この教材はあまり活用されなかった. 学生向けアンケートの結果, 講義・演習において, 担当教員が十分な指導を実施していた本講義では, 学生にとって, 講義アーカイブ<sup>(1)</sup>はあまり必要性がなかったことが判明した. 教員と学生の立場の違いによって, 提供(必要と)する教材は異なりやすく, コース作成時の注意点の一つである. このようなズレの発生は, 教育効果への影響が大きく, LMS の持つ機能, 教員の教授モデル, 学習者の学びモデル, などのギャップから生れると考えられる.

このようなギャップを埋めるために, 様々なアプローチが試みられている. 教授理論の知見がない科目内

容の専門家向けの AID (Automating/Automated Instructional Design) ツール<sup>(2)</sup>の開発を目標に, 高橋らは, インストラクショナルデザインにおける課題分析図の作成支援ツール<sup>(3)</sup>について述べている. 課題分析図は学習の流れを把握できるメリットがある反面, 通常講義における LMS の活用という立場からは, ツールの使いこなしが問題となる.

我々の研究は, 教材, 課題, 小テストなどを LMS に配置するにあたって, その量, 教材や課題が持つ学習時間, といった簡単な項目を用いて, 上述の差を縮める試みを検討している. 具体的には, 教員のコース設計(教材の配置)を支援するツールを開発し, LMS 内に組み込みたいと考えている. 本稿では, 支援ツールの設計・開発に向けた前段階として, 本学における LMS 上のコースの調査結果について報告する. また, 支援ツールの機能概要について説明し, 「学習時間」を1つの要素としてとらえ, 既存コースの課題機能の活用状況とファイルサイズの傾向なども調査した.

## 2. 学習支援サービス

### 2.1 Moodle 利用者の推移

我々は 2004 年 12 月に Moodle<sup>(4)</sup> を試験的に導入し、その後、全学を対象とした「学習支援サービス」として提供を 2005 年 3 月より開始した。以降、Moodle 1 系および 2 系を用いたサービスを持続的<sup>(5)</sup>に行ってきた。2016 年 9 月より Moodle3.1 系に移行し、プラグインの追加による機能拡張や Moodle Web API を用いた外部システムとの連携などを図ってきた。

図 1 に学習支援サービス(Moodle)へのログイン状況を示す。本学では、全学共通のシングルサインオン認証は構築されておらず、全学統合 ID 管理システムによる LDAP 連携による認証を行っている。従って、ログイン状況は、学習支援サービスの利用頻度を示す一つの目安とすることができる。

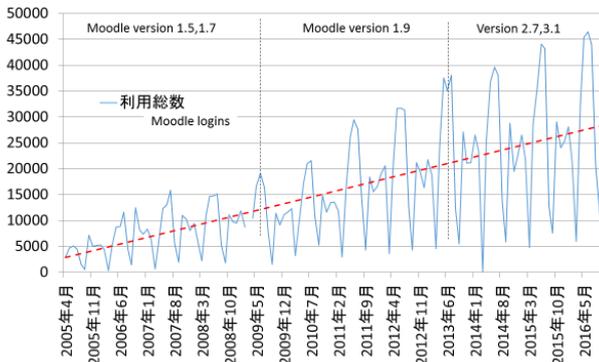


図 1 学習支援サービス(Moodle)へのログイン回数

Moodle が標準で提供するコースフォーマット（教材の配置のベースとなる）は数種類しか用意されていない。コースフォーマットの追加・拡張として多くのプラグインが用意<sup>(6)</sup>されているが、多くはデザインに重点をおいたものである。本学では、標準フォーマットのみの提供であり、トピックフォーマット・ウィークリーフォーマットのどちらかを選択することが多い。

### 2.2 機能の利用状況

表 1 に飯塚地区における学習支援サービス(Moodle)の活動モジュールの累積利用状況（2014 年 4 月以降）を示す。本学では、講義資料の事前・事後の配布が最も多く、次に、学生に与えたレポートの回収に Moodle が活用されることが多い。一方、ブレンド型講義<sup>(7)</sup>もいくつか実践が行われており、小テストなどの他の活動モジュールの利用も表 1 から確認できる。

表 1 活動モジュールの利用状況（累積）

モジュール名	活動	モジュール名	活動
課題	4553	ラベル	1185
ブック	10	レッスン	110
チャット	7	外部ツール	28
投票	17	ページ	3084
データベース	30	小テスト	794
フィードバック	133	ファイル	13031
フォルダ	327	SCORM	174
フォーラム	1483	調査	1
用語集	37	URL	477
HotPot	2	Wiki	1
HS ビデオ	7	ワークショップ	8

※2016 年 11 月初旬の結果（Moodle2.7～：2014 年 4 月からの累積数。有償モジュールを含む）

### 2.3 教職員の活用傾向

教育スタイルの転換を図り、Moodle のコース内に、反転学習用の自己学習教材を用意する事例や教授のための映像教材を用意する事例なども増えてきた。時間外学習を促進するための小テストや学生間の議論を活性化するためのフォーラムの設置なども確認できた。

一方、2016 年 11 月現在の利用者数を DB より算出した。2016 年度に活用されたコース（2016 年 3 月以降に作成されたコースで、かつ、教授者のコースアクセスが確認できたもの）数は、315 コースで、教育側（教師権限を持つ TA を含む）の利用者数は 185 人であった。本学の教職員総数が 631 人であることから、Moodle を利用しないユーザの存在も確認できた。

この原因の一つとして、教職員が思い描く教育スタイルを Moodle のコース上にどのように実現すればよいかかわからないことがあげられる。機能や設定項目が多く、様々なスタイルに活用できる反面、「リソースや活動をどのようにどの程度を配置すべきか？」は、多くの教職員が悩む点の一つである。

以上のことから、学習支援サービス(Moodle)の活用をさらに拡大するためには、我々は、教職員が望む教育スタイルにマッチしたコース設計や教材配置を支援する機能が必要であると考えている。

### 3. 配置支援ツール

#### 3.1 設計方針

LMS の活用経験に影響することなく、学習／教育の効果を高めるコース（教材や小テストの配置、オフライン学習／教育時間との組み合わせ）設計が可能な、支援機能を目指す。このような種類のツールは、教材間関係を表すためにグラフィカルな表示を用いることが多い。本研究では、LMS への組込みを考慮して、まずは、教材や課題が潜在的に持つ学習時間を一つの項目として取り上げた。

例えば、通常の講義でレポートを課す場合、課題の難易度によって、学生が行う学習時間は変わってくる。難易度を一般的に定義することは難しいが、課題を設定する教職員であれば、平均的な学習時間を想定することが可能であると思われる。逆に、LMS 上に提出されたレポート（ファイル、オンラインテキスト）は、その内容によって、課題の遂行にかかった時間が異なってくる。レポートの採点結果を LMS で行っている場合は、レポートの得点によって学習時間を推定できる可能性もあるが、レポートの回収のみを LMS で行う場合は、学生の自己申告に頼るしか方法がない。

#### 3.2 プロトタイプ機能の概要

詳細な機能については検討中であるが、設計方針に従った、以下に示す機能群の設計・開発を進めている。

##### 3.2.1 Moodle のコース作成支援

Moodle の標準機能では、コース設定時にコースフォーマットやトピック数を設定するのみである。コースフォーマットに教授スタイルやコースの活用方法から選択できるようにする。例えば、復習型コースでは、資料配布の雛型をあらかじめコース上にセットし、演習型コースでは、資料配布に加え課題回収の雛型もコース上にセットする。その他、クォータ制や集中講義、実験演習、ブレンディット型など教授方法をモデルとしたコースフォーマット（雛型リソースの配置を含む）を作成し、教職員がコース作成を行いやすくする。

##### 3.2.2 学習時間の設定

Moodle のリソース（ページ、ファイル）配置時に、リソースによる標準的な学習時間を設定できるようにする。Moodle の標準機能を直接変更することは、パー

ジョンアップ時に不具合を招く恐れがあるため、説明フィールドを活用し、各リソースに対応する学習時間を設定できるようにする。同様に、Moodle の課題配置時にも、課題の説明フィールドを活用する。なお、説明フィールドの内容は、学生に直接表示されることが多いため、入力形式に関しては、検討する必要がある。

##### 3.2.3 教材の過不足支援

コース内の学習想定時間を総計し、教授スタイルやコース活用方法と照らし合わせ、学習時間の過不足が発生する恐れがないかナビゲートする機能も追加する。また、後述する、学生が申告した学習時間とのズレなども把握できるようにする。本機能は、Moodle の既存の Block プラグインなどを参考に新規に開発する。

##### 3.2.4 学習時間の申告

レポートファイルの提出時に、レポート作成時にかかった時間を自己申告できる機能を追加する。提出コメントフィールドを活用する予定である。

##### 3.2.5 学習時間の検証

学生の提出したレポートファイルの種類やファイル容量から、学習時間の推定を行う。本機能は、複数の学生から自己申告された学習時間と提出されたレポートファイルの関係を簡単に推定する。自己申告の学習時間の信ぴょう性を高めると共に、教職員が設定した想定学習時間とのズレをここでも確認できるようにする。本機能も、Moodle の Block プラグインとして新規に開発する。

### 3.3 その他の機能

Moodle のリソースを一度にすべて閲覧するとは限らない、そこで、リソースへのアクセスログも活用し、Moodle 上におけるオンライン学習時間も推定できるようにする。ただし、リソースファイルをダウンロードし、オフライン学習した時間については考慮しないこととした。

## 4. 課題ファイルの分析

配置支援ツールでは、教材や課題が持つ学習予定時間を教員が予測し、入力する必要がある反面、次のようなシステムによる推定も必要となる。そこで、Moodle 上の既存コースの課題を分析し、コースの活

用スタイルの把握も含めて調査を行った。

- 教材のアクセスログによるオンライン学習時間の予測（システム推定）
- 課題の提出ファイルによる学習時間の予測（システム推定）

具体的には、レポート（ファイル、オンラインテキスト）のファイル種類やサイズを自動で収集し、学習時間の推定を行う。以下、本学における Moodle 上の既存コースの題材に、コース上の課題を分析した。その結果について述べる。

#### 4.1 課題数と提出ファイルの種類

2016年11月14日において、2016年3月1日以降に、更新・作成された「課題」を持つ110コース（飯塚地区）について、コース毎の課題数について調査した。なお、課題数の合計は790となった。図2に示すように、平均7課題となったが、コースによっては64の課題を課しているものも確認できた。課題の多いコース（15以上）は、PC 端末室にて講義と演習を実施するもので、授業の進め方は次のようなものであった。

- 講義と解説（前週の演習問題など）
- 端末を使ったその日の演習・課題

提出物としては、プログラムソース、プログラムの実行結果などをファイルとして回収している。高学年の演習については複数のファイルを tar で固めて提出させるものも確認できた。

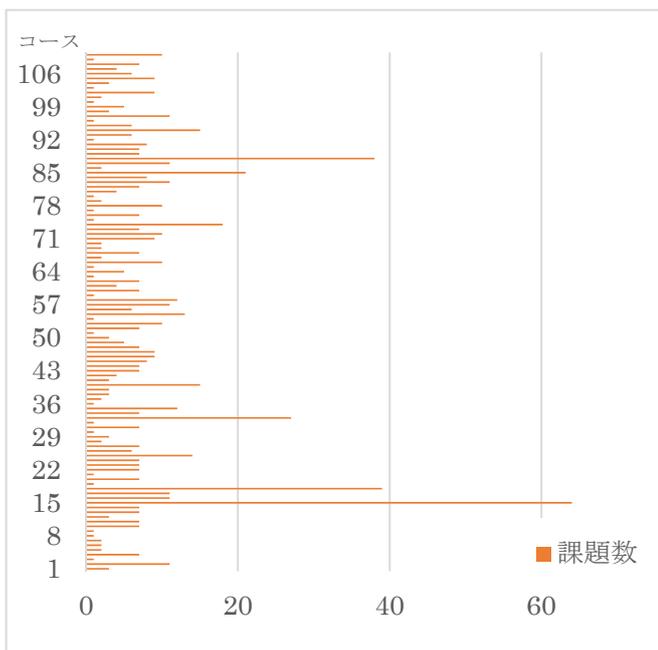


図2 コース毎の課題数(合計110コース)

一方、課題数の少ないコースは、時間をかけてレポートを作成し、提出させるタイプが多い。中には、研究室のエビデンスを毎月回収しているものもあった。

次に、学生が提出したレポートファイルを同様な条件で調査した。790の課題に対して、学生が提出したレポートファイルは30,538となった。図3にレポートファイルに使われた拡張子を示す。

情報工学部（飯塚地区）が主な利用者であるため、レポートとして回収されるものとして、プログラムソース（.c, .java, .h）が多いことが判明した。次に、レポートと想定される文章ファイル（.pdf, .docx, .txt）が利用されている。その他の形式（.log）はプログラムの実行結果などを提出させていると思われる。

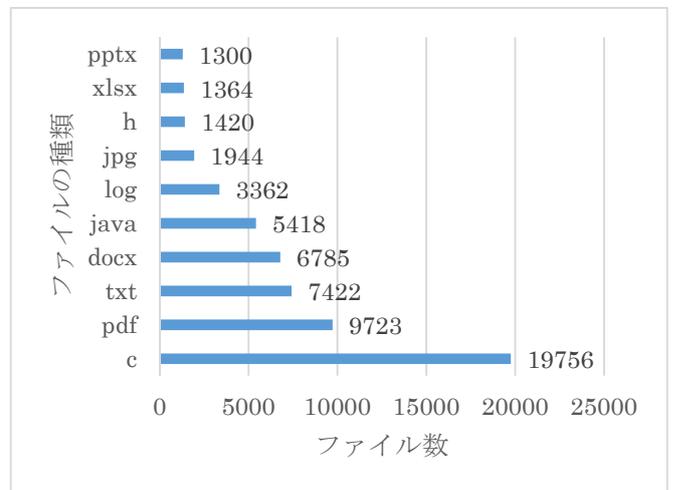


図3 レポートファイルに使われた拡張子（一部）

#### 4.2 課題機能を用いたコース例

##### 4.2.1 講義演習時活用型

図4にプログラミングの講義・演習を行うコースの例の一部を示す。PDFファイルにて演習問題を提示し、Moodleの課題機能を用いて、回収を行っている。第2回の演習問題は「ターミナルウィンドウの利用とプログラミング手順」で、ターミナルウィンドウのコマンド基本操作ができるか？最も簡単なプログラムを入力し、コンパイル・実行できるか？となっていた。

このコースでは、完了トラッキング機能<sup>(8)</sup>を用いて、あらかじめ指定した日時以降公開されるようになっていた。なお、回収するファイルは演習が合格したファイルをエビデンスとして、アップロードするように指示をしている。合格判定は別のシステムおよびTA（5名が配置）が行っていると思われる。

## トピック 1



### 第1講演習の問題



### 第1講演習の間M1のアップロード

## トピック 2



### 第2講演習の問題

2016年 04月 19日 13:00 より利用可



### 第2講演習の間M1のアップロード



### 第2講演習の間M2のアップロード

図 4 プログラミング講義・演習のコース例（一部）

### 4.2.2 予習・復習活用型

PC 端末室ではなく、通常の講義室で行われる講義のコースは、復習用の資料配布と課題回収に使用している。なお、レポート内容は課題文の中にはなく、次のような表記となっていた。

- レポート課題（No.3）
  - 問題 x (???)ページ) をやってきてください。
  - 提出期限：xx 月 yy 日授業開始時刻まで
  - 提出方法：Moodle から電子的に提出
  - 形式：A4 サイズ，PDF 形式
  - ファイル名：学籍番号.pdf

この講義では数式や回路図などが使用され、PDF 資料内に、演習問題、小テスト、などがまとめて提供されている。小テストは Moodle を利用せず、講義中に実施され、解答用紙に記載して提出する。なお、小テストの解答例はコース上に別途公開していた。

## 5. 学習時間の予測

### 5.1 コース毎のレポートファイル

4.2 節に示した 2 つのコース例を対象に、実際に提出された、レポートファイルの情報を取得した。

講義演習時活用型のコース例では、合計 39 個の課題機能の使用を確認した。本コースでは、徐々に課題が難しくなる傾向がある。提出されるソースプログラムも長くなるため、図 5 に示すように平均ファイルサイズが徐々に増加する傾向となる。講義終盤では、レ

ポートを未提出の学生がいたため、提出数や平均値が上下したと思われる。なお、平均ファイルサイズが極端に大きな課題については、提出するファイルの種類を間違えるなどのミスによると考えられる。

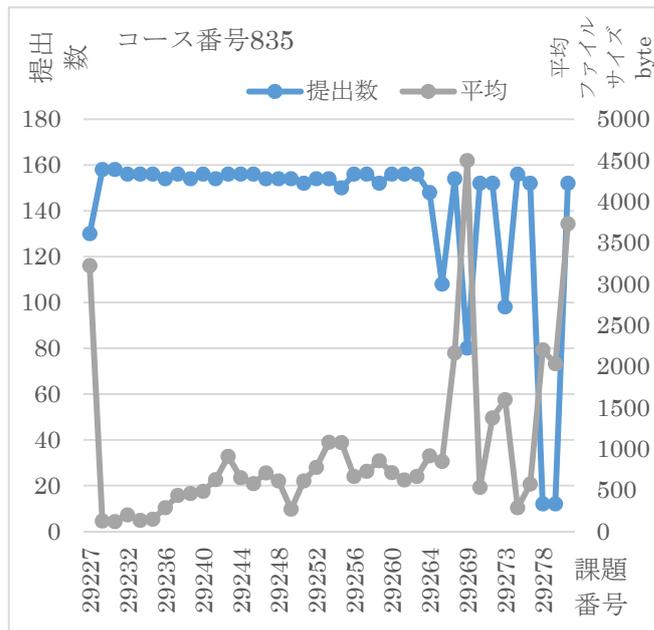


図 5 講義演習時活用型における課題機能の利用例

予習・復習活用型のコース例では、資料配布に加え、合計 4 回の課題機能の使用を確認した。このコースにおけるレポートファイルの傾向を図 6 に示す。提出ファイルが PDF 形式となるため、ファイルサイズは、図 5 の事例と比較して大きくなる傾向がある。

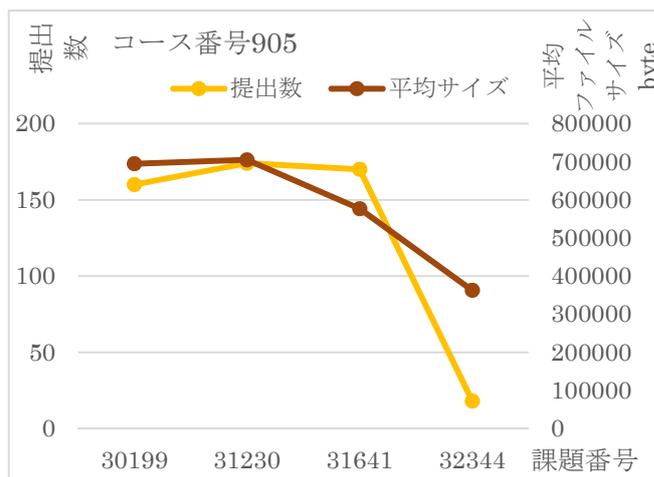


図 6 予習・復習活用型における課題機能の利用例

### 5.2 同一課題におけるレポートファイルの傾向

図 7 に講義演習時活用型コースのある課題について、レポートファイルのサイズの傾向を示す。本コースでは、あらかじめ合格したソースプログラムを提出させる方針をとっているため、ファイルサイズは概ね同じ

サイズになる。

図 8 に予習・復習活用型コースのある課題について、レポートファイルのサイズの傾向を示す。こちらは、レポートの記述量によって、サイズにばらつきが見られる。レポート内容には、グラフも含まれるため、レポート内のグラフの大きさなどもサイズに影響すると思われる。なお、極端にファイルサイズが大きいレポートファイルには、手書きレポートを写真として貼り付けたものもあった。

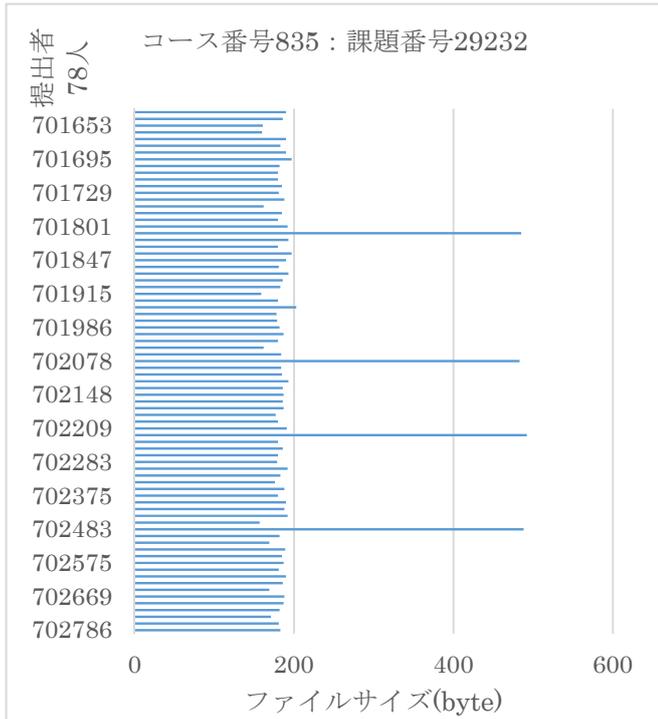


図 7 講義演習時活用型におけるレポートファイル例

### 5.3 学習時間の予測方法

前節の結果から、テキストファイルにおいては、ファイルサイズは概ねファイルの行数(あるいは文字数)に比例すると思われる。教職員があらかじめ用意した模範解答のファイル(教職員が想定する標準的な学習時間情報も持たせる)を用意することで、サイズの比較を行い、学習時間が推定できないかと考えている。また、講義演習時活用型においては、演習時間内の Moodle へのアクセスも頻繁に行われるため、関係資料のアクセスログなども加味する必要もある。

一方、講義演習の時間内にレポートが完成しなかった学生も、課題機能を使ってレポートファイルを提出する。時間外学習となる自宅 PC 環境を用いた演習は、その状況を把握することは難しいため、学習時間は自己申告(3.2.4 節)の値を採用することにする。

予習・復習活用型においては、レポートファイルとして、PDF やオフィスファイル(.pptx,.docx,.xlsx など)、写真などが用いられる。これらのファイルを使った学習時間の予測には、前節の結果からレポートファイル内の解析が必要であると考えている。例えば、レポートファイルの文字データとグラフなどのイメージデータに分解し、レポートファイルの構造情報を作成する。また、教職員が用意する模範解答ファイル(教職員が想定する標準的な学習時間情報も持たせる)の構造情報も同様に作成する。これらの構造情報(文字数、イメージ数など)同士の比較を行うことで、学習時間の推定が実現可能ではないかと考えている。

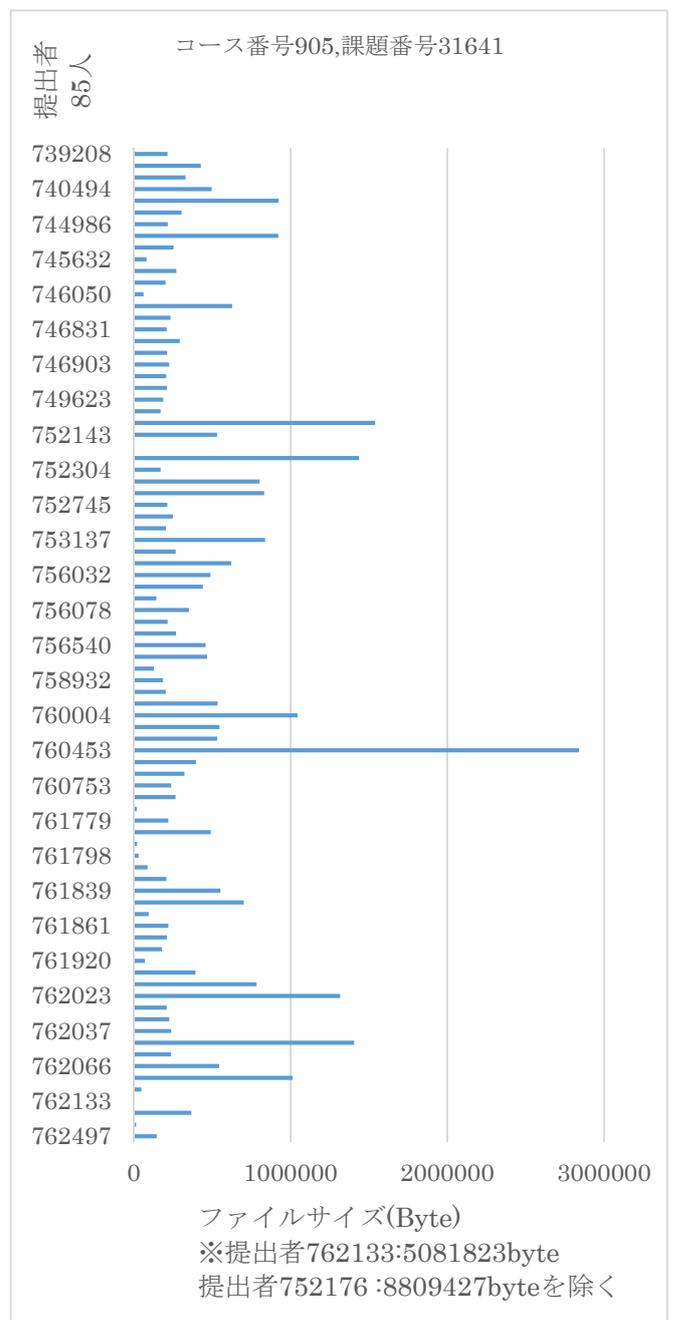


図 8 予習・復習活用型におけるレポートファイル例

## 6. おわりに

本稿では、所属機関における学習支援サービス(Moodle)の利用状況と機能の活用状況について述べ、コース設計や教材配置を支援するツールの必要性を示した。本ツールを設計・開発するにあたり、教材や課題、小テストなどの配置について、教材・課題の量、教材・課題が持つ学習時間、といった簡単な項目を用いることにした。最後に、既存のモデルコースと課題の関係について調査し、レポートファイルからの学習時間の予測について初期検討を行った。

LMSの機能拡張により実現を予定している「コース作成支援ツール」は、教員と学生の立場の違いによって、提供(必要と)する教材や課題を最適に配置できるようにしたい。そのためには、教員の教授モデル、学習者の学びモデル、などにあったコースフォーマットの提供とリソースの初期配置機能なども必要であると考えられる。

今後、レポートファイルからの学習時間予測機能を実際に組み込み、本学や他の教育機関における既存コースによる検証を行った上で、学習時間の設定・入力などの機能の組み込みを進める。最終的にはコース作成支援ツールとしての完成を目指す予定である。

## 謝辞

本研究の一部は、科学研究費補助金(基盤研究(C) JP16K01116, 及び基盤研究(C) JP16K01069)の助成を受けた。

## 参考文献

- (1) 山口真之介, 大西淑雅, 西野和典, 小林史典: “情報工学部における自動講義アーカイブシステムの試み”, 情報科学センター, 情報科学センター広報, 第 23 号, pp.5-13(2011)
- (2) 市川尚, 鈴木克明: “インストラクショナルデザイン自動化ツールの研究動向”, 日本教育メディア学会, 教育メディア研究, Vol.14, No.2, pp.33-44(2008)
- (3) 高橋暁子, 喜多敏博, 中野裕司, 鈴木克明: “教授者用の課題分析図作成ツールの開発—Moodle への実装と評価—”, 教育システム情報学会誌, Vol.29, No.1, pp.7-16(2012)

- (4) The Moodle project, <https://moodle.org/> (2016年11月20日確認)
- (5) 喜多敏博, 穂屋下茂, 大西淑雅, 奥村晴彦, 上木佐季子, 木原寛, 長谷川理, 不破泰: “Moodle の開発体制と日本の大学における管理運用事例”, 教育システム情報学会誌, Vol. 32, No.1, pp.16-26(2015)
- (6) Moodle Plugin  
<https://moodle.org/plugins/?q=type:format> (2016年11月20日確認)
- (7) 山口真之介, 大西淑雅, 西野和典: “情報リテラシー講義におけるブレンディッド学習の実践”, 大学 ICT 推進協議会, 2016 年度年次大会講演論文集(PDF), 6 ページ(2016)
- (8) 内田広幸, 森野誠之: “Moodle の「条件付アクセス制限」機能と「完了トラッキング」機能について”, 愛知大学情報メディアセンター, vol.26, No.1, PDF(2016)  
<http://saturn.aichi-u.ac.jp/img/center/pdf/com41-11.pdf> (2016年11月20日確認)



# フランス詩を用いたフランス語学習 WEB サイト

## 「ぽえふら」の設計と構築

廣田大地<sup>\*1</sup>

### Design and Construction of "Poefra", French learning WEB site using the French poetry

Daichi HIROTA<sup>\*1</sup>

どのような分野であれ学習 WEB サイトやアプリの開発は少なからぬ資金と労力とを必要とする。その問題を解決するための試みとして、発表者はフランス詩を用いたフランス語学習 WEB サイト「ぽえふら」の開発において、WordPress、Youtube、Quizlet の 3 つの既存システムを活用した設計・構築を行った。それにより初期投資費用が抑えられただけでなく、今後の修正にも臨機応変に対応することができるようになっている。低コストでの学習 WEB サイト開発の一例として、本サイトの紹介を行いたい。

キーワード: フランス語, フランス詩, 学習 WEB サイト, WordPress, YouTube, Quizlet

#### 1. はじめに

##### 1.1 「ぽえふら」とは

「ぽえふら (poefra)」は、詩 (poème : ポエム) を通してフランス語を学習するための WEB サイトであり、本研究の発表者である廣田大地によってその開発が 2014 年より始められた。今後も更なる改良を予定しているが、2016 年 11 月現時点でも、試験的に一般公開を行っている (<http://www.litterature.jp/poefra/>)。

##### 1.2 「ぽえふら」の対象者と目標

本サイトの主な対象者として想定しているのは、自由選択科目や第二外国語としてフランス語を学習している高校生や大学生、さらには教育機関には所属せず個人的にフランス語の学習を行っているような初級レベルの学習者である。文法や会話表現の習得のかたわら、本サイトを通じてフランス詩の魅力に触れることで、フランス語学習のモチベーションをより高めていくことを期待している。また、そのようなフランス語

学習者が、フランス語を用いた芸術としての「フランス詩」そのものへの関心を持つための機会となることも本サイトの目標としている。

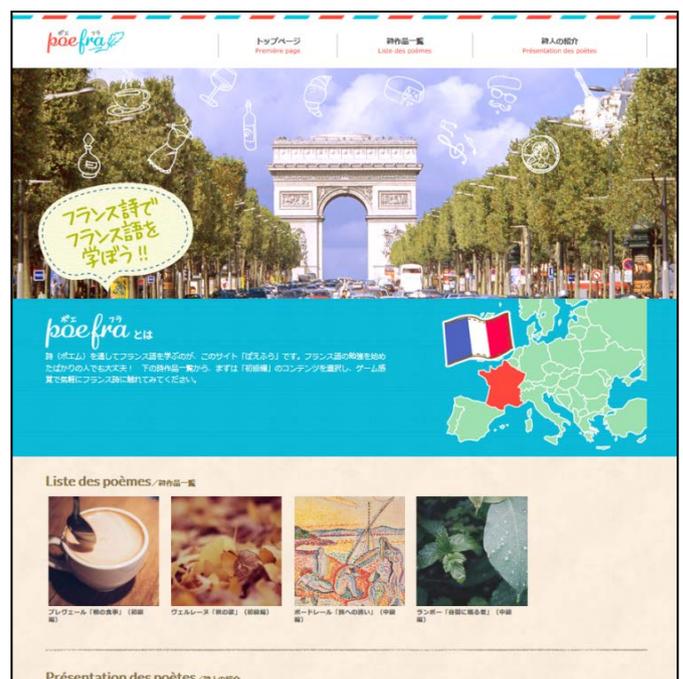


図1 「ぽえふら」トップページ

\* 神戸大学 大学教育推進機構 国際コミュニケーションセンター (School of Languages and Culture, Institute for Promotion of Higher Education, Kobe University)

