

医療大学英語クラスにおけるロボットプログラミング演習を通じた医療従事者を目指す学生への教育デザインについての考察

—内容重視学習 CLIL の応用—

Discussion on the Education for Students through Robot Programming in an English Class at a Medical University in Japan -Application of CLIL (Content-and Language-Integrated Learning)-

豊田 典子*1

Noriko AKIHO-TOYODA*1

*1新潟医療福祉大学 共通教育英語科

*1English Education Unit, Niigata University of Health and Welfare

Email:noriko-toyoda@nuhw.ac.jp

あらまし：医療分野における ICT 技術やバイオメカニクスの発展は大きい。本学は医療福祉健康関連の従事者の育成を主たる教育目的としており、生体データ解析、医療システム等の分野で、プログラミングや情報技術の学習機会を提供している。発表者は、医療分野の英語習得に加えて、遠隔医療やロボットの医療利用、医療情報システム開発等により関心を持たせることを目的とし、2022 年度に医療情報学科および作業療法学科の英語の授業にプログラミング演習を導入するシラバスを計画した。

キーワード：ロボットプログラミング、英語 CLIL、医療情報教育

1. 背景

日本では、2020 年度より、プログラミング教育が小学校で必修となり、外国語学習が教科化されたが、小学校教員の大きな負担などが懸念事項としてあげられてきた(猪井新一 2009; Ohashi 2017)。2018 年に始まった本プロジェクトでは、教員の負担を軽減し、学習意欲に結びつく教授法とカリキュラム開発を目指し、英語を媒介語としたロボットプログラミング教案を小学生向けに試験的に小規模教室で行ってきた。ここでは、指示を日本語で行い、教材を英語とする 2 言語使用で進めたが、教室媒介語を英語に限定するイングリッシュ・オンリー教育や、Content Language Integrated Learning (内容言語統合学習法：CLIL)の効果を鑑み、実験的に英語習熟度が高く、CLIL に慣れている大学英米語学科において CLIL 方式でロボットプログラミング学習を実施した。結果としては母語での説明が必要となり、Partial CLIL での運用が有効であることが示唆されたが、事後アンケートでは、プログラミングを楽しみ、視野が広がったとの回答が多く挙げられた (Positive answers 96%, n=42)。そこで、2022 年度より、医療情報学科および作業療法学科において、以下の学習目標に応用することを目的として、ロボットプログラミング演習を計画した。1) 医療英語学習 2) プログラミング学習の導入 3) AI 社会における医療について感心を持ち考えるきっかけづくり 4) 作業療法学科における遠隔医療や医療ロボティクスについて考えるきっかけづくり。

2. カリキュラム内容.

2.1 学習者

本学作業療法学科、医療情報学科に所属する 1 年生

を対象とした「英語 II (後期)」履修者である。英語習熟度については、入学時の学内プレイスメントテストの平均点がそれぞれ表 1 となる。

表 1 学習者

| クラス | 人数 | 平均点(/100) |
|--------|------|-----------|
| 医療情報 A | 26 | 40.76 |
| 医療情報 B | 23 | 43.76 |
| 作業療法 | 26 | 75.85 |
| 1 学年全体 | 1177 | 63.3 |

2.2 学習内容と学習目標

学習者は、前期および後期前半を通じて、医療系英語学習用教科書 (三修社刊 Take Care) をベースに、医療施設内の場面でのコミュニケーション演習を重ねてきている。同教科書より各グループでテーマを選び、「英語劇」として、英語のナレーションとセリフ、ロボットの動きを含んだシナリオを作成し、フローチャートを作成し、ロボットをプログラミングして演じさせる。

シナリオ作成時に、医療施設内で使われる英語コミュニケーション作文の演習となり、使用する場を創作することで、学習した英語表現を自分のものとして身につける効果が期待される。また、英語劇として発表することを目標としたプログラミング演習を通じて、プログラミングの概念、ロボット操作の考え方、協働学習、ICT との共生についてかんがえる切っ掛けになるよう発表と議論の機会を設ける。

学生が演じるのではなく、ロボットが演じるという点も、英語学習における情動フィルターを下げる効果が期待される。

2.3 学習計画

学習計画は、表 2 の通りである。プログラミングとは何か、プログラミング思考に付いて学び、Blockly 操作法を演習する。シナリオにそって、ロボットが英語劇を演じるようにプログラミングをし、Blockly でコーディングをする。

表 2 学習計画

| 週 | 学習項目 | 内容 |
|-----|--------------------|--|
| 1-9 | 教科書学習 | 医療英文、コミュニケーション演習 |
| 10 | プログラミング概論とプロジェクト準備 | グループ毎に教科書からテーマを選ぶ。プロジェクトの説明 |
| 11 | プログラミング基礎 | フローチャート作成。Blockly とロボットを使いシーケンスのコーディング演習 英文シナリオ作成 |
| 12 | プロジェクトを進める | プロジェクトを進める |
| 13 | 同上 | プロジェクトを進める リハーサル |
| 14 | 発表と議論 | ロボットにコードを実装し発表する。相互評価をし、技術と医療について議論をする。 |
| 15 | 後期のまとめ | |

2.4 使用ツール・教材

ロボットは、米国 Wonder Workshop 社が児童向けに開発した Dash ロボット¹と無償提供の Dash 用 Blockly アプリを利用する。このアプリは、2021 年にオンライン教育対応を目的としてロボットシミュレータ Dash Neighbours が実装されている。また、学生の進捗管理ができる教員マネジメントシステム「Classroom」を導入した。

また、LMS として、Google Classroom で授業管理、課題提出、小テスト。教育アプリとして、Quizlet や FlipGrid を導入している。また、前期は、オンライン双方向同時授業プラットフォームとして Zoom による授業となっているが、後期は対面授業を予定している。

ロボットプログラミングの教科書は、オリジナルで作成し、プログラミングとコーディングの違い、Dash/Blockly の取扱説明、フローチャート演習ワークシート、Blockly 演習ワークシートなどで構成されている。

2.5 授業形態

2022 年度後期は対面授業を予定しており、教室内で 4-5 名ずつのグループに各 1 台のロボットで実習を予定している。ただし、新型コロナウイルス感染状況によって、オンライン授業となった場合は、オンライン学習

に切り替え、発表のみを対面にするなど柔軟性をもって対応する。

Project Based Learning (PBL) のアプローチを基底とし、ロボットによる英語劇の発表をプロジェクトの目標としてグループごとにタスクをこなしていく。教員は、基礎的な理論説明と演習後は、ファシリテーションとアドバイザーとして机間巡視を行う。

3. 考察

医療情報学科では、医療分野でのシステム管理等、ICT 技術は不可欠であり、プログラミング学習も履修要件に入っている。また、リハビリテーション医療では、ゲーム、VR、ロボットなどの技術を利用した療法が研究されており（越智&佐伯 2020、釘宮他 2014、Schultheis and Rizzo 2001、他）、ICT 技術への理解も求められてきている。

また、英語教育においては、医療分野でのグローバル化への対応として、英語をきっかけとした多文化や多様性を受け入れるための学習機会として必修科目となっている。さらに、英語教育の分野では、英語を知識として学ぶ従来の文法語彙重視の教授法（文法訳読法）から、CLIL のように学習目標を別の教科内容に定め、英語を使うことで言語をツールとして身に着けさせるアプローチが盛んに研究されている。コーディング知識や言語を学習するためのプログラミング学習や、語彙や文法知識を増やすための英語学習ではなく、内容を考えて身につけるための学習であることにも重点を置いている。学習者は、コーディングを完成させることだけを目標とするのではなく、医療をテーマにした問題解決のストーリーを協働して考えることで Critical Thinking のスキル育成にも繋げていきたいと考える。

参考文献

- (1) 猪井新一: “英語活動に関する小学校教員の意識調査”, 茨城大学教育実践研究, 28 号, pp.49-63 (2009)
- (2) Ohashi, Y.: “Preparedness of Japan’s Elementary School Teachers for the Introduction of Computer Programming Education. *Informatics in Schools: Focus on Learning Programming*, Springer Verlag, Vol.10696 LNCS, pp.129-140 (2017)
- (3) 松隈浩之; 藤岡定; 中島愛; 金子晃介; 梶原治朗; 林田健太; 服部文忠: “起立-着席訓練のためのリハビリテーション用シリアスゲームの研究開発”, 情報処理学会論文誌 53 号, pp.1041-1049 (2012)
- (4) Schultheis, M. T. & Rizzo, A. A.: “The application of virtual reality technology in rehabilitation”. *Rehabil. Psychol.* 46, 296-311 (2001)
- (5) 釘宮慎太郎, 菊池武士, 山辺一輝, 井上昭夫: “上肢リハビリロボットの作業療法ソフトウェアの開発”, 日本機械学会九州支部講演論文集
- (6) 越智光宏, 佐伯覚: “ロボットリハビリテーション治療最前線”. *The Japanese Journal of Rehabilitation Medicine*, 57(5), 382-386. (2020)

¹ 6歳以上向け。17x20x16cm, 1.64kg, JAVA も対応。

オンラインを活用した国際理解教育の授業設計に関する考察 —オンラインと対面を組み合わせた海外連携 PBL 型授業設計—

A Study of Course Design for International Understanding Using Online -Overseas Collaborative PBL design combining online and face-to-face-

澤崎 敏文^{*1}, 野本 尚美^{*1}
SAWAZAKI Toshifumi^{*1}, NOMOTO Naomi^{*1}

^{*1} 仁愛女子短期大学
^{*1} Jin-ai Women's College
Email: sawazaki@jin-ai.ac.jp

あらまし：本学では、これまで学生がリアリティを持って学習できる環境を構築するため、企業等と連携した PBL 型授業を実践してきたが、近年の海外志向学生の増加等により、2019 年度には台湾の現地企業と連携した PBL 活動の実施、2021 年度にはオンラインを活用した海外企業との PBL 活動をモデルケースとして試行してきた。今回は、その課題と考察を踏まえて 2022 年度からスタートする新しい海外連携授業の設計とその課題について考察を行う。

キーワード：国際理解、多文化共生、PBL、アクティブラーニング、オンライン授業、授業設計

1. はじめに

近年、社会人基礎力が提唱され、多くの大学等でアクティブラーニング型の授業設計を実践しているが、本学でも、企業・地域との連携による PBL 型の授業を積極的に取り入れてきた。また、海外活動に興味を持つ学生も増加傾向にあるなか、本学が位置する福井県の企業には海外、特にアジア圏へ進出している中小企業が多く、多様な人材育成の必要性が高まっており、短期大学における実践的なキャリア教育の一環としての可能性も含めて、2018 年から 2019 年度にかけて、海外（台湾）での PBL 活動の可能性について、調査・研究を行ったところである。

一方で、世界的に流行した新型コロナウイルスの影響により、国際系カリキュラムを持つ多くの大学同様、海外渡航を伴う教育プログラムが実施困難になっているなか、どのような形で授業を設計し、正規カリキュラムとして取り入れていけばいいのか等の再検討が必要となっている。そこで、2021 年度には地元企業、海外（タイ・バンコク）等と連携してオンラインを活用した PBL 活動をモデルケースとして試行した。

今回は、このような環境変化のなか、これまでの実践と学生インタビュー等の考察を踏まえて、2022 年度に開講予定の集中講義「国際理解」の授業設計について、オンライン活用と対面（面接）授業双方の組み合わせについて考察を行った。

2. オンライン化から見えた利点と課題

これまで海外と連携した PBL 授業を設計する場合、物理的な距離や時間的制約から、(Step1)事前学習、(Step2)現地での研修、(Step3)帰国後の事後報告等、といった明確な区切りをつけて授業設計を行ってきたが、すべての実践過程にオンラインの要素を組み込むことで、物理的かつ時間的な制約からある

程度開放される。そこで、国内外を問わず、オンラインを活用した外部連携型 PBL 活動のメリット・デメリットについて、2021 年度の実践を踏まえて、以下のとおりまとめてみた。

2.1 オンライン化のメリット

オンラインを積極的に取り入れた場合、これまで想定していた事前学習、現地での演習といった物理的・時間的制約から解放されることで、その期間全体が 1 つのプロジェクトであるという意識が高まり、本来の PBL の目的に近づくのではないかと考えられる。また、海外の関係者と時間的な制約を気にせずコミュニケーションをとることが可能となるため、密度の高いプロジェクト活動が期待できる。さらに、プロジェクトにかかわる時間・頻度が向上することで、プロジェクトに対する責任感も高まり、いわゆるお客さんとしての参加ではなく、当事者としての関わりも期待できる。

2.2 オンライン化のデメリット

これまで海外だからこそあった緊張感や期待感の低下が懸念される。海外渡航することの特別感がなくなることで、非日常感もなくなり、「慣れ」によるプロジェクトの質の低下等もデメリットとして考えられる。よって、これら「慣れ」をいかに防ぐかという視点での環境設計が必要になると考えられる。

2.3 海外連携特有の課題

上記に加えて、一般に、海外連携型 PBL を実践する場合、以下のような課題に直面する。

①プロジェクトの継続性

協力していただく企業等のメリット等も含めた企業側の負担を考慮する必要がある。そのため、授業

設計にあたっては、企業側に過度の負担とならない日程や内容を考慮する必要がある。

②課題の設定の困難さ

海外 PBL であるが故の言葉の問題（日本企業の現地法人の場合には問題にならない）や、遠方であるが故の調査等の時間的制約があること。ただし、近年ではオンラインによる事前の情報収集が容易になっているため、短期滞在であることの制約は授業設計次第である程度解消できる。

③海外の場合、文化交流的側面への配慮

プロジェクトを通じた、または、それ以外での文化交流等の機会を設けるか否か。特に、本学の場合、国際理解教育を主とした海外プログラムとして PBL 活動の実施を予定していたため、海外に「滞在」することに学生の期待や満足度があつまり、代替措置としての「オンライン」となった場合には、それら価値は代替不能な部分でもあり、現地で参加するという「リアリティ」のようなものをいかにプロジェクトとして担保していくべきかを考慮する必要も出てくる。2021 年度実施のモデルケースでの学生インタビューからも、「交流したという実感が乏しい」という意見があったように、このリアリティの欠如は、海外プログラムに限った話ではなく、これまで教室で行われてきた授業をオンライン化したときの「物足りなさ」が何に起因しているのか、という問題にも共通する部分になると考えられる。

3. 2022 年度授業での設計例

これまでの考察、反省点を踏まえて、2022 年度から正規授業としてスタートする「国際理解」について、以下のような内容で授業設計を行った。

授業名：国際理解

実施時期：2022 年 9 月（予定）

授業形式：集中講義

受講対象：本学 2 年生

今回の授業では、現時点での新型コロナウイルス感染状況等を考慮し、海外渡航を伴わない授業設計としたため、LMS(Moodle)を活用した非同期型オンライン、Zoom を活用した同期型オンライン、ゲストによる面接(対面)型授業の流れを組み合わせた。また、課題提示等でご協力いただくゲストとして、以下の 2 タイプの外部講師に依頼をおこなった。

①海外出身者で、その経験を活かして福井（日本）で活躍している方（面接・対面を予定）

②日本で生活経験があり、現在海外で活動している方（非同期・同期型オンラインを予定）

授業の流れとしては、一般的な PBL 型授業同様に、授業前半で課題等の提示・検討をおこない、学生自らが課題解決に向けた調査・実践活動を行う予定である。特に、今回の授業では、授業を前半と後半に

分けて、前半では面接（対面）型授業による直接的なコミュニケーションでの活動、後半では、海外にいるゲストとのオンラインを通じたコミュニケーションを予定している。なお、ゲストは二人とも日本語対応可能であるため、授業の主要言語は日本語となる予定である。

4. 授業設計に関するポイントとまとめ

本授業での設計のポイントは 3 点あり、いずれも過去に実施してきたモデル授業等での意見を取り入れたものになっている。

1 点目は「リアリティの確保」である。昨年実施したモデルケース後のインタビュー調査では「交流した実感が乏しい」という意見が多数みられたことから、本年度の授業では、2 人のゲストに参加していただき、一人はオンライン（海外）であるが、一人は対面（国内・教室での参加）とし、直接コミュニケーションができる機会を確保した。2 点目は「意見交換ししやすい環境の確保」である。昨年度の学生インタビュー調査から、オンラインによる PBL 活動の場合、距離的な制約、時間的な制約を超えて、「比較的短時間で多種多様な人の意見を聞くことができる」、「画面上のみでのコミュニケーションであるため、人見知りをせずに気軽に参加できる」という点をメリットとして挙げていた学生が多かった。そこで、コロナ禍であるか否かにかかわらず、オンラインのメリットを最大限取り入れるような工夫を行った。最後は、文化交流的側面等への配慮である。これは、1 点目の「リアリティの確保」とも関連するが、昨年度実施のモデルケースでは、タイ・バンコクの企業教社に参加していただいたが、全て日系企業であり、オンラインである場合、海外とのやり取りをしている感が乏しかった。本年度の当該授業は国際理解教育を主とするものであることから、多文化共生、異文化理解等に関連したゲスト・課題となるような設定を行った。

授業前後で再度、昨年度同様に、質的研究の一環として、参加学生を対象としたインタビュー調査を行い、オンラインでの活動環境、面接（対面）授業での活動環境それぞれの比較等を行っていきたいと考えている。

参考文献

- (1) 澤崎敏文、野本尚美：“オンライン活用による海外連携 PBL 実践から見えた課題と考察”，JSiSE Research Report, Vol.37, No.1(2022-5), pp.35-39 (2022)
- (2) 野本尚美、澤崎敏文：“PBL としての海外実践活動と学習効果に関する質的研究”，仁愛女子短期大学研究紀要第 54 号 (2022)
- (3) 澤崎敏文、野本尚美：“海外での企業連携による PBL 型授業設計と実践に関する考察”，仁愛女子短期大学研究紀要第 53 号, pp.13-18 (2021)
- (4) 澤崎敏文：“地元企業等との連携による PBL 型授業設計とその実践”，日本教育工学会第 32 回全国大会講演論文集, pp.163-164 (2016)

多様性を持った物語読解への再構成型概念マップの適用 — 「他者の理解」の理解としての読解 —

Recomposition Concept Map for Story Comprehension -Reading Comprehension as Understanding of Other's Understanding-

茅島路子^{*1}, 長谷浩也^{*2}, 前田一誠^{*3}, 渡邊弘大^{*4}, 平嶋宗^{*4}

Michiko Kayashima^{*1}, Hiroya Hase^{*2}, Kazumasa Maeda^{*3}, Koudai Watanabe^{*4}, Tsukasa Hirashima^{*4}

玉川大学^{*1}, 姫路大学^{*2}, 環太平洋大学^{*3}, 広島大学^{*4}

Tmagawa Univ.^{*1}, Himeji Univ.^{*2}, IPU^{*3}, Hiroshima Univ.^{*4}

Email: kayasima@lit.tamagawa.ac.jp^{*1}

あらまし：本稿では、多様な読解の存在が前提となる物語読解を対象とした再構成型概念マップの適用に関して検討する。多様な読解を概念マップとして記述し、それを再構成させる活動は、「他者の理解」の理解となるが、これが自身の読解を促進できる期待できる。さらに、概念マップとして読解が外在化され、その操作を他者と共有できることは、読解に対する共有体験を付与することを可能にする。これらは、物語読解を深める新規な方法となる。

キーワード：教物語読解, 再構成型概念マップ, 「他者の理解」の理解, 読解の体験とその共有

1. はじめに

概念マップは、事象に対する意味的理解を図的に表現する手段として広く認められており、学習者に自身の理解を外在的に表現させる方法として教育での利用も盛んに行われている。筆者らの提案している再構成型概念マップ⁽¹⁾ (Kit-Build Concept Map, 以下では KB マップと呼ぶ) は、元となる概念マップ (以下ではベースマップと呼ぶ) を分解することによって得られた部品を学習者に提供し、再構成として概念マップを作成させる枠組みである。ベースマップおよび再構成されたマップが同じ部品で構成されていることからマップ間の比較が可能であり、再構成されたマップとベースマップの異同を表現する差分マップや、複数のマップを重畳することでグループとしての再構成を表す重畳マップの作成が可能となっている。教授内容に対して想定される意味的理解を教授者がベースマップとして作成し、教授後に学習者にマップを再構成させ、個々の学習者やグループとしての理解を観測・診断・支援するのが基本的な教育利用となる。この利用法は、実験的・実践的利用を通して、有用性が検証されており、協調学習でも効果があることが確認できている。

この KB マップでは、教授者が想定する理解を表すベースマップが必須であり、このため統一的な理解の設定が許容される整理された学習内容が対象となっており、読解においては論旨が明示的であることが前提となる論説文などが適用対象であった。これに対して物語読解においては、異なる解釈の存在と、その異同をめぐる話し合いが重視されることから、KB マップの適用対象とはされていなかった。

これに対して本研究では、(仮定 1) 教授者は物語に対する多様な理解の存在を知っているはずであり、であるとすればそれを一つのベースマップとして表現することができるのではないかと、(仮定 2) 「物語に対する他者の読解」を理解することが、物語読解

に話し合いの促進に有用なのではないかと、の二つの仮定を置き、多様性を持った物語の読解に対して KB マップを適用する。仮定 1 のうち、国語教育において多様な読解の存在を認めており、それらを尊重すべきとしているのは明らかである。多様な理解を表すベースマップの記述に関しては、本研究の課題となる。仮定 2 に関しては、「物語に対する他者の読解」は話し合いにおける「聴くこと」と捉えることが可能であり、この重要性も明らかであろう。概念マップの再構成が聴くことを促すかどうか、本研究の課題となる。理論的には共感的理解の観点から妥当性が示唆される。共感的理解とは他者の理解を再構成することによる理解であり、この再構成においては自身の理解の構成とその参照が不可欠となるため、共感的理解は自身の理解を促進することになるとされている。再構成概念マップはこの共感的理解を操作として定義した課題化となっている。

以下本稿では、まず多様な読解を記述するベースマップについて検討する。次に、その再構成としての課題化について検討する。最後に、組立てとしての読解を課題化することのメリットと、懸念事項への対応に関して論じる。

2. 多様な読解を表す概念マップと課題例

図 1 に「ごんぎつね」における「兵十にごんの気持ち伝わったかどうか」に対する多様な読解とそれを表す概念マップを記述した (文献(2)で報告されている話し合い事例に基づくものである)。各ノードに特有の役割 (一番上が主張、一番下が参照文など) が与えられている特殊な概念マップとなっているが、現在の KB マップシステムで取り扱い可能であることが確認できている。部品化については、ノードとリンクに完全分割すると難しくなりすぎるため、リンク先を切り離す部分分割による部品化が適当であると判断している。図 2 は、KB システム上での実

際の部分分割による部品化の例である。この部品を組立てて図1の言語的に表現された読解に沿った概念マップを再構成することを読解課題とする。

従来の読解とその結果に基づく話し合いにおいては、発話した学習者以外の読解は共有されないままであった。また、優れた発話があった場合でも、その発話の意味的共有は容易ではなかった。このような現状に対して、図1, 2のような他者読解の組み立て課題は、全学習者が行うことができ、さらに、KB マップの仕組みを用いて個別の診断・可視化ができる。また、個々の学習者の概念マップを重畳することでグループとしてどのような組立てを行ったかの集約・可視化できる。これらの可視化によって、読解が外在化され、その外在化された読解を参照しながらの話し合いが可能となる。また、学習者に最も近い意見のみを作成させることで、個々の学習者の読解を表明させることも可能となる。部品では表現できない読解を行っている場合についても、ブランクのノードとリンクを使わせることで、異なる意見の存在とその量を可視化できる。

図3の事例は、「ごんは、ぐったりと目をつぶったまま、うなずきました」という文に対する異なる読解を表したものであり、同一文に対する異なる解釈が重要となる例である。ここで、ごんぎつね作者の「元原稿」においては「ごんは、ぐったりなまま、うれしくなりました。」となっていたことが知られており、この文に置き換えた場合の児童の読解がどう変化するかを収集・可視化することができる。先行研究では、「伝わった」と判断する児童が増加するとされており、これがなぜか、を話し合うことは、作品論に通じるものと期待できる。

3. 部品を用いることのトレードオフ⁽³⁾

部品を用いることによる読解の底上げ効果は明らかであろうが、それによる限定の程度が問題になるであろう。言語が認識を規定する、という言語的転

回を背景とすれば、利点が欠点を上回ることが期待できる。部品の意味を共有できるかに関しては、共約不可能性につながるが、本枠組みにおいては、学習者と教授者が同じ部品を使う体験を共有することができ、その体験において意味の共有が可能と解釈することが共約不可能性に関する一つの解になりえると考えている。今後、この構想に沿った授業実践を予定している。

参考文献

- (1) 平嶋宗：“キットビルド概念マップの理論と活用：形成的評価・批判的思考・共同作業・FDの観点から”。教育システム情報学会中国支部第20回研究発表会(2021)
- (2) 佐々原正樹,青木多寿子：“話し合いに「引用」を導入した授業の特徴”，小学4年生の談話分析を通して。日本教育工学会論文誌, 35(4), 331-343(2012)
- (3) 平嶋宗：“授業内共通言語の提供としての再構成型概念マップ”，教育システム情報学会全国大会(2022) [謝辞] 本研究はJSPS 科研費 19K12278 の助成を受けた。

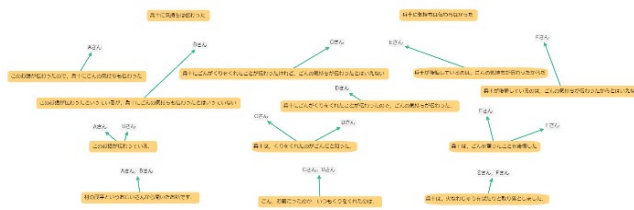


図2 部分分割による部品化

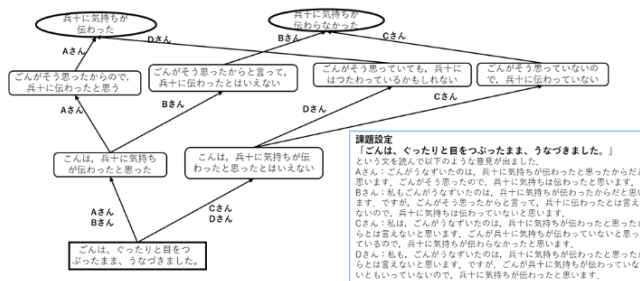


図3 多様な読解と概念マップ化(2)

兵十にごんの気持ちが伝わったかどうかに関して、下記の6個の意見が出ました。

- 「村の茂平というおじいさんから聞いたお話です」といっているの。
- Aさん：このお話が伝わっているはずですが、だから兵十にも気持ちは伝わっていると思います。
- Bさん：お話が伝わっているとは言っていますが、兵十に伝わったとは言っていないので、兵十に気持ちは伝わっていないと思います
- 兵十が「ごん、お前だったのか。いつもくりをくれたのは。」といっているの。
- Cさん：兵十は薬をくれたのがゴンドと知ったと思います。だから、兵十にごんの気持ちが伝わったと思います。
- Dさん：私も、兵十は薬をくれたのがゴンドと知ったと思います。ですが、薬をくれたのがゴンドと知ったとしても、ごんの気持ちが伝わったとは言えないと思います。
- 兵十が「兵十は、火をわじゅうをばたりと取り落としました」といっているの。
- Eさん：兵十はごんを撃ったことを後悔していると思います。だから、兵十にごんの気持ちが伝わったと思います。
- Fさん：私も、兵十はごんを撃ったことを後悔していると思いますが、兵十はごんを撃ったことを後悔していたとしても、ごんの気持ちが伝わったとは言えないと思います。

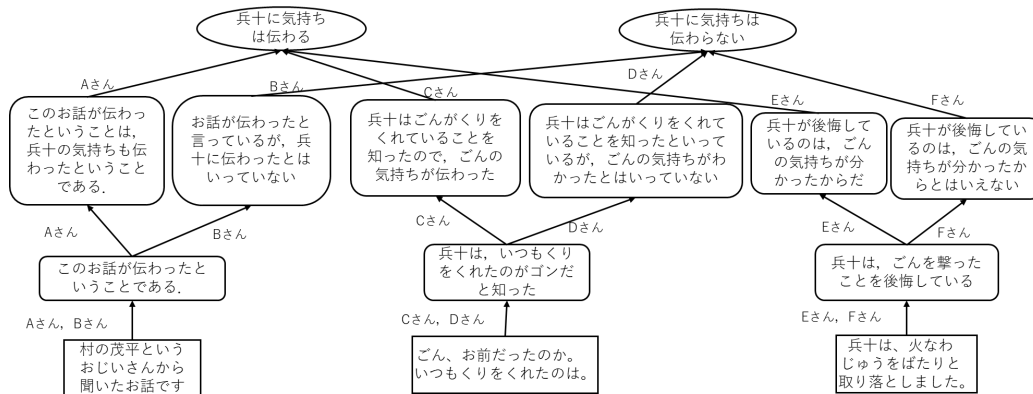


図1 多様な読解と概念マップ化(1)

評価者情報の付与を可能にするデジタルバッジアドオンの開発 — Moodle アドオン「P2P Digital Badge」 —

Development of a Digital Badge Add-on for Linking with Assessor Information -Moodle add-on “P2P digital badge”-

天野 慧^{*1}

Kei Amano^{*1}

^{*1}熊本大学大学院教授システム学専攻

^{*1}Graduate School of Instructional systems, Kumamoto University

Email: keiamano@kumamoto-u.ac.jp

あらまし：学習者同士による成果物に対する相互評価の情報をデジタルバッジに付随させることができるアドオンを開発した。相互評価の情報をバッジに紐づけることで、どんなスキル・資格を持つ人物がどのようにして受講者の成果を認定したのかを他者へ示すことができる。この機能を活用することで、学習者と評価者双方のスキル活用に対するモチベーション向上や第三者が閲覧した際にバッジ取得に対する興味を持たせるなど、多様なステークホルダーの新たな学びを後押しする契機となることを期待する。

キーワード：デジタルバッジ、相互評価、評価経済

1. はじめに

デジタルバッジとは、画像データとしてのバッジアイコンにメタデータとして、学習者が受講した講座や学習成果・プロセスなどの学びに関する豊富な情報を付随させることができる、オンラインで表示・共有可能な修了証である⁽¹⁾。修了証にこうした情報を付随させることで、ある学習機会において学習者が何をできるようになったのかを詳細に示すことが可能となる。デジタルバッジの持つこの特徴は、これまで可視化されてこなかったインフォーマルな学習機会でも積み上げてきたスキルを他者にアピールすることでキャリア開発に活かしたり、あるいは公的な教育機関への進学の際のアピールに活用したりすることで、学習者が主体的に自身の将来を主体的に形作るために用いることが期待されている。

ただし、LMS に標準的に実装されているデジタルバッジに付随することができる情報には制約がある。筆者らは、デジタルバッジが「学習者が何をできるようになったのか」をより詳細に示し、学習成果に関するより詳細な情報を付随させることができるようにするため、LMS における学習者の個別の学習成果に関する情報とバッジを紐付けることができるアドオンを開発した⁽²⁾。一方で、学習成果を「誰が評価したのか」といった情報を詳細に示すことができている⁽³⁾。どんな資格やスキルを持つ人が評価をしたのかといった情報を示すことができれば、評価プロセスに関する透明性を高め、従来は埋もれがちであった評価者の取り組みを可視化し、記録することができる。本研究では、この設計思想を実装すべく、相互評価における評価者に関する情報をバッジに付随することができるアドオンを、オープンソース LMS で動作可能なプラグインとして開発した。

2. アドオンの開発

2.1 評価者情報をバッジに付随させる機能

Moodle には、ワークショップモジュールという相互評価活動の環境を構築できる機能があるが、どんなスキルを持つ、どんな人が評価したのかという情報をバッジに付随させて表示できないという課題があった。そこで、デジタルバッジの詳細情報として付随されている相互評価活動の項目に、評価者を識別できる画像アイコンとその人が所持するデジタルバッジを表示したり、評価者のプロフィール情報を閲覧したりできるようにするアドオン「P2P デジタルバッジ」(図1)を開発した。

2.2 開発・動作環境

プラグインは、PHP と JavaScript で開発した。ワークショップモジュールの評価者情報の取得や評価者のプロフィール情報との関連づけ等、Moodle のデータベースとの連携部分には PHP を用いた。また、ブラウザ上での、学習者の操作画面の作成には、JavaScript を用いた。開発時の動作検証には、2020 年 9 月にリリースされた Moodle 3.9.2 を用いた。

3. 利活用方法の提案

本アドオンの社会実装によって切り拓くことが期待される学びのエコシステムを図2に示す。P2P デジタルバッジは、基礎スキルの習得を対象とした研修プログラム(図2のフェーズ1)ではなく、研修後にお互いの知見共有のために、学習者同士でスキル活用の成果を相互に評価する際に用いられることを想定している。この際に、評価者にとっては自分のスキル活用の成果が記録され、従来は埋もれがちだった自分の取り組みが形として残るし、学習者にとっても自分の成果物に対して多様なフィードバックを受けることができるため、当事者たちによるス

キル活用のモチベーション向上が期待できる。

さらに、獲得した P2P デジタルバッジが共有され、プログラムの参加者ではない第三者が閲覧する際には (図 2 のフェーズ 3)、多様な人による相互評価の結果がバッジ発行の根拠として付随されているので、Amazon や Airbnb の取り扱う製品やサービスに対するユーザーによる口コミレビュー等のように、成果認定の信頼性を向上させること効果が期待できる。また、第三者は、評価者が保持するバッジも閲覧することができるので、そこから新しい学びのきっかけを得ることも期待できるだろう。

4. 今後の課題

本研究では相互評価活動における評価者情報を付随させて表示することができるデジタルバッジアドオン「P2P デジタルバッジ」開発し、その期待され

る利活用方法を提案した。今後、アドオンのユーザー評価を行い、期待される効果が得られるか検証するとともに、教育現場で活用しやすいシステムとして改善していきたいと考えている。

参考文献

- (1) Peck, K. L.: “The future’s so bright I gotta wear shades”, TechTrends, Vol. 59, No. 1, pp. 24–30 (2015)
- (2) 天野 慧, 長岡 千香子, 喜多 敏博, 都竹 茂樹, 鈴木 克明, 平岡 斉士: “学習者個別の情報付与と他者への公開を可能とするデジタルバッジアドオンの開発”, 教育システム情報学会誌, 第 36 巻, 第 1 号, pp.28-33 (2019)
- (3) Amano, K. and Naoshi, H.: “‘P2P Digital badge’ for building a learning community”, International Conference for Media in Education (印刷中)

本研究は JSPS 科研費 20K1408 の助成を受けた。



図 1 評価者のバッジや詳細情報の表示可能にするアドオン「P2P デジタルバッジ」

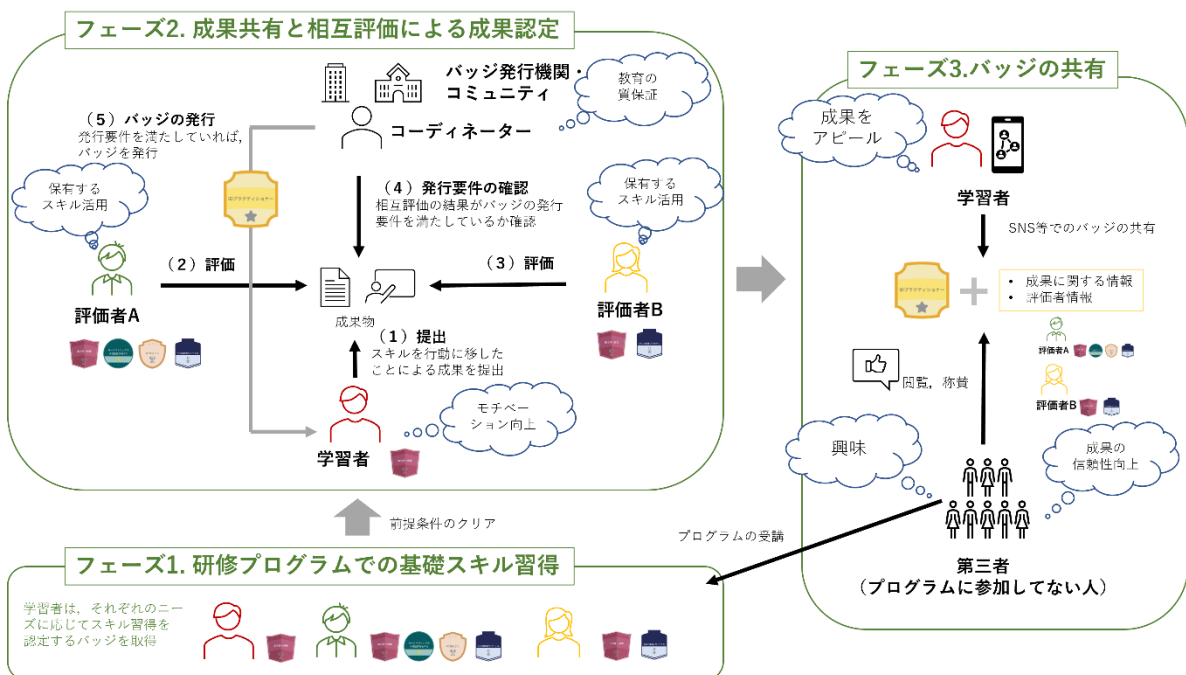


図 2 「P2P デジタルバッジ」が切り拓く学習エコシステムのイメージ

マイナー学修の入門科目でのスチューデント・アシスタントの活用

Using Student Assistants in Introductory Minor Studies

竹岡 篤永, 神田 麻衣子
 Atsue TAKEOKA, Maiko KANDA
 新潟大学 教育・学生支援機構
 The Institute of Education and Student Affairs, Niigata University
 Email: atakeoka@kumadai.jp

あらまし：グループ学習の活性化を目指し、スチューデント・アシスタント（SA）を授業ファシリテーターとして活用した。また、その活動を通じて、SAには後続科目を牽引する存在としての成長も期待した。受講者のアンケート結果からグループ学習がねらい通りに活性化したことが示唆された。またSA自身についても、学修への取り組みが積極的になったことが示され、後続科目での牽引役が期待できる。

キーワード：マイナー学修、分野横断、インスタラショナルデザイン、スチューデント・アシスタント

1. はじめに

特定分野に偏らず、複数の視点を課題発見・解決に適用できる人材育成をめざし、新潟大学では2021年度に、副専攻（マイナー）制度を刷新し、社会課題や興味・関心に基づいて自らが選択した履修科目を、マイナー学修として定義できる仕組み（学修創生型マイナー）を創設した。この仕組みを担保するため、2つの科目を設置し、加えて、マイナー学修全体を支援するために専任のアカデミック・アドバイザーを配置した。

本稿は、学修創生型マイナーの入門科目『分野横断デザイン』に導入したスチューデント・アシスタント（以下、SA）の活動成果と、今後の展望について報告する。

2. 学修創生型マイナーの概要

2.1 学修創生型マイナーの概要

学修創生型マイナーは、分野・テーマ毎に決められた科目リストの中から科目を選び、所定単位を修得すればマイナーが認証されるというものではなく、自らがテーマを決めて科目リストを作成し、所定単位を修得したのちに、それらの学びに意味づけすることによりマイナーとして認証するものである。自らが学びを作り上げるという「創生」に特徴がある。その支援のために、『分野横断デザイン』と『分野横断リフレクション』という必修科目を設けた。前者でマイナー履修を計画し、それに基づいてマイナー学修を進め、後者でメジャーや社会課題と絡めてマイナー学修に意味を与える。

2.2 『分野横断デザイン』の概要

『分野横断デザイン』は、マイナー学修に関心を持つ1、2年生を対象とした1単位の科目である。教員7人が担当し、半年間で8回実施する。自らの社会課題や興味・関心を、マイナー学修の目的・ねらいとして整理し、それをもとに履修計画を立てることがゴールである。本科目は全学部（10学部）の

学生に開かれており、異なるものの見方に触れ、考えを深めていくため、授業では、学生同士のディスカッションを中心に据えている。

2.3 SA雇用の目的

2021年度1学期の授業では、グループディスカッションが期待通りに活発にならないという課題が見られた。そこで、ディスカッション活性化のために、本科目を修了した学生8人をSA（スチューデント・アシスタント）として雇った。年齢が近く身近な存在であることから話しやすい環境をつくり易いと考えたためである。事前プログラム⁽¹⁾でファシリテーションスキルを身に付けてもらい、2学期授業でファシリテーターを務めてもらった。同じ授業を修了しており、また修了直後の雇用であり、事前トレーニングが少なく済むことも見込まれた。

SA雇用には別の目的がある。前述したように、学修創生型マイナーでは2つの科目を必修としている。『分野横断デザイン』の修了生は後続科目『分野横断リフレクション』を履修する。そのため、SA業務を通じてファシリテーションスキルを上げ、さらに、マイナー履修に対するモチベーションも高めることにより、いずれ履修する『分野横断リフレクション』を牽引する存在となることも期待している。

3. SAの役割と効果

3.1 授業でのSA業務と締めくくり会

毎回の授業は、「事前ワーク」⇒【ミニ・レクチャー→グループ学習→授業のまとめ】⇒「事後課題」という流れで進み、【 】内が授業中に行うことである。この中でのSAの動きは次のようになる。

「授業資料の確認」⇒【授業直前の打ち合わせ→授業グループ学習でのファシリテーション→授業直後のふりかえり】⇒「ふりかえりレポートの提出」

全8回の授業終了後には、別に時間をとって、締めくくり会を実施し、さらに「締めくくりレポート」の提出を求めた。事前プログラム、授業でのファシ

リテーション、締めくりレポートのすべてにおいて所定のレベルを満たした場合に、教育・学生支援機構長名でファシリテーター認定証を発行した。

3.2 授業ディスカッションへのSAの効果

2021年度2学期終了後に『分野横断デザイン』の授業アンケートを実施した(受講者17人中11人が回答:64.7%)。SAがどのような役割を果たしたのかを5件法で尋ねた結果が図1である。

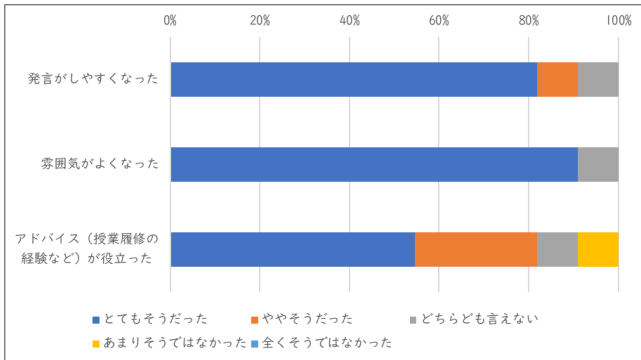


図1 SAの効果(受講者のアンケート結果)

80~90%の受講者が、SAの存在によって、とても話しやすくなり、とても雰囲気がよくなったと感じていたことがわかった。アドバイスについては、「とても」と答えた割合が50%強となった。これは、SAにアドバイスを行うように指示しておらず、受講生から求めに応じて随時、行った結果と考えられる。

以下は自由記述の一部である。

- zoomで顔を合わせて話し合いをしたことがあまりなく不安だったので、SAさんが指示してくれてとても発言しやすかった。
- 質問がなかなか出てこなかった時、SAの人がした質問をきっかけに話が広がり、自分も質問できたこと。
- 先生とはまた違った雰囲気で話しやすかったです。
- 話し合いをリードしてくれたり、アドバイスをくれたりして、話しやすくなり、自信にもつながった。
- 今まで自分では考えてこなかったことを提案していただいたところ。授業で扱う議題は難しいものであったが、他の人たちが発言しやすいように促してくれていたところ。

3.3 SA自身の変化

図2はSA自身の学修活動への取り組みの変化についてのアンケート結果である。SAは、授業でファシリテーターを務めることにより、自身が参加するグループ活動だけでなく自身のマイナー履修、さらにはマイナー以外の履修についても、より積極的に取り組むようになったことがうかがえた。

3.4 授業改善についてのSAの提案

締めくり会では、グループ学習の目標がどれだけ達成されたか、その達成がどのような要因で起こったのかを、受講者の変化や受講者・SA・教員の

発言や態度を具体的にふりかえりながら探った。さらに、締めくりレポートにおいて、授業の改善を提案してもらった。これは自律的な成長を促す取り組みの一つと言えるものである⁽²⁾。

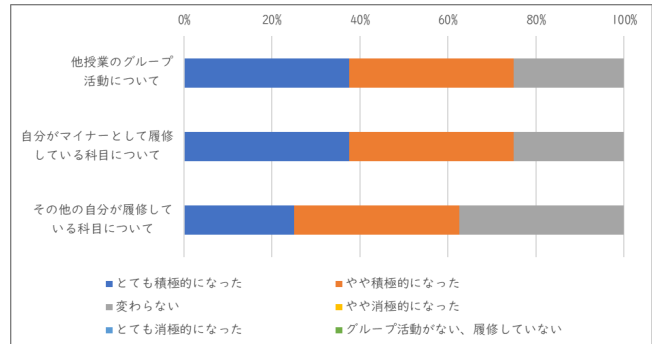


図2 他の学修活動への取り組みの変化 (SAアンケート結果)

以下は、提案された授業の改善案の一部である。グループ学習に直接関わる方法だけでなく、授業そのものをよくする提案もなされた。

- グループ学習の前に雑談時間を設ける
- グループ学習の前にグループ学習が評価の対象であることを伝える
- グループ学習が十分できるよう授業の最後に行う
- ある程度似ている興味のある学生同士を同じグループにする(マイナー履修への展望や具体的なキーワードについての意見交換ができるため)
- 受講生やSAや教員が互いにおすすめの科目についての情報交換をする場をもっと多く設ける
- 興味・関心を考える回では「興味に直接つながる学問」のほかに「興味の対象に影響を与える学問」という観点から考えるように呼び掛ける

4. 考察とまとめ

受講生のアンケート結果から、受講生が発言することにより自信をつけ、新しい見方に触れたことがうかがえ、SAの存在が、グループ学習での話しやすさやよい雰囲気づくりに貢献したことが示唆された。SA自身の成長も、自分自身のマイナー履修により積極的になり、他の授業のグループ活動や他の授業の受講により積極的になったことからうかがえた。さらに、授業そのものに対する具体的な提案から、言われたことを行うだけでなく、より自律的に関わろうとする姿勢がうかがえた。SA活用のサイクルを続け、後続科目への効果も確かめたい。

参考文献

- (1) 竹岡篤永, 神田麻衣子: 授業ディスカッションを活性化するためのファシリテーター養成プログラム, 日本教育工学会 2022年春季全国大会(第40回大会)講演論文集, pp.367-368 (2022)
- (2) 岩崎千晶: ふりかえりを取り入れたラーニングアシスタント研修プログラムのデザイン, 関西大学高等教育研究 第8号, pp.35-45 (2017)

緊急災害時に県を越えた協同学習を支援する視覚障害者の学習支援システム

A Learning Support System that Realizes Collaborative Learning in Distance Learning across Prefectures in the Event of an Emergency Disaster

村上 佳久

Yoshihisa MURAKAMI

筑波技術大学

Tsukuba University of Technology

Email: pata_2000@yahoo.co.jp

あらまし：昨今、大規模気象災害や地震等の天変地異が増加し、被災地域の教育体制を一刻も早く回復させるため、緊急災害時に対応可能な、遠隔授業による県を越えた視覚障害者の学習支援を行うシステムを試作し、検証した。従来システムと比べ、省電力で、デスクトップ端末や電子黒板が、キャンプ用携帯電源で5時間以上動作可能で、他県からの県を越えた授業のデモ実験などを通じ、緊急災害時に運用が可能であることが示唆された。

キーワード：視覚障害、緊急災害時、遠隔授業、教育支援

1. はじめに

昨今、大規模な天変地異が多発しており、特に東日本大震災や九州豪雨災害など、広範囲にわたる天変地異により、教育体制が崩壊し、長期間休講が続く事例が見受けられるようになった。これは、生徒・児童の学習者のみならず、教員も被災者となることで、教育体制が取れないことが、最大の理由である。もしも、遠隔授業により被災地の避難所や自宅において、他県から県を越えて教育支援を行うことが出来れば、教育の継続性に大きな福音となる。そこで、「県を越えた協同学習を支援する視覚障害者の学習支援システム」[5]で構築されたシステムをさらに省電力化を進め、キャンプ用に用いられる携帯型 Li-ion バッテリーを利用し、デスクトップ PC 4 台が 5 時間程度の運用を行うことが出来れば、他県からの教育的支援が可能となると思われる。そこで本研究では、緊急災害時に県を越えて教育支援を受けることが可能な、学習支援システムを構築し、来る、天変地異に対応すべく、検証を行うものである。

2. 運用環境

はじめに、デスクトップ PC に対し、ノート PC による運用を考慮したが、弱視はノート PC では文字表示が小さいため視認性に問題がある。そこで、デスクトップ型のシステムを利用することとする。視覚障害者向けの学習支援システムとして、遠隔授業にも対応したシステムを構築[1-4]したが、このデスクトップ型システムは、1 台当たり、タッチディスプレイと点字ディスプレイを含め、約 90W 程度の電力を消費する。このシステムを 4 台程度利用すると仮定する。

一方、屋外キャンプなどで手軽に利用出来る携帯型 Li-ion バッテリーは、容量に応じて重量が異なる。持ち運びが容易なことと、利用時間の兼ね合いから、7kg 程度の重量とした。この場合、700Wh 程度の容

量のもものが市場では一般的である。

そこで、利用するシステムを 1 台当たり 30W 程度にすると、4 台で 120W となり、約 5 時間の運用が可能となる。電力消費した携帯型 Li-ion バッテリーは、カセットボンベ型発電機で、夜間に充電することを考慮すると、約 4 時間で充電可能となり、消費するカセットボンベは、約 4~6 本である。

また、教育現場には、プリンタや点字プリンタが必要となるが、消費電力の大きなものは、直接、カセットボンベ式発電機で運用する事が可能なので、カセットボンベを相当数用意すれば、数日間の実運用に耐えることが期待される。

3. 運用システム

昨年度に構築された視覚障害者向けの学習支援システム[5]を元に、大幅に低電力化したシステムを構築すべく、各部を見直すこととした。

3.1 タッチディスプレイ

画面表示で文字サイズを自由に変更できるタッチディスプレイは、消費電力が約 20W 程度である。このディスプレイは、代替えるものがないので、このまま利用する。

3.2 点字ディスプレイ

全盲が利用する点字ディスプレイは、より小型で省電力仕様のもので変更した。消費電力は、2W 程度で、点字表示に変化がないときは、電力を消費しない。

3.3 本体

従来のシステムでは、約 65W 程度の消費電力であったが、このシステムを 10W 程度で構築する必要がある。この程度の消費電力に押さえるためには、省電力型ノート PC 用の CPU を用いる必要がある。即

ち、Pentium Silver S6000 や Celeron N5000 等が挙げられる。この種の CPU を利用した小型デスクトップ向けのシステムを試作し、従来のシステムを同じソフトウェアを導入して、その機能を検証した。

本システムは、テキストデータを表示すると、画面拡大表示・点字出力・合成音声出力の3つの出力が同時可能となったシステム[2]であるので、その機能は踏襲すべく、チェック対象とした。

作成したシステムを図1に示す。また比較として、従来型のシステムも図2に示す。左側の本体と点字ディスプレイが異なることがわかる。



図1 省電力型システム



図2 従来のシステム

4. 省電力システムの性能

省電力システムは、CPUのみ異なり、SSDとメモリは同一である。

従来システム：Pentium Gold 5400

省電力システム：Celeron N5100

RAM:8GB, SSD:M2:SSD 256GB 共通

比較のため、ベンチマークの比較を表1に示す。

表1 CPUの性能比較(Cinebench R20)

| CPU | Single | Multi | Gen. |
|---------------|--------|-------|------|
| Pentium G5400 | 291 | 844 | 9 |
| Celeron N5100 | 201 | 604 | 10 |

表1からは、差異は少ないと感じられるが、最大消費電力では、65Wと15Wとなる。実際に利用した

評価では、画面読み合成音声ソフトと点字ディスプレイによる点字出力を同時に行った場合、キーボード練習のような、高速キー操作を行わない限り、あまり差異は感じない。但し、高速のキー操作では、合成音声は追従しない場合があり、省電力CPUの問題点を露呈している。

しかし、WordやExcelなどのOfficeソフトの利用では、省電力をあまり感じない。したがって、実仕様では、問題は少ないと思われる。

5. 携帯型バッテリーでの運用

省電力システムを4台（但し、点字ディスプレイは3台）用意して、Li-ion電源の700Whの製品で評価した。消費電力は、設計通りの4台で120W以下であり、期待通りの性能が確かめられた。

また、実際にWi-Fiルータを用いて、4台ともネットに接続し、ZOOMによる遠隔授業のデモを実施したところ、消費電力は4台で120W以下となり、CPUに対して高負荷な状態でも、省電力であることが示された。今後は、実験協力校による、県を越えて運用が可能かどうかの実証実験を実施する予定である。

また、カセットボンベ型発電機による、Li-ion電源の充電検証実験などを実施して、実際の運用を検証する予定である。

6. おわりに

従来の、「県を越えた協同学習を支援する視覚障害者の学習支援システム」で構築されたシステムをさらに省電力化を進め、キャンプ用に用いられる携帯型Li-ionバッテリーを利用し、4台が5時間程度の運用可能なシステムを構築した。

省電力システムの性能は、従来のシステムに比べやや劣るものの、実際の運用には問題のないものとなった。

将来的に、天変地異や気象災害のような緊急災害時に県を越えて運用可能かどうかについて、実験協力校と共に検証を進めていきたい。

参考文献

- (1) 村上佳久:"電子黒板や電子教科書等の技術を活用した視覚障害者の家庭学習システムの開発",教育システム情報学会 講演論文集,II-02,p61-62(2017)
- (2) 村上佳久:"全盲と弱視を同一の教材で対応し、盲ろうにも対応する学習支援システム",教育システム情報学会 講演論文集,P1-25, p49-50(2018)
- (3) 村上佳久:"ユニバーサルデザインに対応した、視覚障害者のe-Learningシステム",教育システム情報学会 講演論文集,P1-04, p7-8(2019)
- (4) 村上佳久:"視覚障害者用e-Learningシステムの応用と遠隔授業",教育システム情報学会 講演論文集,P1-16, p31-32(2020)
- (5) 村上佳久:"県を越えた協同学習を実現するための視覚障害者のための学習支援システム",教育システム情報学会 講演論文集,P1-13, p25-26(2021)

医学系論文抄録の日英対訳コーパスを活用した 医学英語教育支援システム開発

Development of a Medical English Education Support System Using Parallel Corpora of Medical Research Article Abstracts

中野 愛実^{*1}, 宮崎 佳典^{*2}, 浅野 元子^{*3}, 藤枝 美穂^{*3}

Megumi Nakano^{*1}, Yoshinori Miyazaki^{*2}, Motoko Asano^{*3}, Miho Fujieda^{*3}

^{*1} 静岡大学大学院総合科学技術研究科

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

^{*2} 静岡大学大学院情報学領域

^{*2} College of Informatics, Shizuoka University

^{*3} 大阪医科薬科大学医学部

^{*3} Faculty of Medicine, Osaka Medical and Pharmaceutical University

Email: nakano.megumi.17@shizuoka.ac.jp

あらまし：医学英語教育分野において、医学系論文抄録の読解、執筆能力を身に付けることは、論文本体に取り組む前段階として特に肝要である。国際医学誌に公表された研究論文の英文抄録と公式日本語訳データを活用し、医学英語教育支援システムのプロトタイプを開発した。本研究では、医学生が実際に英語の授業で使用した学習履歴からシステムの改善点について検討し、新機能の提案・実装を行う。

キーワード：医学英語、対訳コーパス、Web アプリケーション、英文読解・作文支援、学習履歴

1. はじめに

医療の最新情報を得るために英語論文を読む、外国人の患者を診る機会があるなど、医師には英語力が不可欠であり⁽¹⁾、医師・医学専門教員を対象とした英語能力のニーズ調査から、学生に求めるスキルとして論文読解へのニーズが高いことが分かっている⁽²⁾。医学論文読解には ESP (English for Specific Purposes, 特定の目的のための英語) の中でも特に医学分野に特化した EMP (English for Medical Purposes) の学習が必要である。これらの背景から、本研究では提供された医学英語論文 (タイトルならびに概要部) の対訳付きコーパスに対し、医学英語学習者向けに英文読解・英作文学習サポートを目的としたシステムを試作した。本発表では、システムのプロトタイプを医学生が授業で使用した履歴を分析することでシステムの改善点について検討を行い、その結果行った機能の追加・利用状況を調査・報告する。

2. 関連研究

関連研究として JECPRESE⁽³⁾や AWSuM⁽⁴⁾などが挙げられる。⁽³⁾は単語・フレーズを検索するコンコーダンサ (検索語を中央にしてコーパスから表現を抽出する KWIC (keyword in context) 表示機能を有するソフト) である。口頭発表をテキスト化したデータを対象とし、話者の目的別に英語と日本語の両方から文を検索する。⁽⁴⁾はムーブ (表現意図) を用いた英文作成支援システムであり、論文のセクションとムーブごとに高頻度の語連鎖を提示し、コンコーダンサの機能等も備わっている検索システムであるが、日本語の対訳表示はない。

3. 医学英語学習システム

3.1 医学英語論文コーパス

本システムで使用する医学英語論文 (タイトルならびに概要部) の対訳付きコーパスのデータ構造を例と共に以下の図 1 に示す。なお、このタイトル・概要部の 1 編を英文書と定義する (ここに英文書数 1,469, 英文数 19,581。また各英文は日本語対訳を有する)。英文書はタイトル, 背景, 方法, 結果, 結論 (研究情報) の 6 セクションより成る。図 1 の例は、ID=1695 の英文が英文書 2 の 14 文目、結論部分で使用されていることを示す。

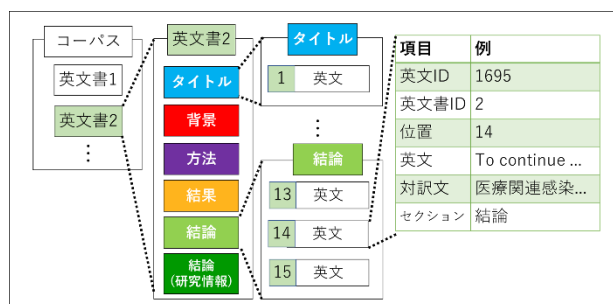


図 1：データ構造，データ例

3.2 システムの概要

まず、提案システムを図 2 に示す。検索には検索窓 1 つに入力する単一検索、検索窓を 4 つまで追加して入力可能な複合検索があり、1 つの検索窓に 2 語以上入力された時 (例: high risk, adherence to), そのひとまとまりが使用された文を検索する。セクション指定や活用表現等の詳細設定機能も備えるほか、対象言語を検索窓単位で指定可能なため、複合検索

時に日本語と英語を組み合わせたクロス検索を実現している。検索エンジンは Elasticsearch⁽⁵⁾を使用し、ユーザの入力から検索クエリを自動生成する。出力結果はヒットした英文単位でKWIC表示されたのち、英文・対訳文双方の文全体を表示したり、ヒットした英文が属する英文書全体を、対訳文と共に文全体表示が可能である。各種機能操作時には学習者の操作ログを取得し、学習分析 (LA, Learning Analytics) に結びつけることを念頭に置いている。

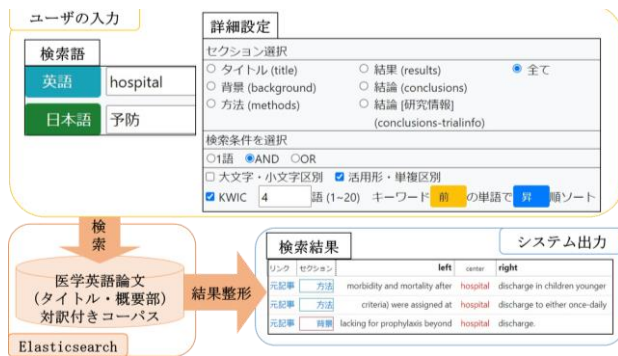


図 2：システムインターフェース

4. 評価実験・分析

医学生向け授業の使用履歴を分析し、システムの改善点・追加項目を検討した。実験は国内医科薬科大学の1年生75名、3年生84名に対して各学年2回の計4回実施した。授業内容は、1年生は語彙レポート、サマリーライティング、3年生はパラフレーズ2回(それぞれ異なる語を対象)を行った。4回の実験を通じた検索総数(1,597件)について、英語を入力した検索(1,053件)に着目し、検索種別、検索結果件数で分析した結果を以下の表1に示す。

表 1：英語検索分析(検索種別・検索結果件数)

| 検索種別 | 検索条件 | 検索結果件数 | |
|------|--------|--------|------|
| | | 0件 | 1件以上 |
| 単一 | | 339 | 630 |
| 複合 | AND 検索 | 42 | 38 |
| | OR 検索 | 0 | 4 |

結果、36.2% (381件) で何もヒットせず、内訳は、各検索窓ではコーパスに存在するものの、組み合わせが存在しなかった複合検索6.8% (26件)、言語設定のミス10.5% (40件)、誤字18.4% (70件)、コーパスに存在しない語・表現64.3% (245件)であった。なお、入力と言語設定が一致していない場合は言語設定のミスと判断、それ以外の入力については1語ずつ誤字を判定した。今回の判定基準に際してはPython3.6.9のAutocorrect⁽⁶⁾を利用した。

以上の結果より、新機能として、検索結果が得られなかった時コーパス内部から単語をサジェストする機能、検索時言語を自動設定する機能を実装した。

5. サジェスト機能

サジェスト機能は、検索結果が得られなかったとき、入力語とレーベンシュタイン距離に近い英単語5件を単語データから提示する(図3)。



図 3：サジェスト機能実行例

単語データは、コーパス内英文の形態素解析結果から単語単位で抽出した単語リストの中から、数字のみ、1文字、数字から始まる語を除いたデータ(4,938件)を使用する。

6. 入力言語自動検出

入力語から検索クエリを作成する際に、言語検出を追加する。現在は、正規表現を用いることで、英字のみで構成されている場合は英語検索、それ以外は日本語検索と判断している。自動で検出するかどうかはユーザが設定する仕様とした(図4)。



図 4：言語選択インターフェース

7. まとめ

本研究では、実際の授業で使用された履歴より検討した追加機能として、サジェスト機能・言語自動検出機能を実装した。機能実装後の実験は6月に実施予定、発表時に結果を報告する予定である。

参考文献

- (1) 坂田直樹, 田中英理, 藤枝美穂, 鈴木幸平, 中村仁紀, Can-Do Statements を利用した医学英語教育ニーズの分析: 医学部教員へのアンケート結果について, Journal of Medical English Education, 14 (1), pp. 15-24 (2015).
- (2) Naruenatwatana, N. & Vijchulata, B. A study of the needs of medical students in the use of academic English perceived by three groups: Medical students, teachers of English and subject teachers, Studies in Language and Language Teaching, 10, pp. 1-23 (2001).
- (3) Kunioishi, N., Noguchi, J., Hayashi, H. & Tojo, J. An online support site for preparation of oral presentations in science and engineering, European Journal of Engineering Education, 37:6, 600-608 (2012).
- (4) 水本篤, 浜谷佐和子, 今尾康裕, ムーブと語連鎖を融合させたアプローチによる応用言語学論文の分析—英語学術論文執筆支援ツール開発に向けて—, 英語コーパス研究 23, pp. 21-32 (2017).
- (5) Elasticsearch, <https://www.elastic.co/jp/>, (参照 2022-5-22).
- (6) Filip Sondej, 2021, Autocorrect, <https://github.com/filyp/autocorrect>, (参照 2022-5-22).

大学生の ICT 機器活用における有用性認識の調査

Survey of the perceived usefulness of using ICT equipment by university students

安部 健太^{*1 *2}

Kenta ABE^{*1 *2}

^{*1}熊本大学大学院社会文化科学研究科教授システム学専攻

^{*1}Graduated School of Instructional Systems, Kumamoto University

^{*2}帝京大学

^{*2}Teikyo University

Email: kenta.abe@main.teikyo-u.ac.jp

あらまし：コロナ禍のオンライン授業の導入により，オンライン授業の趣旨が明確化された．今後は通学課程の学生にも，広く対面授業とオンライン授業を活用した授業の展開が期待される．このとき，学生には ICT 機器を活用した学習が求められるが，学習者の環境が整うだけでは実現は見込めない．そこで本研究では，学生が ICT 活用の意義をどのように認識しているか把握するために質問紙調査を行った．自由記述の共起ネットワークの解釈をとおして，4つの ICT 利用の有用性の認識が示唆された．

キーワード：対面授業，オンライン授業，ブレンド型学習，質問紙調査，共起ネットワーク

1. はじめに

新型コロナウイルスの感染拡大防止の観点から，2020年4月から通学課程の学生にも遠隔授業の実施が求められた．学習管理システム（LMS）をはじめとした大学の情報基盤も強化された中で，コロナ禍のオンライン授業の導入により学生の環境が整備されてきた今は，新しい学習・教育の在り方を考えるチャンスといえる．感染拡大防止のために実施されたオンライン授業を背景に，半分以上の授業時数を対面で受講する機会を設ける授業科目は対面授業として取り扱うことができるものとしてオンライン授業の趣旨が明確化された⁽¹⁾．今後は通学課程の学生にも，オンライン授業を活用した授業が期待される．

対面授業とオンライン授業を組み合わせる目的には，いつでもどこでも対面授業の予習や復習が行える，教員や学生間で情報を共有できるなど，対面授業の補完的役割が挙げられる．このとき，学生には ICT 機器を活用した学習が求められるが，学習者の環境が整うだけでは実現は見込めない．学びの主体である学生が ICT 活用の意義をどのように認識しているかを明確にすることは重要である．

2. 目的

本研究は，大学生が ICT 活用の意義をどのように認識しているかを把握するために，理科における ICT 機器の有用性について扱った中西・矢野 (2021) を参考に質問紙調査を実施した⁽²⁾．先行研究では，一人一台端末が整備されている中学生を対象に，多様な有用性（学習活用型有用性，能力伸長型有用性，将来期待型有用性，協働型有用性）が報告された．オンライン授業の実施をとおして，ICT 機器に触れ

る機会が以前より増した大学生も，その有用性に気づいて学習しているか検討した．

3. 方法

2022年1月に，都内の大学に所属する学生を対象に，ICT 活用の有用性に関するアンケート調査を行った．

3.1 参加者

参加者は，都内の大学生 76 名だった．なお，対象とした大学では，全学的な BYOD の推奨には至っていない．

3.2 手続き

2022年1月に，研究代表者の担当授業中に Web 調査ページを公開して回答を求めた．調査ページの冒頭には，調査の趣旨と目的を掲載し，「授業における ICT の活用，教育の情報化が求められているなかで，学習者であるみなさんは，PC やタブレットといった ICT 機器をどのように活用しているでしょうか？みなさんが履修した情報科目に限りません，ICT 機器をどのように活用して学習しているかお聞きします」と教示した．

倫理的な配慮として，正しい回答や間違った回答はないこと，アンケートに不参加でも不利益を被ることはないこと，調査結果が研究の目的以外に使用されることはないこと，アンケートの回答は統計的に処理され特定の個人が識別できる情報として公表されることはないことを明記し，教示した．調査協力の同意が得られた参加者のみが，次の質問項目の回答に進む構成とした．

表 1 質問項目

| 問 | 質問項目 | 回答項目 |
|---|--|---|
| 1 | ICTを活用して学習する授業形態 | 対面授業とオンライン授業, オンライン授業, 使用していない |
| 2 | ICT を活用して学習する授業・科目の授業形態ごとの頻度 | すべての科目, 半分以上の科目, 数件の科目, 情報科目のみ, 使用していない |
| 3 | ICTを活用して学習している授業科目名 | 自由記述 |
| 4 | あなたは, ICT はどのようなことに役に立っていると感じますか? | 自由記述 |
| 5 | あなたは, ICT を使って学習することで, どのような力がついていると感じますか? | 自由記述 |

3.3 質問項目

表 1 は調査で扱った質問項目を示している. 調査ページは, フェイスシートを含めて 5 つの質問から構成されていた.

4. 結果

4.1 ICT を利用する授業形態と頻度

53 名 (69.7%) の参加者が「対面授業とオンライン授業」で使用していると回答した. 「オンライン授業のみ」は 17 名 (22.4%), 「使用していない」は 6 (7.9%) だった. 対面授業で ICT 機器を利用している学生の使用頻度について, すべての科目 18 名, 半分以上の科目 12 名, 数件の科目 13 名, 情報科目のみ 7 名だった (無回答 3 名).

4.2 自由記述

自由記述の分析にあたっては, KH Coder Ver.3.Beta.04⁽³⁾ を用いて, 茶筌⁽⁴⁾ により形態素解析を行った. 問 4 と問 5 により 57 件 (133 文) の自由

記述が得られた. 抽出語の上位 3 件は「効率」, 「情報」, 「資料」だった. 繰り返し抽出を実施し, 関係性の理解に適していると解釈した共起ネットワークを描画した (図 1 参照, 4 回以上出現した上位語を対象). 共起ネットワークを作成する際には, Jaccard 係数が 0.3 以上の共起関係を採用し, 最小スパニング・ツリーだけを描画した.

5. 考察

本研究は, 大学生の ICT 機器を活用した学習の有用性の認識について調査することを目的とした.

図 1 から, ICT 機器の有用性の認識について 4 つの共起関係が認められた. それぞれ, 処理効率 (例: 作業自体の効率化), 情報活用 (例: 必要な情報を探す力), 課題達成 (例: 課題などを作成する力), 学習記録 (例: 学習の記録に役立っている) と分類できる. 中学生を対象とした中西・矢野 (2021) では多様な有用性が抽出されたが, 本研究の調査では, 学習活用型有用性に当てはまる記述に限られたといえる. オンライン授業の実施をとおして, ICT 機器に触れる機会が以前より増した大学生も, ICT 機器の有用性という点では, 授業での活用以外の意識は希薄であることがわかった.

オンライン授業導入の影響という観点から本研究の結果をみると, 「課題達成」については, 学習管理システムの利用が増えたことが理由と推察できる. すなわち, 活用頻度が増加することで, 学習者の認識にも影響を及ぼす可能性が示唆された. しばしば ICT 機器を活用した授業展開が求められるものの, 活用頻度が増えなければ, 学習者自身は「ICT はなくても問題ない」という偏った考えになりかねない. 単にコロナ禍以前の教育・学習に戻るのではなく, ICT 機器 (たとえば遠隔授業) を取り入れた教授方法を推進することで学習者の学習機会を拡大できるだろう.

参考文献

- (1) 文部科学省高等教育局大学振興課: 学事日程等の取扱い及び遠隔授業の活用に係る Q&A 等の送付について (令和 3 年 5 月 14 日時点) https://www.mext.go.jp/content/20210514-mxt_kouhou01-000004520_1.pdf (参照 2022.5.24)
- (2) 中西一雄, 矢野充博: “中学校理科授業における生徒の ICT 活用の有用性認識尺度の開発”, 日本教育工学会論文誌, Vol. 45, No. 2, pp. 173-183 (2021)
- (3) 樋口耕一: “テキスト型データの計量的分析—2 つのアプローチの峻別と統合—”, 理論と方法, Vol. 19, No. 1, pp. 101-115 (2004)
- (4) 松本裕治, 高岡一馬, 浅原正幸: “形態素解析システム「茶筌」version2.4.0 使用説明書”, <http://chasen-legacy.sourceforge.jp/> (参照 2022.5.24)

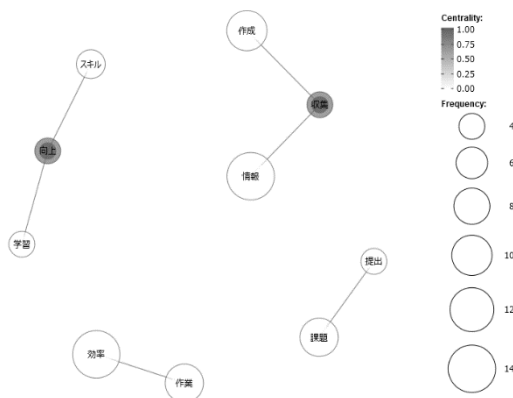


図 1 ICT 有用性に関する自由記述の共起ネットワーク

総合型日本語科目における漢字オンライン小テストについての一考察 A Study on Online Kanji Quiz in an Integrated Japanese Language Course

甲斐 晶子^{*1}

Akiko KAI^{*1}

¹青山学院大学情報メディアセンター

^{*1}Institute of Information and Media, Aoyama Gakuin University

Email: a-kai@aim.aoyama.ac.jp

あらまし：オンライン授業化を契機に総合型日本語科目において漢字の小テストを再設計した。小テストを評価だけではなく学習の手段として用い、何度も受検可能な非同期型のランダムクイズと一度きりの一斉テストの組み合わせ方式とした。遠隔・対面受講者の試験成績を分析した結果、学習手段としては何度も受検する学生は多くなかったものの、正確な入力の実用性を気づかせる機会になり得ること、また、評価手段としても、監督がつくことを条件に従来の方法を代替し得る可能性が示唆された。

キーワード：漢字クイズ、日本語教育、オンライン授業、インストラクショナルデザイン

1. 背景

X 大学では留学生等の日本語を母語としない学生を主な対象とした日本語科目を開講している。その中級レベルに位置づけられるクラスでは週4コマのうち2コマにおいて教科書を用いた総合型授業（以下、本科目）を提供している。日本語で行われる授業や研究活動に参加するための日本語運用能力育成を主眼とし、アカデミック・レベルの文章理解を軸に必要な漢字・語彙・文法等の知識および意見の表明手段を身につけるための活動を行う。2020年度に新型コロナウイルス感染症の拡大予防として授業をオンラインとする方針が出され、水際対策の強化による入国制限も相まって、本科目はフルオンライン（同期）型での実施となった。

本科目は評価項目の一つとして漢字の「書き」と「読み」の小テスト（以下、PBT）を実施していた。教科書付属の語彙リストを対象範囲とし、授業内での学習時間は設けず各自の自習に委ね、試験のみを授業中に実施していた。本科目をオンライン形式に再設計する際、漢字の扱いについて検討した。学習者はほぼ全ての授業がオンラインとなり、対面であっても接触を避けるため電子形式での課題提出が推奨され、漢字を筆記する機会は激減した。代わりに文章で感想や意見をタイピングする機会が増えた。大量の配布資料の読み取りや、配信される授業の聞き取りも喫緊の課題であった。従って、本科目では漢字の「書き」の試験を行わず、試験は示された字形の読み方をローマ字入力でタイプする問題に変更することとした。なお、用法については語彙分野の試験範囲に含めており、本試験の対象外である。また、漢字を体系的に学びたい場合には本科目の別コマで自己主導型科目として選択できる。

遠隔において不正行為を完全に防ぐ方法の確立は難しいことから、小テストは試験を評価するための手段としてだけではなく練習の機会として活用することに決め、漢字との接触回数を増やすことを第一

の目的とした。出題範囲を教科書の課ごとに3つずつとなるよう分け、LMS上で制限時間を設けたランダムクイズとして設置した。期限内なら何度でも受検可能とし、その最高点を成績に組み入れる仕様とした。また、課全体を範囲とし、一度だけ受検可能なランダムクイズ（以下、WBT）を設置し、定期的に授業内の時間を使って行った。

前年度に行った授業アンケートでは学生が本方式を概ね好意的に受け入れていることを示した。教員にとっても本方式は再利用性が高く、採点の手間も省ける。漢字を書く機会が引き続き少ないと予想されたこともあり、2022年度より授業がハイブリッド方式になっても本方式を採用している。しかし、本方式を引き続き継続するべきか、評価手段および学習手段としての妥当性を省察する必要がある。

2. 分析方法と結果

対象者は2022年度に対面で受講した学生9名（以下、対面群）および2020年度にオンラインで受講した学生25名（以下、遠隔群）である。両群ともに2課分のWBTを受けたが、対面群は監督者のいる教室で受検した。また、対面群はWBTと同日に同範囲のPBTと1分間のローマ字タイピングテストを受検し、試験種別の好み（WBTかPBTか）を回答した。WBTの各課間の結果に統計的な有意差が確認されなかった（等分散性が満たされており（Levene検定が $Pr(>F) = 0.8466$ ）、かつ対応のないWelchのt検定で $p = 0.7953$ ）ことから、課による差は考慮せず、試験の実施方法のみで比較した。

まず、対面群のWBTとPBTの関連性を検証する。表1に試験種別の平均得点率分布を示す。全体的にWBTの得点率がPBTを上回り、Wilcoxonの符号順位検定の結果、統計的な有意差が確認された（ $V = 165, p = .0001068$ (99% CI[6.25 35.00])）。

Wilcoxonの符号順位検定（ $V = 165, p =$
WBTとPBTの得点率には緩やかな相関（ $r = .73$ ）

が確認された。さらに WBT と PBT に著しい差があった学生 1 名を除外すると高い相関が示された ($r = .90$)。タイプスピードやテスト種別の好みとの相関については有意差が見られなかった (図 2)。

次に、遠隔と対面で WBT の結果に差があるかを検定した。図 3 に得点分布を示す。標本数が少なく正規分布も見られないことから、Wilcoxon の順位和検定を行ったところ、両者に 5%水準の有意差が確認され ($p = .029$)、中程度の効果量を示した ($r = .37(95\% CI [.04, .63])$)。

本科目では漢字との接触機会を増やす意図で繰り返し受検可能な形式の試験を設けたが、後半になるにつれ一度で満点を取れる学生が増え、満点になるまで繰り返し受検した学生は 9 名中 3 名に減少した。ほとんど取り組んでいない学生もおり、繰り返し回数と WBT の結果の関連性は今回のデータ量では統計的意味づけができなかった。

3. 考察

遠隔群と対面群で WBT の結果に差が生じた理由については、母集団の差以外には監督の有無が考えられる。WBT はテキストや辞書の使用を禁じたが、遠隔群ではそれを確認する術が無かった。何らかの方法で答えを調べていた可能性は否めない。天井効果が出ていることもあり、監督なしの WBT で成績を決めるのには慎重になるべきである。

対面群の WBT と PBT では得点率に相関が見られたことから、新方式でも従来と概ね近い能力が測れることが予想される。採点効率を考えると WBT に軍配が上がるが、一方で、WBT で高得点が取れたにも関わらず PBT ではかなり低い結果になる学生が 1 名いたことにも留意し、統計結果にとらわれず慎重に学生を観察していく必要がある。

対面群内で全体的に WBT が PBT より高い得点率だったのはなぜか。PBT における誤答を調べると、「対象」→「たいしょ」、「具体的」→「ぐだいでき」など長音や濁音の正確さに欠ける傾向が読み取れた。WBT 受検時には、ひらがな入力後に一度漢字変換できるかを確認してから入力する学生が観察された。WBT ではこの方法によりミスを防いでいた可能性がある。これは評価のためには望ましくないと思えるが、見方を変えれば一字でも入力を間違えると意図した漢字に変換されないという気づきを学生に与える機会になっているとも考えられる。

今回の検証は標本数が少なく限定的な仮説しか導出できない。それでもこれらの考察から、設計の意図通り何度も受検する学生は多くなかったものの、本方式が正確な入力の必要性を気づかせる機会になり得ることが期待できる。また、知識量の厳密な評価が主目的の場合には監督ありの PBT が適していると思われるが、監督がいることを条件に、WBT によるランダムクイズでもその代替となり得ることが示唆された。ただ、実生活において何も見ずにひ

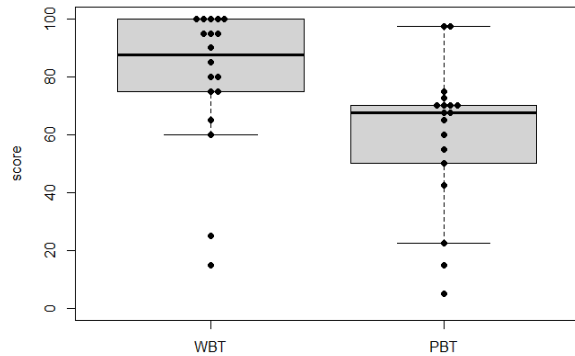


図 1 対面群内 WBT と PBT の得点分布

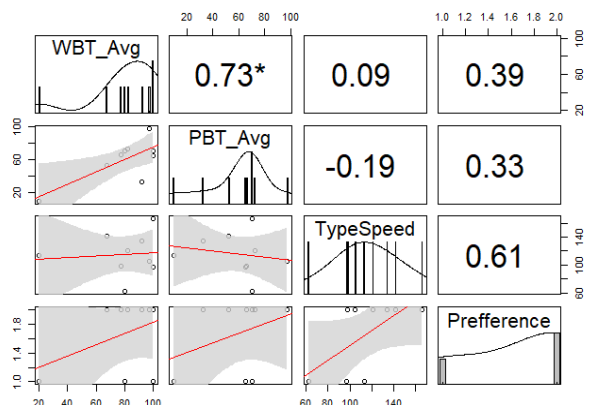


図 2 対面群における各変数の相関散布図

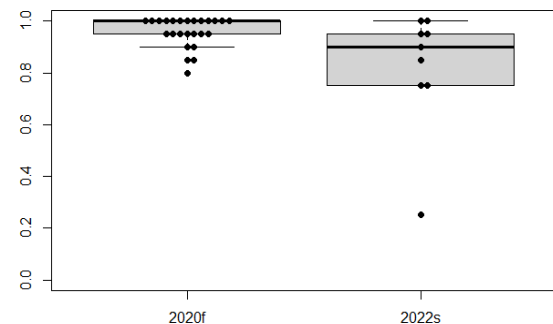


図 3 WBT 得点分布 (左: 遠隔群, 右: 対面群)

らがなを書く機会は少なく、そういったスキルの厳密な評価の必要性がどれほどあるかも考慮すべきだろう。鈴木は知識の暗記と試験一発勝負が単位取得につながるような評価方法は見直すべきだと論じている⁽¹⁾。ICTを活用した学習活動が期待される中、漢字学習についても連続音声からの漢字推測スキルや自動翻訳装置の活用など、内容とその評価方法の在り方について、さらに検討する必要がある。

謝辞

本研究は JSPS 科研費 21K13646 の助成を受けた。

参考文献

- (1) 鈴木克明: “我が国の教育工学研究とインストラクショナルデザイン研究の今後に寄せて”, 日本教育工学会論文誌, Vol. 43, No. 3, pp.187-196 (2019)

2D 映像教材と 360 度映像教材の学習効果の比較 —救急初療における看護実践を対象として—

A comparison of learning effects between 2D and 360-degree video - A survey of nursing practice in the emergency department -

政岡 祐輝^{*1}, 大神 和也^{*2}, 菊池 仁孝^{*2}, 長野 美紀^{*2}, 辻岡 良輔^{*2}, 増田 孝生^{*2}, 白石 公^{*3}
Yuuki MASAOKA^{*1}, Kazuya OGA^{*2}, Yoshitaka KIKUCHI^{*2}, Miki NAGANO^{*2}
Ryosuke TSUJIOKA^{*2}, Isao SHIRAISHI^{*3}

^{*1} 国立循環器病研究センター 教育推進部

^{*1}National Cerebral and Cardiovascular Center, Education Promotion Department

^{*2} 国立循環器病研究センター 看護部

^{*2} National Cerebral and Cardiovascular Center, Nursing Department

国立循環器病研究センター OIC 客員研究員

^{*3} National Cerebral and Cardiovascular Center, Open Innovation Center

Email: yuuki@ncvc.go.jp

あらまし：本研究の目的は、2D 映像を用いた教材と 360 度映像を用いた教材による学習効果を比較検証することである。対象は、救急外来での初療を初めて実践する看護師とし、2D 映像教材利用群と 360 度映像教材利用群にランダムで割り当てた。学習効果は、映像教材視聴後の看護実践に対してチェックリストで評価した。チェックリストの評価を比較した結果、両群間の有意差は認められなかった。

キーワード：2D 映像教材, 360 度映像教材, 看護実践, 看護教育

1. はじめに

救急外来は、様々な年齢、性別、症状、重症度、緊急度の患者を受け入れており、1 分 1 秒を争う迅速な対応が求められることもある。そのため、救急外来の看護師には、十分な知識や経験が必要なため、救急外来を初めて勤務する看護師には、教育介入が欠かせない。近年、360 度全方位を撮影することができる 360 度カメラの教育利用が数多く報告されるようになってきている。360 度映像は没入感が得られやすく、救急外来での実践経験がない看護師に対し、有用な映像教材となる可能性がある。しかしながら、従来の 2D 映像の学習効果を比較した報告はない。

2. 目的

救急外来での実践経験がない看護師に、2D 映像教材または 360 度映像教材を用いた学習を実施し、救急外来での勤務時に教材で取り扱った症例を初めて担当した際の定型的な行動の実行状況を比較する。

3. 方法

3.1 映像教材の作成

教材テーマは、A 施設救急外来の代表的な疾患であり、迅速な対応が求められる「急性冠症候群（以下 ACS）」と「クモ膜下出血（以下 SAH）」とした。それぞれの疾患に対する初療に必要な実践行動を学習してもらうために、実際の救急外来で模擬患者を用いた初療のデモンストレーションを行い、それを 360 度カメラで定点から撮影した。デモンストレーションのシナリオは、救急外来での実践経験が十分にあるエキスパートが作成したチェックリストをもとに作成した。映像撮影後、症例の基礎情報、行動

におけるポイントをテロップで表示する編集を行い、360 度映像教材とした。また 360 度映像データから救急外来看護師を中心とした 2D 映像を書き出し、2D 映像教材を作成した。

3.2 対象

対象は、A 施設においてあらかじめ本研究に対する同意を得られた 2021 年 5 月～2022 年 4 月の期間中に救急外来での勤務を始める看護師 20 名とした。

3.3 学習と評価の流れ

作成した映像教材の視聴にあたっては、救急外来に必要な知識に関する前提テストを受けてもらい、その後に映像教材の視聴してもらうこととした。2D 映像教材と 360 度映像教材の割り付けは、ランダムに行った。360 度映像教材はヘッドマウントシステム、2D 映像教材は PC 端末またはスマートデバイスで視聴できるようにした。映像教材視聴後に救急外来での実践を開始し、ACS・SAH 症例（疑いを含む）を担当した際、チェックリストによる自己評価を行ってもらうこととした。さらに、チェックリスト回収時に映像教視聴に関するヒアリングを行った。

チェックリスト例として SAH のチェックリストを表 1、学習の流れを図 1 に示す。

3.4 分析方法

ACS・SAH のテーマごとにおける 2D 映像教材群と 360 度映像教材群のチェックリストの評価結果に対して、Mann-Whitney U 検定を行なった。なお、チェックリスト項目は、状況により非該当となる項目を含んでいるため、該当項目に対するチェック比率で分析を行った。

表1 SAHのチェックリスト

1. 相互に正確な情報の送受信を行うため、都度、伝達情報に対するチェックバック（復唱）を実施できる
2. 自身が得た情報は、チーム全体に伝わるような声の大きさ、言い方で伝えることができる
3. 常時、生体情報モニターに意識向け適宜モニター値を確認することができる
4. 診療の補助実施時には、生体モニターを確認できるようなポジションが取れる
5. 生体モニターの変化を、医師・看護師に共有できている
6. 行われる治療を予想し初療室の選定できる
7. 行われる治療を予想し初療室の準備が実施できる*
8. 物品等の準備を3分以内に実施できる*
9. 適切にPPEが装着できる
10. 搬入時に患者氏名を確認できる
11. 同伴者の確認し、対応を指示できる
12. 患者の外見から、緊急度・重症度を判断できる
13. 意識レベルを評価できる
14. マンシエット装着の際に、透析用シャントや傷等がないかを確認できる
15. 心電図、SpO2プローベ、血圧計マンシエットを装着することができる
16. モニター値を医師に伝達できる
17. モニター心電図上で、異常波形の有無を判断できる
18. モニター心電図を判読し、必要時12誘導心電図検査の必要性を判断できる
19. 説明なしの接触や処置等を行っていない
20. 不必要な刺激を与えていない
21. 診察・治療が遅滞しないよう、診療の補助を実施できる*
22. 安全に検査を実施するために必要となる情報を確認することができる*

※別途詳細な項目の提示あり

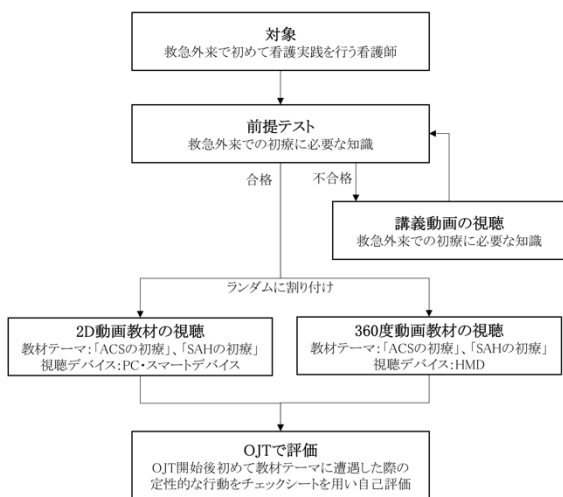


図1 初療看護の学習の流れ

4. 結果

映像教材視聴後、チェックリストを回収できた協力者数ならびに背景を表2に示す。

4.1 チェックリスト結果

Mann-Whitney U 検定の結果、教材テーマの

ACS・SAHともに2D映像教材群と360度映像教材群の間に有意な差を認めなかった(表3)。

4.2 ヒアリング結果

両群ともに共通して、映像で示されることで必要な行動や資材の位置等がイメージでき、実践で活かすことができた、との意見が聞かれた。360度映像教材の方では、「実際の救急外来に立っているように感じられた」という臨場感に関する意見のほか、「少し酔った感じになった」「近づいたり、ズームすることができれば良い」といった意見が聞かれた。

表2 チェックリスト回収者の背景

| | 2D映像教材 | 360度映像教材 |
|---------|--------------|--------------|
| 人数 | 4名 | 7名 |
| 平均年齢 | 33.3歳:31~36歳 | 28.3歳:24~33歳 |
| 平均看護師経験 | 6.8年:3~13年 | 5.3年:2~11年 |

表3 Mann-Whitney U 検定の結果

| 教材 | 2D映像群 (ACS n=4) (SAH n=4) | | 360度映像 (ACS n=6) (SAH n=4) | | U値 | 効果量 <i>r</i> |
|-----|---------------------------------|-------|----------------------------------|-------|------------|-----------------|
| | 中央値 | 四分位偏差 | 中央値 | 四分位偏差 | | |
| ACS | 0.815 | 0.089 | 0.797 | 0.121 | 10.00 n.s. | .13 |
| SAH | 0.806 | 0.098 | 0.762 | 0.052 | 6.0 n.s. | .20 |

5. 考察

360度映像教材では、臨場感に関する意見があったが、2D映像教材群と360度映像教材群の間の有意差は認めていない。「視聴者は360度動画の再生時間のうち75%は前方90度のみを見る」との報告⁽¹⁾もあり、定型的な行動を学ぶという学習目標に対しては、2D映像教材でも十分であることが示唆される。また、360度映像は定点での撮影であったが、ヒアリングでの意見にみられるように酔ってしまう学習者がいるため、2D映像を準備するか、HMDではなく通常のモニター画面での視聴も選択できるような配慮が必要である。

6. おわりに

本研究は、対象者が少なく、映像教材の視聴からACSやSAHの初療を経験するまでの間の影響をコントロールできていない。今後は、自由視点やコンピュータグラフィックスなどの映像を含めた、様々な映像教材と学習成果の適性を調査していく。

付記

本研究は、エア・ウォーター株式会社との共同研究の成果の一部である。

参考文献

- (1) CNET Japan: YouTubeの360度ビデオ、意外と正面ばかり見られている—ヒートマップで注目部分を確認 <https://japan.cnet.com/article/35102993/> (最終閲覧日: 2022年5月29日)

幼児における大型タブレット端末を使用した役割取得能力トレーニングの可能性

—デジタル絵本と紙芝居の比較—

The possibility of Role-taking ability training in a group using a large tablet device in 6-year-old children

— Comparison of digital picture books and picture story show —

本間 優子*1

Yuko HONMA*1

*1新潟青陵大学

*1Niigata Seiryō University

Email: hyuko@n-seiryō.ac.jp

阿部 学**2

Manabu ABE**2

**2敬愛大学

**2 Keiai University

株田 昌彦***3

Masahiko KABUTA***3

***3 宇都宮大学

***3 Utsunomiya University

あらまし：本研究ではこども園に在籍する年長児を対象に、大型タブレット端末を用いたデジタル絵本および紙芝居を用いた役割取得能力のトレーニング実践を行った。トレーニング中の園児の発言回数はデジタル絵本群の方が紙芝居群よりも多く、発言内容も同様にデジタル絵本群の方がオープンエンドで行われており、効果的にトレーニングが行われていた。幼児教育における ICT 教材を用いた教育実践の有効性が示唆された。

キーワード：大型タブレット端末、デジタル絵本、紙芝居、幼児、役割取得能力トレーニング

1. はじめに

保育現場ではテレビやゲーム、スマホやタブレット端末というだけで遊びや学びを阻害する要因と捉える風潮が未だに強い。このような現状に鑑み、本間・阿部(2019)は保育場面における ICT 利用の実態を明らかにすることを目的とした調査を行った。調査の一部では、保育教諭にタブレット端末を利用したデジタル絵本と従来型の紙媒体の保育教材である、紙絵本（紙芝居）に対して持つイメージについて自由記述を求めた。デジタル絵本の長所は「集中しやすい」、短所は「コミュニケーションがない」、紙絵本（紙芝居）の長所は「想像力が養われる」、短所は「大きさによっては見づらいときがある」という回答がそれぞれ最も多く示され、紙絵本（紙芝居）の長所は 213 個、短所は 36 個の記載に対し、デジタル絵本は長所が 72 個、短所が 99 個記載されていた。

実証的な検討として、幼児に対しデジタル絵本、および紙絵本を用いた親子の読み聞かせ場面の観察を行った佐藤・佐藤(2013)では、デジタル絵本使用時の方が子どもから大人に対する発話量が多いことを示している。しかしながら、ネガティブなイメージがデジタル絵本には先行しており、保育場面でのデジタル絵本の使用には、保育教諭のデジタル絵本に対して持つ懸念や不安をまずは払拭することが必要である。そこで本研究では、保育場面における教育実践として、こども園の年長児を対象に大型タブレット端末を用いたデジタル絵本および紙芝居を教材として用いた、他者の気持ちや立場を理解する能力を促進することを目的とする、物語課題を用いた役割取得能力トレーニングを行い、教材の相違によるトレーニング中の園児の発言回数と発言内容を比較検討することを目的とした。

2. 方法

2.1. 対象児

こども園の年長児クラスの園児 22 名（男児 12 名、女児 10 名、各群 11 名）。実践 1 回目のグループ A の平均年齢は 5 歳 7 ヶ月（範囲 5 歳 2 ヶ月-6 歳 2 ヶ月）、男児 7 名、女児 4 名で構成され、グループ B の平均年齢は 5 歳 8 ヶ月（範囲 5 歳 5 ヶ月-6 歳 2 ヶ月）、男児 5 名、女児 6 名の参加であった。

2.2 使用したデジタル絵本および紙芝居について

デジタル絵本は各群 11 名の集団で 1 台用いること、紙芝居とサイズを合わせるために 18.4 インチの大型 Android タブレット端末であるサムスン社製の Galaxy View(図 1)を使用した。本研究は 10 名以上の集団に対する実践であり、対象児自身がデジタル絵本を操作する場面がない。紙芝居を用いた際の相違を検討するため、できるだけ紙芝居と仕様を同一とし、効果音や仕掛けのない、朗読のスタートとページめくり、停止機能のみのシンプルな仕様のデジタル絵本（タイトルページ、物語 3 場面、エンドページの計 5 ページで構成）を作成した（図 2）。



図 1 大型タブレット端末



図 2 デジタル絵本

2.3 役割取得能力トレーニング実践の手続き

2018 年 6 月、9 月の計 2 回実践を行い、使用する教材はグループ間で入れ替えられた。順序効果の相

殺のため各教材の使用はカウンターバランスが取られた。実践前には担当の保育教諭にタブレットの操作方法の他、園児への質問仕方等、役割取得能力トレーニング実践のポイントに関する実践上の留意事項を伝達した上で実践がなされた。計2回の実践は同一の保育教諭1名(クラス担任,女性)が担当した。

1回目のトレーニング課題は代表的な役割取得能力の物語課題である「木のぼり」(荒木, 1988)を用いた。2回目は第一筆者が木のぼり課題に準ずる課題として作話および質問を作成し、保育教諭3名に操作性と難易度について確認を得た「じゅんばん」を用いた。物語課題は3場面で構成され、1場面につき1枚の挿絵があり、物語終了後に役割取得能力トレーニングとして質問が3つ行われた(質問1:主人公の気持ち 問2:主人公はその場でどう行動するか 質問3:主人公がそのように行動するのを見た、もう片方の登場人物の気持ち)。人や物品の配置は、どちらの教材使用の場合でも、おおそ教材や保育教諭から同程度の距離を取り、図3, 4のように、子どもたちがゆるやかに円になる形であった。



図3 デジタル絵本使用時



図4 紙芝居使用時

当日は園児が普段用いている教室で簡単に保育教諭より導入が行われた後、実践がなされた。デジタル絵本の次のページに「すすむ」ボタンの操作等、操作全般は園児の様子を配慮しながら保育教諭が行った。紙芝居使用時も同様に園児の様子を配慮しながら読み聞かせが行われた。なお、デジタル絵本の朗読者(朗読音声)は本実践を行った保育教諭ではなく、他園の保育教諭(女性)であった。その他、教室内にビデオカメラを目立たない場所に設置した上で第一・二著者が観察を行なった。

3. 結果と考察

計2回の実践について発言回数のカウントを行なった(表1, 2)。同一人物による発言もそのまま1回としてカウントした。二項検定より、質問1~3の発言数の合計は $p=.038$ で5%水準(両側検定)で有意差が認められた。園児の発言内容については、デジタル絵本群は1つの内容に偏る(収束する)のではなく、多様性のある発言を行っており、発言内容がオープンエンドになっていた。話し合いがオープンエンドになることは、思考の深化につながり、役割取得能力の発達段階の促進を促す(荒木, 1996)。このことから、デジタル絵本群ではトレーニングが効果的に行われていたと考えられる。他方、紙芝居

群は発言内容に広がりが見られず、保育教諭の「他になんか思うことあった?他にはない?大丈夫?」という問いかけに対し、「ない」という意思表示をするため、首を縦にふる園児が半数以上おり、話し合いがオープンエンドにはならない様子が見られた。これらの特徴は、グループを入れ替えた計2回の実践を通して示され、発言回数が反映されていた。

表1 デジタル絵本群の発言回数

| グループ | デジタル絵本群 (第1回) | デジタル絵本群 (第2回) | 2回の 発言数の 合計 |
|------|------------------|------------------|-------------------|
| 質問1 | 5 | 4 | 9 |
| 質問2 | 14 | 11 | 25 |
| 質問3 | 13 | 10 | 23 |
| 合計 | 32 | 25 | 57 |

表2 紙芝居群の発言回数

| グループ | 紙芝居群 (第1回目) | 紙芝居群 (第2回目) | 2回の 発言数の 合計 |
|------|----------------|----------------|-------------------|
| 質問1 | 4 | 4 | 8 |
| 質問2 | 12 | 5 | 17 |
| 質問3 | 4 | 7 | 11 |
| 合計 | 20 | 16 | 36 |

2回という限定的な実践から導き出された結論ではあるが、デジタル絵本群では、園児の発言回数が多いことが示された。逆の結果が得られたとしたら、集団での役割取得能力トレーニングに保育教材としてデジタル絵本を用いることは、有効ではないと考えられたが、少なくとも本研究で得られた結果からは、大型タブレット端末を用いたデジタル絵本という、新奇性のある教材の使用により、効果的にトレーニングを行うことのできる可能性が示唆された。

4. まとめ

保育者がデジタル絵本にもつイメージでの短所として一番多く挙げられていた「コミュニケーションがない」(本間・阿部, 2019)については、本研究からデジタル絵本群の方が発言回数が多く、発言内容もオープンエンドであることが示された。得られた知見から、一方的にデジタル絵本を園児に視聴させるのではなく、視聴後は園児に質問し、インタラクションを取ることで、紙媒体の教材以上、もしくは同等にコミュニケーションを取ることができ教材であることが示唆された。今後の課題として、実験的に継続的に大型タブレット端末を用いたデジタル絵本の利用を行い「慣れ・飽き」について検討し、効果的な利用頻度を明らかにすることが望まれる。

付記 本研究は第13回博報堂教育財団「児童教育実践についての研究助成」の助成を受け行なわれた。本研究の一部は日本発達心理学会第30大会にてポスター発表された。

キャラクター動作のレイヤー化による動画教材作成ソフトの改善

Improvement of A Video Authoring System for Teaching Materials Using Layered Motion of Avator

佐野 諒, 小島 篤博

Ryo SANNO, Atsuhiko KOJIMA

大阪公立大学大学院情報学研究科

Graduate School of Informatics, Osaka Metropolitan University

Email: se22405s@st.omu.ac.jp

あらまし：本研究では、3D キャラクターが説明を行う動画教材を作成するソフトを開発しているが、従来では、3D キャラクターは既定の待機姿勢と、数秒程度の動作を組み合わせることのみが可能であったため、動画が単調になる傾向があった。そのため本研究では、3D キャラクターの動作をレイヤー化し、レイヤー間で動作をオーバーラップさせ、ある動作の途中で別の動作を差し込むことを可能にすることでより多様な表現を実現する。

キーワード：3D キャラクター, オーサリングソフト, Unity, Animation

1. はじめに

昨今オンライン授業の普及により、授業動画の必要性が高まっている。授業動画とは、実写映像またはスライドと音声によって説明する動画のことである。従来、収録後の修正が難しいことや映像が単調になることが問題点となっている⁽¹⁾。そこで本研究では、これらの問題点を補った授業動画の形式として、音声とスライドに加えて3D キャラクターが説明を行う動画教材を作成するソフトを開発している⁽²⁾。

本システムは、3D キャラクターの動作を決めるタイムラインを表示し、その上に動作を1つずつ割り当てるといった簡易な操作で編集を行うことができることを特徴としている。従来のシステムでは、既定の待機姿勢を取る3D キャラクターに対し、指定したタイミングで数秒程度の動作を単発で指定する。このため、一定の姿勢を取り続けることが多く、そこに時折指さしや腕組みといった特定の動作が差し込まれる形になり、動画が単調になる傾向があった。

本研究ではこの問題に対して、従来は1本であった動作のタイムラインを複数化し、これらをレイヤーとして重ねることにより、ある動作の途中で別の動作を差し込む機能を追加する。これにより、例えば腕組みをしている途中で指差し動作を行い、その後再び腕組みに戻るといった、より多様な動作表現を付与することを試みる⁽³⁾。

2. システムの概要

2.1 開発環境

本システムでは、開発環境として3D ゲームエンジンであるUnityを採用し、開発言語としてC#を使用している。また、3D キャラクターによる教師モーションはMikuMikuDanceで作成している。

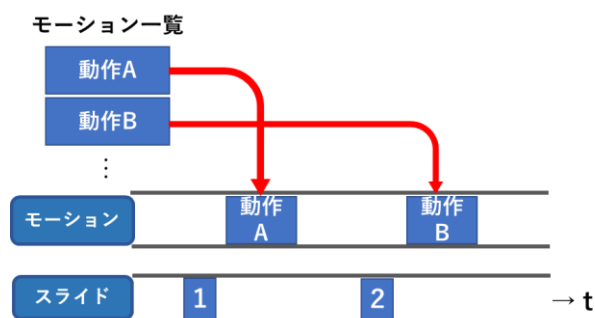


図1 タイムラインによる動作の振り付け

2.2 システムの構成

まず、本システムの特徴であるタイムラインについて説明する。本システムの入力はスライドファイルと解説音声で、出力は動画ファイルである。

システム上では、用意されているモーションの一覧からモーションを選択し、モーション切り替えのタイムラインに追加する。また、スライド切り替えのタイムラインには、入力したスライドファイルのスライド番号を追加する。解説音声に合わせてそれぞれのクリップの位置を調整し、モーションやスライドの切り替えのタイミングを決定する。

本研究では、従来より本システムに備わっているモーションタイミングの調整を拡張した機能として、動作のレイヤー化機能を追加し、モーション切り替えのタイムラインを従来の1本から複数本に増やし、重なり合う部分で動作の切り替わりを可能にする。加えて、本システムにモーションの繰り返し回数を設定する機能を追加して、継続時間の長い動作を実装する。

3. 新たに実装した機能

レイヤー化を実現するにあたって、レイヤーのデータ構造を多重化し、配置されるクリップはタイムライン上の始点位置の順でレイヤーごとにリストと

して管理する。そしてレイヤー同士が重なり合う部分では、レイヤー間で動作が遷移するよう動作の遷移パターンに応じた処理を追加する。また下層のレイヤーは比較的継続時間の長い動作の配置が想定されるので、従来の単体動作を繰り返せるようにし、これに適した動作も新たに追加する。以下に詳しく説明する。

3.1 動作のレイヤー化

モーションのタイムラインを追加し、動作に関するタイムラインのデータ構造を多重化し、モーションクリップはレイヤーごとに分けて、それぞれのレイヤーのタイムライン上の始点位置の順でリストにして管理する。

そして、上層のレイヤーのモーションクリップの再生を優先とするものとし、レイヤー間で動作が遷移する際には、3つのパターンに分けて動作の遷移処理を行う。レイヤー同士が重なり合う部分を考慮して追加した動作の遷移処理パターンの概要を図2に示す。

1つ目は図2中の①にあたる部分で、上層のタイムラインで、タイムラインバーの現在位置がモーションクリップの始点位置と終点位置の間である場合、下層のタイムラインでモーションクリップが再生されているかどうかにはかかわらず、そのクリップを再生する。2つ目は図2の②にあたる部分で、下層のタイムラインで、タイムラインバーの現在位置が、直前に再生終了した上層のモーションクリップの終点位置を過ぎている場合、下層のモーションクリップで再生を再開する。3つ目は図2中の③にあたる部分で、上層と下層にあるモーションクリップのうち終了位置がタイムラインバーの手前である個数が再生済みのクリップの個数と一致する場合、待機姿勢へ遷移する。

3.2 モーション繰り返し機能

動作のレイヤー化に関連して、下層のタイムラインで使用するための継続時間の長い動作が必要であったため、タイムライン上の継続時間を自由に決められるようにして、それに合わせて動作を繰り返すことができるようにした。

図3に示しているようにモーションの繰り返し回数を指定するためのテキスト入力欄を追加し、入力した値が2以上の場合には動作を繰り返すため、下層のタイムラインにモーションクリップを追加し、それ以外の場合には1回のみ動作のため、上層のタイムラインにモーションクリップを追加するようにした。

3.3 待機姿勢の追加

レイヤー化に合わせて、繰り返しても自然となるような動作として、待機姿勢が挙げられ、手を腰の位置で組む姿勢と手を掲げる姿勢と手を合わせる姿

勢の3つを追加した。

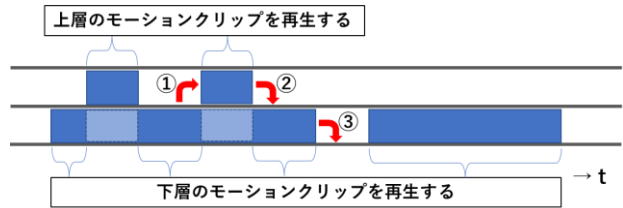


図2 動作遷移の概略図



図3 動画教材作成システムの編集画面

4. システムの評価

従来の待機姿勢と個別の動作間での行き来に加えて、動作の途中で別の動作を行った後、再び元の動作に戻ることが可能になった。これにより、例えば腕組みをしている途中で肯定を表すうなずく動作を行うような、従来よりも行えるキャラクタ動作の幅が広がり、動画が単調になる傾向が改善された。

一方、3Dキャラクタの動作から動作への切り替わりの際にできるつなぎ目には、現状では手の位置が瞬間的に移動してしまう場合があり不自然さがあるため、この部分の改善が必要である。展望としては、動作の切り替わり時に補間曲線を付けるような形で自動補整を行う方法が挙げられる。

5. まとめ

従来、一定の姿勢に特定の動作が差し込まれる形であった所から、本研究で動作のレイヤー化を実装したことで、動作から動作への階層的な切り替わりが可能になり、従来よりも行えるキャラクタ動作の組み合わせの幅が広がった。一方、今後の課題として、動作と動作のつなぎ目にある不自然さの解消が挙げられる。

参考文献

- (1) デジタルナレッジ: “ビデオ教材(映像コンテンツ)の教育利用に関する定点調査報告書<2014年>”, <https://www.digital-knowledge.co.jp/archives/1702/> (参照 2022-05-21)
- (2) 井上翔太: “3DCGによる教師キャラクタを用いた動画教材作成システム動画教材作成システム”, JSiSE研究会報告(2019)
- (3) 佐野諒: “動画教材作成ソフトにおけるキャラクタ動作のレイヤー化”, JSiSE学生研究発表会(2022)

ソースコード読解教材におけるリファクタリング原則の適用に関する研究

A Study on Utilizing Refactoring Principles to Source Code Reading Materials

前田 暉正^{*1}, 松本 慎平¹

Terumasa MAETA^{*1}, Shimpei MATSUMOTO^{*1}

^{*1} 広島工業大学情報学部

^{*1} Faculty of Applied Information Science, Hiroshima Institute of Technology

Email: {bl18106, s.matsumoto.gk}@cc.it-hiroshima.ac.jp

あらまし: 大学など教育現場においては、リファクタリングの原則を十分に教授できていない。事実、java などオブジェクト指向の基礎を学ぶ講義の中では、できる限りメソッド分割を行わないソースコードが教材の中で用いられている。これは、学習者に余計な負荷をかけないように配慮された結果である。一方、このような配慮は、ソースコードの設計論やデザインパターンに意識を向ける機会を奪っていることも事実である。この点について、メソッドに関して、学習者が許容可能な水準まで設計(分割)可能ならば、そのようなソースコードを教材に採用することは理想的だといえる。そこで本研究では、リファクタリング原則の中からメソッド分割に着目し(本稿では、メソッド分割のみに焦点を当てたソースコード記述の改善のことを「リファクタリング」と記述する)、メトリクスや認知負荷の観点から、プログラミング学習中に教材として適切だと考えられる論理的構造の水準を明らかにすることを目的とする。

キーワード: プログラミング, リファクタリング, メソッド分割, Java

1. はじめに

大学など教育現場においては、リファクタリングの原則を十分に教授できていない。その理由としていくつかの要因が考えられる。ひとつは、時間的制約上、リファクタリング原則を教授する段階まで到達できない点である。つぎに、リファクタリング技法を適用したソースコードは高度な読解力が必要だと考えられているため、学習教材として不適切だと見なされている点である。事実、java などオブジェクト指向の基礎を学ぶ講義の中では、できる限りメソッド分割を行わないソースコードが教材の中で用いられている。これは、学習者に余計な負荷をかけないように配慮された結果である。一方、このような配慮は、ソースコードの設計論やデザインパターンに意識を向ける機会を奪っていることも事実である。この点について、メソッドに関して、学習者が許容可能な水準まで設計(分割)可能ならば、そのようなソースコードを教材に採用することは理想的だといえる。そこで本研究では、リファクタリング原則の中からメソッド分割に着目し(本稿では、メソッド分割のみに焦点を当てたソースコード記述の改善のことを「リファクタリング」と記述する)、メトリクスや認知負荷の観点から、プログラミング学習中に教材として適切だと考えられる論理的構造の水準を明らかにすることを目的とする。

2. リファクタリング原則に着目する意義

ソフトウェアライフサイクルにおいて、保守作業量が占める割合は非常に高い。保守の全行程の中でも特に、ソースコードの内容理解(読解)は最も時間的コストの高い作業と言われている⁽¹⁾。よって、ソ

ースコードの内容理解に関するコストを少しでも低減するため、開発現場ではプログラムの振舞いを変えずに内部構造を改善するリファクタリングという方法論が適用されている。リファクタリングは、ソースコードの保守性、すなわち可読性の向上に有効とされている。その結果として、保守作業割合の効率化に繋がると言われている。よって、プログラミング学習段階からリファクタリングの原則を教授することが理想だと考えられるが、その妥当性については十分に議論されていない。

3. 提案

本研究では、複数段階にリファクタリングされた教材を学習者に提示し、正答率や読解速度といった量的データと、ソースコードの困難度との関連性を明らかにすることが主な課題となる。本提案の概要を図1に示す。ソースコードの困難度は、ソースコードの理解性・可読性から算出する。なお、ソースコードの理解性・可読性に厳密な定義は存在しない。Buse と Weimer は、テキストの理解のしやすさを可読性(Readability)と定義した上で、ソースコードの可読性を測定するため、識別子、特定の記号、インデントや空行などのフォーマット、コメントといったソースコード上の様々な特徴との相関について調査を行った⁽²⁾。Buse と Weimer の調査結果では、変数が定義されてから参照されるまでの間に多くの処理を含む場合、理解するためのコストが増大するという報告があった⁽³⁾。このコストを評価する方法として、石黒らは仮想メンタルシミュレーションモデル(以降、VMSM)を用いてテキスト理解のしやすさを評価した⁽⁴⁾。本研究ではVMSMを用いて、理解速度と記憶能力コストのASSIGNとRCL、再計算コス

トの BT_CONST, SUM_UPD, VAR_UPD の 5 つを
理解容易性尺度として可読性を量的に定義する。

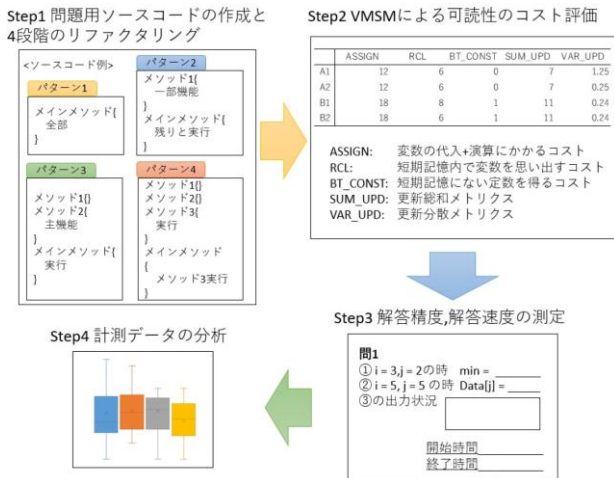


図1 本研究の取り組みの概要

4. 実験方法

実験方法は次の通りとする。まず、外的振舞いが同一のソースコードを4種類4段階で作成(図1のStep1参照)し、それぞれVMSMでコストを算出する。本研究では、リファクタリングが特に重要となるオブジェクト指向型言語を対象とし、被験者が習得済みのJavaを実験に用いる。問題種別として、並び替え、探索、演算2種の4種類の問題を以下4段階のソースコードで用意する。

- [第1段階] リファクタリングなし
- [第2段階] 出力・初期化処理メソッド追加
- [第3段階] メインメソッドが実行処理のみ
- [第4段階] 実行メソッド追加

次に、各ソースコードの内容理解に要する時間と解答精度を調査するための実験を行う。情報学を専攻するプログラミング、オブジェクト指向の基礎を習得済みの大学3,4年生を対象とし、ソースコードの特定条件下における一部の変数の値や最終結果の出力状況などを解く記述形式の実験を行う(図1のStep3参照)。なお、問一つごとに20分の解答時間を目安とし、4問出題する。実験後に行う認知負荷量やVMSMによる可読性との関係を分析することで、教材として適切なリファクタリング水準を明らかにする。

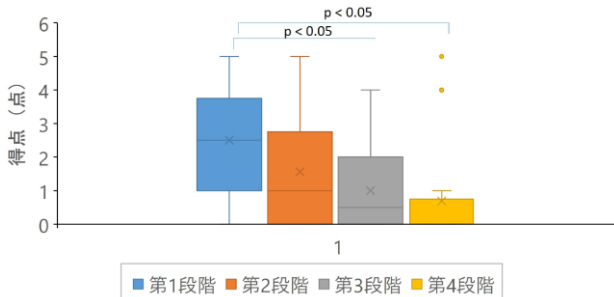


図2 実験結果

表1 理解容易性尺度

| | ASSIGN | RCL | BT_CONST | SUM_UPD | VAR_UPD |
|-----|--------|-----|----------|---------|---------|
| Lv1 | 398 | 140 | 85 | 173 | .0062 |
| Lv2 | 454 | 141 | 112 | 201 | .0076 |
| Lv3 | 584 | 156 | 163 | 265 | .0089 |
| Lv4 | 609 | 156 | 175 | 279 | .0092 |

5. 実験及び評価

図2に得られた結果を示す。これは段階別の得点の分布を示している。図2の結果からは、第1段階が最も正答が多く、メソッド分割を多く行ったソースコードほど正答が少なくなるという結果が得られた。また、Bonferroni法を用いた多重比較検定より、第1段階と第3段階、第1段階と第4段階において有意差が見られた。第2段階のみ他の段階と有意差が見られなかったことについては、第2段階で扱われたメソッドが初期化と出力処理であり、変数の更新に直接関わらなかったことにあると考えられる。なお、表1はVMSMによって理解容易性尺度を計算した結果である。表1の結果から、リファクタリングの段階が進むにつれて理解のためのコストが大きくなっていることを確認できる。

6. おわりに

本研究では、VMSMによるコスト評価を用いてリファクタリング水準を明確にした上で、メソッド分割されたプログラミング教育向け教材の適切な水準を明らかにした。実験の結果では、現行の教育現場においてはメソッド分割されていないソースコードが最も教材として適していることが明らかになった。

謝辞

本研究は、独立行政法人日本学術振興会科学研究費助成事業(基盤研究(C)20K0319, 22K02815)の助成を受けて実施した成果の一部である。

参考文献

- (1) Ko, A. J., Myers, B. A., Coblenz, M. J., & Aung, H. H. (2006). An exploratory study of how developers seek, relate, and collect relevant information during software maintenance tasks. *IEEE Transactions on software engineering*, 32(12), 971-987.
- (2) Buse, R. P., & Weimer, W. R. (2009). Learning a metric for code readability. *IEEE Transactions on software engineering*, 36(4), 546-558.
- (3) Nakamura, M., Monden, A., Itoh, T., Matsumoto, K. I., Kanzaki, Y., & Satoh, H. (2004, September). Queue-based cost evaluation of mental simulation process in program comprehension. In *Proceedings. 5th International Workshop on Enterprise Networking and Computing in Healthcare Industry (IEEE Cat. No. 03EX717)* (pp. 351-360). IEEE.
- (4) 石黒誉久, 井垣宏, 中村匡秀, 門田暁人, & 松本健一. (2004). 変数更新の回数と分散に基づくプログラムのメンタルシミュレーションコスト評価. *電子情報通信学会技術研究報告; 信学技報*, 104(466), 37-42.

小学校の地域学習のための VR ツアーコンテンツ制作

Creation of VR tour contents for local learning in elementary schools

籠谷 隆弘

Takahiro KAGOYA

仁愛大学人間生活学部子ども教育学科

Faculty of Human Life, Department of Child Education, Jin-ai University

Email: kagoya@jindai.ac.jp

あらまし：小学校における「地域学習」を ICT を活用して行うことを想定し、Web 上の VR ツアーコンテンツの制作に関わるシステムを検討するとともに、実践的に実際の VR ツアー制作を行った。VR ツアーにより児童は選択的に移動し興味関心に基づいて様々な対象物の情報を得られることになる。制作には実際に施設などで複数枚の全天球写真を撮影し、プラグインモジュールとして H5P を組み込んだコンテンツ管理システム上で利用する。全天球写真を背景とし、様々な方向・位置にホットスポットを設け、クリックなどにより解説文や解説動画などがポップアップ表示されるようにする。また、場所を移動するためのナビゲーションリンクも設置する。VR ツアーの内製例として、福井県越前市の絵本作家かこさとしに所縁の公園内を各種テーマに沿って移動しながら関連する絵本やそれをもとにした遊具、地域の人物碑などの情報を得られるツアーを制作した。

キーワード：地域学習, VR ツアー, H5P, 全天球

1. はじめに

1.1 「地域学習」と ICT を活用した「調べ学習」

小学校教育での社会科授業や総合的な学習の時間において「地域学習」が行われる。「地域学習」の明確な定義は無いものの、住んでいる身近な地域や市を題材とし、その産業や文化や歴史、さらに関連する人々や施設について、知識を得たり、問題解決を目指したりするものと考えられる。

従来これらの学習は実際に現地へ児童らが訪れることを中心に、それらの事前事後の学習を含めて実施されている。また、「調べ学習」や「探求的な学習」と呼ばれる学習活動の一つとして実施される場合も多い。これは新しい学習指導要領⁽¹⁾の「基礎的・基本的な知識及び技能を確実に習得させ、これらを活用して課題を解決するために必要な思考力、判断力、表現力その他の能力をはぐくむとともに、主体的に学習に取り組む態度を養い」という趣旨に即した取組となっている場合が多い。

そして「調べ学習」における情報収集手段として従来からの書籍資料などに加え ICT (情報通信技術) の小学校現場への普及に伴って Web 検索を利用することも一般的になってきている。そのため、情報教育における「情報を収集して調べたり比較したりする学習活動」として扱われることも多い。つまり「地域学習」の事前学習として ICT を活用して Web 資料やデジタル地理情報を参考とすることになる。

このような中、新型コロナウイルス感染症によるパンデミックは初等教育にも大きな影響を与えた。

「地域学習」において実際に現地を訪れ見聞きすることに困難が生じ、活動の縮小につながることもあった。それを代替したり補うために ICT を活用しオ

ンライン通話を行ったり Web での「調べ学習」に重点を置く場合や、収束後もより積極的に活用する取り組みが見受けられる。

1.2 VR ツアーコンテンツ

ICT の発達に伴い現物・実物ではないものの仮想的な空間においての体感を可能とする技術やシステムを指し VR (バーチャルリアリティ・仮想現実) と呼ばれる。しかし広義の VR という言葉には様々な形態が考えられる。またその VR を利用した空間移動(旅行)体験を VR ツアーや Virtual ツアー⁽²⁾などと呼ぶ場合も同様に多様な形態が考えられる。ただし本稿では、360 度パノラマ(全天球)の実写画像に対しホットスポットとして別の場所への移動や、より詳細なページの表示などのインタラクションを追加したものを VR ツアーコンテンツとする。立体情報を持たず現実の場所を撮影するなどした全天球写真を中心として構成されるため、比較的容易に制作が可能である。

「地域学習」に Web 上の VR ツアーを活用することで、児童は選択的に移動し興味関心に基づいて様々な対象物の情報を得られることになる。既存の企業等が制作した博物館や観光地などの VR ツアーが存在するが、個人が制作するにはシステムが複雑であったり高額であったりする場合も多い。それに対し本稿では教員個人や地域住民が、地域のコンテンツを内製するような状況を想定し、システム構成および制作過程を検討した。

2. VR ツアーコンテンツの内製

素材の中心となる全天球写真は、全天球型カメラを用いて複数の分岐場所などで撮影する。スマート

フォンやデジタルカメラで、一か所で方向を変えながら複数枚撮影しそれらをソフトウェアによりつなぎ合わせて作成する方法もあるが、大幅に時間がかかるため本研究では用いていない。

ツアーのコンテンツの制作にはオーサリングツールが必要になる。Web コンテンツフレームワークである H5P⁽³⁾の Virtual Tour (360) は、コンテンツ管理システム (CMS) 上のモジュールとして組み込むことで、VR ツアーを製作・表示できるオープンソースのオーサリングツールである。まず全天球写真をシーンの背景画像として指定する。写真上の注目ポイントをホットスポットとして指定し、さらにそのクリックによりポップアップ表示するテキストや画像、動画、多肢選択クイズなどを指定する。このようなシーンを複数作成し、シーン間を移動できるホットスポットも配置する。

なお、動画素材のいくつかについては、全天球型カメラで撮影し、動画共有サイト YouTube に 360° 動画としてアップロードする⁽⁴⁾。VR ツアー同様にデスクトップ PC やスマートフォンのブラウザやアプリ上でドラッグ操作により視る方向を変更しながら視聴できることに加え、ヘッドセット (カードボードタイプや VR 専用ゴーグル) での視聴も可能である。

制作したツアーコンテンツは HTML5 と JavaScript でパッケージ化され、CMS 上の Web ページ内に配置し公開することで、PC やスマートフォンのブラウザでインタラクティブに操作できる。また iframe を用いて他の Web ページに埋め込むことも可能であるため、専用 CMS の設置が難しい小学校などでは、教育委員会や地域団体が VR ツアーを集めたサイトを用意し、既存の学校 Web ページ上で利用することも可能となっている。

3. 絵本作家かこさとしに所縁の地を巡る VR ツアー

筆者が所属する大学が所在する福井県越前市 (旧武生市) は、絵本作家かこさとし氏が生まれ幼少期を過ごした地である。その後、絵本や児童文学などの作品を多数創作した。越前市ではその功績を讃えとともに、市内中央公園に「だるまちゃんひろば」、「パピペポーひろば」「コウノトリひろば」、駅前に屋内遊び場「てんぐちゃん広場」などを整備し、各作品観を体感できる場としている。また、寺や幼稚園、絵本館など関わりの多い建造物などもある。これらを市内の小学校の遠足や「地域学習」の場とすることも多い。

越前市では、「あそびの絵本」⁽⁵⁾というガイドブックを発行し Web を通じて配布している。各広場において様々なテーマにもとづくルートが設定され、そのルートごとに様々な仕掛け (絵本のキャラクターに関するシルエットや足跡当て) や遊具の解説などを紹介している。また、科学絵本に関わる科学の解説

なども掲載している。また、越前市ゆかりの 14 人に関して人物碑ルートとしてそれらを紹介している。

(解説の詳細については、実際のルート上の人物碑に記載されている) さらに、ベンチやマンホールカバーなどのスポットを紹介している。

以上のような公園を中心とした位置情報に紐づく様々な情報を探索的に得ながら学習をすすめられるような VR ツアーとして提供することを企画した。全天球写真の撮影や解説資料・ツアー内のクイズの制作には、本学箆谷ゼミに所属するゼミ生 3 名が PBL 型卒業研究として取り組んでいる。また、VR ツアーの内容について監修を受けるため、かこさとしふるさと絵本館および、公園管理運営を行う越前パークマネジメント共同事業体の協力を得た。

4. まとめと今後の課題

小学校における「地域学習」を ICT を活用して行うことを想定し、VR ツアーの制作に関わるシステムを検討するとともに、実践的に実際の VR ツアー制作を行った。制作過程において、各 Web サイトのデザインや解説動画なども詳細に検討した。

本研究発表時には Web サイトの公開による評価や小学校現場での利用結果の分析などは行えていないが、まずは教員を対象にした評価を得たのち、協力校などと連携して実際の授業で検証したいと考えている。またワークショップなどを通じて、教員のデジタル教材の制作技術向上や地域コンテンツの充実などにつなげていきたいと考えている。

また今後、CMS での VR ツアーの公開に加え、他の H5P コンテンツタイプと組み合わせるなどし、インタラクティブな小学校デジタル教材共有サイト⁽⁶⁾として機能させることも検討している。

謝辞

本研究は、JSPS 科研費 JP19K12280 の助成および令和 4 年度仁愛大学共同研究費の助成を受けており、関係各位に感謝します。

参考文献

- (1) 文部科学省:「小学校学習指導要領(平成 29 年告示)」, 平成 29 年 3 月
- (2) Virtual Tour, https://en.wikipedia.org/wiki/Virtual_tour, (2022 年 5 月参照)
- (3) H5P, <https://h5p.org>, (2022 年 5 月参照)
- (4) YouTube VR, <https://vr.youtube.com/>, (2022 年 5 月参照)
- (5) 武生中央公園ガイドブック「あそびの絵本」, <https://www.city.echizen.lg.jp/office/070/020/tyuoukouen.n.html>, (2022 年 5 月参照)
- (6) 箆谷隆弘: H5P 教材の例示と共有のための Web サイト構築, 教育システム情報学会第 43 回全国大会講演論文集, pp.51-52 (2018)

仮想通貨で質疑応答を評価する匿名質問掲示板の開発

An Anonymous Question Board that Evaluates Answers and Questions Using Cryptocurrency

宮副 航輔^{*1}, 大島 千佳^{*1}, 中山 功一^{*1}

Kosuke MIYAZOE^{*1}, Chika OSHIMA^{*1}, Koichi NAKAYAMA^{*1}

^{*1}佐賀大学大学院理工学研究科

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

Email: knakayama@is.saga-u.ac.jp

質問や回答を行うと仮想通貨を得られる匿名質問掲示板システムを開発し、理工学部必修科目で実践した。質疑応答が活性するように、質問や回答をすると仮想通貨を獲得できる。評価が高かった回答者には、さらに仮想通貨を与える。実践結果から、仮想通貨を用いることで、受講生同士の質疑応答やコミュニケーションがより活性化されることが示唆された。

キーワード：ブロックチェーン、不正投稿防止、オンライン授業

1. はじめに

近年のオンライン授業では、授業内容について友人と互いに質問しあうなどの情報共有の機会が減少した。文部科学省が行った調査によると、オンライン授業の悪かった点として、友人に質問し、その回答を得るといった双方向のやりとり（質疑応答）が少なくなったことが挙げられた[1]。

大学生がオンラインで情報共有する方法として、質問用の掲示板やチャットグループなどがある。情報共有掲示板による授業活性化は古くから研究されている[2][3]が、近年では、Microsoft Teams [4]やmoodle [5]などで質問用の掲示板やグループなどのコミュニティを作ることが容易になってきた。しかし、質疑応答は活性化しない場合が多い。この理由に、実名が特定できる掲示板では、質問することや分からないことを知られるのが恥ずかしいという感覚を持つ学生も多いからと考えられる。一方で、匿名にすると、不正な投稿が増えたり、成績評価などにより質問や回答へのインセンティブを与えたりすることが困難になる。

本研究では、ブロックチェーンの技術を使うことで、匿名での投稿でありながらインセンティブを与えられ、不正を防止[6]し、質疑応答を活性化する匿名質問掲示板を開発する。大学の授業で学生に本掲示板を使い、その有効性を検証する。

2. 提案する匿名質問掲示板と仮想通貨

図1に開発したwebアプリケーションによる匿名質問掲示板のシステム構成を示す。投稿者（質問者/回答者）は、本webサイト上で、ブロックチェーン：Ethereumのアカウントを作成する。

図2に匿名質問掲示板での仮想通貨の流れを示す。投稿者が投稿（質問/回答）すると、Ethereumで使用される仮想通貨：イーサが投稿者のブロックチェーンアカウントに送金される。さらに質問者から、最も良いと評価された（「いいね」ボタンを押された）

回答の投稿者には、追加でイーサが送金される。このとき、ブロックチェーンのアカウントと、学生ID（学籍番号/氏名）が紐づけられる。よって、仮想通貨の所持量の多い投稿者（アカウント）の成績に加点できる。不正な投稿も少なくなる。ただし、本システムで用いるブロックチェーンはプライベートネットワークであるため、金銭的価値は持たない。

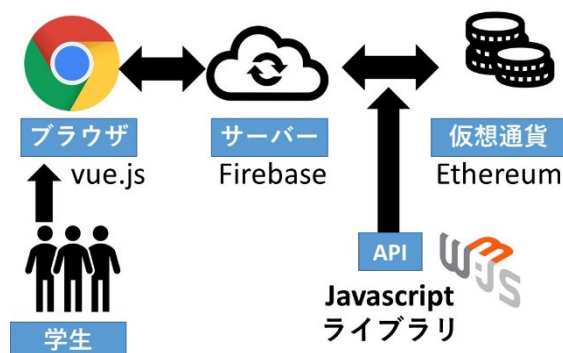


図1 システム構成

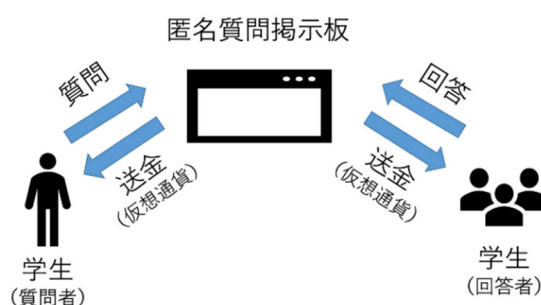


図2 匿名質問掲示板での仮想通貨の流れ

3. 必修科目による実践

佐賀大学理工学部情報分野の2年次必修科目であるプログラミング概論II（2021年度後学期：履修者78名）で実践した。この科目では、3回の試験は対

面形式、13回の授業はオンデマンド形式であった。匿名質問掲示板の参加は任意であることと、匿名質問掲示板の加点が無くても、授業のみで満点に相当する配点があることを周知した上で、仮想通貨の獲得量の上位30人に、順位nに応じて素点に加点 $p = (31-n)/2$ を与えられることを伝え、2021年10月26日から開始した。

4. 結果

2022年1月19日締切で実施したアンケートでは、掲示板に投稿した学生38名（履修登録者の49%）のうち36名が回答した。図3に「報酬がない場合に質問/回答を投稿したか」の結果を示す。「質問の投稿」では40%程度の学生が、「回答の投稿」では50%程度の学生が、「報酬がなければ半数以上/全てを投稿していなかった」と回答した。

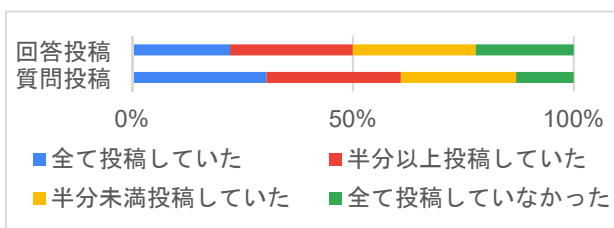


図3 報酬がない場合、質問・回答していたか？

図4に「望んでいた回答が得られたか」の結果を示す。60%以上の学生は、「ほぼすべて/半数以上の質問で得られた」と回答した。

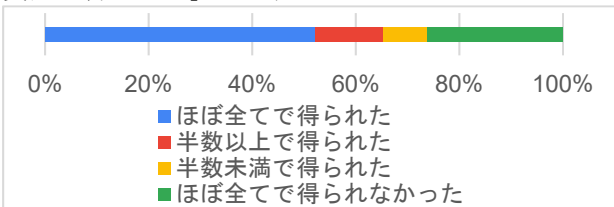


図4 望んでいた回答が得られたか？

掲示板のインタフェースに関しては、スマートフォン画面への対応、アカウント登録の簡略化などが挙げられた。回答に関しては、解決できた問題がたくさんあった、モチベーションにつながった、ただやらされている感覚ではなく興味を持って取り組めた、他の授業でもやってほしいなどの記述があった。テスト範囲やテスト形式（対面かオンラインか）、本掲示板の使い方に関する質問・回答もされていた。

また、“bad ボタン”を設置した場合に、どのようなどきに利用するかを尋ねた結果、同じ/不適切な質問や回答の繰り返し、ポイント稼ぎのために不面目/不適切な質問や回答を挙げた人が多かった。

図5に2022年2月3日時点での仮想通貨の学生別の獲得量を、質問投稿と回答投稿に分けて示す。獲得量の上位5名は、平均90%の仮想通貨を回答の投稿により獲得していた。また、この上位5名は、掲示板全体で回答により獲得された仮想通貨の62%を獲得していた。

(通貨獲得量)

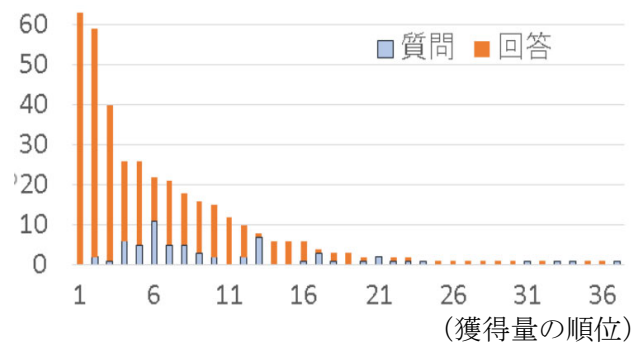


図5 学生別の仮想通貨の獲得量とその比率

5. 考察

アンケート結果から、仮想通貨による報酬が質問や回答のインセンティブにつながったことが示唆された。また質問したことに対して、おおむね満足 of いく回答を得られていた。

この理由は、匿名であるがゆえに目立つことを心配することなく、数多くの回答を投稿した学生がいた点が挙げられる。対面授業では、たった5名の学生が30名以上の学生の質問に答えることは困難である。また、匿名で成績評価への反映がない場合、このように多く回答するインセンティブが働かない。本匿名質問掲示板により、意欲と能力のある学生が、同級生に目立つことを心配することなく、積極的に回答を投稿したものと考えられる。

6. おわりに

本稿では、仮想通貨で投稿を評価する匿名質問掲示板を開発し、大学の授業で実践した。その結果、学生が質問・回答を投稿し、疑問の解消や情報共有が行われ、学生間の質疑の活性化を確認した。今後は、さらなるコミュニケーションの活性化のために、いいねボタンとは別に、お礼の送金をする機能の追加を予定している。また、不正防止の有用性も示す。

参考文献

- (1) 文部科学省:新型コロナウイルス感染症の影響による学生等の学生生活に関する調査 <https://www.mext.go.jp/content/20210525-mxt_kouhou01-000004520_1.pdf>
- (2) 篠沢佳久, 植竹朋文: “ボランティアな情報共有掲示板の活性化のために必要な要因についての考察: 電子掲示板システム「IS-Board」の分析を通して”, 情報科学技術フォーラム一般講演論文集, Vol. 3, No. 4, pp. 153-154 (2004)
- (3) 長尾尚, 小林直行, 市川隆司他: “授業における匿名電子掲示板の活用可能性の検討: コミュニケーションのチャンネルを増やすVBBを活用した授業設計とその評価”, 日本教育工学雑誌, Vol. 27, No. suppl, pp. 125-128 (2003)
- (4) Microsoft Teams <<https://www.microsoft.com/>>
- (5) moodle <<https://moodle.org/>>
- (6) Nakayama, N., Moriyama, Y., and Oshima, C.: "An Algorithm that Prevents SPAM Attacks Using Blockchain", Int. J. of Advanced Computer Science and Applications, Vol. 9, No. 7, pp.204-208 (2018)

スライドマップ構築支援とその評価

Supporting Slide Map Construction and the Evaluation

梅津 寛香^{*1}, 後藤 充裕^{*1}, 柏原 昭博^{*1}
 Hiroka UMETSU^{*1}, Mitsuhiro GOTO^{*1}, Akihiro KASHIHARA^{*1}
^{*1}電気通信大学大学院
^{*1}The University of Electro-Communications
 Email: hiroka.umetsu@uec.ac.jp

あらまし：プレゼンテーションドキュメントを論理的に構成するには、伝達内容の適切な分割と、各スライドの位置づけと関係性の決定を適切に行う必要がある。本研究では、後者の支援に注目し、スライド間の論理的接続関係を可視化するスライドマップ構築システムを用いたプレゼンテーションドキュメントの論理構造の把握支援を提案し、システムを用いたケーススタディについて述べる。
 キーワード：プレゼンテーション、スライド間接続関係、可視化

1. はじめに

プレゼンテーションドキュメント(以下、P-ドキュメント)は自身の伝えたい内容を他者に伝達するために有用なツールである。論理的なP-ドキュメントを作成するには、発表内容をスライド単位に分割する分節化と、論理構造を適切に捉えスライドの位置づけを決定する系列化の繰り返しが重要である。ところが、初学者はこれらを適切に行うことは難しい。先行研究では、発表内容に基づいたモデルを用いることで系列化を簡易化し、分節化に主眼を置いた支援が行われた[1][2]。本研究では、P-ドキュメントの口頭発表においてより重要となる系列化を、学習者が適切に行うための支援を試みる。

そこで本研究では、学習者のP-ドキュメント系列化の支援を目的とした、スライド間の論理的関係性を表現したスライドマップの構築を支援するシステムの開発と評価を行う。

以下、本研究で開発したシステムの概要とケーススタディによる評価を述べる。

2. スライドマップ構築支援システムの概要

スライドマップは、後藤らの研究[3]で定義されたスライド間の論理的関係性の表現手法である。スライドのサムネイルをノードとして、論理接続関係のリンクで接続して表現する。接続関係には11種類の表現を用いる。図1に示す通り接続関係ごとにマップ上での表現が決まっており、接続関係によって左右に枝分かれしながら上から下に論理展開される。支援システムはMicrosoft社PowerPointとそのアドインによって実装した(図2)。

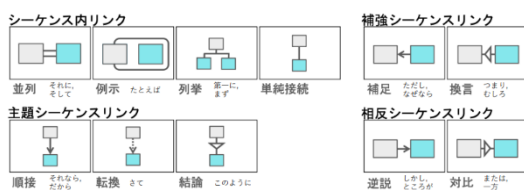


図1 マップ上の接続関係の表現

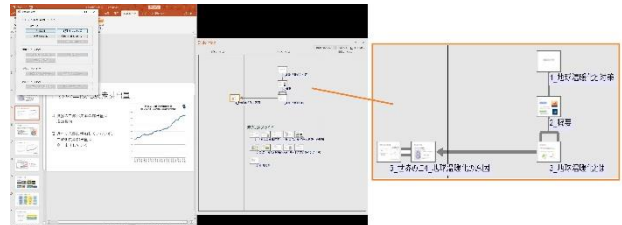


図2 スライドマップの構築の様子

具体的な支援は以下の通りである。

- ①学習者が通常通りの手順でスライドを作成したスライドがマップ上に表示される。
 - ②スライド間の論理的接続関係を検討し付与する。
 - ③スライドマップ作成中及びスライドマップを振り返った際に発見したスライドやP-ドキュメントの修正点をPowerPoint上で修正する。
- 以上、①～③を繰り返すことでP-ドキュメント全体のスライドマップが構築され、構築の過程で論理構造把握の促進が期待できる。

3. ケーススタディ

3.1 実験目的・方法

システムを用いたスライドマップの構築支援の有効性を検証するため、既存のP-ドキュメントの系列化を行う実験を行った。

本実験は、システムとしてPowerPointの標準UIを利用するPP条件とスライドマップを利用するSM条件の一要因二水準の被験者内計画で、理工系大学生及び大学院生9名を対象に実施した。

課題に使用するドキュメントA、Bには、予め正解の系列を決定した。それぞれをランダムに入れ替えた系列を学習者に与え、出題系列を論理的だと思ふ順番に並び替えるという課題を行った。課題の正答度合いは、学習者の解答系列に対して、スライドを何回削除、追加、置換、隣との交換をすれば正解系列と一致するかという編集距離で表す。また、実験はドキュメントとシステムの組み合わせを固定し、

PP 条件-SM 条件で課題を行う A 群と逆順で行う B 群の 2 群でアンケートと共に実験を実施した。

3.2 実験結果と論理構造把握の考察

編集距離の結果を表 1 に示す。両側 t 検定の結果有意傾向がみられ、PP 条件で編集距離が短いことが分かった($t(8)=-2.12, p<.10$)(図 3)。一方、主観評価の結果、SM 条件でシステムが 2 枚のスライド間および P-ドキュメント全体の論理的関係性を考えるのに役立ったと感じており(2 枚間: $t(8)=-8.00, p<.01$, ドキュメント全体: $t(8)=-10.09, p<.01$)、

また、被験者の 89%が SM 条件の方が論理的に並び替えられたと感じていた。系列化の支援を行うことはできなかったが、主観評価によると論理構造の把握を促進できた可能性が考えられる。

編集距離と主観評価の結果が不一致だった理由として、ドキュメントと条件の組み合わせを固定して実験を行ったためドキュメントの差による影響を受けていることが挙げられる。

そこで、ドキュメントと条件の組み合わせを入れ替え、同被験者に対し追実験を行った。追実験の結果は表 2 の通りである。追実験では有意差は見られなかったが($t(8)=1.21, p>.10$)、両実験ともにドキュメント B で編集距離が長くなった。ドキュメントの論理構造が類似していたことから、被験者は課題を行う際にドキュメントの内容に対する知識や難易度の影響を受けていたと推測する。

3.3 効率的な論理構造把握の考察

スライドマップ作成時間も含めた課題解決所要時間は 1%水準で有意に SM 条件が長い時間を要した($t(8)=-14.5, p<.01$)。課題完了までのスライドの並び替え回数には有意差はなかったが、SM 条件で平均回数が小さかった($t(8)=1.43, p>.10$)。また、学習者は 1%水準で有意に、SM 条件で P-ドキュメント全体の論理構造を常に意識するのに役立ったと感じていた($t(8)=-5.72, p<.01$)。

スライドマップ作成に時間がかかった一方で、スライドマップの作成により、効率的な論理構造把握を促進できる可能性が示唆された。

表 1 編集距離の結果

| 被験者 | A | B | C | D | E | F | G | H | I |
|----------|---|---|---|---|---|---|---|----|---|
| PP/doc.A | 2 | 1 | 0 | 6 | 0 | 6 | 0 | 4 | 0 |
| SM/doc.B | 9 | 8 | 6 | 2 | 4 | 4 | 0 | 10 | 8 |

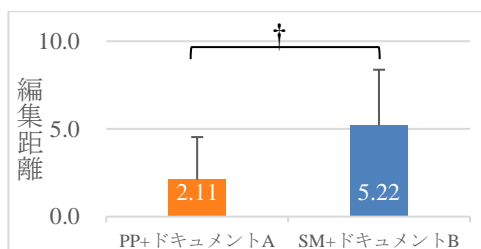


図 3 編集距離の結果

表 2 編集距離の結果(追実験)

| 被験者 | A | B | C | D | E | F | G | H | I |
|----------|----|---|---|---|---|---|---|---|---|
| PP/doc.B | 10 | 5 | 2 | 1 | 0 | 0 | 0 | 8 | 8 |
| SM/doc.A | 4 | 2 | 0 | 6 | 2 | 0 | 2 | 2 | 0 |

3.4 システムのユーザビリティの考察

システムユーザビリティについて SUS(System Usability Scale)を用いて評価した。SUS はシステムに関する 10 項目のアンケート結果を 100 点満点に換算した値で、PP 条件は 72.5、SM 条件は 77.5 でスライドマップ構築支援システムは PowerPoint と同程度の水準の評価を得ることが出来た。

アンケートより、「スライドマップが論理構造の振り返りに有用である」という感想があった。

一方、44%の被験者がスライドマップの作成を手間だと感じており、スライドマップが上からしか作成することが出来ない点やリンクの途中削除と挿入ができない点などの改善点が挙げられた。今後、これらの改善点を踏まえ、スライドマップの構築が手間に感じないシステム設計をすることで、学習者が心理的抵抗感を抱かずに論理構造把握が出来ると考えられる。

4. 結論

本研究では、初学者に対して P-ドキュメントの論理構造を可視化するスライドマップ構築による P-ドキュメントの論理構造把握の支援するシステムを開発した。ケーススタディの結果、システムの利用だけでは論理的な順番に必ずしも並び替えられないことも明らかになった。一方、主観評価の結果から、提案システムの利用が学習者の P-ドキュメントの論理的関係性の把握を促進する可能性が示唆された。

今後の課題として、ドキュメントの難易度の影響を抑えた再検証やスライドマップの作成が不得意な学習者に対する適応的支援、システムの UI の改善が挙げられる。

参考文献

- (1) 小原由貴, 柏原昭博: “研究プレゼンテーションスキーマの詳細化とその効果”, JSiSE 研究会報告 vol.31, no.6, p.119-126 (2017)
- (2) 小尻智子, 渡邊雄大: “話題の論理モデルに基づいたプレゼンテーションのコンテンツ・マップ作成支援システム”, 電子情報通信学会論文誌 Vol. J101-D No.6 pp.884-894 (2018)
- (3) 後藤充裕, 柏原昭博: “スライド間の接続関係の可視化に基づくプレゼンテーションドキュメント理解支援”, 電子情報通信学会 信学技報, vol.115, no.492, pp.273-278, (2016)
- (4) 石黒圭: “文章は接続詞で決まる”, 光文社, (2013)

数学オンラインテストの解答のペンストロークデータの可視化と解析

Visualization and analysis of pen-stroke data of answers to an online mathematics test

藤本 和侖^{*1}, 中村 泰之^{*2}

Kazusa FUJIMOTO^{*1}, Yasuyuki NAKAMURA^{*2}

^{*1}^{*2}名古屋大学大学院情報学研究科

^{*1}^{*2}Graduate School of Informatics, Nagoya University

Email: fujimoto.kazusa.s9@s.mail.nagoya-u.ac.jp

あらまし：タブレット PC を利用した学習では、学習ログデータを取得することができる。このデータの活用は、習熟度の把握や指導方針の改善に有用である。本研究では、数式自動採点システムの一つである STACK を用い、タブレットに記述された数学の問題の解答過程から得られたペンストロークデータをもとに解答過程、筆記速度、停滞箇所を可視化した。また、筆記速度と停滞箇所を視点とし、解析することで、問題のつまづき箇所や難易度の把握を行った。

キーワード：数式自動採点システム、STACK、ペンストロークデータ、可視化

1. はじめに

情報技術の発展により、教育分野でも情報化が進んでいる。2019年に文部科学省が GIGA スクール構想⁽¹⁾を打ち出し、一人一台タブレット PC の整備が行われている。タブレット PC を学習に利用することにより、学習ログデータを取得することが可能となる。取得されたデータを分析・活用することは、学生の習熟度の把握や指導方針の改善に役立てられる。

本研究では、数式自動採点システムの一つである STACK^(2,3,4)を用い、タブレットに記述された数学の問題の解答過程から得られた、学習ログデータのうちの一つであるペンストロークデータをもとに、解答過程、筆記速度、停滞箇所を可視化する。また、筆記速度と停滞箇所を視点に解析し、問題のつまづき箇所や難易度の把握を行う。対象とするデータは、数学Ⅲ程度の微分・積分の問題をタブレットに記述形式で解答した学生の解答データである。

2. STACK の概要紹介

STACK は、英国バーミンガム大学の Christopher Sangwin (現エディンバラ大学) が中心となり 2005 年に開発した数式自動採点システムである。日本では 2010 年に日本語化され、公開された⁽⁵⁾。

STACK には、ポテンシャル・レスポンス・ツリーと呼ばれる機構を利用して、学生の解答に対応したフィードバックや部分点を与えるなどの様々な機能がある。また、中村、中原によって、解答だけではなく計算過程を記述したノートも提出でき、問題・解答と紐付けて管理することができる機能が開発された⁽⁶⁾。ノートの提出は、手書きノートを写真で添付する方法、タブレットにデジタルペンで記述する方法がある。

3. ペンストロークデータについて

タブレットにデジタルペンで記述した際のノートの例を図 1 に示す。ノートの左上には、ノート記述終了・全消去・ペン・消しゴムの選択ボタンがある。方眼部分にデジタルペンを用いて解答を記述する。

ペンストロークデータには、学生が記述したペンストロークが時系列順に記録される。図 2 は記録されたデータの一部である。Action は、筆記開始・筆記中・消しゴムを選択などといったペンの状態、X と Y はペン先の座標、Time は Action が行われた時刻が UNIX 時間で示されている。

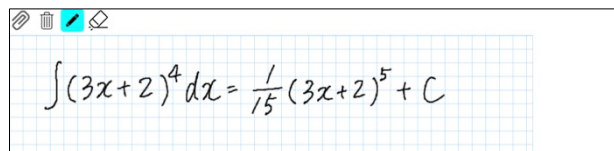


図 1 ノートに記述中の画面

| Action | X | Y | Time |
|---------------|----|----|---------------|
| start-drawing | 96 | 80 | 1638252453055 |
| move-drawing | 96 | 79 | 1638252453068 |
| move-drawing | 95 | 73 | 1638252453079 |
| move-drawing | 94 | 72 | 1638252453082 |
| move-drawing | 93 | 72 | 1638252453116 |

図 2 ペンストロークデータ

4. 可視化方法

3 章で示したペンストロークデータを用い、次の手順で解答過程、筆記速度、停滞箇所を可視化する。

- 1) ある Action とその次の Action の X 座標と Y 座標から 2 点間の距離、Time から経過時間を求める。
- 2) 1) で求めた 2 点間の距離、経過時間から筆記速度を求める。

- 3) Action と 1) で求めた 2 点間の距離, 経過時間をもとに, Python のタートルグラフィックスを使用し, ペンの軌跡をアニメーション表示する. 軌跡を表示する際に, 2) で求めた筆記速度をもとに, 速度ごとに着色する. 速度が小さいほど青色に, 大きいほど赤色に着色する. カラースケールを図3に示す. また, 一筆書き終わり, 次に書き始めるまでの時間が 2 秒以上経過している場合, 経過時間が長いほど文字を太く表示する. 2 秒以上の経過は, 人目で停滞と感じられる長さである⁷⁾.



図3 筆記速度のカラースケール

- 4) 全消去, 消しゴムを使用した回数を数える.

5. 可視化

4 章で示した可視化方法を, 数学Ⅲ程度の微分・積分の問題 6 問を解答した学生 3 名の解答データに適用した. 図 4, 5, 6 がそのうちの 1 問である.

この間で全消去, 消しゴムを使用した回数は, 学生 1 が 2 回, 学生 2 が 0 回, 学生 3 が 4 回であった.

$$\begin{aligned} \int \log x dx &= \int (x)' \log x dx \\ &= x \log x - \int x (\log x)' dx \\ &= x \log x - \int x \cdot \frac{1}{x} dx \\ &= x \log x - x + C \quad (C: \text{const}) \end{aligned}$$

図4 学生1の解答

$$\begin{aligned} \int \log x dx &= \int x' \log x dx \\ &= x \log x - \int x \cdot \frac{1}{x} dx \\ &= x \log x - \int dx \\ &= x \log x - x + C \end{aligned}$$

図5 学生2の解答

$$\begin{aligned} \int \log x dx &= x \log x - \int x \cdot \frac{1}{x} dx \\ &= x \log x - x \end{aligned}$$

図6 学生3の解答

学生 1, 2 は, 文字の色から筆記速度が頻繁に変化していることがわかる. また, 等号の一筆目や項の一文字目の一筆目の太さが変化している. 学生 3 は色があまり変化しておらず, 筆記速度がほぼ一定であることがわかる. また, 文字の太さが一箇所しか変化しておらず, 太さも通常とあまり変わらない. 途中式は, 学生 1, 2 の方が学生 3 よりも細かく書かれている. このような傾向はその他の問題でも見受けられた. 全消去, 消しゴムを使用した回数は, 誤答者が多い方が正答者が多い問題より多かった.

つまり, 学生 1, 2 は速度変化が激しく, 停滞箇所もあることから, 解き方を考えてから解答しており, 学生 3 は速度変化があまりなく, 停滞箇所も少ないことから, 解答を書きながら解き方を考えていると考えられる. また, 速度や停滞時間は途中式の書き方とも関係がある可能性も考えられる. 問題の難易度は消去された回数と対応することも推測される.

6. まとめ

本研究では, STACK を用い, タブレットに記述された数学の問題の解答過程から得られたペンストロークデータをもとに解答過程, 筆記速度, 停滞箇所を可視化した. また, 筆記速度と停滞箇所を視点に解析したが, データ数が少なかつたため, 一般的な傾向とは言い難い. そのため今後はデータ数を増やし, 今回の傾向を詳しく検証したい.

参考文献

- (1) 文部科学省:GIGA スクール構想の実現へ, https://www.mext.go.jp/content/20200625-mxt_syoto01-000003278_1.pdf, 参照 2022-2-4
- (2) Christopher Sangwin: “Computer Aided Assessment of Mathematics”, OUP Oxford, (2013)
- (3) STACK | The University of Edinburgh <https://www.ed.ac.uk/maths/stack>, 参照 2022-2-5
- (4) GitHub – maths/moodle-qtype_stack:Stack question type for Moodle, https://github.com/maths/moodle-qtype_stack, 参照 2021-2-5
- (5) 中村泰之: “数学 e ラーニング 数式解答評価システム STACK と Moodle による理工系教育”, 東京電気大学出版局, (2010)
- (6) Yasuyuki Nakamura, Takahiro Nakahara: “NOTE-SUBMISSION FUNCTION FOR MOODLE QUIZ AND COLLECTING PEN-STROKE DATA”, Proc. of IADIS International Conference Mobile Learning, pp.163-164 (2019)
- (7) 飯山将晃, 中塚智尋, 森村吉貴, 橋本敦史, 村上正行, 美濃導彦: “ペンストロークの時間間隔を用いた解答停滞箇所の検出”, 教育システム情報学会誌 vol.34 No.2, pp.166-171 (2017)

グラフィックレコーディング支援アプリケーションの開発

Development of Graphic Recording Support Application

北中 美帆, 井上明

Miho KITANAKA, Akira INOUE

大阪工業大学ロボティクス&デザイン工学部システムデザイン工学科

Faculty of Robotics and Design, Osaka Institute of Technology

Email: kt_99-mh.09@fc5.so-net.ne.jp, akira.inoue@oit.ac.jp

あらまし：本研究では、議論を可視化する「グラフィックレコーディング⁽¹⁾」を題材にし、この方法を支援するWEBアプリケーション開発を行った。大学生13名と社会人3名の16名を対象に、本アプリケーションでグラフィックレコーディング可能かどうかを検証した。本アプリケーションを用いる事で未経験の人でもグラフィックレコーディング可能な事が明らかになった。

キーワード：グラフィックレコーディング, かく, 絵, 情報の可視化, コミュニケーション

1. はじめに

グラフィックレコーディングとは、議論や会話の記録方法の一つである⁽¹⁾⁽²⁾。グラフィックレコーディングは情報伝達や議論の可視化に有効な手法だが、その場で話されていることを瞬時に理解し、その内容を的確に「絵で表現する」という行為を誰もが実施するには大きな困難を伴うと考えられ、支援するツールが求められる。

2. 目的

本研究では、グラフィックレコーディングの「絵や図を用いて記録すること」「話を聞きながらかき進めること」の2点を支援するアプリケーションを開発し、本アプリケーションを用いることでのグラフィックレコーディング支援可能性検証、及び使用感の評価を目的とする。

3. システムの構成

本研究ではHTML, CSS, JavaScript, jQueryを用いて開発を行った。また、Google Chromeを推奨とするWEBアプリケーションである。

3.1 アプリケーション概要

本アプリケーションは、画面上部にペンや消しゴムなどのツール、画面下部に描画するキャンバスを配置した。以下にアプリケーション使用時の画面を示す。(図1)

3.2 テンプレート機能

グラフィックレコーディングは議論内容を記録する方法なので、書き方の枠を用意することで、誰でも自然に流れを作りながらまとめられると考えた。

テンプレートには、吹き出しや区切りがあり、その中に文字や絵を置くだけで、議論の流れや重要点、発言者などを容易に表現できる。

3.3 スタンプ機能

「議論を可視化させるために頻繁に利用されていると思われる絵」を作成し、画面上で自由に動かせる

る機能として、スタンプ機能を実装した。予め用意されているため、迅速に絵に落とし込むことが苦手でも、簡単に絵を用いて表現することが出来る。



図1 グラフィックレコーディング支援アプリケーション

4. 実験

計16名(社会人3名, 大学生13名)を対象に本アプリケーションを使用して、グラフィックレコーディングの実験を行った。実験手順は、1)事前の実験概要説明, 2)アプリケーション使用における練習時間, 3)動画を用いた疑似会議のグラフィックレコーディング, 4)自自由記述を含むアプリケーションの使用感評価(SUS評価⁽³⁾と独自アンケート項目)及びインタビューの順で行った。

被験者がグラフィックレコーディングを行う会議内容は共通とし、アプリケーション上で使用するテンプレートやスタンプなどは被験者各々が自由に選択できるものとした。実験環境は、デスクトップPCにペンタブレットを接続して実施した。

各被験者のグラフィックレコーディング結果、アンケート及びインタビュー結果から、このアプリケーションでグラフィックレコーディング支援可能性について検証した。

5. 結果

5.1 グラフィックレコーディング結果



図2 グラフィックレコーディングの様子



図3 グラフィックレコーディング結果

本実験で得られたグラフィックレコーディング結果の一部を紹介する(図2)(図3)。

テンプレートを使い議題や内容のサブテーマなどが分かりやすく記録できており、スタンプを使い重要部分などが可視化できている。

5.2 SUSによる評価結果

SUS 評価より、本アプリケーションの SUS スコアは 73.6 点であり、SUS スコアの平均点 68 点を上回った。よって、本アプリケーションは標準以上のユーザビリティが確保できているといえる。最小値は 55 点、最大値は 90 点、標準偏差は 10.0 であった。

5.3 独自アンケート・インタビュー結果

「本アプリケーションを使えば話し合いを聞きながら描き進める」ことができるか、の間では、62.5%の被験者が「あてはまる」「ややあてはまる」と回答した。また、「このアプリを使えばグラフィックレコーディングという技術を身に付けられると思う」の間についても、87.5%の被験者が、「あてはまる」「ややあてはまる」と回答した(図4)。さらに、「グラフィックレコーディングという技術を、身に付けたいと思う」と回答した割合が、87.5%であった。

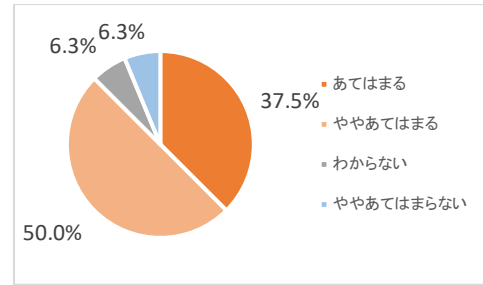


図4 アンケート結果：

「このアプリを使えば、グラフィックレコーディングという技術を身に付けられる」

インタビュー結果からは、使用方法が分かりやすい、シート(テンプレート)やスタンプ機能を評価する回答があった。その一方で、キーボードで文字入力の実用性、今回使用したペンタブの使用感に慣れていない、などの回答もあった。

6. 考察

結果より、本アプリケーションはグラフィックレコーディングを支援できる機能を有しているといえる。グラフィックレコーディングを実施する際に必要な技術を支援でき、スタンプとテンプレート機能により記録時の手間を省ける事がわかった。

アンケートでは「使いやすいアプリケーションデザイン」などの記述があった。

実験の様子からは、過半数の被験者がテンプレートやスタンプを使用できていた事から、初めてでも扱いやすいアプリケーションだったと言える。

7. まとめ

本研究で開発したアプリケーションは、グラフィックレコーディングの支援に有効である事が明らかになった。

今後の課題としては、本研究ではペンタブを用いた実験だったため、操作に慣れるまでに時間がかかった。タッチ機能を搭載したタブレットPCに直接記述できる仕様に変更すれば、使用機会をさらに広げられると考える。

謝辞

本研究は科研費(20K03079)の助成を受けたものである。

参考文献

- (1) 久保田麻美: “はじめてのグラフィックレコーディング”, 翔泳社, pp.26 (2020)
- (2) Medinew 編集部, “グラフィックレコーディングとは? 医療で活用する「グラレコ」手法” (2020)
- (3) Hadi Alathas, How to Measure Product Usability with the System Usability Scale (SUS) Score (2018)

英単語並べ替え問題に解答する際に発生する迷いを用いた Learning Analytics の試み An Attempt of Learning Analytics Using Hesitation Occurring When Solving Word-Reordering Problems

山川 智也^{*1}, 宮崎 佳典^{*2}, 坂野 僚亮^{*3}
Tomoya YAMAKAWA^{*1}, Yoshinori MIYAZAKI^{*2}, Ryosuke BANNO^{*3}

^{*1} 静岡大学 情報学部

^{*1} Faculty of Informatics, Shizuoka University

^{*2} 静岡大学学術院 情報学領域

^{*2} College of Informatics, Shizuoka University

^{*3} 静岡大学大学院 総合科学技術研究科情報学専攻

^{*3} Department of Informatics, Graduate School of Integrated Science and Technology, Shizuoka University

あらまし：英単語並べ替え問題は、与えられた日本語に合うよう、ランダムに並べられた英単語群を正しい順序に並べ替える問題である。現在開発中の Web アプリケーションでは、学習者のマウス軌跡等の情報を取得することで、学習者による解答中の迷い推定を目指している。本稿では、取得データに対して学習者や教師にも理解しやすいようなインタフェースを考案し、Learning Analytics に資する提示法に取り組む。

キーワード：英単語並べ替え問題、迷い推定、マウス軌跡、インタフェース、Learning Analytics

1. はじめに

これまでの教育システムは紙媒体を中心としたものが多数を占めていた。しかし、電子媒体を使用している教育システムが近年注目されている。電子媒体を用いることで、学習者はゲーム感覚で気軽に学習することや、学習データを取る際にも大量のデータを取得することが可能となった。また、学習ビッグデータを収集し、分析することで教育分野に生かすといった Learning Analytics (LA) という研究がここに来て活発に行われている。

今回は、現在着手している英単語並べ替えアプリケーションにおいて、取得した学習データを分析し、学習者や教師に有益な情報を提示することで、アプリケーションの利便性向上を図る。

2. システムの概要

現在作成しているシステムのうち、学習者が解答する際に使用するインタフェースを図 1 に示す。問題解答画面では、問題提示欄、解答欄、単語退避レジスタとして 3 つのレジスタが用意されている。学習者は、日本語にあった英文になるように、問題提示欄から解答欄へ D&D (ドラッグ&ドロップ) 操作によって移動させる。単語退避レジスタは、単語を一時的に退避させたいときに使用してよい。また、学習者は、複数の単語を同時に選択して移動できるグループ化機能も用いることができる。そして、全ての単語を問題提示欄から解答欄へ移動させて解答が終了したら迷った単語と迷い度の選択を行う。迷い度とは、1 問を解く間にどの程度迷ったのかを示すものである。迷い度としての選択肢は「ほとんど迷わなかった」、「少し迷った」、「かなり迷った」に加えて「誤って決定ボタンを押した」の 4 つとなっ

ている。



図 1 解答画面インタフェース概要図

上記に示したインタフェース画面より、マウスの座標情報や速度情報を特徴量として取得し、機械学習によって学習者の迷いを分析する。現在は、迷いを分析するアルゴリズムとしてランダムフォレストを用いている。実装には Python のライブラリである scikit-learn を使用している。

次に、履歴データの検索インタフェースを図 2 に示す。履歴データの検索では、学習者単位で情報を取得できる学習者検索、問題単位で情報を検索できる問題検索、そしてマウスの軌跡情報などを検索できる履歴データ検索を実装している。アプリケーションの利用者として想定されている学習者と教師は、これらの検索機能を用いて特定の問題を表示させたり、特定の履歴データのみを抽出したり、マウスの軌跡再現を行うことができる。



図 2 検索画面インターフェース概要図

3. 実装の方針

今回は、2 節（システムの概要）で示した履歴データ検索部分を変更した。履歴データでは現在以下に示す項目について検索を行う。検索を行うと、その検索項目にマッチするようなデータが表示される。

- ・正誤
- ・解答時間
- ・期間（問題を解いた日付）
- ・自信度（迷い度）
- ・U ターン回数
- ・D&D 回数
- ・グルーピング（グループ化の有無）
- ・D&D rev 回数

しかし、解答時間や U ターン回数、D&D 回数などは機械学習によって迷いの分析を行うために取得したマウスの軌跡情報のため、システム利用者はこのデータが実際にどのような意味を持つのかを理解することが直感的に難しい。今回は、これらの検索機能を改善し、迷いの有無によって検索を行えるようにした。ここで、迷いの有無の判定には上記で示した機械学習を用いている。正解と迷いの有無については以下のようなパターンが発生する。

- ・正解したが迷いがある
 - ・正解したが迷いがない
 - ・不正解だが迷いがある
 - ・不正解だが迷いがない
- これらの条件について、以下のような仮説を立てた。まず、「正解で迷いがある」については問題の英文に対する理解度が浅いため解答に自信を持っていない。「正解で迷いがない」については、問題の英文に対する理解が十分であるため問題点は見当たらない。「不正解で迷いがある」については、英文に対する理解が浅く、また不正解であるため理解を深める必要がある。「不正解で迷いがない」については、問題作成者が意図したか如何に関わらず、いわゆる「ひっかけ問題」になってしまったか、ケアレスミス、英文の理解・解釈が誤ったものになっている。

以上のそれぞれの仮説に対し、システム利用者には有益な情報を提示することで、アプリケーションの利便性向上を試みた。

4. 実装

先ほど立てた仮説より、「正解で迷いがある」というものと、「不正解で迷いがある」ものについては、迷いのある問題の文法項目を抽出し、同じ文法項目

の問題を提示する。また、「不正解で迷いがない」ものについては、同じ文法項目かつ、同じレベルの問題を提示することとした。「正解で迷いがない」ものについては、問題に対する理解が十分であると判断し、問題は提示しないこととした。「不正解で迷いがない」もの練習問題提示画面を図 3 に示す。

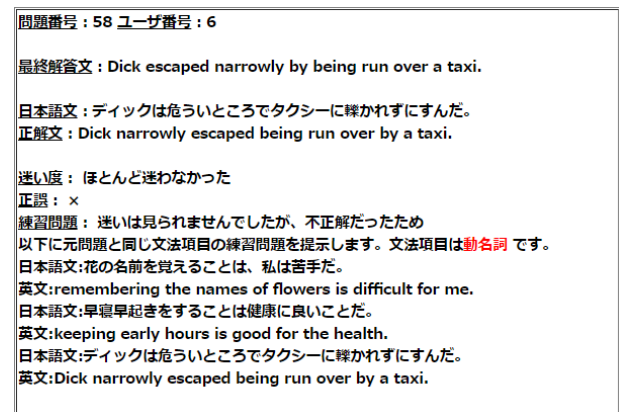


図 3 迷い度による検索結果インターフェースの概要図

これによって、学習者は迷いがある場合や不正解の時は、練習問題を再度解くことができ、学習に役立てることができるようになる。また、教師は、類似問題の問題をさらに検索することで、迷い度が高く示されている問題はどのようなものなのかを知り、学習改善に役立てられるようになる。

5. 今後の展望・課題

今回はデータベースに格納されているマウスの軌跡情報から得られる「迷い」という項目を、検索する情報に付加することで、学習者と教師それぞれに対し、類似問題の提示を行った。これにより、システム利用者の学習者にとっては自学を進める際の材料となり、教師にとっては授業改善するための材料となると考えられる。今後は、類題を提示するほかに、本実験で取得している英文のどの部分で迷いが生じたのかという「迷いの原因の単語」というパラメータがあるが、そのパラメータを用いて迷いの部分に分かるように可視化しフィードバックを行うという手法も考える。また、今回は迷いの有無として 2 値で与えたが、実際はいくつ以上の一致率であれば迷いありと判断するのかということも同時に検討していかなければならないと考えている。

参考文献

- (1) 米津康香, 宮崎佳典, ほか, 英単語並べ替え問題における解答中の動作履歴を用いた迷い検出, 外国語教育メディア学会中部支部研究大会, 2018.
- (2) 山田政寛, ラーニング・アナリティクス研究の現状と今後の方向性, 日本教育工学会論文誌, 2017, 41 巻, 3 号, pp. 189-197.