## 2. 開発の背景と課題、対策

### 2.1 開発に至った背景

発表者が「ぼえふら」の開発に着手した背景として、フランス詩を紹介するための同種の WEB コンテンツが著しく不足しているという背景がある。

### 2.2 フランス語学習のための無料 WEB コンテンツ

まず、フランス語学習のための WEB コンテンツに関して概観すると、英語教育関連と比較すればその数は少ないながらも、WEB 上で無料で利用することができるフランス語学習関連のコンテンツは、昨今徐々にその数を増やしてきている。

ただし、その多くは出版社や NHK などの放送局、民間の語学学校などが中心となって作成しているものであり、本質的には教科書やテレビ・ラジオ番組やフランス語クラスでの補助的な役割として位置付けられているため、学習者による自律的な利用を促すものにはなりにくい。また、フランス語を学習する個人によるブログ等のコンテンツも今日では多数みられるようになったが、それ自体がページ閲覧者のフランス語学習のために作られているわけではなく、個人の趣味というレベルを超えるものはほとんど無い。

基本的には、日本におけるフランス語学習のための無料 WEB コンテンツは、大学などのフランス語教員により構築されているものが中心となっている。なかでも草分け的な存在であるのが、岩根久氏による動詞活用練習 WEB ページ「活用虎の穴」である (<http://www.lang.osaka-u.ac.jp/~iwane/katsuyo/>、参考文献 1 参照)。2000 年より運用されている当ページは、インターフェイスの面においてはインターネット黎明期の時代を感じさせるものの、簡潔なシステムの中にゲーム性を取り入れることで、学習者がモチベーションを保ちつつ、フランス語の動詞活用という煩雑な知識を習得できるように設計されている。

他にも、発表者が 2012 年より公開しているフランス語単語練習 WEB ページ「フラ単」(<http://www.litterature.jp/numerique/vocabulaire.html>、参考文献 2 参照)がある。また、無料かつ広告なしで読める詳細なフランス語初級文法解説ページとしては、「北鎌フランス語文法講座」(<http://class.kitakama-france.com>)

も挙げておきたい。

また、近年はフランス語教員によるスマートフォン用アプリの開発も積極的に行われており、その代表的な例として、高垣由美氏による「Le francais diplomatique 外交フランス語」(参考文献 3 参照)や、Ghislan Mouton 氏による「SpotFrench」(参考文献 4 参照)といった iPhone 用アプリがある。ただし、どちらも「外交関連のフランス語学習」と「日本において見られるフランス語の収集」という限定された事項を扱っているため、フランス語初学者の自律的な学習支援という目的をカバーするものではない。また、高垣氏が指摘するように、アプリ開発には「最低でも数十万」、場合によっては「300 万円から 1 千万円もの」(参考文献 5 参照)高額な費用が必要となり、費用対効果の点で大きな課題となっている。

### 2.3 フランス文学関連の無料 WEB コンテンツ

フランス語教育関連の WEB コンテンツやアプリ開発は、多くの課題を抱えつつも少しずつ成果を挙げているようではあるが、それに対して、フランス文学を主題とした無料 WEB コンテンツの現状はどうだろうか？ もちろん、WEB の飛躍的な普及に伴い、フランス文学関連の情報も、たとえば文学研究者によるブログなどによって以前よりも格段に充実してきていることは明らかである。しかしながら、その多くは既にフランス文学に興味を持ち、ある程度の知識を持っていることを前提とした内容となっており、フランス文学にふと関心を持った若者が「第一歩」を踏み入れるための「入口」となるような受け皿が、現状においては著しく欠けているように思われる。

### 2.4 対策

以上のような問題意識から、WEB 上においてある程度充実しており需要もあるフランス語学習を入り口としつつ、フランス詩を紹介することで、学習者をさらなるフランス文学についての自主的な学習へと誘うための橋渡しとなるような WEB サイトの構築が必要であるという結論に至った。その際、とりわけ「費用対効果」「操作性とインターフェイス」という 2 点に注意を払うべきであると考えられる。

### 3. 「ぼえふら」について

#### 3.1 基本方針

開発においては、「費用対効果」の観点から、既存の無料 WEB コンテンツを有効利用し、開発者が一から作り始めるものが可能な限り少なくなるようにした。また同じ理由から、開発後に内容の修正や追加等が容易にできることも重視した。更には、開発者・利用者双方にとって「操作性」が良いこと、質の高いデジタルコンテンツが当たり前となっている「若者のモチベーション」を引きだすために画像・音声の利用が簡便かつ効果的であることも重視した。そのような観点から様々な手法を検討した結果、基本システムは WordPress を用い、そこから Youtube と Quizlet への埋め込み式あるいは外部ページとしてのリンクを多用する方針が定まった。それにより、本質的には単なるリンク集に過ぎないながらも、多様なコンテンツを紹介している WEB サイトの構築が可能になった。ちなみに開発当初においては他にも、QuizGenerator (<https://quizgenerator.net>) という無料かつ優れた外部サイトの利用を検討したが、上記の観点の内、開発後も微調整が容易であるかという点において難があり、今回は利用を見送っている。

とはいえ、ある程度の予算を掛けなければ、開発者の労力のみがひたすら増えていくことになる。そこで、最も「費用対効果」が期待できる領域として、イラスト等のデザイン、レスポンシブデザイン、ゲーム感覚を演出する最低限のギミックという 3 点に特化して専門会社に発注を行うことで、投資費用を抑えつつ、開発者自身の作業時間を短縮させた。「アプリ作成」や「WEB システム構築」ではなく、あくまでも「WEB サイトのデザイン」として発注出来た点が経費削減につながった訳である。

#### 3.2 全体の構成

WordPress のページ構成としては、本稿の冒頭において図 1 で示したトップページに加えて、「作品介绍ページ」×4、「詩人紹介ページ」×4 があり、全てトップページからアイキャッチ画像によるリンクが設置されている。ちなみに、これらのページは今後のサイト改良においても簡単に増やしていくことが可能であ

る。また、対応する作品ページと詩人ページの間にもリンクが貼られているため、学習者はその時々に関心にあわせてページの間を好きな順に進んでいくことができる。2016 年 11 月時点でのコンテンツとしては、以下の 4 つの詩作品を扱っている。

表 1 詩作品一覧

作品名	詩人	難易度	問題数
朝の食事	プレヴェール	初級	2+2
秋の歌	ヴェルレーヌ	初級	2+2+2
旅への誘い	ボードレール	中級	3+1+2
谷間に眠る者	ランボー	中級	3+3+2

#### 3.3 詩人の紹介

「詩人の紹介」ページでは、下の図 2 のように、各詩人について簡潔な紹介文を掲載している。たとえば詩人ジャック・プレヴェールについての紹介では、映画『天井桟敷の人々』や歌曲「枯葉」など、WEB 上でも比較的情報が得やすい有名な事項を紹介し、また該当する Youtube ページへのリンクを掲載することにより、関心を持った利用者が更なる自主的な学習活動へと向かえるように配慮してある。



図 2 詩人の紹介ページ

#### 3.4 詩の解説と導入

本 WEB サイトの中核をなしている「詩の解説」ペ

ージでは、次の表 2 のような順で項目を設置している。

表 2 詩の解説ページ内の項目例

ボードレールとは？	
「旅への誘い」について	
	詩の情景をしてみよう
	詩の朗読を聴いてみよう
	フランス語テキスト
練習問題をやってみよう！	
	ステップ 1 「単語を覚えよう①」
	ステップ 2 「単語を覚えよう②」
	ステップ 3 「音で遊ぼう」

レイアウトは WordPress を用いていることもあり、下の図 3 のようなブログ風の様相になっている。



図 3 詩の解説ページ

コンテンツの並べ方としては、いきなりフランス詩の原文や和訳を提示するのではなく、その準備段階として映像・音声・画像等の情報により、詩のイメージを

得てもらう。幸い、本サイトで扱っているような有名なフランス詩に関しては、その朗読や、さらには詩の情景を映像化した動画などが Youtube 上に多数公開されている。そのようなコンテンツを提示して、利用者にイメージをつかんでもらった上で詩の原文と和訳を提示している。

他にも WordPress のプラグインを活用して、「Q. この動画を見て、詩の雰囲気が伝わってきましたか？ A. 伝わってきた！ / 少し伝わったかも！ / まだあんまり・・・」のような簡単な投票機能をつけることで、完全に受動的になるのではなく、利用者も多少なりとも主体的に参加できるようにしてある。

そのようにして、詩に関する比較的親しみやすい情報を提示することで、詩そのものを学習するための動機づけを行ったうえで、利用者は詩の中で用いられているフランス語の単語や表現の学習のための「課題ページ」へと移ることになる。

### 3.5 課題ページ

この課題ページは、スマートフォンによる利用者に対してあたかも「クイズアプリ」のような印象を与えられるよう、「詩人の紹介」「詩の解説」ページとはデザインを異なるものにし、可能な限りスクロール無しで全てのコンテンツがスマートフォンの 1 画面内に表示されるようにしてある。



図 4 課題ページ (クリア前)

画面には2つ、または3つの課題が表示される。

機能としては単なる Quizlet へのリンク集に過ぎないのだが、アニメーションの付いたゲージと組み合わせることで、挑戦すべきタスクとして利用者に認識してもらうことを狙っている。またゲージが満杯になると図5のようなクリア画面に移るという演出により、達成感を得られるようにしている。とはいえ、本質的には単なるリンク集であるために、利用者が実際にリンク先の Quizlet の課題を最後まで行ったかを確認することはできない。しかしながら、本サイトの主な目的はフランス語とフランス詩に親しんでもらうことであるため、利用者の作業内容を評価する必要は特に無いと考えている。



図5 課題ページ(クリア後)

### 3.6 Quizlet ページ

フランス語の学習という観点からすると、本サイトの中核をなしているコンテンツは、Quizlet によるフラッシュカード、マッチング、スペル入力の各モードである。「ぼえふら」の作成に合わせて発表者により各

コンテンツの作成も行われた。3つのいずれのモードにおいても、フランス語と日本語の文字情報だけでは単調であり、利用者にとってモチベーションを維持することが難しい。そこで各コンテンツに単語に対応した画像を付けることで利用者の視覚を刺激するようにしてある。Quizlet による問題作成はもちろん無料であり、著作権に抵触しない画像も準備されているため、問題作成者はそのリストから自分の意図にあったものを検索し使用することができる。ただし、より多くの画像を利用したい場合には、年間40ドル程度の有料会員登録が必要になる点を補足しておきたい。

以下に、各モードの画面の例を示しておく。



図6 Quizlet フラッシュカードモード

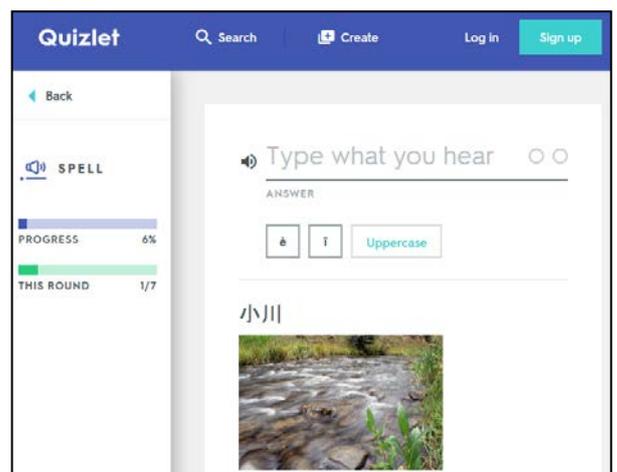


図7 Quizlet スペル入力モード



図8 マッチングモード

#### 4. おわりに

学習 WEB サイト「ぼえふら」を紹介した本発表は、専門的なプログラミング知識の有無に関わらず、低コストかつ短期間で、ある程度の水準のインターフェイスを備えた学習 WEB サイト作成の具体例を提示することを一つの目標としている。本発表により、同じような試み、あるいは更なる効率化を実現するための試みが行われれば幸いである。

また、この「ぼえふら」は、現時点では試行段階に過ぎないものである。今後も、様々な分野の教育者・研究者によるアドバイスをもとに、さらなる改良やコンテンツの充実化を目指していきたい。

#### 謝辞

本研究は JSPS 科研費 JP26770119 の助成を受けたものです。

#### 参考文献

- (1) 岩根久「「活用虎の穴」開設 10 年に事寄せて」  
『e-Learning 教育研究』5号, pp. 40-43 (2010)  
<http://ci.nii.ac.jp/naid/110009832667> (2016年11月5

日確認)

- (2) 廣田大地「フランス語単語練習 WEB ページ「フラ単」を用いた授業運営について」、『RENCONTRES』29号 pp. 29-32 (2015).  
[http://www.rpkansai.com/bulletins/pdf/029/029\\_032\\_hirota.pdf](http://www.rpkansai.com/bulletins/pdf/029/029_032_hirota.pdf) (2016年11月5日確認)
- (3) 高垣由美「スマートフォンで学ぶ特定目的のためのフランス語：iPhone アプリ「Le francais diplomatique 外交フランス語」開発」Revue japonaise de didactique du français, 9(1&2), pp. 113-123 (2014)  
<http://ci.nii.ac.jp/naid/110009949566> (2016年11月5日確認)
- (4) Ghislan Mouton, "Diverses utilisations de l'application smartphone Spotfrench : Cartographie du paysage linguistique français, éveil aux langues et motivation", *L'enseignement du français en Asie de l'Est à l'heure de la glocalisation*, Actes du colloque SJDF-SCELLF-ATPF (2017 掲載予定)
- (5) 高垣由美「iPhone アプリケーションによる外交フランス語教材－失敗から学ぶアプリ開発－」, 『RENCONTRES』28号 pp. 84-88 (2014).  
[http://www.rpkansai.com/bulletins/pdf/028/084\\_088\\_takagaki.pdf](http://www.rpkansai.com/bulletins/pdf/028/084_088_takagaki.pdf) (2016年11月14日確認)

# 聞き取り箇所の正答率集計機能を備えた 英語リスニング学習支援システムの開発

栗原 準, 石川 俊明, 上村 航平, 笠井 貴之, 鷹野 孝典  
神奈川工科大学 情報学部 情報工学科

## Development of e-Learning System with Totalizing Function of Correct Answer Ratio to Listening Parts in English Class

Jun Kurihara, Toshiaki Ishikawa, Kohei Kamimura, Takayuki Kasai, Kosuke Takano  
Department of Information and Computer Sciences, Faculty of Information Technology,  
Kanagawa Institute of Technology

In an English listening class, a teacher can grasp listening parts where students cannot listen and understand, for example, by English dictation tests, for designing the class according to each student's level. However, it costs us in totalizing correct answer ratio as quickly as possible and setting a lecture at a suitable level. In this paper, we present the development of an e-Learning system with a totalizing function of correct answer ratio to listening parts in an English class.

キーワード: 外国語学習, 聴解学習, リスニング力, 英語教育, Web 教材

### 1. はじめに

初級の学習者として、大学生および大学院生 5 名程度を対象とした英語リスニング勉強会を定期的に実施している (図 1)。しかし、個々の学習者がどの程度聞き取りができたかを教師が把握することは下記の理由から困難な場合がある。

- 聞き取れても正確な英単語を忘れてしまう。
- 聞き取れなかった箇所が多いと、それらの箇所を正確に他者に説明するのが困難である。
- 聞き取れなかったことを伝えるのを躊躇する者がいる。

英語リスニング授業において、教師はディクテーション等の学習方法<sup>(1)</sup>により、学習者が聞き取れなかった箇所を把握し、レベル別学習に利用することが可能である。しかし、そのための集計作業やリスニング初学者向けの適切なレベル設定をするための作業が必要となる。本研究では、リスニング初学者向けのグループ授業での利用を想定した、聞き取り箇所の正答率集

計機能を備えた英語リスニング授業支援システムの開発について検討する。

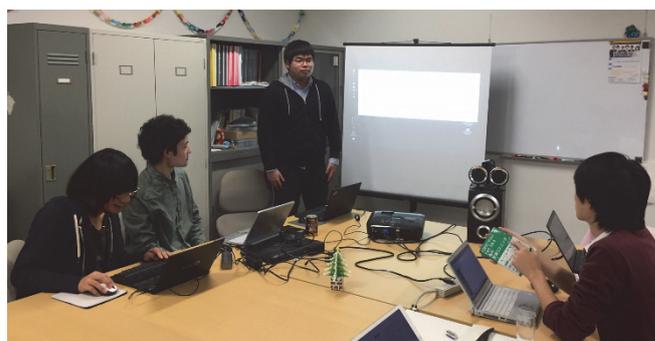


図 1 英語リスニング勉強会の風景

### 2. 関連研究

日本人は英語学習において発音やリスニングが苦手であると言われており、それらの習得を支援するための e-Learning システムが多数開発・提案されている。Yaheng 等は、これまでのリスニング学習における学習履歴データを用いて、学習者の英単語学習における音素レベルの誤りパターンを自動検出するシステ

ムを開発した<sup>(2)</sup>。中島は、プログラミング技術のない教員でもディクテーションテストをオンライン教材システム化することを目的とした e-cloze を提案している<sup>(3)</sup>。また、坪田等は、日本人学習者が躓きやすい音声項目について検討し、その対応策として、シャドーイング、リピーティング、一単語単位提示による速読、スラッシュ・リスニングを組み合わせた学習が可能なシステムを提案している<sup>(4)</sup>。朱等は、学習者が容易に知っている語彙の偏りと学習状況を把握するためのユーザインタフェース WordMap, およびそれを用いた英単語学習支援システムを提案している<sup>(5)</sup>。文献[6]や[7]においては、スマートフォンの音声認識機能を活用した音声・スピーキングトレーニングのための e-Learning システムの提案や英語教育方法についての考察がなされている。

また、海外での研究動向として、リスニング学習を支援することに関する研究は比較的少ない傾向にあるものの、文献[8]や[9]のように外国語を対象とした発音練習を支援するための研究がいくつか見受けられる。

### 3. 提案システム

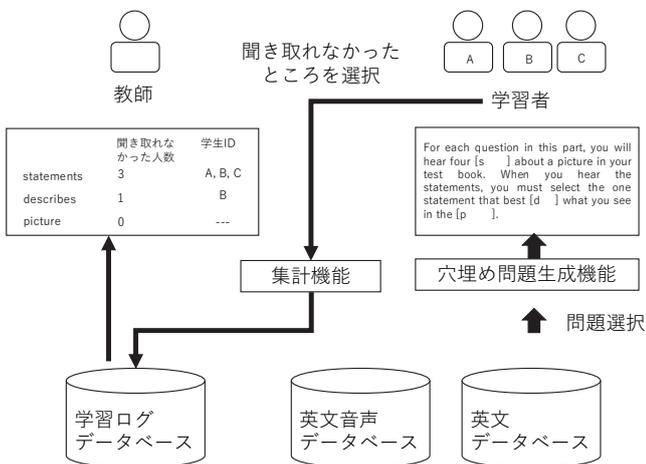


図 2 システム概要図

提案システムの概要図を図 2 に示す。提案システムは、リスニング文章の穴埋め問題生成機能、および聞き取り箇所の正答率集計機能より構成される。各機能の詳細について次節に述べる。

#### 3.1 穴埋め問題生成機能

本機能では、入力された英文を対象として、指定し

た単語数分の穴埋め箇所をランダムに抽出することにより、リスニング用の英文穴埋め問題を生成する。図 3 に、穴埋め単語数を 3 つに指定した場合の問題生成例を示す。また、穴埋め欄を作る際は、完全な空欄とするか、ヒントとして英単語のイニシャルを表示したものにするかを選択することができる。

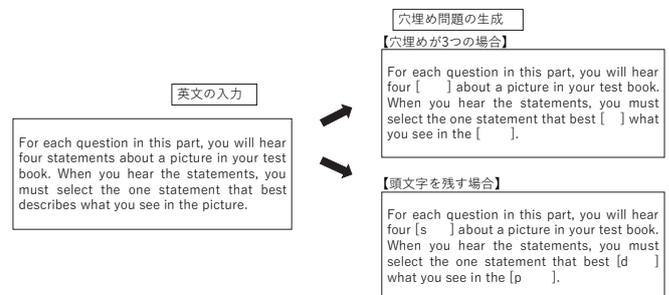


図 3 穴埋め問題生成の例

#### 3.2 聞き取り箇所の正答率集計機能

本機能では、次のオプションが指定できる。

- (1) 聞き取った単語をキーボードから入力する機能
- (2) 聞き取れなかった単語をクリック操作などにより指定してシステムに通知する機能

(1)の機能では、学生の正答率を集計して教師側の画面に提示することができる。また、(2)の機能では、わからなかった箇所を選択するだけで良いので、英語リスニング初級者にも比較的負担なく導入することができる。

### 4. プロトタイプ

提案システムのプロトタイプを Web システムとして実装中の段階である。図 4、図 5 はそれぞれ、問題生成画面、および生成された問題画面のスナップショットを示している。

図 4 において入力した同一の英文に対して、図 5 のように複数の穴埋めパターンを何度でも生成することができる。また、図 5 の穴埋め問題画面は 3.2 節の機能(2)について示しており、スマートフォンを利用している場合は、学習者は聞き取れなかった箇所をタッチするだけで本システムの集計機能へ通知することができる。

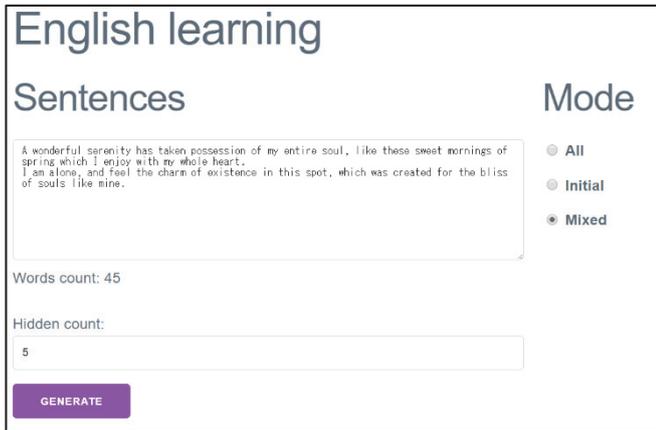
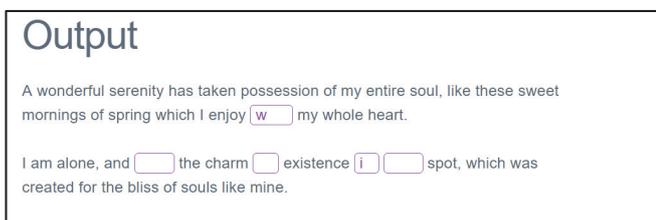


図 4 問題生成画面のスナップショット

[5 個の穴埋めの場合]



[10 個の穴埋めの場合]

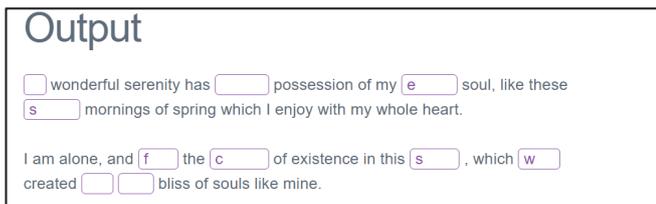


図 5 生成された問題画面のスナップショット

## 5. 提案システムを用いた英語リスニング学習の検討

提案システムを用いた英語リスニング学習例について述べる。リスニング音声を聞いても多くの部分を聞き取ることのできない英語リスニング学習の初級者は、英文を見ながら聞いたり、あるいは英文そのものを「暗記」することにより聞き取りを試みたりしてしまいがちである。しかしながら、このような学習法ではその英文についての聞き取りはできるようになっても、応用の効くリスニング力を鍛えることに対しては効果が薄いと考えられる。提案システムでは、穴埋めの単語数を 1 個から自由に指定できるため、学習者のリスニング力に応じて無理なく学習を進めることができる。また、穴埋め箇所はランダムで生成できるため、

学習者はランダム生成された数パターンの穴埋め問題を学習していくことによりリスニング音声を網羅的に学習できる。

また、我々のリスニング勉強会では発音とリスニング力は高い相関があると考え、オーバーラッピングやシャドーイングに重点を置いたリスニング学習を行っている。このため、本勉強会では学習者には、必ずしも 3.2 節の機能(1)のようにディクテーションを行うのではなく、リスニング音声を聞きながら、正しい発音によるオーバーラッピングやシャドーイングに集中するように指導している。このような学習方法において、3.2 節の機能(2)のように聞き取れなかった箇所のみを指定することにより提案システムの集計機能に通知する仕組みは、学習者側にも、教師側にも有用性が高いと考えている。また、このようなインターフェースを学習者側に提供することにより、聞き取れなかった箇所を正確に他者に説明するのが困難な場合や、聞き取れなかったことを伝えるのを躊躇する場合などにおいても、学習者に対して聞き取れなかった箇所の入力を促すことができると期待している。

## 6. おわりに

本稿では、リスニング初学者向けのグループ授業での利用を想定した、聞き取り箇所の正答率集計機能を備えた英語リスニング授業支援システムの開発について述べた。

現在は、英語リスニング勉強会を定期的を実施するとともに、4 章で示したようにプロトタイプとして穴埋め問題生成機能のユーザインタフェースを実装している段階である。今後は、聞き取り箇所の正答率集計機能を実装し、提案システムの完成度を高めていく予定である。また、英語リスニング勉強会において、提案システムを実際に利用することにより、英語リスニング学習への効果について考察し、有効性を評価していく予定である。

## 参考文献

- (1) 大田悦子: "大学生英語学習者によるディクテーション時の処理方法：誤りから見えてくるもの", 白山英米文

- 学：東洋大学文学部紀要 英米文学科篇，No.37, pp.35-65 (2012)
- (2) ZOU Yaheng, 大月一弘, KANG Min, 柏木治美: “リスニング学習履歴データに基づく誤りパターンの検出システム”, 日本教育工学会論文誌, Vol.36 (Suppl.) pp.49-52 (2012)
- (3) 中島 浩二: "Web ベース英語ディクテーションテスト・採点集計システムの開発と教育利用", e-Learning 教育研究, Vol.6, pp.1-10 (2011)
- (4) 坪田康, 壇辻正剛: "タブレットを活用した英語長文聴解の実施に関する一検討", 電子情報通信学会技術研究報告, Vol.114, pp.31-36, (2014)
- (5) 朱京波, 片上大輔, 新田克己: "ウェブベース英単語学習支援システムの提案", 電子情報通信学会技術研究報告, Vol. 105, No.581, pp.13-18 (2006)
- (6) 糸山 昌己: "ICTを活用した英語教育の実践：スマホの音声認識機能を活用した発話トレーニングの可能性", 東京成徳短期大学紀要, No.48, pp.1-8 (2015)
- (7) 岩居弘樹: "音声認識アプリを活用したドイツ語発音練習の試み：ICT 支援外国語アクティブラーニングの実践報告", 大阪大学高等教育研究, Vol.1, pp.51-58 (2013)
- (8) Geza Kovacs, Robert C. Miller: "Foreign manga reader: learn grammar and pronunciation while reading comics", Proceedings of the adjunct publication of the 26th annual ACM symposium on User interface software and technology (UIST '13 Adjunct), pp.11-12 (2013)
- (9) Liang-Yu Chen, Jyh-Shing Roger Jang: "Automatic pronunciation scoring with score combination by learning to rank and class-normalized DP-based quantization", IEEE/ACM Transactions on Audio, Speech and Language Processing (TASLP), Vol.23 Issue 11, pp.1737-1749 (2015)

# 大規模コーパスを用いた言語処理に基づく英語複合名詞の 学習支援

岩田 陽也<sup>\*1</sup>, 梅村 祥之<sup>\*1</sup>

<sup>\*1</sup> 広島工業大学 大学院工学系研究科

## Assisting Education of English Noun Compounds by Corpus Processing

Yoya Iwata<sup>\*1</sup>, Yoshiyuki Umemura<sup>\*1</sup>

<sup>\*1</sup> Hiroshima Institute of Technology Graduate School of Science and Technology

本稿では大規模コーパスを用いた英語複合名詞の学習支援方法を扱う。日本人英語学習者にとって複合名詞の使い方は難しいのに、複合名詞一覧などの学習教材がない。そこで、本研究ではコーパスから複合名詞を自動獲得する。手法には主に出現頻度を用いた。その結果、コーパスを用いての複合名詞の獲得が可能であることを確認し、誤抽出や特殊な語がわずかで、既存の辞書に記載されていない複合名詞を獲得出来た。

キーワード: 学習支援システム, 言語処理, 大規模コーパス, 英語表現, 複合名詞

### 1. はじめに

多くの日本人にとって英語で複合名詞を書くことは難しい。例えば、「学生用のアパート」と英語で書く場合、**an apartment for students**, または複合名詞を用いて **a student apartment** と書くことも出来る。複合名詞は物事を簡潔に表す事が出来るという特徴がある。例えば「実験室の空調の設備の」と表現すると「の」が何度も出現して長くて冗長な印象を受ける。その代わりに「実験空調設備」と表現すればすっきりとした表現となる。次に、複合名詞は生産性が高い。生産性が高いとは、例えば「ネットの市民権」という言葉に対して「ネット市民権」という複合名詞を生産できることを意味する。したがって、複合名詞は辞書に載っていないなくても自分で作れる点の特徴である。文献<sup>(1)</sup>には「浴室用タオル掛けのデザイナーの養成」という言葉に対して **bathroom towel rack designing training** という複合名詞の実例が掲載されている。

以上の特徴により、複合名詞は辞書に載っていない表現でも自ら作成が可能である。しかし、日本人の英

語学習者が英語で複合名詞を書く場合は単純に単語を直訳して、つなげれば良いわけではない。例えば、初心者は「男の赤ちゃん」という表現を英語で書く場合、直訳して **male baby** と書くかもしれない。しかし、正しくは **baby boy** である。更に言えば、初心者は **baby boy** の意味を「子供っぽい少年」と誤解するかもしれない。英語と日本語では「語順」やニュアンスの違いから「使う単語」も違う。このようなものは単純に語を並べれば通じるわけではない。

以上から考えると、英語学習者は、自ら複合名詞を生産する能力を獲得する必要がある。その際に、英語の文法書を参照すると、複合名詞の構成方法の説明が掲載されているものの、通常、複合名詞の例は数例しか掲載されておらず、複合名詞を生産する能力の獲得が困難である。

そこで、本研究では、大規模な言語コーパスを利用して、自然言語処理の技術を用い、複合名詞を自動獲得し、その中で学習に役に立ち、なおかつ辞書に載っていない複合名詞の選定を目的とする。

これまでに、自然言語処理を用いた複合名詞の研究

が行われている。文献<sup>6)</sup>は日本語の複合名詞の内部の構造を分析する研究である。複合名詞と関連の深いものに固有表現がある<sup>7)</sup>。固有表現とは、組織名、人名、地名などで、例えば、「福島第一原発」等である。本研究で用いる手法は、基本的に固有表現抽出と同じ統計的言語処理を用いた手法である。

## 2. 複合名詞の自動獲得の予備検討

### 2.1 方法の概略

英文の大規模コーパスである英語版 Wikipedia<sup>3)</sup>を用いて複合名詞の出現頻度を計測し、その値に基づいて、コーパス中にある程度出現する複合名詞を獲得する。

コーパス中で複合名詞の出現頻度を調べるにあたって、時間節約のため、対象となる複合名詞のリストをあらかじめ作成する。複合名詞のリストには、英語辞書から初級単語を用いることにする。英語辞書から初級レベルの名詞を数百語選定する。今回は基礎検討として初級単語 2 語からなる複合名詞を検討対象とする。そのために、初級単語 2 語を組み合わせ、複合名詞を機械的に数十万語生成する。その中には、複合名詞として成立しない、またコーパス内に出現しないものも多々含まれている。それらはコーパス中の出現頻度の統計量などで省く。

このようにして獲得された複合名詞を用いて、様々な条件で、どのような語が得られるのかを観察する。

### 2.2 獲得方法 Step1

まず、複合名詞の獲得を行うために、単語辞書「英辞郎第三版<sup>2)</sup>」の初級単語にあたるレベル 1 及び 2 の中に含まれている単語 2,000 語を取る。名詞には一般名詞と固有名詞の 2 種類がある。基礎検討にふさわしく、より一般的な語として一般名詞を使う。調べた結果、一般名詞は 462 語含まれていた。