GAN による簡略デザインを詳細デザインに変換する 建物デザイン支援システム Building Design Support System converting Simple Design to Detailed Design using GAN

高岡 椋雅^{*1}, 曾我 真人^{*2}

Ryoga TAKAOKA^{*1}, Masato Soga^{*2}

^{*1*} 和歌山大学システム工学部インタラクシオンデザイン研究室

^{*1*}^{*2} Interaction Design Lab., Faculty of Systems Engineering, Wakayama University

Email: s236148@wakayama-u.ac.jp

あらまし : GAN の派生技術である Pix2Pix は画像から画像への変換を可能にする。また風景画を描く際、現実に存在する建物を参考にすることが多いが、思ったような建物を探すのには時間を要する。そこで本研究ではシステム利用者にラベル画像を描画してもらうことでリアリティのある建物画像を生成するデザイン支援システムの構築と生成された画像の精度の評価を行う。

キーワード : 敵対的生成ネットワーク, Pix2Pix, 画像生成, 建物, デザイン支援

1. はじめに

アニメーションやゲームなどの作品には風景が描かれる。作品において風景は作品の世界観を創る重要な要素であり、その風景は実際に存在する景観が参考にされ、描かれることも多い。特に建物や街並みといった風景はクリエイターにとって必要な場面が多いが、思ったような建物を探すのにも、一からデザインアイデアを考えるのにもかなりの時間を要する。参考資料があればアイデアを生み出しやすくなるが、実際に存在しない物の参考資料を探すのは困難である。

また近年注目されている画像生成技術の一つに敵対的生成ネットワーク (Generative Adversarial Network, 以下 GAN) がある。GAN は生成器である Generator と識別器である Discriminator の二つのニューラルネットワークから構成されており、生成器が偽のデータを生成し、その偽のデータを受け取った識別器が偽物か本物かを見分ける学習を行うことで、本物に近い偽のデータを生成できるというものである。この特徴を活かした GAN による画像生成が幅広く行われている。その GAN の派生技術である Pix2Pix⁽¹⁾ は入力画像から出力画像へのマッピングを学習する条件付き敵対的生成ネットワークであり、画像から画像への変換を可能にする。

2. 研究目的

前述した Pix2Pix による画像生成技術を用いてデザインアイデアを生み出すことで、人がデザインアイデアを考える時間を短縮し、効率化を図ることが可能であると考えた。そこで本研究では、風景の中でも複雑である建物のデザインに着目し、クラス分類されたラベル画像のように色だけで表現された簡略デザインを、Pix2Pix によって学習させたモデルを用いることによって、詳細な建物のデザインに変換する建物デザイン支援システムの構築を目的とした。ラベル画像のような簡略デザインをシステムの利用

者に描画してもらうことにより、システムの利用者が意図した雰囲気建物デザインを可能な限り単純な描画方法で生成できるようにすることが目的である。

3. 関連研究

関連研究⁽²⁾では、学習モデルに DCGAN (Deep Convolutional GAN) を用いることで、解像度やリアリティに課題はあるものの、実際の街並みと近似な印象を被験者に抱かせる街並み画像の生成が可能となっている (図 1)。しかし DCGAN は生成される画像がすべて学習データと AI 次第になってしまい、第三者が意図したような建物のデザインを生成することは困難である。それに対し、本研究では Pix2Pix を用いることにより、条件となるラベル画像を入力させることで、それを基にした建物の画像を生成することが可能である。これにより、利用者が意図したような建物のデザインを生成することも可能である。



図 1 関連研究において生成された街並み画像

4. システムの概要

4.1 学習させたモデル

学習モデルには Pix2Pix を使用し、データセット

には The CMP Facade Database⁹⁾を使用して、建物の外観のラベル画像と実画像のペアのデータセットを学習させた(図2)。学習の際には、256×256の画像サイズのラベル画像とノイズベクトルを生成器に入力して画像を生成する。その生成した画像とラベル画像のペア、実画像とラベル画像のペアを識別器に入力することで本物かを示す確率値を算出し、これを生成器と識別器に適用する。これらの学習を繰り返すことにより、建物のラベル画像を詳細な建物の画像に変換することが可能となる。

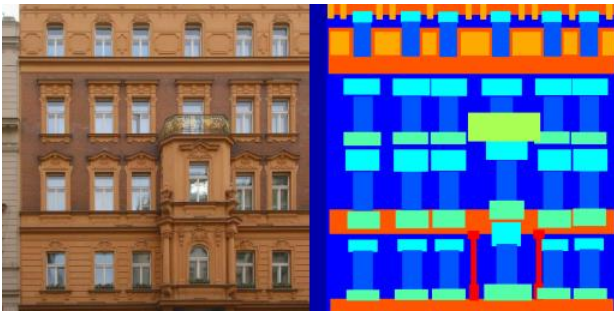


図2 実画像とラベル画像のペアの例

4.2 構築したシステム

システムの利用者は画面上部に表示されているパレットツールを用いて描画する。パレットにある12色各々に建物を構成する要素が対応付けられている。対応付けされている建物を構成する要素は、Background, Wall, Door, Window, Sill, Head, Shutter, Balcony, Trim, Cornice, Column, Entranceの12種類である。各々の色の中に表示されている英単語がその色に対応した建物を構成する要素である。

システム使用の流れとしては、画面左側にパレットにある色で四角形を描画し、そのラフ画を、学習させた Pix2Pix のモデルを通すことにより、画面右側に描画されたラフ画を基にした詳細な画像をリアルタイムで出力するというシステムである(図3)。

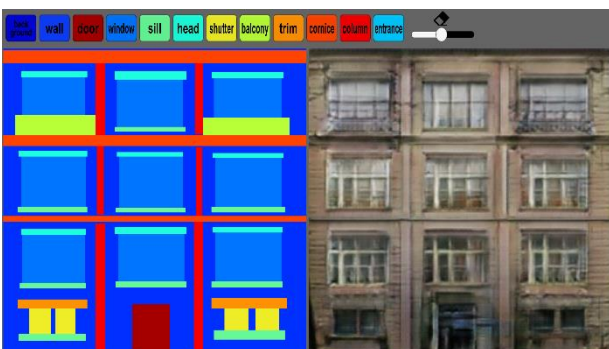


図3 ラフ画の描画で詳細な画像が出力される画面

5. 評価実験

評価実験では12名の被験者に本システムを使用してもらい、アンケートを回答してもらった。アンケート内容は5段階評価10項目、自由記述3項目、描画方法についてのアンケート3項目、出力された

画像についてのアンケート3項目である。ここでは主に描画方法、出力された画像についてのアンケートの回答に焦点を当てて本システムについて考察する。

描画方法についてのアンケートでは、線画で描画するよりも容易で使いやすいという点で肯定的な意見を多くもらった。本システムは単色の四角形のみで描画するという描画方法であることから、単純かつ容易な描画方法を実現できたのだと考える。また、この描画方法でも自身が意図した雰囲気 of the image を出力できるという点でも肯定的な意見を多くもらった。これらから描画方法におけるシステムの目的である、システムの利用者が意図した雰囲気の建物デザインを単純な描画方法で生成するという目的は達成できたと言える。

出力された画像についてのアンケートでは、建物のデザインアイデアに活用できそうだが、ぼやけていてわかりづらいところがあるという意見をもらった。また日本建築の建物デザインも出力できるようにしてほしいという意見ももらった。本システムでは、学習させたデータセットが外国の建物に偏っていたため、生成された画像も外国の建物デザインに偏ってしまっていた。これらから、より個人の目的に合った建物デザインを生成するため、学習モデル及びデータセットを見直す必要があると考える。

6. まとめ

本研究ではGANの派生技術である Pix2Pix を用いた建物デザイン支援システムの構築と評価実験を行った。評価実験では描画方法については問題がなかったが、出力された画像については課題が見つかった。確かに、建築様式は日本建築やギリシャ建築、ローマ建築など多種多様であり、建物のデザインも各々の雰囲気が異なる。本システムの現状だと典型的な建物のデザインは出力できるものの、意図した建築様式の雰囲気を反映させたデザインは出力できない。この課題を改善するには、スタイル変換の手法が必要であり、学習モデル及びデータセットを見直す必要がある。

参考文献

- (1) Phillip Isola, Jun-Yan Zhu, Tinghui Zhou, Alexei A. Efros: “Image-to-Image Translation with Conditional Adversarial Networks”, arxiv (2016)
- (2) 大野 耕太郎, 山田 悟史, “Deep Learning を用いた画像生成 AI のデザイン分野への適用可能性”, 日本建築学会・情報システム技術委員会第41回情報・システム・利用・技術シンポジウム, (2018)
- (3) Radim Tyleccek, Radim Sara: “Spatial Pattern Templates for Recognition of Objects with Regular Structure”, Proc. GCPR (2013)

多言語のプログラミング学習支援システムの開発

Development of a Multi-Programming Learning Support System

谷山 明日希^{*1}, 重松 大志^{*2}, 松本 慎平¹Asuki TANIYAMA^{*1}, Hiroshi SHIGEMATSU^{*2}, Shimpei MATSUMOTO^{*1}^{*1} 広島工業大学情報学部^{*1} Faculty of Applied Information Science, Hiroshima Institute of Technology

Email: {bl18066, s.matsumoto.gk}@cc.it-hiroshima.ac.jp

^{*2} 広島工業大学大学院工学系研究科^{*2} Graduate School of Science and Technology, Hiroshima Institute of Technology

Email: md22004@cc.it-hiroshima.ac.jp

あらまし：多言語を学ぶ際、初学者にとって環境の構築は非常に大きな負担となっている。また、環境構築のための時間的ロスも大きな課題と言える。このような課題の解決が望まれているが、未だ十分に改善されていない。上述した課題を解決するため、環境構築が不要なクラウドサービスの利用が効果的だと考えられるが、オフライン環境では学習できない。また、多くの場合学習に特化しているため、通常のエディタとして利用できない。クライアント環境で多言語利用が可能なシステムも見られるが、拡張性に制限がある。教育現場では、ネット環境に依存せず、複数の教授者が多様な環境で講義することが想定される。そのため、クライアント環境で、かつ容易に拡張可能な仕組みを有しながら、多言語のプログラミング構築を支援するソフトウェアが必要だと考える。そこで本研究では、多言語のプログラミング学習を支援するためのシステムを新たに実装し、その有用性を明らかにする。

キーワード：プログラミング、多言語、学習支援、環境構築

1. はじめに

様々なプログラミング言語の普及に伴い、その実行や学習を容易とする環境への期待が高まっている。その一方で、多様なプログラミングを行うための環境構築は初学者にとっては容易ではない。環境構築は多くの場合学習者自身で行うことが求められるが、初学者にとっては大きな負担となる⁽¹⁾。大学の授業などで環境構築を行う際、講義間でのバージョンの違いやシステムの競合が予期せぬトラブルを引き起こし、余計な負荷を発生させる原因となっている場合もある。また、環境構築のための時間的ロスも大きな課題と言える。このような課題の解決が望まれているが、未だ十分に改善されていない。

多言語環境構築の課題を解決するため、複数言語に対応したオンラインプログラム学習・試験システム track⁽¹⁾などのクラウドサービスの利用が効果的だと考えられる。しかし、track はオンラインで利用されることが前提のため、オフライン環境では学習できない。また、学習に特化しているため、通常のエディタとしても利用できない。クライアント環境で多言語利用が可能なシステムも見られるが、拡張性に制限がある⁽²⁾。教育現場では、ネット環境に依存せず、複数の教授者が多様な環境で講義することが想定される。そのため、クライアント環境で、かつ容易に拡張可能な仕組みを有しながら、多言語のプログラミング構築を支援するソフトウェアが必要だと考える。そこで本研究では、Hello C⁽³⁾の有用性に着眼し、Hello Cの多言語化システムを新たに実装する。そして、提案システムにより、多言語の学習環境の支援を目的とする。

2. 提案システム

提案システムは、多言語の環境構築支援を主目的とした開発環境であり、JavaScript, Java (Espresso), Python, Ruby, LLVM のプロジェクトの作成や実行が可能である。提案システムは Hello C⁽³⁾とも連携が可能であり、配信された学習課題の回答用クライアントとしても利用可能である。提案システムの開発言語は Java, 使用 JDK は Eclipse Temurin 17.0.1+12, 対応 OS は Windows, Ubuntu, macOS である。提案システムは、GraalVM を用いることで多言語実行を実現している。GUI 上でコーディングが行われたファイルは、プロジェクト言語に即したコンパイラを経由する。コンパイル後、macOS であれば直接 PolyglotCLI を実行し、Windows では WSL を経由しファイルを Ubuntu で実行する。PolyglotCLI がサポートしている言語は上記の 4 言語である。なお、学習を容易とするため、RSyntaxTextArea ライブラリを用いてファイル編集画面を実装し、Hello C や IntelliJ IDEA を参考に UI をデザインした。提案システムの構成を図 1、外観を図 2 に示す。

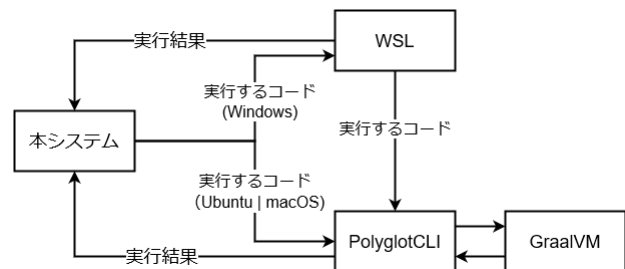


図 1 提案システムの構成

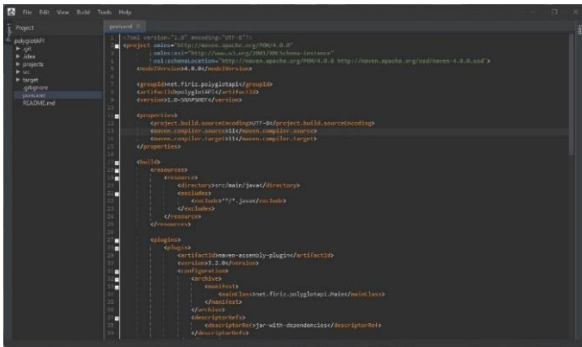


図2 提案システムの外観

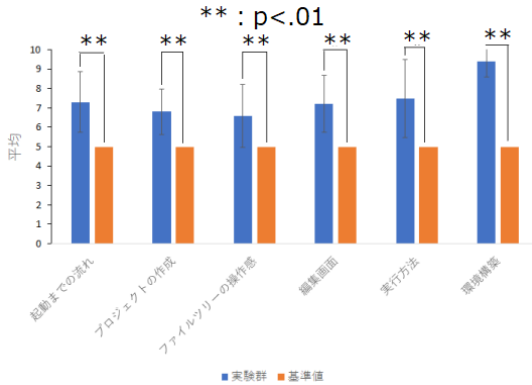


図3 各機能の評価結果

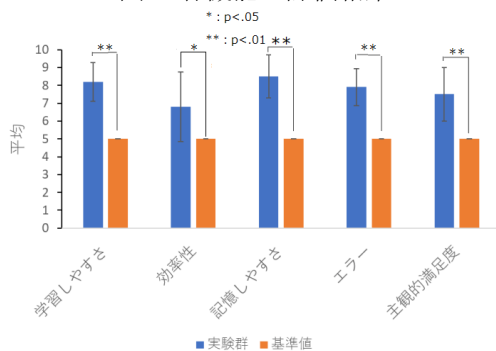


図4 Nielsenの5因子に基づく分析結果

3. 有用性の検証方法

被験者は、情報学を専攻し、C, Java, JavaScriptの基礎を習得している大学生10人とした。まず、被験者は授業で指示されたエディタを用いて、C, Java, JavaScriptでコンソール上にHello Worldと表示するプロジェクトの作成及び実行を行った。この演習の際、課題完了までの時間を計測した。なお、制限時間は設けなかった。次に、被験者は提案システムを用いて演習を行った。まず、提案システムを用いて環境構築を行い、その後、C, Java, JavaScriptでコンソール上にHello Worldと表示するプロジェクトの作成及び実行を行った。提案システムについても同様に、演習時間を計測し、制限時間を設けなかった。2種類の方法で演習を行った後、被験者にアンケートへの回答を求めた。使用するアンケートは、プログラミング開発に重要となる主要な機能の有用性評価、Nielsenの5因子に基づくシステム自体のユーザビリティ評価とした。

4. 実験及び評価

被験者各々の好きなエディタでの課題完了までの時間の平均は6分18秒、提案システムの平均は8分00秒であった。なお、提案システムの環境構築の時間を除いた場合、2群の間に統計的に有意な差は示されなかった。提案システムの有用性を明らかにするため、主要な機能の評価、Nielsenの5因子について、それぞれの基準(被験者が普段授業で用いているエディタの評価)を5として、評価結果の分析を行った。結果を図3、図4に示す。縦軸は平均、エラーバーは標準偏差を表している。「本実践の平均値は、被験者が普段授業で用いているエディタの評価値5と同じである」を帰無仮説とするt検定を行った結果、 $p < .05$ が得られ、帰無仮説は棄却された。なお、 $p < .05$ で有意差が見られた場合は*を図内に表記している。以上より、提案システムが持つプログラミング演習において主要となる各機能は、学生が普段使っているエディタよりも高性能であることが示唆された。環境構築に関する質問では、特に大きな差が見られた。この結果より、環境構築のための負荷を最小限に抑えるという本研究の目的は達成できていたことが示唆された。Nielsenの5因子についても同様に分析を行った。分析の結果、図4のとおり、5因子全てで提案システムは学生が普段使っているエディタよりも統計的に有意に高い評価であった。この結果から、提案システムは学生が普段使うエディタよりもユーザビリティが高いことが示唆された。

5. おわりに

本研究では、多言語のプログラミング学習のための環境構築及び演習を支援するためのシステムを実装した。提案システムの有用性を評価するためのアンケートを行った結果、提案システムは普段被験者が授業で使っているエディタよりも高性能であること、環境構築のための負荷を減らせること、ユーザビリティが高いことが示唆された。

謝辞

本研究は、独立行政法人日本学術振興会科学研究費助成事業(基盤研究(C)20K0319, 22K02815)の助成を受けて実施した成果の一部である。

参考文献

- (1) 新田章太, 小西俊司, 竹内郁雄. 複数言語に対応しやすいオンラインプログラミング学習・試験システム track. 情報教育シンポジウム論文集, No.2019, pp.114-121 (2019).
- (2) 松澤芳昭, 坂本一憲, 大畑貴史, 箕捷彦ほか. プログラミング教育のための多言語間プログラミング言語翻訳システム. 情報教育シンポジウム 2015 論文集, Vol.2015, pp.223-230 (2015).
- (3) 松本慎平, 大下昌紀, 買田康介. C言語初学者及びその教授者のためのサーバ・クライアントに基づくプログラミング学習支援システムの開発. 電気学会論文誌C, Vol.140, No.9, pp.1096-1109 (2020).

ゲーミフィケーションを用いたメンタルヘルス不調予防のための 行動変容システムの考案

Devising a behavior change system to prevent mental health disorders using gamification

今井 大智^{*1}, 真嶋 由貴恵^{*1*2}, 榎田 聖子^{*1*2}

Taichi IMAI^{*1}, Yukie MAJIMA^{*1*2}, Seiko MASUDA^{*1*2}

^{*1}大阪公立大学現代システム科学域

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

^{*2}大阪公立大学大学院情報学研究科

^{*2}Graduate School of Informatics, Osaka Metropolitan University

Email: sda00038@edu.osakafu-u.ac.jp

あらまし：近年、メンタル不調の大学生は増加傾向にあり、メンタルヘルスの必要性は高まっている。そのため初年次の段階から自発的・継続的な一次予防を促す必要がある。そこで本研究では、大学生が初年次からメンタル不調の一次予防に取り組めるよう、抑うつ改善に効果がある腹式呼吸の継続を促進できるゲーミフィケーションを用いた健康実践アプリを提案する。アプリを利用したくなるように目標の可視化やインセンティブ面を工夫した。

キーワード：メンタルヘルス、初年次大学生、一次予防、継続性、腹式呼吸、ゲーミフィケーション

1. はじめに

近年うつ病などの精神疾患を理由にカウンセリングを利用する学生数が増加している。名古屋大学の調査⁽¹⁾では、2016年の利用者数は2001年と比較して2.5倍以上の1523名である。これは大学全体の学生数の約1割にのぼる数であり、カウンセラー要員の不足を招いている。また、2016年の利用者の学年別内訳では3年生以上が7割以上を占めている。

カウンセリングはメンタルヘルスにおける二次予防（病気の早期発見・治療で進行を抑制すること）であることから、一次予防（病気自体にならないようにすること）を促すためには、カウンセリング利用者の少ない1・2年の初年次生の段階での介入が必要である。

そこで本研究では、大学生が初年次の段階からメンタルヘルス一次予防を継続することができる仕組みを検討することを目的とする。

2. 先行研究

2.1 ではメンタルヘルス一次予防における継続の必要性を述べ、2.2 と 2.3 では一次予防の継続性を高める仕組みを先行研究から考える。

2.1 既存のメンタルヘルス一次予防の取り組み

2019年に九州大学が在学生に向けたメンタルヘルスアプリ「Q-Mental APP」⁽²⁾を開発した。このアプリでは利用者がその日の「食事量」「運動量」「睡眠時間」「気分」を入力することができる。これらの4指標について、日々の記録で生活習慣に問題があるとアプリが判断すると、具体的な病名とともに改善案を提示してくれる仕組みになっている。さらに、アプリの有効性として、2週間のアプリ使用で精神

健康度の尺度(GHQ-12:General Health Questionnaire-12)が、非使用群と比べ有意に改善することを明らかにしている。当アプリでは他にもデザイン面や使用感についても評価分析がされているが、継続性の観点からは評価がなされていない。

2.2 日常的抑うつと腹式呼吸

ヘルスケアの継続の障壁となりうるもう1つの要素として、大学生の金銭面や時間面といった環境依存性を考える。澤村ら⁽⁴⁾は腹式呼吸が大学生の日常的抑うつ状態の改善に効果があるのではないかと仮定した。当研究では寝る前5分の腹式呼吸を2週間継続することで抑うつ状態の改善に効果がある可能性を示唆している。以上から、腹式呼吸の導入により利用者の環境に依存することなく一次予防が実践できると考える。

2.3 ヘルスケアとゲーミフィケーション

ヘルスケアの継続の障壁となりうる要素の1つとして、ヘルスケアが若者にとって馴染みの薄い話題であると考えられる。藤田⁽³⁾はゲーミフィケーションがヘルスケアと親和性があるのではないかと仮定し、既存のアプリやシステムを挙げ、評価実験を行った。その結果、ゲーミフィケーションの要素のうち、特に「目標の可視化」「インセンティブの付与」がヘルスケア分野と相性が良いことが明らかにされた。

以上のことから、ゲーミフィケーションの活用はヘルスケアの無関心層に効果的であると考えられる。

3. 研究方法

3.1 アプリケーション開発

メンタルヘルスの一次予防を継続できるように、腹式呼吸の継続実施をゲーミフィケーションで促す

アプリケーション（以下、アプリ）「大阪腹式大学」を開発し、その有効性を検証するための評価実験を行う。現段階ではモックアップツールを用いて図1のようなアプリのプロトタイプを作成している。



図1 アプリプロトタイプ

3.2 アプリの工夫点

ゲーミフィケーション要素のうち、「目標の可視化」「インセンティブの付与」を軸としてヘルスケアの無関心層に継続してアプリを利用してもらえるように以下の4点を工夫する。

A. 目標と努力の可視化

新入生が腹式呼吸に取り組むことによってアプリ内で「施設」を獲得することができる。全部で14棟用意しているため、毎日1棟ずつ獲得していけば、抑うつ改善に効果があるとされる2週間でちょうどコンプリートできるように設計する。

B. インセンティブの付与

アプリを使えば使うほど新入生に嬉しい情報を獲得できるようにする。①で獲得した「施設」は実世界と連動しているマップ上に配置され、校舎の場所を覚えることができる。また、タップすると校舎の情報や役に立つ豆知識が確認できる。

C. カスタマイズ性による飽き防止

腹式呼吸に取り組むことやログインボーナスでアプリ内のアイテムである「単位」を獲得でき、「購買部」メニューで利用できるようにする。「購買部」では腹式呼吸に取り組む際のBGMや着せ替えアイテム等を入手できる。

D. ナッジ理論による学習誘導

「その他」メニューからメンタルヘルスに向けたアドバイスを閲覧することでもゲーム内アイテム「単位」を獲得することができる。アプリを利用していく過程で必要に応じて無理なく学習を進めていくことができる。なお、このアドバイスは画面遷移時にも表示する。

4. 実験方法

3.2で提案したアプリの有効性を検証するための

評価実験を行う予定である。

4.1 実験の対象

大阪公立大学新入生のうち、20名とする。

4.2 実験方法

実施期間は4週間とし、図2のようにA群・B群それぞれ10名ずつとし、各2週間のクロスオーバー実験を行う。介入期としてアプリ使用を、また、対照期として紙ベースでの腹式呼吸の実施を行う。なお、紙ベースでの実施は、腹式呼吸の効果や実施方法、そしてメンタルヘルスに向けたアドバイス等、アプリ内で表示する内容と同じものを掲載したプリントを配布し、腹式呼吸を実施した日にチェックをつけてもらう。

4.3 調査方法

量的データとして、腹式呼吸に取り組んだ日数の記録を行い、質的データとして、Googleフォーム上でアプリについてのアンケートを行う。これらのデータから、「アプリ使用による腹式呼吸実施度の検証」「アプリによる介入後に一次予防への変化の意識がみられるか」「アプリの機能のうち、どれが継続・意識向上に役立つか」の3点を明らかにする。

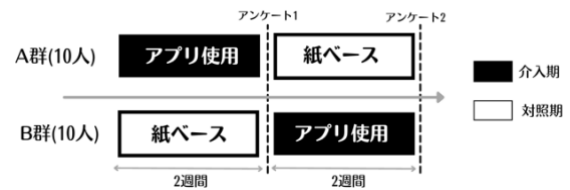


図2 評価実験の流れ

5. まとめ

本研究では、腹式呼吸実施の継続をゲーミフィケーションを用いて促すアプリケーション「大阪腹式大学」を提案した。本アプリでは抑うつ改善に効果がある腹式呼吸を促すことで、利用者の環境に依存することなく一次予防に取り組める方法を取り入れ、ゲーミフィケーションの要素である「目標の可視化」「インセンティブの付与」を活用することでヘルスケア無関心層でも利用しやすいアプリケーションを検討した。

参考文献

- (1) 毎日新聞：“悩み相談急増、窓口ピンチ 名大15年で2.5倍”，<https://mainichi.jp/articles/20171215/k00/00e/040/250000c> (参照 2022.1.18)
- (2) 九州大学：“大学生向けメンタルヘルスアプリの開発～ポイントは大学生目線のデザイン～”，https://www.kyushu-u.ac.jp/f/40754/20_10_07_01.pdf (参照 2022.1.18)
- (3) 藤田美幸：“ヘルスケアサービスとゲーミフィケーションの親和性—ユーザー特性に着目して—”，現代社会文化研究, No.62, pp.303-320 (2016)
- (4) 澤村勇希, 小野久江：“腹式呼吸が大学生の日常的抑うつ状態に及ぼす効果の検討”，関西学院大学心理科学研究, 45巻, pp.43-47 (2019)

3 軸加速度センサによる計測データに基づくスラックライン動作の上達指標に関する基礎的検討

A Basic Study on Growth Indicators of Slackline Using High Time Resolution 3D Accelerometer.

千野 匠^{*1}, 香山 瑞恵^{*2}, 永井 孝^{*3}
Takumi CHINO^{*1}, Mizue KAYAMA^{*2}, Takashi NAGAI^{*3}

^{*1,*2} 信州大学大学院

^{*1,*2} Graduate School of Science & Technology, Shinshu University

^{*3} ものづくり大学

^{*3} Monodukuri University

Email: 22w2066h@shinshu-u.ac.jp

あらまし：本研究の目的は、加速度センサによるスラックライン測定データから上達指標を検討することである。スラックラインの動作は、屋内でのモーションキャプチャーによる測定が主であった。そこで、計測環境に限らず、動作に影響しない装着型小型加速度センサを用いた。本稿では、3軸加速度と速度に関する習熟度別の特徴を整理し、加速度と速度のなす角の時系列的特徴を成長指標として検討する。

キーワード：スラックライン、特徴検出、加速度センサ、習熟度、上達指標

1. はじめに

スラックラインは、ベルト状のライン上でバランスやトリックを決める競技である。近年、バランス・トレーニングとしても注目されている。先行研究では主にモーションキャプチャーを用いて、熟練者と初心者の違いや熟達のコツが検討された^(1,2,3)。しかし、この方法では計測場所が制約される。そこで我々は、小型3軸加速度センサによりスラックライン動作を計測し、そのデータの解析を試みる。本稿では、加速度センサによるスラックライン計測データから3軸加速度と速度に関する習熟度別の特徴を整理し、力と速度のなす角の時系列的特徴がスラックラインの上達指標になりうるかどうかを検討する。

2. 計測データ

本章では、解析対象の被験者群、解析時のパラメータを示し、リサーチクエスチョン(RQ)を示す。

2.1 被験者と解析対象データ

被験者 被験者は、一般社団法人スラックライン推進機構が主催するスラックラインアカデミーの参加者12名(うち女性3名、平均年齢9.0±2.6歳)と指導者1名(男性19歳)である。参加者の熟練度は3段階(初級群5名、中級群4名、上級群3名)である。

解析対象 計測対象はライン上での10秒間片足立ちとした。計測データの内、1秒～9秒の8秒間を解析対象区間とする。これは、動作の開始時と終了時にはラインの乗り降りが含まれるためである。計測データ数は、初級者群20データ、中級者群25データ、上級者群19データ、指導者8データの計72データを使用する。

2.2 使用パラメータ

本研究では被験者の腰部に装着した高時間分解能

3軸加速度センサ(標準化周波数：1.4kHz, 2.1kHz)で計測する。このセンサから得た3軸(左右・前後・上下)の加速度と速度を解析時の使用パラメータとする。これら6種データに対して上達指標を検討する。

2.3 2つのRQ

本稿では、以下2つのRQを設ける。

RQ1: 解析対象区間において、有意な群間差があるパラメータはどれか。

RQ2: バランスを崩す前後の動きで、有意な群間差があるパラメータはどれか。

3. RQ1

3.1 検証方法

RQ1を検証するために、2.2で示した6種のデータの解析対象区間全体の平均値、中央値、四分位範囲を計算し、群間比較を行った。「各群間で解析対象区間の代表値に違いはない」を帰無仮説とし、比較結果から上達指標としての可能性を検討する。

RQ1では、初級群・中級群・上級群・指導者の4群に対して、マンホイットニーのU検定により群間比較を行った。検定の有意水準は5%とした。

3.2 検定結果

平均値と中央値では群間に有意差はなかった。四分位範囲における結果を表1に示す。*は有意差のある群の組み合わせを示しており、全てのパラメータにおいて有意差を持つ群間が存在していることが分かる。

3.3 考察

表1の結果から初級と中級、中級と上級の間で有意差があるパラメータに着目する。初級-中級間では初級者は、左右方向の速度・加速度に有意差があることから左右方向の練習が改善につながると考えら

表 1:四分位範囲の検定結果

| | 速度 | | | 加速度 | | |
|---------|----|----|----|-----|----|----|
| | 左右 | 前後 | 上下 | 左右 | 前後 | 上下 |
| 初級vs中級 | * | | | * | | * |
| 中級vs上級 | | * | * | * | * | * |
| 上級vs指導者 | | | | * | * | * |
| 初級vs上級 | * | * | * | * | * | * |
| 初級vs指導者 | * | * | * | * | * | * |
| 中級vs指導者 | * | * | * | * | * | * |

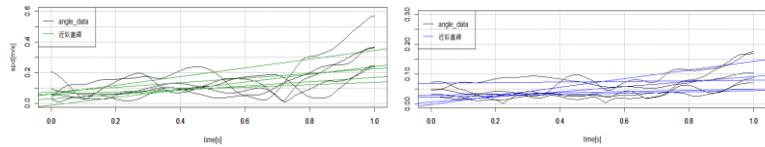


図 2 : 前 1 秒区間での標準偏差の大きい中級者 5 名の速度推移 (左)と標準偏差が小さい上級者 5 名の速度推移(右)

れる。また、上級-指導者間では、加速度に有意差があったことから瞬間的な姿勢制御に違いがあることが考えられる。

4. RQ2

この RQ を検証するために、力と速度のなす角(以下、なす角)に注目する。

4.1 先行研究

なす角に関する先行研究として Pereira, J. G.ら⁽⁴⁾と Redding, J. L.⁽⁵⁾ の報告がある。ここでは、2次元空間内における相対的な力をかけている粒子の運動の様子を観測し、初速の条件や力の加え方を変化させることで粒子の運動の変化を確認した。その結果、内積の計算結果からなす角を計算した時、なす角は速度の絶対値変化に影響を及ぼすことが分かった。

本研究では、スラックライン上でのバランスを崩した際の動作となす角の対応付けができると考えた。スラックライン上の片足立ち動作の解析結果からこの指標の時間推移を求め、上達との関連を考察する。

4.2 なす角の計算方法

力の計算には運動方程式 $m\vec{a} = \vec{F}$ を用いる。なす角の計算は以下の式(1, 2)を用いる。

$$\theta = \arccos(\vec{v} \cdot \vec{a} / |\vec{v}||\vec{a}|) \quad (\vec{v} \times \vec{a} > 0) \quad (1)$$

$$\theta = 2\pi - \arccos(\vec{v} \cdot \vec{a} / |\vec{v}||\vec{a}|) \quad (\vec{v} \times \vec{a} \leq 0) \quad (2)$$

(θ は速度と力のなす角)

定義域を $0 \leq \theta \leq 2\pi$ まで拡張するために、外積計算を用いた。計算された角度は速度ベクトルを基準に反時計回りに増加する。この計算を前後左右平面、前後上下平面、左右上下平面の 3 平面で計算した。

4.3 使用するデータ範囲と検定方法

使用するデータ 解析対象区間は、被験者がバランスを最も崩していると考えられる最高合成速度の直前 1 秒間(前 1 秒)・直後 1 秒間(後 1 秒)・これらを合わせた計 2 秒間(前後 1 秒)の 3 種のデータ範囲に対して、中央値、標準偏差、四分位範囲を検定に使用する。

検定方法 RQ1 の結果から上級群と指導者には速度の有意差がなかったため、指導者を上級群に含めることとした。3 群比較では正規性の有無を確認し、3 群全てに正規性が確認出来た際は、Tukey-Kramer 法、1 つの群でも正規性が確認できなかった際には Bonferroni 補正をした t 検定を行った。検定の有意水準は 5%とした。

4.4 検定結果

初級群-中級群における有意差はなかった。一方、初級群-上級群では、前後左右平面における前後 1 秒のなす角の中央値で有意差があった(初級: 3.2082 ± 0.4407 , 上級: 2.843 ± 0.4218 , $p = 0.0161$)。また、中級群-上級群では前後左右平面における前 1 秒のなす角の標準偏差で有意差があった(中級: 2.0422 ± 0.1861 , 上級: 1.9196 ± 0.1634 , $p = 0.046$)。

4.5 考察

なす角の中央値は体の動きの全体のバランスにかかわるパラメータと考えることができる。検定結果から中央値は小さい方に偏ることが上達指標として考えることができる。

一方、中級群-上級群におけるなす角の標準偏差の高低で、速度の上昇の様子に差異があった。図 2 の速度推移のグラフから近似直線を速度の上昇幅として考えると傾きには群間で有意差があった(中級: 0.1807 ± 0.0847 , 上級: 0.0574 ± 0.058 , $p = 0.0296$)。また、図 2 の被験者 10 名におけるなす角の標準偏差と近似直線の傾きには強い正の相関(相関係数: 0.7061)が見られた。このことから標準偏差を小さくすることが体の速度を抑えるための上達指標として考えることができる。

5. 終わりに

本稿では、スラックライン動作の高時間分解能時系列データに対して、動作中央 8 秒間と最高合成速度前後 1 秒間に注目し、上達指標を検討した。今後は、なす角における速度と力の寄与度や調和解析などを行い、今回の考察をより深めていきたい。

参考文献

- (1) 児玉謙太郎,山際英男,安田和弘:“全身協調バランス・スポーツ“スラックライン”における片脚立ちの熟達:初級者と上級者の比較”,2020 年度日本認知科学学会第 37 回大会講演論文集,pp.313-316 (2020).
- (2) Stein, K. & Mombaur, K.:“Performance indicators for stability of slackline balancing”, 2019 IEEE-RAS 19th International Conference on Humanoid Robots, pp. 469-476(2019).
- (3) Huber, P., & Kleindl, R.:“A case study on balance recovery in slacklining”, ISBS-Conference Proceedings Archive(2010).
- (4) Pereira, J. G., Mouchrek-Santos, V. E., & Ferreira Jr, M. M.:“Relativistic motion under constant force: velocity and acceleration behavior”, arXiv:1806.08680(2018).
- (5) Redding, J. L. “Spatial relations between force and acceleration in relativistic mechanics”, Am. J. Phys.50, p163 (1982).

ドライブシミュレータ画面の領域分割を用いた視線学習支援 Learning driving with improving gaze through area division methods

山田健斗*1, 松浦健二*1, 竹内寛典*1, 柏原昭博*2, 山崎健一*3, 栗田弦太*3

Taketo Yamada*1, Kenji Matsuura*1, Hironori Takeuchi*1,
Akihiro Kashihara*2, Kenichi Yamasaki*3, Genta Kurita*3

*1 徳島大学

*1Tokushima University

*2 電気通信大学

*2The University of Electro-Communications

*3 三菱プレシジョン株式会社

*3Mitsubishi Precision Co., Ltd.

*1Email: c611801241@tokushima-u.ac.jp

あらまし：本研究では、自動車運転手が注視すべき領域に気付かせるために、ドライブシミュレータの映像を見る運転手の視点を捉え、U-Net と格子領域分割を組合せた分析を行い、フィードバックをすることで学習支援を行う。

キーワード：運転シミュレータ、視線計測、領域分割

1. はじめに

自動車事故原因の多くは、運転手側の安全義務違反によって引き起こされている。2001年の交通事故総合分析センターの報告によれば、事故を起こした側がミスをしたとの認識を持つ場合がほとんどであり、中でも認知段階でのミスが最も多いという結果がある⁽¹⁾。以後も様々なデータが公開されているが、例えば、四輪車同士の右折対直進の事故においては、操作上の誤り(21.1%)に対し、不注意・不確認・判断誤りの占める割合(78.3%)が高いとする報告もなされている⁽²⁾。

自動車や自動二輪車の運転は、運動スキル学習における古典的な概念と同様で、外界・環境面の認知、認識に基づく正しい判断(運転行動選択)、判断による実際の行動(自動車や二輪車の操作)というプロセスが適用可能である⁽³⁾。行動結果は、外在的・内在的に再度認知され、運転中繰り返される。

この過程において、実際の自動車運転を前提とした学習ではなく、VRによるドライブシミュレータ(DS)を用いた研究を行う。利用するDSは、文献⁽⁴⁾において用いたものと同じものであるが、適用する運転シナリオに応じて、コースやイベントを変化させることができる。文献⁽⁴⁾ではそれを応用し、シナリオを変化させる際には、意図的に事故の疑似体験を誘発し、事故防止意識を高揚させることをねらった研究である。この研究においても、事故やそこに至るまでの運転状況の映像が、人間の視覚的な入力として重要な役割を担っている。

本研究では、運転時の視点を捉え、その分析と学習支援を行うこととする。ただし、アクセル、ブレーキやハンドル操作のような直接的な運転対象の操作を伴わず、簡単化のためまず外界認知に関わる視線情報のみを用いた研究を行う。例えば、熟練者の視点とどのように異なるか、行動変容が観測された

際に、視点がどのように変化したかを捉えることが可能である。

2. 画面領域分割による分析

2.1 視点位置座標による軌跡の分析

運転中に画面内のどこを見ているかを捉える際、多くのツールでは、(x, y)座標に基づき、その時系列データとして処理している。例えば、文献⁽⁵⁾はその一種であるが、系列データ間をDTW(Dynamic Time Warping, 動的時間伸縮法)⁽⁶⁾に基づき類似性を評価するアプローチをとっている。この場合、背景となる映像内の対象物が何であれ、系列データのみに着目すれば良いという利点はあるが、周辺視等を考慮した一般的な視野角(左右合わせて40度など)等が十分考慮されない場合もある。

実際には観測誤差なども含めた議論が必要であり、計算機の処理上の事情もあるが、人間側の視覚処理も考えねばならない。具体的には、画面解像度に応じた最小単位での(x, y)座標での認知を人間が正確に行っているわけではない。むしろ、対象となる領域やオブジェクトを面の一部として捉える方が自然な場合がある。そこで、本研究では、画面を領域分割する手法を提案する。

2.2 視点位置座標に含まれる領域の分析

本研究では、熟練者から事前取得したモデル視点と比較し、危険対象領域の認知能力を視線誘導によって向上させることを目的とする学習支援を目指す。このとき、視線データから危険識別の程度を推定し、危険注意を促すシステムの開発が求められる。

ここで、画面全体に対し、面を何等かの同種性に基づき、部分的な領域に分けることで、視点座標が得られれば、どの領域に視座があるかを判別することができるようになる。ただし、その領域の占有面積や位置がどの程度の粒度・正確さであれば、視点と符合すると見なせるかには注意を要する。本研究

で用いる DS は VR 技術を用いているため、そこに描画されるオブジェクトの二次元座標はオブジェクトそのものの位置と描画カメラの関係から計算することも可能である。しかし、本研究では、将来的に実映像や実運転への適用も考慮し、独自に設計するものである。

3. 画面領域分割の設計・実装・評価関数

3.1 U-Net

U-Net は, Ronneberger ら⁽⁷⁾によって開発された画像セグメンテーションを行う CNN アーキテクチャである。ネットワークは、収縮パスと拡張パスで構成されており、U字型のアーキテクチャになっていることから U-Net と呼ばれている。収縮パスでは畳み込みにより特徴マップ化していく。拡張パスでは逆に特徴マップを画像に復元していく。U-Net では、収縮パスと拡張パスの同じ階層がスキップ接続という機構で連結されることにより、入力画像の各画素の位置関係を失わないのが特徴となっている。

本研究での U-Net の学習においては Stephan R. ら⁽⁸⁾によって作成された GTA5 データセットを用いる。これらの画像はオープンワールドのビデオゲーム GrandTheft Auto 5 を使用してレンダリングされており、すべて仮想都市の通りの車の視点からのものになっている。

3.2 格子領域分割

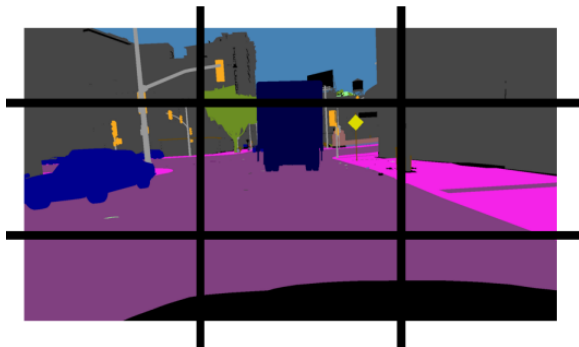


図 1 U-Net と格子領域の組合せイメージ

本研究では、U-Net を用いた領域分割で運転熟練者のモデル視点データと学習者の視点データを DS の映像のフレームごとに比較し、領域分割した領域の一致度で危険識別の評価を行うものである。しかし、運転熟練者と学習者の視点座標の領域が同じでも座標上はかなり離れた場所を見ている場合がある。U-Net による領域分割を、画面全体に適用した場合、図 1 の格子線を除いた状態となる。この場合、例えば、道路は左端から右端までの広範な領域に跨っており、U-Net のみの領域分割では、極端な左や右にある視点を同一視してしまう問題がある。そこで、U-Net での領域分割に加え、画像を $N \times N$ に格子状に分割し（本実験では 3×3 ）、視線方向の細分化を行う。この処理により、問題となるパターンを抑えることができ、精度の高い評価を可能とする。

3.3 視点評価

前節までの U-Net と格子領域分割を組合せて視線

評価する際に、学習者の視点または熟練者の視点の位置を基準に、相手側の視点までの縦横斜めのセルの移動距離に着目し、表 1 のような評価点を加味することとする。ここで、 N は格子分割数、 L は基準からの到達コストである。例えば、図 1 の左上を基準に、右下が U-Net では同じ領域であった場合、0 であるが、隣接セルの場合は、0.5 になる。

表 1 視点評価時の加算点

| 格子領域分割 | U-Net 領域分割 | 加算点 |
|--------|------------|---------------|
| 一致 | 一致 | 1 |
| 一致 | 不一致 | 0.75 |
| 不一致 | 一致 | $1-(L/(N-1))$ |
| 不一致 | 不一致 | 0 |

4. 学習者へのフィードバック

本研究では、学習者の視点情報取得後、学習者自身の視点座標と、事前取得した運転熟練者の視点座標を同時に描画する。DS の映像と共に 2 つの円領域で描画することで学習支援を行う。その際、前節の加算点に応じて、色にグラデーションをつけて描画することで視覚的にどこが異なっていたか分かりやすくしている。

5. おわりに

本研究では、自動車運転手が注視すべき領域に気付かせるために、ドライブシミュレータを用いて、運転時の視線を捉え、分析を行い、視線の学習をする支援環境の機能設計を行った。今後の課題として、視点評価時の、格子領域が一致、U-Net 領域不一致の場合の加算点を一律に 0.75 とするのではなく、面積比等により関数化することが挙げられる。また音声などの視覚以外の知覚の導入も検討したい。

参考文献

- (1) 交通事故総合分析センター：“ITARDA INFORMATION”, No.33 (2001)
- (2) 交通事故総合分析センター：“ITARDA INFORMATION”, No.136 (2020)
- (3) 平岡敏洋：“ドライバに安全運転を促す運転支援システム”，計測と制御, 第 51 巻第 8 号, pp.742—747 (2012).
- (4) 齊藤玲, 柏原昭博, 内藤弘望, 松浦健二, 戸井健夫, 栗田弦太：“交通事故の疑似体験を適応的に引き起こすための運転シミュレーションのデザイン”，教育システム情報学会第 45 回全国大会, pp.263-264 (2020).
- (5) 内藤弘望, 松浦健二, 柏原昭博, 齊藤玲, 戸井健夫, 栗田弦太：“視線誘導を導入した自動車運転時の気づき支援環境”，教育システム情報学会 2020 年度第 4 回研究会, pp.21--26 (2020).
- (6) Stana, S. and Philip, C.: “Toward accurate dynamic time warping in linear time and space”, *Intelligent Data Analysis*, vol. 11, no. 5, pp. 561-580 (2007).
- (7) Ronneberger, O., Fischer, P. and Brox, T.: “U-Net: Convolutional Networks for Biomedical Image Segmentation”, Navab, N. et al. (Eds.) MICCAI Part III, LNCS 9351, pp.234—241 (2015).
- (8) Richter, S.R., Vineet, V., Roth, S., Koltun, V.: “Playing for Data: Ground Truth from Computer Games”, LNCS 9906, pp.102—118 (2016)

ドローイング作品に含まれるストロークの 質的評価に基づく成長指標に関する基礎的検討

A Basic Study on Growth Indicators Based on Qualitative Evaluation of Strokes in Drawings

杉井 奏斗^{*1}, 永井 孝^{*2}, 香山 瑞恵^{*3}

Kanato SUGII^{*1}, Takashi NAGAI^{*2}, Mizue KAYAMA^{*3}

^{*1} 信州大学工学部電子情報システム工学科

^{*1}Department of Electronic Information Systems Engineering, Faculty of Engineering, University of Shinshu

^{*2} ものづくり大学

^{*2}Institute of Technologist

^{*3} 信州大学工学部

^{*3} Faculty of Engineering, University of Shinshu

Email: 18t2080a@shinshu-u.ac.jp

あらまし：本研究の目的は、ドローイング学習の成果を定量的に評価するための指標の具体化である。本研究ではドローイング作品に含まれる個々のストロークの形状に着目した。先行研究であるドローイング学習支援システムに蓄積されたドローイング作品を対象に、それらに含まれる1本1本のストロークの幾何的情報に基づき、機械学習により分類した。本稿では、自己組織化マッピングに基づく機械学習の特ストローク分類への適用成果について示す。そして、学習者と指導者のストロークを分類した結果を示し、成長指標としての可能性を考察する。

キーワード：ドローイング, 自己組織化マップ

1. はじめに

ドローイングは美術教育における基本的な技法として位置づけられ、入門者が最初に学ぶべき内容とされている。ドローイング学習において、特に初期の学習者は「ストロークの本数を増やすこと」、「モチーフを単純な線で描くこと」を指導される。永井らの先行研究⁽¹⁾によって、前者の定量的な評価は達成されている。また、永井らの研究⁽¹⁾では、ネットワーク環境を用いた美術入門者のためのドローイング学習支援システムを構築した。このシステムには、学習者がドローイング作品を描く過程で用いたすべての線(ストローク)の幾何的情報を記録している。

そこで、本研究ではストロークの形状に着目し、形状の質的評価の可能性を探究することを目的とする。その基礎的検討として、本稿では、自己組織化マップ (Self-Organizing Map: 以下 SOM)を用いたストロークの分類について述べる。

2. 解析手法

2.1 自己組織化マップ

自己組織化マップ (Self-Organizing Map: 以下 SOM) は教師なし学習を行う位相保存写像である。SOM の基本的な運用は、高次元の観測データセットを、データ分布の位相的構造を保存しつつ低次元空間へ写像する。このとき、2次元空間へ写像する場合はデータ分布がマップ (topographic map) のように可視化される。このマップをデータマイニングに用いる。

2.2 解析対象となるデータ

本研究で解析対象とするデータは、先行研究のシステム上に蓄積されている 841 ドローイングのプロ

セスデータの内の、不適切データを解析対象から除外した 800 ドローイングを解析対象とした。

2.3 予備対象

SOM によるストローク分類の予備解析として、学習者 3 名 (以下、A さん、B さん、C さん) と、指導者 1 名の計 4 名のドローイングのプロセスデータを取り上げる。ドローイングは、紙箱と紙袋をモチーフとしており、学習者は各モチーフ 3 回分、指導者は 1 回分のデータである。紙箱 1 回目のドローイングが初回学習データ、紙袋 3 回目 が最終回学習データとなる。ただし、C さんは紙袋のデータが 2 回分であったため、紙箱データのみ用いる。

2.4 入力データの生成

ストロークデータを SOM 解析に適する形式とするため、変形を施した。本研究では、採用したデータを、回転・補完・平行移動と拡大・2 値化の 4 ステップで変形をおこなった。

2.5 SOM への入力

SOM によるマップ生成時には、学習者毎に、各モチーフ 3 回分のデータを学習させた。これを学習者数・モチーフ数繰り返した。その後、各学習済みマップに、そのマップ生成に用いた学習者データと、

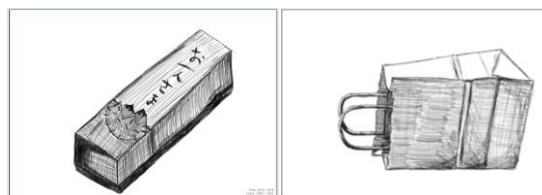


図 1：学習者のドローイング作品の例

表 1：紙箱モチーフのバリエーション率

| マップ生成データ | 生成したマップに入力したデータ[%] | | | |
|----------|--------------------|-----|-----|-----|
| | 1回目 | 2回目 | 3回目 | 指導者 |
| Aさん | 85 | 86 | 78 | 37 |
| Bさん | 92 | 82 | 78 | 49 |
| Cさん | 77 | 71 | 68 | 44 |

表 2:紙袋モチーフのバリエーション率

| マップ生成データ | 生成したマップに入力したデータ[%] | | | |
|----------|--------------------|-----|-----|-----|
| | 1回目 | 2回目 | 3回目 | 指導者 |
| Aさん | 77 | 80 | 85 | 36 |
| Bさん | 75 | 88 | 72 | 33 |

未学習な指導者データを1ドローイング単位で入力し、その結果を記録した。

3. 解析結果と考察

3.1 解析結果

本研究では、個々のドローイングにおける学習済みマップへの入力結果を、当該ドローイングで用いられたストロークのバリエーション率としてとらえる。バリエーション率は、低いほど同形状のストロークが用いられていることを示す。バリエーション率は、学習済みマップに当該ドローイングの全ストロークを入力した際の、二次元空間における座標(以下BMU)の種類数を分子とし、当該ドローイングに含まれる総ストローク数を分母として表す。予備解析で得られたバリエーション率を表1(紙箱)と表2(紙袋)に示す。

3.2 考察

表1の結果から、1回目よりも3回目のバリエーション率が低下する傾向が確認できる。表2でバリエーション率の低下が顕著ではないのは、学習が進み、各自のドローイングで用いるストロークの形状が一定の範囲に収まっていることが考えられる。

また、指導者のバリエーション率は各学習者よりも低い。このことは、指導者が同モチーフのドローイングで用いるストローク形状が、学習者と比較して同形状のものが多くを示している。

さらに、学習者のドローイングを学習済みのマップにおいて、学習者ストロークのBMU(学習者BMU)と指導者ストロークのBMU(指導者BMU)を比較した。そこで、指導者BMUと一致しない学習者BMUに割り当たった学習者ストロークの形状を確認した。これらのストローク形状の一例を図1に示す。ドローイング指導者へのヒアリングから、図1のような複雑な形状のストロークはドローイング学習においては、修正を求めるような指導の対象となるという。

一方、指導者BMUと一致しない学習者BMUに割り当たった学習者ストロークには、単純な形状と判断されるストロークも確認された。これらは、回

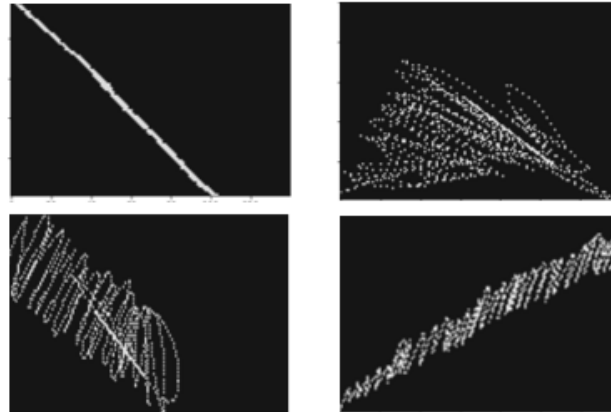


図 2：指導者 BMU と一致しない学習者 BMU に割り当たったストローク形状の例

転させると他の学習者ストロークや指導者ストロークと同一の BMU となる可能性が考えられる形状であった。

3.3 予備解析のまとめ

6.2.から、SOMによるストローク解析において、以下の2点をドローイングの成長を示す指標として検討する意義を見出した。

- ストロークのバリエーション率の減少。
- 指導者 BMU と異なる BMU に割り当たるストローク数の減少。

4. おわりに

本研究の目的は、ドローイング学習の成果を定量的に評価するための指標の具体化である。本稿では、学習者と指導者のストロークを SOM によって分類した結果を示し、成長指標としての可能性を考察した。今後は、6.の仮説を検証するために、以下の2点を目標として研究を進める。

- 解析に用いるデータ数を増やし、ストロークのバリエーションの減少に有意差があるかどうか、検定できるようにする。
- 大きさだけでなく、向きにも依らない分類をおこなえる方法を模索する。

謝辞 日本外国語専門学校留学科海外芸術大学留学コースの教員と学生の皆様に感謝を表す。

参考文献

- (1) Takashi Nagai, Mizue Kayama, Kazunori Itho, "A Drawing Learning Support System based on the Drawing Process Mode", *Interactive technology and Smart Education*, 11(2):146-164 2014(Apr.)
- (2) アノトマクセル(株), "アノトデジタルペン", <http://functionality.anoto.co.jp/cldoc/ajp31.htm>
- (3) 古川徹生, "自己組織化マップ入門", 九州工業大学大学院生命体工学研究科, 2017.
- (4) Peter Wittek, "Introduction — Somoclu 1.7.5 documentation", <https://somoclu.readthedocs.io/en/stable/>

Physical Walk と Concept Walk を実現する VR 型史跡探索学習支援システム

VR-based Learning Support System Whereby Learners Can Explore Historical Sites via Spatial and Conceptual Relations

松浦 碧^{*1}, 林 佑樹^{*2}, 瀬田 和久^{*2}Aoi MATSUURA^{*1}, Yuki HAYASHI^{*2}, Kazuhisa SETA^{*2}^{*1}大阪府立大学 現代システム科学域^{*1}College of Sustainable System Sciences, Osaka Prefecture University^{*2}大阪府立大学大学院 人間社会システム科学研究科^{*2}Graduate School of Humanities and Sustainable System Sciences, Osaka Prefecture University

Email: matsuura@ksm.kis.osakafu-u.ac.jp

あらまし：歴史学習では、暗記に留まらない人物・出来事・史跡などの有機的な繋がりの理解や、史跡の外観・スケール・位置関係などの実感を伴う学びが望ましい。一方、教科書を用いた学びだけでこれを実現することは難しい。本研究では、疑似的な史跡探索（Physical Walk）と関連語句を辿る探索（Concept Walk）の往還による学習者の没入感と主体性の両立を目的とした史跡探索学習支援システムを提案する。

キーワード：探索学習，歴史学習，Virtual Reality，空間的繋がり，意味的繋がり

1. はじめに

アクティブラーニングでは、学習者が興味・関心を持ち粘り強く取り組む「主体的な学び」と、人との対話を手掛かりに考えを広げ深める「対話的な学び」、知識を相互に関連付けてより深く理解して、整理して考えを精緻化する「深い学び」を実現することが望ましい⁽¹⁾。歴史学習においてこのような学びを実現するためには、学習者が人物や出来事、史跡などの関係性を理解し知識を深めるとともに、歴史の世界に没入し、歴史に対する興味・関心を広げながら学べることが望ましい。さらに他の学習者と互いに関わりながら考えを深められることが望ましい。

一方で、平面的なメディアである教科書を用いる学びでは、文章や図解等の表現可能な情報に限りがあるため、史跡の外観や位置関係等を空間的で立体的な感覚を伴った理解に至ることは難しい。また文章による一次的な説明により、多くの語句を構造的に関連付けながら学ぶことは容易ではない。

本研究では史跡探索と関連語句探索により、以上の困難性を低減し、空間的繋がり探索（Physical Walk）と意味的繋がり探索（Concept Walk）を両立した没入型史跡探索を実現するシステムを提案する。

2. アプローチ

Physical Walk と Concept Walk を実現するために、本研究では Virtual Reality (VR) 技術を活用する。

2.1 Physical Walk と Concept Walk

(A) Physical Walk：歴史を学ぶ場に没入的に身をおくことができれば、様々な興味・関心が喚起されるとともに、主体的学びを駆動する学習資源としての疑問の誘発が期待され、歴史探索の意欲も高まると考えられる。一方で、実際に史跡を探索する機会は多くない。そこで VR での疑似的な史跡探索を実現する。本研究ではこれを Physical Walk と呼称し、史

跡の立体的情報や史跡群の位置関係を認識できる探索の仕組みを実現する。

(B) Concept Walk：史跡やこれに関連する人物、史実をシステムが捉え、これらの繋がりを可視化して表示できれば、知識を相互に関連付ける深い学びに資すると考えられる。この関連事項を探索する活動を本研究では Concept Walk と呼称する。このとき、関連語句を辿った経路を表示し、経路を往来できるようにすることで、多方向への意味的繋がり理解を促進する。また、学習者が選択した語句の詳細情報を提示することで、学習者の興味・関心を喚起し、これに駆動される主体的な学びの促進を目指す。

2.2 Physical Walk と Concept Walk の往還

Physical Walk と Concept Walk の往還により学習者の興味に追従した深い学びの機会を創出できることが望ましい。例えば、法隆寺を探索している学習者に (Physical Walk)、法隆寺に関する関連語句を提示することで、聖徳太子が建立した寺であることや、彼が母後の為に創建した尼寺として中宮寺があることを理解した上で (Concept Walk)、中宮寺は今いる法隆寺の近くにあるので訪れてみる (Physical Walk)、といった往還を支える仕組みを考える。

3. VR 型史跡探索学習支援システム

Physical Walk と Concept Walk を両立する VR 型史跡探索学習支援システムを開発した。本システムは Unity 上で Wikidata Query Service (WDQS)⁽²⁾、Google Street View Static API⁽³⁾を利用する。Wikidata はプロパティと値から成り、WDQS で条件を指定し一致した情報を取得する。学習者は Oculus Rift を着用して本システムを利用できる。

3.1 初期設定画面

システム起動時に学習者は、学習開始画面で興味

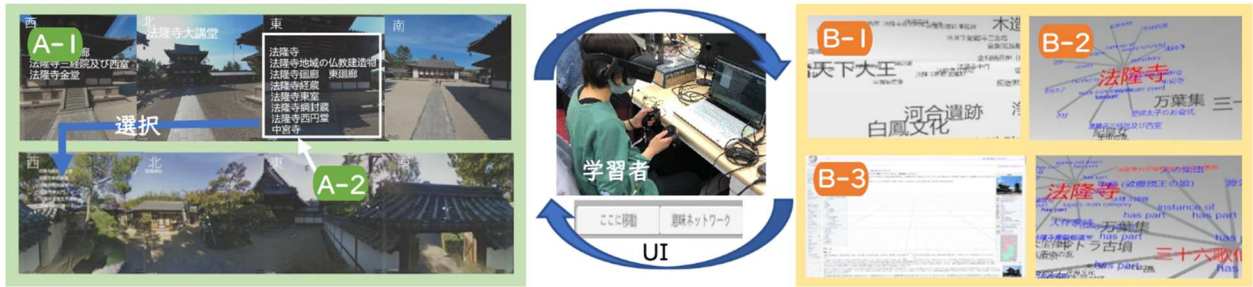


図1 VR型史跡探索学習支援システム

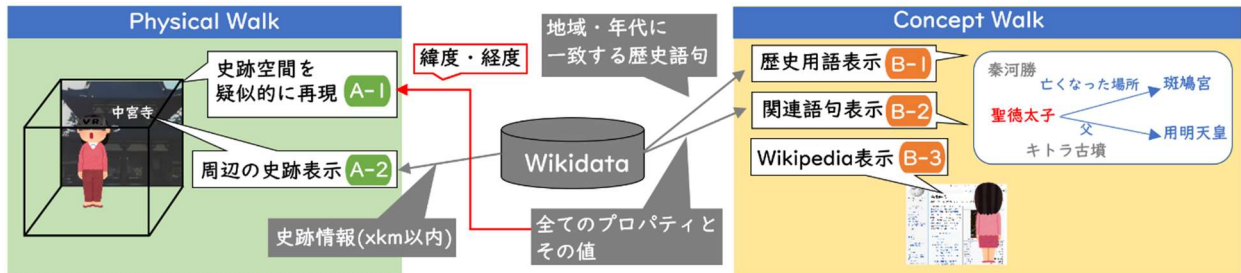


図2 Physical Walk と Concept Walk

のある地域・年代を選択する。選択された条件に合致する歴史用語がVR空間上に表示され(図1(B-1)), 学習者はコントローラで興味のある用語を選択できる。システムは、学習者が選択した地域・年代に一致している歴史用語をWDQSから取得し、得られたデータをVR空間に配置する(図2(B-1))。

3.2 Physical Walkの実現

3.1節で表示された歴史用語の中から学習者が史跡を選択した場合、Physical Walkモードに移行する(図1(A-1))。探索を通して学習者は、史跡の規模感や雰囲気、周辺史跡との位置関係や周辺地理情報などを観察しながら歴史の興味・関心を広げていくことができる。システムは、学習者が選択した史跡の緯度・経度情報をWikidataから取得し、Google Street View Static APIで東西南北+上下画像を取得する。これをVR空間に配置することにより疑似空間を再現している(図2(A-1))。周辺の史跡情報はWDQSから一定距離以内に存在するものを取得し、史跡がある方向空間に史跡名が表示される(図2(A-2))。

3.3 Concept Walkの実現

3.1節で表示された歴史用語の中から、学習者が選択した用語と、これに関連する語句が可視化表示される(図1(B-2))。学習者はコントローラで関連語句を辿ることができ、辿った語句の文字色が変わることによってその経路を確認できる。ここで語句を選択した場合、当該Wikipediaのページを確認できる(図1(B-3))。この探索活動により、語句間の意味的な関係性を理解しながら興味ある語句の理解を促すことを意図している。システムは、学習者が選択した語句の全てのプロパティと値をWDQSにより取得し、これに基づき関連語句を可視化している(図2(B-2))。この中から選択された語句のWikipediaのページを仮想ブラウザに表示する(図2(B-3))。

3.4 Physical Walk と Concept Walk の往還支援

学習者はPhysical Walk(3.2節)とConcept Walk(3.3節)間をUI上で切り替えながら探索できる。上記の往還を通して、双方に関連付けた学びが可能になる。このときシステムはConcept Walk上で取得した情報の中の緯度・経度情報をPhysical Walkに渡し、双方のモード連携を実現している(図2)。

4. 動作確認とアンケート結果

本研究で構築したシステムを4名の大学生に使用してもらい動作確認を行った。その結果、4名とも意図した動作の実現を確認した。事後アンケートを行った結果、「Concept Walkでは関連語句が表示され興味が広がった」、「Physical Walkでは社会科見学のような感覚で学習できた」、「周辺史跡の表示で知らない場所があり興味の幅が広がった」といった、本システムが狙いとする肯定的な意見が挙げられた。一方で、「操作が複雑で難しい」、「カーソルを動かすににくい」などユーザビリティの改善点も挙げられた。

5. まとめと今後の課題

本研究では、Physical WalkとConcept Walkを両立した没入型史跡探索システムを開発した。今後の課題として、ユーザビリティの向上が挙げられる。

参考文献

- (1) 文部科学省：“小・中学校新教育課程説明会（中央説明会）における文部科学省説明資料”，https://www.mext.go.jp/a_menu/shotou/new-cs/1396716.htm (2017)
- (2) Wikidata Query Service : <https://query.wikidata.org/> (参照 2022. 2. 7)
- (3) Google Maps Platform: Street View Static API : <https://developers.google.com/maps/documentation/street-view/overview> (参照 2022. 2. 7)

大学連携で取り組む地域協働学習による情動知能の変化

Changes in Emotional Intelligence through Community Cooperative Learning in Fukui Academic Alliance

田中 洋一^{*1}, 山川 修^{*2}
 Yoichi TANAKA^{*1}, Osamu YAMAKAWA^{*2}
^{*1} 仁愛女子短期大学
^{*1} Jin-ai Women's College
^{*2} 福井県立大学
^{*2} Fukui Prefectural University
 Email: you@jin-ai.ac.jp

あらまし：福井県の大学が連携して取り組む地域の問題解決のための授業では、エンゲストロームの探求的学習をベースとして、「問いを立てる」ためにデザイン思考、「関係性を創る」ためにリーダーシッププログラムを組み合わせて授業設計を行っている。2021年度授業では、内発的動機づけ尺度の低位尺度である有能感と有能欲求が5%有意で向上した。本稿では、情動知能の尺度である日本語版 WLEIS の変化に関して報告する。

キーワード：大学連携，地域協働学習，デザイン思考，情動知能，内発的動機づけ

1. はじめに

筆者らは、福井県の高等教育機関が連携した FAA（ふくいアカデミックアライアンス）科目として、福井県立大学「地域社会とフィールドワーク A：地域課題にデザイン思考で取り組む」（以下、本科目と記す）を開講・運営している。本科目では、エンゲストロームの探求的学習をベースとして、「問いを立てる」ためにデザイン思考、「関係性を創る」ためにリーダーシッププログラムを組み合わせて授業設計を行っている。OECD はラーニング・コンパス 2030 において、変革を起こすために目標を設定し行動する能力「エージェンシー」を提唱し、それを発達させる一つとして、社会情動的スキルをあげている。社会情動的スキルは、Goleman がいう EQ（情動知能）の「5つの側面（自己認識、自己統制、意欲、共感、社会的能力）」と重なる点が多い。本稿では、2021年度授業設計及びその評価、特に情動知能の変化に関して報告する。

2. 授業設計

本科目は後期5日間（土曜や日曜等）の集中講義であり、坂井市竹田地区を舞台として PBL（Project Based Learning）を実施した。履修者は4大学23名であり、4チームに分かれて授業に取り組んだ。また、科目「ファシリテーション応用 C」を履修する学生1名がファシリテーターとして参加する。例年との変更点は下記の3点である。①例年1日目に実施していた事前学習（発想法演習、デザイン思考ミニワーク）を PBL に埋め込んだ。②1日目に希望学生は竹田地区の旅館に宿泊する等、1日目から2日目にかけてのフィールドワークを充実させた。③デザイン思考のインストラクションを見直した。

2.1 授業スケジュール

1日目：10/30（土）10:00～17:00

@竹田コミュニティセンター

- オリエンテーション
- チームビルディング（アイスブレイク、リーダーシップ目標設定、質問ワーク）
- 問題提起
- フィールドワーク体験&インタビュー
①まるそば作り，②竹田伝統料理，
③獣害管理現場，④竹田の森林案内
- 振り返り

2日目：10/31（日）10:00～17:00

@竹田コミュニティセンター

- 問題提起の再定義
「竹田の人々が幸せになるような地域の資源利用の仕組みを考える」
- フィールドワーク散策&ランチ
①谷口屋（油揚げ），②鈴廻園（ハーブ），
③溪流（ジビエ），④千古の家（蕎麦）
- 問題定義，発想法
- 振り返り

3日目：11/14（日）9:30～17:00

@F スクエア（アオッサ）

- 問題定義
- 創造（なぜ、もし、どうしたら）
- プロトタイプ
- テスト
- 振り返り

4日目：11/20（土）9:30～17:00

@F スクエア（アオッサ）

- プロトタイプ+テスト
- 寸劇指導
- 振り返り

5日目：11/27（土）10:00～17:00

@竹田コミュニティセンター

- 寸劇の練習
- 竹田地区の方への寸劇によるプレゼン
- ワールドカフェ
- 振り返り

2.2 振り返り

毎回、最後に30分程度の振り返り（SBIフィードバックの共有→URシートの記述）を実施した。SBIフィードバックは、どんな状況（Situation）で、相手のどんな行動（Behavior）が、自分にどのような影響（Impact）を与えているかを、フィードバックするものである。URシートは、ALACTモデル⁽¹⁾を参考として①～④の順に振り返るように設計した⁽²⁾。

- ① 今日の活動の中で、驚き、興味、不満、不安、違和感、等は感じましたか？
- ② それらの経験から何がわかりますか？
また、あなたにとって、それはどういう意味を持ちますか？（発見）
- ③ 発見を活かすために、考えられることは何かありますか？
- ④ 次回、変えてみようと思うことはありますか？

3. 心理尺度によるプログラム評価

3.1 情動知能の分析

本科目1日目終了時と5日目終了時に、情動知能の尺度である日本語版 WLEIS⁽³⁾を用いて調査した。日本語版 WLEIS は、「自己の情動評価」「他者の情動評価」「情動の利用」「情動の調節」という4つの下位尺度に分かれる。本尺度は16項目を7件法で回答しており、両方に回答した有効回答数は23名である。下位尺度4つとも正規性が認められたため、t検定を用いたところ、「自己の情動評価」「他者の情動評価」「情動の利用」は1%有意で向上した(表1)。

表1 情動知能の分析：平均（標準偏差）

| | 自己の 情動評価 | 他者の 情動評価 | 情動の 利用 | 情動の 調節 |
|-----|------------------|------------------|------------------|----------------|
| 1日目 | 19.1 (3.93) | 19.4 (2.97) | 16.7 (4.05) | 18.6 (4.27) |
| 5日目 | 21.4** (4.51) | 20.9** (3.23) | 18.9** (4.30) | 20.0 (4.44) |

$n=23$, ** $p<0.01$

3.2 内発的動機づけとの相関

自律的学習者の特質として重要な内発的動機づけに関する理論に自己決定理論がある。本研究では、有能感、有能欲求、自己決定感、自己決定欲求に関する大学生用の尺度「自己決定とコンピテンスに関

する大学生用尺度」⁽⁴⁾を用いて、本科目前後の内発的動機づけを測定した結果、有能感及び有能欲求が5%有意で向上し、自己決定感及び自己決定欲求は有意差がなかった⁽⁵⁾。5日目終了時における情動知能「自己の情動評価」「他者の情動評価」「情動の利用」「情動の調節」と、内発的動機づけ「有能感」「有能欲求」「自己決定感」「自己決定欲求」の相関を分析した結果、自己決定感は、「情動の利用」と1%有意、「情動の調節」と5%有意で相関があった(表2)。

表2 情動知能と内発的動機づけの相関

| | 自己情動評価 | 他者情動評価 | 情動の利用 | 情動の調節 | 有能感 | 有能欲求 | 自己決定感 | 自己決定欲求 |
|--------|--------|--------|--------|-------|-------|-------|--------|--------|
| 自己情動評価 | - | 0.28 | 0.17 | 0.46* | -0.12 | 0.05 | 0.08 | 0.17 |
| 他者情動評価 | 0.28 | - | 0.30 | 0.17 | -0.25 | 0.38 | -0.03 | 0.22 |
| 情動利用 | 0.17 | 0.30 | - | 0.44* | 0.39 | 0.08 | 0.61** | 0.34 |
| 情動調節 | 0.46* | 0.17 | 0.44* | - | 0.28 | -0.16 | 0.42* | 0.22 |
| 有能感 | -0.12 | -0.25 | 0.39 | 0.28 | - | 0.29 | 0.49* | 0.21 |
| 有能欲求 | 0.05 | 0.38 | 0.08 | -0.16 | 0.03 | - | 0.11 | 0.48* |
| 自己決定感 | 0.08 | -0.03 | 0.61** | 0.42* | 0.49* | 0.11 | - | 0.63** |
| 自己決定欲求 | 0.17 | 0.22 | 0.34 | 0.22 | 0.21 | 0.48* | 0.63** | - |

$n=23$, *5%有意, **1%有意

4. おわりに

2021年度の授業設計に対する各教員の主観的評価は、上手くいったという意見が多かった。今後、他の心理尺度やURシートを分析し、学習効果を明らかにしていきたい。

謝辞

本科目は、福井県立大学の石丸香苗氏、仁愛大学の江南健志氏、福井高専の長水壽寛氏と共に運営した。特に、石丸氏には竹田地区とのコーディネートに尽力いただいた。本研究は、JSPS 科研費 JP 19K03100, 20H01727, 21K18516 の助成を受けた。

参考文献

- (1) コルトハーヘン：“教師教育学”，学文社，東京（2010）
- (2) 田中洋一ほか：“ディープ・アクティブのための問いと関係性のデザインと実践Ⅱ”，日本教育工学会研究報告集，17(1)，pp.709-714（2017）
- (3) 豊田弘司ほか：“日本版 WLEIS（Wong and Law Emotional Intelligence Scale）の作成”，奈良教育大学教育実践総合センター研究紀要，20 巻，pp.7-12（2011）
- (4) 桜井茂男：“自己決定とコンピテンスに関する大学生用尺度”，奈良教育大学教育研究所紀要，Vol.29 pp.203-208（1993）
- (5) 田中洋一，山川修：“大学連携で取組む地域の問題解決のための授業設計と評価”，日本教育工学会研究報告集，2022 巻 1 号【掲載予定】（2022）

SEL 観点からの哲学対話実践報告

Report of philosophical dialogue
from the point of view of Social and Emotional Learning藤平 昌寿^{*1}Masatoshi FUJIHIRA^{*1}^{*1} 帝京大学, ^{*2} 放送大学大学院^{*1}Teikyo University, ^{*2}The School of Graduate Studies, The Open University of Japan

Email: mail@fujipon.com

あらまし：前々稿・前稿と、哲学対話に関する発表を行った。2021年開催の第46回大会プレカンファレンス「SEL (Social and Emotional Learning) の高等教育への適応」において、哲学対話の体験を筆者のファシリテートにより実施した。この実践を SEL の観点も含めながら振り返りたい。

キーワード：対話、哲学、コミュニケーション支援、協調学習、グループ学習

1. はじめに

筆者はこれまでの本大会において、対話 (dialogue) に関するプレカンファレンス・企画セッションに参加してきた。その縁から、2021年開催の第46回大会プレカンファレンス「SEL (Social and Emotional Learning) の高等教育への適応」において、哲学対話の体験を筆者のファシリテートにより実施した。この実践を SEL の観点も含めながら振り返りたい。

SEL では、育むべき能力として、以下の5つを挙げている。

- ① Self Awareness (自己の理解)
- ② Self Management (セルフマネジメント)
- ③ Social Awareness (社会や他者の理解)
- ④ Relationship Skill (対人関係スキル)
- ⑤ Responsible Decision Making (責任ある意思決定)

哲学対話については以前の拙稿⁽¹⁾⁽²⁾でも触れているので、ここでは省略する。なお、大会全体がオンライン開催であったため、本プレカンファレンスもオンラインにて実施した。哲学対話を行う際のルールとしては、以下の項目を予め提示している。

- ・ 何を言っても良い
- ・ 他人を否定しない、茶化さない
- ・ ただ聞いているだけでも良い
- ・ お互いに問いかけてみる
- ・ 知識ではなく、自分の経験で話す
- ・ 結論が出なくても、意見が変わっても OK!
- ・ 分からなくなってもいい
- ・ 参加者は全員平等
- ・ 小学生にも分かる言葉で話す
- ・ 話せる人は一人ずつ

2. 対話の実践

2時間 50分の時間の中、大きく2回の対話セッ

ションを実施した。初めに筆者より哲学対話や前述のルールについての説明、参加者の自己紹介を経て、第1セッションは参加者内の提案から「対話で争いは回避できるか？」というテーマで対話を開始した。対話初期段階での主な意見は以下の通り。

- ・ 「話し合いの質によるのでは？」
- ・ 「共感とか前提、ルールによって変わる？」
- ・ 国レベルの話がいくつか出る
- ・ 「そもそも、争って何？ 平和って何？」
- ・ 「夫婦・兄弟・親子でも争いは起きるよね？」
- ・ 「夫婦って、元々好き同士という前提がある。」
- ・ 「価値観の違いでは？」
- ・ 「争いになるまでのコミュニケーションの量や質による？」

これらの意見に対する、あるいは付随・発展する意見として、主に以下の意見が提示された。

- ・ 「これまでの話で、争って悪の部分が必要しも 100%では無い気がする」
- ・ 「暴力が無ければ、平和では？」
- ・ 「肉体的だけではなく、言葉の暴力もある。」
- ・ 「相手に苦痛を与えるのが争いでは？」
- ・ 「良いストレス・悪いストレスがあると思う」
→「これはどちらにもなり得る。行ったり来たり出来る」→「SEL ではこの幅を広げる？」

更に後半では、少し違う方向での意見や話題も提供された。

- ・ 「大学の授業で合意形成 WS をしている」→「正解は無い」「多数決は×」「少数意見を聞こう・大事にしよう」→「どうしても正論をぶつけ合う場面が出てくる」→「正論でも反論でも一旦受け止めよう」
- ・ 「正論同士のぶつかり合いも、互いに"自分が

正しい"と"思"って"言"っている、すなわちそれぞれの"正義"。前段の"相手に苦痛を与える"ための争いというの、そんなこと思っていない可能性もある"→"「いったん受け止めるというの、最初の"共感"に通ずるものがある」

- ・ 「共感を得るためには、"理解してもらえた上での話し合い"が必要"→"「小学生にも分かるように話す"は大事」

3. リフレクション

第1セッションを終了し、参加者による感想をシェアした。特に対話の前後の自身の変容に着目しながらアウトプットしてもらった。感想の後の丸数字は前述のSELの5能力のどの部分に関連するのかわを示した。

- ・ 「言語化することによってクリアになった」①②
- ・ 「争いやストレスの見方が少し変わった、その先の考え方が変わった」③
- ・ 「具体化できた。相手を理解できないと難しい」①③
- ・ 「良い方向の争いもある」③
- ・ 「相手が苦痛を感じると争いになる」③⑤
- ・ 「国家間でも対話できそう」④⑤
- ・ 「ジレンマを与えるWSをさせたくない。学生を社会に出した際にどうなるのか？どうするのか？が気になる。」④⑤
- ・ 「論としての"正論"は、一本の槍でしか無いと感じた」③④
- ・ 「身近な視点の方が分かりやすい。教育への活かし方が大事。もやもやした方が居たのはgood!」①②
- ・ 「無理やり結論を出す必要は無い。」②③

4. 教育やSELへの活用

続く第2セッションでは、本プレカンファレンスの題目に関連し、「対話を教育やSELに活かすには？」をテーマとして対話した。近似的意見をグルーピングして示す。前項同様、SEL5能力の関連部分を丸数字にて示す。

トレーニングについて

- ・ 「対話もトレーニングだと思う」③④
- ・ 「トレーニングって何の？」→「主に"言語化"だと思う」①
- ・ 「トレーニングは態度が変わっていくことも含まれそう。特に"正しいことを言わなければいけない"プレッシャーからの解放。」①②

"価値観の違い"について

- ・ カナダでの例「間違ってもOK」③④
- ・ 「高学年になると発言しなくなる」③④
- ・ 気象分野の参加者「気候変動の解決には、様々

な方法や解があるが、互いに主張だけしてしまふ。」④⑤

- ・ SDGs教育の例「フィリピンの現状を知る授業」③⑤

質問する=恥ずかしい？

- ・ 「哲学対話のようなルールの枠の中での対話トレーニングで、前述の"プレッシャーから解放"が出来るのでは？」①④
- ・ 「それが"楽しい"に昇華できればより良いのでは？」①②

問いの"レイヤー"について

- ・ 争いについて、国レベルだと「高次」。家族レベルは「低次」。低次の方が身近、誰にでも分かりやすい。=小学生にも分かる概念④⑤
- ・ 質問ワークでは「チャックアップ」「チャックダウン」という。チャックダウン=自分事にする③④

5. 考察・まとめ

これまで挙げた通り、短時間での対話を体験するだけでも、SEL能力全般にわたる向上を期待することができよう。

哲学対話や哲学カフェについて、渡辺ら(2017)⁽³⁾は「哲学対話では、知的安心感(intellectual safety)のある場の設定が重要であり、哲学対話を行うことで、学習者にとって安心安全な学習コミュニティを形成できる可能性がある」と述べ、西塚ら(2021)⁽⁴⁾は、「高等教育における学習支援型哲学カフェは、専門的資本の成熟として理解されるコミュニティの成長を通じて、個を成長させていく場である」と述べている。

これらのことから、「安心して話したり聞いたりできる」コミュニティでの対話は、コミュニティ全体だけでなく、個々の参加者のSELを通じた能力向上が期待できると考えられる。それはまさに「答えのない問い」に向かっているだけの能力とも言えるかもしれない。

本稿執筆にあたり、当該プレカンファレンスのオーガナイザ・参加者の皆さまに感謝申し上げます。

参考文献

- (1) 藤平昌寿：対話型コミュニケーションにおける意識変化の調査手法に関する考察2,教育システム情報学会第44回全国大会発表論文集, pp.197-198, 2019
- (2) 藤平昌寿：オンライン・オフライン哲学対話の実践報告,教育システム情報学会第46回全国大会発表論文集, pp.51-52, 2021
- (3) 渡辺博芳,山根健,江口建：「哲学対話」の手法によるクラスミーティングの試み,帝京大学ラーニングテクノロジー開発室年報第14巻, 2018
- (4) 西塚孝平,佐藤智子：学習支援としての哲学対話実践の可能性ー哲学カフェ「かんがえるソファ」を事例に一,東北大学高度教養教育・学生支援機構紀要, Vol.7, pp191-204, 2021

ライフデザイン・ポートフォリオプログラムの 学習者特性による効果の違い

Differences in Effectiveness of the Life-design Portfolio Program by Learner Characteristics

山川 修

Osamu YAMAKAWA

福井県立大学 学術教養センター

Center for Arts and Sciences, Fukui Prefectural University

Email: yamakawa@fpu.ac.jp

あらまし: 社会情動的スキル向上を目指した授業の中で、大学生活の核心を受講生がペアになって探求するライフデザイン・ポートフォリオの実習を行っている。本論文では、ライフデザイン・ポートフォリオプログラムによる主観的効果が、学習者が感じるポジティブ感情とネガティブ感情の割合（感情極性）により違いがあることを報告し、その元にあるものが何かを考察する。

キーワード: ライフデザイン・ポートフォリオ、学習者特性、感情極性、社会情動的スキル

1. はじめに

大学1年生向けの初年次教育の中で、実習中心の社会情動的スキル向上を目指したプログラムを実施している。この授業では、前半はマインドフルネスを中心として自分自身を知る実習、後半は筆者が開発したライフデザイン・ポートフォリオ⁽¹⁾という大学生活の核心を受講生がペアになり探求する実習を実施している。また、自分の感情を観察してもらうため、毎日、自分が感じたポジティブ感情とネガティブ感情の割合を記録してもらっている。

2022年3月のJsISEの研究会では前半部分のマインドフルネスの主観的効果が、学習者が日々感じるポジティブ感情とネガティブ感情の割合（感情極性）により違っていることを報告した⁽²⁾。本報告では、後半のライフデザイン・ポートフォリオの実習における主観的効果も、感情極性により違っていることを報告し、その元になにがあるかを考察する。

2. 社会情動的スキル向上の授業

今回分析したのは、本学の主に1年生が受講する教養ゼミという科目の中で「幸せになろう」というタイトルで開講している授業である。本研究では2021年度後期の授業を分析したが、28名の受講生であった。

この授業構成は表1のとおりである。このうち、1回から8回までが前半のマインドフルネスを中心として自分自身を知る部分、9回から13回までが自分にとっての大学生活の核心に関して、ライフデザイン・ポートフォリオを書きながら探求する部分である。そして最後の2回（14回、15回）は、全体の振り返りのための時間となっている。

前半部分のマインドフルネスを中心とする実習で、学習者特性により主観的効果にどのような違いがあったかについてはすでに発表済みなので、本論文では、後半のライフデザイン・ポートフォリオの主観

的効果に絞って報告する。表1で網掛けがしてあるところが該当部分である。

表1 授業構成

| 回 | 授業内容 |
|----|-----------------------|
| 1 | オリエンテーション |
| 2 | 呼吸瞑想 |
| 3 | ヨガ瞑想 |
| 4 | マインドフル・リスニング |
| 5 | ボディ・スキャン+歩く瞑想 |
| 6 | ジャーナリング |
| 7 | 他者共感と自己共感（NVCの手法を使って） |
| 8 | 慈悲の瞑想 |
| 9 | 傾聴（ピア・メンタリング）の練習 |
| 10 | 自分が求めているものの探究 |
| 11 | 大学生活の核心をつかむ |
| 12 | 核心に沿った目標設定 |
| 13 | ライフデザイン・ポートフォリオのお披露目 |
| 14 | ワールドカフェによる振り返り（その1） |
| 15 | ワールドカフェによる振り返り（その2） |

3. ポジティブ感情とネガティブ感情

受講生に毎日自分が感じた感情に意識を向けもらうため、バーバラ・フレドリクソンが提唱しているポジティブ感情（P感情）とネガティブ感情（N感情）の測定方法⁽³⁾に基づいて測定して、実践記録シートという形で1週間に1度提出してもらった。この方法では、10種類のP感情と10種類のN感情

を、毎日それぞれの程度感じたかを記録していく。そして、2種類の感情の値の1週間の平均値をとり、その週のP感情とN感情とする。ただ、フレドリクソンの方法では、P感情の値をN感情の値で割ったものを感情の状態としていたが、これだとN感情の値が小さくなるとこの比率の値が極めて大きくなってしまふ。そのため、本研究では、以下の定義を行い-1~1までの数値をとる感情極性として感情の状態を定義しなおした。このとき、-1はN感情だけでP感情が感じられていない状態、0はP感情とN感情が同程度に感じられている状態、1はP感情だけでN感情が感じられていない状態である。

◎感情強度 (f_i)

$$f_i = \frac{\sqrt{p^2 + n^2}}{\sqrt{p_{max}^2 + n_{max}^2}} \quad \text{ただし } 0 \leq f_i \leq 1$$

◎感情極性 (f_p)

$$f_p = \frac{4}{\pi} \left(\tan^{-1} \frac{p}{n} - \frac{\pi}{4} \right) \quad \text{ただし } -1 \leq f_p \leq 1$$

ただし、 p はP感情の、 n はN感情の1週間の平均値を示す。これらを図で示すと図1のようになる。

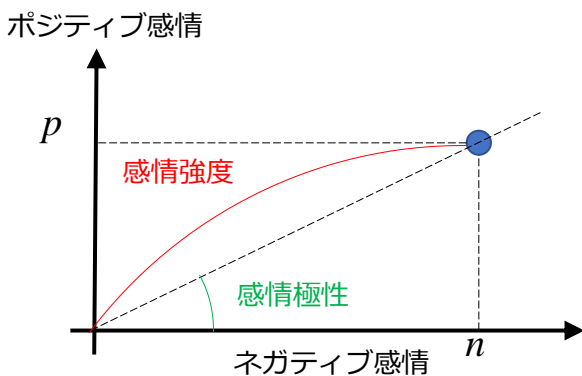


図1 感情強度と感情極性

4. 主観的効果

授業の後半が終了した時点で、個々の学習者にライフデザイン・ポートフォリオで変化があった点をレポートとして記述してもらっている。レポートは27名が提出したが、学習者特性を分析するための実践記録シートは15回の提出機会があったが、そのうち8回以上提出があった22名のレポートを分析対象とした。学習者特性は、感情極性 (f_p) を使い以下の3つの群に分ける。

低群 : $f_p < 0$

中群 : $0 \leq f_p < 0.4$

高群 : $0.4 \leq f_p \leq 1$

この3つの群で、レポートに書かれた変化した点(主観的効果)を見た場合、表2のようになる。

表2 学習者特性別の主観的効果

| 変化 | 低群(6) | 中群(9) | 高群(7) |
|-----------|---------|---------|---------|
| 自分を知る | 1 (17%) | 3(33%) | 4 (57%) |
| 目標の明確化 | 4 (67%) | 2 (22%) | 1 (14%) |
| 行動に変化 | 1 (17%) | 2 (22%) | 0 (0%) |
| 大切なモノの明確化 | 1 (17%) | 6 (67%) | 5 (71%) |
| 考え方の変化 | 0 (0%) | 1 (11%) | 1 (14%) |
| 動機が向上 | 2 (33%) | 0 (0%) | 2 (29%) |
| 意味を理解 | 2 (33%) | 2 (22%) | 2 (29%) |

この表から、低群と高群で20%以上の差がついた項目を抜き出すと、「自分を知る」「大切なモノの明確化」は高群が高く、「目標の明確化」は低群が高くなっている。(網掛け部分)

5. まとめと考察

感情極性の高群の学習者は低群に比べて、「自分を知る」「大切なモノの明確化」に意識があり、低群の学習者は目標の明確化に意識が向いているという結果になった。目標はライフデザイン・ポートフォリオの4回目で具体的に実施することであり、この点に低群学習者の意識はより多く向いている。自分を知ることはライフデザイン・ポートフォリオの実習を通してやっていることであり、大切なモノというのは、言い換えれば大学生活の核心とほぼ同じものとも考えることもできそうである。

意識の向け方として、高群の学習者は、どちらかという自分の内側に意識が向いていて、低群の学習者は、どちらかという自分の外側に意識が向いているとも考えられる。これら意識の向き方とP感情、N感情の感じやすさは、関係がありそうだが、ここでただちに結論を出すのは難しい。今後の研究の課題としたい。

参考文献

- (1) 山川修, "キャリア教育としてのライフデザイン・ポートフォリオ", 日本教育工学会 2019 年秋季全国大会講演論文集, pp.269-270. (2019).
- (2) 山川修, "社会情動的スキル向上プログラムにおける学習者特性による効果の違い", JSiSE-TR-036-06, pp120-126, (2022).
- (3) Barbara L. Fredrickson, "Positivity: Groundbreaking Research Reveals How to Embrace the Hidden Strength of Positive Emotions, Overcome Negativity, and Thrive", Crown Archetype, (2009).

ミニレポートの提出日を比較した学習解析

A Learning analysis comparing the submission dates of mini-reports

田中 雅章^{*1}, 奥原 俊^{*2}, 田村 禎章^{*3}
 Masaaki TANAKA^{*1}, Syun OKUHARA^{*2}, Sadaaki TAMURA^{*3}

^{*1} 四日市大学 環境情報学部

^{*1} Faculty of Environmental and Information Sciences, Yokkaichi University

^{*2} 三重大学大学院 工学研究科

^{*2} Graduate School of Engineering, Mie University

^{*3} ユマニテック短期大学

^{*3} Humanitec Junior College

Email: m-tnk@yokkaichi-u.ac.jp

あらまし：本稿では、コロナ禍におけるリモート授業に対応したモバイルによるミニレポート管理システムを実装した。学生は授業終了後にスマートフォンからミニレポートを毎回提出する。ミニレポート受付システムは24時間受け付けており受付時刻がタイムスタンプとしてミニレポートを蓄積する。

提出されたミニレポートの提出日と文字数との関係で有意差が認められた。当日もしくは翌日に提出した習慣のある学生のレポートは内容が充実しているが、提出日が不安定な学生は文字の分量が少なく内容も不自由分であった。この結果から、ミニレポートは次回の授業までに提出するのではなく、当日または翌日までに提出しないと授業内容を忘れてしまい内容の薄いレポートになってしまうことが示された。

キーワード：リフレクション活動, モバイル提出, 自動受付, 振り返り活動

1. はじめに

コロナ禍による流行は大学の授業に多大なる影響を与えた。これまでの対面授業から授業時間の短縮やリモート授業が行われた。旧来の対面授業が実施されていた時は、紙媒体によるリフレクション活動を活発に行っていた。しかし、非常事態宣言の発令により通常の対面授業が不可能になり、紙媒体によるリフレクション活動が実施できなくなった。そのため、学生の理解度に合わせて授業内容を軌道修正しながら授業を進める運用は不可能になった。

情報技術の進歩によりだれもがスマートフォンを所有できるようになった。スマートフォンは高性能化しながらもランニングコストが下がったことで、学生のスマートフォンの所有率は、ほぼ100%である。学生のスマートフォンをリフレクションの入力端末として活用することにした。

次に受付システムの実装であるが、情報技術の進歩によりクラウドサービスの機能が向上し実用に耐えられるようになった。これらを組み合わせることで短期間の開発期間でシステムの構築が可能である。その一例として、Google Form と Google Spreadsheet を連携させ、Google Spreadsheet に計算式やスクリプトでリアルタイムにミニレポートの受け付けや提出管理、文字数のカウント、提出遅れなどの管理システムの構築ができた。クラウドサービスを利用しているため、大学構内にサーバーを設置するわずらわしさとは無縁である。クラウドサービスを利用しているため、大学や自宅、出先からでも提出されたデータの確認やデータの修正が可能で、運用面の利便性が高い。本研究では Google Form と Google Spreadsheet で構築したミニレポートシステムを1年

以上運用し、学習解析した結果を報告する。

2. システムの概要と機能

実装したシステムを説明する。Google Form はスマホからデータを受け取ると学生へは入力確認メール、管理者へは提出通知のメールが届く。Google Form で受け取ったデータは、連携された Google Spreadsheet のシートに加えられる。ただ、2%程度の入力ミスがあるため、入力されたデータを確認と修正の必要がある。

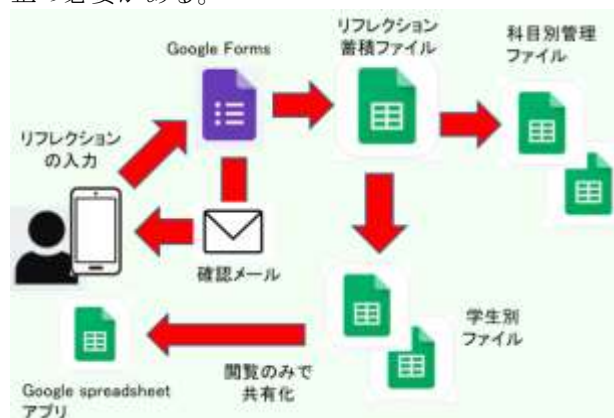


図1 実装システムの概要

入力ミスがある蓄積ファイルでは、後の処理で正確な集計ができない。その対策として、データを蓄積する Google Spreadsheet の「フォームの回答 1」シートに次に述べる論理チェック機能を追加した。

- 1.学籍番号：入力された学籍番号と登録済みの学籍番号と照合
- 2.名前：入力された名前と登録済みの学生名と照合

合

- 3.授業日：入力された授業日と登録済みの授業日と照合
- 4.重複提出：入力された重複提出した場合は、最終提出を優先
- 5.メールアドレス：入力されたメールアドレスと登録済みのメールアドレスと照合（学生から提出確認のメールが届かないとの訴えの原因はメールアドレスの入力ミスか、異なるFormへ提出していた）

また、公欠や欠席、忌引きの登録は管理者が「フォームの回答 1」シートへ直接入力することによって、未提出者との区別をしている。

学生から提出された蓄積ファイルが全データの基本となる。蓄積ファイルから、科目別管理ファイルおよび学生別フィードバックファイルの抽出と並べ替えが行われる。科目別管理ファイルは最新の提出コメント、学生の提出状況、提出されたレポートの文字数、提出遅れの日数が一覧で確認できる。従来の学生別リフレクション一覧表が作成される。

学生別フィードバックファイルは学生のスマホのGoogle スプレッドシートアプリから提出状況や提出した内容を一覧表で閲覧できるようになっている。

学生別フィードバックファイルは従来のリフレクションシートに代わるものである。学生が授業を受けることによって、何を学び考えたのかその経過が時系列で表示される。従来の紙ベースでは記入欄の制限のため入力できる文字数に制限があった。そのため詳細な文章を書くことはできなかった。しかし、システム化によって最小文字数の制限を設けているが、最大文字数の制限をもうけていない。学生によっては原稿用紙2枚分に相当する800文字以上のレポート並みの分量を提出する学生がいる。

3. 学生による振り返り活動の結果分析

講義の15コマ目の振り返り活動時に今回の取り組みの感想をWebアンケートで実施した。質問項目は23項目が5段階評価で、1項目が自由記述である。その内55名の有効回答が得られた。学生の評価得点が良かった4項目について述べる。

表1 システムに対する学生の評価

| | 最終授業での振り返り活動 | | | 毎回 |
|---------|--------------|-----------|------------|------------|
| | 学習内容を思い出せた | 授業の復習になった | 学習経過が確認できた | 授業の振り返りになる |
| そう思う | 61.8% | 52.7% | 54.5% | 50.9% |
| やや思う | 32.7% | 41.8% | 34.5% | 41.8% |
| どちらでもない | 3.6% | 3.6% | 9.1% | 5.5% |
| やや思わない | 1.8% | 0.0% | 0.0% | 0.0% |
| 思わない | 0.0% | 1.8% | 1.8% | 1.8% |

15コマ目の授業でこれまでに提出内容の一覧を見た学生の意見としては、おおむね好意的であると言える。学生が提出した内容を時系列的に眺めることによって、改めて授業の学習履歴を振り返ること

ができるからである。

4. リフレクションデータの分析結果

このシステムは2021年度に3科目、受講生56名で運用した。1年間で1,343件の提出ログがあった。その内1,280件を今回の分析対象とした。

表2 提出日別一覧

| 提出日 | 当日 | 1日後 | 2日後 | 3日後以降 |
|-------|---------|-------|-------|-------|
| 提出数 | 711 | 380 | 47 | 142 |
| 提出割合 | 55.5% | 29.7% | 3.7% | 11.1% |
| 最大文字数 | 1,607 | 1,170 | 413 | 360 |
| 平均文字数 | 334.1 | 280.3 | 236.9 | 236.2 |
| 標準偏差 | 188.6 | 107.0 | 63.4 | 66.0 |
| t検定 | p<0.001 | | | |

当日の提出は55.5%であり、88.9%は2日以内に提出していた。当日提出の平均文字数は334.1文字である。提出日が遅れるにしたがって、最大文字数や平均文字数が減少する傾向を示している。標準偏差でみると当日の提出はばらつきが大きい。これは、十分に内容を考えていて提出する学生とあまり時間をかけずに記述内容が薄いまま提出している学生がいるためである。当然の事ながら、提出日が遅れるに従って文字数が少なくなることを示している。

当日の提出と1日目以降の提出の2群に分け、提出文字数の差についてt検定を用いた検定を行った。その結果、p値の値が有意であることを示した。授業が終わったすぐの記憶が確かなうちに提出した方が、提出が遅れるグループよりも詳細な記述内容であったことを示していた。

5. まとめ

アクティブラーニングの教育効果を発揮させるためには、学生の学習に取り組む意欲や協力が必要不可欠である。向上心のある学生にはアクティブラーニングは非常に効果的な教育方法である。

学生には学習した記憶が新鮮なうちに提出することの重要性を理解させ、提出物は早めに提出する習慣づけの指導が必要であることを示唆した。

参考文献

- (1) 本田直也: “アクティブラーニング型授業におけるリフレクション導入の試みと効果検証”, 大前大学論集, Vol.18, pp.187-197 (2018)
- (2) 松村健児他: “携帯情報端末を利用した教育到達度評価システム: 出席管理システム・授業評価システム・レポート提出管理システム”, 福井大学工学部研究報告, 52, 1, pp.97-104 (2004)
- (3) 武田桂久: “オンライン下でのアクティブラーニング授業について” -甲南大学の事例を基に-, 甲南大学教育学学習支援センター, 7, pp.31-44 (2022)

初修外国語授業のためのモバイルアプリケーションによる 自発的な復習を促進する UX デザインの実装

Implementation of UX Design of Mobile Application to Promote Spontaneous Reviewing in Foreign Language Classes for Beginners

中川 稜^{*1}, 大河雄一^{*1}, 趙 秀敏^{*1}, 高橋 晶子^{*1,2}, 大山 智也^{*1}, 三石 大^{*1}, 早川 美徳^{*1}
Ryo NAKAGAWA^{*1}, Yuichi OHKAWA^{*1}, Zhao XIUMIN^{*1}, Akiko TAKAHASHI^{*1,2}, Tomoya OHYAMA^{*1},
Takashi MITSUISHI^{*1}, Yoshinori HAYAKAWA^{*1}

^{*1} 東北大学

^{*1}Tohoku University

^{*2} 仙台高等専門学校

^{*2}National Institute of Technology, Sendai College

Email: nakagawa.ryo.r2@dc.tohoku.ac.jp

あらまし: 著者らは、対面授業と e ラーニングによる復習を組み合わせたブレンド型初修中国語授業において、マイクロラーニングによる断続的な復習を支援するモバイルアプリを開発してきた。しかし、これまでの実践結果から多くの学習者が期限直前に短時間だけ学習し、期待する効果を十分に得られていないことが確認された。本稿では、本アプリにおいて反復学習を含む自発的で自然な自己調整学習を可能にする UI の設計と開発状況を報告する。

キーワード: マイクロラーニング, UX デザイン, 自己調整学習, ブレンディッドラーニング, 語学学習

1. はじめに

著者らはこれまでに、対面授業と e ラーニングによる復習を組み合わせたブレンド型初修中国語授業において、授業内容に沿った復習が可能なマイクロラーニング型モバイルアプリ KoToToMo Plus を開発してきた⁽¹⁾。これを使用した実践の結果、従来の復習用教材と比較して、断続的な学習の促進や復習に対する意欲や満足感の向上、負担感の軽減などが確認されたが、それによる十分な学習時間および学習量の増加を確認することはできなかった。

これに対し、著者らは、十分な学習時間および学習量の確保を支援するために、アプリ利用の動機づけを行う UX デザインの必要性を確認し、そのための基本設計を提案している⁽²⁾。

そこで本稿では、この基本設計をもとにして、反復学習を含む自然な自己調整学習を可能とし、初修中国語の習得に必要な学習時間や学習量の確保を支援するマイクロラーニングのための機能の実現方法と現在の実装状況について報告する。

2. 既存の KoToToMo Plus における課題

1 章で述べた通り、既存の KoToToMo Plus が持つ機能において、断続的な学習の促進や復習の意欲や満足感の向上、負担感の軽減などが評価された。

一方、当該授業内で行ったアンケート調査では、担当教員が設定した課題の提示や復習の喚起を行う機能を要望する意見が多く寄せられた。また、本アプリの学習ログを通じて利用状況を確認すると、授業後にあまり時間をあけず復習を始めることが想定されているにもかかわらず、授業前日から当日の授業直前にかけて一度に復習する学習者が多くみられ、

初修中国語の習得に必要な学習量を確保するための復習習慣が構築されていないことが確認された。

これらの問題に対し、著者らはモバイルアプリを利用した学習における動機づけの基本設計について提案している⁽²⁾。ここでは、アプリを操作し、利用することへの動機づけを支援するために、以下の 4 つの UX デザインの要素をあげている。

- 文脈に応じたプッシュ通知
- 学習行動目標の設定
- 学習行動結果に対する報酬
- 学習行動結果の視覚的フィードバック

これらにより復習行動を持続させることで、学習活動そのものを行いたいと思わせる動機づけに繋がりを、自然な自己調整学習の促進が期待できる。

3. 復習を促進する新たな KoToToMo Plus

3.1 自然な自己調整学習を可能とする UX デザイン

学習者の学習行動を持続させる自然な自己調整学習のための UX デザインを実現する具体的な機能として、以下に示す Winne らの COPES 構造における学習の 4 フェーズを参考に設計を行う⁽³⁾。

1. **課題を理解する**
学習者が主体となって、課題について認識したり解釈したりする
2. **目標設定とプランニング**
個人の目標を立て、それを成し遂げるために、どのような学習方略によって取り組むのか、計画を立てる。
3. **課題に取り組む**
目標をもとに学習方略を実行し、成果を自己モニターする。それに応じた自己評価を行う。

4. 大きな適応と小さな適応

必要に応じて、目標や課題への取り組みを修正する。前回の取り組み状況から次回の学習を見直す「小さな適応」と、最終目標に向けた変更を加えていく「大きな適応」がある。

KoToToMo Plus に拡張する上で、COPEs 構造における学習の4フェーズと、マイクロラーニングにおける隙間時間に断続的に学習する既存の特性を組み合わせ、気軽に復習を始めるきっかけをアプリ側から与えることで学習者が主体的に課題に取り組む支援を行う。また、学習を始めるまでの短い時間で、簡単な目標設定や振り返りを行う機会を与えることで、学習者が自身の学習状況を把握しながら、自然に復習に取り組む学習習慣の構築を支援する。これにより、既存の KoToToMo Plus のコンセプトであるマイクロラーニングの特性を損なわず、自然な自己調整学習を実現する。

3.2 UX デザインに基づく実装機能と開発状況

2章で述べた UX デザインの基本設計と 3.1 節で述べた COPEs 構造における学習の4フェーズから、自然な自己調整学習の支援を行うため、以下の4機能を実装する。また、実装中の画面例も示す。

1. プロGRESS機能

実装しているPROGRESS機能を図1に示す。本機能は、学習時間の目標や学習忘れの通知を設定し、学習時間の目標に基づいた現在の進捗状況を可視化する。また、動画の視聴状況や問題の完了状況などもチェックボックスを用いて可視化する。

2. カレンダー機能

実装しているカレンダー機能を図2に示す。本機能は、毎日の学習時間およびテスト内容の確認と、学習者の隙間時間を踏まえたリマインダの設定・確認を行う。毎日の学習時間や各テスト期間の学習時間を確認し現在の過去の自分を比較することで、復習の取り組みに対する振り返りの効果を果たす。

3. マイルストーン機能

実装しているマイルストーン機能を図2に示す。本機能は、学習者の総学習時間、問題完了数などの学習状況をプログレスバーで表示することで、ゲーム感覚で学習の増加を感じさせる。マイルストーンの項目をベーシックとマスターで分けることで、ベーシックは身近な目標として学習の最適化を図る小さな適応の役割を、マスターは学習者が終講時に到達すべき最終目標を踏まえた学習計画の変更を行う大きな適応の役割を果たす。

4. プッシュ通知機能

プッシュ通知機能は、PROGRESS機能やカレンダー機能で設定した内容をもとに、①復習期間の学習忘れ通知、②学習者が設定した隙間時間を踏まえた定期的な復習のリマインダ通知、③

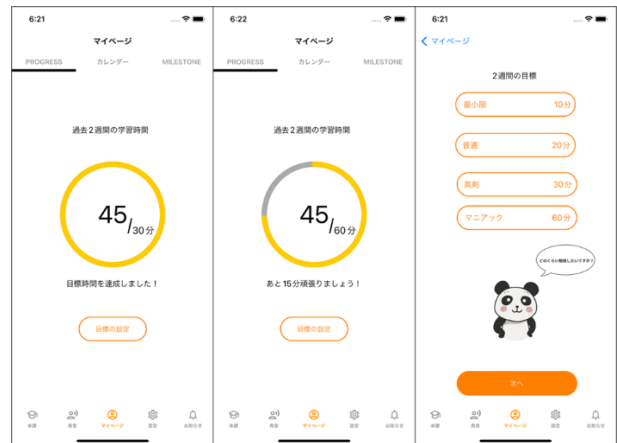


図1 プロGRESS機能



図2 カレンダー機能とマイルストーン機能

その週の復習期間終了後の振り返り通知をプッシュ通知で送信する機能である。

4. おわりに

本稿では、ブレンド型初修中国語授業における復習用モバイルアプリの学習効果を高めるために、自然な自己調整学習を支援する UX デザインを提案し、KoToToMo Plus に実装状況について報告した。今後は、実装したアプリを実際に使用し、提案の効果を検証する予定である。

参考文献

- (1) 児玉雅明, 今野裕太, 趙秀敏, 大河雄一, & 三石大. (2019). ブレンド型初修外国語授業における復習状況の視覚的な提示を可能とするスマートフォン学習教材の開発と試行 (新技術と教育情報を活用した教育学習環境の設計/一般). JSiSE 研究会研究報告, 33(5), 37-44.
- (2) Seppälä, J., Mitsuishi, T., Ohkawa, Y., Zhao, X., & Nieminen, M. (2020, December). Study on UX design in enhancing student motivations in mobile language learning. In 2020 IEEE International Conference on Teaching, Assessment, and Learning for Engineering (TALE) (pp. 948-951). IEEE.
- (3) Winnie, P., & Hadwin, A. (1998). Studying as self-regulated learning. *Metacognition in educational theory and practice*, 227-304.

電気回路に関するタブレット型学習支援システムの開発

Development of a Tablet type Learning Support System on electric circuits

山本 竜也^{*1}, 松原 行宏^{*1}, 岡本 勝^{*1}, 毛利 考佑^{*1}

Tatsuya YAMAMOTO^{*1}, Yukihiro MATSUBARA^{*1}, Masaru OKAMOTO^{*1}, Kosuke MOURI^{*1}

^{*1} 広島市立大学大学院情報科学研究科

^{*2} Graduate School of Information Sciences, Hiroshima City University

Email: mg67021@e.hiroshima-cu.ac.jp

あらまし: 理解しながら何度も反復練習をすることにより学習者に学習内容を習得させる事を目的とし、キルヒホッフの第一法則を題材として取り上げ、学習支援システムを開発した。学習者がマーカを操作する事で与えられた回路問題に対し回答する問題と問題開始時に配置された回路からドロップボックスリストに示されている適切な式を選択する問題の二種類でシステムを開発することで学習を可能とした。

キーワード: AR, 学習支援システム, 電気回路

1. はじめに

現在、学業不振が原因で不登校である中高生は2012年時点で全国の国公私立中高校の全不登校数の中で中学生では8.5%、高校生では8.6%存在し⁽¹⁾⁽²⁾、2020年時点では中学生は17.67%まで上昇している。⁽³⁾また、学校の授業を聞いてもテストの点数が上がらない中高生は数多く存在する。そこで著者は以上の二種類の学生には、授業を聞いて「理解した気」になっているため学習内容を定着させる学習ができていない事を両者における共通の問題点として仮説を立てた。また、高校生でのタブレット端末の普及率が前年度(2021年度)52.1%から今年度69.8%に上昇した事⁽⁴⁾を踏まえ、タブレット端末での学習が可能となるようタブレット端末で学習支援システムを開発した。本研究の目的は、理解しながら何度も反復練習をすることによって学習者に内容を習得させる事である。そのために、まずは高校物理の電気回路の範囲からキルヒホッフの第一法則における方程式に関する問題を抽出して開発した学習支援システムを用いて学習者にiPadで学習させることで学習を行った。

本論文では、扱う電気回路問題の説明をした上で実装したシステムを紹介し、システムの評価実験を行った結果についてまとめていく。

2. 開発したシステム

2.1 学習者の学習範囲

今研究では、学習範囲としてキルヒホッフの第一法則を選択した。キルヒホッフの第一法則は電気回路の任意の分岐点について、その分岐点に流れ込む電流の和は、その分岐点から流れ出る電流の和に等しいというものであり、電流についての方程式が導き出される。しかし、学習者側では電流の方程式を導き出す際に分岐点に流れ込む、流れ出す電流がきちんと定義できていないと後の問題となるキルヒホッフの第二法則の電圧降下の方程式を考える際に数式

や流れる電流の方向についてずれが発生し、誤回答をしてしまうケースがある。そこで筆者はキルヒホッフの第一法則のポイントとして「流れ出す電流と流れ込む電流のイメージを掴む」ことと、「自ら構築したイメージを利用して適切な式を定義する」という二点に焦点を当て、学習支援システムを用いて反復練習が可能になるように実装する問題を考慮した。

2.2 実装した問題

問題のパターンとして、ARマーカを用いて適切な位置に電源を定義することで、提示されたキルヒホッフの第一法則に関する電流の方程式を満たした回路を作成する回路作成問題と、問題開始時に既に配置されている電気回路から適切なキルヒホッフの第一法則を用いた電流の方程式をドロップボックスリストから選択することによって解答するキルヒホッフ第一法則における方程式選択問題の二種類で構成されている。

各パターンで期待する能力向上に関しては、どちらのシステムも2章で記した「流れ出す電流と流れ込む電流のイメージを掴む」、「自ら構築したイメージを利用して適切な式を定義する」という二点で差異はないが、後から同じ問題を解く際に回路に対してどのような考え方やイメージを重視して問題を解いているのかということに焦点を当てて二種類に問題パターンを分けている。

2.3 開発したシステム

開発したシステムでは、学習者がARマーカでのマーカ操作を含むARを用いた回路作成問題と、学習者がドロップボックスリストからキルヒホッフの第一法則による適切な方程式の回答の選択肢から回答を選択するドロップボックスリスト選択問題をiPadにアプリケーションとしてインストールした。図1にARを用いた回路作成問題システムの学習画面について示す。

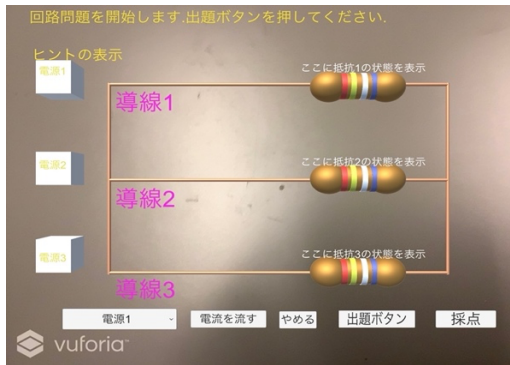


図1 ARを用いた回路作成問題システムの学習画面

学習者はシステムの流れに沿ってボタンを選択し、AR マーカを操作して問題への回答が可能である。また、流れる電流のイメージを掴むため、電流の方向を示すアニメーションを作成し、画面左下の電源に関する選択肢から電流を流したい電源を選択し、「電源を流す」ボタンで再生して学習者は電流が流れる事の確認が可能である。次に、図2 にドロップボックスリストでの選択問題システムの学習画面を示す。

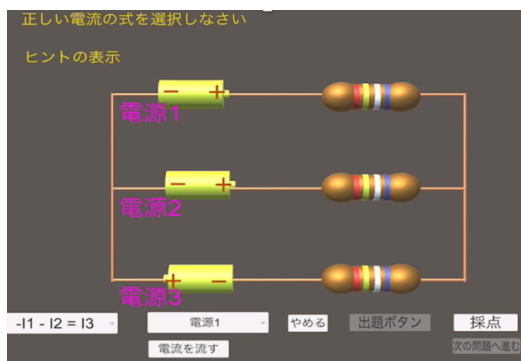


図2 ドロップボックスリストでの選択問題システムの学習画面

学習者は AR でのシステムと同様な方法を進めていくが、問題開始時に配置された回路からドロップボックスリストで適切な式を選択し回答する点が AR を用いた回路作成問題システムと異なる点である。また、AR でのシステムと同様、「電源を流す」ボタンでアニメーションを再生することで学習者は電流が流れている事の確認が可能となっている。

3. システムの評価実験

3.1 実験の対象者と手順

本研究の実験の対象者は理系大学院生 2 人とする。実験の手順として、今回は機能検証の実験なので、事前にキルヒホッフの第一法則について学習してもらった後に一人ずつに分かれ、それぞれの学習支援システムで 10 問ずつ問題を解いた後、アンケートを行うという流れで実験を進めていく。

3.2 実験の評価基準と結果・考察

実験で扱うアンケートを表 1 に示す。

表 1 機能実験のアンケート内容について

| 項目 | 内容 |
|----|--------------------------|
| Q1 | 学習システムの UI は使用しやすかったですか？ |
| Q2 | 問題の題意を把握することができましたか？ |
| Q3 | 電流が流れる方向のイメージは掴めましたか？ |
| Q4 | 電流が流れるアニメーションは見易かったですか？ |
| Q5 | 問題の種類は適当でしたか？ |
| Q6 | システムに関する感想などあれば教えてください |

以上の項目を Q1-Q5 は 5 段階評価で、Q6 に関してはテキスト評価で調査した結果、Q3、Q4 に関して両システムとも評価値が 4 以上と高く、電流の流れがイメージできた事が推察した。Q1 の回答が AR を用いた回路作成問題システムでは 2、ドロップボックスリストでの選択問題システムでは 5 という結果だった。これはドロップボックスリストの選択問題の AR の不使用による操作の簡素さと AR を使用するシステムでの操作の複雑さに差が生じるからであると推察した。また、Q5 では AR を用いた回路作成問題システムでは 2 となり、ドロップボックスリストを用いたシステムでは 4 という結果になった。これは Q6 でドロップボックスリストでの問題では回路の形のみを見て問題文を見ない事があったという指摘から、問題の取り組み易さの相違によると推察した。

4. おわりに

AR を用いた回路作成問題とドロップボックスリストを用いた方程式の選択問題をそれぞれ開発した。システムの評価実験では電流の流れをイメージさせることができた反面、両システム間での操作性の違いや問題への取り組み易さの違いから機能実験のアンケート内容に差異が発生した。今後の展望として、AR を用いるシステムにはまず操作方法をより細かくレクチャーしてから実験を始めることや、問題自体の難易度や種類について議論を重ねてより学習が行いやすく、学習の質が上がるような学習支援システムの構築を目指し、効果を検証していく。

参考文献

- (1) 文部科学省:令和元年度児童生徒の問題行動・不登校等生徒指導上の諸課題に関する調査結果, p83, (2019)
- (2) 文部科学省:高校生の不登校, 中途退学現状等, p2, (2012)
- (3) 旺文社:【2022年度】全国の高等学校における ICT 活用実態調査 <https://www.obunsha.co.jp/news/detail/701> (参照 2022.0510)
- (4) 東京都教育庁指導部:「令和 2 年度児童生徒の問題行動・不登校等生徒指導上の諸課題に関する調査」について, pp18-20, (2020)

ロボットを用いたプログラミング教育のためのプラットフォームシステム

Platform System for Programming Education Using Robots

野口 孝文^{*1}, 布施 泉^{*1}
 Takafumi Noguchi^{*1}, Izumi Fuse^{*1}
^{*1} 北海道大学
^{*1} Hokkaido University
 Email: noguchi@iic.hokudai.ac.jp

あらまし：プログラミング教育においては、実際にプログラムを作成し試行錯誤することが重要である。我々は、直感的に分かりやすい移動命令を作ることによって幅広い学習者が試行錯誤しながら学ぶことができる教材ロボットを開発し授業で利用してきた。しかし、2020年の初めからのウイルス感染流行によりオンラインで授業を行う必要があった。本論文では、インストールなしで利用できるプログラム作成支援システムの開発によって、ロボットを用いた遠隔授業に対応したことについて述べる。

キーワード：プログラミング教育、ロボット教材、オンライン授業、協調学習

1. はじめに

我々は、小型コンピュータを用い直感的に分かりやすい動作命令セットを持つロボットを開発し、大学等においてプログラミングの導入教育に利用してきた⁽¹⁾⁽²⁾。また対面授業を前提に、共同で作品を制作する課題に個別学習と協調学習を組み合わせた形態で取り組むことで学習効果を上げてきた⁽³⁾。

本論では、プログラミング実習をリモートで行うために開発したロボットプログラム作成支援のシステムについて、また2021年度に実施した授業の様子についても報告する。

2. プログラミングロボット

2.1 ロボットの構造とプログラムの作成

図1に教材のプログラミングロボットを示す。ロボットは、2つのモータに直結した車輪で移動する。ロボットを制御する命令セットには、モータ制御やセンサ入力を読み取る命令の他、演算命令等も用意している⁽⁴⁾。そして、ロボットを動作させるプログラムの入力や実行は、すべて図1のロボット上面にあるスイッチのみで行うことができる。ロボットのプログラム作成は、すべてロボット上のスイッチの操作で行うことができるが、これまでの実習における学生のコメントから、プログラムが20ステップ以上になると操作が面倒になることが言われてきた。これに対応するために、ロボットをPCに接続して、プログラム作成の支援をしたりプログラムを実行させたりすることもできるようにしている。

2.2 PCによるプログラムの作成支援

ロボットには、PC間でデータを授受したりロボットを制御したりするために、データの授受や指定番地からのプログラムのダンプや実行といった制御命令を用意している。ロボットの押しボタンスイッチ1,2を同時に押しながら電源投入すると通信モードになり、PCからの命令を送信してロボットを操作することができるようになる。

PC側のシステムは、ロボットにコマンドを送るほか、コマンドを利用してプログラムの送信を実現している。また、ロボットの実行プログラムは、機械語のみに対応しているため、アセンブリ言語によるプログラムと機械語への変換機能はPC側のシステムで実現している。

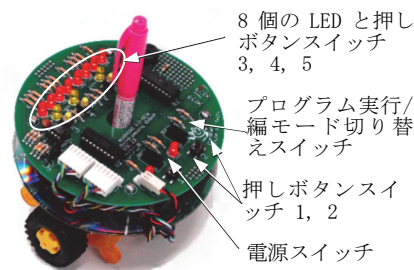


図1 プログラミングロボット

3. プログラム作成支援システム

3.1 Pythonを用いた支援システム開発

PC側のシステム開発にPythonを用いることで、ユーザはインストールなしにシステムを利用できるようにしている。また、システムは通信機能やプログラム入力機能、機械語への変換機能といったモジュールを1つのフレームワークに基づいて作成することで、操作性や機能の変更を容易にしている。本フレームワークは、オブジェクト指向を用い実現し、メッセージアーキテクチャはIntelligentPad⁽⁵⁾に準じている。

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う。図2にロボットのプログラム作成を支援するシステムを示す。図の中の矩形の部品がそれぞれパッドと呼ぶ機能部品である。図2の上方右の部品から、アセンブリ言語で書かれたプログラムを機械語に変換する機能、機械語のプログラムをロボットのメモリに書き

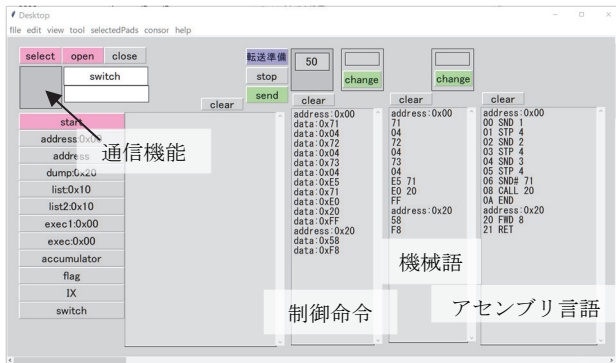


図2 プログラム作成支援システム

込む制御命令変換機能，ロボット命令を一つずつ取り出し通信部品へ渡す機能，そして図の左が通信機能の部品である。IntelligentPad によるシステムの開発は，システムを構成する機能部品ごとに独立して行うことができ，それぞれの部品の変更も容易に行うことができる。

3.2 Python による IntelligentPad 開発の利点

IntelligentPad を用いたシステムの開発の利点は前節でも述べたが，IntelligentPad システム自身の開発に Python を用いることで効率的に行うことができる。2019 年までの授業で，ロボットプログラム作成支援に用いてきた IntelligentPad システムは，C++ を使って開発したシステムである⁽³⁾。2020 年にウイルス感染の流行の影響でオンライン授業になったことから，システムを学生の PC で実行する必要になり，新たなシステムを開発することにした。Python がインタープリタであることやオブジェクト指向言語であることにより IntelligentPad のフレームワークに基づき Python で基本部分を構築することは容易であった。さらに Python のライブラリは豊富にあり上述の機能を実現することも短時間で実現することができた。また，Python にはシステムを 1 つの実行ファイルのまとめる機能もあり，通信ドライバのインストールを除き，学生の PC にシステムをインストールすることなく実行することができている。一方，ロボットと PC を接続に USB-シリアル変換ケーブルを使用したため，デバイスドライバをインストールする必要があった。しかし，これまで 4 回の授業（80 人余り）では特に問題は発生していない。

4. 2021 年度授業

4.1 センサを用いた課題

本支援システムとロボットを用い，2021 年度北海道大学一般教育演習（フレッシュマンセミナー）「プログラミングロボットでピタゴラスイッチ」90 分の授業 15 回で実施した。受講者は，22 名であった。15 週の内訳は，1～2 週はガイダンスおよびコンピュータに関する基本的な講義，3～7 週は，対面でロボットを用いた個別学習による（操作法，繰り返し，条件分岐，等）といった基本的な操作。8～11 週はオンラインでグループによる作品企画とプログラム

作成，12～14 週は対面で発表会準備と発表会，15 週にオンラインでまとめとなっている。

4.2 アンケート結果

22 名の学生のうち 13 名から回答を得ることができた。センサを用いた今回の授業では，「ロボットのセンサを利用したプログラムの作成は面白いと思う」という問いに対して，13 名中 7 名が「強くそう思う」5 名が「そう思う」と肯定的であったが，「知っている言語（情報学 I の Python を含む）は，プログラミングロボットよりも簡単で分かりやすいと思う」という問いに対しては，8 名が否定的であったが 5 名が肯定的で以前の課題に比べやや肯定が増した⁽³⁾。

光センサとボールを用いた内容の課題にしたため，条件判断を多用する必要がある，プログラミングが難しいと感じる学生が多くなったと思われる。プログラムを分かりやすくするためには，作成した制御構造を分かりやすく見せる工夫が必要である。

4.3 2022 年度へ向けての改良

前節の結果を受けて，本プログラム作成支援システムでは，コメント文をアセンブリ言語編集および機械語編集で柔軟に書き込めるようにした。それぞれのモジュールごとにこのような変更を加えたり，機能の追加や新たな部品を開発したりと，いずれも容易にできるという利点が IntelligentPad にはある。

5. おわりに

本研究では，これまで行ってきたロボット教材を用いた個別学習と協調学習を組み合わせたプログラミング教育を，オンライン授業で実施するために新たに Python を用いてプラットフォームシステムを開発しこの上にロボットのプログラム作成支援システムを開発したことについて述べた。また，2021 年度に実施した授業から得られた知見に基づき改良も容易にできたことを報告した。

本研究の一部は，科学研究費基盤研究 (B)(19H01727) を受け推進している。

参考文献

- (1) 野口孝文，梶原秀一，千田和範，稲守栄：“計測制御教育のための教材ロボットの開発”，教育システム情報学会研究報告，Vol.27，No.6，pp.217-220 (2013)
- (2) 野口孝文，梶原秀一，千田和範，稲守栄：“ロボットを用いた初心者のためのプログラミング教材の開発”，FIT2014 第 13 回情報科学技術フォーラム，筑波，pp.269-270（第 4 分冊）(2014)
- (3) 布施泉，野口孝文，梶原秀一，千田和範，稲守栄：“ロボット教材を用いた個別学習を連携した協調学習”，教育システム情報学会研究会報告，pp.89-96 (2019)
- (4) T. Noguchi, H. Kajiwara, K. Chida and S. Inamori, “Development of a Programming Teaching-I-Aid Robot with Intuitive Motion Instruction Set”, Journal of Robotics and Mechatronics, Vol.29 No.6, pp.980-991 (2017)
- (5) 野口孝文，田中謙：“コンストラクションセットを持つマイクロワールド”，情報処理学会論文誌，Vol. 36, No. 1, pp. 152-166 (1995)

オンライン授業における教師あり学習を用いた授業課題状況分類による フォーマティブ・フィードバックシステムの開発

Development of a Formative Feedback System Using Classification of Assignment Report by Supervised Learning in Online Courses

丸山 浩平^{*1}, 長沼将一^{*2}, 森本康彦^{*1}
Kohei MARUYAMA^{*1}, Shoichi NAGANUMA^{*2}, Yasuhiko MORIMOTO^{*1}

^{*1}東京学芸大学, ^{*2}東京通信大学

^{*1}Tokyo Gakugei University, ^{*2}Tokyo Online University

Email: r199003w@st.u-gakugei.ac.jp

あらまし : ICT 環境の急速な普及に伴いオンライン授業が浸透してきている。しかし、対面授業と比べ、学習者の学びを促したりするための学習支援が重要となるが、個々の学習状況を把握することは容易ではない。そこで、本研究では、オンライン学習における学習者の学習の支援を目的に、教師あり学習を用いて、授業課題を単純な学習状況ごとに分類するモデルの構築に取り組んできた。本稿では、構築したモデルの分類に基づき、学習支援を提供するフォーマティブ・フィードバックシステムの開発について述べる。

キーワード : オンライン授業, e-Learning, 教師あり学習, フォーマティブ・フィードバック, 学習支援

1. はじめに

近年、ICT 環境の整備が急速に進み、e-Learning をはじめとするオンライン授業が浸透してきている。しかし、対面授業と比べ、学習者の強い主体性が求められるため、学習内容の理解を促したりするなどの、学習者への学習支援が重要とされている。

この学習支援の1つとして、教員によるフォーマティブ・フィードバックがある。フォーマティブ・フィードバック(以下、単にフィードバック)とは、学習者の学びを改善し方向づける目的で、思考や学び方を修正するために学習者へ伝える情報であり⁽¹⁾、このために、学習支援が必要な学習者の学習状況を把握し、授業の目標や評価基準とのギャップがある場合、ギャップを埋めるフィードバックを行う必要があるが、個々の学習者の学習状況を把握することは容易ではない。

一方、Society5.0の提唱に伴い、学習者の学習記録データの分析によって学習傾向や能力の程度に応じて学びを支援する機械学習技術(AI)の活用が注目されている。e-Learningの分野では、たとえば、学習者の小テストの点数、学習行動ログについてクラスタリングを行い、学習者の特徴や最終学習成績を推定する取り組みが行われてきている⁽²⁾。

つまり、オンライン授業の学習記録データの何かしらの特徴に基づいて、簡単にでも、1人1人の学習状況を把握する仕組みを構築することができれば、オンライン授業においても1人1人の学習状況に応じたフィードバックができるようになり、このような仕組みがあることで、教員による学習支援の幅を広げることにつながるのではないかと期待される。

そこで、本研究では、オンライン授業における学習者の学習の支援を目的とする。これまでに筆者らは、教師あり学習を用いて、授業課題(レポート)を単純な学習状況ごとに分類するモデルの構築に取り組んできた⁽³⁾。本稿では、構築したモデルの分類に基づいて学習支援を提供する、フォーマティブ・フィードバックシステムの開発について述べる。

2. 教師あり学習を用いた授業課題状況の分類

授業課題に基づいて学習者の学習支援を行うためには、授業課題の特徴から、授業課題がどのような状況かを把握する必要があり、その把握した状況に適したフィードバックを提供する必要がある。

このためのアプローチとして、本研究では、教師あり学習による分類に着目する。学習支援が必要な状況をラベルとして、教師あり学習を用いて提出された授業課題を分類することで、その状況に応じたフィードバックを提供することを試みる。

そこで、本研究では、授業課題を分類する教師あり学習の構築と、その分類に基づいてフィードバックを提供するシステムの開発を試みる。本システムは、次のような流れで学習支援を提供する(図1)。なお、本研究では、授業動画を視聴し、レポート課題に取り組む非同期型のオンライン授業を想定する。

この流れは、「A機械学習の構築と支援内容の検討」と「B授業課題の分類と学習支援の提供」に分かれる。まず、教員は、状況を示すラベルを付与済みのデータセットを作成し(A①)、教師あり学習を構築する(A②)。同時に、状況に応じたフィードバック内容を定めておく(A③)。次に、学習者は、オンラ

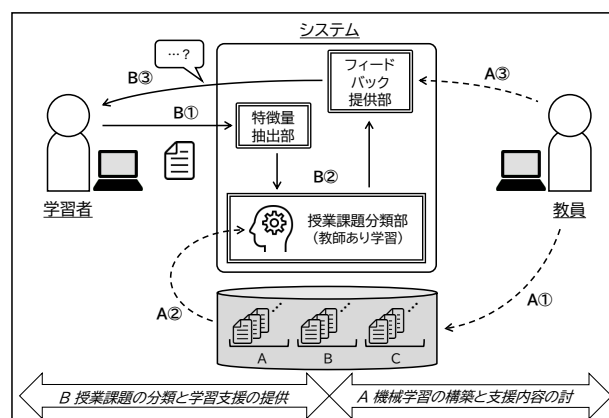


図1 教師あり学習を用いた授業課題状況分類による
フォーマティブ・フィードバックシステム概念図

イン授業で課された授業課題をシステムに提出する (B①). システムは授業課題を受け取ると、特徴量を抽出し教師あり学習の分類にかけ状況を同定し (B②), その状況に応じたフィードバックを提供する (B③). 学習者はそのフィードバックをもとに授業課題の改善等に取り組みながら学びを進めていく.

2.1 教師あり学習のモデルの構築

Aの手順に従って、教師あり学習のモデルを構築した. モデル構築には、2019~2021年度開講のT大学「教育情報化教材論」の受講生が提出した計400件のレポートを用いた. 分類ラベルは「A:十分満足される状況」、「B:おおむね満足される状況」、「C:努力を要する状況」の3つとしラベルを付与した.

教師あり学習のためのレポートの特徴量として、各回の課題を取り組む上で重要となるキーワードがレポート内で用いられている「種類」、キーワードの「総出現回数」、レポートの「総文字数」の3つとした. 各特徴量の算出後、表1の基準で5段階の数値に置き換えたものをデータセットとし、ランダムフォレスト (Python/scikit-learn を使用) を用いて教師あり学習モデルを構築した.

構築したモデルの精度を評価した結果表2の結果を得た. 全体で正解率82%の精度で分類でき、各ラベルも約80%の精度で分類できることがわかった.

2.2 分類結果に応じた学習支援内容の決定

当該講義の授業担当教員と協議し、構築したモデルによって分類されるラベル (状況) に応じて表3の学習支援のフィードバックを提供することとした.

特に、B、Cに分類された学習者は、当該回の授業内容を見直したりして授業課題を取り組み直すように、フィードバックをとおして促していく.

表1 各特徴量の数値化基準

| 特徴量 | 数値化基準 |
|-------------|-----------------------|
| キーワードの種類 | 0: 未検出 |
| | 1: 各授業回の平均数 × 0.50 未満 |
| | 2: 各授業回の平均数 × 1.50 未満 |
| | 3: 各授業回の平均数 × 2.00 未満 |
| キーワードの総出現回数 | 4: 各授業回の平均数 × 2.00 以上 |
| | 0: 各授業回の平均数 × 0.40 未満 |
| | 1: 各授業回の平均数 × 0.75 未満 |
| | 2: 各授業回の平均数 × 1.00 未満 |
| レポートの総文字数 | 3: 各授業回の平均数 × 2.00 未満 |
| | 4: 各授業回の平均数 × 2.00 以上 |

表2 各特徴量の数値化基準

| | 分類ラベル | | | 全体 |
|-----|-------|------|------|------|
| | A | B | C | |
| 標本数 | 31 | 32 | 15 | 78 |
| 適合率 | 0.85 | 0.82 | 0.75 | 0.82 |
| 再現率 | 0.94 | 0.72 | 0.80 | 0.82 |
| F 値 | 0.89 | 0.77 | 0.77 | 0.82 |

表3 分類結果に応じた学習支援内容

| 分類 | フィードバック |
|----|--|
| A | 課題を提出しました |
| B | 課題内容に関わる記述量、文字数ともに標準的なレポートと判定されました。課題や授業内容を振り返って、今のレポートで触れていない内容を書き足して、より良いものにしてみましょう！ |
| C | 課題内容に関わる記述が乏しく、文字数も少ないレポートと判定されました。課題や授業内容をもう一度確認して、課題につながる内容をまとめ直してみましょう！ |

3. フォーマティブ・フィードバックシステムの開発

構築した教師あり学習モデルを有し、図1の特徴量抽出部、フィードバック提供部を持つシステムをWebアプリケーションとして開発した (図2). 開発言語は、クライアント側にHTML, CSS, JavaScript, サーバ側にPHP, Pythonを用いた.

特徴量抽出部では、PHPの関数を用い、学習者が提出した授業課題に応じた授業回ごとの指定キーワードが含まれているかを検索し、その種類と総出現回数、総文字数を取得する. その後、表1の基準で各特徴量を数値化し、授業課題分類部へ処理を渡す. 授業課題分類部では、構築済みの教師あり学習モデルをpickle形式で配置したものを呼び出し、受け取った数値をもとに分類を行う. フィードバック提供部では、分類結果に応じた表3のフィードバックを、学習者の提出完了画面に表示する (図3).

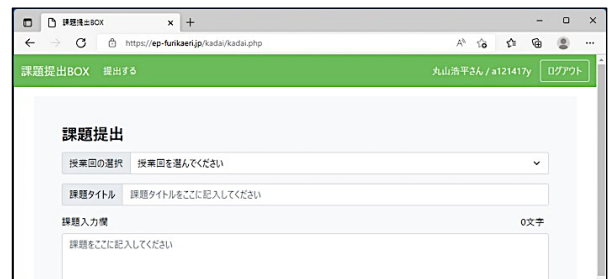


図2 授業課題提出画面



図3 フィードバック提示画面 (分類がBの場合)

4. おわりに

本稿では、オンライン授業における学習者の学習支援を目指した、学習者の学習状況の把握の支援を目的に、授業課題を教師あり学習により分類し適切なフィードバックを提供するシステムの開発について述べた. 今後は、データセットの提供元の講義において、開発システムの評価実験を行い、有効性を評価していく予定である.

謝 辞

本研究は、科研費 (20K03174) の助成を受けた.

参考文献

- (1) Heritage, H. M.: "Formative Assessment: Making It Happen in the Classroom", Corwin, California (2010)
- (2) 古川雅子, 逸村裕, 山地一禎: "小テストの点数パターンによる学習者のクラスタリングとその推定", 情報処理学会論文誌: 教育とコンピュータ, Vol.6, No.2, pp.52-60 (2020)
- (3) 蛸名航平, 高村浩輝, 長沼将一, 森本康彦: "オンライン授業の学習データを用いた教師あり学習による学習状況分類モデルの構築", 日本教育工学会 2022年春期全国大会講演論文集, pp.243-244 (2022)

アダプティブラーニングのための時系列能力変化推定手法：DeepIRT

The students' ability estimation method for adaptive learning: DeepIRT

堤 瑛美子^{*1}, 郭 亦鳴^{*1}, 植野 真臣^{*1}
Emiko TSUTSUMI^{*1}, Yiming GUO^{*1}, Maomi UENO^{*1}

^{*1}電気通信大学大学院・学情理工学研究科

^{*1}TGraduate School of Informatics and Engineering・The University of Electro-Communications

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

あらまし：近年、人工知能分野ではこれらの教育ビッグデータを用いて学習者の能力値の変化や課題の特性を分析するための機械学習手法が多く提案されてきた。本研究では、Tsutsumiら(2021)で提案したDeepIRTに新たなHypernetworkを組み合わせて、学習者の過去の学習データと最新の学習データの重要性のバランスを最適化しながら能力値推定を行う。評価実験では提案手法が最先端の機械学習手法を上回る反応予測精度を示した。

キーワード：適応的支援, 深層学習, 項目反応理論

1. はじめに

近年、学校現場へのコンピュータやタブレット端末の普及に伴ってオンライン学習システムを用いた学習が広まり、大量の教育ビッグデータが蓄積されるようになり、それらを如何に有効活用するかが課題になっている。学習支援システム分野では機械学習を用いて教育ビッグデータを分析することにより学習者の特性や成長に合わせて適切な問題提供、学習支援を行うアダプティブ・ラーニングが注目されている。具体的には、学習履歴データから学習過程における学習者の能力値の変化と未知の課題への反応を予測することで、得意分野・苦手分野を把握し、個人に適切な学習支援を行う^(1,2,3,4)。

最先端の研究では深層学習と項目反応理論(Item Response Theory; IRT)を組み合わせたDeepIRTが複数提案されている^(2,4)。DeepIRTはIRTと同様に学習者の能力値と項目の難易度を表すパラメータをもつ。特に、Tsutsumiら(2021)は学習者の能力値と項目の難易度パラメータをそれぞれ独立したネットワークを用いて推定することでパラメータの解釈性を向上させた新たなDeepIRTを提案した⁽⁴⁾。この手法は学習者の能力値を多次元のスキルに対する能力変化を表現することができる。この手法を用いることにより、解釈性の高いパラメータ推定と高精度な反応予測の両立が可能となった。

しかし、TsutsumiらのDeepIRTでは、直前の能力値を用いて能力値を更新する仕組み(memory updating component)において忘却パラメータが最新の学習者の反応データによってのみ最適化されているため、過去の学習データを十分に利用できずに反応予測を行なっていると考えられる。この問題を解決するために、本研究ではTsutsumiらのDeepIRT⁽⁴⁾にHypernetwork^(6,7)を組み込み、最新の学習者の反応データと直前の学習者の潜在能力値の両方を用いて忘却パラメータを最適化する。学習者の潜在能力値を更新する前に、Hypernetwork内で最新の学習者の反応データと前時点での潜在能力値

のバランスを調整しながら忘却パラメータを推定する。評価実験では、シミュレーションデータを用いて提案手法の能力推定精度が既存手法のDeepIRTに比べて向上したことを示す。

2. 既存手法の能力値推定

DeepIRT手法^(2,4)では N 個の潜在スキルを仮定しており、各項目と潜在スキルの関係をkey memory $M^k \in \mathbb{R}^{N \times d_k}$ に保存し、時点 t の各潜在スキルに対する能力をvalue memory $M_t^v \in \mathbb{R}^{N \times d_t}$ に保存する。 d_k, d_t はチューニングパラメータである。これらの手法は同様のmemory updating componentと呼ばれる。最新の学習者の反応データが入力された際に潜在能力値 M_t^v を更新する機構をもつ。 M_t^v の更新には、過去の潜在能力値 M_{t-1}^v の値をどの程度保存しておくかを制御するパラメータと最新の反応データをどの程度反映するかを制御するパラメータをそれぞれ用いる。既存手法では、これらのパラメータが学習者の最新の反応データのみを用いて最適化されている。このため、時系列が長くなるほど学習者の過去の学習データが能力推定値に反映されず、反応予測精度を低下させている可能性があった。

3. 提案手法

本研究では、高精度な反応予測精度とパラメータ解釈性を両立させるために、TsutsumiらのDeepIRTにHypernetworkを組み込み、最新の学習者の反応データと直前の学習者の潜在能力値の両方を用いて忘却パラメータを最適化する。

Hypernetworkは一般に、自然言語処理の分野でLSTM⁽⁵⁾を拡張するために用いられている^(6,7)。Melisら(2020)ではLSTMでは潜在変数を更新するための各時点の重みだけでなく、前時点の潜在変数もHypernetworkで最適化する手法を提案している⁽⁷⁾。本研究では、これらの先行研究を参考にし、図1のようにHypernetwork内で最新の反応データ v_t と過去の潜在能力値のバランスを調整し、最適化した値を用いて潜在能力値 M_t^v を更新する。

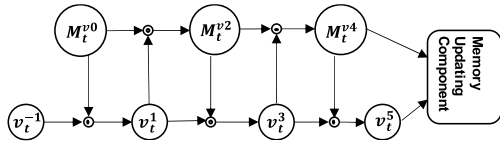


図1 提案手法のHypernetwork

評価実験

提案手法の能力パラメータの推定精度を評価するために、シミュレーションデータを用いて提案手法と先行研究のDeepIRT手法でそれぞれ推定した推定能力値の比較を行う。データセットはTemporal IRT (TIRT)と呼ばれる時系列IRTを用いて生成する⁽⁹⁾。TIRTでは学習者*i*が項目*j*に時点*t*で正答する確率を以下で計算する。

$$P(x_{ij} = 1 | \theta_{it}) = \frac{1}{1 + \exp(-\tilde{a} \Delta_t (\theta_{it} - b_j))}$$

$$\theta_{it} \sim N(\theta_{it-1}, \delta)$$

θ_{it} は時点*t*での学習者*i*の能力値を表す。時点ごとの能力値変化量は δ の値で決まり、 δ が小さいとき θ_{it} は学習過程でほとんど変動せず δ が大ききときには θ_{it} が時点ごとに大きく変動する。

本研究では真のモデル(TIRT)で生成された真の能力値と提案手法、先行研究のDeepIRT(Yeung⁽²⁾, Tsutsumi⁽⁴⁾)で推定された能力値を比較するために、各時点での能力値についてPearsonの積率相関係数、Spearmanの順位相関係数、Kendallの順位相関係数を求めた。表1に各条件のデータセットについて算出した相関係数の平均値を示す。結果より、すべてのデータセットにおいて提案手法の推定能力値が真の能力パラメータと最も強い相関があることを示した。提案手法のケンドールの順位相関係数は σ が大きい場合にも高い相関をしており、提案手法は真の能力値が異常値をとる場合にも頑健に推定で

きることを示唆している。これらの結果から、提案手法が過去のデータの忘却度を最適化することにより、長期の学習過程において真の学習者の能力遷移を正確に推定しているといえる。

謝辞

本研究はJSPS 科研費 JP19H05663, JP19K21751, JP22J15279 の支援を受けたものである。

参考文献

- (1) J. Zhang, X. Shi, I. King, and D.-Y. Yeung, “Dynamic Key-Value Memory Networks for Knowledge Tracing.”, Proceedings of the 26th International Conference on World Wide Web, pp.765–774, (2017)
- (2) C. Yeung, “Deep-irt: Make deep learning based knowledge tracing explainable using item response theory.” Proceedings of the 12th International Conference on Educational Data Mining, EDM, (2019)
- (3) Ghosh, A., Heffernan, N., and Lan, A. S.: “Context-Aware Attentive Knowledge Tracing”, in Proceedings of the 26th ACM SIGKDD International Conference on Knowledge Discovery & Data Mining (2020)
- (4) E. Tsutsumi, R. Kinoshita, M. Ueno, “Deep-IRT with independent student and item networks.” Proceedings of the 14th International Conference on Educational Data Mining, EDM, (2021)
- (5) Sepp, H. and Jurgen, S.: “Long Short - term Memory,” Neural Computation, Vol. 14, pp. 1735–1780 (1997)
- (6) Ha, D., Dai, A., and Le, Q. V.: “Hypernetworks”, arXiv preprint arXiv:1609.09106 (2016)
- (7) Melis, G., Tomaš, K., and Phil, B.: “Mogrifier LSTM”, in Proceedings of ICLR 2020 (2020)
- (8) E. Tsutsumi, Y. Guo, M. Ueno, “DeepIRT with a Hypernetwork to Optimize the Degree of Forgetting of Past Data.” Proceedings of the 15th International Conference on Educational Data Mining, EDM, (2021)
- (9) K.H. Wilson, Y. Karklin, B. Han, and C. Ekanadham, “Back to the basics: Bayesian extensions of irt outperform neural networks for proficiency estimation,” 9th International Conference on Educational, Data Mining, vol.1, pp.539–544, 06,(2016)

表1 推定能力値と真値の相関係数

| δ | Method | Pearson | | | | Spearman | | | | Kendall | | | |
|----------|----------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| | No.Items | 50 | 100 | 200 | 300 | 50 | 100 | 200 | 300 | 50 | 100 | 200 | 300 |
| 0.1 | Yeung | 0.626 | 0.667 | 0.740 | 0.738 | 0.626 | 0.660 | 0.750 | 0.745 | 0.441 | 0.473 | 0.550 | 0.549 |
| | Tsutsumi | 0.885 | 0.907 | 0.924 | 0.916 | 0.892 | 0.915 | 0.940 | 0.938 | 0.710 | 0.746 | 0.785 | 0.782 |
| | Propoesd | 0.902 | 0.916 | 0.930 | 0.927 | 0.910 | 0.923 | 0.943 | 0.941 | 0.736 | 0.761 | 0.790 | 0.792 |
| 0.3 | Yeung | 0.730 | 0.799 | 0.808 | 0.823 | 0.751 | 0.831 | 0.862 | 0.873 | 0.551 | 0.628 | 0.659 | 0.670 |
| | Tsutsumi | 0.827 | 0.891 | 0.883 | 0.890 | 0.863 | 0.926 | 0.941 | 0.945 | 0.671 | 0.755 | 0.778 | 0.785 |
| | Propoesd | 0.840 | 0.905 | 0.900 | 0.907 | 0.877 | 0.932 | 0.947 | 0.954 | 0.689 | 0.767 | 0.791 | 0.804 |
| 0.5 | Yeung | 0.773 | 0.800 | 0.807 | 0.814 | 0.812 | 0.861 | 0.877 | 0.890 | 0.605 | 0.654 | 0.676 | 0.692 |
| | Tsutsumi | 0.855 | 0.870 | 0.860 | 0.849 | 0.893 | 0.928 | 0.929 | 0.930 | 0.705 | 0.755 | 0.758 | 0.761 |
| | Propoesd | 0.874 | 0.871 | 0.869 | 0.859 | 0.901 | 0.928 | 0.934 | 0.940 | 0.720 | 0.755 | 0.768 | 0.779 |
| 1.0 | Yeung | 0.788 | 0.809 | 0.824 | 0.813 | 0.834 | 0.884 | 0.891 | 0.888 | 0.626 | 0.684 | 0.695 | 0.692 |
| | Tsutsumi | 0.843 | 0.830 | 0.844 | 0.834 | 0.886 | 0.911 | 0.919 | 0.918 | 0.696 | 0.728 | 0.740 | 0.740 |
| | Propoesd | 0.854 | 0.840 | 0.854 | 0.836 | 0.894 | 0.920 | 0.930 | 0.919 | 0.708 | 0.744 | 0.762 | 0.743 |

語の用例の外れ度合いに基づく多義語の難しさ評価と視覚的な学習支援 Word Usage Difficulty based on Outlier Detection

江原 遥
Yo. EHARA
東京学芸大学

Faculty of Education, Tokyo Gakugei University
Email: ehara@u-gakugei.ac.jp

あらまし：外国語語彙学習支援において複数の意味を持つ多義語は難しさを定めにくい。直感的には語義ごとに難しさが異なるが、語義数や分類に言語学的な統一見解がない事も多い。そこで本稿では、語義の定義の問題を迂回し、語の用例の意味的外れ度合いを用例の難しさとする手法を提案する。多義語の各語義の知識を問う語彙テストを作成した。その結果による評価実験では、提案法は従来法より統計的有意に高精度で被験者反応を予測した。

1 はじめに

本稿の内容は AIED 2022 full paper に採択されたものである⁵⁾。外国語学習において、語彙学習は学習者が学ぶのに必要な時間が長いという、読解力をはじめとする全般的な語学力と相関が高いため、特に支援を要する。語彙学習の支援においては、学習者が適切な語の使い方を学べるよう、各単語の主要な使い方(用例)を学習者に提示したいニーズがある。母語話者の作文や発話を集めた大規模コーパスは、均衡コーパスなどの形で多くの言語で容易に入手可能であるので、こうしたコーパス中の、ある単語の出現のうち、どの出現が学習者が覚えるべき主要な用例に相当し、どの出現が例外的であるのがわかれば、学習者にとって有用と思われる。

この時、単にコーパス中の当該単語の出現箇所を羅列するのではなく、多義語については語義を考慮し、類似した語義を持つ出現をまとめて提示してくれる機能や、覚えるべき主要な語義の出現と、例外的な語義の出現を分けて提示してくれる機能があると、より語彙学習に望ましい。しかし、このように、語の出現ごとに語義を付与したり、覚えるべきかどうかを判定する作業を、人手で行うことは非現実的である。

語義については、近年、文脈を考慮して単語の各出現(用例)ごとに、異なる埋め込みベクトル表現を求める「文脈化単語埋め込み」の手法が、主に自然言語理解のタスクにおいて有力である³⁾。文脈化単語埋め込みベクトルは出現ごとの意味的情報を含んでいるため、前述の望ましい機能を人手のコストなしに実現可能であるように思われる。教育現場でも理解されるためには、まず、ベクトルを人間に可視化する機能が必要であろう。次に、語彙学習のためには主要な語義と例外的な語義を分けて提示してくれる仕組みが欲しい。数百次元ほどある文脈化単語埋め込みベクトルの集合の外れ値の検出に有効と思われる手法として、「教師なし深層異常検知」⁶⁾が挙げられる。この手法では、深層学習によってデータを低次元に圧縮し、クラスタリングを行いながら、どのクラスターからも離れている点を外れ値(異常)として検出する。

そこで、本研究では、文脈化単語埋め込み³⁾と教師なし深層異常検知⁶⁾に基づき、人手のアノテーション情報なしで前述の機能を実現することで、語の多義性・主要性を学習者に提示する手法を提案する。そして、実際に多義語に関する語彙テスト結果のデータセットを作成し、これを用いて提案手法を評価する。

2 深層異常検知

深層異常検知の近年の代表的な手法として、DAGMM⁶⁾が挙げられる。DAGMMは、クラスタリング手法として有名な混合ガウスモデル(Gaussian Mixture Model, GMM)を深層化し、異常検知の機能を持たせた手法である。高次元ベクトルを次元圧縮し、低次元表現でGMMに基づくクラスタリングをした上、直感的には各クラスター中心からの距離の和として理解

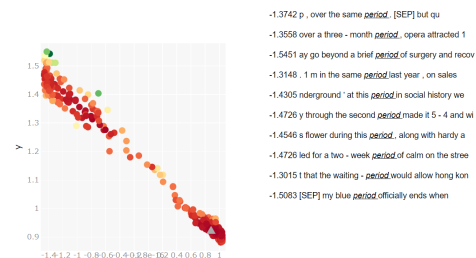


図1: “period”の主要な用例。丸い各点は、“period”の各用例(コーパス中の各出現)に対応する。各点の色は例外的である度合い(エネルギー値)を表し、緑色ほど例外的、赤色ほど主要と判定されている。右下の赤い点が多く集まる部分にある、灰色の▲が基準点であり、基準点からの距離に近い点10点に対応する用例が、テキストの形で右側に示されている。テキストの前の数値は、実際の各用例のエネルギー値である。本稿の文例は、全てBNC²⁾から取得した。

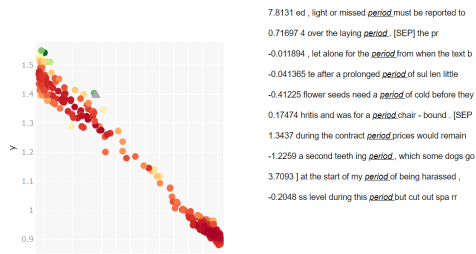


図2: “period”の例外的な用例。例外的と判定された緑色の点に合わせて基準点を設定し、この緑色の点に対応するテキストが、右側の一番上に表示されている。

できる「エネルギー値」を計算し、どのクラスター中心からも遠い点を異常として検知する。

DAGMMは、入力ベクトル \vec{x} を自己符号化器を用いて低次元表現 \vec{z} に変換し、 \vec{z} から \vec{x} を再構成する深層学習モデルである。再構成したベクトルを $\vec{x}' = g(\vec{z}_c; \theta_d)$ とし、低次元表現を $\vec{z}_c = h(\vec{x}; \theta_e)$ とする。再構成したベクトルと元の入力の近さを測る関数を $\vec{z}_r = f(\vec{x}, \vec{x}')$ とする。ここで、この近さとしては複数の関数が利用できる。DAGMMは、低次元表現と再構成の誤差をつなげた $\vec{z} = [\vec{z}_c, \vec{z}_r]$ を最終的な用例の潜在表現として利用する。最終的に語の用例のエネルギー値 $E(\vec{z})$ を計算し、これが高いほど外れ度合いが高いと判定される。

3 視覚的な学習支援・頻度修正実験

イギリス英語の均衡コーパスとして、代表的なBritish National Corpus (BNC)²⁾のうち、10万文に対してBERT³⁾を適用し、最も上位の層(出力に近い層)から文脈化単語埋め込みベクトルを得た。BERTモデルとし

ては, bert-base-uncased を用いた¹. 文脈化単語埋め込みベクトルの次元数は 768 である. 入力された単語に対して, 対象データ中の全単語の出現と, 各出現に対応する文脈化単語埋め込みを取得できるようにした.