次に、462 語の一般名詞から 2 語を取り出して繋げた複合名詞を作成する。 $462 \times 461 = 212,982$  個の複合名詞となる。これら 212,982 個の複合名詞を含む文を英語版 Wikipedia 内で検索し、文の出現頻度を計る。以下、出現頻度は文内に複数回出現しても 1 回と数える。

Wikipedia は文章の質が高く、2015 年 12 月 1 日版で

全体では約 30 億ワードを含むが、Step1 に限り、計算時間短縮のため、その一部である約 1 億 4 千万ワードで名詞 2 語からなる複合名詞を検索する。その結果、出現頻度が 1 以上のものが 4,187 語得られた。この 4,187 語を以下、様々な条件の下で絞り込む。

#### 1) 単語の選択

 → 一般名詞 462語

#### 2) 2語の結合による複合名詞化(名詞1名詞2)



図 1 複合名詞の自動獲得の流れ

### 2.3 獲得方法 Step2

始めに概略を述べる。前節で得られた 4,187 個の複合名詞のうち、コーパス内に多く出現するものを選定する。選定条件は、複合名詞を構成する 2 語が同じ文中に現れる頻度の指標である共起頻度(詳細後述)と、複合名詞を構成する 2 語の共起しやすさに関する指標であるダイス係数(定義後述)から設定する。これらの 2 つの条件にそれぞれ閾値を設けて複合名詞を選定する。なお、本節以降は約 30 億ワードを含むコーパス全体で検索を行う。

以下、詳細を述べる。4,187 個の複合名詞の共起頻度を計測する。その際、コーパスは英語版 Wikipedia 全文を用いる。また、検索にあたって、複合名詞の前後のいずれかに名詞があれば頻度に含めない。その際、英文形態素解析ツールの OpenNLP<sup>4)</sup>を用いて、文中の単語の品詞の同定を行う。これは 3 語以上の名詞から成る複合名詞を除外するためである。

次に、複合名詞を構成する 2 つの名詞の共起しやすさの指標であるダイス係数を計測する。今回使用する複合名詞は「単語 1 単語 2」という形式になっている。「名詞 1」の出現頻度を  $\text{freq}(\text{名詞}1)$ 、「名詞 2」の出現頻度を  $\text{freq}(\text{名詞}2)$ 、「名詞 1+名詞 2」の出現頻度を  $\text{freq}(\text{名詞}1, \text{名詞}2)$  としたとき、ダイス係数  $d$

は次式で与えられる。

$$d = \frac{2freq(\text{名詞1}, \text{名詞2})}{freq(\text{名詞1}) + freq(\text{名詞2})}$$

図2 ダイス係数の数式

選定のための閾値を設定するにあたって、複合名詞の出現頻度とダイス係数の双方の常用対数値のヒストグラムを求める。結果をそれぞれ図2、図3に示す。このグラフから、出現頻度の閾値として常用対数値2.5、2.0、1.5、1.0、0.5、0.1、0.05、0.01、の8通りを設定し、ダイス係数の閾値として、常用対数値-2.5、-3.0、-3.5、-4.0、-4.5、-5.0、-10.0、-50.0、-100.0、の9通りを設定する。両者の組み合わせ29通りを用いて複合名詞を抽出する。結果は、71語から2,937語が得られた。

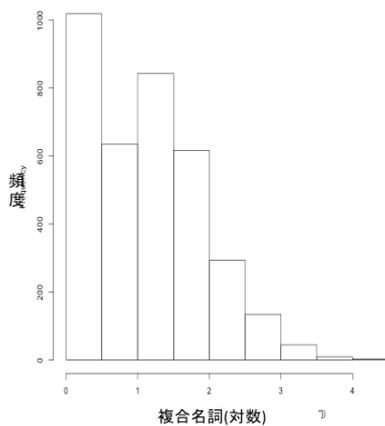


図3 複合名詞の対数

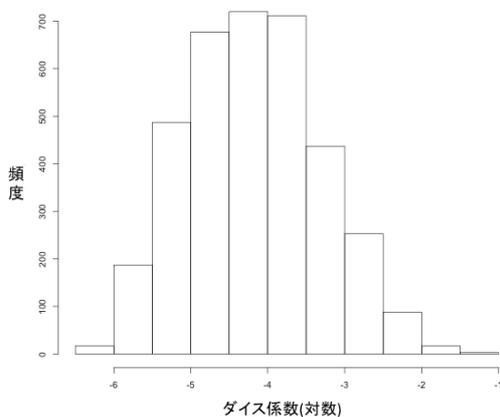


図4 ダイス係数の対数

## 2.4 予備検討の結果及び考察

先の29通りのうち、代表的に、1番厳選された条件、中間、1番緩い条件、の3つの条件で得られた語の例を記す。これらの条件の結果を下に学習に適切な語の獲得の条件を考察する。

選定条件 1)

- ・ 複合名詞の頻度(常用対数) 2.5 以上
- ・ ダイス係数(常用対数) -2.5 以上

獲得語数:71

例:

<名詞 1>	<名詞 2>
car	accident (以下に用例を示す)
college	baseball
computer	science
opera	singer
tennis	player

選定条件 2)

- ・ 複合名詞の頻度(常用対数) 1.5 以上
- ・ ダイス係数(常用対数) -4.0 以上

獲得語数:1,008

例:

<名詞 1>	<名詞 2>
child	actor
action	agency
campus	area
education	department
platform	height (以下に用例を示す)

選定条件 3)

- ・ 複合名詞の頻度(常用対数) 0.01 以上
- ・ ダイス係数(常用対数) -50.0 以上

獲得語数:2,937

例:

<名詞 1>	<名詞 2>
speech	april
morning	zoo
meat	locker (以下に用例を示す)
century	children
day	building

以上は単語のみを表示している。それらの単語を出現した用例を以下に示す。

条件 1)

<名詞 1>            <名詞 2>

Car                    accident

On 27 October 1998, in Vladivostok, Russia, Douglas Kent, the American Consul General to Russia, was involved in a car accident that left a young man, Alexander Kashin, disabled.

条件 2)

<名詞 1>            <名詞 2>

platform            height

A large number of stations had to be upgraded; platforms were extended to a length of    to allow for three-unit trains, and the platform height was raised to .”

条件 3)

<名詞 1>            <名詞 2>

meat                    locker

His pyromania continued and he was forced to run away after locking a schoolmate in his house and setting it on fire, after the boy locked Rory in a meat locker during a field trip.

予備検討を通じて、以下のことが確認出来た。個人のブログのような正しくない表現が多くでる Web ではなく、質の高い文章が書かれている Wikipedia を用いて、選定条件 1 で厳選した結果、日常で使われる複合名詞が多く出現した。しかし、これは既に日本人学習者が知っているものや既存の辞書に載っているものなど学習の必要が無いものである。対照的に、選定条件 3 のように緩い条件では、日本人が目にすることが少ない奇異で、辞書に載っていない単語が得られた。奇異単語もコーパス内の使用例を調べると英語圏で一般的に使用される語であった。このように学習する必要のある単語が多く獲得出来た。誤抽出がわずかに見られた。以下に、複合名詞と用例を載せる。

例) century movement

”Quakers were heavily involved in the 19th century movement for women’s rights in America; the landmark 1848 Seneca Falls Declaration was in large part the work of Quaker women, and has numerous Quaker signatories, well out of proportion to the number of Quakers in American society at large.

2 語を超える長さの複合名詞の一部が抽出された。誤抽出は、日付に関する表現のものであった。

## 2.5 予備検討の結論

- 1) 信頼の置ける複合名詞の獲得に Wikipedia を利用出来る
- 2) Wikipedia で獲得出来る複合名詞の中に、学習に役に立つものがいくつも含まれている

## 3. 本実験

### 3.1 目的

前章での抽出結果を踏まえて、機械的に獲得した複合名詞を対象に、次の 3 点を分析する。

- 1) 辞書に掲載されている複合名詞及び掲載されていない複合名詞の割合を調べる
- 2) 誤抽出の割合を調べる
- 3) 得られた複合名詞が狭いコミュニティで使われる特殊なものかそうでないものの割合を調べる

### 3.2 方法

予備検討においては、2 つの指標を用いて、どのような語が得られるかを調べた。本実験ではそれ以上の検討を行わず、出現頻度のみを使う。選定条件を予備検討での条件 3 より少し少ない獲得数となる、「共起頻度が 10 以上」のみに設定する。その結果、2,008 個の複合名詞が抽出された。今回は基礎検討として、約 50%にあたる 1,000 語を調査対象とする。この 1,000 語のうち、誤抽出の割合及び、辞書に掲載されていない割合、及び特殊でない複合名詞の割合を調査する。前節で述べた目的、1)、2)、3)、に対して、作業者が 1)及び 2)では 1 名、3)では 2 名で確認作業を行った。作業者の英語力は、共に、TOEIC スコアが 600 点以上である。調査の方法を以下のフローチャートで示す。

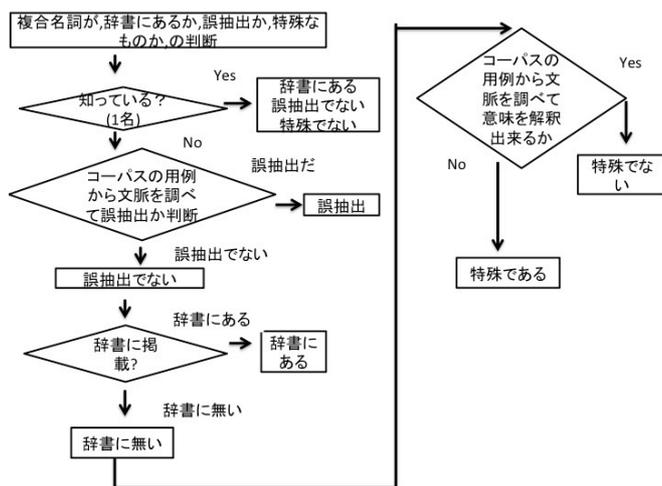


図5 調査作業フローチャート

調査の結果、137語の複合名詞が、誤抽出ではなく、辞書に掲載されておらず、特殊なものではないことが確認された。

### 3.3 構成率の調査結果

調査対象の1,000語に対し、上記のフローチャートに沿った構成率の調査を行った。その結果、全体の約14%にあたる137語が辞書に記載されていないものだった。割合を下記の図に記す。また、得られた複合名詞は辞書には載っていないが、英語の母語話者が実際に使用しているものである。

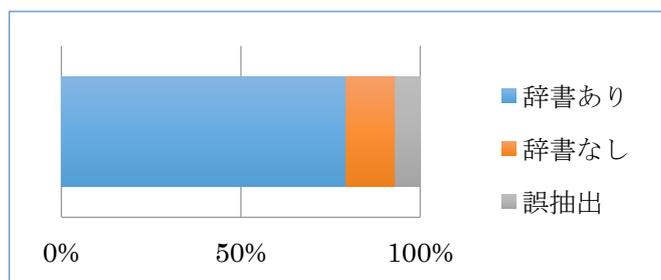


図6 誤抽出、辞書に記載されている/いないの割合

以下に、本実験で得られた、辞書に記載されていない複合名詞とその文の例を載せる。

例1) camera car

For example, a camera car may drive along streets or roads while photographing the changing scene behind it.

例2) attention saying

Then the other boy called my attention saying the same as the other had said.

例3) system president

In March 2007, Lancaster announced that he would retire as system president in the spring of 2008.

## 4. 考察

Wikipediaの文に関して大まかに印象を評価したところ、質が高いことが分かった。獲得された2,008語中の調査対象の1,000語のうち、誤抽出は全体のわずか約0.7%にあたる69語であった。全体の約14%にあたる137語の既存の辞書に掲載されていない複合名詞が得られた。以上のことから、Wikipediaにより、複合名詞の獲得が可能であり、学習に有用な複合名詞を含むことが分かった。

今後の展開としては、単語辞書と同じく数万規模の複合名詞辞書を作ることを考えると、今回の手法をそのまま適用し、英辞郎の初級単語だけでなく、レベルを上げて、更に多くの単語を使用すれば、数万規模の複合名詞辞書を自動獲得出来る見通しを得た。

## 5. まとめ

今回の研究で得られた成果は以下の通りである

- 1) Wikipediaで複合名詞の獲得が可能であることを確認した
- 2) 既存の辞書に記載されていない複合名詞を数多く獲得出来た
- 3) 誤抽出や狭いコミュニティで使われる特殊なものもわずかであった。

この手法を使えば、数万規模の複合名詞辞書を自動構築出来る見通しを得た。

### 参考文献

- (1) 大津由紀雄, 今西典子, 池内正幸, 水光雅則: “言語研究入門”, 研究社, 2002年5月1日
- (2) Electronic Dictionary Project 監修: 英辞郎第三版, アルク(2007).
- (3) [https://en.wikipedia.org/wiki/Main\\_Page](https://en.wikipedia.org/wiki/Main_Page)

2015年12月1日版

- (4) <https://opennlp.apache.org/announcement/release-160.html>
- (5) <http://ejje.weblio.jp/>  
weblio 英和辞典・和英辞典
- (6) 小林義行, 徳永健伸, 田中穂積: “名詞間の意味的共起情報を用いた複合名詞の解析”, 自然言語処理, Vol.3, No.1(1996).
- (7) 山田寛康, 工藤拓, 松本裕治: “Support Vector Machine を用いた日本語固有表現抽出”, 情報処理学会論文誌, Vol.43, No.1, pp.44-53(2002).

# 英語プレゼン学習支援アプリにおける採点機能の検討

窪田 知也, 堀 智子, 吉本 定伸, 小嶋 徹也\*<sup>1</sup>,

\*<sup>1</sup> 東京工業高等専門学校

## Consideration on scoring function in English presentation learning support application

Tomoya Kubota, Tomoko Hori, Sadanobu Yoshimoto, Tetsuya Kojima \*<sup>1</sup>

\*<sup>1</sup> National Institute of Technology, Tokyo College

近年グローバル化が進み、企業の会議や国際的な発表の場において、英語でのプレゼンテーションを行う機会が増えている。本研究では主に学生が効果的な英語プレゼンテーションを行えるようにするために、理想的なプレゼンテーションと学生のプレゼンテーションの相違点を客観的に評価し、採点することのできるシステムの開発を行い、実用可能なアプリケーションを開発することが目標である。

キーワード:英語プレゼンテーション, 採点機能, ピッチ

### 1. はじめに

近年グローバル化が進むにつれ英語プレゼン技術の向上が求められている。とりわけ英語の発音は効果的なプレゼンをするために不可欠なため、学生を対象としたプレゼン時の英語発音向上を目的としたアプリケーションの開発を行う。

従来、英語の発音練習をする場合は、お手本となる音声を学習者が聞き、アクセントや抑揚、スピードなどをお手本に合わせて発音練習を繰り返し行い、正しい発音を学ぶことが多い。しかし、母国語と異なる英語でのプレゼンテーションでは、お手本となるプレゼンテーションとの相違点を見つけることは難しく、どの程度お手本のプレゼンテーションと一致しているのかを評価するためには、ピッチとポーズと音響インテンシティが重要とされている。<sup>(1)</sup>

これまでの本研究のプロジェクト<sup>(1)(2)(3)</sup>において、英語プレゼン学習支援アプリケーションの機能は、お手本の音声(wavファイル)を再生する機能、学習者の発音した声の特徴をリアルタイムで表示する機能(図1)、音声再生中にリアルタイムで英文を表示する機能、音声のピッチを抽出する機能<sup>(4)(5)</sup>を開発してきた。また、本研究で取り扱う採点機能(スピーチスコアリングシステム(SSS))を考案した。

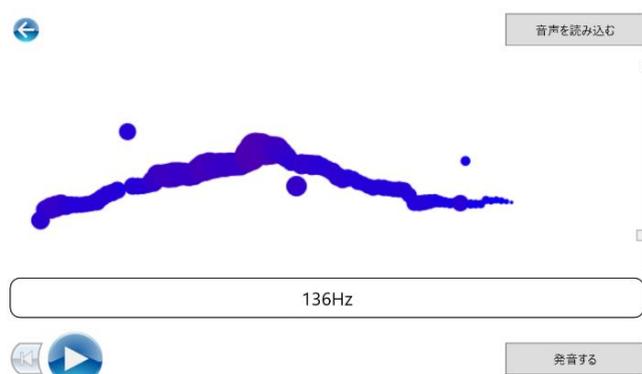


図1 リアルタイムでの音声特徴表示

本研究では英語プレゼン学習支援アプリケーションにおいて、お手本となる音声の特徴と学習者が発音した音声特徴の類似性に注目して、採点を行うためのアルゴリズムについて検討する。今回は音声特徴の中のピッチに着目してお手本の音声と学習者の音声を比較し、採点に利用することを検討する。

### 2. 採点機能の検討

#### 2.1 前処理

採点を行うために音声ファイルからピッチ抽出を行うが、このデータをそのまま採点に用いてしまうと、ノイズなどの障害により正しく採点することが難しいため、採点を行う前に前処理を行う。以下に前処理の手順を示す。

### 2.1.1 ローパスフィルタ (LPF)

まず初めにピッチ抽出においてノイズ及び高周波成分が存在しているとピッチ抽出に問題が生ずることがあるため、音声データのノイズ及び高周波成分の除去を行うために、ローパスフィルタ (以下 LPF) を用いる。LPF 適用前後の音声データを図 2, 図 3 に示す。

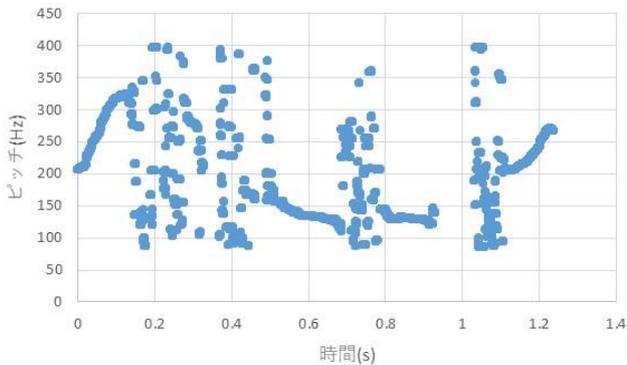


図 2 LPF 適用前

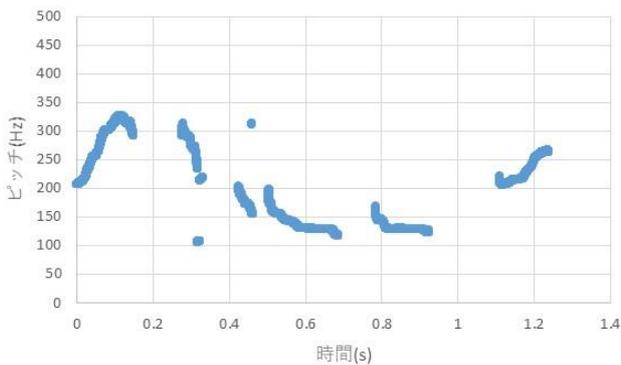


図 3 LPF 適用後

このように LPF を用いることによってノイズが大幅に改善されたのが分かる。

### 2.1.2 セミトーン変換

採点を行う際に性別や年齢による周波数の違いによる採点への影響を抑えるために、LPF 後のピッチ抽出したデータにセミトーン変換を適用する。セミトーン変換の式を(1)に示す。またセミトーン変換後のピッチデータを図 4 に示す。

$$\text{Semitone} = 12 \frac{\log_{10} \frac{f_1}{f_2}}{\log_{10} 2} \quad (1)$$

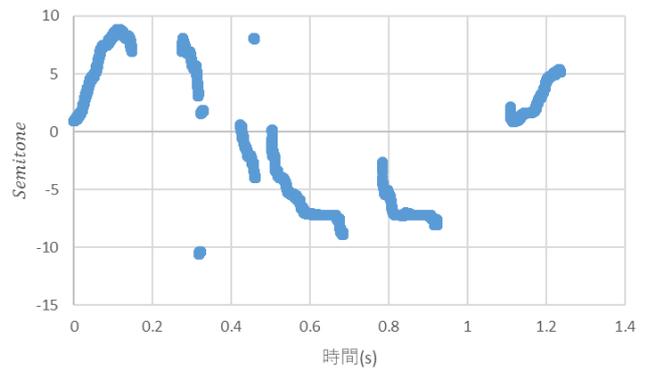


図 4 セミトーン変換後のデータ

図 3 及び図 4 より、ほぼピッチ抽出結果に影響なく変換することができていると分かる。

### 2.1.3 時間のずれ修正

お手本のデータと学習者のデータでは時間のずれが生じているため、ずれを修正し正しく採点が行えるようにする必要がある。時間のずれを修正するために、音声が発見される以前の無音の部分に当たる不要なデータの削除を行う。不要なデータ削除前後のデータを図 5, 図 6 に示す。

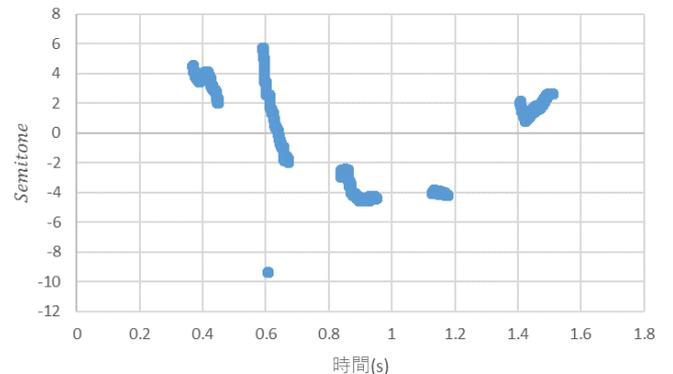


図 5 不要データ削除前のデータ

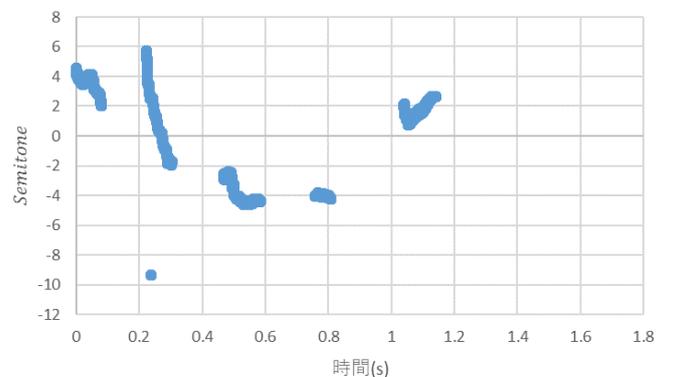


図 6 不要データ削除後のデータ

このように不要なデータが削除されているのが分かる。

### 2.1.4 今回使用するピッチデータ

今回採点に利用したピッチデータを図4及び図7に示す。図4に示したピッチデータがお手本のピッチデータであり、図7に示したピッチデータが学習者のピッチデータである。

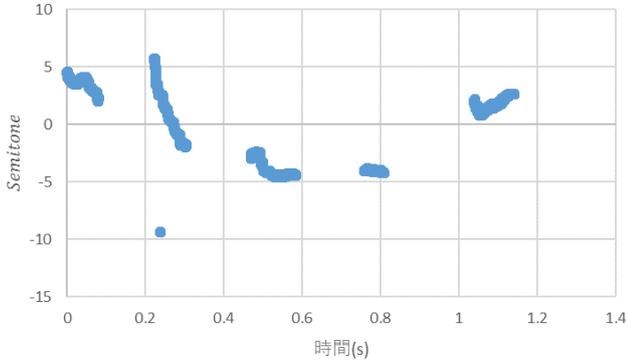


図7 学習者のピッチデータ

## 2.2 採点方法の検証

まず基本的な採点方法として、セミトーン変換後のピッチデータの値を直接用いて採点する方法（採点方法1）及び、セミトーン変換後のピッチデータを用いてピッチの傾きを計算しピッチの変化に着目して採点する方法（採点方法2）の検証を行う。

### 2.2.1 採点方法1

採点方法1ではセミトーン変換されたピッチデータの値を直接比較していく方法を用いた。計算に用いた式を(2)に示す。

$$a_n = \frac{u_n - m_n}{m_n} \quad (2)$$

$a_n$  計算結果

$m_n$  お手本のピッチデータ

$u_n$  学習者のピッチデータ

(2)式によって時間ごとのお手本のピッチデータとの誤差率を計算し、(2)式の計算結果から誤差率の平均値を求め、以下に示す(3)式を用いて得点とする。

$$(1 - a_{ave}) \times 100 = A \quad (3)$$

$a_{ave}$  誤差率の平均値

A 最終的な得点

### 2.2.2 採点方法2

採点方法2ではセミトーン変換されたピッチデータの値から以下に示す(4)式を用いてお手本のピッチデ

ータ及び学習者のピッチデータから傾きを求める。

$$s_n = d_{n+1} - d_n \quad (4)$$

$s_n$  計算結果

d お手本または学習者のピッチデータ

以下に示す(5)式を用いて誤差率を計算し、(5)式の計算結果から誤差率の平均値を求め、(3)式を用いて得点とする。

$$a_n = \frac{us_n - ms_n}{ms_n} \quad (5)$$

$a_n$  計算結果

$ms_n$  お手本のピッチデータから求めた傾き

$us_n$  学習者のピッチデータから求めた傾き

## 2.3 採点方法の検証

図4と図7に示すお手本と学習者のピッチデータを用いて、採点方法1と採点方法2で誤差率の計算を行った結果を、以下の図8及び図9に示す。

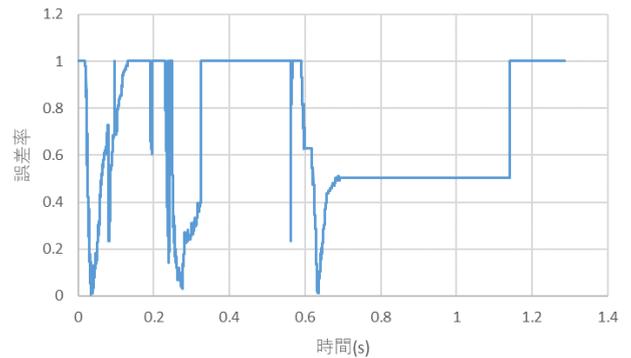


図8 採点方法1の誤差率

採点方法1の点数 30.549点

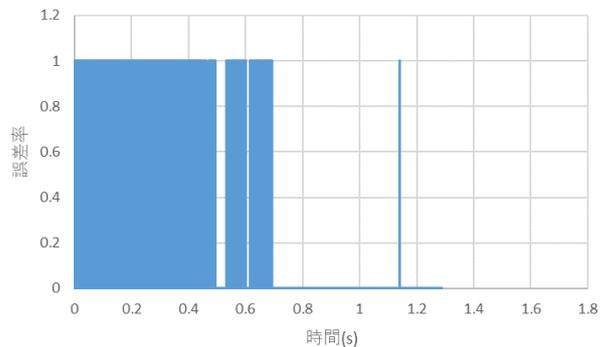


図9 採点方法2の誤差率

採点方法2の得点 96.188点

図8に示す採点方法1の採点結果から直接ピッチデータの値を比較する方法では、お手本のピッチデータの値と学習者のデータの値が大きく異なっていたため30.549点と低い点数であった。

また図 9 に示す採点方法 2 の採点結果から傾きを計算し採点する方法では、お手本または学習者のピッチデータ内に同じ値のデータが数十個続く場合もあり、このとき傾きが 0 となる時刻が非常に多くでてきてしまう。さらに傾きが変わる時刻の時だけ誤差率が 1 を示し、次の時刻では傾きが 0 になるため、得点に偏りができてしまう。これらの原因からこの方法では 96.188 点と非常に高い点数となった。

以上の結果から採点方法を見直し、採点に関して有効だと考えられる計算結果のデータのみを抽出し、その計算結果を用いて採点が行えるように改良を行った。改良を行った採点方法 1 を採点方法 3 とし、改良を行った採点方法 2 を採点方法 4 とする。

改良を行った採点方法で誤差率の計算を再度行った結果を図 10、図 11 に示す。

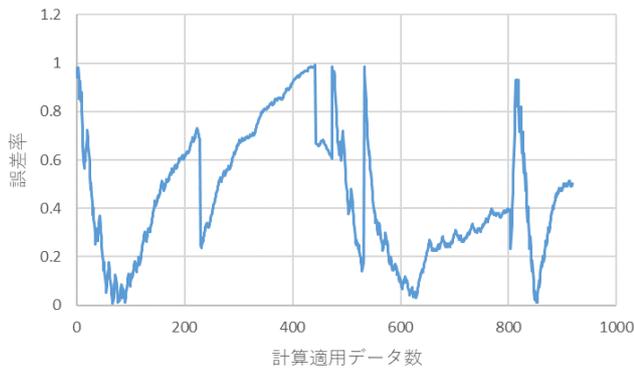


図 10 採点方法 3 の誤差率  
採点方法 3 の得点 54.734 点

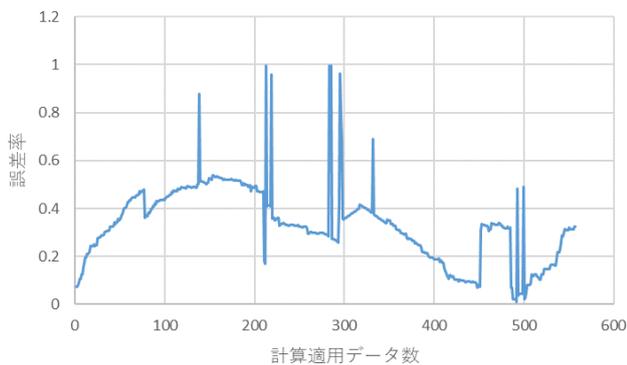


図 11 採点方法 4 の誤差率  
採点方法 4 の得点 67.077 点

### 3. 考察

採点結果から当初想定していた改良前の採点方法

では、音声の類似性に関する採点において有効でない計算結果を多く採点結果に含んでしまったため、採点に偏りができてしまった。採点方法を見直し採点に有効と考えられる計算結果を抽出し、採点を行うように改良した結果、採点方法 3 での得点が 54.734 点、再度採点した採点方法 4 での得点が 67.077 点となった。この採点結果からピッチの特徴を捉え採点することができたと考えられる。

### 4. おわりに

ピッチの類似性に着目して採点を行うアルゴリズムの検討を行った。とりわけ改良を行った採点方法 3 と採点方法 4 について比較的良い結果が得られたと考えられる。今後は英語プレゼン学習支援アプリケーションに今回検討した採点機能を実装するとともに、更なる採点方法向上のために録音されたプレゼンの採点区間を分割する、より英語プレゼンにおいての特徴を捉えた採点するため、単語ごとに採点が行えるように改良する等、精度の高い採点を実現できるようにする必要がある。

### 謝辞

本研究は、JSPS 科研費 25370680 の助成を受けたものである。

### 参考文献

- (1) 松永竜太郎:英語プレゼンテーションのための音声学習支援ソフトウェアの開発, 教育システム情報学会要旨, (2014)
- (2) 橋積裕紀:英語プレゼンテーション学習支援ソフトウェアの開発, 教育システム情報学会要旨, (2015)
- (3) 西原悠貴:英語プレゼンテーション学習支援ソフトウェアの開発, 教育システム情報学会要旨, (2016)
- (4) 斉藤収三, 加藤勝洋, 寺西昇:“音声の基本周波数の特性について”, 日本音響学会誌, vol.14, no.2, pp.111-116,(1958)
- (5) 矢野博夫・日高新人・橋秀樹:音響インテンシティによる音場の可視化, [https://www.jstage.jst.go.jp/article/souonseigyoy1977/15/4/15\\_4\\_170/\\_pdf](https://www.jstage.jst.go.jp/article/souonseigyoy1977/15/4/15_4_170/_pdf), (2009)

# 協調作業を支援する IoT を用いた学習環境

野口 孝文\*1, 千田 和範\*1, 稲守 栄\*1

\*1 釧路高専

## Learning Environment Using IoT for Supporting Collaborative Work

Takafumi Noguchi\*1, Kazunori Chida\*1, Sakae Inamori\*1

\*1 National Institute of Technology, Kushiro College

In this paper, we describe the realization of cyber physical learning environment where learners are able to edit and to compose teaching materials in the computer and the real world, by developing the object parts to work with IoT equipment in our system. By doing this, adaptive teaching materials in collaboration with the real world can be created and a cooperative learning environment with high degree of freedom can be realized.

キーワード: 協調学習環境, IoT, 試行錯誤

### 1. はじめに

プログラミングやメカトロニクスの学習教材としてコンピュータと外部の機器を組み合わせて制御するシステムが多数提案されてきた。また身の回りでは、様々な機器がネットワーク上に接続されコンピュータを介して容易に連携することが可能になっている。しかし、コンピュータ上の教材や実世界の機器を自由に組み合わせた編集が可能な教材はこれまでなかった。ネットワークに接続された機器とコンピュータ上の教材を自由に連携することができれば、これまでにない自由度の高い学習環境が実現できると考えられる。

本論文では、IoT 化した機器と、我々が開発してきたコンピュータ上で直接操作可能なオブジェクト部品を用いた学習支援システム (IntelligentPad) (1)(2) を組み合わせることによって、上述の自由度の高い学習環境を実現することについて述べる。IoT 化された機器と連携するオブジェクト部品を我々のシステムに開発することによって、他の学習者が利用するコンピュータも含め実世界にある機器とコンピュータ上の教材を学習者自身が組み合わせたり編集したりできるサイバーフィジカルな学習環境が実現できる。

本論文の 2 章ではプログラムと機器を IoT 化するこ

とを必要とする背景について述べる。3 章では、従来の実験方法と IoT 化によって可能になる学習環境について述べ、システムを用いた学習支援の例と期待する効果について、そして 4 章にまとめを述べる。

### 2. これまでの学習支援環境

#### 2.1 IntelligentPad システム

図 1 は、IntelligentPad を用いて開発した学習支援システムの様子である。IntelligentPad は、パッドと呼ばれるオブジェクトをダイナミックに組み合わせたり、変更したりできるシステムである。パッドは、ディスプレイ上に可視化され、マウスによる直接操作でパッドを自由に組み合わせることができる。パッド同士の結合は、標準化されたスロットの結合によって行い、様々な合成パッドを作ることができる。

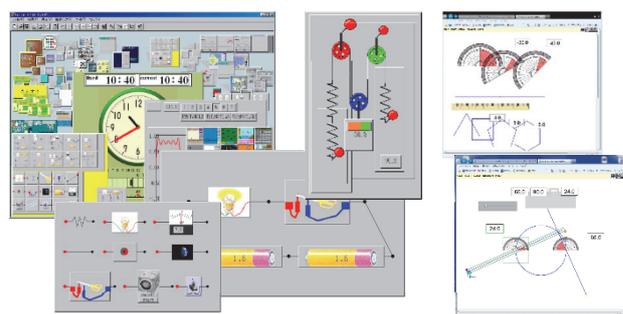


図 1 IntelligentPad による再利用可能なシステム

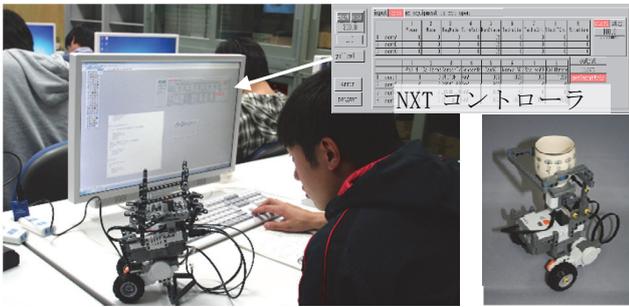


図2 パッドを用いたロボットの制御と実習の様子

## 2.2 コンピュータに直接接続された機器

これまで我々は、コンピュータ外部にある機器とコンピュータ上のプログラム部品とを組み合わせた学習環境を実現してきた<sup>(3)</sup>。図2は、我々の開発してきた学生実験のシステムである。LEGO (NXT) を制御するプログラムをコンポーネント化し、制御プログラムも部品の組み合わせで作成している。このシステムでは、多様なレベルの学習者に対応するために、通信機能や表示の機能部品を与えることで、学習者が制御プログラム作成に集中できるようにしている。

決められた機器を用いているため、本システムを用いた実験の計画や実施は、容易であった。しかし、実験を進めながら使用する機器の構成を変えていくといった、試行錯誤的な使い方には十分対応しているとは言えない。たとえば、NXTを用いた装置を個別に開発し、それらを持ち寄って統合してシステムを構成するといったときには、NXTとコンピュータ上のプログラムとの対応を改めてとる必要がある。NXTをコンピュータに接続するとデバイスドライバは自動的に組み込まれるが、アクセスのための識別番号が接続した順番によって変わってしまう可能性があるからである。

次章では、新しいLEGOシステムであるEV3 (以下EV3) の通信機能を利用したIoT化によって可能になる学習環境について示す。

## 3. IoT化によって可能になる学習環境

前章で示した教材システムをIoT化することによって協調学習が可能になることを示す。図3は、これまで授業で製作してきたLEGOによる信号機とお茶運びロボットをEV3で実現したものである。EV3がWiFi接続可能なこととNXTと同様に直接コマンドによる入出力制御が可能のため、TCP/IP通信機能と制御機能をもつEV3コントローラパッドを新たにつく

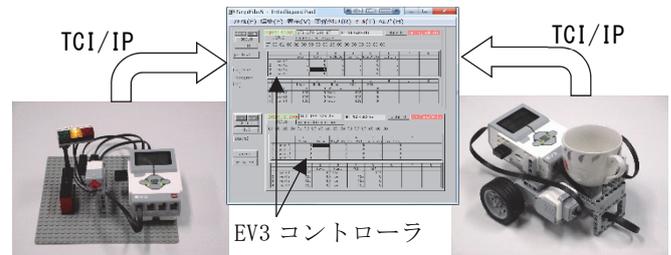


図3 自由な連携が可能なシステム

ることで、IoT化を実現した。

NXTを用いた実験では、PCとNXTとの接続が、ケーブル接続であるばかりでなくUSB接続であったため、学生の作品同士の連携が簡単ではなかった。しかし、PCとEV3の連携にTCP/IPを用いたことにより、IPアドレスとポート番号を指定するだけで簡単に他の学生の作品と協調動作させることが可能になった。本研究では、LEGOばかりでなく各種計測器のIoT化も実現しており、それらの機器との連携も標準化されたスロットの結合のみで容易に行うことができる。

## 4. おわりに

本論では、実世界にあるIoT化された機器とコンピュータ上の教材を学習者自身が組み合わせたり編集したりできるサイバーフィジカルな学習環境の実現を提案した。本システムの実現によって、実世界にある機器とコンピュータ上のプログラム部品を組み合わせた多様な試行錯誤が可能になった。

## 謝辞

本研究の一部は、科学研究費基盤研究(C)(一般)(16K01150)を受け推進している。

## 参考文献

- (1) 野口孝文, 田中譲: "プログラミング学習のためのツールキットシステムを用いたマイクロワールド", 教育システム情報学会論文誌, Vol. 16, No.4, pp. 208-216, (2000).
- (2) 野口孝文, 千田和範, 稲守栄: "初心者から上級者までシームレスにプログラミングを学ぶことができる持続可能な学習環境の構築教育システム情報学会論文誌, vol. 32, No.1, pp.59-70, (2015).
- (3) 野口孝文: "多様なGUIコンポーネント持つ制御実験システム", FIT2003, pp. 579-580 (第3分冊), (2003).

## Penumbral Tourism :

### 観光を指向した ICT 活用型防災教育の提案

光原 弘幸<sup>\*1</sup>, 井上 武久<sup>\*2</sup>, 山口 健治<sup>\*2</sup>, 武知 康逸<sup>\*2</sup>, 森本 真理<sup>\*2</sup>,  
上月 康則<sup>\*1</sup>, 井若 和久<sup>\*3</sup>, 獅々堀 正幹<sup>\*1</sup>

\*1 徳島大学大学院理工学研究科, \*2 株式会社オプトピア, \*3 徳島大学地域創生センター

## Penumbral Tourism: ICT-based Disaster Education Focusing on Disaster Simulation and Local Tour

Hiroyuki Mitsuhara<sup>\*1</sup>, Takehisa Inoue<sup>\*2</sup>, Kenji Yamaguchi<sup>\*2</sup>, Yasuichi Takechi<sup>\*2</sup>, Mari Morimoto<sup>\*2</sup>,  
Yasunori Kozuki<sup>\*1</sup>, Kazuhisa Iwaka<sup>\*3</sup>, Masami Shishibori<sup>\*1</sup>

\*1 Graduate School of Science and Technology, Tokushima University

\*2 OPTPIA Co., Ltd.

\*3 Center for Community Revitalization, Tokushima University

著者らはこれまで、携帯情報端末を用いた実世界指向の ICT 活用型避難訓練を実施してきた。この避難訓練は“未災地で災害を疑似体験する”ことを通じた防災教育といえ、主に地域住民を対象としてきた。しかし、(1) 地域住民の能動的な参加を促進しなければならない、(2) 地域を訪れる観光客に対する防災を考慮しなければならない、という課題がある。そこで本研究では、ICT 活用型避難訓練の観光への応用として、地域住民や観光客がシナリオに基づいて地域を散策したりしながら防災について考える、Penumbral Tourism (半影のツーリズム) を提案する。

キーワード: ICT 活用型避難訓練, 考えさせる防災教育, 観光, 携帯情報端末, 未災地/復興地

### 1. はじめに

近年、頻発する自然災害が人々の防災意識を向上させている。しかし、その一方で、災害を他人事と考え、防災に関心をもたない人も少なくない。また、自然災害発生からの時間経過に伴って防災意識が低下することも指摘されている<sup>(1)</sup>。言い換えれば、防災意識の向上・維持は難しい。

防災意識の向上・維持に果たす防災教育の役割は大きい。不特定多数の人々に有効な防災教育は確立されていない。したがって、多様な人々を想定した多様な防災教育を提案・開発・実践することが望まれる。

防災教育の多様化として、ICT (情報通信技術) の活用に期待が高まっており<sup>(2)</sup>、事例も多く報告されている。例えば、Wahyudin らは災害発生時の初期対応を訓練するために、仮想の3次元災害空間で展開され

るロールプレイングゲームを開発した<sup>(3)</sup>。亀田らはマーカ型 AR (Augmented Reality) を用いて、マーカに割り当てた都市モデルや津波シナリオを組み合わせることで、より多様な津波リスクを可視化する手法を開発した<sup>(4)</sup>。畠山らはタブレット端末を活用した防災教育として、野外調査を通じたデジタル防災マップ作成とシナリオ型避難訓練を融合したシステムを開発し、教育現場への導入を進めている<sup>(5)</sup>。

著者らも ICT 活用型防災教育に着目している<sup>(6)</sup>。特に、より多くの人々に対して防災に関心をもたせるために、ゲーム要素を取り入れた ICT 活用型避難訓練 (ICT-Based Evacuation Drill : ICTBED) を提案・開発・実践してきた<sup>(7)(8)(9)</sup>。ICTBED は実世界を指向しており、参加者は GPS 搭載の携帯情報端末 (スマートフォンやタブレット) を持って避難場所まで移動

する。ICTBED では、インタラクティブな避難シナリオに基づき、特定の場所で、その場所に対応する仮想的な災害状況を表現したコンテンツが表示される。参加者は実際に地域を移動しながら、コンテンツを閲覧し、避難行動を選択して制限時間内に避難場所に到着することが求められる。選択に応じた避難シナリオの分岐も可能で、ゲーム要素としてマルチエンディングを実現している。例えば、地震・津波避難の場合、「家族の安否確認のために、海岸方向にある自宅に戻るかどうか」といった困難な状況を動画などで表現し、選択式質問で判断（避難行動）を選択させる。「戻る」を選択した場合は、自宅として設定された場所に向かわせることになる。

ICTBED は、主に地域住民を対象とした、“未災地で災害を疑似体験する”ことを通じた防災教育といえる。しかし、ICTBEDには(1)地域住民の能動的な参加を促進しなければならない、(2)地域を訪れる観光客に対する防災を考慮しなければならない、という課題がある。これらの課題を解決するために、本研究では、ICTBEDの枠組みを観光に応用したICT活用型防災教育として、Penumbra Tourism (半影のツーリズム：PT)を提案する。

本稿では以下、2章でICTBEDの避難シナリオとコンテンツを概説する。3章でPenumbra Tourismのコンセプトとシナリオ例を述べる。4章で本稿をまとめて今後の課題を示す。

## 2. ICT活用型避難訓練

ICTBEDは、ゲーム要素を取り入れることで、より多くの地域住民に対して防災に興味をもたせる。さらに、避難シナリオとコンテンツにより災害状況をリアルに表現することで、防災についてより真剣に考えさせる。特に、災害時の困難な状況（モラルジレンマなど判断に迷う状況）を積極的に扱うことにしている。図1にコンテンツの例とICTBED実施の様子を示す。

### 2.1 避難シナリオ

避難シナリオには、ICTBEDにおける状況的リアリティとして、実際の災害時に発生しそうな状況を記述することが求められる。避難シナリオは条件に応じた分岐により、マルチエンディングを実現できる。図2



図1 ICTBED

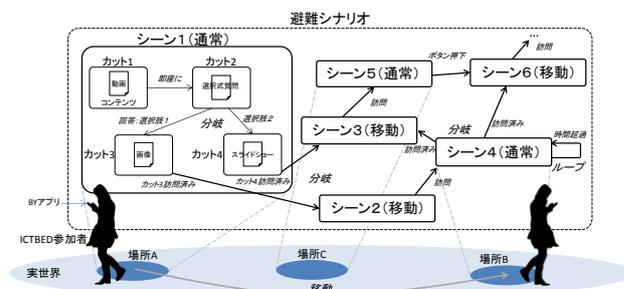


図2 避難シナリオの構成

に避難シナリオの構成を示す。

#### 2.1.1 シーン

避難シナリオは複数のシーンから構成される。シーンには以下の3種類がある。

##### (1) 通常シーン

通常シーンはコンテンツを表示する実世界の場所であり、参加者の通過（または訪問）が予想される場所に（緯度経度による矩形領域で）設定される。GPS搭載携帯情報端末にインストールされたアプリが参加者の現在位置から通常シーンを認識し、対応するコンテンツを表示する。参加者は通常シーンで立ち止まってコンテンツを閲覧することになる。

##### (2) 移動シーン

移動シーンは通常シーンをつなぐ役割をもち、参加者に次の通常シーンへの移動を促す。移動シーンにおいてアプリは、メッセージ（次の通常シーンに関する指示やヒント）やデジタルマップで現在位置を表示したり、BGMを再生したりする。

##### (3) 割込シーン

割込シーンには、指定時間やシーン訪問からの経過時間が設定される。アプリはタイマにより割込シーンを認識し、強制的に指定のコンテンツを表示する。

#### 2.1.2 カット

シーンは1つ以上のカットから構成される。カットはコンテンツと対応づけられる。

### 2.1.3 条件分岐

避難シナリオは条件分岐によりインタラクティブ化される。主な条件分岐を以下に示す。

#### (1) 選択肢選択 (カット間)

選択式質問の回答に応じて、次のカットを変える。

#### (2) 正誤 (カット間)

正誤(正誤設定のある選択式質問の回答)によって、次のカットを変える。

#### (3) 訪問済みカット/シーン (カット間, シーン間)

特定のカット (当該シーン内に限定) またはシーンに訪問したかどうかで次のカットまたはシーンを変える。

#### (4) スコア (カット間, シーン間)

選択式質問の回答にスコアを設定できる。参加者の累積スコア (当該シナリオ内に限定) によって、次のカットまたはシーンを変える。

## 2.2 コンテンツ

コンテンツは、テキストメッセージ、音声、静止画、動画、スライドショー、選択式質問により、シーン (場所や時間) に対応した仮想的な災害状況を表現する。選択式質問は判断の選択に用いられるだけでなく、正誤を設定すればクイズとして表示できる。

## 3. Penumbral Tourism

ICTBED には、(1) 地域住民の能動的な参加を促進しなければならない、(2) 地域を訪れる観光客に対する防災を考慮しなければならない、という課題がある。(1) について、ICTBED はゲーム要素を取り入れているものの、“考えさせる” 避難訓練を標榜しており、難しい印象を与え敬遠されていると考えられる。

(2) については、観光客を対象とした防災のニーズが高まっている中<sup>(10)(11)</sup>で、ICTBED は地域住民のみを対象としており、ニーズに対応できていない。

そこで本研究では、より多くの人々に対して防災に関心をもたせるために、より多くの人々に受け入れられる娯楽として観光に着目した。そして、ICTBED の観光への応用として、観光を指向した ICT 活用型防災教育である PT を提案する。

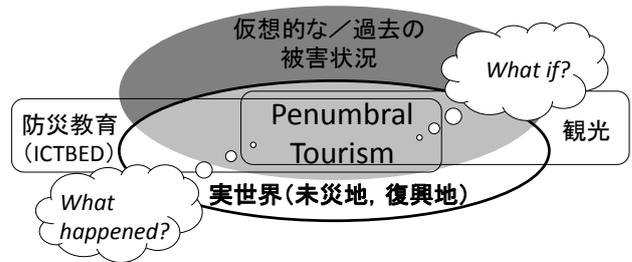


図3 PT のコンセプト



図4 PT コンテンツの構造

### 3.1 コンセプト

PT は防災教育と観光の融合である。防災教育と観光の融合はこれまで主に、ダークツーリズム (Dark Tourism : DT) として発展してきた。DT とは、悲劇的な出来事の現場 (遺構など) やその関連施設 (博物館など) を訪問し、災害・防災、戦争・平和、生・死・苦痛などについて考える学習活動である<sup>(12)</sup>。災害・防災を考える DT では主に、被災地や復興地 (復興を遂げた地域) を訪問することになる。

PT は、未災地または復興地を対象に、“What if : その地域が被災したらどうなるか/どう行動 (避難) すべきか” や “What happened : その地域が過去にどのように被災したか/どのように復興してきたか” を ICTBED の枠組みを応用して可視化し、観光の一環 (一部) または観光そのもの (全体) として、参加者に防災について考えさせる。可視化した仮想的または過去の災害状況 (暗い部分) を実世界の未災地や復興地 (明るい部分) に重ねて見せることから、“半影の” という意味の “Penumbral” を採用して、“Penumbral Tourism” と名づけた。図3にPTのコンセプトを、図4にPTコンテンツの構造を示す。

PTはICTBEDと観光の関係性によって、3つのタイプに大別される。図5にPTタイプの概略を示す。

#### 3.1.1 タイプ1 : ICTBED ⊂ 観光

ICTBED が観光に包含され、観光に重きが置かれる PT である。避難シナリオをツアーシナリオに置き換

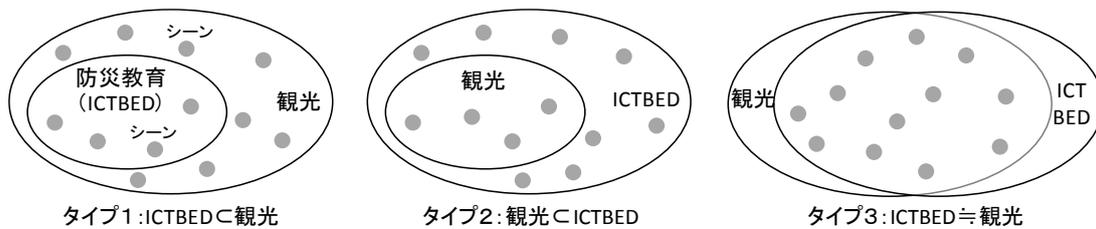


図5 PTタイプ

え、コンテンツとして、可視化した災害状況だけでなく防災情報（避難場所など）や観光情報（観光スポット案内など）を取り入れる。タイプ1では、避難訓練の緊迫感は排除され、避難場所がゴール地点になるとも限らない。つまり、タイプ1はICTBEDを位置情報サービスの枠組みと捉え、避難訓練とは異なる防災教育を提供する。

未災地の住民が地域の災害状況を想像することは難しく、また、どこにどのような危険箇所や避難場所があるかを十分に把握していない人もいる。タイプ1では、参加者はシナリオに基づいて地域散策を楽しみながら、チェックポイントでコンテンツを閲覧し、災害・防災について考える。例えば、地域散策を通じて、危険箇所や避難場所を知ることは、防災教育の第一歩（防災について考える動機づけ）として意義がある。

### 3.1.2 タイプ2：観光 ⊂ ICTBED

ICTBEDが観光を包含し、避難訓練に重きが置かれるPTである。タイプ2では、ICTBEDを実施する中で、状況的・視聴覚的リアリティを低下させずに観光情報を提供する必要がある。例えば、観光情報の表示を最小限に抑え、ICTBED実施後に観光を動機づけるようなシナリオが必要かもしれない。また、素早い移動が要求されるICTBED（例えば、津波避難訓練）に観光を取り入れることは難しい。

タイプ2では、地域住民が地域の防災イベントとしてICTBEDに参加することを想定している。また、観光客が地域を観光し始める前にICTBEDに参加することも想定している。

### 3.1.3 タイプ3：ICTBED ≡ 観光

ICTBEDと観光の共通部分が多い場合、ICTBEDそのものが観光（イベント）として成立する可能性がある。ただ、安全かつ円滑なイベント実施のために、道路を封鎖したり（交通事故などを防ぐために）、広大な会場を用意したりする必要があることから、タイプ

3の実施は、地域や行政との協力体制が構築されていることが前提となるであろう。

タイプ3では、地域住民が地域のイベントに気軽に参加する感覚でICTBEDに参加することをめざす。また、ICTBEDにオリエンテーリングのような競争要素を取り入れるなどしてイベント化することで、観光客にICTBEDへの参加（地域への訪問）を動機づける。

## 3.2 シナリオ例

PTのタイプ別にシナリオ例を示す。

### 3.2.1 タイプ1

過去の災害の事実や教訓などを伝える石碑や祠などをチェックポイント（通常シーン）とするウォークラリーが考えられる。チェックポイントでコンテンツ（教訓の解説や過去の被害状況の提示など）を閲覧することで、さまざまな感覚（周囲の地理的状況など）とともに印象深く防災について考えることが期待される。例えば、「昭和南海地震ではここまで津波が押し寄せた」と記された津波碑を訪問し、コンテンツで津波到達時間などの補足情報を知ることによって、参加者はその場所の標高や海岸からの距離を感じながら、「ここよりも高い場所に避難しなくてはいけない」「津波到達時間内に到着できる、ここより高い避難場所はどこだろう」と考える。

参加者はチェックポイント間の移動中、通常シーンとして表示される観光情報（現在位置に近い名物の案内など）を閲覧し、楽しみながらウォークラリーを続けることができる。また、より多くのチェックポイントを訪問することで特別なエンディングに到達したり、スコアが加算されたりするようなゲーミフィケーションを取り入れれば、さらなる動機づけにつながる。

### 3.2.2 タイプ2

ある歴史的建造物を通常シーンにした場合、仮想的な被害状況（建造物の一部倒壊など）を表示するもの

の、コンテンツ内で「ここに所蔵されている文化財の絵画は無事だろうか…」といった台詞（情報）を加えることで、ICTBED 実施にその建造物を訪問し、絵画の観賞を動機づける。

### 3.2.3 タイプ 3

津波到達まで比較的時間があり、共助をめざす地域において ICTBED を実施する場合、津波到達までにより多くの人を救助し、自分も助かることをゴールとするシナリオが考えられる。この場合、救助した人数に応じて、スコアが加算されるなど設定しておく。

観光客に対しては、仮想的に通行不可な道を設定した地域において、もっとも早くかつ最短経路で避難場所に到着した参加者を勝者とするようなシナリオが考えられる。

## 3.3 PT の作成

PT は ICTBED の枠組みの応用であることから、PT のシナリオとコンテンツは、ICTBED と同様に BY (Bosai Yattosar) システム<sup>(13)</sup>を使って作成できる。

### 3.3.1 シナリオ作成

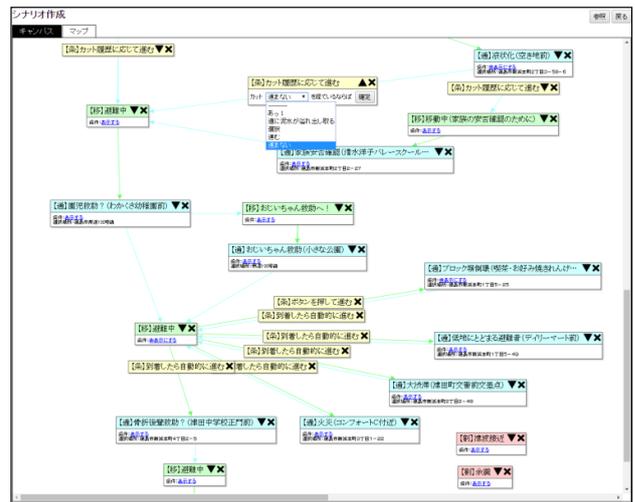
BY システムはシナリオ作成機能を有している。ユーザ (PT 実施者) はシーンやカットを作成し、条件分岐を設定しながら、簡単なマウス操作でシーンやカットをつなげていくことでシナリオを作成できる。図 6 にシナリオ作成機能のユーザインタフェースを示す。

### 3.3.2 コンテンツ作成

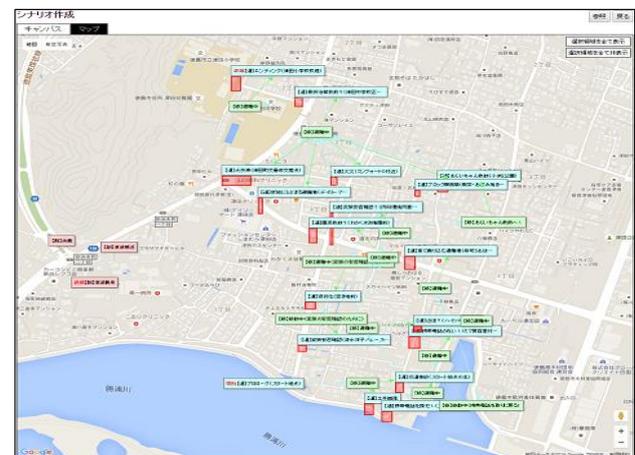
BY システムでは、動画や音声などをコンテンツファイルとして登録できるほか、合成画像により災害状況を表現したスライドショーを作成できる。スライドショー作成機能では、背景、前景、人物の素材画像を組み合わせ、字幕（台詞など）や音声を追加して、複数枚のスライドを作成する。そして、スライド切り替え時間（秒）を設定することでスライドショーを作成していく。図 7 にスライドショー作成機能のユーザインタフェースを示す。

## 4. おわりに

本稿では、ICTBED における課題を解決するために、ICT 活用型防災教育として、ICTBED と観光を融合した Penumbra Tourism (PT) を提案した。PT は、地域住民の能動的な参加を促進するとともに、地域を訪



シーン構成画面



マップ上でのシーン(場所)確認

図 6 シナリオ作成機能



図 7 スライドショー作成機能

れる観光客に対する防災を考慮することをめざしている。ICTBED の枠組みはそのままに、避難シナリオとコンテンツに観光情報を取り入れたり、ICTBED 自体を観光（イベント）として捉えたりすることで、PT は実現される。

PT には 3 つのタイプを想定しているが、どのタイ

プについても、十分な実践につなげるために検討すべき点は多い。例えば、BY システムによる PT 作成支援は提供しているが、地域、災害、対象者などの組み合わせは多様であり、防災教育と観光を適切に（バランスよく）融合するノウハウは確立されていない。よって現時点では、誰もが気軽に PT を作成し実施できるとは限らない。PT の普及には、多様なシナリオが多数提供される必要がある。まずは、典型的なサンプルシナリオを公開し、模倣的にシナリオが増加していくことを期待したい。その他、タイプ3では、ICTBEDの観光イベント化に要する予算の確保など、運用面の課題をいかに解決していくかが重要になってくるだろう。

このように課題は依然として多いものの、多様な防災教育が求められる現在、PT のような新しい ICT 活用型防災教育に取り組むことには意義があると考えられる。タイプ1は、ICTBED（避難訓練）とは異なる点が多いが、地域住民、観光客ともに受け入れられやすいと考えられる。実践を重ねて事例・ノウハウを蓄積・公開し、PT の普及に向けて継続的に努力したい。

## 謝辞

本研究は、総務省・戦略的情報通信研究開発推進事業 SCOPE（地域 ICT 振興型研究開発）の委託研究によるものである。

システム開発およびシナリオ作成等に携わった川井淳矢氏、北島成子氏、山住遙氏をはじめとする WBL 研究班メンバーに謝意を表す。

## 参考文献

- (1) 一般社団法人経済広報センター：“災害への備えと対応に関する意識・実態調査報告書”，<https://www.kkc.or.jp/data/release/00000084-1.pdf> (2016年11月22日確認)
- (2) 株式会社毎日新聞社：“「ICT を活用した防災教育に資する教材の開発・普及のための調査研究」成果報告書”，[http://www.mext.go.jp/a\\_menu/shotou/zyouhou/\\_icsFiles/afieldfile/2013/10/28/1340779\\_01.pdf](http://www.mext.go.jp/a_menu/shotou/zyouhou/_icsFiles/afieldfile/2013/10/28/1340779_01.pdf) (2016年11月22日確認)
- (3) Wahyudin, D. and Hasegawa, S.: “Mobile serious game design for training ethical decision making skills of inexperienced disaster volunteers”, *The Journal of Information and Systems in Education*, Vol. 14, No.1, pp. 28-41 (2015)
- (4) 亀田知沙, 高橋智幸: “AR 技術を活用した津波リスクの可視化手法の開発”, *可視化情報学会論文集*, Vol.36, No.5, pp.32-39 (2016)
- (5) 島山久, 永井正洋, 室田真男: “地域に応じた避難行動の学習を支援するシステムの開発”, *日本教育工学会第32回全国大会論文集*, pp.689-690 (2016)
- (6) 光原弘幸: “ICT 活用型防災教育を盛り上げるには?”, *人工知能学会誌*, Vol.30, No.4, pp.517-518 (2015)
- (7) 三木啓司, 角川隆英, 宮下純, 光原弘幸, 小西正志, 井若和久, 上月康則: “実世界 Edutainment によるバーチャル避難訓練-南海地震津波を想定した徳島県徳島市津田地区の場合”, *日本災害情報学会第14回研究発表大会予稿集*, pp.34-37 (2012)
- (8) 光原弘幸, 角川隆英, 宮下純, 井若和久, 上月康則, 田中一基: “拡張現実感を用いたバーチャル避難訓練”, *教育システム情報学会第38回全国大会講演論文集*, pp.109-110 (2013)
- (9) Mitsuhara, H., Sumikawa, T., Miyashita, J., Iwaka, K., and Kozuki, Y.: “Game-based evacuation drill using real world edutainment”, *Interactive Technology and Smart Education*, Vol.10, No.3, pp.194-210 (2013)
- (10) 増本憲司, 川中龍児, 石垣泰輔, 島田広昭: “観光地海岸利用者の津波に対する避難行動と避難意思決定に関する研究”, *土木学会論文集 B2 (海岸工学)*, Vol.66, No.1, pp.1316-1320 (2010)
- (11) 橋詰知喜, 永家忠司, 宮武誠, 布村重樹: “函館市における「観光防災」の課題とその解決に向けた検討”, *土木学会論文集 B3 (海洋開発)*, Vol.70, No.2 pp.I\_43-I\_48 (2014)
- (12) Stone, P.R.: “A dark tourism spectrum: towards a typology of death and macabre related tourist sites, attractions and exhibitions,” *Tourism: An Interdisciplinary International Journal*, Vol.54, No.2, pp. 145-160 (2006)
- (13) Mitsuhara, H., Inoue, T., Yamaguchi, K., Takechi, T., Morimoto, M., Iwaka, K., Kozuki, Y. and Shishibori, M.: “Web-Based System for Designing Game-Based Evacuation Drills”, *Procedia Computer Science*, Vol.72, pp.277-284 (2015)

# Google ストリートビューを用いた

## バーチャル避難訓練システム

室川 優希<sup>\*1</sup>, 光原 弘幸<sup>\*2</sup>, 井上 武久<sup>\*3</sup>, 山口 健治<sup>\*3</sup>, 武知 康逸<sup>\*3</sup>, 森本 真理<sup>\*3</sup>,  
上月 康則<sup>\*2</sup>, 井若 和久<sup>\*4</sup>, 獅々堀 正幹<sup>\*2</sup>

\*1 徳島大学工学部, \*2 徳島大学大学院理工学研究科, \*3 株式会社オプトピア,  
\*4 徳島大学地域創生センター

## Virtual Evacuation Drill System Using Google Street View

Yuki Murokawa<sup>\*1</sup>, Hiroyuki Mitsuhara<sup>\*2</sup>, Takehisa Inoue<sup>\*3</sup>, Kenji Yamaguchi<sup>\*3</sup>, Yasuichi Takechi<sup>\*3</sup>,  
Mari Morimoto<sup>\*3</sup>, Yasunori Kozuki<sup>\*2</sup>, Kazuhisa Iwaka<sup>\*4</sup>, Masami Shishibori<sup>\*2</sup>

\*1 Faculty of Engineering, Tokushima University

\*2 Graduate School of Science and Technology, Tokushima University

\*3 OPTPIA Co., Ltd.