実装は, 第三者によって公開されている DAGMM の PyTorch 実装をもとに行った². 訓練のハイパーパラメータは, 次元数と DAGMM のクラスタ数を 3 と設定設定した以外は, この実装と同一である.

“period” という語を例に議論する. 紙面での見やすさを考慮して, DAGMM による用例の潜在表現 z の 3 次元表現の最初の 2 次元分を用い, 図 1 と図 2 に “period” の語の用例の可視化例を示した. 対象の 10 万文中, “period” は 376 回出現した. 各点が “period” の各出現の文脈化単語ベクトルを 2 次元座標上で表現したものであり, 各出現に対応している. 各点の色はエネルギーの値を表す. この値は高いほど例外的, すなわち, 緑色ほど例外的と判定されている. 逆に赤いところほど主要な用例と判定されており, 直感的にはヒートマップと同等に解釈できる.

横軸・縦軸は, それぞれ, DAGMM の潜在空間表現 z の第 1 次元, 第 2 次元である. 灰色の三角形の点は基準点であり, この点に図上で最も近い順に, これに対応する 10 点に対応するテキスト 10 件が用例として右側に提示される. 用例の左側にあるのは, 実際に計算されたエネルギー値である. 基準点はマウスでドラッグして動かせるようになっており, 学習者は興味のある点の近くに基準点を移動させることによって, どのような用例があるのかを把握できる.

まず, 図 1 を見ると, 2 つのクラスタに分かれていることがわかる. この可視化が, 各用例の語義を反映していれば, 学習者にとって望ましい機能のためには有用であろう. しかし, 元の高次元ベクトルを 2 次元で表現することは難しく, 各クラスタが語義を反映していないこともある. そのような結果であっても, 学習者にとっては, 学習の優先度が高い用例が示されていれば, 学習優先度が高くなるという点では有用であろう. 図 1 では, 各点の属しているクラスタに関わらず, クラスタの中心部分が赤く, クラスタの端の部分が外れ値として判定されていることがわかる. 図 1 には, 基準点をクラスタの中心部分に置いた場合の例を示す. 基準点の周りの, 「期間」という広く知られた意味の “period” の用例が右側に並べられている. このように, 深層異常検知によって, 外れ度合いが低い語を, 語の主要な用例として提示する事が可能であることが示されている. 図 2 には, 緑色の例外的な用例の例を示す. 右側には “light or missed period” という用例が出ている. “period” には, 「期間」という意味の他に, 「生理」という意味があり, これは「軽い, または来なかった生理」と訳されるものである. この意味での “period” は, 少なくとも “period” の主要な用例ではなく, 例外的な用例と判定されていることがわかる. また, この例外的と判定された用例でも, “period” は名詞として使われており, 固有表現の一部などでもない. 従って, この用例は, 品詞推定や固有表現抽出を用いて捉えることは難しい.

最後に, 各単語の外れ度合いの閾値をパラメータとして, DAGMM との同時学習により閾値未満の出現のみを単語頻度とみなし頻度修正を行いながら学習する多層ロジスティック回帰を実装し, 精度評価を行った. 100 語種について 100 人をテストした単語テストデータ⁴を用い, 23 語 × 100 人, 計 2,300 件を訓練, 10 語 × 100 人, 計 1,000 件をテストに用い, 学習者の単語テストの正答/誤答の予測精度を用いて評価した. BNC 中の単語頻度をそのまま特徴量に用いた場合と, 外れ度合いを用いた頻度修正を行った場合では, どちらも精度は 0.75 であった. 従って, 提案手法は既存手法と同等の精度を達成し

表 1: 被験者反応の予測精度.

| | 典型的な語義 | 例外的な語義 |
|------------|-----------|-----------|
| Size-based | 62.8% | 44.4% |
| LR | 63.1% | 47.9% |
| 提案法 | 63.7% (*) | 48.5% (*) |

ながら, 図 1 や図 2 に示す詳細な分析が可能であることが示された.

4 外れ度合いによる難易度の評価実験

外れ度合いにより頻度を修正する形ではなく, 直接外れ度合い $E(z)$ を特徴量に用いて難易度として用いた場合, どのような結果が得られるだろうか? この問いに答えるため, 各単語の例外的な意味と典型的な意味の両方について受験者が回答する特殊なデータセットを作成して実験を行った. このデータセット (<http://yoebara.com/>にて公開予定) には, 58 個の典型的な語彙の質問と 12 個の単語の例外的な意味と典型的な意味の質問のペアが含まれている. 質問は複数の英語母語話者に確認済みである. 58 問の典型語彙問題と 12 組の例外・典型語法問題に対する 235 名の被験者の回答をそれぞれ学習データとテストデータとして使用した.

“Size-based” は語彙量に基づく手法であり, 推定した語彙量に基づき, 均衡コーパス上での単語頻度順位の昇順で推定語彙量までは全部知っている, それ以降は全部知らないとして推定する手法である¹⁾. この方法では, まず学習者の語彙量を推計し, 推計語彙量よりも高頻度語は全て知っている (またその逆も真) という手法である. LR はロジスティック回帰を用いた手法である. 特徴量には均衡コーパスとして代表的な BNC, Corpus of Contemporary American English (CoCA) コーパス中の単語頻度, 並びに学習者 ID を特徴量に用いた. 学習者 ID によって個人化識別に対応させている. 提案法は, コーパス特徴量に加え, 質問文内の対象用例の $E(z)$ を特徴量に追加している.

表 1 に示された結果は, 提案法が典型的な語義, 例外的な語義の双方において, 従来法を予測精度で上回ることを示す. これは, 文例の外れ度合いの特徴量が有効に働いているためと思われる. (*) は, 提案法と LR の差が統計的に有意であることを示す (Wilcoxon, $p < 0.01$).

5 おわりに

本稿では, 厳密に分類しにくい語義という学習項目について, その難しさを深層異常検知を用いて求める手法を提案し, 実データで提案法の有効性を評価し, 外れ度を視覚化する手法も提示した. 本稿では語彙学習支援に限定したが, 原理的には厳密に分類しにくい学習項目一般に本研究の手法は適用可能であるので, 「外れ値は難しい」という発想で他分野でも追加の実証・応用につなげることが今後の課題として期待される.

謝辞

本研究は, 科学技術振興機構 ACT-X 研究費 (JPM-JAX2006) の支援を受けた.

参考文献

- (1) David Beglar and Paul Nation. A vocabulary size test. *The Language Teacher*, Vol. 31, No. 7, pp. 9–13, 2007.
- (2) BNC Consortium. *The British National Corpus*. 2007.
- (3) Jacob Devlin, Ming-Wei Chang, Kenton Lee, and Kristina Toutanova. BERT: Pre-training of Deep Bidirectional Transformers for Language Understanding. In *Proc. of NAACL*, pp. 4171–4186, Minneapolis, Minnesota, June 2019.
- (4) Yo Ehara. Building an English Vocabulary Knowledge Dataset of Japanese English-as-a-Second-Language Learners Using Crowdsourcing. In *Proc. of LREC*, May 2018.
- (5) Yo Ehara. An intelligent interactive support system for word usage learning in second languages. In *Proc. of AIED*, 2022.
- (6) Bo Zong, Qi Song, Martin Renqiang Min, Wei Cheng, Cristian Lumezanu, Daeki Cho, and Haifeng Chen. Deep autoencoding gaussian mixture model for unsupervised anomaly detection. In *International conference on learning representations*, 2018.

¹<https://github.com/huggingface/transformers>

²<https://github.com/danieltan07/dagmm>

協調・自律学習環境を提供する英語ライティングシステムの開発 — 学びの支援ツール・自己モニター機能の実装 —

Development of an Online English Writing System Providing Collaborative and Autonomous Learning Environments - Implementation of Learning Supporting Tools and Self-monitoring Functions -

久島 智津子^{*1}, 山本 裕一^{*2}, 福田 康弘^{*3}, 松岡 昂典^{*4}

Chizuko KUSHIMA^{*1}, Yuichi YAMAMOTO^{*2}, Yasuhiro FUKUDA^{*3}, Takanori MATSUOKA^{*4}

^{*1}津田塾大学, ^{*2}北海道大学情報基盤センター, ^{*3,4}株式会社ツチノコテクノロジー

^{*1}Tsuda University, ^{*2}Information Initiative Center, Hokkaido University, ^{*3,4}Tsuchinoko Technology Corporation
Email: ckushima@tsuda.ac.jp

あらまし: 本研究は, 学習者が双方で学び合い, 学びの支援機能やツールを利用しながら自律的に課題に取り組み, また自己のライティングを振り返られる, 英語ライティングシステムの開発を目的としている. 本稿では, 協調学習, 自律学習・自己調整学習の理論に依拠するシステムデザインを報告する.

キーワード: ライティングシステム, 協調学習, 自律学習, 自己調整学習, 自己モニター

1. はじめに

2019年に文部科学省から示されたGIGAスクール構想では, 義務教育を受ける児童生徒に, 1人1台の端末環境を始めとするICTの導入・整備を加速させることが打ち出された. さらに, COVID-19の世界的流行の影響で, この数年で日本の教育現場におけるICT環境は一気に進んだ. 2021年の中央教育審議会の答申⁽¹⁾でも示されたように, 今後も一層のICTの活用が求められることは言を俟たない. 実際, 多くの学校で, オンライン授業や対面授業とオンライン授業を組み合わせたハイブリッド授業が導入され, 通学できない生徒や学生への教育の機会を提供しようとしている. その一方で, 教員には対面授業以上に授業準備や授業後のフィードバックなどの負担が増し, 教育の質を担保できなくなるという問題も生じている. そこで, 本研究では, 英語ライティング活動において, 教員の指導のみに頼らずに学習者が双方で学び合い, 学びの支援機能やツールを利用しながら自律的に課題に取り組み, また自己のライティングを振り返られる, 英語ライティングシステムを開発した. 本システムは, 協調学習と自律学習の両面を支援する特徴があり, 本稿ではそのシステムデザインの特徴について報告する.

2. 英語ライティングシステム (Coconuts) の基本的デザイン

本ライティングシステム Coconuts は, 先行研究で日本の大学生の協調学習と自律学習を促進する目的で実装されたプラットフォーム (久島, 岸, 田近, 来住, 園田, 2016)⁽²⁾をベースに開発された. 本システムは学習ページと学習者のライティングの分析ページから成っており, 学習ページは, 協調学習が行える協調場の領域と個人学習の領域から構成される.

協調場の領域は, 学習コミュニティを構築する場であり, その学習観は, 社会構成主義に依拠する.

学習コミュニティ内で知識を構築していく過程が協調学習であり, 学習者は他者との相互作用によって新たな知識を創出していく. 学習コミュニティ内ではより熟達した学習者が足場かけ (Bruner, 1960/1977)⁽³⁾を行い, 学習者は足場かけを通じて理解を深め, 新たな知識を構成していく. この「足場かけ」の概念は, 学習者が一人でできることの範囲と他者の支援を得てできることの差の領域を表す「発達の最近接領域」 (Zone of Proximal Development) (Vygotsky, 1978)⁽⁴⁾にも合致する.

自律学習については, Benson (2001/2011)⁽⁵⁾は「自身の学習をコントロールする能力」と定義し, コントロールする対象として「学習管理」, 「認知過程」, 「学習内容」を挙げ, Holec (1981)⁽⁶⁾は, 自律学習を促す5つのステップとして, 1) 目標の設定, 2) 学習内容の決定, 3) 学習方法の選択, 4) 学習の進捗状況の確認, 5) 学んだことの振り返りを挙げている. また, Zimmerman (1989)⁽⁷⁾は自己調整学習を「学習者がメタ認知, 動機づけ, 行動の各側面で自らの学習過程に積極的に関与する学習」と定義しており, この定義は Benson (2001/2011)や, Holec (1981)の唱える自律学習と重なる面が大きい. Zimmerman (1989)は, 自己調整学習の過程を「予見段階」, 「遂行段階」, 「自己省察の段階」の循環的なサイクルととらえている. 本システムは, 自律学習で Benson と Holec が着眼した「学習方法の選択」, 「学んだことの振り返り」, 自己調整学習で Zimmerman が提唱した「遂行段階」, 「自己省察の段階」に焦点をあてたデザインを基に構築された. 学習ページでは学習者が課題への取り組みにつまずいた際に, 他者のライティングやモデル文, 助言などを自分で選択して参考にできるようにし, ライティング分析ページでは自己の作文の使用語彙のレベルや文数などの指標を自動表示して可視化し, 自らも気づきなどのコメントを記入できるように自己省察できる設計とした.

3. 学習ページのデザイン

3.1 協調場における学び

図1の左領域が本システムの学習ページの協調場である。参加した学習者は自分のニックネームと選択した動物アイコンが表示される。協調場では、参加者全員のライティングを参照でき、参加者のライティングから気づきを得られる。また、協調場には教員の設定によって2種類の課題のモデル文を提示するBotと助言するBotも仮想メンバーとして参加する。学習者は必要に応じてそれらを参照できる。本システムは授業内外で利用可能であり、Botは状況に応じて教員の代用や補助の役割を果たせる。すなわち、本研究の協調場では、他の参加者やBotが足場かけを行う役割を果たす。また、他者からの積極的な学びができるように、ピア・レスポンスできるコメント欄も設定した。

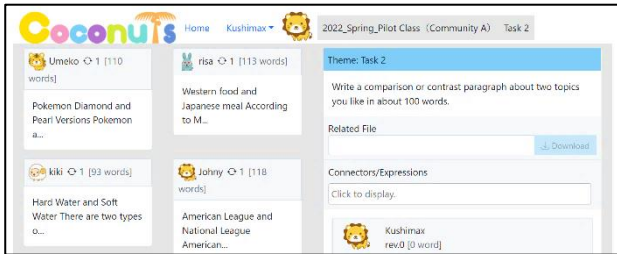


図1 Coconutsの学習ページ

3.2 学びの支援ツール

学習者は、右側の個人領域(図1)で課題に取り組む。この領域では、学習者は課題を完成するために課題に関連する表現を参照したり、完成した課題をアップロードする前にチェックリストを利用したりできる。課題に関連する表現は、オンラインのWeblio辞書にリンクされており、学習者は必要に応じて辞書の例文を参考にできる。

4. ライティング分析ページのデザイン

図2は学習者のライティング分析ページである。自己省察ができるように、各課題のライティングについて学習者の使用語彙と統語的要素の指標を自動表示し、また学習者が完成したライティングについて「よくできたこと」と「改善を要すること」についてコメントを記入できるようにした。使用語彙については、CEFR-J Wordlist[®]のランク別にライティングに自動で色分けされるほか、ランクごとの使用語彙数をグラフ化した。また語数、異なり語数、異なり語数/語数、内容語数、内容語数/語数、文数、1文あたりの平均単語数、木の深さの平均の数値も自動で表示される。数値は自分の学びの状況がわかるように、クラス平均数値とモデルの数値も示した。この過程は自律学習における「学んだことの振り返り」、自己調整学習における「自己省察の段階」を具現化したものである。



図2 ライティング分析ページ

5. おわりに

本システムの学習ページの試用を2022年3月に大学生8名が授業外で行った。教員は課題やBotのモデル文、助言などを事前に設定したが、学生が課題に取り組んでいる間は介入しなかった。運用後の調査では、学習者は課題の完成に向けて積極的にBotや関連する表現を利用し、ピア・レスポンス活動からも気づきを得て刺激を受けたことが明らかになった。今後は、本格的に本システムの運用を進め、本システムを通じて、自律学習、及び自己調整学習のステップを展開できるか調査していく予定である。

謝辞

本研究は、科学研究費基盤研究(C)(研究課題番号20K00782)の助成を受けて行われたものです。

参考文献

- (1) 中央教育審議会：“令和の日本型学校教育”の構築を目指して—全ての子供たちの可能性を引き出す、個別最適な学びと、協働的な学びの実現—(答申)”(2021)
- (2) 久島智津子, 岸康人, 田近裕子, 来住伸子, 園田勝英：“自律及び協調学習を支援する英語ライティングシステムの構築”, 日本 e-Learning 学会会誌, 第16号, pp. 16-28 (2016)
- (3) Bruner, J. S.: “The Process of Education”, Harvard University Press, Cambridge (1977) (Original work published 1960)
- (4) Vygotsky, L. S.: “Mind in Society”, Harvard University Press, Cambridge (1978)
- (5) Benson, P.: “Teaching and Researching Autonomy”. (2nd ed.), Routledge, New York (2001/2011)
- (6) Holec, H.: “Autonomy and Foreign Language Learning”, Pergamon Press, Oxford/New York (1981)
- (7) Zimmerman, B. J.: “A Social Cognitive View of Self-regulated Learning”, Journal of Educational Psychology, 81, pp.329-339 (1989)
- (8) 東京外国語大学投野由紀夫研究室：“CEFR-J Wordlist Version 1.6” (2020) (URL: <http://www.cefr-j.org/download.html> より 2022年5月ダウンロード)

意味記憶と想起による学習支援のモデルと初期評価

Initial Evaluation of Learning Model by Semantic Memorization and Recalling

岡本 花奈乃^{*1}, 林 佑樹^{*2}, 瀬田和久^{*2}

Hanano OKAMOTO^{*1}, Yuki HAYASHI^{*2}, Kazuhisa SETA^{*2}

^{*1}大阪府立大学 現代システム科学域

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

^{*2}大阪公立大学大学院 情報学研究科

^{*2}Graduate School of Informatics, Osaka Metropolitan University

Email: okamoto@ksm.kis.osakafu-u.ac.jp

あらまし : 知識の定着と素早い想起のためには, 意味的つながりを持つ関連知識に結びついた記憶と想起に粘り強く取り組むことが重要であると指摘されている. 本研究では, これまでに開発してきた意味的つながりのある記憶の促進と, 心的努力制約などによる粘り強い想起訓練の場の提供を目的とした記憶定着支援システムの初期的な有用性を評価した.

キーワード : 想起, 意味記憶, 記憶の定着, 意味的つながり

1. はじめに

知識の定着と素早い想起のためには, 意味的つながりを持つ関連知識に結びついた記憶の形式と, 想起の際の心的努力が重要であることが指摘されている (検索努力仮説⁽¹⁾). 想起できずとも粘り強く考え続ける行為が記憶の定着に重要であると考えられている. 一方, 表層的な文字列暗記に留まる学習者においては, その意味内容をつながりなく断片的にしか覚えていない状況に陥りがちである. また, 単語帳などの学習教材では, 想起できないときにすぐに答えを確認できてしまうので, 誰しものが粘り強く取り組める手段ともいえない.

我々はこれまでに, こうした学習者の意味記憶の促進と想起時の心的努力を課題化する記憶定着支援システムを開発してきた⁽²⁾. 文献⁽²⁾では主として記憶定着支援システムの構成原理を主題に述べた. 本稿では, 記憶定着支援システムにおける学習フローと, それに組み入れた支援機能が学習者の記憶の定着に資するか, その可能性を調査したので報告する.

2. 記憶定着支援システム

先行研究⁽²⁾では, 学習した内容の想起 (再生) を要求する記憶定着支援システムを提案している. システム全体の学習フローを図 1 に示す. 大きく以下の 2 つの学習フェーズから構成される.

2.1 再生フェーズ (図 1(i))

学習者が選択したトピックに関する再生課題に取り組むフェーズである. 学習対象となる地域とカテゴリ (例: 気候, 産業など) を選択することで, 再生課題が出題される (図 2(a)). システムは様々な地域の気候や産業に関する情報を意味ネットワーク形式 (xml) で保持しており, 例えばロンドンと気候が選択された場合には, これに接続したネットワーク情報が抽出され, 再生課題に該当する箇所が隠された状態で学習者に問題が提示される.

出題した再生課題について, システムは学習者の

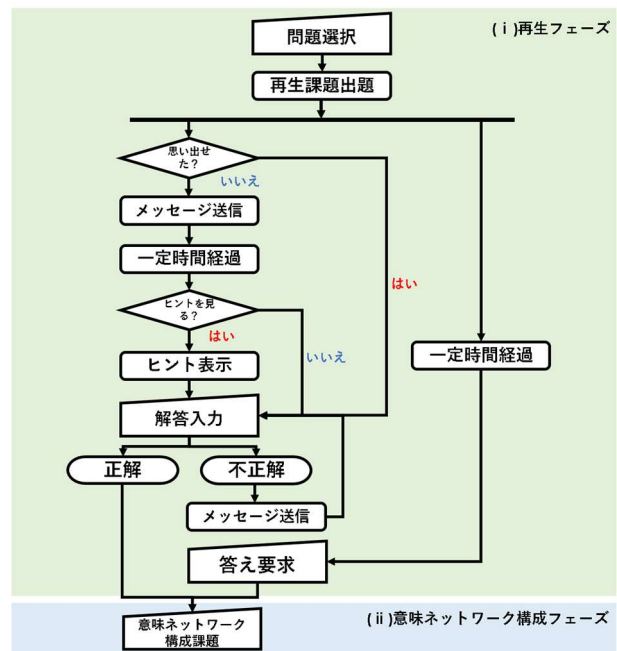


図 1 システムの学習フロー

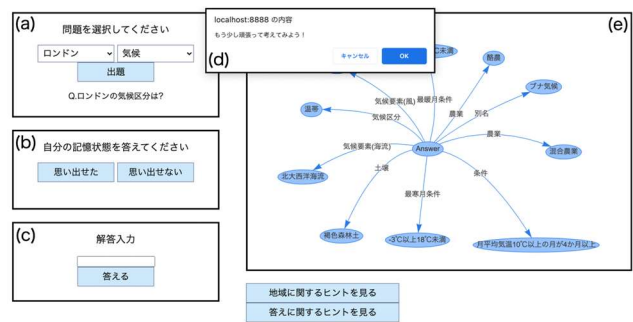


図 2 再生課題画面

記憶状態 (思い出せたかどうか) をまず表明させる (図 2(b)). 「思い出せた」が選択された場合は, 解答入力ボックスに入力された内容を正誤判定する

表1 アンケート調査結果

| 項目 | 平均得点 |
|---------------------------------|------------|
| A: 答えをすぐに確認できないことは記憶の定着に有意義だ | 3.75 (N=4) |
| B: システムからのメッセージによって考え続ける意欲が増した | 3.00 (N=3) |
| C: 答えに関するヒントは思い出すための手がかりとなった | 4.00 (N=3) |
| D: ヒントによってもっと考え続けようという意欲が増した | 4.00 (N=3) |
| E: 意味ネットワーク構成課題は記憶の定着に有意義だと思う | 4.75 (N=4) |
| F: 意味ネットワーク構成課題により学習対象への理解が深まった | 4.75 (N=4) |
| G: 比較システムと比べて本システムを使い続けたいと思う | 4.25 (N=4) |

段階評価と自由記述により評価した。事前学習教材を用いてケータウンに関する6項目の知識を学習してもらった。そして、事前学習から一週間後にこれらの知識について想起課題を実施した。

想起課題では、まず6項目中3つの知識を、支援機能を省いたシステム(比較システム)で想起させ、その後、残りの3項目については支援機能ありのシステムを使用して想起させた。システム使用順の設定意図は、支援機能があることの意義を相対的に捉えて評価してもらうためである。比較システムでは、心的努力制約を緩和して再生課題開始時点から学習者は答えを確認できるようになっている。また情動支援メッセージも表示されず、手がかりの閲覧や意味ネットワーク構成課題も出題しない仕様とした。

3.2 実験結果

アンケート結果を表1に示す。(A)心的努力支援については、答えをすぐに確認できないことは記憶の定着に有意義であると概ね肯定的な評価であった。(B)システムからの情動的な働きかけについては、単一のメッセージしか設定していなかったため、評価はさほど高くなかった。一方で、答えに関するヒント機能は、(C)記憶や想起の手がかりとなっているとともに、(D)心的努力を続ける動機づけとして肯定的な評価であった。意味ネットワーク構成課題については、(E)記憶定着と(F)学習対象への理解の深まりに有意義であったと高く評価された。また、(G)比較システムと比べて記憶定着のために本システムを使い続けたいかという項目についても高い評価が示された。これらのことから、記憶定着に資するシステムであることが示唆された。

4. まとめと今後の課題

本研究では、先行研究⁽²⁾で開発した意味記憶と想起による記憶定着支援システムの記憶定着への有用性を評価した。今後の課題として、システムの改善と定量的な評価実験による有用性の確認が挙げられる。

参考文献

- (1) Pyc, M. A., & Rawson, K. A.: "Testing the retrieval effort hypothesis: Does greater difficulty correctly recalling information lead to higher levels of memory?", *Journal of Memory and Language*, 60(4), pp. 437-447 (2009)
- (2) 岡本花奈乃, 林佑樹, 瀬田和久: "意味記憶と想起による記憶定着支援システム", 2021年度JSiSE学生研究発表会予稿集, pp.103-104 (2022, 本大会予稿集に掲載)

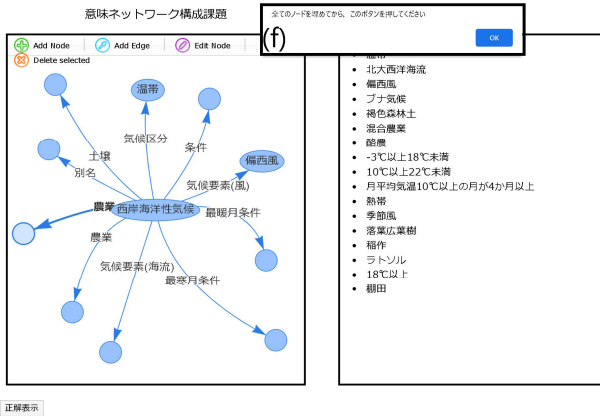


図3 意味ネットワーク構成課題画面

(図2(c)). ここで不正解となる場合と、図2(b)で「思い出せない」が選択された場合には、心的努力を促す以下の2つのフィードバックがシステムからなされる。

- ・情動支援メッセージ: 図2(d)のような学習者の想起の継続を促すメッセージが表示される。これは学習者の情動的な支援を目掛けた機能である。
- ・想起の継続を促す手がかりの提示 (図2(e)): xml形式で表された意味ネットワークの構造を可視化表示する機能である。

この再生課題においては、心的努力の継続を狙いとして、一定時間が過ぎるまで答えを確認することができない制約を設けている。図2(b)で「思い出せない」が選択された場合は、心的努力の時間経過後に、手がかりを見るかの問いかげがなされる。「手がかりを見る」を選択すると図2(e)下のような2種類ボタンが出現し、押下すると手がかりを見ることができる。

2.2 意味ネットワーク構成フェーズ (図1(ii))

正しく再生できた学習者が意味ネットワークを構成する課題に取り組むフェーズである。図3右の語群エリアを参考にしながら空のノードに語句を入力していく。語群は正しい意味ネットワークを構成する語句に加え、不要なダミー語句もランダムで表示される。全てのノードに語句が入力されると「正解表示」ボタンがアクティブになり、押下すると正解ネットワークが表示される。このように語句をすべて入力しないと答えを確認できないようにすることで、再生フェーズと同様に心的努力制約を実現している(図3(f))。課題終了後は再生フェーズに戻り、別の再生課題が出題される。

3. 評価実験

3.1 実験設定

開発したシステムの初期的な有用性を調査するための評価実験を実施した。大学生3名、大学院生1名の計4名を対象に、事前学習とシステムを使った想起課題に取り組んでもらい、アンケート調査の5

バッジ機能によるオンライン演習促進の試み —線形代数反転授業の補助的目標として—

Trial to encourage to do online exercises via Badges - As optional goal of flipped learning in the Linear Algebra course -

吉富 賢太郎^{*1}

Kentaro YOSHITOMI¹

^{*1}大阪公立大学 国際基幹教育機構

^{*1}Faculty of Liberal Arts, Sciences, and Global Education of Osaka Metropolitan University

Email: yositomi @ omu.ac.jp

あらまし: 授業におけるサブ目標としてゲーミフィケーションの概念に端を発するバッジ機能が近年注目されている。一方、筆者は2014年から取り組んできたYouTubeでの公開動画とMoodle上STACKを中心とする問題教材群から成る反転学習教材をこのコロナ禍で整備してきた。2022年度から対面授業での安定的な運用ができるようになったことで、この教材を反転学習教材として本格的に活用することとした。昨年度は、途中までオンラインになるなど出足をくじかれた格好で、オンライン演習も一定割合が全く手をつけずの状態であった。昨年度末から試行したバッジを、今年度からオンライン演習の自主的学習の促進を目的として試行的に運用を始めたので、その経過を報告する。発表ではアンケート結果についても報告する。

キーワード: 反転学習, バッジ, オンライン小テスト, 線形代数

1. はじめに

反転学習は、授業の内容を予習し、対面授業においては、より理解を深める活動を行う学習形態である。予習をしない、このような活動に参加しても効果が薄れるばかりか、数学のように事前に概念や用語を一定程度理解しておかないと何もわからないという状況も有り得る。

筆者は、大学数学、特に線形代数について、反転学習教材として、解説動画の整備を2014年より始め、対面学習において理解を促進することを目的として、TeXによるランダムな演習問題や小テストの作成、また、予習用として、学習管理システムであるMoodleにおける多肢選択問題の自動生成、STACKによる問題開発などを実施してきた。これら教育リソースはコロナ禍でさらに潤沢になったと言える。

2020年度はほぼオンライン、2021年度途中までオンラインという状況であったが、オンライン問題の実施状況を見ると、一定割合(15%~20%程度)が全く実施しない、もしくは半分程度しか実施しないという状況であった。該当学生の成績がすべて良好ではないとは限らないが、ゆるやかな相関は見られる。本年度は、全学方針として、止むを得ない場合を除き対面授業となり、期末まで継続される見込である。

以上の状況で、オンライン演習問題の実施率を上げるための試みとして、一定数のオンライン演習問題を実施した場合はバッジを与えることとした。オンライン演習問題にこだわる理由は、問題の開発において、単なる計算問題ではなく、確かな定義の理解や多角的な視点からの思考を必要とするよう意図しているからである。例えば、数式処理システムの利用やオンラインでの質問コーナーの利用といった

ゲーミングを用いて問題をクリアするよりも、自ら考えて解答する方が効率的であるよう平易な問題から段階的に構成するようにしている。これにより、暗記型学習を脱却し、単なる動画の聞き流しではない学習を目指す。

本稿では、取り組み概要と現状を報告し、発表では、アンケートの結果や最終的な実施状況について報告する。

2. 先行研究と研究課題

バッジ機能がオンライン演習に与える影響については、モチベーションについて、「効果があった」、「なかった」、「どちらとも言えない」がそれぞれ1/3程度という報告もある⁽¹⁾。また、大半の学生に効果的であるが、それは学生や状況に依存する、という先行研究もある⁽²⁾。ゲーミフィケーションがそもそも嗜好に反するようなケースも確かに存在する。また、これらの先行研究では、あくまでも補助的な目的(optional goal)となっている。本研究でも、最終的な目標とはせずサブ目標としている。ただし、取得したバッジが多ければ成績に加味するとしている。

2021年度後期に試行したところでは、口頭での確認で、バッジが欲しいという意見もあり、今年度は、バッジの取得を予習課題とはしないが、バッジの取得状況が見える状態で演習をうながすよう試みた。本研究では研究課題として

- バッジ取得が演習問題完了の動機となるか
- 逆にバッジが負の効果になっていないか
- 成績との関連づけは必要か
- バッジの取得要件は適切か

という点について考えたい。例えば、学生の履修速

度にも幅があるので、"Early bir"の要素なども検討しているが、本研究ではその手法を確立していない。

3. 対象授業および実施状況

今回の試行対象のクラスと履修状況、現状でのバッジ取得状況について述べる。

3.1 対象クラスおよび履修状況

対象となるクラスは、工学部機械工学科の1回生中心のクラスである。本学では、2回生は以前は専用(再履修)クラスで受講するシステムであったが、組織変更(統合)により、1回生のクラスに組み入れるスタイルとなった。1回生は64名、2回生4名、3回生2名である。再履修生は欠席が多く、再履修クラスでも通常50%程度、1回生クラス受講の場合はさらに欠席率が高いが、今年度は2、3回生合わせて常時出席は1名~2名である。

3.2 トピック構成とバッジについて

図1にトピックの構成例を示す。Moodleは、トピック単位で構成されるが、本講義では、トピックをセクションに割り当てて運用している。§1~§4でサブセクションが計17個(§2-4,2-5はオプション)としている。内容の区分上止むを得ないが、サブセクションにより分量にかなり違いがある。ただ、緩急をつける目的もありこのままの構成としている。

一方、バッジの管理画面例を図2に示す。バッジのアイコンはTeXのtikz環境で作成している。実際のサイズではかなり縮小されるため、文字の大きさの調整をして§番号の識別性に留意した。

3.3 実施状況

本稿執筆時点(5/23)で、§1-1「命題・集合・写像」については、1回生64名中58名、2回生4名中3名が取得しており、§1-2「空間図形」については、1回生60名(93.7%)、2回生3名が取得している。昨年度も同様の演習を設置していたので、バッジを追加して有効化したところ、取得は83名中67名(80.0%)であった。ただし、オンラインの状況で単純に比較はできないと考えられる。

一方、§2に入ってから低迷している。授業としては、現在§3-2まで進んでいるが、§2-1~2-3については、1回生で90%、75%、66%である。

取得条件は必ずしもトピックにある練習問題の基本的と考えられる範囲の問題に限定しているが、反転学習の予習範囲よりは多いためにバッジ取得には至っていないものと推定される。

4. まとめと今後の課題

2022年度、大学工学1回生向け線形代数の授業において、オンライン演習促進を目的にバッジの利用を取り入れた。最初の§1は好調であったが、§2以降伸び悩んでいる。

バッジの取得要件については、Early bird(早期完了)やレベルに応じた段階別など工夫の余地がかなりある⁽²⁾。Moodle上では完了日を指定することで

これらの機能を実現できると思われるが未確認であり、後半検討してみたい。また、より木目の細かい段階設定をして、バッジ取得の敷居を下げる工夫などが必要かもしれないと考えている。

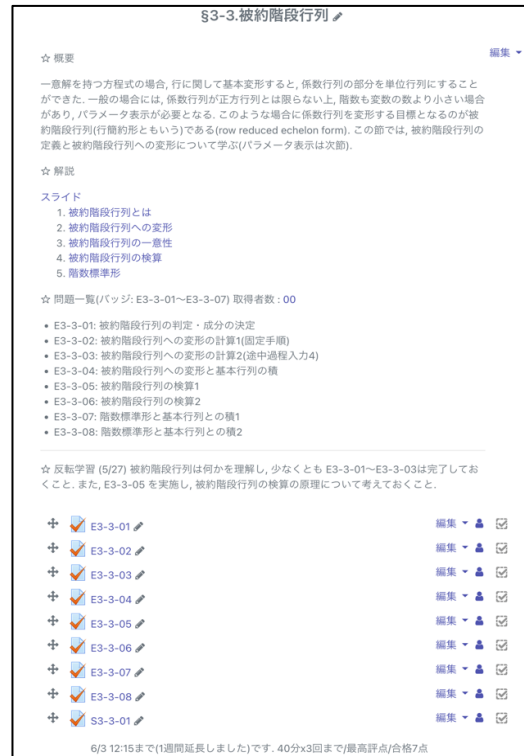


図1 トピック構成



図2 バッジの管理画面

5. 謝辞

本研究は本研究はJSPS 科研費 21H00921の助成を受けたものです。

参考文献

- (1) Haaranen, L., Ihantola, P., Hakulinen, P., and Korhonen, A. : "How (not) to Introduce Badges to Online Exercises", Conference: Proceedings of the 45th ACM Technical Symposium on Computer Science (2014)
- (2) Hakulinen, L. , Auvinen, T. , and Korhonen, A. : "The Effect of Achievement Badges on Students' Behavior: An Empirical Study in a University-Level Computer Science Course", International Journal of Emerging Technologies in Education, Vol 10, No.1(2015).

家庭学習における主体的な学びを支援する e 学習カードの開発

Development of an Electronic Learning-card to Promote Student Proactive Learning in Home Learning

長野 里音^{*1}, 古澤 未菜^{*1}, 丸山 浩平^{*1}, 森本 康彦^{*1}
Rio NAGANO^{*1}, Mina FURUSAWA^{*1}, Kohei MARUYAMA^{*1}, Yasuhiko MORIMOTO^{*1}

^{*1}東京学芸大学

^{*1}Tokyo Gakugei University

Email: m228121f@st.u-gakugei.ac.jp

あらまし：観点別学習状況の評価の1つの観点である「主体的に学習に取り組む態度」は、学校だけでなく家庭における学びも継続してその状況を見取る必要がある。特に、家庭学習では、支援者がいないため、学習を調整しながら粘り強く取り組んだり、自分の成長を把握したりすることが難しく、何かしらの支援が必要となる。そこで、本研究では、家庭学習における主体的な学びの支援を目的に、電子的な学習カード「e学習カード」を開発し、その効果を検証する。本稿では、e学習カードの開発について述べた。

キーワード：主体的に学習に取り組む態度、自己調整、家庭学習、主体的な学び、学習カード

1. はじめに

新学習指導要領では、児童生徒の資質・能力の育成のために、特に、見通しをもって粘り強く取り組み、自己の学習活動を振り返って次につなげる「主体的な学び」の実現が重要視されている⁽¹⁾。このことについて、観点別学習状況の評価では、「主体的に学習に取り組む態度」として評価することとされており、これは「自らの学習を調整しようとする側面」と「粘り強い取組を行おうとする側面」で整理されており、児童生徒が自らの学習の目標をもって、進め方を見直しながら学習を進めていく過程を、それぞれの側面から把握し、評価、支援していくことが求められている⁽²⁾。このような過程や側面は、1時間の授業における挙手の回数で捉えたり、学期末にまとめて捉えたりするものではなく、単元や題材などの内容のまとまりの中で捉えることとされており、児童生徒の学校での学びとともに家庭学習での学びを含めて捉えることが必要とされている⁽³⁾。

しかし、家庭学習においては、与えられた宿題に終始してしまい、児童生徒が見通しをもって、学びを調整しながら学習を進めることが難しく（**問題点1**）、教員等の支援者がいないために、粘り強く学習を進めていくことが難しい（**問題点2**）。

一方、近年、GIGA スクール構想の実現に向けて、ICT 環境の整備が急速に進んできたことから、1人1台端末に蓄積される学習記録データから、児童生徒1人1人の家庭学習をはじめとした授業外での学習状況を把握することが容易になってきており、このための学習記録データの活用方法の検討が進められてきている。個別学習における学習記録データを活用した学びの支援の例として、佐々木ら（2021）は、振り返ったことを蓄積しながら学習に取り組み、成長した（できなかったことができるようになったこと）点を可視化することで、見通しを持ち、学習者が粘り強く取り組み、自身の成長を実感させることを促すことを明らかにしている⁽⁴⁾。

つまり、家庭学習における学習記録データをうまく蓄積、活用することで、児童生徒の主体的に学習に取り組む態度を把握しやすくさせ、主体的な学びを支援することができるのではないかと考えられる。

そこで本研究では、家庭学習において主体的に取り組むための支援をすることを目的に、電子的な学習カード「e学習カード」の開発を行う。

2. 家庭学習における主体的な学びを支援するためのアプローチ

家庭学習における主体的な学びを支援するための要件として、以下を満たすことが求められる。

要件1：自らの学習について見通しをもち、学習状況を把握しながら、自らの学習を調整することを支援できること（**問題点1**に対応）。

要件2：自らの成長や変容について把握しながら、粘り強く取り組むことを支援できること（**問題点2**に対応）。

要件を満たすためのアプローチとして、本研究では、学習状況を把握する方法としての学習カードに着目する。学習カードは、一般的に、授業の目標・めあて、取り組んだ内容、その評価・振り返りが記録されている。この学習カードを、学習前、学習後の適当なタイミングで記録、見返したりすることで、自らの学びを記録、把握しつつ、学びを調整していくことができるようになる効果がある。さらに、この学習カードを電子的に扱うことで、項目の内容を電子的に扱え、内容に応じた可視化や、条件に応じた動的な表示内容の分岐が可能になる。

つまり、家庭学習において、取り組んだ記録を記入する項目の他に、取り組もうとする学習の見通しと調整の理由を記入する項目を配置し、これらの項目から自らの学びを調整している状況を可視化することで、**要件1**の達成が期待できる。また、学習を通して新しくできるようになったことと、学習が終わった後の次回の学びに向けた見通しを記入する項目と、学習のひとまとまりが終わった後の総括的な振り返りを記入する項目を配置し、これらの項目から自らの成長や変容の状況を可視化することで、**要件2**の達成が期待できる。

2.1 家庭学習における主体的な学びを支援する e 学習カード

そこで、本研究では、要件を満たす、家庭学習における電子的な学習カード「e学習カード」の開発を

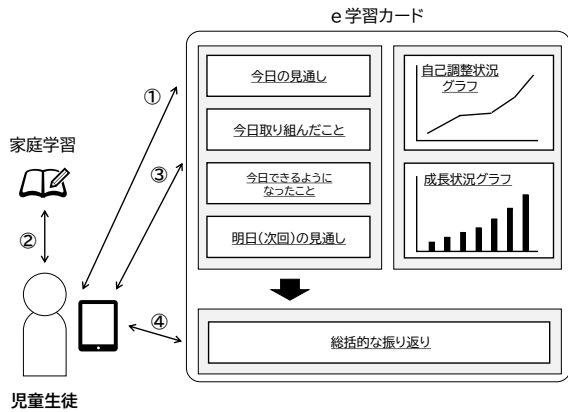


図1 主体的な学びを支援するe学習カードのイメージ

試みる。具体的には、このe学習カードを、以下の①～④の流れで、学習に取り組む前、取り組んだ後に用いていくことで、家庭学習における主体的な学びを支援する(図1)。

- ①前回立てた見通しや振り返りの記述と、現在の学習状況から、今回の取り組みを考え、e学習カードに取り組む問題数と調整した理由を記述する。
- ②見通しをもとに問題演習に取り組む、取り組んだ問題数をe学習カードに記入する。また、新たにできるようになった問題を数えて記入する。
- ③今回の調整や見通し、取り組んだ数や新たにできるようになったことをもとに、自身の学び方について振り返ったことを記述し、次回取り組む問題数をe学習カードに記入する。
- ④ある程度のまとまりで、自己調整や新たにできるようになったことの可視化、振り返りの記述を見て自身の学び方を大きく振り返り、次の学びにどう活かしていくかをe学習カードに記述する。

3. e学習カードの開発

前章で提案したe学習カードは、Excel等のファイルで実装する方法と、Webアプリケーションで実装する方法が考えられるが、本研究では、Excelファイル上で実装した(図2)。具体的には、Excelシートの中に、学習カードとして記入する項目とそれらの項目を用いて可視化したグラフを配置した。配置した項目とグラフは、以下のとおりとした。

項目1) 調整・見通しの項目：前回立てた次回の調整・見通しの項目と現在の学習状況を確認、調整し、今回の見通し(取り組む問題の数)と、そのように決めた理由を記入する項目。また、今回の家庭学習が終わって振り返った後に、次回へ向けた見通しを記入する項目。

項目2) 取り組んだ項目：見通しをもとに、実際に取り組んだ問題数と、できなかったことができるようになった問題数を記入する項目。

項目3) 振り返りの項目：今回の家庭学習について、記入した項目について見返しながら、学びを振り返って記入する項目。

項目4) 総括的な振り返りの項目：学習のひとまとまりが終わった後(2週間後や、単元等の内容が終わった後など)に行う、総括的な振り返りを記入する項目。



図2 e学習カードの実装イメージ

グラフ1) 自己調整可視化グラフ：学びの自己調整を行った回数を積み上げグラフで可視化する。学びの自己調整を行った回数は、毎回の家庭学習に取り組む前に記入する**項目1**の記入が完了した時に1ずつカウントアップされていく。

グラフ2) 成長可視化グラフ：できなかったことができるようになった数を、その日できるようになった数は棒グラフで、その日までの累積の数を折れ線グラフで可視化する。これらは、**項目2**で入力された数をもとにグラフ化する。

この実装により、**項目1**の今回の家庭学習で取り組む問題数や、**項目2**のできなかったことができるようになった数を、継続的に記録することができるようになり、これらの項目を用いて、自己調整を行った状況や、成長した状況を可視化することができるようになる。記入した項目と可視化されたグラフを確認することで、自身の学習状況を把握して、学びを調整することや、粘り強く取り組むことを促すことが期待でき、**要件1, 2**の達成が期待される。

4. おわりに

本稿では、家庭学習において学習者が主体的に取り組むための支援をすることを目的に、e学習カードの開発を行った。今後は、開発したe学習カードを用いた小学校現場の家庭学習における実践を行い、その効果について分析・評価を行っていく。

謝辞

本研究の一部は、科研費(20K03174)の助成を受けた。

参考文献

- (1) 文部科学省：“小学校学習指導要領解説(平成30年告示)総則編”，東洋館出版社，東京(2018)
- (2) 文部科学省：“児童生徒の学習評価の在り方について(報告)”，https://www.mext.go.jp/component/b_menu/shingi/toushin/_icsFiles/afieldfile/2019/04/17/1415602_1_1_1.pdf (参照：2022.5.31)
- (3) 文部科学省：“学校の授業における学習活動の重点化に係る留意事項等について(通知)”，https://www.mext.go.jp/content/20200605-mxt_kouhou01-000004520_1.pdf (参照：2022.5.31)
- (4) 佐々木さや香, 芝本隆也, 高村浩輝, 森本康彦：“学習者の学びの振り返りを支援する問題演習システムの開発”，日本教育工学会論文誌45(Suppl.), pp.85-88 (2021)

数学オンラインテストにおける有向グラフを用いた解答過程の可視化と 問題評価への適用

Visualization of the Solving Process Using Directed Graphs in Mathematics Online Tests and Its Application to Question Evaluation

栗原 朝陽, 中村 泰之

Asahi KURIHARA, Yasuyuki NAKAMURA

名古屋大学大学院情報学研究科

Graduate School of Informatics, Nagoya University

Email: kurihara.asahi.p8@s.mail.nagoya-u.ac.jp

あらまし：本研究では、数式自動採点システム STACK を用いて行われた講義における解答データをもとに解答過程の可視化を行なった。作問者があらかじめ想定される解答を入力できる STACK の機能を用いて、学生の複数回の解答データの遷移をネットワーク図として表した。このネットワーク図から、学生がどういった誤答を経由して正答に至る傾向があるのか、どの誤答における不正解が多いのかを読み取ることができる。また、得られた結果からポテンシャル・レスポンス・ツリーを改善することで、学生に適切なフィードバックを与えることができるようになると思われる。

キーワード：STACK, 解答過程, 有向グラフ

1. はじめに

コロナウイルスの流行拡大によるオンラインでの授業や学習の需要は大きく上昇している。オンライン学習においては、学生の知識の定着度を計るためにオンラインテストは重要な機能の一つである。特に理数系の問題については解答を数式で入力する事で答えに至る知識や計算の能力を評価することができる。STACK とはオンラインの数式自動採点システムであり、解答として数式を入力することでそれを自動採点できる⁽¹⁻³⁾。特徴としてあらかじめ作問者が考えられる誤答をツリー状に作成することでその誤答に当てはまる解答をした学習者にフィードバックを送ることができるポテンシャル・レスポンス・ツリーという機能がある。誤答の分類に関してはさまざまな先行研究が存在するが^(4,5)、STACK の問題で実際に適切なポテンシャル・レスポンス・ツリーの作成ができていないのかは学生の解答を確認しないとわからない。そこで学生の解答がポテンシャル・レスポンス・ツリーのどのノードに当てはまるのか、どういった誤答を経て正答に至っているのかを可視化することでその問題を評価できるのではないかと考えた。そこで、本論文では数式の自動採点システム STACK の解答データを用いて、解答者の解答過程を可視化することを目的とした。STACK で出力できる解答データにはその解答がどのポテンシャル・レスポンス・ツリーのノードに当てはまるかの情報が含まれるため、それを用いて解答者がどういった誤答を経て正答に至ったのかの解答過程を有向グラフを用いて可視化した。それぞれの問題についての解答過程の可視化を行うことで、作問者の意図が適切に反映された問題となっているかがわかる。加えて、ポテンシャル・レスポ

ンス・ツリーの各ノードにおける傾向を可視化することができるため、解答をもとにポテンシャル・レスポンス・ツリーの改善を行うことができ、学習者にオンラインテストでも適切なフィードバックを与えることで学習効率の上昇にも貢献することができる。と考える。

2. STACK について

STACK はバーミンガム大学の Christopher J. Sangwin らによって開発されたオンライン数式自動採点システムである。数式による解答を受け付け、数式処理システム Maxima を利用することで正誤評価を行うことができる。また解答に対して、あらかじめ想定される誤答を入力しておくことでその誤答に対するフィードバックを表示する STACK の機能をポテンシャル・レスポンス・ツリーという。各ノードにおいて入力された解答を評価基準と照らし合わせる事でそれがそのノードと一致するかを判定する。この機能を適切に用いることで、解答者に適切なフィードバックを行うことができ、理解の助けになることが期待できる。

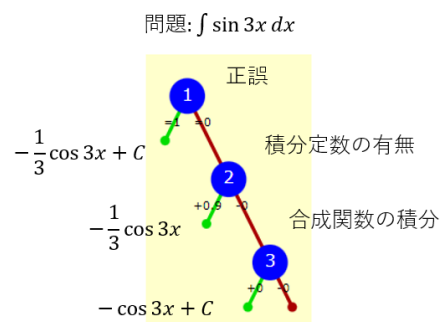


図 1:ポテンシャル・レスポンス・ツリーの例

「教え方リズム」の分析を目的とした 教師の「身振り手振り」動作の定量的分析

Possibility of quantitative analysis of teacher's gestures in class for the purpose of analysis of "teaching method rhythm"

宋 銘倫^{*1}, 蜂須賀 知理^{*2}, 栗田 佳代子^{*3}, 割澤 伸一^{*1}
Minglun SONG^{*1}, Satori HACHISUKA^{*2}, Kayoko KURITA^{*3}, Shin'ichi WARISAWA^{*1}

^{*1} 東京大学大学院新領域創成科学研究科

^{*1} The University of Tokyo, Graduate School of Frontier Sciences

^{*2} 東京大学大学院情報学環

^{*2} The University of Tokyo, Interfaculty in Information Studies

^{*3} 東京大学大学院教育学研究科

^{*3} The University of Tokyo, Graduate School of Education

Email: 5874448157@edu.k.u-tokyo.ac.jp

あらまし：本稿では、授業動画から教師の「教え方リズム」を定量的に抽出することを目的として、授業中の教師の動作に注目し、時系列的に瞬時速度分布を示す手法を提案した。提案手法を用い、異なる教師による同一内容の授業を比較した結果、両手動作の瞬時速度分布の分散が、授業動画視聴者による教師の動作の激しさに対する主観評価と関連があることが明らかになった。

キーワード：OpenPose, 教師の動作, 教え方リズム

1. はじめに

授業場面において、授業の進行方法や教師の表現の仕方などを含む教え方と、学生の学び方を合致させることが効果的な教育方法と考えられる。教え方には、授業中の教師の身振り手振りや顔表情、音声の抑揚などの非言語情報が含まれ、主に学生の注意の引き付けや情報の補足などの重要な役割を果たしている。これらの情報に対しては、定性的な評価が一般的であり、教師ごとの教え方を統一的に評価する指標は存在しない。そこで本研究は、教師の教え方を定量的に示す方法の構築を目的として、教師の非言語情報のうち身振り手振り動作に注目する。

2. 目的

本研究では言語情報と非言語情報から成る授業中の教師の教え方を「教え方リズム」と定義した。「教え方リズム」は時系列的な変化を伴い、教師ごとに異なる特性を持つことが予測される。

本稿では「教え方リズム」を構成する要素の中でも非言語情報に分類される「身振り手振り」を対象として教師に固有なリズムの抽出方法を検討する。本稿では、客観的指標として動作解析から得られる教師の手の動き情報を、主観的指標として授業視聴者による印象評価情報を用い、両分析結果の関係性から「教え方リズム」の定量化指標の検討を行う。

3. データ

本稿では、高校英語（文法）と数学（ベクトル）各 90 分間の授業動画を用いた。動画のフレームレ-

率は 30 fps、フレームサイズは 1980 px x 1080 px であり、各科目の授業動画を 2 本ずつ、計 4 本の動画を用いることとした。それぞれの科目は異なる 2 名の教師（以下教師 A, 教師 B とする）が同じ内容に対して授業を行ったものである。授業は教師が黒板の前に立ち、板書をしながら進行する形式とした。

上記 4 本の動画からそれぞれ 3 分半から 4 分間の動画を 2 か所ずつ（以下、部分 1, 2）抽出して切り出した。分析は、同じ科目の異なる教師による部分 1, 部分 2 同士を比較する形で行った。

4. 分析手法

4.1 特徴量

カーネギーメロン大学 (CMU) によって開発された OpenPose⁽¹⁾を用いて、授業動画中の教師の 25 個の骨格特徴点を検出する。本稿では教師の身振り手振りを示す特徴点として左右の手首と左右の肘の 4 つの特徴点を抽出し、教師の首の付け根の座標を基準とすることで教師の移動量情報を除去した。OpenPose の出力から、4 つの特徴点のフレーム間の合計移動量を算出し、フレーム間の時間で除した。その値を各フレーム再生時点の瞬時速度 V_i (px/s) と設定した。なお、添え字 i は時間を示すものとする。

4.2 時系列上の瞬時速度分布

ある教師の瞬時速度 V_i について階級幅を 300 px/s として度数分布を示した結果は図 1 のようになる。

瞬時速度の分布の時系列的な変化を確認するために、授業動画を5 s毎に n 個の区間に分割した。さらに、各区間における瞬時速度の度数分布を明度に対応付けて時系列的に並べて表示した。

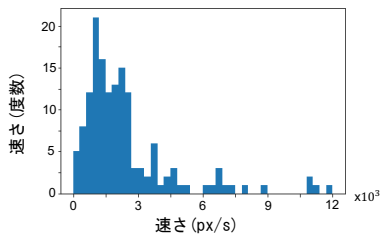


図1 動作の瞬時速度分布

4.3 アンケート調査

実験参加者は6名の大学院生(男性5名, 女性1名)とし, 各動画の視聴終了直後に主観評価アンケートへの回答を求めた。また, 同一部分(1または2)に対応する異なる教師2名の動画の視聴終了直後には, 両授業動画を比較する形式でアンケートへの回答を求めた。アンケートには, 「教師の動作の激しさ」, 「動作の抑揚の度合い」, 「動作のバリエーションの度合い」, 「授業の分かりやすさ」, 「授業への好み」, 「受講希望の度合い」をそれぞれ5段階で評価する質問を設定した。

5. 結果と考察

5.1 定量的分析

4本の動画の計8箇所に対して, 提案手法により時系列上の瞬時速度分布をプロットした(図2, 図3)。

英語教師A, Bについて, 部分1と部分2の動作の瞬時速度分布図を比較すると, 教師Bの方が教師Aより速度の速い領域に度数の高い分布が多く見受けられる。

数学の授業の結果を見ると, 教師Bの部分1と2両方とも明らかに動作の瞬時速度の分散が大きい傾向が見られる。教師Aにはほぼ見られない瞬時速度3,000 px/s以上の領域に, 教師Bの瞬時速度が多く分布していることが分かる。

5.2 アンケートの結果

各教師に対する主観評価の平均得点を表1に示す。結果より, 数学と英語それぞれの教師Bに対して, 教師Aよりも動作の激しさが大きい印象があることが分かった。これを5.1の定量的分析結果と併せると, 瞬時速度の分布の大きさが教師の動作の激しさを示す指標となる可能性が示唆される。また, 受講希望の度合いの評価結果より, 教師の動作の激しさと受講希望の度合いには科目ごとに異なる傾向が見られる可能性も示唆された。

表1 教師の動作の激しさと受講希望の度合いの主観評価結果

| 授業動画 | 激しさ | 授業希望 | 授業動画 | 激しさ | 授業希望 |
|-------|-------------|-------------|-------|-------------|-------------|
| 英語A_1 | 3.17 | 2.83 | 数学A_1 | 2.33 | 4.17 |
| 英語B_1 | 4.83 | 4.33 | 数学B_1 | 4.00 | 3.17 |
| 英語A_2 | 3.00 | 2.00 | 数学A_2 | 2.67 | 3.83 |
| 英語B_2 | 4.33 | 3.50 | 数学B_2 | 3.33 | 3.17 |

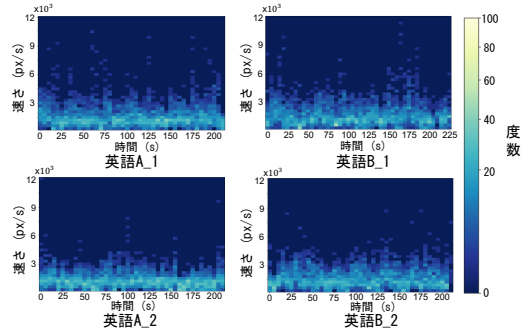


図2 英語教師A, Bの瞬時速度分布

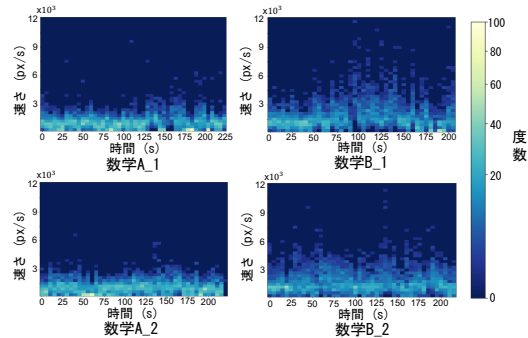


図3 数学教師A, Bの瞬時速度分布

6. まとめと今後の課題

本稿では, 異なる教師2名による同一内容の授業を比較した結果, 動作の瞬時速度分布の分散が, 教師の動作の激しさに対する授業動画視聴者の主観的印象と関連があることが分かった。

しかし, 異なる科目の教師間を比較する場合には, 指標の基準化の必要性がある。主観評価において, 英語教師B部分2の動作の激しさが数学教師B部分1と比べる場合, 表1では1.5点の差が得られたが, 提案した動作の瞬時速度分布との関係性は明確ではない。その理由の1つとして, 画像を用いた動作分析の際に教師の画像内の大きさに対する正規化処理が行っていないことが考えられる。

今後は, 画像内の教師の画像大きさの正規化を行うと共に, 教師動作の激しさ, 抑揚, バリエーションなどの度合いを指標化し, 主観的印象との関連性を明らかにすることを目指す。

参考文献

- (1) Zhe Cao, Tomas Simon, Shih-En Wei, Yaser Sheikh: Realtime Multi-Person 2D Pose Estimation using Part Affinity Fields, CVPR2017

難易度と識別指数を用いた単文統合型作問課題の分析

Analysis for Problem-Posing Assignment in MONSAKUN Based upon Difficulty and Discrimination Index

岩井 健吾^{*1}, 松本 慎平^{*2}, 林 雄介^{*3}, 平嶋 宗^{*3}

Kengo IWAI^{*1}, Shimpei MATSUMOTO^{*2},
Yusuke HAYASHI^{*3}, Tsukasa HIRASHIMA^{*3}

^{*1} 山陽女子短期大学人間生活学科

^{*1} Department of Human Life Studies, Sanyo Women's College

Email: iwai@sanyo.ac.jp

^{*2} 広島工業大学情報学部

^{*2} Faculty of Applied Information Science, Hiroshima Institute of Technology

Email: s.matsumoto.gk@cc.it-hiroshima.ac.jp

^{*3} 広島大学大学院工学研究科

^{*3} Graduate School of Advanced Science and Engineering, Hiroshima University

Email: {hayashi, tsukasa}@lel.hiroshima-u.ac.jp

あらまし：和差の算数文章題を対象とした単文統合型作問学習支援環境「モンサクン」が設計・開発されている。このモンサクンの作問課題は、小学生から大人まで幅広い層の利用実績があり、演習全体の学習効果も確認されている。その一方で、個々の作問課題の適切性に関しては、学習者の演習データに基づいて実施されていない現状にある。本研究では、古典的テスト理論の指標である難易度と識別力の観点から、過去の実践利用で収集した学習者の演習データを用いて個々の作問課題の適切性の分析を実施した。

キーワード：作問課題，正答進行型課題，正答率，識別指数

1. はじめに

和差の算数文章題を対象とした単文統合型作問学習環境「モンサクン」が設計・開発されている⁽¹⁾。

このモンサクンの作問課題は、既に小学生から大人まで幅広く利用実績があり、演習全体を通じた学習効果も既に確認されている。また、算数文章題の構造的記述に基づくモデルに基づいた個々の作問課題の適切性に関する分析も実施されている。学習課題のモデルに基づいた分析によって、課題自体がもつ客観的な性質を明らかにすることが可能となる。

その一方で、学習者の演習データに基づいた個々の作問課題の適切性に関しては十分に分析が実施されていない現状にある。学習課題のモデルに基づいた分析によって作問課題の自体の性質は明らかにすることは可能であるが、その作問課題が学習者に適したものとなっているかどうかは別途データを用いて評価を行う必要がある。

課題の適切性を評価する方法として、古典的テスト理論の難易度と識別力に関する議論がある⁽²⁾。この指標に基づいて分析を行うことで個々の作問課題が学習者にとって適切であったかどうかを判断することが可能となる。

そこで、本研究では、古典的テスト理論の指標である難易度と識別力に基づき、過去の実践利用で収集したモンサクンの演習データを使用して、個々の作問課題の適切性の評価を実施した。その結果、1) 出題された作問課題は学習者にとって概ね適切な課題設定であったこと、2) 同レベルに異なる性質をもつ作問課題が含まれていたこと、が明らかとなった。

2. 単文統合型作問支援環境「モンサクン」

与えられた単文を組み立てることによって、算数文章題の問題を作成する単文統合型作問支援環境「モンサクン」が設計・開発されている。図1は、モンサクンの演習画面の外観である。画面左上側に作成すべき問題の条件(問題制約)が提示され、画面右側に問題の構成要素である単文カードが提示されている。この画面において、学習者は、図1の画面右側に与えられた単文カードを画面左下の3つの空欄に問題制約を満たすように割り当てることで問題の作成を行う。問題作成後、画面左側の一番下にある診断ボタンを押すことで正誤診断が支援環境上で実施され、その結果が学習者にフィードバックされる。正答の場合は次の課題に進み、誤答の場合は、正答に到達するまで何度も回答を繰り返す課題(正答進行型課題)として設定されたものとなっている。

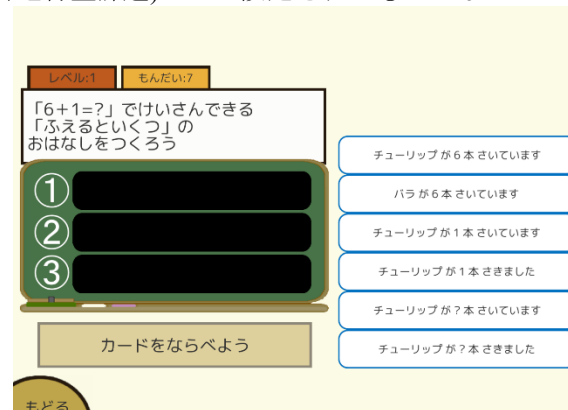


図1 モンサクンの演習画面の外観

3. 分析方法

本研究では、難易度と識別力の観点から、過去の実践利用で収集したモンサクンの演習データを用いて個々の作問課題の適切性の分析を実施した。

3.1 演習データの収集・選定

2020 年度に公立小学校の全学年全クラスにおいてモンサクンの授業内利用が行われた。本研究では、その際に収集された演習データを対象に分析を実施した。この実践では、3つのレベルが出題され、レベル1：16課題(4課題はチュートリアル用の課題)、レベル2：12課題、レベル3：20課題、の構成であった。本分析では、レベル2を全課題演習した被験者(495名)に絞って分析した。また、レベル1のチュートリアル用の課題は分析対象から除外した。なお、村上の先行研究では、被験者の絞り込みをせずに分析を実施している⁽³⁾。また、レベル3を全課題演習した被験者に絞った分析、各学年に絞った分析を実施した点も本分析の新規性であるが、この2つの分析方法・結果に関しては当日報告を行うものとする。

3.2 データ分析の手順

難易度の指標に正答率、識別力の指標に識別指数を用いて分析を行った。正答率は、各課題の正答者数を被験者数で割って算出した。識別指数は、上位群25%、中位群50%、下位群25%の3群に分類した。順位付けは、各課題の正答を1点、誤答を0点とした、レベル1と2の総合成績(28点満点)を使用した。

3.3 得点化の手順

本分析では、得点化の手順が通常とは異なり、複数の採点基準を設定している。モンサクンの作問課題は、正答進行型課題であるため、指定した回答回数以下の場合を得点化時の正答とした。この正答の判定基準の閾値は、人が恣意的に決めることは妥当ではない。それゆえ、本分析では、その閾値が1回以下~20回以下に設定して得点化を実施した。そのため、各閾値に正答率と識別指数の値が存在するものとなる(各課題20パターン存在する)。それらの候補の中で識別指数が最大となる採点基準の閾値を最終的な採点基準の閾値として採用し、正答率と識別指数を決定した。

4. 分析結果

前章で述べたように本分析においては、識別指数が最大となる採点基準の閾値を採用した。図2に各課題で最大となる採点基準の閾値を示す。レベル1の課題は、12課題中9課題が1回以下を正答とする場合に識別指数が最大となった。7番目は3回以下、15番目と16番目は2回以下の場合に最大となった。レベル2の課題は、12課題中10課題が1回以下を正答とする場合に識別指数が最大となった。2番目は3回以下、10番目は2回以下の場合に最大となった。図3に、図2の採点基準の閾値に対応する各課題の正答率と識別指数を示す。全ての課題の識別指数の値が、高い識別力とされる0.25以上であった。

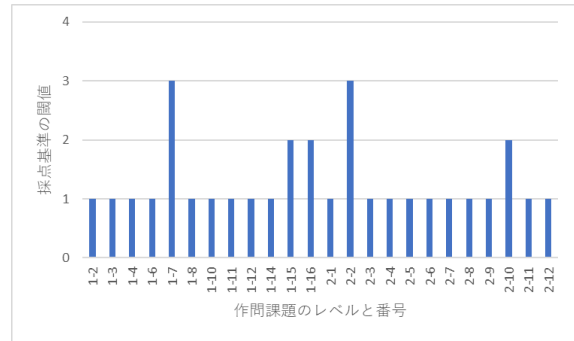


図2 各課題の採点基準の閾値

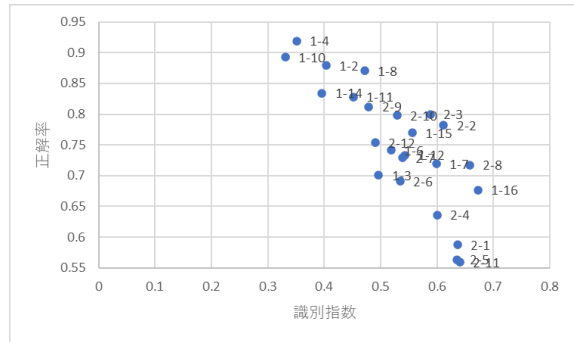


図3 各課題の正答率と識別指数

5. 考察

図3の結果から、難易度および識別力には問題がなかったといえる。図2の結果から、同レベルであっても識別指数が最大となる採点基準の閾値が異なることが明らかとなった。これは、同レベルに属する別の課題とは性質が異なる可能性を示唆している。これらの課題に対してさらに学習課題のモデルに基づいて、詳細な分析を行った結果、別の課題とは異なる性質を持つことが明らかとなった。

6. まとめ

本研究では、モンサクンを対象に難易度と識別力の観点から演習データに基づいた作問課題の適切性の分析を行った。その結果、1) 作問課題は概ね妥当であったこと、2) 同レベルに性質の異なる作問課題が含まれることが明らかとなった。

参考文献

- (1) 山元翔, 神戸健寛, 吉田裕太, 前田一誠, 平嶋宗: “教室授業との融合を目的とした単文統合型作問学習支援システムモンサクン Touch の開発と実践利用”, 電子情報通信学会論文誌, 第 J96-D 巻, 第 10 号, pp. 2440-2451 (2013)
- (2) 安永和央, 石井秀宗: “テストにおける設問の問い方が回答傾向に及ぼす影響—国語読解テストを用いた実証研究—”, 教育心理学研究, 第 60 巻, 3 号, pp. 296-309 (2012)
- (3) 村上大希, 松本慎平, 岩井健吾, 林雄介, 平嶋宗: “作問学習システム「モンサクン」における学習ログデータ分析—識別指数を用いた学習課題の評価—”, 中国地区 教育システム情報学会 2021 年度学生研究発表会, pp.149-150(2021)

観察者が重視する人物に応じた Web 上の人間関係の動的視覚化

Dynamic Visualization of Human Relationships on the Web Depending on People an Observer Focuses on

市川 彩花^{*1}, 大沼 亮^{*2}, 中山 祐貴^{*3}, 神長 裕明^{*1}, 宮寺 庸造^{*4}, 中村 勝一^{*1}
Ayaka Ichikawa^{*1}, Ryo Onuma^{*2}, Hiroki Nakayama^{*3}, Hiroaki Kaminaga^{*1}, Youzou Miyadera^{*4}, Shoichi Nakamura^{*1}

^{*1} 福島大学 共生システム理工学研究科

^{*1} Department of Computer Science and Mathematics, Fukushima University

^{*2} 津田塾大学 学芸学部 情報科学科

^{*2} Department of Computer Science, College of Liberal Arts, Tsuda University

^{*3} 山形大学 地域教育文化学部

^{*3} Faculty of Education, Art and Science, Yamagata University

^{*4} 東京学芸大学 教育学部

^{*4} Faculty of Education, Tokyo Gakugei University

Email: ayaka@cs.sss.fukushima-u.ac.jp, r.onuma@tsuda.ac.jp, nakayama@e.yamagata-u.ac.jp, {kami, nakamura}@sss.fukushima-u.ac.jp, miyadera@u-gakugei.ac.jp

あらまし：Web 上での探索・分析の高度化が進み、その遂行のために、介在する人間関係を的確に把握することの重要性が高まっている。しかし、Web の肥大化に伴い、手作業による人間関係の把握には限界がある。本研究では、Web 上の人間関係をユーザの着眼に応じて動的に抽出し、視覚化する手法の開発を目指している。本稿では主に、動的視覚化手法の概要について述べ、ケーススタディに基づいて提案手法の特徴について考察する。

キーワード：Web 視覚化, 人間関係把握支援, ソーシャルネットワーク

1. はじめに

研究活動におけるサーベイや問題解決型学習 (PBL) における調査など、Web 上で高度な探索・分析を実施する機会が増加している。この際、介在する人間関係を的確に把握することが、調査等の遂行に寄与する。しかし、Web の肥大化に伴い、手作業による人間関係の把握には限界がある。

これに対して、Web 上の情報を用いて人間関係ネットワークを抽出する手法⁽¹⁾や Web でのコミュニティ抽出に関する研究⁽²⁾⁽³⁾が報告されているが、いずれも静的な視覚化に留まっている。特に、ある人物を重視あるいは除外するなど、ユーザの着眼に応じた人間関係の把握には対応していない。

そこで本研究では、ユーザの着眼に応じて Web 上の人間関係を動的に抽出し、ネットワークとして視覚化する手法の開発を目指す。これにより、より実質的な人間関係把握支援の可能性を探る。

2. 問題点と方針

2.1 問題点

Web 上の人間関係を把握する際、必要な情報を Web 上から収集するのは容易ではない (問題点 1)。

また、複雑な人間関係を客観的に把握することは難しい (問題点 2)。さらに、観察中の着眼に応じて、人間関係を理解することは更に難しい (問題点 3)。

2.2 方針

本研究では、まず、着目人物に関係する人名を Web 上から収集する手法を開発する (問題点 1 への対応)。次に、収集した情報の分析に基づいて、人間関係を

を抽出する手法を開発する。また、その人間関係を直感的に理解可能な形 (人間関係ネットワーク) で表現する方法を開発する (問題点 2 への対応)。

その上で、ユーザの着眼に応じて、人間関係を動的に視覚化する手法を開発する (問題点 3 への対応)。

これらの手法に基づいて、ユーザの介入に応じて人間関係を動的に視覚化するシステムを開発する。これにより、観察者の意図を反映した実効的な人間関係把握支援の実現を目指す。

3. 人間関係の動的視覚化手法

3.1 人間関係ネットワーク生成の概要

はじめに、ユーザは視覚化システムに着目人物の氏名を入力する。システムは、検索エンジンを介して着目人物の氏名を含む Web ページを収集する。収集した Web ページから本文を抽出し、テキスト化する。取得したテキストをページごとに形態素解析し、着目人物に関係する人物 (関係人物) を抽出する。

次に、抽出した関係人物と着目人物の関係性を表す名詞を、同じページ本文のテキストから抽出する。これを関係要因とする。さらに、着目人物と関係人物の共起度に基づいて、関係強度を推定する。この算出には Simpson 係数を用いる。

これらの結果に基づいて、人物をノード、その間の関係をエッジとする人間関係ネットワークを生成する。この際、エッジには、関係の強さに応じて距離を付与する。ここで一度、人間関係ネットワークをユーザに提示する。ユーザは、人間関係ネットワークを観察し、重視したい人物や除外して考えたい

人物をシステム上で指定する。これらの着眼入力を踏まえて、人間関係ネットワークを動的に生成・提示する(図1)。

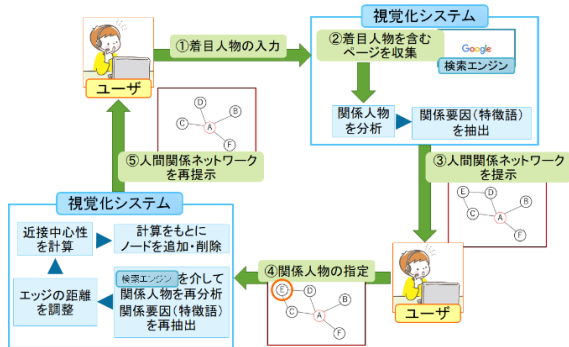


図1 人間関係把握支援の流れ

3.2 ユーザの介入に応じた人間関係の抽出

特定の関連人物を重視する場合を例に、人間関係ネットワーク再形成について説明する。ユーザによる重視する人物の指定を基に、人物間の距離を調整するために、ここでは近接中心性を用いる。近接中心性とは、他の全てのノードへの平均経路距離が短いほどスコアが高くなる指標である。特定の関係人物を重視する場合、その関係人物の中心性が高まる方向に各エッジの距離を変化させる方針で、重視する人物 A と接続する他の人物との距離 d_i を、式(1)により更新する。

$$d'_i = d_i \times 0.5 \quad (1)$$

d'_i を用いて求めた近接中心性では、重視したい関係人物との関係が弱い人物の近接中心性が相当小さくなる。この近接中心性が一定未満の人物のノードを削除することで、重視したい関係人物に関わりの強い人物に焦点をあてたネットワークを構成する。

4. ケーススタディ

4.1 ケーススタディの概要

提案手法の基本的有効性の確認を目的として実験を行った。具体的には、まず、実験協力者が、人間関係抽出のトリガとなる着目人物(香川照之)を指定した。これについて、提案手法に基づいて人間関係ネットワークの生成を実施した。

生成した人間関係ネットワークを実験協力者が概観し、重視する人物「堺雅人」を指定した。重視する人物の指定を踏まえて、提案手法に基づく人間関係ネットワークの再生成を実施した。最後に、両者を比較することで、人間関係ネットワークの動的生成の成否について検証した。

4.2 結果と考察

重視する人物を「堺雅人」とした場合の近接中心性を図2に示す。「堺雅人」と関係のない人物(エッジが繋がっていない人物)の近接中心性が小さくなっていることが分かる。例えば、重視する人物の「堺雅人」は俳優であり、「堺雅人」を重視した場合に俳優や女優の経験のある人物が多く抽出されたことは

妥当な結果と言える。また、再生成した人間関係ネットワーク(図3)では、重視する人物と関係が遠い人物が削除されている様子に違和感はない。

今回の実験のみから有効性を判断することはできないが、提案手法が概ね意図通り機能することを確認することができた。また、動的視覚化前後の人間関係の違いを把握するための支援など、今後の検討のヒントを得ることができた。

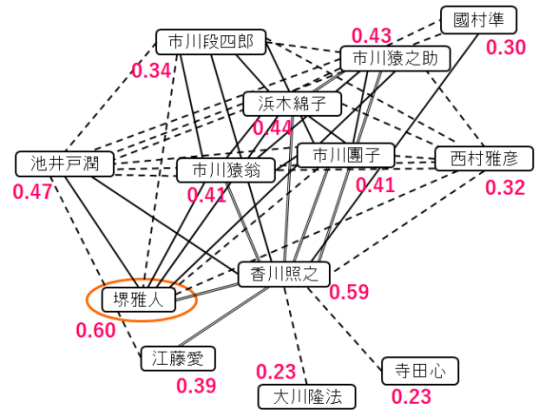


図2 重視する人物「堺雅人」の近接中心性

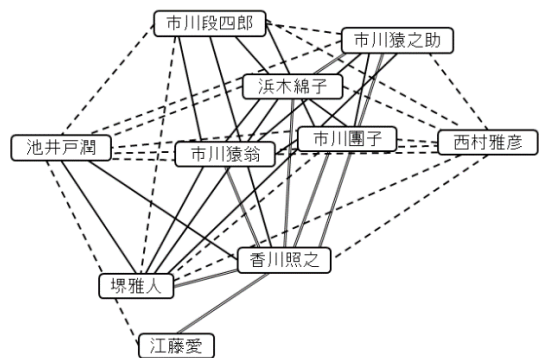


図3 「堺雅人」を重視した際の人間関係ネットワーク

5. おわりに

本稿では、ユーザの介入を考慮した Web 上の人間関係の動的視覚化手法について述べた。また、Web から収集した情報から人間関係ネットワークを動的に生成・視覚化する実験を行い、その結果に基づいて提案手法の特徴について考察した。

今後は、実際の人間関係把握作業に提案手法を適用した実験を重ね、有効性の検証と改善を進めたい。

参考文献

- (1) 松尾豊, 友部博教, 橋田浩一, 中島秀之, 石塚満, "Web 上の情報からの人間関係ネットワークの抽出", 人工知能学会論文誌, vol.20, No.1, pp. 46-56, 2005
- (2) 村田剛志, "参照の共起性に基づく Web コミュニティの発見", 人工知能学会論文誌, vol.16, No.3, pp. 316-323, 2001.
- (3) Meijie Yang, Yu Wang, Xiaorong Hou, "Research on Accurate Information Pushing Based on Human Network", Social Networking, Vol.6, No.2, pp. 181-196, 2017.

VR型及び従来型操船シミュレータにおける視覚情報の違いが 大型船の衝突判断に与える影響

Influence of differences in visual information in VR-type and conventional ship simulators on collision judgments for large ships

日野浦 聖也^{*1}, 山田 匠馬^{*2}, 堀口 知也^{*1}

Masaya HINOURA^{*1}, Takuma YAMADA^{*2}, Tomoya HORIGUCHI^{*1}

^{*1}神戸大学大学院海事科学研究科

^{*1}Maritime Sciences, Kobe University Graduate School

^{*2}株式会社日立製作所

^{*2}Hitachi, Ltd.

Email: egoist.jeanne@gmail.com

あらまし：近年、バーチャルリアリティ(VR)が新たなトレーニング技術の一つとして利用・導入が進められている。VRは海技教育訓練(MET)の分野においても、デバイス1つで高い臨場感や、時間や場所を問わずに利用可能であるといった利点を持つ。本研究では、被験者には実際に操船させず、操船シミュレータを用いた航行映像を提示し、衝突回避判断にかかる状況認識の正確性についてDD(デスクトップディスプレイ)/HMD(ヘッドマウントディスプレイ)間で比較を行った。その結果、DD/HMDの間で衝突の有無の判断の正確性に大きな差は見られなかった。これは比較的遠距離の対象を視認する必要のある操船シミュレータにおいては、HMDのみで知覚可能な両眼視要因の有効性が低い範囲でのシミュレーションとなるため、その全体的なパフォーマンス(正確性)はDDと同等の結果となったと考えられる。

キーワード：Virtual Reality, 船舶, 立体視, 臨場感, 酔い

1. 背景

近年、人工環境を提示するデバイスとしてヘッドマウントディスプレイ(HMD)を用いたバーチャルリアリティ(VR)の利活用および研究開発が、幅広い分野で進んでいる。MET(海技教育訓練)においても、HMDというデバイス1つで高い臨場感のシミュレーションの環境構築が可能であることや、時間や場所を問わずに利用可能な柔軟性があるといった利点を持つ、新たなトレーニング技術の一つとしてVRの利用・導入が進められている。ただし、先行してVRが利用されてきた他分野にくらべてシステムの長期的なメリットや有効性、そしてその応用については、海事分野ではまだ十分に理解されていない。具体的には①どのような訓練に有用であるか/適しているか、②技術的な弱点や限界は何か、③従来の方法や技術と比較した場合の優位性は何かといった点の検証が不十分であることが、METにおけるVR型シミュレータ利用の課題である。本研究では今後METにおいてより利活用が進むと予測されるVR型のシミュレータが、既存手法の1つであるデスクトップシミュレータに比べて、どのような優位性や欠点を持つかを明らかにすることを目的とする。特に操船シミュレータに関する研究で広く扱われる衝突回避に関するシナリオを用いて、衝突回避に関わる被験者のパフォーマンス・臨場感・酔いを調査し、VR型シミュレータで用いるヘッドマウントディスプレイ(HMD)と従来型のデスクトップシミュレータで用いるデスクトップディスプレ

イ(DD)の二つのデバイスにおける差異の検証を行った。

2. DDとHMDの視覚的・認知的特性の違いについて

三次元空間で行なわれる立体視は、運動視差や絵画的手がかりなどの単眼視要因、両眼視差や輻輳運動の両眼視要因によって引き起こされ、HMDではDDで利用できない両眼視要因を用いることができる点が大きな特徴である。操船者は、時々刻々と変化する状況において状況認識と意思決定を行い、最終的な衝突回避行動を実行する。状況認識とは、時間と空間内での環境中の要素の知覚、それらの意味の理解、そして近い将来におけるそれらの状態の予測のことであり、3通りのレベル、レベル1:環境中の要素の知覚(知覚)、レベル2:現在の状況の理解(現状理解)、レベル3:将来の状態の予測(将来予測)に区分される。デバイスの違いが衝突回避判断に関する状況認識に与える影響は、入力値をDDまたはHMDを通じた視覚情報として、それぞれの出力値の状況認識・意思決定を比較することにより検討できると考えられる。ただし、そうするには、提示する交通状況をデバイス間(DD/HMD)で全く同一にする必要があるため、本研究では、被験者には実際に操船は行わず、操船シミュレータの再生機能を用いて共通の航海映像を提示し、被験者が衝突回避行動を起こす直前の衝突判断に基づく状況認識を行なった時点で実験終了とし、その時点における状況認識の調査を行う。また臨場感については、HMDでは両眼視要因を立体視に用いることや周囲の360度映像の提示が可能であり、自分の動きに応じた視対象の表示が行われるといっ

た点で実空間での知覚（日常的に行っている知覚）に近い知覚であるために、DDより臨場感を強く感じられると考えられる。

3. 先行研究と目的

DDとHMDを用いた操船シミュレータの先行研究として、指定した航路を辿る操船行動についての検証実験が行われた⁽¹⁾。ここではDD/HMDともに同等のパフォーマンスを示し、HMD利用時は臨場感を高く感じ、頭部回転を積極的に行うことや主観的な酔いを強く感じるが生理データからはDD・HMD間で有意な差は見られなかったため、HMDの使用自体が必ずしもユーザーの倦怠感の増加をもたらすとは限らないことが検証された。

先行研究では操船行動についてのDD/HMD間の検証が行われたが、行動に至る前段階の状況認識については考慮されていない。そこで本研究ではDDとHMDを用いて課題を遂行する際にデバイスの性質の違いが与える影響を、状況認識の観点から評価することを目的とする。

4. 検証実験

被験者は専門的な海事知識（海上交通ルール等）および船舶の操縦経験を全くあるいはほとんど（乗船経験1か月以下）持たない、21歳から25歳の大学生および大学院生10名であった。

実験では、直進する自船に向かって右方から接近してくる相手船に対する状況認識について次のタスクを被験者に与える。

状況認識（将来予測）：衝突の有無の判断（相手船が自船に衝突、自船の前方を通過、自船の後方を通過のいずれであるかを判断）

実験中に提示するシナリオは図1に示す通り、衝突の有無（衝突、前方通過、後方通過）と相手船の方位（20度、45度、70度）の3×3の9通りであり、被験者には約32秒の間に任意のタイミングで衝突の有無について回答してもらい、相手船はカウントダウンが半分経過した時点で自船から900mの距離を航行する。これをDDとHMDのデバイスでそれぞれ2回ずつ実施する。本実験の前に実施する練習で用いるシナリオは本実験のカウントダウン開始時から終了時までの約32秒間の航海映像を提示した。各シナリオの直後に酔いの指標であるSSQ、臨場感の指標であるIPQの2つのアンケート、全シナリオの終了後に自身の判断を主観的に評価させるための最終アンケートによる調査を行った。

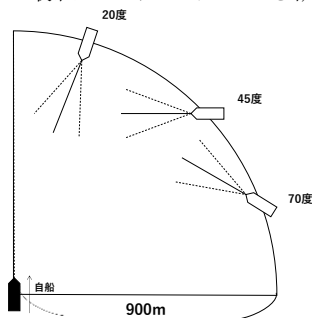


図1 自船と相手船の位置関係

5. 結果・考察

状況認識については、衝突の有無の判断の全体的なパフォーマンス（正確性）についてマクネマー検定を行った結果、DD/HMD間で有意差は見られなかった。これは比較的遠距離（本実験では900m程度）の対象を視認する必要のある操船シミュレータにおいては、HMDによる衝突回避判断の状況認識は、HMDのみで知覚可能な両眼視要因の有効性⁽²⁾が低い範囲でのシミュレーションとなるため、その全体的なパフォーマンス（正確性）はDDと同等の結果となったと考えられる。相手船が70度の場合、同様にマクネマー検定を行うと、表1に示す通り、DDの方が正答率が高く、有意傾向が認められた。一方、相手船が70度の回答時間ではウィルコクソンの符号付き順位検定を行うと、表2に示す通り、有意差が認められ、HMDの方が回答時間が短いことが示された。このことから、70度でDDの方が正答率が高かったのは、DDに比べてHMDの方が相手船を注視する時間が短かったため、HMDの方が得られる手がかりが少なかったことが原因の一つであると考えられる。しかし、現時点でHMDの方が回答時間が短くなる原因は不明であり今後詳しく調査を行う必要がある。また、IPQのスコアの分析結果からHMDはDDに比べ臨場感が高く、酔いについてはSSQの結果からHMDはDDに比べ主観的な酔いが強いことが示された。上述の通り、全体的な状況認識のパフォーマンスにDD/HMDで差はなかったため、酔いは状況認識のパフォーマンスを阻害する要因ではないと示唆される。

本研究ではDD/HMDの状況認識の違いのみを検証したため、複数の船舶が航行する海域や変針などを含む複雑なタスクの操船行動におけるDD/HMDの違いを検討していきたい。

表1 相手船が70度における衝突の有無に対する検定結果

| | デバイス | n | 正答数 | 不正答数 | McNemar's Chi-squared test | | |
|-----|------|----|----------|----------|----------------------------|----|--------|
| | | | | | chi-squared | df | p |
| 70度 | DD | 60 | 31(51.7) | 29(48.3) | 3.765 | 1 | 0.052† |
| | HMD | 60 | 22(36.7) | 38(63.3) | | | |

† p < .10 * p < .05 ** p < .01

表2 相手船が70度における回答時間に対する検定結果

| | Group | mean | SD | median | p |
|-----|-------|-------|-------|--------|--------|
| 70度 | DD | 17.56 | 10.29 | 17.06 | 0.024* |
| | HMD | 14.19 | 8.86 | 12.34 | |

† p < .10 * p < .05 ** p < .01

参考文献

- (1) Bassano, C. et al. (2019). Evaluation of a Virtual Reality System for Ship Handling Simulations. In Proc. of VISIGRAPP2019. 62-73.
- (2) Cutting, J.E. and Vishton, P.M. (1995). Perceiving layout and knowing distances: The interaction, relative potency, and contextual use of different information about depth. In Epstein, W. and Rogers, S. (Eds.) Perception of Space and Motion. 69-117. Academic Press.

VR 型及び従来型操船シミュレータにおける文脈の有無が状況認識に与える影響

Influence of the Presence or Absence of Context on Situational Recognition in VR and Conventional Ship Simulations

平野 学志^{*1}, 山田 匠馬^{*2}, 堀口 知也^{*3}Takashi HIRANO^{*1}, Takuma YAMADA^{*2}, Tomoya HORIGUCHI^{*3}^{*1*} 神戸大学大学院海事科学研究科^{*1*}Maritime Sciences, Kobe University Graduate School^{*2} 株式会社日立製作所^{*2}Hitachi, Ltd

Email: takashihirano33@gmail.com

あらまし：本研究では、今後、海技教育訓練での活用が期待される VR シミュレータが既存手法の一つであるデスクトップシミュレータと比較して、どのような優位性や欠点を持つかを明らかにすることを目的とする。本稿では、小型船舶を操縦する際の状況認識について、従来のデスクトップディスプレイ (DD) とヘッドマウントディスプレイ (HMD) を比較した。被験者はそれぞれの装置で距離知覚 (静的) および衝突までの時間予測 (動的) を行った。実験直後には、酔いと臨場感に関するアンケートを実施した。その結果、動的状況かつ中距離において、HMD を用いた被験者のパフォーマンスが DD を上回った。また、HMD を用いたシミュレーションは DD よりも臨場感があり、主観的な酔いが強いことが示された。

キーワード：バーチャルリアリティ、操船シミュレータ、立体視、文脈、状況認識、臨場感、酔い

1. 背景

近年、人工環境を提示するデバイスとしてヘッドマウントディスプレイ (HMD) を用いたバーチャルリアリティ (VR) の利活用および研究開発が、幅広い分野で進んでいる。MET (海技教育訓練) においても、HMD というデバイス 1 つで高い臨場感のシミュレーションの環境構築が可能であることや、時間や場所を問わずに利用可能な柔軟性があるといった利点を持ち、新たなトレーニング技術の 1 つとして VR の利用・導入が進められている。ただし、先行して VR が利用されてきた他分野にくらべてシステムの長期的なメリットや有効性、そしてその応用については、海事分野ではまだ十分に理解されていない。本研究では今後 MET においてより利活用が進むと予測される VR 型のシミュレータが、既存手法の 1 つであるデスクトップシミュレータに比べて、どのような優位性や欠点を持つかを明らかにすることを目的とする。

2. DD と HMD の視覚的・認知的特性の違いについて

三次元空間で行なわれる立体視は、絵画の手がかりなどの単眼視要因、両眼視差や輻輳運動の両眼視要因によって引き起こされ、HMD では DD で利用できない両眼視要因を用いることができる。立体視に関する両眼視要因と単眼視要因の各手がかりの有効性は視対象までの距離によって異なる。例えば、行動空間 (2m~30m) までは、両眼視差が有効に働くが、眺望空間 (30m~5000m) においては距離が遠くなるにつれ、その有効性は低下していく⁽¹⁾。

また、操船者は、時々刻々と変化する状況におい

て状況認識と意思決定を行い、最終的な衝突回避行動を実行する。状況認識とは、時間と空間内での環境中の要素の知覚、それらの意味の理解、そして近い将来におけるそれらの状態の予測のことである。デバイスの違いが衝突回避判断に関する状況認識に与える影響は、入力値を DD または HMD を通した視覚情報として、それぞれの出力値の状況認識を比較することにより検討できると考えられる。

本研究では、被験者には実際に操船は行わず、操船シミュレータの再生機能を用いて共通の航海映像を提示し、被験者が衝突回避行動に関する他船までの距離の目測 (文脈なし) と衝突までの時間の推定 (文脈あり) に基づく状況認識を行なった時点で終了し、それぞれの時点における状況認識の調査を行う。

3. 関連研究

DD と HMD を用いた操船シミュレータの先行研究として、指定した航路を辿る操船行動について⁽²⁾、また、状況認識の観点から衝突の有無の判断について⁽³⁾の検証実験が行われた。ここでは DD/HMD ともに同等のパフォーマンスを示し、HMD 利用時は臨場感と主観的な酔いを DD 利用時よりも高く感じた。

4. 研究目的

関連研究⁽³⁾においては相手船が両眼視差の有効性が低い眺望空間 (120m~600m) を航行するシミュレーションであったが、相手船が行動空間に近い距離に存在する際の状況認識については考慮されていない。そこで、本研究では視認する距離を 40m~240m の範囲に設定し、DD (図 1 左図) と HMD (図 1 右図) を用いて課題を遂行する際にデバイスの性質の違いが

与える影響を、文脈の有無による状況認識の観点から評価することを目的とする。

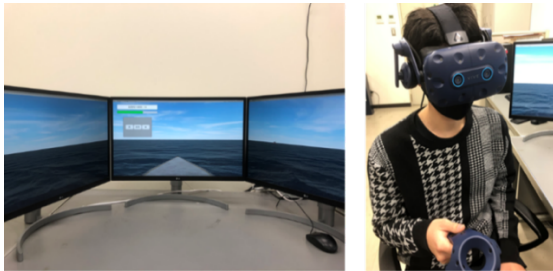


図1 DD(左図), HMD (右図) 使用イメージ

5. 研究方法

実験では、自船と自船の前方に静止している他船との状況認識について以下の2つの実験を行う。

①文脈のない状況(静的): 静止している自船から一定の距離にある静止している他船との絶対距離を目測する。相手船は、距離 40/80/120/160/200/240m の6パターンと向き正面/横(0/90度)の2パターンで合計12パターン表示される。

②文脈のある状況(動的): 静止している他船へ向かって自船が一定速度で接近する時、あと何秒で衝突するかを推定する。自船の速度は6/12/18knotの3パターンあり、相手船はそれぞれの速度に対して、距離40/80/120mの3パターンと向き0/90度の2パターンで合計6パターン表示される。

これをDDとHMDのデバイスで実施する。各シナリオの直後に酔いの指標であるSSQ、臨場感の指標であるIPQの2つのアンケート、全シナリオの終了後に自身の回答の手がかりを調査するための最終アンケートを行った。

6. 結果

状況認識の評価指標として、各シナリオにおける回答の誤差の平均を比較した。

静的実験の結果について、三要因分散分析(2×6×2)の被験者内計画、第一要因(A)はデバイス、第二要因(B)は距離、第三要因(C)は向きを用いた。動的実験の結果について、三要因分散分析(2×3×3)の被験者内計画、第一要因(A)はデバイス、第二要因(B)は速度、第三要因(C)は距離を相手船の向き90度の場合及び相手船の向き0度の場合それぞれに用いた。SSQとIPQの分析にはウィルコクソンの符号付順位検定を用いた。

静的実験でデバイス間における有意差は認められなかった。動的実験では、デバイス(要因A)と距離(要因C)の交互作用が有意であり、表1、表2より、要因Aは要因Cの40m水準においてHMD<DDで有意であった。また、SSQとIPQについて、どちらもHMDにおいてスコアが高く有意差が認められた。そして、最終アンケートについて、静的実験では「練習の記憶を手がかりにした(50%)」が最も多く、動的実験では、「相手船の距離、及び、その変化(60%)」が最も多かった。

表1 要因A × 要因Cにおける推定衝突時間の誤差の絶対値(平均値)

| | A | C | 度数 | 平均値 |
|-----|---|-----|----|------|
| DD | | 40 | 30 | 2.45 |
| | | 80 | 30 | 4.40 |
| | | 120 | 30 | 6.68 |
| HMD | | 40 | 30 | 1.72 |
| | | 80 | 30 | 5.08 |
| | | 120 | 30 | 7.58 |

表2 要因A(C)の各水準間における要因C(A)の単純主効果

| 要因 | 平方和 | 自由度 | 平均平方 | F | p |
|------------|--------|-----|--------|-------|---------|
| A at 40 | 8.07 | 1 | 8.07 | 7.98 | 0.020* |
| A at 40 内 | 9.10 | 9 | 1.01 | | |
| A at 80 | 7.00 | 1 | 7.00 | 5.03 | 0.052 |
| A at 80 内 | 12.54 | 9 | 1.39 | | |
| A at 120 | 12.15 | 1 | 12.15 | 1.93 | 0.198 |
| A at 120 内 | 56.60 | 9 | 6.29 | | |
| C at DD | 269.37 | 2 | 134.69 | 39.27 | <.001** |
| C at DD 内 | 61.74 | 18 | 3.43 | | |
| C at HMD | 520.02 | 2 | 260.01 | 57.17 | <.001** |
| C at HMD 内 | 81.87 | 18 | 4.55 | | |

*p<.05 **p<.01

7. 考察

行動空間付近では動的状況においてHMDのパフォーマンス(正確性)がDDを上回るが、それより大きな距離(眺望空間)および静的状況では、DDとHMDのパフォーマンス(正確性)に差がないことが確かめられた。最終アンケートからも、静的状況では主に記憶に基づいて距離を目測していたのに対し、動的状況では両眼視差(および視覚的タウ)を積極的に活用して距離を目測していたことが示唆される。また、SSQとIPQのスコアの分析結果からHMDはDDに比べ臨場感が高く、主観的な酔いが強いことが示された。

本研究では、動的状況における行動空間付近の状況認識ではDD/HMD間にパフォーマンス(正確性)の差が生じたため、今後は個人空間から行動空間での操船行動(小型船の着岸や人命救助など)を再現したシミュレータにおいてDD/HMD間での知覚する周囲環境の情報がどのように違うのかを検証していきたい。

参考文献

- (1) Cutting, J.E. and Vishton, P.M. (1995). Perceiving layout and knowing distances: The interaction, relative potency, and contextual use of different information about depth. In Epstein, W. and Rogers, S.(Eds.) Perception of Space and Motion. 69-117. Academic Press.
- (2) Bassano, C. et al. (2019). Evaluation of a Virtual Reality System for Ship Handling Simulations. In Proc. of VISIGRAPP2019. 62-73.
- (3) 山田匠馬 (2022). VR(仮想現実)型及び従来型操船シミュレータにおける視覚情報の違いが状況認識に与える影響に関する研究. 神戸大学大学院海事科学研究科 2021年度修士学位論文.

中学校を対象とした数学学習ノートの開発

Development of a notebook for the studying mathematics in junior high schools

藤井研一

Ken-ichi FUJII

大阪工業大学情報科学部

Faculty of Information Science and Technology, Osaka Institute of Technology

Email: kenichi.fujii@oit.ac.jp

GIGA スクール構想に基づき学校教育への情報機器の導入が進められる中で、デジタル教科書を筆頭に教育のデジタル化が活発に進められている。このような新しい教育において学習者が身につけた知識を有機的に結びつけ時刻に活用できるツールも求められている。従来のノートもその1つであり効果的な教育効果をもつ新たなノートの開発も必須と考えられる。本研究では情報通信（ICT）機材を用いた中学校向けの数学学習用ノートの開発を行い、それらの可能性について考察を行う。

Keywords: 体系化、データベース、数学学習支援、タブレット PC

1 背景

近年、情報化社会に対応し、データ分析などの数学的素養が広く求められるようになってきた。数学的素養としてまず挙げられる論理的思考力を身につける上で、数学教育の役割は大きい。数学教育の基礎は中学校数学において築かれる。中等教育における数学では代数と幾何学の学習が中心となる。どちらも、論理的思考力と同時に体系化された知識の獲得を目指すものである。小学校の具体的な算数とは異なり、中学校の数学は抽象度も高く、学習者は個々の単元の内容理解のために、多くの問題を解く必要がある、学習者の中には目先の問題の解答に終わり、それを通して学んでいる論理的思考や体系化された知識に思いを馳せる余裕がないものも存在していると考えられる。また幾何学は幾何学、代数は代数とバラバラな知識に終始し数学として体系的な理解を得ることが困難な場合も稀ではない。論理的思考力の獲得は体系化された知識の理解と密接に関係しており、総合的に理解することは重要である。

このような状況を受けて、学習した数学の単元の内容が数学の体系理解にどのような位置を占めているかのマッピングを学習者に可視化し、自らの達成の割合を容易に理解可能とすることは意味のあるこ

とと考えられる。

文部科学省による GIGA スクール構想を受けて学校教育に 1 人 1 台の情報端末が整備される予定である状況下では、ICT 機器を用いた新しい教育ツールの開発が活発に展開するものと思われる。本研究では、このような ICT 機器を活用し、新しい教育で使用可能な数学用ノートとして、学習者が学んだ内容が数学の体系にどのように位置づけられるかを可視化し学習者に自らの達成状況とともに示すことができるものの開発を目指し、数学の体系自体の理解を可能としたいと考えた。

2 開発ノートの概略

初等教育から中等教育に進むことで、学習者は学ぶ教科の質的变化、「抽象化」に直面する。特に数学は数値を用いた具体的な計算が中心の算数から、記号を用いた抽象的な数学（代数）に変化し、より厳密な論理についても学ぶ。数学学習の違いは、抽象度だけではなく、代数および幾何学という知識体系自体が学習の中に含まれることにもある。この時期に知識体系を理解することは、それ以降の教育にとっての基礎として必須と考えられる。数学の単元は熟考の元に作成されているが、学習者にとって、特定

の単元を学んでいる時点で、全体のどこを学んでいるのか、学んでいる内容が全体とどのような関係にあるのかの理解することはなかなか困難なことと思われる。

そこで、上記のように大まかに幾何学と代数に分け、個々の単元がどのような関係にあり、数学全体の体系にとってどのような役割を担っているかを可視化して示すことを考えた。これにより各々の単元の意味が明確になり、個々の知識を学ぶ意義が見出せ、学習意欲を高めると考えられる。各々の教科教育において、知識の体型理解の組織的な「学び方」は明示的には示されない。学習者は幾何学なら幾何学の学習自体からこのような知識構造の存在を理解することになる。

我々は、これまでに数学のいくつかの単元の学習用の教材を開発してきた [1-4]。代数分野では、連立一次方程式の解法を支援し独習に利用可能な教材 [2] を作成し、幾何学では多角形の内角の和を学ぶ教材、平面図系から立体図形を作成するもの [4]、作図を支援するもの [2]、幾何学の証明問題を支援するもの [1] などを作成してきた。これら個別の教材の利用においても、単元同士がどのように関連して体系化されるかを数学の体型全体から俯瞰して理解できるようにすることは、学ぶ上で有益と考えられる。このために単元の結びつきを可視化したグラフを表示し、学習者が学んでいるその内容が代数または幾何学のどこに位置づけられるかを直感的に理解できるようにすることを目指した。

本ノートもタブレット PC 上で利用可能なデジタル教材として開発を行なった。体系全体を示すマップをアプリケーションとしてのノートに組み込み、学習者が自身で記述した内容がどこに位置づけられるかを見て取れるようにしている。このノートの機能としては次の3つが考えられる、1) 思考を支援するユーザーインターフェース (UIF)、2) 自身の記述内容のデータベース、3) 体系化された知識グラフへのマッピングこのうち、今回は2と3に関して議論を行う予定である。具体的な教材のプラットフォームとして iPad を使い、macOS 上の Xcode を使い、開発言語は swift を使用して開発を行った。

3 まとめ

中学校での数学学習を支援するためのノートの開発をタブレット PC 上で行なった。学習内容が中学校で学ぶ内容全体にどのように位置づけられるかを可視化し、自身の学習達成度を明瞭に示すとともに、学習者が理解した知識が今後の学習にどのように関わるかを明示できるように工夫した。これにより数学という知識体系がどのようなものであるかを自身の作成したノートを通して理解可能とし数学的思考の獲得が容易にできるものと期待している。学習者がどのようにノートを作成するかの UIF 部分については未だ実装できていないが、さらに検討を加え開発を行う予定である。今後、開発と同時に、実際に中学校での使用から効果の検証も進める予定である。

参考文献

- [1] 「タブレットを使用した中学校での幾何学学習支援教材の開発」 (JSiSE 第 45 回全国大会 E6-3、2020)
- [2] 「連立方程式解法理解のためのタブレット PC を用いた教育用ツール開発」 (情報処理学会 第 76 回全国大会 6ZF-3、2014)
- [3] 「初等数学教育のための直感的インターフェースの開発」 (情報処理学会 第 79 回全国大会 6ZF-3、2017)
- [4] 「幾何学の理解を支援するタブレット教材開発」 (情報処理学会 コンピュータと教育研究会 138 回研究発表会、2017)

動画からうなずきを抽出する試み

Attempt to Extract Nods from Videos

伊藤 敏^{*1}, 井上祥史^{*2}, 鷲野 嘉映^{*3}
Satoshi ITOU^{*1}, Shoshi INOUE^{*2}, Kaei WASHINO^{*3}

^{*1} 岐阜聖徳学園大学

^{*1}Gifu Shotoku Gakuen University

^{*2} 岩手大学

^{*2}Iwate University

^{*3} 愛知みずほ短期大学

^{*3} Aichi Mizuho Junior College

Email: itous@gifu.shotoku.ac.jp

あらまし：会話解析をするためのツールとして、動画から顔検出をし、顔の特徴点の軌跡情報から多層パーセプトロンを用いてモデルを作成し、会話解析に有用と思われる、うなずきなどを推定する方法を試みた。また、カメラ1台で複数者の会話中の正面動画を取得する方法を提案した。その結果、会話中の聞き手の行動を推定し、目視による結果と一致することを示した。

キーワード：会話, 録画, 顔検出, うなずき

1. はじめに

会話などにおける聞き手の言語活動以外の行動(ノンバーバルコミュニケーション)が、話者にとって「話しやすさ」などに関係すると思われる⁽¹⁾。会話時のノンバーバルコミュニケーションのうち「うなずき」の検出をする試みとして会話者の頭部に慣性センサを取り付け、動きを検出する試みや⁽²⁾、カメラを用いて動画から検出する試みなどがある⁽³⁾⁽⁴⁾。また、我々も会話者の頭部にセンサを装着して、行動を観測する試みを行ってきた⁽⁵⁾。

ビデオカメラによる観測は、会話者に装置を装着せず非接触で行動を観測可能であるため、会話者への負荷が少ない。一方で、記録された動画を目視により解析した場合、解析者に大きな負担がかかる。これらを機械学習手法により分類する試みがある⁽⁶⁾。しかし、うなずきなどの行動には多様性があり、汎用的に利用可能な自動化は難しい。

本稿の目的は、会話行動を記録した動画から「特定のうなずき」動作を抽出する事である。ここで「特定」とは解析対象者のうなずき特徴に沿って学習モデルを作成し推定することを指す。これにより解析対象のうなずき解析に資するものと考えられる。

本稿では、2章で動画からのデータ取得の方法と顔動作推定の方法を記述し、3章で応用例として、二者対話での会話を録画し、行動の抽出を試み、4章でまとめる。

2. 方法

顔の動きを分類するために、顔の動作の軌跡を記録し、機械学習を用いて分類するモデルを作成した。そのモデルを用いて、顔の動きを推定した。

2.1 顔座標の抽出

顔検出と顔の特徴点を検出するのに、機械学習ラ

イブラリである dlib⁽⁷⁾、または mediapipe⁽⁸⁾を用いた。得られた顔器官の座標のうち鼻頭、両目尻の3座標点を記録し解析に供した。これら3点を選んだのは、表情変化などによる相対的座標変化が小さいため、また個人差が出にくいと判断できるためである⁽⁹⁾。

2.2 顔座標の軌跡から動作推定

分類推定する「動作」を「何もしない(Normal)」、「うなずき(Nod)」と「否定(Disagree)」の3種とした。顔の動き動作を学習するために、USBカメラを用いて、上記3動作中の、鼻頭、両目尻の3点の軌跡を記録した。これらの3動作に3特徴点の軌跡を深層学習し、分類を試みた。

図1に、mediapipeを用いたLandmarks(赤色)と検出対象とした顔の特徴点3点(青点)を示す。これらの座標は30fpsで数値として保存され、行動の分類に用いられた。「うなずき」は顔の短時間での上下運動、否定は左右動とみなし、顔の中心部に位置する鼻頭、両目尻の軌跡変動から推測する。

モデル作成には、うなずき、否定行動は1秒程度の短時間で完結するため、過去16枚(0.53秒)を1かたまりとして解析した。なお、動画収録環境による差をなくすため、次の規格化を行った。1) 入力数

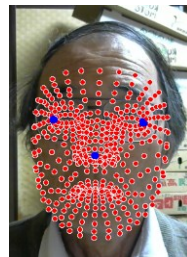


図1. 顔検出と特徴点の座標 mediapipe の場合

値は得られた座標を動画の解像度で割り、2) 各かたまりの最初の鼻頭、両目尻からの相対位置を用いた(かたまりのデータ数=16枚×3点×2点(x,y)-6=90)。

軌跡から動作を推定するモデル作成には、入力層に90、隠れ層を2層、出力層を3(推定する動作数)とした多層パーセプトロンを用いた。各動作を30から180秒程度のデータで学習を行い、モデルを構築した。

構築したモデルを用いて、USBカメラや記録動画から抽出された鼻頭、両目尻の座標データを取得し、先のモデルを用いて推定をし、各時間での推定動作を記録した。

2.3 正面動画での動作推定

学習したモデルの検証のために正面から撮影された動画で推定を行った。学習モデル構築に用いた人物とは別人による、3動作を15秒から30秒程度、繰り返すうなずきの速さや大きさそして傾度を変えて行った行った動画から推定した結果を表1に示す。いずれの場合も80%を超える推定率である。これはモデルが有効に構築され、また鼻頭、両目尻の軌跡を用いることで個人差がほとんどなくなったためと推察される。

3. 会話中の行動分析への適応

実際の会話中の行動推定を行った。

3.1 360度カメラでの動作推定

実際の会話で、正面動画取得は難しい。そこで、正面動画が取得可能な全天球360度カメラで録画して推定した。360度カメラ映像はmediapipeでは顔検出ができない。そこでdlibで顔検出をし、鼻頭両目尻の座標を取得した。そのデータを用いて動作推定した結果を図2に示す。目視でラベリングした結果と推定結果が比較的良く一致している。なお、ラベリングにはELANを用いた⁽¹⁰⁾。

表1. 正面動画からの動作推定結果

| 実際の動作 | person1 推定結果 | | | person2 推定結果 | | |
|----------|--------------|-------|----------|--------------|-------|----------|
| | Normal | Nod | Disagree | Normal | Nod | Disagree |
| Normal | 0.946 | 0 | 0.006 | 0.863 | 0.011 | 0.021 |
| Nod | 0.054 | 1.000 | 0.071 | 0.134 | 0.974 | 0.002 |
| Disagree | 0 | 0 | 0.923 | 0.002 | 0.016 | 0.977 |

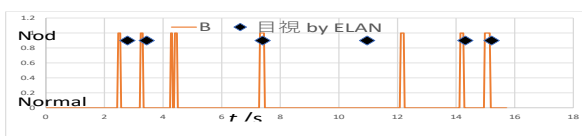


図2. 360度カメラ動画からのNod推定

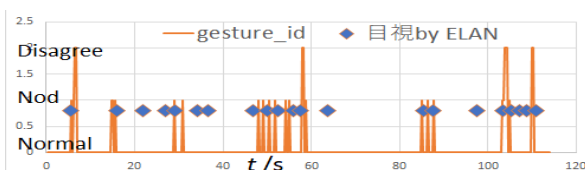


図3. 斜め動画からのNod推定

3.2 斜め動画での動作推定

過去に収録された会話動画やYouTubeなどは、話者と聞き手が斜めに写った場合が多い。その場合、正面動画から構築したモデルでは推定精度が下がる。そこで斜め動画から構築したモデルを用いた結果を図3に示す。縦軸1がNod、2がDisagreeを表す。動画では挨拶とNod以外の動作はない。会話開始時と終了時に挨拶が行われ、それらがDisagreeとして推定されているが、それらを除けば、概ねNod動作を推定できていると思われる。

また少ないデータで学習モデルが構築可能なため(3動作で2,3分の学習時間)利便性があると思われる。

4. まとめ

対話の場合、聞き手のうなずき動作は多様であり、多様なうなずき動作に対応したモデルを構築することは困難である。本方法を用いることで、撮影された角度やうなずきなどの動作の「癖」を事前に把握し、学習モデルを構築することで動作推定ができると考えられる。これらの結果より、本方法は会話分析のツールとして利用可能であると考えられる。

うなずきに関して大塚容子氏から助言を受けた。本研究の一部は科研費(19K03178, 20K03164)の助成を受けた。

参考文献

- (1) 泉子・K・メイナード: “会話分析”, くろしお出版, 東京 (1993)
- (2) 斎賀弘泰, 角康之, 西田豊明: “多人数会話におけるうなずきの会話制御としての機能分析”, 情報処理学会研究報告, Vol.2010-UBI-26 No.1, pp1-8 (2010)
- (3) Morency, L., de Kok, I. and Gratch, J.: "Context-based recognition during human interactions: automatic feature selection and encoding dictionary", Proceedings of the 10th international conference on Multimodal interfaces, ACM New York, NY, USA, pp.181-188 (2008).
- (4) 伊藤敏, 大塚容子, 鷲野嘉映: “動画から顔の動きを抽出する試み”, 教育システム情報学会第43回全国大会, pp401-4023 (2018)
- (5) 伊藤敏, 王琳琳, 鷲野嘉映, 井上祥史: “慣性センサを用いた行動検出試行”, 教育システム情報学会2016年度第2回研究会, pp9-13 (2016)
- (6) 曾根田悠介, 中村優吾, 松田裕貴, 荒川豊, 安本慶一: “ミーティング映像からの発話およびマイクロ動作識別手法”, 情報処理学会研究報告, 2020-UBI-065, pp-1-8 (2020).
- (7) <http://dlib.net/> 2022年5月15日確認
- (8) https://google.github.io/mediapipe/solutions/face_mesh 2022年5月15日確認
- (9) 日本人約200名の頭部寸法 外眼角幅 Biectocanthion breadth 河内まき子・持丸正明, 2008: 日本人頭部寸法データベース 2001, 産業技術総合研究所 H16PRO-212.
- (10) ELAN (Version 6.3) [Computer software]. (2022). Nijmegen: Max Planck Institute for Psycholinguistics. Retrieved from <https://archive.mpi.nl/tla/elan>

小学校段階におけるプログラミング的思考育成のための 和算題材による教育教材の提案

A Proposal of Learning Materials Using Wasan for Fostering Programming Thinking at the Elementary School Stage

西田 若葉^{*1}, 井田 志乃^{*2}, 内田 保雄^{*1}
Wakaba NISHIDA^{*1}, Shino IDA^{*2}, Yasuo UCHIDA^{*1}

^{*1}宮崎産業経営大学

^{*1}Miyazaki Sangyo-keiei University

^{*2}宮崎公立大学

^{*2}Miyazaki Municipal University

Email: nishida@mail.miyasankei-u.ac.jp

あらまし：世界的なプログラミング教育の普及などを受けて、わが国においても 2020 年度から小学校でのプログラミング教育が実施されることになったが、その実践はまだ緒に就いたばかりである。従来から多く利用されてきた Scratch などのビジュアル言語は、学習のための敷居が低く、また環境の準備も容易であることから、プログラミングに親しみ、論理的思考を育むツールとしての役割は大きいと言える。しかしながら、従来のビジュアル言語の多くは将来への応用という点では必ずしも十分とは言えない。そこで、本研究では Python 言語をベースとした EduBlocks を用いることにした。一方、教科としては算数や理科が中心となっているが、扱う題材はまだまだ限定的である。そこで我々は、我が国の優れた和算文化に着目し、算数教材として和算題材を取りあげることを提案する。

キーワード：小学校、プログラミング的思考、和算、EduBlocks

1. はじめに

平成 28 年 12 月の中央教育審議会答申⁽¹⁾によれば、まず「情報技術を手段として活用する力やプログラミング的思考の育成」の項において、将来どのような職業に就くとしても、時代を超えて普遍的に求められる「プログラミング的思考」などを育むプログラミング教育を通じて、身近なものにコンピュータが内蔵され、プログラミングの働きにより生活の便利さや豊かさがもたらされていることについて理解し、そうしたプログラミングを、自分の意図した活動に活用していけるようにすることもますます重要になっている、と指摘している。そして、各教科等における指導内容のイメージにおいては、算数において多角形などの図の作成等を行う際に、プログラミングを体験しながら、プログラミング的思考の良さに気付く学びを取り入れていくこと等が考えられる。その場合において、学校における適切な指導を行うためには、教科等における学習上の必要性や学習内容と結びつけられた教材等が重要となる、と述べている。また、プログラミング的思考と、算数科で身に付ける論理的な思考とを関連付けるなどの活動を取り入れることも有効である、と示している。

平成 29 年に告示された小学校学習指導要領⁽²⁾では、各教科等の特質に応じて、児童がコンピュータで文字を入力するなどの学習の基盤として必要となる情報手段の基本的な操作を習得するための学習活動や、プログラミングを体験しながらコンピュータに意図した処理を行わせるために必要な論理的思考力（プログラミング的思考）を身に付けるための学習活動

を計画的に実施することが明記された。

ところが、小学校プログラミング教育の鍵概念となっている「論理的思考力」や「プログラミング的思考」といった概念には混乱が見られると指摘している研究がある⁽³⁾。そして、「論理的思考力」を「論理的推論を行う力」と読み替えること、プログラミング教育が育成する「論理的思考力」は教科等においても育成される「論理的思考力」全般でなく「論理的思考力」の一部であると考え、プログラミング的思考は「論理的思考」と「創造的思考」の両方を含むものと考え、などを提言している。

また、プログラミングによる知識活性型の算数科授業の開発という研究⁽⁴⁾では、プログラミング的思考を育むためのプログラミング教育は、コンピュータを使用しない「アンプラグド型」とコンピュータを使用する「プラグド型」に分けられる。また、プラグド型には、ブロックを組み合わせるように命令を組み合わせてプログラミングするビジュアル型プログラミング言語を用いた「ビジュアル型」と文字や記号により記述するテキスト型プログラミング言語を用いた「テキスト型」がある。さらに、プログラミングした命令をコンピュータの画面上で実行させる「スクリーン型」とプログラミングした命令をロボットに実行させる「ロボット型」に分けられる、と分類している。

ちなみに、「小学校を中心としたプログラミング教育ポータル」サイトに報告されたデータから集計されたプログラミング教育ツールの利用調査⁽⁵⁾によれ

ば、2021年4月13日の時点で、Scratch とビズケットというビジュアル言語で全体の約55%を占めていた、という特徴が明らかになっている。

しかしながら、従来のビジュアル言語の多くは将来への応用という点では必ずしも十分とは言えない。その理由として、従来からのテキスト型プログラミング言語への親和性が高くないことがあげられる。そこで、本研究ではPython言語をベースとしたビジュアル型プログラミング言語 EduBlocks⁽⁶⁾を用いることにした。一方、開発されつつある教育教材の教科としては算数や理科が中心となっているが、扱う題材はまだ限定的である。そこで我々は、我が国の優れた和算文化に着目し、算数教材として和算題材を取りあげてを提案する。

2. 研究方法

小学校段階におけるプログラミング的思考育成のための和算題材による教育教材を開発し、イベント告知サイトで募集した参加者に対して、オンライン (Zoom) によるプログラミング体験教室を試行した。

2.1 イベントの概要

- (1) イベント名：【小学5・6年生】和算をプログラミングで体験しよう！ [GW編]
- (2) 開催日時：2022年4月29日 10:00～11:00
- (3) 参加者：1名（申し込みは2名）

2.2 教育教材の概要

- (1) 題目：組体操の人間ピラミッド（塵劫記⁽⁷⁾の依杉算を現代版に変更したもの）（図1）
- (2) 教育教材：EduBlocksによるプログラム（図2）
- (3) 主な学習内容：和算とプログラミングとによる解き方の違い、変数、式と演算子、繰り返し処理

2.3 アンケート結果の概要（抜粋）

- (1) 受講者
 - 性別：男
 - 学年：5年生
 - プログラミングの経験：Scratchを少しだけ
 - 参加理由：プログラミングに興味があるから、プログラミングとはどんなものか知りたかったから
 - 「算数」の好き・嫌いについて：少し好き
 - 「算数」の得意・不得意について：少し得意
 - 和算について：おもしろかった
 - 感想や意見（自由記述）：どんな大きな数でも計算できたのですごいと思った。楽しかったです。またプログラミングをしたいです。
- (2) 保護者
 - プログラミングの経験：ない
 - 参加時間：まあまあ参加した（20～40分程度）
 - 手伝い：説明で出てきたことばの意味や内容を補足する、キーボードの場所を教える

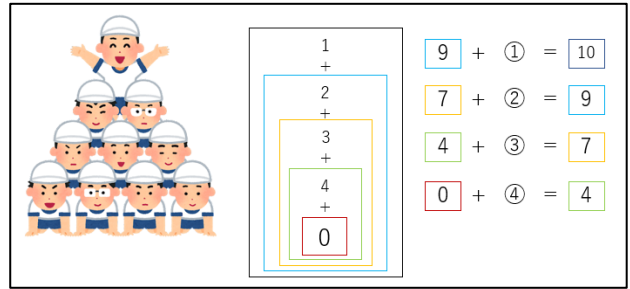


図1 組体操の人間ピラミッド

```

# Start Code Here
zenin = 0
kadan = int(input("一番下は何人?"))
for nin in range(kadan, 0, -1):
    zenin = zenin + nin
print("全員で" + str(zenin) + "人")
    
```

図2 EduBlocksによるプログラム

3. まとめ

小学校段階におけるプログラミング的思考育成のための和算題材による教育教材を開発し、イベント告知サイトで募集した参加者に対して、オンラインによるプログラミング体験教室を試行した。1時間という限られた時間での実施であり、プログラミング的思考の育成には程遠いが、受講者からは和算とプログラミングとの組み合わせについて興味を示された。

参考文献

- (1) 中央教育審議会：“中央教育審議会答申”、<https://www.bunkei.co.jp/kaitei/images/chukyoshin2017.pdf> (2017)
- (2) 文部科学省：“小学校学習指導要領（平成29年告示）”、https://www.mext.go.jp/content/1413522_001.pdf (2017)
- (3) 藤川大祐：“小学校プログラミング教育の鍵概念の検討—実践のための提言—”、千葉大学大学院人文公共学府研究プロジェクト報告書、357、pp.21-29 (2020)
- (4) 坂井武司、赤井秀行：“プログラミングによる知識活性化型の算数科授業の開発”、京都女子大学発達教育学部紀要、第15号 (2019)
- (5) ビズケット開発室：“データで見るビズケット 2020 - ファクトシート公開後編 - ”、<https://devroom.viscuit.com/2021/06/07/post-2074/> (2021)
- (6) EduBlocks：“EduBlocks”、<https://edublocks.org/>
- (7) 吉田光由：“塵劫記”、岩波書店、東京 (1977)

アルゴリズム学習支援システムの構築 —データの流れとプログラムの動きを連動—

Building an Algorithm Learning Support System -Promote Understanding by Learners' Data Manipulation-

立石 佑実^{*1}, 三宅 新二^{*2}, 劉 渤江^{*2}
Yumi TATEISHI^{*1}, Shinji MIYAKE^{*1}, Bojiang LIU^{*2}

^{*1}岡山理科大学 大学院 総合情報研究科

^{*2}岡山理科大学 情報理工学部

^{*1} Graduate school of Informatics, Okayama University of Science

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

Email: s-miyake@ous.ac.jp

あらまし: アルゴリズムやプログラミングの初学者の場合, 少し複雑なロジックになると理解に時間を要することがある. 少し複雑なロジックであっても, 視点を変えた補足説明を加えることにより, 理解を深められると考えている. 本稿では, バブルソートを例題として, 補足説明, データの流れとプログラムの動きの連動, 学習者操作による理解の溝 (ギャップ) を埋める試みについて論ずる.

キーワード: 学習支援, アルゴリズム, プログラミング, 擬似言語

1. はじめに

現在の学習指導要領では, 「情報活用能力」が学習の基盤となる資質・能力とされ, 小学校からプログラミング教育が導入されている. (1)

このため筆者らは, プログラミングに必要な論理的思考を確実に理解できるよう「アルゴリズムの理解」に関する研究を進めている. (2)(3)

難しい課題を分解し, 全体的な処理の俯瞰, 各部分の動作などを確認できる学習教材を作成している. 少し複雑な事例をベースとして, 処理手順とプログラムの連動だけでなく, データ操作など, 学習者の操作を基本とすることで, 主体的な学習となり, 理解が深まると考えている.

補足説明, 処理の連動提示, 学習者の操作を可能とするシステムの作成を目指している. その概要について紹介する.

2. アルゴリズム学習の問題点

アルゴリズム学習の問題点は, 教師側と学習者のイメージにギャップ(理解の溝)があることである.

教師側は, 特定の学習者に対する一般的な教え方をベースとしている. Web システムとして公開する場合は, 理解の速さ, 前提知識, 学習意欲など, 学習者の状況が千差万別であり, 特定のパターンだけでは理解できない学習者が多数発生する.

教師側のペースで一方向的に伝えるだけでは, 学習者の理解確認が不十分となり, 意欲が低下しやすい. このため, 学習者の主体的な操作をベースとしたシステムとし, 学習者のペースで, 学習者の状況にあった提示を可能とする必要がある.

処理イメージとプログラムの関係は, 学習者のペースで学習できるようステップ毎に処理を連動するなどの工夫が必要となる. また, 相互を結びつけるための情報を補足し, 動作に合わせて提示することも必要となる.

3. アルゴリズムの学習事例

「データ列を昇順に並び替える」バブルソートをアルゴリズムの学習事例として考える. バブルソートの一般的なプログラムでは, 無駄な処理を省くための工夫があるが, ここでは理解しやすさを重視して, 図2に示すように, 単純に処理を繰り返す方法とした.

N個のデータであれば, (N-1)回のチェックで最大値を右端に移動できる. これを(N-1)回繰り返せば, 並び替えが完了する. 図2に4個のデータの場合を示す.

「擬似言語」と「変数の状況」を連動させ, ステップ毎の動作を確認するだけでは, 処理をイメージしづらい. 「データの流れ」を把握し, その時々の変数の変化を「配列と添え字の関係」により, 繰返し処理と結び付け, 毎回行われる二つの数字の比較交換処理を確認することが必要である.

このため, 図2に示すようにデータの流れ, 配列と添え字の関係などの提示, 連動を考えている. また, 学習者が主体的に確認できるよう, 擬似言語をステップ単位で進める(戻す)確認や, データの流れを行単位で進める(戻す)確認を可能とする.

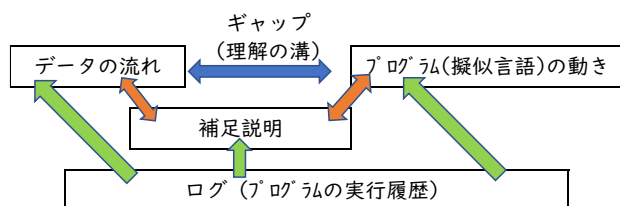


図1 学習支援システムの基本構成

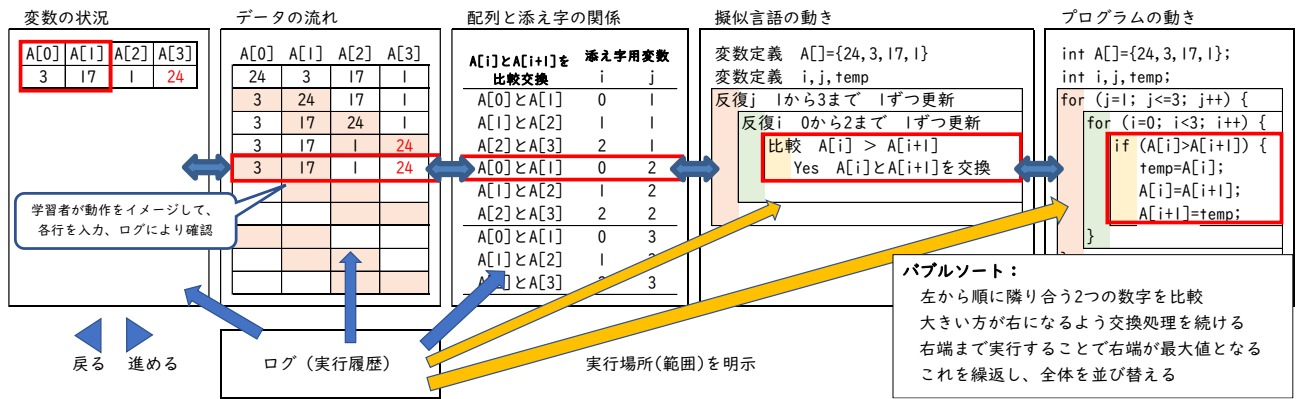


図2 補足説明と連動提示例

実行履歴(ログ)をベースに提示することで「戻す」操作も可能となる。

4. 理解の溝(ギャップ)を埋める補足説明

第2節に示すような学習の問題点に対応するため、図2に示すような補足説明を行う。これらの補足説明をデータの流れやプログラムの動きと連動提示することにより、理解しやすくなると考えている。

学習者に説明するイメージで補足できるよう、以下の視点を基本とする。

- ・部分の動作を明確にする
- ・全体を俯瞰する
- ・シンプルに考える
- ・他の事例を考える

複数の補足説明を準備し、説明の変更や列挙により、学習者に気づきを与えることが必要である。具体的な視点を提示し、学習者のペースで操作、確認させる。

- ・比較/交換の処理を変数 i に着目して確認
- ・変数 j に着目して反復回数を確認

各説明に応じて実行時の提示範囲を変化させる。プログラムの動きをステップ毎に確認、影響範囲の確認、データの流れは1行毎に確認など、提示方法を変更する。

5. 実現方法

プログラムの実行履歴(ログ)で制御する。視点に応じて、処理ステップを前後に変化できるようにし、それぞれの処理を連動させる。

プログラムの動きであればステップ単位の実行となるが、データの流れに着目する場合は1行単位となり、プログラムの複数行が対応する。

サーバ側にログ情報等を保持し、これを基本に各クライアントでJavaScriptを利用して連動提示する。また、各クライアント側で、初期条件やプログラムを変更して動作確認したい。このため、クライアント側でもログを作成、保存できるようにする。

プログラムの動作履歴をログとして保持するが、各種の補足画面と連動提示できるよう情報を追加し、連動方法についても明示できるようにする。

6. 考察

学習支援において、教授方法は多種多様であり、学習者の状況も千差万別である。このような状況であっても、学習者にとってより良い学習支援ができるよう教え方の組合せ、対象範囲の示し方等、システム側で工夫する。学習者が主体的に操作することにより、補足情報を確認しながらデータの流れを把握でき、処理の動きをプログラムの動きと連動してイメージできると考えている。

また、補足説明は必要に応じて追加したいので、追加しやすい工夫が必要となる。

不明点、理解できない部分に関して、補足資料の提示や、他の事例での確認など、複数のメニューを準備し、学習者が選択できる仕組みも必要である。

7. おわりに

初学者が躓きやすい部分を補足していくことで、処理論理で考慮すべきポイントを様々な視点で学習できるシステムを作成予定である。学習者の操作により、学習者のペースで学習できる。また、異なる視点の説明を提示できることにより、理解の幅が広がり、応用可能な知識となる可能性が高まる。

アルゴリズム学習により処理論理を(いろいろな視点で)理解するだけでなく、プログラムを作成可能となることを目指している。

初学者が躓きやすい部分を丁寧に補足することで、より短い時間で、具体的な動作も把握しながら理解できると考えている。

プログラミングに対する効果など、システム作成とともに効果測定を検討している。

参考文献

- (1) 文部科学省：教育の情報化に関する手引 (2019)
- (2) 三宅新二, 劉渤江: “アルゴリズムの理解向上に向けて”, 第46回教育システム情報学会全国大会 (2021)
- (3) 三宅新二, 立石佑実, 劉渤江: “学習者の気づきを促す学習支援コンテンツについて-処理手順とプログラムの連動によるアルゴリズム学習コンテンツを例に-”, 情報処理学会 第84回全国大会 (2022)

プログラミング演習における学習者の行き詰まり同定を目的とした 評価指標の妥当性に関する考察

A Consideration of the Validity of Assessment Metrics for Identification of Learners' Stalemate in Programming Exercises

田中 空来^{*1}, 香山 瑞恵^{*2}, 新村 正明^{*2}, 館 伸幸^{*2}
Sora Tanaka^{*1}, Mizue Kayama^{*2}, Masaaki Niimura^{*2}, Nobuyuki Tachi^{*2}

^{*1}信州大学大学院

^{*2}信州大学

^{*1}Graduate School of Science & Technology, Shinshu University

^{*2}Shinshu University

Email: {kayama, niimura}@shinshu-u.ac.jp

あらまし: 本研究の目的はプログラミング演習における学習者の行き詰まりを同定することである。そのため、模範解答との類似度と相違度に基づく評価指標を提案する。本稿では、まず、プログラムに対応する抽象構文木 (AST) から算出した類似度と相違度の計算方法を示す。次に、これらの指標と一般的なプログラムメトリックスとの関係を整理する。この結果に基づき、提案指標の妥当性を考察する。

キーワード: プログラミング演習, 行き詰まり, 類似度, 相違度, AST

1. はじめに

プログラミング教育では、指導者が学習者に対して課題を与え、学習者はその課題に個別で取り組む演習形式が採用されることが多い⁽¹⁾。本研究では、このような形式をプログラミング演習と称する。学習者が多数の場合、少数の指導者が、行き詰まっている学習者を特定するのは困難である。そのため、学習者の進捗状況を確認するツール^(2,4)などが提案されている。これらの研究では、学習者の編集操作やコマンド実行等の行動、コンパイル時や実行時のエラーなどに基づく評価指標が用いられているが、ソースコードの質的な評価指標は考慮されていない。

これに対して、本研究では、学習者が作成したソースコード (以下、学習者コード) の質的な評価指標の開発を試みてきた⁽⁵⁾。本稿では、模範解答のソースコード (以下、模範コード) に対する類似度と相違度に基づく評価指標を提案する。

2. 提案する評価指標

提案評価指標である類似度は「学習者コードと模範コードが構造的に一致するノード (後述) の割合」、相違度は「学習者コードの中で模範コードに含まれないノードの割合」である。以下、2.1 でこれらの評価指標の設計概要を示し、2.2 で計算方法を示す。

2.1 設計概要

本研究では、抽象構文木 (Abstract Syntax Tree, 以下、AST) のノード単位でソースコードを分析する。ここでは、GumTree^(6,7)をソースコードの解析ツールとして利用する。GumTree は 2 つのソースコードを入力として与えることでそれぞれの AST を生成し、AST 間でノードの一致、挿入、削除、更新、移動を検出するが、ソースコードの構造が破綻していると、AST が生成できない場合がある。本研究では、このうち一致と挿入を使用している。GumTree に与える

```
#include <stdio.h>
int main() {
    int num;
    scanf("%d", &num);
    /* ここに処理を記述する */

    /* ここまで */
    return 0;
}
```

図1 テンプレート (t) の例

```
#include <stdio.h>
int main() {
    int num;
    scanf("%d", &num);
    /* ここに処理を記述する */

    if (num == 3) {
        printf("Hello World!\n");
    }

    /* ここまで */
    return 0;
}
```

図2 模範解答 (a) の例

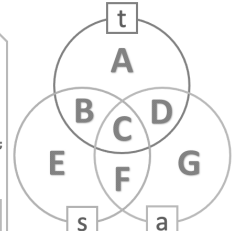


図3 各コードの関係性

ソースコードは、テンプレート (以下、t)、模範解答 (a)、スナップショット (s) の 3 種とする。t と a は指導者があらかじめ用意しておく (図 1, 2)。学習者は t を用いてプログラミングを始める。図 1 の t には学習者が処理を記述する範囲がコメントで示されており、学習者はその中のみ編集を行うことが期待される。図 2 の a は t に処理が追記された模範解答例である。s は編集途中の学習者コードであり、編集が加えられた場合に一定間隔で自動保存される。

2.2 計算方法

図 3 に t, a, s に含まれるノードの関係を示す。A ~ G を GumTree で解析されたノードの部分集合とした場合、それぞれ、 $t = \{A, B, C, D\}$, $a = \{C, D, F, G\}$, $s = \{B, C, E, F\}$ となる。このうち E は s のみに存在するノードであり、F は s と a にのみ存在するノードである。t には、基本的に A, B のノードは存在しないが、一部課題で t を編集可能であるため、t の要素に含んでいる。類似度と相違度の計算式は図 3 の要素を用いて次の (1), (2) のように表される。両指標の値域は、 $[0, 1]$ である。

$$(1) \text{ 類似度} = \frac{|A, F|}{|A, B, F, G|}, (2) \text{ 相違度} = \frac{|D, E|}{|A, D, E, F|}$$

3. 提案指標の妥当性の検証

一般的なプログラムメトリックスである、Jaccard

表1 各パラメータとの相関係数

| 相関係数 | Jaccard 係数 | 類似度 | 相違度 | CC | 行数 | |
|---------------|---------------|-------|-------|-------|------|-------|
| Jaccard 係数 | s_ok | | 0.96 | -0.32 | 0.63 | 0.82 |
| | s_ng | | 0.96 | -0.32 | 0.63 | 0.82 |
| 類似度 | s_ok | 0.96 | | -0.19 | 0.75 | 0.9 |
| | s_ng | 0.96 | | -0.19 | 0.75 | 0.9 |
| 相違度 | s_ok | -0.28 | -0.15 | | 0.01 | -0.07 |
| | s_ng | -0.39 | -0.25 | | 0.01 | -0.07 |
| CC | s_ok | 0.64 | 0.77 | 0.05 | | 0.59 |
| | s_ng | 0.61 | 0.72 | -0.05 | | 0.59 |
| 行数 | s_ok | 0.82 | 0.9 | -0.03 | 0.63 | |
| | s_ng | 0.83 | 0.89 | -0.14 | 0.53 | |

係数, 循環的複雑度 (Cyclomatic Complexity, 以下, CC), ソースコードの行数 (以下, 行数) と提案指標の関係を整理する。

3.1 プログラムメトリックスの概要

Jaccard 係数は2つの集合の和集合に対する積集合の割合を計算するものである。a と s の Jaccard 係数は(3)のように表され, 値域は, [0, 1]である。また, 1 から Jaccard 係数を引いた値を Jaccard 距離と言う。

$$(3) J(a, s) = \frac{|a \cap s|}{|a \cup s|} = \frac{\{C, F\}}{\{B, C, D, E, F, G\}}$$

CC は, ソースコードの複雑度を測るメトリックスである。行数は, 空行やコメントアウトされている箇所を省いて求められる。

3.2 実験条件

2021 年度に実施された A 大学情報系学科 2 年生向けの C 言語プログラミング演習を対象とした。70 分間の期末試験に出題された 5 題のうち 1 課題 (以下, 解析課題) を用いた。解析課題を解いた 147 名の学習者コード (17,234 ファイル) のうち, AST 生成が成功したコード (5,813) を s とした。なお, これらの s は 2 秒間隔で自動保存されていた。

3.3 結果

Jaccard 係数, 類似度, 相違度, CC, 行数の相関を表 1 に示す。表 1 の薄灰色部分は s の相関係数である。類似度に対する Jaccard 係数の相関係数は 0.96, CC は 0.75, 行数は 0.9 となった。一方, 相違度に対する相関係数は全ての指標で絶対値で約 0.32 以下となった。黒色部分はコンパイルが成功した s_ok (3,707) と失敗した s_ng (2,106) の相関係数である。これらのいずれの指標でも s_ok と s_ng が同様の値を示した。このことから, 相関係数はコンパイルの成否の影響を受けないことがわかった。

3.4 考察

3.3 の結果から, 類似度と Jaccard 係数は, 同等の指標と考えられる。相違度は他の指標と相関が低い。相違度の性能を確認するために, 類似度と行数の散布図を相違度の値で色分けした (図 4)。図 4 では相違度 0.23 未満の●とそれ以外の●の分布が重なっている (●と●は各約 50%)。すなわち, 相違度は類似度や行数とは異なる性質を表していると考えられる。

これらの結果から, 類似度と相違度を質的な評価指標, CC と行数を行動的な評価指標とすることで, 学習者の行き詰まりを同定できると考える。また,

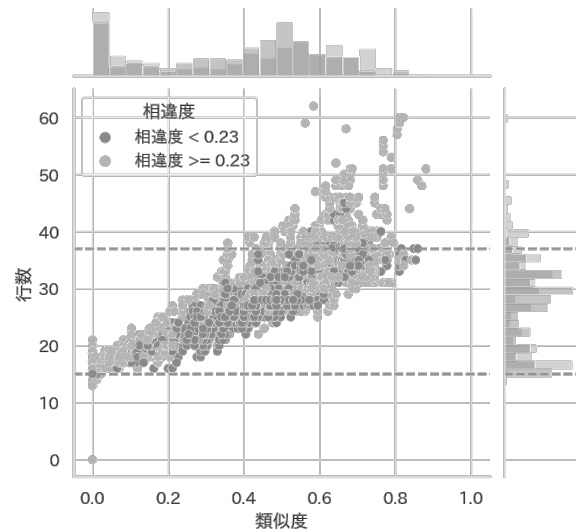


図4 類似度と行数の散布図における相違度の分布

類似度は t, s, a の 3 種のコードを利用するため, t の要素を除いて計算できる点が Jaccard 係数よりも優れていると考える。

4. おわりに

本稿では, プログラミング演習における学習者の行き詰まり同定を目的とした評価指標の妥当性を考察した。特に, 類似度と相違度の有用性を検証した。今後は他の複数課題での検証により, この結果の再現性を確認する。また, 評価指標の時系列変化や個人の特徴を整理する。その上で, プログラミング演習支援システムの具体化を図る。

参考文献

- (1) 槇原絵里奈, 藤原賢二, 井垣宏ほか: “初学者向けプログラミング演習のための探索的プログラミング支援環境 Pockets の提案”, 情報処理学会論文誌, Vol.57, No.1, pp.236-247 (2016)
- (2) 市村哲, 梶並知記, 平野洋行: “プログラミング演習授業における学習状況把握支援の試み”, 情報処理学会論文誌, Vol.54, No.12, pp.2519-2526 (2013)
- (3) 井垣宏, 斎藤俊, 井上亮文ほか: “プログラミング演習における進捗状況把握のためのコーディング可視化システム C3PV の提案”, 情報処理学会論文誌, Vol.54, No.1, pp.330-339 (2013)
- (4) 堀口諒人, 筒井善規, 井垣宏: “プログラミング演習における学生のプログラミング行動推定のための授業環境と実験環境の比較”, 第7回実践的IT教育シンポジウム (rePiT2020) 論文集, pp.114-120 (2020)
- (5) 秋山直人, 新村正明: “プログラミング課題における進捗状況可視化手法の提案”, 教育システム情報学会研究会講演論文集, Vol.34, No.6, pp.51-55 (2020)
- (6) J.-R.Falleri, F.Morandat, X.Martinez, et al., “Fine-grained and accurate source differencing”, Proc. of the 29th ACM/IEEE International Conference on Automated Software Engineering, pp.313-324 (2014)
- (7) GumTreeDiff/gumtree: A neat code differencing tool – GitHub, <https://github.com/GumTreeDiff/gumtree> (2022年5月17日 確認)

ロードバイク走行中に姿勢の誤りの気づきを与えるシステムの構築と評価 Development and evaluation of a system that gives notice of posture mistakes while riding a road bike

森下 尚紀^{*1}, 曾我 真人^{*2}

Naoki Morishita^{*1}, Masato Soga^{*2}

^{*1}^{*2} 和歌山大学システム工学部インタラクティブデザイン研究室

^{*1}^{*2} Interaction Design Laboratory, Faculty of Systems Engineering, Wakayama University

Email: s236287@wakayama-u.ac.jp

あらまし：ロードバイクを乗車するうえで、正しい姿勢で乗車しなければ怪我につながる恐れがあるが、どのような姿勢で乗車するのがよいのかを教えてくれる場が少ない。そこで、屋外でも使用できるパーセプションニューロンを用いて、実際に走行中の姿勢と、正しい姿勢との差異を比較し、リアルタイムで通知することで、正しい姿勢の学習をしてもらう。また、本学習システムの必要性の検証を目的として本システムを開発した。

キーワード：ロードバイク、パーセプションニューロン、リアルタイム、学習支援

1. はじめに

近年、自転車の需要が高まってきており、その中でもスポーツバイクの売り上げが急増している。通勤や通学でスポーツバイクを使用する人も少なくない。また、スポーツバイクを使用して、休日にサイクリングをすることが流行しており、さらにスポーツバイクの需要が高まっている。しかし、正しい乗車姿勢を知らない人が多数存在し、実際に正しい乗車姿勢を教えてもらうことができる場もそう多くない。正しい姿勢で乗車しなければ、体の痛みや疲労がたまりやすくなるなど、体に悪影響を及ぼす可能性がある。特にロングライドなど長い時間スポーツバイクを乗車するならば、より姿勢を意識して乗車しなければいけない。体が悪い姿勢を覚える前に正しい姿勢を学習し、今後のサイクリングライフで怪我のしにくい姿勢を定着させるシステムの開発が必要である。

そこで本稿ではスポーツバイクの中でも、特にサイクリングで 사용되는場面の多いロードバイクに限定し、ロードバイク初心者向けに、実際に屋外で走行している姿勢と正しい姿勢を比較し、リアルタイムで通知するシステムの開発と本システムの必要性を評価することを目的とした。

以下、第2章で関連商品を取り上げ、第3章でシステム概要を述べる。第4章で評価実験を述べ、第5章でまとめを述べる。

2. 関連商品

ロードバイク走行中に姿勢を計測する装置としてリオモ社の開発したタイプRがある。タイプRは人の動きをモーションセンサーでセンシング、動きを視覚化し、ライダーのパフォーマンスの向上を図る商品である。3軸ジャイロセンサーと3軸加速度センサーを搭載した5つのセンサーをサイクリストの体に取り付け、1ケイデンス内で、ペダル速度がスムーズではない箇所の大きさと位置、ペダリング時

に踵がどれだけ上下に動くか、クランク位置が0時から3時の間で踵がどれだけ上下に動くか、ペダリング時に腿がどれだけ上下に動くか、自転車選手の骨盤の前傾角度をリアルタイムで測定し、専用の画面上に数値やグラフで表示する⁽¹⁾。この商品は姿勢の計測として骨盤の前傾角度を計測しているが、数値で表示された骨盤の角度から自分で最適角度を理解する必要があり、自分がどのような姿勢で走行しているのかを数値以外で確認することができない。

3. システム概要

本稿で提案するシステムの構成図を図1に示す。姿勢を計測するパーセプションニューロンと、計測したデータから姿勢判定を行うPC、PCの画面を走行中にも見ることができるようにする携帯と、姿勢の評価を音声で知らせるネックスピーカーで構成されている。

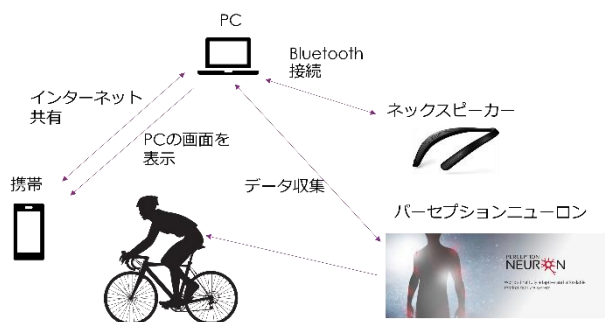


図1 システムの構成図

次に、実際の走行者の全体像を図2に示す。パーセプションニューロンを全身に取り付け、カバンを背負い、カバンの中にPCを入れ、ハンドル部分に携帯を取り付け、ネックスピーカーを首にかける形になる。走行中の携帯から見る画面表示を図3に示す。表示されているアバターは2種類あり、透明に表示されているアバターが手本の姿勢である。上半

身が理想とされる姿勢で固定されていて、下半身は走行者のペダルを漕ぐ速度に合わせて、膝が常に正面を向くような足の回転を行う。もう一方が、走行者の動きに応じて変化するアバターで、走行者が地面に立って休憩しているときや、自転車を漕ぎ始めたときは色が黄色になる。走行者が正しい姿勢で走行しているときは色が青色になる。ひじ、背中、かかとのいずれかの姿勢が不適切な場合は色が赤色になる。不適切な部位はひじ、背中、かかとの順番で一つずつ判定し、ひじが適切であれば背中、背中が適切であればかかとの順番で判定される。また、不適切な場合は不適切な部位が画面に文字で表示され、一定時間に不適切な姿勢で走行していると、各部位に合わせた音声アドバイスが出力される。画面上には何も表示されないが、頭の角度も計測しており、安全を考慮して下を向いて走行する時間が長いと、前を向くように音声で出力されるようになっている。



図2 走行者の全体像

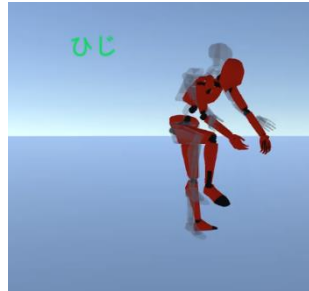


図3 走行中の画面表示

4. 評価実験

評価実験では14名の被験者に協力してもらい、本システムを使用する実験群の7名と、システムを利用せずに姿勢の学習をしてもらった統制群の7名に分かれて学習前後での姿勢の誤り時間の差を計測した。また、アンケート調査も行った。

姿勢の誤りの計測は実験群と統制群が走行する前後にそれぞれ2分間行う。アンケートではシステムの必要性についてのアンケートを行った。ここでは走行前後の姿勢の誤りの差の結果と気になったアンケートの回答結果と考察を行う。

4.1 走行前後の姿勢誤り時間の差

実験群と統制群の走行前後の姿勢の誤り時間の差を背中、ひじ、かかとの分け、ウィルコクソンの順位と検定を用いて p 値を計算し、両側 5%で有意差の検証を行った。また、実験群と統制群の走行前後の姿勢の誤り時間の差の平均値も示しておく。平均値は値が大きいほうが走行前後で改善されたといえる。それぞれの p 値と平均値を表にまとめた(表1)。

表より、平均値だけをみると、今回計測したすべての部位は実験群のほうが改善されたといえる。しかし、有意差の観点からみると、ひじ以外は有意差

がみられなかった。

表1 p 値と平均値

| | P 値 | 実験群 平均値 | 統制群 平均値 |
|-----|--------|------------|------------|
| 背中 | 0.898 | 8.2857 | 7.8571 |
| ひじ | 0.0407 | 43.2857 | 14.000 |
| かかと | 0.4382 | 22.7143 | 10.7143: |

4.2 アンケート結果

以下では選択式アンケートで気になった項目と記述式アンケートで気になった意見を記載する。

選択式アンケートで両郡に対して「今まで姿勢を意識してロードバイクを乗車していましたか。」という質問を行った。14名中13名が気にして乗車したことがなかったと回答した。別の質問で、「今までの乗車姿勢と感覚が違いましたか。」という質問に対して、実験群側は全員が「はい」と回答した。統制群側は、7名中6名が「はい」と回答した。また別の質問で、統制群側が「口頭で姿勢を事前に説明してくれればシステムなど必要ないと思いませんか。」という質問に対して、全員が「いいえ」と回答した。画面出力と音声出力の必要性についての5段階アンケート結果で、画面出力は7人中2が1名、3、4、5はそれぞれ2名ずつとなり、平均は3.71となった。音声出力は3、4が1名ずつで、5が5名ずつとなり、平均は4.57となった。

記述式アンケートで「どのようなフィードバックがあるといいと思いますか」という質問に対して、「サイクリング中に最も長く姿勢がずれていた部位の情報」など姿勢がよくなかった部位に関する情報や改善点を教えてほしいという意見があった。また、ロードバイクを乗るうえでの心配事として、変速のタイミングなど、姿勢以外に走行技術に関する心配事もみられた。

5. まとめ

本システムを用いた実験では14名の被験者に協力してもらい、走行前後の姿勢の誤り時間の差の計測とアンケート調査を行った。走行前後の姿勢の誤り時間の差では、ひじのみ有意差がみられたが、背中やかかとの有意差はみられなかった。走行中にアドバイスを出力することは有用であり、特に音声でアドバイスをするのがよい。また、姿勢について学習システムが必要である一方、姿勢以外の変速のタイミングや場合に応じた適切なギアの選定など、走行技術などについての学習システムも必要になる。これらから、実験により発見された本システムの改善点の見直しと本システムの発展が必要である。

参考文献

- (1) LEOMO, サイクリスト向けモーション分析デバイス: <https://www.leomo.io/pages/press-release-leomo-opens-official-online-store-yahoo-shopping-japanese> (2018)

Learning-by-Teaching を促進する 学習パートナーロボットの有効性評価

Evaluating A Partner Robot for Learning-by-Teaching in Collaborative Reading

須藤敬仁^{*1}, 柏原昭博^{*2}

Takahito SUDO^{*1}, Akihiro KASHIHARA^{*2}

^{*1*}^{*2} 電気通信大学

^{*1*}^{*2}The University of Electro-Communications

Email: t.sudo@uec.ac.jp

あらまし：英文読み合いは、英語学習者にとってコミュニケーションの練習をするための重要な活動であるが、学習者は与えられた英文を読むことに集中し、読み合い相手の発話内容に注意が向かないことがある。本研究では学習者の向社会性を促進し、相手の発話内容に注意を向かせるため、文法的な誤りをするロボットと読み合い、ロボットに対して教授できる環境を整えた学習支援システムを開発した。評価実験では、ロボットへの文法の教授が学習者の文法知識の振り返りを促進する可能性が示唆された。

キーワード： Learning by Teaching, 向社会性, 学習パートナーロボット, 英文読み合い

1. はじめに

第二言語を学習するにあたって、対象の言語を用いたコミュニケーションを行うことは重要な活動である。英語教育の場では英語でのコミュニケーション経験を積む学習として教科書の英文を用いた英文読み合い活動がよく行われている。しかし、しばしば学習者は英文を発話することにのみ集中し、学習相手の発話に耳を傾けず、コミュニケーション能力を鍛えるという意図から外れてしまうことがある。

本研究は、英文読み合いの相手をロボットとし、ロボットが文法的な誤りをすることで学習者の向社会的行動（相手の助けになろうというはたらき）を促進し、学習者が相手の発話を聞いて対話することを目的とする。読み合い相手としてロボットを用いた理由は、ロボットは擬人化傾向の特性を有しており、人間とのコミュニケーションに近い感覚を得られるからである。⁽¹⁾ また、先行研究ではロボットと英文読み合いを行うことで、気恥ずかしさなどの心理的抵抗感が軽減することが示唆されている。⁽²⁾

加えて、本研究では学習者にロボットの誤りを教授できるような環境を与えることで、Learning by Teaching (LbT) による学習効果を狙っている。LbTとは、他者に教えることで自身のスキルを省み、学習効果が生まれる学習方法である。本実験では、英文法を誤るロボットに対して教えることが文法知識の向上に繋がるのかを評価した。

2. Learning by Teaching 支援システム

図1に支援の枠組みを示す。本システムではSoftBank Robotics社製の人型ロボット: NAOを2台用いる。ロボットはそれぞれ教師と生徒の役割を持ち、生徒役ロボットはゆっくりとした英文の発話を行う。加えて、生徒役ロボットはいくつかの文章を文法的に誤って発話する。ロボットを2台使う理由は、ロボット同士の英文読み合いを見せることによって学習者が英文の読み方を知らない場合でも対応

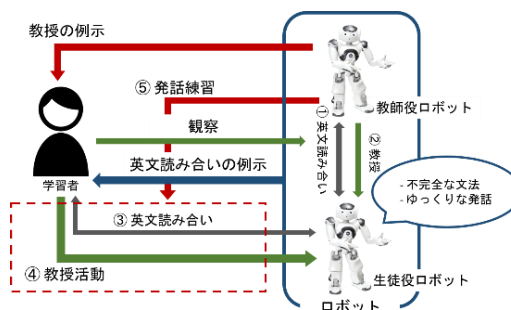


図1 Learning by Teaching 支援の枠組み

できるからである。また、学習者に生徒役ロボットへの教授方法を例示するためである。LbT 支援は以下の手順で行う。

- Step1. ロボット同士の英文読み合い
- Step2. 教師役ロボットから生徒役ロボットへ文法的な誤りの教授
- Step3. 学習者と生徒役ロボットの英文読み合い
- Step4. 学習者から生徒役ロボットへ文法の教授
- Step5. 発話練習

3. ケーススタディ

3.1 実験方法

本ケーススタディでは、誤った文法で話すロボットが学習者の向社会性を促進するか、さらに、学習者による教授活動がLbTによる学習効果を与えるかを検証するために、教授活動を含む英文読み合いを行う群 (LbT 群) と教授活動を含まない英文読み合いを行う群 (CR 群) の学習効果を比較する被験者間実験を行った。被験者は大学生・大学院生9名で、両群の英語力が同等となるようにLbT群に5名、CR群に4名配置した。図2に実験の手順を示す。本実験では英文スクリプトを3つ用意し、それぞれ主な文法事項は現在完了形、関係副詞、仮定法とした。LbT条件では、生徒役ロボットがスクリプトに含まれる主な文法事項を誤って発話するように制御した。英

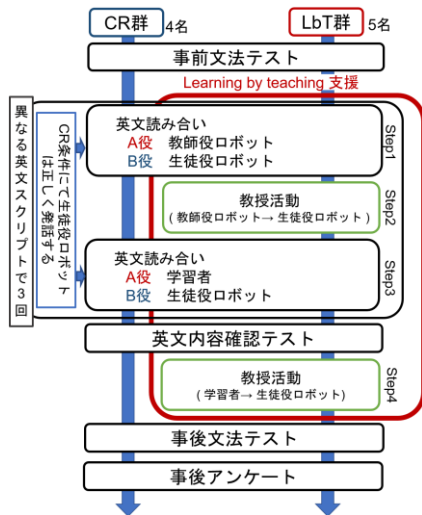


図2 実験手順

文読み合い後、学習者がロボットへの向社会性を高め、どの程度英文読み合いに集中したかを検証するため、読み合った英文に関する簡単な確認テストを行った。また、英文読み合いの前後には文法テストを配置し、教授活動の有無による学習効果の差を検証した。最後に、英文読み合いに関して、5段階リッカート尺度による17問の事後アンケートを行った。

3.2 実験結果および考察

まず、図3に事前・事後の文法テストの平均点を示す。テストは現在完了形、関係副詞、仮定法、その他の文法を各5問ずつ、計20問で構成した。群ごとに事前テストと事後テストの平均値について対応のある両側t検定を行った結果、LbT群では関係副詞の文法事項にて有意差が見られ、仮定法にて有意傾向が見られた（関係副詞: $t(4)=2.99, p<.05, d=1.27$, 仮定法: $t(4)=2.14, p<.10, d=0.59$ ）。CR群では関係副詞にて有意差が見られた ($t(3)=7.0, p<.01, d=1.16$)。また、現在完了形に関してもCR群では全く差が表れなかったが、LbT群では高い効果量が確認された ($t(4)=1.83, p=0.14, ns, d=0.80$)。以上の結果から文法的な誤りをするロボットに文法事項を教授することが文法知識を想起させ、効果的な学習を可能にすることが示唆された。

次に、英文内容確認テストの平均点について調査した。分析の結果、両群の平均点に有意差は見られなかったが、CR群の平均値の方が高い結果となった。また、LbT群の被験者の教授回数と英文内容確認テストの得点の相関を調べると、教える回数が多いほどテストの点数が下がる傾向が見られた。以上の結果から、被験者がロボットに教えようとする程、教授することに集中し、ロボットとの発話内容に注意が向かなくなる傾向があると考えられる。

最後に、事後アンケートの結果を示す。両側t検定の結果、Q1、Q4、Q7の設問について有意傾向がみられた (Q1: $t(7)=-2.06, p<.10$, Q4: $t(7)=2.18, p<.10$, Q7: $t(7)=-2.16, p<.10$)。Q1はStep1の「ロボット同士の英

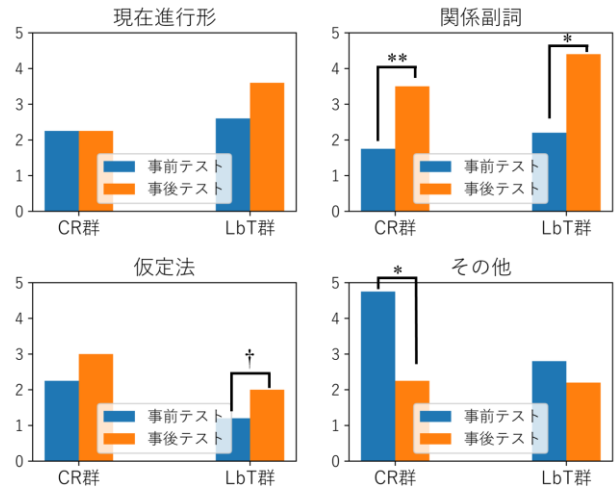


図3 文法テストの結果

文読み合いが役に立ったか」という質問である。CR群がLbT群に比べて有意に高い傾向があったが、理由として、LbT条件ではロボットが誤って話すことによってロボット同士の英文読み合いは参考にならないと学習者が不安に感じてしまったからだと考えられる。Q4は「生徒役ロボットとの英文読み合いが簡単と感じられたか」という質問であり、LbT群の方が有意に高い傾向にあったことから、誤って話すロボットを教授することで読み合いを簡単にするようになったと考えられる。Q7は「生徒役ロボットとの読み合いを上手く行いたいと感じたか」という質問であり、LbT群の方が有意に高い傾向にあったことから、LbT群の学習者は間違えても問題ないと感じたと考えられる。また、Q11及びQ12については有意差がみられた (Q11: $t(7)=3.33, p<.05$, Q12: $t(7)=-3.44, p<.05$)。Q11、Q12は生徒役ロボットよりも実力があると感じたかを問う質問であり、LbT群はCR群に比べてロボットよりも実力があると感じたとしている。この結果から、教授活動を行うことで生徒役ロボットよりも英語力があると感じさせ、自己効力感を促進させることが可能であると示唆された。

4. まとめ

本研究では、学習者の向社会性を促進し、学習効果を高めるため、英文法を誤るロボットを使った Learning by Teaching 学習支援システムを提案・評価した。実験の結果、ロボットへの教授活動によって Learning by Teaching による効果から教授内容への理解を促進し、自信につながることを示唆された。

謝辞

本研究は、科研費 18K19836 と 20H04294 の助成を受けました。

参考文献

- (1) T. Yashima: Affective Variables and Second Language Communication, Institute of Foreign Language Education and Research Kansai University, vol.5, pp. 81-93 (2003).
- (2) 足立祥啓, 柏原昭博: “効果的な英文読み合いを行う学習パートナーロボットのデザインと評価”, 教育システム情報学会 2018 年度第 4 回研究会, (2018).

学習時における Peer さを誘発させる コンパニオンロボット動作モデルの構築

Construction of companion robot behavior model to explain “peer” feeling toward robot

本多昂生^{*1}, 田和辻可昌^{*2}, 松居辰則^{*3}

Koki HONDA^{*1}, Yoshimasa TAWATSUJI^{*2}, Tatsunori MATSUI^{*3}

^{*1}早稲田大学大学院 人間科学研究科

^{*1}Graduate School of Human Sciences, Waseda University

^{*2}早稲田大学 データ科学センター

^{*2}Center for Data Science, Waseda University

^{*3}早稲田大学 人間科学学術院

^{*3}Faculty of Human Sciences, Waseda University

Email: kouki0506hd@akane.waseda.jp

あらまし：我々は、学習支援用 Peer コンパニオンロボットを構築することを目指している。このためには、ロボット動作による Peer さ誘発に関する知見の理解が必要不可欠である。そこで本研究では、ロボット動作により Peer さを誘発させることを目的に、1) 対人学習において学習者が感じる Peer さの心理モデルを構築し、2) 構築した心理モデルについてロボット適応可能化について実験的に妥当性評価を行った。その結果、ある制約のもとで作成した心理モデルに従うロボット動作により、Peer さを誘発する可能性を示すことができた。

キーワード：学習支援ロボット, Peer さの心理モデル, Peer Learning

1. はじめに

IT 技術の発展に伴い、e ラーニングと呼ばれる教育・学習の形態が一般化しつつある。しかしながら、e ラーニングにおける学習支援の形態は、基本的に学習者よりも学習ドメインに関する知識が豊富な立場からアドバイスや知識、学習プランを提供するのが主流である。このような学習支援の形態は知識の伝達や理解の促進には適している。一方で、我々の学びの中には同級生との間で教え合ったりすることによって知識を定着・確認する学び(Peer Learning)も重要である。一方、学習支援ロボットに関する研究も盛んに行われている。柏原(2019)によると、他メディアとは異なり身体性を有している学習支援ロボットは、学習者との間でより自然かつ真正性(authenticity)の高いコミュニケーションの実現が可能であるとされている[1]。それゆえ、学習障害等のネガティブ感情の軽減が期待される[1]。従って、本研究では Peer Learning の存在と、このロボット活用の有用性を基に、学習者と同じ立場を演じる学習支援ロボットの基本動作モデル構築を目標とする。学習環境におけるコンピュータ・コンパニオンについての研究に着目してみると、笠井ら(1999)は学習者の状況に応じ、コンパニオンの立場を学習者と同等である Peer な立場と教師の立場を使い分けて学習支援を行う、協調学習環境におけるマルチエージェント学習環境(CALE: Companion Agent Learning Environment)を開発している[2]。しかしながら、2つの立場の振る舞い分けによる Peer さに関する印象低下の可能性も示唆されている。Chan, T. (1991)は、コ

ンパニオンロボットが教師的立場を振る舞うことにより、「監視されている」といった印象を与えてしまうことを指摘している[3]。ただし Marder, N ら(2017)によって、Companion の存在がポジティブな効果を生み出すことが示唆されている[4]。総じて、これまでの Peer learning やロボットによる学習支援の先行研究は、その有用性が示唆される一方で、その立場の使い分けが十分ではないという課題がある。そこで、本研究では様々な状況に応じて適切な Peer な立場のみを呈する PLC(Peer learning companion) ロボットの構築を志向して、ロボットの基本動作モデルとなる「Peer さを誘発させるロボット動作モデル」の構築を目指す。

2. 心理モデルの構築(実験 1)

Peer な立場の身を振る舞うロボット動作を考えるにあたり、実験 1 では対人学習時に学習者の抱く Peer さがどのような心的要因によって構成されているかを表現する心理モデルの構築を行った。初めに文献情報と個別塾による実地調査結果をもとに仮説心理モデルを作成した。心理モデルは 3 階層を有する構造となっており、1 段目には「Peer さ」が存在している。2 段目の上位層には Chan, T.(1991)の研究を基に「同等感」「競争感」、Marder, N ら(2017)の研究を基に「信頼感」が存在しているものとなった[3]。3 段目の下位層には、Chan, T.(1991)より「同速感」が「同等感」の下位に[3]、Marder, N ら(2017)より「理解感」が「親信頼」の下位に存在しているもの[4]となっている。また実地調査の結果から、「同等

感」の下位に「親近感」、「競争感」の下位に「緊張感」と「不定感」、「信頼感」の下位に「尊敬感」がそれぞれ存在する。仮説心理モデル内心的要因の妥当性について、18歳から59歳の男女99人を対象とした自由記述解答形式の質問紙調査を行った。質問紙では、過去のPeer Learningの経験例についての回答を求めた。得られた結果を心理モデル内要素への分類分けをトップダウンに行い、妥当性を検証した。その結果、仮説心理モデルで示されていた要因の存在・関係性は支持された一方で、「競争感」の下に新たな「意識感」の存在が明らかとなった。図1に検証結果として得られた心理モデル図を示す。心理モデル内では「①先行研究に基づくもの」「②実地観察によるもの」「③質問紙調査により新たに発見されたもの」が図内の番号と対応している。

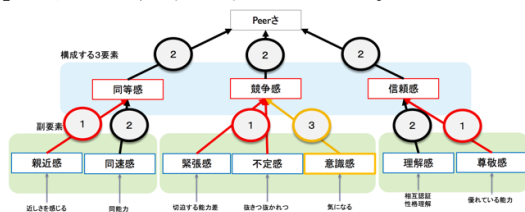


図1: Peer さを感じる心理モデル

実験1の結果より、「意識感」の追加が行われたが、これはMarder, Nら(2017)が示したPeerなCompanionを作成するまでの過程に類似箇所があり、その存在する位置が明らかになったものと考えられる[4]。

3. ロボット動作と心理モデルの関係性調査 (実験2)

実験1にて作成した心理モデルが対ロボットの学習においても同様に作用するのかについて明らかにするため、実験2では下層に位置する7つの要因とロボット動作との関係性調査を行なった。実験1の結果と先行研究を基にロボット動作と動作に付随した状況教示文を作成し、それらを提示した際の印象について、18歳から57歳までの男女100名を対象に質問紙調査を行った。ロボット動作については、心理モデル最下層7要因のうち、少なくとも2つに関する印象を与えると仮定した計21動作を、実験1で得た事例データベースで作成した。今回は学習環境下を想定しているため、すべての動作に対して状況教示文を共に作成した。質問紙では、状況教示文の提示後作成したロボット動作を撮影した映像を1回再生するように指示を出し、その後心理モデル最下層7要因に関わる印象について7段階尺度で回答する形式となっている。得られたデータを基に基本統計量並びにヒストグラムを参考に印象の高低について分析を行った。その結果、全21動作がそれぞれ高めるとされる最下層の心理要因が明らかになった。

4. 学習文脈下におけるロボットの複数動作によるPeerさの誘発検討(実験3)

実験3では、実験1で得られた心理モデルと、実験2で得られたロボット動作の印象データを基に、複数のロボット動作を提示する場面におけるPeerさの誘発の可能性について、関東圏の大学に所属している学部生10名を対象とした対面による印象評価実験により検討を行った。印象評価の際には質問紙を用いた。実験2の結果を基に複数ロボット動作によって構成される「シチュエーション」というものを作成した。作成したシチュエーションはそれぞれ心理モデル上位層全てを満たす・3つのうち1つのみを高める・3つのうち2つを高めると仮定したもの合計8つ作成した。シチュエーションについてはロボット動作提示の際に口頭で都度説明を行い、1シチュエーションの提示後に心理モデル上位層3要因に関わる評価並びにPeerさの評価について7段階尺度での回答を求めた。実験2と同様の手法で分析を行った結果、全てのシチュエーションにおいてPeerさを感じた可能性が示された。また、上位層3要因に関する印象は、仮定と反して感じなかったものは存在しなかったが、仮定と反して感じているものは複数存在していた。実験3における課題としては、ここで示された印象については瞬間的なPeerさであり、瞬間的生成が厳しい「競争感」に関する印象があまり高くは現れなかったことが挙げられる。そのため、今後の研究では連続的な動作提示によるPeerさ誘発についての検討が必要である。

5. まとめと今後の課題

本研究では、学習時に学習者の抱くPeerさがどのような心的要因によって構成されているかを表現する心理モデルを構築した。実験1の結果、心理モデル内の新たな心的要因として「競争感」の下位層に「意識感」の存在が明らかとなった。実験2・3ではロボット動作により、特定場面における学習者への「Peerさ」誘発の可能性に関する知見を得た。その際、ロボット動作に対して常に学習文脈を付随させておく必要があると考えられた。実験3においては、特定条件下におけるPeerさの誘発の可能性が示唆された。今後の課題として、瞬間的印象誘発が厳しい要因について、継続した一定期間のロボット動作提示による印象誘発の検討を行う必要がある。

6. 参考文献

[1] 柏原昭博.: エンゲージメントを引き出す学習支援ロボット. コンピュータ&エデュケーション, CIEC 会誌創刊準備号編集委員会 編, 46, pp. 30-37. (2019)
[2] 笠井俊信, 岡本敏雄.: 仮想的協調学習環境におけるエージェント間コラボレーション, 情報処理学会論文誌, Vol. 40, no. 11, pp. 100-110. (1999)
[3] Chan, T.: integration-Kid: A Learning Companion System. Proc. Of 12th IJCAI, Vol. 2, pp. 1094-1099. (1991)
[4] Marder, N., Velarde, C., Huycke, S., & Schleien, S.: The Peer Companion Program: An Experiential Learning Opportunity. SCHOLE: A Journal of Leisure Studies and Recreation Education, Vol. 32, No. 1, pp. 49-66. (2017)

アイトラッキングを用いた仮想空間内での 接客訓練システムの提案

Proposal for Customer Service Training Support System in Virtual Reality using Eye Tracking

大上 毅瑠^{*1}, 松原 行宏^{*1}, 岡本 勝^{*1}, 毛利 考佑^{*1}
Takeru OUE^{*1}, Yukihiro MATSUBARA^{*1}, Masaru OKAMOTO^{*1}, Kousuke MOURI^{*1}

^{*1} 広島市立大学大学院情報科学研究科

^{*1} Graduate School of Information Sciences, Hiroshima City University

Email: mg67004@e.hiroshima-cu.ac.jp

あらまし: サービス業において接客訓練する方法として、指導者が訓練者に付き添い実際の仕事現場で訓練する OJT (On the Job Training) が存在するが、指導者のスキルに左右されるなどの短所が存在する。また、接客において顧客の印象を上げるために重要であるアイコンタクトの訓練を行う必要がある。これらの問題を解決するため、本研究では仮想空間内でアイコンタクトを必要とする接客訓練が行えるシステムを提案する。アイトラッキングが可能な HMD を用いて訓練者の視線情報を計測し、顧客の顔をみながら挨拶を行う動作の実装及び検証実験を行った。

キーワード: 仮想空間, VR 型訓練システム, アイトラッキング, サービス業, 接客

1. はじめに

サービス業において接客を訓練する方法として、指導者が訓練者に付き添いながら実際の仕事現場で訓練させる OJT (On the Job Training) が存在する。しかし、指導者のスキルに左右される、指導者の教える時間がないといったデメリットが存在する⁽¹⁾。

そこで、古野らは VR 空間内で訓練者のマルチモーダルな入力を用いた対話型顧客キャラクターとのクレーム対応訓練が可能なシステムを開発した⁽²⁾。評価実験によりシステムの有効性が見られたことから、VR を用いた接客訓練が可能であると言える。

また、接客においてアイコンタクトは意思の疎通を図る際に大きな効力を発揮するものであり、顧客の印象を上げるために重要となっている⁽³⁾。アイコンタクトの訓練を行うためには、訓練者の視線情報を計測し活用する必要がある。

本研究では、仮想空間内でアイコンタクトを必要とする接客訓練が行えるシステムを提案する。訓練者の視線情報を計測するために、アイトラッキングが可能な HMD を用いる。今回は、顧客の顔を見ながら挨拶を行う動作の実装及び検証実験を行った。

2. システム概要

図 1 にシステムの外観、図 2 に仮想業務環境を示す。訓練者は HTC 社の VIVE Pro Eye (以下 HMD とする) を頭部に装着する。両手にハンドトラッキングコントローラ (以下コントローラとする) を持って、仮想空間に構築した業務環境内でレジ会計における接客業務の訓練を行う。

コントローラは仮想業務環境内で訓練者の手のオブジェクトとして反映され、トリガー入力によって商品を持つなどの直感的な動作が可能である。

また、HMD 内蔵のアイトラッキングを用いて訓



図 1 システムの外観



図 2 仮想業務環境

練者の眼球運動を計測し、仮想空間上で訓練者の視線と設定したオブジェクトとの当たり判定を求めることができる。記録できる情報は、視線と衝突したオブジェクトの位置、名前、計測時間である。

これらの情報を基に、今回は訓練者が顧客の顔を見ながら挨拶を行う機能を実装した。訓練者は視線を顧客の顔に向けると、図 3 のように視線の衝突地点が赤い球として表示される。視線が顧客の顔以外のオブジェクトに衝突した場合は、赤い球が表示されないようにしている。また、訓練者が HMD 内蔵のマイクに「いらっしゃいませ」等の設定したキーワードを実際に発音することで、音声認識ができる



図3 訓練者の視線の表示

ようにしている。挨拶を行うシーンにおいて、訓練者は視線を顧客の顔に向けた状態で指定された挨拶の言葉を発すると、正しく挨拶されたと判定されるよう設定した。

訓練者は来店する顧客に対して適切な行動を取り、繰り返し接客を行った後に訓練者の行動に基づいてフィードバックを表示する。

3. 検証実験

実装した顧客の顔を見ながら挨拶を行う動作が正しく判定されるか確認するため、検証実験を行った。大学院生2名(A,B)と大学生2名(C,D)を被験者として、来店した顧客に挨拶をする訓練を行うシーンを体験してもらい、顧客の顔を見ながら「いらっしゃいませ」と発音することで正しく挨拶ができたことと判定されるか確認を行った。0.1秒ごとに、目線の始点と方向、目線の衝突地点の座標とオブジェクト名を取得し、計測時間は挨拶のシーン開始から終了までとした。

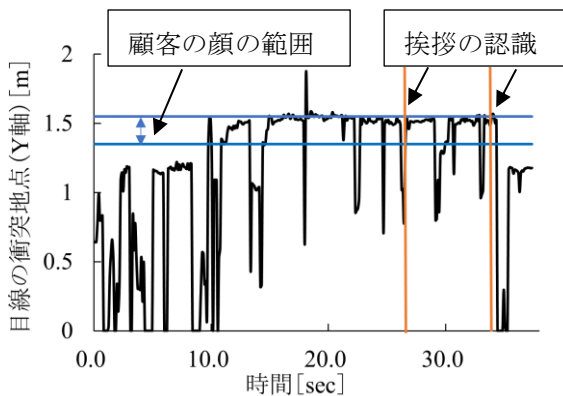


図4 被験者Cの目線の衝突地点の推移

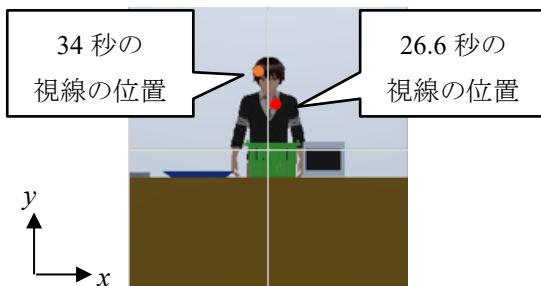


図5 挨拶を行った際の視点の位置(x,y軸)

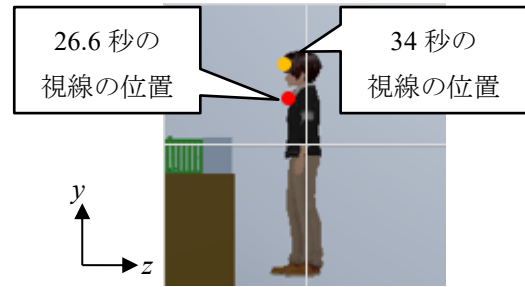


図6 挨拶を行った際の視点の位置(y,z軸)

図4は被験者Cの目線の衝突地点の推移を表している。26.6秒に挨拶を行った時、視線は図5,6の赤色の点にあり、顧客の顔ではない位置のため、正しく挨拶ができていないと判定されている。34秒に挨拶を行った時、視線は図5,6のオレンジ色の点にあり、顧客の顔である位置のため、正しく挨拶ができていると判定されている。

他の被験者のデータも同様に、挨拶を行った時に視点が顧客の顔である位置にあったため、正しく挨拶ができていると判定されたことが分かった。よって、正しく動作が反応することが確認できた。

4. おわりに

本研究では、仮想空間内でアイトラッキングを用いた接客訓練ができるVR型システムの提案を行い、アイコンタクトを必要とする接客訓練の一つとして、顧客の顔を見ながら挨拶を行う動作の実装を行った。検証実験では、顧客の顔を見て挨拶を行うことで正しく挨拶を行った判定ができたことが確認できた。

今後の課題として、シナリオの追加や訓練者の熟練度によって難易度を変更できるように改善し、訓練効果を検証する必要がある。

謝辞

本研究の一部は、科学研究費補助金基盤研究C (No.19K12253) による。

参考文献

- (1) リクルートワークス研究所: “OJTは教育訓練の主流でありつづけるか”, <https://www.works-i.com/column/works02/detail018.html> (2021年5月19日閲覧)
- (2) 古野友也, 藤田智, 王東皓, 尾身優治, 西崎博光, 宇津呂武仁, 星野准一: “話型顧客アクターによるマルチモーダル接客訓練VRシステム”, 情報処理学会論文誌, Vol.63, No.1, pp.231-241 (2022)
- (3) 木村早苗, 山川雅行: “飲食店の接客リーダー入門改訂版—外食サービス士®1・2・3級対応—”, 昇洋書房, pp57 (2020)

Web カメラを用いたハードルまたぎ練習支援システムにおける フィードバックの検討

Evaluation of Feedback for Hurdle Straddle Training Support System using Web Camera

山北 丈将^{*1}, 岡本 勝^{*1}, 松原 行宏^{*1}, 毛利 考佑^{*1}

Takenobu YAMAKITA^{*1}, Masaru OKAMOTO^{*1}, Yukihiro MATSUBARA^{*1}, Kousuke MOURI^{*1}

^{*1} 広島市立大学大学院情報科学研究科

^{*1}Graduate School of Information Sciences, Hiroshima City University

Email: mg67019@e.hiroshima-cu.ac.jp

あらまし：本研究では、Web カメラと姿勢解析用の PC を用いて姿勢推定を行い、陸上競技のウォームアップに取り入れられる動的ストレッチの 1 つであるハードルまたぎの姿勢を評価し、フィードバック情報をディスプレイに表示するシステムを作成した。フィードバックは被験者にボーンモデルを重ねるものと、背景を単色にしたボーンモデルとテキスト表示を行う 2 種類を作成した。学習者は、ディスプレイに表示されるフィードバック情報をもとに姿勢改善を行う。検証実験では、2 種類のフィードバック表示を行い比較した。

キーワード：AR, ハードルまたぎ, 姿勢推定, フィードバック

1. はじめに

陸上競技では、競技前にパフォーマンスを上げる目的でウォームアップに動的ストレッチを行う。動的ストレッチの中でハードルまたぎと呼ばれる、体幹の安定や股関節可動域向上を目的とした動的ストレッチがある。ハードルまたぎでは股関節を動かして動作を行うが、4 つの動きを複合し連続で行うため、自分 1 人で正しく動作を行うことが難しい。正しい姿勢で行うためには、指導者による指導が必要不可欠であるが、個人で競技練習を行っている者や、部活動等で専門知識を会得していない指導者に指導を受けている者は、自分で姿勢改善を行う必要がある。そこで我々はこれまでに、Web カメラと姿勢推定技術を用いた AR 型ハードルまたぎ練習支援システムを作成した⁽¹⁾。システムでは、間違っただけであれば注意を促すテキストを生成し、ディスプレイに重畳表示して、自分の姿勢がどのように間違っているかを確認した。しかし、姿勢改善を行うための適切なフィードバックについては十分に検討されていない。そこで本研究では、背景に影響されないように、背景を単色にしてボーンモデルとテキスト表示のみを表示するフィードバック方法を提案する。従来の重畳表示と提案するフィードバックのそれぞれで、関節座標の推移にどのような違いがでるのかを比較して効果を確認する。

2. システム概要

システム概観を図 1 に示す。図 1 のように、Web カメラを使用してユーザの体全体を、PC に読み込む。読み込まれたユーザの映像をもとに姿勢推定を行い、フィードバック情報を生成し、ディスプレイにボーンモデルとテキストの表示を行う。姿勢推定には ThreeDPoseUnityBarracuda を用いて骨格座標を

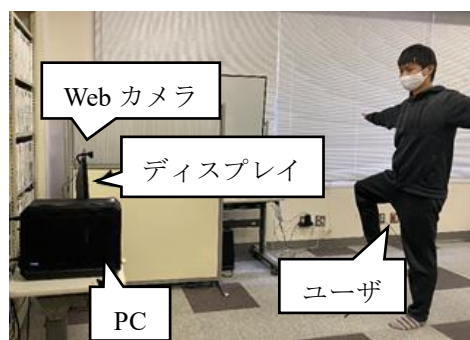


図 1 システム概観

表 1 ハードルまたぎにおける股関節の動き





| 外旋 | 屈曲 | 外転 | 伸展 |
|---|--|---|---|
|  |  |  |  |



図 2 2 種類のディスプレイ画面

取得した⁽²⁾。フィードバック情報の生成に関しては、閾値を設定して、実際の骨格座標が閾値を超えてしまった場合に生成を行った。ハードルまたぎに必要な 4 つの股関節の動きを表 1 示す。4 つの動きには、足を後ろに上げる動き（伸展）、前に上げる動き（屈

曲), 外に広げる動き (外転), 外に回旋させる動き (外旋) がある³⁾. 足を後ろから横を通り膝の高さを保ったまま前に運ぶ際に, これら 4 つの動きを複合して行う. 間違っただ姿勢と判定された場合, テキスト表示がディスプレイに表示され, ユーザは, その情報をもとに姿勢改善を行う. また, テキスト表示場所は間違っただ姿勢の項目毎に変更されており, 下肢にまつわる場所では下肢の付近に, 上肢にまつわる場所では上肢の付近にテキスト表示される. 図 2 に, これまでに作成した重畳表示 (AR 型) のディスプレイ画面と, 新たに提案するボーンモデル型のディスプレイ画面を示す.

3. 検証実験

2 種類のフィードバックを用いて, 推定された骨格座標の推移にどのような違いが表れるのかを検証するために, 評価実験を実施した. 実験に参加した被験者は男子大学生 4 名 (A,B,C,D) で, 全員がハードルまたぎ初学者であった. 実験は 1 人の被験者に対して 2 種類のフィードバックの両方を実施した. 実験の流れは, 始めにハードルまたぎの動き方を解説した動画を視聴してもらい, 動き方と動きの注意すべきポイントを理解したうえでシステムを使用した. 右足と左足で 1 回ずつまたぐことを 1 セットとして 2 種類のフィードバック方法を最低 2 セットずつ行い, 被験者がさらに練習が必要だと感じた場合はどちらか好きなフィードバックを追加で行った. 被験者は 1 セット終わる毎に動画を確認し, その後フィードバックを踏まえたうえで, 2 セット目を行うようにした. また, 実験終了後には 2 つのフィードバックの使用感について事後アンケートを行った.

ハードルまたぎの評価項目の 1 つである膝の高さが上がっているかどうかについて結果をまとめる. 股関節の柔軟性を向上させるためには, 股関節の屈曲を行い, 膝が腰の高さを超えることが理想である. 表 2,3 には AR 型とボーンモデル型を用いて, 1 回目から 2 回目にかけて膝の高さが上昇したかどうかを示す. 上昇した場合○をしなかった場合×を示す. 表 2 から, AR 型を用いて, 両足とも膝の高さを 1 回目よりも上昇させることができたのは D のみで, 左右どちらかの足で上昇がみられたのは A, B であった. 同様に表 3 からボーンモデル型を用いて, 両足とも膝の高さを 1 回目よりも上昇させることができ

表 2 AR 型の膝の高さの変化

| | A | B | C | D |
|----|---|---|---|---|
| 右足 | ○ | × | × | ○ |
| 左足 | × | ○ | × | ○ |

表 3 ボーンモデル型の膝の高さの変化

| | A | B | C | D |
|----|---|---|---|---|
| 右足 | × | × | ○ | × |
| 左足 | ○ | × | ○ | × |

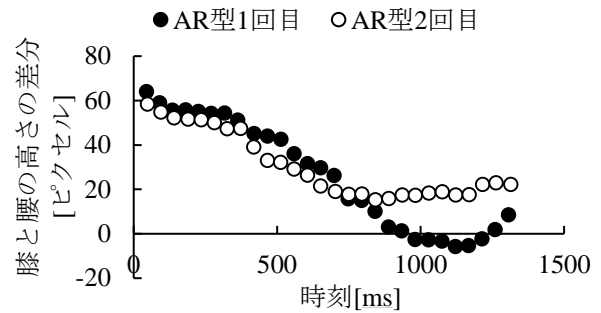


図 3 被験者 C に関する AR 型の右膝と腰の高さの差分の変化

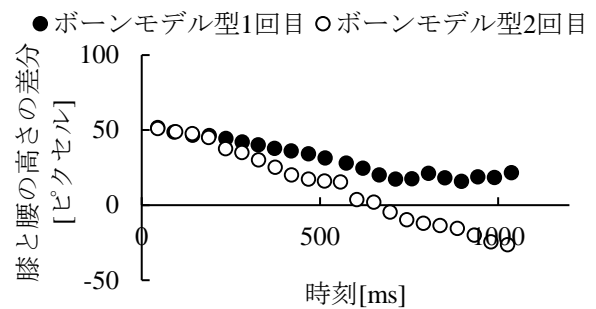


図 4 被験者 C に関する ボーンモデル型の右膝と腰の高さの変化

たのは C のみで, 左右どちらかの足で上昇がみられたのは A のみであった. 図 3 には, 被験者 C が AR 型を用いたときの膝と腰の高さの差分の変化を示す. 腰の y 座標から膝の y 座標を引いた値が 0 より小さければ, 膝が腰より上がっていると判定される. そのため, 図 3 をみると, 1 回目では 0 よりも小さくなり, 腰よりも膝が上がっていたことが分かるが, 2 回目は 0 より小さくなることなく, 膝の高さが下がった. 図 4 には, 被験者 C がボーンモデル型を用いたときの膝と腰の高さの差分の変化を示す. 図 4 をみると, 反対に, 2 回目で 0 を下回り, 腰よりも膝が高く上がっていることが分かる. つまり, 被験者 C は AR 型よりもボーンモデル型でフィードバックをより意識したと考えられる.

4. おわりに

本稿では, 表示されたフィードバック情報を参考に, 膝の高さの変化を確認できた. 事後アンケートでは AR 型ボーンモデル型に分かれる結果となった.

参考文献

- (1) 山北 丈将: “AR 型ハードルまたぎ練習支援システムを用いたトレーニング手法”, 第 46 回 教育システム情報学会 全国大会, pp. 137-138 (2021)
- (2) GitHub - digital-standard/ThreeDPoseUnityBarracuda: Unity sample of 3D pose estimation using Barracuda (参照 2020 年 10 月 29 日)
- (3) 坂井 建雄, 五十嵐 隆, 丸井 英二: “からだの百科事典”, 朝倉書店, pp.48-49 (2004)

VR 避難訓練のための没入型災害設置機能 Immersive Disaster Placing Function for VR-based Evacuation Training

大江 海斗^{*1}, 谷岡 樹^{*1}, 光原 弘幸^{*2}, 獅々堀 正幹^{*2}
Kaito OE^{*1}, Itsuki TANIOKA, Hiroyuki MITSUHARA^{*2}, Masami SHISHIBORI^{*2}

^{*1}徳島大学大学院創成科学研究科

^{*1}Graduate School of Sciences and Technology for Innovation, Tokushima University

^{*2}徳島大学大学院社会産業理工学研究部

^{*1}Graduate School of Technology, Industrial and Social Sciences, Tokushima University

Email: c612235054@tokushima-u.ac.jp

あらまし：VR 避難訓練の実現に必要な没入型災害設置機能を述べる。本機能は、VR デバイスを装着した設置者が仮想空間にアバタとして入り、一人称視点で災害（炎や瓦礫など）を設置できるようにしている。評価実験を通じて、本機能は没入感が高く、長い時間をかけて多くの災害を設置することにつながるなどの結果を得た。

キーワード：災害状況、避難訓練、没入感、HMD、VR

1. はじめに

地震などの災害はいつ発生するか分からない。よって、普段から災害に備えておくことが重要である。災害への備えとして防災学習が挙げられる。馴染み深い防災学習に避難訓練があり、学校や地域で定期的に行われている。しかし、従来の避難訓練は、災害状況の表現力に乏しく、避難場所や避難経路が固定されるなど、参加者が緊迫感をもって主体的に考えながら避難することを疑似体験させていない。このような背景から、著者らのグループはリアリティと訓練効果の向上をめざし、シナリオ、デジタルコンテンツや拡張現実を用いる ICT 活用型避難訓練に取り組んできた⁽¹⁾⁽²⁾。

近年、仮想現実 (Virtual Reality : VR) の発展・普及に伴って、VR 活用型避難訓練が多く研究開発されている⁽³⁾。本研究では現在、VR 避難訓練システムの開発をめざして、VR 災害疑似体験における避難行動分析や NPC (Non-Player Character) の導入⁽⁴⁾に取り組んでいる。VR 避難訓練システムの開発を通じて、仮想空間内のどこにどのような災害を設置するのかを効果的に行う必要が生じた。そこで、VR デバイスを装着した設置者が仮想空間に没入して災害を設置できる機能を実装した。

2. 災害状況設定と災害設置

本研究では、VR 避難訓練で表現すべき災害状況を「避難中に遭遇すると、判断や行動に困ってしまう状況」と定めた。例えば、「前方のどの方向にも煙が見える」や「狭い道の先を曲がると瓦礫で通行不能になっている」といった状況が挙げられる。参加者がこのような状況を VR で疑似体験することで、「最寄りの避難場所を探して避難すべき」や「できるだけ広い道を通って避難すべき」といった教訓を得ると期待される。そのような災害状況を設定するにはまず、仮想空間内に災害（危険、被害）を設置する必要がある。

そこで、効果的な災害設置を「訓練参加者と同じように仮想空間を移動しながら災害を設置できるこ

と」と定め、災害設置者が HMD (Head-Mounted Display) などを装着して仮想空間にアバタとして入り、一人称視点で災害を設置できる機能を実装することにした。例えば、「道の角を曲がるといきなり火災の光景が見える」という状況は、アバタの視点で確認しながら場所を設定することが求められる。

3. 没入型災害設置機能

没入型災害設置機能は、本研究で開発中の VR 避難訓練システムの一部として実装される。なお、システムは現在、避難訓練ではなく災害疑似体験の提供にとどまっている。VR デバイスとして、没入型 HMD の Oculus (Meta) Quest 2、ポインティングデバイスの Oculus Touch Controller を採用し、Unity3D を用いて機能を実装した。

3.1 設置の流れ

設置者は Oculus アプリである VR 避難訓練システムを起動し、災害設置モードに移行する。

1. 災害を設置するシナリオを選択する
2. シナリオと対応付けられた仮想空間のモデルを読み込む
3. 仮想空間を移動しながら災害を設置する
4. 災害設置のデータがシナリオ (XML 形式) に書き込まれる

体験者は災害疑似体験モードから、保存されたシナリオを読み込むことで、災害設置が反映された仮想空間に入って移動することができる。

3.2 ユーザーインタフェース

(1) 災害配置

設置者はコントローラを操作して仮想空間内を移動し、視線に合わせて表示される仮想空間を見ながら、コントローラのレーザポインタで指し示した位置に災害を配置していく (図 1)。地面だけでなく建物の壁にも配置できる。現在のところ、炎、爆発、煙、雨、雨雲、瓦礫、負傷者を配置できるようになっており、一部の災害は線形的な音量で効果音が再生される (近づくと音量が大きく、離れると小さくなる)。



図1 ユーザインタフェース

- (2) 災害削除
直近に保存した災害状況を削除できる。
- (3) 説明書表示
操作説明が記載されたパネルを表示する。

4. 評価実験

仮想空間には、PLATEAU⁽⁶⁾が提供する沼津市中心街の3次元モデルを採用した。設置者がどのような災害を設置するか、3条件を設けて検証した。

- A) 実装機能を用いて設定 (VR デバイス装着)
- B) PC とキーボード操作で仮想空間に対して設置
- C) 沼津市中心街の2次元紙マップ上で設置

さらに、これら設置方法の違いによって体験者の災害疑似体験に対する印象が変化するかも検証した。なお、条件Cでは災害は地面への設置に限られ、実験実施者が設置情報を仮想空間に反映させた。

4.1 実験設定

大学生12名を対象に、ランダムに6名ずつ設置者と体験者に分けた。設置者には時間を制限せず、「参加者を困らせるような災害設置」を求めた。設置者は3条件で設定後、体験者は3条件で体験後にアンケートに回答した。

設置者はそれぞれ異なる順番で、3条件すべてにおいて災害を設置した。災害設置エリアは沼津市中心街を対象に3条件ごとに異なるエリアを設定したが、体験者の疑似体験スタート地点とゴール地点間は直線距離で250mに統一し、3条件のエリア面積に大きな差が生じないようにした。

体験者はVRデバイスを装着し、それぞれ異なる順番で、3条件すべてにおいて災害状況を疑似体験した。体験者には、ゴール地点まで到着することを求め、到着までの時間(体験時間)を計測した。

4.2 結果と考察

(1) 設置者

評価項目とした3条件ごとの設置作業時間、災害設置数、再配置回数の平均値を表1に示す。すべての評価項目において、条件A(実装機能)、条件B(PC+キーボード)、条件Cの順で平均値が高かった。3条件の順位を尋ねたアンケート結果は平均して、没入感の高さがA,B,Cの順、操作感の良さがA=B,Cの順、相手を困らせる配置のしやすさがC,B,Aの順になった。

Aでは、他条件よりも長い時間をかけて多くの災害が設置されていた。これは没入感の高さに起因する結果だと考えられる。操作性はBと同じ平均順位であったが、配置のしやすさはAが最下位であった。設置者がVRデバイスに慣れていなかった可能性が考えられるが、体験者の視線に加え、仮想空間内を



図2 評価実験における3条件

表1 設置者の評価項目の平均値

| 条件 | 設置作業時間 | 災害配置数 | 再配置回数 |
|----|--------|-------|-------|
| A | 507 秒 | 77.5 | 5.5 |
| B | 413 秒 | 48.2 | 1.0 |
| C | 240 秒 | 9.5 | 0 |

俯瞰することのできるユーザインタフェースが必要かもしれない。

(2) 体験者

体験時間の平均は、条件Aが148秒、条件Bが104秒、条件Cが132秒と大きな差はなかった。3条件ごとに尋ねた5段階リッカート尺度アンケートにおいて、「ゴールにたどり着くまでに困りましたか」の平均値は、Aが3.7、Bが2.3、Cが3.3であった。「ドキッとした(驚いた)場面はありましたか」の質問に「あった」と回答した体験者は、Aが4名、Bが3名、Cが2名であった。

Aがもっとも体験者を困らせる災害設置になっており、設置された災害に驚いた体験者も多かった。これは、高い没入感を伴いながら、設置者が体験者の視点で仮想空間を移動して災害を設置できたことに起因すると考えられる。

5. おわりに

本稿では、VR避難訓練システムにおける災害設置機能を述べた。本機能は現在までに、VRデバイスを装着して仮想空間内に災害を設置できるようにしており、評価実験を通じて高い没入感などを確認した。今後は、時間経過や他者の行動によって変化する災害状況をシナリオとして設定できるように改良し、VR避難訓練システムとして完成させていく。

謝辞

機能実装を担当した齋藤匠将氏に謝意を表す。本研究はJSPS科研費JP18H01054の助成を受けた。

参考文献

- (1) 光原弘幸ほか: “考えさせる ICT 活用型避難訓練の実践”, 教育システム情報学会研究報告, Vol.31, No.7, pp.65-72 (2017)
- (2) Mitsuhashi, H., et al.: “Expressing disaster situations for evacuation training using markerless augmented reality”, *Procedia Comput. Sci.*, Vol.192, pp.2105-2114 (2021)
- (3) Rahouti, A., et al.: “Prototyping and validating a non-immersive virtual reality serious game for healthcare fire safety training”, *Fire Technology*, Vol.57, pp.3041-3078 (2021)
- (4) 谷岡樹ほか: “地震疑似体験 VR における避難行動記録・再現による NPC 生成”, 教育システム情報学会研究報告, Vol.36, No.5, pp.44-50 (2022)
- (5) 国土交通省: PLATEAU, <https://www.mlit.go.jp/plateau/>

深層学習を用いた難易度調整機能付き読解問題自動生成手法

Deep Learning Based Difficulty Controllable Automated Question Generation for Reading Comprehension Test

鈴木 彩香^{*1}, 宇都雅輝^{*1}
Ayaka Suzuki^{*1}, Masaki Uto^{*1}

^{*1} 電気通信大学

^{*1}The University of Electro-Communications

Email: {suzuki.ayaka, uto}@ai.lab.uec.ac.jp

あらまし: 近年, 任意の長文に関連する読解問題を深層学習を用いて自動生成する読解問題自動生成手法が注目されている. 最先端手法では, 与えられた長文と整合性がある自然な問題文を生成できるが, 生成される問題の難易度は考慮できなかった. そこで本研究では, 任意の難易度の読解問題を自動生成する手法を開発する. 具体的には, Transformer ベースの事前学習済み深層学習モデルを用いた読解問題自動生成手法に対して, 項目反応理論を利用して推定される問題難易度を組み込んだ入力データを与えることで, 所望の難易度に合わせた問題を生成できる技術を提案する.

キーワード: 読解問題, 問題生成, 深層学習, 言語モデル, 項目反応理論, 言語生成

1 はじめに

読解問題自動生成とは, 与えられた長文からそれに関連する問題を自動生成する技術であり, 教育分野において読解力を育成・評価するアプローチの一つとして活用が期待されている. 読解問題自動生成手法として, 従来は人手で設計したテンプレートを利用するルールベースの手法が主流であったが, 近年では深層学習を用いた手法が多数提案されている [1]. 最先端の深層学習ベースの手法は, 人手でのテンプレート作成を行うことなく, 柔軟で高品質な問題生成を実現している.

一方, 既存の問題自動生成手法では, 読解対象の長文(以降では「読解対象文」と呼ぶ)と整合性があり, 文法的に正しい問題を生成することを目標としており, 生成される問題の難易度などの特性は考慮されていない. しかし, 読解力の効率的な育成支援のためには, 学生の読解力のレベルに合わせた問題生成が必要と考えられる.

そこで, 本研究では, 任意の難易度の問題を自動生成する手法を提案する. 具体的には, Transformer ベースの事前学習済み深層学習モデルを用いた読解問題自動生成手法に対して, 項目反応理論 (Item response theory: IRT) を利用して推定される問題難易度を組み込んだ入力データを与えることで, 所望の難易度に合わせた問題を生成することを目指す.

2 提案手法

2.1 難易度を含んだデータセットの作成

提案手法では, 問題の文章情報に加えて, それらの問題の難易度も訓練データとして使用する. 各問題の難易度は, IRT を用いて以下の手順で推定する.

1. **各問題に対する正誤反応データの収集:** データ中の各問題を実際に出題して正誤反応データを収集する. ただし, 本研究では人間の解答者を QA (Question Answering) システムで代用する.

2. **IRT を用いた難易度推定:** 最も単純な IRT モデルである次式のラッシュモデルを利用して, 正誤反応データから各問題の難易度を推定する.

$$p = \frac{\exp(\theta - b)}{1 + \exp(\theta - b)} \quad (1)$$

ここで, b は問題難易度, θ は解答者の能力値を表すパラメータである.

3. **推定された難易度を含んだデータセットの作成:** IRT で推定された難易度を用いて, 提案手法の訓練データセット C を作成する. データセット C は, 読解対象文 w , 答え単語列 a , 問題文 q , 難易度値 b の集合となる. ここで, w, a, q は単語の系列として, $w = \{w_n | n \in \{1, \dots, N\}\}$, $a = \{a_m | m \in \{1, \dots, M\}\}$, $q = \{q_o | o \in \{1, \dots, O\}\}$ とし, N, M, O はそれぞれの単語数, w_n, a_m, q_o はそれぞれの添字に対応する位置の単語を表す.

このデータセット C を用いて, 提案手法では, 1) 読解対象文と指定した難易度から答えを抽出するモデルと, 2) 抽出された答えと読解対象文, および指定した難易度から問題を生成するモデル, の 2 段階モデルで問題生成を実現する. 以降で各モデルの詳細を説明する.

2.2 難易度調整可能な答え抽出モデル

難易度調整可能な答え抽出モデルでは基礎モデルに BERT (Bidirectional Encoder Representations from Transformers) を用いる. BERT は, Transformer ベースの深層学習モデルを, 33 億個以上の単語を含むデータセットで事前学習したモデルである. 文書の分類や回帰タスクをはじめとして, 系列ラベリングや抽出型文章要約のような文章からの要素抽出タスクにも広く利用されている [2]. そこで, 本研究では, BERT を読解対象文から答えを抽出する基礎モデルとして利用し, それを問題の難易度を調整できるように拡張する.

具体的には, 読解対象文 w と難易度 b を特殊トークンで連結したデータ ($[\text{CLS}] b [\text{SEP}] w$) を入力, 読解

対象文 w における答え単語列 a の開始位置と終了位置を出力とする学習データを用いて BERT モデルをファインチューニングすることで、読解対象文と難易度が与えられた時に答えを抽出できるモデルを得る。

2.3 難易度調整可能な問題生成モデル

難易度調整可能な問題生成モデルでは基礎モデルに GPT-2 (Generative Pre-trained Transformer 2) を用いる。GPT-2 は、15 億以上のパラメータを持つ Transformer ベースの深層学習モデルを、800 万以上の文書データで教師なし学習することにより柔軟な文章生成を可能にした事前学習言語モデルである。問題生成タスクを含む様々な文章生成タスクで広く利用されている。本研究では、GPT-2 を用いた問題自動生成手法 [3] を、問題の難易度を調整できるように拡張する。

具体的には、読解対象文 w と答え単語列 a 、問題文 q 、難易度値 b を特殊トークンで連結した以下のデータを学習に用いる。

$$b \langle \text{QU} \rangle w_1 \langle \text{AN} \rangle a \langle \text{AN} \rangle w_2 \langle \text{G} \rangle q \quad (2)$$

ここで、 $\langle \text{QU} \rangle$ 、 $\langle \text{G} \rangle$ 、 $\langle \text{AN} \rangle$ はそれぞれ読解対象文、問題文、答えの開始を表す特殊トークンである。また、 w_1 は答え以前の、 w_2 は答え以後の単語列を表す。予測の際には、上記のデータで訓練された GPT-2 モデルに $\langle \text{G} \rangle$ 以前までの入力を与えることで、指定した難易度・読解対象文・答えに対応する問題文が生成できる。

3 提案手法の有効性評価実験

提案手法の有効性を評価するために次の手順で実験を行った。1) 質問応答・問題生成タスクで広く利用される SQuAD データセットの訓練データを用いて、精度の異なる 5 つの QA システムを構築した。2) 5 つの QA システムに SQuAD のテストデータ中の各問題を解答させ、正誤反応データを収集した。3) 得られた正誤反応データを用いて、式 (1) のラッシュモデルで各問題の難易度を推定した。得られた難易度値は、-3.96, -1.82, -0.26, 0.88, 2.00, 3.60 のいずれかとなり、値が小さいほど簡単な問題であることを意味する。4) 得られた難易度値と SQuAD のテストデータの情報を使用し、提案手法で使用するデータを作成した。5) SQuAD の訓練データを用いて BERT と GPT-2 を難易度を考慮せずにファインチューニングしたのち、手順 4 で作成した提案手法のための訓練データを 90% と 10% に分割し、90% のデータで難易度を考慮したファインチューニングを行なった。6) 残り 10% のデータを用いて所望の難易度に応じた出力が行えたかを「抽出された答えの難易度別平均単語数」と「生成された問題の難易度別正答率」の 2 つの観点で評価した。なお、正答率の評価には 2 つの QA システムを使用し、先行研究と同様に 2 つの QA システムが共に正解した問題のみを正答として扱った。

生成された問題の難易度別正答率を図 1 に示す。また、以前の著者らの研究 [4] では、答えを抽出型ではなく GPT-2 による生成型で行い、上記手順 5) の前半で述べた 1 度目のファインチューニングも行っていなかったた

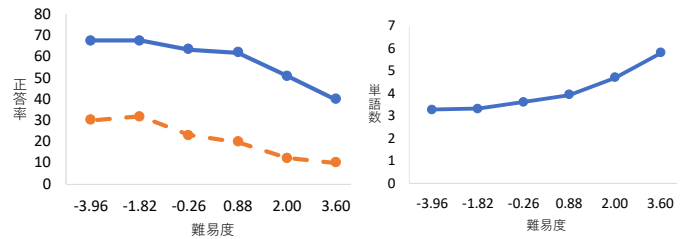


図 1: 各難易度の正答率

図 2: 抽出された答えの単語数

表 1: 生成された問題と答えの例

| | |
|-----|--|
| 難易度 | -3.96 |
| 問題 | Where is much of the work of the Scottish Parliament done? |
| 答え | committee |
| 難易度 | 3.60 |
| 問題 | What is the purpose of the chairman and member of the committee? |
| 答え | take evidence from witnesses, conduct inquiries and scrutinise legislation |

め、これらの影響分析のために以前の結果を点線で示した。図より、どちらの結果も難易度が高いほど、生成された問題の正答率が減少する傾向が確認できる。また、先行研究 [4] に比べて本手法では正答率が大幅に向上しているが、これは、答え生成を抽出型にしたことで読解対象文との対応が明瞭になり、さらに 1 度目のファインチューニングにより、より適切な問題が生成できたためと考えられる。次に、抽出された答えの難易度別単語数を図 2 に示す。図より、難易度が高いほど、抽出された答えの平均単語数が増加する傾向が確認できる。また、先行研究 [4] では、文章内に含まれない答えが多数生成されていたが、本手法では、そのような不適切な生成を回避できた。以上から提案手法は、指定した難易度を適切に反映した答えや問題を出力していることがわかる。

表 1 に出力された問題と答えの例を示す。表から、低い難易度の場合には単一の用語を答えとする簡単な問題が生成されたのに対し、高い難易度の場合には長めの用語を答えとする難しい問題が生成されたことがわかる。

4 まとめと今後の課題

本研究では、任意の難易度の問題を自動生成する手法を提案し、実験から提案手法の有効性を示した。今後は、QA システムではなく人間を対象にしたデータ収集と評価実験を行なっていきたい。

参考文献

- [1] X. Du, J. Shao, and C. Cardie. Learning to ask: Neural question generation for reading comprehension. In *Proc. Annual Meeting of the Association for Computational Linguistics*, pp. 1342–1352, 2017.
- [2] A. Srikanth, A. Shankar Umasankar, S. Thanu, and S. Jaya Nirmala. Extractive text summarization using dynamic clustering and co-reference on bert. In *In Proc. International Conference on Computing, Communication and Security*, pp. 1–5, 2020.
- [3] M. Srivastava and N. Goodman. Question generation for adaptive education. In *In Proc. Annual Meeting of the Association for Computational Linguistics and International Joint Conference on Natural Language Processing*, pp. 692–701, 2021.
- [4] 鈴木彩香, 宇都雅輝. 難易度調整機能を持つ gpt-2 に基づく読解問題自動生成手法. 教育システム情報学会学生研究発表会, 2022.

文意を考慮する深層言語モデルを適応的学習支援に適応させる簡便な手法 Easy Adaptation of Deep Language Models to Adaptive Learning Systems

江原 遥

Yo EHARA

東京学芸大学 教育学部

Faculty of Education, Tokyo Gakugei University

Email: ehara@u-gakugei.ac.jp

あらまし： 学習反応予測のため、設問の文意を考慮し項目の難しさを考慮したい。BERT 等の深層言語モデルは文意の考慮に有用だが、能力等の学習者特性の考慮が難しい。本稿では、学習者を表す特殊な語、学習者トークンを導入し、深層言語モデルを適応的学習支援に適応させる簡便な手法を提案する。外国語語彙学習支援で評価し、提案法の高い予測性能と、提案モデルから抽出した能力値が項目反応理論の能力値と有意に相関する事を確認した。

キーワード： 自然言語理解、適応的学習支援、学習者特性、学習支援システム

1 はじめに

学習支援システムにおいて、学習者が項目に回答できるかどうかを予測する事は、学習者に合った水準の項目(設問)の提示など、適応的学習支援を行うための基本的なタスクである。学習者が項目に回答した履歴のデータがあれば項目反応理論(Item Response Theory, 以下IRT)を用いて学習者の能力と項目の難しさを推定し、学習者の反応予測を行う事ができる。

項目反応モデルは通常、被験者の回答パターンにのみ依存し、項目が自然文で書かれていても文意を理解しない。自然言語処理においては、近年、マスク言語モデル等の深層言語モデルが自然文理解で高い性能を示している。しかし、これらの言語モデルは、通常、言語のみをモデル化するため、学習者ごとに異なった判定を行う等、学習者適応に用いることが難しい。

本研究では、語彙学習支援における多義語の学習支援を題材に、この問題に対処する簡便な方法を提案する。まず、学習支援システムのために、典型的な語義の知識状態から、非典型的な(意外な)語義の知識状態を予測する課題についての評価用データセットを作成する(節2)。具体的には、1つの語について、典型的な語義で使われている文と意外な語義で使われている文を用意・作問し、クラウドソーシング上でデータ収集を行った(表1, 表2)。設問は、複数の英語母語話者の確認の取れたものを用いた。典型的/意外での設問の困難度等の分析も行う。作成したデータセット上で、典型的な語義のテスト反応から意外な語義への反応をどの程度予測できるか評価する(節3)。大別して2種類の手法を比較した。まず、教育心理学などで能力や難しさのモデル化に多用される、設問文の文脈を考慮しないIRT¹⁾を用いた手法である。大規模な母語話者コーパスを事前学習に用いることで設問文の文脈を考慮する事ができるTransformerモデルの手法⁽³⁾などを用いた手法を提案する。Transformerモデルは、能力の考慮など、被験者によって異なる結果を予測する仕組みを通常持たない。本研究では、Transformerモデルを被験者反応予測問題に適用する手法をあわせて提案し、その予測性能がIRTによる手法より高いことを示す。また、IRTの利点は被験者の能力値等を合わせて推定できる解釈性にあるが、TransformerモデルからIRTで推定した能力値とよく相関する値を抽出する手法も提案する。本研究で作成したデータセットは、今後¹⁾で公開する予定である。本稿の内容はEDM short paperに採択された⁵⁾。

2 語彙テスト作成・データセット

語彙テスト作成・データセット作成は、著者が過去に語彙テスト結果データセット作成時の設定に準じて行った⁴⁾。データセットはクラウドソーシングサービスLancers²⁾から、2021年1月に収集した。英語学習にあ

表 1: 典型的な語義を問う設問例

| | | | |
|----------------------------|---------|----------------|---------|
| It was a difficult period. | | | |
| a) question | b) time | c) thing to do | d) book |

表 2: 意外な語義を問う設問例

| | | | |
|-------------------------|-----------|---------|-------------|
| She had a missed _____. | | | |
| a) time | b) period | c) hour | d) duration |

る程度興味がある学習者を集めるため、過去にTOEICを受験したことがある学習者のみ語彙テストを受けられると明記して、データを収集した。その結果、235名の被験者から回答があった。Lancersの作業者は大部分日本語母語話者であるため、学習者の母語は、大部分日本語であると思われる。典型的な語彙テストとしては、⁴⁾と同様に、Vocabulary Size Test (VST)²⁾を用いた。学習者にとって意外と思われる語義についての設問は、著者が作問後、複数の英語母語話者を含む静岡理工科大学の教員に問題として成立している事を確認した。

IRTの困難度・識別力の各パラメータを求めるには、pyirt³⁾を用いた。これは、周辺化最尤推定(Marginalized Maximum Likelihood Estimation, MMLE)によりIRTを行うライブラリである。前述のデータセットに対して、2PLモデルを用いて困難度と識別力パラメータを求めた。表1と表2のように、設問のペアが12組ある。結果、全てのペアで学習者にとって意外な語義を問う項目の困難度パラメータが、典型的な語義を問う項目のそれより大きく、難しいと判定された。すなわち、意外な語義の方が典型的な語義より難しいと示唆される。この結果は統計的有意であった(Wilcoxon検定, $p < 0.01$)。

3 被験者反応予測による評価

IRTを用いた手法は、被験者反応のみに依存し、設問文の意味などは全く考慮されていない。では、設問文の意味をも考慮した被験者反応予測を行うと、被験者反応のみを用いたIRTの手法より高精度に予測できるのだろうか? 深層言語モデルのうち、自然言語処理で文意を考慮した予測手法として近年多用される、Bidirectional Encoder Representations from Transformers (BERT)³⁾に代表されるTransformerモデルとIRTの予測性能を比較した。

Transformerモデル上の個人化判別 Transformerモデルを個人化判別に対応させる手法は、自然言語処理の言語教育応用の目的では著者の知る限り知られていない。ただし、Transformerモデルに特殊なトークン(語)を加えて微調整を行い、様々な問題設定に対応させる手法は知られており、ライブラリ上で特殊なトークンを加える機能が用意されている。本研究では、この機能を利

¹⁾<http://yoehara.com/>

²⁾<https://lancers.co.jp/>

³⁾<https://github.com/17zuoye/pyirt>

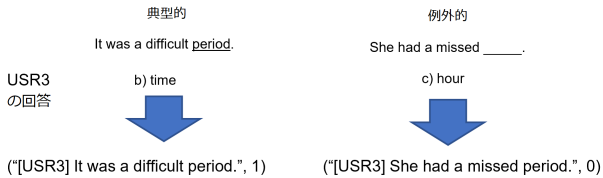


図 1: 学習者トークンの導入

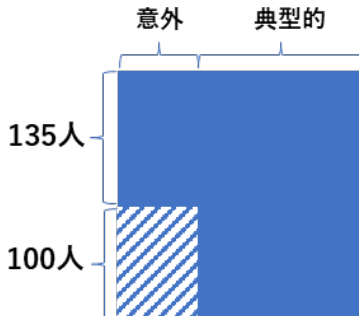


図 2: 実験設定. 青く塗られた部分がパラメタ推定に使われる訓練データ. 斜線部が性能比較に用いられるテストデータ.

用することで、学習者に対応するトークン（学習者トークン）を作り、これを文頭に置くことによって判別を行う手法を提案する（図 1）。例えば、学習者 ID が 3 番の学習者を表すトークン “[USR3]” を導入し、“[USR3] It was a difficult period.” が入力であれば、3 番の学習者が “It was a difficult period.” という文の設問に正答するか否かを予測する問題とする。導入するトークン数は学習者数と同数である。Transformer では各トークンに対して、その語としての機能を表現する単語埋め込みベクトルがあるので、学習者トークンに対しても埋め込みベクトルが作られる。今回は、入力文が短文であるため、学習者が 1 語でもわからなければ正答できない設問が多数であることから、文中のどの語に着目しているという情報は Transformer モデルでは与えない。Transformer モデルのその他の実験設定については多用される設定とした。判別には、transformers ライブラリの `AutoModelForSequenceClassification` を用いた。微調整の訓練には Adam 法を用い、バッチサイズは 32 とした。

Transformer モデルを用いた結果を、表 3 にまとめた。*は IRT の最高性能と比較して Wilcoxon 検定で統計的有意であることを表し、**は $p < 0.01$ 、*は $p < 0.05$ を表す。また提案手法の () 内は用いた事前学習済モデル名である。大文字と小文字を区別する cased なモデル (roberta-base も含まれる) が、IRT と比較して統計的有意に予測性能が高い事が分かる。この実験結果は、設問文を考慮する事で、IRT より高精度な判別が行えることを示している。表 3 では、bert-base-cased が最も高い性能を示した。bert-large-cased よりも高い性能を示した理由として、学習者特性を表す学習者トークンの単語埋め込みベクトルは、今回作成した比較的小さい訓練データで訓練しているため、小さいモデルの方がデータに適合していた可能性が考えられる。

解釈性—学習者トークンからの能力値抽出 IRT は、学習者の能力パラメタを持つことにより、学習者の特性について解釈しやすい。一方、Transformer モデルでは、学習者の特性は学習者トークンに対する単語埋め込みベクトルという多次元の形で表現されており、そのままでは直感的な解釈が難しい。しかし、Transformer モデルは個人化判別問題で高精度を達成しているため、学習者トークンの単語埋め込みベクトルの中に能力値の情報が含まれていると考えられる。

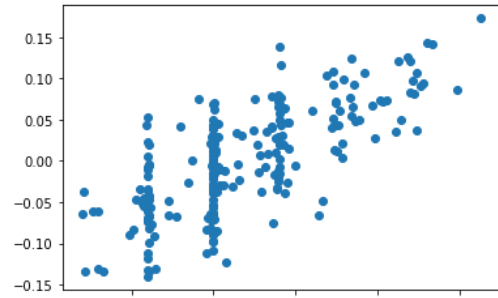


図 3: IRT の能力パラメタ (横軸) と、学習者トークンの単語埋め込みベクトルの第一主成分得点 (縦軸)。

表 3: 図 2 斜線部の予測精度 (accuracy)。

| 手法 | 精度 |
|----------------------------------|------------|
| IRT (能力 - 235 人から推定した典型的な語義の困難度) | 0.544 |
| IRT (能力 - 135 人から推定した意外な語義の困難度) | 0.644 |
| 提案手法 (bert-large-cased) | 0.674 (**) |
| 提案手法 (bert-base-cased) | 0.688 (**) |
| 提案手法 (bert-base-uncased) | 0.655 |
| 提案手法 (roberta-base) | 0.681 (**) |
| 提案手法 (albert-base-cased) | 0.671 (*) |

微調整後の bert-large-cased の場合の学習者トークンに対する単語埋め込みベクトルに対して主成分分析を行い、その第一主成分得点と IRT の能力値パラメタを比較した（図 3）。両者は相関係数 0.72 という強い相関を示した ($p < 0.01$)。これにより、提案手法を用いた場合でも、能力値は学習者トークンの第一主成分得点として容易に抽出できることが分かった。

4 結論

本研究では、外国語語彙学習を題材に、「学習者トークン」の導入により、BERT 等の深層言語モデルを適応的学習支援に適用させられる簡便な方法を提案した。実際に、題材にした課題においては、提案法は、高精度な被験者反応の予測精度と、学習者の能力値を抽出できる高い解釈性を示した。提案手法は、原理的には語彙学習支援以外にも設問の文意を考慮する必要がある一般の適応的学習支援に用いることが可能であり、今回の題材以外での実証実験が今後の課題として挙げられる。

謝辞

本研究は、JST ACT-X (JPMJAX2006) の支援を受けた。

参考文献

- (1) Frank B. Baker. *Item Response Theory : Parameter Estimation Techniques, Second Edition*. CRC Press, July 2004.
- (2) David Beglar and Paul Nation. A vocabulary size test. *The Language Teacher*, Vol. 31, No. 7, pp. 9–13, 2007.
- (3) Jacob Devlin, Ming-Wei Chang, Kenton Lee, and Kristina Toutanova. BERT: Pre-training of Deep Bidirectional Transformers for Language Understanding. In *Proc. of NAACL*, 2019.
- (4) Yo Ehara. Building an English Vocabulary Knowledge Dataset of Japanese English-as-a-Second-Language Learners Using Crowdsourcing. In *Proc. of LREC*, May 2018.
- (5) Yo Ehara. No meaning left unlearned: Predicting learners' knowledge of atypical meanings of words from vocabulary tests for their typical meanings. In *Proc. of EDM (short)*, 2020.

BERT による授業における深い学びの発話抽出に関する研究

A study on utterance extraction of deep learning in class by BERT

大西 朔永^{*1}, 椎名 広光^{*2}, 保森 智彦^{*3}
 Sakuei ONISHI^{*1}, Hiromitsu SHIINA^{*2}, Tomohiko YASUMORI^{*3}
^{*1}岡山理科大学大学院 総合情報研究科 数理・環境システム専攻
^{*1}Graduate School of Informatics, Okayama University of Science
^{*2}岡山理科大学 情報理工学部
^{*3}岡山理科大学 教育学部
 Email: i22ed08bf@ous.jp

あらまし：小学校の授業において、教員が一方的に授業をしているだけではなく、教員と児童はお互い発話を行っている。特に児童の発話是对話として成り立っている部分、独り言のようになっている部分などがある。教員や児童の理解の状態を発話や対話から抽出することができれば、教員へのフィードバックからより質の高い授業が可能と考えられる。本稿では、授業の発話に対して、自然言語処理技術の BERT による手法でより深い学び（理解）を検出することを目的としている。

キーワード：授業における対話、深い学び、機械学習による対話分析、BERT

1. はじめに

小学校の授業においては教員が一方的に授業を行っていることはまれで、児童は対話をしながら授業を進めていると考えられる。児童の場合は授業について自分の意見や感想を発話することも多くある。また、大学においても反転授業なので学生間の対話や教員との対話が理解を深めるという意味で重要である。

教員と児童や児童間では、一種の対話が成り立っており、授業の理解を促したり示したりする発話や対話を自動的に分析することができれば、教員に対して多くのフィードバックが可能となる。教員と児童の発話については、対話として成り立っている部分や独り言のように対話になっていない部分もある。いずれの状況にしても、学びを示す発話が存在する。

本研究では、「主体的・対話的で深い学び」⁽¹⁾が提言され、小学校の授業の改善に関する研究がなされている⁽²⁾に対して、機械学習の方法で発話の分析を試みている。具体的には、小学校の算数の授業を録画し、教員と生徒の発話に対して文字起こしを行った対話形式のテキスト情報を分析している。分析には、予め授業の理解を示している深い学びを促す部分に人手でラベルを付した後に、深い学びを促す発話に近い距離にある発話を抽出している。発話や対話間の距離については、文の分散表現によるベクトル化を行う自然言語処理技術の BERT を利用して分散表現を生成し、ベクトル間の距離を測っている。

2. 利用したデータ

小学 4 年生の算数の授業を収録し、その中の 1 回分の 45 分の授業を対象として、教員と児童の発話に対して文字起こしを行い、対話形式のテキスト情報を作成している。また、機械学習においては、データについて教師ラベルを付けることが良く行われて

いる。本研究においても、対話形式の情報であるテキストに対して、人手で深い学びを促す部分に、教師ラベルである理解の種類の説明などを付している。

教師ラベルとしてラベルを付与したデータは、45 分の授業で取得した発話のうち 397 個の発話中 17 個にラベルを付与し、380 個をラベルなしとしている。また、教師ラベルは 1 発話に複数付与している場合があり、教師ラベルの種類は 10 種類である。

3. 発話の分散表現の作成

本研究では深い学びとしてラベルが付された発話に類似する発話を、BERT を用いて求めている。BERT は、文脈を考慮した分散表現を出力する性能が高いことが知られており、様々な言語や目的のドメインの大規模データで学習した学習済みモデルが多数公開されている。本研究では、東北大学乾研究室で作成された学習済みモデルを利用し、768 次元のベクトルを作っている。モデルの概要を図 1 に示し、処理手順を次に示す。

- (1) Tokenizer で発話文をトークン(単語、単語をさらに分けたサブワード)に分割
- (2) 文全体を表す分散表現を作成するために、トークン系列の先頭に特殊なトークン([CLS])を追加
- (3) BERT にトークン系列を入力し、トークンの情報とトークンの文中の位置情報を埋め込んだ分散表現に変換
- (4) Transformer によって他のトークンの情報を取り込み、文脈を考慮した分散表現を出力
- (5) 発話文全体の分散表現(ベクトル化)として、先頭のトークン([CLS])の分散表現を取得

4. 分散表現による発話の分析結果

授業の対話データについて、1 発話ごとと、対話として扱うために複数の発話ごとのデータを作成し、

表 1 い発話ごとの類似性

| ラベルあり発話 | 付与ラベル | ラベルなし発話 | Cos 類似度 | JW 距離 |
|--------------------------|------------------|-----------------------------|---------|-------|
| このままだったらどうやって解いていくの？ | 見通しを持たせる, 主体的 | 最終的にはどうするん？ | 0.908 | 0.474 |
| 決まり見つけた人はぜひ言葉でそれを書いて。 | 数学的な見方, 関数, 深い学び | どんなところに気付いたよっていうのを書いてください。 | 0.883 | 0.394 |
| みんなが注目したのはここだけ？ | 数学的な見方, 関数, 深い学び | ここでみんな問題解決してないよね？ | 0.899 | 0.542 |
| これはさあ。表をどんな風に見た考え方なんかね？ | 数学的な見方, 関数, 深い学び | 確かに図を描いたらわかりそうだよ？ | 0.927 | 0.476 |
| ちなみにさあ、今のは縦に見とるん？横に見とるん？ | 数学的な見方, 関数, 深い学び | みんな、ちなみにさあ、一番上の式は何算になりそうかな？ | 0.912 | 0.531 |

表 2 2 発話ごとの類似性

| ラベルあり発話 | 付与ラベル | ラベルなし発話 | Cos 類似度 | JW 距離 |
|---|------------------|--|---------|-------|
| はい。ストップ。この後、〇〇君は何と言っていくでしょうか？[SEP]隣の人に説明してください。 | 対話を促す | 自分が見つけたことを隣の人に説明してください。[SEP]はい。ストップ。 | 0.937 | 0.449 |
| はい。ストップ。[SEP]みんなが注目したのはここだけ？ | 数学的な見方, 関数, 深い学び | ここでみんな問題解決してないよね？[SEP]式。 | 0.917 | 0.466 |
| 2たす1は？〇〇君。[SEP]これはさあ。表をどんな風に見た考え方なんかね？ | 数学的な見方, 関数, 深い学び | じゃあ、1つは頑張ろうか。[SEP]ねえねえ。みんな。ここって何センチなん？ | 0.927 | 0.501 |

発話文の分散表現

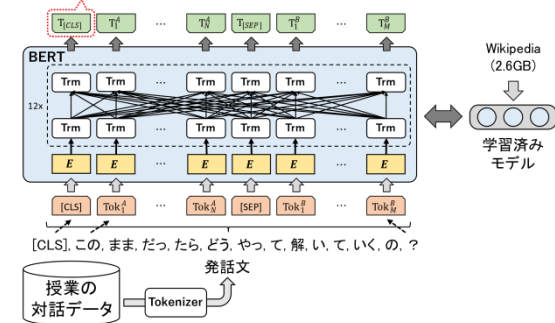


図 1 BERT による発話文の分散表現の作成

ラベルなし対話について、ラベル付き発話との距離を求めた。距離については、ベクトルで表現できていることから Cos 類似度を利用している。表 1.2 は一番近い距離にあるラベルありとラベルなし文の類似距離を示している。比較のために、文字の一致に関する距離であるジャロ・ウィンクラー距離(JW 距離、0~1 の値を取る)についても掲載している。

また、ラベルなし発話からみたラベル付き発話の推定として、Cos 類似度を求め、閾値 θ でラベルを付与した個数を一部のラベルについて表 3 に示す。

5. 類似度に関する考察

表 1 の 1 発話ごとの類似性では、類似度が 0.883 から 0.927 で、高い類似度となっている。1 行目のラベルなし発話は、JW 距離が 0.474 と表層的な類似性は低いが、意味的には近く、分散表現を用いた手法が有効であることを示している。表 2 の 2 発話ごとの類似性においても類似度は 0.9 以上と高い。2 行目や 3 行目では、「深い学び」の付与ラベルに合った

表 3 ラベルなし発話のラベル推定

| ラベル | 閾値 $\theta < 0.7$ | 閾値 $\theta < 0.9$ |
|------------|-------------------|-------------------|
| 主体的 | 23 | 3 |
| 深い学び | 128 | 19 |
| 学びと逆行 | 18 | 1 |
| 数学的 | 116 | 19 |
| 答えを出すことが目的 | 27 | 11 |

児童にさらに考えさせるラベルなし発話を抽出できている。一方、JW 距離は、あまり類似していないことを示しており、分散表現を用いた手法が有効であることを示している。ラベル推定については閾値 0.9 未満を削除した場合近い距離のラベルが少ないことを示している。ただし、ネガティブなラベル(「学びと逆行」や「答えを出すことが目的」)については、閾値を下げて精査する必要がある。

6. 今後の課題

本研究では、発話を BERT による文の分散表現で求めている。今後は、深い学びに通じる対話の分析に自然言語処理における対話モデルを適用する研究を行っていききたい。

参考文献

- (1) 中教審答申, 幼稚園、小学校、中学校、高等学校及び特別支援学校の学習指導要領等の改善及び必要な方策等について(答申), 文部科学省, (2016)
- (2) 保森智彦, 「主体的・対話的で深い学び」を実現するための教師の発話の検討, 岡山理科大学紀要. B, 人文・社会科学, 57, 45-52 (2021)
- (3) D., Jacob, et.al., Bert: Pre-training of deep bidirectional transformers for language understanding, arXiv preprint arXiv:1810.04805, (2018)

遠隔合同授業支援環境におけるグループ活動見とり支援機能について

A group activity support function in remote joint lesson support environment

横山 誠^{*1,*2}, 鷹岡 亮^{*3}

Makoto YOKOYAMA^{*1,*2}, Ryo TAKAOKA^{*3}

^{*1} 山口大学大学院東アジア研究科

^{*1} Graduate School of East Asian Studies, Yamaguchi University

^{*2} 株式会社エスブレイン

^{*2} ESBrain, Inc.

^{*3} 山口大学教育学部

^{*3} Department of Education, Yamaguchi University

Email: yokoyama@esbrain.com

あらまし：我々はこれまでに（極）小規模校間における遠隔合同授業を支援する「つながる授業アプリ」を設計・開発してきた。児童個人をつなぐ「つながる授業アプリ」の授業実践における活用を通して、児童が仲間の意見や考えに触れる機会を創出することはできた。しかし、遠隔合同授業の児童のグループ活動を教師が見とることが難しいことはわかった。そこで本稿では、この課題を解決するためにグループ活動状況を一目で俯瞰できる「グループ活動見とり支援機能」について報告する。

キーワード：遠隔合同授業，グループ対話マイニング機能，グループ活動見とり支援機能

1. はじめに

日本の人口は2007年から減少局面に入り、その減少幅も拡大し、2016年以降5年連続で出生数は年間100万人を割っている⁽¹⁾。それに伴い、特に地方における少子高齢化が加速し、その関連で学校の（極）小規模化が進んでいる⁽²⁾。（極）小規模校では児童一人一人がきめ細かな指導を受けることができ、人間関係が深まりやすい等の利点が挙げられる。一方で、人間関係や役割の固定化、集団の中で多様な意見や考え方に触れることや切磋琢磨する機会に乏しいといった欠点も挙げられている⁽³⁾。これらの課題への対応策の1つとして、ICTを活用した遠隔合同授業の取り組みが行われてきている。

我々は、文部科学省の「人口減少社会におけるICTの活用による教育の質の維持向上に係る実証事業（2015年～2017年）」⁽³⁾に参画した山口県萩市教育委員会と連携し、遠隔合同授業を支援する協調学習支援ツール「つながる授業アプリ」の設計・開発を行ってきている⁽⁴⁾。これまでの萩市における「つながる授業アプリ」を活用した遠隔合同授業を通して、児童が仲間の意見や考え方に触れる機会を提供でき、自分の学校の代表として他の学校の仲間と意見や考え方のやりとりを行う様子が見られている。そのなかで、「つながる授業アプリ」を活用した教師の児童グループの見とりに関しては、教師自身が児童の言動から遠隔の児童との対話を推測するか、教師のタブレット端末からグループ活動に入り込むことが必要となっていた。グループ活動やそこでの対話を適切に支援するためには、グループ活動や対話の状況を一見して把握できる仕組みが必要となる。

そこで本稿では、遠隔合同授業におけるグループ活動の状況を1画面で俯瞰できる仕組みについて述

べる。具体的には、グループ対話をマイニングする機能とグループ活動の状況を把握する機能について、その機能を実装したので報告する。

2. 教師のグループ活動の見とり支援

ICTを活用した遠隔合同授業環境では、『学級』としてのつながりを保障するビデオ会議システムと『個』と『個』のつながり保障する協調学習・作業支援ツールが必要であると考えている（図1参照）。本研究では、この協調学習・作業支援ツールとして、「つながる授業アプリ」を開発してきた。

「つながる授業アプリ」は、各児童のタブレットに対して、教員等が準備した課題を提示し、各児童のノートとなる「マイページ」に記入された内容をリアルタイムで把握することができる。また、教師が2～4名のグループを作成し、グループ内で各自が作成している「マイページ」の内容を、適宜、グループメンバーみんなで閲覧、追加・修正・削除できる「シェアページ」に提示したり、議論内容を書き込んだりしながら意見をまとめていくことができる。

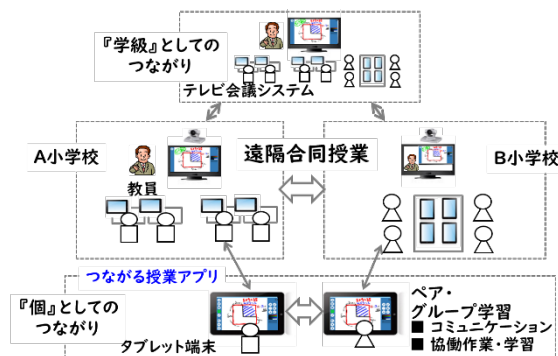


図1：遠隔合同授業支援環境

教師が複数のグループ活動を的確に把握し、適切に支援するためには、ビデオ対話やシェアノートの状況を随時把握しなければならない。実際の授業状況のなかで同時に見とりを行うのは難しい。さらに、遠隔合同授業中の教師のタスクとしては、グループ活動の見とり以外にも、カメラ操作、自校の個別指導や相手校の状況確認、各児童の思考状況の確認等を行わなければならない。教師の負荷軽減のために、グループ活動全体を俯瞰できる仕組みが必要となる。

過去の遠隔合同授業の実践から、グループ活動では、次の言動が展開されていた。

- 児童のマイページからの意見や考え方の提示
- 児童のシェアノートへの意見や考えの書き込み
- グループ内での話し合い（対話）
- グループとしての話し合い結果の意見や考え方の書き込み（記述）

これらの言動を教師が把握するための指標として、

- ① グループ内で発話、シェアノートへの貼り込みや書き込みなどが行われて、グループ自体が「動いている状況」にあるか？
- ② グループ内で対話の概要が、課題を解決するために必要な状況と合致しているか？

を考え、この2つ指標を教師が全グループの状況として1画面で俯瞰できるよう「グループ活動見とり支援機能」を実装することにした。

3. グループ活動見とり支援機能の実装

上記①のグループが動いているか判断する指標として、児童の記述ストロークと発話の音声波形データを利用する。記述ストロークデータはタブレットに入力している時点で取得できているが、発話の音声波形データはノイズを含み使用しにくい。そこで発話内容をリアルタイムで文字起こしして、得られたテキストの文字数とした。文字起こしでは、児童の周辺音やノイズなどが「あー」、「えー」などフィルターとして出力されることが経験的に多い。そこで、フィルターを除去するなどテキストを整形した。これらの情報からグループ内の「活動数」を定義し算出した。教師用のグループ活動監視画面では、グループ毎のリアルタイムの「活動数」を表示するとともに、過去の変化をグラフで表現した。

上記②のグループ内の対話概要の作成については、発話内容からキーワードを抽出し、その使用頻度との関係を提示することにした。キーワードの抽出は以下の流れで行なった。

- (1) 発話テキストを形態素解析
- (2) 代名詞を除く名詞、動詞、形容詞のみを選択
- (3) キーワードの原形を用いて標準化
- (4) あらかじめ定義した除外キーワードを除去

これらの処理により、1文をキーワード列として表現することができる。使用している各キーワードの使用頻度を算出してワードクラウドで表示し、話題の中心となるキーワードを視覚的に表現した。ま

た。また、キーワード列を用いて共起ネットワークを表示し、キーワード間のつながりの強さを表現した。

これらの指標をまとめて表示する「グループ活動監視画面」は、1つのグループを1枚の短尺上のパネルとして表示し、活動数とグラフ、ワードクラウド、共起ネットワークと全会話ログ履歴を表示した。また、定義したグループ活動数から、活動状況を「安全」「注意」「要注意」の3段階に分類して色分けし、短尺の枠を表示した。さらに、グループ間の活動数を比較し、活動数の少ないグループの短尺を左側に寄せるよう、ソート表示した。教師は、基本的に画面左側を見ることで介入判断を支援することができる。「要注意」への介入後に「チェック済みボタン」を短尺内に設置し、ボタンを押した後は一定時間「注意」状況にすることにした（図2参照）。

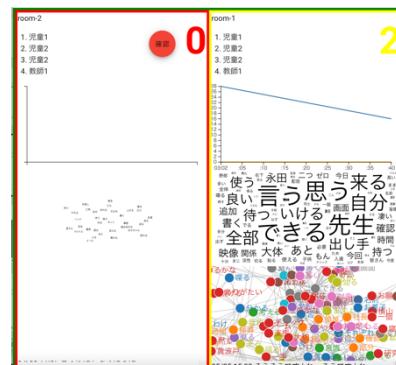


図2:グループ活動監視画面

4. おわりに

本稿では、グループ対話マイニング機能とそれを活用したグループ活動見とり支援機能について報告した。今後の課題として、支援機能の効果を検証するとともに、活動量の算出方法の改善、テキストマイニングの精度向上が挙げられる。また、リアルタイム文字起こしや形態素解析については、最新技術を機能に取り込んでいく予定である。

なお、本研究の一部は、JSPS 科研費 JP18H01053 の助成を受けたものです。

参考文献

- (1) 厚生労働省：“令和2年（2020）人口動態統計（確定数）の概況”，<https://www.mhlw.go.jp/toukei/saikin/hw/jinkou/kakutei20/index.html>（参照 2022.05.31）
- (2) 文部科学省：“学校基本調査”，http://www.mext.go.jp/b_menu/toukei/chousa01/kihon/1267995.htm（参照 2022.05.31）
- (3) 文部科学省：“人口減少社会における ICT の活用による教育の質の維持向上に係る実証事業”，https://www.mext.go.jp/a_menu/shotou/zyouhou/1364592.htm（参照 2022.05.31）
- (4) 義永涼太，横山誠，鷹岡亮：“つながる授業アプリを活用した遠隔合同授業における学習支援に関する研究”，JSiSE2016 年度学生研究発表会，pp.181-182 (2016)

オンライン授業における学習者のコミュニケーション支援機能の提案

Proposal for functions to support learner communication in remote lectures

永田 奈央美^{*1}, 植竹 朋文^{*2}
Naomi NAGATA^{*1}, Tomofumi UETAKE^{*2}

^{*1} 静岡産業大学

^{*1}Shizuoka Sangyo University

^{*2} 専修大学

^{*2}Senshu-u University

Email: nagata@ssu.ac.jp

あらまし：コロナ禍により多くの大学でビデオ会議システムと LMS を組み合わせた同期・非同期講義配信形態で講義が行われており、一定の成果を上げている。しかし一方で、教師と学習者のコミュニケーション不全という問題も生じている。そこで本研究では、このコミュニケーション不全を防ぐために、学習者の能動的な行動である「質問」に着目し、学習者の疑問解消を支援する質問テンプレートを提案した。さらに提案する質問支援機能を運用した結果を踏まえ、本提案の有効性と妥当性を検証する。

キーワード：オンライン講義，オンラインコミュニケーション，質問支援機能，質問テンプレート

1. はじめに

現在コロナ禍により多くの大学で、オンライン環境下における同期・非同期の講義が行われており、一定の成果を上げている。しかし、依然として教師と学習者、及び学習者間のコミュニケーションには問題が多く、学習者の持つ疑問を十分に解消しているとは言えない状況にある⁽¹⁾。対面授業においては、教師は学習者の質問や発言といったフォーマルな情報と、態度や表情などのインフォーマルな情報から、その理解度を推察し、対応を取ることが可能である。さらに学習者間でのフォーマル/インフォーマルなコミュニケーションが容易に行えるため、学習者間でその理解を補完することも可能である。しかし、オンライン授業では、ライブ配信であっても、これらの情報の取得は対面講義より困難であることが多い。多くの学習者はカメラとマイクをオフにして参加しているため、コミュニケーションをとることは難しい状況にある。そこで本研究では、学習者の能動的な行動である質問に注目し、オンライン授業における学習者のコミュニケーションを支援する機能を提案する。

2. 学習者の置かれている状況

本研究では、学習者の能動的な行動である「質問」に注目し、その特徴を明らかにするために、学習者から LINE と Chat といったコミュニケーション・ツールを用いてなされた質問の分析を行った⁽²⁾。

分析の結果、オンライン授業における学習者の質問内容には、以下の三つの種類があることが明らかとなった。

- 回答を強く求める質問
- わからない箇所だけを示す質問
- 回答を求めず疑問を吐いた質問

また、質問をする学習者の特徴を分析した結果、以下の点が明らかになった。

- 教師との距離を感じている学習者にとって、質問するという行動はかなり抵抗がある
- 既存のツールでは学習者の状況を十分に表すことができないと感じている学習者にとっては、その状況を表す術がない

上記の分析の結果から、質問に関する学習者のコミュニケーションのレベルは図 1 に示すような 5 つに分類できると考えた。

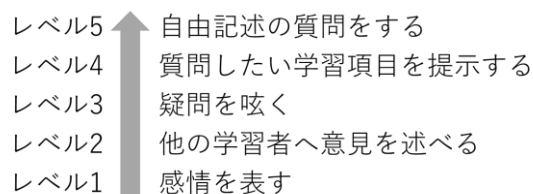


図 1 学習者のコミュニケーションのレベル

3. 質問支援機能の提案

ここでは前述の分析結果を踏まえ、学習者がそれぞれのレベルに応じた質問を容易にできる質問支援機能を提案した。具体的には、学習者が容易に質問できるようにするために、学習者の質問レベルに対応した 5 つの質問テンプレートを作成した⁽²⁾。

3.1 「情意を表す」テンプレート

オンライン授業受講時に抱く情意をうまく表現できない学習者への対応として、「情意を表す」テンプレートを作成した。学習者の理解度と興味度に応じて「興味深い」、「面白い」、「つまらない」、「わからない」の 4 種類に分類し、情意を表すスタンプを作成した。

3.2 「他の学習者へ意見を述べる」テンプレート

教師へ質問することに抵抗を感じている学習者への対応として、「他の学習者へ意見を述べる」テンプレートを作成した。対面授業ではよく行われている学習者間の情報共有をオンライン授業でも実現できるように、他の学習者への質問や意見の共有を教師が関与することなく実施できるようにした。

3.3 「疑問を呟く」テンプレート

回答を求めず疑問を呟いた質問に対応して、「疑問を呟く」テンプレートを作成した。対面授業の際には得られる学習者の表情や反応など、学習の理解度を推し量る際に利用される情報をオンライン授業でも得られるようにするために、学習者が感じた感想を一方的に呟けるようにした。

3.4 「質問したい学習項目提示」テンプレート

わからない学習項目を示す質問に対応して、「質問したい学習項目提示」テンプレートを作成した。回答を強く求めるわけではないが、学習者が理解できない部分を教師へ知らせ、教師と学習者間で共有できるようにした。

3.5 「自由記述の質問」テンプレート

回答を強く求める質問に対して「自由記述の質問」テンプレートを作成した。質問内容が明確なので、質問項目は自由に記述できるようにした。未回答の質問が生じないようにするために、学習者と教師に現在出ている質問が一覧できるようにした。

4. 質問支援機能を利用した質問状況の分析

本研究では、プログラミング系演習科目「データマネジメント基礎」、講義中心科目「コンテンツデザインI」、課題中心科目「情報処理基礎I」のオンライン授業において第1回から第14回の授業にて提案した機能を導入し、その利用推移を分析した。

4.1 「情意を表す」の利用推移

「情意を表す」質問テンプレートは、第2回目から全科目とも20回以上の質問があり、このテンプレートは、学習者にとって気軽に利用しやすいということがわかった。

4.2 「他の学習者へ意見を述べる」の利用推移

「他の学習者へ意見を述べる」質問テンプレートは、第3,4回目から利用が開始され、第6回頃には増加した。課題の内容を確認し合ったり、授業に対する不満を共感し合うのに利用されていた。

4.3 「疑問を呟く」の利用推移

「疑問を呟く」質問テンプレートは、「情報処理基礎I」では一度も利用がなかった。他2つの科目では、利用の有無が繰り返されていた。教師からの一方的な講義が長いと授業に関する疑問や思いを呟きたく

なるようで、「疑問を呟く」テンプレートの利用が多くなるということがわかった。

4.4 「質問したい学習項目提示」の利用推移

「質問したい学習項目を提示」する質問テンプレートは、エラーが生じたり、操作がうまくいかなかった際、利用されていた。スライド資料の中で理解しにくい箇所があった場合、その箇所を指摘する質問があった。

4.5 「自由記述の質問」の利用推移

図2に示すように、「自由記述」の質問テンプレートは、学習者が講義になれるにしたがって増加していく傾向がみられた。早急に疑問を解消したい時や疑問が解消されず困っている時は、「自由記述」の質問テンプレートが利用されていた。

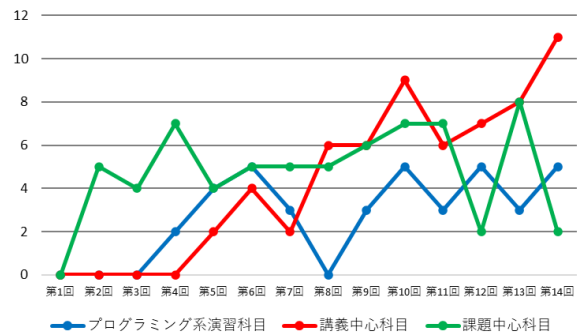


図2 「自由記述の質問」の利用推移

5. おわりに

本研究では、オンライン授業におけるコミュニケーション不全を防ぐために「質問」に着目し、コミュニケーションを活性化することを支援する質問支援機能を提案した。さらにその有効性を検証するために、3つの演習系科目のオンライン授業へ導入し、学習者の質問状況を分析した。分析・考察の結果、本研究の提案の有効性が確認されたと考えられる。

しかし、一度も質問しない学習者が存在していたり、授業の進め方によってその有効性が異なるなど改善すべき問題点があることも明らかになった。

今後は、学習者の持つ疑問・質問のさらなる分析を進めるとともに、授業の進め方や科目の特徴に合わせた効果的な質問支援機能の展開方法について検討していきたい。

参考文献

- (1) 植村八潮, 山崎航, 小田佳織, 長谷川さくら: “教員・学生へのアンケートによるオンライン授業の現状分析”, 専修大学情報科学研究所所報 (96)専修大学情報科学研究所 pp.21-30 (2020)
- (2) 永田奈央美, 植竹朋文: “オンライン授業における学習者の疑問解消を支援する質問テンプレートの提案とその評価”, 静岡産業大学情報学部研究紀要第24号 pp.255-270 (2022)

ストロークの座標情報に基づくドローイングスキル成長指標に対する 自己組織化マップの初期値依存性の検証

Verification of Initial Values Dependency of Self-Organizing Maps on Drawing Skill Growth Index based on 2D Coordinates of Drawing Strokes

杉井 奏斗^{*1}, 永井 孝^{*2}, 香山 瑞恵^{*1}

Kanato SUGII ^{*1}, Takashi NAGAI^{*2}, Mizue KAYAMA^{*3}

^{*1}信州大学

^{*2}ものづくり大学

¹ Shinshu University

^{*2}Institute of Technologists

Email: 22w2053f@shinshu-u.ac.jp

あらまし：本研究の目的は、ドローイングを構成する線の形状に基づく、ドローイングスキルの成長指標を探究することである。ここでは、線の形状を解析するためにドローイング学習支援システムに蓄積されたプロセスデータを用いる。そのデータを基に自己組織化マップによる線の形状分類を試みた。本稿では、まず分類結果の成長指標としての利用可能性について述べる。その上で、分類結果が抱える自己組織化マップの初期値依存性を考慮した妥当性検証の結果について考察する。

キーワード：ドローイング、ストローク、座標情報、自己組織化マップ、バリエーション率

1. はじめに

ドローイング学習において、単純な線を用いることは重要なスキルとされている。永井らの研究によって、ネットワーク環境を用いた美術入門者のためのドローイング学習支援システムが構築された⁽¹⁾。

このシステムには、学習者がドローイングを描く過程で用いたすべての線(ストローク)の、2次元平面上における座標情報が記録されている。そこで、本研究ではストロークの形状に着目し、ドローイングスキルの成長指標を探究することにした。

その基礎的検討として、ストロークの座標情報に基づき、自己組織化マップ(SOM)を用いてストロークの分類をおこなった。その結果、ストロークの分類数がドローイングスキルを定量的に評価するための指標(成長指標)となる可能性が示唆された⁽²⁾。本稿では、まず SOM によるストローク分類の方法を述べる。次に先行研究⁽²⁾での解析方法と問題点を示し、それを解決するための新たな解析方法を提案する。そして、その解析方法の妥当性について考察する。

2. SOMによるストローク分類

分類に用いた SOM は 2次元のマス目で構成されるマップであり、個々のマス目をユニットと称する。SOM への入力データは 1次元のベクトルである。各ユニットには入力データのベクトル数と同数の重みに対応する。

本研究での SOM による解析は次の手順で行う。

- 1). 乱数で生成された初期マップへのストロークデータ(データ)の学習。
- 2). 学習済マップへのデータ入力。
- 3). バリエーション率[%](VR)の算出。

手順 1).の結果、ストロークの座標情報を学習済のマップが生成される。この学習済マップに対して、手順 2).で 1 データを入力するとそのマップ上で対応する 1 ユニットが確定する。そして、1 ドローイングから求められる対応ユニットの総数から手順 3).

で VR が算出される。VR は、1 ドローイングのストローク総数に対する、対応ユニット総数の割合である。VR が低いほど、単純な線でドローイングが構成されていることになる。

3. 先行研究の問題点と本稿の研究目的

解析対象としたのは、学習者 3 名(A, B, C)の紙箱をモチーフとしたドローイング(紙箱ドローイング)3 回分と、指導者 1 名の紙箱ドローイング 1 回分である。初心者である学習者に対して、指導者を熟練者とみなした。ここで、学習者の 1 回目の紙箱ドローイングを box1, 以下同様に box2, box3 とし、指導者のドローイングは Instructor と定義した。なお、box1~3 は box1 を初回とし、box2, 3 はそこから 2~3 週間隔で作成された。

先行研究では、手順 1).~3).を学習者単位で実施した。例えば A の場合、手順 1).で A の box1~3 を学習データとし、1 つの学習済マップを生成した。手順 2).で box1~3 のデータを入力し、手順 3).で box1~3 の各 VR を算出した。その結果として、VR はドローイング学習の進行に伴い減少する傾向があり、成長指標として利用できる可能性が示唆された。

しかし、先行研究の解析では VR の他者比較ができない。そこで、本稿では手順 1).で用いる学習データを変更する。また、VR における SOM の初期値依存性が存在している。ここでの初期値依存性とは、VR に与える手順 1).の乱数の影響である。そこで、複数の学習済マップを生成し、それぞれの VR の傾向を確認する。

4. 他者と比較可能な VR による解析

4.1 解析手順

他者と比較可能な VR を以下の手順で算出した。

- 1). 3 名の学習者の box1~3 に含まれる全ストロークを学習させ、マップ(集団マップ)を生成。
- 2). 手順 1).のデータと未使用の Instructor を入力。

3). VR を算出.

この方法では, 手順 2). で各ドローイングに共通なマップ(集団マップ)を使用する. そのため, 算出された VR での他者比較が可能となる.

4.2 解析結果・考察

算出された VR を図 1 に示す. 縦軸は VR, 横軸は手順 2). で入力したデータを表している. 図 1 より, 3 名の学習者に共通して, box1 の VR に対し, box2 または box3 の VR が低い. 先行研究同様, ドローイング学習の進行に伴い, VR は減少する傾向にある. また, Instructor の VR は学習者と比べて低い. これは, 熟練者は初心者と比べて, 単純なストロークをより多く用いているためと考えられる. また, box1 で C の VR が A, B と比べて低いことから, 初回の学習時点で, C は A, B よりもドローイングのスキルが高い可能性がある.

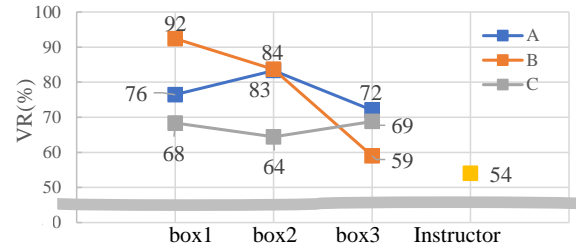


図 1 集団マップでの VR

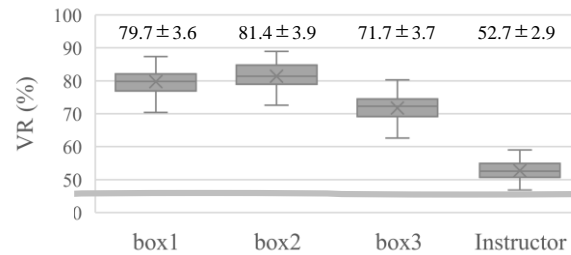


図 2 複数の集団マップにおける A の VR

5. 複数の集団マップでの VR による解析

5.1 検証方法

VR の初期値依存性を確認するために, 初期値の異なる 50 の集団マップを生成し, それらの VR を比較した. さらに, ドローイング学習の進行に伴い VR の減少する傾向が, 有意であるかを検証した.

5.2 検証結果・考察

複数の集団マップから算出された VR を図 2 に示す. ここでは, A の結果のみを示している. 縦軸は VR, 横軸は入力したデータを表す. 図中にそれぞれの箱ひげの平均値±標準偏差を示した. 変動係数が最大で 5.1%であり, 比較的狭い範囲に VR が集中している. この傾向は, B, C においても同様であった. これらのことから, 手順 1). における乱数の影響は少ない可能性が示唆された.

次に, 学習の進行に伴い VR が減少する傾向を確認するために, box2 よりも box3 の方が box1 との VR の差が大きくなると仮定した. そこで, 複数の集団マップでの各学習者の box2 と box1 の VR の差(box2-1)と, box3 と box1 の VR の差(box3-1)に対して棄却率を 0.1%として対応のある t 検定をおこなった. その結果, A, B では box2-1 と box3-1 の間で有意差が確認された(A の box2-1:1.7±4.8, box3-1:-8.0±3.5, B の box2-1:-3.7±4.8, box3-1:-21.4±6.0). すなわち, box2-1 よりも box3-1 が有意に低かった. このことから, box1 と比べて, box2 よりも box3 の方がドローイングスキルの成長が示唆される.

一方で, C においては有意差が確認されなかったため(p=0.17), 新たに VR が box1>box2, box1>box3 となると仮定した. そこで, C の box1 と box2, box1 と box3 それぞれの VR に対して棄却率 0.1%で対応のある t 検定をおこなった. その結果, どちらの組み合わせにおいても有意差が確認された(box1:71.2±3.1, box2:64.6±2.2, box3:65.4±3.9). このことから, box1 と box2 にかけてドローイングスキルが有意に成長し, box2 から box3 にかけてはドローイン

グスキルが維持されたと考えられる.

一方で, ドローイングスキルが成長した学習者よりも, 指導者の VR が低いと仮定した. そこで, 学習者 3 名の box3 と Instructor の VR について, それぞれ棄却率 0.1%で対応のない t 検定をおこなった. その結果, 学習者 3 名の box3 と Instructor において有意差が確認された(B の box3:64.0±4.0, Instructor:52.7±2.9). すなわち, 指導者の VR はいずれの集団マップにおいても, ドローイングスキルが成長した学習者 3 名の VR より低いことが分かった.

上記の結果から, VR がドローイングスキルのレベルを表している可能性が示唆された.

6. おわりに

本稿では, VR の成長指標としての利用可能性について述べた. その上で, VR が抱える自己組織化マップの初期値依存性を考慮して, 妥当性を検証した.

今後は, 多様なデータを用いて成長指標としての VR の可能性をさらに検証していく.

参考文献

- (1) Takashi Nagai, Mizue Kayama, Kazunori Itho, "A Drawing Learning Support System based on the Drawing Process Mode", *Interactive technology and Smart Education*, 11(2):146-164 2014(Apr.)
- (2) 杉井奏斗, 永井孝, 香山瑞恵, "ドローイング作品に含まれるストロークの質的評価に基づく成長指標に関する基礎的検討", 教育システム情報学会 2021 年度学生研究発表会, pp25-26, (2021)
- (3) 古川徹生, "自己組織化マップ入門", 九州工業大学大学院生命体工学研究科, 2017.
- (4) Peter Wittek, "Introduction-Somoclu 1.7.5 documentation", <https://somoclu.readthedocs.io/en/stable/>

自動テスト構成における 項目露出の偏りを軽減する 整数計画法を用いた最大クリーク探索

Maximum Clique Algorithm using Integer Programming for Reducing Item Exposure Bias in Automated Test Assembly

淵本 亮真^{*1}, 植野 真臣^{*1}

Kazuma FUCHIMOTO^{*1}, Maomi UENO^{*1}

^{*1}電気通信大学大学院 情報理工学研究所

^{*1}Graduate School of Informatics and Engineering, The University of Electro-Communications

あらまし：近年，e テスティングと呼ばれる，Web 上でテストを受検する Computer Based Testing が普及している．e テスティングでは，異なるテストを受検したにも関わらず何度でも同一精度の測定を実現できる．最先端の自動テスト構成手法では項目の出題頻度に偏りが生じる．このような項目は受験対策により受検者の予測測定誤差の劣化が進む．この問題を解決するために，本研究では出題頻度の偏りを軽減するための自動テスト構成手法を提案する．

キーワード：e テスティング，自動テスト構成，並行テスト，テスト理論，項目反応理論

1. はじめに

e テスティングとは，異なる問題で構成されるテストを受検したにも関わらず，何度でも同一精度の測定を実現できる．国内では，医療系大学間共用試験などで既に採用されている．e テスティングでは，テストの問題（以降，項目と呼ぶ）が格納されたデータベースから多数の受検者の予測測定誤差を可能な限り小さくかつ等質にテスト群を構成する．近年では，項目反応理論を用いた自動テスト構成手法^{(1)~(4)}が数多く提案されている．自動テスト構成の重要な課題の一つは可能な限り多くのテストを生成することである．この課題を解決するために，Ishii ら（2017）は最大クリーク探索と整数計画法を用いた手法を提案した⁽³⁾．さらに，Fuchimoto ら（2022）は最大クリーク探索と整数計画法の手法が持つ時間・空間計算量の長所を融合し，並列探索可能な二段階並列探索手法を提案した⁽⁴⁾．本手法は世界で最も多くのテストを構成できる．しかし，これらの手法⁽³⁾⁽⁴⁾はテスト間に項目の重複を許すため，各項目の出題頻度（以降，露出数と呼ぶ）に偏りが生じる．これにより，露出率の高い項目は受験対策などにより受検者の予測測定誤差の劣化が進む問題がある．この問題を解決するために，本研究では項目の出題頻度の偏りを軽減するための自動テスト構成手法を提案する．具体的には，露出数の低い項目ほど優先してテストに含まれる確率が高くなるように整数計画問題の目的関数を定式化し，露出数の偏りを軽減する．

2. 項目反応理論

Lord and Novick（1968）は同じ真の得点を測定する2つのテストについて，並行テストと定義した⁽⁵⁾．しかし，並行テストは古典的テスト理論における仮定であり，このようなテストの実現は困難である．そのため，Samejima ら（1977）は項目反応理論（Item

Response Theory: IRT）を用いて，並行テストの概念を拡張した⁽⁵⁾．IRT で最もよく使われる2母数ロジスティックモデルでは，能力値 $\theta_j \in (-\infty, \infty)$ を持つ受検者 j が項目 i に正答する確率 $p_i(\theta_j)$ を以下のように定義する．

$$p_i(\theta_j) = \frac{1}{1 + \exp(-1.7a_i(\theta_j - b_i))}$$

ただし， $a_i \in [0, \infty]$, $b_i \in [0, \infty]$ は識別力パラメータ，困難度パラメータと呼ばれる項目パラメータである．

また，項目 i において，確率 $p_i(\theta_j)$ のフィッシャー情報量を項目情報量 $I_i(\theta)$ と呼び，以下のように表す．

$$I_i(\theta) = 1.7^2 a_i^2 p_i(\theta)(1 - p_i(\theta))$$

さらに，テストに含まれる項目の項目情報量の総和をテスト情報量 $I(\theta)$ と呼び，以下のように表す．

$$I(\theta) = \sum_{i \in T} I_i(\theta)$$

ここで， T はテストに含まれる項目の集合である．このテスト情報量の逆数が受検者の能力推定値の漸近分散に収束する．Samejima ら（1977）はこのテスト情報量が等価なテストを弱並行テストとして定義した⁽⁶⁾．しかし，能力値 $\theta_j \in (-\infty, \infty)$ について，テスト情報量が等価なテストを生成することは困難なため，多くの先行研究は受検者の能力値を $\theta_k = (\theta_1, \theta_2, \dots, \theta_K)$ と離散的に取り扱う．例えば，Ishii ら（2014）は θ_k におけるテスト情報量の上限 UB_{θ_k} ・下限 LB_{θ_k} 制約の範囲に収まるテストを受検者の予測測定誤差が等質であるとした⁽⁶⁾．

3. 先行研究

3.1 最大クリーク探索による自動テスト構成

Ishii ら（2014）は自動テスト構成をグラフ上で定義される最大クリーク問題に帰着する手法を提案した⁽⁶⁾．本手法では，図1のように，テストをグラフ上の頂点とみなし，等質な場合に辺を引く．このグラフから最大クリーク（任意の二頂点が隣接しているグラフ構造）を抽出することでテストを構成する．

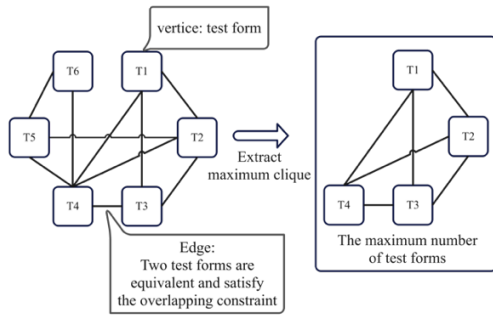


図1 最大クリーク探索による自動テスト構成

3.2 整数計画法を用いた最大クリーク探索による自動テスト構成の並列化

Ishii ら (2014) の手法では、空間計算量が $O(|V|^2)$ と大きく (V は頂点集合)、テスト構成数の改善に限界があった. この問題を解決するために、Ishii ら (2017) は整数計画問題により逐次的にテストを生成することで空間計算量 $O(|V|)$ に減少させた⁽³⁾. さらに、Fuchimoto らは最大クリーク探索手法の時間計算量が整数計画問題の時間計算量よりも低いことを利用した二段階並列探索アルゴリズムを提案した⁽⁴⁾.

4. 提案手法

前述の手法⁽³⁾⁽⁴⁾は世界で最も多くのテストを構成可能であるが、各項目の露出数に偏りが生じる. 特に、最大クリーク探索手法による露出数の偏りが大きく、改善の余地がある. 本研究では、この問題を解決するために、最大クリーク探索を行うグラフにおける頂点の生成を整数計画法により逐次的に行う. 具体的には、下記の整数計画問題を解くことで逐次的に頂点を生成する.

$$\text{Maximize } \sum_{i=1}^n \left(\lambda_i + \frac{1}{1 + e^{-z_i}} \right) x_i$$

$$z_i = \frac{\sum_{v=1}^{|V|} X_{(i,v)} - \frac{1}{n} \sum_{j=1}^n \sum_{v=1}^{|V|} X_{(j,v)}}{\sqrt{\frac{1}{n} (\sum_{v=1}^{|V|} X_{(i,v)} - \sum_{j=1}^n \sum_{v=1}^{|V|} X_{(j,v)})}}$$

$$\text{Subject to } \sum_{i=1}^n x_i = M, LB_{\theta_k} \leq \sum_{i=1}^n I_i(\theta_k) x_i \leq UB_{\theta_k}$$

ここで、 x_i は項目 i をテストに含む場合に1、それ以外は0をとる決定変数であり、 λ_i は互いに独立な $[0,1]$ からの連続一様乱数である. また、 M はテスト項目数、 LB_{θ_k} 、 UB_{θ_k} は θ_k におけるテスト情報量の下限・上限制約、 V は既に生成した頂点の有限集合、 $X_{(i,v)}$ は頂点集合 V における v 番目の要素(テスト)に項目 i 含まれる場合に1、それ以外の場合に0をとる.

5. 評価実験

提案手法の有効性を示すために、実データ⁽⁴⁾を用いて HMCAPIP 法⁽⁴⁾とテスト構成数及び露出数を比較する. 結果は表1の通りである. ここで、No. testsはテスト構成数、Item Exposureの各列(Max, Min, SD)はそれぞれ露出数の最大値、最小値、標準偏差を示している.

表1 従来手法との比較実験

| OC | HMCAPIP (first step) | | | | Proposal (first step) | | | |
|----|----------------------|-------|-----|-------|-----------------------|-------|-----|------|
| | Item Exposure | | | | Item Exposure | | | |
| | No. tests | Max | Min | SD | No. tests | Max | Min | SD |
| 5 | 45,677 | 5,126 | 0 | 364.8 | 56,051 | 2,691 | 983 | 87.7 |

表1より、提案手法は従来手法よりも露出数の標準偏差が小さく、偏りの小さいテスト群を生成できた. また、従来手法よりも最大露出数の最大値が小さく、最小値が大きい. ゆえに、提案手法は過度な項目の出題を防ぎ、従来手法では余り活用されていなかった項目を活用できる. 図2は各項目の露出数をプロットしたものである. 具体的には、横軸に困難度パラメータ、縦軸にその項目の露出数を示している. 図2より、提案手法は従来手法の偏りを抑制し、露出数が均一なことがわかる.

提案手法は、偏りを抑えるだけではなく、過度な項目の出題を防ぎ、従来手法では余り活用されていなかった項目をテストに追加できた. 特に、アイテムバンクの項目は作問するためのコストが高く非常に貴重なため、e テスティング運用の敷居を下げるためにも非常に有用性が高いと考える.

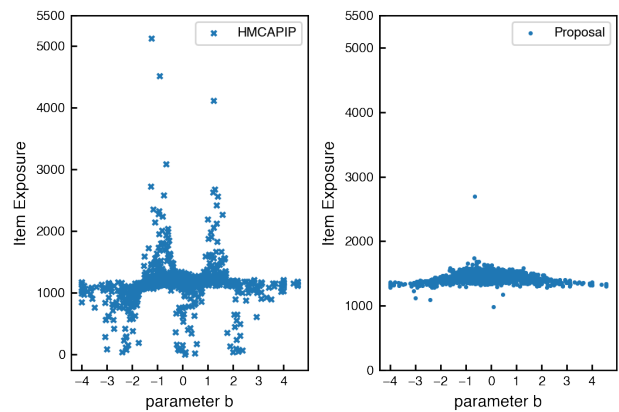


図2 困難度パラメータと露出数の分布

参考文献

- (1) W.J. van der Linden, *Liner Models for Optimal Test Design*, Springer, 2005.
- (2) Xiao Luo. Automated test assembly with mixed-integer programming: The effects of modeling approaches and solvers. *Journal of Educational Measurement*, Vol. 57, No. 4, pp. 547-565, 2020.
- (3) Takatoshi Ishii and Maomi Ueno. Algorithm for uniform test assembly using a maximum clique problem and integer programming. In *International Conference on Artificial Intelligence in Education*, pp.102-112. Springer, 2017.
- (4) Kazuma Fuchimoto, Takatoshi Ishii, and Maomi Ueno. Hybrid maximum clique algorithm using parallel integer programming for uniform test assembly. *IEEE Transactions on Learning Technologies*, (2022). (Early Access)
- (5) Samejima, F.: Weakly parallel tests in latent trait theory with some criticisms of classical test theory, *Psychometrika*, Vol. 42, No. 2, pp. 193-198, (1977).
- (6) Ishii, Takatoshi, Pokpong Songmuang, and Maomi Ueno. "Maximum clique algorithm and its approximation for uniform test form assembly." *IEEE Transactions on Learning Technologies* 7.1 (2014): 83-95.

小論文の分析的評価のための項目反応理論を用いた深層学習自動採点手法

Deep Neural Automated Essay Scoring Integrating Multidimensional Item Response Theory for Analytic Scoring

柴田 拓海^{*1}, 宇都 雅輝^{*1}
Takumi Shibata^{*1}, Masaki Uto^{*1}

^{*1} 電気通信大学

^{*1}The University of Electro-Communications

Email: {shibata, uto}@ai.lab.uec.ac.jp

あらまし： 近年、深層学習を用いた小論文自動採点手法として、全体得点と複数の評価観点に対応する細目得点を同時に予測する手法が提案されている。しかし従来手法は、評価観点ごとに複雑なニューラルネットワーク層を持つため、得点予測の根拠について解釈性が低いという問題があった。この問題を解決するために、本研究では多次元項目反応理論を組み込むことで予測根拠の解釈性を高めた複数観点同時自動採点手法を提案する。

キーワード： 記述・論述試験, 自動採点, 深層学習, 多次元項目反応理論, 説明可能性

1 はじめに

近年、小論文試験の採点をコンピュータを用いて自動化する小論文自動採点 (Automated Essay Scoring; AES) 手法が注目されており、深層学習に基づいた手法が多数提案されている (e.g., [1])。従来の自動採点モデルの多くは全体得点のみを予測するが、学習評価場面などで小論文試験を運用する場合、詳細なフィードバックを受検者に与えるために複数観点に基づく分析的評価を行いたい場面がある。このような自動採点を実現する手法として、全体得点だけでなく複数の評価観点に対応する得点も同時に予測できるモデルが近年提案されている。

現時点では Ridley ら [1] のモデルが最高精度を達成しているが、このモデルには解釈性の観点から次のような問題がある。(1) 評価観点ごとに複雑な多層ニューラルネットワークを持つため予測根拠を解釈することが難しい。(2) 一般に評価観点は、背後に測定したい能力尺度を想定し、それを測定できるように設計されるが、このモデルでは複数評価観点の背後に想定される能力尺度を解釈することができない。これらの問題を解決するために、本研究では項目反応理論 (Item Response Theory; IRT) を組み込んだ解釈性に優れた複数観点同時自動採点モデルを提案する。

2 提案手法

提案モデルは、Ridley らが提案した複数観点同時自動採点モデルを基礎モデルとする。提案モデルの概念図を図 1 に示す。提案モデルは受検者 n の小論文を入力とし、評価観点 $m \in \mathcal{M} = \{1, 2, \dots, M\}$ に対応する得点 \hat{y}_{nm} を出力する。ここで M は評価観点数を表す。また、受検者 n の小論文は単語系列として、 $\{w_{nsl} | s \in \{1, 2, \dots, S\}, l \in \{1, 2, \dots, l_s\}\}$ と表せる。 w_{nsl} は受検者 n の小論文における s 番目の文の l 番目の単語であり、 S はその小論文の文数、 l_s は s 番目の文の単語数である。提案モデルは入力層から Concatenate 層まで評価観点数 $M = 1$ とした従来モデルと同じ構造

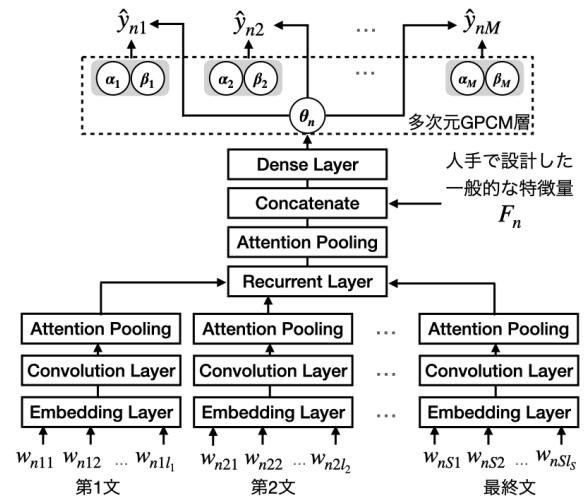


図 1 提案モデルの概念図

を持ち、これらの層を用いて受検者 n の文章単位の分散表現 \mathbf{h}_n を生成する。各層の詳細は文献 [2] を参照されたい。

提案モデルでは、この文章単位の分散表現 \mathbf{h}_n から各評価観点の予測得点を計算する出力層として、代表的な多次元多値型 IRT モデルである多次元一般化部分採点モデル (Generalized Partial Credit Model; GPCM) [3] を用いる。ここでは各評価観点を項目とみなして多次元 GPCM を適用する。具体的には受検者 n が評価観点 m において、得点 $k \in \{1, 2, \dots, K_m\}$ を得る確率を次式で与えるモデルを適用する。

$$P_{nmk} = \frac{\exp(k\alpha_m^T \theta_n + \sum_{u=1}^k \beta_{mu})}{\sum_{v=1}^{K_m} \exp(v\alpha_m^T \theta_n + \sum_{u=1}^v \beta_{mu})} \quad (1)$$

ここで、 $\theta_n = (\theta_{n1}, \theta_{n2}, \dots, \theta_{nd})$ は受検者 n の d 次元の能力を表すパラメータベクトルであり、ベクトルの各要素は各次元の能力値を表す。 $\alpha_m = (\alpha_{m1}, \alpha_{m2}, \dots, \alpha_{md})$ は θ_n に対応した評価観点 m の d 次元識別力、 β_{mu} は評価観点 m においてカテゴリ $u-1$ から u に遷移する困難度を表すパラメータである。 K_m は、評価観点 m における得点段階数を表す。なお、モデルの識別性のために、 $\beta_{m1} = 0 : \forall m$ を所与とする。

表1 課題別の平均 QWK スコア

| モデル | 課題番号 | | | | | | | | Avg. | p 値 | | |
|---------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|---------|---------|---------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | | 提案-1dim | 提案-2dim | 提案-3dim |
| 従来モデル | 0.685 | 0.655 | 0.660 | 0.720 | 0.706 | 0.750 | 0.694 | 0.568 | 0.680 | 0.009 | 0.699 | 0.014 |
| 提案-1dim | 0.656 | 0.617 | 0.620 | 0.713 | 0.689 | 0.731 | 0.638 | 0.549 | 0.652 | - | 0.180 | 0.378 |
| 提案-2dim | 0.666 | 0.631 | 0.637 | 0.722 | 0.699 | 0.732 | 0.704 | 0.576 | 0.671 | - | - | 1.000 |
| 提案-3dim | 0.679 | 0.633 | 0.642 | 0.704 | 0.698 | 0.734 | 0.696 | 0.553 | 0.667 | - | - | - |

提案モデルでは、Concatenate 層で得られた分散表現 h_n に対して全結合層を適用することで多次元 GPCM の能力パラメータ θ_n を求め、それを用いて、式 (1) を計算することで、各評価観点 $m \in \mathcal{M}$ に対する得点の出力確率を計算する。得点予測の際には、期待得点 $\sum_{k=1}^{K_m} kP_{nmk}$ を予測得点とする。損失関数には、多クラス交差エントロピー誤差を用いる。なお、モデルの各種ハイパーパラメータは先行研究 [1] に合わせ、最適化アルゴリズムには学習率を 0.001 に設定した RMSProp を用いる。

3 実験

本研究では実データとして、AES 研究の分野で広く利用される Automated Student Assessment Prize (ASAP) と ASAP++ を用いる。これらのデータセットには 8 つの小論文課題に関する答案が含まれており、それぞれの答案に対して全体得点と 4 から 6 種類の評価観点別の得点が付与されている。小論文数の課題ごとの平均は約 1622、平均単語数は 275 である。

3.1 得点予測精度の評価実験

ここでは提案モデルの次元数を 1, 2, 3 と変化させて得点予測精度を評価する実験を行う。モデルの性能評価は、課題ごとに独立して 5 分割交差検証で行う。エポック数は全てのモデルで 30 としている。評価指標には、2 次の重み付きカップ係数 (Quadratic Weighted Kappa; QWK) を用いる。実験結果を表 1 に示す。表 1 では観点ごとに QWK スコアを計算し、その平均スコアを課題ごとに示している。各条件で最も精度が高い手法の結果を太字で示してある。表 1 より、提案モデルについては 2 次元の能力を仮定した場合が、最も平均精度が高いことがわかる。精度が最も高いのは従来モデルであるが、提案モデルと大きな差はないことが読み取れる。ここで各モデルの平均スコアに有意な差があるかを定量的に測定するため、ボンフェローニ法による多重比較検定を行った。結果を表 1 の「p 値」列に示す。表から最適な次元数を持つ 2 次元の提案モデルと従来モデルには有意な差が見られないことがわかった。このことから提案モデルは高々 2 次元で従来モデルと比較して精度を落とさずに得点予測ができたことがわかる。

3.2 評価観点パラメータの解釈

ここでは、提案モデルで推定された評価観点パラメータの解釈について述べる。例として表 2 に課題 2 のデータにおいて、能力次元数を 2 次元としたときの評価観点パラメータの推定結果を示した。

表 2 提案モデル (2 次元) を用いて推定した課題 2 の評価観点パラメータ

| 評価観点 | α_{21} | α_{22} | β_{22} | β_{23} | β_{24} | β_{25} | β_{26} |
|------------------|---------------|---------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| 全体得点 | 3.24 | 0.20 | -6.56 | -4.29 | 0.09 | 4.64 | 6.12 |
| Content | 2.27 | 2.13 | -6.21 | -2.02 | 0.81 | 2.97 | 6.28 |
| Organization | 2.48 | 2.00 | -5.72 | -1.58 | 1.52 | 3.30 | 7.26 |
| Word Choice | 1.75 | 2.86 | -6.05 | -2.06 | 1.18 | 3.82 | 6.88 |
| Sentence Fluency | 1.15 | 3.09 | -6.39 | -3.27 | 0.32 | 3.63 | 6.75 |
| Conventions | 1.00 | 2.90 | -5.57 | -2.09 | 0.90 | 3.75 | 7.04 |

表 2 に示した識別力値 (α_{21}, α_{22}) を分析することで、各観点がそれらの能力をどの程度の精度で測定できるか解釈できるとともに、各次元がどのような能力を測定しているかを把握することができる。例えば、全体得点、Content、Organization は 1 次元目の識別力値が 2 次元目の値に比べて高く、他の観点では 2 次元目の識別力値の方が高いことが読み取れる。このことから、1 次元目は、全体得点、Content、Organization に対応する能力を表しており、2 次元目はその他の観点に共通する能力を表現していると解釈できる。観点の内容を考慮すると、1 次元目は内容面に重視した評価軸であり、2 次元目は文章表現に重視した評価軸と解釈できる。また、観点別に識別力値を確認すると、例えば、全体得点は 1 次元目の能力はよく測定できるが、2 次元目の能力測定には全く寄与しないことや、Content は両方の能力測定に寄与していること、などが読み取れる。また困難度パラメータ ($\beta_{22}, \dots, \beta_{26}$) からは、各観点における各得点の出現分布を解釈することができる。例えば、上記の特性値から全体得点は得点に中心化傾向があることがわかる。このように提案モデルでは得点予測の背後にある構造を解釈できることがわかる。より詳しい解釈については、文献 [2] を参照されたい。

4 まとめ

本研究では全体得点と同時に観点別得点も予測できる自動採点手法に、多次元項目反応理論を組み込んだ手法を提案した。また本研究で使用した実データは高々 2 次元の能力尺度しか測定していない可能性が示唆された。

参考文献

- [1] Robert Ridley, Liang He, Xin-yu Dai, Shujian Huang, and Jiajun Chen. Automated cross-prompt scoring of essay traits. In *Proceedings of the AAAI Conference on Artificial Intelligence*, Vol. 35, pp. 13745–13753, 2021.
- [2] 柴田拓海, 宇都雅輝. 深層学習と多次元項目反応理論を用いた小論文の観点別自動採点. 日本行動計量学会第 50 回大会, 2022.
- [3] Lihua Yao and Richard D. Schwarz. A multidimensional partial credit model with associated item and test statistics: An application to mixed-format tests. *Applied Psychological Measurement*, Vol. 30, No. 6, pp. 469–492, 2006.

評価者の厳しさの時間変化を検出する時系列型ベイズ多相ラッシュモデル Bayesian Extension of Dynamic Many-Facet Rasch model for Detecting Rater Severity Drift

宇都 雅輝^{*1}, 林 真由^{*1}
Masaki Uto^{*1}, Mayu Hayashi^{*1}

^{*1} 電気通信大学

^{*1}The University of Electro-Communications

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

あらまし：人間の評価者が採点を行うパフォーマンス評価では、採点結果が個別の評価者の厳しさに依存してしまう問題がある。この問題を解決する手法の一つとして、評価者の厳しさの影響を考慮して受検者の能力を推定できる項目反応モデルが提案されてきたが、既存モデルの多くは評価者の厳しさが採点過程で変化しないと仮定している。しかし、この仮定は長時間に渡って採点作業を行う場合には成り立たないことがある。そこで本研究では、そのような評価者の厳しさの時間変化を高精度に推定できる時系列型ベイズ項目反応モデルを提案する。

キーワード：項目反応理論, 評価者バイアス, 評価者特性ドリフト, 教育測定

1 はじめに

近年、様々な学習評価場面において記述式試験や実技試験などのパフォーマンス評価のニーズが高まっている。一方で、人間評価者による採点を伴うこのような評価では、評価者ごとの厳しさの差異がバイアス要因となり、受検者の能力測定の信頼性が低下する問題が知られている。この問題を解決するアプローチの一つとして、評価者の厳しさの影響を考慮して受検者の能力を推定できる項目反応理論 (IRT) モデルが提案されてきた (e.g., [1])。それらの既存モデルのほとんどは評価者の厳しさが採点過程で変化しないことを仮定しているが、多数の受検者を採点するような場合には、評価者の厳しさが採点の過程で変化する「評価者特性ドリフト」と呼ばれる現象がしばしば生じる。近年では、評価者の厳しさの時間変化を推定できる IRT モデルも提案されているが (e.g., [2])、それらのモデルは評価者の厳しさを時刻ごとに独立に推定するため、高精度なパラメータ推定が困難である。そこで本研究では、評価者の厳しさの時間依存性を考慮することで、より高精度なパラメータ推定を実現できる時系列型ベイズ項目反応モデルを提案する。

2 評価者特性ドリフトを推定する従来モデル

評価者の厳しさの時間変化を推定できる従来モデルは、伝統的な IRT モデルの一つである多相ラッシュモデルの拡張モデルとして定式化され、評価者 r がある時間区分 t において受検者 j のパフォーマンスに得点 k を与える確率 P_{jrtk} を次式で与える。

$$P_{jrtk} = \frac{\exp \sum_{m=1}^k (\theta_j - \beta_{rt} - d_{rm})}{\sum_{l=1}^K \exp \sum_{m=1}^l (\theta_j - \beta_{rt} - d_{rm})} \quad (1)$$

ここで、 θ_j は受検者 j の能力、 β_{rt} は評価者 r の時間区分 t における厳しさ、 d_{rm} は評価者 r の得点 m に対する厳しさを表すステップパラメータである。なお、「時間区分」とは、図 1 のように各評価者の採点データを時間方向に分割して得られた一定の時間幅を持つ区間を表す。

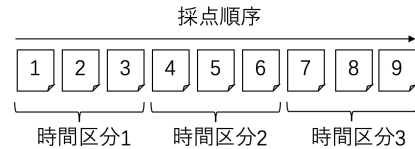


図 1 時間区分の概念図

既存モデルでは、評価者 r の各時間区分 t における厳しさ β_{rt} に独立性 (i.i.d) を仮定して推定する。しかし、実際には、評価者の厳しさは時間的に強く依存することが知られているため、その時間依存性を加味することで、より高精度に厳しさパラメータを推定でき、それはモデルの全体的な性能改善に寄与すると考えられる。

3 提案モデル

本研究では、評価者の厳しさにマルコフ性を仮定することで時間的な依存関係を考慮したモデルを提案する。提案モデルでは確率 P_{jrtk} を次式で定義する。

$$P_{jrtk} = \frac{\exp \sum_{m=1}^k (\theta_j - \beta_{rt} - d_{rm})}{\sum_{l=1}^K \exp \sum_{m=1}^l (\theta_j - \beta_{rt} - d_{rm})} \quad (2)$$

$$\begin{cases} \theta_j \sim N(0, 1), d_{rm} \sim N(0, 1), \beta_{r1} \sim N(0, 1) \\ \beta_{rt(t \neq 1)} \sim N(\beta_{r,t-1}, \sigma_r), \sigma_r \sim LN(\mu_\sigma, 1) \end{cases} \quad (3)$$

ここで、 $N(\mu, \sigma^2)$ と $LN(\mu, \sigma^2)$ は正規分布と対数正規分布を表す。

従来モデルと比べた提案モデルの主要な特徴は、評価者の厳しさパラメータ β_{rt} にマルコフ性を仮定した分布を設定している点である。具体的には、図 2 に示すように、時間区分 t での厳しさ β_{rt} が直前の時間区分の厳しさ $\beta_{r,t-1}$ に依存するように分布を設定しており、これに

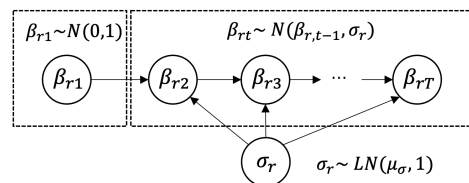


図 2 評価者の厳しさパラメータのグラフィカル表現

表1 パラメータ推定精度 (※従来モデルは σ_r を持たない)

| J | R | T | 提案モデル | | | | 従来モデル | | |
|--------|----|---|------------|--------------|----------|------------|------------|--------------|----------|
| | | | θ_j | β_{rt} | d_{rm} | σ_r | θ_j | β_{rt} | d_{rm} |
| 100 | 5 | 5 | .471 | .220 | .311 | .173 | .478 | .410 | .388 |
| 200 | 10 | 5 | .471 | .252 | .381 | .223 | .499 | .594 | .451 |
| 500 | 10 | 5 | .470 | .224 | .248 | .246 | .462 | .295 | .258 |
| 全条件の平均 | | | .470 | .215 | .310 | .254 | .475 | .321 | .329 |

より時間依存性を考慮できるようになっている。

また、提案モデルの他の特徴として、1) 各評価者の厳しきの時間変化の大きさを単一の数値として表現する評価者固有標準偏差パラメータ σ_r と、2) 対象評価者集団内における厳しきの時間変化の多様性に関する分析者の事前知識を反映できる事前分布 $LN(\mu_\sigma, 1)$ を導入している点も挙げられる。ただし、紙面の都合上、これらの詳細な議論は文献 [3] に譲る。なお、本稿では $\mu_\sigma = -2$ とする。また、提案モデルのパラメータはマルコフ連鎖モンテカルロ法 (MCMC) で推定する。

4 シミュレーション実験

評価者の厳しきの時間依存性を考慮したことでパラメータ推定精度が向上するかを確認するために、提案モデルと従来モデルのパラメータ推定精度をシミュレーション実験で評価した。実験手順は次のとおりである。1) ランダムに生成したパラメータ真値を用いて各モデルからデータを生成した。2) 生成したデータから MCMC でパラメータ推定を行い、パラメータの推定値と真値の RMSE を求めた。3) 以上を 10 回繰り返し、RMSE の平均値を求めた。この実験を受検者数・評価者数・時間区分数の条件を変えながら行った。紙面の都合上、ここでは一部の条件の結果と全条件の結果の平均のみ表 1 に示す。表 1 から、提案モデルでは厳しき β_{rt} の推定精度が従来モデルより大幅に向上しており、他のパラメータの推定精度向上も確認できる。このことから提案モデルがパラメータ推定精度向上に寄与することが示せた。

5 実データ実験

本章では、実データ実験を通して提案モデルの有効性を評価する。本実験では、あるエッセイ課題に対する 134 名の解答を、15 名の評価者が 5 段階得点で採点したデータを使用する。評価者には、採点を 4 日に分け、日ごとに全体の 1/4 ずつ採点するように指示した。本実験では、各採点日を時間区分として扱う。なお、15 名のうち 5 名に対しては採点時に指示を与え、人為的にバイアスを加えた。具体的には、3 名の評価者 (評価者番号 11~13) には「日ごとに徐々に厳しくせよ」、「日ごとに徐々に甘くせよ」、「2 日目は厳しく、3 日目は甘く、4 日目は厳しくせよ」という指示をそれぞれ与え、残りの 2 名 (評価者番号 14, 15) には「得点 2 と 3 を中心的に使用せよ」のように段階得点の使用に制限を与えた。

全 15 名の評価者のデータを用いた場合と人為的にバイアスを加えた 5 名の統制評価者を除いたデータを用いた場合のそれぞれについて、提案モデルと従来モデルに

表 2 提案モデルと従来モデルの比較結果

| | 全評価者 | | 統制評価者除外 | |
|-------|---------------|----------------|---------------|---------------|
| | WAIC | WBIC | WAIC | WBIC |
| 提案モデル | 4661.7 | 2822.30 | 3131.9 | 1906.3 |
| 従来モデル | 4686.5 | 2880.4 | 3152.2 | 1959.5 |

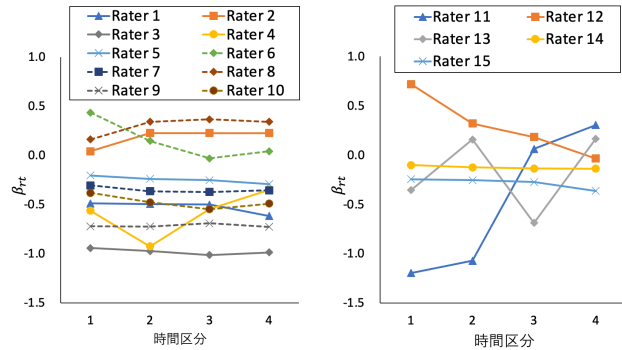


図 3 通常評価者 10 名 (左) と統制評価者 5 名 (右) の厳しきパラメータ β_{rt} の推定値

における情報量規準 (WAIC と WBIC) を計算した。表 2 に実験結果を示す。表では最適値を意味する最小値を太字で示した。表から、いずれの場合でも提案モデルが最適モデルとして選択されており、評価者の厳しきに時間依存性を加えたことの有効性が示された。

図 3 に各評価者の厳しき β_{rt} の推定値を示す。図の縦軸は β_{rt} の値、横軸は時間区分、各線はそれぞれの評価者を表す。図から、指示を与えた統制評価者 11~13 については、指示通りの厳しきの遷移が推定されており、提案モデルが適切に厳しきの変化を推定できたことがわかる。さらに、指示を与えていない評価者の中にも、評価者 4 や 6 など、厳しきの変化が比較的大きい評価者が見受けられる。反対に、その他の評価者については厳しきが比較的安定している傾向も読み取れる。

また、紙面の都合上詳細は割愛するが、1) 提案手法で導入した σ_r が厳しきの時間変動の大きさに比例した推定値を示したことと 2) 統制評価者 14 と 15 について、指示通りの得点の使用傾向がステップパラメータ d_{rm} に推定されていたことも確認できた。

6 まとめ

本研究では、評価者の厳しきの時間変化を高精度に推定できる新しい IRT モデルを提案した。本稿で説明を省略した提案モデルの特徴は発表当日に説明する。

参考文献

[1] M. Uto. A multidimensional generalized many-facet Rasch model for rubric-based performance assessment. *Behaviormetrika*, Vol. 48, No. 2, pp. 425–457, 2021.
[2] C. M. Myford and E. W. Wolfe. Monitoring rater performance over time: A framework for detecting differential accuracy and differential category use. *J. Educ. Meas.*, Vol. 46, No. 4, pp. 371–389, 2009.
[3] 宇都雅輝・林真由. 評価者特性の時間変動を推定する時系列型ベイズ多相ラッシュモデル. 日本行動計量学会第 50 回大会, 2022.

議論事例理解支援のためのソーシャルメディア上の議論様態の抽出

Extraction of Discussion Circumstances to Support Understanding Discussion Cases on Social Media

中山 祐貴^{*1}, 千葉 広汰^{*2}, 大沼 亮^{*3}, 神長 裕明^{*2}, 宮寺 庸造^{*4}, 中村 勝一^{*2}
Hiroki NAKAYAMA^{*1}, Kota CHIBA^{*2}, Ryo ONUMA^{*3}, Hiroaki KAMINAGA^{*2}, Youzou MIYADERA^{*4}, Shoichi NAKAMURA^{*2}

^{*1}山形大学 地域教育文化学部

^{*1}Faculty of Education, Art and Science, Yamagata University

^{*2}福島大学 共生システム理工学類

^{*2}Faculty of Symbiotic Systems Science, Fukushima University

^{*3}津田塾大学 学芸学部 情報科学科

^{*3}Department of Computer Science, College of Liberal Arts, Tsuda University

^{*4}東京学芸大学 教育学部

^{*4}Faculty of Education, Tokyo Gakugei University

Email: nakayama@e.yamagata-u.ac.jp, chiba@cs.sss.fukushima-u.ac.jp, r.onuma@tsuda.ac.jp, {kami, nakamura}@sss.fukushima-u.ac.jp, miyadera@u-gakugei.ac.jp

あらまし：PBLなどで学生が議論に取り組む機会が増加しているが、実際の議論事例を垣間見る経験が不足しているケースが少なくない。本研究では、ソーシャルメディア上の議論事例理解支援を目的として、どのような話題が存在し、どのように発言が取り交わされているか（議論様態）を抽出する手法を開発する。本稿では、主に、議論様態抽出手法の概要について述べる。また、実際の発言データを用いた実験について報告する。

キーワード：議論遂行能力育成、議論様態、話題分布、ソーシャルメディア、情報視覚化

1. はじめに

PBLなど多くの主体的学習活動において、学生に議論を経験させる機会は増加している。このような議論を上手く遂行するためには、各メンバーの意見を的確に把握して、積極的に発言することが重要である。しかし、他者との意見の交換を的確に行うスキルは、経験を通して学ぶところが大きく、その習得は未熟者にとって容易ではない。これに対して、議事録の分析に基づいて過去の議論の活発さを視覚化する試み⁽¹⁾、エージェントによるオンライン議論のファシリテーション支援に関する研究⁽²⁾などが報告されている。議論の活性度合の把握・向上、円滑な合意形成を目指した興味深い取り組みであるが、未熟者に議論経験のきっかけを与えるような支援は十分ではない。特に、「どのような話題が存在し、どのように発言が取り交わされているか（議論様態）」を現実的に観察できる仕組みが必要である。

本研究では、ソーシャルメディア上の議論様態抽出・視覚化手法を開発する。これにより、未熟者の議論事例理解支援の実現を目指す。

2. 問題点と支援方針

2.1 未熟者の議論経験獲得に関する問題点

まず、ソーシャルメディア上の無数の会話の中から、参考となる会話を未熟者が発見することは難しい（問題点1）。また、ある議論における多様な意見を把握することは容易ではない（問題点2）。さらに、複数の発言の積み重ねによって構成される議論の流れを理解することが困難である（問題点3）。

2.2 支援方針

本研究では、まず、ユーザの関心に応じた議論を構成する会話（ツイート）を収集する手法（問題点1に対応）を開発する。次に、議論されている話題の分布を視覚化する手法（問題点2に対応）を開発する。さらに、発言と応答の積み重ねによる議論の流れ（議論構造）を抽出する手法を開発する（問題点3に対応）。

その上で、これらの手法を導入した支援システムを開発する。本研究の議論事例理解支援の概要を図1に示す。

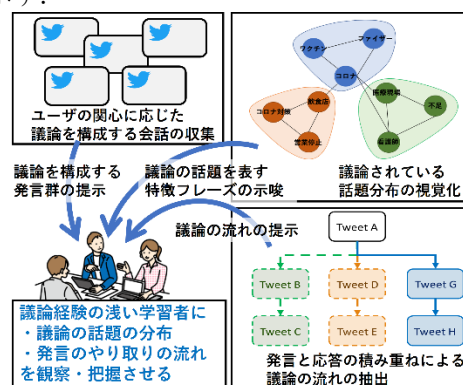


図1 議論事例理解支援の概要

3. 議論様態抽出手法

3.1 話題を表すフレーズの共起ネットワークの生成

本手法では、ソーシャルメディア上の議論事例の理解を支援するために、議論様態を抽出する。まず、関心のある話題についてのキーワードをユーザに捻

出してもらい、そのキーワードを基に TwitterAPI によるツイート検索を行うことで、キーワードと関連するツイートを収集する。また、収集したツイートデータのオブジェクト情報を分析して、リプライツイートを収集する。収集したツイートを基に議論を構成する発言群を抽出する。

次に、日本語自然言語処理オープンソースライブラリを用いて、抽出した発言群から、特徴フレーズを抽出する。その上で、議論を構成する発言中の特徴フレーズの共起状況を分析して、特徴フレーズのネットワークを生成する。さらに、モジュラリティに基づいて、共起ネットワークから特徴フレーズをクラスタリングすることで、特徴フレーズ群の組合せを抽出する。

3.2 議論構造の抽出

さらに、議論を構成する発言群（ツイート）のオブジェクト情報を分析して、返信関係による発言間のつながり（議論構造）を抽出する。抽出した議論構造の1つ1つはツリー状であり、最も古い日時の発言がルートノードである。また、各発言のノード同士は返信関係に基づくエッジでつながっている。

ここで、ルートノードからある発言のノードまでのつながり（パス）に注目する。このパスを構成するルートとエッジのまとまりを議論セグメントと呼ぶ。この議論セグメント中の特徴フレーズの出現状況を分析することで、議論セグメントと話題を表す特徴フレーズの組合せを対応付ける。

その上で、対応付けた議論セグメントと特徴フレーズの組合せ（議論様態）をユーザに示唆することで、話題に応じた発言のやりとりの観察を支援する。

4. 実験と考察

4.1 実験概要

議論様態抽出手法の有効性の検証を目的として実験を行った。本実験では、本手法の抽出工程ごとに検証を実施した。まず、想定話題として「コロナ問題」を設定した上で、Twitter上の会話から、議論がある程度盛り上がり、想定話題に関する議論事例17件を収集し、そこからツイート群1478件を抽出した。

これらのツイート群を対象として、話題を表す特徴フレーズ、特徴フレーズ群の組合せ、議論構造の各抽出、および、議論セグメントと特徴フレーズの組合せの対応付けを、提案手法を用いてそれぞれ実施した。

一方、ツイート群を目視で精査し、各処理の正解データを作成した。最後に、提案手法による抽出結果と正解データを比較し、一致状況を確認した。

4.2 結果と考察

話題を表す特徴フレーズの抽出では、抽出結果から再現率、適合率、F値を算出した。それぞれ、0.54, 0.60, 0.57 という結果となった。抽出した特徴フレーズの抽出回数を精査したところ、「感染」、「ワクチン」、

「コロナ」、「医療」、「検査」等、概ね、設定した話題である「コロナ問題」と関わりの強いフレーズを抽出できていたことを確認した。

特徴フレーズ群の組合せ抽出では、抽出結果に対して、クラスタリングの評価尺度（Global Purity, Inverse Purity, F 値）を用いた。それぞれ、0.81, 0.97, 0.88 という結果となった。例えば、「病院, 医療崩壊, 病床, ...」, 「感染, 濃厚接触者, オミクロン, ...」など、1つの話題において出現して然りと考えられる特徴フレーズの組合せを抽出できたことを確認した。一方で、特徴フレーズの数が少ない組合せも存在しており、組合せを構成する特徴フレーズの最低件数を検討する必要がある。

議論構造の抽出では、抽出したツイート群、ツイート間の返信関係によるつながりについて、適合率、再現率、F 値を算出した（表1）。抽出結果から、概ね意図通り議論構造を抽出できていた。しかしながら、TwitterAPI では一部収集できないようなツイートが存在したことが確認できた。

表1 議論構造の抽出結果

| | ツイート抽出 | つながり抽出 |
|-----|--------|--------|
| 適合率 | 0.62 | 0.61 |
| 再現率 | 1.00 | 1.00 |
| F 値 | 0.76 | 0.75 |

最後に、議論セグメントと特徴フレーズの組合せの対応付けでは、組合せごとの適合率、再現率、F 値を求めた上で平均値を算出した。それぞれ、0.87, 0.83, 0.85 という値となった。概ね、意図通りの対応付けがなされていることを確認した。一方で、ツイートの文章の少なさや返信先のツイートの影響を過剰に受けたことで、想定する特徴フレーズの組合せとは異なる対応付けがなされた議論セグメントも存在した。これについては、当該ツイートの対応付けの際のルールなどを検討する必要がある。

今回の実験は、限定的なデータ数での実施であるため、多様な想定話題を用意した上で、実践的な検証を継続的に実施する必要がある。

5. おわりに

本稿では、議論様態抽出手法について述べた。また、実際の議論データを用いた実験に基づいて、提案手法の有効性について考察した。今後は、支援システムの実践評価の検討を進めたい。

参考文献

- (1) 村岡泰成, 石川誠彬, 尾澤重知, 江木啓訓: “議論の活発さを反映した共起ネットワーク図の提示による効果の検討”, 情報処理学会研究報告, Vol. 2020-GN-110, No.8, pp.1-8 (2020)
- (2) Rafik Hadfi, Jawad Haqbeen, Sofia Sahab, and Takayuki Ito: “Argumentative conversational agents for online discussions”, *Journal of Systems Science and Systems Engineering*, Vol.30, pp.450-464 (2021)

見極め経験促進のためのソーシャルメディア上のフェイク訂正記事の抽出

Extraction of Corrective Articles Against Fakes on Social Media for Promoting the Experiences in Examining Authenticity

大沼 亮^{*1}, 中山 祐貴^{*2}, 神長 裕明^{*3}, 宮寺 庸造^{*4}, 中村 勝一^{*3}
 Ryo Onuma^{*1}, Hiroki Nakayama^{*2}, Hiroaki Kaminaga^{*3}, Youzou Miyadera^{*4}, Shoichi Nakamura^{*3}

^{*1} 津田塾大学 学芸学部 情報科学科

^{*1} Department of Computer Science, College of Liberal Arts, Tsuda University

^{*2} 山形大学 地域教育文化学部

^{*2} Faculty of Education, Art and Science, Yamagata University

^{*3} 福島大学 共生システム理工学類

^{*3} Department of Computer Science and Mathematics, Fukushima University

^{*4} 東京学芸大学 教育学部

^{*4} Faculty of Education, Tokyo Gakugei University

Email: r.onuma@tsuda.ac.jp, nakayama@e.yamagata-u.ac.jp,
 {kami, nakamura}@sss.fukushima-u.ac.jp, miyadera@u-gakugei.ac.jp

あらまし：SNS 上には有用な投稿記事と混在する形で、事実とは異なるフェイク記事が存在している。ユーザは記事の真偽を見極めた上で SNS を利用することが望ましいが、経験が不足しているユーザにとって容易ではない。本研究では、記事に対する他者の反応に注目したフェイク記事の見極め経験促進手法の実現を目指す。本稿では、主に、投稿記事に対する他者反応を考慮した訂正記事の抽出について述べ、ケーススタディについて報告する。

キーワード：見極め経験促進、フェイク記事、訂正記事、他者反応、ソーシャルメディア

1. はじめに

SNS 上に投稿された記事には、有用な記事だけではなく、事実とは異なる情報を含む記事（フェイク記事）も少なからず存在しており、近年、フェイクニュースが社会問題の一つとなっている。閲覧者が自ら記事の真偽を判断できることが望ましいが、経験を必要とする。これに対して、フェイク記事を早期に検出し、拡散を防ぐ研究⁽¹⁾が報告されている。この研究では、フェイクニュースの検出を補助する記事へのコメントを生成することで早期にフェイク記事を検出する。また、ディープラーニングを用いたフェイクニュースの検出に関する研究⁽²⁾が報告されている。この手法では、記事の内容とユーザの反応、伝播するユーザの行動からフェイク記事を検出する。しかし、これら既存システムの多くは、フェイク記事の収集や判定に主眼を置くものであり、閲覧者に記事の真偽の見極めを経験させることは考慮していない。

フェイク記事に対して有識者を始めとする第三者が訂正を行っている記事を見ることで、フェイク記事を疑う切っ掛けとなる場合がある。これら訂正記事は有望な情報となりえるが、SNS 上の膨大な数の投稿の中から積極的にそれらの記事を発見するのは容易ではない。

本研究では、SNS 上のフェイクの可能性のある記事とそれに対する訂正記事を抽出し、他者反応と共に視覚的に提示するシステムを開発する。これにより、ユーザがフェイク記事とその関連情報を現実的に観察できるようにすることで、記事の真偽を見極

める経験の促進を目指す。

2. 問題点と方針

2.1 問題点

本研究では、フェイクを疑う経験の獲得を阻害する問題点のうち、以下のものに焦点をあてる。

（問題点 1）不特定多数によって SNS に投稿された無数の記事の中から、真偽を疑うべきものを積極的に見つけることは難しい。

（問題点 2）フェイクの可能性のある記事のみを閲覧するだけでは、記事の真偽を見極めることは難しい。

2.2 方針

上記の問題点に対して、本研究では、まず、訂正を表す語の出現状況の分析に基づいて、訂正記事とフェイクの可能性のある記事のセットを抽出する手法を開発する。次に、他者反応の分析に基づいて、訂正記事として注目すべきものを選出する手法を開発する（問題点 1 への対応）。

次に、フェイクを疑うべき記事とその見極めの参考となる情報を抽出し、対応づけて示唆するシステムを開発する（問題点 2 への対応）。

これにより、記事の真偽の見極めを現実的に経験させる方法について、新たな可能性を示す。

本研究では、多数の利用者より絶え間なく投稿がなされていることに加えて、多くの記事がその真偽に関わらず瞬時に拡散されることからその見極めの必要性が高いと考えられる Twitter を対象とする。



図1 フェイクを疑う経験の促進のための他者反応の提示

3. 他者反応を考慮したフェイク記事の抽出

本研究では、日本語で投稿されたツイートを対象として、まず、フェイク記事に対して注意喚起や訂正している記事を収集する。予め、フェイクを訂正するために使用される頻度の高い単語をフェイク記事訂正ワード群として設定し、それらが含まれるツイートをフェイク記事に対する訂正記事の一次候補として収集する。次に各訂正記事候補に対する他者反応としていいね数、リツイート数、フォロワー数等の注目度合いを分析対象として用い、これらが一定以上ある記事を訂正記事として抽出する。

次に、抽出した訂正記事が訂正しているフェイクの可能性のある記事を、記事内のIDとURLを用いて辿ることで収集する。特に、投稿記事の引用リツイートによるものと、投稿記事に対して直接リプライしているものを対象として収集する。

フェイクの可能性のある記事とその訂正記事に返信している周辺記事と他者反応を収集し、これらを一つの記事群として、ユーザに視覚的に提示する。

4. 見極め経験促進システム

本システムは、ユーザの話題設定に応じてフェイクを疑うべき記事群を自動的に収集・蓄積する。収集した記事群の分析に基づいて、フェイクの可能性のある記事、訂正記事、および、それらを含む記事群を視覚的に提示する(図1)。

記事の真偽を観察する際に、収集された記事を返信関係に基づいてグループピングし、その一覧がユーザに提示される。ユーザが、その中から観察するものを選択すると、システムはフェイクの可能性のある記事とそれに対する訂正記事をあわせて提示する。また、システムは、観察中の記事が含まれる記事群の構造を視覚的に提示する。

本システムでは、これら真偽判断の参考とする情報の提示範囲や順番を設定することができる。提示方法をユーザの経験度合等に応じてコントロールすることで、記事見極めの経験を促す。

5. ケーススタディ

5.1 実験概要

他者の反応を考慮したフェイク訂正記事候補の抽

出に関する手順検証と課題抽出を目的としたケーススタディを行った。本ケーススタディでは、まず、フェイク情報訂正ワード群により、訂正記事候補を収集した。具体的には、「ワクチン、コロナ、感染、接種、PCR、オミクロン」に関する記事を1週間の期間収集した。次に、他者の反応を表す要素としていいね数、リツイート数、フォロワー数、リスト数を分析した。訂正記事候補中の各記事について他者反応が一定以上あった記事を訂正記事として抽出した。収集された訂正記事候補について1つ1つ目視で確認し、訂正記事の正解データを作成した。最後に、他者反応を考慮して抽出した訂正記事と正解データを比較し、一致状況を確認した。

5.2 結果と考察

まず、記事の収集から、訂正記事候補の抽出、注目すべき訂正記事の選出まで一連の処理が概ね意図通り行えることを確認できた。

訂正記事抽出は、適合率0.4程度を得ることができていた。今回のケーススタディは、他者反応として1つ要素のみを考慮する形による試行であり、有望な結果と言える。

今後は、分析に用いる他者反応を段階的に複合化し、実践に繋がる精度の確保を図る。

6. まとめ

本稿では、ユーザのフェイクを疑う経験の促進を目標として、Twitter上のフェイクを疑うべき記事とそれに対する訂正記事を抽出する手法、ケーススタディについて述べた。

今後は、プロトタイプを用いた実験を通して、情報の提示方法と経験促進効果の兼ね合いを含めた検証を進めたい。

参考文献

- (1) 柳裕太, 折原良平, 清雄一, 田原康之, 大須賀昭彦: “記事へのコメント生成によるフェイクニュースの早期検出”, 情報処理学会知能システム研究報告, Vol. 2020-ICS-200, No.3, pp.1-6, 2020.
- (2) Natali Ruchansky, Sungyong Seo, and Yan Liu: “CSI: A Hybrid Deep Model for Fake News Detection”, Proc. of the 2017 ACM on Conference on Information and Knowledge Management, 797-806.

ソーシャルメディア記事の見極め経験促進を目指した 災害留意情報抽出の試み

Promotion of the Experience in Identifying Valuable Disaster Caution Information: An Attempt to Extract Noteworthy Articles on Social Media

石井 大智^{*1}, 中山 祐貴^{*2}, 大沼 亮^{*3}, 神長 裕明^{*1}, 宮寺 庸造^{*4}, 中村 勝一^{*1}
Tomoki Ishii^{*1}, Hiroki Nakayama^{*2}, Ryo Onuma^{*3}, Hiroaki Kaminaga^{*1}, Youzou Miyadera^{*4}, Shoichi Nakamura^{*1}

^{*1} 福島大学 共生システム理工学研究科 / 共生システム理工学類

^{*1} Department of Computer Science and Mathematics, Fukushima University

^{*2} 山形大学 地域教育文化学部

^{*2} Faculty of Education, Art and Science, Yamagata University

^{*3} 津田塾大学 学芸学部 情報科学科

^{*3} Department of Computer Science, College of Liberal Arts, Tsuda University

^{*4} 東京学芸大学 教育学部

^{*4} Faculty of Education, Tokyo Gakugei University

Email: ishii@cs.sss.fukushima-u.ac.jp, nakayama@e.yamagata-u.ac.jp, r.onuma@tsuda.ac.jp,
{kami, nakamura}@sss.fukushima-u.ac.jp, miyadera@u-gakugei.ac.jp

あらまし：自然災害等に関する避難や被害軽減行動に際して、ソーシャルメディア上で個人が発信する「差し迫る危険や避難の必要性等を訴える記事（災害留意情報）」が貴重な参考となるケースが増加しているが、閲覧者による見極めは経験を要するものであり、容易ではない。本稿では、参考とする記事の見極め経験を促すシステムの概要について述べ、ソーシャルメディア上の災害留意情報を含む記事を抽出する実験について報告する。

キーワード：災害留意情報，避難軽減行動，見極め経験，ソーシャルメディア

1. はじめに

近年、大雨や土砂災害など、市民が不安を抱く対象が多様化している。避難や被害軽減行動には気象庁や自治体から提供される情報は勿論重要ではあるが、ソーシャルメディア上で個人が発信する「差し迫る危険や避難の必要性等を訴える記事（災害留意情報）」に救われるケースが少なからず存在する。しかし、ソーシャルメディア上には膨大な情報が流通しており、閲覧者自身が情報を取捨選択する必要がある。この「注意を向けるべき情報」の見極めには経験が必要であるが、その機会を得難い実情がある。

これに対して、災害対応時の自治体における現場情報収集に Twitter を活用する試み(1)、交通現象に係わる SNS の情報収集及び活用技術に関する研究(2)などが報告されている。これらは、対象とする SNS 記事の自動抽出に主眼を置くもので、閲覧者の見極め経験の促進は考慮されていない。

本研究では、ソーシャルメディアから「災害留意情報」を含む記事を抽出し、閲覧者に提示するシステムを開発する。これにより、経験の浅い閲覧者の災害留意情報の見極め経験を促進することを目指す。

2. 問題点と支援方針

2.1 ソーシャルメディアの情報収集における問題点

まず、ソーシャルメディア上には、有用な情報とそうでないものが混在しており、経験の浅い閲覧者にとって取捨選択が難しい（問題点 1）。

また、注意を向けるべき災害留意情報を見極める経験を積む（能力を養う）ことが重要だが、その機会を得難い（問題点 2）。

2.2 支援方針

本研究では、まず、ソーシャルメディア上から「災害留意情報」を含む記事を抽出する手法、および、災害情報を地理的な要素と合わせて提示する手法を開発する（問題点 1 への対応）。

加えて、閲覧者の経験度合に応じて記事を提示する戦略を開発する（問題点 2 への対応）。

その上で、これらの手法を導入した支援システムを開発することにより、閲覧者の見極め経験の促進を目指す（図 1）。

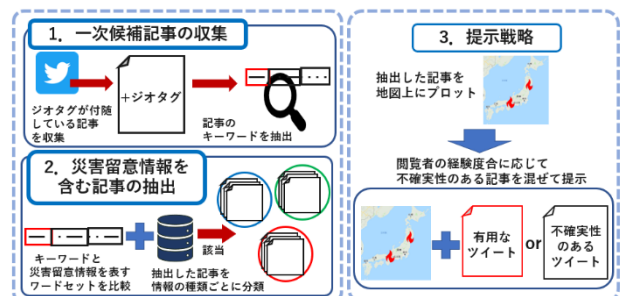


図 1: 災害留意情報の見極め経験促進の概要

3. 災害留意情報見極め経験促進システム

3.1 災害留意情報を含む記事の収集

まず準備として、災害情報を含む実際の記事の観

察結果を参考にして、災害情報の種類ごとに、それを体現するワードセットを作成する。現時点では、日本語で記述された記事を対象としている。その上で、以下の手順で、災害留意情報を選出する。本システムの概要を図2に示す。

- 1) Twitter API を用いて、災害の種類毎にそれを表す語句を含むツイートを一次候補として収集する。
- 2) 1) で収集したツイートについて位置情報を抽出する。ジオタグが付与されている記事については、Twitter API を用いて位置情報を取得する。ジオタグが付与されていない記事については、地名を表す語句を抽出し、ライブラリである Geocoder を用いて位置情報を取得する。
- 3) 2) で収集したツイートから投稿日時、ユーザ名、ユーザ ID、ツイートの ID、いいね数、リツイート数、ツイート、位置情報を抽出し、データベースに保存する。
- 4) 保存したツイートから特徴語を抽出し、データベースに保存する。
- 5) 4) で抽出した特徴語と「災害の内容を表す語」の一致状況を事前に別途準備したワードセットを用いて確認する。この際、災害の内容を表す語を含むツイートについては、注目に値する災害留意情報の選出に備えて、出現する語と頻度を整理・記録する。

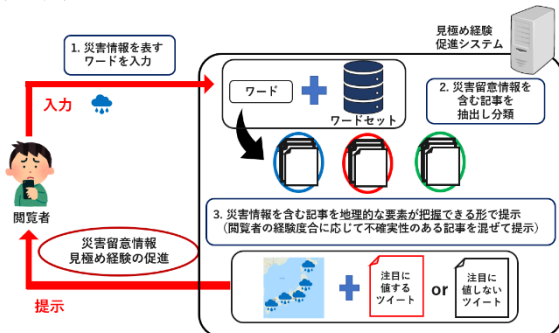


図2: 支援システムの概要

3.2 注目に値する災害留意情報の抽出

選出したツイートから、注目に値する災害留意情報を選出する。そのために、ツイートの「いいね」数に基づいて、注目されている度合いを分析する。また、事前に準備した「危険回避行動等の必要性を訴える表現」の出現状況を分析する。これらの分析結果に基づいて、注目に値するツイートを選出する。

選出した記事を地理的な要素を把握しやすい形で提示することで、参考とする災害留意情報の見極めを現実的に経験するきっかけを提供する。

4. 実験と考察

4.1 実験概要

災害留意情報の抽出手法の有効性検証と課題抽出を目的として実験を行った。

事前に、災害留意情報を含む実際の記事の観察に

基づいて、災害（地震、噴火）を表す語句を収集し、ワードセットを作成した。これを用いて、はじめに、以下の条件に合致するツイートを Twitter API を用いて収集した（1次候補）。

- ・「地震災害」、「噴火災害」を表す語句を含む
- ・画像または動画を含む

ここで、収集したツイートを1つ1つ目視で精査し、災害留意情報にあたるものをピックアップした。これを本実験における正解データとした。その上で、実験用システムを用いて、収集した1次候補から、災害留意情報の候補を抽出した。具体的には、災害を表す語句の出現状況と注目されている度合い（いいね数）の分析に基づいて、最終的な候補を選出した。

最後に、抽出した災害留意情報の候補と正解データの一致状況を確認し、適合率、再現率、F 値を算出した。

4.2 結果と考察

災害留意情報の抽出結果を表1に示す。地震、噴火の双方ともに高い精度が得られていることが分かる。今回は比較的シンプルな基準で抽出を試みたこと、Twitter の文字数制限ゆえに特徴語の抽出が上手く行かない部分があることを勘案すると、十分に良好な結果と考えられる。

一方で、今回準備したワードセットでは対応できていない災害留意情報も存在していた。本研究では、ワードセットを作成する際に類義語を加味しているが、類義語抽出に用いたモジュールが英単語の意味をベースにしているものであることが影響している可能性がある。ワードセットの準備方法について更なる検討が必要である。

表1 地震と噴火の実験結果

| | 適合率 | 再現率 | F 値 |
|----|------|------|------|
| 地震 | 1.00 | 0.81 | 0.90 |
| 噴火 | 0.94 | 0.85 | 0.89 |

5. おわりに

本稿では、ソーシャルメディア上の災害留意情報の見極め経験促進システムの概要について説明した。また、災害留意情報抽出実験について報告し、その結果に基づいて提案手法の有効性について考察した。

今後は、実際のデータを用いた検証を重ね、提案手法の改善を進めたい。

参考文献

- (1) 浦川豪, 塩田淳, 栗原龍: “ソーシャルメディアを活用した状況認識の統一を支援する現場情報収集手法の確立”, 災害情報, Vol. 16, No. 2, pp. 179-189, (2018).
- (2) 藤本雄紀, 今井龍一, 中村健二, 田中成典, 有馬伸広, 荒川貴之, “交通現象に係わる SNS の情報収集及び活用技術に関する研究”, 日本知能情報ファジィ学会誌, Vol. 34, No. 0, pp. 403-404, (2018).