\*4 Center for Community Revitalization, Tokushima University

本研究では、天候などに左右されず安全に ICT 活用型避難訓練を実施することを目的として、Google ストリートビューを用いたバーチャル避難訓練システムを開発している。本システムは主要な Web ブラウザで動作するだけでなく、携帯情報端末のジャイロセンサ等を用いてストリートビューの直感的な全方位確認を実現しており、没入感（視聴覚的リアリティ）を向上させている。訓練参加者はストリートビュー内をスモールステップで移動して避難場所へ向かう。移動中、避難シナリオで設定された場所に入ると、災害時の困難な状況を表現したコンテンツが表示され、参加者は判断（選択）を求められる。

キーワード: ICT 活用型避難訓練, Google ストリートビュー, バーチャルリアリティ, 防災教育

### 1. はじめに

近年、自然災害が世界的に増加傾向にあり<sup>(1)</sup>、防災教育の充実が求められている。特に、ICT（情報通信技術）活用型防災教育への期待は大きく<sup>(2)</sup>、さまざまなシステム開発や実践が行われている。例えば、Gongらは、HMD（Head Mounted Display）と Kinect センサを用いて、非接触動作入力により VR（Virtual Reality）空間内を避難できる地震避難訓練システムを開発した<sup>(3)</sup>。大越らは津波避難を対象に、シミュレーションシステムやモバイルアプリケーションを組み合わせた非同期参加型の避難訓練システムを開発した<sup>(4)</sup>。畠山らは、フィールドワークでタブレット端末を用いて防災情報（写真など）を収集し、デジタル防災マッ

プを作成できるシステムを開発した<sup>(5)</sup>。

本研究ではこれまで、GPS 搭載携帯情報端末（スマートフォンやタブレット）を用いた ICT 活用型避難訓練を提案・開発し、教育現場で実施してきた<sup>(6)(7)</sup>。この避難訓練において、参加者は携帯情報端末をもって避難場所まで移動する。移動中、参加者が避難シナリオで設定された場所（領域）に入ると、対応するコンテンツ（仮想的な災害状況を表現した動画やスライドショー）が表示され、参加者に判断（例えば、負傷者を救助するか／しないか、どの迂回路を通るか、といった選択）を迫る。判断により避難シナリオを変化させることもでき、ゲーム要素としてマルチエンディングを導入できる。このように、従来の避難訓練よりもリアルかつインタラクティブで、参加者に考えさせる

避難訓練を実現している。しかしながら、この避難訓練は主に屋外で実施されるため、天候や参加者の健康状態によっては実施できないことがあり、交通事故などに十分注意しながら実施する必要もあった。

そこで本研究では、天候などに左右されず安全に ICT 活用型避難訓練を実施することを目的として、Google ストリートビューを用いたバーチャル避難訓練を提案し、システムを開発してきた<sup>(8)</sup>。開発システムは主要な Web ブラウザで動作するだけでなく、携帯情報端末のジャイロセンサ等を用いてストリートビューの直感的な全方位確認を実現しており、没入感（視聴覚的リアリティ）を向上させている。

## 2. ICT 活用型避難訓練

避難訓練は典型的な防災教育のひとつであるが、多くの場合、避難場所・経路の確認が目的であり、災害時の困難な状況における判断（行動）について参加者に十分に考えさせてはいない。

本研究における ICT 活用型避難訓練は、携帯情報端末を用いた実世界指向の“考えさせる”避難訓練であり、避難シナリオとコンテンツにより状況的リアリティと視聴覚的リアリティを向上させ、避難の疑似体験を強化する。

以前は、インタラクティブな避難シナリオによるゲーム要素、または、仮想的な災害状況の表現を強調し、ゲーム型避難訓練（Game-Based Evacuation Drill : GBED）またはバーチャル避難訓練（Virtual Evacuation Drill : VED）と表記していたが、本稿では ICT 活用型避難訓練を ICTBED（ICT-Based Evacuation Drill）と略記する。

### 2.1 訓練実施の流れ

ICTBED は、総合的な防災教育システム“防災ヤットサー”（Bosai Yattosar : BY）<sup>(9)</sup>を基盤とする。

#### (1) 訓練実施地域における防災情報の収集

訓練実施者（例えば、教師や自主防災組織のリーダー）は、行政等が提供する防災マップを参考にしたり、実際に訓練実施地域を訪れたりして、避難場所や危険箇所を調査・確認し、訓練実施に向けた防災情報を収集する。BY システムのデジタル防災マップ作成機能<sup>(10)</sup>を利用することで、効率的に防災情報を収集できる。



図 1 BY アプリの UI と ICTBED の様子

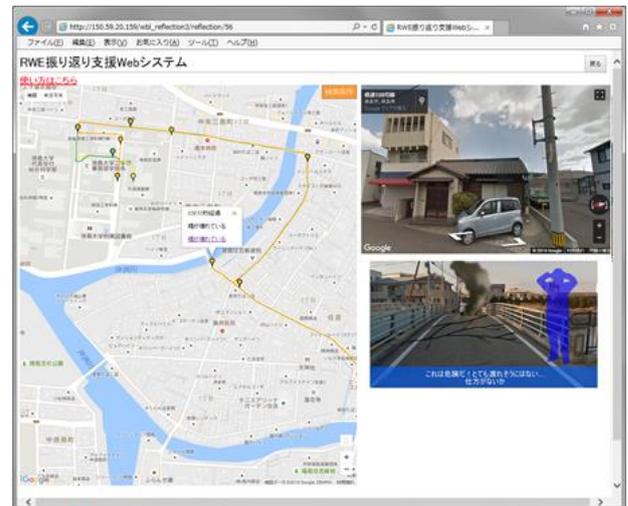


図 2 振り返り機能の UI

#### (2) 避難シナリオとコンテンツの作成

実施者は、BY システムのオーサリング機能<sup>(11)</sup>を用いて避難シナリオとコンテンツを作成する。最終的に、避難シナリオ（XML ファイル）とコンテンツが避難訓練ファイル（ZIP ファイル）にまとめられ、ダウンロード可能ユーザを指定して公開される。

#### (3) 避難訓練の実施

訓練参加者は事前に、訓練実施用 BY アプリを携帯情報端末にインストールし、当該の避難訓練ファイルをダウンロードしておく。参加者は、実施者により指定されたスタート地点を訪れ、BY アプリを操作して訓練を開始する。図 1 に BY アプリのユーザインタフェースと ICTBED 実施中の様子を示す。

#### (4) 避難訓練の振り返り

訓練ログは、BY アプリから BY システム（サーバ）に送信され、振り返り機能により可視化される。参加者は訓練終了後、Web ブラウザで BY システムにアクセスし、自分や他者の避難経路や表示されたコンテンツ（選択した判断を含む）を閲覧しながら、避難訓練を振り返ることができる。図 2 に振り返り機能のユーザインタフェースを示す。

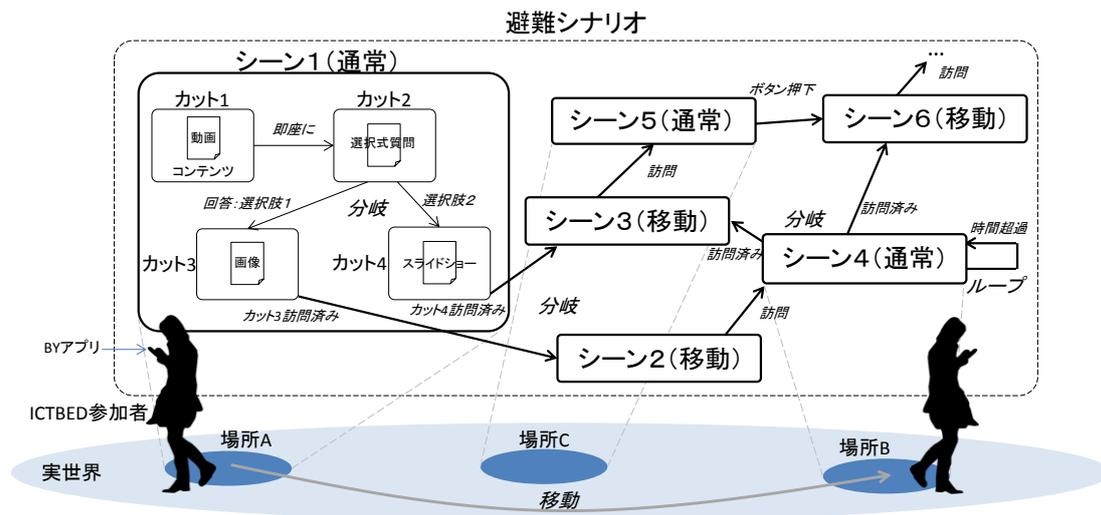


図3 避難シナリオの構成

## 2.2 避難シナリオ

避難シナリオは複数のシーンから構成され、シーンは1つ以上のカットから構成される。シーンやカットに条件分岐を設定することで、マルチエンディングを提供できる。図3に避難シナリオの構成を示す。

### 2.2.1 シーン

シーンには以下の3種類がある。

#### (1) 通常シーン

通常シーンは場所（緯度経度による矩形領域）と対応づけられる。BY アプリが、通常シーンとして設定された場所をGPSで検知し、コンテンツ（その場所で発生する仮想的な災害状況）を表示する。

#### (2) 移動シーン

移動シーンは通常シーンの間に割り当てられる。BY アプリがメッセージやBGM等により次の通常シーンへの移動を促す。

#### (3) 割込シーン

割込シーンは、災害状況の時間変化や避難訓練の強制終了（避難時間オーバー）を表現する。BY アプリが指定時間またはシーン訪問からの経過時間によって強制的に割込シーンのコンテンツを表示する。

### 2.2.2 カット

カットはコンテンツと対応づけられる。シーンの中で複数のコンテンツを表示する場合は、複数のカットを連ねることになる。

表1 代表的な条件分岐

条件	対象	説明
選択（選択式質問への回答）	カット間	選択式質問への回答に応じて、次のカットを変える。
正誤（選択式クイズの回答）	カット間	正誤（正誤設定のある選択式質問）によって、次のカットを変える。
訪問済み	カット間、シーン間	特定のカットまたはシーンに訪問したかどうかで次のカットまたはシーンを変える。

## 2.3 コンテンツ

コンテンツには、テキストメッセージ、音声、静止画、動画、スライドショー、選択式質問を採用できる。スライドショーはスライド切り替え時間や同期再生音声を指定可能で、BYシステムを用いて作成できる。選択式質問は、正誤設定によりクイズとして表示できるほか、判断（選択）に応じた条件分岐に用いられる。

## 2.4 条件分岐

実際の避難時には、難しい判断を迫られる状況に遭遇し、その判断が避難の成否を左右することが予想される。したがって、参加者に判断させ、その判断によって避難シナリオを変化させる必要がある。言い換え

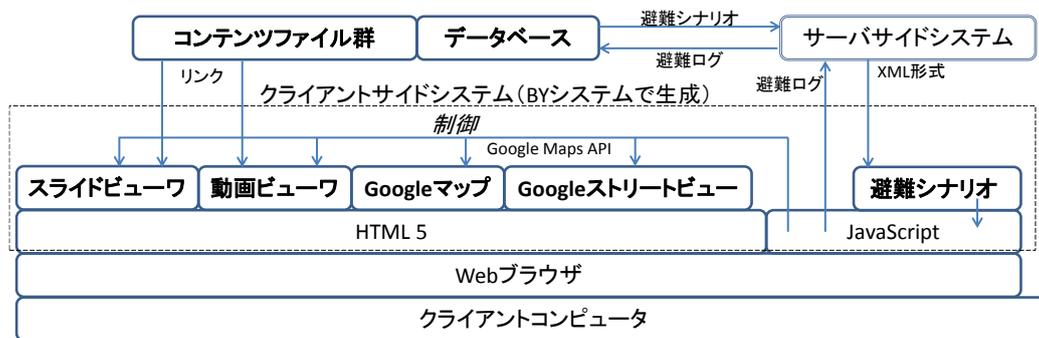


図4 システム構成

れば、条件分岐を取り入れたインタラクティブな避難シナリオが必要である。

条件分岐は、カット間、シーン間に設定される。表1に代表的な条件分岐を示す。

### 3. Googlevacuation : ICTBED への Google ストリートビューの活用

実世界を指向する ICTBED は、天候や参加者の健康状態によっては実施できないことがあり、交通事故などに十分注意しながら実施する必要もあった。

そこで本研究では、天候などに左右されず安全に実施できる ICTBED として、Google ストリートビュー (Google Street View : GSV) 内で避難訓練を実施できるバーチャル避難訓練 “Googlevacuation” (GE) を提案し、GE システムを開発している<sup>(8)</sup>。

#### 3.1 アイディア

本研究では基本的に、避難訓練は実世界において繰り返し実施・参加されるべきであると考えている。

##### 3.1.1 GSVによる実世界の代替

GEはGSVというある種の仮想世界における避難訓練であり、上記の考えに反する。しかし、GSVは実際のストリートを全方位撮影することで、高い没入感(視聴覚的リアリティ)を提供している。よって本研究では、実世界をGSVに置き換えてICTBEDを実施したとしても、“考えさせる”という効果は維持されると考える。

##### 3.1.2 GSVによる繰り返し実施・参加の実現

天候の影響や安全確保の必要性などもあり、ICTBEDを繰り返し実施することは難しい。一方、GEでは、インターネットにアクセスできることが前

提ではあるが、適当な避難訓練ファイルが公開されていれば(または、適当な避難訓練ファイルを作成すれば)、いつでもどこでも安全に実施・参加を繰り返すことができる。

生活・居住地域以外を対象としたGEも可能である。例えば、地域を訪れる観光客に事前にGEに参加し、観光先での災害に備えてもらうことが期待できる。

#### 3.2 実装

GEシステムは、BYシステムのサブシステムとしてWebブラウザ上で動作する。図4にシステム構成を示す。クライアントサイド(Client Side: CS)の実装にはHTML5, JavaScript, GoogleMaps APIを、サーバサイド(Server Side: SS)の実装にはPHP, MySQLを用いている。

##### 3.2.1 クライアントサイド

CSは以下のような処理を実行する。

- (1) ユーザ(GE参加者)によって選択された避難シナリオ(XML形式)をSSから受信する。
- (2) 取得した避難シナリオを解析し、シーンごとの設定をJavaScriptの変数に格納する。
- (3) GSVを起動し、スタート地点(最初の通常シーンの場所)にユーザを配置する。
- (4) 移動シーンにおいて、ユーザがGSV内で移動する度に、通常シーン(設定された緯度経度による矩形領域内)にいるか、または、割込シーンに該当するか(設定された指定時間や経過時間に達したか)を確認する。さらに、ユーザのGSV内での現在位置(緯度経度)を訓練ログデータとしてSSに送信する。
- (5) 通常シーンまたは割込シーン内であれば、カット

で指定されたコンテンツを表示する。

- (6) カットまたはシーンに条件分岐が設定されていれば、設定された次のカットまたはシーンへユーザを遷移（訪問）させる。
- (7) カットまたはシーンの遷移時に、遷移履歴（選択式質問の回答も含む）を訓練ログデータとして SS へ送信する。
- (8) 避難シナリオの終了条件を満たす（ゴール地点に設定された通常シーンを訪問する、または、制限時間を超過する）と、訓練終了を SS に通知する。

### 3.2.2 サーバサイド

SS は以下のような処理を実行する。

- (1) ユーザによって選択された避難シナリオをデータベースから取得し、XML 形式に整形して CS へ送信する。
- (2) 訓練ログデータを保存するための一時テーブルを作成する。
- (3) CS から受信した訓練ログデータを、一時テーブルに保存する。
- (4) 訓練が終了すると、一時テーブル内のデータに訓練識別データを追加し、ログテーブルへ保存して一時テーブルを破棄する。
- (5) 訓練が途中終了した場合（ユーザが Web ブラウザを閉じた、または、戻るボタンでページを遷移した等）、一時テーブルのデータはログテーブルには保存せずに破棄する。

### 3.3 ユーザインタフェース

GE システムは、BY システムで作成された避難訓練ファイル（避難訓練シナリオとコンテンツ）に基づいて実行される。よって、GE 実施者は、BY システムで避難訓練ファイルを作成・公開しておく。ユーザ（GE 参加者）は一般的な Web ブラウザから BY システムにアクセスし、避難シナリオを選択して GE に参加する。GE 参加の流れとともに、図 5 に GE システムのユーザインタフェースと GE 参加時の様子を示す。

- (1) ユーザ（GE 参加者）は避難シナリオ名などを参照し、避難訓練ファイルを選択する。（図 5-a）
- (2) スタート地点から避難を開始する。
- (3) 移動シーンでは、移動可能な方向が矢印アイコンで表示される。アイコンをクリックすると、矢印の方向に約 7m 移動する。これを繰り返して、GSV



(a) 避難シナリオ選択



(b) 移動シーン



(c) 通常シーン(選択式質問表示)



GE参加時のユーザ

図 5 GE システムの UI と参加時の様子



図 6 スマートフォン HMD 対応 GE システム

内を移動していく。GSV 内の任意の場所に 1 クリックで移動できないようになっている。また、GSV 左下の Google マップにはユーザの現在位置が表示されるが、Google マップ上での移動操作もできなくなっている。“情報” ボタンをクリックすると、経過時間や現在のシーン名を参照できる。(図 5-b)

- (4) GSV 内で通常シーンに入ると、対応するコンテンツが表示される。選択式質問の場合、表示された選択肢から回答する。(図 5-c)
- (5) 割込シーンが設定されていれば、突然、コンテンツが表示されることもある。
- (6) 制限時間内にゴール地点（通常シーンとして避難場所などを設定）に到着すれば、避難成功となる。
- (7) GE の訓練ログデータは、ICTBED と同様に保存されている。ユーザは GE 参加後、BY システムで避難訓練を振り返ることができる。

### 3.4 スマートフォン HMD への対応

近年、スマートフォン HMD が注目されおり、立体視やヘッドトラッキングの機能により没入感の高い教育・学習コンテンツも開発されている<sup>(12)</sup>。

#### 3.4.1 目的

GE システムは、Web ブラウザ搭載のスマートフォンやタブレットでも動作する。ユーザはマウス操作により GSV 内の全方位を確認できるが、避難訓練では迅速な移動が求められるため、GE は全方位確認を推奨していない。しかし、実際の避難時には危険回避のために、全方位を適宜確認しながら移動する(例えば、頭上からの落下物に注意しながら移動する)ことは重要である。

そこで本研究では、移動を妨げず全方位を確認できる GE をめざして、スマートフォン HMD への対応に取り組んでいる。具体的には、スマートフォン HMD の動き、すなわち、ユーザの頭の動きに合わせて GSV 内の視線（ユーザ位置にある仮想カメラの向き）を変えて全方位確認を実現する。

このようなヘッドトラッキング機能により、GSV への没入感のさらなる向上が期待できる。

#### 3.4.2 実装

スマートフォン HMD のヘッドトラッキング機能は、GoogleMaps API の標準機能として提供されている。GSV が表示される Web ページにモーショントラッキングに対応する端末からアクセスすると、API が自動的に端末のセンサの値を取得し、GSV 内のカメラを端末の動きに追従させる。

現在のところ、ユーザは GSV 内を移動するために、スマートフォンの画面をタッチ操作する必要がある。GE システムは、スマートフォン使用时専用の移動ボタン“move”を表示し、ユーザの視線（仮想カメラの向き）にもっとも隣接する方向へ移動できるようにしている。よってユーザは、スマートフォン HMD（構成部品である段ボール製ホルダ）の下部にある操作用の穴から移動ボタンをタッチすることになる。移動ボタンは、`google.maps.StreetViewPanorama` クラス内のメソッドを用いることで実装している。`getLinks` メソッドは、隣接する各地点の情報を配列として取得する。現在のカメラの正面方向と `getLinks` メソッドで取得した各地点の方位を比較することで、最も方位の変化が小さい地点を調べ、その地点に割り振られてい

る ID を取得し、setPano メソッドの引数として取得した ID を渡すことで ID に紐づいた地点に移動する。図 6 にスマートフォン HMD 対応 GE システムのユーザインタフェースと使用中の様子を示す。

#### 4. おわりに

本稿では、天候などに左右されず安全に ICT 活用型避難訓練 (ICTBED) を実施できる、Google ストリートビュー (GSV) を用いたバーチャル避難訓練システム (GE システム) について述べた。GE システムは一般的な Web ブラウザ上で動作し、避難訓練ファイル (避難シナリオとコンテンツ) に基づいて GSV 内で避難訓練を実施できる。GE システムのプロトタイプでは、GSV 内の任意の場所に 1 クリックで移動できるようになっていたこともあり、実世界で避難訓練を実施する ICTBED と比べて避難が早く完了してしまう傾向があったが、現在の GE システムでは、移動速度 (1 クリック分の移動の方向と距離) を制限している。また、スマートフォン HMD にも対応しており、GSV への没入感、すなわち、GE の視聴覚的リアリティの向上も期待できる。

今後の重要な課題は、GE システムの避難訓練としての有用性を検証することである。ICTBED と比べて安全性は向上していると考えられるが、避難訓練としての有用性は明らかにできていない。大規模災害がいつでも発生してもおかしくない状況において、避難訓練の充実は防災・減災 (特に、災害から命を守ること) に大きく貢献する。よって早急に、学校など防災教育の現場で検証を進めていきたい。

#### 謝辞

本研究は、総務省・戦略的情報通信研究開発推進事業 SCOPE (地域 ICT 振興型研究開発) の委託研究によるものである。

システム開発および避難訓練シナリオ作成等に携わった飯領田茜氏、川井淳矢氏、北島成子氏、山住遙氏をはじめとする WBL 研究班メンバーに謝意を表す。

#### 参考文献

- (1) Munich RE: “Topics Geo: Natural catastrophes 2015 Analyses, assessments, positions”, [https://www.munichre.com/site/corporate/get/documents\\_E1576427756/mr/assetpool.shared/Documents/0\\_Corporate%20Website/\\_Publications/302-08875\\_en.pdf](https://www.munichre.com/site/corporate/get/documents_E1576427756/mr/assetpool.shared/Documents/0_Corporate%20Website/_Publications/302-08875_en.pdf) (2016 年 11 月 22 日確認)
- (2) 株式会社毎日新聞社: “「ICT を活用した防災教育に資する教材の開発・普及のための調査研究」成果報告書”, [http://www.mext.go.jp/a\\_menu/shotou/zyouhou/\\_icsFiles/afieldfile/2013/10/28/1340779\\_01.pdf](http://www.mext.go.jp/a_menu/shotou/zyouhou/_icsFiles/afieldfile/2013/10/28/1340779_01.pdf) (2016 年 11 月 22 日確認)
- (3) Gong, X., Liu, Y., Jiao, Y., Wang, B., Zhou, J. and Yu, H.: “A Novel Earthquake Education System Based on Virtual Reality”, IEICE Transactions on Information and Systems, Vol.E98.D, No.12, pp.2242-2249 (2015)
- (4) 大越匡, 米澤拓郎, 山本慎一郎, 中島円, 神武直彦, 栗田治, 中澤仁, 徳田英幸: “EverCuate: ユーザ非同期参加型津波避難訓練システム”, 情報処理学会論文誌, Vol.57, No.10, pp.2143-2161 (2016)
- (5) 畠山久, 永井正洋, 室田真男: “モバイル端末を用いた防災マップ作成システムの開発”, 日本教育工学会第 30 回全国大会講演論文集, pp.654-655 (2014)
- (6) 三木啓司, 角川隆英, 宮下純, 光原弘幸, 小西正志, 井若和久, 上月康則: “実世界 Edutainment によるバーチャル避難訓練-南海地震津波を想定した徳島県徳島市津田地区の場合”, 日本災害情報学会第 14 回研究発表大会予稿集, pp.34-37 (2012)
- (7) Mitsuhara, H., Sumikawa, T., Miyashita, J., Iwaka, K., and Kozuki, Y.: “Game-based evacuation drill using real world edutainment”, Interactive Technology and Smart Education, Vol.10, No.3, pp.194-210 (2013)
- (8) Mitsuhara, H., Inoue, T., Yamaguchi, K., Takechi, T., Morimoto, M., Iwaka, K., Kozuki, Y. and Shishibori, M.: “Game-Based Evacuation Drill Inside Google Street View”, Advances in Intelligent Systems and Computing, Vol.498, pp.655-666 (2016)
- (9) Mitsuhara, H., Inoue, T., Yamaguchi, K., Takechi, T., Morimoto, M., Iwaka, K., Kozuki, Y. and Shishibori, M.: “Web-Based System for Designing Game-Based Evacuation Drills”, Procedia Computer Science, Vol.72, pp.277-284 (2015)
- (10) 光原弘幸, 井上武久, 山口健治, 武知康逸, 森本真理,

井若和久, 上月康則, 獅々堀正幹: “デジタル防災マップ作成支援システムとその防災授業利用”, 教育システム情報学会研究報告, Vol.30, No.7, pp.89-96 (2016)

- (11) 光原弘幸, 井上武久, 山口健治, 武知康逸, 森本真理, 井若和久, 上月康則, 獅々堀正幹: “ICT 活用型避難訓練のためのオーサリングシステム”, 電子情報通信学会信学技報(教育工学), Vol.115, No.492, pp.193-198 (2016)
- (12) 石村司, 岡本勝, 松原行宏: “HMD 型環境を活用した無機化学学習支援システム”, 2016 年度人工知能学会全国大会論文集, 1C3-4 (2016)

# Android タブレット端末を用いた小学校での 安全マップ活動支援アプリケーションの機能改善

戸松 和紀<sup>\*1</sup>, 松岡 利人<sup>\*1</sup>, 渥美 亮祐<sup>\*1</sup>, 吉本 定伸<sup>\*1</sup>

<sup>\*1</sup> 東京工業高等専門学校

## Improvement of Support Application Using Android Device for Safety Mapping Activity at Elementary School

Kazuki Tomatsu<sup>\*1</sup>, Rihito Matsuoka<sup>\*1</sup>, Ryousuke Atsumi<sup>\*1</sup>, Sadanobu Yoshimoto<sup>\*1</sup>

<sup>\*1</sup> National Institute of Technology, Tokyo College

近年、事故や事件、自然災害などに児童が巻き込まれる事例が増加している。文部科学省は新学習指導要領において、児童が「生きる力」をはぐくむことが重要であるとしている。また「学校安全の推進に関する計画」において安全教育を進めている。しかし小学校や環境によって活動形態や必要とする時間もさまざまである。そこで効果的に安全教育を行うため、防犯、防災、交通安全の3つの観点から安全マップ活動全体を支援するためのアプリケーションを開発した。本稿ではそのアプリケーションの機能改善・検討について報告する。

キーワード 小学校, 安全教育, 地域安全マップ, 安全マップ活動

### 1. はじめに

文部科学省は新学習指導要領において、児童が「生きる力」をはぐくむことが重要であるとしており<sup>(1)</sup>、また、学校安全を推進するための方策において学校に求められる第一の役割を「学校の教育活動全体において行われる総合的な安全教育によって、児童生徒等自身に安全を守るための能力を身に付けさせることである」としている<sup>(2)</sup>。

一方、小学校で行われている安全教育の一つである地域安全マップづくり<sup>(3)</sup>や地域防災マップづくり<sup>(4)</sup>といった活動は小学校により学習時間や活動内容が異なっている。そこで、本研究ではAndroidタブレットを用い安全マップ活動を効果的に進める支援アプリケーションを開発することを目的とする。昨年度までの開発で、本アプリケーションの「デスクワークモード」、「フィールドワークモード」、「まとめモード」3つのモードの基礎的な部分については完成している。本稿ではこれらの成果を踏まえ、さらに機能の追加や改善を行っていく。

### 2. 安全マップ活動とは

「安全マップ活動」は安全意識を高めるためのマップ作製活動の類似点に着目し、「防犯」「防災」「交通安全」3つの観点について意識向上を効果的に実現するための活動として考えられている<sup>(5)</sup>。

安全マップ活動の基本的な流れを図1に示す。

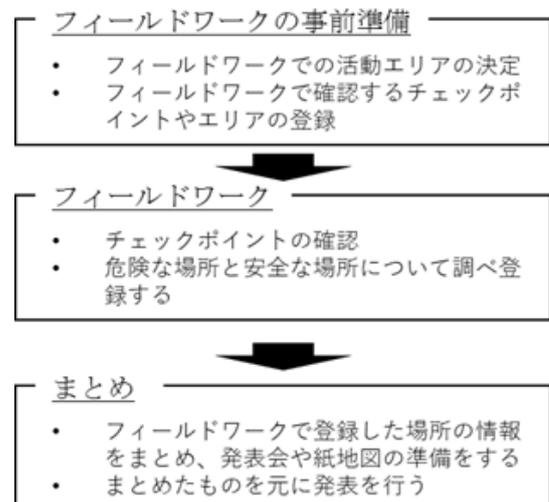


図1 安全マップ活動の基本的な流れ

安全マップ活動は、学校によって活動の観点の違いや活動内容が異なり発表会などを省略し、フィールドワークのみを行う場合もある。したがって、活動を支援するためのアプリケーションには多様な活動形態に対応することが求められる。

### 3. アプリケーション

#### 3.1 アプリケーション概要

アプリケーションは小学校で行われる活動に対応する3つのモードと設定機能や便利機能を搭載したその他モードからなる。活動と対応するモードの関係を図2に示す。

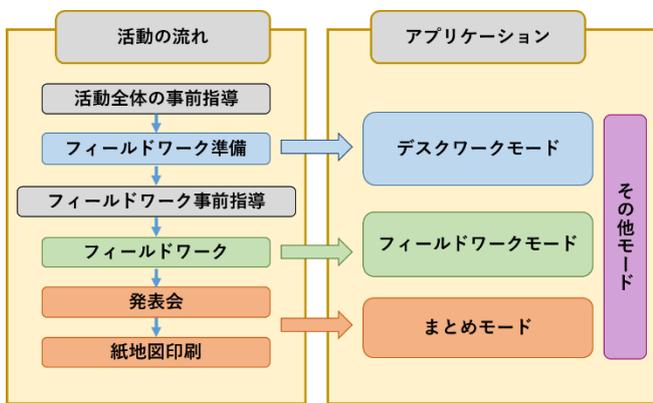


図2 活動と対応するモードの関係

各モードの具体的な機能について説明する。

##### 3.1.1 デスクワークモード

デスクワークモードでは活動するエリアの地図の登録や、そのエリアにある目印、班ごとの活動ルートなどを登録できる。また必要に応じて避難経路や土砂崩れなどの防災エリアの登録も行うことができる。このモードは小学校によっては児童が行わなくてもよいように先生用と児童用に分かれており、必要に応じて使用することができる。

##### 3.1.2 フィールドワークモード

フィールドワークモードではデスクワークモードで登録したエリアやルートを元に児童がタブレットを持って安全あるいは危険なポイントを調べ、その場所の位置や特徴、写真を登録する(図3)。