三角ロジック組立演習の高等専門学校での実践利用と学習効果の測定

Practical Use of Triangle Logic Composition Exercise and Evaluation of Learning Effect

- In case of National Institute of Technology(KOSEN) -

藤原 宗幸^{*1}, 沖永 友広^{*2}, 長澤 怜男^{*2}, 林 雄介^{*2}, 平嶋 宗^{*2}, 木下 博義^{*2}

Muneyuki FUJIWARA^{*1}, Tomohiro Okinaga^{*2}, Reo NAGASAWA^{*2}, Yusuke HAYASHI^{*2}, Tsukasa HIRASHIMA^{*2}, Hiroyoshi Kinoshita^{*2}

^{*1}広島商船高等専門学校 流通情報工学科

^{*1}Department of Distribution and Information Engineering, National Institute of Technology(KOSEN), Hiroshima College

^{*2}広島大学

^{*2}Hiroshima University

Email: fujiwara.muneyuki.gc@hiroshima-cmt.ac.jp

あらまし：本研究の目標は、三角ロジック組立演習を組み込んだ授業を設計・実施し、その効果を検証することである。この目標に向けた一つの段階として、これまで大学生等において実験的利用で実績のある三角ロジック組立演習を高専 2 年生の情報基礎科目の授業内で実施し、演習としての実施可能性と学習効果を示唆する結果を得たので報告する。

キーワード：三角ロジック，論理的思考，三段論法，Toulmin モデル，学習支援システム

1. はじめに

論理的思考の重要性は古くから指摘されているが、特に近年、21 世紀型能力の中の「思考力」の基本要素であるとされ、あるいは学習指導要領における「深い学び」の表れの 1 つと指摘されるなど、その重要性の認識が広まってきている。

論理的思考力に焦点を与えた授業方法に関する研究も様々に研究されるようになってきているが⁽¹⁾、改善すべき点として、(I) 1 回の課題解決に多くの時間がかかるため課題解決を数多く経験することができない、(II) 個々の学習者の課題解決の妥当性を評価できない、(III) 個々の学習者の課題解決を記録できない、がある。本研究の目標は、三角ロジック組立演習システム⁽²⁾をベースに、これらの問題点を解決した授業を実現することである。

三角ロジック組立演習システムは、大学生・大学院生を対象とした実験的な利用を通して、演習を経験することが論理的な思考力の向上への有効性が確認されている⁽²⁾。しかしながら、この三角ロジックやその組立の教授法については検討されておらず、したがってこの演習と連動した授業は行われていなかった。また、演習における躓きの分析や、適切な受講者のレベルといったこともまだ検討されていなかった。演習だけでは効果がない学習者に対する対応や、演習の効果をさらに高めるうえで、教授法を開発し、授業と連動して演習を行うことが望まれる。

本研究では、第 1 著者の受け持つ高等専門学校での情報基礎科目に教授の段階を含めてこの三角ロジック演習を組み込むことで、前述の(I)-(III)の問題点の解決した授業の実現を目指す。このための一つの段階として、高等専門学校 2 年生に対して演習を実施し、得られたデータを分析した。結果として、演

習は滞りなく実施され、学習効果を示唆する結果も得られたので報告する。

2. 三角ロジック組立演習システム

Toulmin モデル⁽³⁾の「主張」「根拠」「理由付け」の主要要素だけを取り上げ、それらの三要素を三角形の各頂点に割り当てたのが三角ロジックモデルである。三角ロジック組立演習システムでは、三角ロジックモデルを命題論理で取り扱えるものに限定し、学習者には命題を与えて、それらを用いて適切な論理構造を組み立てさせることを演習としている。命題論理においては、主張が結論、根拠が小前提、理由付けが大前提、に相当することになる。図 1 は、演習場面であり、学習者が右に提供された命題を左の三角形の各頂点に配置し、その正誤をシステムが判定する。

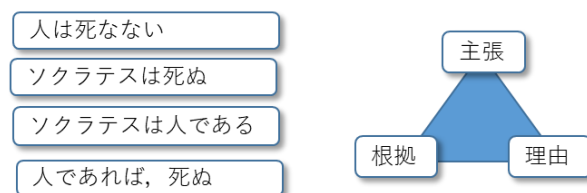


図 1 演習場面

3. 実験

3.1 実験手順

本実験の手順は、(1)論理の問題(事前テスト)を 20 分、(2)三角ロジックモデルと演習システムの説明を 10 分、(3)演習システムの利用を 30 分、(4)休憩を 5 分、(5)論理の問題(事後テスト 1)を 20 分、(6)演習を終えてのアンケートを 5 分とした。また比較す

るため半年期間を空けたのち、(7) 演習システムの利用を30分、(8) 論理の問題(事後テスト2)を20分行った。今回行った演習は、常識課題、非常識課題、無意味課題の三種類の演習を含んだものとなっている⁽⁴⁾。各テストには、国立教育政策研究所教育課程研究センターが高校生2年生を対象に論理的思考の育成状況を測るために実施した「特定の課題に関する調査(論理的な思考)」⁽⁵⁾の中から、一般的な表現形式である調査Iの内容A(13問)を用いたものであり、3回とも同一である。このテストの内容は、言語的に記述された立論や状況説明から論理的推論によって答えを導くものであり、三角ロジックで扱っている論理構造は必須であるものの、問題としては大きく異なっている。

3.2 被験者

本実験では、高等専門学校生(以下:高専生)32名(2年生)を対象として調査を行った。国立教育政策研究所が実施した論理的な思考力に関する大規模調査が高校2年生を対象としていることから、今回の被験者は今回用いたテストで論理的思考力を測ることができる被験者として扱った。情報教育の一環としてのシステムの体験的利用として授業内で計算機室において実施した。この実施に関しては、事前に実施内容及び実験が順守する倫理規定について授業担当教員と協議し、了解を得ており、また、参加者に対しても実施時に説明を行っている。

4. 結果と考察

4.1 結果の分析

表1に三角ロジック組立演習の完答人数と平均時間を今回の実施及び先行研究での大学生を対象とした実験的実施の結果を示した。今回の高専生32名の被験者が全員、制限時間内に正しい構造を組み立てることができており、高等専門学校でも問題なく使用できることが確認できた。

表2は各テストの結果を示す。事後テスト1に関しては、事前テストとの時間間隔が短いため、記憶の効果が表れている可能性がある。これに対して事後テスト2は、半年後に行われているので、テストとしての記憶の効果はないと判断できる。なお、事後テスト2の前に演習を行っているので、遅延ではなく、演習後のテストとして事後テストとしている。表3にテストの違いをt検定(ホルム法で多重比較)した結果を示した。事前テストに対して事後テスト2でも有意な得点向上がみられ(t検定, $p < 0.01$)、効果量は中程度認められた(Cohen's $d : 0.63 > 0.5$)。

表1 大学生と高専生の完答人数と平均時間

| | 完答人数 | 平均時間(s) |
|-----|-------|---------|
| 高専生 | 32/32 | 700.25 |
| 大学生 | 27/30 | 887.5 |

表2 各テストの結果

| テスト | 平均点 | 標準偏差 |
|-----|------|------|
| 事前 | 8.6 | 0.69 |
| 事後1 | 10.6 | 0.83 |
| 事後2 | 11.2 | 0.74 |

表3 各テストの平均点に対する検定結果

| 比較の組 | 調整 p 値 | 効果量 d |
|---------|--------|-------|
| 事前-事後1 | 0.010 | 0.46 |
| 事前-事後2 | 0.009 | 0.63 |
| 事後1-事後2 | ns | 0.13 |

4.2 考察

本稿で報告したように、三角ロジック組立演習が高専2年生において実施可能であり、また、学習効果が見られることが分かった。三角ロジック組立演習が取り扱う演習の構造はどの学年で学習するかは明確になっていないが、本演習の実施としては最も若い学年となっており、本研究が目標とする高校での授業としての実施の可能性が確認できたと考えている。学習効果に関しては、これまでの実験では記憶の効果を排除しきれていなかったが、今回の結果は記憶の効果はないと考えることができるので、演習による論理的思考力に対する効果をより適切に測れたと判断している。

5. まとめと今後の課題

本稿では、三角ロジック組立演習の高専2年生での実施の妥当性と学習効果の確認ができたことを述べた。本結果は、本研究の目標となる演習を組み込んだ授業設計とその評価の基礎となる。今後の課題としては、本演習を中核として教授も含んだ教授法の設計・開発・実施と、より年齢の低い学年での実施や、高専以外での実施などの、適用範囲の拡大があげられる。

謝辞

本研究の一部は、科研費・基盤研究(C)(22K12328)の助成による。

参考文献

- (1) 道田泰司, 土屋善和, 岩谷千晴: “批判的思考の育成を目指した授業のあり方に関する一考察”. 琉球大学教育学部紀要, 94, 85-96(2019).
- (2) 北村拓也, 長谷浩也, 前田一誠, 林雄介, 平嶋宗: “論理構造の組み立て演習環境の設計開発と実験的評価”, 人工知能学会論文誌, Vol. 32, No. 6, pp. C-H14_1-12 (2017)
- (3) Toulmin, S.E.: “The Uses of Argument, Updated Edition”, Cambridge University Press(First published: 1958) (2003)
- (4) 沖永友広, 藤原宗幸, 林雄介, 平嶋宗: “論理構造組立における命題の無意味化と非常識化の影響の実験的分析”, 信学技報(思考と言語研究会), Vol.121, no.219, pp16-21(2021).
- (5) 特定の課題に関する調査(論理的な思考): https://www.nier.go.jp/kaihatsu/tokutei_ronri/index.html, 2022年4月18日

技能五輪全国大会入賞へのキー・ファクター Winning the National Skills Competition: key success factors

藤田 紀勝^{*1},
Norikatsu FUJITA^{*1}

^{*1}職業能力開発総合大学校
Polytechnic University
Email: fujita@uitech.ac.jp

あらまし：本報では、技能五輪全国大会入賞の有無を分ける 37 項目の効果量を述べる。技能五輪全国大会出場入賞には、指導者要因が大きく、「入賞経験」、「特性に合わせた指導」、「練習メニューの蓄積」、「作業テクニックの蓄積」が関係していた。選手要因として、「経験年数」が関係していた。環境要因として、「実習設備の充実」、「十分な練習時間の確保」が関係していた。これから 7 つのキー・ファクターと共に、年度毎の選手要因のキー・ファクターのバラつきを確認した。これは技能の個別性の高さを示している。技能五輪全国大会入賞へのキー・ファクターを選手、指導者、環境の 3 要因から捉え、選手の競技力最大化の方向性を示した。

キーワード：技能競技大会、熟達研究、職業訓練、技能科学

1. はじめに

技能五輪全国大会は、青年技能者の技能レベルの日本一を競う競技大会である。ここでは、人の感覚や経験に頼るアナログ的なパフォーマンスが競われる。技能五輪全国大会は、2 年毎に開催される国際技能競技大会への派遣選手選考会をかねた大会でもある。筆者が所属する職業能力開発総合大学校の教員が技能五輪全国大会競技委員を務める職種の割合 41.1% (平成 29 年度～令和 2 年度) となっている⁽¹⁾。

本報では、技能五輪全国大会入賞の有無を分ける 37 項目の効果量を述べる。尚、効果量は、2017 年～2020 年に実施したアンケート (2017 年 (指導者: 143 件, 選手: 297 件), 2018 年 (指導者: 126 件, 選手: 287 件), 2019 年 (指導者: 118 件, 選手: 284 件), 2020 年 (指導者: 95 件, 選手: 171 件) から求めた。

2. 調査するキー・ファクター

参考文献⁽²⁾において、キー・ファクターの選定からアンケート作成までを示した。ここではキー・ファクターの概略を述べる。

2.1 選手要因 (13 項目)

選手要因は、「経験年数」、「ものづくりの楽しさ」、「疲労度」、「ものづくりへの熱意」、「作業の改善案を考える」、「作業評価を入れている」、「疑問点を質問している」、「練習計画立案の有無」、「トラブル対策の有無」、「嫌いな練習にも取り組む」、「睡眠時間」、「メタ認知の有無」、「企業での地位向上」である。

例えば、画家の縦断的研究では、品質基準を満たす行為そのものへの熱意から来ていることが分かっている。また、オリンピックスイマーの長期的な調査においても、卓越性を達成する秘密は常にパフォーマンスのあらゆる細部に細心の注意を払うことに

あることが分かっている。

2.2 指導者要因 (18 項目)

指導者要因は、「入賞経験」、「指導年数」、「参加回数」、「優勝者の作業映像の蓄積」、「VR などの利用」、「練習メニューの蓄積」、「作業テクニックの蓄積」、「特性に合わせた指導」、「技能習熟度の把握」、「基本的な反復作業」、「得意な技能要素の向上」、「不得意な技能要素の向上」、「精神面の強化」、「メンタルの持ち方の指導」、「作業全体の見直しの指導」、「身体の位置と動きの指導」、「作業環境づくりの指導」、「作業手順の指導」である。

例えば、モールス符号の習得において、訓練方法の工夫により壁が回避できることが分かっている。また、数の桁数を覚えるテクニックを知ればパフォーマンスは 10 倍以上になる報告もある。

2.3 環境要因 (6 項目)

環境要因は、「企業からの期待」、「設備の充実」、「十分な練習時間の確保」、「多くの競争相手」、「環境面の企業サポート」、「技能者へ敬意を払う社風」である。

例えば、3 歳～8 歳のナショナル・レベルのスイマーの育成費用でさえ、年間 5000 ドルを超えている。また、経験豊富な印刷工にボーナスを与えることで 25% の生産性が向上した報告もある。

3. アンケートの分析

アンケートの統計処理は、選手とその指導者を統合し、指導者要因、選手要因、環境要因に分けて行う。

図 1 に技能五輪全国大会入賞へのキー・ファクターを示す。下線は、入賞の有無で 2 群に分けて、

表1 技能五輪全国大会入賞へのキー・ファクター

| | 2017年度 | 2018年度 | 2019年度 | 2020年度 |
|--------------|---|--|---|---|
| 指導者要因 | <u>入賞経験 (0.83)</u> <u>特性に合わせた指導 (0.69)</u> <u>練習メニューの蓄積 (0.75)</u> <u>作業テクニックの蓄積 (0.7)</u> 技能習熟度の把握 (0.59) 優勝者の作業映像の蓄積 (0.46) 作業環境づくりの指導 (0.45) 作業手順の指導 (0.48) メンタルの持ち方の指導 (0.56) 身体的位置と動きの指導 (0.68) | <u>入賞経験 (0.64)</u> <u>特性に合わせた指導 (0.36)</u> <u>練習メニューの蓄積 (0.44)</u> <u>作業テクニックの蓄積 (0.74)</u> VRなどの利用 (0.39) | <u>入賞経験 (1.02)</u> <u>特性に合わせた指導 (0.39)</u> <u>練習メニューの蓄積 (0.46)</u> <u>作業テクニックの蓄積 (0.59)</u> 技能習熟度の把握 (0.4) 作業環境づくりの指導 (0.42) 作業手順の指導 (0.3) 作業全体の見直し (0.47) 精神面の強化 (0.32) 指導年数 (0.27) | <u>入賞経験 (0.80)</u> <u>特性に合わせた指導 (0.55)</u> <u>練習メニューの蓄積 (0.67)</u> <u>作業テクニックの蓄積 (0.78)</u> 技能習熟度の把握 (0.37) 優勝者の作業映像の蓄積 (0.37) メンタルの持ち方の指導 (0.53) 不得意な技能要素の向上 (0.35) |
| 選手要因 | <u>経験年数 (0.39)</u> | <u>経験年数 (0.31)</u> 改善案を考えている (0.41) | <u>経験年数 (0.63)</u> 作業評価を入れている (0.32) メタ認知の有無 (0.42) トラブル対策の有無 (0.49) 企業での地位向上 (0.4) 練習計画立案の有無 (0.38) | <u>経験年数 (0.73)</u> 作業評価を入れている (0.41) メタ認知の有無 (0.38) トラブル対策の有無 (0.73) |
| 環境要因 | <u>設備の充実 (0.63)</u> <u>十分な練習時間の確保 (0.66)</u> 多くの競争相手 (0.68) 技能者へ敬意を払う社風 (0.34) 企業からの期待 (0.32) | <u>設備の充実 (0.47)</u> <u>十分な練習時間の確保 (0.4)</u> 多くの競争相手 (0.45) | <u>設備の充実 (0.5)</u> <u>十分な練習時間の確保 (0.38)</u> 多くの競争相手 (0.36) 企業からの期待 (0.48) 環境面の企業のサポート (0.38) | <u>設備の充実 (0.47)</u> <u>十分な練習時間の確保 (0.43)</u> 技能者へ敬意を払う社風 (0.66) |

t 検定により統計上の有意差が確認できた項目である。()の数字は効果量を示している。効果量はグループ間の偏差値の差である。例えば、0.4は入賞の有無のグループ間で偏差値4の差を意味する。効果量は、0.4が基準値となり、0.4を超えれば、大きな影響を与える範囲とされている。

キー・ファクターは、指導者要因で、指導した選手の「入賞経験」、「特性に合わせた指導」、「練習メニューの蓄積」、「作業テクニックの蓄積」である。選手要因では、「経験年数」である。環境要因では、「設備の充実」、「十分な練習時間」である。

分析から、特に指導者要因が大切であることが分かる。例えば、国際レベルの優れたピアニストになるためには、音楽に対するユニークな解釈への貢献が求められる。この移行の困難さが一流への道を阻むとされている。そのため、国際レベルのピアニストは最高の指導者を探すことに大きな努力が払われている。ものづくり技能も同様の世界であり、技能に対する新しい意味の志向が求められる。「新しい意味」の志向とは、一瞬のひらめきや最高のパフォーマンスが発揮できた瞬間を偶然と捉えず、分析して独自の方略として形成していくことである。すなわち、技能の体得する本質は、自分に心に響く情報を発見した時に、それが消えてなくなるまで自分の中に完全に組み込み、自分の技の一部にしてしまうことである。

また技能の体得は、練習の質と時間の両方に関係している。私たちのもっとも際立った個性的な特徴は、感覚を有していることであり、技能の個性性は高いといえる。

4. おわりに

本報では、技能五輪全国大会で入賞する卓越した技能を7つのキー・ファクター（「入賞経験」、「特性に合わせた指導」、「練習メニューの蓄積」、「作業テクニックの蓄積」、「経験年数」、「設備の充実」、「十分な練習時間」）で示した。

統計的に導き出された結果は平均的な効果になる。更に、年度毎の選手要因のキー・ファクターのバラつきは、技能の個性性の高さを示している。これらのことは、すべての人に当てはまらない可能性を意味する。しかしながら、過去4年間、共通して見られた項目は、少なくとも技能教育の方向性を示すキー・ファクターである点は間違いがない。更に、表1で示した項目の関係性を理解していくことで、選手の競技力最大化の方向性の手立てを考えることにも役立つ。

統計的な外れ値の調査により、平均的な効果により消された特性を把握していくことが今後に残された課題である。

参考文献

- (1) 技能五輪と職業大:職業能力開発総合大学校 HP <https://www.uitec.jeed.go.jp/philanthropy/skillolympic/convention/index.html>
- (2) 藤田紀勝, 松本和重, 横山真弘, 塚崎英世: “技能競技大会出場選手の技能向上メカニズム解明への探索的研究”, 技能科学研究誌, Vol.34, pp.1-10(2018)

長期的な専門的指導による歌声の音響特徴量の 時系列変化に関する基礎的考察

Fundamental Considerations on Time-Series Changes in Acoustic Features of Singing Voices by Long-Term Professional Instruction

平井 雅人^{*1}, 香山 瑞恵^{*2}, 池田 京子^{*3}, 山下 泰樹^{*4}, 小畑 朱美^{*5}, 山口 道子^{*5},
谷 友博^{*5}, 永井 孝^{*6}, 召田 優子^{*7}, 浅沼 和志^{*7}, 伊東 一典^{*2}

Masato HIRAI^{*1}, Mizue KAYAMA^{*2}, Kyoko IKEDA^{*3}, Yasuki YAMASHITA^{*4}, Akemi OBATA^{*5}, Michiko YAMAGUCHI^{*5},
Tomohiro TANI^{*5}, Takashi NAGAI^{*6}, Yuko MESUDA^{*7}, Kazushi ASANUMA^{*7}, Kazunori ITOH^{*2}

^{*1}信州大学大学院, ^{*2}信州大学工学部, ^{*3}相山女学園大学, ^{*4}長野県工科短期大学校

^{*5}武蔵野音楽大学, ^{*6}ものづくり大学技能工芸学部, ^{*7}国立高専機構長野高専

^{*1}Graduate school of Science & Technology, Shinshu University, ^{*2}Faculty of Engineering, Shinshu University,

^{*3}Sugiyama Jogakuen University, ^{*4}Nagano Prefectural Institute of Technology,

^{*5}Musashino Academia Musicae, ^{*6}Faculty of Technologists, Institute of Technologists,

^{*7}National Institute of Technology, Nagano College

Email: ^{*1}21w2054a@shinshu-u.ac.jp

あらまし：本研究の目的は、歌声の響きに関連する音響特徴量を定量化し、歌声評価指標として提案することである。本稿ではまず、音楽大学生の歌声における長期間での音響特徴量の変化を示す。そして、声楽指導者からの印象評価語との対応を考察する。

キーワード：歌声, 周波数特性, 歌唱評価指標, 音響特徴量, 音大生, 定量化, Singer's formant

1. はじめに

近年、スキル学習の場面で学習成果の定量化を図る研究が多くなっている^(1,2)。我々は、声楽を学ぶ学生を対象に、歌声の音響特徴量に基づく学習成果の定量化を探究している⁽³⁾。ここで扱う音響特徴量は、歌声の響きに関係するとされる Singer's formant⁽⁴⁾を定量化した成果である。具体的には、Singer's formantの割合である SFR と Singer's formantの強度である Q 値を用いる。

これまで、イタリア歌曲を対象にし、教育学部音楽コースの学生を対象とした中期間(1.5年間)の学習成果は報告された⁽⁵⁾。しかし、声楽を専門的に学ぶ音楽大学の学生(以下、音大生と称す)を対象とした長期間(4年間)の声楽指導の成果として、歌声の各音響特徴量との関係は報告されていない。そこで、本稿では、音大生を対象とした長期間での歌声の変化を考察する。

2. 解析方法

本章では歌声の解析方法について述べる。本研究では、同一大学声楽科の音大生を対象に、大学入学時から卒業直前までの4年間、特定楽曲の歌声を記録した。記録対象者は9名であった。本稿では、このうち同一声種(ソプラノ)であり、かつ卒業直前の歌声が最も良いと判断された7名(以下、被験者 A, B, C, D, E, F, G と称す)の歌唱データを対象とする。彼らに対する専門的な声楽指導は2017年度から2020年度に行われた。そのうち、本稿では、入学直後と卒業直前の歌唱データ(各28データ)を

解析対象とする。解析対象楽曲は、声楽指導者の意見から「Caro mio ben」(作詞：不明, 作曲：Tommaso Giordani)とした。

被験者は分析対象とする区間を独唱し、各被験者につき1回の収録で2回ずつの歌唱をさせた。収録は音の反響しない静かな部屋で行った。被験者にはレコーダから2m離れた正面立位で歌唱させた。音声はサンプリング周波数44.1kHz、量子化ビット数16bitで収録した。また、「Caro mio ben」内の歌詞「Cessa」区間と「Tanto」区間を評価対象とした。なお、歌唱データはベッセルフィルタによる平滑化を行った上で解析した。

3. 解析結果

図1はCessa区間のSFR、図2はCessa区間のQ値、図3はTanto区間のSFR、図4はTanto区間のQ値を表す。箱ひげ図中の横線は中央値を示す。また、ひげの長さは、箱の長さの1.5倍以内にある最大値、最小値までの距離である。各図の縦軸は各音響特徴量の大きさを表している。横軸は被験者7名を表しており、アルファベットに続く2桁の数は収録年度の下2桁を表している。例えばA17は被験者Aの2017年度を表す。ここでは、2017年度前期を指導前、2020年度後期を指導後と称す。被験者毎に指導前と指導後の解析結果を並べている。

4. 考察

先行研究では、「良い声」の音響特徴量の閾値として、Cessa区間はSFRが14.4以上24.4以下、Q値が

15.0 以上 34.7 以下, Tanto 区間は SFR が 14.4 以上 24.0 以下, Q 値が 18.0 以上 35.9 以下と報告されている(以下, 良領域). 一方, 「良くない声」は SFR が 9.9 以下, Q 値が 5.4 以下である⁶⁾(以下, 悪領域). 図 1~4 に良領域と悪領域を網掛けで示す(■部: 良領域, ■部: 悪領域). 良領域と悪領域の間, 及び良領域の上側の範囲にある声は, 現状, 良悪の判断が不明である(以下, 不明領域).

また, 各被験者の声楽指導者から得た印象評価語(発声源・共鳴・呼吸因子を含む)のを表 1 に示す. ここでは 3 名(A, E, F)の指導前後での歌声を比較して, 4 名の声楽指導者が, 共通して成長したと判断した特徴がまとめられている.

ここでは, 図 1~4 とこれらの結果から, 長期的な歌唱の専門指導と音響特徴量の変化について先行研究を踏まえて考察する.

2 つの評価対象区間において, 指導後に悪領域になった被験者は存在しない. Cessa 区間では全被験者, Tanto 区間では 6 名において, SFR と Q 値いずれかの音響特徴量の領域が維持あるいは改善された.

特に Cessa 区間において, B, C, F の SFR と Q 値の中央値は指導前では悪領域あるいは下側の不明領域であったが, 指導後は全て良領域となった. また, 残りの 4 名は, 指導前には良領域にあり, 指導後も良領域か上側の不明領域になった.

また, Tanto 区間においては, B, D の SFR と Q 値の中央値は指導前では悪領域あるいは下側の不明領域であったが, 指導後は不明領域あるいは良領域となった. また, E, F, G は, 指導前には良領域にあり, 指導後も良領域か上側の不明領域になった. A の SFR は, 指導前では悪領域であったが, 指導後は下側の不明領域になった(上昇に有意差なし). A の Q 値は, 指導前後で中央値は上昇したが, 悪領域のままであった(上昇に有意差あり).

表 1 より, 響きに関する印象評価語として, A は「共鳴腔を意識できるようになった」と評価された. このことは, 両評価対象区間において Q 値の維持, あるいは値の上昇が反映したものと考える. E は「よく響くようになった」, F は「声が明るくなった」と評価された. これらのことは, 両評価対象区間において指導後に両指標が良領域あるいは上側の不明領域になったことが反映したものと考える.

表 1 聴取実験結果

| 被験者 | 評価 |
|-----|--|
| A | 息漏れが少なくなった 共鳴腔を意識できるようになった 息に乗せられるようになった |
| E | 声が突っ張らなくなった よく響くようになった 腹式呼吸ができるようになった 腹筋・背筋が使えるようになった |
| F | 音程がよくなった 声が明るくなった 声が安定してきた/声が揺れなくなった |

5. おわりに

本稿では, 長期的な専門的指導を受けた音大生に対して, 音響特徴量の時系列変化に対する基礎的考察を行った. その結果, Cessa 区間では全被験者, Tanto 区間では 6 名において, SFR と Q 値いずれかの音響特徴量の領域が維持あるいは改善された. また, 4 名の声楽指導者による評価から響きに関連する印象評価語を得た. 今後は指導者による評価に対応する音響特徴量として発声源や呼吸に関連する評価指標の具体化を検討する.

謝辞 科研費 18K02817 と 22K00237 の支援を受けた.

参考文献

- (1) 人工知能学会, “論文誌特集号スキルサイエンス”, 人工知能学会論文誌, Vol.20, No.5 (2005).
- (2) 教育システム情報学会研究会, “スキルや経験に関わる学習支援法や支援環境/一般”, Vol.2020, No.4 (2020)
- (3) 吉田祥他, “声楽発声の熟度に関連する音響特徴量に基づく歌声の評価指標の提案” 電子情報通信学会論文誌 D, Vol.J103-D, No.4, pp.247-260 (2020)
- (4) W.T.Bartholomew, “A Physical Definition of “Good Voice-Quality” in the Male Voice”, J. Acoust. Soc. Am., Vol.6, No.1, pp.25-33 (1934)
- (5) 吉田祥他, “歌声の習熟度に関連する周波数特性に基づく音響特徴量の特定個人の長期的変化”, 情報処理学会音楽情報科学研究会, Vol.114, No.12, pp.1-6 (2017)
- (6) 野田美春他, “歌唱の習熟度に関連する周波数特性に基づく音居特徴量を用いた初学者とプロ歌手の歌声評価”, 信学技報, Vol.115, No.444, pp.35-40 (2016)
- (7) 池田京子他, “歌声の「印象評価語」と「指導語」の抽出と分類 ~最適な指導語を求めて~, 人工知能学会身体知研究会, Vol.33, pp.2-5 (2020)

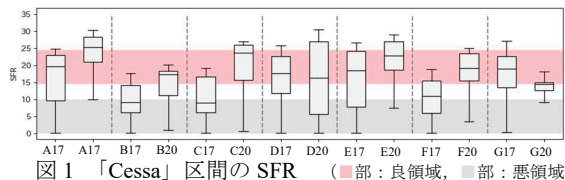


図 1 「Cessa」区間の SFR (■部: 良領域, ■部: 悪領域)

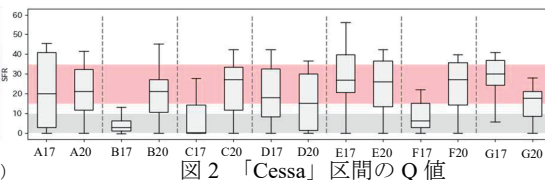


図 2 「Cessa」区間の Q 値

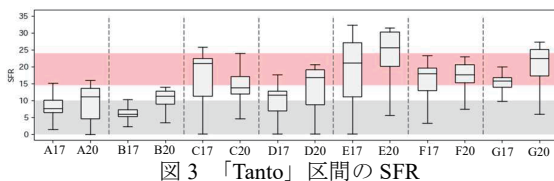


図 3 「Tanto」区間の SFR

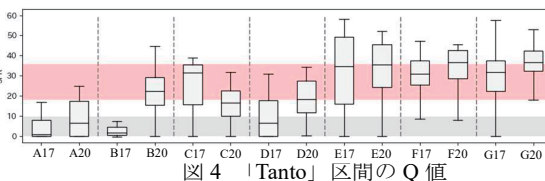


図 4 「Tanto」区間の Q 値

スラックライン動作の個人成長指標に関する基礎的検討

A Basic Study on Personal Growth Indicators of Slackline

千野 匠^{*1}, 香山 瑞恵^{*2}, 永井 孝^{*3}

Takumi CHINO^{*1}, Mizue KAYAMA^{*2}, Takashi NAGAI^{*3}

^{*1,*2} 信州大学大学院

^{*1,*2} Graduate School of Science & Technology, Shinshu University

^{*3} ものづくり大学

^{*3}Institute of Technologist

Email: 22w2066h@shinshu-u.ac.jp

あらまし: 本研究の目的は、加速度センサによるスラックライン測定データから上達指標を検討することである。本稿では、被測定者の動作に影響しない装着型小型加速度センサを用いた計測データから、3軸加速度と速度に関する習熟度別の特徴を整理した。その特徴から、四分位範囲に着目し、被験者ごとに比較をしていくことで習熟度の変化を表現することができるかを検討した。

キーワード: スラックライン, 特徴検出, 加速度センサ, 習熟度, 上達指標

1. はじめに

スラックラインは、ベルト状のライン上でバランスやトリックを決める競技である。近年、スポーツ競技だけでなく、バランス・トレーニングの一環として、他の競技の予備運動や病気のリハビリテーションに用いられており、選手の俊敏性やバランス能力の向上や脳性麻痺患者の姿勢制御改善に利用できることが示唆されている^(1,2,3)。しかし、スラックラインのパフォーマンスの個人における向上に関する議論は進んでいない。本稿では、加速度センサによるスラックライン計測データから3軸加速度と速度に関する習熟度別の特徴を基にして⁽⁴⁾、同一人物の複数回の計測からパフォーマンスの上達を確認することができるのかを検討する。

2. 計測データ

本章では、解析対象の被験者群、解析時のパラメータを示し、リサーチクエスション(RQ)を示す。

2.1 被験者と解析対象データ

被験者 被験者は、一般社団法人スラックライン推進機構が主催するスラックラインアカデミーの参加者12名(うち女性3名, 平均年齢 9.0±2.6 歳)と指導者1名(男性19歳)である。参加者の熟練度は3段階(初級群5名, 中級群4名, 上級群3名)である。

解析対象 計測対象はライン上での10秒間片足立ちとした。計測データの内、1秒~9秒の8秒間を解析対象区間とする。これは、動作の開始時と終了時にはラインの乗り降りが含まれるためである。計測期間は7か月間(2019年6~2月)とし、各月1回程度の頻度で測定した。計測データ数は、初級者群20データ, 中級者群25データ, 上級者群19データ, 指導者8データの計72データを使用する。

2.2 使用パラメータ

本研究では被験者の腰部に装着した高時間分解能

3軸加速度センサ(標本化周波数: 1.4kHz, 2.1kHz)で計測する。このセンサから得た3軸(左右・前後・上下)の加速度と速度を解析時の使用パラメータとする。

2.3 RQ

本稿で検討するRQは次のとおりである。

RQ1: 同一人物の複数回の計測結果から上達を確認することは可能か。

3. RQ

3.1 予備解析

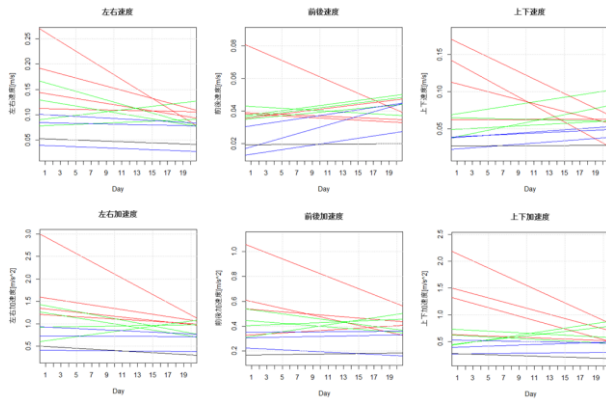
予備解析として解析対象区間における前後・左右・上下3軸の加速度と速度の代表値(平均値・中央値・四分位範囲)に対し、群間比較した。「各群間で解析対象区間の代表値に違いはない」を帰無仮説とし、比較結果から上達指標としての可能性を検討する。

初級者・中級者・上級者・指導者の4群に対して、各群の対応がなく、データ数が少ないためマンホイットニーのU検定により群間比較を行った。検定の有意水準は5%として、有意差の有無を判断する。

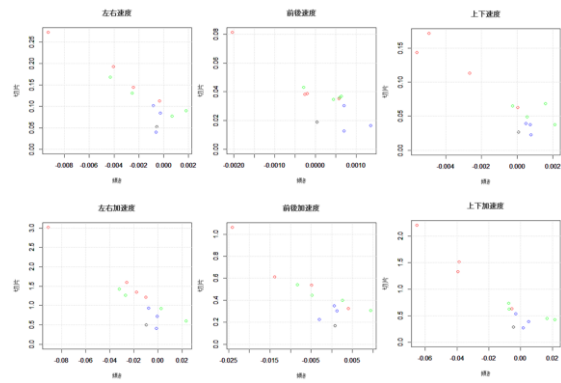
予備解析の結果として平均値と中央値では群間に有意差はなかった。四分位範囲における結果を表1に示す。*は有意差のある群の組み合わせを示しており、全てのパラメータにおいて有意差を持つ群間が

表 1:四分位範囲の検定結果

| | 速度 | | | 加速度 | | |
|---------|----|----|----|-----|----|----|
| | 左右 | 前後 | 上下 | 左右 | 前後 | 上下 |
| 初級vs中級 | * | | | * | | * |
| 中級vs上級 | | * | * | * | * | * |
| 上級vs指導者 | | | | * | * | * |
| 初級vs上級 | * | * | * | * | * | * |
| 初級vs指導者 | * | * | * | * | * | * |
| 中級vs指導者 | * | * | * | * | * | * |



(赤:初級者, 緑:中級者, 青:上級者, 黒:指導者)
図 2:3 軸速度・加速度の四分位範囲の近似直線



(赤:初級者, 緑:中級者, 青:上級者, 黒:指導者)
図 3:3 軸速度・加速度の傾きと切片の散布図

存在していることが分かる。この結果から本稿では、速度と加速度の四分位範囲を用いて、複数回の計測された個人の上達について検討する。

3.2 個人の上達の検討

3.1 の予備解析の結果から四分位範囲には個人の上達にかかわることが示唆されていることが分かった。本項では、四分位範囲のどのような変化が上達として考えることができるかを検証する。

検証方法 被験者計13名のうち計測回数が1回のみであった初級者1名を除いた計12名のすべての計測における速度・加速度の四分位範囲を計算し、計測日を横軸、四分位範囲を縦軸として設定したグラフに散布図を描き、それらに対して線形近似を算出した。

3.3 検証結果

図2に四分位範囲の散布図と近似直線を図3は線形近似の傾きと切片の結果を散布図にしてまとめたものを示す。図2からは、初級者は、すべての平面において、四分位範囲の値が減少する傾向を確認することができた。一方で中級者は、増加傾向を示す被験者が多くみられた。上級者、指導者は、どの被験者も傾きが非常に小さく緩やかな変化のみであった。また、左右の速度・加速度共に初級者はこれらの傾きがすべて0以下の値になっていた。また、中級者以上になってくると傾きが0以上になる被験者も出てきたが、熟練度が上がるにつれ傾き、切片共に±0に近づいていくことが分かった。

3.4 考察

初級者は図2からすべての被験者の四分位範囲の値が日を追うごとに減少していく様子が分かった。また、切片の値が他の被験者群よりも高いことから、減少していく様子のある種の成長としてとらえることができると考える。一方で、上級者や指導者は前後速度を除いて切片も傾きも初級者、中級者群に比べて小さい値になっていることから、それぞれのパフォーマンスにおける安定性が高くライン上でもバランスがとれていると考えられる。しかし、中級者は、速度、加速度すべての平面において傾きの値が

増大と減少の両方の値が出ていた。図3での値の分布を確認すると、増減の値を上達の評価値として用いるのは難しい。しかし、傾きの絶対値に注目して考えると熟練者になるごとに、明確な減少傾向が見て取れることが分かった。また、切片の値についても、熟練者になればなるほど値が低下している。このことから、切片も最初の熟練度の判断にも用いることができると考える。今回の結果からは、傾きの絶対値は、熟練度の判別に、切片はスラックライン最初の被験者のレベルの判別として考えることができた。他方、今回の被験者群では被験者の計測回数が2~8回とかなりばらつきのあるものであったため、今後は、継続的にデータを取得する必要がある。加えて本稿では、計測期間は20日間のデータに対して、線形近似を行ったので、より短区間のデータに対して、近似を行ってそのデータの変化を確認し、今回の結論に準ずる結果となるかを考えていく。

4. 終わりに

本稿では、スラックライン動作の高時間分解能時系列データに対して、動作中央8秒間に対して、3軸速度と加速度の四分位範囲に注目し、その線形近似の結果から上達指標を検討した。今後は被験者を増やすとともに、熟練度分けに関する知見を指導者からまとめることでより求められる体の動きを細分化していき、その考察をより深めていきたい。

参考文献

- (1) Fernández-Río, Javier, et al. "Effects of slackline training on acceleration, agility, jump performance and postural control in youth soccer players." *Journal of human kinetics* 67 (2019)
- (2) Santos, Luis, et al. "Effects of slackline training on postural control, jump performance, and myoelectrical activity in female basketball players." *The Journal of Strength & Conditioning Research* 30.3 (2016)
- (3) González, Lucía, et al. "Slackline training in children with spastic cerebral palsy: A randomized clinical trial." *International Journal of Environmental Research and Public Health* 17.22 (2020)
- (4) 千野匠他, 3軸加速度センサによる計測データに基づくスラックライン動作の上達指標に関する基礎的検討, 教育システム情報学会 2021 年度学生研究発表会 北信越地区講演論文集, pp.29-30 (2022).

仮想空間内で安全意識を向上させるスキーシミュレータの構築 Development of a ski simulator to enhance security awareness in a virtual space

紀野 太輔^{*1}, 曾我 真人^{*2}

Taisuke kino^{*1}, Masato Soga^{*2}

^{*1*2} 和歌山大学システム工学部インタラクティブデザイン研究室

^{*1*2} Interaction Design Laboratory, Faculty of Systems Engineering, Wakayama University

Email: s236090@wakayama-u.ac.jp

あらまし：スキー初心者はスキー場の自身の周りの状況を認識し、安全に滑走するための行動を選択できないため、危険な行動を危険であると判断せずに行ってしまう。そこで、本研究ではスキー場における安全な行動を選択できるようにするために、仮想空間内のスキー場を用意し、コントローラーを用いて自身のアバターを操作して危険な場面を体験してもらい、周りの状況に応じた行動をさせる。評価実験では、開発したシステムで安全に滑走するための認識、判断、行動が改善されたかアンケート調査を行う。

キーワード：スキー、シミュレーション、認識、判断、行動

1. はじめに

全国スキー安全対策協議会の調査によると、過去22年間のスキー、スノーボードの受傷率の推移はスノーボードでは減少傾向にあるものの、スキーは受傷率の改善が見られない結果になっている。受傷する原因は「自分で転倒」の割合が約8割を占めており、次に「人と衝突」と「人以外との衝突」で約2割を占めている。約8割を占める「自分で転倒」は技術面に大きく依存している。滑走技術を支援するシステムは増永の研究でシート圧力センサを用いた学習支援システムなどがあるが、「人と衝突」のような、周りの状況を認識し、安全に滑走するための行動を判断し、選択することを学習できるものは少ない。

そこで本稿では、仮想空間内にスキー場を用意し、スキー場で自身の周りの状況を認識し、安全に滑走するための行動を判断し、選択できるようになることを目標としてシステムを構築した。

以下、第2章で関連システムを取り上げ、第3章でシステム概要を述べる。第4章で評価実験を述べ、第5章でまとめを述べる。

2. 関連するシステムとの比較

多田の研究で「シミュレータを用いたスキー指導システムの開発」がある。これはスキーをするためには時期や場所に制限されるという問題を解消するために室内で仮想的にスキーをできるようにしたものであり、専用のスキーシミュレータを使い、専門家が不在であっても助言を受け、スキーの指導を受けることができる。当然のことながら、このシステムはスキーの技術を向上させるものであって、スキー場での自身の周りの状況を認識し、安全に滑走するための行動を判断し、選択できるようにはならない。

3. システム概要

本稿はPC本体1台、ディスプレイ1台、USB接続のコントローラーを用いる。コントローラーは

DUALSHOCK4であり、PS4などのゲームで使われるものである。

Unityで仮想空間内にスキー場を作り、スキー場に学習者が操作するアバター及びNPCのスキーヤーを用意する。NPCは7種類存在し、静止しているNPC、低速で滑走するNPC、中速で滑走するNPC、高速で滑走するNPC、自身のアバターの位置に近づいてくるNPC、合流地点の反対側から飛び出てくるNPC、少し時間が経過した後にスキー場の上から滑走するNPCで構成され、1種類に対して5体程度用意した。基本的にNPCはスキー場の中央部分を滑走し、自身のアバターの位置に近づいてくるNPCは学習者がスキー場の端の部分に向かった場合は近づかず中央部分を滑走するようになっている。自身のアバターの操作はPCに接続したコントローラーを使って行う。Lスティックで自身のアバターの移動、Rスティックで視点移動ができる。

学習の流れは、学習者はディスプレイに表示されている状況を認識、認識結果に対する行動を選択、コントローラーを用いて自身のアバターを操作するサイクルを繰り返すことを行う。例として、図2はディスプレイに表示される自身のアバターの視野であり、前方には複数のNPCが滑走している。この状況では右前方の2体で滑走しているNPCは自身のアバターの前方に来るという状況を認識する。認識結果に対する行動の例として、減速することや、右前方に進行方向を変える、十分に距離をとってNPCの左側を追い抜くなどの行動が危険を回避することに挙げられる。このような行動を学習できるようにするためにコントローラーを用いて自身のアバターを学習者が操作する。また、図2のように衝突しそうな状況では、減速しても止まることができず衝突してしまう。衝突した場合は画面が遷移し「人に衝突しました」とテキストによって表示され、スタート画面に遷移する。



図1 自身のアバターの視野



図2 衝突しそうな状況

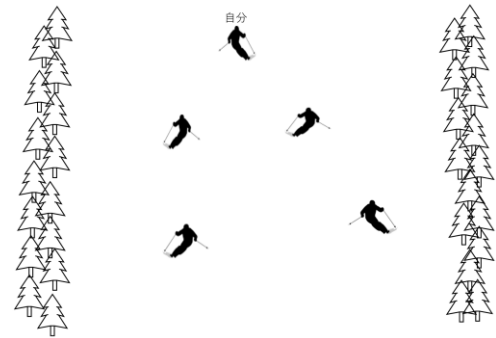


図3 アンケートの質問

4. 評価実験

スキーに数回行ったことがある被験者9名に本システムを使用してもらい、自身の周りの状況を認識し、安全に滑走するための行動を判断し、選択できるようになるかどうかを検証するために事前アンケートと事後アンケートを行った。

4.1 実験手順

事前アンケートを行った後、自身のアバターの操作に慣れるために3分ほど練習の時間を設けた。そのあと全国安全スキー対策協議会が掲載している「10FIS-RULES」の中の項目の「滑走ルートを選択」、「追い越し」、「合流と滑り出し」、「コース内での停止」を説明し、最後に5分間自由に滑走をしてもらい事後アンケートを実施した。

4.2 アンケート結果

事前アンケートと事後アンケートで行った質問を一部抜粋して表1にまとめる。

表1 アンケートで行った質問

| | |
|-----|--|
| (1) | 滑る前に周りを見ますか |
| (2) | 滑走時に周りを確認しますか |
| (3) | 滑走を終える前に周りを確認しますか |
| (4) | 図3のような状況で滑走者を追い越すときにどこを滑走しますか |
| (5) | 自由滑走の際にNPCと何回衝突しましたか |
| (6) | システムに対して感想や満足した点、不満点などありましたら自由にお書きください |

表1の(1)から(4)までの質問は事前アンケートと事後アンケートで共通して行った質問であり、(5)(6)は事後アンケート時に行った質問である。表1の(1)から(3)の質問で9名中8名がシステムを使う前と比べて、周囲の確認をすることに対する認識に改善が見られた。しかし、(4)では9名中4名があまり良い滑走ルートを選ぶことが出来なかった。さらに、9名中7名が5分間の自由滑走の際に1回以上衝突していた。

(6)の質問に対しては「スキー場がとてもリアルで実際に滑っている感じがした」や「NPCの移動する方向の予測能力向上に有用だと感じた」、「説明から実際にシミュレーションを使う流れで理解しながら経験できてよかった」などの好評を受けた。一方で「実際に滑るときのような視点操作が難しかった」や「NPCが後ろから衝突してしまうときは避けようがない」、「人と衝突したときの原因をテキスト表示してくれるとありがたかった」、「スキーを安全に滑走するための説明をシステム内で提示し、システムの中で完結できればよいと感じた」などのシステムの不十分な点に関する意見が多数得られた。

5. まとめ

本研究では、スキー場で自身の周りの状況を認識し、安全に滑走するための行動を判断し、選択できるようになることを目標としてシステムを構築した。それらがこのシステムを利用して効果的に改善されているか事前アンケートと事後アンケートを行った結果、周囲の状況を確認する意識を以前より向上させることはできたが、どのような行動をとればよいか判断し、選択することができていなかった。したがって今後は何らかの方法で状況に応じた適切な行動を提示しなければならない。

参考文献

- (1) 多田憲孝; “シミュレータを用いたスキー指導システムの開発”, スポーツ産業学研究 Vol21, No1, pp.19-26 (2011)

インタラクティブロボット講義における学習者状態推定と注意維持支援

Estimating Learning States for Keeping Attention in Interactive Robot Lecture

島崎 俊介^{*1}, 菅原 歩夢^{*1}, 後藤 充裕^{*1}, 柏原 昭博^{*1}
Toshiyuki SHIMAZAKI^{*1}, Ayumu SUGAWARA^{*1}, Mitsuhiro GOTO^{*1}, Akihiro KASHIHARA^{*1}

^{*1}電気通信大学 大学院情報理工学研究科 情報学専攻

^{*1}Graduate School of Informatics and Engineering, The University of Electro-Communications
Email: shimazaki@uec.ac.jp

あらまし: ロボット講義研究において, これまで短時間の講義の理解促進や注意制御の学習効果を明らかにしてきた. 本研究では, 長時間講義を対象とし, モデルに基づく学習状態や注意の推定をインタラクティブに行うことで, 学習者の注意維持支援を試みる. 30名を対象としたケーススタディの結果, 理解度テストの結果に差はなかったが, アンケート結果では, ロボットによるポーズやウォーク等のインタラクティブ動作が, 長時間における注意維持支援に効果的であることが示唆された.

キーワード: 学習者状態推定, インタラクティブロボット講義, 注意制御, 注意維持, 学習支援ロボット

1. はじめに

近年, 学習支援ロボットを用いた研究が盛んに行なわれている。学習支援メディアとしてのロボットの特徴である擬人化傾向や身体性を活かした研究として, 学習パートナーロボットによる英語学習支援や, ロボットを用いた心理的抵抗感を軽減するセルフレビュー支援が挙げられる。中でも我々は, 人間講師の代わりにロボットが講師となって講義を代行するロボット講義研究を行っている。そこでは, 短時間の講義においてロボットが学習者の注意を制御し講義理解を促進できる可能性を示した²⁾。

また, 学習者状態に応じてインタラクティブに講義を展開するインタラクティブロボット講義では, 理解度テストの結果とアンケート結果より, 学習者の注意維持に有効な可能性を示唆してきた^{3,4)}。

本稿では, 長時間講義を対象に, より高い身体性を有するヒューマノイドロボット NAO を用いたインタラクティブロボット講義における学習者状態推定との注意維持支援について述べる。

2. インタラクティブロボット講義

インタラクティブロボット講義では, 講師が講義を設計する際に考慮する各スライドの内容, 非言語動作, 口頭説明, スライド提示順序の状態遷移である講義シナリオと, 2.1 節で述べる 2 つのモデルに基づき学習者の注意維持支援を行う。

2.1 講義動作モデルとシナリオ制御モデル

図 1 に講義動作モデル, 図 2 にシナリオ制御モデルを示す。両モデルは, 学習者状態, 講師の講義意図から, ロボット講義における非言語動作と, 講義シナリオを制御するためにデザインされている。詳細な説明は, 参考文献^{2,3,4)}に譲る。

2.2 システムの枠組み

システム(図 3)は, 人間講師の講義を事前に Kinect で収録して作成された講義シナリオをもとに, 学習状態推定 (機能 1), 講義シナリオの再構成 (機能 2), 学習者とのインタラクション (機能 3) を実施する。

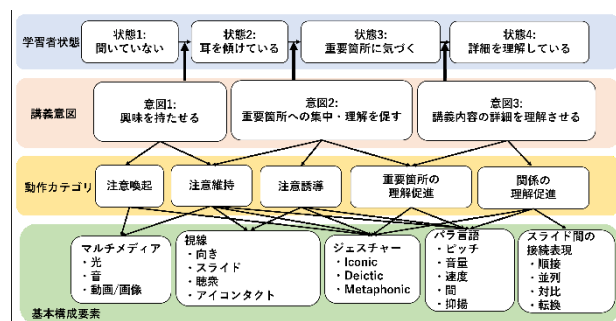


図 1 講義動作モデル

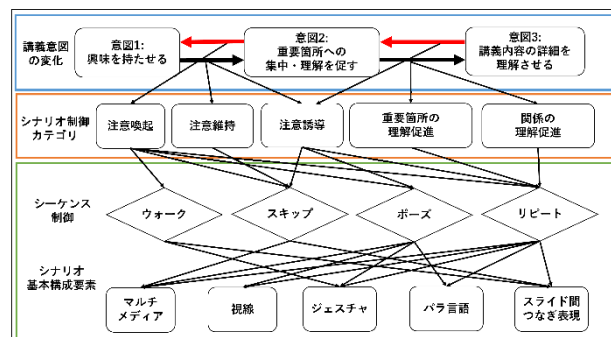


図 2 シナリオ制御モデル

機能 1 では, 学習者の骨格や顔のトラッキングデータを Kinect で取得し, OpenPose の信頼度の値に基づき, 学習者の受講状態を推定する。

機能 2 では, スライド毎に機能 1 で推定された学習状態と講義シナリオで想定されている状態を比較し, 一致した場合, シナリオに沿った講義を実施する。一致しない場合, シナリオ制御モデルに基づき, スキップ, リピート, ポーズ, および本研究で新たに追加した「学習者に近づき注意喚起を行うウォーク」の動作を使い分けて学習者とインタラクションを図るようにシナリオを再構成する。

機能 3 では, 再構成されたシナリオに従いインタラクティブロボット講義を実施する。講義は図 3 の通り, PC 上のスライドを NAO が説明して展開する。

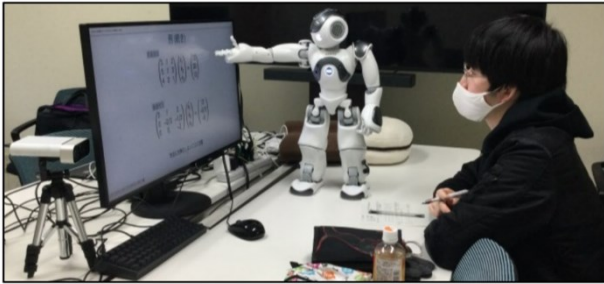


図3 インタラクティブロボット講義システム

3. ケーススタディ

3.1 実験計画

インタラクティブロボット講義が学習者の注意維持支援に有効かを検証するケーススタディを実施した。被験者は、理工系大学・大学院生 30 名である。講義は、学部 2 年生の「数値計算」を題材とし、30 分程度の 2 種類のコンテンツ(ガウスの法則と数値の表現)を用意した。実験は、15 名ずつのグループに分け、受講順序を考慮し、インタラクティブロボット講義条件(IL 条件)と、通常のロボット講義条件(NL 条件)の被験者内計画で実施した。被験者は受講後、理解度テスト(スライド内問題 2 問, スライド間問題 3 問), 受講後アンケート(Q1~Q16, 7 段階評価, 7 が最も当てはまる), 全体アンケート(Q17~Q31, 二者択一でどちらの講義条件が良いか)に回答した。

3.2 結果と考察

まず、理解度テストの結果として 2 種類のコンテンツ間では、IL 条件と NL 条件で点数の平均値の差はあまりなかった。理由として、被験者は大学生・大学院生であることから、30 分程度の講義に比較的慣れており、集中して受講できていたと考えられる。

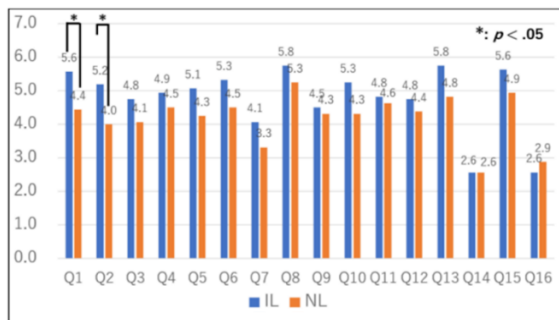


図4 受講後アンケート結果 (ガウスの法則)

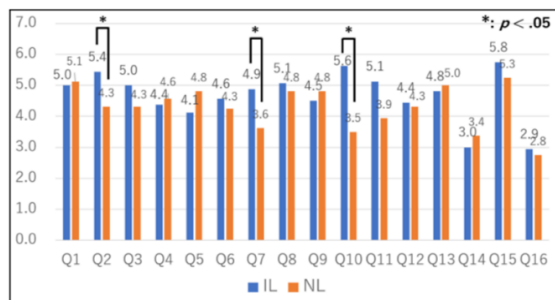


図5 受講後アンケート結果 (数値の表現)

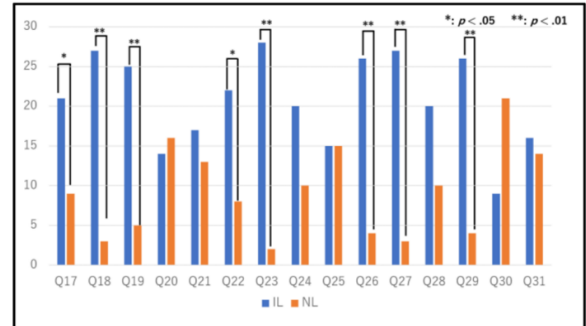


図6 全体アンケート結果

次に、図4と図5に受講後アンケート結果を示す。両側 t 検定の結果、図4では Q1:講義の分かりやすさ、Q2:スライドへ注意を向けるタイミングの良さ、図5では Q2に加え、Q7:ロボットとのインタラクションの良さ、Q10:ロボットとの視線の合いやすさに関する問いで有意差を確認できた($p < .05$)。

最後に、図6に全体アンケート結果を示す。縦軸は人数であり、両側 t 検定の結果、Q17:講義の分かりやすさ、Q22:講義の追従のしやすさの問いで有意差を確認できた($p < .05$)。更に、Q18:スライドへ注意を向けるタイミング誘導の分かりやすさ、Q19:スライドの重要箇所への誘導の分かりやすさ、Q23:ロボットとのインタラクションの取りやすさ、Q26:ロボットとの視線の合いやすさ、Q27:自分自身に語りかけると感じた、Q29:再び学習したいと思うシステムに関する問いにおいても有意差を確認できた($p < .01$)。自由記述では、ウォークや NAO とのインタラクションが注意維持支援に有効と記載されていた。

以上より、学習者状態推定に基づくインタラクティブ動作は、特にスライドの重要箇所への注意誘導や、講義への注意喚起に有効であり、これらが長時間講義における注意維持支援の可能性を示唆した。

4. おわりに

本研究では、学習者の注意維持支援を目的としたインタラクティブロボット講義システムを開発した。今後は、学習者状態推定の精度向上のため講義シナリオから学習者状態に応じた問題を自動生成し、学習者に問いかけることで講義の理解度測定を試みる。

謝辞

本研究は、科研費 18K19836 と 20H04294 の助成を受けました。

参考文献

- (1) 柏原昭博:“ソーシャルロボットを用いた学びの研究”, 教育システム情報学会誌, Vol.37, No.2, pp.73-82. (2020)
- (2) Ishino, T., Goto, M., Kashiwara, A.: “Robot Lecture for Enhancing Presentation in Lecture”, Research and Practice in Technology Enhanced Learning, 17.1, pp.1-26. (2022)
- (3) 菅原歩夢, 後藤充裕, 柏原昭博:“インタラクティブなロボット講義の評価”, HAI シンポジウム, P-4.(2021)
- (4) Shimazaki, T., Sugawara, A., Goto, M., Kashiwara, A.: “An Interactive Robot Lecture System Embedding Lecture Behavior Model,” The 24th International Conference on Human-Computer Interaction (HCII 2022), accepted.

HMD を用いたイオンの可視化による仮想電気分解実験環境

Virtual Electrolysis Experiment Environment by Ion Visualization using HMD

沖田 康弘^{*1}, 岡本 勝^{*1}, 松原 行宏^{*1}, 毛利 考佑^{*1}
Yasuhiro OKITA^{*1}, Masaru OKAMOTO^{*1}, Yukihiro MATSUBARA^{*1}, Kousuke MOURI^{*1}

^{*1} 広島市立大学大学院情報科学研究科

^{*1}Graduate School of Information Sciences, Hiroshima City University

Email: mh67005@e.hiroshima-cu.ac.jp

あらまし：本稿では、イオンの可視化に着目した HMD 型仮想電気分解実験環境の構築を行う。水溶液を形成するイオンや分子を可視化させることで、実際の実験を行うだけでは見ることのできない原理について確認することができる。検証実験により、可視化されたイオンの反応を確認しながら実験を進めることができた。また、1 週間後に行った事後テストで発生した物質を答えることができた。

キーワード：VR, HMD, 化学教育, 電気分解, 可視化

1. はじめに

高校化学の指導要領には実験を行うことを通して化学の基本的な概念や原理、法則の理解を図ることが重要視されている⁽¹⁾。化学に対する意識調査では、化学に対しての肯定的な意見として「実験」、「発見」、「楽しい」と回答する学生が多く存在し、化学の面白さの 1 つとして実験を行うことが挙げられる⁽²⁾。しかし、化学実験には危険な試薬や物質などを扱うこともあるため、教師の監視なしで学生が自由に実験を行うことは難しい。

このような問題を解決するために、岡本らはバーチャルリアリティ (VR) を活用して仮想環境内で化学実験を行えるシステムを開発した⁽³⁾。仮想環境内において金属イオンに関する沈殿反応実験を行うことができ、試薬などによる危険性を無視して実験による学習を行うことを可能とした。しかし、高校生が学習すべき内容はどのような反応が起こったという現象だけでなく原子やイオンなどに関する原理についても同時に学習しなければならない。

そこで、本研究ではイオンの可視化に着目し、実験を通して原理について学習可能な HMD 型仮想電気分解実験環境を構築した。学習者はヘッドマウントディスプレイ (HMD) を介して、電気分解反応が起こると可視化された電子やイオンなどがどのような反応を起こすのかを確認することができる。

2. 提案システム

提案システムは HMD とハンドトラッキングコントローラから構築される。HMD を用いることで現実の環境に依存せず没入感をもって実験を行うことができる。本システムでは、HMD 及びハンドトラッキングコントローラとして HTC 社の VIVE Pro を用いた。図 1 に本システムで用いた VIVE Pro の外観を示す。HMD には仮想環境内の映像が出力されており、頭に装着した状態で首を動かすことで仮想実験環境内の視界の位置と角度を操作することができる。また、コントローラには様々なボタンが搭載さ

れており、各ボタンの入力情報及び位置情報と角度情報を取得することができる。学習者は HMD を装着してコントローラを操作することにより水溶液に対して電気分解反応を起こしたり、問題を回答したりすることができる。



(a)HMD



(b)コントローラ

図 1 本システムで用いた VIVE Pro の外観

図 2 に仮想実験器具の外観を示す。仮想実験器具は電源部分、電源ボタン、導線、炭素棒、水槽、水溶液、可視化されたイオンや分子で構成される。仮想実験器具の水槽の中には水溶液を表すオブジェクトが入っており、電源部分に繋がれた導線が左右に配置されている炭素棒に繋がっている。ここで、正極から導線に繋がれている炭素棒が陽極、負極から導線に繋がれている炭素棒が陰極を表している。

本システムでは、一般に高校化学の電気分解の単元で学ぶ 6 種類の水溶液を取り扱う。水溶液内部にはその水溶液を形成する陽イオンや陰イオン、水分子が可視化されている。水溶液中に存在するイオンや水分子を可視化させることで、電気分解反応が起こり始めたときにイオンが陽極、陰極に引き付けられ、化学反応がどのように起こっているかという原理について確認することができる。また、各極で反応が起こると同時にイオン反応式が書かれてあるテキストを表示させフィードバックを行うことで、イオンの動きとイオン反応式を関連付けさせながら反応を確認することができる。本システムでは、電気分解反応を確認した後、システム内に提示されている問題に回答し正解することで次の水溶液の電気分

解反応が確認可能となる。なお、コントローラのメニューボタンを押すことでシーンを初期化し再び初めから電気分解反応を確認することができ、グリップボタンを押すことで仮想実験器具の中にある水溶液の内容を変更することができる。

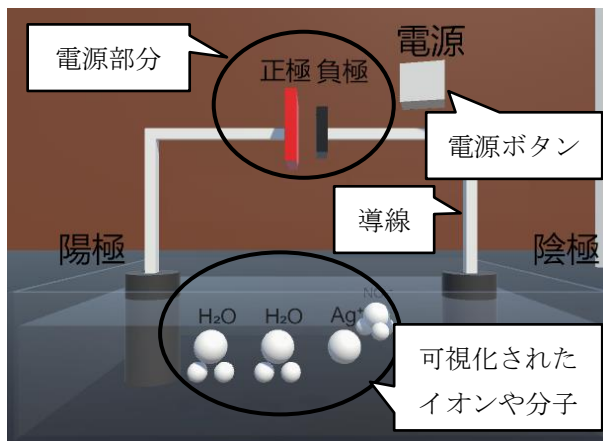


図2 仮想実験器具の外観

3. 検証実験

検証実験では、可視化されたイオンによって電気分解実験における原理について確認しながら実験を進めることができるかを検証し、イオンの可視化が適切であったかどうかをシステムに関するアンケート調査により評価を行った。また、1週間後に事後テストを行った。事後テストは、6種類の水溶液について陽極と陰極で発生した物質を答える問題で、全12問の12点満点である。被験者は高校生のときに化学を履修していたことを確認した大学生5人(A-E)とした。なお、各被験者には1週間後に事後テストを行うことは事前に伝えていない。

学習者は実験を行っている時間のうち平均62%の間可視化されたイオンが存在する水溶液を見ていた。実験中における水溶液を見ている割合はHMDのy軸に対する角度情報から水溶液の方向を向いているデータより導いた。図3に1週間後の事後テストの結果を示す。図3より、被験者5名のうち4名は12問中9問以上正解しており、1週間たった後でも電気分解で発生した物質を答えることができた。一方で、被験者Bや被験者Eのように陽極と陰極を対応付けて答えられなかった人も存在した。

表1に事後アンケートの内容と回答平均値及び標準偏差を示す。事後アンケートは5段階評価(5:肯定的-1:否定的)とし、自由記入欄を設けた。Q1の平均値が4.0、標準偏差が1.10であることから、各極でのイオンや分子の変化は学習者にとってわかりやすかったと考えられる。また、Q2の平均値が4.4、標準偏差が0.49であることから、電子の動きや速さは学習者に対して適切なものであったと考えられる。一方で、Q3の平均値が3.6、標準偏差が1.02となっておりQ1、Q2に比べると評価値が低くなっているが、これは表示されたテキストよりも可視化された

イオンの方をよく見ながら実験を進めていたからだと考えられる。さらに、自由記入欄において「NaOHなどの複雑な反応式になる問題の理解に繋がると感じる」、「システムに慣れたあたりでどのような結果になるかを想像しながらできたのがよかった」という意見が挙げられていることから、可視化されたイオンによって原理を理解しながら結果を予測することができる事例を得た。

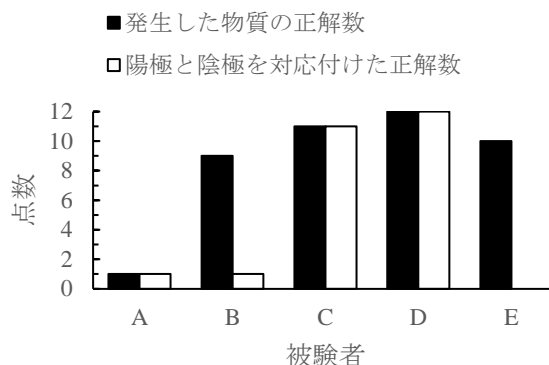


図3 1週間後に行った事後テストの結果

表1 事後アンケートの内容と結果

| 番号 | 質問内容 | 平均 | 標準偏差 |
|----|----------------------------|-----|------|
| Q1 | 陽極、陰極でのイオンや分子の変化は分かりやすかったか | 4.0 | 1.10 |
| Q2 | イオンや電子などの動く速さは適切であったか | 4.4 | 0.49 |
| Q3 | テキストによるイオン反応式の表示は役に立ったか | 3.6 | 1.02 |

4. おわりに

本研究ではイオンの可視化に着目したHMD型仮想実験環境の構築を行った。検証実験より、可視化されたイオンの反応を確認しながら実験を進めることができることを確認した。また、1週間後に行った事後テストにより、発生した物質を答えることができた。しかし、陽極と陰極で発生した物質を対応付けて答えられなかった人も存在した。

今後の課題として、両極での反応をより正しく学習するためのフィードバック等を再検討することが挙げられる。

参考文献

- (1) 文部科学省: “高等学校学習指導要領解説 理科編 理数編”, 実数出版株式会社, pp. 96-112 (2018)
- (2) 村上能規: “化学を専攻しない学生への化学に対する意識調査”, 八戸工業高等専門学校紀要, Vol. 47, pp. 111-113 (2012)
- (3) 岡本勝, 前場凌太, 松原行宏: “HMDを用いたVR型有機化学学習支援環境の開発”, 教育システム情報学会第43回全国大会, pp. 193-194 (2018)

学修内容と教育内容を可視化する —eポートフォリオのテキスト分析と活用方法—

To Visualize What Students Learned and Be Taught -Optimal Usage of e-Portfolio Reflection Text Data-

油川ひとみ^{*1}、天野景裕^{*2}、野平知良^{*3}、太原恒一郎^{*4}、橋本剛^{*5}
赤羽大悟^{*6}、清水顕^{*7}、長岡由女^{*8}、市来真彦^{*9}、三島史朗^{*10}

Hitomi YUKAWA^{*1}, Kagehiro AMANO^{*2}, Tomoyoshi NOHIRA, Koichiro TAHARA, Takeshi HASHIMOTO
Daigo AKAHANE, Akira SHIMIZU, Yume NAGAOKA, Masahiko ICHIKI, Shiro MISHIMA

^{*1}教育 IR センター、^{*2}臨床検査医学分野、^{*3}医学教育学分野、^{*4}リウマチ・膠原病内科学分野
^{*5}泌尿器科学分野、^{*6}血液内科学分野、^{*7}耳鼻咽喉科・頭頸部外科学分野、^{*8}腎臓内科学分野
^{*9}精神医学分野、^{*10}医療の質・安全管理学分野

^{*1}Institutional Research Center, ^{*2}Department of Laboratory Medicine, ^{*3}Department of Medical Education
^{*4}Department of Rheumatology, Collagen Diseases, ^{*5}Department of Urology, ^{*6}Department of Hematology
Medicine, ^{*7}Department of Otorhinolaryngology, Head and Neck Surgery, ^{*8}Department of Nephrology
^{*9}Department of Psychiatry, ^{*10}Department of Quality and Patient Safety

東京医科大学

Tokyo Medical University

Email: yukawa@tokyo-med.ac.jp

あらまし：東京医科大学医学部医学科の臨床実習（4年次1月～5年次11月）において実習の振り返りをeポートフォリオの日記を使用している。実習を受ける診療科によって指導方法は異なるものの、日記の内容は実習における学びに基づく省察であると考え、そのテキストデータを分析し、学生自身の学修内容および指導教員の指導内容とその加重について可視化した。また、テキストデータから各診療科の実習内容の比較も行い、教育改善に結び付けられるデータが得られるかを検討した。

キーワード：eポートフォリオ、臨床実習、日記、内容分析、教育改善

1. はじめに

東京医科大学医学部医学科では4-5年生の臨床実習において日記による振り返りをeポートフォリオを用いて行っている。学生の振り返りの内容は、学修した項目の中でも印象が強い、あるいは重要度が高い内容であるため、真実な学びと考えられる。一方、指導教員もコンピテンシーに基づき実習内容を設計しているため、eポートフォリオに記載されたテキストから、指導教員の指導内容と個々の学生の学びの状況を可視化して今後の教育改善にeポートフォリオが活用可能か調査・分析を行った。

2. 方法

対象は2021年度に臨床実習を受けた医学科4-5年生116名の日記で、日記の記載（エントリ）別および診療科別に分析を行った。まず、eポートフォリオに記載されたテキストデータを日別・診療科別に整理し、共同演者である指導医が診療科別のコンピテンシーから象徴的な単語（キーワード）を10個程度選定し、エントリのテキストに含まれていた日数（エントリ数）で学生が学修したかどうかを判定した（例：5日間の実習中の日記の4エントリに指定された単語が記載されていれば $4/5=0.8(80\%)$ ）。この調査は、学生の日記全体と、学生の個々の日記で行った。前者の学生の日記全体でのキーワードの出現率は、指導者側の個々のキーワードに対する指導の加

重の判定に用い、指導者側の意図と学生の受けた結果が異なるものは今後の教育改善に使用可能であると考えた。また、後者の学生の個々の内容の調査は、実習を受講した学生全体の平均と比して、対象の学生の学びの状況を可視化した。学生指導に結び付けられるデータとして用いられることを目標とした。さらに、全診療科共通項目のキーワードを作成し、項目毎の記載率を科毎に比較することで、客観的に診療科毎の実習内容の違いを表した。

3. 結果

eポートフォリオに書かれた日記のテキストデータを日別、診療科別に分類し、科別のキーワードの出現率を、対象全学生の全エントリの結果と対象学生の個々のエントリで分けて分析した。当抄録では臨床検査医学の例を中心に報告する。また、全診療科共通キーワードを元に科全体で比較した結果を報告する。

3.1 対象全学生の全エントリのキーワード記載回数

共同演者である指導医が選定したキーワードに基づき、学生の日々のエントリ単位で記載回数を確認した。可能な限り同義語も含めて調査を行った。キーワードの記載回数には、キーワード毎に大きな差異が見られ（図1）、どの診療科でも同様ではなかった。今回はキーワード毎の指導の加重は調査してい

ない。しかし、学生の日々のエントリーは、学生が印象に残ったこと、興味を持ったこと、重要であると考えた内容が反映されると考えられるため、診療科毎に、この結果が当初の指導計画に合致するものであるかの評価に使用可能であると考えられる。

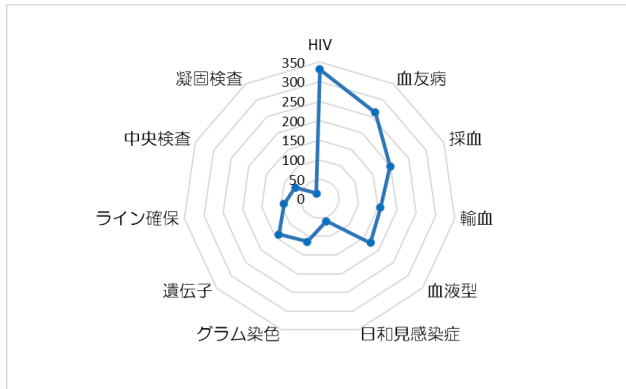


図1 臨床検査医学におけるキーワードと記載回数

3.2 学生単位のエントリーのキーワード記載回数

学生単位の記載頻度とキーワードの全体の記載頻度と比較した(図2)。結果は学生によって異なり、学生の学修状況が描出された。

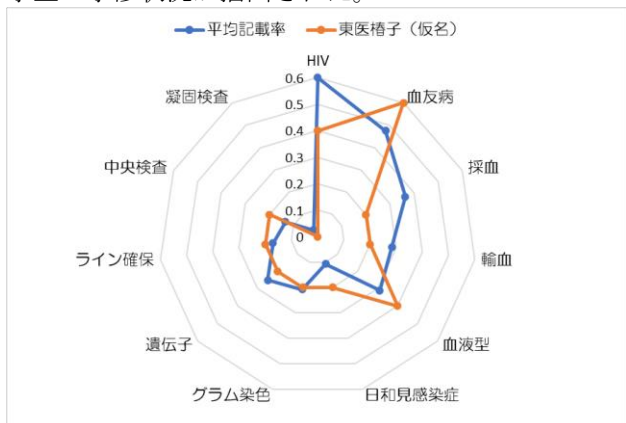


図2 臨床検査医学の学生別キーワード記載頻度 1

さらに学生の学修状況を把握するために、全体のキーワードの記載平均を3として、個々の学生の記載率との比較で表わした。個々の学生の学びの特徴がさらにわかりやすく描出された。(図3)

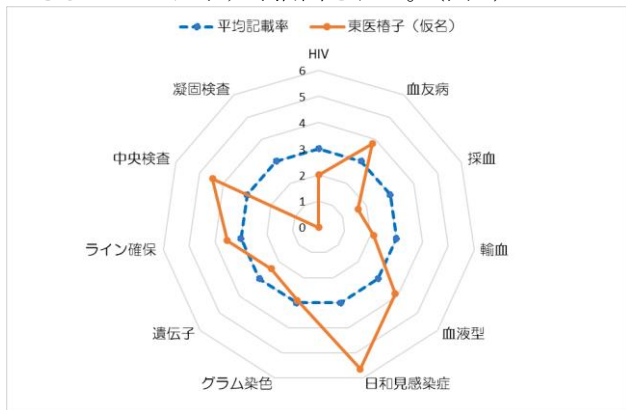


図3 臨床検査医学の学生別キーワード記載頻度 2

3.3 全科共通キーワードによる比較

全科共通で行われている教育内容のキーワードを設定し、eポートフォリオを積極的に使用している診療科で記載率の比較を行った。共通項目は、「外来」「病棟」「手術」「検査」「クルブス」「シミュレーション」「患者」「見学」「医療面接」「発表」であり、診療科毎の実習の違いが見られた(図4)。

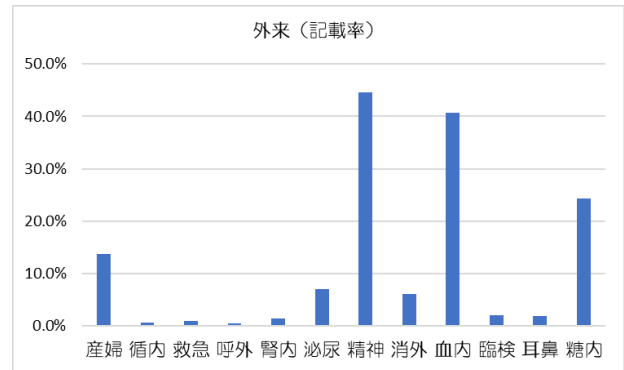


図4 共通キーワードによる科別記載率比較例

4. 考察

eポートフォリオは、学生による省察と教員による個別の指導が定着して来ており、学生の記載内容も充実して来ている。記載内容を読んでいくと、その学生の特徴が分かり、指導方法も見えてくる。しかし、テキストをデータとして使用するのは日本語の特性および語の定義が用語の組み合わせによって異なるため⁽¹⁾、確固たる分析方法はまだない。今回、臨床実習で各科が設定し指標としているコンピテンシーに基づきキーワードを設定し、学生の省察である日誌への記載率により計量して調査することを試みた。教員の指導通りの結果でないとしたら、そこに、今後の教育改善の余地を見いだせると考える。また、学生単位で学生全体の平均と比較することで、その学生の学修状況を把握し、教員の個々の学生への指導、あるいは、学生自身の今後の学修計画策定の資料となり得る。全科共通キーワードによる比較は、診療科の特性が大きく影響するため教育改善にまでは結びつかないかも知れないが、他科の状況を見ることがない指導医には参考になると考えられた。

5. おわりに

eポートフォリオを用いた日誌から得られるテキストデータのキーワードによる内容分析は、教育者にとっても、学生にとっても、学修状況とその改善を図るために有用なデータとなると考えられた。

6. 参考文献

- (1) 樋口耕一: “内容分析から計量テキスト分析へ—継承と発展をめざして—”,大阪大学大学院人間科学研究科紀要, 32,pp1-27 (2006)

ソーシャルワーク実習における実習記録の ICT 活用の検討

A Study of ICT Use of Practice Records in Social Work Practice

坂本 毅啓^{*1}, 佐藤 貴之^{*1}, 中原 大介^{*2}
Takeharu SAKAMOTO^{*1}, Takayuki SATO^{*1}

^{*1}北九州市立大学

^{*1}The University of Kitakyushu

^{*2}福山平成大学

^{*2} Fukuyama Heisei University

Email: s-takeharu@kitakyu-u.ac.jp

あらまし：新型コロナウイルス感染症拡大の影響から、福祉専門職教育におけるソーシャルワーク実習教育においても ICT の活用が求められてきた。本稿では実習記録の作成に焦点化し、どのように ICT を活用することができるのかを検討し、e-ポートフォリオシステムの構想・提案を行った。このシステムを活用することにより、より専門的な指導が行えるようになると考えられる。

キーワード：ソーシャルワーク実習、実習記録、e-ポートフォリオ、福祉専門職教育

1. はじめに

新型コロナウイルス感染症の拡大（以下、コロナ禍）を受けて、2020 年から福祉専門職教育の実習教育においても ICT を活用することが求められてきた。2020 年から 2021 年にかけて全国の福祉専門職教育の現場において、ICT がどのように活用されたのかについては、日本ソーシャルワーク教育学校連盟による全国調査によって明らかになっている^{[1][2]}。この全国調査の結果からも、ソーシャルワーク実習（相談援助実習）において実習記録を電子化し、ICT を活用して良いのではないかという意見が多く見られた。一方で学習者サイドからは、「手書きの方が学習効果が高い」と感じて ICT 活用に反対する意見も見られる^[3]。

一方で、東京福祉専門学校（2019）では、コロナ禍以前に文部科学省の社会人リカレント教育支援の一環として、eラーニングの活用「指導における即時性や細やかな連携を担保するもの」として実習指導 WEB システムを検討し、試験的運用を行っている。試験的運用後のアンケート結果では、実習日誌について「システムを利用して作成する」が 46.7%（N=30）、「専用用紙に手書きで作成する」が 36.7%（N=30）となっており、システムを利用して作成する意見が若干多いものの、両者の間に有意な差は見られなかった^[4]。ICT を活用した実習記録が専用用紙への手書きと同様の学習効果があるかを示すことはできてはいないが、どのようなシステムを構想すれば良いのかという点では大変参考になる。

これらを踏まえ、本稿では実習記録（実習日誌を含む）作成に関して ICT をどのように活用すれば良いか、eラーニングにおいて学習者の学習履歴を管理する e-ポートフォリオのシステムを具体的に構想し、提案することを目的とする。

2. 実習記録の教育目的と意義

厚生労働省は現場実習のための実習指導において、「実習記録ノート」（実習記録）の内容と方法について理解することを目的に掲げている^[5]。同時に実習記録を活用して指導を進めることも求めている^[6]。福祉専門職養成の教育機関の団体である日本ソーシャルワーク教育学校連盟は「実習指導ガイドライン」において、実習記録の意義・書き方・取り扱いについて理解することを目的として挙げている^[7]。

実習記録を書く意義は、①「支援活動の内容と結果（影響・成果）を資料として蓄積すること」^[8]を目的とした「対人援助専門職としての活動を支えるスキル」^[9]の獲得、②実習前・中・後におけるコミュニケーションツール^[8]として活用、以上 2 点を挙げることができる。

3. 実習記録の概要

3.1 実習記録に含まれるもの

実習記録の内容や様式については、各養成校において独自のものを作成して使用することが一般的である。しかしある程度は共通した内容があると言え、概ね次のような一連の書類を準備することが多い。

①実習生紹介票、②実習誓約書、③事前学習記録、④実習課題・計画書、⑤実習先のフェイスシート、⑥実習生出勤簿、⑦実習日誌（実習した日の実習目標と課題、日課と実習内容、実習所感（課題の達成度、利用者処遇での気づき、職員からの学び、自己覚知、疑問・反省）、および当日の指導者の助言）⑧自己評価票、⑨実習報告書、⑩その他（事故報告書など）である^[10]。

3.2 実習記録の使い方

実習記録は養成校が用意をし、実習生へ配布する。実習生は実習開始前の準備段階から、上記①～⑥の書類を作成し、養成校内の実習指導担当教員及び配属先の実習指導者から内容の指導を受ける。実習期間中は毎日⑦を記入して実習先へ提出し、実習指導

者から指導を受ける。また実習指導担当教員による実習現場での巡回指導時にも実習記録を基に指導を受ける。実習終了後は⑨あるいは実習のまとめを作成して、実習全体のふりかえりを行う。実習事後指導の授業においても実習記録を活用し、最終的な⑨の作成を行う。⑩については各養成校や実習配属先によって異なることがある。近年ではクライアントへの支援過程としてアセスメントシートやプランニングシートの活用も行われている。

3.3 実習記録を記入する際の留意点

実習記録では正確に事実(客観的事実)と考察(主観的事実)を書き分けることや、実践記録という公的な性格を持った文書の作成方法(訂正方法、ペン書き)、そしてクライアントのプライバシーへの配慮などが求められる⁹⁾。

4. eポートフォリオの構想

4.1 必要な機能

従来紙に書かれていた実習記録でICTを活用する場合、先述の東京福祉専門学校(2019)のシステムが先行的取り組みとして参考となる。その実習指導WEBシステムでは学生の自己紹介、実習目標、実習施設概要、日々の実習記録(出勤時間、重点目標、時系列での実習プログラム・実習内容・気づき、1日のふりかえり(状況・考察・課題)、重点目標の達成度、翌実習日の目標)、その記録を踏まえた実習先の実習指導者のコメント入力機能、実習評価(自己・実習先)が実装されている。システムの課題としては「文章の途中保存機能」の必要性などが指摘されている¹⁴⁾。

これを参考にすると、以下のような機能が必要であると考えられる。①オンライン上で記録を作成し、オンライン上のストレージに保存される。②作成後、実習指導者と実習担当教員が内容を添削したり、質問に答えたり、コメントを書くなどのフィードバックができる。③一度提出した実習日誌について、提出後の添削・修正等については変更履歴が残る。④作成した記録は、従来の紙の書式に合わせたPDFでエクスポートすることができる。⑤パソコン、タブレット、スマートフォンのいずれの端末機材でも操作ができる。これに加えて、可能であれば導入する必要性が高い機能としては、⑥文書作成において日本語の文章作成支援や専門用語の辞書機能と統合された自動添削機能、⑦ICTの操作に不安がある実習生及び実習指導者でも簡単に操作ができるようなインタフェース、⑧文章の途中保存機能、以上3点を挙げることができる。

4.2 システムの構想

このeポートフォリオの利用では、パソコンやスマートフォンなどからオンライン上のシステムにログインし、日々の実習記録の作成を行う。

実習指導者と実習担当教員もオンライン上のシステムにログインし、実習記録の添削・講評をしたり、

必要に応じては実習生に対して個別の指導を行う。必要に応じて実習指導者と実習担当教員が連携して指導を行うことに活用する。

先述のように文章作成支援や自動添削機能が実装できれば、記録指導で文章添削に時間を取られることが無くなり、より専門的な指導を行う時間の確保が可能となると考えられる。さらにこのような機能は、近年増加傾向にある外国人留学生にとってもより学びやすい環境を提供することに貢献できると考えられる。

5. 今後の課題

本稿ではソーシャルワーク実習におけるICTを活用した実習記録について、構想段階のものを示した。今後はシステムを作り、実際に学習者に使用してもらい、その教育効果について検証を行ってきたい。また、その教育効果の検証のために、ソーシャルワーク実習及びその実習記録作成に関するループリックの作成も必要であると考えられる。

謝辞

本研究はJSPS科研費19K02977の助成を受けたものである。

参考文献

- (1) 日本ソーシャルワーク教育学校連盟編:「新たな社会福祉士養成カリキュラムにおける教員研修のあり方に関する調査研究事業」実施報告書, 日本ソーシャルワーク教育学校連盟, 東京 (2021)
- (2) 日本ソーシャルワーク教育学校連盟編:「感染症の拡大や災害発生時における、持続的な社会福祉士養成教育の在り方に関する調査研究事業」実施報告書, 日本ソーシャルワーク教育学校連盟, 東京 (2021)
- (3) 坂本毅啓, 佐藤貴之, 中原大介:「福祉専門職教育における実習記録のICT活用に向けた課題」, 教育システム情報学会第46回全国大会, pp.223-224 (2021)
- (4) 東京福祉専門学校:「社会福祉士を目指す社会人に対する、eラーニング活用による学びの質向上に資するプログラム開発事業 成果報告書」, 東京福祉専門学校, 東京 (2019)
- (5) 厚生労働省社会・援護局福祉基盤課福祉人材確保対策室:「社会福祉士養成課程のカリキュラム」, (2020)
- (6) 文部科学省高等教育局長, 厚生労働省社会・援護局長:「大学等において開講する社会福祉に関する科目の確認に係る指針」, (2020)
- (7) 一般社団法人日本社会福祉士養成校協会実習教育委員会:「相談援助実習・実習指導ガイドラインおよび評価表」, (2013)
- (8) 一般社団法人日本社会福祉士養成校協会編:「相談援助実習指導・現場実習教育テキスト 第2版」, 中央法規, 東京 (2015)
- (9) 社団法人日本社会福祉士養成校協会監修, 白澤政和・米本秀仁編集:「社会福祉士 相談援助実習」, 中央法規, 東京 (2009)
- (10) 岡本榮一・小池将文・竹内一夫・宮崎昭夫・山本圭介編:「三訂 福祉実習ハンドブック」, 中央法規出版, 東京 (2003)

看護師の多重課題時における援助要請訓練を目的とした エデュテインメント教材開発の試み

A trial study on help-seeking skill development in nurse's multitasking with the card game

白澤 秀剛^{*1}, 岩屋 裕美^{*2}
Hidetaka SHIRASAWA^{*1}, Hiromi IWAYA^{*2}
^{*1} 東海大学
^{*1}Tokai University
^{*2} 川崎市立看護大学
^{*2} Kawasaki City College of Nursing
Email: sirasawa@tokai-u.jp

あらまし: 新人看護師が職場で向き合うことになる主要な課題として多重課題への対応が挙げられる。多重課題とは2つ以上の作業が同時に発生することで、複数患者の看護を担当する上で避けることのできないものであり、多重課題への対応力は看護実践能力において必須のものとなっている。しかし、新人看護師の場合は多重課題に対して柔軟な対応や優先順位の判断が難しい。そのため、先輩看護師の教育的支援が不可欠であるが、新人看護師はコミュニケーション力の弱さが指摘されており、先輩看護師との人間関係が築きにくく、必要な支援を求めにくい傾向が見られる。そこで、本研究では我々が従来開発してきた一般学生向けの援助要請訓練用エデュテインメント教材を看護師の多重課題用に改変し、新人看護師の多重課題場面における援助要請訓練に用いることを試みた。教材内容は多重課題場面を模擬したものとしつつ、ゲーム性を利用して援助要請発言を積極的に行うような仕掛けとした。開発した教材を看護教員及び一般学生に実施し、ゲームとして楽しめることの確認と同時に、援助要請発言が繰り返されることや今後の援助要請に有効になるとの感想を得ることができた。

キーワード: 看護師, 多重課題, 援助要請, エデュテインメント教材

1. はじめに

今日の臨床の場は、看護師の役割が複雑多様化し業務密度が高まっており⁽¹⁾新人看護師の多重課題への対応力を高めることは喫緊の課題となっている⁽²⁾。しかし、新人看護師は優先度の判断や報告が不得手など、多重課題への対応不全に陥る背景には新人自身が抱える課題が存在することが指摘されている⁽³⁾。多重課題訓練を目的とした演習についての研究もなされているが、演習プログラムの課題として「協力を求めること」は演習後に変化がなかったとの報告がある⁽⁴⁾。これは新人看護師のコミュニケーション力の弱さを指摘した研究⁽²⁾とも整合性があり、多重課題時における援助要請訓練は、多重課題そのものの訓練とは別に実施する必要があると考えた。

我々が従来開発した援助要請スキル訓練カードゲームを看護師の多重課題場面用に改変し、多重課題場面の援助要請訓練への利用について検討を行った結果について報告する。

2. 援助要請訓練教材

2.1 設計思想

著者らが2021年度に開発した援助要請スキル育成訓練用のカードゲームをベースとして、場面を看護多重課題場面となるように改変した。このゲームの設計思想は2つの主要なものから成り立っている。1つは援助要請の発言を繰り返すことで、援助要請という行動レパートリーの獲得と定着を目指してい

る。2つ目は、援助要請の発言を行えば行うほどゲームが有利に進行する用に設計することで援助要請の発言を強化すること。加えて、依存的援助要請よりも自律的援助要請の方がより有利に進行するようになっていることにより、自律的援助要請をより強化することである。

ゲーム内で選択できる5種類の行動は表1に示す。依存的援助要請は学習場面では好ましくない行動だが、看護場面で自分では対処不可能かつ緊急を要する場合は必要な行動であるため、行動の選択肢として含めている。

表1 ゲーム内での5つの行動選択肢

| 種別 | 行動 |
|---------|----------------|
| 自発的行動 | 自分で対応します |
| | 今は対応しません(パス) |
| 依存的援助要請 | 代わりにやってください |
| 自律的援助要請 | 手伝ってください |
| | やってみるので教えてください |

2.2 概要

本ゲームは3人がチームになってチームとしての勝利を目指す協力型のゲームとなっている。10種類の患者の状態に対する対応スキルがあり、それぞれのスキルには苦手、普通、得意の段階がある。10種類×3段階の計30枚のスキルカードがあり、3人にはそれぞれ10種類のスキルカードが配られる。すな

わち、1つのスキルが誰かは得意で、誰かは苦手、残り一人は普通というように、3人にそれぞれ得意、苦手が割り当てられるようになっている。スキルカードの例を図1に示す。また、1人にサイコロ3個が配られ、1ラウンドに3回まで行動する（サイコロを振る）ことができるというルールである。

患者カード（図2）には対応が必要な状態が1つまたは2つ書かれている。ゲーム中は1人に3人の患者が割り振られ、優先順位をつけて自分のスキルカードを用いて、患者の問題に対処する。スキルを使って対処する際に選択するのが表1の行動選択肢である。対処に成功すると好感度を1得る、逆に対処に失敗するとクレームを1得る。好感度を20得ると勝利、クレームを10得ると敗北となる。1ラウンドでは1人3個のサイコロがあるため、複数の患者の対応をしても良いし、他のチームメンバーから援助要請があれば援助としてサイコロを使うこともできる。3人がそれぞれ行動を終了する（サイコロを使い切る）と1ラウンド終了となり、患者カードがそれぞれに1枚追加されて、次のラウンドに移行する。

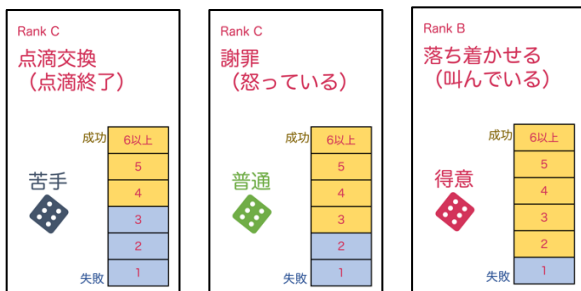


図1 スキルカードの例



図2 患者カードの例

3. 実験

3.1 看護教員による成立性実験

看護大学の教員4名（1名は共著者）に協力してもらい、ゲームとして成り立つかどうかのチェックに加え、ある程度ゲームとして厳密性を犠牲にしている部分があるが看護場面で許容できないものはないかのチェックをしてもらった。

多重課題の訓練として優先度は自身で判断するようになっていたが、ゲーム勝利を優先し不適切な優先順位で対処することを許容するのは教育上好ましくないとの意見が挙げられたため、優先順位（「優先」

及び「緊急」）はカードに記載し、これらを優先しなければならないというルールに修正した。

3.2 一般学生による援助要請回数計測実験

著者の学内での公募に応募してきた学生4名で援助要請回数計測実験を実施した。被験者C以外は普段の生活の中で援助要請をスムーズに行うのは困難との自覚を持つ学生であった。ゲーム中の援助要請発言は援助要請に困難のない被験者Cと他3名との差はなく、ゲーム後の感想でも「ゲームだと援助要請発言はしやすい」や「今までよりスムーズに（援助要請が）行えそうである」との回答が得られた。

表2 ゲーム中の援助要請発言回数
(被験者A,Bは2回実施)

| 発言内容 | A1 | B1 | D | A2 | B2 | C |
|-------------|----|----|---|----|----|----|
| 自分で対応します | 8 | 9 | 8 | 10 | 8 | 11 |
| 今は対応しません | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 |
| 代わりにやってください | 2 | 1 | 1 | 0 | 2 | 0 |
| 手伝ってください | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 |
| 教えてください | 2 | 1 | 1 | 2 | 2 | 2 |

3.3 倫理承認

本実験は東海大学「人を対象とする研究」に関する倫理委員会の承認を得て実施した。

4. まとめと今後

ゲームとして成立すること及び看護の学習として不適切な内容になっていないことは確認できた。また、援助要請が得意か苦手かに関わらずゲーム中は援助要請発言ができており、今後の援助要請行動を促進する可能性を示唆する感想も得られた。今後、病院に勤務する看護師に対して本教材を用いた研修実験を行い、業務における援助要請行動の促進に寄与するかどうかの検証を予定している。

謝辞

成立性実験については川崎市立看護大学の3名の先生にご協力をいただきました。この場を借りて御礼申し上げます。

参考文献

- (1) 厚生労働省：“「新人看護職員研修到達目標、新人看護職員研修指導指針」パンフレット”（2004）
- (2) 小口翔平：“看護師の多重課題の現状と課題に関する文献レビュー”，清泉女学院大学看護学研究紀要，1巻，1号，pp.27-37（2021）
- (3) 今井多樹子，岡田麻里，高瀬美由紀：“新人看護師が複数患者を同時に受け持つ体制下で直面する多重課題対応不全を生み出す主要因子：KJ法を活用した看護管理者の面接内容の構造化から”，日本看護研究学会雑誌，44(2)，pp.195-209（2021）
- (4) 金さやか，東口晴菜，會田みゆき，山岸直子，常盤文枝：“看護基礎教育における多重課題演習の評価”，保健医療福祉科学，No.8，pp.24-31（2018）

授業内共有言語としての再構成型概念マップ

—読解の対象化・相対化・協同化—

Recomposition Concept Map as Inclass Shared Language - Objectification, Relativization, Collaboration of Reading Comprehension-

平嶋 宗^{*1}

Tsukasa Hirashima^{*1}

^{*1} 広島大学大学院先進理工系科学研究科

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

Email: tsukasa@lel.hiroshima-u.ac.jp

あらまし：再構成型概念マップの枠組みでは，教授者の作成した概念マップを分解・部品化して学習者に提供し，部品の組立として学習者が概念マップを作成する．読解の授業においてこの再構成型概念マップを用いた場合，すべての学習者が共通の部品を用いて読解に関する概念マップを作成することになる．本稿では，学習者と教授者が同じ部品を用いて読解を表現していることにより，互いの読解について教室内で話し合うための共有言語となり得ること，この共有言語によって読解の対象化・相対化・協同化が可能になること，および，組立て体験の共有が意味の共有につながることを論じる．

キーワード：再構成型概念マップ，読解，他者の理解の理解，言語論的転回，共約不可能性，体験共有

1. はじめに

本稿では，(1)再構成型概念マップ⁽¹⁾が授業内共有言語として機能すること，(2)この授業内共有言語が理解の対象化・相対化・協同化を可能にすること，および，(3)共通の部品を用いたマップ組立て体験の共有が意味の共有を担保すること，を論じる．理解の対象としては読解(聴解も含む)を取り上げるが，これは読解の対象が他者の理解に基づいて構成されたものといえるため，「他者の理解」の理解の側面を有しており，再構成型概念マップの枠組みに合致するからである．

以下では，本論の背景となる，再構成型概念マップ，言語論的転回，共約不可能性と共有体験，および，聴く力と共感的理解，に関して概説する．さらに，再構成型概念マップを用いることによる読解が共有化・協同化・相対化，および体験の共有について述べる．

2. 理論的背景

2.1 再構成型概念マップ(キットビルド概念マップ)

読解を対象とした再構成型概念マップでは，まず読解内容を表した概念マップを教授者が作成する．そのマップを分解・部品化して学習者に提供し，部品の組立として概念マップを作成させる．この組立においては，学習者は部品を作る必要はないが，認識は行う必要があり，その認識に基づいて部品を関係づけることが求められる．これらの認識と関係づけは，学習者自身の読解に基づいて行われ，また，適切な認識や関係づけのために，自身の読解を深めることが必要となる．作成される概念マップは他者の読解を表したものであるが，その作成は自身の読解に基づくので，その結果は自身の読解結果が反映されている．この再構成型概念マップを教室で利

用する場合，元となる概念マップを作った教授者も含めて，参加者全員が同じ部品を用いて概念マップを作成していることになり，また，マップ間の異同を重畳による容易に検出することができるようになっている．

2.2 言語論的転回

利用する言葉により可能となる認識が変わってくる，との言説はすでに広く受け入れられている．この考えに従えば，何らかの認識・理解を得るためには，その認識・理解に適した言葉が必要となる．したがって，ある種の読解を学習目標とした場合，その読解に適した言葉を提供することで，学習者がその読解に到達することを促進することは妥当な足場掛けといえる．再構成型概念マップにおける部品はこの読解のための言葉の提供に相当し，それらの言葉を用いた読解することを学習者に促していることになる．

2.3 共約不可能性と共有体験

教授者にとって適切な言葉を与えても，学習者がその言葉を使って適切に読解できるとは限らない．適切な読解が行われるためには，その言葉の意味・概念としての共有が，少なくとも教授者と学習者の間で成立している必要がある．しかしながら，言葉の意味・概念は個人が内的に構成するものであり，その共有は原理的に不可能とする共約不可能性の考えもある．この共約不可能性の克服としてしばしば持ち出されるのが協調的な学習であり，その中で言葉の使用を中心とした体験の共有である⁽²⁾⁽³⁾．つまり，共有した体験の範囲・程度において，言葉の意味・概念が共有されるとの解釈である．これは，理解の文脈依存性や，知識工学におけるドメインオントロジーの考え方と同様なものといえる．

このように考えると，再構成型概念マップにおい

て学習を阻害する可能性があるのは、言葉を提供すること（学習者独自のものを使わせないこと）ではなく、その言葉を用いる体験を共有できるかどうかということになる。そして、読解の目標に即した部品を用いた体験を教授者及び学習者が共有できることは、共約不可能性に対する解決策と期待できる。

2.4 話し合いにおける聴く力と共感的理解

話し合いにおいて活発な発話が観測されていたとしても、それが他者の発話を踏まえたものとなっていなければ、発話の質は高いとはいえない。したがって、聴くことの促進は話し合いにおいて重要であるとされている。しかしながら、聴くことの促進は発話の促進以上に困難であるともされている。発話は、「発話」という具象化された活動が存在しており、観測も可能といえる。これに対して「聴く」ことの活動の内容はあいまいであり、具体的に何をすることであるかは明確化されていない。

「共感的理解」は、他者の意見を論理的で整合性のあるものとして再構成することであり、「聴く」ことの操作的定義になりえるものである。この共感的理解も内的プロセスである場合には、具象化されているとは言えないが、再構成型概念マップは他者の理解を部品から再構成するものであり、共感的理解の具象的課題として位置づけることが可能である。つまり、「聴くこと」を共感的理解と捉えると、概念マップの再構成は共感的理解の具象的課題化となっており、聴くことを促進するうえでの実施可能な方法になると期待できる。

3. 読解の対象化・相対化・協同化

図1にごんぎつねを例とした読解の概念マップの例⁽⁴⁾を示した。この概念マップをノードとリンクに分解・部品化して学習者に与え、言語的に表現された他者の理解を表すように再構成する。読解の対象化とは、内的なものであった読解を外界に移すことであり、マップを再構成することを読解として捉えると、読解が対象化されたといえる。再構成型概念マップでは、同じ部品でマップを作成するため、他者の作った概念マップと比較可能であり、自身の読解や他の学習者の読解を相対化することができる。相対化は、自他の読解の異同の共有にもなる。さらに、提示された部品を組立てる活動であるため、複数の学習者による協同的な活動が可能となっている。

また、図1に示すように、同じマップ内に異なる読解を表現することも可能である。さらに、学習者に自分の意見に近いものを組立てる、という課題を与えることで、各学習者の意見を集約可能となる。また、合意できる部品がない場合は、空白ノードを提供することで、用意された部品では説明できない読解の存在を集計することも可能となる。

これまでの研究では、ペアによって互いに相手の概念マップを再構成する（相互再構成法⁽⁵⁾）と、その後の話し合いが質的にも量的にも大きく向上する結

果が得られている。これは、概念マップが話し合うための言葉を提供しており、さらに、その言葉を用いてマップを組立てる共有の体験を経ているからと考えられる。このような結果を踏まえて、再構成型概念マップが、教室・授業という文脈に依存した形態での共有言語になりうることを論じたのが本稿となる。教室内共有言語の提供という観点から再構成型概念マップと捉えることで、様々な学習活動の設計・実践が可能になると考えている。

筆者はこれまでに、理解の構造記述を分解・部品化して学習者に組み立てさせる枠組みをオープン情報構造アプローチ⁽⁶⁾と呼び、算数・数学や論理の文章題を対象として研究を進めている。これらにおいても本稿と同様に共有言語としての位置づけを与えることにより、その可能性をより明確にして発展させることができると考えている。

参考文献

- (1) 平嶋宗：“キットビルド概念マップの理論と活用：形成的評価・批判的思考・共同作業・FDの観点から”. 教育システム情報学会中国支部第20回研究発表会(2021)
- (2) 金本良通, 丹野学, 大和田博行：“算数科の学習指導における構成主義的方法”. 福島大学教育実践研究紀要, (18), 23-34(1990).
- (3) 津曲隆：“地域情報化の普及過程と地域の活性化における効果に関する理論的考察”, アドミニストレーション, Vol.14, No.3-4, pp.99-132(2008).
- (4) 茅島他：“物語読解への再構成型概念マップの適用”, 教育システム情報学会全国大会(2022)
- (5) Wunnasri, W., Pailai, J., Hayashi, Y., Hirashima, T. : “Reciprocal Kit-Build concept map: an approach for encouraging pair discussion to share each other's understanding”. *IEICE Transactions on Information and Systems*, 101, pp.2356-2367(2018)
- (6) 平嶋宗：“思考の外在的行為化の場としての仮想空間-学習支援の立場から-”. 人工知能, 36(4), 476-479(2021).

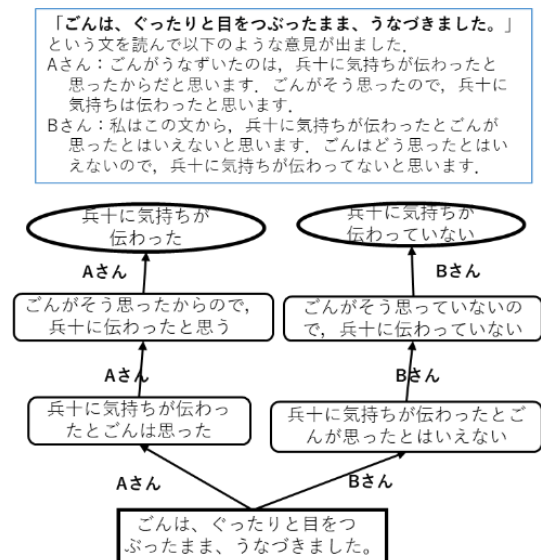


図1 他者の理解の言語的表現と概念マップ表現

再構成型マインドマップを用いた EFL における読解支援

Reading Comprehension Support in EFL Using Recomposable Mind Map

渡邊 弘大^{*1}, Aryo Pinandito^{*2}, 林 雄介^{*1}, 平嶋 宗^{*1},
Kodai WATANABE^{*1}, Aryo PINANDITO^{*2}, Yusuke HAYASHI^{*1}, Tsukasa HIRASHIMA^{*1}

^{*1} 広島大学, ^{*2} ブラウウィジャヤ大学

^{*1}Hiroshima University, ^{*2}Universitas Brawijaya

Email: m224171@hiroshima-u.ac.jp

あらまし：マインドマップ（以下 MM）は図的に情報を記録する思考ツールの一種であり，その作成や再利用は有用であるとされている．しかし，MM の作成については多くの支援が行われている一方，再利用の支援に関する研究は見当たらない．そこで，筆者らは先行研究において，MM の共有による再利用を支援するための，MM の部品化・再構成の方法を提案した．本研究では，提案手法の拡張，およびそれを用いた EFL 教材の読解支援を試みる．

キーワード：マップの再利用支援，再構成方式，再構成型マインドマップ（RMM），EFL，読解教育

1. はじめに

MM は，中心となる概念からキーワードやイメージを放射状に繋いでいくことで情報を記録する思考ツールであり，自身の考えなどをまとめる際に有用とされている．また，作成した MM を自身による振り返りや他者への情報伝達に利用する試みも行われている．本稿ではこのような利用を再利用と呼ぶ．

筆者らは再構成方式の適用による MM の再利用支援を試みている．再構成方式を適用した MM を RMM (Recomposable Mind Map) と呼ぶ．本稿では，再構成方式の MM への適用について述べたうえで，EFL 教材の読解支援における評価実験の計画を報告する．

2. マインドマップ

MM は，トニー・ブザンによって提案された思考ツールであり，図 1 に示すように，中心となる概念（セントラル・イメージ）からキーワードやイメージ（ノード）を放射状に繋いでいく（ノード同士をリンクによって接続する）ことで情報を図的に記録する⁽¹⁾．

MM の学習目的の利用も様々に行われており，自身の考えや学習した内容についてまとめることの有用性が確認されている⁽²⁾⁽³⁾．また，他者への情報伝達を目的として生徒同士が作成した MM を共有するという活動も行われており，有用性を示唆する結果が報告されている⁽²⁾．さらに，ある時点におけるマップ作成者の考えの図的な記述であると捉えると，振り返りの対象としても有用性が見込める．以上より，MM には①作成すること自体の意義，に加えて，②自身による振り返りや他者との共有という形で再利用することによる意義，があると言える．ここで，①に関しては MM の作成支援を目的としたソフトウェアの開発などが行われているが，②に関しては単にマップを眺める程度の活動しか行われておらず，十分な支援の実現例は見当たらない．すなわち，MM

の利用場面においてはマップの作成に重点が置かれ，作ったマップの効果的な活用，についてはほとんど議論されていないと言える．

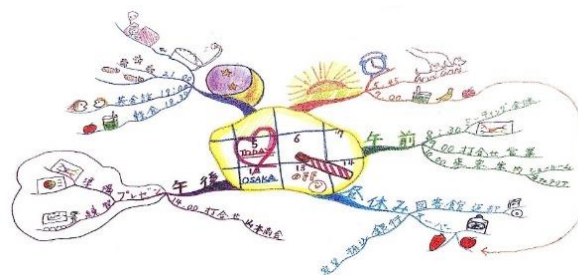


図 1 MM の例⁽¹⁾

3. 再構成方式

3.1 再構成方式の概要

前章で説明した問題を踏まえ，筆者らは MM の再利用を支援することを目的とし，再構成方式を MM に適用することを提案している⁽⁴⁾．再構成方式とは，教授者が目標となる構造（目標構造）を作成し，それを構成要素（キット）に分解して得られた部品を用いて学習者に再構成させるというものであり，目標構造と学習者が再構成する構造の構成要素が同じであるため，それらを重ね合わせることで差分を抽出できる（重畳比較），計算機による自動診断を行えるなどの利点を持つ．また，この方式を概念マップ（CM）に適用したのがキットビルド概念マップ（KBCM）であり，実践利用を通して学習効果が確認されている⁽⁵⁾．本研究ではこの枠組みを用いるとともに，学習者自身や他の学習者が作成した MM も再構成の対象に取り入れる．以上を踏まえると，再構成方式を MM に適用した場合（RMM）の学習過程は図 2 のようになり，学習者は①-2 で作られた部品を組み立てる⁽²⁾．組み立てたマップは目標構造と比較され，それらの差分が学習者にフィードバックされる⁽³⁾．

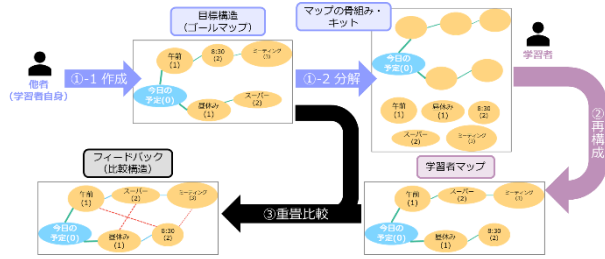


図2 再構成方式における学習過程

3.2 MM と CM の違い

前節で、再構成方式は先行研究において CM に対して適用されている、と述べた。CM とは、複数の概念（ノード）とそれらの間の関係（リンク）から構成される命題の集まりによって意味構造を表す図的表現であり、知識の整理・外化に有効であるとされている⁽⁶⁾。MM と CM は類似した構造を持っているが、中心となる概念の有無（CM には中心がない）、マップ作成時の制限の程度（MM におけるリンクは固有の意味を持たないため、概念間の関係を明確にする必要がない分、作成が容易であるとされている）などの違いから、一般に両者は同じものではないとされており、両者の学習効果の比較を行った研究も存在する⁽⁷⁾。したがって、先行研究で行われている CM の再構成の研究をもって MM の再構成の研究が成されたとは言えないため、本研究で取り扱う必要がある。また、MM の方がより多くのユーザに利用されているため、本研究の有用性が認められた場合の波及効果がより大きいと予想されることから、本研究には価値があると考えられる。

4. MM への再構成方式の適用

CM は個々の独立した命題が連結された構造であり、命題単位で解釈が可能であるため、部分的に独立した再構成が可能であった。これに対し、MM は、各部分では意味が定まらず、セントラル・イメージとの関係を考慮する必要がある。このため、部分的に独立した再構成は行えず、単純に再構成方式を適用すると、再構成の負荷が高すぎる恐れがある。

そこで、筆者らは再構成の負荷を軽減するための方法として、①セントラル・イメージから各ノードへの距離の提供、②マップの骨組みの提供、などを提案している⁽⁴⁾。本稿ではさらに、MM を木構造として見た場合のリーフ（葉）ノードのみを学習者に再構成させることを提案する。セントラル・イメージとの関係によってリンクの意味が定まるといふ MM の特徴を考えると、リーフノードを組み立てるためにはセントラル・イメージからリーフノードへの経路上のノードを全て確認する必要があるため、学習者は再構成の過程でマップ全体を確認することが求められる。したがって、この手法は単純再構成を行う場合と同じように学習者にマップ全体の確認という具体的な活動を行わせつつ、再構成の負荷を

軽減することが可能となっている。

今後、これらの手法の有用性を実験的に検証する。この検証においては、単純再構成の場合と比べて認知負荷が軽減されることを調べるだけでなく、この軽減が学習効果に与える影響を確認する。

5. 実験計画

RMM の再利用としての有効性を実際に検証するため、MM の教育利用が盛んに行われている分野の 1 つである EFL 教材の読解⁽³⁾を対象として評価実験を計画している。本実験では、教材の内容について他者が作成した MM を再構成する群（RMM 条件、実験群となる）とマップを眺めるだけの群（MM 条件、統制群となる）を設け、教材の内容に関するプレテスト・ポストテストのスコアを比較する予定である。その際、実験群の方がポストテストにおいて有意に高い得点を獲得する、という結果が得られれば、提案手法の MM の再利用における有効性を示唆する結果を得ることができると考えている。また、MM を作成することと、RMM として再構成することの比較評価も予定している。

6. まとめと今後の課題

本稿では、MM の再利用を支援することを目的として、筆者らが提案した MM の部品化および再構成の方法について紹介した。さらに、それを踏まえて新たな再構成手法の提案を行うとともに、EFL 教材の読解を題材とした評価実験を計画した。

今後の課題としては、同実験の実施、および教育現場での実践的利用が挙げられる。

参考文献

- (1) トニー・ブザン, バリー・ブザン (著), 近田美季子 (訳): “ザ・マインドマップ”, 新版, ダイヤモンド社, 東京 (2013)
- (2) 山本利一, 大関拓也, 五百井俊宏: “マインドマップを活用した生徒の思考整理を支援する指導過程の提案”, 教育情報研究, 第 24 巻, 第 3 号, pp.23-29 (2009)
- (3) Malekzadeh, B. and Bayat, A.: “The Effect of Mind Mapping Strategy on Comprehending Implicit Information in EFL Reading Texts”, International Journal of Educational Investigations, Vol.2, No.3, pp.81-90 (2015)
- (4) 渡邊弘大, 平嶋宗, 林雄介: “キットビルド方式の適用によるマインドマップの再利用支援に関する研究”, 2021 年度 JSiSE 学生研究発表会中国地区 (2022)
- (5) 平嶋宗, 長田卓哉, 杉原康太, 中田晋介, 舟生日出男: “キットビルド概念マップの小学校理科での授業内利用の試み”, 教育システム情報学会誌, Vol.33, No.4, pp.164-175 (2016)
- (6) Novak, J. D. and Cañas, A. J.: “The Theory Underlying Concept Maps and How to Construct and Use Them”, Rev 01, Technical Report IHMC CmapTools (2008)
- (7) Redhana, I. W., Widiastari, K., Samsudin, A. and Irwanto: “WHICH IS MORE EFFECTIVE, A MIND MAP OR A CONCEPT MAP LEARNING STRATEGY?”, Cakrawala Pendidikan, Vol.40, No.2, pp.520-531 (2021)

メッセージと想定読者に基づいた物語構造の作成支援システムの評価

Evaluation of Support System for Creating Narrative Structure Based on Message and Target Readers

芦田 淳^{*1}, 小尻 智子^{*2}

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

^{*1} 関西大学大学院理工学研究科

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

^{*2} 関西大学システム理工学部

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

Email: k088944@kansai-u.ac.jp

あらまし：物語を用いたコミュニケーションでは、相手に伝えたいことであるメッセージや、「幸せな話」「悲しい話」といった相手の好みの感情的な印象に基づいて物語を作成する事がある。本研究ではこれまでにメッセージ・感情的な印象を反映した物語構造を作成するためのプロセスを提案するとともに、物語構造の作成を支援するシステムを開発してきた。本稿ではこの物語構造作成支援システムの物語構造の作成に対する有効性を評価するための実験結果を示す。評価実験を通して、定量的なシステムの効果は明らかにならなかったものの、作者の主観的な物語作成への難度が低下していることが示唆された。

キーワード：物語作成，メッセージ，コミュニケーション，創作プロセス，読者の嗜好

1. はじめに

コミュニケーションにおいて、特定のメッセージを伝達するために物語が用いられることがある。例えば、ありとギリギリは「怠けると酷い事になる」というメッセージを伝えている物語である。また、物語はメッセージを伝達する相手に読んでもらう必要があるため、「幸せな話」「悲しい話」などのように、相手が好むであろう感情を与える物語とする必要がある。しかし、メッセージと感情の両者を反映した物語の作成方法が解らず、特に初心者において物語を作成できない場合がある。

物語の作成を支援する研究としては、物語の中で発生しうる出来事を選択肢として与えたり⁽¹⁾、既に導出されている出来事間の飛躍や矛盾に気付かせ埋めさせる⁽²⁾といった手法を提案している研究が存在する。しかし、特定の相手にメッセージを伝えるための物語の作成を支援している研究は見られない。

本研究ではこれまでに、物語で表現する内容とその順番を構造化した物語構造を定義するとともに、メッセージと感情的な印象から物語構造を作成するプロセスを提案し、そのプロセスを支援するための物語構造作成支援システムを開発してきた⁽³⁾。本稿では物語構造作成支援システムの評価を目的とする。

2. 物語構造

物語では様々な出来事（イベント）が生起し、イベントは登場人物などの物語の世界におけるオブジェクトの状態を変化させる。したがって、物語はイベントによる状態変化の系列と捉える事ができる。また、一連のイベントや状態を意味のあるシーンとしてまとめて捉えることもある。以上の観点から本

研究で定義している物語構造を図1に示す。

根ノードは物語全体に対応し、葉ノードは状態とイベント、中間ノードはシーンを表す。物語は構造の左から右に進行する。シーンの系列は物語の基本構造を示しており、本研究では起承転結を採用した。イベントは物語世界でのある出来事を表現している。状態は、物語世界のある時空間で切り取られた場面と捉え、時間・場所・およびその時空間に存在するオブジェクトとその属性・属性値で構成される。

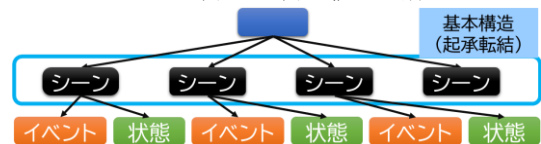


図1 物語構造

3. 物語構造作成プロセスと物語構造作成支援システム

本研究ではメッセージは「<イベント>すると<状態>になる」と表せるものを対象とする。また、物語の進行に伴って物語が表現する幸福度を表す感情曲線を導入し、どのような感情曲線が好みかという観点で相手が好むであろう印象を表現させる。

物語構造の作成プロセスを図2に示す⁽⁴⁾。ステップ1では感情曲線の候補を与え、その中から相手の好みと思われるものを選択させる。ステップ2では、設定された相手の感情変化に基づいて起承転結に応じた主要な登場人物の感情を設定する。ここで設定した登場人物の感情はイベントの結果生起するため、起承転結の各段階の最後の状態の感情となる。システムでは感情の選択肢を与えるとともに、ステップ1で選択した感情曲線と矛盾した感情を設定した際に感情の再設定を促す事で矛盾のない感情設定を支

援している。ステップ3では、メッセージにおけるイベントを物語中でいずれかの箇所で発生するイベントとし、状態を物語の最終状態とする。この際、最終状態は感情的な印象から規定される登場人物の感情と矛盾がないようにする必要がある。ステップ4では、ステップ3までで設定されたイベントや状態から、他のイベントや状態を発想することにより、物語構造を作成する。メッセージは物語の最終状態に至る顛末で表現される必要があるため、物語構造の最初の状態から最終状態までの状態とイベントが因果関係で繋がっていることが必要となる。

ステップ4を支援するシステムの発想インタフェースを図3に示す。既出のイベントや状態に基づいた新たなイベント・状態の導出支援（発想部）と、発想された状態・イベントからの物語構造に組み込む系列の選択（物語構造部）に分けて支援している。発想部では、既出のイベント・状態に対して新たな発想のきっかけとなる質問をシステムが与える。物語構造部では、物語構造に導入可能な、最終状態まで因果関係で接続されたイベント・状態の系列をシステムが推薦する。また、ユーザは現在作成している物語構造を閲覧することができる。

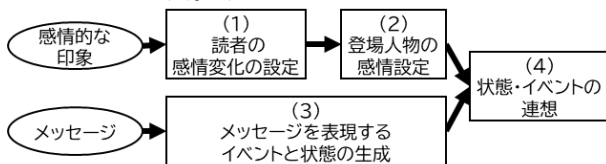


図2 物語構造作成プロセス



図3 発想インタフェース

4. 評価実験

4.1 実験設定

提案システムの物語作成に対する有効性を評価するために実験を実施した。大学生・大学院生5名に書き手として協力してもらった。まず、事前準備として作成したい物語の感情曲線をシステムが提供する6種類の候補の中から決めてもらった。次にステップ1では書き手にメッセージを与え、システムを用いずに物語構造を作成してもらった（比較手法）。書き手には物語構造の定義を伝えた上で、木構造を作成できるツールであるXmindを用いて物語構造を作成してもらった。ステップ2ではステップ1とは異なるメッセージを書き手に与え、開発した物語構造作成支援システムを用いて物語構造を作成してもらった（提案手法）。また、各ステップで作成した物語構造に基づいて、物語のあらすじを文章で書いてもらうと共に、アンケートに回答してもらった。

書き手によって作成されたあらすじがメッセージを伝達できるかを検証するために、書き手とは異なる5名の読み手にあらすじを閲覧してもらい、メッセージを回答してもらった。この際、読み手一人に対して、提案手法と比較手法によって作成されたあらすじを書き手一人分、閲覧してもらった。

4.2 実験結果

比較手法と提案手法を用いて作成された物語構造の状態・イベントの数に対するt検定の結果、有意差は見られなかった($t(4)=-1.47$ $p>0.05$)。このことは、システムが物語中の状態やイベントの数を増やすことには効果はなかったことを示唆している。

次にアンケートの結果について示す。アンケートでは各ステップの後で「(物語構造・あらすじ)の作成は難しかったですか」という2つの設問に4段階で難度を答えてもらった。物語構造作成の難度に対して4名、あらすじ作成に対して3名がシステムを用いた後の回答がより簡単であったという回答に変化していた。また、提案手法後のアンケートにおける「比較手法と提案手法のどちらが物語構造を作りやすかったですか」という設問に対しては全員が提案手法の方が作りやすかったと回答していた。このうち3名については役に立ったシステムの機能として、質問による状態・イベントの発想支援機能を挙げていた。これらのことから提案システムは書き手の物語構造・あらすじの作成を容易にする可能性があることが示唆された。

作成されたあらすじのメッセージの伝達性について評価する。読み手に回答してもらったメッセージに対して、そのあらすじの本来のメッセージと一致するかを本稿の著者が評価した。その結果、比較手法で3つ、提案手法で3つのあらすじをメッセージが伝達可能であると判断した。このことから作成されたあらすじのメッセージの伝達性に対する提案手法の影響は明らかにならなかった。

5. おわりに

本研究では、伝えたい事であるメッセージを想定している相手に伝えるような物語作成において、メッセージと相手のモデルである感情的な印象から物語構造の作成を支援するシステムを開発し、評価した。今後の課題としては、メッセージの伝達や好みの反映に対するシステムの影響を評価するさらなる実験が必要である。

参考文献

- (1) 佐久間友子, 小方孝: “プロットの物語内容論を利用したストーリー生成支援システムとその考察”, JSAI全国大会論文集, Vol. JSAI05, p.250 (2005)
- (2) Watanabe, T., and Arasawa, R.: “Computer-supported Novel Composition based on Externalization”, Procedia Computer Science, Vol. 35, pp. 1662-1671 (2014)
- (3) 芦田淳, 徳丸正孝, 小尻智子: “物語のテーマと感情的な印象に基づいた物語構造発想支援システム”, 第46回JSiSE全国大会講演論文集, pp. 15-16 (2021)

物理における制約の理解を指向した Teachable Agent Modeling for Error-visualization による学習手法の提案

Proposal of a Learning Method with Teachable Agent Modeling for Error-visualization for Understanding Constraints in Physics

荻田 将徳^{*1}, 前田 新太郎^{*1}, 相川 野々香^{*1}, 古池 謙人^{*1}, 東本 崇仁^{*2}

Masataka OGITA^{*1}, Shintaro MAEDA^{*1}, Nonoka AIKAWA^{*1}, Kento KOIKE^{*1}, Takahito TOMOTO^{*2}

^{*1}東京工芸大学大学院工学研究科

^{*1}Graduate School of Engineering, Tokyo Polytechnic University

^{*2}東京工芸大学工学部

^{*2}Faculty of Engineering, Tokyo Polytechnic University

Email: m2265003@st.t-kougei.ac.jp

あらまし： 学習者が人に教えることにより学ぶことは有益であり，そのための手法として著者らはこれまで Teachable Agent Modeling for Error-visualization (TAME)を開発してきた．TAME では，学習者に問題解決型の学習を行わせ，その後に学習者の誤りに基づいた可視化としてエージェントが誤答ベースの誤った行動を生成する．学習者は自らの誤りに基づいて振舞うエージェントに，適切な制約を教える活動を通して自らの誤りについての理解を促進する．TAME ではこれまで算数の作問活動を中心とした制約理解のためのシステムを開発してきたため，本研究では力学における作問を対象としたシステムについて検討する．

キーワード： Teachable Agent, Learning-by-teaching, 誤りの可視化, 制約, TAME

1. はじめに

物事において制約（ルール）を理解することは重要であり，それは学習においても同様である．数学や物理においても制約は存在するが，これらを理解せず問題を解いていることが多く，理解を深めるには制約を理解することは重要である．

そこで，制約を学習において指向した研究として，Teachable Agent Modeling for Error-visualization(TAME)がある⁽¹⁾．TAME では様々な学習手法・技術が取り入れられている．他者に対して物事を教示することで，自身の理解を深める学習手法である Learning-by-teaching⁽²⁾や，教えられる側の存在を担う技術としての Teachable Agent⁽³⁾，学習者の入力を実際にシミュレートし，誤りに気付かせる誤りの可視化⁽⁴⁾が該当する．既存のTAMEは，作問問題を対象としている．学習者に作問活動を行わせ，そこでの間違いがもつ制約に基づいてTAMEは誤った作問結果を学習者に提示する．学習者はTAMEの誤った作問に対して，どのような制約が充足していないかを教える．TAMEは教えられた内容に応じて作問結果を変化させる．この試行錯誤により学習者は理解を促進する．

そこで，本稿では他分野におけるTAMEの実現性を検討するために，力学の分野におけるシステムの提案を行う．

2. 関連研究：作問を対象とした TAME

現状のTAMEで実現した範囲として作問問題があげられる．作問TAMEでは，あらかじめ必要なテンプレート文，テンプレート内の概念間の関係性を表した制約，テンプレートに用いられるデータセット

を用意しており，学習者の作問中の誤答は制約の充足不足という形で取得される．例えば，作問中のオブジェクトの単位がそろわないという制約に対して，学習者の作問における単位がそろっていない場合は単位の制約の未充足となる．このように取得された作問活動時の誤答の制約不足を基に，次の活動である教示活動では不足した制約に基づいてエージェントは誤答を生成する．教える活動において，学習者は誤った制約を指摘すると，エージェントは制約を充足した作問を行う．複数の充足の不足がある場合は，これを繰り返し学習者はエージェントが正しい作問が行えるように誘導する．現在，作問分野においては一定の効果が確認されている．

3. 提案システム

3.1 概要

本稿では，物理を対象としたTAMEについて提案する．手法として，解答フェーズと教えるフェーズの二種類のフェーズを用意し，解答フェーズでの学習者の誤答が満たしていない制約を取得し，教えるフェーズで取得した制約に基づいた誤答をエージェントが作成する．学習者は，エージェントの生成した誤答に対して，制約の誤りを指摘し，エージェントを正解に導く．

3.2 解答フェーズと制約の取得

学習者は，図1のような画面を用いて解答を行う．図1の物理状況の正解は図2となるが，これを正解が満たすべき制約として一部抜粋したものが表1である．学習者は図1の問題において多くの誤りを犯すと考えられる．システムは学習者の誤答がどの制

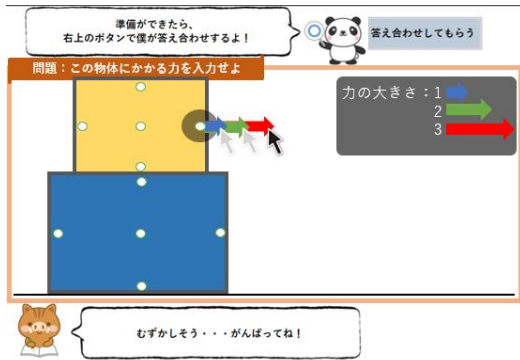


図1 解答フェーズ

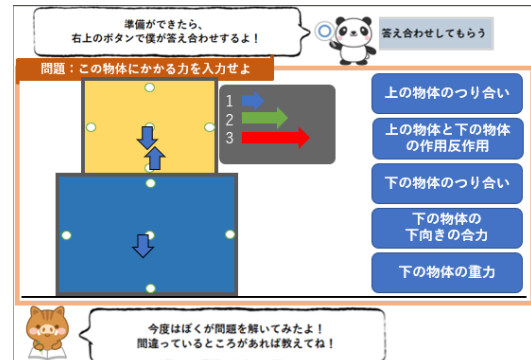


図3 教えるフェーズ



図2 解答フェーズ-正解例

約を充足していないかを取得し、のちの教えるフェーズに活用する。

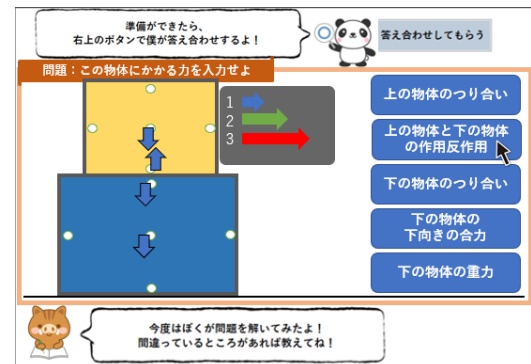


図4 指摘後のエージェントの誤答

解に近づくことになる。この指摘を受けた後のエージェントの誤答生成は図4のようになる。

表1 制約(一部)

| 制約名 | 制約式 |
|-------------------------|---|
| 上の物体の つりあい | [上の物体]の[下向き]の力の総和= [上の物体]の[上向き]の力の総和 |
| 上の物体と 下の物体の 作用反作用 | [上の物体]の[下部]に働く[上向き]の 力の大きさ=[下の物体]の[上部]に働 く[下向き]の力の大きさ |
| 下の物体の つりあい | [下の物体]に働く[下向き]の力の総和 =[下の物体]の[上向き]の力の総和 |
| 下の物体の 下向きの合 力 | [下の物体]の[下向き]の力の総和=[下 の物体]の[中央]に働く[下向き]の力+ [下の物体]の[上部]に働く[下向き]の 力 |
| 下の物体の 重力 | [下の物体]の[中央部]に働く[下向き] の力の大きさ>0 |

3.3 解答フェーズ

TAME は解答フェーズで学習者の誤答が満たしていない制約に基づいて、誤答を学習者に提示する(図3)。学習者が正解に至るまでに複数回間違えた場合は、すべての誤答による制約の未充足を反映する。仮に学習者のこれまでの誤答が、制約「上の物体のつりあい」は常に満たし続けているが、その他の制約を満たしていない場合は、図3のような誤った解答をエージェントが行う。学習者はこの誤答に対して「上の物体と下の物体の作用反作用を満たしていない」などの指摘を行い、エージェントの解答を正

4. おわりに

本稿では、先行研究である作問活動を対象としたTAMEによる「テンプレート」と「制約」に基づいた問題解決学習と、その結果を制約の未充足として得たのちに、制約に基づいた誤った解答を行う Teachable Agent という仕組みが、力学の領域でも実現可能であるかを検討した。

今後の課題として、実際に力学を題材としたTAMEを実装し、他分野における制約の理解の向上が可能であるかの検証を行っていく事があげられる。

参考文献

- (1) 古池謙人, 樋村いづみ, 東本崇仁: “誤りの可視化を重視した Teachable Agent モデリング手法の提案”, 電子情報通信学会技術研究報告(ET), Vol.121, No.294, pp.57-62 (2021)
- (2) L. Fiorella and R.E. Mayer, “The relative benefits of learning by teaching and teaching expectancy”, *Contemporary Educational Psychology*, Vol.38, No.4, pp.281-288 (2013)
- (3) G. Biswas, K. Leelawong, D. Schwartz, N. Vye, and T.T.A.G. at Vanderbilt, “Learning by teaching: A new agent paradigm for educational software”, *Applied Artificial Intelligence*, Vol.19, No.3-4, pp.363-392 (2005)
- (4) T. Hirashima, T. Horiguchi, A. Kashihara, and J. Toyoda, “Error based simulation for error-visualization and its management”, *International Journal of Artificial Intelligence in Education*, vol.9, No.1-2, pp.17-31 (1998)

発言の仕分けに着目したファシリテーターの学習手法

Facilitation Learning Methods

Focusing on the Sorting of Remarks in Discussions-

新目 紗也^{*1}, 仲林 清^{*1}
 Saya ARAME^{*1}, Kiyoshi NAKABAYASHI^{*1}
^{*1}千葉工業大学院情報科学研究科

^{*1} Graduate School of Information and Computer Science, Chiba Institute of Technology
 Email: s1732005ee@s.chibakoudai.jp

あらまし：ファシリテーション未経験者に、ファシリテーションの方法を学習させ、実際の議論で活用させることで、チームの問題解決能力を向上させることを目的とした学習手法を開発した。学習は2回に分け、1回目に態度に重点を置いた学習、2回目に知的技能に重点を置いた学習を行った。議論の発言内容を論点提示や制約条件確認などのカテゴリーに分類し、流れを構造化して、学習の効果に与える影響を評価する。今回は予定している実験の変更点を述べる。

キーワード：ファシリテーション, 問題解決, グループディスカッション

1. はじめに

問題解決では、チームで目標を共有して成果を出すことが期待されるが、複数人で合意形成を行うことは、総論賛成・各論反対などの問題が生じるため難しい。本研究では、ファシリテーション未経験者に、ファシリテーションの方法を学習させ、実践させることでチームの問題解決能力を向上させることを目的とした学習手法を開発する。今回はすでに発表した実験⁽¹⁾からの変更点や予定している分析方法を述べる。

2. ファシリテーターの学習内容

2.1 ファシリテーション

図1に問題解決の過程とファシリテーション技術の対応を示す。問題解決の過程には、現状を正確に把握し、目標となるあるべき姿を定義、現状とあるべき姿のギャップを問題として捉え、解決していく一連の流れがある。その中で、ファシリテーションの技術はファシリテーターが議論の前に行う「仕込み」と議論中に行う「さばき」に分けられる。「仕込み」の過程では、会議の目的や前提、結論を出すべき論点を設定し議論の骨格を作る。「さばき」は、議論中に、メンバーとのコミュニケーションにおいて、「引き出し、決めさせ、自ら動くことを助ける」ことを円滑に行うための技術である。

2.2 学習目標

本研究では、ファシリテーションの学習内容として、「さばき」に焦点を当てる。そのため、課題とする問題解決のタイプを、専門知識を必要とせず、目的が明確なタイプとし、具体的には日帰り旅行の計画を題材にした課題を与える。ファシリテーターの学習は、学習成果の5分類⁽²⁾のうち知的技能と態度の習得を目標とした。具体的な内容を表1に示す。1回目の学習では態度に重点を置き、2回目の学習では知的技能に重点を置いて学習を行った。

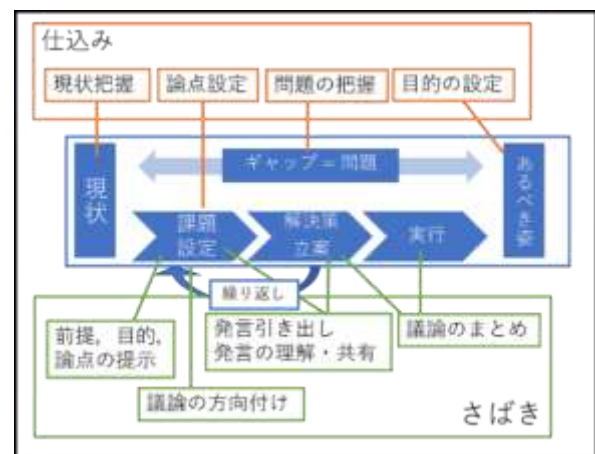


図1 問題解決の過程とファシリテーション技術の対応

表1 習得内容

| | |
|------|---|
| 態度 | ファシリテーションの目的や必要とされる背景 ファシリテーターのコミュニケーションの特徴 メンバーが腹落ちすることの意義と目的の理解 メンバーの発言を引き出そうとする姿勢 メンバーの意見を尊重する姿勢 |
| 知的技能 | 議論の前提、目的、論点の提示をする 意義と目的の理解 メンバーの発言を引き出す・理解を深める方法 メンバーの発言を共有する意義と目的の理解 議論を方向付ける方法 議論の収束に必要な意見の取捨選択の 意義と目的の理解 |

3. 実験課題

すでに発表した実験⁽¹⁾から次の実験に向けての改善点を表2に示す。実験課題として扱う問題解決のタイプは変えず、具体的な課題の内容を改善した。被験者の立場の設定では、被験者自身が行く旅行のプランを自分達で計画するという設定としていたが、

自分の要望だと他の制約や要望を満たす計画を立てるために自分の要望の優先度を下げる可能性があるため、被験者の立場を計画した旅行を提供する立場とした。また、被験者に与える要望はお客から与えられた要望とし、優先度も明示した。

制約については、1回目の議論では全ての条件を満たす解決策があるのに対し、2回目の議論では全ての条件を満たす解決策はないように設定して難易度を上げた。また、今回は1回目の議論で要望のみ、2回目の議論で制約に予算を追加して議論の難易度を調整していたが、2回ともお客の要望の中に予算の要望も含めて提示するように変更した。

表2 実験課題の変更箇所と変更したポイント

| 変更箇所 | 変更したポイント(前回→今回) |
|--------------|---------------------------|
| 被験者の立場の設定 | 被験者が旅行に行く |
| | 被験者が旅行プランを提供する |
| 要望と制約を満たす解決策 | 2回とも要望と制約を全て満たす解決策がある |
| | 1回目は解決策がある、 2回目は解決策がない |
| 与える制約の設定 | 1回目に要望、2回目に要望と予算 |
| | 2回とも要望と予算 |

4. 分析方法

本研究では、ファシリテーターとメンバーへのアンケート結果とインタビュー結果から学習の効果やファシリテーターの変化がメンバーに与える影響を調査する。また、議論の流れを構造化して分析し、学習の効果が議論に与える影響を調査する。

4.1 アンケートの変更点

表3 ファシリテーターへのアンケート項目

| | |
|----------|---|
| 事前アンケート | 議論の経験の有無と状況 議論での自分の立場や積極性 議論の場で意識すること チームでの活動経験の有無と状況 チーム活動での自分の積極性 |
| 態度の学習前 | 司会進行のイメージ・理想 リーダーのイメージ・理想 |
| 態度の学習後 | ファシリテーターへのモチベーション ファシリテーションの目的、理想 自分の経験とファシリテーターの比較 |
| 知的技能の学習後 | ファシリテーターへのモチベーション 講義内の議術の目的(予告あり) ファシリテーションの目的、理想 これまでの経験との比較 |
| 議論前 | ファシリテーターへのモチベーション ファシリテーターとして意識すること |
| 議論後 | ファシリテーターへのモチベーション 講義内容でできた・できなかったこと 議論中で大変または楽に感じたこと これまでの議論経験との比較 |

変更したファシリテーターへのアンケートと項目を表3に示す。今回は、事前アンケートと議論後の3回のみ行っていた。今回は、事前アンケート、態度の学習前後、1回目の議論前後、知的技能の学習後、2回目の議論前後で8回行う。

事前アンケートや態度の学習前アンケートでは、被験者の議論の経験やリーダーのイメージについて回答させ、態度の学習で学ぶ内容について被験者の経験を活性化させる。また、事前アンケートと2回の議論前アンケートで「議論で意識すること」に回答させ、学習や実践を通して変化するかを調査する。態度の学習後と知的技能の学習後では、共通して「ファシリテーションの目的、理想」に回答させ、学習や実践を通してファシリテーションへの理解が変化するかを調査する。また、議論後アンケートや知的技能の学習後に自分の経験と学習内容を比較させる。学習内容と経験を結びつけて学習を促進させる。

4.2 議論の分析

議論の流れを構造化するため、議論中の発言を「論点」、「確認」、「推論」、「吟味」の4種類に分類する⁽³⁾。発言の分類と基準、例を表4に示す。

分類のうち、「論点」は話し合う論点についての明確な言及、「確認」は配布資料中の情報やメンバーの要望、制約などの事実について確認する発言である。「推論」は事実を基に自分の考えや解決策を提案する発言、「吟味」は提案や解決策について事実や制約と整合性が取れているかを確認する発言である。

表4 発言の分類・基準・例

| 分類 | 分類の基準と例 |
|----|--|
| 論点 | 論点についての言及 ファ「まずやっぱり、あれじゃないですか、どこから決めた方が良いと思いますか？候補地ですかね」 |
| | 確認 資料の情報、条件など事実についての確認 メンバー3「場所、アクセスのところが、なんか微妙にCの方が良い」 |
| 推論 | 自分の考えを述べる メンバー3「それが、できれば午前中に山でバーベキューして、午後に海岸で花火やって帰る」 |
| | 吟味 推論内容と事実の整合性を確かめるなど ファ「確かに、でもこれあれですよ、1日の予定だから、多分それ大丈夫だと思うんですよ」 |

参考文献

- (1) 新目紗也, 仲林清: 議論における発言の仕分けに着目したファシリテーションの学習手法, 教育システム情報学会研究報告 Vol.36, No.1 (2021-5) pp.23-30
- (2) C・M.ライゲルース, A・A.カー・シェルマン(編), 鈴木克明, 林雄介(監訳): インストラクショナルデザインの理論とモデル 共通知識基盤の構築に向けて, 北大路書房 (2016), p.p45-63
- (3) 遠山紗矢香, 白水始: 協調的問題解決能力をいかに評価するか-協調問題解決過程の対話データを用いた横断分析- Cognitive Studies, 24(4), (Dec.2017), 494-517

e-learning 課題におけるフィードバックの果たす役割について

A Study about a Role of Feedback in e-Learning Assignments

池村 努

北陸学院大学短期大学部 コミュニティ文化学科

Hokuriku-gakuin Junior College Community and Culture Department

Email: ikemura@hokurikugakuin.ac.jp

あらまし：2021 年度から入学前課題として e ラーニング教材のラインズドリルを導入した。導入にあたり、前年の 2020 年度から筆者の所属する学科で試行的に導入し、フィードバック（声掛け）が課題実施に役立つことを認識した。それを受けて 2021 年度本格導入に反映した。実施に際し期待通りの実施状況を得ることが出来なかった。その理由の 1 つとして学生のオンライン教材疲れも考えられる。2022 年度にも継続して導入しており、今後はその推移についても研究を進める。

キーワード：遠隔授業，e ラーニング，フィードバック，ラインズドリル

1. はじめに

本学では 2021 年度から入学前課題としてラインズドリルを「HG ドリル」として導入した。ラインズドリルはオンラインで基礎学力強化ができるリメディアル教育専用 e ラーニング教材である。オンライン教材は受講者の意欲により積極的に活用することもできれば、あまり効果を得られない場合もある。本研究では 2020 年度に試行的に取り入れた段階から行ってきた「声掛け」が受講者に与える影響についてまとめる。

2. 入学前課題導入の推移

一般的に推薦入学試験や AO 入試合格者は、一般入試受験者と比べて進路決定時期が早い。11 月頃には進路が決定し、残りの高校生活に空白期間が生じることになる。高大連携会議の中でもこのことが問題視され、多くの私立大学で入学予定者に対して何らかの入学前課題を準備することになった。本学でも初年次教育の一環として、四年制大学立ち上に併せて入学前の課題を整備し、推薦入学試験合格者に課してきた。

本学の新生は全員がオリエンテーション期間の初日に基礎学力テストを受けることになっている。国語と英語のテスト（学科によっては数学も実施）を実施し、同テストにより基礎科目の「日本語表現法」「英語」のクラス分けを行なってきた。入学前課題の内容を再考するにあたり、基礎学力テストを意識して修正を行なった。具体的には市販の問題集とノートを購入させ、問題集を解いて提出する方法を取った。課題を説明するプリントには、入学前課題への取り組みが基礎学力テストに繋がるとして取り組むよう求める文章を記載していた。

入学前課題を導入開始してから 2020 年度まで、課題の回答を記したノートを提出する方法だった。学科教員はオリエンテーション初日に課題の提出を求め、推薦入学試験合格者のリストを元に実施状況を手作業で確認していた。従前の方法では課題が提出

されるまで、入学予定者がちゃんと取り組んでいるか確認できないことが課題だった。また取り組み分量が不十分だったり、そもそも取り組んでいなかったりするケースも散見された。そのような場合は入学前課題としての意味を持たないが、他の学生や次年度以降に入学する予定の後輩たちへの影響を考慮して課題に取り組むよう求めることもあった。これらのことから課題について再考の必要が生じてきた。

そこで入学前課題について検討を進めた結果、ラインズドリルの導入を決定した。先行して 2020 年度から短期大学部コミュニティ文化学科の授業でラインズドリルを試験的に導入し、ノウハウを蓄積した上で 2021 年度からの本格導入に備えることになった。

3. 2020 年度プレ導入

2020 年度の試験導入は、必修科目の「キャリア教養講座 A・B」（演習科目・1 単位）において実施した。同科目は筆者（池村）が非常勤講師とオムニバスで担当する科目で、本学科卒業生の 9 割が卒業後すぐに就職することを前提に、就職活動に向けた国語・数学・一般常識などの基礎学力の維持を目的とした科目である。入学前課題として導入を検討しているラインズドリルであるが、課題とする科目を選ぶことで科目の目的に適応させることが可能と判断し、試験的に取り入れた。課題としてはベーシックの社会とスタンダードの国語・数学を課した。授業時間における課題に加えて、オンラインで実施するラインズドリルへの取り組みを評価項目に加えている。

実施時には継続的に取り組むよう 2 週間毎に目標を設定し、定期的に進捗を確認してメール等による声掛けを行なった。事前にラインズ株式会社担当者より、他大学の取り組み事例として定期的な呼びかけが効果的であるとの聞いていたため実施した。4 月 20 日にアナウンスした直後から 20 名程度の学生がログインを開始し、すぐに 10 名近い学生が 1 つ以

上の単元を終了している。月ごとのアクセス数を比較すると7月末の最終期日に向け追い込みをかけたであろう7月が全体の32%を占めることになったが、実稼働日数で割ると4月が45%を締める結果となった。10日程度で全アクセス数のほぼ半数を占めたことは驚きであるが、学生は案内が送られてから2週間程度ですぐに取り組みを開始することから、この段階で習慣づけできれば継続的にドリルを実施出来ることが予想される。

4. 2021年度の本格導入課題

2020年度の試験導入を踏まえて、2021年度から4学科の入学前課題として導入した。以前の入学前課題同様、学科別に課題の範囲が異なるものとなった。これについてはオンライン課題であることと、ラインズドリルだけで完結して取り組むことができる事を受け、あえて共通でない課題とした。具体的な課題は以下の表の通りである。国語と英語については4学科とも共通。数学は3学科で行ない、科学の知識を必要とする食物栄養学科については理科を課すこととなった。また短期大学は難易度の低いベーシックを課し、大学はスタンダードを課している。

ラインズドリルは初回ログイン時にユーザー情報としてメールアドレス登録を求める仕組みがある。登録情報に基づいて、推薦入試及びAO入試合格者に対して実施状況の確認や励ましなどの声掛けを行なうことの重要性を各学科に説明し、担当者の配置を依頼した。声掛けのタイミングなどは各学科の判断に委ねた。

入学前課題対象者の実施状況は以下の通りとなった。

| | 子ども教育学科 | 社会学科 | 食物栄養学科 | コミュニティ文化学科 |
|-------|---------|-------|--------|------------|
| 課題対象者 | 53 | 52 | 42 | 29 |
| 課題終了者 | 7 | 9 | 8 | 14 |
| 達成率 | 13.2% | 17.3% | 19.0% | 48.3% |

コミュニティ文化学科が突出して高いのは、筆者が担当し、最低でも月に一度以上の声掛けを行なうなど声掛けの頻度が高かったことが一番の理由と考えられる。しかしそれでも全体の5割程度の達成率だった。他学科の聞き取りを行なった結果は、コミュニティ文化学科ほどの声掛け回数にはなっていなかった。

コミュニティ文化学科では入学前課題に加えて、2020年度同様に「キャリア教養講座」にも取り入れた。前期「キャリア教養講座A」ではスタンダードの国語・数学とベーシックの社会を課題とした。後

期「キャリア教養講座B」ではこれまで取り組んでこなかった科目の中から2科目を選んで取り組むよう求めた。授業での課題と同時に、入学前課題未達成学生には都度声掛けを行ない、達成率の向上を図った。科目ごとの達成度は上がったものの、それでも課題全体では最終的に55%の達成率に留まったことが悔やまれる。

5. 声掛けが果たす役割についての考察

2020年度と2021年度の「キャリア教養講座」履修学生に対し、任意でアンケートを実施した。ラインズドリルに対する満足度は以下の通りだった。

| | 2020年度 | 2021年度 |
|-------|--------|--------|
| 満足 | 4 | 3 |
| やや満足 | 4 | 11 |
| やや不満 | 3 | 3 |
| 不満 | 0 | 1 |
| 回答総数 | 11 | 18 |
| 履修者総数 | 35 | 34 |

満足度と声掛けの感想を比較すると「満足」「やや満足」と回答したグループはポジティブな感想が多かったのに対し、「不満」「やや不満」と回答したグループでは「めんどくさい」「焦りを感じる」などネガティブな反応が多かったことが特徴として出ている。

声掛けの回数が多くなるほどやらなければという反応を引き出すことができる反面、負担を覚える学生がいることも確認できた。比較の項目として年間累積GPAとの比較も行なってみた。2020年度は「満足」「やや満足」と回答したグループのGPAが比較的高かったが、2021年度については特に関連性を見出すことが出来なかった。2021年度はオンライン授業が多かったため、オンラインの課題が多かったことでネットを利用した課題に対する疲れも理由の1つと考えられる。

6. 2022年度のアナケート実施

2022年度入学生についても同様のアンケートを予定している。今年度については全学科を対象として実施する予定である。

7. 考察

入学前課題として導入したラインズドリルの実施状況向上を目指して声掛けを行なった。定期的に呼びかけることは学習者の意欲を向上させる上で、効果があることは確認できた。しかしどの程度の頻度で実施することが望ましいのかについては検証が不十分である。声掛けをすることが逆に負担となることも確認された。

入学前課題実施率の向上と併せて、満足度向上に繋げられるよう、検証を続けたい。

オンライン大学における学生の履修パターン及び学生支援の実践

Students' Learning Pattern and a Practice of Learning Support by Faculty and Staff in the Online University

加藤 泰久

Yasuhisa KATO

東京通信大学 情報マネジメント学部

Department of Information and Management, Tokyo Online University

Email: kato.yasuhisa@internet.ac.jp

あらまし：高等教育のオンライン学習環境においては、メンタリングを効果的に実施することでドロップアウト率を下げられる可能性がある。オンライン大学における初年次必修科目の学生の履修パターンと教職員による、学生支援の実践について、2022年度の実践結果と、2018年度～2021年度の比較を通して分析を行う。適切なタイミングで適切なメンターがメンタリングを実施すること、また、今までのオンライン学生の成功パターンを学生が実践することによりドロップアウトをできるだけ少なくすることを目指して実施している授業実践について報告し、今後の課題について述べる。

キーワード：学習パターン、eラーニング、eメンタリング、オンライン大学

1. はじめに

社会人の学び直しを中心としている通信制のオンライン大学においては、今年度も通常通り1学期の授業実践を終えるところで、新型コロナ以前とほぼ同様の活動を継続している。オンライン大学におけるオンデマンド学習で卒業まで学び続けるためにはオンライン学習者スキル⁽¹⁾を身につける必要があり、学習意欲は学習を継続させる主な要因の一つとなっている。本講では、履修途中でのドロップアウトをできるだけ少なくすることを目的としたオンライン大学における教育実践の中で、学習者支援の観点から学生の履修パターンの分析と学習者支援に対する取組について述べる。

2. ドロップアウトの予測

オンライン学習環境におけるドロップアウトに関する研究は今まで多く行われている⁽²⁾。学習計画書の提出と単位修得率に直接関係がないことが示され⁽³⁾、オンライン学習が継続できる要因として、「統制の所在」、「メタ認知自己調整」の方が「時間管理」、「自己効力感」より影響を及ぼす事が示されている⁽⁴⁾が、学習計画の立案と学習の進捗管理は、オンデマンド型オンライン学習を成功させる上での重要な要素の一つになっていると思われる。また、MOOCが対象ではあるが、第1週の学習者のアクセス数と学習時間から、ドロップアウトを8割以上予測できるという研究においては、授業開始の最初の週の重要性が示唆されている⁽⁵⁾。

3. オンライン大学における学習環境

本講では2022年度1学期(4月～6月)における1年次の必修科目についての学生の履修パターンと学生支援の実践について述べる。授業配信形態等は昨年度までと同様で、1学期の授業配信期間は8週間、1回の講義(15分相当の映像教材4本と30分相

当の小テストで構成)の標準配信期間は各3週間である。標準配信期間を過ぎても履修は可能であるが、遅刻扱いとなり、遅刻を2回重ねると1回分の講義が欠席とみなされ、2/3以上出席しないと単位認定試験の受験資格を失う。なお、昨年度までは対象としていた初年次必修科目はオムニバスで構成され、授業の各回が独立していたが、今年度は、内容を一新し、アカデミックリテラシーを中心に、順に履修を進める必要がある科目に改変した。また、昨年度までと同様、本科目の特殊性から、他の開講科目とは異なり、全8回全て最初の週に開講し、標準配信期間の終了日は他の科目と同様階段状に設定した。

4. オンライン大学での授業実践

1年次必修科目の2018年度から⁽⁶⁾、⁽⁷⁾2022年度の各1学期における学生の各回の学習率を図1に示す。2022年度については、配信終了前のため、特に第8回は、最終学習率よりは少し低くなっていると思われる。図1において、2022年度の第1回から第5回に対しては、どの回も2021年度と同程度あるいは若干下回る結果となった。一方、第6回と第7回については、2021年度より学習率が向上している。2021年度までは、回の順番に関係なく履修が可能であったが、2022年度からは順に進めることを必須としたため、第1回から第8回までの学習率は単調減少となるのが昨年度までとの相違点である。ここで、学習率とは、第1回第1講の映像教材を最後まで視聴した学生を100%とし、以降その学生の中の何%が各回の受講または単位認定試験を終了したかについて表示したものである。例えば、第7回については、学習率は約83%であるが、これは、第1回第1講の履修を終えた学生全体の約83%の学生が第7回を履修完了し、残り約12%の学生については第7回が未完了ということを示している。また、単位認定試験は全体の授業回の2/3以上の履修が受験条件である。

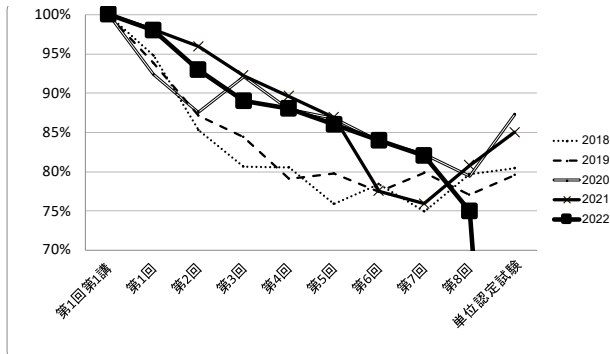


図1 各回の学習率

次に、図2は、授業配信期間8週間における1週間毎の学生の全体に対する進捗率の平均を示している(2022年度は第7週まで完了)。但し配信期間中1回も履修していない学生のデータは除いている。各週平均的に全体を履修していけば、1週間あたりの平均学習進捗率は12.5%となる。

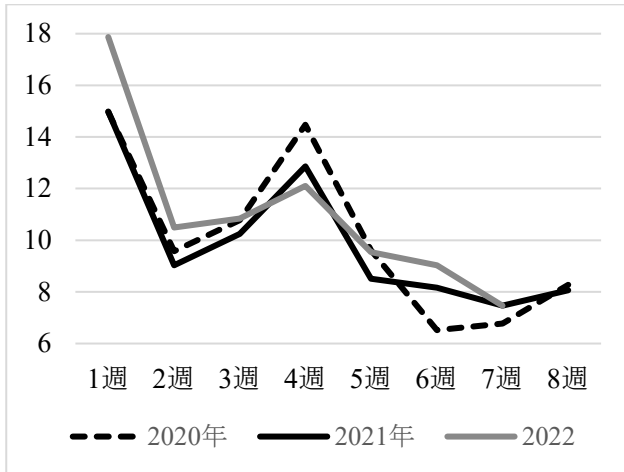


図2 各週における学習進捗率の推移

また、図3には、進捗率100%の学生が、第1回の学習を終えた週を示しており、第1週に第1回を終えた学生が83%であった。

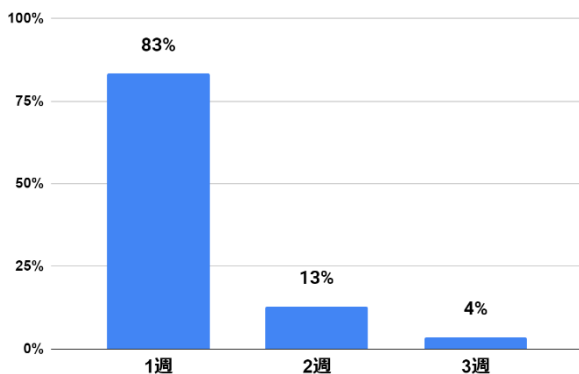


図3 進捗率100%の学生が第1回を終了した週

5. 考察

図1に示した通り、ほぼ2021年度と同程度あるいは、第6・7回は少し学習率が向上した結果となった。最終的には、単位認定試験の受験率と、単位修得率

を評価する必要があるが、2021年度については2020年度に比べて、単位修得率が向上した⁷⁾ので、2022年度も同様の結果が期待される。

次に、図2に示すように、2022年度は2021年度に比べて第1週の進捗率が約18%と全授業期間に平準化して学習した場合の進捗率の12.5%を大幅に超える結果となった。そのため、ゴールデンウィークの後半における山(第4週)も昨年度より小さくなり、その後はどちらかというと平均的に学習を進めていることが伺える。

また、進捗率100%の学生は約83%が第1週に第1回授業を終えており、2021年度の約75%⁷⁾と比較しても8ポイント以上、履修を前倒しする学生が増加した。

6. おわりに

昨年度までよりも第1週の学習が増加する結果となった。今後1学期の成績確定後、成績と学習率・進捗率の関係を分析する予定である。また、学習成果と学び方の関係の分析や学習者へのアンケート調査等を通して、学習者支援活動計画を随時修正し、さらなるドロップアウト学生の低減を目指す。

謝辞

本研究の一部はJSPS科研費(19K12258, 22K12303)の助成を受けたものである。

参考文献

- (1) Michael Beaudoin et al.: "Online Learner Competencies (The Ibstpi Book Series)", Information Age Publishing (2013)
- (2) Prenkaj, B., Velardi, P., Stilo, G., Distanti, D., and Faralli, S.: "A Survey of Machine Learning Approaches for Student Dropout Prediction in Online Courses", ACM Computing Surveys, 53(3), pp.1-34 (2020)
- (3) 山田雅之, 中村信次, 佐藤慎一, 野寺綾: "eラーニングにおける学習計画とドロップアウト率の関係", 日本教育工学会論文誌, Vol. 34, 73-76 (2010)
- (4) Lee, Y., Choi, J., and Kim, T.: "Discriminating factors between completers of and dropouts from online learning courses", British Journal of Educational Technology: Journal of the Council for Educational Technology, Vol. 44, No. 2, pp. 328-337 (2013)
- (5) Alamri, A., Alshehri, M., Cristea, A. I., Pereira, F. D., Oliveira, E., Shi, L., & Stewart, C.: "Predicting MOOCs dropout using only two easily obtainable features from the first week's activities", Intelligent Tutoring System 2019 (2019)
- (6) 加藤泰久: "オンライン大学における学生の履修傾向及び教職員による学習支援の実践", 教育システム情報学会全国大会 (2020)
- (7) 加藤泰久: "オンライン大学における学生の履修スタイル及び学生支援の実践", 教育システム情報学会全国大会 (2021)

オープンエンドな VR 型史跡探索学習空間における Physical Walk と Concept Walk の実現と評価

Enabling Physical- and Concept-Walk in VR-based Open-ended Historical Learning Space and Its Evaluation

松浦 碧^{*1}, 林 佑樹^{*2}, 瀬田 和久^{*2}
Aoi MATSUURA^{*1}, Yuki HAYASHI^{*2}, Kazuhisa SETA^{*2}

^{*1}大阪府立大学 現代システム科学域

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

^{*2}大阪公立大学大学院 情報学研究科

^{*2}Graduate School of Informatics, Osaka Metropolitan University

Email: matsuura@ksm.kis.osakafu-u.ac.jp

あらまし: 歴史学習では、史実の繋がりを理解し、実際の史跡を訪問する等、実感を伴う学びが望ましい。一方、教科書では表現可能な情報に限りがあるため、これを実現することは難しい。本研究では、疑似的な史跡探索 (Physical Walk) と関連語句を辿る探索 (Concept Walk) の往還による主体的かつ没入体験型学習の提供を目的としたシステムを多様な学習者の興味に追従できる形で開発した。本稿では、この実現のため課題とそれを克服するための技術的工夫および、実現したシステムの評価実験の結果を報告する。

キーワード: 探索学習, 歴史学習, Virtual Reality, 空間的繋がり, 意味的繋がり

1. はじめに

興味・関心を持ちながら取り組む主体的な学び、知識を相互に関連付けることで考えを精緻化する深い学びがアクティブラーニングの観点から重要とされている⁽¹⁾。本研究で対象とする歴史学習にあてはめてこのような学びを支援することを考えると、学習者が自分の興味に応じて主体的に学ぶこと、歴史の世界に没入することで興味・関心を拡張すること、人物や出来事、史跡などの関係性を理解して学ぶことが望ましい。そうした学習活動を支援するためには、空間的な感覚を伴う学び、多くの語句を構造的に関連付けた学びを促すことが不可欠であるが、学習者の多種多様な興味に追従できる形でこれを実現することは容易ではない。

本研究では、オープンエンドな学習空間で、史跡探索を行う空間的繋がり探索 (Physical Walk) と関連語句を辿る意味的繋がり探索 (Concept Walk) を組み合わせることにより、学習者の興味に追従し深い学びの創出を指向した史跡探索学習支援システム⁽²⁾を開発している。文献⁽²⁾では学習者に提供される学習環境を主題に述べた。本稿ではシステムの内部的視点から、オープンな学習空間としてこれを実現するための技術課題とそれを克服する技術的工夫を述べるとともに、学習効果を確認するための評価実験について報告する。

2. VR 型史跡探索学習支援システム

先行研究⁽²⁾では、Virtual Reality (VR) 技術及び Wikidata Query Service (WDQS)⁽³⁾、Google Maps API⁽⁴⁾を活用し、Physical Walk と Concept Walk を両立する VR 空間没入型の史跡探索学習支援システムを開発している。本システムは VR ヘッドセット (Oculus

rift) を着用して利用できる (図 1(A))。

VR 空間で学習者は、興味のある地域・年代 (例: 日本の飛鳥時代) を選択し (図 1(B))、VR 空間上に表示される選択結果に応じた歴史用語 (例: 法隆寺, キトラ古墳) から興味のある用語を選択できる (図 1(C))。学習者が史跡を選択した場合は Physical Walk と Concept Walk の両モードで、それ以外を選択した場合は Concept Walk モードで探索学習できる。

Physical Walk: 史跡 (例: 法隆寺) の規模感や雰囲気 (図 1(G))、周辺史跡 (例: 中宮寺) との位置関係 (図 1(H)) などを観察できる。このときシステムは、学習者が選択した緯度・経度情報を WDQS から取得し、Google Street View Static API で得られる同地点の史跡画像を VR 空間に配置することにより、史跡周辺の疑似空間を動的に構築している。

Concept Walk: 用語同士の関係性が表示された空間 (図 1(D)) を探索することにより、仮想ブラウザを介して詳細情報を確認したり (図 1(F))、経路を行き来しながら用語間の関連を学ぶことができる (図 1(E))。システムでは、学習者が選択した語句と関連する語句及び意味的關係性を WDQS より取得し、これに基づき関連語句の可視化を実現している。

意味情報を保持しない史跡画像データと空間情報を保持しない歴史用語 (とその意味的關係) データを相互に関連付けて統合するという技術的課題に対して、大規模知識データベース (Wikidata) を介す仕組みを導入することにより Physical Walk と Concept Walk の往還を実現している。これにより学習者は、例えば法隆寺を探索している (Physical Walk) 際に、法隆寺に関する関連語句を確認することで聖徳太子が建立した寺であることや、彼が母後の為に創建し

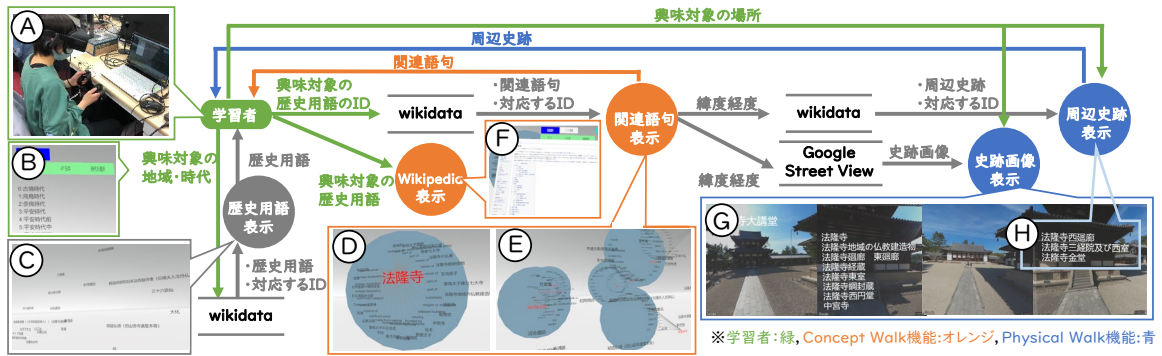


図1 システムのインターフェースとデータフロー

た尼寺として中宮寺があることを理解した上で (Concept Walk), 中宮寺は今いる法隆寺の近くにあるので訪れてみる (Physical Walk) といった、双方を組み合わせた探索活動を行うことを可能とした。

3. 評価実験

初期的な動作検証については先行研究⁽²⁾で既に報告しており、ユーザビリティに課題が挙げられたものの、意図した動作を実現できていることは確認できている。このとき指摘された課題を修正したシステムを用いて、史跡探索学習におけるシステム利用の効果を確認するための評価実験を実施した。

Oculus rift を初めて使用する大学生 5 名、大学院生 2 名を対象に開発したシステムを利用させた。システムの使用方法を説明するデモ動画を 3 分程度視聴させ、本システムを用いて 10 分程度学習させた。そして学習後に 5 段階評価のアンケートに回答させた。アンケート項目は、Physical Walk による学習効果の観点から「(i) 史跡の空間的理解が高まったか」、Concept Walk による学習効果の観点から「(ii) 用語の関係性を理解しながら学習を進めることができたか」、主体的な学び支援の観点から「(iii) 興味に沿って学習を進めることができたか」、「(iv) 歴史への興味が高まったか」、深い学び支援の観点から「(v) 史跡探索と関連語句探索により深い学びに繋がったか」、使用感の観点から「(vi) システムは使いやすかったか」の 6 項目を設定した。

表 1 にアンケート結果の平均点を示す。(i)は平均 4.1 点、(ii)は平均 4.0 点であった。このことから、Physical Walk で空間的な理解を、Concept Walk で関連語句の理解を促しうることが示唆される。教科書を用いた学習時の空間的な感覚を伴う学び、多くの語句を構造的に関連付けた学びの支援が容易ではないという学びの困難性を軽減できることが期待される。また、(iii)は平均 4.5 点、(iv)は平均 4.2 点であったことから、システムが学習者の興味に追従した学びの機会を提供するとともに、史跡探索と関連語句探索による詳細情報と関連情報の提示が、歴史学習への動機づけにつながっていたことが示唆される。実際に「社会科見学のように楽しく学習を行えた」、「用語を選択した際のネットワークが広がっていく表現により、知識が広がっていく感覚がしてもっと

広げたいと思った」といった肯定的なコメントが挙げられた。

一方(vi)については平均 2.5 点であった。先行研究の動作検証を受けて、コントローラの操作手順を削減したり、階層を区別せずに関連語句が重畳表示されていたことによる視認性低下の問題について三次元表示に変更するといった改善を施していたものの、ユーザビリティを更に高める必要がある。関連して、(v)の項目で 3.8 点であったことは、Oculus rift を装着しながらの操作には慣れが必要であったためであることが示唆された。

表 1 アンケート内容と結果

| | アンケート内容 | 平均点 |
|-------|--------------------|-----|
| (i) | 史跡の空間的理解が高まった | 4.1 |
| (ii) | 関係性を理解しながら学習を進められた | 4.0 |
| (iii) | 自分の興味に沿って学習を進められた | 4.5 |
| (iv) | 歴史への興味が高まった | 4.2 |
| (v) | 探索で深い学びができた | 3.8 |
| (vi) | システムは使いやすかった | 2.5 |

4. まとめと今後の課題

学習者の興味に追従する空間情報と意味情報を組み合わせたオープンな学習空間を Wikidata と Google Street View を介すことにより実現し、主体的な学びと深い学びを促す可能性を確認した。本稿では飛鳥時代を例として取り上げて説明したが、提案した仕組みにより学習対象の時代、場所を変えても動作する汎用性を備えた点が特長である。

参考文献

- (1) 文部科学省：「小・中学校新教育課程説明会（中央説明会）における文部科学省説明資料」, https://www.mext.go.jp/a_menu/shotou/new-cs/1396716.htm (参照 2022.5.20)
- (2) 松浦碧, 林佑樹, 瀬田和久：「Physical Walk と Concept Walk を実現する VR 型史跡探索学習支援システム」, JSiSE 学生研究発表会予稿集, pp. 106-107 (2022, 本大会予稿集に再掲)
- (3) Wikidata Query Service : <https://query.wikidata.org/> (参照 2022. 5. 20)
- (4) Google Maps Platform: Street View Static API : <https://developers.google.com/maps/documentation/street-view/overview> (参照 2022. 5. 20)

炎色反応実験をシミュレートする VR 教材の開発

Development of VR Contents to simulate Flame Test Experiments

南 睦樹

Tomoki MINAMI

山岸 芳夫

Yoshio YAMAGISHI

新潟工科大学

*1Niigata Institute of Technology

Email: 201911158@cc.niit.ac.jp

あらまし： コロナ禍により生徒が学校に通学できなくなり、実験・実習の体験が行えなくなる問題が起こっている。本研究では、在宅での学習が強いられる状況でも化学実験の体験を可能とするシミュレーション教材の開発を行う。まずは学習者の興味を引きやすい、炎色反応実験をシミュレーションするコンテンツを作成し、実験に関連した知識の学習及び原理解説なども包括的に学べるような教材とする。

キーワード： VR 教材, シミュレーション, 独学, 化学実験, 炎色反応

1. はじめに

自主的な学習において好奇心を抱くことは、学習への意欲、理解・習得度等あらゆる面で重要であり、化学学習にもそれは当てはまる。

化学の中でも化学実験は特に好奇心を刺激し、化学に対する興味・関心を惹き付けたり、学習した知識の定着を促進する効果があるため、授業の中で生徒自身に化学実験を行わせたり、長期休暇中に化学実験を行うイベントが開催されることもある。

しかし、昨今のコロナ禍の影響で生徒が学校に通学できなくなり、実験・実習が体験できなくなっている、という問題がある。そこで我々は、化学実験をシミュレートする VR 教材の開発を考えた。数多い化学実験の中で、見栄えがして学習者の興味を引きやすい、炎色反応実験の VR シミュレーションをまず手始めとして選び、構築を行うこととした。さらにシミュレーションのみならず、実験に関連した知識の学習及び原理解説を一連の流れで学習する教材の開発を考えた。

2. 先行研究

堀らは「理科離れ」の改善を目的に VR を用いたモバイル用化学実験アプリケーションを試作した⁽¹⁾。この研究では、化学の単元である「金属イオンの系統分離」のテーマで VR アプリケーションを開発した。環境としては Google Cardboard (スマートフォンを用いた簡易 HMD) による VR 版と通常のディスプレイによる PC 版の二つを用意し、二つの実験群でそれぞれ二つの環境を異なる順番で使用させ、事前・事後テストおよびアンケートにより評価を行った。結果、VR 版の方が没入感が高く、成績も高いという評価が得られたが、VR 酔いや目の疲れを訴えた学習者も数名いたことが分かった。しかし Cardboard はあくまで簡易版の VR 環境であり、本格的な HMD を使うことによってこの問題はある程度

回避できると考えられる。

また、この教材では炎色反応は取り上げられていないため、本研究では炎色反応をシミュレートする教材を作成する。

3. 炎色反応実験について

炎色反応とは、アルカリ金属あるいはアルカリ土類金属などの塩を炎の中に入れると揮発してできた金属原子が励起され、元素固有の可視光線を出すという現象である。炎の色が様々な色に変化するという視覚的に分かりやすいものであるため、学習者の興味を惹きやすいと言える。実験で使用する物質は一般的な炎色反応でも利用されている、リチウム、ナトリウム、カリウム、銅、カルシウム、ストロンチウム、バリウムの七種類の元素に加え、シミュレーションの利点を活かして、一般的に入手困難なルビジウム、ラジウム、インジウムなどの希少元素についても実験出来るようにする。

炎色反応実験には様々な手法があるが、本教材では興味・関心を惹くことが重要であるため、霧吹きを用いた実験とする。これは、金属粉を混合したアルコールを霧吹きでガスバーナーに吹きかけることによって、アルコールの燃焼による炎の色が変化する実験であり、見た目がかなり派手なために学習者に対するインパクトも強いが、炎が大きく広がるので実際に行うのは危険が伴う。しかし、シミュレーションであれば実際に火を扱うわけではないので、このような実験でも全く安全に行うことが可能である。図 1 に霧吹きによる炎色反応実験の概念図を示す。



図1 霧吹きによる炎色反応実験



図2 Oculus Quest2

4. システム概要

4.1 教材開発・動作環境

本教材は3Dモデルを Maya で作成し、Unity 及び C#を用いてシステムを開発する。被験者は Oculus Quest 2 を装着して学習を行う。

Maya は Autodesk 社によるハイエンド 3DCG ソフトウェアであり、3D アニメーション、モデリング、シミュレーション、レンダリング等の機能を持つ。アニメーション、環境、モーショングラフィックス、VR、キャラクタの作成ができ、映画・アニメ制作会社・テレビ番組・ゲーム・CM の制作等で広く使用されている。

Unity は Unity Technologies が開発・販売しているゲームエンジンで、主に C#を用いたプログラミングでコンテンツの開発が可能である、2D/3D ゲームの開発ができ、PC だけでなくモバイルやウェブブラウザ、家庭用ゲーム機といった様々なプラットフォームに対応している。また、VR/AR/MR 機器向けのコンテンツ開発にも対応している。

C#は本来 Microsoft 社が開発したプログラミング言語であり、Windows のネイティブアプリケーション開発に用いられていたが、近年は macOS や Linux 上でも開発が可能になっている。ネイティブアプリケーションに加え Web アプリケーションも開発できる汎用的な言語で、Unity 上でのプログラミングも標準で用いられている。

Oculus Quest 2 (図2) は、Meta(旧称 Facebook)の一部門である Facebook Technologies が開発した VR ヘッドセットで、2020 年に発売された。基本セットは VR ゴーグル本体と左右のコントローラーで、ヘッドセット単独で動作することが可能である。

4.2. 教材内容

炎色反応の様子をリアルに再現するために、物理演算を用いた発光パーティクルを導入する。ただし標準の物理演算ではパーティクルをうまく扱えないため、別途プラグインを導入するか独自にプログラミングを行う必要がある。リアリティを高めるため、レンダリングはフォトリアルになるように工夫を行う。しかしあまりにもリアリティを追求すると処理が重くなってコマ落ちが発生し、VR 酔いの原因となるため、実際に試行を繰り返して最適なパラメータを決定する。

シミュレーションでは(仮想の)ガスバーナーは既に点火している状態で、コントローラー(図2右)を操作してそれに(仮想の)霧吹きを向け、コントローラーのスイッチで霧を吹かせると、ガスバーナーによって点火され、その元素に特有な色を持った炎が大きく広がる。これをどれだけリアルに再現出来るかが、本研究の目指すところとなる。

5. 終わりに

本システムは開発中であり、今後はシステムの完成を目指して実装を進めていく。システムの完成後は評価試験を行い、システムの教育効果や有用性について検証する。今後は炎色反応以外の化学実験も行えるようにシステムを拡張していく予定である。

謝辞

本研究は JSPS 科研費 21K02786 の助成を受けたものです。

参考文献

- (1) 堀将道, 秋野崇, 坪井遼, 張玉安, 坂本真人, 伊藤勉, 伊藤孝夫, 内田保雄: “VR 技術を用いた化学実験アプリの試作”, 電気関係学会九州支部連合大会講演論文集, 平成 29 年度電気・情報関係学会九州支部連合大会(第 70 回連合大会)講演論文集, p.120 (2017)

VR で学ぶ電気回路の動作

VR Contents to learn Electrical Circuit Structure

渡辺 修斗

Shuto Watanabe

山岸 芳夫

Yoshio Yamagishi

新潟工科大学

Niigata Institute of Technology

Email:201911181@cc.niit.ac.jp

あらまし:我々の周囲には様々な電化製品があるが、電気の流れは目に見えないのでその動作原理は実際にイメージしづらいものである。そこで我々は、VR を使って電気回路について分かりやすく学び、身をもって体験しながら楽しく理解を深められる教材を作成する。本研究で作成される教材では、電子回路の組み立てを VR 環境上でシミュレートし、回路の中を流れる電流を可視化することによって、その動作原理を深く理解することが可能になる。また、誤った配線を行った場合は現実と同様に部品が焼損したり破裂したりするが、実際にそのようなことが起きているわけではないので、失敗を恐れず安全に学習できる。

キーワード: 電気回路、VR、教材

1. はじめに

今や電気は我々の生活に欠かせないものとなっており、様々な電化製品が身の周りに存在している。電気については小学校の理科から高校物理に至るまで学ぶ機会があるのだが、電気の流れは基本的に目に見えないものであり、それがどのように機械を動かしているのかはなかなか理解しづらい。

また、昨今のコロナ禍の影響で、生徒が学校に通学できなくなり、実験・実習の機会が失われている、という問題があり、その解決策としてそれらをシミュレートする VR 教材が現在注目を集めている。完全に現実を再現しているわけではなくても、VR であれば自分の手を動かして実験ないし実習のシミュレーションが行えるので、単に動画を見るだけよりも高い学習効果が期待できる。

そこで我々は VR を用いて電気回路の動作を分かりやすく学ぶことができる教材の構築を考えた。

2. 先行研究

本研究に類する先行研究として、岩崎らによる「3D モデルを用いた電気回路学習支援システムの開発」が挙げられる⁽¹⁾。この研究では小学校理科での電気回路の学習において、電源と抵抗を接続しただけの回路の中を移動する電流を小球で表現し、抵抗の動作を障害物のある斜面のアナロジーで可視化している。ただし、この研究では現状では電源と抵抗だけの回路にしか対応しておらず、動作を力学的なアナロジーで直観的に理解できるものの、実際のデバイスとは形状が全く異なり、かえって誤解を生むのではないかと、という懸念もある。

また、寺西らは 2017 年に VR による自作 PC 組み立てシミュレーションシステムを構築した⁽²⁾。この教材では HMD (ヘッドマウントディスプレイ) で

VR 環境を学習者に提供し、ハンドトラッキングセンサーを用いて学習者の手の動作を VR 環境内に反映し、パソコン内のパーツの配置が理解できるようになっている (図 1)。



図 1 先行研究⁽²⁾の画面例

本研究においても同様な手法を用いることで、仮想的な電子回路の組み立ての実現が期待できる。

3. 開発及び動作環境

本研究で開発するシステムでは、VR HMD として Oculus Quest2 を用いる。またシステム開発はゲームエンジン Unity 上で行う。

3.1 Oculus Quest2

Oculus Quest2 は、Meta (旧称 Facebook) の一部門 Facebook Technologies が開発したバーチャル・リアリティヘッドセットである (図 2)。スタンドアロン型だけではなく PC 上で動作する Oculus 互換の VR ソフトウェアも実行できる。性能は高いが廉価であり、後述する Unity の公式な動作環境としても認定されている。



図2 Oculus Quest2

3.2 Unity

UnityはUnity Technologiesが開発・販売している、IDE(統合開発環境)を内蔵するゲームエンジンである。現在ではVR機器向けのコンテンツ開発では定番の開発環境となっている。本研究でもUnityを用いてコンテンツの開発を行う。

現段階では物理演算エンジンとしてUnityに標準で搭載されているnVIDIA PhysX⁽³⁾を使用する予定であり、必要に応じてElectric wire⁽⁴⁾等のアセットの利用も検討する。

4. システム概要

現段階のシステム構成は図2のようになる。学習者は頭部にHMDを装着し、両手にコントローラーを握ってVR空間内にて回路の構築および動作実験を行う。

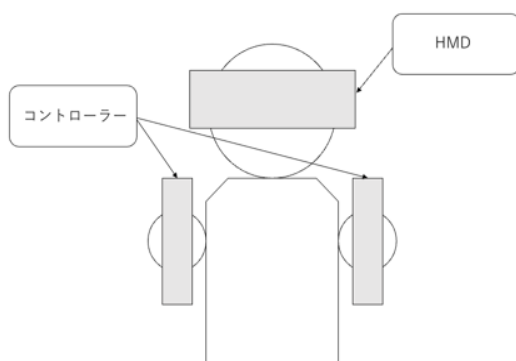


図3 システム概要

まず回路図から回路を組み立てるシミュレーションを体験する。予め用意された回路図を見ながら、その回路を再現するように適切な部品を選んで適切に配線する。手始めとして、直流電源と抵抗、スイッチ、豆電球、LEDを用いた回路の構築を行う。現実世界での実験との対応を容易にするために、配線にはブレッドボードとジャンパ線を用いる。

部品の設置と配線が終了したら、スイッチを入れて動作を確認する。それぞれの部品には入力電圧/電流の最大定格が設定されており、回路で想定され

る電圧ないし電流がそれを超えるような設定になっていた場合、焼損したり破損したりするようになっている。さらに、回路内に短絡がある場合は過大電流が流れてブレーカーが落ちるようにもなっている。このような状況になったとしたら、学習者はその原因を調べて適切に回路を配線しなおす。現実世界と異なり、このような失敗を何度繰り返しても部品が消耗することもなく危険も発生しない。失敗からの学びは非常に重要であり、本教材の教育効果がさらに高まることが期待できる。

これほど致命的な状況にならなくても、回路図通りの配線になっておらず正しく動作しない、という状況もあり得る。いずれにせよ「可視化モード」を使うと、回路内の電流の流れが可視化されるため、問題発見が容易になる。もちろん現実世界にはそのような「可視化モード」は存在しないため、可視化ができないようにして、現実世界と同じように電流計、電圧計、導通チェッカーを使って問題を発見する、というような、いわゆる「ハードモード」に設定することも可能である。このような問題発見、解決の経験も、座学だけでは学べないものである。

回路図通りに動作する回路が作成できた場合はミッションクリアとなり、次のミッションに進むか終了するかを選ぶことができる。

5. 終わりに

本システムは開発中であり、当面はシステムの完成が目標となる。システムの完成後は評価試験を行い、協力者からのフィードバックに基づきシステムの有用性や評価を検証する。今後はコンデンサー、コイルなどのパッシブ素子や半導体、交流電源、発電機なども加わった回路にも対応させ、さらに配線の手段もプリント基板へのハンダ付けや空中配線、圧着など、様々なかたちのものに対応できるようにシステムを拡張する予定である。

謝辞

本研究はJSPS 科研費 21K02786 の助成を受けたものです。

参考文献

- (1) 岩崎 匠良, 星野 貴弘: “3D モデルを用いた電気回路学習支援システムの開発”, 令和3年度 日本大学理工学部 学術講演会予稿集, L-41.pdf(参照 2022. 05. 27)
- (2) Teranishi, S. & Yamagishi, Y. (2018). Educational Effects of a Virtual Reality Simulation System for constructing Self-Built PCs. Journal of Educational Multimedia and Hypermedia, 27(3), 411-423.
- (3) Physics - Unity Documentation <https://docs.unity3d.com/ja/current/Manual/class-PhysicsManager.html> (Retrieved May. 30, 2022)
- (4) Electric wire – for Unity <https://assetstore.unity.com/packages/templates/systems/electric-wire-163229> (Retrieved May. 30, 2022)

複数の大学における話し言葉チェッカーの試用と結果

A Result of Trial Use of "HANASHI-KOTOBA Checker" at Several Universities

山川 広人^{*1}, 川越 颯亮^{*2}, 秋山 英治^{*3}, 加藤 竜哉^{*4}, 小松川 浩^{*1*2}, 山下 由美子^{*2*5}

Hiroto YAMAKAWA^{*1}, Sosuke KAWAGOE^{*2}, Eiji AKIYAMA^{*3},

Tatsuya KATO^{*4}, Hiroshi KOMATSUGAWA^{*1*2}, Yumiko YAMASHITA^{*1*2}

^{*1} 公立千歳科学技術大学 情報システム工学科

^{*1}Department of Information Systems Engineering, Chitose Institute of Science and Technology

^{*2} 公立千歳科学技術大学 大学院理工学研究科

^{*2}Graduate School of Science and Technology, Chitose Institute of Science and Technology

^{*3} 愛媛大学 法文学部

^{*3}Faculty of Law and Letters, Ehime University

^{*4} 愛知大学 地域政策学センター

^{*4}Center for Regional Policy Studies, Aichi University

^{*5} 帝京大学 高等教育開発センター

^{*5}Center for Teaching and Learning, Teikyo University

Email: yamakawa@photon.chitose.ac.jp

あらまし：筆者らは、学生のレポートの文章内に含まれることの多い話し言葉を定義した上で、これをレポート内からルールベースで検出し、学生の話し言葉の理解やレポート添削に役立てられることを狙った「話し言葉チェッカー」を開発してきた。本稿ではこのチェッカーの検証環境を複数の大学の授業に拡げた試用結果を通じて、学生のレポート記述の変化を報告する。

キーワード：話し言葉、レポート推敲、レポート添削、システム開発

1. はじめに

多くの大学ではレポート・論文の書き方など文章作法関連の授業が開設され、日本人学生に対する日本語力、文章力の向上を図る取り組みがなされている。こうした中で筆者らは、学生がレポートで利用することの多い話し言葉をデータベースに定義し、これに基づいて学生が提出したレポート内の話し言葉をルールベースで検出できる Web システム「話しことばチェッカー」の開発を続けている。このチェッカーを用いて、学生が自らのレポートへの検出結果を反映しレポートを再提出できる点での有用性の検証⁽¹⁾や、協調学習型の授業デザインでの利用提案⁽²⁾を行ってきた。その一方で、学生がレポート課題で都度、自身の話し言葉の利用の有無を確認するだけでなく、チェッカーの継続的な利用での検出や確認を経て話し言葉自体を捉え、以後のレポート等に用いないように注意するといったふるまいに反映される効果の発揮も考えられる。本稿では、複数の異なる大学の授業で継続的にチェッカーを試用できるようにした上で、そのレポート記述結果から上記のような効果の可能性が見られるかを検討する。

2. ベースシステムと試用のための機能拡張

「話しことばチェッカー」は筆者らが開発を続けている Web システムである。学生のレポート文章を投稿することで、その文章の中から話し言葉にあたる部分をルールベースで検出する。検出された箇所はマーキング表示され、マーキング部分にカーソルをあてることで、話し言葉として検出された語句、

話し言葉を含む・含まない場合の一般的な例文 2 種と解説が表示される。検出のための詳細な仕組みや精度は、参考文献(1)を参照されたい。

本稿の段階では、このチェッカーを複数大学でかつ、継続的な授業で利用できる簡易的な授業管理機能を拡張した。この機能は大学ごとに教員と学生アカウントを管理でき、教員が担当する授業とその流れに沿う形でレポートボックスとその指示を複数用意できる。学生は用意されたレポートボックスとその指示に従い、レポートの文章を機能に提出すると、レポート内の話し言葉の検出チェックを行える。

3. チェッカーの試用環境

本稿では上述の機能拡張を行なったチェッカーを複数の大学の授業で継続的に試用した上で、学生のレポート記述結果の変化をみる。試用環境には、表 1 に示す 1 短大 2 大学（大学 A, B, C と仮名する）を準備した。3 校は専攻分野やカリキュラムも異なるため、大学間でのレポートのテーマや詳細な指示などの条件の統一は前提としない。一方で条件の異なる 3 校の試用結果の中で、いずれのレポート記述内容にも共通する変化などに着目することで、チェッカーが条件を問わず働きかける効果を見出す手がかりになると仮定し、検討する。

4. チェッカーの試用結果とその検討

大学 A~C での試用後に、チェッカーを用いて複数回レポートを提出した学生のレポート記述を集計した。本稿では特に、一度レポート内で検出され、

その後利用されなくなった話し言葉の有無に着目する。表2にその結果を示す。表2内のT1は、ある学生が「レポート課題の中で一度用いた（検出された）後、その後のレポート課題では用いられていない」話し言葉、対してT2は「レポート課題の中で一度用いた（検出された）後、続くレポート課題の中でも用いている」話し言葉と定義する。例えば大学Aでは、学生がチェッカーで一度検出を確認した後、利用しなくなった話し言葉が一人あたり7語程度あり、検出を確認した効果がみられないものも3語程度ある、と見ることができる。次に、T1・T2の代表例と用いた学生数の抜粋を表3に示す。T1・T2の具体的な話し言葉を確認すべく、大学Aを例にすると、「思う」を検出後に用いなくなった学生が11名、検出後も用いた学生が7名いると見ることができる。また紙面の関係上、表3に抜粋していないものも踏まえ、T1上位には見られるがT2には見られない話し言葉として、大学A:「いい」、大学B:「ていて」、大学C:「なので」「た」「ます」などがある。これらの話し言葉は、当初は用いる学生が複数いたものの、チェッカーの利用により学生のレポート記述が特に改善された話し言葉や学生の事例とみなせる。学生一人あたりのT1の数や、T2には見られなくなった語句の存在は、学生自身のチェッカーによる話し言葉の検出とその確認が、学生にとっての改善への指摘として、その後のレポート課題での利用を避けるといった、レポート記述への注意やふるまいへ作用したことの現れと考えられる。

5. おわりに

本稿では開発を続けている「話しことばチェッカー」を、複数の異なる大学の授業で継続的に試用できるようにした上で、そのレポート記述結果から学生のレポート記述へのふるまいに与えるチェッカーの効果の有無を検討した。

一方で本稿は、利用結果の表層を確認しただけに過ぎない。表3のT2に着目すると「私」「思う」などの記述がチェッカーでの検出後であっても用いている学生が目立つ。これは、偶然にも大学A～Cの試用環境がふりかえりや感想・説明といった主観的な文章が意識されやすいテーマであったことが関係している可能性や、単なる検出結果の表示だけでは学生への働きかけが弱い可能性などが考えられる。また、本稿では1度目の検出後にその後も継続検出されているかどうかだけを基準に集計しているため、学生が複数回検出を受けることで記述が改善されるといった可能性や、長期的な利用を通じた書き方の定着の有無も確認や検討を行う必要がある。

謝辞

本研究はJSPS 科研費 17H01841, 22H03706 の助成を受けたものである。チェッカーの拡張機能開発等には、公立千歳科学技術大学（当時）の吉澤 昌樹氏・村上 皓希氏の両名の助力を得た。

表1 大学A～Cでのチェッカーの試用環境

| 大学 | チェッカーの利用内容 |
|----|---|
| A | A 大担当者が開講する短大2年生向けのゼミ、情報系実習、キャリア系科目のいずれかの履修者を対象に、各授業を受講した上での自身の学びの振り返りをレポート課題として課す（最小6回、最大8回実施、履修者の重複あり）。 |
| B | B 大学担当者が開講する学部3年生向け情報系科目1科目の履修者を対象にIT系の外部講師のオンライン講話を聴講し、興味・関心を持った点、今後の将来に役立つと感じた点、講義の感想の3点を1つにまとめたレポート課題を課す（計3回実施）。 |
| C | C 大学担当者が開講する学部1年生向けの日本語系科目2科目の履修者を対象に、授業内容を学んだ上で、提示されるテーマについての説明（Wordで2から3ページ程度）や考察（Wordで5ページ程度）のレポート課題を課す（1科目あたり計2回実施、履修者の重複なし）。 |

表2 大学A～Cの話し言葉検出結果の集計

| 大学 | 人数 | T1検出後は用いていない話し言葉 | | T2検出後も用いている話し言葉 | |
|----|----|------------------|------|-----------------|------|
| | | M(SD) | Mdn | M(SD) | Mdn |
| A | 29 | 6.97(4.93) | 7.00 | 3.52(2.76) | 3.00 |
| B | 53 | 2.85(2.70) | 2.00 | 2.75(0.55) | 3.00 |
| C | 8 | 4.75(5.09) | 3.00 | 3.38(2.13) | 3.50 |

表3 T1,T2の検出結果例とその学生数（抜粋）

| 大学 | T1（検出人数） | T2（検出人数） |
|----|--|---|
| A | 思う(11), た(11), てしまう(9), ていて(7), 大切(7), から(6), 分からない(6), いい(5), かもしれない(5), して(5) 書いている(5), 私(5) ...など | して(20), てしまう(13) 私(11), 分からない(10) ので(7), 思う(7), から(4), た(4) ...など |
| B | 私(14), ので(10), して(8), 大切(8), 思う(7) ていて(5), です(5) ました(5), 大事(5) ...など | 思う(17), ので(9) 私(9), ました(6), とても(4) ...など |
| C | 私(6), ので(3) た(2), ので(2), ます(2) ...など | 思う(5), てしまう(4) 分からない(3), して(2) 書いている(2), 私(2) ...など |

注：抜粋は、学生数の降順で5位程度までとした。

参考文献

- (1) 山下由美子ら: “話しことばチェッカーの開発と評価”, 教育システム情報学会誌, Vol.38, No.4, pp.369-374 (2021)
- (2) 山下由美子ら: “学生レポートの話し言葉改善を目指したオンライン型協調学習の実践研究”, リメディアル教育研究 (2022年掲載予定)

グラフデータベースを用いた学習者理解度 可視化システムの開発

Development of a Visualization System for Learner Comprehension Using a Graph Database

栗岡 陽平^{*1}, 山元 翔^{*2,3}, 越智 洋司^{*2,3}, 井口 信和^{*2,3}
Yohei KURIOKA^{*1}, Sho YAMAMOTO^{*2,3}, Youji OCHI^{*2,3}, Nobukazu IGUCHI^{*2,3}

^{*1} 近畿大学大学院総合理工学研究科

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

^{*2} 近畿大学情報学部情報学科

^{*2} Faculty of Informatics, Department of Informatics, Kindai University

^{*3} 近畿大学情報学研究所

^{*3} Cyber Informatics Research Institute, Kindai University

Email: 2133340415g@kindai.ac.jp

あらまし: 学習において学習者自身が学習目標を設定することは、学びを深める手段のうちの一つである。しかし、自身では学習項目を理解していると主観的には考えていても、他人が客観的に判断すると理解できていないなど、自身のみで学習目標を設定することは必ずしも容易ではない。そこで学習者の学習目標設定支援を目的に、学習者の理解度を可視化する、グラフデータベースを用いた学習者理解度可視化システムを開発する。本稿では、開発する機能と実験計画について報告する。

キーワード: eラーニング, グラフデータベース, 可視化, 学習支援, 教育

1. はじめに

2019年12月に文部科学省が作成した「教育の情報化に関する手引き」⁽¹⁾によると教育の情報化が促進されている。eラーニングは「情報通信技術の時間的・空間的制約をなくす」、「双方向性を有する」、「カスタマイズを容易にする」という特性を有するシステムのうちの一つであることから、教育の情報化に有効である。

eラーニング上で学習するにあたり、自身の学習目標を設定することは、学びを深める手段のうちの一つである⁽²⁾。一方、学習目標を設定するには、自身が学習したい対象の知識を把握している必要がある。しかし、自身では学習項目を理解していると主観的には考えていても、他人が客観的に判断すると理解できていない場合があり、自身で学習目標を設定することは必ずしも容易ではない。

そこで本研究では、学習目標の設定支援を目的に、学習者の理解度を可視化する、グラフデータベースを用いた学習者理解度可視化システムを開発する。本システムはeラーニングで学習している学習者、学習者を指導する指導者を対象としたシステムで、コンセプトマップ(以下、CMap)を利用して学習者が学習目標を設定する場合に本システムを利用することを想定している。学習者は本システムを用いて、指導者もしくは指導者が入力したグラフデータから自動的に作成された問題を解き、CMapを作成する。その後、本システムが学習者の回答情報を解析しCMapを自動的に作成する。学習者は自身が作成したCMapと、システムが自動的に生成したCMapを比較することにより、自身の学習理解度を客観的に確認でき、学習目標設定の基準にできる。

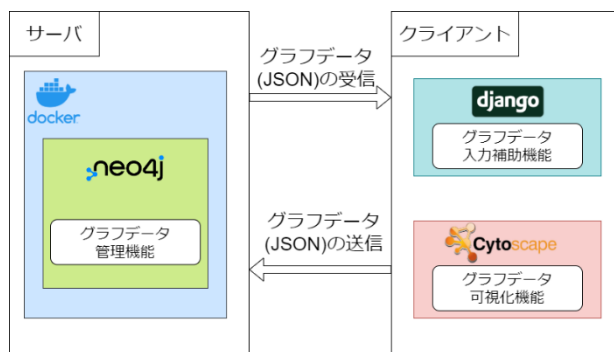


図1 システム構成

2. 関連研究

関連研究として、東本氏らの「誤りの可視化による階層構造の理解を指向したコンセプトマップ構築学習の支援環境」⁽³⁾という研究がある。この研究では、科学領域における学習すべき概念および概念間の関係の階層構造を理解させる為に、コンセプトマップを用いて学習者の認識の誤りを可視化するためのシステムを開発している。

一方、本研究では学習においてCMapを利用するのではなく、理解度可視化のためにCMapを作成する。また、CMap作成のために、大量かつ複雑な関係性を持つデータの扱いに優れており、教育における複雑な概念に対して有効に活用できる、グラフデータベースを用いる。これにより、学習者の学習理解状況を客観的に解析し、本システムが自動的にCMapを作成できる。学習者は自動的に作成されたCMapと、自身の作成したCMapを比較することにより、自身の学習目標設定の誤りに気づき、今後の学習目標設定の一つの基準として活用できる。

3. 研究内容

本システムの構成を図1に示す。本システムはサーバとクライアントに分かれており、サーバはNeo4jで構築されたグラフデータを管理するグラフデータ管理機能、クライアントはDjangoとCytoScapeで構築された、グラフデータ入力補助機能とグラフデータ可視化機能がある。

3.1 グラフデータ管理機能

グラフデータ管理機能は、学習者と指導者のグラフデータを管理する機能で、クライアントのDjangoから入力されたグラフデータをJSON形式のデータとして受信し、Neo4jのデータベースにグラフデータを保存する。また、クライアントからグラフデータを要求された場合、グラフデータをJSON形式で返答する。

3.2 グラフデータ入力補助機能

グラフデータ入力機能は、クライアントのDjangoを用いてJSON形式のグラフデータの入力を補助する機能で、指導者が新規にグラフデータを入力する場合に使用する。グラフデータはデータ同士の関係性の確認などを正確に行わなければならない、入力に負担がかかる。そこで、Djangoを用い、Webブラウザ上でドラック&ドロップ等で入力データを階層表示し、操作できるシステムを開発する。これにより関係性を整理しながらグラフデータを入力できる。

3.3 グラフデータ可視化機能

グラフデータ可視化機能は、クライアントのCytoScapeを用いて、学習者の問題の回答情報から理解度を解析し、CMapを自動的に作成し表示する機能である。CMapはグラフデータのノード、エッジ、プロパティを利用し、ノードは円で、エッジはノード間の関係性を線で、プロパティはノードとエッジのデータをテキストで表現する。本機能では、学習者が問題を解いた後に、本システム上でCMapを作成してもらい、その後自動的に作成されたCMapを学習者自身が作成したCMapと横並びに図2のように表示する。学習者はシステムによって設定された、理解度レベルに応じたノードの背景色を確認することにより、自身が作成したCMapとシステムが自動的に作成したCMapを比較して、自身の学習理解度を把握でき、学習目標設定の一つの基準にできる。

4. 実験計画

4.1 実験目的

本研究では、本システムが学習目標設定に関して、主観的な学習理解度と客観的な学習理解度を認識し、差分を抽出でき、学習目標設定の支援ができるかどうかを確認することを目的とした実験を実施する予定である。

4.2 実験方法

実験は、学習者として情報系学科に所属又は卒業した者を対象とした利用評価実験を実施する。利用評価実験は事前テスト・事後テストを用いて実施す

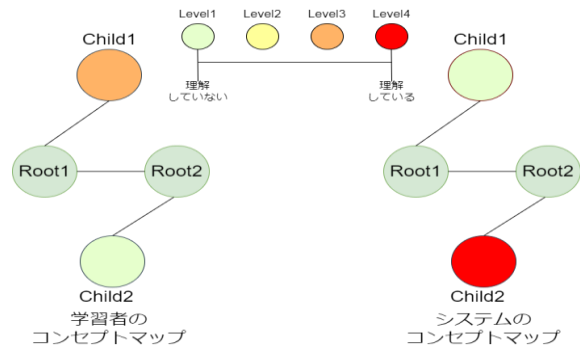


図2 グラフデータ可視化機能の表示例

る。また、グループとして本システムを用いるグループ(以下、利用者グループ)と用いないグループ(以下、非利用者グループ)と分ける。学習内容としては、基本情報処理試験の午前試験を題材に学習を行う。午前試験はテクノロジー系、マネジメント系、ストラテジ系と分野が分かれており、各々の分野に学習項目が存在する。本実験ではこの午前試験について各分野から10問ずつ計30問の問題を出題する。事前テストでは、利用者グループと非利用者グループに問題を回答してもらい、各々のグループに本システムが一般的なグラフでのフィードバックを実施し、学習目標を設定してもらい、その後、学習目標設定難度についてアンケートを行う。事後テストでは、事前テストで作成した学習目標を基に学習を進めてもらい、事前テストで用いた問題ではない新しい問題、30問を出題し、事前テストと比べ自身が設定した学習目標が達成できたかどうかのアンケートを実施する。以上の事前テスト・事後テストを各グループのメンバーを入れ替えて計2回実施し実験目的が達成できたかを確認する。

5. 結論と今後の予定

本研究では、学習目標の設定支援を目的に、学習者の理解度を可視化する、グラフデータベースを用いた学習者理解度可視化システムを開発する。本システムを用いることにより、学習者は自身の作成したCMapと自動的に作成されたCMapを比較し、自身の学習理解度を客観的に確認でき、学習目標設定の基準にできる。

今後の予定として、本システムの全機能を作成し、システムを完成させる。その後、実験を行い、本システムが学習者の学習目標設定を支援出来たか確認する。

参考文献

- (1) 文部科学省:「教育の情報化に関する手引」について、<https://www.mext.go.jp/a_menu/shotou/zyouhou/detail/mext_00117.html>, 参照 2022年5月22日。
- (2) 油谷知岐 瀬田和久 林佑樹 池田満: セマンティックな教材による学習目標設計スキル育成支援, JSiSE2020 第45回全国大会, 2020/9/2-9/4.
- (3) 東本崇仁 今井功 堀口知也 平崎宗: 誤りの可視化による階層構造の理解を指向したコンセプトマップ構築学習の支援環境, 教育システム情報学会誌, vol.30, No.1, 2013, pp.42-53.

標準規格に準拠したプログラミング問題とデータ活用問題の 出題モジュールの開発

Development of the Code Block Programming and the Data Utilization Module Compliant with the PCI Specification

宮澤 芳光^{*1}, 水野 修治^{*1}, 平 千枝^{*1}

Yoshimitsu MIYAZAWA ^{*1}, Shuji MIZUNO ^{*1}, Chie TAIRA^{*1}

^{*1}独立行政法人大学入試センター

^{*1}The National Center for University Entrance Examinations

Email: miyazawa @rd.dnc.ac.jp

あらまし：独立行政法人大学入試センターでは、令和3年度に「短冊型コードを用いたプログラミング問題」と「クロス集計や散布図を用いたデータ活用問題」の出題モジュールを開発した。このモジュールは、IMS Global Learning Consortium が策定した Portable Custom Interactions に準拠して開発されており、QTI (Question & Test Interoperability)に準拠した Computer Based Testing である TAO で動作する。本稿では、これらのモジュールを紹介する。

キーワード：Computer Based Testing, e テスティング, QTI, PCI

1. はじめに

教科「情報」で扱う内容の学力測定には、Computer Based Testing(以下、CBT と呼ぶ)を用いた試験の有効性が報告されている⁽¹⁾。西田らは、「情報科」の大学入試実施のための CBT システムを開発し、その有効性について検討している⁽¹⁾。しかし、既存のシステムは、独自開発であり、他のシステムとの連携に未対応であり、教育データの利活用を困難にさせることが予想される。

そこで、独立行政法人大学入試センター（以下、センターと呼ぶ）は、教育データの利活用を可能とするため、CBT の標準技術に沿った教科「情報」の試験を実施できる環境の構築を検討した。CBT の標準技術には、国際標準化団体である IMS Global Learning Consortium⁽²⁾（以下、IMS-GLC と呼ぶ）が策定した QTI (Question & Test Interoperability)がある。QTI は、オーサリングツール、アイテムバンク、テスト構成ツール、学習プラットフォーム、スコアリング/分析エンジン間で試験問題やテストコンテンツ、解答データの交換を実現させるため、XML 形式のデータ構造を用いている⁽³⁾。文部科学省では、QTI に準拠した CBT プラットフォームである TAO⁽⁴⁾を利用し、文部科学省 CBT システム (MEXCBT) ⁽⁵⁾を開発している。今後、CBT の開発は、試験問題データや解答履歴データの共有・再利用に向けて QTI への準拠の必須化が予想される。これらの背景を踏まえ、センターでは、Technology-enhanced な試験問題を導入することができる Portable Custom Interactions⁽⁶⁾(以下、PCI と呼ぶ)に準拠した「短冊型コードを用いたプログラミング問題」と「クロス集計や散布図を用いたデータ活用問題」の出題モジュールを開発しており、2022 年 6 月に公開した。

本稿では、センターが開発した PCI について紹介する。

2. 短冊型コードを用いたプログラミング問題の出題モジュール

センターでは、短冊型コードを用いてプログラミング問題を出題できるモジュール Code Block Programming (CBP)を開発した。CBP は、試験問題の作成者が自由にプログラミング問題を作成し、CBT で出題させることができる。CBP では、出題された試験問題に対してプログラムを作成するため、受検者が短冊型コードを並び替え、その実行結果を踏まえながらプログラムを完成させる。短冊型コードとは、プログラムのコードを機能単位で分割し、その分割されたコードのまとまりである。試験問題の作成者は、各々の短冊型コードに表示する疑似言語コードなどを設定し、また、その短冊型コードには実際に実行される JavaScript コードを設定する。

図 1 に CBP の画面例を示す。この図では、受検者にバブルソート（隣接交換法）のプログラムを作成させるものである。受検者は、短冊コード選択枝から選び、解答欄にドラッグ&ドロップして、作成したプログラムの実行結果を確認し、試験問題に解答する。

3. クロス集計や散布図を用いたデータ活用問題の出題モジュール

センターでは、散布図やクロス集計を用いた試験問題を作成できる出題モジュール Scatter Plot Interaction (SPI)及び Pivot Table Interaction (PTI)を開発した。SPI と PTI では、試験問題の作成者が分析対象のデータを CSV 形式で登録し、そのデータについて受検者が分析軸を設定することで散布図やクロス集計が表示される。

図 2 は、SPI の画面例である。受検者は、分析軸を設定することで、グループごとに分けられた散布図と回帰直線及び相関係数の結果を踏まえて試験問

題に解答する。なお、SPI は量的なデータを加えたバブルチャートや外れ値を除外して分析することも可能としている。

図 3 は、PTI の画面例である。受検者は、クロス集計の分析軸等を設定し、その集計結果やグラフを踏まえて試験問題に解答する。なお、クロス集計の集計値は、件数、合計、平均、最大、最小に対応し、グラフは、表形式やヒートマップ、折れ線グラフ、棒グラフ、積み上げ棒グラフ、積み上げ折れ線グラフなどの描画が可能である。

SPI, PTI いずれも複数の散布図や表・グラフを並べて比較分析することができる。

4. おわりに

本稿では、令和 3 年度にセンターが開発した CBP と SPI, PTI を紹介した。これらは、Github 上で公開している (<https://github.com/rdncuee>)。今回センターが開発した、CBT の標準技術に沿った出題モジュールが、日本の中等教育における教科「情報」に関する生徒の学力の評価や指導改善に貢献できるならば幸いである。

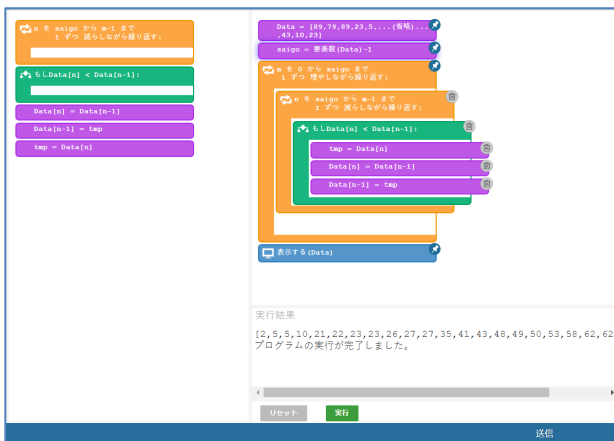


図 1 Code Block Programming (CBP)の画面例



図 2 Scatter Plot Interaction(SPI)の画面例

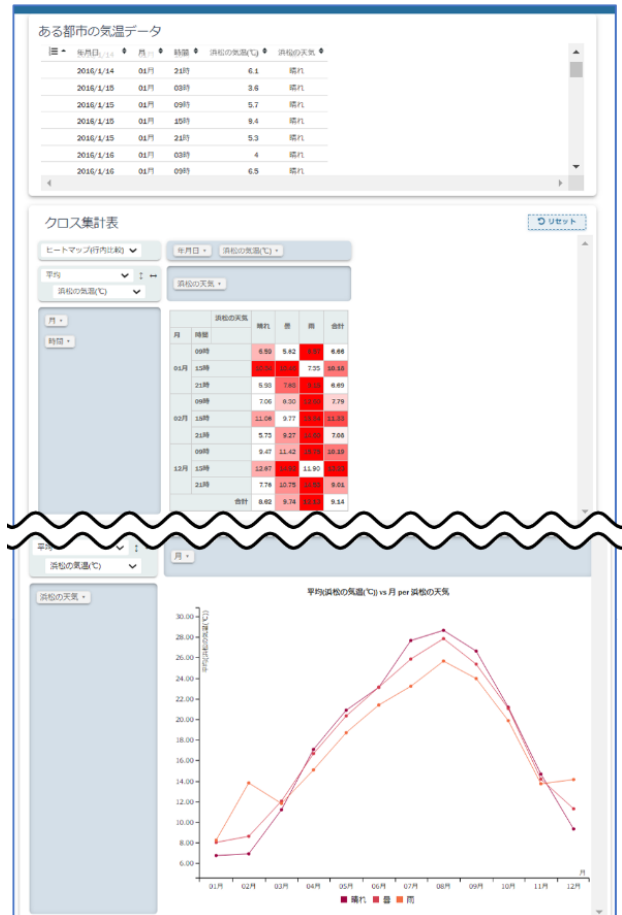


図 3 Pivot Table Interaction (PTI)の画面例

謝辞

CBP と SPI, PTI の開発は、文部科学省の大学改革推進等補助金により実施したものです。また、入学選抜における CBT 活用に関するワーキングチームの委員の先生方から多大な助言を賜り、厚く御礼を申し上げます。また、本件に関わったすべての方々に感謝いたします。

参考文献

- (1) 西田知博, 植原啓介, 角谷良彦, 中野由章, 「情報科」の大学入試実施のための CBT システムの開発とその検討, 大学入試研究ジャーナル, No.29, pp.117-123 (2019)
- (2) IMS Global Learning Consortium, <https://www.imsglobal.org/> (参照 2022-02-04)
- (3) IMS Question & Test Interoperability (QTI) Specification, <https://www.imsglobal.org/question/index.html> (参照 2022-05-25)
- (4) Open Assessment Technologies TAO, <https://www.taotesting.com> (参照 2022-05-25)
- (5) 文部科学省 CBT システム (MEXCBT:メクビット) について, https://www.mext.go.jp/a_menu/shotou/zyouhou/mext_00_001.html (参照 2022-04-20)
- (6) IMS Global Assessment Custom Interactions, <https://www.imsglobal.org/assessment/interactions.html> (参照 2022-05-25)

初修フランス語デジタル教科書と連携するクラスノート機能の開発

Development of a Class Notebook Function for Digital Textbooks in French Beginner Classes

喜久川 功^{*1}, 有富 智世^{*1}
Isao KIKUKAWA^{*1}, Chise ARITOMI^{*1}
^{*1} 常葉大学
^{*1} Tokoha University
Email: kikukawa@sz.tokoha-u.ac.jp

あらまし: これまでの研究成果を発展させ、様々な授業形態でのクラス運営を支援する「学習ガイド機能」を開発した。これを踏まえ、本機能と併せて効果的使用が見込める「クラスノート機能」の検討に至った。クラス毎に適合させたデジタルノートの活用ができ、授業者のオリジナリティも反映したデジタル教科書・教材の拡張的使用も図られる。本稿では、初修フランス語「デジタル教科書」と連携する「クラスノート機能」について概説する。

キーワード: フランス語教育, デジタル教科書, 学習ガイド機能, デジタルノート, クラスノート機能

1. はじめに

語学教育における ICT 活用の有用性から、初修外国語教育（フランス語）を対象に「デジタル教科書・教材」の研究開発を進めてきた^{(1)・(2)・(3)}。直近では、対面授業・遠隔授業・ハイブリッド型・ハイフレックス型等、様々な授業形態に対応させたクラス運営を支援する「学習ガイド機能」を開発し、実装に至った⁽⁴⁾。2022年度は、より効果的なクラス運営支援が可能となるよう、本「デジタル教科書・教材」に「クラスノート機能」を組み込むこととした。

本稿では、本機能について概説する。

2. クラスノート機能の概要

まず、「クラスノート機能」で可能となる点について、以下に挙げておく。

[1] 学習者は、自分のデジタルノートを「デジタル教科書・教材」の「クラス」に登録できる

[2] 授業者は、「クラスに所属している学習者一覧（以下、「学習者リスト」）」から、各学習者が登録したデジタルノートにアクセスし、閲覧が可能となる

[3] 対面授業時やリアルタイム型遠隔授業時等において本機能を用い、学習者のデジタルノートを開示する場合、「学習者リスト」を匿名で表示することができる（「匿名モード機能」）

[4] 「匿名モード機能」では、学習者のノート一覧リストに印（）がつけられ、開示したい学習者のデジタルノートを簡易に識別できる

[5] 「デジタルノート」を用いた活動（追加課題・作文・添削指導等）の学習指示では、「学習ガイド機能」を利用できる

図1に、「クラスノート機能」の学習者 ID 用インターフェースを示す。学習者は、本インターフェースを用いて、自分のデジタルノートの「共有リンク（編集も許可しておく）」を「デジタル教科書・教材」に登録する（[1]に対応）。

図2に、「共有リンク」の具体例を示す。この例は、Microsoft 社のデジタルノートツールである OneNote での「共有リンク」だが、同様なことが行えるのであれば、他のツールを利用することも可能である。

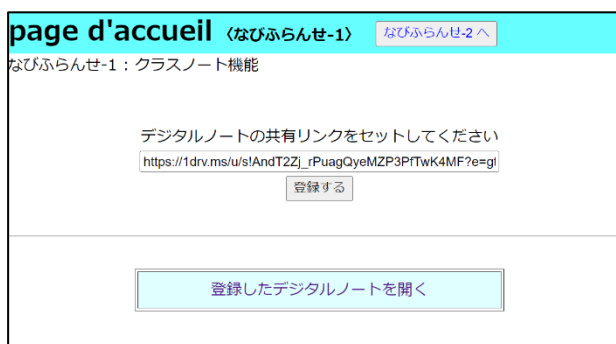


図1 学習者 ID 用インターフェース

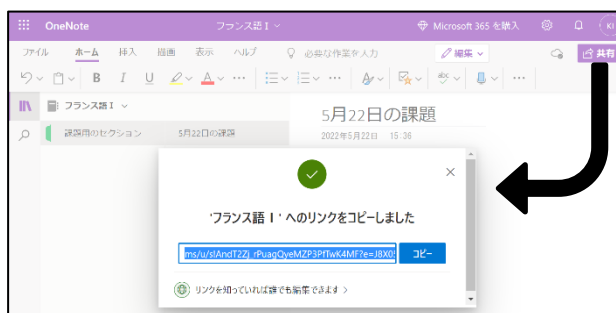


図2 「共有リンク」の例（OneNote の場合）

図3に、授業者 ID 用インターフェースを示す。授業者は、本インターフェースを用いて、学習者のデジタルノートにアクセスする（[2]に対応）。

なお、「編集が許可された共有リンク」であるため、授業者は閲覧のみならず、アクセス先のノート上で編集作業も行える。

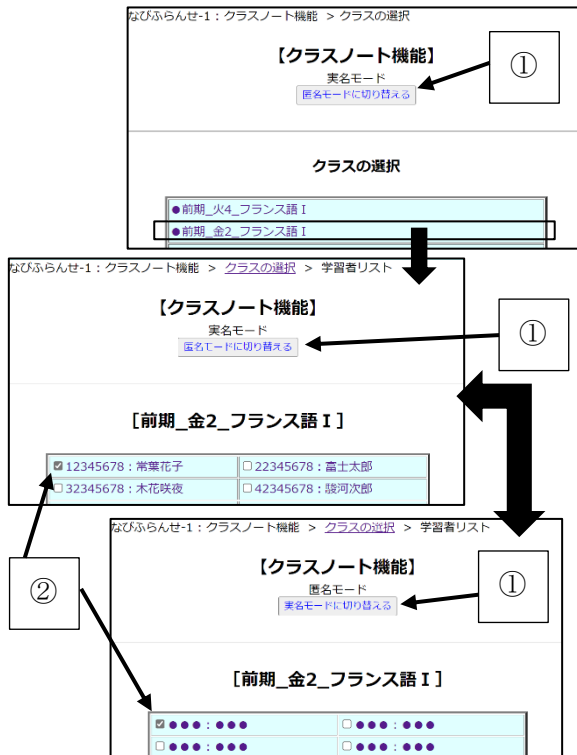


図3 授業者 ID 用インターフェース

また、授業者は、図3の①のボタンをクリックすることで、「実名モード」と「匿名モード(学籍番号と氏名が●で表示)」の切り替えが可能である([3]に対応)。

図3の②は、「匿名モード」利用の際に、学習者ノート一覧リストから開示したい学習者のデジタルノートを識別・選択するためのチェックボックス(☑)である([4]に対応)。

以上、「クラスノート機能」の仕組みについて、概説した。

3. 「学習ガイド機能」と「クラスノート機能」

図4に、「学習ガイド機能」で作成した「学習指示」の画面を示す。「クラスノート機能」を用いた活動(デジタルノート課題)のための解説画面である。学習者は、本「学習指示」を参照し、各自で課題に取り組む。授業者は、適宜、各学習者のデジタルノートにアクセスし、課題達成状況の確認やフィードバックの書き込み等を行う。このように、デジタルノートを用いた追加課題や作文・添削指導等では、「学習ガイド機能」を利用して学習者に課題の実施を指示する([5]に対応)。

なお、「学習ガイド機能」や「クラスノート機能」を容易に運用できるように、授業者用と学習者用のマニュアルを整備し、デジタル教材からダウンロードで閲覧できるようにする。

| 【デジタルノート課題①】 | |
|--------------|--|
| 内容 | |
| ① | まず、自身のOneNoteで「5月23日の課題」というページ名でページを新しく作成しましょう |
| ② | 次に、以下のリンクから課題ファイルをダウンロードしてください 》 課題ファイル |
| ③ | その後、①で作成したページに課題ファイルを「印刷イメージ」で挿入しましょう |
| ④ | 以下の中から自分が取り組みやすい方式を選んで課題に取り組みましょう ・同ページ余白にペン機能を用いて解答を記述する ・テキストボックスを挿入して解答を記述する ・解答をWordで作成し、同ページに「印刷イメージ」で挿入する |
| 補足 ① | OneNoteの操作方法については、以下のマニュアルを参照してください 》 OneNote簡易マニュアル |

図4 学習ガイドによるデジタルノートの課題指示

4. おわりに

本稿では、これまで開発した「初修フランス語デジタル教科書・教材」に組み込む「クラスノート機能」について概説した。本機能の搭載により、授業者がクラスに適した課題の提供を行え、学習者の個別指導における選択肢も拡大する。また、本機能は様々な授業形態に対応させたクラス運営を支援する「学習ガイド機能」を利用することで、クラス毎のデジタルノート活用を効率よく実現できる。

今後は、「クラスノート機能」を用いた授業実践を通して検証を重ね、本機能の精査を行う予定である。

謝辞

本研究は JSPS 科研費 18K00759 の助成を受けた。

参考文献

- (1) 有富智世, 喜久川功: “デジタル教材「Web(なびふらんせ)」”, <http://navifr.sz.tokoha-u.ac.jp/> (2012-現在に至る)
- (2) 有富智世, 喜久川功, 安藤博文, 内田智秀, 服部悦子, 山田敏之: “授業内学習と自主学習を活性化する学習支援ツールの一体化 -デジタル教科書・デジタル教材・eポートフォリオ・教材ダウンロード-”, 関西フランス語教育研究会, RENCONTRES 32-2, pp. 11-15 (2018)
- (3) 喜久川功, 有富智世: “効率的かつ効果的な授業運営を可能にする初修フランス語指導者用デジタル教科書の開発”, 日本教育工学会 2022 年春季全国大会講演論文集, pp. 263-264 (2022)
- (4) 喜久川功, 有富智世: “外国語学習用デジタル教科書・教材を用いたクラス運営を支援する学習ガイド機能の実装”, 教育システム情報学会研究報告, Vol.36, No.6, pp. 45-50 (2022)

節間・文間の時間的關係及び時制上の制約の視覚化による 英語時制学習教育支援システム

Learning Environment for English Tense by Visualizing Temporal Constraints and Temporal Relationships between Clauses/Sentences

永田 晴都^{*1}, 小西 達裕^{*2},
Haruto NAGATA^{*1}, Tatsuhiro KONISHI^{*2},

^{*1}静岡大学大学院総合科学技術研究科 ^{*2}静岡大学情報学部

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

^{*2} Faculty of Informatics, Shizuoka University

Email: nagata.haruto@shizuoka.ac.jp

あらまし：本研究では英語時制を図として視覚化することで、英語時制学習者が時制問題を解く際の考え方を身につけることができるようなシステムを開発する。そのために、学習者がより直観的に理解できるような図の表現方法を開発する。11名の被験者を対象として簡単な評価実験を行い、開発したシステムを用いることで正答率が向上することを確認した。

キーワード：英語時制，時制上の制約，視覚化

1. はじめに

英語時制問題は、英文中の事象間の時間的關係を把握する必要があるため、図による直観的な理解が有効と思われる。一般に時間は過去から未来への一次元空間として認識される。よって時間軸を一次元空間として表現し、事象を時間軸に位置付けた図を示すことで事象間の時間的關係を明確化できる。本研究ではこのように図で英文を表現することで、学習者が英語時制問題を解く際の考え方をサポートするシステムを開発する。

時間軸をベースに事象間の關係を図で表現する手法としては[1]がある。しかし、この研究は英語時制学習への応用を想定していないため図表現手法の拡張が必要である。本研究では、空欄に選択肢から適切な語を選択するタイプの英語時制選択肢問題を対象として、これに適した図的表現を開発する。開発した図的表現を用いて時制上の制約と、それぞれの選択肢が表す事象を図化する。時制上の制約と選択肢が表す事象を図上で比較することにより、各選択肢が妥当か否かを判断させる。学習者が誤答した場合には、助言や解説を行う機能を実現する。以上のような学習教育支援システムを開発し、簡単な評価実験を行って有効性を確認した。

2. 基礎的考察

本研究では、上述のように英語時制選択肢問題を扱う。例として選択肢が2つの問題を挙げる。

(A) Nicole () novels for about seven years when she won the national novel contest.

ア) had been writing イ) is writing

2.1 時制上の制約

時制上の制約とは、時制選択肢問題において正しい選択肢が満たすべき条件を示す。大学入学センター試験過去問題から時制選択肢問題を約20題選び、選択肢の妥当性と制約との關係を分析した。その結果、時制上の制約は、英文が表現する世界における常識から導き出されるものであるという知見を得た。例題(A)について、時制上の制約を以下に示す。

- ① 「for about seven years」から書くという行為は一定期間続いていることが分かる。よって write は進行形でなければならない。
- ② write は win の原因であるので、write は win より過去に行われていたことでなければならない。

2.2 図表現の拡張

上述の約20問の問題から、時制上の制約を図表現する上で必要な構成要素を以下のように整理した。

i)事象ノード

事象を表す要素は丸いノードで表現し、事象の aspekto はノードの下に付随する矢印の形で表現する。Aspekto に対応する矢印の形を図1に示す。



図1 現象の性質

ii)時間軸

水平線で表現する。時間的領域を示すには、長方形を用いる。

iii)現在時点

時間軸上の緑色の三角形で表現する。現在時点に対

して時間軸の右側が未来、左側が過去を表す。2.1で示した①と②の制約を図化したものを図2に示す。

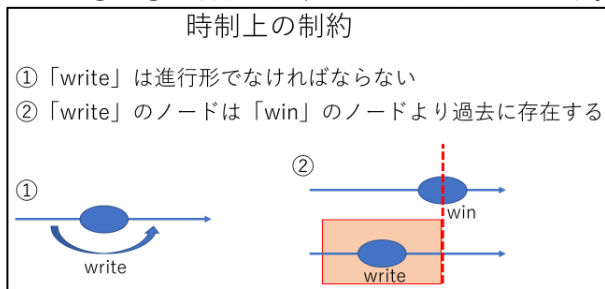


図2 時制上の制約の図表現

上述の時制上の制約の図を問題文の選択肢と比較するにあたって、選択肢ごとに問題文も図化する必要がある。例題(A)の選択肢イを図化したものを図4に示す。

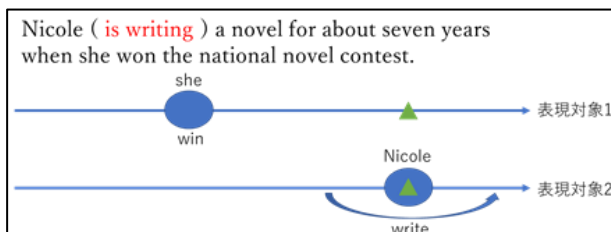


図3 選択肢イの図表現

学習者は時制上の制約の図と選択肢の英文の図を比較することで選択肢が妥当か否かを判断する。図2と図3を比較すると、表現対象1と2の時間的關係が制約②と矛盾している。よって選択肢イは妥当でないとわかる。このように図の比較により、直観的に選択肢の妥当性を判断できる。

2.3 学習者との対話

学習者に比較の際の着目点を学習させるために、選択肢の図のどこに着目したかを選択させる。システムは学習者が正しい点に着目できているかを判定し、誤っている場合には適切な助言を与える。

2.4 システムにおける学習の流れ

本システムを用いた学習の流れを図4に示す。

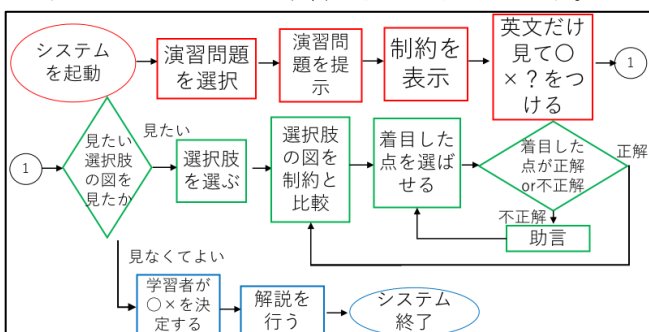


図4 システムにおける学習の流れ

3. 評価実験

11名の被験者を対象に評価実験を行った。被験者は英語時制問題を5問解く。その際、はじめは図表現無しで各選択肢の妥当性を判断する。その後、判断に自信が持てない選択肢については図表現の提示を求め、解答を修正できる。この時2.3で述べた方法で着目点に関する対話を行う。

本評価実験の実験仮説は以下の通りである。

実験仮説1：図表現の提示により問題を解けない学生が問題を解けるようになる。

実験仮説2：図表現の提示と着目点に関する対話は問題を解く際の指針を与える。

結果を表1に示す。表1から、不正解または解答なしだった選択肢の88%が正しく修正された。このことから実験仮説1は支持された。

表1 図を用いた比較前後の正解数(全55問)

| 図の提示前 | | 図の提示後 | | |
|-------|-----|-----------|----|-----|
| 正解 | 39問 | | | 39問 |
| 不正解 | 11問 | 正解になった | 9問 | 9問 |
| | | 同じ選択肢で不正解 | 0問 | 2問 |
| | | 違う選択肢で不正解 | 2問 | |
| 解答なし | 5問 | 正解になった | | 5問 |
| | | 不正解になった | | 0問 |

終了後、被験者に以下のアンケートを行った。

- a) システム使用後に問題を解きやすくなったか
- b) 着目点を誤った際の助言は分かりやすかったか
- c) 解説は分かりやすかったか

各質問において肯定的な評価は100%、88%、82%であり、全体的に有効性が示唆された。特に、b)の結果から実験仮説2は支持された。

しかし、アンケートの自由記述欄やインタビューでは、システムの使い方や図の見方、助言内容が分かりにくいという意見もあった。

4. むすび

今後は、上記の評価実験での指摘を踏まえシステムの助言・デザインなどを改善する。また、現段階では教師側が予め作成した図を学習者に提示しているが、学習者自身が図を作成・編集することにも学習効果が得られると考えており、そのような機能を持つシステムへの拡張を考えている。

参考文献

- (1) 萩原洋：“日本人英語学習者と英語時制体系取得の困難点について”，富山大学教育学部紀要，No.57，pp.99-112（2002）
- (2) 三浦陽一：“英語時称の言語過程—ルールカメラ図による図示の試み”，人文学部研究論集（24），pp.143-159（2010）

外国語多読学習のための獲得語彙の推定分布を考慮した効率的なテキスト選択 Selecting Texts for Extensive Reading Efficiently

江原 遥

Yo EHARA

東京学芸大学 教育学部

Faculty of Education, Tokyo Gakugei University

Email: ehara@u-gakugei.ac.jp

あらまし： 外国語語彙学習では、未習語の辞書引きを避け語義を文意から推測して用例と共に獲得していく多読法がある。多読で読む文章の選択は投機的性格を持つ。簡単すぎれば既習語ばかりで獲得語彙量は少なく、獲得語彙量増加を狙い文章の難度を上げれば、辞書引きなしでは読めず多読の意義を損なうリスクが上がる。本稿ではこの投機的な問題を数理的に定式化し、許容可能なリスクの範囲で予想獲得語彙量最大の文書を選ぶ手法を提案する。キーワード：外国語学習、語彙学習支援、多読

1 はじめに

応用言語学分野において、外国語の語彙獲得における付随的学習 (incidental learning) とは、「語彙獲得が主目的ではない活動の中で、偶発的に語彙が獲得されること」⁵⁾ である。例えば、テキスト中に出てきた分からない単語の意味を推測しながら外国語の語彙を学習する手法がこれにあたる。付随的学習に対して、いわゆる単語帳を覚える方法など、「語彙獲得を主目的とする活動の中で、語彙を学習すること」を「意図的学習」(intentional learning) と呼ぶ。付随的学習は意図的学習に比べ、外国語の語彙量を増加させるには非効率である一方、文脈の中の語の使われ方など深い理解を促すとされている。本稿では、前述の戦略を機械学習の観点から数理的に定式化し、ある学習者があるテキストを読んだときの付随的学習による獲得語彙量の確率分布を求める手法を提案する。これにより、学習者は読解に失敗しない範囲で獲得語彙量を最大にできるテキストを選択できる。本稿の内容は EDM 2022 poster に採択された⁴⁾。

動機づけのため、例を挙げる。[a,b,c,d] の4種の単語からなるテキストを考える。頻度は、それぞれ [93, 3, 3, 1] とする。また、学習者が各単語を知っている確率は [0.9, 0.6, 0.5, 0.2] とする。これは、例えば学習者に対する過去の成績情報などから機械学習等を用い算出する。この時、応用言語学のテキストカバー率の考え方によれば⁵⁾、テキスト中の95%以上の単語を知っていれば、テキストを読むことで知らない単語を学習することができる。具体的に、テキストカバー率が95%を超える場合を列挙してみよう。この例では、単語 a が多いが、単語 a だけで95%を超えることはできない。閾値を超えるのは、例えば、{a,b} を知っていて、{c,d} を知らない場合があげられる。知っている単語をだけに注目して書くと、閾値を超える場合は、{a,b}, {a,c}, {a,b,d}, {a,c,d}, {a,b,c,d} の場合である。

さて、この学習者が知っている単語が {a,b} になる場合に注目しよう。{c,d} については知らないと考えていることに注意すると、{a,b} になる確率は、 $0.9 \times 0.6 \times (1 - 0.5) \times (1 - 0.2)$ と計算できる。この時、前述の応用言語学の知見⁵⁾ は、この学習者がこのテキストを読むことで、知らない単語 {c,d} を文意を通じて獲得できると考えられるので、この確率はこの学習者が単語 {c,d} を新たに獲得できる確率ともみなせる。こうして、すべての場合について考え、この学習者がこのテキストを読むことで [a,b,c,d] の各単語を獲得できる確率を集計していくと、[0, 0.18, 0.27, 0.576] になる。このうち、単語 a については獲得できる確率が0になっているが、これは、単語 a を知らなければそもそもテキストが読めず獲得が起らないことを示す。

2 提案する定式化と解法

前節の内容を定式化しよう。

今、 I 種類の語彙 $\{v_1, \dots, v_I\}$ を考え、注目しているテキスト中の v_i の個数を n_i とする。また、注目している学習者が v_i を知っている確率を p_i で表す。この時、テキストカバー率の閾値を τ とする (前節の例では $\tau = 0.95$)。この時、テキストカバー率が閾値を超える確率は、次のように表せる。まず、テキスト中の総単語数は $N = \sum_{i=1}^I n_i$ と表せる。また、学習者が単語 v_i を知っている場合に1、知らない場合に0になる次の確率変数を考える (ただし、 $\{Z_1, \dots, Z_I\}$ は互いに独立)。

$$Z_i \sim \text{Bernoulli}(p_i) \quad (1)$$

この時、学習者が知っている単語のテキスト中の出現数は $\sum_{i=1}^I Z_i n_i$ であるから、テキストカバー率は $\frac{\sum_{i=1}^I Z_i n_i}{N}$ と表せる。したがって、テキストカバー率が閾値を超える確率は $P(\sum_{i=1}^I Z_i n_i \geq N\tau)$ と表せる。

学習者がテキストを読む付随的学習により語 v_i を新たに獲得する確率は、次のように定式化できる。テキストを読む付随的学習が起こるためには、テキストが読める必要があるため、テキストカバー率が閾値を超えていなければならない。さらに、語 v_i が新たに獲得されるためには、学習者は語 v_i を知らないことが必要である。したがって、この確率は、 $P(Z_i = 0, \sum_{i=1}^I Z_i n_i \geq N\tau)$ と表せる。この確率を q_i とおく。さらに、このテキストからの付随的学習による獲得語数の分布を求めたい。 $A_i \sim \text{Bernoulli}(q_i)$ と置くと、獲得語数の確率変数 A は、 $A = \sum_{i=1}^I A_i$ と表せる。したがって、 A の確率分布を求めれば、獲得語数の分布も求まる。ただし、 $\{A_1, \dots, A_I\}$ は互いに独立とする。

テキストカバー率が閾値を超える確率 $P(\sum_{i=1}^I Z_i n_i \geq N\tau)$ や、獲得語数の分布 $A = \sum_{i=1}^I A_i$ を求めるためには、異なる成功確率を持った互いに独立な二項分布の和からなる確率変数の分布を求める必要がある。成功確率が等しければ二項分布の和は再生性を持つが、成功確率が異なるため、この和は二項分布にはならない。こうした分布は、ポアソン二項分布と呼ばれる。 $P(\sum_{i=1}^I Z_i n_i \geq N\tau)$ については、動的計画法を解くことで求める方法を筆者が過去に提案している³⁾ (第44回教育システム情報学会大会奨励賞受賞)。簡潔に言えば、 $\sum_{i=1}^I Z_i n_i$ が整数であることを利用して、 $N\tau$ 以上という条件を、「 $\{n_1, \dots, n_I\}$ の部分和が丁度いくつ」という部分和问题に帰着させる。この部分和问题を、「 $\{n_1, \dots, n_i\}$ までの数で丁度いくつになるものを作る確率」からなる DP テーブルによる動的計画法で解ける。今回は、それに加えて、 $P(Z_i = 0, \sum_{i=1}^I Z_i n_i \geq N\tau)$ を求める必要がある。こちらは、動的計画法の DP テーブルの各セルに、そのセル時点での $\{Z_1, \dots, Z_I\}$ の確率値の集計値を記録する拡張を施すことで計算した。なお、ポアソン二項分布は、平均と分散を求めるだけであれば、 $\sum_{i=1}^I p_i$ が平均、

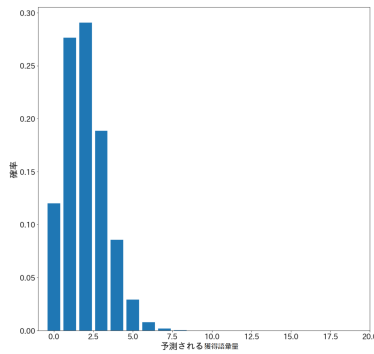


図 1: 予測される獲得語彙量の分布の例.

$\sum_{i=1}^I p_i(1-p_i)$ が分散となる.

3 実験

語彙テスト結果については、著者がクラウドソーシングを用いて過去に公開したデータがある²⁾。具体的には、クラウドソーシング上の学習者（TOEIC の受験経験があるものに限定）100 人に、100 問からなる語彙サイズ計測用の単語テスト Vocabulary Size Test (VST)¹⁾ を受けてもらった結果のデータセットである。VST は多肢選択型のテストであり、**英文中に埋め込まれた**単語の言い換えとして適切な選択肢を 4 つの選択肢の中から選択するテストである。

単語テストの結果を使って、各学習者が所与の単語を知っているかどうかを判別する確率的識別器を作成し、この確率値を式 1 における p_i として用いた。単純なロジスティック回帰を用いて識別器を構成した。特徴量としては、COCA コーパスの頻度、British National Corpus (BNC) コーパスの頻度を用いた。ただし、頻度は $-\log(\text{頻度})$ の形に直して特徴量として用いた。テキストとしては、Brown Corpus を用いた。テキスト長さが実験結果に影響しないように、Brown Corpus の 500 件の各テキストのうち、先頭から 300 語を切り出し、実験に用いた。この 500 件のテキストから、ある学習者の付随的学習に適したテキストを選択することが、我々の目的である。付随的学習はテキストを読める必要があるため、好成績の学習者に起こりやすい。まずは、最も成績の良かった学習者（VST で 96 問正解）を対象に実験を行った。図 1 にこの学習者があるテキストを読んだ時の獲得語彙量の分布を 1 つ示す。図 1 より、獲得語彙量の分布には幅があり、単純に期待値が高いテキストを選べばよいわけではないことがわかる。

各テキストを読む際に予測される獲得語彙量の期待値と分散を同時に考慮するため図 2 に図示した。各点は Brown Corpus の各テキストである。獲得語彙量を学習者にとっての利得と考えると、獲得語彙量の期待値が同じであれば、できるだけ獲得語彙量の分散が少ないテキストを選択する方が、確実に語彙を増やせるので、学習者にとっては得となる。すなわち、図 2 の左上部分が、この学習者にとって最も効率的に付随的学習を行える文書群である。このように、図 2 の縦軸は利得、横軸の獲得語彙量の分散はリスクとみなせ、図 2 は、経済分野で多用されるリスクとリターンの関係図とみなせる。

図 2 のようなリスクとリターンの関係図においては、左上部分が最も低リスクで利得を増やせる選択であり、この部分を**効率的フロンティア**という。図 2 では、500 件あった選択肢の中から、凸包を用いて効率的フロンティアに属するテキスト 5 件が選択された。すなわち、学習者の付随的学習に適したテキストを 1/100 に絞ることができた。この 5 件の中でどのテキストを選択するかは、学習者がどの程度のリスクをとって語彙を増やしたいかによって変わるので学習者に任せる方法が一策である。

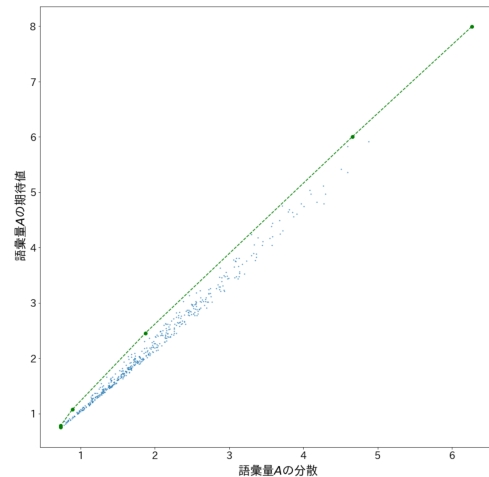


図 2: 各テキストの獲得語彙量分布の期待値と分散.

学習者によって効率的フロンティア曲線は変わるが、多くの学習者に薦められるテキストはあるのだろうか？ 100 人のうち、成績の良い 30 人に対して、同様に各学習者が各テキストを読んだ場合に予測される獲得語彙量の分布から効率的フロンティアを求めた。その結果、10 人以上で、効率的フロンティアに選ばれたテキストが 7 件あり、最も多いもので 14 人の効率的フロンティアに含まれたテキストがあった。このテキストは、具体的には “In the imagination of the nineteenth century the Greek tragedians and Shakespeare stand side by side, their affinity transcending all the immense contrarities of historical circumstance, religious belief” で始まるテキストであり、“contrarities” という難しい語が一部使われている他は、“belief” など中級学習者なら習得している語で構成されていることが見て取れる。この結果から、効率的フロンティアに含まれるテキストは比較的安定しているように思われる。

4 おわりに

本研究では、付随的学習による語彙獲得に適したテキストを選択するため、応用言語学の知見に基づき、個々の学習者・個々のテキストに対して付随的学習によって獲得される語彙量の推定値を算出する手法を提案した。獲得語彙量を学習者にとっての利得と考えることで、金融工学などで使われる効率的フロンティアの考え方を語彙学習支援の研究に導入した。個々の学習者に適応的に効率的なテキストを求められることはもちろん、多くの学習者の効率的フロンティアに含まれることで一般に付随的学習に適したテキストの存在を実験的に示した。

謝辞 本研究は JST 戦略的創造研究推進事業 ACT-X (JPMJAX2006) の支援を受けた。

参考文献

- (1) David Beglar and Paul Nation. A vocabulary size test. *The Language Teacher*, Vol. 31, No. 7, pp. 9–13, 2007.
- (2) Yo Ehara. Building an English Vocabulary Knowledge Dataset of Japanese English-as-a-Second-Language Learners Using Crowdsourcing. In *Proc. of LREC*, 2018.
- (3) Yo Ehara. テキストカバー率の確率的拡張に基づく語彙テストのみからの個人化読解判定. 2019.
- (4) Yo Ehara. Selecting reading texts suitable for incidental vocabulary learning by considering the estimated distribution of acquired vocabulary. In *Proc. of EDM (poster)*, 2022.
- (5) 中田達也. 英単語学習の科学. 研究社, 2019.

音声処理技術を用いた演奏を自動評価可能な 雅楽・龍笛の学習支援システムの構築

Development of Learning Support System for playing Ryuteki in Gagaku with Automatic Evaluation using Sound Processing Technology

植野 泰史^{*1}, 曾我 真人^{*2}

Yasushi UENO^{*1}, Masato SOGA^{*2}

^{*1}和歌山大学大学院システム工学研究科

^{*1} Graduate School of Systems Engineering, Wakayama University

^{*2}和歌山大学システム工学部

^{*2} Faculty of Systems Engineering, Wakayama University

Email: s236034@wakayama-u.ac.jp

あらまし：龍笛とは、日本古来の伝統音楽である雅楽における吹奏楽器の一つである。この楽器は初心者にとっては演奏技術を習得するのが難しいものである。龍笛の演奏技術を習得するには熟練者に学ぶのが一番良いが、雅楽は特に時間的または費用的な制約のために、その機会は限られている。そこで、本研究では、音声処理技術を用いて、初心者が龍笛を演奏すると、その演奏の音の高さやタイミングが正しいかどうかを自動的に判定し、結果のフィードバックを提示するシステムを構築し、これにより龍笛の演奏技術の上達が期待できそうかについての研究を行った。

キーワード：龍笛, 雅楽, 学習支援, 音声処理技術, フーリエ変換

1. 研究背景



図 1 龍笛

雅楽とは、奈良時代ごろにアジア諸国から伝来し、平安時代に現在の形態に確立された日本の伝統音楽である。そこで用いられる楽器の一つである龍笛は、竹で作られた横笛で、主に副旋律を担当する(図1)。

龍笛を演奏できるようになるために必要な技術の多くは、西洋音楽にはない特有のものである。とくに、雅楽の譜面は五線譜ではなく、図2のような縦書きの譜面であり、初心者がこの譜面を正しく読み、それを正しく演奏するのは困難であるといえる。

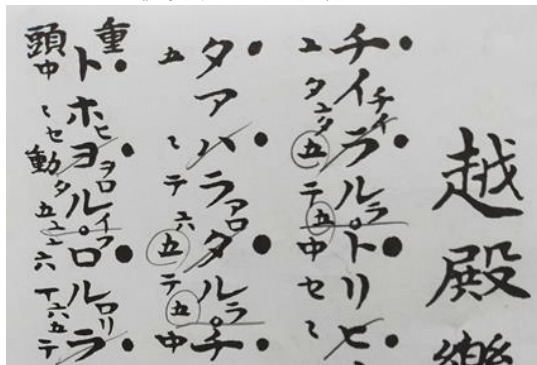


図 2 龍笛の譜面の例

また、龍笛に限らず、雅楽の演奏に関する教材が少なく、習得するために基本的には熟練の講師に指導してもらうしかないため、時間的・費用的な制約が強く、その点においても雅楽の習得は難しいといえるだろう。

2. 研究目的

そこで本研究では、初心者が講師の助けなしで自主的に学習をするときにおいても、正しく演奏ができていくかどうかの判断ができ、演奏技術の習得ができる学習支援システムを構築する。具体的には、音声処理技術を用いて、演奏の音の高さとタイミングが楽譜と一致しているかどうかを判定し、その結果をフィードバックするシステムの構築を行った。

また、このシステムを使用したことによる学習効果を検証し、設計方法論の良し悪しを確認することが本研究の目的である。

3. 関連研究

これまで行われてきた楽器演奏の学習支援システムとして、竹川らは、ピアノの運指認識技術を活用して演奏者の運指を逐次チェックし、演奏に必要な情報を直観的に提示することで、打鍵位置や運指の習熟を高めるシステムの構築を行った(1)。また、菊川らは、磁気式位置センサを用いて二胡やバイオリンなどの擦弦楽器の演奏中の弓の位置と角度を計測し、初心者が擦弦楽器の演奏スキルを習得できる学習支援システムの構築を行った(2)。これらの研究では、ピアノや二胡といった手や腕の動作によって演奏を行う楽器を対象としていたが、龍笛については楽器の内部に息を吹き込むことによって音を鳴らす吹奏楽器であるため、先行研究のように身体の動作を計測することでは正しい音が鳴らせているかどうかの評価を行うことができない。そのため本研究で

は、吹奏楽器に対して演奏の評価を行う手段として、音声処理技術を用いることで鳴らした音を直接的に評価することとした。

4. システム概要

本システムは、プログラミング言語 python を用いて実装を行った。python 内にある pyaudio というライブラリを用いて、マイクに入力された音をデジタルデータ化し、そのデータをフーリエ変換する。これによりその波形の周波数スペクトルが得られるため、その値をもとに音階を求めることができる。この処理を繰り返すことで、音の高さや音の大きさが楽譜データと一致しているかどうかによって演奏が正しくできているかどうかの判定を行う。

本システムを起動すると、演奏する譜面とシステムについての説明が画面に表示され、画面下部の「次の行へ」ボタンを押すことで練習したい譜面を選択し、「スタート」ボタンを押すことで音の記録を行う。画面左側の数字が一定時間ごとに上から順番に光るため、譜面の拍数と光った数字を合わせて演奏を行うことによって演奏の判定に使用する音の情報の記録を行う。

画面に表示されている部分の演奏が終わると、記録した音のデータと譜面のデータを照らし合わせて、譜面の拍ごとに音の高さや音の切り替わるタイミングが一致しているかどうかの判定を行う。その結果は図4のように、緑色に光っていれば正しい音、灰色ならば音間違いやタイミングのずれが起きているなどといった風に、画面左側の数字の色の変化によって表示をする。演奏者はこの色の変化を見て正しい演奏ができるように練習を繰り返してもらうことで、龍笛の演奏の学習を進めていく。

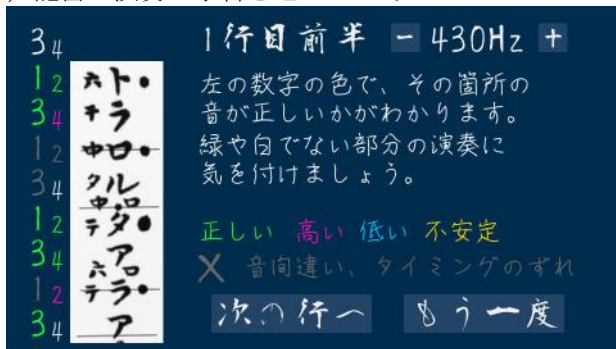


図3 システム画面

5. 評価実験とその考察

本システムの評価実験においては、初心者・経験者を問わず龍笛の演奏経験のある男女4名の被験者に実際に本システムを利用してもらい、本システムを用いることで龍笛の演奏の上達が期待できるかどうかを、システムのユーザビリティに関する評価とシステムの性能や機能面に関する評価に分けて本システムの有用性について調査を行った。

まず、システムのユーザビリティに関する評価として、System Usability Scale(SUS)を用いて評価を行った。今回の被験者4名の評価は、以下の図5のよ

うになった。4人の平均値は70.6であり、標準偏差は21.8となった。この結果から、おおむねこのシステムは使いやすいと感じた人が多いが、一部の人の人にとってはとても使いにくいと感じたものであったため、より老若男女問わず使いやすいデザインにしなければならないだろうということが推察される。

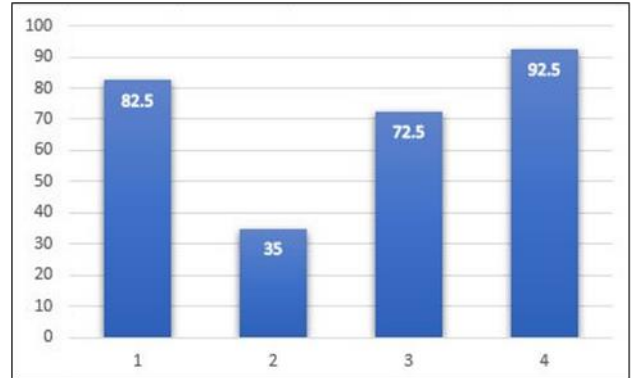


図4 SUSの得点図

また、システムの性能や機能性に関する評価を得るため、選択式の質問4題と自由記述式の質問によるアンケートを行った。選択式の質問では、主に音の高さやタイミングを用いた演奏の評価が役に立つと感じられたか、このシステムを用いることで、自分の演奏の改善が期待できそうかについて尋ねたが、この項目に関してはすべての人から高い評価をいただいたため、この手法自体に対しては賛同を得られたと認識している。

自由記述式の質問からは、このシステムにほかに取り入れてほしいことや、改善してほしいことについてのアンケートを行った。その中には、数字の色だけでなく、テキストによる演奏の評価も付け加えてほしいという意見や、このシステムの計算方法では、演奏に雅楽らしい表現を入れてしまうと正しい評価を得られないということについての意見が挙げられた。このシステムでは、フーリエ変換によって取得した周波数スペクトルのデータを、さらに単純な音の高さのみのデータに変換して演奏の評価を行っていたため、雅楽らしさについての評価することができなかった。これについての評価を行うには、周波数のデータを基にして機械学習などによる評価を行うといった、今回作成したシステムでは取り入れることのできなかったより高度な技術を利用して評価を行う必要があると考えられる。

参考文献

- (1) 竹川佳成, 寺田努, 塚本昌彦: 運指認識技術を活用したピアノ演奏学習支援システムの構築, 情報処理学会論文誌, 第52巻, 第2号, pp.917-927, 2011.
- (2) Fumitaka Kikukawa, Masato Soga, Hirokazu Taki : Development of a Gesture Learning Environment for Novices' Erhu Bow Strokes, KES 2014:1323-1332, 2014.

顔画像に基づく個別適応エンゲージメント促進支援ロボットの開発

Development of an Adaptive Engagement Promotion Robot
Based on Facial ImagesYAO Bowei^{*1}, 太田 光一^{*1}, 柏原 昭博^{*2}, 卯木 輝彦^{*3}, 長谷川 忍^{*1}
Bowei YAO^{*1}, Koichi OTA^{*2}, Akihiro KASHIHARA^{*2}, Teruhiko UNOKI^{*3}, Shinobu HASEGAWA^{*1}^{*1} 北陸先端科学技術大学院大学^{*1}Japan Advanced Institute of Science and Technology^{*2} 電気通信大学^{*2}The University of Electro-Communications^{*3} 関西外国語大学^{*3}Kansai Gaidai University

Email: hasegawa@jaist.ac.jp

あらまし：本研究の目的は、学習者のエンゲージメントの変化に応じて、学習者毎に個別適応したインタラクティブなパートナーロボットを開発することである。これを実現するために、顔画像から学習者のエンゲージメントを推定し、状態に応じたロボットの振る舞いを設計し、さらに振る舞いに対する学習者の反応に応じてロボットの行動を更新するモデルを開発することを通じて、Learning Companion としてのパートナーロボットを実装した。また、20名の被験者による比較実験を通じてその効果を検証した。

キーワード：エンゲージメント、個別適応、顔画像、Learning Companion、パートナーロボット

1. はじめに

「エンゲージメント」とは、学習にポジティブな影響を与える心的状態であり⁽¹⁾、学習過程に没入・熱中することを通じて学習者の主体性を支える重要な要素である。こうした学習者のエンゲージメントを維持・促進することは、主体的学習を実現する上で重要な役割を果たす⁽²⁾。しかしながら、学習者の個別性が強い主体的学習過程においては、学習者のエンゲージメントを把握・予測し、その状況に応じた支援を行う方法論およびシステムはいまだ確立されていない。

本研究は、学習者の学習活動に対する意欲や取り組み方、理解度などを包括した概念である「エンゲージメント」を学習者の顔画像から推定し、ヒト型ロボットの振る舞いを通して学習者のエンゲージメントを促進するためのパートナーロボットを開発することである。学習時のエンゲージメントは、ロボットの振る舞いに対する個々の学習者の印象により変化することから、学習者に個別適応した「学び相手：Learning Companion」の開発を目指す。

2. 提案手法

2.1 インタラクティブロボット：Sota

本研究では、カメラ、マイク、スピーカ、ネットワーク機能を備え、言葉や身振り、手振りによる自然なインタラクティブを実現する卓上型コミュニケーションロボットである Sota⁽³⁾を利用した。なお、本研究ではエンゲージメント推定とインタラクティブネットワークの更新はGPUを搭載したPC上で行い、その結果を Sota が定期的に JSON データとして取得してインタラクティブを生成した。

2.2 エンゲージメント推定

本研究では、顔画像から学習者のエンゲージメントを推定するためのモデルとして、7th Emotion Recognition in the Wild Challenge 2019 で提案された Huynh らの手法⁽⁴⁾を採用した。特徴量は表情分析のためのオープンソースツールキットである OpenFace⁽⁵⁾により得られた学習者の一定間隔毎の頭部の姿勢と視線方向に関する平均値、標準偏差、最小値、最大値から得られた 60 次元の F1 特徴量と、顔画像データセットによる事前学習済み ResNet から得られた 128 次元の F2 特徴量を用いて、LSTM ベースの 2 種類のエンゲージ回帰モデルの予測結果をアンサンブルしたものであり、最終的に Disengaged, Barely Engaged, Engaged, Highly Engaged の 4 段階のいずれかが出力される。

2.3 インタラクティブネットワーク

本研究では、ロボットの振る舞いに対する学習者の反応に応じてネットワークの重みパラメータを更新することで、リアルタイムにインタラクティブ戦略を更新できるインタラクティブネットワークを開発した。提案手法では、前節で述べたエンゲージメント推定モデルにより、Sota とのインタラクティブの前後で学習者のエンゲージメントの変化を比較し、インタラクティブの内容が現在の学習者にとって適切であるかどうかを判断する。

エンゲージメント推定モデルの出力を入力とする形でインタラクティブネットワークを配置し、図 1 に示すように、発話、行動、発話速度を含む 3 層の完全連結型ネットワークを構築した。各層間の各パスの重みは初期値を設定し、次の層へのパスの重みの総和は 1 とする。また、重みの大きさは次の層の

ノードを確率的に選択するために利用した。

インタラクション後に学習者のエンゲージメントが変わらないか減少した場合、インタラクションが行われた経路の重みを減らし、その他の経路の重みを増やして重みの和が1に更新する。つまり、同様な状況が発生した場合にロボットが他のインタラクション戦略を行いやすくする。これにより、それぞれの学習者に適した重みに更新されるため、学習者の異なる個性に応じたインタラクティブ体験を実現することが期待できる。

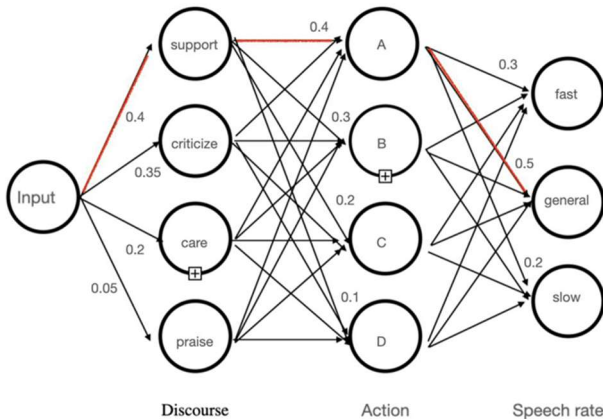


図1 インタラクションネットワークモデル

3. 評価実験

エンゲージメント推定モデルの精度、Sota と学習者のインタラクションの効果、インタラクションモデルの更新アルゴリズムの有効性をそれぞれ評価するために、20名の理系大学院生を対象として Sota なし/あり条件による被験者内計画で実験を行った。

被験者は30分間の学習用ビデオ(物理/化学)を Sota による介入の有無の条件で学習を行った。実験順序については、学習用ビデオと介入の有無に関するカウンターバランスを取った。被験者は、それぞれのビデオの学習後に、自己の顔映像を見ながら5分毎のエンゲージメントを4段階で自己評価を行うとともに、Sota ありの条件では、インタラクション毎の満足度についてそれぞれ5段階評価を行った。

3.1 結果

被験者の自己評価とモデルの推定結果を比較した結果、その一致率は53.6%(=150/280)であった。なお、一致しなかったケースのうち93.6%はその差が1であり、楽観的な傾向(モデルの推定結果の誤差はエンゲージメントが高い傾向)はあるものの、ある程度信頼できる推定が行えた。

Sota がエンゲージメントの維持に有効かどうかを評価するために、Sota の有無による学習時間全体の自己評価を比較した結果、Sota ありが平均2.07(標準偏差0.47)、Sota なしが平均1.71(標準偏差0.47)となり、t検定の結果 $t(19)2.48, p=.022$ で、Sota あり条件の方が有意に高い平均エンゲージメントを示した。学習時間が短い場合十分な結果であるとは言えない

が、ロボットによるインタラクションがエンゲージメントの維持に一定の効果があることが示唆された。

各被験者のインタラクションに対する満足度のアンケート結果を時間順に1/3ずつに分割したときの平均値を比較したところ、最初の1/3が平均3.17(標準偏差0.81)、中央の1/3が平均2.84(標準偏差0.88)、最後の1/3が平均3.70(標準偏差0.71)であった。Jarque-Bera 検定によりデータが正規分布であることが確認できたため、対応のないANOVAで検定を行ったところ、 $F=18.9, p=.00001$ であった。Tukey's HSD を用いて各条件を比較したところ、最初の1/3と中央の1/3の間では $Q=3.34(p=.0498)$ 、最初の1/3と最後の1/3の間では $Q=5.22(p=.0085)$ 、中央の1/3と最後の1/3の間では $Q=8.56(p=.0000)$ であり、各期間の満足度に差があることが示された。これらの結果から、被験者のインタラクションに対する満足度は実験中盤で低下するものの、重みが調整されるに従って向上していると言える。

4. おわりに

本研究では、学習者のインタラクションに対する反応の個人差に追従し、パーソナライズされたインタラクションを実現した学習パートナーロボットを提案し、初期の評価を行った。

本研究では、ロボットとのインタラクション後の学習者のエンゲージメントの変化に基づいて、インタラクション内容を更新している。今後はさらに、学習者の学習内容への興味や学習効果に応じて、ロボットのインタラクション内容を変化させることが期待される。今回の研究では、1セッションが30分と短かったため、学習者が長時間学習する場合にロボットがどのように介入できるかという点についても今後の課題である。

謝辞

本研究の一部は、科研費(20H04294)の助成、および株式会社フォトロンとの共同研究の成果である。

参考文献

- (1) 鹿毛雅治: “学習意欲の理論 -動機づけの教育心理学-”, 金子書房, (2013)
- (2) 柏原昭博: “エンゲージメントを引き出す学習支援ロボット”, コンピュータ&エデュケーション, Vol.46, pp.30-37, (2019)
- (3) ヴェイストン株式会社: “Sota 法人向けサービスのご案内”, <https://sota.vstone.co.jp/home/> (2022.5.20 アクセス)
- (4) Van Thong Huynh, Hyung-Jeong Yang, Gucee-Sang Lee, and Soo-Hyung Kim: “Engagement Intensity Prediction with Facial Behavior Features”, In International Conference on Multimodal Interaction (ICMI '19), pp.567-571, (2019)
- (5) Tadas Baltrušaitis, Amir Zadeh, Yao Chong Lim, and Louis-Philippe Morency: “Openface 2.0: Facial behavior analysis toolkit”, In 2018 13th IEEE International Conference on Automatic Face & Gesture Recognition, 59-66, (2018).

VR を用いたリズム訓練ドラム演奏システム

Rhythm Training Drum Performance System using VR

藤堂 悟^{*1}, 松原 行宏^{*1}, 岡本 勝^{*1}, 毛利 考佑^{*1}

Satoru TODO^{*1}, Yukihiko MATSUBARA^{*1}, Masaru OKAMOTO^{*1}, Kousuke MOURI^{*1}

^{*1} 広島市立大学大学院情報科学研究科

^{*1}Graduate School of Information Sciences, Hiroshima City University

Email: mh67012@e.hiroshima-cu.ac.jp

あらまし：様々な趣味・娯楽が存在しており，本研究では音楽演奏の中でもドラム演奏に注目した．ドラム演奏の難点の一つに，練習をするために多くの演奏技術や防音設備等が必要という点が挙げられる．そのような難点を改善するためにも ICT 技術を用いる研究が行われている．そこで本研究では VR 空間上で HMD を用いて VR ドラムによるリズム訓練支援を行えるシステムを開発する．

キーワード：VR, HMD, リズム訓練, ドラム演奏

1. はじめに

今日，様々なメディアが存在する中で，音楽鑑賞や音楽演奏，読書など様々な趣味・娯楽が存在する．本稿では音楽演奏の中でもドラム演奏に着目した．ドラム演奏の難点の一つに，練習をするために多くの演奏技術や防音設備等が必要という点にある．細谷らは，特にドラム演奏が正確なテンポから早くずれている場合に，正確なリズムに誘導することは難しいことが明らかにした⁽¹⁾．ドラム演奏はリズムキープや様々な要素が絡み合うことで，難しいとされているのではないかと考える．

ICT 技術を用いることで，騒音問題等の点において練習するための環境に制限がなくなるのではないかと考え，石山らは，HMD を用いたヴァーチャルなドラム演奏環境の試作を行った⁽²⁾．試作されたシステムで，バーチャルリアリティ (VR) 空間上でドラム演奏が可能であることがわかった．

本研究では，学習者に VR 空間上で初心者向けの楽譜をドラム演奏させ，楽譜を練習する際に譜面情報を提示し，ヘッドマウントディスプレイ(HMD)を用いて VR ドラム演奏によるリズム訓練支援を行えるシステムを開発する．

2. 提案システム

図 1 に提案システムの視点画像例，図 2 にシステムの外観を示す．本システムは，HMD を用いて VR ドラム演奏によるリズム訓練支援を行う．

訓練者は HMD(OculusQuest2)を頭部に装着し，両手にハンドトラッキングコントローラを持つことで，仮想空間に構築された VR ドラムによる演奏を訓練することができる．仮想空間内の VR ドラムを設置している部屋の壁 1 面に譜面情報を表示する壁としている．譜面情報を被験者に提示し，VR ドラムを演奏する訓練を行う．

演奏訓練に用いる楽譜は，訓練用楽譜が 7 種類とテスト用楽譜が 3 種類ある．楽譜は合計 10 通り用意した．これらのデータを譜面情報として楽譜のリズ

ム測定や譜面情報の表示として出力する．本稿で用いる楽譜について BPM は 120 とし，1 つの拍数に対して 0.5 秒であり，ドラム演奏の基本リズムで用いる 8 ビートや 16 ビートの楽譜を演奏する際には，更に短い感覚で 0.25 秒や 0.125 秒ごとの間隔でリズムを刻む．



図 1 提案システムの視点画面例



図 2 システムの外観

譜面情報の表示については，訓練時の譜面情報の有無が設定可能である．譜面情報のない場合，音のみの訓練となる．様々なリズム訓練を行ったあと，テスト楽譜を演奏するシステムである．

次に，譜面情報の表示例を図 3 に示す．図 3 のように各種ドラムパーツ（左から，ハイハット，スネアドラム，クラッシュシンバル，タム，バスドラム）に対応した色分けがされており，対応した場所に音符オブジェクトが降るように譜面情報が流れてくる．なお，現状のシステムではコントローラによる動作による演奏のみ実装済みである．

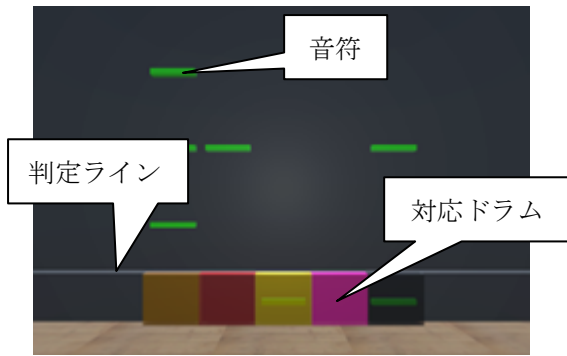


図3 譜面情報の表示例

システムを用いた訓練では、10分間のVRドラム自由演奏時間を設けており、10分経過後、訓練する楽譜全7種類とテストを行う楽譜全3種類の音声を聞いてもらい、テストの楽譜を譜面情報のある状態で行ってもらう。譜面情報ありとなしの被験者で訓練用の楽譜を3セット演奏する。その後もう一度テストの楽譜を譜面情報のある状態で行う。

3. 検証実験

検証実験では、VRドラムの演奏時のコントローラを用いた動作、また、システムを用いてリズム訓練支援が可能であるか被験者に体験してもらい、被験者は大学生5名である。

今回の検証実験では譜面情報ありの被験者が3人、なしの被験者が2人である。リズム訓練後にもう一度テストを行ってもらった。被験者にシステムを行ってもらい、その後各被験者にシステムを行った際のHMDやコントローラ、リズム等のデータから分析を行った。

楽譜のリズムと被験者の叩いたリズムの差を区間ごとの割合で求めた。被験者5人の訓練前後に行ったテストの平均結果を表3に示す。難易度の高い訓練楽譜やテスト楽譜では、比較的難易度の高いタムの訓練やリズムが付点を含んだ譜面等では、被験者の多くが演奏のリズムに譜面のリズムとのズレが生じていた。

次に、テストの平均結果から訓練前と訓練後の差である成長率を図4に示す。テスト結果では訓練前後での割合の変動が見られ、正確なリズムに近いリズムで叩ける回数が増えていることがわかる。

表3 テストの平均結果

| 時間[sec] | 訓練前[%] | 訓練後[%] |
|----------|--------|--------|
| 0.064 未満 | 27.599 | 36.105 |
| 0.096 未満 | 15.991 | 17.778 |
| 0.144 未満 | 19.959 | 17.603 |
| 0.192 未満 | 10.991 | 10.588 |
| 0.192 以上 | 25.458 | 17.924 |

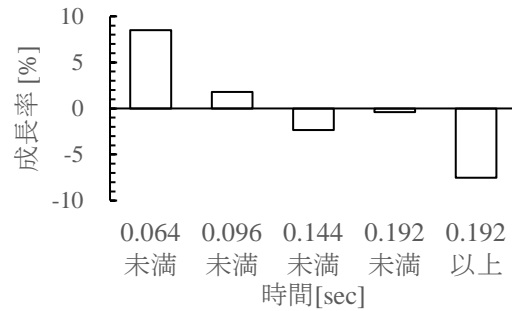


図4 テストの平均成長率

これらのことから、正確なリズムに近いリズムで叩ける回数が増えていることがわかる。この結果から、初学者によるVRドラム演奏を用いたリズム訓練支援を行えたと考えられ、本システムのリズム訓練支援システムを行うことで、被験者たちのリズムキープを行う力が支援されたと考えられる。ただ、人間が音を聞いて体を動かすまで最低でも0.12から0.20秒はかかるとされる⁽³⁾。しかし、反射だけでなく「このリズムでこの楽譜なら、このように演奏する」という思考をしながら演奏することが一般的である。初めて演奏する楽譜や、暗記のできていない楽譜を演奏する時には、このようなことが頻繁に行われる。どのようなリズムで叩くのかということ、このような譜面情報が流れてくるから、次はどのように待ち構えるかという変換をさせ、リズム予測スキルを養うことも譜面情報を用いることで、被験者の訓練支援の一つとして行うことができたと考えられる。また、譜面情報ありとなしの被験者の結果と比較すると、譜面情報がある場合にテスト結果が高いという結果もみれた。

4. おわりに

VR用いたリズム訓練ドラム演奏システムの構築、譜面情報の有無での学習効果の差異があるのかの検証を行った。結果としてVRを用いたドラム演奏システムが可能であり、リズム訓練支援が行えることもわかった。今後の展望として、脚部での動作によるバスドラム演奏の実装、譜面情報の改善等を行う予定である。

参考文献

- (1) 細谷 美月, 佐々木 美香子, 小松 孝徳, 中村 聡史: “音の長さの変化によりドラム演奏のずれを認識および誘導させるメトロノームシステムの提案”, 情報処理学会研究報告, Vol.2020-HCI-187, No.14, pp.1-8 (2020)
- (2) 石山 俊之, 北原 鉄朗: “HMDを用いたヴァーチャルなドラム演奏環境の試作:合奏相手を表すヴァーチャルキャラクターの導入”, エンタテインメントコンピューティングポジウム, Vol.2018, pp.76-79 (2018)
- (3) 浅見 高明, 芝山 秀太郎, 丹羽 昇: “全身反応時間の測定法とその応用”, 体育学研究, Vol. 7, No. 1, p143 (1963)

商学部学生のための人工知能教育 —Pythonによる財務分析のためのAI開発—

佐々木 正仁^{*1}, 小板橋 信二^{*2}

後藤 小百合^{*2}, 竹上 健^{*1}

Masato Sasaki^{*1}, Shinji Koitabashi^{*2}, Sayuri Goto^{*2}, Takeshi Takegami^{*1}

^{*1}商学部経営学科

^{*2}商学部会計学科

^{*1}Faculty of Commerce, Dept. of Business Administration

^{*2}Faculty of Commerce, Dept. of Accounting

高崎商科大学

Takasaki University of Commerce

Email: m-sasaki@uv.tuc.ac.jp

あらまし：本稿では、一昨年度及び昨年度に実施した、商学部の学生の教育を目的とした財務分析に基づく企業の経営分析のための人工知能教育について報告する。高崎商科大学商学部において、会計や地域金融、経営分析などについて学ぶ学生を対象に、財務分析のための人工知能の開発手法・プロセス・実装を体験的に理解させることを目的として、PythonによるAIの実装までの教育について取り組んでいる。

キーワード：人工知能, Python, 財務分析,

1. はじめに

人工知能（Artificial Intelligence: AI）の普及が急速に進む中で、高崎商科大学（Takasaki University of Commerce：TUC）の商学部で学ぶ学生に対し、ビジネス分野においても急速に利用が進んでいるAI関連技術に対する理解を深める教育を提供することを目的として、令和2年度・令和3年度高崎商科大学教育改革研究費による「財務指標に基づく企業分析のための人工知能教育用教材開発その1・その2」をすすめた。本研究では、商学部で企業経営や会計、地域金融等について学ぶ学生にとって基本的かつ重要な知識である財務指標について、有志学生を募って財務分析を目的としたAIの設計から、実装を伴う開発について理解しながら学ぶ体験を通して学ぶ機会を提供した（TUC コイタ君と名付ける）。今後、AIがビジネス分野においてますます普及する中で、AIの導入過程を理解し、適切な評価ができる能力をもつビジネスリーダーとしてAIを活用できる人材の育成を目指した。

2. 財務分析に対するAI適用

2.1 AI適用の動向

財務の分析においては、経理における記帳、売掛金や買掛金の決済業務、仕訳作業、経費精算等や、貸借対照表、損益計算書等の財務諸表の作成など定型業務が多いため、AIによる自動作成が可能となる。

その結果、従来よりも付加価値の高い、経営者の意思決定に役立つマネジメント業務がより求められるなど、企業の戦略化がより進展することが予想される。

また、AIによる財務分析により、取引先企業に対する財務状況の変化などを即座に検知することが可能となるため、改善や支援のための提案や与信、投

資家の投資判断、取引がより迅速、効率的となる。

具体例として、三井住友銀行は2018年9月のニュースリリース「AIを活用した企業の業況変化検知システムの導入および外部企業向け提供について」において、AIを活用した財務分析システムの提供を開始したことを伝えている。こうした動きは、今後急速に進むことは確実である。

2.2 財務分析

財務分析とは、貸借対照表や損益計算書に基づき、企業の収益性、安全性、生産性、成長性を分析し、業界内、競合他社との比較により評価するために広く行われる手法である。

(1) 収益性分析

企業の収益率益を見るための分析手法

(2) 安全性分析

企業の支払い能力を分析する手法で、対象企業の経営状態の安全性を見る。

- ・流動比率
- ・自己資本比率

(3) 生産性分析

企業の経営資源の利用効率を見る。

- ・労働生産性

(4) 成長性分析

企業の成長について判断する手法。

- ・増収率（売上高伸び率）
- ・増益率（経常利益伸び率）
- ・売上高研究開発比率

3 開発システムの概要

3.1 TUC コイタ君の要件

本研究で開発するTUC コイタ君の要件は次の通りである。

機能：財務指標に基づく地元中小企業の分析

開発言語：Python

使用モデル：

教師あり機械学習のうち、決定木 (Decision Tree)，アンサンブル学習法 (ランダムフォレスト, バギング等)，ニューラルネットワーク (ディープラーニング)

入力データ：EDINET(XBRL 使用), EDIUNET 他

3.2 手順

- ①財務データに対する専門家の与信評価を入力データとして上記モデルにより学習させる。
- ②学習によって導かれた分析内容について、専門家の知見に基づいて評価・調整を行う。
- ③個別データに対し、専門家が十分納得できる分析結果が得られるか評価し、修正を行う。
- ④教材としての諸機能 (インターフェース, 体裁) を整える。

4. 実装

4.1 実装の意義

AI 教育において、システムとして実際に動かす、いわゆる実装まで扱うことは、その概要を文科系的に示すことと比べ、格段の難易度差がある。本学の学生が、商学部に所属することから、AI を含む情報システム開発に関する学習を希望する割合は必ずしも高くはないと考えられるが、今般のAIの急速な進展がビジネス分野にまで及び、今後の必要性を認識する学生は少なからずいるものと想定される。本研究では、こうした学生を対象として、卒業研究・3年次ゼミを中心に、希望者に対しAIの実装について教育の場を提供する。

4.2 開発環境

最近では、クラウド上のいわば「出来合い」のAI利用を目的としたものが多く提供され、分かりやすく手軽に使えるため、「人工知能に触れる・親む」ためには良い。しかし、「人工知能がどのようにできている・どうやったら作ることができる」といった教育・研究には不十分である。

従って、学生の教育を目的とし、近年AI開発に適した言語としてユーザ数が多いことのほか、開発の容易性と将来性等を考慮すると、Pythonが望ましいとして選択する。

また、多数のPythonの統合開発環境 (IDE) が提供されている中で、機械学習を目的としたとき、初学の学生にも使いやすく汎用性の高いAnacondaが最良であることから、これを選択する。

5. さいごに

商学部の学生の教育を目的とした財務分析に基づく企業の経営分析のための教育用教材 TUC コイタ君の開発を通して進めた商学部学生のための AI 教育事例について紹介した。商学部において、会計や地域金融、経営分析などについて学ぶ学生を対象に、財務分析のための人工知能の開発手法・プロセス・実装を体験的に理解させることができる教材の開発を目的として、学生の教育を進めた。TUC コイタ君の学習用データとして、ネット上で公開されているXBRL データを利用するとともに、専門家の財務指標に基づく業績評価の知見を反映させるために、財務の専門家による与信スコアを教師データとする。この点は、本システムが一番の特徴であり、AIの開発過程における学習のしくみについて、学生の理解が深まることが期待される。

最新の AI 技術について基本的設計から実装に至る過程を実際に体験できる教育の機会を提供することは、本人の将来の活躍に役立つことは言うまでもなく、就職や共同研究等に関わる企業、他大学、さらには高校生に対してもインパクトのある研究となることが期待される。

なお、本研究は、高崎商科大学 2020 年度・2021 年度教育改革研究費助成によって行われた。

参考文献

- (1) 佐々木 正仁, 小坂橋 信二, 後藤 小百合, 竹上 健: "財務指標に基づく企業分析のための人工知能教育用教材開発 その1 -TUCコイタ君の開発 PART 1-", 高崎商科大学紀要第 35 号, pp.13-20 (2020)
- (2) 佐々木 正仁, 小坂橋 信二, 後藤 小百合, 竹上 健: "財務指標に基づく企業分析のための人工知能教育用教材開発 その2 -TUCコイタ君の開発 PART 2-", 高崎商科大学紀要第 35 号, pp.13-20 (2020)
- (3) 白田 佳子: "AI 技術による倒産予知モデル×企業格付け", 税務経理協会 (2019)
- (4) 小野 潔: "インテックの与信モデルの特徴と今後の展開", INTEC Technical Journal, Vol.17 (2016)4
- (5) 谷 聡史: "トランザクションデータを活用した AI スコアリングモデル運用のライフサイクル", FUJITSU, Vol.70, No.3, pp41-46 (2019)
- (6) 澤木 太郎, 田中 拓哉, 笠原 亮介: "機械学習による中小企業の信用スコアリングモデルの構築", 人工知能学会研究会資料 (2019)
- (7) 田中 拓哉, 笠原 亮介, 澤木 太郎: "OK データのみを使った機械学習", RICOH (2020)
- (8) 内閣府政策統括官: "AI 戦略 2019 の概要と取組状況", 内閣府 (2019)
- (9) 首相官邸: "国内大学等において実施されている AI 等教育プログラムの主な事例", 内閣府 AI 戦略実行会議

ゲーミフィケーションと ICT を活用した教育方法 -コレクションの効果を用了学習支援アプリケーション-

Educational Methods Using Gamification and ICT -Learning support system with effects of collection-

中桐 齊之^{*1}, 加塩 菜帆^{*2}, 向坂幸雄^{*3}

Nariyuki NAKAGIRI^{*1}, Naho KASHIO^{*2}, Yukio SAKISAKA^{*3}

^{*1,*2} 兵庫県立大学環境人間学部

^{*1,*2}School of Human Science and Environment, University of Hyogo

^{*3} 中村学園大学短期大学部幼児保育学科

^{*3}Early Childhood Care and Education, Nakamura Gakuen University Junior College

Email: nakagiri@shse.u-hyogo.ac.jp

あらまし：最近，スマートフォンやタブレット端末等の携帯端末の普及にともなって，これら携帯端末を用了学習が教育方法における重要な手段として注目を集めてきている．スマートフォンによる学習においては，セルフコントロールの点で問題があり，ユーザが学習を継続しないために効果が上がらないこと等が問題となっている．本研究では，利用者のモチベーションを維持・促進するためゲーミフィケーションのコレクションの効果を組み込んだ携帯端末を用了色彩検定の学習支援システムを開発し，実証実験を行った．その結果，モチベーションの維持，向上の効果が得られることがわかった．

キーワード：ゲーミフィケーション，コレクション，携帯端末，スマートフォン，教育方法

1. はじめに

近年のスマートフォンやタブレット端末等の携帯端末の普及に伴い，これら携帯端末を用了学習が教育方法における有効な手法として注目を集めてきている．しかし，携帯端末特にスマートフォン等においては，学習が学習者の自律性を基本とした自己管理に委ねられており⁽¹⁾，他のアプリを使用してしまし学習することができない等，セルフコントロールの点で問題も見られる．携帯端末による学習は場所や時間に囚われないという特性ゆえに，学習の継続においてモチベーションの維持が難しいといえる．そこで，本研究では，ゲーミフィケーションの導入を行い，この問題の解決を目指した．

ゲーミフィケーションとは，ゲームの要素や考え方をゲーム以外に应用することで，様々な分野で導入されており，これまでの研究においては，個人差や文脈差が存在しつつも，被験者に良い効果を与えていることが示されていることが多い．教育の分野においても，ポイント等の可視化や，他者の把握，報酬の視覚効果によって，モチベーションの維持・向上が見られるなどの効果が示されてきている^{(2),(3)}．

最近，色彩検定という色彩に関する知識や技能を問う検定が注目を浴びており，服飾の分野だけにとどまらず，商品企画や広告インテリアなど様々な分野に应用できる検定として注目されている．色彩検定の学習アプリは存在するものの，ゲーミフィケーションの要素を含んだものはほとんどなく先行研究ではゲーミフィケーションの要素の「可視化」について解析し，「可視化」の要素を含んでいることがモチベーションの維持につながり学習効果が高まることを示している⁽⁴⁾．しかし，他の要素がどのような影響を与えるかについては不明である．またコレクシ

ョンの要素についてはガチャ報酬の希少価値の視覚化がモチベーションと学習定着への効果を持つことがわかっているが，それ以外は不明である．

そこで，本研究ではゲーミフィケーションのコレクションとその可視化がモチベーションの維持に有効ではないかという仮説をたて学習支援システムを構築することとした．システムは，スマートフォンのアプリケーションとして実装することで，より手軽で効率的に学習できることを想定している．

2. 学習支援システム

学習支援システムは，4 択のクイズ形式とし，現在広く普及しており入手が容易である iPhone で動作する iOS14 向けのアプリケーション(以下，アプリ)として Swift 5.5.1, Xcode13.1 を用いて開発した．また，取得したデータの保存には，Nifty Cloud Mobile Backend を使用した．モチベーションの維持を図るため，ゲーミフィケーションのコレクションの要素を組み込んだシステムとし，コレクションした家具を仮想空間内に表示可能なシステムとした．その他，ポイント，ランキング，可視化の要素を組み込んだ．

システムは，『ランキング』，『マイページ』，『問題選択』，『問題解答』，『問題結果』，『家具購入』，『購入家具一覧』から構成される．ユーザは，マイページから問題選択画面に移動し，問題選択を行った後，10 問解く．これを学習回数 1 回とする．問題結果画面では，問題の正解数とそれに応じたポイントが付与される．ポイントは家具購入画面でポイントを消費して仮想空間上の家具と交換でき，交換すると購入家具一覧画面に表示される(図 1)．実験ではマイページを仮想的な自分の部屋としてここに家具を表示・可視化できるアプリ A と表示できないアプリ B

の2つを構築した。アプリ A では購入家具一覧画面から選択した家具をマイページに表示できる。

3. 実験方法

実証実験では、色彩検定を学習したことがない学生 50 名を被験者とし、25 名ずつの 2 グループに分けグループ A にマイページに購入した家具を表示可能なアプリ A を、グループ B に購入した家具を表示できないアプリ B を使用してもらった。実験では、1 日 1 セット (10 問) を解いてもらうように依頼し、それ以上問題を解くかは被験者に任せた。アプリの使用前に事前テスト、10 日後に事後テストとアンケートをオンラインで行うこととし、2022 年 1 月 10 日～1 月 19 日の 10 日間利用してもらった。その際、学習回数、家具購入数、テストの点数のデータをシステムで記録した。事前及び事後テストはアプリで出題される 300 問中 20 問を無作為に選び 1 問 5 点としてグループ A と B に共通の問題を出題した。

4. 結果

事前テストと事後テストの結果を図 2 に示す。グループ A グループ B 共に事前テストより事後テストの方の点数が高くなっていることがわかる。また、グループ A はグループ B よりも事前テストと事後テストの点差が大きいことがわかる (Wilcoxon 検定, $P < 0.05$)。さらに、10 日間の総学習回数と家具購入数を調べたところ、グループ A はグループ B に比べて学習回数、家具購入数が多いことがわかった (U 検定, $P < 0.05$)。アンケート回答においては、「モチベーションの維持において最も有効だと思ったものはどれですか？」に対し、アプリ A では、コレクションが 50%、ポイントが 35%、ランキングが 15%、アプリ B では、コレクションが 31%、ポイントが 19%、ランキングが 50%であった。自由記述では「家具を増やしたくて問題を解いたから」「自分の好きな部屋を作れるから」という回答があった。

5. 考察

本システムにおいて、事前テストより事後テストの方の点数が高くなっていることから、本システムの有用性が明らかになった。アンケートよりモチベーションの維持に有効な要素として被験者はコレクションを最も多く挙げており、コレクションがモチベーションの維持に有効であると考えられる。また、グループ A はグループ B よりも事前テストと事後テストの点差が大きく、総学習回数と家具購入回数も多かった。これは、ゲーミフィケーションのコレクションの要素が大きく影響したと考えられる。アプリ A においてはコレクションを活用・可視化するため部屋に購入した家具を配置できるようにしている。これに対し、自由記述において自分の好きな部屋を作れることや家具を増やしたくて問題を解いたという回答が得られており、報酬という外発的動機づけがコレクションによって、自分好みの部屋を作

るという内発的動機づけに変化し、モチベーション向上に繋がると考える。藤田はユーザが継続してモチベーション向上を維持している状態になるには、外発的動機づけを内発的動機づけに変化させることが重要であると述べており⁽⁶⁾、コレクションがモチベーション向上につながっていることを支持する。また、コレクション要素を用いる際は、集めたアイテムを可視化する等、更なる学習効果やモチベーションの向上が期待できる。



図 1 システムの画面スナップショット。左から『ランキング』、『マイページ』、『家具購入』画面。

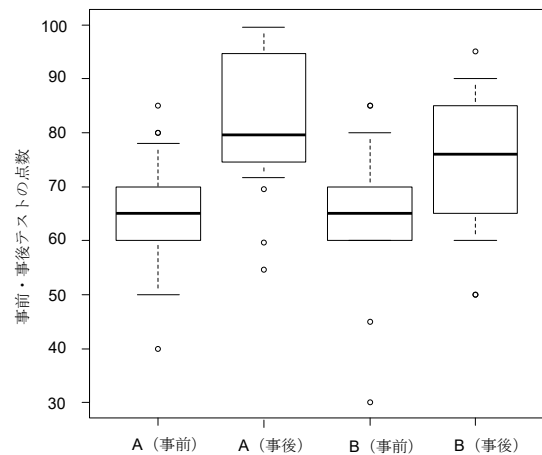


図 2 事前事後テストの結果

参考文献

- (1) 谷井宏尚, 諏訪博彦, 太田敏澄: “m ラーニングにおける自律型学習モデルに関する研究”, 日本社会情報学会第 22 回全国大会研究発表論文集, pp.90-93 (2007)
- (2) 近藤伸彦, 畠中利治, 松田岳士: “学習評価の可視化・共有が主体的な学習行動と意欲に与える影響に関する実践的考察”, 教育システム情報学会誌, 39, pp. 252-266 (2022)
- (3) 中桐齊之, 寺尾明日実, 向坂幸雄: “ゲーミフィケーションを用いた携帯端末用環境学習支援システム: 生物多様性教育の学習支援”, 情報処理学会第 82 回全国大会講演論文集, 4, pp.253-254(2020)
- (4) 酒井瞳, 中桐齊之: “色彩検定学習アプリケーションにおけるゲーミフィケーションの効果”, 教育システム情報学会 2017 年度学生研究発表会講演論文集, pp.81-82 (2018)
- (5) 藤田美幸: “ゲーミフィケーションにおけるユーザの動機づけとエンゲージメントの関連”, 日本情報経営学会誌, 38, pp.83-89 (2018)

より良いコードへ洗練する活動を促す仮想ロボットプログラミングを用いた コード共有プラットフォームの授業実践

Practical Use of a Code Sharing Platform Using Virtual Robot Programming to Promote Activities to Better Code

前田 新太郎^{*1}, 古池 謙人^{*1}, 東本 崇仁^{*2}

Shintaro MAEDA^{*1}, Kento KOIKE^{*1}, Takahito TOMOTO^{*2}

^{*1}東京工芸大学大学院工学研究科

^{*1}Graduate School of Engineering, Tokyo Polytechnic University

^{*2}東京工芸大学工学部

^{*2}Faculty of Engineering, Tokyo Polytechnic University

Email: front4.shintaro@gmail.com

あらまし: 本稿では, これまでに開発してきた仮想ロボットプログラミングを用いたコード共有プラットフォームを, 大学2年次生を対象に授業実践したので, その結果を報告する. 本コード共有プラットフォームは, 他者のコードから学習する活動に着目し, コードを共有するコード共有機能と学習者のプログラミングのレベルに応じたコードを共有するためのランキング機能を搭載している.

キーワード: 授業実践, 洗練されたコード, 知識共有, 仮想ロボットプログラミング

1. はじめに

プログラミング学習において, 自身の記述したコードをより良いものへ洗練させることは重要である. しかし, 一般的なプログラミング講義では, 洗練されたコードを解説する場面は見られる一方, 必ずしも学習者のコードをベースに解説されるわけではない. 本研究ではこれまで, 他者のコードによる学びから自身のコードを洗練させる活動の支援を目的として, 仮想上で動作するロボットプログラミングを用いたコード共有プラットフォーム(以下, システム)の開発をしてきた^(1,2).

開発したシステムは, 既に if や for といった基礎構文を学び終えた学習者を対象に学習効果を検証し, その学習効果が示唆されている. 一方, 実際の講義内においての利用可能性や, 現在プログラミングを学ぶ段階にある学習者に対する学習効果は検証できていない.

そこで本稿は, 大学2年生を対象にシステムを用いた授業実践を行い, その結果を報告する.

2. コード共有プラットフォーム

これまで開発してきたコード共有プラットフォーム⁽¹⁾のシステム画面の例を図1に示す. 本システムは農業ゲームを題材としており, 学習者は, 「畑へ移動」, 「植ええ」, 「作物の収穫」を行うロボットをプログラミングする. ロボットプログラミングを用いることで, 学習者の記述したコードをロボットの動作として実行結果を可視化できるため, 学習者はコードの改良すべき点を認識することが容易になり, コードの洗練活動に繋がるのが期待される.

他者のコードから学習するためには, 自身のレベルと学習者に共有されるコードのレベルが近いことが望ましい. 本研究では, 学習者のレベルを擬似的

に表す手法として評価指標を定義した. 具体的には, ロボットプログラミングを用いた課題設計に沿って, 「収穫数」, 「コスト」, 「合計ポイント」を用意している. 「収穫数」はロボットが作物をどのぐらい収集したかを表し, 「コスト」はロボットの動作コストを表す. 「合計ポイント」は収穫数からコストを引いた値を表す. この評価指標から算出されるスコアを講義に参加するすべての学習者から集計し, ランキングを生成する. そしてランクの近い人同士でコードを共有することで, 学習しようとするコードにレベル差があり, 学習に繋がらない問題が解決される.

これらの機能のシステム画面の例を図2に示す. ランキング機能とコード共有機能と命名しており, 閲覧可能なコードは, 自身のランクより1つ上のコードから下のすべてのコードまでである.

本システムは, プログラミング講義を履修し終えた学習者を対象に評価実験を実施しており, システムの有効性が確認されている⁽²⁾.

3. 授業実践の概要

本研究では, 開発したシステムの学習効果を検証するため大学2年次生を対象に授業実践を行った.



図1 システム画面の例



図2 ランキング・コード共有機能の例

対象者はifによる動作制御をプログラミング講義で学習しようとしている段階である。

授業実践は2日間に分けて行い、1日目に、チュートリアル(10分)→事前システム利用(30分)、という流れで実施し、2日目に、システム利用学習(60分)→事後システム利用(30分)→アンケート、という流れで実施した。事前・事後システム利用ではランキングとコード共有機能の利用を制限するが、システム利用学習では機能の制限は行わない。授業実践の参加者は約77名で、欠席や同意書の結果などからデータとして分析した人数は65名である。

4. 授業実践の結果

表1に構文エラーを除いた事前・事後システム利用における収穫数の差を示す。問題はそれぞれ畑の配置方法が異なっており、問題1は、長方形のように畑が並んでいる問題である。問題2は、問題1のように長方形をベースにしているが、メッシュ状になっている。問題3は、新要素としてロボットが侵入するとスコアが記録されなくなる、「水たまり」が点々と配置されている問題である。

表1より、事前・事後間のスコアの上昇が、問題1は641.23、問題2は384.09、問題3は385.51となっていることから、すべての問題において収穫数の向上が確認できた。特に問題3は、水たまりを回避するためにifによるロボットの動作制御が要求されるが、他の問題と同様にスコアの上昇がみられた。よって、対象の概念を学ぼうとしている学習者にも、システムを利用することで学習につながることを示唆された。

表2に6件法(6:‘とてもそう思う’-1:‘とてもそう思わない’)によるアンケート結果を示す。まず、「プログラミングにおいてより良いコードを作るこ

表1 事前・事後システム利用の収穫数の差 (標準偏差)

| 問題 | 事前システム利用 | 事後システム利用 | 差 | p値 |
|----|--------------------|--------------------|--------------------|--------|
| 1 | 150.61 (279.89) | 791.84 (451.04) | 641.23 (466.34) | <0.005 |
| 2 | 103.67 (171.13) | 487.76 (346.26) | 384.09 (363.60) | <0.005 |
| 3 | 118.78 (268.68) | 504.29 (386.81) | 385.51 (410.22) | <0.005 |

とは重要だと思うか」という質問に対して平均が5.45となった。このことから、対象とした大学2年次というプログラミング学習の初期段階においても、本研究の支援を目指すより良いコード作りが重視されていることがわかった。さらに、Q2-3までの結果から、ランキング・コード共有機能がより良いコード作りを支援していることが示唆された。また、Q4-5の結果から、ランキング・コード共有機能が意欲的な学習につながっていることが示唆された。

5. おわりに

本研究では、プログラミング学習におけるコードの洗練活動に着目し、他者のコードから学習する活動から自身のコードを洗練することを促すシステムを開発し、授業実践にて効果を検証した。結果から、プログラミングを学んでいる段階の大学2年次生においても、学習効果と意欲の向上が示唆された。

今後の課題として、ログ分析を用いてより詳細な学習過程を明らかにする点と、ランキング・コード共有機能の比較実験の実施が挙げられる。

謝辞

本研究の一部は JSPS 科研費 JP22K12322 , JP21H03565, JP19H04227 の助成による。

参考文献

- (1) 前田新太郎, 古池謙人, 東本崇仁: “競争型知識共有プラットフォームを用いたロボットプログラミングによる学習支援システムの検討”, 教育システム情報学会 2020年度学生研究発表会, (2020)
- (2) 前田新太郎, 古池謙人, 東本崇仁: “ロボットプログラミングを題材にした競争型知識共有プラットフォームの提案と実装”, 人工知能学会第91回先進的学習科学と工学研究会, Vol. 5, No. 03, pp.87-92 (2021)

表2 アンケートの結果 (一部抜粋)

| No | 質問項目 | 平均 |
|----|----------------------------------|------|
| Q1 | プログラミングにおいてより良いコードを作ることは重要だと思うか | 5.45 |
| Q2 | 本システムのランキング機能はより良いコードの構築に繋がると思うか | 5.00 |
| Q3 | 本システムのコード共有機能はより良いコードの構築に繋がると思うか | 4.92 |
| Q4 | 本システムのランキング機能は意欲的な学習へ繋がると思うか | 4.83 |
| Q5 | 本システムのコード共有機能は意欲的な学習へ繋がると思うか | 5.06 |

感染症拡大下の大学間単位互換授業に対する受講生の評価

Student Evaluations for Inter-University Credit Transfer Classes under the Spread of Infectious Diseases

阿部 一晴*¹, 安福 裕一郎*², 齊藤 明*², 吉田 真士*²
Issei ABE*¹, Yuichiro YASUFUKU *², Akira SAITOU*², Makoto YOSHIDA *²

*1 京都光華女子大学 キャリア形成学部

*2 公益財団法人大学コンソーシアム京都 教育事業部

Email: i_abe@koka.ac.jp

あらまし: 大学コンソーシアム京都における大学間連携主要事業に、加盟大学等による単位互換がある。単位互換専用に企画された科目の他、各大学が相互に提供する科目等から構成されている。2020 年度以降は感染症拡大に伴う教室での対面授業への制約等からオンラインを中心とした例年とは異なる運用を余儀なくされた。受講生アンケートを通じて、感染症拡大下の単位互換授業への評価と単位互換事業の可能性、課題等について報告する。

キーワード: 単位互換授業, 大学間連携, コンソーシアム, 感染症拡大

1. はじめに

大学コンソーシアム京都は、1998 年 3 月に文部大臣(当時)より財団法人(2010 年より公益財団法人に移行)としての設立認可を受けた。法人格を持つ大学コンソーシアムとして、全国最大規模の事業を展開している。この中でも加盟大学相互の単位互換事業は、財団の前身である「京都・大学センター」設立当初に開始された中核事業である。提供科目数は 500 科目規模であったが、ここ数年大幅に減少している。ピーク時は年間のべ 10,000 名を超える受講者があったが、ここ数年受講者数も縮小傾向にある。

2. 単位互換事業の概要

大学コンソーシアム京都が実施している単位互換事業は、他大学が開講する科目を履修し、修得した単位が所属大学の単位として認定される制度である。

表 1: 単位互換事業の推移(2013~2021 年度)

| 年度 | 協定大学 | 提供大学 | 提供科目 | 出願者 | 履修者 |
|------|------|------|------|-------|-------|
| 2021 | 45 | 38 | 345 | 704 | 627 |
| 2020 | 45 | 38 | 401 | 1,111 | 687 |
| 2019 | 45 | 40 | 415 | 1,405 | 1,271 |
| 2018 | 45 | 40 | 427 | 1,984 | 1,842 |
| 2017 | 46 | 40 | 435 | 2,549 | 2,400 |
| 2016 | 48 | 41 | 457 | 3,369 | 3,120 |
| 2015 | 48 | 43 | 589 | 3,615 | 3,412 |
| 2014 | 48 | 44 | 516 | 5,287 | 4,702 |
| 2013 | 50 | 46 | 540 | 5,754 | 4,952 |

この単位互換事業には、現在 45 大学・短期大学が単位互換包括協定を締結し、これまで毎年 400~500 科目前後を提供していたが、最近は減少傾向にある。受講者数は、ピークであった 2001 年度にのべ 14,000 名を超える出願、10,000 名を超える受講があった。

ここ数年の推移を見てみると、感染症拡大前の 2019 年度は 415 科目の提供、1,405 名の出願、1,271 名の受講であったが、2020 年度、2021 年度は感染症

拡大という事態に直面し、出願者数、履修者数は例年より大幅に減少した。(表 1)

これとは別に「京(みやこ)カレッジ」という名称で提供している社会人向けの生涯学習に毎年のべ 1,500 名前後の出願があり、このうち一部科目は単位互換事業に相乗りという形での受講となっている。こちらも 2020 年度、2021 年度は出願者数、受講者数ともに例年より大幅に減少した。(表 2)

表 2: 京カレッジ(生涯学習)事業の推移(2012~2022 年度)

| 年度 | 科目提供大学等 | 提供科目数 | 出願科目数 | 出願者数 | | | | | | 一人あたり出願科目数※1 | 受講許可者数 |
|------|-------------|-------|------------------|--------|-----|--------|--------|-----|--------|--------------|--------|
| | | | | <実数> | | | <延べ数> | | | | |
| | | | | 前期 | 後期 | 合計 | 前期 | 後期 | 合計 | | |
| 2022 | 23大学 2機関 | 179科目 | 83科目 前期50科目 | 801名 | - | 801名 | 1,249名 | - | 1,249名 | 1.6科目 | 752名 |
| 2021 | 26大学 1機関 | 198科目 | 91科目 前期88科目 | 703名 | 11名 | 714名 | 1,157名 | 13名 | 1,170名 | 1.6科目 | 672名 |
| 2020 | 29大学 2機関 | 224科目 | 97科目 前期65科目 | 627名 | 7名 | 634名 | 1,070名 | 25名 | 1,095名 | 1.7科目 | 723名 |
| 2019 | 31大学 2機関 | 257科目 | 122科目 前期122科目 | 812名 | 7名 | 819名 | 1,558名 | 12名 | 1,570名 | 1.9科目 | 1,329名 |
| 2018 | 34大学 2機関 | 274科目 | 120科目 前期154科目 | 773名 | 14名 | 787名 | 1,407名 | 15名 | 1,422名 | 1.8科目 | 1,297名 |
| 2017 | 30大学 2機関 | 276科目 | 127科目 前期149科目 | 1,048名 | 7名 | 1,055名 | 1,655名 | 24名 | 1,679名 | 1.6科目 | 1,315名 |
| 2016 | 31大学 2機関 | 314科目 | 154科目 前期160科目 | 812名 | 21名 | 833名 | 1,576名 | 34名 | 1,610名 | 1.9科目 | 1,292名 |
| 2015 | 34大学 2機関 | 419科目 | 178科目 前期178科目 | 809名 | 10名 | 819名 | 1,921名 | 25名 | 1,946名 | 2.4科目 | 1,743名 |
| 2014 | 34大学 1機関 | 373科目 | 172科目 前期159科目 | 698名 | 18名 | 716名 | 1,701名 | 47名 | 1,748名 | 2.4科目 | 1,525名 |
| 2013 | 36大学 1機関 | 428科目 | 194科目 | 506名 | 16名 | 522名 | 1,074名 | 40名 | 1,114名 | 2.1科目 | - |
| 2012 | 36大学 1機関 | 469科目 | 228科目 | 596名 | 18名 | 614名 | 1,265名 | 62名 | 1,327名 | 2.1科目 | - |

3. 感染症拡大の単位互換事業への影響

2020 年度の単位互換事業において、加盟校から 401 科目の提供があった(2019 年度は 415 科目)。出願者数は延べ 1,111 名であった(2019 年度 1,405 名で 294 名減(▲21.0%))。履修者数(実際に単位互換授業を受講した学生数)は延べ 687 名(2019 年度 1,271 名で 584 名減(▲46.0%))、出願者数に対する履修者数の割合(履修率)は 61.8%であった(2019 年度は 90.5%)。これらの結果から、2020 年度の大学コンソーシアム京都における単位互換事業は、規模という意味で例年とは大きく変化した(従来の延長線上に

はない) ことが示されている。2021年度は、345科目(2019年度より70科目減)提供、704名の出願(同701名減(▲49.9%))、627名の履修(同644名減(▲50.7%))と更に大幅な減少であったが、履修率は89.0%とほぼ従来どおりに戻っている。

4. 単位互換授業受講生アンケートの結果

大学コンソーシアム京都における単位互換事業では、受講生の事業への満足度評価や今後の改善等に繋げる目的で受講生対象に Web 上のシステムでアンケートを実施している。2021年度の受講生からも143名からの回答(履修者数に対する回答率は22.8%)があった。その概要は以下のとおりである。

過去の単位互換制度を利用した回数は、なし(今年度が初めて):123名、2回:12名、3回以上:4名であり、大半が初めての受講であった。(図1)

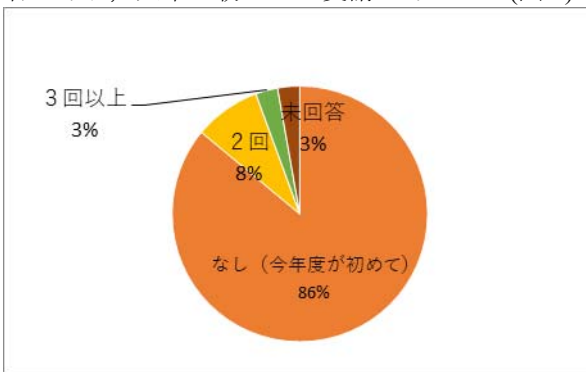


図1: 過去の単位互換制度を利用した回数

授業の形式については、すべてオンライン授業:60名、オンラインおよび対面による授業:50名、すべて対面による授業:29名であり、オンラインで様々な活動を行われたことがわかる。(図2)(図3)

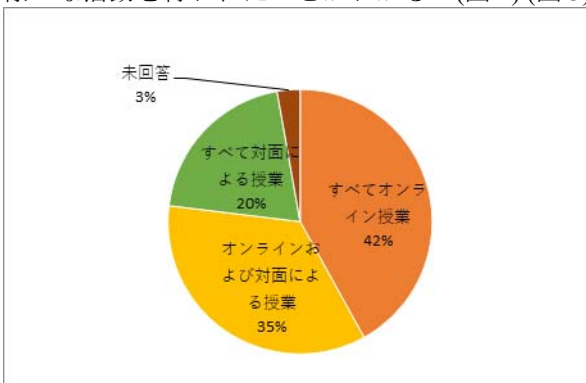


図2: 授業の形式について

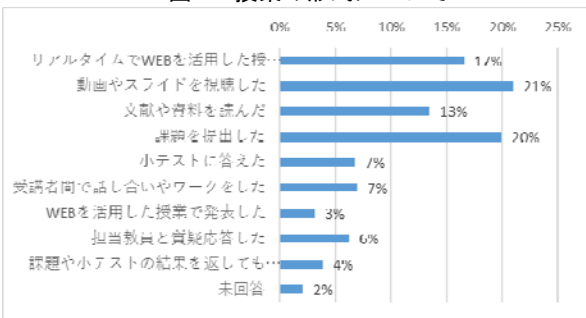


図3: オンライン授業で行った活動

受講した授業に対する評価では、進行する速さは「ちょうど良い」が85%、授業内容量も「ちょうど良い」が71%、授業内容については「満足」「やや満足」を合わせて86%という結果であり、感染症拡大という授業環境等の従来からの大きな変化、特にオンライン中心の開講形態になったにも関わらず、全体的な単位互換授業への評価、満足度は高かったことが読み取れる。(図4)

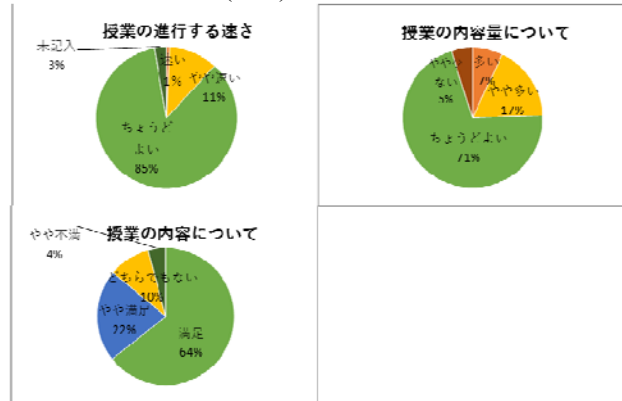


図4: 受講した単位互換授業に対する評価

オンラインでの授業に関しては、受講の柔軟性、繰り返し受講できる等の肯定的な意見もある反面、単位互換授業ならではのメリットが得られにくかったといった否定的な自由意見もあった。(表3)

表3: 受講アンケート自由記述(一部抜粋)

| |
|---|
| <p>何度でも繰り返し視聴でき、また体調が良くないときにはその日ではなく別の日に受講が出来る点。そして、リアルタイムではないので、質問の整理や授業理解に時間を十分に要することが出来た。</p> <p>本来対面授業であれば所属大学の授業との兼ね合いで、他大学の授業受講は出来なかった。しかし、オンライン受講になったおかげで受けた他大学の授業が受講できたため大変良かった。コロナ収束後もオンライン受講を可能にしてくれる興味のある他大学の授業を受けやすいと思う。やはり、対面になると移動時間がかかり授業を取るのにハードルがあるので。</p> <p>オンラインに慣れてる人、慣れてない人の差が激しかった。</p> <p>他校の雰囲気を知ることの出来る良い機会だと思いましたが、通うことも無く受講期間が終わってしまっ。対面型で他校の先生と知り合えるかもしれないという期待を裏切られた。</p> |
|---|

5. まとめと今後の課題

突然の感染症拡大に伴い、2020年度は大学コンソーシアム京都の単位互換授業も中止やオンラインへの移行を余儀なくされた。2021年度は、多くの大学でオンライン授業のための設備や支援体制の整備等も進み、オンライン授業がより多く開講された。受講生もオンラインでの受講に慣れ、そのメリットを享受し、学習という意味での単位互換授業の役割は従来どおり、もしくは従来以上に果たしていると考えられる。一方、他大学のキャンパス体験や学生同士の交流といった授業に付随するメリットをオンラインで得ることは難しいとも言える。オンラインがノーマルとなった単位互換の意義や今後のあり方等についてもしっかりと考えていく必要がある。

参考文献

- (1) 阿部一晴, 安福裕一郎, 安部明雄, 吉田真士: “感染症拡大下における大学間単位互換事業のふり返りと今後の課題”, 教育システム情報学会, 第46回全国大会講演論文集, pp.149-150 (2021)
- (2) 公益財団法人大学コンソーシアム京都, <http://www.consortium.or.jp/> (2022)

工学系大学における反転学習を取り入れた FD セミナーの企画・実施

Design and Implementation of Flipped Classroom Method for Faculty Development Seminars in a Technical College

加藤 由香里^{*1}, 大石 敏也^{*2}Yukari KATO^{*1}, Toshiya OISHI^{*2}^{*1}東京工業大学 教育革新センター^{*1}Center for Innovative Teaching and Learning, Tokyo Institute of Technology^{*2}東京都立大学 国際センター^{*2}International Center, Tokyo Metropolitan UniversityEmail: kathy@citl.titech.ac.jp, t-oishi@tmu.ac.jp

あらまし：本発表では、理工系大学において大学院授業の英語化を促進するために実施する「反転学習方式 (Flipped Classroom Method)」を取り入れた FD セミナー」の企画・実施について報告する。デジタル教材等により、知識習得を円滑にすすめ、実践的な活動を体験する時間を増やすセミナーを企画することで、FD セミナーに興味を持ちながらも、実験・学生指導等の制約により参加が困難である教員らの学習機会を確保する。また、セミナー実施者にとっても、あらかじめセミナー内容を参加者に示すことで、教授理論や授業設計の解説時間を削減するとともに、内容に興味を持ち、必要性の高い受講者に選択的に受講してもらい、受講者とセミナー内容のミスマッチを減少させる。この実験的な FD セミナーでは、教員が、参加者 (学習者) として新しい知識を参加者間で協調的に確認しながら定着をはかる「反転学習」を体験する。これにより、従来の「集団に対して知識を伝授する」FD セミナーが「必要な知識・スキルを速習する場」へと変革を遂げることが期待される。

キーワード：English Mediated Instruction (EMI), Flipped Classroom Method, Professional Development, Blended Learning, 参加型セミナー

1. はじめに

新型コロナウイルス感染症の拡大を受けた「新しい生活様式」が定着しつつあり、「デジタル社会の実現に向けた重点計画」(令和3年12月24日閣議決定)⁽¹⁾においても、デジタル改革やデジタル実装を進めていくためには、その担い手となる人材の充実が不可欠とされている。全ての国民のデジタルリテラシーを向上させる教育政策として、小・中・高等学校を通じてのプログラミング教育が新学習指導要領には盛り込まれており、「情報活用能力」が「学習の基盤となる資質・能力」として位置付けられている。また、大学や専門学校等においても、社会人向けの実践的なプログラムの開発・拡充やリカレント教育を支える専門人材の育成、リカレント教育推進のための情報発信等の学習基盤の整備など社会のニーズに即した ICT スキルの習得を目指す実践的なプログラムの充実が求められている。

2. オンライン講義動画を利用した反転学習

近年、英語を中心とした大規模公開オンライン講座 (MOOC: Massive Open Online Courses) のプラットフォームが整備され、全世界から受講者を集めている。MOOCの検索サイト Class Central の報告書によると、2021年時点での総受講者数は、約2億2千万人と試算されており、2018年に1億人を超えてから、2019年が1億2千万人、2020年は約1億8千万人と着実に増加している⁽²⁾。

MOOCが急速に普及した理由としては、(1) 世界中の有名大学の教員の授業を無料で受講できること、

(2) 講義映像、電子掲示板、理解度クイズ、レポート課題などを組み合わせたコースが提供されること、

(3) 定められた修了条件を満たせば、受講修了証が発行されること、(4) 学習者の都合に合わせた柔軟な受講が可能な非同期分散型 e ラーニングであることなどがあげられる⁽³⁾⁽⁴⁾⁽⁵⁾。一方、MOOCの導入にあたって考慮すべき点としては、(1) 多くの講座の修了率が10%に満たないこと、(2) 講師と学習者、ならびに学習者間での双方向的インタラクションが不足していること、(3) 学習者の利便性が高い反面、拘束が少なく自律的に学習をすすめる必要があること、(4) 学習成果が学習者の e ラーニング指向性 (e ラーニング向き/不向き) に影響を受ける可能性があることなどが指摘されている⁽³⁾⁽⁴⁾。

これらの MOOC の利点・欠点を踏まえて、各教育機関においては、提供する講義科目の特徴と対象とする学習者の特性を考慮した最適な学習環境をデザインすることが求められてくる。

3. 国内における反転学習の活用と教育効果

日本国内では、日本オープンオンライン教育推進協議会 (JMOOC)⁽⁶⁾ が2013年に発足し、2014年から日本を対象をしぼった地域 MOOC も広がりつつある⁽³⁾。これらのオープン教材をインターネット上で共有することにより、教育内容や学習手段の選択肢が増加し、学習者の学びをより豊かにすることが可能となる⁽⁵⁾。

大学の授業においても、MOOCの視聴を事前学習として位置づけ、対面形式によるグループ演習と組み合わせる「反転学習」を行い、その効果を検証し

た結果、MOOC 単体以上の知識の活用力が育成できたとする実践例⁽⁴⁾⁽⁷⁾も報告されている。これらの「反転学習」は、オンライン学習と対面授業を組み合わせたブレンド型学習の一形態ととらえる見方⁽⁴⁾⁽⁵⁾もあり、従来から積み重ねられてきた教育実践研究の知見を活かすことも可能となる。また、社会人学生が多く在籍する教職大学院等、ならびに、教員養成学部での実習科目においても、複数の学習形態を組み合わせるブレンド型学習の導入により、実習時間を有効に活用でき、事後の振り返りを円滑にすすめることができるなどの効果が報告されている⁽⁸⁾⁽⁹⁾⁽¹⁰⁾⁽¹¹⁾。

4. 反転学習形式による FD セミナーの企画

第一発表者の所属する東京工業大学教育革新センター (CITL: Center for Innovative Teaching and Learning) では、FD シンポジウム・セミナー等により教職員の職能開発を担うとともに、学内の教育 DX に大きく貢献してきた。世界的な MOOC (edX) に参加し、204 の国と地域から 121,000 人が受講する Tokyo edX を約 150 人の学生スタッフ (TA) とともに作成し、本学の研究成果を世界的に発信する役割を果たしている⁽¹²⁾。

学内向け FD コンテンツ作成においても、撮影設備を利用するとともに、コンテンツ作成スタッフの協力を得て、英語で授業を行う場合の必要なノウハウ (基本的知識) を効率的に習得する動画デジタルコンテンツとその理解を深める、知識を応用する対面 (オンライン) セミナーを企画している。具体的なセミナー実施案は以下の表 1 に示すとおりである。

表 1 英語セミナー案

| トピック | 内容 |
|-------------|--|
| 英語講義の基本 a | 教え方：授業計画 (実際に計画的に授業をすすめるコツ)、ペース配分 |
| 英語講義の基本 b | 課題・宿題の与え方：評価をどうするか、クラス内で学生に発表させる |
| インタラクティブな活動 | 学生に発表させる、個人とグループ活動の組み合わせ |
| 質問に答える | 質問しやすいクラス環境 (教師と学生の人間関係、授業を進める上での約束など) |
| 学生が発表する | 成果の確認の仕方、フィードバックの方法 |

2022 年度の FD セミナーのテーマは、大学院の講義を英語で効果的に行うための知識・スキルの習得である。現在、東京工業大学大学院では、開講科目の 90% 以上で英語を用いた講義が行われている。本セミナーでは、講義担当者が講義言語を問わず、受講学生らの知的興味を喚起し、理解を深めるための力量形成の支援を目的とする。具体的には、福岡教育大学「匠プロジェクト」⁽⁹⁾⁽¹⁰⁾の枠組みを参考に、

英語を用いた授業技術を習得するための「デジタル教材」と「授業計画書と授業実施者自身によるその解説」を事前学習資料として学内に公開する。これにより、セミナーでは、参加者が実践的な活動を体験する時間を増やすことが可能となる。また、実験・学生指導等の制約により参加が困難である教員らの学習機会も確保できる。この実験的な FD セミナーでは、教員が、参加者 (学習者) として新しい知識を参加者間で協調的に確認しながら定着をはかる「反転学習」を体験する。これにより、従来の「集団に対して知識を伝授する」FD セミナーが「必要な知識・スキルを速習する場」へと変革を遂げることが期待される。

参考文献

- (1) 「デジタル社会の実現に向けた重点計画」(令和 3 年 12 月 24 日閣議決定)
https://www.digital.go.jp/assets/contents/node/basic_page/field_ref_resources/5ecac8cc-50f1-4168-b989-2bcaabffe870/20211224_policies_priority_doc_01.pdf
(参照日 2022.5.31)
- (2) SHAH, D.: “By the numbers: MOOC in 2021”
<https://www.classcentral.com/report/moocs-stats-and-trends-2021/> (参照日 2022.5.31)
- (3) 渡邊文枝, 向後千春: “JMOOC の講座における eラーニングと相互評価に関連する学習者特性が学習継続意欲と講座評価に及ぼす影響”, 日本教育工学会論文誌, 41(1) pp. 41-51 (2017)
- (4) 大浦弘樹, 池尻良平, 伏木田雅子, 安斎勇樹, 山内祐平: “歴史をテーマとした MOOC における反転学習モデルの評価”, 日本教育工学会論文誌, 41(4) pp. 385-402
- (5) 重田勝介: “反転授業 ICT による教育改革の進展” 情報管理, 56, 10, pp.677-638 (2014)
- (6) JMOOC -無料で学べる日本最大のオンライン大学講座: <https://www.jmooc.jp/> (参照日 2022.5.31)
- (7) 谷野圭亮: “英語の授業における反転授業についての考察”, 大阪府立大学工業高等専門学校研究紀要, 51, pp.1-4 (2018)
- (8) 西本彰文, 田口浩継: “教員養成系実習・演習科目における反転授業のデザインおよび実施”, 日本産業技術教育学会九州支部論文集, 21, pp.111-116 (2014)
- (9) 香川治美, 小泉令三, 納富恵子, 重松宏明: “高等教育における ICT 活用の現状と課題 —教師教育における専門的力量形成を目的とした取組を中心に—”, 福岡教育大学大学院教職実践専攻年報, 5, pp.249-256 (2015)
- (10) 福岡教育大学「匠のわざの伝承プロジェクト」:
<https://ww1.fukuoka-edu.ac.jp/~Takumiproject1>
(参照日 2022.5.31)
- (11) 和田正人, マイケル・デズアニ: “反転授業によるメディア・リテラシーの教員養成: クイーンズランド工科大学におけるメディア教師教職科目「Film and Media Curriculum Studies 2」”, 東京学芸大学教育実践研究支援センター紀要, 11, pp.73-90 (2015)
- (12) 東京工業大学 MOOC
<https://www.edx.org/school/tokyotech>
(参照日 2022.5.31)

教育改善スキル修得オンラインプログラム第二弾「自律学習支援編」の実装

Implementation of Educational Reform Skill Learning Online Program: 2nd Course on Autonomous Learning Assistance

鈴木克明・喜多敏博・平岡斉士・山下 藍
Katsuaki Suzuki, Toshihiro Kita, Naoshi Hiraoka, Ai Yamashita
熊本大学教授システム学研究センター
Research Center for Instructional Systems, Kumamoto University
Email: ksuzuki@kumamoto-u.ac.jp

あらまし：次世代の大学教員準備を目指して、教育系大学間共同利用拠点が提供するオンラインプログラムの一環として構想した「教育改善スキル修得オンラインプログラム」の第二弾「自律学習支援編」の実装について概観する。自律学習支援編は、第一弾「科目デザイン編」の後続にあたり、大学生を自律的な学習者に育てるために大学の授業にどのような工夫ができるかを提言することを目指すものである。すでに無料版が全面公開され、有料版が履修証明制度によるプログラムとして開始している。

キーワード：インストラクショナルデザイン、自律学習支援、FD、高等教育、教育改善スキル

1. はじめに

熊本大学教授システム学研究センターは、2018年度に「教授システム学に基づく大学教員の教育実践力開発拠点」として文科省教育関係大学間共同利用拠点としての認定を受けて以来、日本全国の大学教員と大学院生を対象として「教育改善スキル修得オンラインプログラム」を公開している⁽¹⁾⁽²⁾。オンライン大学院「教授システム学専攻」(以下、GSIS)での教育実践とその背景にある教授設計学(以下、ID)を背景に、これまでの多くの大学における教職員職能育成プログラム(FD)が現在の大学での職能を発揮することに留まっていると考えられる限界を意識し、現状への適応ではなく次世代の大学を構築していく教員になる準備と位置づけた挑戦的な内容とすることを目指したものである。

本発表では、「科目デザイン編」に続く第二弾として構想した「自律学習支援編」⁽³⁾の実装について、デザイン提案と利用状況を紹介する。

2. 「自律学習支援編」の構成

教育改善スキル修得オンラインプログラム「自律学習支援編」は「科目デザイン編」の続編と位置づけて構想した⁽³⁾。「科目デザイン編」と同様に5つのモジュールで構成した(表1:再掲⁽³⁾)。「科目デザイン編」ではテキストとして用いることを予告して「あとがき」のみを実際に活用した大学1年生向けの教科書『学習設計マニュアル』⁽⁴⁾を主たる情報源として採用した。

3. デザイン提案

表2に、モジュール3で扱う学生が学び合う場をつくるためのデザイン提案を7つ、表3には、モジュール4で扱う学生を自己調整学習者に育てるための提案7つを示す。

表1:「自律学習支援編」の5つのモジュール⁽³⁾

| モジュール | テキスト |
|-------------------------------|------------------------------------|
| 1: 学生が自分の学びと向き合うきっかけをつくる | 『学習設計マニュアル』第一部(第1~5, 16章) |
| 2: 自学自習を促す ICT 活用 | 鈴木(2013) ⁽⁵⁾ を発展させて独自開発 |
| 3: 学びの場をつくる | 『学習設計マニュアル』第二部(第6~10章) |
| 4: 学習スキルを学ぶきっかけをつくる | 『学習設計マニュアル』第三部(第11~15章) |
| 5: 最終課題: 自己変革への行動計画を立てる(有料のみ) | 『学習設計マニュアル』第19章(第四部) |

4. 無料版の公開と有料版の開始

2021年度に無料版を順次公開し、有料版実施の準備を進めた。無料版は、第一弾「科目デザイン編」と同様に、Moodle上に実装した。全モジュールに含まれている7つずつの提案についての説明コンテンツに加えて、提案についての理解度を確認するためのクイズや実装事例等がアクセス可能になっている。有料版では、無料版で提供されているコンテンツに加えて、掲示板での意見交換や課題提出、本センター教員によるフィードバック・採点、2回の対面または同期型のワークショップ(東京で開催)、eポートフォリオの作成補助と学習者間での共有の機能が利用可能であり、合格者には、文科省履修証明プログラムの修了書が交付される。

有料版の講座(第1期)は、センター関係者8人の協力を得て形成的評価と修正作業を経た上で、2021年10月11日(月)から2022年2月18日(金)までの任意の60時間を学習期間として実施され、受講者7人全員が履修証明書を獲得した。

5. おわりに

「自律学習支援編」は、2020年3月から2021年2月までの間に、モジュール単位で延べ589名（IPアドレス）のアクセスがあった。また、無料版プログラムの修了要件を満たしてモジュール単位のデジタルバッジを取得した受講者数は、延べ46名となった。