フィールドワークモードを起動する際に終了時間を設定することにより設定された時間が近づくと音声でアナウンスし、時間が経過した後はポイント登録がで

きなくなる機能やデスクワークモードで登録した目印や防災エリアに近づくと音声でアナウンスする機能が実装されている。



図3 フィールドワークモード画面

##### 3.1.3 まとめモード

まとめモードは発表準備モードと発表モードに分かれており、発表準備モードではフィールドワークで登録したポイントから、紙地図にするポイントや発表するポイントの選択、編集を行うことができる。発表モードでは準備したポイントを一ヶ所ずつ表示し発表を行うことができる。

##### 3.1.4 その他モード

その他モードは主にデータの管理や設定の変更を行うモードで、活動観点の変更や児童の学年に合わせた文字の変換を行う機能、発表準備で選択したポイントから紙地図を自動生成する機能(図4)、データの管理を行う機能がある。



図4 アプリケーションで自動生成された紙地図

### 3.2 アプリケーションの評価

1 校の小学校で実際にタブレットを利用した活動を行った，その主な活動の流れを表 1 に示す。

表 1 小学校 A での活動の流れ

小学校A 4年生 3クラス 児童117人 (防犯の観点)			
月	日	時間	内容
6月	7日	各クラス45分間	アプリケーションの操作練習授業
	14日	各クラス90分間	フィールドワーク
	30日	90分	発表会の準備&練習
7月	9日	45分間	3年生に向けた発表会

小学校 A では防犯の観点で安全マップ活動を行い，アプリケーションを利用した児童 117 名に活動に応じてアンケートを行った。アンケートの評価は「とてもそう思う」，「少しそう思う」，「あまりそう思わない」，「全然そう思わない」の四件法でおこなった。児童に行った「活動をして身近な所の防犯が分かりましたか」という質問のアンケートの結果を図 5 に示す。

アンケートの結果から児童が活動を進めることで防犯への意識向上に一定の効果があったと考えられる。

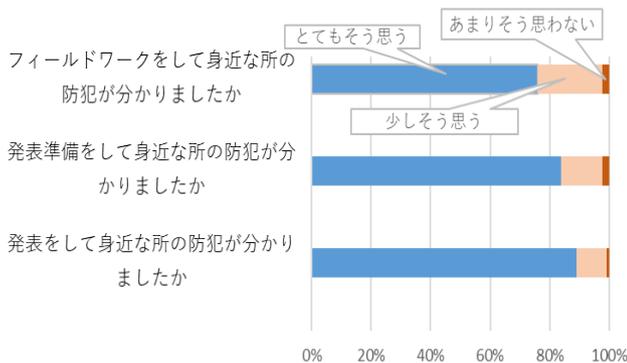


図 5 児童に行ったアンケート

### 3.3 昨年度の開発状況

昨年度の開発では基本機能の開発及び，操作性の向上，児童向けのユーザーインターフェースの改善，防災・交通安全の機能についても拡充が行われた。

### 3.4 今年度の開発について

昨年度の開発状況を踏まえ，今年度はまとめモード

を中心として基本的な機能の改善を行う。実際に使用した結果やアンケートから得られた意見を元に具体的な改善内容を決定するとともに，新しい機能の追加についても検討を行う。

今年度行う作業予定について表 2 に示す。

表 2 機能の改善・追加の予定

1	班の担当エリア登録の改善
2	写真撮影機能の改善
3	発表準備モードの機能改善
4	発表モードの機能改善
5	発表モード印刷機能の追加

現在 2 の写真撮影機能の改善を行っており，各項目の具体的な内容について次項で説明する。

#### 3.4.1 現在ある機能検討・改善案

##### 3.4.1.1 班の担当エリア登録の改善

班の担当エリアを決めるときに全ての班が同じ色になっており，分かりづらいという意見があった。班ごとに色を変えるという方法を考えたが防災エリアなどの危険なエリアを登録する際に様々な色を使っているため色が似てしまうことにより分かりにくくなる恐れがある。そこで担当エリアを登録している班の破線のみ色を濃くすることで，すでに登録されている班の破線との区別をつきやすくする。

##### 3.4.1.2 写真撮影機能の改善

写真撮影時に児童が動いてしまうと写真がぶれてしまう，児童には撮影が終了するまで動かないように伝えているが，撮影終了のタイミングが分かりにくく児童が撮影終了前に動いてしまうことがある。そこで撮影終了のタイミングが分かりやすくするため撮影機能の改善を行う。

##### 3.4.1.3 発表準備時の機能改善

まとめモードで発表準備を行っている際にフィールドワーク中に登録しきれなかったポイントを新しく登録したいという意見があった。現在はポイントを新しいポイントの登録はフィールドワークモードでのみ行う仕様になっており，発表モードとフィールドワークモードを切り替えて使う必要があった。そこで，発表準備のモードでも新しいポイントを登録する機能を追

加する。ただし、フィールドワーク中とは違い、GPSの位置情報が使えないためポイント登録を手動で決める必要がある。

#### 3.4.1.4 発表モードの機能改善

発表モードではフィールドワークで登録したポイントを全班分表示する。これは多くのポイントが地図に現れることにより、児童らが達成感などを得るという目的もあった。しかし、発表を行う際には狭い範囲にポイントのマークが密集し発表している班が地図上のどのエリアを担当したのかが分かりにくくなるとも考えられる(図 6)。

そこで、表示するポイントを危険および安全で分ける機能および現在発表している班のエリアを強調表示する機能を追加する。これにより、発表会で児童らがどのエリアに危険あるいは安全な場所があるのかを分かりやすくする狙いがある。

また、発表準備時に選ばれなかったポイントがあるため発表時のポイントの番号に整合性がなくなり分かりにくくなるとの意見があった。そこで、発表時にポイントに割り振られた番号を整理し、通し番号にすることにより分かりやすくする。



図 6 発表モード画面

#### 3.4.2 新規機能の検討

発表会を行う際にアプリケーションを利用する。しかし、タブレットの数の都合で発表練習の時間の確保が必要となってしまう。そこで、練習用に発表モードの画面を印刷可能にする機能を追加する。

この機能の追加によって児童が発表練習をより多く行うことが可能になるとともに、発表や発表後の振り返りを行う際に参照する資料としての使用も可能になると考えられる。

#### 3.4.3 その他

アプリケーションの交通安全の機能を充実させる必要があると考えており、交通安全についての改善も行う予定である。

## 4. まとめ

昨年度の開発状況と今年度アプリケーションを実際に使用した小学校の結果から今年度の改善内容を決定した。

現在はカメラモードの機能改善までを行っており、今後はまとめモードを中心にアプリケーション全体の完成度を高めるとともにさらに機能を追加する。改善したアプリケーションをさらに2校の小学校に使用してもらおう予定であり、継続してアンケートを行うことで改善点の考察や、改善結果の評価を行う。また、並行して交通安全の機能についても考察し、機能を拡充する。

## 謝辞

安全教育にアプリケーションを使用し、またアンケートにご協力いただいた小学校の教員、児童の皆様にご感謝の意を表します。

## 参考文献

- (1) 文部科学省 学習指導要領  
[http://www.mext.go.jp/a\\_menu/shotou/youryou/main4\\_a2.htm](http://www.mext.go.jp/a_menu/shotou/youryou/main4_a2.htm)
- (2) 文部科学省 学校安全の推進に関する計画  
[http://www.mext.go.jp/a\\_menu/kenko/anzen/1320286.htm](http://www.mext.go.jp/a_menu/kenko/anzen/1320286.htm)
- (3) 東京都青少年・治安対策本部 地域安全マップ  
[http://www.bouhan.metro.tokyo.jp/02\\_learn/03\\_map/](http://www.bouhan.metro.tokyo.jp/02_learn/03_map/)
- (4) 文部科学省 学校防災のための参考資料「生きる力」を育む防災教育の展開 防災教育の展開, 第5章, pp91  
[http://www.mext.go.jp/component/a\\_menu/education/detail/\\_icsFiles/afieldfile/2013/05/15/1334780\\_07.pdf](http://www.mext.go.jp/component/a_menu/education/detail/_icsFiles/afieldfile/2013/05/15/1334780_07.pdf)
- (5) 下中直紀, 渥美亮祐, 虻川みのり, 吉本定伸: "Android タブレット端末を用いた小学校安全マップ活動支援アプリケーション" 情報処理学会 第78回全国大会講演論文集, pp. 677-678 (2015)

# タブレット PC を用いた肢体不自由者の 入力操作測定用アプリケーションの開発

細川 良輔<sup>\*1</sup>, 吉本 定伸<sup>\*1</sup>, 金森 克浩<sup>\*2</sup>, 佐野 将大<sup>\*3</sup>

東京工業高等専門学校<sup>\*1</sup>, 国立特別支援教育総合研究所<sup>\*2</sup>, 香川県立高松養護学校<sup>\*3</sup>

## Development of Application for Measuring Input Operation of a Physically Handicapped Person using Tablet Personal Computer

Ryosuke Hosokawa<sup>\*1</sup>, Sadanobu Yoshimoto<sup>\*1</sup>, Katsuhiro Kanamori<sup>\*2</sup>, Masahiro Sano<sup>\*3</sup>

National Institute of Technology Tokyo College<sup>\*1</sup>,

National Institute of Special Needs Education<sup>\*2</sup>,

Kagawa Prefectural Takamatsu Special Needs School<sup>\*3</sup>

文部科学省によると、特別支援学校の教育現場では障害のある子供の自立や社会参加に向け、幼児児童生徒一人一人の生活や学習上の困難を改善または克服するための ICT 機器の活用・環境の整備が求められている。しかし、専門知識を有する人材の不足や ICT 機器の整備費用不足などの課題があり、未だ特別支援学校への導入が十分ではない。そこで本研究では、入力手法の一つであるタッチ入力に注目し、障害のある児童・生徒のタッチ入力を評価するアプリケーションを作成することで、ICT 機器導入へのハードルを下げ、特別支援学校での ICT 機器活用を促進する。

キーワード タブレット PC, タッチ操作, 特別支援学校, 肢体不自由者

## 1. はじめに

文部科学省の「特別支援教育の推進について(通知)」

<sup>(1)</sup>では、特別支援教育は、障害のある幼児児童生徒一人一人の教育的ニーズを把握し、生活や学習上の困難を改善又は克服するため、適切な指導及び支援を行うものであると述べられている。また、「障害のある児童・生徒の教材の充実について 報告」<sup>(2)</sup>では、障害のある児童・生徒の将来の自立と社会参加に向け、障害の状態や特性を踏まえた教材を活用することが必要とされており、文献<sup>(3)</sup>では様々なアプリケーションの開発が進められていることが述べられている。

現在、特別支援教育の現場では上述した障害のある児童・生徒が学習するための ICT 機器教材の導入が求められている。しかし、視線・スイッチ・タッチなどの入力デバイスのうち、どの入力手法がどのような障

害を持つ児童・生徒に適切なのかという判断には専門的な知識が必要であり、一部の詳しい教員や外部専門家に頼るしかないというのが現状である。

そこで本研究では、より多くの教員が ICT 機器を導入できるようにすることを目的とし、入力手法の一つであるタッチ入力について、その入力状況进行评估するアプリケーションの開発を行う。

## 2. アプリケーションの開発

### 2.1 開発の概要

障害を持つ児童・生徒が使用する入力デバイスには、視線・スイッチ・タッチ等の手法が存在するが、ICT 機器の導入には各児童・生徒ごとにどの入力手法が適切かを知ることが必要とされている<sup>(4)</sup>。

本研究ではこれらの問題を解決する、適切な入力デ

バイスの選択支援機能と入力手法の1つであるタッチ入力を対象としたタブレット PC 用入力評価アプリケーションの開発を行う。

## 2.2 基本的な設計

本アプリケーションを開発する目的は、ゲームを通して児童・生徒のタッチ点を測定することで、児童・生徒がもつ障害について評価し、特別支援学校への ICT 機器導入に役立てることである。アプリケーションに必要な基本的な機能を以下に示す。

- (1) それぞれの障害の状態に応じて適切な入力手法・ゲームを示す機能
- (2) 児童・生徒のタッチ点を測定するために使用する各ゲーム機能
- (3) 測定用のゲームプレイ時に、そのタッチ点を記録する機能
- (4) 得られたタッチ点から児童・生徒の入力を閲覧・評価する機能

また、(2)の測定用として用いる各ゲームの要件を表 1 に示す。

表 1 実装する測定ゲームの要件

名称	要件
Game1	タブレットの操作が不自由な人向けで、画面に注目するとなんらかのイベントが発生するゲーム
Game2	画面のおおよその場所を選択できる人向けで、いくつかの選択肢を用意し、選択したものに依りてアクションを起こすゲーム
Game3	画面の任意の場所を選択できる人向けで、Game2 より限定的な選択肢を選択させるゲーム

以上の内容を満足する機能を実装することを本研究の基本方針として、アプリケーションの開発を行う。

## 2.3 開発手法

特別支援学校で用いる環境としてはタッチ操作が可能な Windows タブレット PC(主に Surface)を想定している。また本研究では、まだ実用を意識している段階ではないため、適切な入力手法を示す機能と入力測定用の各機能はそれぞれ独立したアプリケーションと

して作成した。なお、前者の機能は UWP(Universal Windows Platform)を、後者の機能は Unity を用いて作成している。

## 2.4 入力手法選択支援アプリケーション

はじめに、各児童・生徒の適切な入力手法・ゲームを示すアプリケーションを、UWP を用いて作成した。入力手法の選択画面を図 1 に示す。これは使用者に対し、操作方法に関する質問をいくつか行い、その回答によって使用者がどのような入力手法でどのゲームを用いて測定するのが適切かを示すものである。

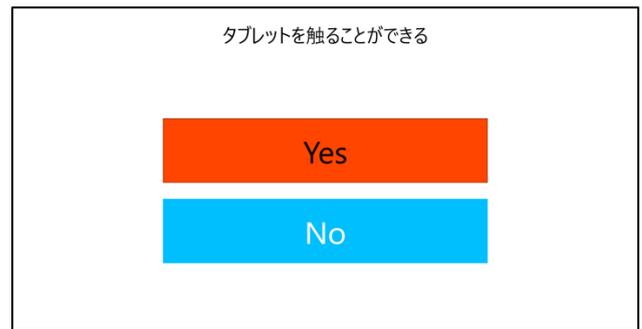


図 1 入力手法選択画面

このアプリケーションは UWP を用いて実装しているが、今後のアプリケーションをタブレット PC に導入する際の手間を考慮し、作成中の入力評価アプリケーションに統合する予定である。

## 2.5 入力評価アプリケーション

実装しているアプリケーションの機能の概要を表 2 に示す。

### (1) ユーザーインターフェース(UI)

本アプリケーションは主に特別支援学校の肢体不自由者向けであるため、出来るだけ操作しやすく簡潔であることを考え設計を行った。作成した入力評価アプリケーションのホーム画面を図 2 に示す。



図 2 アプリケーションのホーム画面

ホーム画面には主なメニューとして「ゲーム」、「記録結果」、「設定」用のボタンを配置している。ユーザーは行いたい操作のボタンを選択することで各機能の画面に遷移するという設計になっている。

表 2 実装した各機能とその概要

機能	概要
測定用 ゲーム	「トントん花火」 表 1 の Game1 に相当する、タッチした座標に花火のエフェクトが出現するゲーム
	「ポンポンピアノ」 表 1 の Game2 に相当する、鍵盤を押すとその鍵盤に対応した高さの音が鳴るゲーム
タッチ点 測定機能	各ゲーム使用時のタッチ点を記録し、可視化する機能
ユーザー 登録機能	使用者ごとにユーザーを登録し、各ユーザーを切り替えて使用することでユーザーごとに記録データを管理する機能

### (2) トントん花火

Game1 として実装したのは「トントん花火」というゲームである。このゲームは、単純に画面に注目するとなんらかのイベントを発生させるという要件のもと作成したゲームである。なお、画面右上部にどのゲームでも共通する UI として、「ホーム画面に戻るボタン」、「タッチ点の記録を開始・停止するボタン」を含むメニューを配置している。トントん花火のプレイ画面を図 3 に示す。



図 3 トントん花火のプレイ画面

### (3) ポンポンピアノ

Game2 として実装したのは「ポンポンピアノ」というゲームである。このゲームはトントん花火より選択的な入力を測定するために実装したゲームである。図 4 を見ると分かる通り、ピアノの鍵盤に見立てたボタンが並んでおり、鍵盤を押すとその鍵盤に対応した音階の音になるというものである。このゲームも同様に共通のメニューを右上に配置している。

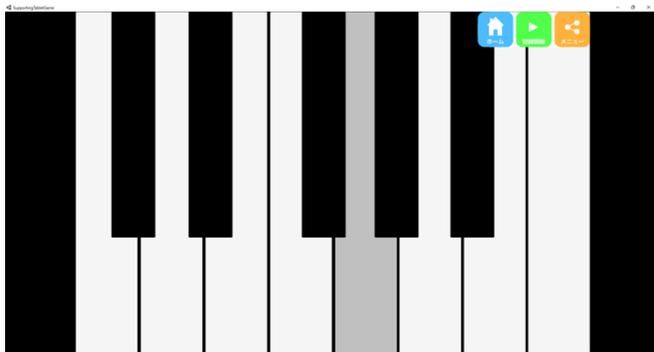


図 4 ポンポンピアノのプレイ画面

### (4) タッチ点測定機能

今までに実装した 2 つのゲームプレイ時のタッチ点を測定する機能の実装も行った。ゲーム内で、各ゲームに配置されているメニューの記録開始ボタンを押すと、記録を開始するかどうかを確認するダイアログが出現する。ダイアログの「Yes」を押すとタッチ点の記録が開始される。記録を終了するには記録停止用のボタンを押し、記録データを保存するかのダイアログが出るので、保存するかどうかを選択することで記録が終了する。タッチ点は一定時間ごとに記録するという仕様になっており、記録する間隔はゲーム内の設定から変更可能となっている。

ゲーム内で測定したタッチ点は「測定結果画面」で見ることができる。測定結果を見たいユーザーを選択すると、そのユーザーで測定した記録データが一覧で表示される。その中から見たい記録データを選択することで記録した時間とタッチ点の様子を見ることが出来る。この画面では下部に位置するスライダーを左右に動かすことで、各時間におけるタッチ点の位置を確認することが出来る。記録データの閲覧画面を図 5 に示す。

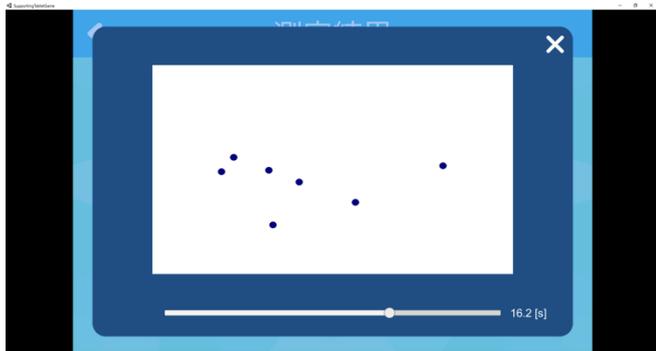


図 5 記録データの閲覧画面

#### (5) ユーザー登録機能

特別支援学校では本アプリケーションを使用して、複数の児童・生徒の入力を評価することを想定しているため、ユーザーを登録し、切り替えて使用することで各児童・生徒の記録データの管理を行える機能も追加した。

### 3. 今後の開発方針

#### 3.1 実装予定の機能

今後特別支援学校への導入に向けて必要と考えられる機能を表 3 に示す。

表 3 実装予定の機能

機能	概要
測定用ゲームの追加	測定用ゲームを追加し、障害のレベルに合わせて柔軟に入力を評価できるようにする
UI の改良	UI を改良することによって、児童・生徒にとってより使いやすいアプリケーションにする
記録データの再生機能	記録データの閲覧画面でタッチ点以外に、記録した時間の画面キャプチャを表示することで、視覚的に分かりやすくする 記録データを再生することで、実際にどのような入力が得られたかを忠実に再現できるようにする
入力評価補助機能	記録データを評価する際、タッチ点の特徴をグラフなどで表示することによって入力の評価を補助する機能

現在、追加の測定用ゲームとして表 1 の Game3 に相当する、メディアプレイヤーのような動作をするゲームを開発している。これは測定者に関わりがある画像とそうでない画像を画面に配置し、前者の画像を選択した場合、あらかじめ関連付けられた動画が再生されるというアプリケーションである。

今後は、表 3 のような機能の追加・改良を行うことで、特別支援学校での導入を目指していく。

### 4. おわりに

特別支援学校では、様々な障害を持つ児童・生徒に対応するため、ICT 機器の導入が求められているが、導入コストや専門的な知識が必要という課題があるため、普及が十分ではない。本研究を進めることで、各児童・生徒の障害の種類に合わせて、どのような入力手法を用いるのが適切かどうかを判断することができ、専門的な知識を有していない教員であっても児童・生徒一人一人に合った ICT 機器を導入し、ICT 機器による学習・サポートを行うことが可能となる。

現在はアプリケーションの基本機能を実装しているが、今後特別支援学校への導入するためには、実際の現場での検証を重ね、そのフィードバックに基づいた改良・機能追加を繰り返していくことが必要だと考えられる。

### 参考文献

- (1) 文部科学省：“特別支援教育の推進について(通知)”(2007)
- (2) 文部科学省：“障害のある児童生徒の教材の充実について 報告”(2013)
- (3) 佐野将大：“重度知的障害を併せ有する肢体不自由児の、タブレット端末を用いた意図的行動の指導に用いる実態把握表やアプリ段階表、評価の方法の整理の試み”，みずほ教育福祉団体，(2014)
- (4) 金森克浩：“[実践]特別支援教育と AT(アシスティブテクノロジー) 第 1 集”，明治図書出版株式会社，(2012)

# キネクト v2 による肢体不自由者向け

## 腕トレーニングシステムの改善

佐藤 万里樹<sup>\*1</sup>, 吉本 定伸<sup>\*1</sup>, 谷本 式慶<sup>\*2</sup>

<sup>\*1</sup> 国立東京工業高等専門学校, <sup>\*2</sup> 東京都立八王子東特別支援学校

## Improvement of Arm Training System by Kinect v2 for Physically Handicapped Persons

Mariki Satou<sup>\*1</sup>, Sadanobu Yoshimoto<sup>\*1</sup>, Tsuneyoshi Tanimoto<sup>\*2</sup>

<sup>\*1</sup> National Institute of Technology, Tokyo College,

<sup>\*2</sup> Hachioji-Higashi Special School for the Physically Disabled, Tokyo

現在, 特別支援学校において, 理学療法士のサポートにより, AT (アシスティブテクノロジー) と呼ばれる, 現代のテクノロジーを使って肢体不自由者をサポートするための支援法が行われている. その際に問題となっているのは, 児童によって興味を持つものや肢体不自由の度合いが異なるため, それぞれ個別の機器を使用する必要があるということである. そこで, 本研究では, 昨年度までのキネクトセンサを用いた腕トレーニングシステムを参考に, まず同様のシステムを, キネクト v2 を用いて開発を行った. さらに, 特別支援学校における授業を通じ, その状況からさらなる改善を図る.

キーワード: キネクトセンサ, キネクト v2 センサ, 肢体不自由者, 気づき, AT

### 1. はじめに

特別支援学校では, 理学療法士のサポートにより, AT と呼ばれる現代のテクノロジーによって障害者を支援する技術が使われている<sup>(1)</sup>. タブレット端末を使った支援アプリなどが代表的な例である. AT を使う際, 「児童によって興味を持つものが異なる」, 「肢体不自由の度合いが異なる」といった, それぞれの教育のニーズに合わせた別々の機器を用いる必要がある<sup>(2)</sup>. このため, 機器の用意やその使用方法の学習などで支援学校の教員の負担が大きくなる.

そこで, キネクトセンサに着目した. キネクトセンサは, マイクロソフト社が開発したセンサであり, 物体までの距離, 人物の骨格情報, 音声情報などを認識できるという特徴を持つ. このような ICT 技術を用いれば, 児童の肢体不自由の状況に関わらず, 児童の好みに合わせたよりアダプティブな腕トレーニングシステムを開発できると考えられる.

今現在では, キネクト v2 センサが発表され, これは従来のキネクト v1 センサに比べて, 認識のしやすさ

や解像度, 視野角などが向上している. 本研究では, 昨年までのシステム<sup>(3)(4)</sup>をベースにキネクト v2 を使用し, 腕トレーニングシステムの改良を図る.

### 2. 昨年度までのシステム

#### 2.1 概要

昨年度までに開発されているキネクト v1 センサを用いた腕トレーニングシステムでは, 図1のようなメニュー画面から虫取りゲームと図2のようなもぐら叩きゲームを選択し, 行うことができる.



図1 昨年度までのシステム: メニュー画面



図2 昨年度までのシステム：もぐらたたき

また、図3のように登録したプレイヤーの腕の可動範囲を見ることが可能になっている。プレイヤーの登録機能により、プレイヤーの情報から前回行ったゲームの設定などを引き継げるようになっている。

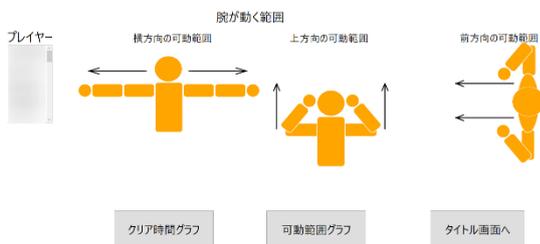


図3 昨年度までのシステム：データ確認画面

ゲーム中に、画面上で右クリックをすると、強制的にターゲットを触ったことにする「強制成功機能」がついており、システムを使用する際に教員が押し、強制的に成功とすることにより児童をサポートするために実装されている。

## 2.2 改善点の検討

昨年度までに開発されている腕トレーニングシステムは、八王子東特別支援学校にて週1回のペースで使用している。今年当初、改善点として、「トレーニングの対象者以外の認識」、「車椅子を使っている児童の体が認識されづらい」、「画面遷移時の読み込みが長い」、「Kinectを使って撮影したものをオブジェクトとしてゲームに使用したい」が挙げられた。

## 2.3 システム利用のねらい

本研究は、ゲームを行う児童が、画面上に映ってい

る自分に気づき、自ら身体を動かして、画面上のターゲットに向かって変化を起こそうとすることをねらっている。また、身体については、児童一人ひとりで状態が異なることから、足など、腕に限らない自ら動かすことのできる身体の部位を意識して動かすことをねらっている。

そのため、自ら画面上でターゲットに触ることができなくても、手を伸ばしたり、足を動かしたりする動きで「強制成功機能」を用いて動いたことへのフィードバックを行い、児童の意欲を高めて動かす力を高めようとねらっている。また、昨年までのシステムにおいては、図4のようにゲーム開始前の画面でもぐらたたきの説明をわかりやすく画面に表示して、児童がゲームを理解して、自らアクションを起こしやすいようにしたり、図5のようにクリア画面にたたいたモグラを表示してストーリー性を高め、より児童の興味を引くようにしたりしている。



図4 昨年度までのシステム：ゲーム開始前



図5 昨年度までのシステム：ゲームクリア後

### 3. 今年度のシステム

#### 3.1 概要

今年度開発した腕トレーニングシステムは、キネクト v2 センサを使用しており、キネクト v1 センサに比べて、解像度、視野角、認識のしやすさなどが向上している。今回実装したゲームは昨年度と同様、もぐらたたきゲームと虫取りゲームである。

#### 3.2 メニュー画面

ゲームの種類、ターゲットの数、モードを選択するメニュー画面は、図6のとおり昨年度同様に実装した。昨年度と同じように、ゲームの時使用する画像を表示することで、ゲームをイメージしやすくし、また、ゲームの種類を選択するまでは、その他の選択肢やボタンを半透明にし、選択できないようにすることで、設定の流れを分かりやすくした。



図6 今年度のシステム：メニュー画面

#### 3.3 ゲーム前画面

メニュー画面でゲームを選択後、ゲーム画面に遷移する前に、図7のような昨年度同様ゲームの説明をする画面に遷移する。この際、昨年度と同様に、ゲーム中のBGMをすでに流しておくようにしている。これは、昨年度までのシステムを使っている際に児童が、BGMが流れ始めることでゲームが始まったことを認識する傾向にあることから、知っているBGMが流れ始めることで画面に注目してもらうために実装した機能である。



図7 今年度のシステム：ゲーム前画面

#### 3.4 ゲーム画面

##### 3.4.1 もぐらたたき

もぐらたたきゲームの画面は図8のようになっており、右上に残りのモグラの数、右下に終了ボタンが配置されている。両手モードの場合、両手の掌に判定があるので、両手のどちらかがモグラの画像にふれればモグラをたたいたという判定になる。モグラが表示される位置は、右寄りと左寄りの位置が交互に選択されるようになっており、これはモグラの位置が明確に変え、画面上の変化を大きくすることで、モグラをたたいたという事実をわかりやすくするためである。

画面上で右クリックすることで行うことができる強制成功機能は、終了ボタンの上、モグラの残りの数表示の上、表示された体の上、モグラの上のどこであってもクリックした場合に強制的に成功判定になるようになっている。



図8 今年度のシステム：もぐらたたき

##### 3.4.2 虫取り

虫取りゲームの画面は図9のようになっており、右上に残りの虫の数、右下に終了ボタンを配置している。強制成功機能など、基本的にはもぐらたたきと同じで

ある。



図9 今年度のシステム：虫取り

### 3.4.3 ゲームクリア画面

ゲーム終了後のクリア画面は図10のようになっており、昨年度同様、ゲーム中たいたモグラか虫かごに入った虫が表示されるようになっている。

この部分の昨年度との違いはなく、クリア時のメッセージも昨年度と同様に、4つのメッセージからランダムで選択することで変化をつけている。



図10 今年度のシステム：ゲームクリア画面

## 4. 昨年度からの改善点と動作状況

主な改善点としては、昨年度よりも解像度が向上しており、顔が見やすくなっている点、USB3.0への移行によりキネクトとの連携の時間が早く、ゲーム開始までの時間が短くなった点が挙げられる。

実際の授業での動作確認の結果、画面の解像度の向上により、より児童が画面に映っている自分に気づくということを促進できていた。

一方、認識の速度については、昨年度のシステムと

ほぼ変わりがない速度であった。原因として考えられるのは、キネクト v1 センサでは、キネクト自体の角度をセンサに内蔵されているモーターで変更することができ、車いすを使用している児童の高さが個人で違うという問題をカバーできていたのに比べ、キネクト v2 センサでは視野角が広くなった代わりに角度を変更できる機能がなくなり、固定された角度でしか認識を行うことができなくなってしまったということである。

今後、キネクト v2 をモニターの上下どちらに設置するのが最適に認識を行うことができるのか、場所を検証することや、より見やすい UI への変更などの改善の余地がある。

## 5. おわりに

本研究では、キネクト v1 センサを用いた腕トレーニングシステムをキネクト v2 センサへ移行を行い、実際に授業で動作状況の確認を行った。教職員の方々にアンケートを行った結果、解像度の向上で気づきのサポートはできていたが、認識速度については改善の余地があることが分かった。

今後は、認識速度の部分の改善、また、昨年度実装されていたユーザー登録機能の実装、ターゲットが自動的にプレイヤーに近づいてくる位置調節機能の実装を行う必要がある。

### 参考文献

- (1) 金森克浩, “[実践]特別支援教育と AT (アシスティブテクノロジー) 第1集”, 中央美版, pp.6-9 (2012).
- (2) 銭谷眞美, “特別支援教育の推進について (通知)”, 文部科学省 (2007).
- (3) 野島幸大, 吉本定伸, 谷本式慶, 野口健太郎, “Kinect を用いた肢体不自由者向け腕トレーニングシステムの開発”, 教育システム情報学会 研究報告, vol. 28, no.6, p. 27-32 (2013)
- (4) 野島幸大, 吉本定伸, 谷本式慶, 野口健太郎, “Kinect センサを用いた肢体不自由者向け腕トレーニングシステムの改良”, 教育システム情報学会 研究報告, vol. 29, no.5, p. 63-68 (2014)

# Android 端末を用いた認知機能評価のための アプリケーション開発

松岡利人<sup>\*1</sup>, 渥美亮祐<sup>\*1</sup>, 小久保奈緒美<sup>\*2</sup>, 横井優磨<sup>\*2</sup>,  
齊藤勇二<sup>\*2</sup>, 村田美穂<sup>\*2</sup>, 堀越勝<sup>\*2</sup>, 吉本定伸<sup>\*1</sup>

<sup>\*1</sup> 国立東京工業高等専門学校, <sup>\*2</sup> 国立精神・神経医療研究センター

## Development of Android tablet based Application for Neurocognitive Assessment

Rihito Matsuoka<sup>\*1</sup>, Ryosuke Atsumi<sup>\*1</sup>, Naomi Kokubo<sup>\*2</sup>, Yuma Yokoi<sup>\*2</sup>,  
Yuji Saitoh<sup>\*2</sup>, Miho Murata<sup>\*2</sup>, Masaru Horikoshi<sup>\*2</sup>, Sadanobu Yoshimoto<sup>\*1</sup>

<sup>\*1</sup> National Institute of Technology, Tokyo College,

<sup>\*2</sup> National Center of Neurology and Psychiatry

近年, 発達支援や認知症予防のための, コンピュータゲームを用いた認知機能トレーニングが注目されている. 本研究の目的は, 高精細で汎用性の高い認知機能評価と, 継続的なトレーニングを実現する Android アプリケーションを開発することである. 本報告では, 本研究でこれまでに開発したアプリ『User experience-Trail Making Test: UX-TMT』を発展させ, 認知機能をより包括的に評価するための新たな検査をアプリケーション機能として実装した内容について述べる.