「科目デザイン編」と同様に、第二弾「自律学習支援編」についても、ポストコロナ時代の大学のレベルアップのガイドとして、また、プレFDの努力義務化が通達されたことも追い風に、現役の大学教員や次世代の大学をデザインしていくことに関心を寄せている方々に、個人として、あるいは組織としての活用が広がることを期待している。有料版第2期は2022年9月9日（金）までの募集で、今年度後期に実施予定である。組織単位の利用についても相談に応じていきたいと考えている。

参考文献

- (1) <https://www.gsis.kumamoto-u.ac.jp/onlineprogramlists/>
- (2) 鈴木克明・喜多敏博・平岡斉士・長岡千香子 (2019.9) 教育改善スキル修得オンラインプログラム(科目デザイン編)の構想と無料版・有料版の公開. 第44回教育システム情報学会全国大会(静岡大学)発表論文集, 425-426
- (3) 鈴木克明・喜多敏博・平岡斉士・長岡千香子・山下藍・張曉紅 (2020.9) 教育改善スキル修得オンラインプログラム第二弾「自律学習支援編」の構想. 第45回教育システム情報学会全国大会発表論文集, 51-52
- (4) 鈴木克明・美馬のゆり(編著)(2018)『学習設計マニュアル:おとなになるためのインストラクショナルデザイン』北大路書房
- (5) 鈴木克明(2013) eラーニング活用による教授法の再構築に向けて. 工学教育, 61(3): 14-18

表2: 学びの場を作る(学びの場の提供) デザイン提案(モジュール3)

| 7つの提案 | 内容 |
|--------------------|--|
| アサーティブな自己主張を意識させる | アサーティブと他のタイプの自己主張を比べ、アサーティブに自己主張する方法 DESC 法を学ぶ |
| 学習経験の質を高める | 学習状況の要因と学習者個人の要因とで学習経験の質を高める枠組みとしてパリッシュの学習経験モデルを学ぶ |
| アクティブラーニング技法を取り入れる | アクティブラーニング手法として5つの分類の30の技法があることを知り、いくつか経験してみる |
| アイデアの発散と収束を経験させる | 発散技法としてのブレインストーミングと収束技法としてのKJ法を知り、実際に経験してみる |
| グループを成熟させる | グループ活動の目的、グラドルール、構成要素などを実践を通して体験し、グループには成長段階があることを体験的に学ぶ |
| 時間管理の方法を伝授する | タイムマネジメント度チェックリストを活用して時間管理の現状を知り、キャロルの学校学習の時間モデルで工夫の余地があることを学ぶ |
| 失敗を恐れない技術を伝授する | 「失敗力自己チェックリスト」で現状を把握し、援助要請やコーピングスキルなどを学ぶ |

表3: 学生を自己調整学習者に育てるデザイン提案(モジュール4)

| 7つの提案 | 内容 |
|-----------------------|--|
| 学習意欲を高める対策を検討する | ARCSモデルを学び、授業の魅力を高める工夫をするだけでなく、学生自身にも「自分の学習意欲を高める作戦」が使えるように導く工夫を学ぶ |
| 学びのプロセスを意識する | ガニエの9教授事象を学び、担当科目の教え方を点検するとともに、学生が「学びのプロセスを意識する」ことができる工夫を学ぶ |
| 出入口を明確にする | 教員が与えた出口(単位取得要件)に到達するための手段を自分で考え、自分で調整しながら進めていける人を育てる工夫を学ぶ |
| 学習課題の種類に合った学び方・教え方を選ぶ | 学習成果の5分類を学び、目指す学習成果が異なれば効果的な教え方・学び方も異なるということを学ぶ |
| 教える前に挑戦させる | IDの第一原理を学び、教える前にやってみるチャンスを与えることが無駄を省くと同時に自己調整力を育てることにつながることを学ぶ |
| 学習スタイルの拡張を支援する | コルブの経験学習モデルを学び、得意な学習スタイルを伸ばして苦手を補強することが自律的な学び手に育てる支援であることを学ぶ |
| 自己調整学習とは何かを教える | 自己調整学習の3つの要素と3つの段階を学び、アクションプランをつくることの重要性を学ぶ |

プレイヤーの戦況判断価値観推測のための戦況共有システムの評価

Evaluation of Situation Visualization System for Grasping Conditions for Judging Situation

坂本 一晃^{*1}, 久乗 皓大^{*1}, 小尻 智子^{*2}

Kazuteru SAKAMOTO^{*1}, Kota KUNORI^{*1}, Tomoko KOJIRI^{*2}

^{*1} 関西大学大学院理工学研究科

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

^{*2} 関西大学システム理工学部

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

Email: k511978@kansai-u.ac.jp^{*1}

あらまし：複数のプレイヤーの連携が大切なチームスポーツでは、個々のプレイヤーの心理状態に応じて成功・失敗が左右される。連携を成功させるためには試合中に互いの感情を理解することが求められる。筆者らはこれまで、感情はプレイヤーが捉えている戦況（有利／不利）に依存し、戦況は試合状況から各プレイヤーの基準（価値観）に基づいて決定するという感情生成モデルを提案してきた。そして、各プレイヤーの価値観の把握を目的として、試合の有利／不利を試合後に共有するためのシステムを構築した。本稿では構築したシステムの、プレイヤーの相互の価値観の把握に対する有効性を評価する。

キーワード：チームスポーツ、価値観の把握、可視化、感情推測

1. はじめに

チームスポーツで戦術を成功させるためには、各プレイヤーがタイミングを合わせて行動することが必要となる。しかし、プレイヤーは感情によって行動が変化するため、練習時と同じ行動ができずに連携が失敗する場合がある。連携を成功させるためには試合中に互いの感情を理解することが求められる。

感情を共有する方法はいくつか提案されている。湯村らはプレゼンテーションの場において聴衆者の感情を講演者と共有することを目的に、納得、賞賛、愉快、疑問の4つの感情に対応する照明の色を用意した⁽¹⁾。聴衆者が4つの感情に対応する照明のボタンを押すことで感情表現を可能としている。この手法は感情伝達者がボタンを押すなどの感情表出ができる場面では有効であるが、ボタンを押すことのできないチームスポーツのような場面では適用できない。

筆者らはこれまで、試合状況から感情が決定できるという感情生成モデルを提案してきた⁽²⁾。感情は捉えている戦況（有利／不利）に依存し、戦況は試合状況によって決まる。したがって、試合状況から有利／不利と捉える各プレイヤーの基準（価値観）が把握できれば、試合状況から各プレイヤーが抱く感情が推測できる。このような背景のもと、筆者らはプレイヤーが自身の試合中に感じた有利／不利を試合後にチームで共有するためのシステムを構築した。本稿ではシステムを用いて戦況を共有することによる、各プレイヤーの価値観の把握に対する有効性を評価する。

2. 戦況共有システム

有利／不利を判断する試合状況の特徴は暗黙的で

ある場合が多く、各プレイヤーが自身の価値観を認識していないことがある。戦況共有システムは、試合中に各プレイヤーが感じた有利／不利を可視化することで、プレイヤーの価値観をチームで考えるためのきっかけとする。

戦況共有システムには、チーム全員の戦況の収集と、価値観に影響のある試合状況の発見を促進する形式での戦況の可視化が必要である。そのため、本システムは、各プレイヤーの戦況を収集する戦況入力サブシステムと、収集した全プレイヤーの戦況を表示する戦況可視化サブシステムで構成される。

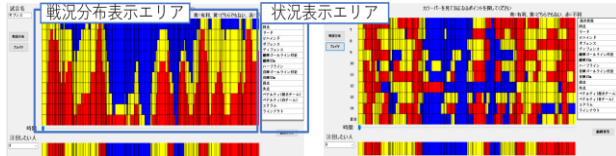
図1に戦況入力サブシステムのインターフェースを示す。動画表示エリアには振り返る試合の動画が表示される。戦況表示エリアは動画の時間軸に対応しており、この上で有利／不利／どちらでもないと判断した時点を、該当するラジオボタンを選択したうえでクリックすることで、戦況を入力することができる。次の戦況が入力されるまでは同じ戦況と認識しているとみなす。入力された戦況は「有利」を赤、「どちらでもない」を黄、「不利」を青として色付けして表示する。



図1 戦況入力サブシステムのインターフェース

図2 に戦況可視化サブシステムのインターフェース

を示す。戦況分布表示エリアには時系列に沿ったチームの全プレイヤーの戦況の変化が表示されている。表示形式は2種類あり、各戦況の値の累積を表した積み上げ縦棒グラフ形式(図2a)と、各プレイヤーに一行を割り当てた表示形式(図2b)となっており、ボタンで切り替えられるようになっている。また、戦況分布表示エリアをクリックすると、該当する時間の試合状況が状況表示エリアで表示される。



a.積み上げ縦棒グラフ形式 b.プレイヤー形式
図2 戦況可視化サブシステムのインターフェース

3. 評価実験

3.1 実験概要

戦況共有システムによる可視化が価値観の発見に有効かを検証するために評価実験を実施した。協力者はラグビーの知識がある大学生・社会人5名(A~E)である。7人制ラグビーであるセブンスの約14分の試合動画を対象に、戦況入力サブシステムを用いて試合に感じた戦況を入力してもらった(Step 1)。次に動画と全プレイヤーの入力した戦況を紙に書いたものを閲覧し、把握した価値観を記述してもらった(Step 2)。その後、戦況可視化サブシステムを用いて把握した価値観を記述してもらった(Step 3)。価値観は以下の形式とし、それぞれ表1に示す選択肢から選んでもらう形で記述してもらった。

<1.対象>は<2.試合状況>のとき<3.戦況または戦況の分布>

表1 価値観選択肢

| 対象者 | 試合状況(複数選択可) | 戦況または戦況分布 |
|--|--|---|
| 4、8、9、10、11、12、13、14、22 (プレイヤーの背番号)、 チーム全体 | 同点、リード、ビハインド、オフense、ディフェンス、敵陣ゴールライン付近、敵陣22m、ハーフライン、自陣ゴールライン付近、得点、失点、ペナルティ(相手チーム)、ペナルティ(自チーム)、スクラム、ラインアウト、その他 | <個々のプレイヤーの場合>有利、不利、どちらでもない <チームの場合>判断が分かれる、判断が同じ |

3.2 実験結果

Step 2とStep 3を比較し、システム使用後に新しい価値観を記述することができるのかを調べる。表2にStep 2とStep 3で導出された価値観の個数を示す。Step 3にはStep 2で導出されていたものは除外して新たに発見された価値観の数のみを示している。

表2 価値観発見個数

| 協力者 | Step 2 (システムなし) | Step 3 (システムあり) |
|-----|--------------------|--------------------|
| A | 6 | 6 |
| B | 10 | 8 |
| C | 11 | 7 |
| D | 10 | 8 |
| E | 5 | 6 |

全ての協力者はシステムを用いることで新たに価値観を発見できていた。このことから戦況共有システムによる戦況の可視化は価値観の発見に有効であることが分かる。一方、価値観の質は、システムの仕様前後で大きな違いは見られなかった。表3にシステムを用いて記述された価値観の例を示す。

表3 記述された価値観具体例

| |
|--|
| <4番>は<同点、ディフェンス>のとき<不利> |
| <チーム全体>は<同点、オフense、ハーフライン、ターンオーバーからパスミス>のとき<判断が分かれる> |

次に表4に価値観記述の際に使用された戦況表示エリアの表示形式の回数を示す。どちらの表示形式も多く使用されている。あえて比較すると、各プレイヤーに一行形式の方が多く使用されていることから、価値観発見には積み上げ縦棒グラフ表示形式よりもいいことがわかる。

表4 戦況表示エリアの使用回数

| 戦況表示エリア | 回数 |
|-------------|----|
| 積み上げ縦棒グラフ形式 | 20 |
| プレイヤー形式 | 30 |

4. おわりに

本稿ではチームスポーツにおいて、試合に対してプレイヤーが抱いた有利/不利を共有し、可視化するシステムを構築し、その評価実験を実施した。システムの可視化をチーム全体に見せることで、各プレイヤーの価値観やチームの価値観の分布に関して新たな発見が促進されたことがわかった。今後はシステムによる可視化をチーム全体に見せることで各プレイヤーの価値観をチームで考えるきっかけになるか、また発見した価値観が各プレイヤーの感情の把握につながるかを検証していきたい。

参考文献

- (1) 湯村翼、リム勇仁、丹康雄: “PICALA: プレゼンテーションにおける照明色による聴講者の感情共有システム”、エンタテインメントコンピューティングシンポジウム2015論文集、pp.18-24 (2015)
- (2) 坂本一晃、久乗皓大、小尻智子: “チームスポーツの流れに基づいた感情推測のための議論促進システム”、情報処理学会第84回全国大会講演論文集、pp.4-869-4-870 (2022)

VR を用いた雪道での安全運転シミュレーション教材の開発

Development of VR Simulation to learn Safe Car Driving on Snowy Roads

風間 蒼斗

Aoto KAZAMA

山岸 芳夫

Yoshio Yamagishi

新潟工科大学

Niigata Institute of Technology

Email: 201911047@cc.niit.ac.jp

あらまし：現在 xR(VR、AR、MR...)技術が急速に進歩しており、この技術を用いたシミュレーションは、現実では行うことが困難な事象でもシミュレーションを通して体験することができる。本研究では、この技術を教育への応用を考え、VR を用い、雪道の安全運転を学ぶことを目的としたシミュレーション教材の開発を目的とする。

キーワード：xR、VR、シミュレーション教材

1. はじめに

現在、xR(VR、AR、MR...)技術が急速に進歩しており、この技術はコロナ禍により対面で実験・実習を行うことが困難になっている教育への応用に注目が集まっている。また、この技術を用いることで現実では体験することに危険が伴うような事象でも、シミュレーションを通して体験することができる。そこで我々は、VR を用いた雪道での自動車の安全運転シミュレーションを考えた。このシミュレーションを開発し、複数人に実際に体験してもらい、評価・改良を繰り返していくことで、教材として誰が使用しても学ぶことができるシミュレーションの開発を最終的な目的とする。

本学を擁する新潟県中越地方は日本でも有数の豪雪地帯であり、過疎化が進んでいる地域も多い。そのような地域では主な交通機関が自家用車にならざるを得ないため、地域住民にとって雪道運転は必須と言える。にもかかわらず、時期や天候によっては自動車学校の教習中に雪道を体験することができない。雪道での運転は路面の摩擦係数が低いため、走行時に雪道に慣れていない場合、事故の危険がある。しかし VR を用いたシミュレーションであれば、シミュレーションを行うことができる機材、環境を整えるだけでいつでも安全に雪道走行の練習を行うことができる。このシミュレーションを通して雪道での安全運転を学ぶことで、積雪時の事故数の低下が期待できる。

2. 先行研究

先行研究として、山村らによる「VR を用いたドライビングシミュレータの開発と評価」があげられる⁽¹⁾。この研究では、高齢ドライバーが引き起こす交通事故を減少させることを目的として、ドライビング

シミュレータを開発している。このシミュレータでは学習者は HMD を装着してハンドルとフットペダルで操作を行い、交通事故がよく発生する危険シーンを体験する。この研究では、交通事故の起こりやすい様々なシチュエーションを体験することができるが、天候の変化については考慮されていない。よって本研究では雪道での安全運転学習に特化したシミュレーション教材の作成を目指す。

3. 開発及び動作環境

本シミュレーションでは、使用する Head Mounted Display(以下 HMD)は Oculus Quest2 を用いる。また、開発及び動作環境には Unity を使用し開発を行う。

● Oculus Quest2

Oculus Quest2 は、Facebook Technologies が開発したバーチャル・リアリティヘッドセットである。USB 接続経由で PC 上で動作でき、シミュレーションの開発に使用した Unity のコンテンツを表示するために用いる。



図 1 Oculus Quest2

● Unity

Unity は、Unity Technologies が開発した、統合開発環境を内蔵したゲームエンジンである。主に C# を用いたプログラミングでコンテンツを開発することができ、VR 機器向けのコンテンツ開発にも対応している。

当初は Unity に標準で搭載されている物理演算エンジン PhysX⁽²⁾ を利用する予定だが、演算がかなり複雑になることが予想されるので、Unity Physics⁽³⁾ や Havok for Unity⁽⁴⁾ など、他の物理演算エンジンの利用も考えている。これらを用いても満足できる結果が得られなかった場合は、今回の用途に特化した物理演算エンジンの自作も検討すべきと考えられる。

4. シミュレーション教材

4.1 開発方法

雪道は実際には単に μ (摩擦係数) が低いだけの路面ではなく、場所によって μ が異なることもあり、また気温変化によって時間と共に μ が変化していく。さらに路面上の雪は質量を持った物体であり、運転中の自動車に対して力積を与える存在であり、雪の塊に当たったことで挙動の乱れを招くことも往々にしてあり得る。しかし、雪は柔らかく変形する物体であるため、単純に剛体とみなして力積を計算することができない。さらに、積雪によって道路に轍ができることも多い。この轍が自動車の挙動に与える影響もかなり大きいのである。

よって、厳密にリアルな雪道運転を再現しようとすると、膨大な物理演算が必要となる。最初からそこまでの機能を実現するのは困難であるため、今回のシミュレーション教材の開発に当たっては、ひとまずフラットな路面がブラックアイスバーンの状況になっているシチュエーションの実現を目標とする。

ブラックアイスバーンは氷が薄く貼りついた舗装路面であり、特に夜間では一見すると凍結路面には見えないため、油断していると事故につながる非常に危険な状況である。ただし、積雪はないために路面はフラットで、シミュレーションとしては実現しやすいシチュエーションでもある。よって、本研究では当面の目標として、ブラックアイスバーン上での運転シミュレーションを実現する。

4.2 システム構成

システム構成は図 2 のとおりである。学習者はセミバケットタイプのゲーミングチェアに座り、HMD を装着してフォースフィードバック付のハンドルコントローラーとペダルセットで操作を行う。

画面には実際に自動車の運転席に座った時に見える視界が表示される。基本的なシチュエーションは市街地や郊外、山道などがあり、また乗車人数や駆動方式 (FF、4WD、FR) の違いによる挙動変化も体験できるようにする。



図 2 システム概要

5. おわりに

本システムは開発中であり、今後はシステムの完成を目指して実装を進めていく。システムの完成後は評価試験を行い、システムの教育効果や有用性について検証する。今後はブラックアイスバーン以外の雪道運転の体験ができるようにシステムを拡張していく予定である。

謝辞

本研究は JSPS 科研費 21K02786 の助成を受けたものです。

参考文献

- (1) 山村 祥大、桑原 教彰: “VR を用いたドライビングシミュレータの開発と評価”、2019 年度 日本人間工学会関西支部大会、[2020_02.pdf \(pref.kyoto.jp\)](#) (参照 2022.05.19)
- (2) Physics - Unity Documentation
<https://docs.unity3d.com/ja/current/Manual/class-PhysicsManager.html>
- (3) Introduction to Unity Physics
<https://docs.unity3d.com/Packages/com.unity.physics@0.0/manual/index.html>
- (4) Havok Physics for Unity
<https://assetstore.unity.com/havok?locale=ja-JP>

VR を用いたキャンピング器具の安全な操作方法を学ぶ教材

VR Simulation to learn Safe Operation of Camping Equipment

諸富 遥

Haruka Morotomi

山岸 芳夫

Yoshio Yamagishi

新潟工科大学

Niigata Institute of Technology

Email: 201911167@cc.niit.ac.jp

あらまし：コロナ禍の影響でキャンピングが注目されている。キャンピングでは刃物などの取り扱いに注意が必要な器具を用いる機会が多いが、手を動かして器具を操作するため、紙媒体によるテキストで知識を得るだけでは安全な操作を学ぶのは難しい。そこで我々は VR を用いてキャンピング器具の操作方法を自学自習できる教材の開発を検討した。

キーワード：VR、教材、キャンピング、スキル学習

1. はじめに

1.1 背景

近年、教育分野への VR シミュレーションの活用が注目されている。特に COVID-19 の感染拡大に伴い、臨時休校や対面講義の制限が余儀なくされた。その対策となる動画教材では、技術獲得に必要な肉体的反復練習を積むことが難しく、十分な知識・技術獲得に繋がりがづらいつらい場合がある。今後、同様に対面での実習や実験を行うことができなくなった際に、その代替となる VR を用いた教材を開発および運用しようという動きが活発になっている。

また、コロナ禍により人の密集を避け野山でキャンピングを行う人々が増えている。キャンピングで用いる道具は使い方間違えるとケガの危険性があるため、取り扱いには最低限のスキルが不可欠だが、手を動かして操作するため、紙媒体で知識を学ぶだけでは自学自習は覚束ない。そこで我々は、キャンピング器具の安全な取扱いにおける最低限のスキルを独学できる教材を開発することとした。

1.2 研究の概要

初心者にとってテントの設営や野外炊飯は立体的な組み立てや刃物、火を扱う場面が多く、怪我や失敗が多い活動である。そのため、特に未成年者が活動する際は通常は経験者の監督が必要となり、レジャーとしての敷居が高い。

しかしここ数年、防災の一環としてキャンピングが注目されている。キャンプ中の安全対策がそのまま被災時の生命を維持するための行動に繋がりが、またキャンプ道具を所持して使い慣れておくことが防災用品の備えとなることが利点として挙げられる。他にも、電気や水道のインフラが使えない状況下で行動する経験を積むことで避難中の生活環境の変化

による不安を減らすことができる。

このことから、キャンピングを始めるきっかけを作ることは趣味の選択肢を増やすだけでなく防災意識を高めるためにも有用だと考え、この分野の教材を充実させたいと考えた。

この研究で制作する教材は、監督者の役割を果たし、正しい手順を示してその通りに操作したかを判定する。これにより、独学でもキャンピングの基礎知識を習得でき、実際にキャンプする際の監督者の負担も減ると考えられる。

2. 先行事例

河原、清水、丸山(2021)は、安全な火の扱いを学べる VR 教材を開発した。⁽¹⁾調理実習での火の安全管理を題材に、実習前に自主学习教材を体験させた結果、VR 教材によって行動変容を促せることを証明した。また、この実験では火を扱う経験が長く高頻度である学習者は、VR 教材の有無にかかわらず学習到達度が向上しないという検討課題が挙げられていた。このことから、今回の研究でも学習効果が期待できるといえる。また、キャンプを題材とする教材を評価する際は、日常的な調理経験の有無を考慮する必要がある。

また、北村(2017)は一人暮らしでの調理に必要な包丁の扱い方を独学で学べる教材を開発した。⁽²⁾VR 教材の操作を HMD の標準コントローラーでなく、ハンドトラッキングセンサである Leap Motion と疑似包丁デバイスで行った(図1)。疑似包丁デバイスは圧力センサをとりつけた角材であり、実際の包丁を握る際の圧力を閾値として、包丁を正しく握れているかを判定している。教材による学習効果は見られたものの、疑似包丁デバイスがハンドトラッキングセンサによる指の検出と干渉して操作性を損ねて

いることが分かった。また、このシステムではものを包丁で切った時に得られる反動の再現が困難、とのことであった。

これにより、本研究においてもデータグローブのような、何らかのフォースフィードバックが可能なデバイスの利用が望ましいと考えられる。しかしデータグローブは高価なため、安価な代替手段の検討も必要になるとと思われる。

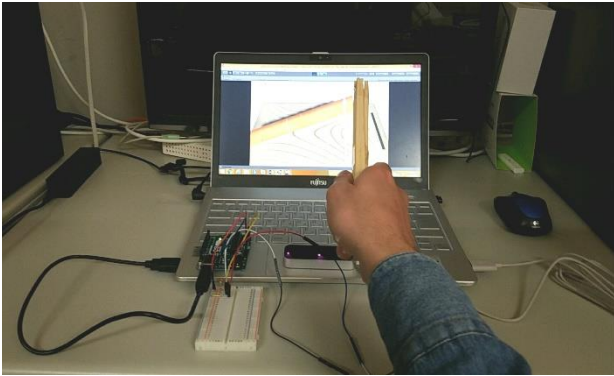


図1 先行研究⁽²⁾によるシステムの構成

3. 開発および動作環境

3.1 Unity

UnityはWindowsとmacOSで動作する統合型のゲーム開発環境である。Windowsやandroidなど様々なプラットフォームのゲーム開発に使用されている。スクリプトはC#で開発する。

3.2 Oculus Quest2

Oculus Quest2(図2)はVRコンテンツを実行するためにHMD(Head Mounted Display)である。

Unityで公式にサポートされている機器であり、一般の普及率も高いため採用した。



図2 Oculus Quest2

4. システム概要

本研究で開発する教材は学習者と教材のみで完結する独学支援教材とする。教材はインストラクショ

ナルデザインを踏まえたうえで、子供たちにも楽しく取り組めるようにゲーム仕立てとする。最初にチュートリアルで練習を行い、その後に実際に(仮想の)作業を行う。現状では以下の内容を考えている。

- ・ナイフの使い方
- ・ロープの結び方
- ・火のおこし方
- ・地図と方位磁石の見方
- ・テントの設営
- ・ご飯を炊いてみよう
- ・豚汁を作ってみよう

その他、余裕があればケガや虫刺されの応急処置や食べられる/食べられない野草、キノコなどの知識も学習できるようにする。

学習者はHMDを装着し、器具の設置、後片付けなどの一連の動作を修得する。最初にチュートリアルとして全体の手順が文章や図で表示されたあと、ガイドを表示した状態で各工程を行う。また、同時に危険な動作をした場合に、怪我が発生する旨を伝える演出を発生させ、その重大さによっては手順のやり直しを行う。他にも、実際の活動で頻出する事故を模倣した状況を用意し、複数の選択肢を提示した状態で正しい動作を選べるかを確認する。

完成後は形成的評価を行い教育効果を検証する。また、アンケート等でユーザビリティについても調査する予定である。

5. 終わりに

本システムは開発中であり、今後はシステムの完成を目指して実装を進めていく。システムの完成後は評価試験を行い、システムの教育効果や有用性について検証する。今後はフォースフィードバックが可能なデバイスを導入し、よりリアリティが高まるようにシステムを拡張していく予定である。

謝辞

本研究はJSPS 科研費 21K02786 の助成を受けたものです。

参考文献

- (1) 河原ゆう子、清水彩子、丸山 智美: “バーチャルリアリティを用いた火の学び教材が私立女子高校生の調理実習時の行動と学習到達度に及ぼす影響”、日本家政学会誌、Vol.72、No.3、pp.140-151 (2021)
- (2) 北村拓生: “ハンドトラッキングセンサを利用した包丁技術学習ゲーム”、電気関係学会北陸支部連合大会講演論文集 (2017)

Manaba の学習履歴ログデータを取得する RPA の開発

Development of an RPA for automatically acquiring learning activities log data in Manaba

李 凱^{*1}

Kai Li^{*1}

^{*1}獨協大学経済学部

^{*1}Faculty of Economics, Dokkyo University

Email: likai@dokkyo.ac.jp

あらまし：新型コロナウイルスへの感染防止のためオンライン授業が広く行われ、学習管理システム (LMS) の活用が盛んに進められている。Manaba は日本で多くの教育機関に採用されている LMS である。しかし、Manaba は教材管理など基本的な LMS 機能を備えているが、学習履歴ログデータのダウンロードを提供せず、教員が学生の詳しい学習状態を把握・解析できないなど問題点がある。本研究では、Python で自動的に Manaba から学生個々の学習履歴データを取得できる RPA プログラムを開発した。本研究で開発したプログラムを利用し、多くの Manaba 教員ユーザーが学習履歴データを取得でき、多様な学習評価、学生支援、教材の改善が期待できる。

キーワード：オンライン学習、学習活動、RPA、Manaba、Python

1. はじめに

最近では新型コロナウイルスへの感染防止のためオンライン授業が広く行われ、学習管理システム(LMS: Learning Management System)の活用が盛んに進められている。LMS は教材の配布、受講者の学習進捗状況の把握などより効率的な学習をサポートするプラットフォームである。LMS には教材の回覧、テストの解答、課題の提出など学習履歴データが大規模に蓄積されている。この膨大なログデータをラーニングアナリティクス (LA: Learning Analytics) などの手法で多様な学習評価、学生支援、教材の改善、教育の質の向上が期待できる⁽¹⁾。

ラーニングアナリティクスには学習ログデータを利用し学習活動の遷移に関連する研究が行われている。例えばデジタル教科書配信システムの BookLooper は、利用者の回覧回数、回覧時間、ページの遷移などを記録できる機能を備えた電子ブックシステムである。Kiyota らは BookLooper のログデータを使って、授業前、授業中、授業後まで継続して学生の行動を分析し、授業前の予習回数と期末試験との相関関係を報告した⁽²⁾。殷らは電子教科書システム DITe1 を開発し、学習行為間の行動系列を分析し、教材の改善に利用している⁽³⁾。これらの研究開発のように、LMS に蓄積された情報から、どのようなデータを取り出し、どのように解析し、学習活動を解析するかは極めて重要な研究課題になっている。

Manaba (マナバ: 学びの場) は 2007 年に株式会社朝日ネットによって開発され、日本で多くの教育機関に採用されているクラウド型の教育支援サービスである。2022 年 5 月時点で、約 250 の日本の大学で採用されている⁽⁴⁾。しかし、Manaba は資料配布、出席確認、課題管理など基本的な LMS 機能を備えているが、Moodle や BlackBoard などの LMS と違い、

ログデータをダウンロードできないという問題点がある。Manaba は学習履歴データをページごとに表示することができるが、データのダウンロードを提供しないため、教員が自らの視点で学生の詳しい学習状態を把握・解析できないという問題点がある。

本研究では、Python を使って Manaba に表示された学習履歴データを自動的に取得できる RPA プログラムを開発した。本プログラムを利用し、ユーザーのログインから、目標ページへの遷移、対応箇所データの取得・保存が自動的に実現することにより、多くの Manaba 教員ユーザーが自らの視点からラーニングアナリティクスなど手法で多様な学習評価、学生支援、教材の改善が期待できる。

2. RPA の開発

本研究で開発した Manaba の学習履歴を自動的に取得する RPA(Robotic Process Automation)プログラムは、Python で Selenium ライブラリを使って開発した。Selenium は Web ブラウザで行うデータの取得やマウス操作やキーボード入力などをプログラム上から自動で操作できるようにしたライブラリである⁽⁵⁾。Selenium を使って人間がブラウザを経由して操作しているのと同じ動きを実現することができる。また本研究は Chrome ブラウザにプログラムでページの遷移、データの取得を実現するため、ChromeDriver を利用した⁽⁶⁾。ChromeDriver は Chrome ブラウザをプログラムで動かす為のドライバーである。事前にインストールされた Chrome と同じバージョンの ChromeDriver をパソコンにインストールする必要がある。Selenium と ChromeDrive を組み合わせて使うことで、スクレイピングやブラウザの自動操作が可能になる。

本 RPA は Manaba へのアクセス、ログイン、科目の選択、「コース設定」リンクへの遷移、そして「アク

セスログ」への遷移、「学生リスト」の取得、複数「ページ」の取得、最後に各ページにあるデータの取得、順番に各ページへの遷移及びデータの取得を自動的に実行することができる(図1)。またサーバーに負荷をかけないように、本プログラムには各遷移の間に sleep() で一定時間に待つように設定した。その他、エラーが発生する場合は、except の例外処理を追加した。

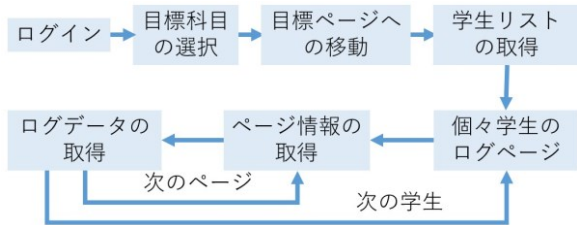


図1 学習履歴ログデータの取得の流れ

Manaba のウェブページに様々な方法で各タグ、リンク、要素が定義され、定義に合わせ Selenium の find_element_by_id, name, tag, link, xpath などの方法で目標要素を個別に指定しなければならない。

まず、Selenium の webdriver で Manaba へアクセスした(図2)。

```
driver = webdriver.Chrome(r'c:\chromedriver_win32\chromedriver')
target_url='https://manaba.dokkyo.ac.jp/ct/login'
driver.get(target_url)
```

図2 Manaba へアクセスのソースコード

次に、自動ログインするため、ユーザー名とパスワードの入力欄を指定する必要がある。Manaba の HTML のソースコードを解析した結果(図3)、入力欄が id="mainuserid" と name="password" で定義されたので今回は find_element_by_id でユーザー名、find_element_by_name でパスワードを指定し、さらに「ログイン」ボタンを指定し、自動的にログインができた。

```
<td>
<input type="text" class="editable disableime" id="mainuserid" name="userid" onfocus="InputFocus(this)" onblur="InputBlur(this)" > == $0
</td>
</tr>
<tr>
<th class="left">パスワード</th>
<td>
<input type="password" class="editable disableime" name="password" onfocus="InputFocus(this)" onblur="InputBlur(this)" >
</td>
</tr>
```

図3 ログイン情報の HTML 定義

また、コース一覧から目標科目を選択する必要がある。HTML 解析した結果、各科目は唯一の「coursecode」時間割コードで定義されている(図4)。本プログラムではテキストボックス UI を表示し、学習ログを取得したい科目の時間割コードの入力をユーザーに求める。次にすべて class="coursecode" を持つ科目から同時間割コードを検索し、coursecode の次の兄弟関係を持つ要素を find_element_by_xpath("//following-sibling::a") でアンカーの href リンク情報を取得し、目標科目のページへ遷移できた。

```
<div>
<div class="course-card-img">...</div>
<div class="course-card-title course-card-titleV2" style="top:4px">
<div class="coursecode">24193</div>
<a href="course_209666" title="マルチメディア論b" style="width:215px;">
マルチメディア論b</a> == $0
```

図4 時間割コードの HTML 定義

次に、学生リストページからすべての学生の関連情報を一時的に取得・保存する必要がある。学生の氏名は class="name" で定義されたため、find_element_s_by_xpath("//td[@class='name']/a") ですべての学生の氏名を取得し、また get_attribute('href') で一人ずつのアクセスログページの URL を取得した。次に find_element_by_xpath("../following-sibling::td") で氏名と兄弟関係を持つ次の<td>中の学籍番号情報を取得した。最後に全員の氏名、学籍番号、アクセスログページの URL 情報を ZIP() で結合し、次のログデータの取得・保存の準備が整った。

ログデータを表示するページには、ログデータが100件を超えると自動的に複数ページに分けられ、ページごとに表示される。id="AFHasNext"の有無を判断し、「次へ」でページの切り替えを実現できた。

各ページのログデータは主に日時、URL、機能、表示画面、タイトル、画面の項目に分けられている。最終的に各<tr>行中の<td>データを取得し、Excel の最後行に追加した。

3. おわりに

本研究は Python で Manaba に表示された学生の学習履歴データを自動的に取得できる RPA プログラムを開発した。本プログラムを利用し、日本に多くの Manaba の教員ユーザーが活用されていない Manaba のログデータを活用でき、多様な視点からの分析が可能になる。Manaba から取得したログデータを活用し、多様な学習評価、学生支援、教材の改善が期待される。本研究の問題点として、Selenium ライブラリーの動作が遅いため(実験で29名の9991件のログデータの取得には1274秒がかかった)、今後高速化するため、ライブラリーの変更やプログラムの改良が必要である。また、取得した Manaba のログデータをどのように学習活動の解析・可視化、学生支援、教材改善に活用するかも今後の課題である。

参考文献

- (1) 緒方広明：“大学教育におけるラーニングアナリティクスの導入と研究”，日本教育工学会論文誌，41(3)，pp.221-231(2017)
- (2) Kiyota, Mahiro, et al.: “Supporting seamless learning and learning log recording with e-book system”, Proceedings of the 24ndInternational Conference on Computers in Education, pp. 306-314 (2016)
- (3) 殷成久, 熊本悦子：“電子教科書システム DITeL の利用履歴データ活用に向けた学修分析”，大學教育研究 26, pp.1-8 (2018)
- (4) Manaba: <https://manaba.jp/> (2022/5/18 アクセス)
- (5) selenium package: <https://pypi.org/project/selenium/>, (2022/5/18 アクセス).
ChromeDriver Download: <https://sites.google.com/chromium.org/driver/>, (2022/5/18 アクセス).

プログラミング教育における LMS へのアクセス分析に基づく考察

Consideration based on Access Analysis to LMS in Programming Education

館 宜伸^{*1}, 田中 忠芳^{*1}
 Yoshinobu TACHI^{*1}, Tadayoshi TANAKA^{*1}
^{*1}金沢工業大学
^{*1}Kanazawa Institute of Technology
 Email: tachi@neptune.kanazawa-it.ac.jp

あらまし：プログラミングの授業において LMS を活用し、その LMS へのアクセス分析を行った。分析の結果、授業が実施されていない日であっても質問対応を実施した方が良いなど、授業の実施方法に応じて、受講者のレディネスを考慮した適切な対応が必要であることが示唆された。

キーワード：プログラミング教育, LMS 活用, アクセス分析, レディネス

1. はじめに

2020 年初頭からの COVID-19 パンデミックを受け、小学校、中学校、高等学校、大学において遠隔授業が不可欠となった。2012 年にアメリカで開始され、2013 年に日本語による提供を目的とした日本オープンオンライン教育推進協議会 JMOOC (Japan Massive Open Online Course)⁽¹⁾ が開始された。JMOOC の公認プラットフォームで用いられている学修管理システム LMS (Learning Management System) は、国内の教育機関に導入され、LMS により、教材の配信、学修者の閲覧、回答などの行動履歴、成績などのデータが管理されている。学修データをもとにした学修と教育のデータ解析の方法とアプローチであるラーニングアナリティクス Learning Analytics が多くの教育機関で導入されつつある。

本研究は、PBL や STEM 教育が行われる場面における、「教授内容」「教場環境」「学修者」「教授者」のレディネス、および「学修者」「教授者」のアクティビティに対して、学修に関する因子抽出および学修の定量化を目指す。これまでに受講者の進捗に合わせた小テストの実施⁽²⁾や、希望する受講者に長期休暇に指導する⁽³⁾など、受講者の希望に合わせた配慮を行ってきた。

本稿では、LMS (Moodle⁽⁴⁾) を活用したプログラミング授業において、アクセス分析を行った結果と、その結果に基づく考察、得られた知見を報告する。

2. 授業概要

2.1 科目概要

本稿で対象とする科目は、金沢工業大学（以下、本学）メディア情報学科の科目「プログラミング」（以下、本科目）である。本科目は、2 年次前学期の必修科目であり、前提科目として 1 年次後学期の必修科目「プログラミング基礎」、後続科目として 2 年次後学期の選択科目「オブジェクト指向プログラミング」がある。本科目は、前提科目と同様に C 言

語を対象としている。前提科目で文法を中心に履修し、本科目では演習を中心に行い、スキルの定着を履修の目的としている。

本科目の演習は、レポート形式でプログラムのソースファイルを LMS 上に提出する形式と、LMS 上の小テスト形式で穴埋め問題に取り組む形式の 2 種類である。後者の穴埋め問題に回答するために、受講者は実際にプログラミングを行い、確認を行いながら回答する。

2.2 実施方法

授業自体は 100 分の授業を全 15 回で実施している。LMS へは授業中、授業外を問わず、いつでもアクセス可能である。授業実施方法は、次の 3 つ（表 1）である。2019 年度以前は対面授業のみで実施された。2020 年度は全 15 回中 8 回（第 1 回～第 7 回、第 15 回）に遠隔授業が連続で実施された。第 8 回～第 13 回の 6 回の授業はハイブリッド型（対面授業とリアルタイム双方向型授業を並行）で実施され、受講者は対面とリアルタイム双方向型のどちらかを選択できた。2021 年度は遠隔授業と対面授業が交互に実施され、遠隔授業は第 1 回、第 2 回、第 4 回～第 8 回、第 10 回、第 12 回、第 14 回に実施された。

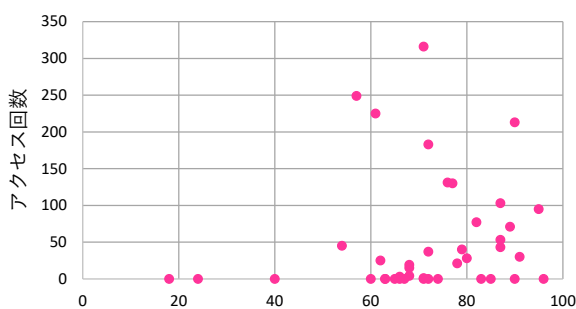
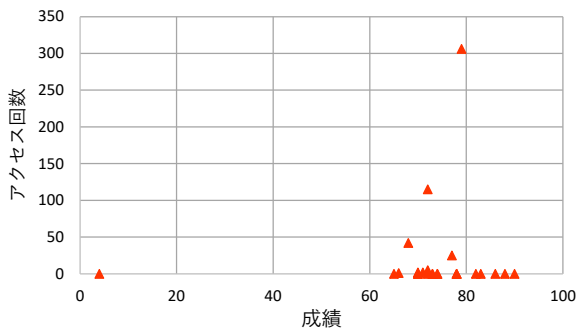
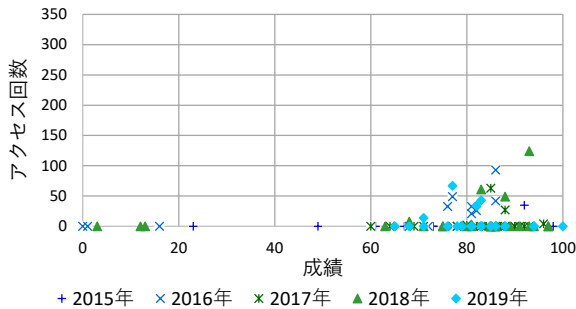
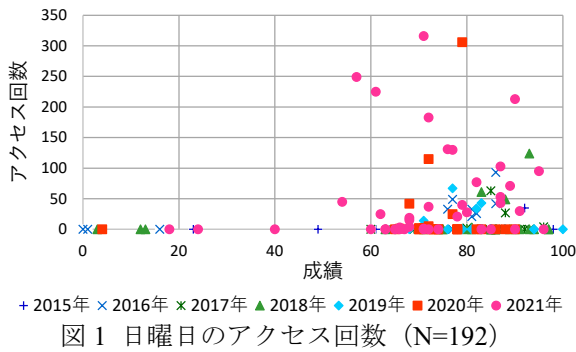
表 1 実施年度と授業実施方法の回数

| 実施年度 | 対面 | 遠隔 | ハイブリッド |
|-----------|----|----|--------|
| 2019 年度以前 | 15 | 0 | 0 |
| 2020 年度 | 1 | 8 | 6 |
| 2021 年度 | 5 | 10 | 0 |

3. 結果と考察

3.1 結果

本学内の他の正課授業が全く実施されていない日曜日に着目して、本科目の成績と LMS 上の小テストへのアクセス回数の散布図（図 1）を示す。日曜



日に1回以上アクセスした受講生は55名存在した。ここで、対面のみで授業が実施された2019年度以前(図2)と遠隔とハイブリッド型で授業が実施され学期末試験のみ対面で実施された2020年度(図3)、遠隔と対面で交互に授業が実施される予定が急遽第4回～第8回が遠隔で実施された2021年度(図4)に分けて散布図を示す。日曜日に1回以上アクセス

した受講生は、2019年以前が22名、2020年が8名、2021年が25名であった。

日曜日にアクセスする受講生数が、対面のみで授業を実施したの2019年度以前が126人中22人(17.4%)であったのに対し、遠隔授業を半数以上実施した2020年度は25人中8人(32.0%)、2021年は41人中25人(60.9%)であった。

また、2019年度以前は、最も多いアクセス数が150回未満であるのに対して、2020年と2021年は300回を超えるアクセス数が存在した。

3.2 考察

散布図から、2019年度以前と2020年度は成績が良い受講生ほど日曜日にアクセスしている傾向が確認できるが、2021年度は成績とは関係なくアクセス回数が全体的に多いことが確認できる。

対面のみで授業が実施された2019年度以前は、日曜日のアクセス数が全体的にも少ない。このことから、日曜日等に質問対応を考慮する必要性は少ない。これに対して、遠隔でも授業が実施された2020年と2021年は、日曜日の最大アクセス回数が300回を超え、66人中33人(50.0%)の受講生がアクセスしていることから、日曜日等の授業が実施されていない日であっても、メールやLMS上のチャットなどでの質問対応を考慮した方が良くと推察される。

特に、遠隔授業の実施回数が半数以上になる場合や、過去に遠隔授業を経験して遠隔授業に慣れている受講生が存在する場合には、授業が実施されていない日曜日等にも質問対応などを実施できるように努力することが望ましいと考えられる。

4. おわりに

LMSを活用するかどうかではなく、全授業回数のうち半数以上が遠隔授業で実施される場合は、事前に授業を実施しない日の質問対応手段を講じておいた方がよく、受講生の学修を支援し促進できるのではないかと示唆された。今後、授業の実施方法に応じて、受講者のレディネスを考慮した適切な対応が必要であると考えられる。

参考文献

- (1) JMOOC.jp: “JMOOC”, <https://www.jmooc.jp/>, 2013年, 2022年6月1日参照
- (2) 館宜伸: “学習者に合わせたプログラミング教育の一手法”, 私立大学情報教育協会 平成29年度教育改革ICT戦略大会, pp.204-205 (2017)
- (3) 館宜伸: “プログラミング科目の長期休暇を利用した学生指導の一考察”, 日本リメディアル教育学会 第13回全国大会発表予稿集, pp.52-53 (2017)
- (4) Moodle: “Moodle”, <https://moodle.org/>, 2001年, 2022年6月1日参照

質問に対する学生の意識調査に基づく匿名質問掲示板の基本要件の検討

Examination of Basic Requirements for Anonymous Question Boards Based on an Attitude Survey of Student Questions

岡崎 泰久, 脇山 瞳

Yasuhisa OKAZAKI, Hikari WAKIYAMA

佐賀大学工学部

Faculty of Science and Engineering, Saga University

Email: okaz@cc.saga-u.ac.jp

あらまし：本研究では、新型コロナウイルス感染症対策として急速に普及した大学でのオンライン授業における、学生の質問に対する意識を調査するとともに、学生が質問を行いやすい質問掲示板に必要な基本機能の検討を行う。学生が主体的に学習することの重要性が指摘されている一方で、大学生は、積極的に質問をすることが少ない問題が指摘されている。こうした問題が、オンライン授業においても同様であるのか、あるいは、それはどのようなことが背景にあるのかを調べるために、大学一年生のオンライン授業において、受講者全員に対して、質問の手段や質問のしにくい現状、質問のしやすさに向けた考えについて、アンケート調査を行う。その結果を踏まえ、オンラインでの質問を想定し、学生が質問をやすく、授業理解の促進につながる質問掲示板に求められる基本要件を検討する。

キーワード：質問行動、匿名、質問掲示板、大学生、オンライン授業

1. はじめに

主体的に学習を進める上で、質問は重要な学習行動であるが、大学生は積極的に質問をすることが少ない問題が指摘されている⁽¹⁾⁽²⁾。

新型コロナウイルス感染症の拡大で、オンライン授業の機会が増えてきている。筆者の感じた限りでは、オンライン授業の方が、従来の対面授業に比べて、少しではあるが質問が増えている感覚を持っている。

そこで、実際に学生はどのように考えて質問行動をしているのかを、実際に調査するとともに、その結果をもとに、学生が質問をやすく、授業理解の促進につながる支援の機能について検討を行う。

2. 質問に対する学生の意識調査

2.1 調査の概要

Microsoft Forms を用いて、1年生後期の専門導入科目でアンケートを実施した。Microsoft Teams の授業チャンネルに投稿して、自由回答(成績には無関係)とした。受講者 106 名に対して、回答数 96 で 約 90% と高い回答率を得た。設問とその結果を表 1 に示す。

2.2 調査結果と考察

対面よりもオンラインの方が、質問しやすく感じていることが分かる (Q5, Q7)。これは授業を行っての実感と一致している。一方で、それでも、分からないことを質問しないままの人が一定数おり (Q8)、質問をためらった理由として、気恥ずかしさや的外れの心配など、他者の存在を気にする回答が多い (Q9)。質問手段はメールやチャットが多く (Q2)、質問内容や名前が知られることを気にしていることがうかがえる (Q4)。

3. 匿名掲示板の基本機能の検討

こうしたことから、だれが投稿したかわからないよう匿名で質問できるツールを活用することで、質問がしやすくなると考えられる (Q11)。また、他者の視線への心配を除くために、「いいね!」などのリアクションにより投稿への関心を示す機能や、自分の投稿を削除する機能、質問が後に残ることへの配慮から、解決後に非表示にする機能などが必要ではないかと考えられる。

4. まとめと今後の課題

本研究では、一年生の学生に対して、授業における質問に対する意識調査を行った。その結果、オンライン授業においても、対面同様質問は少ないものの、対面よりもその抵抗感はやや低い傾向にあること、分からないことがあっても、他者を気にして質問を控えることがあることが示された。そうした結果を踏まえて、学生が質問をやすく授業理解の促進につながる質問掲示板に求められる基本要件として、匿名で利用できることに加えて、投稿へのリアクションや、自分の投稿を削除、非表示にする機能が有用であると考えた。そうした機能を備えた匿名掲示板を用いて、質問行動や意識の違いを調べることが今後の課題である。

参考文献

- (1) 無藤隆, 久保ゆかり, 大嶋百合子: “学生はなぜ質問をしないのか?”, 心理学評論, 23 巻, 1 号, p. 71-88 (1980)
- (2) 藤井利江, 山口裕幸: “大学生の授業中の質問行動に関する研究: 学生はなぜ授業中に質問しないのか?”, 九州大学心理学研究 4, pp.135-148 (2003)

表1 授業での質問行動に対するアンケート結果（対象：1年生 回答数：96）

| ID | 意図 | アンケート項目 | 回答数 | 回答比率 | ID | 意図 | アンケート項目 | 回答数 | 回答比率 |
|-----------------|--------|--|---------|-------------------------------|--------------|---------|---|-----|------|
| Q1 | 回数 | この授業で先生に質問した回数を教えてください。 | | | Q6 | しにくさの理由 | (該当者のみ回答) Q5で「オンライン授業」または「どちらかと言えばオンライン授業」と回答した人は、なぜそのように感じるのか教えてください。(複数回答可) | | |
| | | 0回 | 78 | 81% | | | 文章で説明するのが難しいから。 | 11 | 31% |
| | | 1・2回 | 15 | 16% | | | わざわざ連絡を取らないといけないから。(すぐに質問にいけないから。) | 15 | 42% |
| | | 3・4回 | 2 | 2% | | | オンライン上で質問するのは、直接質問するよりもハードルが高く感じるから。 | 9 | 25% |
| | | 5回以上 | 1 | 1% | | | 自分の学習ペースが遅れているから。 | 1 | 3% |
| | | | | | | その他 | 0 | 0% | |
| Q2 | 手段 | (Q1で1回以上を選択した人は回答してください。) どのような手段で質問を行いましたか。(複数回答可) | | | Q7 | しにくさの比較 | 質問はあるけど、先生に質問するのはやめようと思った回数は、対面授業とオンライン授業のどちらが多いですか。(直感で構いません。) | | |
| | | 対面で質問 | 0 | 0% | | | 対面授業 | 32 | 33% |
| | | メールで質問 | 8 | 40% | | | どちらともわからない | 42 | 44% |
| | | Teams の個別チャットで質問 | 11 | 55% | | | オンライン授業 | 22 | 23% |
| | | Teams で投稿して質問 | 1 | 5% | | | | | |
| Q3 | 手段の理由 | (Q1で1回以上を選択した人は回答してください。) Q2で解答した方法で質問した理由を教えてください。(複数回答可) | | | Q8 | 控えた理由 | (該当者のみ回答) この授業で分からないことがあったけど、先生に質問しなかったという経験がある人は、その理由を教えてください。(複数回答可) | | |
| | | オンライン授業で学校に行く機会がないから。 | 5 | 16% | | | 自分で調べて解決できたから。 | 49 | 37% |
| | | 早く解決できるから。 | 7 | 22% | | | 友達に聞いて解決できたから。 | 37 | 28% |
| | | 説明しやすいから。 | 1 | 3% | | | 授業資料を見返し、よく考えたら理解できたから。 | 28 | 21% |
| | | 他の学生に質問していることや質問内容を知られる心配がないから。 | 4 | 13% | | | 質問するのが面倒だったから。 | 8 | 6% |
| | | 気軽に質問できるから。 | 7 | 22% | | | わからないままでも問題ないと判断したから。 | 2 | 2% |
| | | その方法での質問に慣れているから。 | 5 | 16% | | | 何らかの理由で質問するのをためらったから。 | 8 | 6% |
| | | 質疑応答の内容が他の学生に共有された方がいいと思うから。 | 1 | 3% | | | その他 | 1 | 1% |
| | | 先生にその方法で質問するよう指示を受けたから。 | 1 | 3% | | | | | |
| | | その他 | 1 | 3% | | | | | |
| Q4 | 非公開の理由 | (該当者のみ回答) 対面以外で先生に質問する際に、Teamsの投稿欄など履修者全員が閲覧できる場所ではなく、チャットやメールなどで個別に連絡して質問する機会が多い人は、その理由を教えてください。(複数回答可) | | | Q9 | 控えた理由 | Q9、Q8で「何らかの理由で質問するのをためらったから。」を選択した人は、その理由を教えてください。(複数回答可) | | |
| | | 先生に気づいてもらいやすいから。 | 20 | 17% | | | 気恥ずかしかったから。 | 7 | 33% |
| | | 投稿の仕方がわからないから。 | 1 | 1% | | | 的外れな質問でないか心配だから。 | 6 | 29% |
| | | 先生に個別に連絡するように指示されているから。 | 0 | 0% | | | 先生の心証を悪くすると思ったから。(成績に関わると) | 1 | 5% |
| | | 他の学生に質問内容を見られたくないから。 | 24 | 21% | | | 投稿をすると、他の学生に質問内容を見られるから。 | 1 | 5% |
| | | 質問のやりとりが投稿欄に残るから。 | 18 | 16% | | | 投稿をすると、質問のやりとりが投稿欄に残るから。 | 3 | 14% |
| | | 誰が質問したかわかるから。 | 17 | 15% | | | 誰が質問したかわかるから。 | 0 | 0% |
| | | 的外れな質問でないか心配だから。 | 33 | 28% | | | 自分の学習ペースが遅れているから。 | 2 | 10% |
| | | 自分の学習ペースが遅れているから。 | 3 | 3% | | | その他 | 1 | 5% |
| | | その他 | 0 | 0% | | | | | |
| | | Q5 | 質問のしにくさ | オンライン授業と対面授業はどちらが質問しにくと感じますか。 | | | | | Q10 |
| オンライン授業 | 14 | | | 15% | 思う | 58 | 60% | | |
| どちらかと言えばオンライン授業 | 14 | | | 15% | どちらかと言えば思う | 34 | 35% | | |
| どちらともわからない | 23 | | | 24% | どちらかと言えば思わない | 2 | 2% | | |
| どちらかと言えば対面授業 | 20 | | | 21% | 思わない | 2 | 2% | | |
| 対面授業 | 25 | | | 26% | | | | | |
| Q11 | 手段への要望 | オンライン授業において、どのような手段をとれば、質問しやすく感じますか。(一つを選択してください。) | | | | | | | |
| | | リアルタイムの授業にする。 | 4 | 4% | | | | | |
| | | 先生が授業時間に質疑応答のための Teams 会議を開く。 | 3 | 3% | | | | | |
| | | TA が授業時間に質疑応答のための Teams 会議を開く。 | 1 | 1% | | | | | |
| | | 授業後に短時間で解答できるアンケートを実施し、感想や質問を自由に記述できるようにする。(アンケートの提出を成績評価に加える) | 12 | 13% | | | | | |
| | | 授業後に短時間で解答できるアンケートを実施し、感想や質問を自由に記述できるようにする。(アンケートの提出を成績評価に加えない) | 35 | 36% | | | | | |
| | | 匿名で投稿できるツールを授業で用いる。 | 40 | 42% | | | | | |
| | | その他 | 1 | 1% | | | | | |

合成視覚情報を付与した英語音声聴解学習法の検討

Investigation of English Speech Listening Comprehension Learning Method with Synthetic Visual Information

佐竹 望愛^{*1}, 蜂須賀 知理^{*2}, 栗田 佳代子^{*3}, 割澤 伸一^{*1},
Mie SATAKE^{*1}, Satori HACHISUKA^{*2}, Kayoko KURITA^{*3}, Shin'ichi WARISAWA^{*4},

^{*1} 東京大学大学院新領域創成科学研究科

^{*1} The University of Tokyo, Graduate School of Frontier Sciences

^{*2} 東京大学大学院情報学環

^{*2} The University of Tokyo, Interfaculty Initiative in Information Studies

^{*3} 東京大学大学院教育学研究科

^{*3} The University of Tokyo, Graduate School of Education

Email: msatake@s.h.k.u-tokyo.ac.jp

あらまし：英語は日本語に比較して複雑な音韻を持ち、話者の口元を見て発音を判別する必要性の高い言語であると言われている。しかしながら、日本で実施されている英語音声指導においては視覚情報が提示されることはまれで、聴覚情報のみを与えて聴取（リスニング）させるケースが一般的である。本研究では日本語母語話者が特に混同しやすいとされる R 音と L 音との効果的な聞き分け手法の提案を目指し、発音を強調するための合成視覚情報を付与する学習法の有効性について検討した。

キーワード：マガーク効果、錯聴、視聴覚、英語音声聴解学習、日本語母語話者

1. はじめに

1.1 マガーク効果

イギリスの心理学者である McGurk らは 1976 年、人間の聴覚認識は視覚刺激に影響を受けるという実験結果を報告した⁽¹⁾。例えば、/ga/と発音する話者の口元の映像に、/ba/と発音された音声を合成した動画を提示した場合、被験者の 98 %が/da/と発音していると答えた。この「錯聴」現象はマガーク効果 (McGurk Effect) と呼ばれている。

1.2 マガーク効果の言語・文化差

マガーク効果について、日本語母語話者と英語母語話者とでは異なった現象が確認されている。1994 年、英語母語者と比較して日本語母語者にマガーク効果が生じにくいとする実験結果が示された⁽²⁾。この結果には日本語における母音と子音の数が英語と比較して圧倒的に少ないことが関係する可能性がある⁽³⁾と指摘されている。これは日本語母語話者が聴覚情報に依存して音声を判別する傾向がある一方で、英語母語話者は比較的複雑な英語の音韻を区別する必要があるために話者の口元の視覚情報を活用しているという説である⁽³⁾。

2. 目的

1.2 で述べたことから、日本語母語話者は話者の口元を注視しない傾向があることが考えられる。実際、日本の英語音声教育において話者の口元に注目させるような教授方法が取られることは少ない。例えば、聴解学習（リスニング）については聴覚情報のみを頼りに英語音声を聴取させる形式が一般的である。

しかしながら、現行の聴解学習の効果には限界がある。例えば日本語母語話者は R 音と L 音を聴取する際にどちらも日本語におけるラ行の音として認知

する傾向にある⁽⁴⁾。ここで、話者の口元の視覚情報を付与し、マガーク効果を活用することで音声を判別しやすくていいのではないかと考えた。

マガーク効果は、ある音声に対し、調音位置の異なる映像が合成されている場合に発生する⁽¹⁾。ここで、日本語母語話者が一般に認識できる調音位置は両唇音 (/p/, /b/, /m/), すばめ唇音 (/w/), 非唇音 (/t/, /d/, /n/, /k/, /g/, /r/, /z/等大部分を占める子音) の 3 つしか存在せず⁽⁵⁾、日本語母語話者に対してマガーク効果を検証する際は非唇音を発音する音声に両唇音を発音する映像を合成することがほとんどである。そこで本稿では新たな試みとして、すばめ唇音を含む“White”と発音する映像を“Right”と発音する音声に合成することで、聞き手が R の発音の特徴をより強く感じることができると可能性を検証する。

3. 実験

3.1 用いる素材

実験に用いた動画・音声素材を以下に示す。なお、発音と編集は著者が実施した。



図 1 WR 合成動画のキャプチャ

“Right”と発音する話者の口元を映した動画（以下 R 動画），“White”と発音する話者の口元を映した映像と、R 動画から抽出した“Right”と発音する音声を合成した動画（以下 WR 合成動画），“Light”と発音する話者の口元を映した動画（以下 L 動画）、R 動画

から抽出した“Right”と発音する音声(以下R音声), L 動画から抽出した“Light”と発音する音声, 以上の5通りの素材を用い実験を実施した。

3.2 手順

本実験は東京大学倫理審査専門委員会の承認を得て実施した(承認番号: 21-123)。実験はGoogleフォームを用い, リモートで実施した。実験参加者には実験手順を口頭および文面で説明し, フォームにも同様の説明を記載した。参加者は20代から30代の健康な男女10名であり, ランダムに5名ずつをA群, B群に振り分けた。参加者が体験した実験の流れは以下の通りである。

- ① 動画・音声ファイルをそれぞれ2回ずつ再生し聴取する。再生順は各群で以下のように振り分けた。A群: R音声, L音声, R動画(1回目), L動画, WR合成動画, R動画(2回目)の順。B群: R動画(1回目), WR合成動画, L動画, R動画(2回目), L音声, R音声の順。
- ② 聴取した単語を以下の5段階で評価する。1. 確実にLightだと思われる 2. おそらくLightだと思われる 3. 判別できない 4. おそらくRightだと思われる 5. 確実にRightだと思われる

実験結果の集計のため, 以下のような点数計算を実施した。ある参加者がR音声について「確実にR」を選んだ場合は2点, 「おそらくR」では1点, 「判別不能」では0点, 「おそらくL」ではマイナス1点, 「確実にL」ではマイナス2点とした。

3.3 結果

以下, 表に実験結果を示す。なお, A群1名に実験内容の認知齟齬があったことが実験後に判明したため当該データは結果の分析から除外した。よってA群については4名分の結果を示している。

表1 A群の点数

| A群 | 確実にL | おそらくL | 判別不能 | おそらくR | 確実にR | 合計 |
|-----------|------|-------|------|-------|------|----|
| (1)R音声 | 0 | 0 | 0 | 1 | 6 | 7 |
| (2)L音声 | 8 | 0 | 0 | 0 | 0 | 8 |
| (3)R動画 | 0 | 0 | 0 | 0 | 8 | 8 |
| (4)L動画 | 8 | 0 | 0 | 0 | 0 | 8 |
| (5)WR合成動画 | 0 | 0 | 0 | 0 | 8 | 8 |
| (6)R動画 | 0 | 0 | 0 | 1 | 6 | 7 |

表2 B群の点数

| B群 | 確実にL | おそらくL | 判別不能 | おそらくR | 確実にR | 合計 |
|-----------|------|-------|------|-------|------|----|
| (1)R動画 | 0 | 0 | 0(1) | 1 | 6 | 7 |
| (2)WR合成動画 | 0 | 0 | 0(2) | 1 | 4 | 5 |
| (3)L動画 | 8 | 0 | 0 | -1 | 0 | 7 |
| (4)R動画 | 0 | -2 | 0 | 1 | 4 | 3 |
| (5)L音声 | 4 | 1 | 0 | -2 | 0 | 3 |
| (6)R音声 | 0 | -1 | 0(1) | 1 | 4 | 4 |

表3 A群とB群を合わせた点数

| A群+B群 | 確実にL | おそらくL | 判別不能 | おそらくR | 確実にR | 合計 |
|----------------|------|-------|------|-------|------|----|
| R音声(A1, B6) | 0 | -1 | 0(1) | 2 | 10 | 11 |
| L音声(A2, B5) | 12 | 1 | 0 | -2 | 0 | 11 |
| R動画(A3, B1) | 0 | 0 | 0(1) | 1 | 14 | 15 |
| L動画(A4, B3) | 16 | 0 | 0 | -1 | 0 | 15 |
| WR合成動画(A5, B2) | 0 | 0 | 0(2) | 1 | 12 | 13 |
| R動画(A6, B4) | 0 | -2 | 0 | 2 | 10 | 10 |

4. 考察

今回の実験において, 聴覚情報のみを用いて聴取する場合よりも視覚情報を付与して聴取する場合で全体的に正答率が高かった。このことから, 視覚情報を付与した聴解学習の有効性が示唆された。

一方で, マガーク効果を活用することができたとは言いがたい結果となった。表3内の合計網掛け部に示したように, 実験参加者が1回目にR動画で聴取した場合は合計15点, WR合成動画で聴取した場合は合計13点, 2回目にR動画で聴取した場合は合計10点であった。この結果から, 1回目に見たR動画と次に見たWR合成動画, そして2回目に見たR動画とをそれぞれ無意識のうちに比較して混乱が生じてしまったことが考えられる。このように, 情報の提示順が実験結果に影響する可能性が判明した。特にマガーク効果の活用を狙ったWR合成動画の視聴のタイミングは, 平常通りの発音動画に対する聴取正答率を下げる可能性が示唆されたことより, 慎重な検討が必要である。また, R動画を見せずにWR合成動画のみを見せた場合の結果は今回検証できていない。よって今後は, 視聴する素材の提示順序を考慮して最初にR動画を提示することなく合成動画を提示する場合の効果を検証したい。

5. まとめ

本研究では, マガーク効果(錯聴)を活用した効果的な英語音声聴取学習法の開発を目指して実験を実施した。結果として, 聴覚情報のみで聴取する場合と, 視覚情報を付与して聴取する場合とでは後者で聴取正答率が向上することは確認できた。

しかしながら, マガーク効果の活用を目指して作成した合成動画で聴取する場合の正答率向上は認められなかった。この原因としては, 情報の提示順により参加者の混乱を招いてしまったことが考えられる。次回以降の実験では純粋にマガーク効果の有効性を検証し, 効果的な教育システムへの応用可能性を明確にする。

参考文献

- (1) McGurk, H., & MacDonald, J: "Hearinglips and seeing voices" Nature, 264 (5588), pp.746-748 (1976)
- (2) Sekiyama, K: "Differences in auditoryvisual speech perception between Japanese and Americans: McGurk effect as a function of incompatibility" Journal of the Acoustical Society of Japan, 15 (3), pp.143-158 (1994)
- (3) 積山薫: "視覚と聴覚による音声知覚—言語/文化による差とその発達—", Cognitive Studies, 18(3), pp.387-401, (2011)
- (4) 岡本真砂夫: "音響音声学に基づく“Left”と“Right”の分析—児童の混乱要因—", 小学校英語教育学会誌, 19(1), pp.86-100, (2019)
- (5) 積山薫, 城和貴, 梅田三千雄: "単音節の読唇による混同行列の分析: 多次元尺度法による知覚属性の検討", 電子情報通信学会技術研究報告, 87(417), pp.29-36, (1988)

計算機科学を学ぶのに必要な英語はどの程度難しいのか？ Difficulty of Computer Science Texts

江原 遥

Yo EHARA

東京学芸大学 教育学部

Faculty of Education, Tokyo Gakugei University

Email: ehara@u-gakugei.ac.jp

あらまし： 計算機科学分野では論文からマニュアルまで英語が支配的な言語であるため、非英語圏で計算機科学を学ぶ者は英語も同時に学ばなければならない問題がある。しかし、計算機科学で用いられる英語の英語学習者にとっての難しさは先行研究に乏しい。本研究では、実際に英語教師が評価したデータセットに基づき、英語学習者にとっての英文の可読性を自動判定する自動判定器を構成することで、計算機科学で用いられる英語がどの程度英語学習者にとって難しいのかを評価した。

キーワード： 計算機科学, 技術文書, 可読性

1 はじめに

計算機科学では、学術論文はもちろん、ソフトウェアを開発・利用するのに必要なマニュアル等技術文書も英語が一次情報である。非英語圏の計算機科学を学ぶ学習者は英語も同時に学ぶ必要があるが、第二言語として英語を学ぶ学習者（英語学習者）にとって、計算機科学のテキストが英語としてどれだけ難しいのかは先行研究に乏しい。本研究では、実際に英語教師が評価したデータセットに基づき、英語学習者にとっての英文の可読性を自動判定する自動判定器を構成して、こうした文書がどの程度英語学習者にとって難しいのかを評価した。本研究は CogSci 2022 poster full paper に採択された⁸⁾。以後、計算機科学 (Computer Science) を CS と略す。

2 リーダビリティ自動評価器の構築

ここでは筆者による研究⁷⁾を参考にリーダビリティ自動評価器の構築方法を説明する。リーダビリティの自動評価器の構築には、リーダビリティを人手評価した既存のデータセット (OneStopEnglish¹³⁾) を用いた。OneStopEnglish を選択した理由には、(英語母語話者の子供などではなく) 英語学習者にとっての可読性が評価されていること、公開されており入手が容易なこと、平均文長などの非本質的な特徴量から可読性が予測できる問題等、それ以前の研究で知られた問題に対策されていることが挙げられる。

このデータセットでは、各テキストに初級 (elementary)、中級 (intermediate)、上級 (advanced) の3段階の何れかの可読性ラベルが付与されている。各テキストの出自は、Guardian 紙である。このデータセットでは、新聞記事のジャンルからテキストの可読性がわかってしまわないよう、元のテキストを英語教師が人手で上級・中級・初級に書き直している。各段階に189件、計567件のテキストがある。これをランダムに339件の訓練、114件の検証、114件のテストデータに分割した。

BERT⁵⁾ は、大規模な母語話者コーパスで事前訓練 (pretraining) することで言語の基本的な構造を認識できるニューラルな言語モデルを作成し、その後今回の可読性の分類など、個々のタスクにあわせて微調整 (fine-tuning) と呼ばれる訓練を追加することで、従来の機械学習より高い性能が報告されている手法である。事前訓練モデル bert-large-cased-whole-word-masking (<https://huggingface.co/models>) を用い、 10^{-5} の学習率の Adam 法により 10 エポックで訓練した Bert-ForSequenceClassification を用いた。

また、Vocabulary-based は、^{6, 9)}の方法を参考に、英語教育で用いられる英語の均衡コーパスとして標準的な British National Corpus (BNC)¹⁾ と Corpus of Contemporary American English (COCA)⁴⁾ を特徴量にして作成した、ロジスティック回帰に基づく (可読性ラベルを訓練に用いないという意味で) 教師なし自動リーダビリティ評価器である。これは、主に日本語母語話者の

表 1: リーダビリティ自動評価器の性能。spvBERT のみ可読性ラベルを用いる教師あり設定。

| 手法 | スピアマンの順位相関係数 | 相関係数 |
|-------------------|--------------|--------------|
| Flesch-Kincaid | 0.324 | 0.359 |
| ARI | 0.317 | 0.351 |
| Coleman-Liau | 0.373 | 0.372 |
| FleschReadingEase | -0.387 | -0.426 |
| GunningFogIndex | 0.331 | 0.362 |
| LIX | 0.348 | 0.383 |
| SMOGIndex | 0.456 | 0.479 |
| RIX | 0.437 | 0.462 |
| DaleChallIndex | 0.495 | 0.506 |
| TCN RSRS-simple | | 0.615(*) |
| Vocabulary-based | 0.730 | 0.715 |
| spvBERT | 0.866 | 0.864 |

英語学習者である (他のデータセットとは独立な) 被験者に単語テストを解いてもらったデータ⁶⁾を用いて、この単語テスト被験者中の平均的な学習者がテキスト中の単語を全て知っている確率をテキストのリーダビリティとした (より厳密には確率値の対数負値)。

既存の古典的なリーダビリティ評価式の実装には、readability ライブラリを用いた。これには、Flesch-Kincaid (Flesch-Kincaid Grade Level, FKGL)¹¹⁾、ARI (Automated Readability Index)、Coleman-Liau Index²⁾、Flesch Reading Ease¹⁰⁾、Gunning Fog Index、LIX、SMOG Index、RIX index、Dale-Chall Index³⁾ が実装されている。紙面の制限のため代表的な手法以外の参考文献や各手法の評価式の数式など詳細は、<https://pypi.org/project/readability/> を参照されたい。

表 1 に結果を示す。数値はスピアマンの順位相関係数、相関係数であり、高いほど人手評価との相関が高く、性能が良い。教師なし設定では、提案手法である Vocabulary-based が、既存の TCN RSRS-simple¹²⁾ より高い性能を示すこと、教師あり設定の spvBERT が教師なし設定の他の手法より高い性能を示すことがわかる。spvBERT も Vocabulary-based も英語教師による人手評価と高い相関を示すことから、英語学習者にとっての可読性の自動評価による調査に有用であるとわかる。

3 計算機科学のテキストによる実験

計算機科学関連のテキストとして、GitHub と ACL Anthology の 2 つのサイトからテキストを取得した。ACL Anthology は、自然言語処理の論文を概要も含めて多数掲載している。そこで、学術論文のソースとして ACL Anthology を選んだ。入手した全概要の中から無作為に選んだ 1,000 件の概要を使用した。また、もう一つの学術論文のソースとして、PubMed のウェブサイト (<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/download/>) から 55,410 の abstracts を入手し、その中からランダムに 1,000 件の概要を入手し、使用した。

対象とするソフトウェアマニュアルの収集にあたっては、市販のソフトウェアのマニュアルは分析対象から除外した。市販のソフトウェアのマニュアルは通常、専門

の校正会社によって校正されているため、一般的なテキストの傾向を表すというよりは、単に使用している校正会社の校正基準が明らかになるだけだからである。

一方、オープンソースソフトウェアの場合、英語学習者と英語母語話者の両方がソフトウェア開発に深く関わっており、オープンソースコミュニティで開発されたソフトウェアマニュアルの読みやすさの基準は通常存在しない。これは、オープンソースソフトウェアであっても、ソフトウェアマニュアルの構造には多くのルールが存在することと対照的である。そこで、本研究の分析対象として、オープンソースソフトウェアのホスティングサイトであるGitHubを選択した。GitHubには多くのプロジェクトが登録されているが、何年もメンテナンスされていないソフトウェアや、一人の開発者によって開発されたソフトウェアリポジトリも多く存在する。このようなソフトウェアリポジトリは、英語学習者のためのソフトウェアマニュアルの読みやすさに関する本研究の対象外であることは明らかである。したがって、このようなソフトウェアリポジトリは分析から除外した。具体的には、2021年11月から2022年1月にかけての、毎月の活動量トップ10件のリポジトリのREADME.mdを対象とした。(https://github.com/trending?since=monthly)。Markdown形式であるREADME.mdに対して、これを単純にテキストに変換した(Raw)と、テキスト変換の際にMarkdown中で使い方の例示など通常プログラミング言語の記述に使われるコードブロック部分を削除した(Code Removed)の2種類のテキストを用意した。

OneStopEnglish¹³⁾ データセットを用いて、前述のspvBERTの分類器を収集したコーパスに適用し、その出力をもってCSテキストのリーダビリティを評価した。表2に結果を示す。表中の数値は比率であり、各行を足すと1になる。全体的な傾向としては、GitHubは過半数のテキストが中級と判定されているのに対し、ACL Anthologyは上級と判定されたテキストが多く、明らかに難しいことが分かる。なお、“初級”、“中級”、“上級”の定義はOneStopEnglish データセット¹³⁾の定義に従う。ACL AnthologyとGitHub (Code Removed)、ACL AnthologyとGitHub (Raw)の間は、統計的に有意な差があった(Mann-Whitney U test, $p < 0.01$)。この結果から、ACL AnthologyはGitHub (Raw)やGitHub (Code removed)よりも難易度が高いことが明らかになった。一方、GitHub (Code removed)とGitHub (Raw)の間には統計的な有意性は認められなかった。これは、コード削除の効果が限定的であることを示唆している。なお、比較のため、医療・生物系の論文からなるPubMedについても概要の可読性をspvBERTで計測し、その比率を示した。PubMedはACL Anthologyよりもさらに難しくと判定されていることが分かる。

spvBERTではなく、学習者の語彙テスト結果データを用いてデータセット中の平均的な学習者がテキスト中のすべての語を知っている確率からスコアを計算するVocabulary-basedでも、同様に、GitHubはACL Anthologyより易しく評価された。GitHubの読みやすさの平均スコアは0.117 (Code removed)、ACL Anthologyは0.140であり、統計的に有意な差がみられた(Mann-Whitney検定, $p < 0.01$)。(スコアが高いほど、読みにくいことを意味する。)これは、英語学習者にとって計算機科学の論文の学術的な文章は特に難しいのに対し、ソフトウェアのマニュアルではそのような学術用語はほとんど使われないためと推測される。Vocabulary-based評価器の利点は、spvBERT評価器と異なり、実際どのような語が英語学習者に難しいのかを出力することができる点である。例えば、GitHubのテキストではblockchainやautomergeといった語が、ACL Anthologyでは、lexicosemanticとcolingualといった語が英語学習者に特に難しくと判定された。

表 2: 英語学習者にとっての可読性結果

| - | 初級 | 中級 | 上級 |
|-----------------------|-------|-------|-------|
| GitHub (Raw) | 0.056 | 0.778 | 0.167 |
| GitHub (Code Removed) | 0.083 | 0.861 | 0.056 |
| ACL Anthology | 0.030 | 0.413 | 0.557 |
| PubMed | 0.005 | 0.189 | 0.806 |

4 まとめ

計算機科学の論文の概要の多くは、中級の英語学習者には読めないことを示した。一方、計算機科学のソフトウェアのマニュアルは英語学習者でもほとんど読めることを示した。このことは、英語学習者が計算機科学の論文を読解するには支援が必要であることを示す一方、¹³⁾の定義による中級以上の英語学習者がソフトウェアマニュアル等を読解する上では、あまり支援が必要ない可能性を示唆している。本研究で収集したREADME.md、実験に用いたコード等は、http://yoehara.com/またはhttp://readability.jp/で公開を検討している。

謝辞 本研究は、JST 戦略的創造研究推進事業 (ACT-X, JPMJAX2006) の支援を受けた。

参考文献

- (1) BNC Consortium. The british national corpus, version 3 (bnc xml edition). Distributed by Bodleian Libraries, University of Oxford, on behalf of the BNC Consortium <http://www.natcorp.ox.ac.uk/>, 2007.
- (2) Meri Coleman and Ta Lin Liao. A computer readability formula designed for machine scoring. *Journal of Applied Psychology*, Vol. 60, No. 2, p. 283, 1975.
- (3) Edgar Dale and Jeanne S Chall. A formula for predicting readability: Instructions. *Educational research bulletin*, pp. 37–54, 1948.
- (4) Mark Davies. The corpus of contemporary american english (coca). Available online at <https://www.english-corpora.org/coca/>, 2008.
- (5) Jacob Devlin, Ming-Wei Chang, Kenton Lee, and Kristina Toutanova. BERT: Pre-training of Deep Bidirectional Transformers for Language Understanding. In *Proc. of NAACL*, pp. 4171–4186, Minneapolis, Minnesota, June 2019.
- (6) Yo Ehara. Building an English Vocabulary Knowledge Dataset of Japanese English-as-a-Second-Language Learners Using Crowdsourcing. In *Proc. of LREC*, May 2018.
- (7) Yo Ehara. Lurat: a lightweight unsupervised automatic readability assessment toolkit for second language learners. In *Proc. of ICTAI*, pp. 806–814, 2021.
- (8) Yo Ehara. Neural language model-based readability assessment of computer science introductory texts for english-as-a-second language learners. In *CogSci poster full paper*, 2022.
- (9) Yo Ehara, Issei Sato, Hidekazu Oiwa, and Hiroshi Nakagawa. Mining Words in the Minds of Second Language Learners for Learner-specific Word Difficulty. *J. of Information Processing*, Vol. 26, pp. 267–275, 2018.
- (10) Rudolf Flesch. A new readability yardstick. *J. of Applied Psychology*, Vol. 32, No. 3, pp. 221–233, 1948.
- (11) J Peter Kincaid, Robert P Fishburne Jr, Richard L Rogers, and Brad S Chissom. Derivation of new readability formulas (automated readability index, fog count and flesch reading ease formula) for navy enlisted personnel. Technical report, Naval Tech. Training Command Millington TN Research Branch, 1975.
- (12) Matej Martinc, Senja Pollak, and Marko Robnik-Šikonja. Supervised and Unsupervised Neural Approaches to Text Readability. *Computational Linguistics*, Vol. 47, No. 1, pp. 141–179, April 2021.
- (13) Sowmya Vajjala and Ivana Lučić. OneStopEnglish corpus: A new corpus for automatic readability assessment and text simplification. In *Proc. of BEA*, 2018.

理工系大学院生向けの学術英語モバイルラーニング教材の開発

Developing Academic English Materials for Science and Engineering Graduate Students to Learn on Mobile Devices

汪 曙東¹, 岩田 淳²
Shudong WANG^{*1}, Jun IWATA^{*2}

^{*1} 島根大学外国語教育センター

^{*1}the Center for Language Education, Shimane University

^{*2} 島根大学医学部

^{*2}School of Medicine, Shimane University

Email: wangsd@soc.shimane-u.ac.jp

あらまし：本研究では、国内の大学英語教員、理工系専門教員、大学院生、外国人留学生、海外の大学の理工系教員および大学院生が協働し、いつでも、どこでも学習できる理工系大学院生のための学術英語学習用モバイルラーニング教材を開発する。開発した教材はデータベース化し、スマートフォン等の携帯端末でコンテンツを検索・学習可能な仕様とする。本研究で開発する教材は、日本の理工系大学院生の学術英語学習の教材として活用することで、英語による研究成果の発信力を高め、学術論文数の増加だけでなく国際的な共同研究や研究留学を推進するための基盤となることが期待される。

キーワード：学術英語英語，国際研究発信力，教材開発，モバイルラーニング

1. はじめに

国内の大学は、教育や研究分野の国際化に対応するために、世界の大学ランキングの順位を参照しながら、教育、研究内容の充実とともに、世界に向けた教育、研究成果の発信力をより一層強化しようとしている[1]。研究成果の発信力強化の方法として、専門分野における英語教育体制の整備が特に重要視され、そのため学術英語（EAP: English for Academic Purposes）の教授法や教材開発に関する研究ニーズが近年急速に高まっている。

理工系の学術分野では、英語は情報入手や研究成果発信における必須のツールとなっていることから、学術的な専門英語の教育体制整備が特に重要視されている。しかしながら、多くの大学院では理工系の知識のない英語教員が専門英語科目を担当し、専門教員や大学院生と協働した教育実践や教材開発はほとんど例をみない。また、専門英語科目の授業内容は、気候変動等の一般的テーマを扱った読解指導に偏り、論文投稿や学会発表に必要な発信力向上を目的とした体系的な英語授業実践はほとんどみられない。[2]

2. 研究方法

本発表者は、長年地方国立大学の理工系大学院生を対象に「アカデミック英語」の授業を担当しているが、研究成果を英語で発信することに苦手意識を持つ学生の割合が年々増加していることを痛感している。また、理工系分野の学術英語用教材の多くは地球温暖化等の一般的テーマを中心とする読解学習が主で、研究成果の発信に必要な英語スキルの体系的指導に適した教材はほとんど流通していない。そのため理工系の大学院生が、専門の研究成果を、

正しく (Correctly)、明確で (Clearly) で簡潔に (Concisely) 発信する力を効果的に習得できるような教材開発が重要である。

以下の方法で本研究が進んでいる。

(1) 理工系大学院生を対象とする学術英語のレベル診断と教材ニーズ調査。

(2) 勤める大学の理工系大学院の11の専門コースから英語力の高い学生を1コース1名、計11名の「学術英語教材作成学生スタッフ」として募集。学生スタッフをグループ分けし、教員の指導のもとで各専門分野の頻出用語や表現リスト作成、読解演習の論文精選と注釈作成、利用承諾を得た学術発表映像への字幕の追加など、素材となる教材を作成。

(3) 英語教員と専門教員による(2)の素材の編集および教材追加。

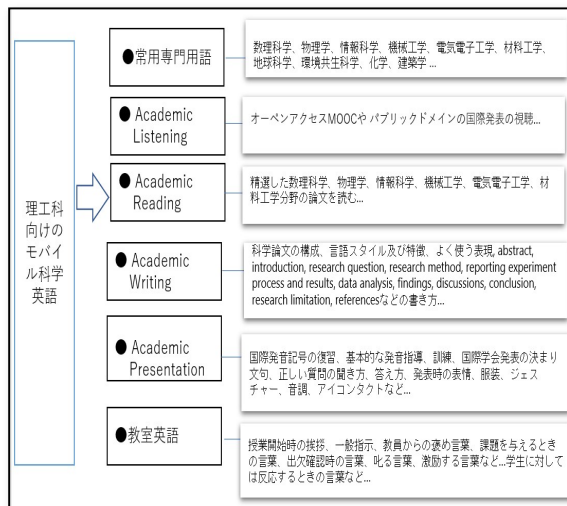
(4) 教材のデータベースを利用したスマートフォン用アプリを開発。

(5) 運用評価により教材、アプリ改良。

(6) 研究成果の公表、教材の一般公開による利用推進。

3. 教材の開発手順

2の研究方法に従って、はじめには研究者が勤める島根大学で自然科学科研究科の約180名の「アカデミック英語演習」授業の履修生を対象した学術英語のレベル診断をし、必修科目としての教養英語の履修終了から2年後の英語レベルを把握した。そして、研究発信の現状および学術英語教材に対するニーズの調査をしている。



写真、映像、音声、動画を付け、VR技術を導入し、バーチャルで国際学会の模擬発表をする。また、スマートフォンについている音声認識、音声合成の機能を利用した Academic listening、Academic Presentation を練習する。



図1 学術英語教材開発設計のフロー

および大学院生が協働し、いつでも、どこでも学習できる理工系大学院生のための学術英語学習用モバイルラーニング教材[3]を開発している。コンテンツは、理工系学術分野におけるリーディング、ライティング、プレゼンテーションの英語スキルの向上を目的として開発し、開発した教材はデータベース化し、スマートフォン等の携帯端末でコンテンツを

検索・学習可能な仕様とする。また開発した教材は無料で公開する。

また、その運用評価によって、教材の有効性を検証するとともにオープン教育リソース(OER)として他の教育機関との共同利用を目指す。オープンアクセスで持続可能な教材開発方法と学習コンテンツ無料公開(OER)による、教育の格差減少に貢献するというSDGsのアプローチの波及効果および意義もあると考えられる。さらに、本研究で得た知見や教材を社会に還元し、理工系分野の専門英語教育におけるモバイルラーニングの普及と進展に貢献することを目的とする。今後の研究成果を引き続き発表、公開する予定である。

参考文献

- (1) 石川真由美: 国際競争と日本の大学 -世界大学ランキングという鏡を通して. 比較教育学研究 (56). pp.140-149. (2018).
- (2) 飯島、他: 日本の大学における学術英語カリキュラムの現状と課題 ―実態調査結果を踏まえて―京都大学高等教育研究. pp.95-98 (2016)
- (3) S. WANG, D. Jarrell, J. IAWATA: Learning via mobile phones - students' learning styles, needs, preferences and concerns. International Journal of Innovation and Learning (SSCI Journal) vol.19 (4), pp.431-443. (2016)

4. 予測される研究成果

本研究は国内の大学英語教員、理工系専門教員、大学院生、外国人留学生、海外の大学の理工系教員

研究活動サイクルの包括的支援を目掛けたシステム連携基盤の構築

System Integration Platform for Comprehensive Support of Research Activities

清水 俊匡^{*1}, 林 佑樹^{*1}, 瀬田 和久^{*1}

Toshimasa SHIMIZU^{*1}, Yuki HAYASHI^{*1}, Kazuhisa SETA^{*1}

^{*1}大阪公立大学大学院 情報学研究科

^{*1} Graduate School of Informatics, Osaka Metropolitan University

Email: shimizu@kism.kis.osakafu-u.ac.jp

あらまし：研究活動は学術研究ミーティングを中心とする4つの活動（自己内対話、資料作成、議論、内省）から構成される。学習者が長期に渡って行う思考内容を捉えながら、研究活動を包括的に支援するシステムは提案されていない。本稿では研究活動の対象領域を限定し、当該領域の成立要件を規定した研究活動オントロジーをベースとすることで、研究活動情報を統合処理するためのデータ連携基盤の設計・構築を目的とする。

キーワード：ドキュメントセマンティクス、研究活動オントロジー、マルチモーダル情報

1. はじめに

学術研究ミーティング（研究MT）は提案者（学習者）自身では見出だせない問題点を研究室の他の学生や指導教員との議論を通じて洗い出し、課題解決の方策を検討する知識創造的な活動である。この研究MTの質を高めるためには、学習者自身の考えや、そこに至る思考プロセスが議論の場で明確に伝達されることが望ましい。そのためには学習者が自分の思考を認識し（図1①）、議論で挙げるトピックを焦点化しながら、議論の目標に到達するための論理構成を資料（議論資料）に言明する必要がある（図1②）。そして議論の場を主導するとともに（図1③）、議論後には自己の思考活動を内省して次の研究MTに備えることが肝要である（図1④）。このとき、議論したことだけでなく、議論の準備に向けて行った自己の思考に立ち返ることが望ましい。

こうした学習者の頭の中で連続的になされる研究諸活動を断片的に支える支援システム群が提案されているものの⁽¹⁾⁽²⁾、これらを有機的に連携させて研究活動全体を包括的に支える情報基盤は整えられていない。そこで本研究では、対象とする研究領域を焦点化し、研究領域の概念体系が規定された研究活動オントロジーを連携基盤として活用することにより、研究活動サイクルの自己内対話、資料作成、議論インタラクション、内省情報をシームレスに連携させて支援することができる基盤構築を目的とする。

2. アプローチ

研究活動を始めとする創造的活動は、解を予め想定できない開かれた活動であるため、そこでなされる思考活動や議論の意味内容に立ち立ったシステム駆動の知的介入を実現することは難しい。この技術的困難性に対して、本研究では研究対象を特定分野（知的学習支援システム研究領域）に限定し、当該領域の研究遂行に求められる思考活動とその活動の

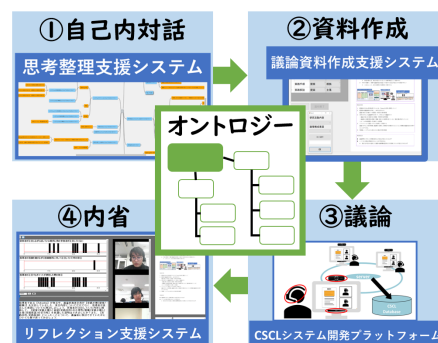


図1 研究活動サイクルと支援システム群

成立要件が一般性・固有性を踏まえた形式で構造化されている研究活動オントロジー⁽¹⁾と、「前提と提案には合理性がある」といった学習者が資料を作成する時の論理関係が構造化されている論理構成意図オントロジー⁽²⁾を活用することを考える。これらのオントロジーを、諸活動を支えるシステム群の連携媒体とすることで、学習者が取り組む研究活動の意味情報の繋がりを情報システムが認識し、これに追従できる手立てとする。以下、各活動を支える支援システムとシステム連携に向けた課題を整理する。

① **自己内対話**: 研究活動オントロジーに基づき学習者の研究内容を整理するための思考整理支援システム⁽¹⁾が提案されている。学習者が検討した思考情報とその関係性を資料作成へと受け渡す仕組みが必要となる。

② **資料作成**: この活動を明示的に支えるシステムは整えられていない。自己内対話で表明された研究内容をどのような意図で説明するか（論理構成意図）を表すドキュメントセマンティクス（議論資料上のエリアの意味内容を示す計算機可読なデータ集合）が付与できる機構を検討し、次なる議論段階へ受け渡す仕組みが必要となる。

③ **議論**: 分散環境でなされる多人数インタラクションの言語・非言語情報を捉える仕組みとして、ドキ

コメントセマンティクスが付与された議論資料に対する議論参加者のマルチモーダル情報（視線情報や発話情報）を計測・蓄積できる議論環境（CSCL システム開発プラットフォーム）⁽²⁾が整えられている。これを内省段階へと受け渡す仕組みが必要となる。

④ **内省**: 振り返り活動を促すことを目的として、議論インタラクション状況に即した助言を提示するリフレクション支援システム⁽³⁾が整えられている。ドキュメントセマンティクスの意味内容が規定された研究活動オントロジーを基礎とし、これを捉えることができるシステムへと拡張することで、①～③の活動を踏まえ議論準備時の思考活動まで振り返ることを促す助言を生成する仕組みが必要となる。

以上の課題について、研究活動全体を情報システムが支援するために、本研究ではこれまで支援されていなかった②の議論資料に意味情報を付与するシステムを新たに開発するとともに、システム群のデータ連携処理を上述した2つのオントロジーを媒介して可能とする基盤を整えた。

3. 議論資料作成支援システム

研究活動サイクルをシームレスにつなぐために、自己内対話で整理した考えを資料と対応付ける（タグ付け可能とする）ことで資料に書かれたことを計算機可読化するシステムを開発した（図2(左)）。

学習者は議論資料上でドラッグ操作により領域を選択し（図2(a)）、選択領域内の研究活動内容と論理構成意図に該当する意味情報を付与できる（図2(b)）。学習者が選択する項目は研究活動オントロジーと論理構成意図オントロジーに基づき表示されており、自己内対話で整理した研究内容と対応した情報を、議論に向けてどのような論理的な意図で表明しようとしているのか付与することができる。さらに、領域同士の論理的繋がりを選択付与する。例えば、論理構成意図オントロジーに規定されている「前提と提案には合理性がある」といった関係性が領域に書かれた内容間で担保されていることを吟味して付与する。

このことで、内容の論理的な繋がりや資料に込めた意図の顕在化を促進し、議論に向けたレディネス向上に繋げることを狙いとしている。そして、この情報を引き継ぐ議論支援システム⁽²⁾にとっては、オントロジーに紐付けられた関係性に基づいて議論時に参照される資料の意味的な繋がりや、議論参加者

の視線行為の意味的内容を捉えることができるようになる。こうした情報を受け渡すためのインターフェース（データフォーマット）を規定することで、学習者が議論前に行った思考活動と議論資料に込めた意図を議論や、内省活動を支えるシステムに引き継ぐことができる情報基盤の構築が可能になった。

4. システム群連携の動作確認

構築したシステム連携基盤が意図した機能を実現するものとなっているか確認するための動作検証を行った。①学習者が思考整理支援システム⁽¹⁾上で整理した思考内容にもとづき、②3章で述べたシステム上で議論資料を作成し、③議論支援環境⁽²⁾を用いて3名による議論時のマルチモーダル情報を計測した。議論後、④リフレクション支援システム⁽³⁾に設定された議論状況検出/助言提示ルールに則って、議論状況と議論前の思考情報を踏まえた助言提示を可能とすることを確認した。

具体的な助言例として「提案者が注目しながら話している領域を参加者が注目していなかった」として検出された議論状況を対象に、議論資料に付与した意味情報から、「参加者の振る舞いからあなたの説明が伝わっていないようです。前提とする実践目的と実践仮説の提案に合理性があるか意識しながら、議論前に検討した内容を振り返ってみましょう（下線：研究活動オントロジーの概念、破線：論理構成意図オントロジーの概念）」といった主旨の助言が生成されていた。

このような助言を生成できることにより、これまで支援されていなかった議論資料作成支援システムを新たに開発することにより、資料作成から内省までをシームレスに支援するためのシステム連携動作を実現できていることを確認した。

5. まとめ

本稿では、研究 MT を機会とする一連の研究活動を、情報システムが包括的に支援するための基盤を整えた。今後の課題として思考整理支援システム⁽¹⁾との繋がりを強め、学習者を議論準備時の考えに立ち返ることを促す助言提示を可能にすることや、構築した連携学習基盤により可能となる学習効果を検討していく必要がある。

参考文献

- (1) N. Mori, Y. Hayashi, and K. Seta: "Ontology-based Thought Organization Support System to Prompt Readiness of Intention Sharing and Its Long-term Practice", The Journal of Information and Systems in Education, 18(1), 27-39 (2019)
- (2) 杉本葵, 林佑樹, 瀬田和久: "言語・非言語アウェアな CSCL システム開発プラットフォーム", 電子情報通信学会論文誌, Vol. J101-D, No. 4, pp. 713-724 (2018)
- (3) Shono, A., Hayashi, Y. and Seta, K.: "Reflection Support Environment for Creative Discussion Based on Document Semantics and Multimodal Information", Proc. of ICCE2021, 93-98 (2021)

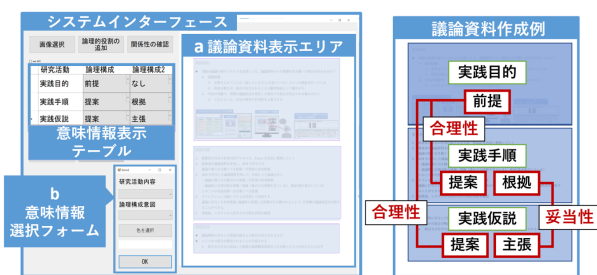


図2 システムインターフェースと資料作成例

ソフトウェア開発技法を学ぶシナリオ型チャットボット教材の 形成的評価

Formative Assessment of Scenario-Based Chatbots for Learning of Software Development Skills

高橋 暁子^{*1}, 根本 淳子^{*2}, 竹岡 篤永^{*3}

Akiko TAKAHASHI^{*1}, Junko NEMOTO^{*2}, Atsue TAKEOKA^{*3}

^{*1} 千葉工業大学情報科学部

^{*1} Faculty of Information and Computer Science, Chiba Institute of Technology

^{*2} 明治学院大学心理学部

^{*2} Faculty of Psychology, Meiji Gakuin University

^{*3} 新潟大学教育・学生支援機構

^{*3} The Institute of Education and Student Affairs, Niigata University

Email: takahashi@net.it-chiba.ac.jp

あらまし：本研究では、大学におけるソフトウェア開発技法科目を題材に、Goal-Based Scenario 理論に基づいたシナリオ型教材を試作した。形成的評価の結果、文字入力を促すインストラクションや、より深く考え知識を活用させるためのシナリオ展開などについて改善が必要であることが示唆された。

キーワード：インストラクショナルデザイン、GBS、SCC、ソフトウェア開発

1. はじめに

著者らは、大学におけるソフトウェア開発技法科目における学びの深化を目指し、シナリオ型教材の開発と授業改善を検討している。これまで、Goal-Based Scenario (以下 GBS) 理論を基盤とした設計を行った⁽¹⁾。本研究では、本開発に向けて教材の改善点を明らかにすることを目的とし、試作版を用いた形成的評価 (1 対 1 評価) について報告する。

2. 試作版の概要

本研究の対象は、大学3年生を対象としたソフトウェア開発技法を学ぶ科目である。本教材は当該科目の授業3回分のソフトウェア開発プロセスの内容に対応している。

本開発では「1 シーン 5 分×3 シーン」を1 回分として授業3 回分を開発する予定だが、試作版として、各授業回から1 シーン分だけを抜き出し、授業3 回分を開発した。学習者は、図書館アプリ開発プロジェクトにおいて、主人公 (プロジェクトマネージャー) へ適切なアドバイスをする立場として参加する。第1章は「要求分析」、第2章は「設計と開発」、第3章は「テスト」をテーマとしてシナリオが展開する。シナリオ操作には、LINE チャットボットを利用した (図 1)。シーン終盤での助言選択に応じて、最後に異なるフィードバック画面が表示される。

3. 形成的評価

3.1 目的

本開発に向けて教材の改善点を明らかにすることを目的とし、特に操作性、シナリオ内容の妥当性、動機づけ、有用性 (学習体験から得られた気づき)

の観点で評価をする。

3.2 方法

対象者はソフトウェア開発技法を学ぶ科目を履修した (単位習得した) 大学3年生3名である。

各自のスマートフォンを用いて 30 分程度の試用をしてもらい、第一著者がその様子を観察した。試用後にアンケートとフォーカスグループインタビューを実施した。

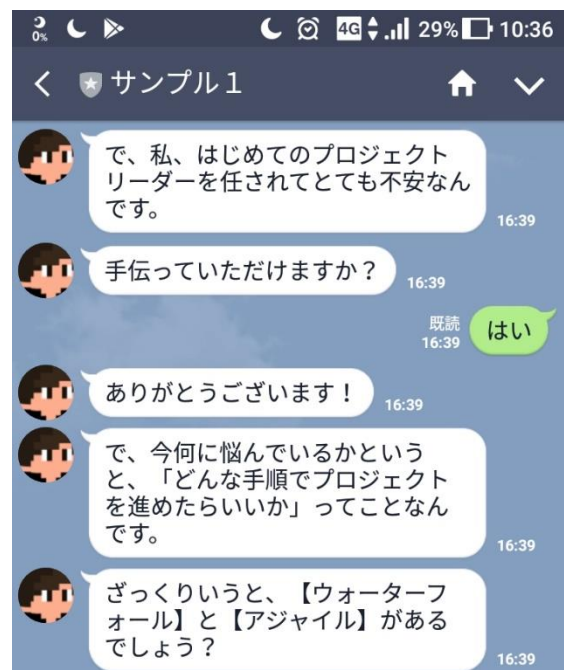


図1 シナリオ操作画面 (参考文献1の図1)

3.3 結果

操作性

アンケートの結果、全体的な操作性(5件法;5が非常に良い)に関しては全員4と評価した。評価が若干低かったのはヘルプ機能の操作で、2名が3、1名が5と回答した。

一方、インタビューにおいて、文字入力が必要な場面で入力待機状態に気づかないといった意見が出た。実際、観察時に操作に戸惑っている様子が見られ、第一著者が操作説明をした場面があった。

シナリオ内容の妥当性

シナリオ内容に関するアンケート(5件法;5が非常に良い)の結果、どの項目にも全員が3以上であったが、「登場人物に感情移入できるか」「進行役はスムーズな進行の役に立ったか」「ヘルプ機能のコメントは参考になったか」の3項目について、2名が3、1名が4と回答した。

一方、高評価だったのは「シナリオの途中に出てくる用語に関するクイズは煩わしくなかったか(基礎知識を思い出す手助けになったか?)」で、2名が5、1名が4と評価した。ただし、インタビューでは簡単すぎるという意見も出た。

意見が割れたのは「最終的に示される結果(ハッピーエンド、バッドエンド)に納得感はあるか」で、2、4、5という結果であった。インタビューによると、フィードバックは全体的には好評であったが、1名からバッドエンドで新人エンジニアが退職するという展開が嫌だったという意見があった。

動機づけ

アンケートではARCSモデル⁽²⁾を踏まえた4つの質問(5件法;5が非常に良い)を用意した。注意、関連性、満足度の3項目については全員が4以上であったが、自信に関して1名が3、2名が4という評価であった。

有用性(学習体験から得られた気づき)

先行研究⁽³⁾を参考に5つの質問を用意し、5件法(5が非常に良い)による回答と、回答の理由(記述式)を求めた。結果を表1に示す。A-1)の平均が最も低く、知識の活用が課題であることが分かった。回答理由で「活用しなくてもストーリーは進められた」「そこまで考えなかった」とあることから、学習者があまり深く考えていなかったことが確認できた。

4. 考察

操作性に関しては、おおむね問題ない一方で、文字入力を促すインストラクションを明示的に行う必要性が示唆された。また、ヘルプ機能に関しては、そもそも使用していないために評価が低かったと考えられる。

今後の大きな改善点としては、知識を活用させるためのシナリオ展開の検討が考えられる。クイズが好評だった一方で、簡単すぎるという意見もあった。導入は浅い知識の確認から始めても、徐々に負荷をあげて、ストーリーがあるからこそより深く考え、知識を活用せざるを得ない体験を提供できるかが今後の課題である。加えて、対面のグループワークなど、チャットボット以外の場面で知識の活用を促すことも検討していきたい。

参考文献

- (1) 高橋暁子, 根本淳子, 竹岡篤永: “シナリオ型教材におけるチャットボット活用の提案”, 第46回教育システム情報学会全国大会(オンライン)発表論文集, 13-14 (2021)
- (2) J.M.ケラー(著), 鈴木克明(監訳): “学習意欲をデザインする”, 北大路書房 (2010)
- (3) 根本淳子, 柴田善幸, 鈴木克明: “学習デザインの改善と学習の深化を目指したデザイン研究アプローチを用いた実践”, 日本教育工学会論文誌, 35(3), 259-268 (2011)

表1 学習体験から得られた気づき

| 質問 | 平均 | 回答理由(記述式) |
|---|-----|--|
| A-1) 教材によって得られた知識やスキルをどのように活用できるか意識した | 3.3 | ・単語だけでなくその言葉の役割も聞かれるため ・活用しなくてもストーリーは進められた。 ・そこまで考えなかった |
| A-2) 教材によって得られた知識やスキルの活用力が高まった | 3.7 | ・教材に沿った問題が提出されたため ・特別特殊なことをしていないため、知識があれば進められるストーリーであり、活用が高まったような感じはしなかった。 ・そこまで考えなかった |
| B-2) 教材によってソフトウェア開発の課題が明確になり、学習内容を焦点化しやすくなった | 3.7 | ・聞いたことのある問題のため ・誤答の度にレモン先輩が出てきてくれたから。 ・直感 |
| C-1) ストーリーが付与されたことで継続的な学習が実現できた(できそうだった) | 4.0 | ・トークに興味湧くため ・ほぼ文字だけだから、LINEを勉強に使ったことがあまりないから少し目が疲れる。 ・会話の変化が面白い |
| C-2) ストーリーが付与されたことで学習に没頭できる環境を作ることができた(できそうだった) | 4.0 | ・続きが気になるため ・没頭するほどではなかった。 ・会話の変化が面白い |

地域課題の体験的学びを通じた教育研究の取り組み

Studies on Project Based Local Issues Learning through Fieldwork with ICT

岩根 典之^{*1}, 山口 光明^{*2}, 山平 芳美^{*2}
Noriyuki IWANE^{*1}, Mitsuo YAMAGUCHI^{*2}, Yoshimi YAMAHIRA^{*2}

^{*1} 広島市立大学情報科学部

^{*1} Faculty of Information Science, Hiroshima City University

^{*2} 広島市立大学国際学部

^{*2} Faculty of International Studies, Hiroshima City University

Email: iwane@hiroshima-cu.ac.jp

あらまし：地域・社会の課題や資源を対象に PBL を通じた教育研究に取り組んでいる。学生は実世界ならではの体験をしながら課題や目的を明確にし、その解決法を考え、システム化と改善を繰り返しながら問題解決する探索的研究に挑戦している。教員はそのような場や環境を提供するとともに人材育成やアクティブラーニングの効果的な方法を探究している。本稿では、プロジェクトの概要と、その一環で取り組んでいる教育研究として、AI を用いた交通調査支援、メタバースを用いた学習支援、モーションキャプチャを用いた体操支援、の3例を紹介する。

キーワード：実世界指向, PBL, 人材育成, 探索的研究

1. はじめに

人口減少により、都市に比較的近く通勤圏内の島嶼部や山間部でも急速に空き家が増え、周辺環境も荒廃が進んでいる。少子化で学校の統廃合も多く、空き家だけでなく廃校舎も地域資源としていかに活用するか、そして地域を活性化するか喫緊の課題となっている。空き家バンクやお試し移住など、移住促進が進んでいるところもあるが、多くは追いついていないのが現状ではなかろうか。地方都市の広島市では江田島や倉橋島は橋でつながり広域都市圏にあるが、陸や海の変化は急である。一方、高齢化で介護問題や健康長寿は誰にも切実になり、全国各地でご当地百歳体操が行われたりしている。

近年、SDGs の話題が取り上げられることが多くなり、教育現場でも社会問題や地域課題を題材に地域貢献活動に取り組むケースが多くなってきた。本研究でも、空き家問題を実世界指向で考える学習環境の検討¹⁾、地域の資源探索や活性化、コロナ禍ならではの課題に PBL の観点から地域貢献に取り組んでいる。本稿では、地域・社会の課題や資源を対象にした3つの教育研究例を紹介する。

2. プロジェクトの概要

最初のプロジェクトは、島嶼部で顕著な空き家解消にむけた試みであり、急速に「過疎化」と「高齢化」が進む瀬戸内の島（江田島市）を訪問する人の流れを促す事と海辺で快適に暮らす空間を設置することで瀬戸内の島の賑わいを創り出すことを目的としている。学生は、移住促進の情報提供や交流人口増加に貢献するため、アクティブに地域を調査しながら魅力的な情報発信が求められている。

次のプロジェクトは、人口が急速に減少して使われなくなった施設（廃校となった小学校や歴史的な

建物）や埋もれた歴史的な施設などが増加する瀬戸の島（呉市倉橋島）の認知度向上、関係・交流人口の増加、地域資源の探索と利用を目指している。学生は最初のプロジェクト以上に主体的に活動することが求められている。

最後のプロジェクトは、対面活動が制限される事態になっても、健康維持のための活動を止めることなく持続できるような環境の在り方を模索することを目的としている。そこでは試行錯誤しながらフィジカルとメンタルの両面から健康の維持促進を可能にするよう対面からオンラインまでカバーする楽しいハイブリッド環境の構築を目指している。学生はシステムの設計開発や活動支援に主体的に関与することが求められている。

3. 探索的研究の例

前述の3つのプロジェクトは国際学部と情報科学部の教員学生が協働している。国際学部は社会的側面から、情報科学部は技術的側面から主にアプローチしている。ここでは各プロジェクトに対し、特に後者から貢献するために情報科学部の学生が卒業研究として取り組んでいるシステムの設計開発について述べる。本来、卒業研究はPBLそのものだが、ここではより実社会で実践的な世界という意図である。

3.1 AI を用いた交通調査支援

これまで人手による労働集約的な交通量調査の調査員は廃止されAIに切り替わるそうである。AIは、人口減少に対する切り札のごとくコスト削減や効率化の名のもとに、ますます社会に普及していき、新たな価値やイノベーションを創発していくであろう。しかし、このような技術は公益だけでなく個人レベルであっても誰でも簡単に恩恵を受けられよう

きないであろうか。交通流は、観光政策などに重要なデータというだけでなく、常時、計測できればビッグデータとしての可能性、個人レベルでの価値や用途も生まれよう。AI を用いてアドホックな計測システムを容易に構築できないであろうか。汎用性を目指すのではなく、その地点に特化した、しかし環境や計算機資源の制約が厳しい状況でどのように実現したらよいであろうか。図1は、このような課題に対し、まず、広島市内のある交差点のライブカメラ映像で試作中のシステムを検証している画面である。交差点を何が、どの方向からどの方向へ、何台流れたか、などを検出する方法を検討している。ある程度目途が立ったら、実際に江田島で設置調査しながら方法を確立していく。

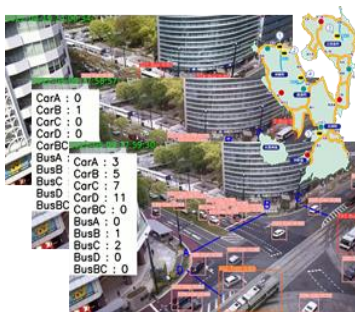


図1 交通流のAI調査

3.2 メタバースを用いた学習支援

江戸時代は海上交通の要所であり、潮待ち・風待ちの廻船で栄えた港町が倉橋島南端にある。街の作りは、その時代を物語るものであり、史資料も残されていて歴史文化に思いを馳せるには格好の知である。しかし、広域都市圏にあるとはいえ、江田島のようにフェリーや高速艇もなく、頻りに訪れるには交通アクセスはあまりによくはない。そこでどこからでも体験的に学べ、互いの学びを環境にタグ付けできるような分散認知による学習環境が構築できないであろうか。図2は、その課題に対して設計開発中のシステムである。同図の左上は伊能忠敬が宿泊したとされる地区の写真であり、その他は Mozilla Hubs や 3D モデリングソフトを利用して試作中のメタバースである。現地活動や文献調査、関連研究を主体的に調査しながらクオリティを向上していく。



図2 学習空間のメタバース化

3.3 モーションキャプチャを用いた体操支援

全国各地の自治体では、ご当地のいきいき百歳体操が取り組まれている。人生百年といわれているが、高齢者が要介護状態に陥ることなく健康でいきいきとした生活が送れるよう支援するためである。広島市もオリジナル DVD を制作し、週1回以上その体操に取り組む団体に地域包括支援センターを介して無料配布されている。しかし、2021年はコロナ禍で活動停止という事態になった。地域から「コロナ禍でも健康体操で交流したい」という課題の解決に協働して取り組んでほしい依頼があった。どのような環境を提供すれば楽しく持続可能で、たとえ有事になったとしても活動を継続できるであろうか。図3上は、既存の手旗信号の学習支援システムをゲーム化し、楽しんだ結果、筋力や健康が身についたというシステム試作に向けてフィジビリティスタディをしているシーンである。同図下は、健康体操の支援機能の検証シーンである。体操は、多くの基本動作があり40分程度あるので、個々の動作検出と支援機能をインクリメンタルに設計開発していく。

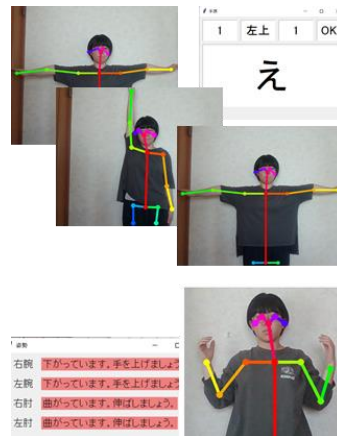


図3 身体動作やポーズの検出

4. おわりに

地域・社会の課題や資源を対象に PBL を通じた教育研究の取り組みについて述べた。今後、現地で活動するとともにシステム開発を進める予定である。ドローンや全天球カメラなどで記録し、データベース化するとともに地域資源（廃校や空家等）の活用法、魅力的な情報発信法を考えながら主体的かつ体験的に学んでいくことを期待する。テレワーク、デュアルライフ、ブレジャーなど、実践的に地域資源の可能性や課題、新たな価値を探索してゆきたい。システム化に取り込み中の小田見之氏、山本大徳氏、内山七香氏に感謝する。なお、本研究の一部は広島市立大学社会連携プロジェクト採択事業による。

参考文献

- (1) 岩根典之, 山口光明: “空き家問題を考える実世界指向の学習環境について”, 教育システム情報学会第46回全国大会講演論文集, pp.95-96 (2021)

小学校教員に有用なビジネス・データサイエンス・データエンジニアリング力 についての小学校教員およびデータサイエンティストの認識

Perception of Current Data Scientists and Elementary School Teachers Regarding Business,
 Data Science, and Data Engineering Skills Useful for Elementary School Teachers

澤山 郁夫^{*1}, 森山 潤^{*2}
 Ikuo SAWAYAMA^{*1}, Jun MORIYAMA^{*1}

^{*1}兵庫教育大学

^{*1}Hyogo University of Teacher Education

Email: sawayama@hyogo-u.ac.jp

あらまし：本研究では、データサイエンス等に関する知識・技能を全ての国民が育むことが求められる背景の下、現職の小学校教員は、小学校教員がこれらのスキルを身につけておくことをどの程度有用と考えているのかについて、データサイエンティストの考えとの比較を通じて検討した。結果、小学校教員は、データサイエンティストよりも、小学校教員がこれらのスキルを身につけておくことについて「有用ではない」と評価しており、それはとくにデータエンジニアリング力に関するスキルにおいて顕著であった。また、データサイエンティストにおいては、日本の小学校教育の現状に対する危機意識が高い人ほどデータサイエンス力の有用性認知が高いのに対して、小学校教員はその逆で、危機意識が高い人ほど、データサイエンス力の有用性認知は低い傾向であった。

キーワード：データサイエンス、データエンジニアリング、小学校教員、有用性認知、データサイエンティスト

1. はじめに

内閣府⁽¹⁾は、『AI戦略2019』の中で、「大学・高専・社会人」を対象とした目標として「文理を問わず、全ての大学・高専生（約50万人卒／年）が、課程にて初級レベルの数理・データサイエンス・AIを習得」することや、「多くの社会人が、基本的情報知識とデータサイエンス・AI等の実践的活用スキルを習得できる機会をあらゆる手段を用いて提供」すること、さらには「小学校・中学校」を対象とした取組として、「現職教員のデータサイエンス・AIリテラシー向上のための学習機会の提供」等を掲げた。すなわち、小学校教員にも、一定のデータサイエンス・AI等に関するリテラシーを向上させることが求められるようになった。

一方、小学校教員は、小学校教員がこれらのスキルを身につけておくことについてどの程度有用と考えているのであろうか。本研究では、データサイエンティストの考えとの比較を通じて、小学校教員の有用性認知の実態について明らかにすることを目的とする。データサイエンティストとの比較を行うのは、小学校教員については、各スキルについて、現状未修得の状態であることから、有用性についての妥当な判断が困難な者も、少なからず存在すると考えられるためである。

2. 方法

2022年4月、楽天インサイトの保有するモニターのうち、現職の小学校教員およびデータサイエンティスト（いずれも常勤）を対象に、「教育に関するアンケート」と題した調査を依頼した。

調査は、下記2つの尺度から構成した。

ビジネス・データサイエンス・データエンジニアリング力 データサイエンス協会⁽²⁾の定めた、データサイエンティストに必要とされるスキルの内、見習いレベルの必須スキル92項目（ビジネス力：21項目、データサイエンス力：45項目、データエンジニアリング力：26項目）について、日本の小学校教員がこれらのスキルを身につけておくことについて、どの程度有用と考えるかを、1（全く有用でない）～7（非常に有用である）の7段階で評定を求めた。ただし、項目文に意味のわからない箇所があり、有用性の判断が難しい場合は、別途用意した選択肢『項目文の意味がわからない』を選択するよう求めた。なお、今後の参考として、とくに有用でない、または有用であると判断した内容とその理由についての自由記述をあわせて求めた。

現状への危機意識 有用性認知の個人差要因についての検討を加えるため、尾関⁽³⁾の「現状への危機意識」尺度を参考に、日本の小学校で行われている学校教育の現状に対する危機意識を測定した。なお、今後の参考として、日本の小学校で行われている学校教育の現状について、とくに危機的に感じていることの自由記述をあわせて求めた。

3. 結果と考察

計365名（小学校教員：182名（男性：114名、女性：68名、平均年齢46.03歳）、データサイエンティスト：183名（男性：175名、女性：8名、平均年齢49.37歳））の回答データが得られた。2つの職種で性比が異なっていたため（ $\chi^2(1)=60.24, p<.01$ ）、職種による回答結果の違いを検討する際には、性別要因が交絡していることに留意する必要がある。

3.1 各スキルの有用性認知

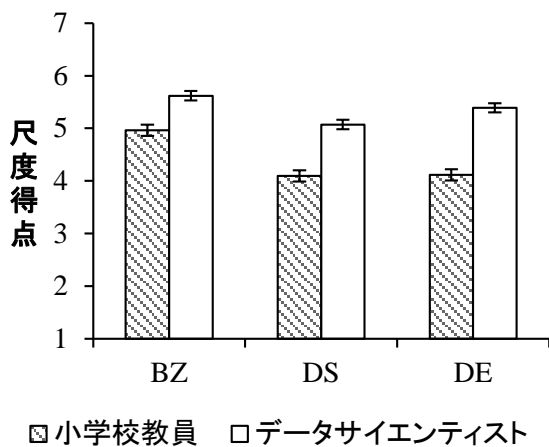
まず、「項目文の意味がわからない」と回答した参加者のデータをペアワイズ除去した上で、職種別に各スキルの有用性認知の平均値を概観したところ、小学校教員はデータサイエンティストより「項目文の意味がわからない」と回答する割合が高く、また、項目文の意味がわかる参加者に絞った比較においても、有用性認知が低い点が特徴的であった。

次に、3つの領域（ビジネス力、データサイエンス力、データエンジニアリング力）ごとの傾向をみるため、それぞれの領域ごとの尺度得点（項目平均値）を求め、職種×領域の2要因混合分散分析を実行した。その結果、まず、領域の主効果が検出された ($F(2, 454)=62.89, p<.01, \eta_p^2 = .22$)。Holm法による多重比較を行ったところ、いずれの領域間においても差が検出され、尺度得点の平均値はビジネス力、データエンジニアリング力、データサイエンス力の順で高かった ($ps<.01$)。また、職種の主効果、および交互作用効果も検出された（順に、 $F(1, 227)=67.83, p<.01, \eta_p^2 = .23; F(2, 454)=10.99, p<.01, \eta_p^2 = .05$ ）。すなわち、小学校教員はデータサイエンティストよりも、全般に有用性認知が低く、その程度は3つの領域によって異なっていた。交互作用が検出されたため、領域別に職種の単純効果の検定を行ったところ、データエンジニアリング力、データサイエンス力、ビジネス力の順で、差がより顕著であった（図1参照。順に、 $t(681)=9.10, p<.01, d=2.12; t(681)=6.97, p<.01, d=1.62; t(681)=4.69, p<.01, d=1.46$ ）。

3.2 現状への危機意識と有用性認知の関連

「現状への危機意識」を測定する6項目について、逆転項目を逆転処理の上、尺度得点を求めた ($\alpha=.81$)。

職種別に、現状への危機意識と、各領域のスキルに対する有用性認知の相関行列を求めたところ（表1参照）、小学校教員・データサイエンティストのいずれにおいても、現状への危機意識が高い人ほど、



注) エラーバーは標準誤差、BZはビジネス力、DSはデータサイエンス力、DEはデータエンジニアリング力を示す

図1 職種・領域別にみた有用性認知の尺度得点

表1 現状への危機意識と各有用性認知の関係

| | (a) | (b) | (c) | (d) |
|----------|---------------|---------------|---------------|---------------|
| (a) 危機意識 | | .19 * | <u>.17</u> * | .13 † |
| (b) BZ | .31 ** | | <u>.71</u> ** | <u>.70</u> ** |
| (c) DS | <u>-.17</u> † | <u>.11</u> | | .65 ** |
| (d) DE | -.07 | <u>.27</u> ** | .72 ** | |

注) 下三角は小学校教員における相関行列、上三角はデータサイエンティストにおける相関行列を示す。下線は、職種間で有意な相関係数の差が検出されたものを示す。** $p<.01$, * $p<.05$, † $p<.10$

ビジネス力についての有用性認知が高かった（順に、 $r=.31, t(131)=3.68, p<.01; r=.19, t(166)=2.48, p=.014$ ）。一方、データサイエンス力については、データサイエンティストでは、現状への危機意識が高い人ほど有用性認知が高いのに対して ($r=.17, t(144)=2.11, p=.037$)、小学校教員ではその逆で、現状への危機意識が高い人ほど有用性認知が低い傾向 ($r=-.17, t(105)=1.78, p=.075$) であった。また、この相関係数の差は有意であった ($z=2.71, p<.01$)。この結果から、小学校教員においては、データサイエンスでは対応が難しいような対象に危機意識を抱いている可能性が考えられる。あるいは、データサイエンス力を身につけることで何を解決できるのかを十分に理解できていない可能性も考えられる。データエンジニアリング力については、相関係数の差は認められないものの、データサイエンス力と概ね同様の傾向を示した。なお、その他の変数間の関連について特筆すべき結果として、データサイエンティストにおいては、ビジネス力の有用性認知が高い人ほど、データサイエンス力・データエンジニアリング力の有用性認知も高い傾向が強い（順に、 $r=.71, t(138)=11.76, p<.01; r=.70, t(156)=12.13, p<.01$ ）、小学校教員においては、この関連は認められない、または認められてもその程度が弱く（順に、 $r=.11, t(97)=1.13, p=.263; r=.27, t(97)=2.72, p<.01$ ）、いずれも有意な相関係数の差が検出された（順に、 $z=5.76, p<.01; z=4.53, p<.01$ ）。小学校教員は、ビジネス力とデータサイエンス力・データエンジニアリング力を比較的独立した対象として認識している可能性がある。今後、これらの認識の実態を踏まえた学習機会の提供や研修プログラムの在り方について検討を進める必要がある。

参考文献

- (1) 内閣府：“AI戦略2019”，<https://www8.cao.go.jp/cstp/ai/aistrategy2019.pdf>（参照2022.4.25）
- (2) データサイエンス協会：“データサイエンティストスキルチェックリスト ver.4”，https://www.datascientist.or.jp/common/docs/skillcheck_ver4.00_simple.xlsx（参照2022.4.25）
- (3) 尾関美喜：“社の発展への貢献度、現状への危機意識と集団アイデンティティが革新指向性に及ぼす影響”，産業・組織心理学研究，Vol.25, pp.91-98（2011）

講義「シェルスクリプト言語論 1」実践報告

—25 年後も使用できるプログラムやコマンドを作成する方法論への提案—

"Lecture on Shell Script 1" Practice Report -Methodology for creating programs and commands that can still be used 25 years later-

森 祥寛^{*1}, 松浦智之^{*2}, 大野浩之^{*1}
Yoshihiro MORI^{*1}, Tomoyuki MATSUURA^{*2}, Hiroyuki OHNO^{*2}

^{*1}金沢大学学術メディア創成センター

^{*1}Emerging Media Initiative, Kanazawa University

^{*2}ユニバーサル・シェル・プログラミング研究所

^{*2}Universal Shell Programming Laboratory

Email: mori4416@staff.kanazawa-u.ac.jp

あらまし：さまざまな教育機関を始めとして，社会全体で求められているデータサイエンス教育の中で，プログラミングや IoT の取扱いなどに使用されているのは，多くの場合，Python や JavaScript などの高級言語である．それに対して，われわれは，シェルスクリプトのコマンド群を用いたプログラミングやものグラミング，データ処理方法を提案している．その中で，シェルスクリプトという言語そのものの基礎教育の必要性が生じ，新たに「シェルスクリプト言語論 1」という講義を立ち上げた．本稿では，その開講意図と内容・構成ついてし，講義実践の報告をする．

キーワード：シェルスクリプト，データサイエンス教育，POSIX，教育 DX

1. はじめに

データサイエンスでは，必要に応じてプログラミングを行う．その際に使用されるプログラミング言語は，Python や JavaScript などに代表される高級言語（高水準言語）が主である．高級言語は，プログラミングなどで扱いやすく，大多数が扱う言語では，ノウハウやドキュメント，ライブラリなどが蓄積されていく．一方で，高級言語には流行り廃りがあり，さらに逐次行われるアップデートによって，今主流の言語が，10 年後もそのまま存在しているか分からないし，作成したコードが，10 年後も使用できるか分からない．

これらに対して，われわれの研究グループでは，POSIX(1)に準拠したシェルスクリプトのコマンド群をできる限り用いて，プログラミングや IoT の取扱い，大規模データ処理などの方法を提案している(2)(3)．この POSIX に準拠して，プログラミングなどを行う方法に，われわれは「POSIX 中心主義(2)」と名付けた．POSIX 中心主義を踏まえることで，25 年後であっても使用可能なプログラミングなどを行うことが可能となる．そして，これらプログラミング手法などを，金沢大学や大学コンソーシアム石川のいしかわシテカレッジ(4)の講義を通して，啓蒙活動を実施している．

2. 講義内容・構成

「シェルスクリプト言語論」自体は，2021 年度まで，いしかわシテカレッジにて，2 単位 15 回の講義として，年に 1 回開講してきた．シェルスクリプト言語論 1 を前期（4 月頭から 7 月末）に開講するに当たって，これまで後期（10 月頭から 1 月末）に開講してきたシェルスクリプト言語論を，シェルスクリプト言語論 2 に改名し，シェルスクリプトを用

いた応用的なプログラミングを演習する講義と位置づけた．これによって，われわれは学生や社会人聴講生が，1 年をかけてシェルスクリプトの基礎から応用を学べるようにした．また，開講時間をシテカレッジで最も遅い，19:10 から 20:40 までの時限にし，web 会議システムを使用したライブ配信によるオンライン講義とした．これは社会人などの聴講をしやすくし，県外からの履修者にも広く門戸を開くためである．

シェルスクリプト言語論 1 では，全 16 回の講義を，4 回ずつ 4 つのパートに分けた．

第 1 パートでは，履修者が扱っているパソコンに POSIX 環境を整え，本講義で身につけた能力などを使って何ができるようになるかの説明をする．POSIX 環境は，シェルスクリプトなどのコマンドを入力し，実行できる環境であり，Windows 11 や 10 であれば WSL (Windows subsystem for Linux)，macOS や Linux ならば Terminal を指す．このため，主に Windows 11 や 10 を使用している履修者向けの作業となる．POSIX 環境を整えることで，OS の種類によらず，シェルスクリプトなどの作業を同じように行うことが可能である．ただし，シェルの種類として，sh や csh，bash，zsh などがあるが，この講義では，bash を使用し，最近の macOS で採用されている zsh については，必要に応じて読み替え方法などを提供することとした．さらに，シェルスクリプトで何ができるようになるかについての理解を深めるため，実際にシェルスクリプトを使ってビジネスをしている方に講義に参加していただき，ビジネス現場におけるシェルスクリプトの利用について特別講義を設けた．これによって，履修者はシェルスクリプトを身につけることによって何ができるようになるかを

明確に理解できる。

第2パートでは、第1パートで整えた POSIX 環境を使って、具体的なシェルスクリプトの使い方とシェルスクリプトで実際に何ができるのかを演習と共に学習する。グラフィカルユーザインターフェースではない、コマンドラインインターフェースがどのようなものかの説明から始め、履修者は、シェルスクリプトの入力と実行方法を学ぶ。シェルスクリプトの基本コマンドについて学びながら、やりたいことを実行するために、逐次、コマンドを伸ばしていく。履修者には、回を追う毎にコマンドラインが伸びていくことで、シェルスクリプトの仕組みと意義、意味を知ってもらう。また新しいコマンドの導入方法などについても紹介し、その例として、Twitter のつぶやきなどをコマンドラインから行える `kotoriotoko(5)` のインストールを実施した。

第3パートでは、シェルスクリプトを構成するコマンドの中から、重要なものについて、その機能と使い方を具体的な演習と共に学習する。特に、`sed` コマンドや `awk` の使い方を丁寧に説明することで、履修者シェルスクリプトを使ってできるようになることの幅を広げる。合わせて `tee` コマンドを使った出力内容の確認やデバックなどの方法を学ぶ。また、POSIX 中心主義を意識したシェルスクリプトによるプログラミング手法、POSIX 準拠、代替可能性担保、W3C 勧告準拠という3つの指針についても解説し、これに従うことで25年後でも実行可能となることを解説する。この時、第2、第3パートで学習したシェルスクリプトを使って、気象庁のアメダスデータ(6)のような定型データや Twitter のつぶやきを特定のワードで収集(7)した非定型データのビッグデータ処理など、何らかの作業を実行してもらい、その作業内容と結果を第4パートで発表してもらうことを伝達する。

第4パートでは、第3パートで伝達したとおり、履修者に、これまで学習してきた内容を用いて、実際にシェルスクリプトを使って実施してみた作業について発表してもらう。これによって、学習内容に対する到達状況を確認する。併せて、履修者が実施した作業で上手く行かなかったところなどを把握し、適宜、技術的なポイントを解説していくことで、より深い学びに繋げていく。

3. 実践報告

2022年度に開講したシェルスクリプト言語論1の履修者は全14名であった。履修者の内、学生7名(内金沢大学学生は2名、5名は石川県内別大学生)、社会人聴講生7名で、学生と社会人という異なる属性で半分に分かれた。この結果、講義中の講師からの質疑などへの回答が、学生からは理論的な視点から、社会人からは実務的な視点からのものが多くなった。講義では、こういった視点の違いを利用して、より深い理解に導けるように講義内容の構築が可能となった。また履修者からの質問を受けて、コマンドそ

のものを作成する講義を、全体の講義内容を調整しつつ2回実施した。

教材には、Google スライドを使用し、これを共有することで履修者に提示した。これと web 会議の画面共有の活用によって、プログラミングを主たる演習とする本講義では、オンラインでの実施の方が効率的、効果的な教授が可能と言える。特に、講義内容を順次作成しつつ、履修者などからのフィードバックの即時適用、そして履修者が容易にアクセスし、学習に入ることができるという3点から Google スライドの利用は有用であった。

4. まとめ

2022年開始した講義を紹介した。今後、プログラミング言語としてのシェルスクリプトの実践教育について、その必要性と学習効果の検証をすすめる。このシェルスクリプト言語論を核とする教育の提案は、データサイエンスに関わる多くの教育者や研究者、実務者が想像するデータサイエンス教育内の「プログラミング教育」とは異なるものであり、そのユニークさと併せて、有用性と必要性の高さをわれわれは確信を抱いている。その上でわれわれは、これらの教育内容を世界展開すべく、現在、教材の英語化と YouTube などでの配信を準備している。そして、これらを活用する形で、カナダやインド、タイなどでの教育実施に向けた準備をしている。

謝辞

本研究は、金沢大学学術メディア創成センターとユニバーサル・シェル・プログラミング研究所の産学連携共同研究として推進された。関係各位のご厚意ご高配に、深く感謝する。

参考文献

- (1) POSIX Certification, <http://get.posixcertified.ieee.org/> (2022-05-25 アクセス確認)
- (2) 松浦智之, 大野浩之, 當仲寛哲, “ソフトウェアの高い互換性と長い持続性を目指す POSIX 中心主義プログラミング”, デジタルプラクティス Vol.8 No.4 (Oct. 2017)
- (3) 松浦智之:“すべての UNIX で20年動くプログラムはどう書くべきかデプロイ・保守に苦しむエンジニア達へ贈る [シェルスクリプトレシピ集]”, シーアンドアール研究所, (2015)
- (4) 大学コンソーシアム石川 いしかわシティカレッジ, <https://www.ucon-i.jp/newsite/city-college/index.html> (2022-05-25 アクセス確認)
- (5) 秘密結社シェルショッカー日本支部, 恐怖! 小鳥男, <https://github.com/ShellShoccar-jpn/kotoriotoko> (参照 2022-05-25 アクセス確認)
- (6) 気象庁, 過去の気象データ・ダウンロード, <https://www.data.jma.go.jp/gmd/risk/obsdl/index.php> (2022-05-25 アクセス確認)
- (7) 松浦智之, 當仲寛哲, 大野浩之, “大量ツイートの収集・分析を個人で手軽に実現可能にする方法の提案”, デジタルプラクティス 11(1), 173-190, 2020-01-15

講義「シェルスクリプト言語論 2」実践報告 —POSIX 環境を用いた普遍性の高いプログラミングの教育法開発—

"Lecture on Shell Script 2" Practice Report -Development of a Lecture on Highly Universal Programming by Using POSIX Environment-

松浦智之^{*1}, 森 祥寛^{*2}, 大野浩之^{*2}
Tomoyuki MATSUURA^{*1}, Yoshihiro MORI^{*2}, Hiroyuki OHNO^{*2}

^{*1}ユニバーサル・シェル・プログラミング研究所

^{*1}Universal Shell Programming Laboratory

^{*2}金沢大学学術メディア創成センター

^{*2}Emerging Media Initiative, Kanazawa University

Email: t-matsuura@usp-lab.com

あらまし：われわれは、データサイエンス教育の 1 つとして、POSIX に準拠したシェルスクリプトのコマンド群を用いたプログラミングを提案している。そのための教育方法として、シェルスクリプトという言葉そのものを教え、写経などの演習を行う「シェルスクリプト言語論 1, 2」という講義を立ち上げた。本稿では、応用的な内容と演習を取扱うシェルスクリプト言語論 2 について、内容・構成と実施方法について報告する。

キーワード：シェルスクリプト, データサイエンス教育, POSIX, 教育 DX

1. はじめに

データサイエンス教育として行われるプログラミングについて、われわれの研究グループでは、POSIX(1)に準拠したシェルスクリプトのコマンド群をできる限り用いて、プログラミングや IoT の取扱い、大規模データ処理などの方法を提案している(2)(3)。この POSIX に準拠して、プログラミングなどを行う方法に、われわれは「POSIX 中心主義」と名付けた(2)。POSIX 中心主義を踏まえることで、25 年後であっても使用可能なプログラミングなどを行うことが可能となる。そして、これらプログラミング手法などを、金沢大学や大学コンソーシアム石川のいしかわシティカレッジ(4)の講義を通して、啓蒙活動を実施しており、本稿ではこれを紹介する。

2. 講義内容・構成

2021 年度まで、「シェルスクリプト言語論」自体は、いしかわシティカレッジにて、2 単位 16 回の講義として毎年 1 回開講してきた(5)。シェルスクリプト言語論 1 を前期 (4 月頭から 7 月末) に開講するに当たって、これまで後期 (10 月頭から 1 月末) に開講してきたシェルスクリプト言語論を、シェルスクリプト言語論 2 に改名し、シェルスクリプトを用いた応用的なプログラミングを演習する講義と位置づけた。

シェルスクリプト言語論 2 では、全 16 回の講義を、表 1 のように 4 つのパートに分けた。

基礎編では、POSIX とシェルスクリプトについての基本的な知識を教授し、われわれが名付けた「POSIX 中心主義」とそのプログラミング方法について解説する。事例編では、POSIX 中心主義に準じて具体的にシェルスクリプトを用いた簡単なプログラミングを演習を踏まえて解説する。応用編では、アプリケーション作成に向けてデバックとバージョン

管理方法について解説するとともに、教員側で準備した郵便番号から住所を検索するアプリケーションを写経 (学習者に予めプログラミング例などが印刷された教材を配布し、学習者はそれを見ながらプログラムを作成していく作業。学習者にコピー&ペーストは行わせない。)を通じて作成する演習を行う。最後のまとめでは、これまでのまとめと演習などで作成した内容についての総括を行う。

表 1 シェルスクリプト言語論 2 講義回と概要

| | 講義回 | 講義概要 |
|-----|-----------|-----------------------------|
| 基礎編 | 第 1 回 | ガイダンス, POSIX とは何か |
| | 第 2 回 | 演習環境の整備 |
| | 第 3 回 | シェルスクリプトとは何か, 簡単な演習 |
| | 第 4 回 | POSIX 中心主義 |
| | 第 5 回 | POSIX 準拠とは (コンピューターの標準語と方言) |
| 事例編 | 第 6 回 | シェルスクリプトの落とし穴 |
| | 第 7 回 | 時刻の加減算はどうやるのか |
| | 第 8 回 | ストリーミング型プログラミング |
| | 第 9 回 | データベース管理ソフトに頼らぬデータ管理 |
| 応用編 | 第 10 回 | Web ブラウザーの生のやり取りとは? |
| | 第 11,12 回 | デバックとバージョン管理 |
| まとめ | 第 13,14 回 | 実習: アプリ作成 |
| | 第 15,16 回 | まとめと総括 |

3. 実践報告

2021 年度までに開講してきたシェルスクリプト言語論 (2022 年度からのシェルスクリプト言語論 2) の履修者は、3 名から 7 名程度であった。履修者の多くは学生であった。また、PC の取扱いスキルにも差があるとともに、講義で使用する PC の性能にも差があった。シェルスクリプト言語論を開始した 2016 年度頃は、WSL のベータ版が提供を開始された頃であり、さらに学生の中には、Windows10 以前

の OS を使用している学生もおり、Windows ユーザーの学生にとっては、POSIX 環境を整えるだけで一苦勞であった。2022 年度現在では、WSL の機能が整えられ、OS も Windows11 になるに至って、現在では、POSIX 環境を整えるのは容易となっている。

履修者の人数と学生の PC 環境や性能を勘案して、本講義では教員側に POSIX サーバを用意して、履修者に対してアカウントを発行し、SSH にてログインさせることとした。これによって、学生の PC ではターミナルエミュレータをインストールするだけで済むようになった。加えて、2021 年度からは、コードエディタである Visual Studio Code(以下、VSCode) をインストールさせ、VSCode 内で SSH などの拡張機能をインストールさせることでターミナルの代わりとしている。VSCode は、オープンソースで開発され、国際化が行われており、多種多様なプラグインが揃っているという特徴があり、著者らの調査の範囲では、英語圏の多くの大学でも積極的に採用されているといった特徴を有し、今後長期間に渡って国内外で利用されてゆくと考えられる。これが VSCode を採用した理由である。

一連の方法は、クラウド時代において、インターネットを介してサーバを操作することが前提となるであろう社会においては、ローカル環境である学生の PC 環境を整える作業を最小限にしながら、一般的な POSIX 環境下のサーバを扱うことを学べるという点で、優位な方法と言える。また、学生の PC へのインストール作業等を最小限にすることも、講義の主旨以前の内容で学生が躓いてしまう可能性を減少させることができる。同時に学生の所有している PC の性能が極端に低い、あるいは古い場合を除き、PC によらず同等の学習ができる点もメリットである。併せて、POSIX サーバを教員側が管理できるため、履修者の進捗状況の把握がしやすく、必要に応じてサポートもしやすい。特にわれわれの講義では、写経を有効な学習方法と位置づけており、その進捗管理やデバックサポートなどがしやすい。従来は受講生から演習上の質問を受けた場合に受講生の PC の画面を覗き込まなければならず、場合によっては学生の PC を教員が操作するために教員の指がキーボードのキートップやポインティングデバイスに直接触れることもあったが、今回の方法に移行してからは教員の PC からログインして診断・指導できるようになった。これにより、対面講義であっても感染症対策としてのソーシャルディスタンスを確保できるようになった。また、Web 会議システムを用いたオンライン講義においても、参加形態によらず同等の教育を受けることができる点も大きい。これは、今後、対面以外の講義形態が定着していくと考えた時、重要な要素になりうるし、国境を越えた国際的な教育展開時にも重要な位置を占める。

一方でデメリットも存在する。履修者は講義期間中に学習のために POSIX サーバにアクセスしてい

るため、講義期間が終了すればサーバ自体にアクセスできなくなる。われわれの講義では、ある程度の期間、アクセスを許可しているが、それは永遠に続くわけではない。従って、履修者は、講義終了時に、講義中に行ったさまざまな作業による成果物などを手元にコピーしておく必要がある。また、履修者数が増えたときに機能不全に陥ってしまう。履修者が 10 名、20 名であれば、同様に講義を実施できても、100 名、200 名、さらに 1,000 名以上になれば、それぞれのスケールで対応方法を検討しなくてはならない。

4. まとめ

2021 年度までに実施してきた講義内容と実施方法を紹介した。POSIX サーバを用意した講義形態は、オンライン教育などでは、比較的良く使用されており、必ずしも目新しくはないが、この方式でシェルスクリプトプログラミングを学ぶことは、クラウド環境下での作業も長期間に渡って助けられる。

本講義はシェルスクリプトプログラミングの基本的な部分を担当するプログラミング言語論 1 の登場により、シェルスクリプトプログラミングのより深い部分の議論が可能となった。報告ではシェルスクリプト言語論 1 の登場前の内容を述べているが、シェルスクリプト言語論 1 の登場によってより深い内容に変化した講義については、以前から準備を続けている教材の英語化や YouTube などでの配信、さらにこれらを活用する形で実施する予定の、カナダ、インド、タイなどでの教育実践報告を含め、改めて報告したい。

謝辞

本研究は、金沢大学学術メディア創成センターとユニバーサル・シェル・プログラミング研究所の産学連携共同研究として推進された。関係各位のご厚意ご高配に、深く感謝する。

参考文献

- (1) POSIX Certification, <http://get.posixcertified.ieee.org/> (2022-05-25 アクセス確認)
- (2) 松浦智之, 大野浩之, 當仲寛哲, “ソフトウェアの高い互換性と長い持続性を目指す POSIX 中心主義プログラミング”, デジタルプラクティス Vol.8 No.4 (Oct. 2017)
- (3) 松浦智之:“すべての UNIX で 20 年動くプログラムはどう書くべきかデプロイ・保守に苦しむエンジニア達へ贈る [シェルスクリプトレシピ集]”, シーアンドアール研究所, (2015)
- (4) 大学コンソーシアム石川 いしかわシティカレッジ, <https://www.ucon-i.jp/newsite/city-college/index.html> (2022-05-25 アクセス確認)
- (5) 中村和敬, 石山雅三, 松浦智之, 當仲寛哲, 北口善明, 森祥寛, 大野浩之, IoT 時代に資する「ものグラミング」教育のための授業開発と実践. 教育システム情報学会研究報告. 2016. 30. 6. 91-98

ソースコードの振る舞い制約と 機能の理解を指向した学習支援環境の提案

Behavioral Constraints in Source Code and Proposal for a Learning Support Environment Oriented to Understanding Functionality

松為 泰生^{*1}, 前田 新太郎^{*1}, 古池 謙人^{*1}, 東本 崇仁^{*2}
Taiki MATSUI^{*1}, Shintaro MAEDA^{*1}, Kento KOIKE^{*1}, Takahito TOMOTO^{*2}

^{*1}東京工芸大学大学院工学研究科

^{*1}Graduate School of Engineering, Tokyo Polytechnic University

^{*2}東京工芸大学工学部

^{*2}Faculty of Engineering, Tokyo Polytechnic University

Email: m2265013@st.t-kougei.ac.jp

あらまし: プログラミング学習においてソースコードから変数の振る舞いを確認し、その振る舞いから機能を解釈する学習は、ソースコードと機能の関係を理解するうえで有効だと思われる。そのうえ、機能の解釈には、学習者に変数がどのように規則的に振る舞うか、すなわち振る舞いの制約について思考させることが求められる。そこで本研究では、ソースコード及び変数の初期値と最終値の結果を学習者に提示する。そして、振る舞いの制約とその振る舞いの制約からソースコードがどのような機能として解釈できるのかを学習者に思考させる手法を提案する。

キーワード: ソースコード, 振る舞い, 振る舞い制約, 機能

1. はじめに

プログラミングにおいてソースコードの機能を理解するには、ソースコードを1行ずつ理解するのではなく、意味のあるまとまりごとにソースコードを理解することが重要である。例として $c = a$, $a = b$, $b = c$ という3行のソースコードについて、ソースコードが持つ機能を考えてみる。このとき1行ずつ機能を解釈すると、各変数を代入していると解釈することができる。しかし、3行で機能を解釈すると変数 a と b の値を交換すると解釈することができる。

また、ソースコードから機能を解釈するには振る舞いを理解することが重要である。振る舞いとは、ソースコードの実行によって得られる状態遷移のことであり、本研究では特に変数に焦点を当て、変数の初期状態と最終状態の差分、つまり変数の初期値と最終値の差分として定義する。振る舞いを理解するには、ひとつのソースコードに対して複数のデータセット(変数の初期値の組み合わせ)を与え、データセットそれぞれの値の変化を確認する必要がある。例えば、`if (b < a), swap a and b` という2行のソースコードでは、 a に4の値、 b に3の値を入れたデータセット1と、 a に3の値、 b に4の値を入れたデータセット2ではソースコードは異なる振る舞いをする。データセット1では、入力値の a の値は b の値よりも大きいので、`if` 文の条件を満たし、変数 a の値と b の値は入れ替えられる。データセット2では、入力値の a の値は b の値よりも小さいので、`if` 文の条件を満たさず、最終値では a の値と b の値は変化しない。つまり、この一連のソースコードは、変数 a と b の値のうち大きい値を変数 b の最終値とし、小さい値を変数 a の最終値とすることになる。換言すれば、

変数 a と b は互いの数値により制約を受けた最終値になるといえる。このとき、変数 a と b を昇順に並べ替えるという機能として解釈できる。このように、学習者にソースコードが持つ機能を解釈させるには、変数がどのような制約で振る舞うか、振る舞いの制約(以下、振る舞い制約)を思考することが求められる。

学習者に振る舞い制約を思考させるには、複数の振る舞いを観察させ、ソースコードがどのような制約で振る舞うか理解させる必要がある。そこでソースコード以外の物質において振る舞いと機能の概念を深く追求し、振る舞いモデルから機能モデルを表現するために笹島ら⁽¹⁾が開発した Function and Behavior Representation Language(以下、FBRL)を活用する。FBRLは機能モデルを表現するために Functional Topping(以下、FT)を用いて振る舞いモデルを解釈する。このFTにある解釈時に注目するポートの「P-Focus」の概念を活用することで学習者は複数のケースから初期値と最終値にはどのような規則性があるのか理解し、振る舞い制約を思考することができる。と考える。

本研究では、学習者がソースコードの振る舞いから振る舞い制約を思考させ、振る舞い制約からソースコードの機能を解釈する活動を提案する。

2. 振る舞いと機能の関係性

笹島らは振る舞いを「時間とともに変化する対象の状態遷移であり、利用者が必要とする対象のシミュレーションの結果」と定義した。また、対象の状態を表すパラメータの集合や、その間に成り立つ制約式などを振る舞いモデルと呼んでいる。ある部品をシステムに組み込む場合、その部品に対して意図された望ましい状態があり、これが目標である。その「目

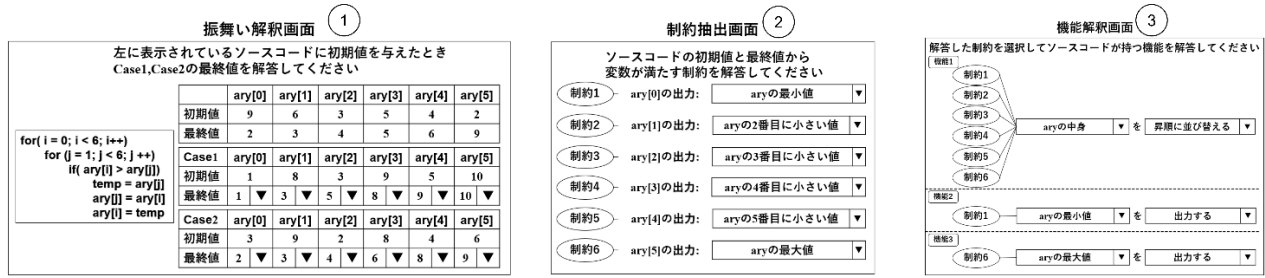


図1 提案手法をシステム化したイメージ図

標のもとで振る舞いを解釈した結果」を機能と定義している。さらに、振舞いモデルを解釈するためのFTを提案し、その一部として解釈時に注目するポート(注目する入出力)を定義している。したがって、ある部品がどのような機能を果たしているかを解釈するためには、ある振舞いにより引き起こされるパラメータ変化時に成立する制約が重要であり、どの入出力関係に着目するかが重要となる。

古池ら^(2,3)はプログラミングにおいて、一連のソースコードを「部品」として定義し、プログラミングにおける変数を含む状態の遷移を「振る舞い」、そしてその状態遷移を目標の下で解釈したものを「機能」とした。しかし、古池らは振舞いがもつ制約や、FTに基づく機能解釈については言及していない。

そこで、本研究では振舞いの制約や P-Focus の概念を導入した学習方法を提案する。

3. 提案システム

本提案システムについて図1を用いて説明する。学習者は①, ②, ③の画面の順に学習する。

まず①振舞い解釈画面から説明する。この画面では学習者にソースコードを提示し、ソースコード内の変数に初期値を与え、学習者に実行した結果である最終値を複数のケースで解答させる。つまり、この画面から、学習者はソースコードの振舞いを確認することができる。図1では学習者に提示しているソースコードとして昇順に並び替える機能を持つソースコードを表示し、ソースコード内で扱っている変数に初期値を与えて複数のケースを表示している。学習者はそれぞれのケースに対するソースコードの初期値に対して最終値を解答する。例として if 文, swap 文が表示され、if 文の条件が(a > b)の場合、与える初期値が b より a の方が小さいので、if 文の条件を満たさない。したがって if 文の条件を満たしたときとは違った最終値になる。以上のことから、学習者は複数のケースの振舞いを解答する。

次に②制約抽出画面について説明する。この画面では学習者が振舞い解釈画面で解答したソースコードの振舞いからソースコードの振舞い制約を解答する。図1では、ary[0]から ary[5]の振舞い解釈画面で解答した各変数の振舞い制約を解答する。また、バブルソート内の変数 ary[0]の初期値と最終値から解

答する制約として「ary の最小値」、ary[5]では「ary の最大値」とそれぞれの変数が持つ振舞い制約を解答することができる。

最後に③機能解釈画面について説明する。この画面では、学習者は制約抽出画面で解答した振舞い制約からソースコードの機能を解釈する画面である。図1では制約抽出画面で解答した制約から解答した制約全てを使用して「ary の中身を昇順に並び替える」という機能を解釈している。また、制約1の ary[0]の出力のみを使用して「ary の最小値を出力する」、制約6の ary[5]の出力のみを使用して「ary の最大値を出力する」という機能も解釈している。このように入出力に注目させた機能解釈を促している。

4. おわりに

本稿ではソースコードの振舞いから振舞い制約を思考させ、振舞い制約から機能を解釈する支援をする手法の提案を行った。

今後の課題として提案手法にもとづいてシステムを開発し、開発したシステムは学習効果があるのか評価を行う。また、今回は初期値と最終値のみで表現できる範囲を扱っているが、本手法が print 文などほかの範囲も扱うことができるか検討を行うことがあげられる。

謝辞

本研究の一部は JSPS 科研費 JP19H04227, JP21H03565, JP22K12322 の助成による。

参考文献

- (1) 笹島宗彦, 來村徳信, 池田満, 溝口理一郎, “機能と振舞いのオントロジーに基づく機能モデル表現言語 FBRL の開発”, 人工知能学会誌, vol.11, no.3, pp.420-431 (1996)
- (2) 古池謙人, 東本崇仁, 堀口知也, 平嶋宗: “プログラミングの構造的理解を指向した部品の段階的拡張手法の提案と支援システムの開発・評価”, 教育システム情報学会誌, Vol. 36, No. 3, pp. 190-202 (2019)
- (3) 古池謙人, 東本崇仁, 堀口知也, 平嶋宗: “プログラミング学習における再利用性を指向した知識組織化のための知的支援: 機能・振舞い・構造の観点に基づく問題解決過程のモデル”, 人工知能学会論文誌, Vol. 35, No. 5, pp. C-J82_1-17 (2020)

ベクトルを対象とする誤り可視化の ロバストシミュレータにおけるヒューリスティクスによる分析

Analysis of Error Visualization for Vectors Using Heuristics in a Robust Simulator

十文字 智人^{*1}, 相川 野々香^{*1}, 東本 崇仁^{*2}

Tomohito JUMONJI^{*1}, Nonoka AIKAWA^{*1}, Takahito TOMOTO^{*2}

^{*1}東京工芸大学大学院工学研究科

^{*1}Graduate School of Engineering, Tokyo Polytechnic University

^{*2}東京工芸大学工学部

^{*2}Faculty of Engineering, Tokyo Polytechnic University

Email: tomohito067@gmail.com

あらまし: 本研究では学習者の試行錯誤の促進のため, ベクトルを対象とした数学的表現の変換を用いた誤り可視化の設計を行った. 本稿では, 設計した誤り可視化の妥当性について検証するため, ロバストシミュレータにおいてどのような位置づけになるか, ヒューリスティクスを用いて分析していく.

キーワード: 高校数学, 誤り可視化, 数学的表現, ベクトル

1. はじめに

学習者が問題の理解を深めるためには, 問題を解く際に自身の解答を振り返り, 試行錯誤を行うことが有効である. そのためには, 学習者に自身の誤りに気付かせるようなフィードバックを与えることが必要となる⁽¹⁾. そこで, 著者らはこれまで数学の範囲であるベクトルを対象として, 数学的表現の変換⁽²⁾を用いた 2 種類の誤り可視化⁽³⁾の設計を行ってきた. しかし, 現状の可視化では, 問題と学習者の解答の矛盾を直感的に可視化しうる方法で制約の削除を行い, 誤答を可視化している.

そこで著者らは, より妥当な可視化を検討するため, 堀口らの提唱したロバストシミュレータのヒューリスティクス⁽⁴⁾が有効だと考えた. ヒューリスティクスは, 誤り可視化において学習者が誤りに気づくための「非妥当性」を見積もる評価基準である.

本稿では, 2 種類の可視化について, ロバストシミュレータのヒューリスティクスによって, 分析する. それにより, 現状の 2 種類の誤り可視化がロバストシミュレータにおいてどのような位置づけなのかを検証する.

2. ベクトルにおける誤りの可視化

本章では, これまで設計した, ベクトルを対象とした数学的表現の変換を用いた 2 種類の誤り可視化について説明する. 著者らは問題と学習者の解答の間に制約の矛盾が発生することを前提に, 2 種類の可視化を設計した. 一つが, 学習者の解答の制約を重視し, 問題の制約を緩めることにより矛盾を解消する可視化である問題ベースの可視化である. もう一つが, 問題の制約を重視し, 学習者の解答の制約を緩め, 可視化する解答ベースの可視化である.

2.1 解答ベースの可視化

解答ベースの可視化は, 学習者の解答の制約を重視し, 問題の制約を緩めることで, 「学習者の解答を正しいものとして」可視化を行う手法である. 例として「正四角形 ABCD において, \overline{AB} と平行なベクトルを求めよ」という問題があるとす. この問題では, 「ABCD からなる正四角形」という制約があり, 正答が $\overline{AB} // \overline{DC}$ となっている. これに対して, 学習者が $\overline{AB} // \overline{BC}$ と誤答した場合, 解答ベースの可視化では \overline{AB} と \overline{BC} が平行であることを重視し, 「正四角形 ABCD」という制約を緩和する. よって, 図 1 のように正四角形 ABCD の形を崩し, 頂点 A, B, C を直線上の点として描画することで両辺の等号を成立させた可視化を行う. 解答ベースの可視化では, 学習者の解答に応じて不自然な図が描画され, 直接的な誤りへの気づきを与えられると考える.

2.2 問題ベースの可視化

問題ベースの可視化は, 問題の制約を重視した上で学習者の解答の制約を緩め, 学習者の解答の構成要素だけを可視化する手法である. 2.1 節と同様の例の場合, 問題ベースの可視化では, 「正四角形 ABCD」という問題の制約を重視して $\overline{AB} // \overline{BC}$ を可視化する. このとき, 右辺と左辺を等号で結ぶと \overline{AB} は成立できない. よって, 図 2 のように右辺と同等なベクトルを生成し, それを左辺としてラベリングすることで可視化する. しかし, ラベリングされたベクトルは, 点 A と点 B を結んだベクトルではなくなっている. 問題ベースの可視化では, 問題の制約を崩さずに可視化するため, 学習者の解答における構成要素が元の問題でどのような意味か, 可視化できる. 以上の 2 つの可視化を実装することにより, 学習者に問題における式と図の関係性を理解させられると考える.