キーワード: Android アプリケーション, 認知機能, 評価, ユーザエクスペリエンス, トレーニング

### 1. はじめに

近年, 急速な高齢化に伴い認知症有病者数が増加し, 認知症にかかる社会的コストも増加の一途を辿っている. しかし, 認知症の根治的治療法は未だ確立されておらず, 早期診断・早期介入のための医療技術発展が望まれている.

先行研究によれば, 認知症予防介入の効果が見込める期間は認知機能正常から軽度認知障害までである. 現在, 認知症予防のための非薬物療法として, コンピュータを用いたゲームや運動, 食事療法などが注目されているが, その効果検証は始まったばかりである<sup>(1)</sup>. 同時に, 認知機能評価・トレーニング用アプリは近年多数開発されているが, 信頼性の検証と, 汎用性の高い簡易診断支援システムの確立が求められている.

そこで本研究では, トレイルメイキング課題 (Trail Making Test: 以下, TMT) と, TMT をタッチパネル型検査に応用した Advanced Trail Making Test: 以下,

ATMT<sup>(2)</sup>を発展させた認知機能評価・トレーニング用アプリ “User experience-Trail Making Test : 以下, UX-TMT” を開発した<sup>(3)</sup>.

これまで, 認知機能の評価は, 専門家による問診や構造化された面接, 紙と鉛筆, その他様々な道具を使用して行う神経心理学検査等を組み合わせて行われてきた. これらの検査を PC やタブレットで行う利点は, 手続きを簡素化し, 従来の手法では観察出来ない多様な行動データを詳細に記録・分析できる点である.

本報告では, 我々が開発したアプリ (UX-TMT) を発展させ, 認知機能をより包括的に評価するための新たな検査をアプリケーション機能として実装した内容について述べる.

### 2. 従来のアプリケーション

黒須(2012)によれば, UX の 3 つの基本軸は, 品質特性(機能性, ユーザビリティ等)と感性的側面(美しさ,

楽しさ等), 意味性(必要性, 満足度)であり, 製品に関して, それがどのように見え, 学習され, 使用されるかという, ユーザのインタラクションのすべての側面である(4).

例えば, 患者のメンタルヘルスをモニタリングするシステムでは, ユーザと医師の日常生活に継ぎ目なく統合するために, スマートウォッチや PC, ブログをデータ収集の媒体とすることで最大のユーザビリティを実現した(5).

本研究で開発した UX-TMT は, より高精細で汎用性の高い認知機能のアセスメントと継続性の高いトレーニングを実現したいという医療現場のニーズをもとに, 従来の神経心理検査に新たな機能を追加してスマートフォンやタブレットに実装した.

## 2.1 UX-TMT

TMT は, 注意の持続と切り換え, 視覚探索などの評価に広く応用されている神経心理学検査である. 従来の TMT は, 紙の上にランダムに配置された数字を 1 から 25 まで順に(1→2→3…25)線で結ぶ TMT-A と, 数字とひらがなを交互に(1→あ→2…13)線で結ぶ TMT-B から構成される.

一方, UX-TMT では, ユーザの多様な使用環境とニーズを反映し, TMT と TMT を応用した視空間ワーキングメモリ利用率を定量的に評価するための検査(ATMT), 協調運動を評価するための新たな課題をスマートフォンやタブレットに実装した(図 1). 同時に, ユーザがアプリを活用して楽しみながら認知機能トレーニングを継続できるよう, 認知トレーニングゲームや BGM などを追加した.

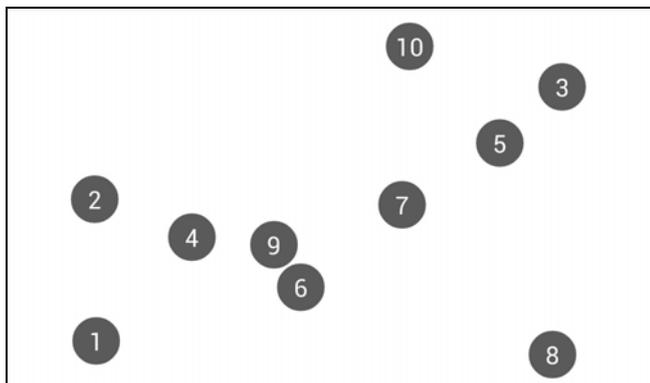


図 1 UX-TMT 検査画面

## 2.2 データ閲覧

UX-TMT では, 課題設定(ボタンの数, 大きさ, 移動速度等)と検査データ(ユーザ名, 検査日時, 正答, 誤答, 反応時間, ユーザがタッチした画面上の位置, ボタンの配列, 移動方向), データ集計結果(平均反応時間, エラー数, グラフ等)の閲覧機能を実装した.

## 2.3 じゃんけんゲーム

トレーニングモードの後出しじゃんけんゲームでは, 画面中央上部に相手の手(グー, チョキ, パーのいずれか)が, 画面中央に問題文(ユーザが出す手の条件. 例:相手の手に対して“勝つ”, “負けずに引き分ける”, “1 つ前の手に勝つ!”等)が, 画面下部にユーザの手(グー, チョキ, パー)が呈示される(図 2). ユーザは, 問題に対する正しい手を画面下部の 3 つの手から選択しタッチする.

トレーニングモードでは, ユーザのモチベーション維持をねらい, 楽しみながら取り組めるゲームを実装している.



図 2 じゃんけんゲーム画面

## 3. 現在のアプリケーション

現在のアプリケーションには, 1.で述べたように認知機能をより包括的に評価するため, TMT に加え, N-back 課題とストループ課題を追加した(図 3).

また, 適切なデータ管理と個人情報保護を目的としたユーザ登録機能と, 認知機能に関連が深いと言われている気分の評価機能を実装している.

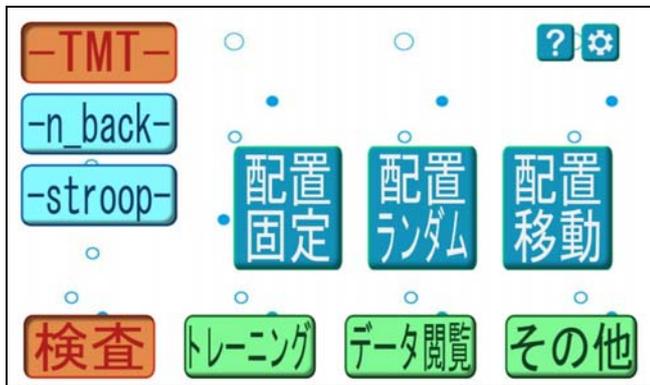


図3 メニュー（検査選択）画面

### 3.1 N-back 課題

N-back 課題とは、持続処理課題（Continuous Performance Test: CPT）の1つで、ワーキングメモリや注意、衝動性の評価などに使用される。

本アプリケーションでは、1-back と 2-back を実装している。ユーザが検査の説明を読み、検査開始（スタート）ボタンを押すと、画面中央に1から9の数字がランダムに、一定の刺激呈示時間(1500ms)と刺激間隔(500ms)で呈示される（図4）。このとき、呈示された数字がN個前の数字と同じであった場合、画面下部に表示されている緑色のボタンにタッチする検査である。本アプリケーションでは、ボタンにタッチした際の効果音を実装した他、正答・誤答の判別と反応時間の計測と記録、N値の変更による難易度の調整が可能である。

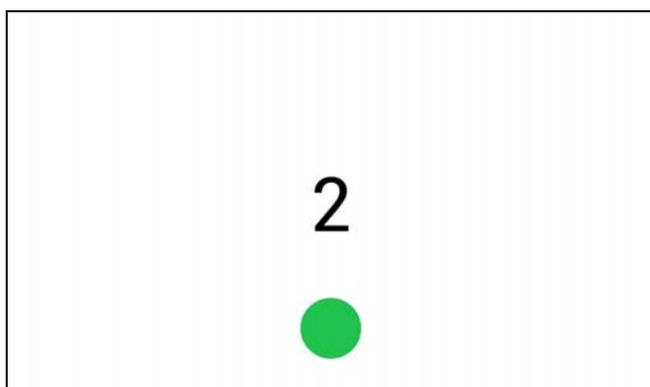


図4 N-back 課題の検査画面

### 3.2 ストループ課題

ストループ課題とは、遂行機能検査の1つで、干渉抑制の評価などに使用される。

本アプリケーションでは、ストループ刺激として画面中央に色名单語が、画面下部にマッチング課題の回

答用ボタンとして5色のボタンが呈示される（図5）。このとき、ユーザに単語のインクの色と同じ色のボタンにタッチさせ、色名とインクが不一致な刺激（ストループ刺激）に対して反応時間の遅延が生じるかを観察する課題（ストループ課題）と、単語の意味と同じ色のボタンをタッチさせ、ストループ刺激に対して黒色で書かれた色名单語と比較して反応時間の遅延が生じるかを観察する課題（逆ストループ課題）を実装した。本アプリケーションでは、正答・誤答の判別と反応時間の計測と記録が可能である。

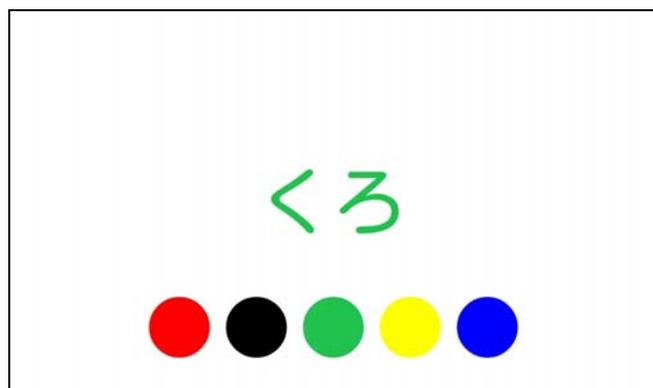


図5 ストループ課題の検査画面

### 3.3 ユーザ登録

ユーザ登録画面では、ユーザ情報の保護のために、アカウント名、パスワード、アカウントID、ユーザIDを登録できる。また、検査結果の集約とデータ解析において有用な情報（ユーザの性別・年齢・利き手など）を登録する機能を実装している（図6）。



図6 ユーザ登録画面

### 3.4 気分の評定

検査時の気分や覚醒度は、認知機能検査のパフォー

マンスに影響することが知られている。

そこで、現在のアプリでは、検査時の気分とコメント入力欄を新たに実装し、データとして認知機能評価へ反映させることを可能にした。

## 4. アプリの評価

プロトタイプ完成後、アプリの使いやすさや改善点、その他のユーザーニーズを調査するため、本アプリの主なユーザーとして想定している高齢者、および医療従事者を対象にヒアリングとアンケートを行った。

### 4.1 ユーザテスト

本アプリが想定している対象者と年齢がマッチングしたユーザーの協力を得て、ユーザテストを行った。

その結果、N-back 課題やストループ課題で使用したフォントやボタンのサイズが、概ね良好であることが示唆された。一方で、メニュー画面でボタンとボタンの間隔が狭いと感じられることや、配色によって文字が読み取りにくい点があることが示唆された。

### 4.2 専門家へのヒアリング

さらに、ユーザテストの結果を受け改良したアプリについて、異分野多職種連携のもと検証を行った。

その結果、

- 1) 達成度を示すデータ（正答率、履歴など）の表示は、ユーザーのモチベーションを高めるかもしれない。
- 2) データ閲覧画面は、医師、研究者向けと、ユーザー（患者様、あるいはご家族）向けで目的と用途を区別して構成すると良い
- 3) 配色は、見やすさの他、色覚異常者でも検査遂行や使用が可能か検討を行ったほうが良い
- 4) 1つの画面上の選択肢を出来る限り少なくする、ボタンとボタンの距離を離すなどして、見やすさと操作性を高めると良い

などの意見があり、画面レイアウトの他、様々な課題が示唆された。

## 5. おわりに

本研究では、従来のアプリケーションを発展させ、より包括的に認知機能を評価するための新たな検査と、

その補助機能を実装する開発を行ってきた。

その結果、改良したアプリは、有用な点もあるが、想定しているユーザーの特性を考慮し、機能や操作性、レイアウトで検討すべき課題があることが分かった。

今後の展望としては、ユーザテストやヒアリングの結果をもとに、ユーザインターフェースの改善を行う。同時に、トレーニングモードとデータ閲覧画面の拡充を図り、機能と操作性の向上と、ユーザーのモチベーションと満足度を高める工夫を実装していく。

さらに、今後も開発とニーズ調査を交互に実施し、ユーザーのニーズにマッチングしたアプリ開発を行っていく。

## 謝辞

本研究を進めるにあたり、ユーザテストとヒアリングにご協力いただいた皆様に感謝の意を表します。

## 参 考 ・ 引 用 文 献

- (1) Ngandu T, Lehtisalo J, Solomon A, et al. : A 2 year multidomain intervention of diet, exercise, cognitive training, and vascular risk monitoring versus control to prevent cognitive decline in at-risk elderly people (FINGER): a randomised controlled trial, *Lancet*, 385, pp.2255-2263 (2015)
- (2) Kokubo N, Inagaki M, Gunji A et al. : Developmental change of visuo-spatial working memory in children: Quantitative evaluation through an Advanced Trail Making Test, *Brain & Development*, 34, pp.799-805 (2012)
- (3) 小久保奈緒美, 渥美亮祐, 川久保亮, 後藤健太, 柴田尚輝, 平真宙, 諸星匡吾, 吉本定伸, 浅野敬一, 青木宏之: 高専における新時代の技術者養成と社会実装を通じた当事者及び医療従事者との協働による医療現場の潜在的ニーズの顕在化と課題解決のための実践研究—認知機能の評価とトレーニングを目的としたタブレット版 Trail Making test: TMT 開発の試み—, 第1回 CEPD 研究会抄録集, p.13 (2015)
- (4) 黒須正明: ユーザエクスペリエンスにおける完成情報処理, 放送大学研究年報, 第30号, pp.93-109 (2012)
- (5) Kamdar MR, Wu MJ. PRISM: A DATA-DRIVEN PLATFORM FOR MONITORING MENTAL HEALTH. *Pac Symp Biocomput.* 21. Pp.333-44 (2016)

# ロボットを活用した小学生のための 認知症サポーター育成教材の開発

村嶋琴佳<sup>\*1</sup>, 榊田聖子<sup>\*2</sup>, 真嶋由貴恵<sup>\*1</sup>

<sup>\*1</sup> 大阪府立大学 現代システム科学域, <sup>\*2</sup> 関西医療大学 保健看護学部

## Development of Teaching Materials of Dementia by a Robot for Schoolchildren Supporters

Kotoka Murashima<sup>\*1</sup>, Seiko Masuda<sup>\*2</sup>, Yukie Majima<sup>\*1</sup>

<sup>\*1</sup> College of Sustainable System Sciences, Osaka Prefecture University

<sup>\*2</sup> Faculty of Health and Nursing, Kansai University of Health Sciences

世界で最も高齢化が進む日本では、認知症を患う高齢者も増加傾向にあり、2025年にはその数が約700万人にまでのぼることが予想されている。しかし認知症に対する偏見は根強い。認知症になっても住み慣れた土地で気持ちよく暮らしていくためには、認知症に対する差別意識をなくし、地域住民が正しい知識を身につけることが必要である。特に小学生など普段高齢者と接する機会が少ない若年層は、認知症について知識が乏しく関心も薄い傾向にあるため、間違った偏見を形成する前に認知症啓発授業を行うことが重要と考える。そこで本研究では、全国各市町村で行われる認知症サポーター養成講座の中でも、特に小学校で開講されているものを対象に、ロボットを活用した認知症に関する効果的な人材育成教材の開発を目的とした。

キーワード: 認知症, 認知症サポーター, Pepper, コミュニケーションロボット, 小学生

### 1. はじめに

厚生労働省研究班の調査<sup>1)</sup>によると、65歳以上の高齢者のうち、認知症の人の数は2012年時点で全国に約462万人いると推計されている。また、認知症予備軍である軽度認知障害(MCI)の患者も推定約400万人いるとされ、約4人に1人の65歳以上の高齢者が、認知症またはその予備軍ということになる。さらに2015年1月に新たに発表された資料<sup>2)</sup>によると、2025年には65歳以上の認知症高齢者数が全国で約700万人にのぼると推定された。しかし、認知症に対する周囲の人々の理解はあまり進んでおらず<sup>3)</sup>、心無い言葉を投げかけられたり、対人トラブルの原因になったりする。こうした差別や偏見をなくすには認知症に関する正しい知識を普及させることが重要であり、全国各地でもさまざまな対策や活動が行われている。

その内の1つに「認知症サポーター養成講座」がある。

この活動は2005年に厚生労働省が提唱した「認知症を知り地域を作る10ヵ年」<sup>4)</sup>キャンペーンの一環として始まった。全国キャラバン・メイト連絡協議会が中心となり、養成講座の講師役となるキャラバン・メイトの養成や、全国各地の自治体・企業・学校などで認知症サポーター養成講座を開催している。2016年9月末現在、認知症サポーターの数は8,048,676人を超え、キャラバン・メイトも130,592人となっている<sup>5)</sup>。

講座を受講するにあたって年齢制限はないため、老若男女問わず受講が可能である。特に小学校や中学校では「認知症キッズサポーター養成講座」と称して認知症啓発授業が各地で開催されており、若年層のうちから認知症や高齢者への正しい理解を深める良い機会となっている。講座の内容も、認知症が脳の病気であ

ることや、認知症による物忘れと加齢による物忘れとの違い、認知症の人とどう接すればよいかなど多岐に渡っている。また、村山らの調査<sup>6)</sup>によると、この啓発授業を受けることで、認知症に関する知識の獲得や、認知症高齢者に対する共感的意識の形成につながることを明らかにしている。

しかし、養成講座受講者の受講後の認知症に対する行動変容を調査した研究は少ない<sup>7)</sup>。さらに、認知症啓発授業における小学生向けの効果的な教材を検証する研究はなく、どのような教材が小学生の啓発意識を高めるのかは明らかではない。また、講座で 사용되는教材はキャラバン・メイトや各地の地域包括支援センターの職員、民生委員などによる手作りのため内容はさまざまであり、講座の回数を重ねる中で手探りで作成されている。加えて、講座で学んだ認知症高齢者に対する接し方を実際に体験し、フィードバックさせるようなシステムはあまり見受けられない。我々は、認知症に対する啓発意識だけでなく、認知症高齢者への対応方法を実践的に学べる教材が必要と考える。そこで本研究では、認知症高齢者への対応方法を実践的に学ぶために、認知症高齢者に見立てたロボットを使用し、ロボットに接しながら認知症の知識や認知症高齢者へのかかわり方を効果的に学ぶことができる、小学生のための認知症サポーター育成教材の開発することを目的とした。

## 2. 認知症キッズサポーター養成講座の現状と課題

### 2.1 認知症キッズサポーター養成講座の内容

小学生を対象とした講座<sup>6),8)</sup>では、認知症についての知識や、認知症の人への対応方法を、スライドやホワイトボード、寸劇や紙芝居を用いることが多い。具体的には、認知症に関する知識として、「認知症が脳の病気であること」「認知症になると新しいことを覚えにくくなること」といった認知症の中核症状が取り上げられる。また、認知症高齢者の一般的な生活スタイルや対応方法の例などは寸劇や紙芝居を通して伝えている。講座によってはグループワークを行い、小学生自身が感じたことや学んだことを発表することもある。これらの内容を通してキャラバン・メイトは小学生に、

認知症は誰しもがなり得る脳の病気であること、認知症の人には思いやりを持って接すること、偏見や差別意識を持たないことなどを伝えている。しかし、講座に費やされる時間は1~2時間程度というところが多く、全ての項目を十分に網羅することは難しい。そのため、小学生が講座で学んだ認知症の人に対する接し方をその場で実践したり、考察したりする機会はあまりない。そこで本研究では「実践できる」ことを重視し、認知症高齢者が実際にいなくても、認知症高齢者を相手にしているようなイメージができるロボット教材を開発する。

### 2.2 講座で取り上げられる認知症高齢者の症例

認知症の症例として、講座でも良く取り上げられるものの1つに「物忘れ」がある。認知症にはアルツハイマー病やレビー小体病、血管性認知症など原因となる病気が数多くあり、出現する症状やその程度は様々である<sup>9)</sup>。しかし、物忘れという症状は全ての認知症において現れる。また、物忘れの症状が進むと、食事を取ったのにすぐに空腹を訴えたり、約束をしていたこと自体を忘れていたりなど、対人関係に影響を及ぼすような言動が増えていく。認知症キッズサポーター養成講座でも、そういった症状をモデルに作られた紙芝居や寸劇などが多く見受けられる。また、こうした紙芝居などを見た後に、小学生に紙芝居の中での接し方の良し悪しを考えさせるところも多い。今回ロボット教材を開発する上でも、講座中の寸劇などで取り上げられやすい症例を参考に、小学生が実生活の出来事に置き換えることができ、かつ自分が考えた接し方によって相手の反応がなぜ変わるのかを考えやすいように設計を工夫した。

## 3. ロボットを活用した小学生のための認知症サポーター育成教材の開発

### 3.1 コミュニケーションロボットの活用

認知症キッズサポーター養成講座は、小学生が認知症の人への接し方を学ぶことを目的としている。しかし、受講した小学生が実際に認知症高齢者と出会ったときに正しい対応ができるか否かを評価することは難しい。そこで我々は、認知症高齢者に見立てたコミュニケーションロボットを教材として使用することで、

認知症高齢者への具体的な声のかけ方や接し方を実践的に学ぶことができると仮定した。そのためには人間と同じように音声認識や画像認識などの機能を持ち、小学生が親しみを持てるように子どもの身長に近いロボットが必要である。そこで今回使用するロボットは、Pepper（ソフトバンクロボティクス株式会社／Aldebaran）である。Pepper は身長が 121 センチの人間型ロボットで、人間と共生することを目的として開発されており、画像認識・音声認識・会話・移動などが可能である。これらの機能から、Pepper を認知症高齢者のように振舞わせることが可能であると考えられる。

Pepper を活用した教材の開発には、ソフトバンクロボティクス株式会社が公開している開発キット「Choregraphe（コレグラフ）」を使用した。

### 3.2 Pepper を活用した育成教材の開発

#### 3.2.1 認知症高齢者の症例のモデル化

はじめに接し方の教材内容として、認知症高齢者によく見受けられる「物忘れ」と「見当識障害（時間や場所の概念がわからなくなる障害）」の 2 つの症状を Pepper で再現させるためにモデル化する。今後の開発を進める基本的技術の検証のため、Pepper に搭載されている音声認識と画像認識の 2 つの機能を使って表現した。

##### 3.2.1.1 認知症高齢者の感情を学習させる工夫

それぞれの症状への接し方によって、認知症高齢者の感情がどう変わるのか視覚的に理解しやすくするため、Pepper の胸元に付属されているタブレットに感情を表現するイラスト（左から順に「とても嬉しい」「嬉しい」「普通」「悲しい・混乱」「怒り」）を表示させる（図 1）。



図 1.Pepper のタブレットへの表示例

##### 3.2.1.2 ストーリー① 「物忘れ」への対応

ストーリー①「物忘れ」では、質問したこと自体を

忘れて何度も同じ質問を繰り返す症状をモデル化する。まず、Pepper の画像認識機能を利用し、目の前を人が通過するのを認識する度に Pepper が何度も同じ質問を行う。次に、それに対する返答を音声で認識することによって Pepper の反応が変わるように設計した（図 2）。この場合の Pepper が認識する言葉は表 1 の通りである。例えば、夕飯を食べたはずなのに食べていないと主張する Pepper に対し、「食べたでしょう！」と強く否定する言葉を言うと、Pepper が怒りを露わにし、胸のタブレットに表示された Pepper の感情も「怒り」のイラストになる。逆に、「もう少し待ってね」と優しく振舞うと、Pepper は落ち着き、感情イラストも「とても嬉しい」または「嬉しい」になる。

表 1.Pepper が認識する言葉

対応	認識する言葉
否定 (Pepper が怒る)	<ul style="list-style-type: none"> <li>・もう食べた</li> <li>・食べたでしょう！</li> <li>・いい加減にして</li> </ul>
受容 (Pepper が落ち着く)	<ul style="list-style-type: none"> <li>・もう少し待ってね</li> <li>・お菓子食べよう</li> </ul>

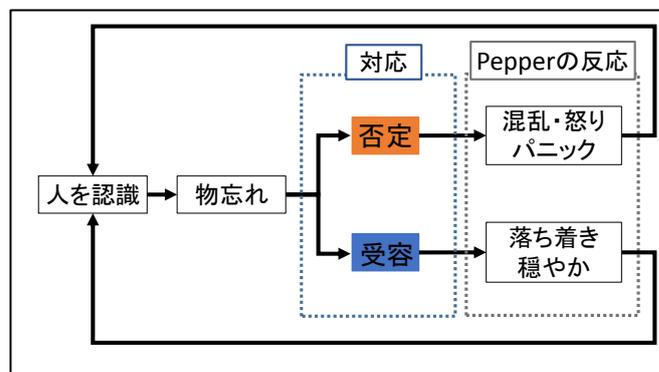


図 2.ストーリー①の流れ

##### 3.2.1.3 ストーリー② 「見当識障害」への対応

ストーリー②「見当識障害」では、相手を正しく認識できないという症状をモデル化する。はじめに、画像認識機能によって目の前の人を認識すると、その人へ Pepper が話しかける。次に、学習者である小学生が、Pepper に対する返答の台詞を QR コードによって認識させ、その内容次第で Pepper の反応が変化するように設計した（図 3）。例えば、孫を自分の娘の幼少期と勘違いしている Pepper に対し、否定の QR コー

ドを見せながら「ちがう！」と怒ると、Pepper はパニックを起こし、タブレットに表示された Pepper の感情も「悲しい・混乱」または「怒り」になる。一方、受容の QR コードを見せながら Pepper の話に合わせて接すると、Pepper はパニックを起こすことなく落ち着き、感情イラストも「とても嬉しい」または「嬉しい」になる。

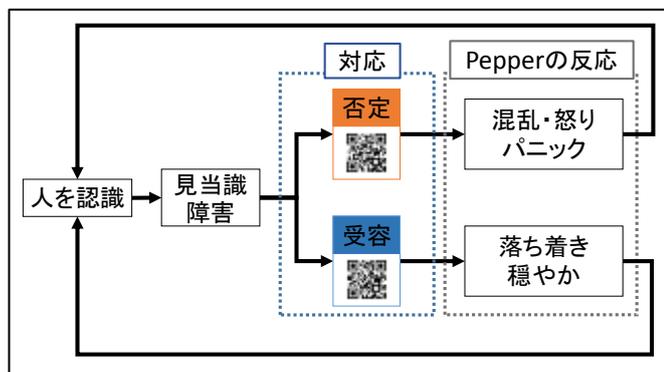


図 3.ストーリー②の流れ

### 3.2.2 メリルの「ID の第一原理」を応用した設計

M.D. メリルは、数多くの ID (Instructional Design: 教育設計) モデルや理論に共通する原理として、効果的な学習環境を実現するために「ID の第一原理」と呼ばれる 5 つの要件<sup>10,11)</sup>をまとめている(表 3)。

表 3. メリルの ID の第一原理<sup>11)</sup>

	要件
1	現実に起こりそうな問題に挑戦する (問題)
2	すでに知っている知識を動員する (活性化)
3	例示がある (例示)
4	応用するチャンスがある (応用)
5	現場で活用し、振り返るチャンスがある (統合)

本研究では、この原理に基づき、ロボットを活用した認知症サポーター養成講座を設計することを前提としている。具体的には、Pepper が物忘れや誤認識することで、学習者である小学生は問題に直面 (第 1 要件「問題」) し、自分の既存知識で対応する (第 2 要件「活性化」)。その後、正しい対応を示すと Pepper が穏やかになることを例示し (第 3 要件「例示」)、先に挑戦した問題と異なる問題に挑戦することで応用 (第 4 要件「応用」) することができる。また、2 回目

の挑戦でなぜ自分はその選択をし、Pepper が反応したのか振り返る (第 5 要件「統合」) ことができる。このように、メリルの原理に基づいて設計することで、学習者は内政を踏まえて効果的に学習を統合することができると考えている。

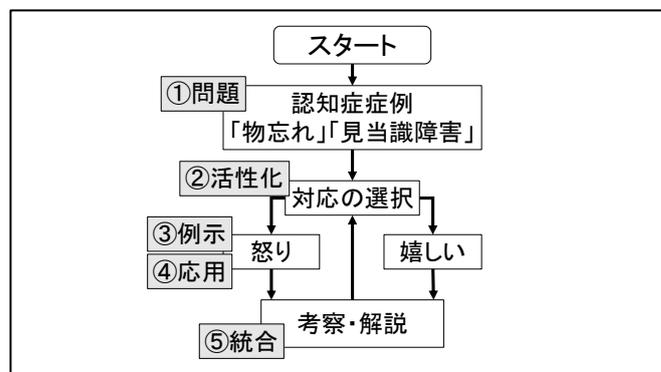


図 4.メリルの ID の第一原理の応用

## 4. まとめと今後の課題

本研究では、小学生が認知症高齢者への対応方法を実践的に学習することを目的とし、コミュニケーションロボットの Pepper を活用した小学生のための認知症サポーター育成教材の開発を行った。具体的には、Pepper の音声認識と画像認識の機能を使い、認知症高齢者によくある事例をモデル化し、Pepper との接し方を通して認知症高齢者への対応方法を学べるように設計した。今後、開発した教材について、まずキャラバン・メイトや地域福祉などの専門家から評価を得る予定である。その評価結果を基に Pepper の機能を改善・追加し、認知症キッズサポーター養成講座への導入を目指したい。

### 謝辞

本研究は MEXT 科研費 JP16K12355 の一部の助成を受けたものです。

### 参考文献

- (1) 朝田隆: “都市部における「認知症有病率と認知症の生活機能障害への対応」, 厚生労働科学研究費補助金 認知症対策総合研究事業 総合研究報告書 (2011 年度-2012 年度)
- (2) 厚生労働省報道発表資料 2: “「認知症施策推進総合戦略～認知症高齢者などにやさしい地域づくりに向けて～

- (新オレンジプラン)」について”,  
<http://www.mhlw.go.jp/stf/houdou/0000072246.html>  
(2015年1月27日掲載)
- (3) Arai Y, Arai A, Zarit SH: “What do we know about dementia? : A survey on knowledge about dementia in the general public of Japan”, *International Journal of Geriatric Psychiatry*, Vol.23, No.4, pp.433-438(2008)
- (4) 厚生労働省「認知症を知り地域をつくる10ヵ年」の構想, <http://www.mhlw.go.jp/topics/kaigo/dementia/c01.html>  
(2016年11月19日確認)
- (5) 認知症サポーターキャラバン,  
<http://www.caravanmate.com/> (2016年11月17日確認)
- (6) 村山陽, 小池高史, 倉岡正高, 藤原佳典: “認知症啓発授業が小中学生の認知症高齢者イメージに及ぼす影響 テキストマイニング手法による分析”, *日本認知症ケア学会誌*, Vol.12, No.3, pp.593-601(2013)
- (7) 森本喜代美, 林谷啓美, 窪内敏子: “認知症サポーター養成の課題とあり方”, *園田学園女子大学論文集*, Vol.46, pp.89-97(2012)
- (8) 細川敦子, 金子紀子, 前田充代, 天津栄子, 松平裕佳, 金川克子: “A 小学校の総合学習に「認知症」の学習を取り入れて”, *石川看護雑誌*, Vol.6, pp.53-58(2009)
- (9) 数井裕光, 杉山博通, 坂東潮子: “認知症知って安心! 症状別対応ガイド”, 株式会社メディカルレビュー社, 大阪(2012)
- (10) Merrill, M. D.: “First Principles of Instruction”, *Educational Technology Research and Development*, Vol.50, No.3, pp.43-59(2006)
- (11) 鈴木克明, 根本淳子: “教育設計についての三つの第一原理の誕生をめぐって”, *教育システム情報学会誌*, Vol.28, No.2, pp.168-176(2011)



# 食育支援システムの開発と効果

## ～児童と保護者双方の食生活の改善～

アブドサラム ダウティ<sup>\*1</sup>, 清水 佑起<sup>\*2</sup>, 中山 洋<sup>\*2</sup>

\*1 新疆大学, \*2 東京電機大学

## Development and the effect of food education support system

## ～Improvement of eating habits of both children and their guardians～

Abdusalam Dawut<sup>\*1</sup>, Shimizu Yuuki<sup>\*2</sup>, Nakayama Hiroshi<sup>\*2</sup>

\*1 Xinjiang University, \*2 Tokyo Denki University

平成17年7月に制定された食育基本法<sup>(1)</sup>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<sup>(2)</sup>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。そこで本研究は、児童と保護者同時に食育授業を行うことで、児童と保護者の食生活に対する意識改善をうながし、それを通じて食生活の改善を行わせることを目的とした。具体的には、システムを用いて個人の朝食情報を入力させ、それを基に助言や個人とクラス全体の比較結果画面を提示した。また、家庭での親子との会話の変化や実際の食生活に改善が見られるか調査した。その結果、食生活に対する親子との会話の増加や意識改善を通じて、食生活の改善が見られた。

キーワード: エージェント, 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。

そこで、児童と保護者同時に食育支援システムを用いた食育授業を行うことで、児童と保護者の食生活に対する意識改善をうながし、それを通じて食生活の改善を行わせることを目的とする。具体的には、システムを用いて個人の朝食情報を入力させ、それを基に栄養素に対する助言をする。また、家庭での親子との会話の変化や実際の食生活に改善が見られるか調査する。

### 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「なにしたべよう」<sup>(3)</sup>のシステムを基盤として、「望ましい摂取量を測定できる」、「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<sup>(4)</sup>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5の操作画面を説明として補足する。

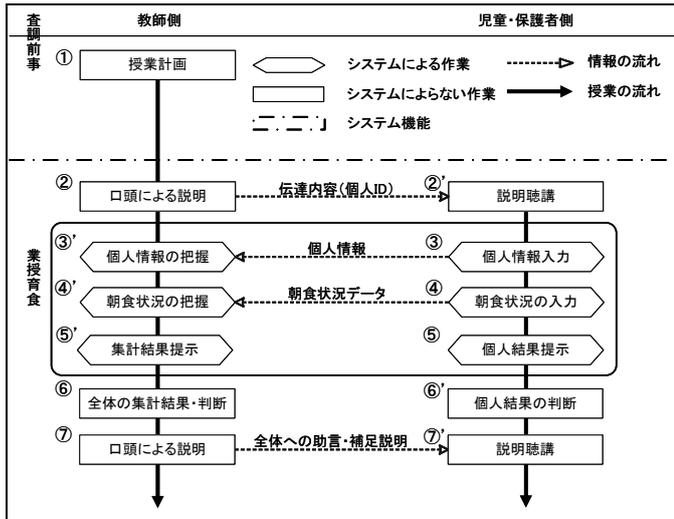


図1 システムの概要と運用手順

※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(図2)。

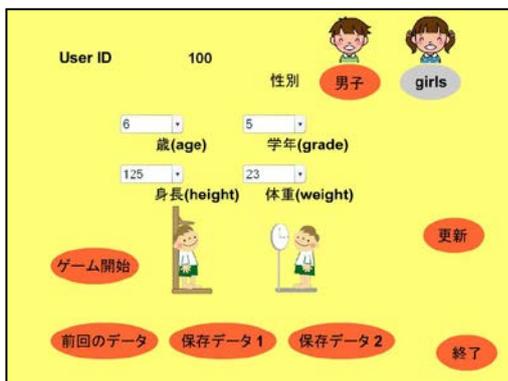


図2 個人データ登録画面

- ③' 教師は被験者の個人情報を把握できる。
- ④ 被験者は食品設定画面(図3)で朝食状況を入力する。



図3 食品設定画面

- ⑤ 入力した朝食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4)。また、栄養評価を基に、評価およびアドバイスを表示する(図5)。



図4 栄養評価画面

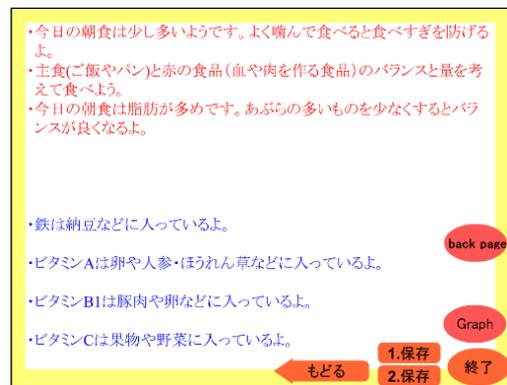


図5 アドバイス画面

- ⑤' 教師は被験者の朝食状況を把握できる。
- 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、クラスの朝食状況を確認し、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

実験対象は関東地方H市の公立S小学校の5年生46人(男性17人,女性29人)とその保護者30人(男性6人,女性24人)とした。事前に用意した個人IDを当日に児童と保護者に振り分け,その個人IDを使ってコンピュータによる食育授業を行った。そして,食育授業の1週間後にアンケートを行い,食生活の改善が見られるか調査を行った。具体的には,「食育授業前」と「食育授業後」のアンケートで得られた結果の平均値がどのように変化したかを評価する。

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,食育授業前後で比較できるようにするため,t検定で有意差を導いた。p<0.10(有意的傾向)は“-”,p<0.05は“\*”,p<0.01は“\*\*”で示した。

### 4. 結果と考察

#### 4.1 家族との会話の頻度の変化

家族との会話の頻度の変化(普段,家族とよく話していますか。)について調査した結果を表1に示す。その結果,保護者は食育授業前より食育授業後の評価が優位に高かった。これは,普段の生活の中で保護者は食育授業によって得られた話題を家族に話そうと試みていると考えられる。

表1 家族との会話の頻度の変化

調査対象時期	児童平均	有意差	保護者平均	有意差
食育授業前	4.28	なし	3.77	**
食育授業後	4.37		4.07	

#### 4.2 食事に関する家族との会話の変化

食事に関する家族との会話の変化(家族と食事について話していますか。)について調査した結果を表2に示す。その結果,児童と保護者ともに食育授業前より食育授業後の評価が有意に高かった。これは,食育授業により,健康的な朝食にするにはどの食品を食べるとよいか,家族と会話するようになったのが要因であると考えられる。

表2 食事に関する家族との会話の変化

調査対象時期	児童平均	有意差	保護者平均	有意差
食育授業前	3.04	**	3.37	**
食育授業後	3.72		3.93	

#### 4.3 食事中の会話の頻度の変化

食事中の会話の頻度の変化(食事中によく話していますか。)について調査した結果を表3に示す。その結果,児童と保護者ともに食育授業前より食育授業後の評価が有意に高かった。これは,食事中に児童と保護者ともに食育授業によって得られた知識に基づいて家族に話そうと試みていると考えられる。

表3 食事中の会話の頻度の変化

調査対象時期	児童平均	有意差	保護者平均	有意差
食育授業前	3.67	*	3.57	**
食育授業後	3.91		3.83	

#### 4.4 食生活に対する意識の変化

食生活に対する意識の変化(食生活[食事の時間,回数など]に対する意識はどうですか。)について調査した結果を表4に示す。その結果,児童と保護者ともに食育授業前より食育授業後の評価が有意に高かった。また,自由記述では児童と保護者ともに「バランスのよい食事をとるようになった」、「朝食を欠かさず食べるようになった」と回答する割合が高かった。このことから,食育授業により,食生活に対する意識が高まったと考えられる。

表4 食生活に対する意識の変化

調査対象時期	児童平均	有意差	保護者平均	有意差
食育授業前	3.35	**	3.53	**
食育授業後	4.04		4.07	

#### 4.5 食事内容に対する意識の変化

食事内容に対する意識の変化(食事内容[栄養素,カロリーなど]に対する意識はどうですか。)について調査した結果を表5に示す。その結果,児童と保護者ともに食育授業前より食育授業後の評価が有意に高かった。また,自由記述では児童と保護者ともに「食品

に含まれている栄養素について意識するようになった」と回答する割合が高かった。このことから、食育授業により、食事内容に対する意識が高まったと考えられる。

表 5 食事内容に対する意識の変化

調査対象時期	児童平均	有意差	保護者平均	有意差
食育授業前	3.30	**	3.37	**
食育授業後	3.91		4.07	

#### 4.6 食事内容の変化

食事内容の変化（食育授業後で食事内容〔献立〕に変化はありましたか.）について調査した結果を表6に示す。その結果、児童と保護者ともに食育授業によって実際の食事内容にやや改善が見られた。この理由として、食事内容を変化させなければならないという意識の改善があったと考えられる。また、食事内容の具体的な変化について図6に示す。児童と保護者ともに「栄養バランスの良い食事になった」、「野菜を多くとるようになった」と回答する割合が高かった。だが、「変化なし」と回答する児童と保護者もいたため、継続的な指導を行う必要があると考えられる。

表 6 食事内容の変化

調査対象時期	児童平均	保護者平均
食育授業後	3.46	3.20

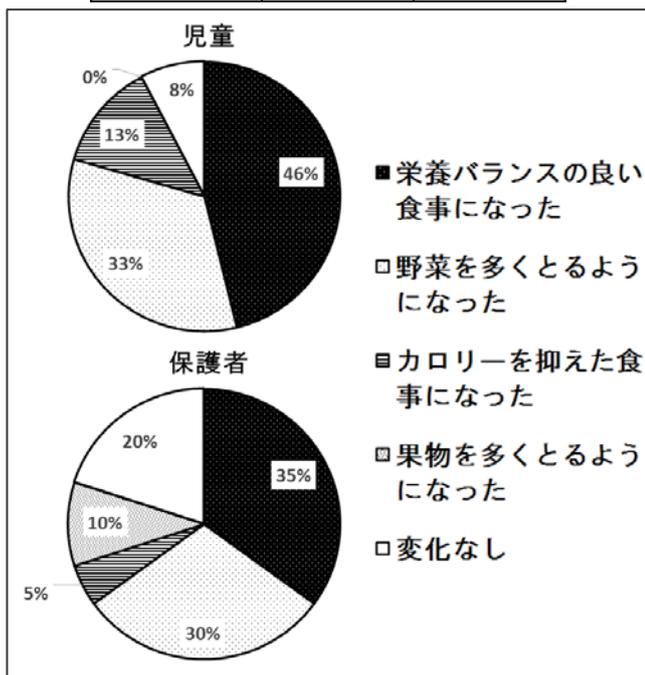


図 6 食事内容の具体的な変化

## 5. まとめと今後の課題

本研究は、児童と保護者同時に食育授業を行うことで、児童と保護者の食生活に対する意識改善をうながし、それを通じて食生活の改善を行わせることを目的として調査を行った。その結果、食育授業による食事に対する家族との会話の変化や食生活と食事内容に対する意識改善を通じて、食生活の改善が見られた。これらのことから、当初の目的を達成したと考えられる。

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、授業に参加できなかった他の家族にも本システムを実施してもらうことで、更に効果を高められると考えられる。

本研究の実施にあたり、実験にご協力いただいた方々に心より感謝する。

### 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/](http://www.mext.go.jp/a_menu/sports/syokuiku/)  
(2016年10月16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](http://www.mext.go.jp/component/a_menu/education/micro_detail/_icsFiles/afieldfile/2009/06/16/1234931_009.pdf) (2016年10月16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「なにとべよう」の開発”, 日本健康科学学会誌 Vol.27, No.4(2011)

# プログラミング教育のためのメモ用紙活用における 電子ペーパー利用の試み

伊藤 恵<sup>\*1</sup>, 椿本 弥生<sup>\*1</sup>, 白石 陽<sup>\*1</sup>, 奥野 拓<sup>\*1</sup>

<sup>\*1</sup> 公立はこだて未来大学

## A Trial Use of Digital Paper as Memo-paper for Programing Education

Kei Ito <sup>\*1</sup>, Mio Tsubakimoto <sup>\*1</sup>, Yoh Shiraishi<sup>\*1</sup>, Taku Okuno <sup>\*1</sup>

<sup>\*1</sup> Future University Hakodate

情報系学部学科で初年次教育として実施されている必修のプログラミング演習科目において、統合開発環境等の助けを借りて表面的な理解だけで課題プログラムの作成をする傾向が見られることから、プログラミングの際の思考の可視化と促進を意図して、PC 使用中心のプログラミング演習科目に紙のメモ用紙の導入を行ってきた。メモ用紙の利用率の向上やメモ用紙運用方法の改善を目指して、紙のメモ用紙の代わりとして電子ペーパーの利用を試みたため、その実践報告を行う。また、利用の効果と有効な活用方法について考察する。

キーワード: プログラミング教育, メモ用紙, 電子ペーパー

### 1. はじめに

コンピュータを有効に活用できる人材が社会的に多く求められ、多くの教育機関でプログラミングなどの情報系科目が広く開講されている。特に情報系の学部学科では、初年次教育としてプログラミング科目が必修で行われることが多い。一方で、大学進学率の向上に伴い、PISA 調査<sup>(1)</sup>に示されるように大学生の学力低下が問題となっており、情報系の学部学科においてもプログラミング科目の理解度低下が問題となっている。

特に実践性を重視して PC 使用中心で行われているプログラミング演習科目において、統合開発環境等の PC 上の開発ツールの支援機能の豊富さもあいまって、学習者が十分に思考せずに、表面的な理解だけでプログラム作成を行う傾向が見受けられる。そのため、プログラミング学習における思考の整理と促進を意図した紙の使用に注目し、紙のメモ用紙の導入、メモ用紙上への自習クイズの掲載、メモ用紙上へのふき出しの導入などを行ってきた<sup>(2)(1)(3)</sup>。情報系学部の学生にとっ

て、日常的に紙のノートの使用頻度が少ないことや、PC 中心の授業における紙の使用の特殊性等を踏まえ、紙の代わりに電子ペーパーを導入し、電子ペーパー上に配布した PDF をメモ用紙代わりに使用させることを試みた。本稿ではその実践報告を行い、利用の効果と有効な活用方法について考察する。

### 2. 対象科目とメモ用紙導入実績

#### 2.1 科目と受講生

著者ら所属学部においてほとんどの学生が 2 年次前期または後期に必修科目として受講する「情報処理演習 I」を対象とする。この科目は Java プログラミングを通じて実用的なプログラム作成を学ぶ授業であり、受講生全員がコンピュータ教室に設置された Mac 端末上で統合開発環境 Eclipse を用いて課題となるプログラム作成を行っている。教室の端末数の都合等により、30~40 名ずつ複数クラスに分かれており、クラスごとに担当教員は異なるが、教科書/演習資料/課題/試

験等は共通である。成績は課題の点数を中心として採点されており、Java プログラミングの理解度よりは課題を一通りこなせたかどうかを評価されていることから、課題をこなせる程度の表面的な理解だけで授業を終えていく受講生が増えていると見られている。

## 2.2 メモ用紙の導入とその実績

前節で述べた対象科目において、表面的な理解だけで授業を終えていく受講生への対策として、思考の可視化と促進を意図して、PC 使用中心の授業に取って紙のメモ用紙を導入した。

### 2.2.1 メモ用紙，自習クイズ，吹き出し

当初は記名欄のみがある白紙のメモ用紙を使用させていたが、何を書いたら良いのか分からないという受講生が多く見受けられたことから、メモ用紙の一部の自習クイズを印刷したものを使用することとした。

自習クイズはその日の演習課題の読解の確認と解法のヒントとなるものを載せたが、答え合わせや採点などは行わず、使うかどうかも自由とした。

さらにメモ用紙の自習クイズ以外の部分(以下、メモ欄)の利用を促進する狙いで、2015 年度から学期中の何回か吹き出しを導入した。吹き出しは自習クイズの回答欄が吹き出し形式になっただけのものや、課題プログラムの横に吹き出しを多数配置したものなどを導入した。

### 2.2.2 運用方法

紙のメモ用紙は前述の科目の特定の 1 クラスのみで導入した。メモ用紙は各回の演習開始時に受講生全員に両面印刷されたものを 1 枚ずつ配布する。導入後数年間は演習終了時に全員から回収していたが、復習等への活用を考慮し、2015 年度からは演習終了時に担当教員の持ちこんだスキャナで読み取って、紙自体は受講生本人に持ち帰らせることとした。

### 2.2.3 実績

例年、メモ用紙は学期始めの頃は多く利用されるが、演習の回を追うごとに利用率は低下していく傾向にある。図 1 は先に発表済<sup>③</sup>のものであるが、学期を通して紙のメモ用紙を使用させていた 2015 年度のメモ用

紙利用状況である。横軸が演習日を表し、縦軸は各回においてメモ用紙を多く使用している学生数、少しは使用している学生数、全く使用していない学生数の比率を表している。書かれているメモの内容はその日の演習課題に関する図や数式、課題で作るべきプログラムの一部などであるが、メモを何も書かない学生も見受けられる。メモ用紙の一部に掲載している自習クイズについても、毎回必ず解いている受講生と全く使用しない受講生がいる。2015 年度の受講生を対象に実施したアンケート(対象者 43 名中 17 名回答)では、メモ用紙や自習クイズが考えを整理するのに役立った、あるいは、課題を解くのに役立ったと答えた学生がアンケート回答者の半分以上おり、使用率はあまり高くないものの、一定の有用性はあることは確認された。

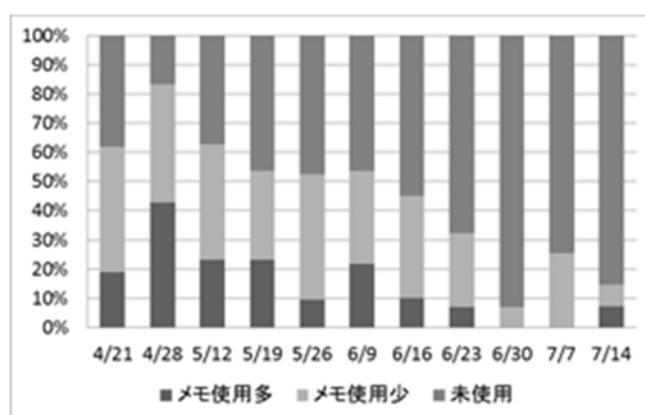


図 1 メモ用紙利用状況(2015 年度)

## 3. 電子ペーパーの導入

### 3.1 導入方法

メモ用紙導入中のクラスの受講生 1 人 1 人に SONY 製のデジタルペーパー DPT-S1<sup>1</sup>を貸し出し、紙のメモ用紙の代わりに使用させた。このデジタルペーパーにはソリューションサーバを介して PDF の配布、および、デジタルペーパーからの PDF 提出が可能であるため、デジタルペーパーは約 1 か月間、個々の学生に貸し出したままとし、演習開始時に紙で配布していた時と同様のメモ用紙を PDF で配布し、演習中にデジタルペーパーを用いて PDF 内にメモ等の書き込みをしてもらい、演習終了時点でメモ用紙 PDF を提出してもらった。

なお、紙のメモ用紙は必ず両面印刷されたもの 1 枚

<sup>1</sup> <http://www.sony.jp/digital-paper/products/DPT-S1/>

ずつ(つまり 2 ページ分)を配布していたが、デジタルペーパーへの PDF 配布は何ページの PDF でも配布できることと、紙に比べて記入される文字が大きくなることが予想されたことから、自習クイズや吹き出し等の分量が多いときには、3 ページ以上の PDF を配布した。

### 3.2 利用実績

2016 年度の対象演習は 4/19 から 7/12 までの計 12 回行われたが、このうちデジタルペーパーは 6/7 から 6/28 までの 4 回使用し、それ以外は従来の紙のメモ用紙を運用した。紙を使用した回もデジタルペーパーを利用した回も、自習クイズや吹き出し部分とそれ以外のメモ欄とに分けて使用率を調査した。それぞれの部分の使用が多い受講生の人数、使用が少ない受講生の人数、全く使用していない受講生の人数を演習の回ごとに集計してグラフ化したものが図 2、図 3 である。

メモ欄の使用状況(図 2)を見ると、学期始めから学期終わりに向けて全体的に減少傾向にあるが、デジタルペーパーを導入した 6/7 に使用率が若干持ち直しているように見受けられる。

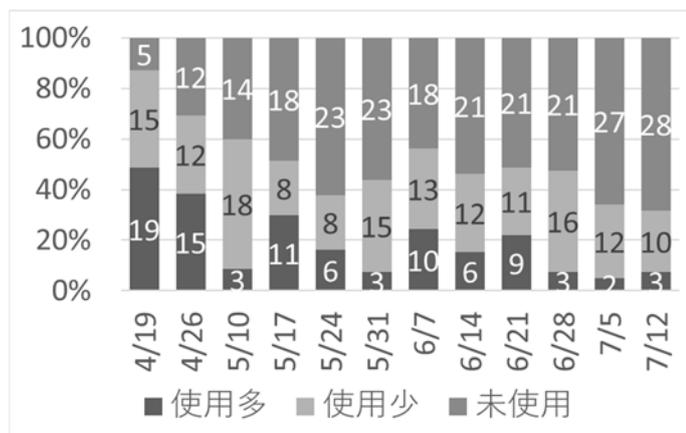


図 2 メモ欄使用状況(2016 年度)

メモ欄の使用状況に比べると、自習クイズと吹き出しの使用状況(図 3)には大きな変動が見られている。これらのうち、5/10、6/14、6/28 の 3 回は自習クイズがない代わりに課題の対象プログラムリストと吹き出しが掲載されており、自習クイズに比べて何を書けばよいか迷って、使用率が激減しているものと見られる。こちらの使用状況についてもデジタルペーパー導入期間のうち、自習クイズが掲載されていた 6/7 と 6/21 はかなり使用率が向上しているのが分かる。

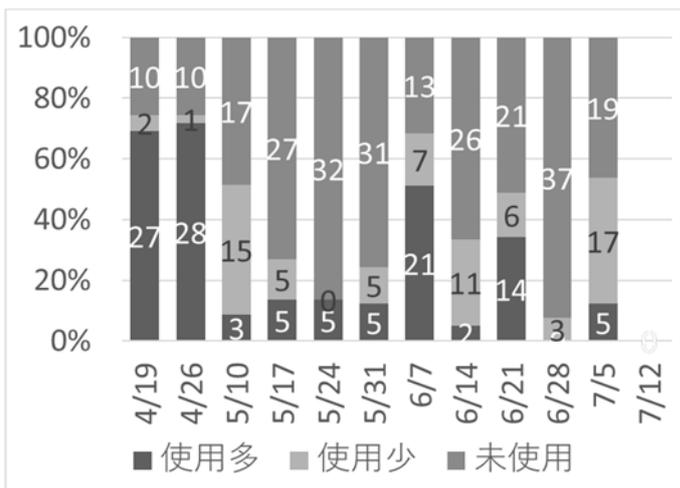


図 3 自習クイズ/吹き出し使用状況(2016 年度)

## 4. 評価と考察

### 4.1 事後アンケート

デジタルペーパーを導入した学期終了時にデジタルペーパーの利用や紙との比較に関してアンケート調査を行った。対象者 41 名中 26 名から回答が得られた。

アンケートでデジタルペーパーが簡単に利用できたかどうか聞いたところ、「できた」「まあまあできた」という回答がほとんどであり、デジタルペーパー自体は特に問題なく利用できていたようである(図 4)。その回答に対する理由も自由記述項目で聞いたところ、デジタルペーパーによるメモ用紙の取得および提出のために必要であった無線 LAN が、教室付近で快適に使えなかったことや、デジタルペーパー自体が遅いこと、そもそもデジタルペーパーをあまり使わなかったという理由が挙げられていた。

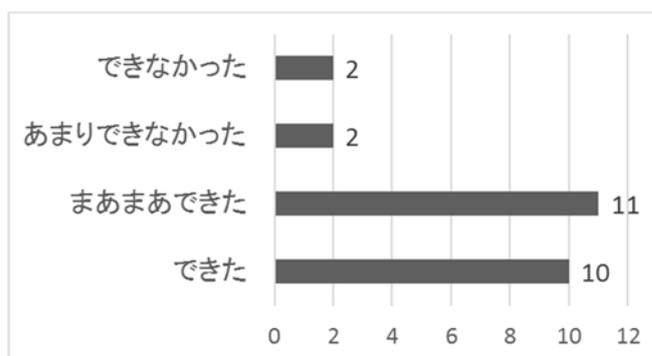


図 4 デジタルペーパーが簡単に利用できたか

続いて、今後も授業でデジタルペーパーを利用できると良いかを聞いたところ、図 5 のような結果であり、良いと思う意見と思わない意見とかが拮抗した。この回答についても理由を聞いたところ、利用したい

という回答者の理由は紙のメモ用紙よりも提出が楽という意見が目立ち、利用したくない回答者の理由は紙の方が書きやすいという意見が目立った。なお、持ち運びや保管に関しては、紙に比べて無くしにくいという意見もある一方で、高価なものを持ち歩くのは怖いという意見もあった。

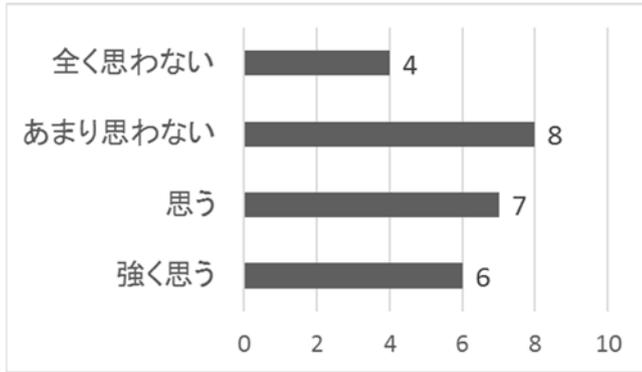


図 5 今後も授業で使えると良いか

従来の紙のメモ用紙の提出方法と比べてどうだったかを聞いたところ、図 6 の結果であった。この演習科目におけるメモ用紙の提出に、デジタルペーパーは適していると言える。

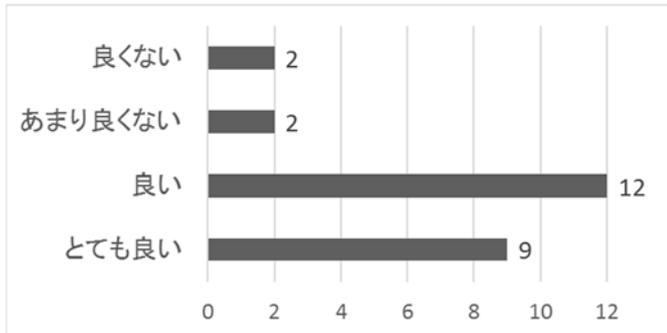


図 6 従来の提出方法と比べてどうか

対象学生が受講している他の授業のレポート提出をデジタルペーパーに変えるとしたらどうかを聞いたところ、図 7 の結果であった。この回答は他の授業で現状どのようなレポート提出をさせているかに依存するため、他の授業でどういう提出方法があるかも聞いたところ、得られた回答の範囲では、紙での提出、Word/ PowerPoint/ PDF などのファイルを LMS にアップロード提出などが多かった。個々の授業の状況やレポートの形態によって、デジタルペーパーが向いているかどうかは様々であると言える。

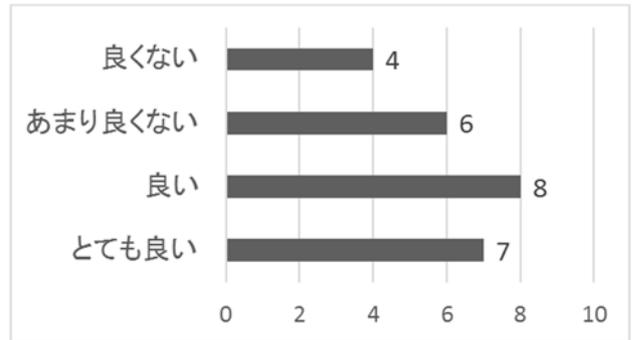


図 7 他の授業のレポート提出に使えるか

全体を通して、PDF 配布、デジタルペーパーでの PDF への書き込み、PDF 提出の流れは非常にスムーズであり、この演習科目で行われているメモ用紙の運用方法には非常に適していたと考えられる。

対象クラスの担当教員と TA 学生とで事前にデジタルペーパーを試用したところ、紙に通常の筆記用具で書く場合と比べて文字等が細かく書けないことや、レスポンス速度が必ずしも速くないことなどが確認できしており、実際に 1 か月間使用した受講生も同様に感じたようであった。また、導入したデジタルペーパーは Wi-Fi でのみネットワーク接続可能であったが、対象の授業で使用していた教室周辺の Wi-Fi の帯域や安定性に問題があり、PDF の送受信に大きく手間取ってしまった。デジタルペーパーそのものの使用性ではないが、同時に多く導入する際には使用場所のインフラについても一定の考慮が必要である。

デジタルペーパー導入時にメモ用紙の使用率が向上する傾向が見られたが、貸与された学習者が新たな機器を使ってみたいがために紙のメモ用紙より多く使用していただけという可能性もあり、本質的な意味でメモ用紙の使用率が向上したとは言い切れない。

## 5. おわりに

PC 使用を中心とするプログラミング演習科目に対し、これまで紙で導入していたメモ用紙の代わりに電子ペーパーの導入を試みた。対象とした演習科目で行われているように、授業開始時にメモ用紙を配布し、授業中に記入してもらって、授業終了時に提出してもらい、かつ、記入した内容は学習者の手元にも残るといった利用形態には、今回導入した電子ペーパーは非常に向いていたと言える。メモ用紙の運用性は大きく向

上したが、メモ用紙の利用率や使われ方の質は必ずしも向上したとは言えない。強いて言えば、情報系の学部の学生ゆえにこの種の機器を使ったがる傾向にはあり、結果として紙のメモ用紙よりも使用率が若干向上したと言える。総じて、今回の試みの範囲だけでは導入コストに見合う効果は得られているとは言えないが、複数の授業や活動で電子パーペーを有効に活用できる場面が増えてくれば、費用対効果が改善されて電子パーペー導入が有効になるであろう。

## 謝辞

本研究は JSPS 科研 16K04798 の助成を受けたものである。

## 参 考 文 献

- (1) 国立教育政策研究所: “OECD 生徒の学習到達度調査 (PISA)”  
<http://www.nier.go.jp/kokusai/pisa/index.html> (2016年11月アクセス)
- (2) 伊藤恵, 大場みち子, 下郡 啓夫: “プログラミング教育における紙使用による学習者の思考促進と調査の試み”, 教育システム情報学会研究報告, Vol. 28, No.6, pp.59-64 (2014)
- (3) 伊藤恵, 椿本弥生: “プログラミング教育における吹き出し導入の試みと分析”, 教育システム情報学会研究報告, Vol. 30, No. 5, pp.13-20 (2016)