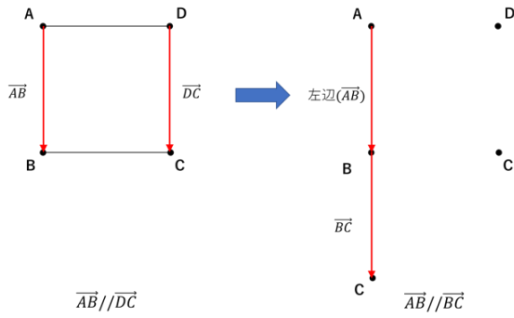


図1 解答ベースの可視化

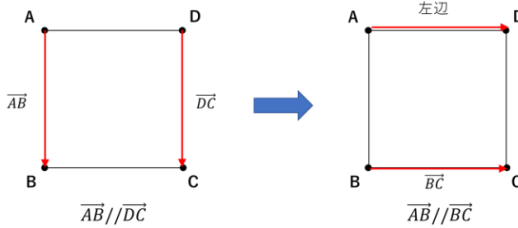


図2 問題ベースの可視化

3. ベクトルにおけるロバストシミュレーションの検討

本章では、2章で設計した2種類の誤り可視化について、学習者が誤りに気づくための「非妥当性」を検討する。具体的には、堀口ら⁽¹⁾の提唱するヒューリスティクスを2種類の誤り可視化に照らし合わせ、どれだけ非妥当性のある可視化を生成できているかを分析する。ヒューリスティクスは以下になる。

- (H1) 誤った方程式は原則、削除を行わない。
- (H2) 学習上のトピックを表す方程式を優先的に削除する。
- (H3) 定数の値や、変数の定義域を規定する方程式・不等式を優先的に削除する。
- (H4) 対象系のカットセット方程式を優先的に削除する。

原則として、問題と学習者の解答の制約の間に発生する矛盾を解消する上で、削除される制約の数が少ないほど学習者が「妥当ではない」と誤りに気づきやすい可視化を生成できると考える。

例として2章であつかった問題について、解答ベースの可視化には、図1と図3の2種類の可視化があり得るが、現在の可視化では図1の可視化を採用している。なぜなら、図1の可視化では、問題のトピックである制約の「正四角形 ABCD」のみを削除することにより矛盾を解消し、可視化している。それに対して図3は、問題と学習者の解答の間に発生する矛盾を解消するため、トピックである「正四角形 ABCD」という制約に加え、定数の値や、変数の定義域を規定する不等式である「 $\overrightarrow{AC} > 0$ 」を削除している。このように、図3の可視化は図1の可視化より多くの制約を削除しているため、学習者にとって図3の方が非妥当性は低いと考える。そのため、図1の可視化がロバストシミュレータとして妥当だとヒューリスティクスから言える。以上のようにし

てヒューリスティクスに照らし合わせ2種類の誤り可視化の「非妥当性」を分析していく。分析した結果の一部を表1に示した。表1の平行の誤り可視化の解答ベースの要件では、学習者の誤答を削除せず、トピックの方程式とカットセット方程式を削除している。問題ベースでは、誤答自体は削除していないが構成要素のみを可視化している。

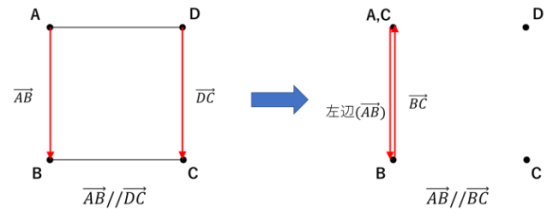


図3 別の解答ベースの可視化

表1 ヒューリスティクスの適応リストの一部

| 問題 | 可視化 | 誤答 非削除 | トピック | 規約 方程式 | カット セット |
|----|-----|-----------|------|-----------|------------|
| 平行 | 解答 | ○ | ○ | × | ○ |
| | 問題 | △ | ○ | × | ○ |
| 逆 | 解答 | ○ | ○ | × | × |
| | 問題 | × | ○ | × | × |
| 加算 | 解答 | ○ | ○ | × | ○ |
| | 問題 | × | × | × | × |
| 減算 | 解答 | ○ | △ | × | ○ |
| | 問題 | × | × | × | × |

4. おわりに

本稿では、これまで設計してきたベクトルを対象とした2種類の誤り可視化について、妥当な可視化を生成できているか、分析した。そのために堀口ら⁽¹⁾の提唱したヒューリスティクスを照らし合わせ、2種類の誤り可視化のロバストシミュレータにおける位置づけを検証した。

今後の課題として、今回検討を行った問題以外にもロバストシミュレータとして適切な可視化を生成できているか検証を進める。また、ロバストシミュレータとして妥当ではなかった場合、ロバストシミュレータとして妥当な可視化を生成できるように改善を行っていく。

謝辞

本研究の一部は JSPS 科研費 JP22K12322, JP21H03565, JP20H01730, JP19H04227 の助成による。

参考文献

- (1) 堀口知也, 平嶋宗: “学習支援を指向した誤り可視化のためのロバストシミュレータ”, 人工知能学会論文誌, Vol. 21, No. 6, pp. 514-525 (2006)
- (2) 中原忠男: “算数・数学における構成的アプローチの研究”, 聖文社 (1995)
- (3) 平嶋宗, 堀口知也: “「誤りからの学習」を指向した誤り可視化の試み”, 教育システム情報学会誌, Vol. 21, No. 3, pp. 178-186 (2004)

プレゼンテーションのセルフレビューを目的とした ロボットプレゼン動作のデザイン

Designing Robot Presentation for Self-review

伊藤 絢勇^{*1}, 柏原 昭博^{*1}

Kenyu ITO^{*1}, Akihiro KASHIHARA^{*1}

^{*1}電気通信大学 大学院情報理工学研究科 情報学専攻

^{*1}Graduate School of Informatics and Engineering, The University of Electro-Communications

Email: ken.ito@uec.ac.jp

あらまし: プレゼンテーションにおける非言語動作のセルフレビューには、動作意図に合致した非言語動作を十分に行えているか判断する役割と、プレゼンテーションをよりよくするために新たな動作を検討する役割の2つがあると考えられる。一般的な撮影動画を用いたセルフレビューでは、非言語動作の良し悪しの判断が重点的に行われるが、本研究では、2つの役割を同時に支援することを目的として、ロボットを用いて自分自身のプレゼンテーション動作を再現しながら、撮影動画との比較を通して気づいた新たな非言語動作をデザインすることでセルフレビューを支援するシステムを提案する。

1. はじめに

プレゼンテーションの準備では、レビューが必須となっており、特にセルフレビューは時間や場所の制約を受けずに行えることから、そのスキルの向上は重要である。本研究はプレゼンテーションにおける非言語動作（プレゼン動作）に着目し、セルフレビュー支援を検討している。セルフレビューには、プレゼン動作に対して、まず動作意図に合致したプレゼン動作が十分行えているかどうか、その良し悪しを判断する役割（役割1）がある。加えて、プレゼンテーションをさらに良くするために必要となる新たな非言語動作を検討する役割（役割2）があるといえる。

プレゼンの様子を撮影した動画を用いたセルフレビューでは、通常役割1でのレビューが行われる。先行研究では、ロボットがプレゼンテーションを再現することで、セルフレビュー時の心理的抵抗感を軽減する支援手法 [1], 学習者のセルフレビューを診断し、結果をフィードバックする支援手法 [2] が提案した。これらの支援手法も、役割1に力点を置いたものである。

本研究では、研究初学者を学習者とし、セルフレビューにおいて役割1と同時に役割2を支援することを目的として、自分自身のプレゼンテーション動作をロボットに再現し、撮影動画との比較から得られる気づきに基づいて新たな非言語動作をデザインすることで、セルフレビューを支援するシステムを提案してきた[3]。本稿では、本システムとケーススタディについて述べる。

2. デザインに基づくセルフレビュー支援

2.1 プレゼンテーション動作の再現・デザイン

本システムでは、プレゼンテーションにおける非言語動作のデザインに際して、まず撮影映像をもとに、学習者自身が自分のプレゼン動作をロボットに再現させる。次に、撮影映像とその再現された動作

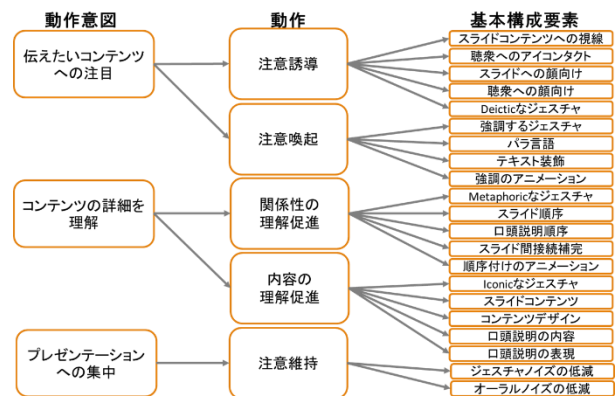


図1 プレゼンテーション動作モデル

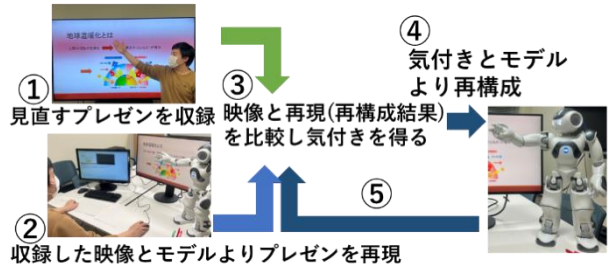


図2 支援の枠組み

を比較することで得られた気づきをもとに、より良いプレゼンに必要な動作を加えて、プレゼン動作を再構成する。

2.2 プレゼンテーション動作モデル

図1に示すプレゼンテーション動作モデルは、プレゼンテーションにおける動作意図が、どのような動作カテゴリにより達成されるか、動作カテゴリはどのような基本構成要素により達成されるかを3層の関係により示したものである[1]。本システムでは、プレゼン動作の良し悪しの判断、及びデザインすべき動作の基準とするため、このモデルを参照する。現在のところ、動作意図として伝えたいコンテンツへの注目を達成するための動作カテゴリが特に重要と考え、注意誘導、注意喚起のための身体動作とパ



図 3 UI の操作画面

ラ言語に着目する。

2.3 支援の枠組み

支援の枠組みを図 2 に示す。まず学習者は自身のプレゼンテーションを収録する。収録後、ユーザインタフェース (UI) を用いて自身のプレゼン動作をロボットに再現する。再現後、同様に UI を用いてプレゼン動作の再構成を行う。学習者は新たな気付きがなくなるまでプレゼン動作の再構成を繰り返す。

2.4 ユーザインタフェース

図 3 に、本システムにおける UI の操作画面を示す。UI は、対応スライド・収録映像表示部 (①)、デザインおよび口頭説明のテキスト表示部 (②)、プレゼンテーション動作モデルを基にした動作意図および基本構成要素選択部 (③)、デザイン情報表示部 (④) によって構成される。UI では、スライドごとにデザインを行う。①部には、対応したスライドと撮影映像が表示される。②部には口頭説明をテキストとして入力し、テキストに対してプレゼン動作を付与できる。プレゼン動作をデザインする際は、②部に口頭説明をテキストとして入力する。プレゼン動作を付与するテキストをマウスで選択し、右クリックすると③部が表示されるため、動作意図と基本構成要素を選択しデザインボタンを押す。プレゼン動作が付与されたテキストは背景色が変化する。最後に保存ボタンを押すことで、④部にデザイン情報が表示される。スライド〇ボタンを押すことで、対応したスライドに遷移し、再生ボタンを押すと対応したスライドの口頭説明の読み上げと、デザインされたプレゼン動作をロボットが実施する。

3. ケーススタディ

3.1 実験計画

本研究では、セルフレビューにおいてプレゼン動作をロボットにデザインすることで、セルフレビュー結果がどのように変化するかを確認するために、撮影動画のみを用いたセルフレビュー (VS 条件) と、プレゼン動作をロボットにデザインするシステムを用いたセルフレビュー (DS 条件) を比較した。被験者は理工系大学生・大学院生 9 名である。初めに被験者には、予め用意されたスライドに対してプレゼン

テーションに必要と考える動作意図、動作カテゴリ、および基本構成要素 (シナリオ) を設定させ、プレゼンテーションを行わせ、その様子を撮影した。その後、VS 条件、DS 条件の順でセルフレビューを行わせた。セルフレビューでは、事前に設定したシナリオが十分か〇×の評価と改善点の修正、及びシナリオに対して新たに追加・変更すべき動作を記述させた。そして、条件間のセルフレビューを比較した。その際、VS 条件では記述結果、DS 条件では記述結果に加えてロボットにデザインされた動作をもとにセルフレビュー内容を判断した。

3.2 実験結果

事前に設定したシナリオの評価結果に有意差は見られなかった。事前に設定したシナリオと追加・変更したシナリオにおける動作意図の数を注意喚起・注意誘導・両方に分類した結果、DS 条件の方が VS 条件より数が多く、条件間に有意差がみられた。また、条件間で基本構成要素の変更数の平均、動作の追加数の平均をそれぞれ比較した結果、ともに DS 条件の方が VS 条件より平均値が高く、条件間に有意差がみられた。実験結果の詳細は[3]にて示している。

以上の結果より、セルフレビューにおいてプレゼン動作をロボットにデザインすることにより、プレゼン動作の改善点への気付きを促進し、新たな動作の検討を促進することが示唆された。

4. おわりに

本研究では、プレゼンテーション動作をロボットにデザインすることで、プレゼンテーションのセルフレビューを支援する方法を提案し、支援システムを開発した。ケーススタディの結果、プレゼン動作の改善点への気付きを促進し、新たな動作の検討を促進することが示唆された。今後は、システムの洗練を行っていく。現状、テキストベースでデザインを行っているが、操作性の面で学習者に負担となる部分が多い。ビジュアルベースに変更することで、より直観的な操作を可能にする。また、ロボットにデザイン可能なプレゼン動作の追加、撮影動画を用いないプレゼン動作のデザイン手法の検討を行う。

謝辞

本研究では、科研費 18K19836 と 20H04294 の助成を受けました。

参考文献

- (1) 柏原昭博, 稲澤佳祐: “プレゼンテーションロボットによるセルフレビュー支援”, 第 82 回先進的学習科学と工学研究会(SG-ALST), pp91-96(2018).
- (2) 瀬谷遼太郎, 柏原昭博: “研究プレゼンテーションの診断に基づくロボットセルフレビュー支援” 電子情報通信学会 教育工学研究会(ET), 信学技報, vol.199, No.236. ET2019-43, pp.63-68(2019.10.19)
- (3) 伊藤絢勇, 柏原昭博: “ロボットプレゼンテーション動作のデザインによるセルフレビュー支援”, 教育システム情報学会 2021 年度学生研究発表会, pp.65-66(2022).

英文法の相補的教え合いを可能とする学習パートナーロボット

A Learning Partner Robot for Complementary Teaching of English Grammar

佐藤 孝史^{*1}, 柏原 昭博^{*2}

Takafumi SATO^{*1}, Akihiro KASHIHARA^{*2}

^{*1*}^{*2} 電気通信大学

^{*1*}^{*2}The University of Electro-Communications

Email: t.sato@uec.ac.jp

あらまし：本研究では、英文法を題材として学習者とパートナーロボットが、お互いに教え合いながら知識を補う相補的教え合いを行うことで、学習者自身の英文法の活用能力に対する可能性の認知と成長の実感による自己効力感の向上を目的としたシステムを開発した。本稿では、本システムでの学習者とロボットとの相補的教え合い支援の枠組みとケーススタディの結果について報告する。

キーワード：相補的教え合い、学習支援ロボット、自己効力感、可能性の認知、成長の実感

1. はじめに

英語学習では、英語コミュニケーションの体験を積む対話的な活動として、英文読み合いが行われている。しかし、学習者間の英文読み合いは、心理的抵抗感や自己効力感の低さから、必ずしも効果的に行われにくい。これに対し関連研究⁽¹⁾では、ロボットとの英文読み合いシステムを提案し、学習者の心理的抵抗感を軽減することで効果的な英文読み合いを行えることが示唆された。

本研究では、ロボットによる英語コミュニケーションを通じて、学習者の自己効力感の向上を試みる。また、関連研究の英文読み合いでは、学習者の読む英文が予め決まっているが、英語コミュニケーションにおいて、学習者が文法を考えながら発話することは重要である。そのため、英文法をコミュニケーションの中に取り入れることで、学習者自身が文法知識を正しく扱えていると認識することや、文法知識をコミュニケーションで積極的に使うよう促進されることによる自己効力感の向上が期待できる。

そこで本研究では、学習者が語彙や文法を考えながらロボットとの教え合いを行うことで自己効力感を高める、相補的教え合い支援システムを提案する。

相補的教え合いとは、複数の学習者間で、その知識を活用できている学習者が教授するという行為をお互いに行う活動である。

本研究の目的は、学習者が英文法を使ったときに正しく扱えているという認識を得て、自分自身の英文法活用能力に対する可能性を認知するとともに、ロボットに対して適切に教授を行うことを通して成長を実感することで、自己効力感の向上を目指す。

2. 相補的教え合い支援システム

2.1 支援の枠組み

提案する相補的教え合い支援の枠組みを図1に示す。本システムで行うインタラクションとは、文中にヶ所、単語が入る空欄の会話文を学習者またはロボットが考えて発話するというものである。本シ

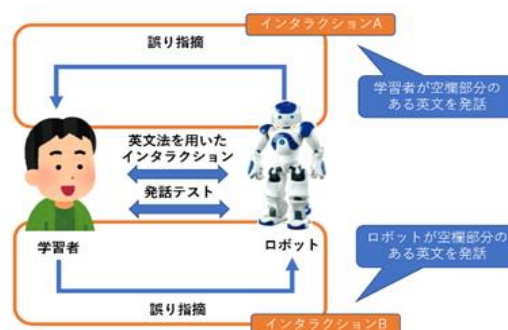


図1 相補的教え合い支援の枠組み

ステムは以下の手順で、相補的教え合い支援を行う。

- 手順1. 英文法確認テスト
- 手順2. 学習者が空欄形式の英文を発話する
インタラクション
- 手順3. ロボットによる学習者への発話の教授
- 手順4. ロボットが空欄形式の英文を発話する
インタラクション
- 手順5. 学習者によるロボットへの発話の教授
- 手順6. 発話テスト

手順1では、学習者にとっての得意単元、不得意単元を英文法の単元ごとに把握する。手順2では、学習者が不得意単元に関して空欄形式の英文の発話を行い、ロボットがもう片方の英文の発話を行う。手順3では、ロボットが学習者に対して正しい発話の教授を行う。手順4では、ロボットが学習者の得意単元に関して空欄形式の英文の発話を行い、学習者がもう片方の英文の発話を行う。手順5では、学習者がロボットに対して正しい発話の教授を行う。手順6では、学習者が正しく発話できているかどうかのテストを行う。

2.2 システム構成

提案するシステムの構成を図2に示す。本システムは学習パートナーロボットとして SoftBank 製の

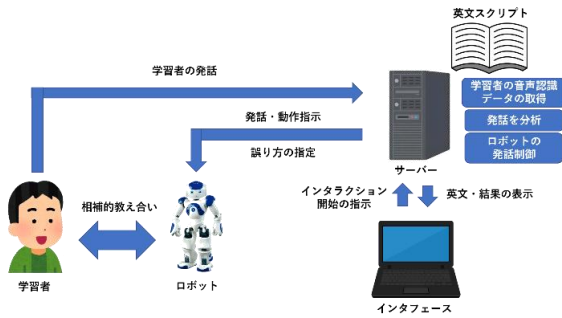


図2 システムの枠組み

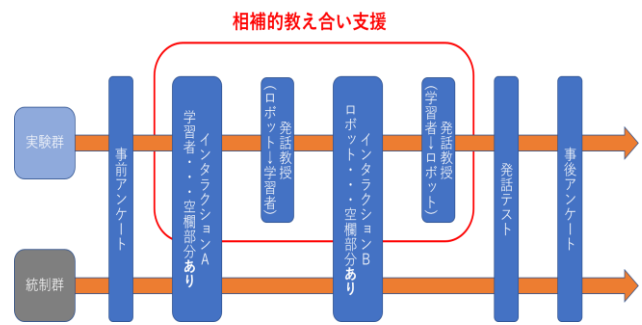


図3 実験手順

Nao⁽²⁾を用いる。インタフェース上で開始の指示がサーバーに送られるとインタラクションが始まり、サーバー側ではロボットの発話や動作の指示、インタフェース上に英文や回答の表示を行う。また、サーバー側では学習者の発話を取得し、Googleの音声認識⁽³⁾にデータを渡すことで発話の分析を行っている。英文スクリプトはサーバーでそれぞれのインタラクションごとに管理されており、会話文ごとにロボットと学習者の発話する文の情報を保持している。

3. ケーススタディ

提案システムを用いて、①英文法活用力に対する可能性の認知：英文法知識を使ったときに正しく扱えているという認知と、②成長の実感：学習者がロボットに対して正しい発話の教授を行うことで得られる実感の2つを調査する目的でケーススタディを行った。具体的には、以下の3つの仮説について検証を行う。

H1: 相補的教え合いを行うことにより、正しく英文法知識を扱えていると認識し、自身の英文法活用力に対する可能性を認知する。

H2: 相補的教え合いを行うことにより、英語コミュニケーションの中で英文法知識を正しく扱えるようになる。

H3: 学習者がロボットに対して正しい発話の教授を行うことにより、成長を実感できる。

仮説を検証するため、相補的教え合いによるインタラクションを行う群(CTI群)と相補的教え合いを行わずにインタラクションをする群(CI群)の2群間による被験者間実験を行った。被験者は、理工系大学生・大学院生9名とし、図3に示す手順で行った。しかし、音声認識の仕様で途中で認識が終了した被験者が1名存在したため、各群4名の計8名を対象とした。本研究では事前に被験者の得意、不得意単元は振り分けずに実験で扱う単元を決定した。

4. 実験結果と考察

仮説H1~H3に関する実験結果の詳細は、参考文献⁽⁴⁾で示している。まず、仮説H1については、各群の英語コミュニケーション能力についてのアンケート結果を両群で比較したところ、差は見られなかつ

た。その原因としては、学習者が英文を見ている時間が長いため、ロボットへ顔を向けて発話する時間が減り、対話的な英語コミュニケーションを行っている感覚が薄れてしまったことが考えられる。

次に、仮説H2を検証するため、発話テストでの正解数の平均値を比較した結果、CTI群の平均値がCI群に比べて高かった。これは相補的教え合いによって、学習者がどのように英文法を活用すれば良いかを学び、正しく扱えるようになったからだと考えられる。このことから、提案システムによるインタラクションでは、英語コミュニケーションの中で英文法を正しく扱える可能性が示唆された。

仮説H3を検証するため、各群の英文法活用力に関するアンケートを比較した結果、CI群の方が高くなった。CTI群では、学習者が誤った際に指摘されることや、正しく教授できない回数が増えることで誤って発話していると実感するため、英文法を正しく扱えなかったと感じやすいのだと考えられる。

5. まとめ

本研究では、英語コミュニケーションにおいて英文法を正しく扱えることによる自己効力感の向上を目的として、学習者とロボットがお互いに教授し合う、相補的教え合い支援システムを提案した。ケーススタディでは、CI群とCTI群間の発話テストの結果に有意な差はみられなかったが、提案システムを使用した学習者は、発話テストにおいて正しく発話することが多いという傾向が見られた。今後の課題として、相補性を高めるための得意・不得意単元の判別方法の考案やコミュニケーションをしている感覚を高める工夫が挙げられる。

謝辞

本研究は、科研費18K19836と20H04294の助成を受けました。

参考文献

- (1) 足立祥啓, 柏原昭博: 効果的な英文読み合いを行う学習パートナーロボットのデザインと評価, 教育システム情報学会第4回研究会, Vol.33, No.4, pp.85-92, 2018.
- (2) Nao: <https://www.jtp.co.jp/services/robotics/nao/>
- (3) Speech-to-text: <https://cloud.google.com/speech-to-text>
- (4) 佐藤孝史, 柏原昭博: 英文法学習におけるロボットを用いた相補的な教え合い支援, 教育システム情報学会2021年度学生研究発表会, pp.59-60, 2022.

ビデオ視聴と自他レポート吟味による 批判的思考力育成のための授業設計評価

Evaluation of Course Design to Promote Critical Thinking Skills by Documentary Video Viewing and Mutual Essay Review

仲林 清^{*1*2}

Kiyoshi NAKABAYASHI^{*1*2}

^{*1}千葉工業大学, ^{*2}熊本大学

^{*1} Chiba Institute of Technology, ^{*2} Kumamoto University

Email: knaka@net.it-chiba.ac.jp

あらまし：講義型の多人数授業で批判的思考を促すための授業設計と評価を行う。学習者が既有知識を有すると想定される問題領域の知識体系を説明し、その観点に基づいて具体事例のビデオ視聴、分析レポート提出を行う。次回授業で全員のレポートを配布、適宜紹介し、自他の考えを比較・吟味させる。この過程で、批判的思考の「規準に従う論理的・合理的思考」、「推論プロセスを意識的に吟味する内省的思考」、「文脈に応じた目標志向的思考」という観点を意識させる。コンビニのビジネスモデルを扱った授業実践にこの設計を適用した内容と結果を述べる。

キーワード：批判的思考、ドキュメンタリービデオ、理論と経験の対比、既有知識の活用

1. はじめに

批判的思考力は、21世紀型スキル⁽¹⁾の中に位置づけられるなど、多くの論考や教育実践が存在し、その重要性は論をまたない⁽²⁾⁻⁽⁴⁾。本稿では、講義型の多人数授業で、批判的思考を促進するための授業設計とその実践結果について述べる。批判的思考は「規準に従う論理的・合理的思考」、「推論プロセスを意識的に吟味する内省的思考」、「文脈に応じて実行される目標志向的思考」という3つの観点で定義される⁽⁵⁾。また、批判的思考の教育方法は大きく、「一般原則を教えるジェネラルアプローチ」、「特定科目の中で批判的思考を明示的に教えるインフュージョンアプローチ」、「特定科目の中で批判的思考を誘発させるイメージングアプローチ」に分類される⁽²⁾⁻⁽⁴⁾。いずれの場合でも、学習者の相互作用促進のためグループワークなどを取り入れる形態が多いため⁽⁴⁾、多人数授業への拡張が難しいという問題がある。また、学習者の協同が必ずしも効果を産まないというメタ分析も存在する⁽³⁾。これに対し、本研究はグループワークなどを伴わない講義型の多人数授業で批判的思考を効果的に促すための授業設計の確立を目指す。

2. 提案する授業設計⁽⁶⁾

本授業設計は、前述の批判的思考の3つの観点を包含し、「特定科目の中で批判的思考を明示的に教えるインフュージョンアプローチ」に近い形態を採る。

授業設計の枠組みを図1に示す。学習者が経験・既有知識を有すると想定される問題領域の理論・知識体系を説明し、知識体系の観点に基づいて具体事例のビデオを視聴させ、分析レポートを提出させる。次回授業で全員のレポートを配布し、教員が適宜紹介して、自他の考えを比較・吟味させる。必要に応

じてこれを繰り返す。この過程において、上記の3つの観点を明示的に伝えることで、以下のように批判的思考を促進する。

● 観点1：規準に従う論理的・合理的思考

対象問題領域として、「組織における問題解決」⁽⁷⁾、「企業のビジネスモデル」⁽⁸⁾など、筆者らがこれまで授業実践で扱ってきたものを取り上げる。これらの領域では、明確な正解はないが、経験から導かれた体系的な理論や知識が存在する。これらの理論・知識を現実の場面に適用したレポートを作成させることで、状況の論理的な分析が可能となり、合理的な解決策の見通しが得られる、という思考を促進する。

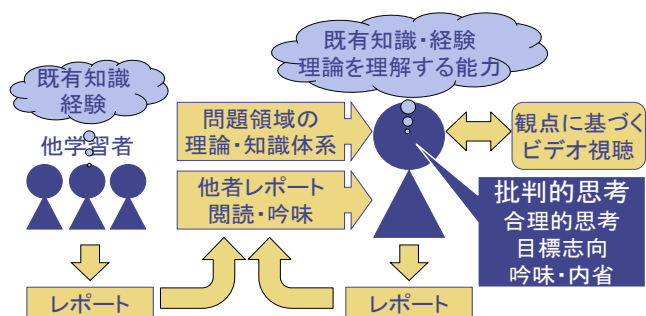


図1 授業設計の枠組み

● 観点2：推論プロセスを意識的に吟味する内省的思考

批判的思考において、自身の思考をメタ認知的にモニタリング・コントロールすることは非常に重要である⁽⁵⁾。本研究では、これを促進させるため、他者レポートの閲読を活用する。同じビデオを視聴してこれを体系的知識を適用して様々に解釈していると

考えられる他者のレポートを閲読させ、自身の解釈・分析と比較させることで、自身の思考プロセスを内省的に振り返らせる。

● **観点 3：文脈に応じて実行される目標志向的思考**

批判的思考は、現実の目標に照らして適切な状況で発揮することが重要である⁶⁾。ビデオでは、現実の真正な文脈における登場人物の問題解決行動が描かれる。彼らの問題解決の目標・文脈に鑑みて、脱文脈化された体系的知識をその状況に適用することが適切か否かを検討させることで、文脈に応じた目標志向的思考を促進する。

3. 実践内容と結果

コンビニエンスストアのビジネスモデルを扱った授業⁸⁾に、提案した授業設計を組み込んだ。授業構成はもともと図1に沿ったものとなっており、全4コマのうち最初の3コマでビデオの視聴とレポート課題提示を行う。今回は、レポート課題提示の際に、前章で述べた3つの観点を説明し、これを意識してレポートを書くように促した。また、授業アンケートで3つの観点に対応した項目を追加した。

2022年度前期に情報系学部の1年生向けの科目でオンデマンド形式で授業を実施した。授業アンケートの結果を表1、表2に示す。表1では2021年度の結果も示している。これは、3つの観点を説明せず、アンケート項目だけを追加した結果である。

表1 授業アンケート (7件法, 上: 平均, 下: SD)

| | 2021 n=151 | 2022 n=145 | p 値 |
|-----------------------------|---------------|---------------|---------|
| 内容は理解できた | 5.71 0.88 | 5.83 0.84 | .211 |
| このような内容を今後も学んでみたい | 5.28 1.14 | 5.63 1.07 | < .01** |
| 情報技術と産業の関係について新しい知識を得た | 5.63 0.91 | 5.82 0.92 | .073+ |
| コンビニが「流通革命」と呼ばれた理由の理解度：受講前 | 3.52 1.57 | 3.65 1.53 | .489 |
| 同上：受講後 | 5.62 0.75 | 5.90 0.85 | < .01** |
| オンライン授業は自由な時間に学習できてよい | 6.43 0.99 | 6.61 0.89 | .096+ |
| * コンビニの経営方針を筋道を立てて考えることができた | 5.34 0.91 | 5.54 0.83 | .049* |
| * 主人公たちが問題を解決していく思考過程が理解できた | 5.82 0.90 | 6.00 0.84 | .079+ |
| * 他の人のレポートの内容から何に着目したのかを考えた | 5.22 1.09 | 5.48 1.05 | .039* |

* は追加したアンケート項目

表1では、既存の質問項目も含め、全般に2022年度の評価が向上している。観点1の「論理的思考」については、表1の「経営方針を筋道を立てて考えることができた」という項目に有意差が見られ、表2の自由記述でも「論理的に考えることを意識した」

という主旨の記述があった。観点3の「文脈思考的思考」については、表1の「主人公たちの思考過程が理解できた」という項目に有意傾向があり、表2でもコンビニの利用経験と創設者の考えを結び付けているコメントが見られる。観点2の「内省的思考」についても、表1の他者レポートの着眼点に関する項目で有意差があり、表2でも自他の視点を意識した記述や、自分のITに関する学びを企業経営の観点から見直したい、という記述があった。

今回の結果は、アンケートの一部のみで、自由記述コメントやレポートの分析は今後の課題である。また、本研究の枠組みは他の授業にも適用可能であり、それについても今後検討を進める。

表2 授業アンケート自由記述コメント

| |
|---|
| 感動的なビデオをなるべく客観的に見ようと努力したことは、雰囲気にならずに論理的に考えることのいい練習になったと感じた。 |
| 何気なく日常的にコンビニを使っていたが、その販売形態について深く考えたことがなかった。しかし、在庫の管理や売っている商品などあらゆることに創設者達が地道に考え、行動してきたことが反映されていた。 |
| 自分だけだと視野が狭くなりがちで一面的な情報しか読み取れてなかったが、他の人のレポートを読んで様々な視点で振り返ることができた。 |
| 自分はこれまで(略)便利なアプリケーションやシステムを作り出していかということばかり考えていたが、(略)POSシステムの様な画期的なシステムはセブンイレブンが長年効率化してきた経営方針とIT技術を融合させて結果なのだという事を学んだ。このことから自分は、IT技術だけでなく他の分野のシステムについての知見を深めていきたいと思うようになった |

参考文献

- (1) P.グリフィン, 他 (編), 三宅なほみ, 他 (監訳): “21世紀型スキル: 学びと評価の新たなカタチ”, 北大路書房 (2014)
- (2) Ennis, R.H.: “Critical Thinking and Subject Specificity: Clarification and Needed Research”, Educational Researcher, 18, pp.4-10 (1989)
- (3) Abrami, P.C.: “Instructional Interventions Affecting Critical Thinking Skills and Dispositions: A Stage 1 Meta-Analysis”, Review of Educational Research, 78, pp.1102-1134(2008)
- (4) 道田泰司: “批判的思考教育の展望”, 教育心理学年報 52, 128-139 (2013)
- (5) 楠見 孝 (2011) 批判的思考力を育むー学士力と社会人基礎力の基盤形成ー, 有斐閣.
- (6) 仲林 清, 田中孝治, 池田 満: “ビデオ視聴と自他レポート吟味による批判的思考力育成のための授業設計”, 教育システム情報学会第46回全国大会論文集, p159-160 (2021)
- (7) 仲林 清: “組織における問題解決を主題とするビデオとオンラインレポートを活用した授業実践”, 教育システム情報学会誌, Vol.32, No.2, pp.171-185 (2015)
- (8) 仲林 清: “ビジネスモデルにおけるITの活用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ーコンビニエンスストアの事例を題材にー”, 教育システム情報学会誌, 34(2), pp.131-143 (2017)

EBPM (Evidence- Based Policy Making : エビデンスに基づく政策立案) に向けた地域人材教育プログラム Development of regional human resources development programs

松浦 義昭
Yoshiaki MATSUURA

金沢大学
Kanazawa University
Email: ebpmjapan@gmail.com

あらまし：内閣官房及び内閣府と実践的な地域人材教育プログラムを共同開発。その教育研修の実践と評価を行っており、本研究はその一環としての取り組みである。本稿では、教育機関において学生を対象に年間で約1,000人、過去6年間の累計約6,000人を対象に実施した授業に焦点を当てた報告を行う。

キーワード：EBPM, ロジックモデル, 地域人材教育プログラム

1. はじめに

内閣官房及び内閣府と実践的な地域人材教育プログラムを共同開発。その教育研修の実践と評価を筆者は実施しており、その成果を踏まえて産官学連携の教育研修プログラムの開発・支援を行っている。

具体的には、内閣府専門委員としてデータの活用状況やニーズを踏まえた行政職員対象の研修プログラムを企画、研修教材を開発。全国各地の自治体で行政職員を対象に政策立案に活かすデータ活用研修の講師を担当。研修の効果測定を行い、地域人材育成プログラムの開発・支援に努めてきた。

また、東京海上日動火災保険株式会社にて社員研修プログラム「地方創生を題材にした構想力強化研修」を同社と連携して企画、研修教材を開発、研修講師を担当。過去5年間累計13回の研修において、教育プログラムの実践と効果測定、研修内容の改善を同社と連携して進めてきた。

さらに、教育機関で学生を対象に年間で約1,000人、過去6年間で累計約6,000人を対象にデータ活用教育を実施。その効果測定を行い、研究成果をまとめてきた。

東京一極集中を是正し、日本全体の活力を上げることを目的とした地方創生の取組みは2020年度から第二期を迎えている。地方創生の基本目標である①地方における安定した雇用を創出する。②地方への新しいひとの流れをつくる。③若い世代の結婚・出産・子育ての希望をかなえる。④時代に合った地域をつくり、安心なくらしを守るとともに、地域と地域を連携する。この推進にあたり政府は地方に情報・人材・財政面から多様な支援を実施している。

政府が提供するRESAS(地域経済分析システム)は、情報支援を担う重要なシステムである。

本稿では、教育機関で学生を対象に年間で約1,000人、過去6年間で累計約6,000人を対象に実施している地域人材育成プログラムに焦点を当てた報告を行う。

2. 授業設計

筆者は、内閣官房及び内閣府と実践的な地域人材教育プログラムを共同開発。内閣府専門委員としてこれまで全国各地で自治体の行政職員研修、企業団体の人材教育研修、教育機関の教職員研修・授業として提供を行ってきた。本稿では、教育機関において学生を対象に年間で約1,000人、過去6年間の累計約6,000人を対象に実施している授業に焦点を当てた報告を行う。

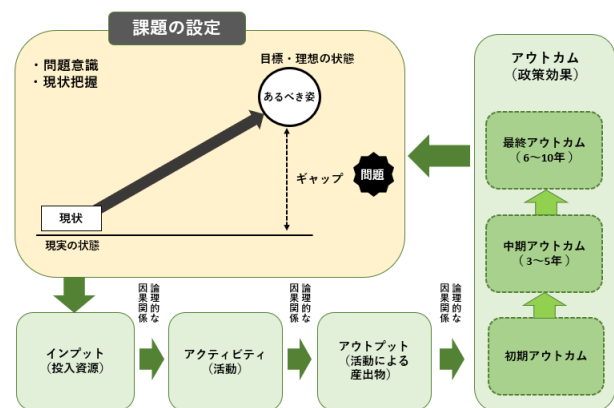


図1 課題設定とロジックモデル

第1学期から第4学期まで約2カ月間の学期単位で実施されている。学期の前半は地域の現状や課題を把握する段階で、RESASやV-RESAS、e-Stat等の客観的なデータから地域の人口、産業、観光、財政、農業等の特徴を周辺や比較対象の地域との対比で理解することに充てられる。

授業では、北海道から沖縄県まで全国各地から進学してきた受講者の「故郷の魅力」をテーマに各自が歴史、伝統、文化などの各分野について調査した内容について意見交換する機会も設けており、ここで出身地の魅力を再認識する受講者も多い。

定量的な視点と合わせて定性的な視点からも地域をとらえることは、学期後半の地域課題解決に向けた計画を立案する際に重要となる。

この現状把握の段階を経て、学期の後半は地域における社会的な課題の解決策を立案する段階に進む。

その際に、国は現在どのような政策を進めているのか、自治体が策定している総合戦略や総合計画のどの分野に関連する課題なのかを踏まえたうえで、地域の課題解決に必要な資源の投入から政策効果までの因果関係を論理的に整理して表現するロジックモデルを活用した提言を行っている。

3. 調査方法と結果

調査期間は、第2学期末の2021年8月2日から8月11日までの10日間である。調査形態は、LMSのアンケート機能を用いて実施した。

2021年度第2学期に開講された「統計学から未来を見る」の6クラスの受講者450名のうち、調査に回答した者は351名である。

なお、この科目自体は年間20クラスが開講されているが、本稿の調査対象とした第2学期の6クラスを含めて年間20クラスの全ての授業を筆者が担当しているため担当者間による差異は生じていない。

回答者の所属分野を見ると、人間社会学域112名、理工学域96名、医薬保健学域101名、融合学域16名、総合教育部14名である。

調査結果の主な概要は以下の通りである。

はじめに、受講者の統計・データ分析についての関心の程度を「関心がある」「どちらかといえば関心がある」「どちらともいえない」「どちらかといえば関心がない」「関心がない」「わからない」で尋ねた。

調査の結果、「どちらかといえば関心がある」(44.76%)と最も多い割合を占めており、次点の「関心がある」(19.55%)と合わせると全体の64.31%を占める結果が得られ、受講生の統計・データ分析についての高い関心度合いがうかがえる。

東京一極集中についてどのように感じているかについては、「東京一極集中がこれ以上進むことは望ましくない」の割合が最も高く全体の67.52%を占める結果が得られた。

東京一極集中を是正するためにどのような政策が考えられるかという質問項目には、「地方への公共投資を増加させる」(24.34%)、「生活環境などの地方の利点を強化する」(24.04%)、「首都圏にある企業の本社機能を地方に移転させる」(19.17%)が続いている。

“地方創生”という言葉に対するイメージについては、「難しい」(17.59%)が最も高い割合を占める一方で、「役に立つ」(13.09%)、「明るい」(12.88%)と、ポジティブな印象を抱いていることが明らかとなった。

RESASやV-RESAS、e-Statによる地域統計データの収集方法に対する受講生の理解度について「大変よく理解できた」「まあまあ理解できた」「どちらと

もいえない」「あまり理解できなかった」「まったく理解できなかった」の5段階で尋ねたところ、「まあまあ理解できた」(65.24%)、「大変よく理解できた」(18.80%)を合わせると全体の84.04%を占める結果となった。さらに、地域の現状や課題への理解度を5段階で尋ねたところ、「まあまあ理解できた」(64.67%)、「大変よく理解できた」(18.23%)を合わせると82.9%となり、こちらも全体の8割以上を占める結果となった。授業を通して、地域の各種統計データを収集する方法の理解が得られたとともに各種統計データをもとに地域の現状や課題について理解できたことが示された。

社会的な課題に対する解決策をロジックモデルを利用して企画書をまとめることについての理解度を5段階で尋ねたところ、「まあまあ理解できた」(58.97%)、「大変よく理解できた」(17.95%)を合わせると全体の76.92%を占めている。

また、EBPM(エビデンスに基づく政策立案)の必要性について5段階で尋ねたところ、「必要であると思う」との回答が全体の(47.86%)を占めており、「どちらかといえば必要であると思う」(33.62%)を合わせると80%以上の受講生がEBPMの必要性を認識していることが示された。

4. 今後の課題

内閣官房及び内閣府と実践的な地域人材教育プログラムを共同開発。その実践と評価を行っている。

具体的には、内閣府専門委員として自治体の行政職員研修、企業団体の人材教育研修、教育機関の教職員研修・授業を担当し、研修の効果測定を行い、地域人材教育プログラムの開発・支援に努めてきた。

今後も地方創生の実現に向けて、地域活性化や課題解決に向けた実践的な地域人材教育プログラムの開発・支援を幅広く実施したいと考えている。

謝辞

本研究の一部は、JSPS 科研費(17K0117)による助成を受けている。

参考文献

- (1) 内閣官房まち・ひと・しごと創生本部事務局 内閣府地方創生推進事務局:
<https://www.chisou.go.jp/sousei/index.html> (参照 2022.6.1)
- (2) 内閣府地方創生カレッジ ビデオライブラリ
<https://chihousei-college.jp/talk.html> (参照 2022.6.1)
- (3) 科学研究費基盤研究(C)「RESAS(地域経済分析システム)を活用した教育プログラムの開発」(17K0117)
<https://kaken.nii.ac.jp/ja/grant/KAKENHI-PROJECT-17K01117/> (参照 2022.6.1)
- (4) 松浦義昭:“RESASの教科書(共著書)”,日経BP社,東京(2016)

組織的な情報活用能力の指導計画を把握する一覧表示システムの設計・開発

Design and development of a list display system to manage the guidance plans of organizational information utilization ability

岡本 恭介^{*1}, 安藤 明伸^{*1}
Kyosuke OKAMOTO^{*1}, Akinobu ANDO^{*1}

^{*1}宮城教育大学

^{*1}Miyagi University of Education

Email: okakyo@miyakyo-u.ac.jp

あらまし：情報活用能力は、学習の基盤として位置づけられるが、そのことを取り上げて指導する教科がないため、組織的なカリキュラム・マネジメントで計画的な育成が求められる。そこで本研究では、組織的な情報活用能力の指導計画を把握するシステムを設計・開発した。これにより、FD のツールとして、授業者自身のカリキュラム改善や組織的な育成状況の把握をもとにしたカリキュラム改善につながることを期待できる。

キーワード：情報活用能力、システム設計・開発、カリキュラム・マネジメント、体系表例、FD

1. はじめに

情報活用能力とは学習指導要領にて、学習の基盤とされる資質・能力である⁽¹⁾。これは、「教科等横断的な視点から教育課程の編成を図り、各学校のカリキュラム・マネジメントの実現を通じて育成すること」とされており、各教員が個別に取り組むだけでなく、組織的に全体の実施・育成状況を把握し、効率的かつ効果的な取り組みが求められる。例えば、板橋ら⁽²⁾は、宮城県内の小学校で行われた授業を抽出し、それらの授業に関連する情報活用能力を文部科学省が例示している情報活用能力の体系表(以下、体系表例)の項目に当てはめ累積することで、学校全体でどのような情報活用能力が育成されているのかを把握することを試みている。この研究では、対象の小学校が1つという限定的な研究であり、事例研究ではあるが、授業者自身が意識的に情報活用能力を育成しようとしているにも関わらず、学校全体としてとらえると、全く触れられていない項目があることを指摘しており、一個人の意識のみで育成される情報活用能力に偏りがあることを示している。

こうした問題の解消には、授業計画段階において、組織全体でどのように情報活用能力が育成されるのか集計し、もし育成が手薄と判断される情報活用能力の項目があれば、その内容を取り入れるような授業設計・授業改善を行うことで、バランスの取れた育成が期待できる。しかし体系表例は、総計193個の項目で構成される大きな表であり、さらに各教員が指導案に文章として記述したものは、体系的な集計が困難となる。そこで本研究では、組織的な情報活用能力の育成計画状況の把握をより簡便に行うシステムを設計・開発することを目的とした。

2. システム設計・開発

2.1 システム構成・機能

本システムは、授業者が授業で目的とする情報活用能力をチェックしたデータを送信する「情報活用

能力チェック状況送信機能(以下、チェック状況送信機能)」と、組織全体の状況を把握したい管理側が、これまで入力された授業科目等のデータを一覧表示し、把握することができる「情報活用能力一覧表示機能(以下、一覧表示機能)」で構成される(図1)。システムの操作は、体系表例を一覧できる表計算ソフトの Google スプレッドシート上で行えるようにし、自動集計処理を Google Apps Script で実装した。

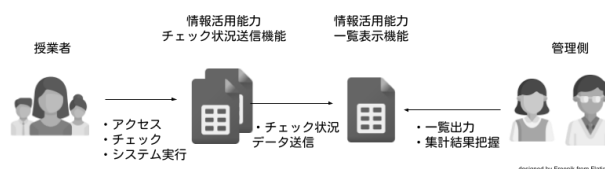


図1 システム全体の概略図

2.2 チェック状況送信機能

授業者が授業で育成の目的とする情報活用能力の項目にチェックし、「一覧表示機能」にチェック状況データを送信する機能を作成した。スプレッドシート内の該当する項目にチェックし、本機能を実行すると「授業者名」「授業科目」「単元もしくは授業回」「チェックした項目」「チェックした項目のR1C1形式のセル行列番号」(以下、チェック状況データ)が「一覧表示機能」に送信される。

2.3 一覧表示機能

「一覧表示機能」は、「チェック状況送信機能」から送信されたチェック状況データを元に、該当する項目に授業科目等のデータが追加され、一覧表示する機能である。「一覧表示機能」は単一の Google スプレッドシートを複数のワークシートに分けて実装した(図2)。まず、「チェック状況送信機能」から送信されたチェック状況データは、「ログ」シートに保存される。そして、本機能を実行することで、「ログ」シートにある「授業科目名」と「単元もしくは授業回」データ(以下、授業科目等データ)を、「メモ出

力「セル内出力」シートの該当項目にそれぞれ出力される。「メモ出力」「セル内出力」シートはどの部分に授業科目等データが出力されたのか、直観的に把握しやすいように3段階の色に分けて表示した。

「メモ出力」シートは、該当項目のメモ機能に授業科目等データが出力され、「セル内出力」シートには、セル内に授業科目等データが出力される。「メモ出力」シートは、セル内に項目が増えないため、全体を一覧で把握する場合の利用を想定した。「セル内出力」シートは、セル内に項目が追加されるため、確認したい項目にどの科目が入っているのかを把握する場合の利用を想定した。

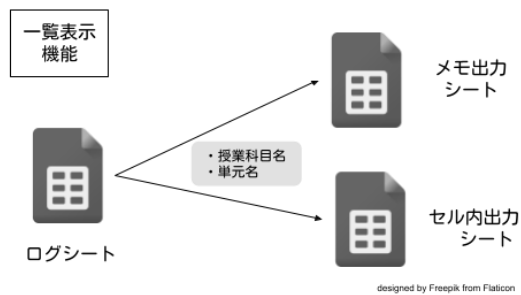


図2 一覧把握機能の概略図

3. 一覧表示システムの試行利用

本研究では、こうした各授業の情報活用能力育成状況の把握が、カリキュラム・マネジメントにおいて意味のある指針が得られる可能性について試行的に検証した。

教員養成学部を持つ本学の教員5名（社会科教育1名、理科教育1名、技術科教育2名、情報科教育1名）に協力していただき、担当授業において、本システムを利用してもらった。本システムを利用する際、協力者には体系表例の5つに分かれているステップにおいて、担当講義者の立場で該当しそうな項目をチェックしてもらった。

また本学では、全学共通科目である免許法に定められる科目である、いわゆる情報機器の操作にあたる授業において、単に機器操作能力だけでなく大学での学修に最低限必要とされる情報活用能力についても扱うこととしている。そこで、今回は全学共通科目の情報の授業で扱っている情報活用能力と、各教員が個別に実施している授業で扱っている情報活用能力全体を検証し、カリキュラム・マネジメントへの示唆を考察することとした。

4. 集計・分析結果

集計した結果、分析対象科目総数は29個、チェック項目総数は52個だった。また、各ステップのチェック数において、ステップ5は23個、ステップ4は20個、ステップ3は6個、ステップ2は3個であった。そこで、チェックした項目数が最も多いステップ5を分析対象とした。情報の授業にてチェックされた項目数は、ステップ5の全項目数46個中26個

であった。また、科目全体でチェックされた項目において、ステップ5のチェックが無かった項目数は2個だった（表1）。そして、表2にステップ5で多くチェックされた項目を上位5番目まであげた。

表1 当てはまらなかった項目

| 分類 | ステップ5の項目名 |
|----|---------------------------------|
| A | 統計指標、回帰、検定などを用いた統計的な情報の整理・分析の方法 |
| | 目的に応じて統計を用いて客観的に情報の傾向と変化を捉える方法 |

表2 多かった項目（上位5番目まで）

| 分類 | ステップ5の項目名（チェック数） |
|----|-------------------------------------|
| A | 目的に応じた適切なアプリケーションの選択と操作（12） |
| A | 電子ファイルの適切な運用（クラウドの活用や権限の設定等）（11） |
| A | 情報社会における自他の責任や義務の理解（10） |
| B | 問題の効果的な解決に向け（中略）評価・改善を重ねながら実行する（10） |
| A | 効率を考えた情報の入力（9） |
| A | クラウドを用いた協働作業（9） |

5. 考察・まとめ

体系表例のステップ5における情報の授業にて、当てはまらない項目数が20個あることから、単独の科目で情報活用能力全体を育成することは困難であると考えられた。このことから、大学全体として情報活用能力育成を意識した指導の必要性が示唆された。また、科目全体として当てはまらなかった項目を見ると、本調査範囲では高度な統計を学ぶ科目が無く、今後は、より広くデータを収集して傾向を捉える必要があると考えられた。そして、上位5番目までの多かった項目におけるA分類（知識・技能）の内容から、全体として、主に基本的な知識や技能の習得を目的としていることが見て取れた。さらに、クラウドを利用した活動を意識していることも伺えた。また、B分類（思考力、判断力、表現力等）が含まれたことから、知識や技能だけではなく、思考力、判断力、表現力等も重視していることが捉えられた。今回の試行利用から、小学校から高校段階での組織的にバランスの取れた情報活用能力育成に寄与するだけでなく、教員養成学部における学生に対する情報活用能力の育成の把握を通じたFDのためのツールとしても利用できる可能性が示唆された。

参考文献

- (1) 文部科学省:”【総則編】小学校学習指導要領解説”（2017）
- (2) 板橋碧, 安藤明伸:“小学校をフィールドとした情報活用能力育成の継続的調査研究”宮城教育大学技術科学研究報告, 第24巻, pp.2-3（2022）

高大連携におけるオンラインでの授業設計支援

Supporting Instrutlional design by Online Education in high school-university collaboration

宮下 伊吉^{*1}
Ikichi MIYASHITA^{*1}

^{*1}三重大学

^{*1}Mie University

Email: imiyashita@ac.mie-u.ac.jp

あらまし：コロナ禍の影響により、大学では、2020年4月からオンライン授業の急速な実施が広がり、様々な問題点が生じていたことから、高校生が教員になるための小学校での授業実践体験に向けた指導をオンラインで行うことは困難に思われた。本稿は、授業設計から成果の検証方法までを高校生が自分たちで考えることを重視したオンライン（Google classroom, Meet）での授業設計支援という方向に切り替えた実践事例について説明する。

キーワード：高大連携、授業設計、Google classroom, Meet, 探究学習

1. はじめに

2022年度より、高等学校では教新学習指導要領が学年進行で施行されている。M県内の高校では、SSH指定高校等を中心に、新学習指導要領の「総合的な探究の時間」に示された目標「社会と自己との関わりから問いを見出し、自分で課題を立て、情報を集め、整理分析し、まとめ・表現でき、課題発見・解決に向けて、互いの良さを生かしながら新しい価値創造とよりよい社会を実現しようとする態度を養う」につながる高大連携に力を入れて取り組んでいる。筆者はそのような高大連携を「探究学習型高大連携」と定義し、大学の講義や実験・実習等の一部を体験させ、将来のやりたい仕事ややりたい職業をイメージさせることで、進路選択に結び付ける「体験型高大連携」と区別している。

筆者がM県内のA高校で担当している高大連携活動は、教員志望の高校生に高校の近隣の小学校で1コマの授業を実践体験させる「体験型高大連携」として、2019年度は月1回（4月～11月のうち6回指導、11月に実践・振り返り）の高校での対面による授業設計の指導を行っていた。しかし、コロナ禍の影響により、2020年度当初は高大連携活動自体を実施できなくなっていた。2020年6月頃、高校現場においてもオンライン環境の整備が進み、A高校からオンライン環境（Google classroom, Meet）を使った高大連携活動の依頼を受けた。

大学では、2020年4月からオンライン授業（Zoom等）の急速な実施が広がり、様々な問題点が生じていたことから、教員志望の高校生に小学校での授業実践に向けた授業設計の指導をオンラインで行うことは困難に思われた。そこで筆者は、教員になるための小学校での授業実践体験に向けた指導ではなく、授業設計から成果の検証方法までを高校生が自分たちで考えることを重視したオンラインでの授業設計支援という方向に切り替えた。そうすることで、万

一、コロナ禍の影響の拡大で、小学校での授業実践ができなくなった場合の対応（高校生による教材作成等）も検討できると考えた。

2. 対象と実施方法

本稿で対象としたのは、2021年度に筆者がA高校で担当したオンラインでの授業設計支援の高大連携活動に関わった21名の高校2年生である。2020年度は対象となる高校2年生が7名と少なく、活動も6月開始で、小学校で授業実践できる時期も直前まで定まらない状況であったため、対象から外した。

実施方法は、2021年度は年度当初（5月）から毎月1～2回オンライン（Google classroom, Meet）で実施ということが高校側との確認で決まった。そのため、高校生に提供する学習コンテンツを事前に準備することができたので、Google classroomに学習コンテンツを掲載し、事前に課題に取り組みせ、オンライン授業当日はMeetで高校生から大学教員（筆者）が課題の取り組み結果を聞く形式で高校生の主体的な活動を中心に進行することができた。（表1）

表1 2021年度の活動

| (G+M)=Google classroom+Meet | |
|-----------------------------|------------------------------------|
| 4月 | (前年度のポスター発表見学) |
| 5月 | 月2回オンライン実施(G+M) |
| 6月 | 月1回オンライン実施(G+M) |
| 7月 | 月1回オンライン実施(G+M) |
| 9月 | コロナ禍の影響で在宅実施(G+M)・延期 |
| 10月 | 月1回オンライン実施(G+M) |
| 11月 | 月2回オンライン実施(G+M) (2つの小学校での実践が決定) |
| 12月 | 12/3に2つの小学校で対面授業実践 |

学習コンテンツ掲載

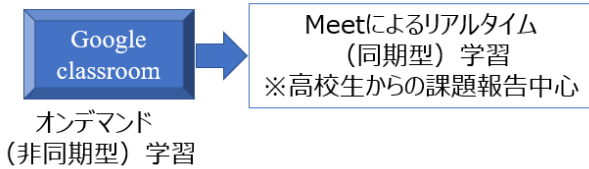


図1 学習の流れ

表2 Google classroom 掲載の課題等

| | |
|---------------------|--|
| 課題 1 | ・小学生にどうなって欲しいですか？ ・小学生について知っておきたいこと |
| 課題 2 | ・グループで担当する係を決める ・学習目標などを話し合って決め報告 |
| 課題 3 | ・小学校へのヒアリング項目等の確認 ・学習目標から課題分析まで作成 |
| 課題 4 | ・小学校訪問報告と入手情報の共有 ・授業企画書例を閲覧 |
| 課題 5 | ・授業企画書作成状況の報告 |
| 課題 6 | ・確認テスト&アンケート案作成・共有 |
| ※小学校での授業実践後の振り返りは省略 | |

表3 12月の授業実践

| 対象児童 | 授業実践担当 (高2生) |
|--------------|--------------|
| X 小学校 4年 U組 | 5名 |
| X 小学校 5年 M組 | 4名★ |
| X 小学校 5年 T組 | 3名★ |
| Y 小学校 4年 8名 | 3名☆ |
| Y 小学校 5年 18名 | 3名 |
| Y 小学校 6年 13名 | 3名☆ |

表4 授業実践報告 (X 小学校 5年★グループ抜粋)

| | | | |
|----|---|-----|-----|
| 目的 | 習熟度別クラスによって算数が好きな人の人数に関係があるのかを調べる。また、生徒の理解を高めるのは、講義型の授業かグループワーク型の授業なのかを明らかにする | | |
| 結果 | Q 算数は好きか | M組 | T組 |
| | | 15人 | 9人 |
| | 普通 | 5人 | 10人 |
| | 嫌い | 8人 | 7人 |
| 結果 | Q 授業は楽しかったか | M組 | T組 |
| | はい | 20人 | 19人 |
| | 普通 | 8人 | 7人 |
| | いいえ | 0人 | 0人 |

3. 実施内容

オンライン (Google classroom, Meet) を活用した実施の流れは事前に非同期型学習に取り組み、Meet による同期型の学習 (主に高校生からの課題取り組み報告中心) の組み合わせで実施した。(図 1)

課題は PowerPoint で作成した 6 種類のスライドを Google classroom に毎月実装し、高校生に次回の授業で課題の取り組みを報告してもらうことを伝えた。

(表 2) 課題にはほとんどの高校生が高大連携授業当日 (オンライン接続開始) までに回答を提出できていたが、未提出でも口頭による報告で後日提出も可とした。

当初は 1 つの小学校で実施予定であったが、高校側と小学校側での調整に時間がかかり、直前で 2 つの小学校で同日に授業実践することになった。(表 3)

| | |
|--|----|
| (2) 小学生にどうなって欲しいと考えて授業を行った結果を自己評価してください。 →4段階で最もあてはまるものを一つ選択してください。 | |
| 考えていた通りに授業を行えたかどうか、わからない | 5 |
| 考えていた通りの授業は行えたとはいえない | 12 |
| 考えていた通りの授業を行うことができた | 3 |
| 考えていた以上の授業を行えたと見える成果があった | 1※ |
| ※→小学校で授業をする前に何度かリハーサルをしていてそこで時間調整として予定にはなかったところをプランのなかに入れたのですが残りの時間を考えてそこができなくなってしまったからです。でも残りの時間を見てやらないと決めたことで授業を時間通りに終えることができたのでそういう点では良かったのかも知れません。 | |

図2 高校生の事後アンケートより

4. 結果と考察

高校生の事後アンケートによる自己評価では、考えていた通りの授業を行えたとはいえないが多い。

(図 2) これは想定外 (コロナ禍のため想定以上に学習が進んでいない、掃除からの戻りが遅れて授業開始が遅くなる、答えだけ教えてという子への対応に手間取るなど) のことが多かったとの理由による。

授業実践後の振り返り以降は、大学教員による支援は行っていないため、4 グループ毎の授業実践報告の作成から高 3 の 4 月のポスター発表までは、高校生のみで作成・発表に取り組んでいる。表 4 はその報告の抜粋である。まとめ方などの点については改善の余地はあるが、自分たちで考えて目的を定め、小学校での授業を実践し、その成果を明らかにできていることは評価したい。今後は非同期・同期によるオンライン学習の効果の面について分析を試みる。

参考文献

- (1) 宮下伊吉: “高大連携における学生主体の活動による受講者満足度への影響”, 令和元年度全国大学入学者選抜研究連絡協議会大会研究発表予稿集, 第 14 回, pp.252-255(2019)
- (2) 宮下伊吉: “SDGs 探究 MAP を使った高大連携セミナー”, 日本教育工学会第 36 回全国大会論文集, pp.313-314. (2020)
- (3) 宮下伊吉: “SDGs 探究 MAP を使った高大連携講座におけるオンライン掲示板 Padlet 活用の効果”, 教育システム情報学会第 5 回研究会論文集, (2022)

VR を用いた立体錯視教材の検討

Trial Study for VR Contents to learn 3D Optical Illusion

北村 和輝
Kazuki KITAMURA
山岸 芳夫
Yoshio YAMAGISHI

新潟工科大学
Niigata Institute of Technology
Email: 201911065@cc.niit.ac.jp

あらまし：VR の普及に伴いその活用法として教材が注目されている。我々は、VR 空間上で立体錯視を学ぶ教材を検討した。立体錯視は特殊な形状の立体が、見る角度によって全く異なる形状に見えるもので、誰もが体験出来る認知心理学の興味深い応用例である。本研究で開発する教材は、VR 空間上で立体錯視を起こす立体を、様々な角度から見ることができ、錯視がどのように発生するのかを知ることができると共に、交通安全教育などにも応用が可能である。

キーワード：VR, Unity, 立体錯視, 教育

1. はじめに

2016 年の VR 元年以降、VR の普及に伴いその応用が活発になっている。とくに昨今のコロナ禍の影響もあり、教育への VR の応用が注目を集めている。単なる座学の授業であればオンラインでもほぼ従来と遜色のないレベルで行えるが、学校に通えない状況では、実験や実習など、器具の操作スキルを学ぶような科目の学習が困難となる。そのため、教員が行った実験を動画で配信するなどの工夫がされているが、やはり自分の手を動かしてみないと分からないことも多く、その教育効果には疑問符がつくところである。

しかし VR 環境であれば、完全にリアルな世界と同じではないものの、ある程度は自分の手を動かして操作が可能であり、従ってただ単に動画を眺めるだけよりも高い教育効果が期待出来る。

さらに、VR を用いれば立体構造を把握するのが容易になるため、三次元的な機器の組み立てなどを学ぶ教材としても最適な環境となることが考えられる。そこで我々は、VR を用いた立体錯視の教材の構築を考えた。立体錯視はその名の通り、見る人に錯視を起こさせる立体物だが、二次元の画像だけではその構造を把握するのは困難である。

しかし VR 環境上であれば様々な角度から見る事が出来るため、どのように錯視が起きているのかを学ぶことが出来る。錯視は認知心理学と密接に関連しており、また交通安全にも重要な役割を果たしている。よって、錯視を学ぶことで人間の脳の認知メカニズムや、交通安全で注意すべき点についても同様に学ぶことが出来る。よって、本研究では VR で立体錯視を学ぶ教材の開発を行う。

2. 立体錯視

立体錯視の第一人者である杉原によれば、その代表的なものは「不可能立体」であり、現在第 9 世代に到達しているという⁽¹⁾。第 1 世代はいわゆる「だまし絵」であり、中でも有名なものはノーベル賞物理学者のペンローズが提案した「ペンローズの三角形」である (図 1)。

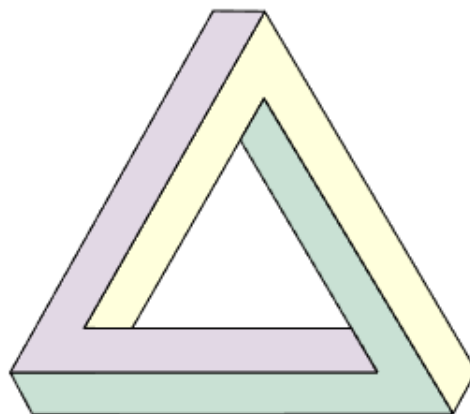


図 1 ペンローズの三角形

このような形の三角形は実際には存在出来ないが、杉原によれば直角に見える部分を直角ではない角度にすることで立体化が可能だという。この他にも、鏡に映すと全く異なった形状に見える「変身立体」や、回転しても必ず右を向いた矢印に見える「軟体立体」などがあり、いずれもとても面白く、学習者の興味を強烈に惹きつけるものとなっている。しかし、ポンズ錯視 (図 2) などは時として交通事故の原因になることもあり、錯視には決して面白いだけでは済まされない側面も存在する。よって、錯視の学びは非常に有用であると言える。

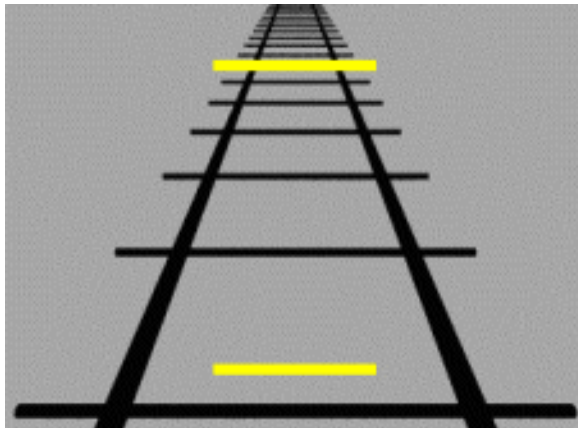


図2 ポンゾ錯視(図内の黄線はどちらも同じ長さ)

3. 先行研究

寺西らは2017年にVRによる自作PC組み立てシミュレーションシステムを構築した⁽²⁾。PCの組み立ては狭くわかりにくい場所にパーツを設置することが多く、紙媒体による説明だけでは理解しづらい。そこで彼らはVRでPC組み立てを疑似的に体験する教材を開発した(図3)。この教材ではHMD(ヘッドマウントディスプレイ)でVR環境を学習者に提供し、ハンドトラッキングセンサを用いて学習者の手の動作を取得してVR環境内の仮想の手の動作に反映させることで、疑似的にパソコンの組み立てが体験できるようになっている。この教材を使うことで、学習者はパーツの配置を立体的に把握することが可能になる。実験協力者による検証を行った結果、この教材は没入感が高く、学習効果も高いことが明らかになった。

このように、VRを用いることで立体的な構造の把握が容易になるため、立体錯視の教材の作成においてもVRが非常に有用であることが期待できる。



図3 先行研究⁽²⁾の例

4. システム概要

本研究ではVR空間上で不可能立体などの錯視を体験できる。教材の実行および操作を行うインターフェースとしては、ワイヤレスVR HMDであるOculus Quest2(図4)を用いる。Oculus Quest 2は性能が優れているにもかかわらず手ごろな価格のた

め、一般的にも入手が容易であると考えて採用に至った。しかし今後HMDはより性能が向上しなおかつ安価になると考えられるため、この機器に限らずなるべく汎用的に利用できるようなコンテンツを開発しようと考えている。



図4 Oculus Quest2

まずは錯視の対象となる立体のモデリングを行わなくてはならないが、これについては3Dモデリングツールとして世界的に普及しているMayaを用いる。Mayaは学生や教育機関では無料で利用できるため、今回の目的には最適と考えた。VR環境の構築にはUnityを用いる。これは今回HMDとして用いるOculus Quest 2でも公式でUnityがサポートされているからである。

5. 終わりに

本システムは開発中であり、今後はシステムの完成を目指して実装を進めていく。システムの完成後は評価試験を行い、システムの教育効果や有用性について検証する。今後は学習者自身がある程度立体の形状を編集できるようにして、より立体錯視に対する理解を深められるようにシステムを拡張していく予定である。

謝辞

本研究はJSPS科研費21K02786の助成を受けたものです。

参考文献

- (1) Koichi Sugihara's Homepage (Japanese) <http://www.isc.meiji.ac.jp/~kokichis/Welcomelj.html> (Retrieved May.31,2022)
- (2) Teranishi, S. & Yamagishi, Y. (2018). Educational Effects of a Virtual Reality Simulation System for constructing Self-Built PCs. Journal of Educational Multimedia and Hypermedia, 27(3), 411-423.

メタバースにおける学びの振り返り支援システムに関する一考察

A Note on a Support System of Reflection on Learning in Metaverse

田中 遼^{*1}, 枝窪 悠^{*2}, 森本 康彦^{*1}Ryo TANAKA^{*1}, Haruka EDAKUBO^{*2}, Yasuhiko MORIMOTO^{*1}^{*1}東京学芸大学 ^{*2}株式会社デジタル・ナレッジ^{*1}Tokyo Gakugei University ^{*2}Digital Knowledge Co., Ltd.

Email: m218119k@st.u-gakugei.ac.jp, morimoto@u-gakugei.ac.jp

あらまし：学習者が主体的に学びつづけていく中で、総括的に学びを振り返って自身の変容を捉え、今後の取り組みを考えることが重要となる。しかし、学習者が過去の学びの場面を想起することは難しく、また、振り返りが事実や感想に留まってしまうといわれている。そこで本研究では、メタバースに着目し、学習者が学びを総括的に振り返る際、自身が蓄積したeポートフォリオを活用して、過去の学びの場面を想起できるよう支援することを目的とした。本稿ではメタバースにおける振り返り方法と、メタバースにおける学びの振り返り支援システムのフレームワークについて提案した。

キーワード：メタバース、学びの振り返り、eポートフォリオ、過去の学びの場面へタイムスリップ

1. はじめに

冬休み直前の日に、ある小学校の高学年の教室では、「キャリア・パスポート」を用いて、学期を通した総括的な振り返りの活動を行っていた。その時、ある児童が「学習発表会はどうだったかな？忘れちゃったよ。タイムマシンがあればいいのに！」と言い、タブレット内の学習発表会の画像や動画を探しながら、振り返りを行っていた。この児童の言葉から、本研究は始まった。蓄積された学びの記録（eポートフォリオ／学習データ）から、過去の学びの場面へタイムスリップするかのような、新しい振り返りの形ができないだろうか。

今、求められている学びでは、学習者は見通しをもって粘り強く取り組み、自らの学習活動を振り返って次につなげる、主体的な学びの過程を実現することが重要である。また、学習者が主体性を持って継続的に学んでいく中では、タブレット端末等のICTを利用することで、あらゆる学びの記録がeポートフォリオとして蓄積される。しかし、学習者が自身の学びの軌跡を辿りながら大きく学びを振り返り、自分がいつ、どのように変容して今に繋がっているのか、それを踏まえて今後どう取り組んでいけばよいのかを総括的に評価することは容易ではない。特に、過去の学びは時間が経つにつれ、たとえeポートフォリオを見返したとしても、その際の気づきや考えていたことを想起して振り返ることは難しい（問題点1）。また、学習者が学びの振り返りを行う際、事実や感想など表面上のことに留まってしまう、自身の状況を踏まえて次の学びへ繋げるような深い振り返りになりにくい（問題点2）。

そこで、本研究では「メタバース」に注目する。学びの振り返りにおいて、蓄積されたeポートフォリオを用いて、メタバース上に過去の学びの「世界」を再現し、その世界に没入することで、学びの振り返りそのものを支援できるのではと考えた。

よって、本研究では学習者が学びを総括的に振り返る際、自身が蓄積したeポートフォリオを活用して、過去の学びの場面を想起できるよう支援するこ

とを目的とする。具体的には、メタバースにおける学びの振り返り支援システムについて開発する。本稿では、メタバースにおける学びの振り返りの方法と、過去の学びの世界を再現し、振り返りを支援するシステムのフレームワークについて提案する。

2. メタバースとは

メタバースとは、Meta(超えた)と Universe(世界)を組み合わせた造語である。厳密な定義は存在しないが、例えば、「没入感と自由度の高い3次元仮想空間内でユーザがアバターを介して活動・交流することを可能にするネットワークサービス」⁽¹⁾や「現実とは少し異なる理で作られ、自分にとって都合がいい快適な世界」⁽²⁾などがある。

メタバースにおける教育活動の先行研究としては、情報の授業における学習の動機付けとして授業に利用したもの⁽³⁾、メタバース上でのディスカッションを提案するもの⁽⁴⁾などがある。しかし、メタバースにおける学びの振り返りに関する研究は十分に行われていないのが現状である。本研究ではメタバースを過去の学びの世界を再現するための仮想空間と位置づけ、そこでの学びの振り返りについて検討する。

3. メタバースにおける学びの振り返り

3.1 メタバースにおける学びの振り返り方法の要件

本研究ではメタバースにおいて学びの振り返りを行うことで、1章で述べた問題点を解決できるか検討する。そのための学びの振り返り方法の要件として、以下の3つが挙げられる。

要件1 メタバース上に過去の学びの世界を再現し、没入することで、学習者はその時の学びを想起することができる（問題点1に対応）。

要件2 メタバース上で過去の学びの軌跡やそこでの重要な場面を見える化することで、学習者はそれまでの学びでの成長や変容について振り返ることができる（問題点2に対応）。

要件3 学習者はメタバースに没入してもう一人の自分（アバター）と自己対話することで、深い振り返りを行うことができる（問題点2に対応）。

3.2 提案する学びの振り返り方法

前節の要件を踏まえた学びの振り返り方法のイメージを図1に示す。

- (1) 学習者は e ポートフォリオを溜めながら主体的に学んでいく。
- (2) 振り返りのタイミングで、これまで蓄積された学習者の e ポートフォリオを用いて、学習者の学びの軌跡をメタバース上で見える化することで過去の学びの世界を再現する。
- (3) 学習者はメタバースに没入し、見える化された学びの軌跡や再現された過去の学びの世界を参考に、もう一人の自分であるアバターと当時のことについて対話しながら、自身の成長を実感したり、これまでの学びで重要だと感じる場面について振り返って、次の学びへつなげていく。

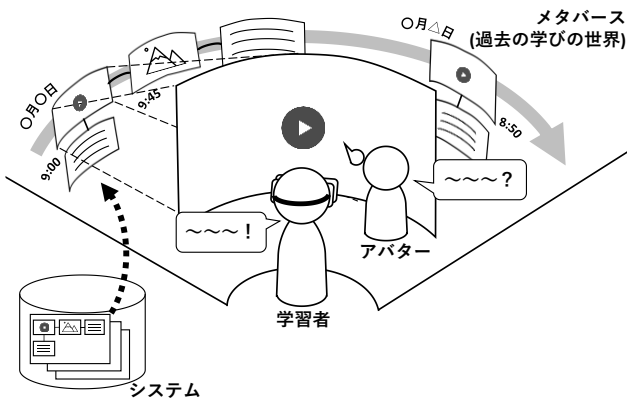


図1 メタバースにおける学びの振り返りイメージ

3.3 想定される優位点

想定される優位点は以下の通りである。

- ・学習者はメタバース上で見える化された学びの軌跡から、今の自分に繋がる重要な学びの場面を知り、振り返ることで、それらを通してどう自分が成長・変容してきたのかをリアルに実感できる。
- ・学習者が想起することが難しい過去の学びについて、当時の世界をメタバース上で再現し、没入することで、まるでタイムスリップしたかのように当時の場面を具体的に想起して、振り返ることができる。
- ・学習者はもう一人の自分であるアバターに過去の学びの場面对話(説明)しながら振り返ることで、事実や感想だけでなく、考えたことや気づいたこと、それらを通じた自分の成長を踏まえて次の学びへ繋げるような深い振り返りを行うことができる。

このように、学習者は自身の学びの軌跡を辿りながら、自分の取り組んできたことを総括的に振り返り、今後にどう繋げていくかを考えることができると期待される。

4. 支援システムのフレームワーク

4.1 システムの概要

本システムは、4つのモジュールと1つのデータベースから構成される(図2)。本システムは Unity で開発し、各機能の実装には C# を用い、データベースは MongoDB を用いる。

- ・学びの軌跡見える化モジュール
- e ポートフォリオの関係性や日時の情報をもとに、学習者の学びの軌跡をメタバース上で見える化する。

- ・過去の学びの世界再現モジュール
- e ポートフォリオ管理モジュールから受け取った、学びの場面の情報をもとに、メタバースの環境を構築し、過去の学びの世界を再現する。
- ・振り返り支援モジュール
- 学習者とアバターとの対話を支援することで、学習者の振り返りを促進させる。
- ・e ポートフォリオ管理モジュール
- 各モジュールに必要な情報を管理し、e ポートフォリオ DB との入出力を行う。

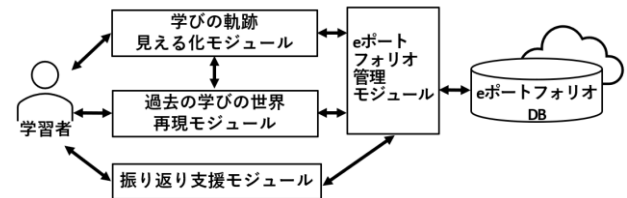


図2 システム構成

4.2 e ポートフォリオの蓄積構造

本システムでは、表1に示す項目群により、e ポートフォリオを構造的に蓄積・管理する。

表1 e ポートフォリオの蓄積項目 (一部抜粋)

| 種類 | 説明 | 具体的な項目 |
|---------|---------------------------------|-------------------------------------|
| メタ情報 | e ポートフォリオを特定・説明するためのメタ情報。 | 所有者、教科/科目など |
| エビデンス情報 | 具体的な学習成果物やレポートなどの e ポートフォリオの情報。 | タイトル、目標、作成日時、天候、位置情報、成果物等の URL、種類など |
| 関係情報 | e ポートフォリオ同士の関係情報。 | 関係性など |
| 評価活動情報 | 当該 e ポートフォリオに付随する、評価活動の情報。 | 自己評価、相互評価、他者評価、それらの評価日時など |

5. おわりに

本稿では、メタバースにおける学びの振り返り方法について考察を行い、振り返り支援システムのフレームワークについて提案した。

現在は、提案したフレームワークに基づくプロトタイプシステムを開発した段階である。今後は、実践可能なレベルまでシステムを改良し、メタバースにおける学びの振り返りの効果について実証を行っていく。さらに、学習者が自身の学びを大きく振り返る際、これまでの学びの中でどの時点に注目して振り返るとよいか、振り返るきっかけを与える仕組みについて検討していく予定である。

謝辞

本研究の一部は、科研費(20K03174)の助成を受けた。

参考文献

- (1) 鷹岡亮, 光原弘幸, 瀬戸崎典夫, 舟生日出男: "初等中等教育のデジタルトランスフォーメーション(DX)を実現する技術の動向と展望", 日本教育工学会論文誌 45(3), pp.283-294 (2021)
- (2) 岡嶋裕史: "メタバースとは何か", 光文社, 東京 (2022)
- (3) 小川真里江, 新井正一: "メタバースを活用した授業—Second Life を学習の動機付けに—", コンピュータ&エデュケーション Vol.28, pp.45-48 (2010)
- (4) 坂東敏和, 三淵啓自: "セカンドライフを利用したメタバース・ラーニングの提唱", 情報処理学会研究報告 Vol.2009-CG-137, No11, pp.1-5 (2009)

学生実験の作業ログから事前学習や振り返学習を 仮想空間で支援する VRExLab の開発

Development of VRExLab to support prior and reflective learning from student experiment work logs in a virtual space.

稲守 栄^{*1}, 千田 和範^{*1}

Sakae INAMORI^{*1}, Kazunori CHIDA^{*1}

^{*1} 釧路工業高等専門学校

^{*1} National Institute of Technology, Kushiro College

Email: sakae@kushiro-ct.ac.jp

あらまし：近年 COVID-19 の影響により、授業環境が変化しつつある。遠隔授業が増え、対面形式の授業では三密回避が求められている。実験実習において設定された実験時間以降の活動に制限がかけられている中で、これまで実機を使っていた説明が実験の事前事後を含め十分に行うことができなくなっている。本研究では、学習者が実験から学習できる事柄を仮想空間上の実験室で体験ができる支援システムの開発を行う。

キーワード：仮想現実、デバイス活用、学習ログ、学生支援、学生実験

1. はじめに

近年 COVID-19 の影響により、教育現場の授業環境が変化しつつある。地域や校内状況から、学校閉鎖や遠隔授業となることが増え、対面形式の授業であっても、三密回避対策のため放課後の活動制限がかかることも多い。実験実習では、実験中や実験後に意見交換をしながら考察・検討やレポート作成を行うことで、学習者たちはより深い知識を得ることができていた。しかし放課後の活動制限は学習者たちの意見交換時間が減少し、知識定着の妨げになる。筆者らはこのような学習者たちを支援するための web アプリ形式の実験支援システムの開発を行ってきた⁽¹⁾。このシステムにより、従来のように計測後の学習者同士の意見交換や相談が場所や時間に限定されず行えるようになった。一方で、実験実習では、実験装置を操作しながら計測を行う特性試験が多い。学習者たちの様子を観察すると、限られた実験時間の中で実験装置の操作方法や実験手順に時間が割かれ、特性試験の計測にかける時間が少なく、データ処理の時間が足りない場合がある。これは実験の本質となる計測やデータ処理にかける時間が短くなり、実験から習得できる事柄が少なくなる。

そこで、本研究では学習者が限られた実験時間内で計測とデータ処理に十分取り組めるよう支援するシステムの開発を行う。

2. 現在の学生実験の状況と問題点

本校電気工学分野の学生実験では、実験室で計測やデータ処理を行ったあと、教室や図書館などで考察検討やレポート作成を行う。この実験室での計測やデータ処理の作業でいくつか問題が生じている。

- 実験時間の配分ミス

実験で計測やデータ処理を行うためには、実験装

置の操作方法や配線といった作業がある。この作業は、実験室で行う作業の中で大半を占めている状態である。そのため、現在実験時間の制限がかかっている中で、計測やデータ処理にかける時間が少なくなっている。場合によっては、データ処理は後日各自で行うこともある。

- 計測器の選択ミスや計測ミス

様々な特性試験を行うため、その時に試験によって使用する計測器が異なる。この配線作業時の計測器の選択ミスは、実験後の考察検討まで気が付かない場合もある。また、計測器は特性試験を行う学習者より多いことも多々あり、一人の学習者で複数台の計測器を読み取らなければならない。そのため、計測器の読取りミスが生じていた。

これらの問題の共通点として、学習者がこれから行う実験について十分に理解しきれていないことが、実験時間の配分ミスや計測器の選択ミスにつながる原因となる。この問題点は、実験後の考察・検討およびレポート作成の作業にも大きく影響を与え、学習者の学習意欲の低下へとつながり、実験から得られる知識量も少なくなる。

そこで、これらの問題点を改善するため、学習者が場所や時間に関係なく事前学習ができ、実験後にも学習者が実験工程を振り返り学習が行えるような支援システムの開発を行う。

3. 学生実験レポートのテレワークを支援する レポート指導システム

先に述べてきた問題点を改善するため、これまで開発してきた支援システムを基に開発を行う。この指導システムは、統合管理システム、クラウドサーバー、web アプリ「e-実験ノート」で構成する。次に、基になる支援システムの各構成について説明する。

3.1 統合管理システムとクラウドサーバー

統合管理システムは、学習支援ツールの開発や学習者の参照ログなどの管理を行う。これに必要な情報を収集するため Google 社が提供する firebase と連携させる。これにより、リアルタイムでデータの同期やユーザー認証情報などの収集を可能にする。

3.2 Web アプリ「e-実験ノート」

web アプリの e-実験ノートは、学習者が実験に関して必要となる情報を提示させる。web アプリ形式にすることで利用する学習者は時間や場所に限定されことなく利用することができる。この e-実験ノートには、図 1 のように実験装置に付いている AR マーカーを読み取ると実態配線図を 3D モデルで表示させる機能や実験後に班員同士が相談をすることができるチャット機能などがある。

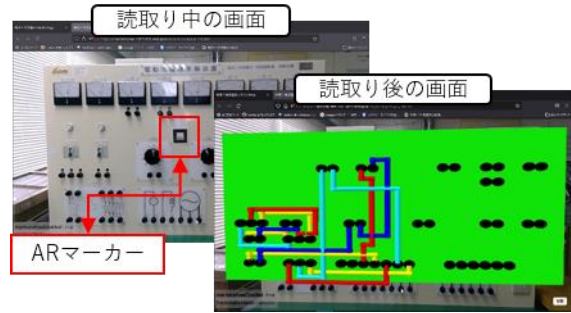


図 1 かざす情報表示機能の画面

4. 学生実験の作業ログから事前学習や振返学習を仮想空間で支援する VRExLab

学生実験での問題点を改善するため、図 2 のような学生実験支援システムを開発する。本システムは、従来の統合管理システムとクラウドサーバーの他に、VR 空間上で疑似実験が行える VRExLab、実験中の計測器の計測監視用の作業モニタリングシステムで構成する。VR 空間上での体験は、学習者と授業の動機づけをさせることができ、学習効果も得られている⁽²⁾。また、遠隔授業が増加したことで学習者はデバイス端末の活用機会も増えた。これらのことから、本システムでは、デバイス端末を活用し VR 空間上で事前学習や振返学習をさせる。次に、本システムの詳細について説明する。

4.1 システム構成

Web アプリ上で実験装置を操作できる空間と作業状況のデータ収集と蓄積をする環境が必要となる。今回は、3D 表示された実験装置を操作できる VR 空間の実験室 VRExLab と web カメラで計測器の監視したデータを収集管理用作業モニタリングシステム、VRExLab の開発や作業データと web アプリとの連携をさせるため統合管理システムで構成する。

4.2 VR 空間の実験室 VRExLab と作業モニタリングシステム

学習者には実験指導書が事前に配布されているが、事前に理解していないことに加え、初めて扱う実験装置も少なくない。そのため、実験装置の操作手順を間違えると誤動作につながり、実験工程に支障をきたす。そのため、学習者は実験室に来てから実験装置の操作手順などの確認に時間をかけている。そこで、VR 空間の実験室 VRExLab 内では、3D による実験装置が表示され、配線作業や実験装置の操作練習が行える。また、実験後には、作業モニタリングシステムに収集した計測動画を 3D の実験装置の計測器にはめ込むことで、実験後の考察・検討およびレポート作成時の振り返りを行う際に、何度も実験工

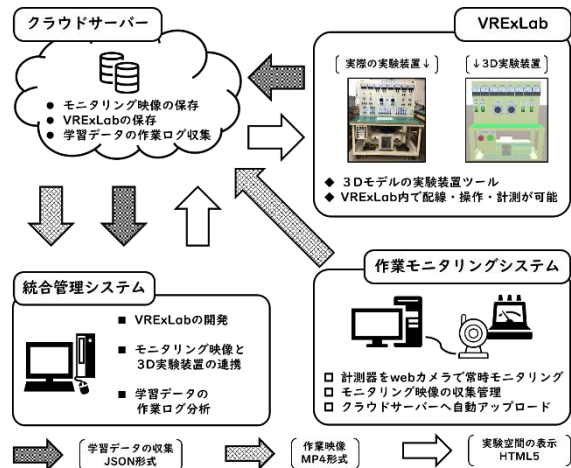


図 2 VRExLab とシステムの構成図

程を確認することができ、実験から得られる“気づき”を促す機会を増やすことができる。

5. おわりに

本研究では、学生実験の作業ログから事前学習や振返学習を仮想空間で支援する VRExLab の開発の説明をした。まずは、COVID-19 の影響により実験時間外の活動に制限があり、限られた時間内では計測・データ処理を行う時間が不足し、十分に実験から知識を得ることができずにいた。この問題点を改善するため、学習者が事前に実験手順や実験内容をより理解するための支援システムについて説明をした。特徴としては、VR 空間の実験室 VRExLab とそこで操作できる 3D 実験装置があり、学習者は VRExLab 内で実験に取り組むことができる。この 3D 実験装置は、実際の実験で監視していた計測器の動画が実験後には埋め込まれ、実験後の振返学習時に活用することができる。今後は、VRExLab および作業モニタリングシステムの構築を行う。

参考文献

- (1) 稲守栄, 千田和範: “学生実験レポートのテレワークを支援するレポート指導システムの開発”, 第 46 回全国大会講演論文集, pp153-154(2022)
- (2) 小川真理恵, 新井正一: “メタバースを活用した授業-Second Life を学習の動機づけに-”, コンピュータ&エデュケーション, VOL.28, pp45-48(2010)

オンラインで学ぶ小中学生に対する学習支援のための自己調整尺度開発

Self-Regulated Learning Scale for the Primary and Secondary School Students Studying Online

松田 岳士^{*1}, 綿貫 要^{*2}, 木本 充^{*3}
Takeshi MATSUDA^{*1}, Kaname WATANUKI^{*2}, Mitsuru KIMOTO^{*3}

^{*1} 東京都立大学 大学教育センター

^{*1}University Education Center, Tokyo Metropolitan University

^{*2}学研メソッド ^{*3}学研塾ホールディングス

^{*2}Gakken Method ^{*3}Gakken Juku Holdings

Email: mat@tmu.ac.jp

あらまし：本研究では、AI に支援された学習塾のテスト・コンテンツ提供システムを受講している生徒を対象にした学習支援システム開発の前提となる、自己調整学習の尺度開発を試みた。主に先行研究から抽出した 67 項目の質問紙を用いて 2021 年 7・8 月にパイロット調査、12 月に本調査を行い、その結果、6 因子、41 項目の尺度を作成した。

キーワード：自己調整学習、尺度開発、ICT 活用教育、学習支援

1. はじめに

COVID-19 によるパンデミックの下で、2020 年度以降、小中学生の間にも ICT を活用したライブの遠隔授業や、オンデマンドコンテンツの受講が急速に広がった。また、GIGA スクール構想の前倒しによって一人 1 台の端末保有も実現されつつある。

このような新しい学習環境で学ぶ児童や生徒にとって、これまでより高いレベルで求められるのが、自己調整学習 (Self-Regulated Learning, 以下 SRL) のスキルである。自己調整とは「学習者が、メタ認知、動機づけ、行動において自分自身の学習過程に能動的に関与していること」⁽¹⁾であり、効率的・効果的な自学自習の持続に必要である。

特に個別指導学習塾は、学習内容、学習進度を個別最適化した教育サービスを提供していることからオンライン化の進展によって、学習支援のために(学習状況や成績に加えて)各教室において児童生徒の SRL レディネスを把握する必要性が高まっている。

2. 研究の対象・目的

本研究では、個別指導塾 (A 塾) において AI による最適化問題提示システムを用いた自己調整学習を行っている小中学生を対象に、学習支援システムで用いるための自己調整尺度を開発することである。

3. 研究方法

3.1 パイロット調査

本研究ではデータを 2 回収集し、探索的因子分析を行うことで尺度を開発した。まず、2021 年 7-8 月に先行研究^{(2), (3), (4)}を中心に、重複項目や、教室での受講を前提にした項目を除いた 67 項目を選択し、5 件法による調査票を用いて A 塾に通う 60 名 (小学 5 年生-中学 3 年生) を対象にした予備調査を行っ

た。天井効果が認められた 7 項目と 20 名以上が未回答であった 3 項目を除外した 57 項目に対する探索的因子分析 (最尤法、プロマックス回転) の結果、因子負荷量 0.3 以上で 44 項目 9 因子を採用した。

3.2 本調査

より信頼性の高い尺度開発のため、パイロット調査の結果として抽出された 44 項目を用いて 2021 年 12 月により大規模な調査 (238 名回答) を実施した。その回答を因子分析 (最尤法、プロマックス回転) し、再び因子負荷 0.3 以上を基準にしてさらに 3 項目を除外し、因子数も調整した。

4. 結果・課題

2 回の質問紙調査結果の因子分析から、表 1 に示したように 6 因子 41 項目の尺度が示された。第 1 因子は学習計画や学習開始前の準備に関する項目で構成されていることから「計画性・学習環境マネジメント」とした。第 2 因子は、自らの学習について客観的に捉えて考察する内容が含まれているので「メタ認知の活用」とした。第 3 因子は、テストに対するネガティブな感情を表しており、「テスト不安」、第 4 因子は必要以上に教師に頼る状況を示しているため「教師依存」とした。第 5 因子は単純な暗記や学習量の増加を求めるので「浅い学習方略」と名付けた。第 6 因子は、外化や自らの学び方の評価を含んでおり「外化の活用」とした。

今後は、さらに大規模な調査を行って、各項目を再検討し、尺度としての信頼性を高める。また、尺度得点と得点と成績や学習活動との関係を科目別・学年別に確認する。さらに、それらの変数との高い相関や関連性がみられる項目や因子を抽出する予定である。これらの研究を通して、本尺度を学習支援システムでどのように用いるかを検討する。

表 1 探索的因子分析の結果 (n=238)

| 因子・項目 | F1 | F2 | F3 | F4 | F5 | F6 | c |
|--|------|------|------|------|------|------|-----|
| 因子 1. 計画性・学習環境マネジメント $\alpha=.881$ | | | | | | | |
| 勉強するときは、最初に計画を立ててからはじめる | .88 | -.08 | .06 | -.06 | -.06 | .01 | .68 |
| 勉強するときは、自分できめた計画にそってこなす | .79 | -.02 | .06 | .02 | .02 | -.09 | .59 |
| 試験勉強の前には計画を立てる | .79 | .02 | .04 | -.09 | .08 | -.12 | .56 |
| 自分が立てた計画は、うまくできる自信がある | .74 | -.17 | -.15 | .02 | -.03 | .20 | .60 |
| *やる気を出して、勉強を始めるまでが大変だ | -.65 | .21 | .19 | .02 | .23 | -.07 | .42 |
| 一週間の勉強の予定を立てて行動する | .57 | .01 | .07 | .02 | .06 | .24 | .49 |
| 時間を決めて勉強に取り組む | .57 | .10 | .05 | .00 | -.05 | -.08 | .38 |
| 勉強のやる気を出すために「ここまではやるぞ」と、量と時間を決めて勉強する | .56 | .15 | -.02 | .16 | -.04 | -.13 | .48 |
| 何かをしようと思ったら、すぐにとりかかる | .46 | .15 | -.22 | -.04 | .03 | .07 | .35 |
| 勉強がしやすいように、部屋の温度や明るさを調整する | .39 | .11 | .02 | .02 | .17 | -.05 | .23 |
| 勉強のやる気を出すために前にテストなどでうまくいったことを思い出す | .34 | .07 | .00 | .05 | .08 | .21 | .26 |
| 勉強でわからないところがあったら、勉強のやり方をいろいろ変えてみる | .31 | .26 | -.01 | .04 | .15 | .27 | .43 |
| 因子 2. メタ認知の活用 $\alpha=.814$ | | | | | | | |
| 授業中に内容を十分に理解できなかった時、あとで理解し直す | -.04 | .75 | -.19 | .08 | .05 | .02 | .57 |
| 先生に質問する時は、解答よりも、自分で解くためのヒントを教えてください | -.02 | .60 | -.32 | -.02 | .12 | .06 | .41 |
| 勉強しているとき、自分がわからないところはどこかを見つけようとする | -.04 | .57 | .10 | .11 | -.05 | .24 | .47 |
| 問題につまずいた時、問題に書いてあることが、どういうことか具体的に考えてみる | -.05 | .57 | .11 | -.12 | -.13 | .20 | .38 |
| 問題につまずいた時、別のやり方がないか考える | -.13 | .56 | -.06 | -.10 | .01 | .21 | .28 |
| 勉強する前に、これから何を勉強しなければならないかについて考える | .19 | .50 | .17 | .01 | -.05 | -.08 | .43 |
| 勉強しているときに、やった内容をおぼえているかどうかをたしかめる | .02 | .50 | .05 | .00 | .11 | .13 | .29 |
| 勉強していて大切だと思ったところは、言われなくてもノートにまとめる | .05 | .45 | -.05 | .01 | .00 | .08 | .24 |
| 問題が解けなかったときにこそ、自分が足りない部分に気づくことができると思う | .22 | .43 | .08 | -.04 | -.13 | -.06 | .36 |
| たくさんの量の勉強をすることがとても大切だ | .13 | .39 | .12 | -.10 | .26 | -.01 | .26 |
| 先生に説明してもらう時は、解答だけでなく、考え方についても説明してもらう | -.08 | .30 | .05 | .19 | -.13 | .06 | .17 |
| 因子 3. テスト不安 $\alpha=.693$ | | | | | | | |
| テストを受けるとき同級生と比べてどのくらい劣っているかと考えてしまう | -.08 | .06 | .69 | -.12 | .05 | .13 | .50 |
| テストを受けるときよくない結果のことを考えてしまう | -.07 | -.05 | .69 | -.08 | .04 | .09 | .49 |
| テストを受けるとき不安や動揺を感じる | .08 | .01 | .66 | .05 | .05 | -.20 | .50 |
| 勉強のやり方が、自分にあっているかどうかを考えながら勉強する | .12 | .16 | .41 | .13 | -.16 | .28 | .42 |
| *自分のテストの点数は、いつも自分自身の予想に近い | .11 | .16 | -.37 | -.12 | -.03 | .23 | .25 |
| 因子 4. 教師依存 $\alpha=.723$ | | | | | | | |
| 17 分わからないことがあった時、自分で調べるよりも、先生に質問する | .00 | -.02 | -.06 | .78 | .05 | -.13 | .58 |
| 10 何となくわからない時は、すぐ先生に質問する | -.11 | .30 | -.12 | .69 | -.10 | -.01 | .60 |
| 14 もう少し考えればわかる場合でも、先生に質問する | .04 | -.12 | .04 | .65 | .00 | .22 | .52 |
| 57 分わからない箇所があった時、自分で考えるよりも、先生に聞いてもらう | .11 | -.24 | .08 | .40 | .30 | .15 | .39 |
| 因子 5. 浅い方略 $\alpha=.535$ | | | | | | | |
| なぜそうなるのかわからなくても、とにかく答えが合っていればいいと思う | -.09 | -.23 | -.05 | .02 | .61 | .03 | .50 |
| 自分の答えが合っていれば、別の解き方はとくに大事ではない | -.09 | -.04 | -.07 | .02 | .45 | .00 | .22 |
| テストに出そうな問題は、答えを覚えようとする | .15 | .05 | .04 | .05 | .39 | -.08 | .20 |
| 勉強でわからないところがあったら、友達にその答えをきく | -.07 | -.02 | .08 | -.08 | .37 | .25 | .22 |
| もし授業で配られた資料を理解できないならば、それは一生懸命努力しなかったからだ | .07 | .15 | .11 | -.10 | .32 | -.01 | .13 |
| 成績のよさは、勉強のやり方よりは、勉強した量で決まるものだ | .06 | .10 | .16 | .12 | .32 | -.02 | .19 |
| 因子 6. 外化の活用 $\alpha=.508$ | | | | | | | |
| 質問する際には、自分の考えを先生に説明する | -.13 | .36 | .05 | .09 | .01 | .45 | .33 |
| 勉強のやる気を出すために、友達と教えあったり問題を出し合ったりする | .06 | .27 | -.03 | -.04 | -.05 | .42 | .29 |
| うまいやり方で勉強していると思う | .24 | .21 | -.19 | -.03 | .06 | .32 | .33 |

*：逆転項目, c：共通性

謝辞

本研究は、学研塾ホールディングスによる学術相談経費の支援を受けている。また、データ収集にご協力いただいた児童・生徒に感謝する。

参考文献

(1) Zimmernan, B. J., "Becoming a self-regulated learner: Which are the key subprocesses?", Contemporary Educational Psychology, 11, pp.307-313 (1986)

(2) 佐藤純, 新井邦二郎: "学習方略の使用と達成目標及び原因帰属との関係", 筑波大学心理学研究, 第 20 号, pp.115-124 (1998)

(3) 宮部明美, 富樫千秋, 佐久間夕美子, 佐藤千史: "日本版 MSLQ の信頼性と妥当性の検討", 日健医誌, pp.276-286 (2016)

(4) 前田健一, 円田初美, 新見尚子: "好きな科目と嫌い内科目の学習方略と自己効力感", 広島大学心理学研究, 第 12 号, pp.45-59 (2012)

遠隔授業不適切学習行動低減のための心理要因分析の試み

An attempt to analyze psychological factors to reduce inappropriate learning behavior in distance learning

岩屋 裕美^{*1}, 白澤 秀剛^{*2}
 Hiromi IWAYA^{*1}, Hidetaka SHIRASAWA^{*2}

^{*1} 川崎市立看護大学

^{*1} Kawasaki City College of Nursing

^{*2} 東海大学

^{*2} Tokai University

Email: iwaya-h@kawasaki-nursing-c.ac.jp

あらまし：遠隔授業は今後も授業形態の一つとして継続的に実施されていくことが予想される。一方、遠隔授業の仕組みを逆手に取った不適切な学習行動を行っている学生が一定数存在していることが著者らの過去の調査で明らかになっている。本研究では、不適切学習行動がどのような心理要因と関連していて、どのような介入をすれば遠隔授業不適切学習行動を低減できるかについて分析を試みた。専門、動機づけ及び他者軽視による重回帰分析を行ったが、これらだけでは遠隔授業不適切学習行動頻度を十分に説明できないことがわかった。しかしながら、一部の遠隔授業不適切学習行動は対面授業の学習行動と同様に内発的動機づけに影響を受けていることを示唆する結果を得た。

キーワード：不適切学習行動、学習動機づけ、遠隔授業

1. はじめに

遠隔授業はコロナ禍での緊急措置として多くの大学で実施されたものであるが、文科省周知文にも記載があるように面接授業の一部として遠隔授業を取り入れることが可能となったため⁽¹⁾、今後も多くの大学の授業において継続されていくことが予想される。一方、著者らのこれまでの調査によって、遠隔授業において不適切な学習行動を行うのは少数の学生の例外的な行動ではなく、行動の種類によっては半数以上の学生がある程度の頻度で行っているような不適切学習行動が存在することが明らかになっている⁽²⁾。併せて、不適切学習行動を行う群と行わない群との間で学習動機づけに差が生じていることが明らかになっている⁽³⁾。

本研究では、不適切学習行動を低減させる為にどのような介入方法が必要なのかを、心理要因の面からの分析を行った。心理要因には、学習動機づけに加え、援助要請行動に影響していると思われる他者軽視⁽⁴⁾を加えて分析を行った。

2. 研究方法

調査は2021年度にA大学の2施設及びB短大にて実施した。2施設は学部学科が異なるため、実質的には3大学での調査と同等である。

2.1 調査方法

質問紙調査はWebフォームから実施し、QRコード及びURLを提示して回答を依頼した。回答欄末尾に「研究利用拒否」欄を設け、チェックの入った回答については分析対象から除外した。有効回答415件を分析対象とした。

2.2 調査内容

遠隔授業における不適切学習行動は、遠隔授業用主体的学習分類尺度⁽²⁾46項目のうち、11項目を使用した(表1)。「ほとんどしない(10%以下)」から「いつもする(90%以上)」までの5件法で回答させた。心理要因の学習動機づけの測定においては、岡田ら⁽⁵⁾の大学生用学習動機づけ尺度を用いた。この尺度は「外発」「取り入れ」「同一化」「内発」の4つの下位尺度34問から構成され、5件法で回答させた。他者軽視は、速水⁽⁶⁾の仮想的有能感尺度10項目を用いて、5件法で回答させた。

表1 遠隔授業不適切行動質問項目

| 遠隔授業不適切学習行動 | |
|-------------|--|
| Q08 | 体調不良や特別な事情がなくても、単位認定に影響がない範囲で授業を欠席する |
| Q27 | ライブ授業にアクセスはしているが視聴していない(寝る・離席するなど) |
| Q28 | ライブ授業にアクセスはしているが、その授業とは関係のない作業をしている(別の授業の課題・ネット閲覧・スマホ操作、移動中など) |
| Q29 | オンデマンド動画の再生はするが、視聴はしない(寝る・離席するなど) |
| Q30 | オンデマンド動画の再生をしながら、その授業とは関係のない作業をしている(別の授業の課題・ネット閲覧・スマホ操作、移動中など) |
| Q32 | ライブ授業では冒頭だけアクセスして途中で退室する |
| Q34 | 課題内容がほぼ空欄でも提出する |
| Q35 | 重要語句や答えだけを丸暗記する |
| Q39 | 課題実施にライブ授業録画やオンデマンド動画の視聴が必要であっても、見ずに課題を実施する |
| Q40 | 理解できない授業は途中で視聴をやめる |
| Q42 | 課題やレポートは友人の解答を写したり、少し改変したりして提出する |

2.3 分析方法

心理的要因と不適切学習行動との関連を検討するため、学習動機づけ、他者軽視を説明変数、不適切学習行動を目的変数とする重回帰分析(強制投入法)を行った。対象者は専攻している専門分野が異なるため、専門を区別する制御変数を投入した。なお、動機づけの下位尺度間には連続性があり関連が高いため、専門分野の違いを示す「専門」を制御変数とした偏相関分析および、説明変数間の VIF (Variance Inflation Factor) 値から多重共線性を確認した。

本調査にあたっては研究者所属の倫理委員会(承認番号 21032)の承認を得ている。

3. 結果

偏相関分析の結果、説明変数間の偏相関係数は、最も高い値でも $r = .483$ (内発と同一化との間)であり、VIF 値は全変数 1.8 以下で多重共線性を疑う値は算出されなかった。

不適切学習行動に対して、主に内発が有意な負の関連を認め、Q35, Q39, Q40 では、外発が有意な正の関連を示した。Q8, Q27, Q32 では、他者軽視が有意な正の関連を示した。(表 2)。

表 2 不適切学習行動を目的変数とした重回帰分析

| | Q8 β | Q27 β | Q28 β | Q29 β |
|--------------------|---------------|----------------|----------------|----------------|
| 専門 | -.086 | .162 ** | .148 ** | .120 * |
| 動機づけ | | | | |
| 内発 | -.057 | .131 * | -.197 *** | -.200 *** |
| 同一化 | -.092 | .113 | -.117 | -.033 |
| 取り入れ | -.011 | .014 | .081 | -.006 |
| 外発 | .083 | .064 | .046 | .081 |
| 他者軽視 | .108 * | .113 * | .038 | .048 |
| R ² | .065 | .087 | .104 | .079 |
| 調整済みR ² | .052 *** | .073 *** | .090 *** | .066 *** |

| | Q30 β | Q32 β | Q34 β | Q35 β |
|--------------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| 専門 | .041 | .008 | -.045 | .081 |
| 動機づけ | | | | |
| 内発 | -.269 *** | .111 | -.114 * | .224 *** |
| 同一化 | -.068 | .013 | -.032 | .132 * |
| 取り入れ | .085 | -.112 | -.073 | .124 * |
| 外発 | .028 | .107 | .042 | .115 * |
| 他者軽視 | -.017 | .134 * | .102 | .018 |
| R ² | .102 | .060 | .049 | .136 |
| 調整済みR ² | .088 *** | .046 *** | .035 ** | .123 *** |

注. 強制投入法、 β は標準偏回帰係数。

注. 専門は、0 = 看護系以外、1 = 看護系。

| | Q39 β | Q40 β | Q42 β |
|--------------------|----------------|----------------|----------------|
| 専門 | .067 | .097 | .038 |
| 動機づけ | | | |
| 内発 | .084 | -.144 * | -.179 ** |
| 同一化 | .073 | -.090 | -.081 |
| 取り入れ | .074 | -.072 | -.035 |
| 外発 | .220 *** | .156 ** | .045 |
| 他者軽視 | .082 | .062 | .085 |
| R ² | .094 | .093 | .075 |
| 調整済みR ² | .080 *** | .079 *** | .061 *** |

4. 考察

今回の分析結果では、決定係数が小さく、専門、動機づけ、他者軽視だけでは不適切学習行動の高低を十分に説明できていない。決定係数が低い要因としては、不適切学習行動の分散が小さいことが挙げられる。従って、R² が 0.1 を超えているものについてのみ、動機づけや他者軽視の影響の有無について議論する。

Q28 や Q30 はライブ授業やオンデマンド授業にアクセスはしているが他のことをしている場合で、いずれも内発との偏相関係数が負で有意である。授業に集中させるには内発的動機づけが重要であるという対面授業と同様の結果といえる。Q35 の重要語句だけ暗記する行為は対面授業でも見られる行動であり、内発や取り入れが高いとこのような行動はせず、取り入れや外発が高いとこのような行動の頻度が増えることが示されている。

これらのことから、遠隔授業においては内発的動機づけを対面以上に高めることで不適切学習の抑止につながることを示唆される結果を得た。教員との信頼関係が構築できず、遠隔授業の有効性に不満を持つことが不適切学習を誘発しているのではとの仮説で他者軽視を分析に含めたが、今回の解析からは影響がまったくないとは言えないが、不適切学習行動を誘発している様子は見られなかった。

参考文献

- (1) 文部科学省: “大学等における遠隔授業の取扱いについて(周知)”, 3 文科高, 第 9 号 (2021)
- (2) 白澤秀剛, 岩屋裕美, 結城健太郎: “学修行動頻度を用いた遠隔授業時の主体的学修分類尺度の試み”, 第 46 回教育システム情報学会全国大会論文集, pp.79-80 (2021)
- (3) 白澤秀剛, 岩屋裕美: “遠隔授業不適切学習行動と学習動機づけとの関係分析”, 教育システム情報学会 2021 年度特集論文研究会論文集, pp.29-33 (2022)
- (4) 白澤秀剛: “遠隔授業履修者支援を目的とした主体的学習と有能感との関係分析”, 教育システム情報学会誌, Vol.39, No.2, pp.299-302 (2022)
- (5) 岡田涼, 中谷素之: “動機づけスタイルが課題への興味に及ぼす影響 -自己決定理論の枠組みから-”, 教育心理学研究, Vol.54, No. 1, pp.1-11 (2006)
- (6) 廣瀬泰幸: “新卒採用基準 面接官はここを見ている”, 東洋経済新報社, pp.58-71 (2015)

メンタルローテーション課題の正誤による視線移動と脳活動の特徴の考察

Consideration of Characteristics of Eye Movement and Brain Activity Caused by Correct and Incorrect responses to Mental Rotation Tasks

近藤 竜生^{*1}, 岡本 尚子^{*2}, 田邊 宏樹^{*1}, 黒田 恭史^{*3}Tatsuki KONDO^{*1}, Naoko OKAMOTO^{*2}, Hiroki TANABE^{*1}, Yasufumi KURODA^{*3}^{*1}名古屋大学情報学研究科^{*1}Graduate School of Informatics, Nagoya University^{*2}立命館大学^{*2}Ritsumeikan University^{*3}京都教育大学^{*3}Kyoto University of Education

Email: kondo.tatsuki.r6@s.mail.nagoya-u.ac.jp

あらまし：平面上にかかれた空間図形の把握や頭の中で操作することは、児童生徒にとって理解困難なものの一つである。その要因を探るため、今日では視線移動や脳活動といった生理心理学的指標を用いた分析が行われている。本稿ではその基礎実験として、大学生を対象にメンタルローテーション課題時の視線移動と脳活動の同時計測実験を行い、課題の正誤によって生じる認知特性の違いを分析する。

キーワード：視線移動，脳活動，メンタルローテーション，空間認知能力

1. はじめに

算数・数学の空間図形の単元において、児童生徒によっては図から立体や空間関係がイメージできない⁽¹⁾。そのため空間図形の単元を指導するにあたり、空間認知に関する能力を十分に育成する必要がある。空間認知に関する能力の中でも、平面に描かれた立体図形の構造を把握し、頭の中で操作するメンタルローテーション（以下、MR）能力はSTEM（Science, Technology, Engineering and Mathematics）領域と最も関連があり⁽²⁾、生活を送る上でも重要な能力である。

MR能力の特徴を解明するために、近年では視線や脳活動の分析が行われている。筆者もこれまでMR課題の回転軸の違いによって生じる認知の特徴が、所要時間や正答率、視線移動の特徴として表れることを明らかにした⁽³⁾。しかしこの分析では課題の正誤を分けていない。教育への応用を見据えるならば、課題の正誤によって生じる特徴を分析し、正答や誤答に至った要因の解明が重要だと考えた。

以上のことから、本稿は近藤他（2022）で計測したデータを基に、MR課題の正誤によって生じる所要時間や視線移動、脳活動の特徴を解明することを目的とする。そこから正答や誤答に至った要因を推測し、空間図形教材の開発へ向けた知見を集約する。

2. 視線移動・脳活動同時計測実験

2.1 実験概要

実験で使用した視線計測装置はTobii pro Glasses2（Tobii AB, Danderyd, Sweden）でサングラス型、脳活動計測装置はSpectratech OEG-16（スペクトラテック、東京）でハチマキ型であり、軽量かつ拘束性が低いた

め、自然な学習姿勢に近い状況で計測が可能であった。実験参加者は京都教育大学の研究倫理審査委員会において承認を受けた実験データ取得方法、実験データ活用などについて説明を受け、同意書に署名した後、実験が開始された。

実験課題は回転角度の異なる左右の複合立体の異同を答えるMR課題（図1）で、立体の回転軸（回転する方向）は7種類ある。実験参加者は京都教育大学生・大学院生の計32名（平均年齢21.3±1.7歳、男性11名、女性21名）である。

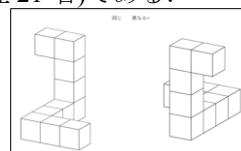


図1 実験課題例

2.2 分析方法

本稿では、MR課題の同じ回転軸内の正誤の違いによって生じる差のみを分析するために代表値の選定を行った。ある被験者の、各回転軸の課題で正答と誤答が両方存在する場合のみ、その平均値を代表値として選出することで、正答した課題（以下、正答課題）と誤答した課題（以下、誤答課題）を同数にした。こうすることで、正誤の特徴のみを分析できると考えた。

所要時間は正規分布に従うと判断したため、対応のあるt検定を用いて統計解析を行った。視線移動データ図2の4パターンに分類してそれぞれ集計を行った。よって離散的な数値となっておりデータの正規性が仮定できないため、ウィルコクソンの符号付順位和検定を用いて統計解析を行った。脳活動デー

タは前頭前野の oxyHb 最大値と oxyHb 値が最大値に到達した時間 (以下, 最大賦活時間) を分析した. 両方とも正規分布に従うと判断したため, 対応のある t 検定を用いて統計解析を行った.

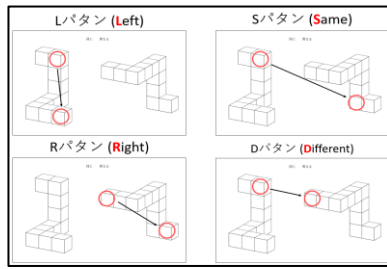


図2 視線移動パターン

3. 結果

図3は, 各回転軸の正答・誤答課題の視線移動パターンの割合を示した図である. 回転軸(0,0,1)N=10とは, 回転軸(0,0,1)の課題で正答と誤答両方存在する被験者は10名いたことを示している. 正誤間で有意差が見られた視線移動パターンは, 回転軸(0,1,1)(1,1,0)のRパターン, 回転軸(1,0,1)のDパターンである($ps < .05$). またすべての回転軸において誤答課題のほうが, Rパターン割合が高い. 表1は, 所要時間, 視線移動, 脳活動それぞれに対し, 同じ回転軸内の正誤間で統計解析を行い, 有意差が見られた回転軸を表したものである. 視線移動のRやDは, 図2のRパターン, Dパターンのことを指す. oxyHb 値と最大賦活時間の右や左は, 右前頭前野と左前頭前野のことを指す.

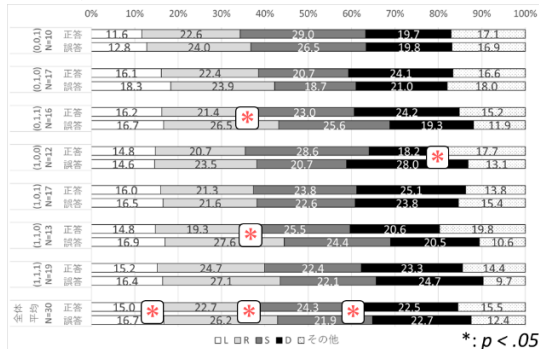


図3 正答・誤答課題の視線移動パターン割合

表1 正答課題と誤答課題の平均所要時間

| 回転軸 | 所要時間 | 視線移動 | oxyHb 最大値 | 最大 賦活時間 |
|--------------|------|-----------|--------------|------------|
| (0,0,1) N=10 | | | | 右* |
| (0,1,0) N=17 | * | | 右**,左** | 右**,左* |
| (0,1,1) N=16 | * | R* | 左* | |
| (1,0,0) N=12 | | D* | | |
| (1,0,1) N=17 | ** | | | 左* |
| (1,1,0) N=13 | ** | R** | | 左** |
| (1,1,1) N=19 | ** | | 右*,左* | 右**,左* |
| 全体平均 N=30 | ** | L*,R**,S* | 右**,左** | 右**,左** |

*: $p < .05$, **: $p < .01$

4. 考察

表1より, 所要時間や視線移動, 脳活動の特徴を

まとめると, 次の3つのグループに分けられる. グループの特徴をもとに, MR 課題が誤答に至った要因を分析する.

1つ目のグループは, 正誤によって所要時間, 視線移動のRパターン, 脳活動で有意差が見られた回転軸(0,1,1)(1,1,0)である. これらの回転軸の課題を誤答した要因として, 誤答課題の方が平均所要時間は有意に長く, Rパターン割合が有意に高く, 前頭前野も賦活していることから, 被験者は右側の立体の構造を把握したり, 回転させたりすることが難しく, 手間取ってしまったことが考えられる.

2つ目のグループは, 正誤によって所要時間や脳活動には有意差が見られたが, 視線移動には有意差が見られなかった回転軸(0,0,1)(0,1,0)(1,0,1)(1,1,1)である. これらの回転軸の課題を誤答した要因として, 誤答課題の方が平均所要時間は有意に長く, 前頭前野も賦活していることから, 被験者は課題が難しいと感じているにも関わらず, 問題の解き方を変えずに課題に取り組んでしまったことが考えられる.

3つ目のグループは, 正誤によって視線移動のDパターンには有意差は見られたが, 平均所要時間と脳活動には有意差が見られなかった回転軸(1,0,0)である. 回転軸(1,0,0)は他の回転軸と違って, 正誤でSパターン割合とDパターン割合の大小関係が入れ替わり, かつ有意差も見られた (図3). この回転軸の課題を誤答した要因として, 左右の立体の異なる箇所を同じ個所であると誤解してしまったことが考えられる.

5. 結語

本稿ではMR課題の正誤によって生じる所要時間や視線移動, 脳活動の特徴を解明することを目的とした. 分析した結果をまとめると, 次のようになる.

- (1) すべての回転軸において, 正答課題より誤答課題のほうが, Rパターン割合が高い.
- (2) 正誤によって生じる所要時間や視線移動, 脳活動の特徴の違いは, 3つのグループに分けられる.

MR課題を解く上では, 右側の立体の形状把握がスムーズに行えるか, 左右の立体の同じ個所に着目できるかが重要であると考えられた. このことから, MR能力が必要とされる図形の回転体や展開図を指導する際には, どの点や辺が対応するのかを注意深く観察させることがよいと考える.

参考文献

- (1) 狭間節子: “空間思考の育成の視座からの図形・空間カリキュラム開発研究構想”, 大阪教育大学, 教科教育学論集, Vol.3, pp.67-70 (2003)
- (2) Uttal, D. H., Meadow, N. G., Tipton, E., Hand, et al.: ”The Malleability of Spatial Skills: A Meta-Analysis of Training Studies.”, Psychological Bulletin. Advance online publication, pp.1-51 (2012)
- (3) 近藤竜生, 岡本尚子, 黒田恭史, 田邊宏樹: “メンタルローテーション課題における視線移動と脳活動の探索的検討”, JSiSE Research Report, Vol. 37, No.1, pp.1-8 (2022)

数学オンラインテストにおける視線データを用いた解答過程の分析

Analysis of the answering process using gaze data in online mathematics tests

青野 稜也, 中村 泰之

Ryoya AONO, Yasuyuki NAKAMURA

名古屋大学大学院情報学研究科

Graduate School of Informatics, Nagoya University

Email: aono.ryoya.g1@s.mail.nagoya-u.ac.jp

あらまし：本論文では、数式自動採点システム STACK の機能を用いて微分・積分の問題を視線計測装置をつけながら解いてもらい、視線データの分析を行った。注視点と注視時間を連続的な色調の変化で表した Heat map と、どこからどの位置を、どの順番で、どの程度見たのかを、線、数字、円の大きさで表した Gaze plot も分析に用いた。各問題について視線解析を行った結果、それぞれの問題に応じて特徴的な注視点、視線移動があることがわかった。

キーワード：数式自動採点システム, STACK, 視線計測

1. はじめに

情報技術の発達とともに教育の情報化が進み、教育の ICT 化が求められるようになった。文部科学省の 2020 年の指針では、中等教育機関における全生徒へのコンピュータやタブレットなどの機器導入を目指している⁽¹⁾。しかし、今まで指導を行ってきた教員は、急にタブレットを利用しながらの授業を行えば機器操作の不慣れが原因で、授業の進度が低下したり、生徒の授業に対する理解度が低下する可能性がある。また、近年になって、映像技術の発達とともに人の視線を計測する機器の開発が積み重ねられ、対象者がリアルタイムで何をどのように見ているのかを可視化できるようになり、視線を用いて認知や思考を推定する研究が注目されている⁽²⁾。

本研究では、視線を解析することで、学生 1 人 1 人にとっての視線計測データと解答の関連性がみられるかを検証することを目的とし、学生 3 名に数学 III で学習する微分・積分の問題を小問 5 つ、長文問題 1 つを、記述型問題で解いてもらった。また、問題を解いてもらう際には、数式自動採点システムの 1 つである STACK⁽³⁾ を用いた。3 名の被験者を対象に実験を行ったが、1 名の被験者の視線データが不具合により正確に測るができなかったため、解析は 2 名のみ行った。

2. STACK について

STACK(System for Teaching and Assessment using a Computer algebra Kernel)は、英国のバーミンガム大学の Christopher Sangwin 氏が中心となって開発した数式自動採点システムである。

教員は学生に対して解答や数式を直接入力する形で要求することができ、数式処理システムによって、その正誤評価を自動的に行うことができる。また、STACK には、係数を変化させて同形式数値の異なる問題をランダム生成したり、学生の解答が部分的に

正しい場合は部分点を与えるといった、教員が問題を作成・管理するための様々な便利機能が存在する⁽⁴⁾。他にも、STACK には計算過程を画面上に手書きで記入し、問題と解答とともに提出できるノート提出機能がある⁽⁵⁾。これは、計算過程をただ書くだけでなく、誤った文字を消すことのできる消しゴム機能、書いた問題を 1 度にすべて削除できたり、書いた内容を保存しておく機能もあるため、問題を解く上で便利である。

3. 視線計測を用いた研究動向

視線計測を用いた研究は幅広い分野で行われている。数学教育分野においては、人間工学や医学に比べて視線計測を用いた研究の数は少なかったが、近年増加傾向にある。1921 年から 2018 年までに発表された、数学教育で視線計測を利用した文献は 161 件あったが、そのうちの 61%の文献が 2014 年以降に発表されたものであり、研究の大半は初歩的な数値と算術に焦点を当てたものであった⁽⁶⁾。

4. 研究方法

被験者には、本研究の実験内容をあらかじめ説明し、同意を得た上で十分な注意のもと体調に配慮して実験を実施した。今回の実験で使用した視線計測装置は、モバイル型視線計測装置である Tobii Pro グラス 2 (トビー・テクノロジー株式会社)50Hz モデルである。実験では被験者に椅子に座ってもらい、前方の机に A3 の問題用紙、プリントに書き込む用のペン、タブレット、タブレットに書き込む用のペンを準備して、実験実施説明を行ったあと、視線計測装置を装着してもらい、視線計測を行った。視線計測は、問題を解く際の解答過程で、どの位置の注視時間が長く、回数が多いかを調べるために行った。問題用紙には、数学 III で学習する微分・積分の問題が小問 5 つ、長文 1 つ書かれている。被験者には 30 分程度で

数学 III の問題を解いてもらったが、厳密な時間設定は行わなかった。また、計算過程は STACK の機能の 1 つであるノート機能を使って解いてもらった。

実験結果の分析には、Tobii Pro Lab (x64) という解析用ソフトウェアで行った。なお、解析を行った結果、1 名の被験者の視線データが不具合により正確に測ることができなかったため、解析は 2 名のみ行った。まず、視線付き動画データと STACK に保存されていたノートデータを比較し、視線データを手入力でノートデータにプロットした。その後プロットしたデータを注視点と注視時間を Heat map で、視線移動の順番を Gaze plot で可視化して、数学の問題を解く上で視線にどのような特徴があるのかを分析した。

5. 結果

結果の一部として、問 1-4 について書く。問 1-4 は $\int e^x \sin x dx$ という問題で、最終的な答えは $\frac{1}{2}e^x(\sin x - \cos x) + C$ である。三角関数の微分および、部分積分を 2 回利用して解くことができる問題である。なお、2 名とも誤答であった。1 人は積分定数のつけ忘れて、もう 1 人は三角関数の微分を誤って積分してしまっており、積分定数もつけ忘れていた。

以下の図 1 が実際に分析に使った Heat map で、図 2 が、途中の特徴的な視線部分だけを抜き取った Gaze plot である。Heat map から、被験者の 1 名は最初の問題部分に最も注目していたことがわかる。Gaze plot からは問題の途中で視線が 1 番最初に出てくる $\int e^x \sin x dx$ に視線が移動していることがわかり、右辺に出てくる $\int e^x \sin x dx$ を左辺に移項することに気づいて解けたことが視線からわかる。

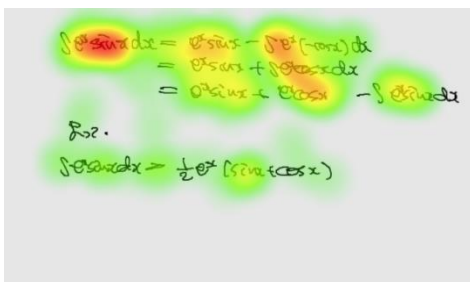


図 1 問 1-4 の Heat map

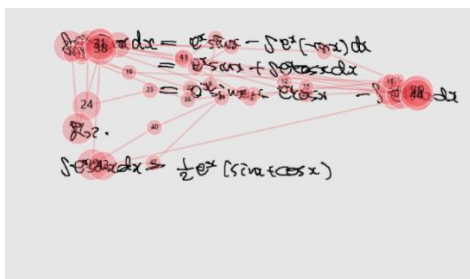


図 2 問 1-4 の Gaze plot

6. まとめと考察

本研究では、STACK の機能と視線計測装置を用い

て、微分・積分を解く際の解答過程の分析を行った。視線を解析した結果から考えられることの 1 つとして、学生 1 人 1 人にとってのその人がどの程度計算ミスに気を付けて問題を解いているのかを測ることができる。小問 5 問を解く際の Heat map の全体的な傾向として、計算過程の前半部分に視線が集まっている。これは動画データと見比べてわかったが、計算の最中もしくは後に、何度か見直ししていることが 1 つの要因として挙げられる。よって、視線が前半部分に集中している学生は、見直しする回数が増えるということになり、計算ミスが減ると考えられる。

今後の課題としては、明確な時間設定をすることである。今回の実験は 30 分程度という時間は設けたものの、時間を測って 30 分たったら問題をやめさせるなどといった措置は行わず、学生には納得がいくまで問題を解いてもらった。今後実験を行う際、厳密な時間設定をすれば、よりテスト形式に近いものとなり、より有用性のあるデータをとれる可能性がある。今回の実験では個別事例の分析にとどまっているので、一般的な傾向としてどのような視線の特徴があるのかはわかっていないが、いくつかの示唆を得ることができた。今後は被験者の人数をさらに増やすことで、新たな視線計測データと解答の関連性や結びつきの特徴が見つかるかもしれない。

参考文献

- (1) 文部科学省:「GIGA スクール構想」について、https://www.mext.go.jp/kagisiryoo/content/20200706-mxt_syoto01-000008468-22.pdf
参照日 2022 年 5 月 23 日
- (2) 天野功士, 當日雅代: “動作を伴う視線計測に関する文献的考察”, 同志社看護 Doshisha Kango, Vol.3, pp.21-29, (2018)
- (3) STACK | The University of Edinburgh, <https://www.ed.ac.uk/maths/stack>
参照日 2022 年 5 月 23 日
- (4) 中村泰之, “数学 e ラーニング 数式解答評価システム STACK と Moodle における理工系教育”, 東京電機大学出版局, (2010)
- (5) Yasuyuki Nakamura, Takahiro Nakahara: “NOTE-SUBMISSION FUNCTION FOR MOODLE QUIZ AND COLLECTING PEN-STROKE DATA”, 15th International Conference Mobile Learning, (2019)
- (6) Anselm R. Strohmaier, Kelsey J. MacKay, Andreas Obersteiner, Kristina M. Reiss: “Eye-tracking methodology in mathematics education research: A systematic literature review”, Educational Studies in Mathematics, Vol.104, pp.147-200 (2020)

歴史的町並みの観光客向けあんしん情報提供 Web アプリの試作とその評価

Prototyping and Evaluation of a Web Application for Tourists for Tourists Supporting Trouble and Emergency in a Historical Townscape

岡崎 泰久, 長谷部 茜, 三島 伸雄
Yasuhisa OKAZAKI, Akane HASEBE, Nobuo MISHIMA
佐賀大学工学部
Faculty of Science and Engineering, Saga University
Email: okaz@cc.saga-u.ac.jp

あらまし：本研究では、観光客が慣れない土地でも安心して観光を楽しめるよう、いざというときに必要な情報を、スマートフォンで簡単に入手することができる Web アプリの開発を行う。歴史的町並みのある地域は、国内外からの観光客が訪れる一方、昔ながらの町並みは、その土地に慣れていない人には、困ったときにどうしてよいか分かりづらい側面もある。こうした問題を解決するために、本アプリは、現在地や避難所、AED の位置情報表示機能、緊急時に頼ることができる場所や連絡先の表示機能、および、災害対策等の豆知識の紹介機能を備えている。我々は、歴史的町並みを活かしたまちづくりを行っている佐賀県鹿島市肥前浜宿地区において、本アプリの実証実験を行った。その結果、観光客の安心につながる情報提供の評価と、今後の課題を明らかにした。

キーワード：観光客向け、歴史的町並み、お助け情報、安心観光、観光サポート情報

1. はじめに

日本全国には、古くからの集落や町並みが今でも残っている地区があり、長い歴史やその中で育まれた文化を体感できるものとして、観光への人気も高い。一方でこうした地域は、古い集落や町並み保存の観点から、案内板などの情報があまり目立たなかったり、平日などでは、静かな環境でゆっくり街歩きを楽しめる反面、人とあまり出会わず尋ねることができなかったり、昔ながらの町並みゆえに日頃の経験があまり役に立たないなど、不慣れた旅行先では、不安になることも想定される。もちろん Web など事前に情報を収集することは可能であることも多いが、それでも現地で困ったことが起きた場合には、不安になることもあるのではないかと考えられる。

そこで我々は、観光客がこうした不安を感じることなく、安心して観光を楽しむことができるよう、観光客の安心をサポートするアプリの開発を行い、その評価実験を行う。

我々は、佐賀大学 ICT デザインまちづくりデザインプロジェクト^①として、江戸時代からの古い町並みが残る、伝統的建造物群保存地区を二箇所含む、佐賀県鹿島市肥前浜宿^②をモデル地区として、地域の組織と連携しながら ICT を活用した町並みづくりを行っている。

本研究では、これまでの活動を踏まえて、この対象地区の観光に携わる水とまちなみの会、および、鹿島市観光課・観光協会と連携してその対策を検討した上で、Web アプリの設計・開発を行う。そして、実際に現地を訪れた観光客に協力を依頼して、実証実験を行う。

表 1 情報検討会の概要

| | |
|------|--|
| 開催日時 | 2021 年 11 月 2 日 10:00-12:00 |
| 開催場所 | 肥前浜宿駅構内 |
| 参加者 | 8 名：水とまちなみの会 (3 名)、鹿島市商工観光課／観光協会(3 名)、佐賀大関係者 (2 名) |
| 検討内容 | 安心して町並み巡りをしてもらうために、観光客に提供する情報およびその提供方法 |

2. 観光客への提供する情報検討会

観光客に安心して観光してもらうために、提供すべき情報について話し合った。検討会の概要を表 1 に示す。検討会では、防災と観光の視点から意見が出された。それらは以下の 4 つに集約された。

1. 今、どこにいる？近くに何がある？
⇒ 観光案内所で配布している地図における現在位置を示す。トイレ、バス停、駐車場、主な観光場所、レストラン、宿泊施設など、観光案内所配布地図と同様の情報を提供する。
2. 困ったことが起きたらどこに相談？
⇒ 観光案内所 (2 か所) と警察 (交番)。場所だけでなく、すぐに電話連絡できるようにする。
3. 地区の防災対策はどうなっているの？
⇒ 昔ながらの町並みの地区は、災害に対しては脆弱であるので、そうした不安をもつ観光客の方へあんしん豆知識の提供。さらに、いざというときの避難場所 (場所と電話) も提供する。
4. その他の安心情報
⇒ その他の情報として、命に係わる設備の場所として、AED の設置場所と連絡先も提示する。

表2 観光客によるアンケート回答結果 (回答数 18)

| Q1 | 年齢層 | 30代未満 | 40代から60代 | 70代以上 | | |
|----|-------------------|-------|------------------|--------------------|------|--|
| | | 28% | 44% | 28% | | |
| Q2 | 性別 | 男性 | 女性 | その他 | | |
| | | 67% | 33% | 0% | | |
| Q3 | 訪問回数 | はじめて | 2回目 | 3回目以上 | | |
| | | 28% | 0% | 72% | | |
| | | 思う | どちらかといえば そう思う | どちらかといえば そう思わない | 思わない | |
| Q4 | 緊急時に必要な情報が載っているか? | 33% | 61% | 6% | 0% | |
| Q5 | アプリがあることで安心するか? | 50% | 50% | 0% | 0% | |
| Q6 | アプリを使用したいか? | 45% | 33% | 22% | 0% | |
| Q7 | アプリは見やすいか? | 44% | 39% | 17% | 0% | |
| Q8 | アプリは操作しやすいか? | 50% | 50% | 0% | 0% | |

3. Web アプリ『肥前浜宿お助け隊』の開発

前節で述べた検討結果に基づいて、我々はこうした情報を Web アプリとして提供することにした。

『肥前浜宿お助け隊』と名付けた Web アプリは、現在地や避難所、AED の位置情報表示機能、緊急時に頼ることができる場所や連絡先の表示機能、および、災害対策等の豆知識の紹介機能を備えている。

4. 評価実験

4.1 実験概要

今回の実験は、観光案内所の協力のもと、2021年12月21日～2022年1月31日に実施した。5か所の観光案内の看板に、QRコード付きのチラシを貼ることで、実験への参加協力を呼び掛けた。参加者には、利用後 Google Form のアンケート (8項目+自由記述) に回答してもらった (回答数 18)。

4.2 実験結果と考察

アンケート結果を表2に示す。本アプリの目的である安心感について (Q5) は、初めて訪れた5名のうち、3名が安心すると「思う」、残りの2名も「どちらかといえばそう思う」と回答している。初めて訪れた人の安心につながっているといえる。

3回以上訪問していると回答した13名のうち、約半数の6名が、安心すると「思う」と回答し、残りの7名も、「どちらかといえばそう思う」と回答している。このことから、初めての観光客に限らず、有効であることが分かる。アプリの使い勝手についても、Q6・Q7・Q8の回答から、使いやすいアプリとして一定の評価が得られたと考えられる。

一方で、自由記述において、観光地巡りのための観光情報が欲しいなど、使ってもらうための工夫が必要であることも示唆された。

情報の妥当性 (Q4) については、初めて訪れたと回答した5名のうち、2名が困ったときに必要な情報が載っていると「思う」と回答し、残りの3名も、

「どちらかといえばそう思う」と回答している。3回以上訪れたと回答した13名のうち、4名が困ったときに必要な情報が載っていると「思う」と回答し、残りの9名も、「どちらかといえばそう思う」と回答している。こうしたことから、困ったときに必要な情報はおおむね提供されていたと考えられる。

5. まとめと今後の課題

本研究では、観光客が慣れない土地でも安心して観光地巡りすることを助けるため、いざというときに必要な情報を提供する Web アプリの開発と、その評価実験を行った。開発したアプリは、現在地や避難所、AED の位置情報表示機能、緊急時に頼ることができる場所や連絡先の表示機能、および、災害対策等の豆知識の紹介機能を備えている。約一か月間にわたる実証実験の結果、初めての観光客に限らず、観光客の安心につながる情報を分かりやすく提供できていることが示された。

困った場合に使うだけでなく、観光地巡りそのものでも利用できるように、観光情報と合わせた情報提供への改善が今後の課題である。

謝辞

本研究は、JSPS 科研費 19H02315 の支援を受け、佐賀大学プロジェクト研究所での一研究として行ったものである。研究の遂行にあたり、ご協力いただきました佐賀県鹿島市・肥前浜宿の関係者の皆様、および、岡崎研究室の皆さんに感謝いたします。

参考文献

- (1) 佐賀大学 ICT デザインまちづくりデザインプロジェクト,
<https://ja-jp.facebook.com/sadai.ictdnpd.project/photos/>
(2022年5月2日参照)
- (2) 肥前浜宿まちあるきパンフレット,
<https://saga-kashima-kankou.com/wp/wp-content/uploads/2017/09/hizenhamashukumachiaruki.pdf>
(2022年5月2日参照)

360 度カメラを用いた地層観察に関する教育実践 —小学校理科「土地のつくりのはたらき」の学習に着目して—

Educational Practice on Geological Observation Using 360° Camera - Focusing on Learning the Elementary School Science "The Function of Land Creation" -

津田 真秀^{*1}, 平島 和雄^{*2}
Masahide TSUDA^{*1}, Kazuo HIRASHIMA^{*2}

^{*1} 梅光学院大学

^{*1}Baiko Gakuin, University

^{*2} 京都教育大学附属京都小中学校

^{*2}Kyoto Compulsory Education School Attached to Kyoto University of Education

Email: m.tsuda@baiko.ac.jp

あらまし: 小学校の理科において, 見る・触るといった行為を含めた観察が重要である単元は少なくない. フィールドワーク等の屋外活動が重要である一方, コロナ禍による活動の制限により実施が難しい場合もある. 本研究では, 第 6 学年「土地のつくりのはたらき」の単元を参考に, 地層の様子を剥ぎ取り標本や 360° カメラで撮影した画像を通して観察し, 現実に近い場面を設定した教育実践の効果を検証した.

キーワード: 小学校理科, 地層観察, 360 度カメラ

1. はじめに

新型コロナウイルスの感染拡大防止の観点から, 教育現場においては各種活動の制限を余儀なくされた. とりわけ小学校段階の理科教育に関しては, 本来であれば体験・観察・フィールドワークといった, 事物・現象を実際に目で見て感じることによる実感を伴った理解が重要となる. 密を避けるための実験の簡素化や施設等訪問の中止など, 教育現場ではあらゆる対応を迫られつつも, 学びの質を保障するために教材を工夫した教育実践が報告されつつある.

杉山・西村 (2022) は, 小学校理科「天気の変り変わり」の単元において, VR 雲観察教材を用いた教育実践を提案している. 不確定要素の多い「天気」という事象を扱う際の困難を, 機器を用いて疑似体験することにより, 時間を伴った理解の促進を目指している. 大町・名越 (2017) は, 全天球カメラ「THETA」を用いて「虹」「日時計」「月」などの長時間の観察・記録が必要となる自然素材の教材化を検討している. 全天球カメラによる 360° の範囲を撮影した画像は, 対象の事物を含めその周辺環境も観察可能である. 操作も簡易な上, 近年ではスマートフォンアプリと連携できることから, 教材化という視点に加え, 今後は学習者が対象となる事物・事象を自身で収集するという学習も可能になると考える.

このように, 発展した映像機器を用いた教材による疑似体験は, 実際の事物・事象に触れた経験と組み合わせることにより, 学習効果の向上に加え, 時間をかけた観察が個人活動で可能となる. さらに, コロナ禍という要因をはじめとする現地に赴くことへの困難性が解決するなど, 活用の幅が広まる余地は十分にある. 実際, 地学分野に関する観察においては, コロナ禍に関わらず実施の困難性が指摘されている. 宮下 (2012) は, 小中学校段階ともに地層

観察などの野外観察学習の実施率が低いことを指摘している. その要因として, 教員側が感じている専門的知識や指導技術の不安, 学習計画の立てにくさ (天候や立地など) を挙げている. 現況も踏まえ, 全ての単元において現地に出向いて学習することは難しいが, 地層の周辺環境の把握や見た目や質感などから構成物を確かめるといった重要な学習活動を, 少しでも現実に近い場面を機器等の利用により設定することが必要であると考えた.

そこで, 本研究では, 小学校第 6 学年「土地のつくりのはたらき」の単元において, 次のような教材を準備し, 教育実践を実施しその効果を検証する.

- ① 学習者が地層の広がりやイメージできるように露頭が見られる地層の周辺を 360 度全方位カメラで撮影した画像
- ② 地層の構成物の違いをイメージできるように
①の画像に映っている露頭の層の剥ぎ取り標本と地層の構成物の実物
- ③ 地層の様子が立体的にイメージできるようにつながっていることを確かめられ層状になった切断可能な地層の模型

2. 360° カメラの機能と教育実践との関係

広範囲を撮影可能なカメラは多種多様に存在する. 今回, 教材作成ならびに教育実践に用いた 360° カメラの画像は, タブレット端末のアプリと連動することにより, 実際に撮影地に立っているような疑似体験が可能となる.

また, 撮影に関しては, 京都理科研究会が主催する研修会に指導者が参加し, 地層の観察, 剥ぎ取り標本の採取とともに撮影を行った. 従来の指導方法であれば, 地層の正面の写真等を提示することに留まるが, 360° カメラによる周辺環境の撮影により,

地層の構成物や周辺との「つながり」を学習者側が手軽に観察できる学習へと発展できる。

3. 教育実践の概要

教育実践の概要は、次の通りである。

日時：2021年12月初旬～中旬 計2時間

場所：国立A附属小中学校，第6学年，31名

内容：

- ・剥ぎ取り標本の撮影とその観察（1時間）
- ・地層の周辺環境への着目と考察（1時間）

3.1 実物と撮影写真による地層の構成物の観察

教育実践実施前に、すでに「土地のつくりのはたらき」の単元学習を終えている。しかし、地層の観察可能な場所やボーリング資料など、実物を通じた学習ができる段階ではなかった。第1時においては、一通り学習した単元ではあるが、実物を見て・触れて新たな発見を見出すことを目的に進めていく。

図1は、事前に準備をしておいた剥ぎ取り標本を学習者が順番に観察している様子である。質感や色など、実物を見た後に、自分をもっと観察したい部分をタブレット端末のカメラで撮影し、自分の席に戻って再度観察し続けるという流れになっている。スケッチしつつ十分に観察する時間を確保した後、学習者同士で気づいたことなどを交流する。粘土質や粒の大きさに注目が行く一方、この段階では剥ぎ取り標本そのものの考察に留まる傾向にあった。授業の終末では、剥ぎ取り標本をどこで採取したのかを検討し、現地の様子を写真で提示しつつ、標本との対応関係も考える必要があることを伝え、次時へとつなげた。



図1 剥ぎ取り標本に触れながら撮影する学習者

3.2 360°カメラ画像を用いた周辺環境への着目

第1時の観察から発展し、第2時は地層の周辺環境への着目を促す導入から始まる。剥ぎ取り標本を観察したことから、どのような場所であるかを考察し、学習者同士で議論する。しかし、この段階ではあくまで「想像」することしかできないため、「どんな資料が必要か」と投げかけると「地図がいる」「写真が見たい」といった意見が出てきた。

その後、周辺環境を観察する手段として、360°カ

メラを用いることとその使用方法について紹介する。図2は、指導者側が映像機器を用いてカメラの機能を説明し、学習者側がタブレット端末を用いて画像を観察している様子である。360°カメラ画像はタブレットを手に取り、そのまま見ている側が回転することにより、正面から撮影者の背面側までを自由に見ることが可能となる。一通り観察を終えた後、周辺環境について明らかになったことを学習者同士で交流・考察する。

なお、360°カメラ画像の視点のみでは、地層のある現地の全ての情報を得ることは難しい。今回撮影した地点を含め、位置情報を立体的に認知するため、層状になった切断可能な模型を準備し、学習者に提示した。剥ぎ取り標本・カメラ画像から得られる情報と組み合わせることにより、地層の情報をより詳しく読み取ることへの補助につながったと考える。



図2 カメラの紹介（左）と使用する学習者（右）

3.3 教育実践の考察

全2時間の教育実践においては、既習である地層に関する学習内容を再度取り扱うことの意義について学習者に強調することを意識した。理科教育の目指す「実感の伴った理解」に迫るべく、実物（剥ぎ取り標本・模型など）とデジタル機器（360°カメラ・タブレット端末）を効果的に用いることは、活動制限の有無に関わらず実施していくことが望ましいと考える。

4. まとめ

本研究の成果は以下の通りである。

- ・剥ぎ取り標本に加え、タブレット端末や360°カメラ画像を組み合わせた教材により、現地での観察に近い環境で教育実践が実施できたこと
- ・地層の構成物、さらにはその周辺環境を考察することの必然性を学習者が実感できたこと

参考文献

- (1) 杉山耕一郎，西村孝毅：“小学校理科「天気の変り変わり」単元において実感を伴った理解を促すためのVR雲観察教材の提案”，教育システム情報学会誌，Vol.39，No.1，pp.76-81，(2022)
- (2) 大町慎，名越利幸：“VRの教材化における自然素材の検討”，日本科学教育学会研究会研究報告，Vol.32，No.3，pp.101-104，(2017)
- (3) 宮下治：“小学校教育における野外自然体験学習の実態と課題に関する研究—教師の意識をふまえて”，理科教育学研究，Vol.53，No.1，pp.133-145，(2012)

複合現実空間での協調演習を可能とする ネットワーク構築演習システムの実装

Implementation of a Network Construction Exercise System for Cooperative Exercises in Mixed Reality Space

森本 健次郎^{*1}, 谷口 義明^{*2*3}, 井口 信和^{*2*3}

Kenjiro MORIMOTO^{*1}, Yoshiaki TANIGUCHI^{*2}, Nobukazu IGUCHI^{*3}

^{*1}近畿大学大学院総合理工学研究科

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

^{*2}近畿大学情報学部情報学科

^{*2}Faculty of Informatics, Kindai University

^{*3}近畿大学情報学研究所

^{*3}Cyber Informatics Research Institute, Kindai University

Email: 2133340421d@kindai.ac.jp

あらまし: ネットワーク構築を学習する方法として実習があり、実習では実機を用いる環境と仮想化環境を用いる環境がある。本研究では、実機を用いずに実機と同様の操作感で、複数人の学習者で演習を実施する協調演習が実施可能なネットワーク演習環境の提供を目的としている。本研究では、複合現実技術を用いて機器の仮想オブジェクトを配置した現実空間を共有し、ネットワークの協調構築演習が実施できるシステムを開発する。

キーワード: ネットワーク構築演習, 協調演習, Mixed Reality, 複合現実

1. はじめに

インターネットに代表されるネットワークは、社会の重要なインフラになっている。それに伴い、ネットワーク環境を構築・管理する技術者養成の必要性も高まっている。複数人の学習者でネットワークの構築演習を実施する協調演習は、他の学習者と設定内容の確認や原因の相談といったコミュニケーションを取りながら、実際に手を動かし演習を実施する。知識を単なる暗記としてではなく経験として定着させるため、効果の高い学習が期待できる。協調演習を実施する環境は、実機を用いる環境のほか、学習者同士が仮想機器を共有し PC 上で操作する場合がある。しかし、実機を用いる場合は、実機を人数分用意し設置・保管する場所を確保する必要があり、スペース的に難しい場合がある。一方、仮想機器を用いる場合、PC の画面上で学習するため、実機と同様の操作ができない。

そこで、本研究では、実機を用いずに実機と同様の操作感で、協調演習が実施可能なネットワーク演習環境の提供を目的に、現実空間に仮想オブジェクトの機器を配置し、学習者同士が仮想空間を共有しながら協調演習が実施できるシステム(以下、本システム)を開発する。

現実空間に仮想オブジェクトを配置する技術として、複合現実技術(Mixed Reality: 以下、MR)を使用する。MR は、周囲の物理空間に、多角的に視認でき、手で操作可能な仮想のオブジェクト(以下、ホログラム)を配置できる。本システムは MR を用いることで、物理空間にネットワーク機器が存在するように見せることが可能になる。これにより、実機を操

作する感覚でホログラムのネットワーク機器を操作することができる。また、現実空間にホログラムを重畳表示しているため、学習者は学習するうえで、ホログラムの機器を着目しながら他の学習者や PC の画面、手元の資料やノートを直感的に認識することができる。

2. 関連研究

複合現実を用いたネットワークに関する研究として、金子らは、DDoS 攻撃を実施する IoT デバイスを検出することを目的としたネットワークパケットの可視化システムを開発している⁽¹⁾。一方、後安らは、仮想のラックに搭載したホログラムの機器の物理的な位置関係を確認しながら、設計したネットワークの検証や、LAN ケーブルに起因する障害対応に関する学習を実施可能なシステムを開発している⁽²⁾。このシステムの障害対応演習は 1 人で実施することを想定しているが、本システムは、複数人が対面の状態で仮想空間を共有してネットワーク構築の協調演習を実施することを想定している。

3. システム

本システムの構成を図 1 に示す。本システムはサーバと登録用 PC、演習用 PC、Microsoft HoloLens(以下、HoloLens)で構成される。サーバは、演習課題を保存する演習課題データベース(以下、DB)と、仮想ネットワークとして Graphical Network Simulator-3 (GNS3)サーバを稼働させている。課題登録者は登録用 PC を使って演習課題の内容を DB へ登録する。学習者は演習用 PC と HoloLens を操作し、仮想演習

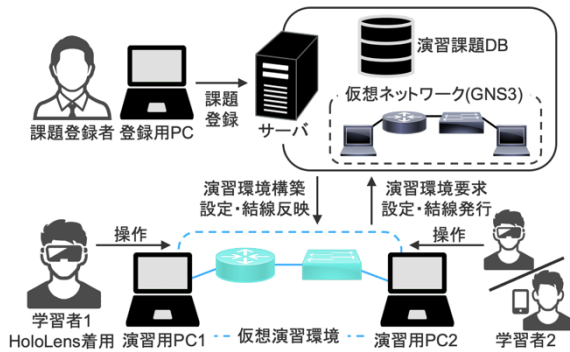


図1 システム構成図

環境を展開後、演習用 PC に表示される課題に沿ってネットワーク構築の演習を実施する。

4. 実験

実験では、本システムが一人で演習実施が可能な仮想演習環境の規模を確認する性能評価実験を実施した。本実験では、登録用PCと演習用PCに MacBook Air(CPU: Intel Core i5@1.6GHz, Memory: 8GB, OS: macOS Monterey 12.3.1), サーバに PC(CPU: Intel Core i7-8700@3.20GHz, Memory: 16GB, OS: Windows 10 Education), HoloLens は 2017 年モデルの第 1 世代 (CPU: Intel 32bit architecture, Memory: 2GB, OS: Windows 10)を用いた。

4.1 実験内容

性能評価実験は、一人でネットワーク構築演習を実施するうえで、今回用いたサーバ上で本システムが対応できる仮想演習環境に表示可能なホログラムの数を確認する。表示可能なホログラムの数を確認する方法として、演習に必要なデバイスが仮想演習環境に展開されたタイミングにおいて、HoloLens の CPU 使用率とフレームレートを測定する。測定時に展開するホログラムは、PC を示すアダプタのオブジェクトとルータのオブジェクトとし、PC のアダプタは 2 台、ルータのホログラムは 0 台から 30 台まで表示する。10 台までは順に増やし、10 台以降は 5 台ずつ増加させた。CPU 使用率は各 10 回ずつ測定し、各台数の平均値で評価する。図 2 にそれぞれのホログラムを示す。

4.2 実験結果・考察

仮想演習環境に展開されたタイミングでの、HoloLens の CPU 使用率の測定結果を図 3 に示す。測定の結果、描画する際のホログラムの数に関係なく CPU の変化が一定であった。また、測定したフレームレートの平均が 59.6FPS であった。このフレームレートの値は、Microsoft⁽³⁾ が定めている HoloLens におけるアプリケーションの目標フレームレートの値を 60FPS としているため、本システムはこの条件を満たしていると考えられる。よって、一人で実施する演習においてホログラムの表示や操作性が安定した状態で演習が実施できることを確認した。

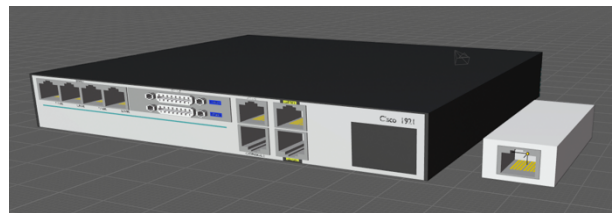


図2 ルータオブジェクト(左)と PC アダプタ(右)

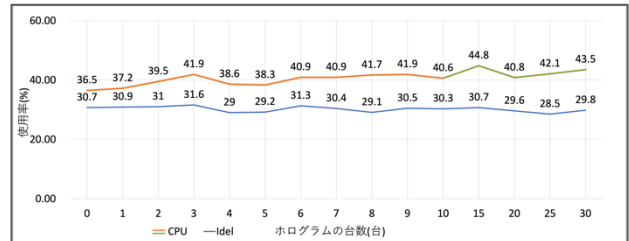


図3 CPU の使用率

5. おわりに

本システムでは、実機を用いずに実機と同様の操作感で、協調演習が可能なネットワーク演習環境の提供を目的に、現実空間に仮想オブジェクトの機器を配置し、学習者同士が仮想空間を共有しながら協調演習が実施できるシステムを開発した。実験より、一人で実施する環境では、ホログラムが 30 台以下の場合、ホログラムの表示や操作性が安定した状態で演習が実施できることを確認した。

今後、仮想空間共有機能の開発を予定している。仮想空間共有機能は、複数の学習者がスマートフォンや HoloLens で仮想演習環境を共有し、機器同士の結線と設定を施し、協調演習を実施する機能である。この機能を発展させ、遠隔地で学習者同士が協調演習できる機能の開発を検討している。また、追加実験として利用評価実験を予定している。利用評価実験は、実際に本システムを利用してもらい、実際に実機を操作する感覚と本システムでホログラムの機器を操作する感覚を比較し、その感覚の差異をアンケートで評価する。

謝辞

本研究の遂行にあたり、Microsoft HoloLens のご提供をいただいた株式会社サイバーリンクス様に深く感謝する。

参考文献

- (1) K. Kaneko, Y. Tsutsumi, S. Sharma, Y. Okada: "PACKUARIUM: Network Packet Visualization Using Mixed Reality for Detecting Bot IoT Device of DDoS Attack", Springer Lecture Notes on Data Engineering and Communications Technologies, Vol.47, pp.361-372 (2020)
- (2) 後安謙吾, 谷口義明, 井口信和: "MR 技術を用いた仮想ネットワーク環境構築システム", 電子情報通信学会論文誌, Vol.J104-D, No.2, pp.159-163 (2021)
- (3) Microsoft: "Mixed Reality のパフォーマンスを理解する - Mixed Reality Microsoft Docs", 入手先 <<https://docs.microsoft.com/ja-jp/windows/mixed-reality/develop/advanced-concepts/understanding-performance-for-mixed-reality>> (参照 2022-05-22)

中等教育を対象にした AI を学習するための ディープラーニングを用いた機械学習モデル作成システムの開発

Development of a System Using Deep Learning to Create Inference Models for Learning Artificial Intelligence for Secondary School

吉原 和明^{*1}, 小八重 智史^{*2*4}, 藤木 卓^{*3}, 渡辺 健次^{*4}
Kazuaki YOSHIHARA^{*1}, Satoshi KOBAE^{*2*4}, Takashi FUJIKI^{*3}, Kenzi WATANABE^{*4}

^{*1}近畿大学情報学部

^{*1}Faculty of Informatics, Kindai University

^{*2}宮崎大学教育学部

^{*2}Faculty of Education, Miyazaki University

^{*3}長崎大学大学院教育学研究科

^{*3}Graduate of Education, Nagasaki University

^{*4}広島大学人間社会科学部

^{*4}Graduate School of Humanities and Social Sciences, Hiroshima University

Email: yoshiharak@info.kindai.ac.jp

あらまし：中等教育における AI への理解を促す学習の確立は、喫緊の課題である。本研究では、中等教育を対象にした AI を学習するためのディープラーニングを用いた機械学習モデル作成システムの開発を行った。本システムは Web ブラウザでシステムにアクセスし、パラメータを指定し、学習用のファイルをアップロードするだけで機械学習モデルの作成を自動で行い、作成したモデルを用いた分類の結果を確認することができる。学習者は本システムを利用することで、容易にモデルの設計・作成・確認の一連の流れを試行錯誤でき、AI を実践的・体験的に学習することが可能である。

キーワード：AI 学習支援システム、中学校技術科、高等学校情報科、ディープラーニング

1. はじめに

高等学校における科目「情報 II」では、学習内容にデータサイエンスが含まれており、AI、機械学習などの活用について学習することとなっている⁽¹⁾。そして、中学校技術・家庭科技術分野（以下、技術科と呼ぶ）においても、AI に関する学習に関する研究報告がいくつかなされている^{(2),(3)}。

また、情報科、技術科の学習においては、実践的・体験的な活動を通して学習することを目標としており、AI に関する学習においても実践的・体験的な活動を行うことが求められる^{(1),(4)}。

本研究では、中等教育を対象にした AI を学習するためのディープラーニングを用いた機械学習モデル（以下、モデルと呼ぶ）を作成するシステムの開発を目的とする。我々が提案するシステムは、学習用の画像データ群を用意するだけでモデルの作成を行うことができ、モデルの学習結果を表示し、試行錯誤しながら繰り返し調整することが可能である。

2. システムの概要

開発したシステムは、GPU を搭載した小型コンピュータである NVIDIA 社の Jetson Nano 2GB で開発を行った。システムは学習者の端末環境に依存しないよう Web アプリケーションとして実装し、フレームワークとして Flask を用いた。また、ディープラーニングを用いた機械学習ライブラリとして TensorFlow を利用し Python 言語で開発を行った。

開発環境を表 1 に示す。

表 1 開発環境

| 種類 | 詳細 |
|-------------|------------------|
| デバイス | Jetson Nano 2GB |
| 開発言語 | Python |
| Web フレームワーク | Flask |
| 機械学習ライブラリ | TensorFlow 2.6.2 |

学習者は、学習者用端末でラベルデータと学習用データの作成を行う。そして、Web ブラウザでシステムにアクセスし、モデル作成のためのパラメータを指定してから学習用データをアップロードし、モデルの作成を行う。モデルを作成し終わると、システムが学習結果を表示し、作成したモデルを利用した推論を実施し、推論結果を表示する。開発したシステムの概要を図 1 に示す。



図 1 システムの概要

3. システムの利用方法

開発したシステムの利用方法を、学習用のファイル作成、モデルの作成、作成したモデルの確認の3つに分けて具体的に記述する。

3.1 学習用ファイルの作成

まず、学習者は自分の端末に分類したい対象ごとにフォルダを作成する。そして、それぞれのフォルダに対応する学習用の画像ファイルを用意する。最後に、すべてのフォルダを対象にアップロードファイルとして zip ファイルに圧縮する。

モデルを作成する際、フォルダ名がそれぞれのラベル名となる。

3.2 モデルの作成

学習者は、自分の端末の Web ブラウザからシステムにアクセスする。Web ページには、モデル作成時のパラメータであるバッチサイズとエポック数を指定することができ、バッチサイズはラジオボタンで 1~16 の範囲、エポック数はスライダーで 10~100 の範囲を指定できる。作成した学習用ファイルを選択し、アップロードボタンを押下すると、指定したパラメータでモデルの作成が自動的に行われる。モデル作成用のページを図 2 に示す。

バッチサイズなどのパラメータの範囲は 1 例であり、適宜システム管理者側で調整することが可能である。



図 2 モデルの作成画面

3.3 作成したモデルの確認

開発したシステムはモデルの作成が完了すると、作成したモデルの確認画面のページに遷移する。確認ページでは、作成したモデルの学習過程として損失関数の値と正解率の値のエポックごとの推移をグラフ化して表示し、モデルがどのように学習したかを可視化する。作成したモデルの確認画面例を図 3 に示す。

その後、ページ下部にあるボタンから画像ファイルを選択しアップロードすることにより、作成したモデルを利用してアップロードされた画像がどのラベルに分類されるかを推論し、結果を確率付きで表

示し、作成したモデルの確認を行うことができる。

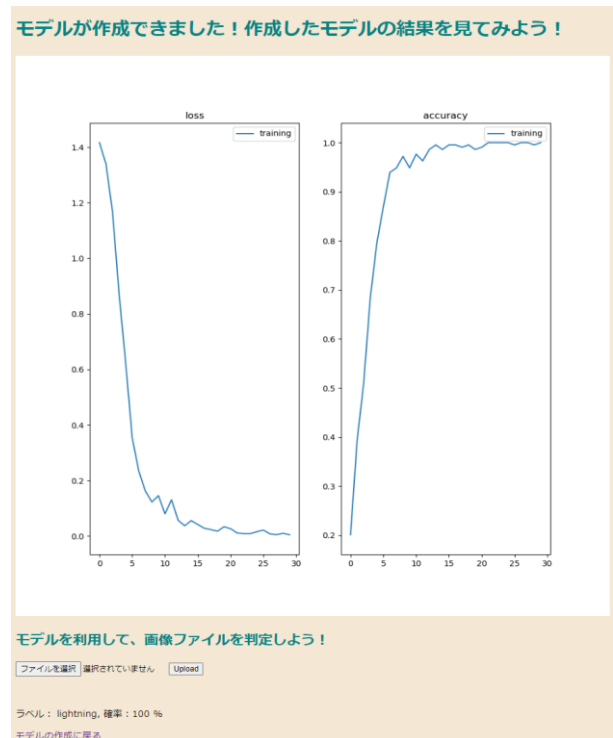


図 3 作成したモデルの確認画面例

4. おわりに

本研究では、中等教育を対象にした AI を学習するためのディープラーニングを用いた推論モデルを作成システムの開発を行った。開発したシステムを利用することで、モデルの作成から作成したモデルの確認までの一連の流れを短時間で実施でき、繰り返し学習用データの修正やパラメータの調整をしながら、モデルの作成を試行錯誤することが可能である。また、本システムはローカルネットワーク環境でも利用できるため、学習用データをインターネット上にアップロードせずにモデルの作成を行うことができ、顔認証セキュリティシステムなど、様々な実用的なシステムを題材とした授業の提案が期待できる。

今後は本システムを用いた授業を実践し、システムの有用性の検証を行う。

参考文献

- (1) 文部科学省：“高等学校学習指導要領(平成 30 年告示)解説 情報編”，開隆堂出版 (2019)
- (2) 伊藤大河，山本利一，在間拓幹：“中学校技術科における機械学習アプリケーションを活用した人工知能に関する授業実践”，日本産業技術教育学会誌，第 62 巻，第 4 号，pp.377-385 (2020)
- (3) 広瀬泰弘，福岡大輔：“中学校技術科における人工知能の取り扱いに関する研究”，日本産業技術教育学会第 62 回全国大会(静岡)論文要旨集，p.14 (2019)
- (4) 文部科学省：“中学校学習指導要領(平成 29 年告示)解説 技術・家庭編”，開隆堂出版(2018)

Web 調べ学習におけるコンテキストアウェアな空欄補充問題生成支援

Context-Aware Fill-in-blank Problem Generation for Web-based Investigative Learning

加藤 慎融^{*1}, 柏原 昭博^{*2}
Shinyu KATO^{*1}, Akihiro KASHIHARA^{*2}

^{*1*}^{*2} 電気通信大学大学院

^{*1}Graduate School, University of Electro-Communications

Email: shinyu.kato@uec.ac.jp

あらまし : Web 調べ学習は単なるキーワード検索ではなく、作成者の異なる複数の Web リソースを閲覧することで初期課題に関連する項目を部分課題として展開し、体系的・網羅的に学ぶことである。しかし、調べた内容が初期課題を十分に満たすかどうかのリフレクション不足により、課題展開が不十分となる場合がある。そこで、本稿では学習者が展開すべき課題に気づくことができるように、各学習者の学習状況に応じたコンテキストアウェアな空欄補充問題を自動生成する手法を提案した。生成された問題を解くことでリフレクションが促され、新たに課題展開が行われることが期待される。

キーワード : Web, 調べ学習, 主体的学習, 適応的支援, 空欄補充問題, コンテキストアウェア

1. はじめに

近年、教育現場における情報活用能力の育成のための学習方法の1つとして、Web 上での調べ学習 (Web 調べ学習) が挙げられる⁽¹⁾。Web 調べ学習は単なるキーワード検索ではなく、作成者の異なる複数の Web リソースを閲覧することで初期課題の関連項目を部分課題として展開し、体系的・網羅的な知識構築を行う学びのことである。

一方、Web リソースはテキスト教材のように学習項目と学習順序 (学習シナリオ) が設定されていない。そのため、学習者は初期課題について、Web 空間を探索し、学んだ知識を構築すると同時に課題展開を行い、学習シナリオを作成する必要がある。そのため、Web 調べ学習を行うことは簡単ではない。

そこで筆者らは、Web 調べ学習モデルを提案し、そのモデルに沿った足場としての認知ツール、interactive Learning Scenario Builder (iLSB) を開発してきた⁽²⁾。

一方、iLSB を使用しても、課題展開の不足により、不十分な学習シナリオとなる場合がある。これは学習した内容が初期課題を十分に満たすかどうかのリフレクションが不足しているからである。

本研究では、学習者が学習内容の不足に気づくためのリフレクションが促されるように、学習者の学習状況に応じたコンテキストアウェアな空欄補充問題を自動生成する手法を提案する。学習者がこの問題を解き、間違えることで新たに部分課題が展開されることが期待される。

2. Web 調べ学習モデルと iLSB

筆者らは、認知的負荷の高い Web 調べ学習のプロセスを Web 調べ学習モデルとして、以下に述べる 3 フェイズでモデル化した。まず、Web リソース探索フェイズにおいては課題キーワードを用いて、Web を探索し、学習に用いる Web リソースを収集する。Navigation Learning フェイズでは収集した Web リソ

ースをページナビゲーションしながら、学んだ項目間を包含関係にするなど、関連付けを行い、知識構築する。課題展開フェイズでは、学習課題についてより詳細に学ぶべき関連項目を部分課題として展開する。学習者はこの 3 フェイズを部分課題が展開されなくなるまで繰り返すことで、最終的に学習シナリオが初期課題を根ノード、部分課題を中間ノード (親ノード、子ノードの両方を持つ)、葉ノード (子ノードを持たない) とした木構造で作成される。また、3 フェイズに沿った学習を促すために、認知ツールとして iLSB が開発された。それぞれのフェイズごとに検索エンジン、キーワードリポジトリ、課題キーワードマップの 3 機能を備えている。

一方、学習者は iLSB を使い、学習を進めたとしても、部分課題を十分に展開できない場合がある。これは初期課題に対して学んだ内容のリフレクションが不十分であるためである。そこで本研究ではリフレクションを促すために、学習者の学習状況からコンテキストアウェアな空欄補充問題を生成する手法を提案する。

3. コンテキストアウェアな空欄補充問題

3.1 コンテキストアウェアな問題の自動生成

コンテキストアウェアシステムは、収集されたコンテキストデータに基づいて、適応的にシステムの動作の変更ができる⁽³⁾。そのため、このシステムを使った支援はユーザーに対する適応的な支援を可能とする。

本研究では、コンテキストアウェアな空欄補充問題を自動的に生成するために、iLSB に蓄積された学習内容のデータをコンテキストデータとして用いる。学習者によって学習内容は異なってくるために、学習者に適した問題の生成が可能である。

3.2 問題生成の枠組み

問題生成機能は Firefox のアドオンとして iLSB に実装した。問題生成の枠組みを図 1 に示す。

学習者は iLSB を用いて Web 調べ学習を終えた後、iLSB の UI 上に実装されている問題生成のボタンを押す。そうすると、iLSB によって課題展開が十分ではないノードが選択される。これは、より深く幅広い課題展開を促すためである。次に、そのノードに関連するキーワードが格納されているキーワードリポジトリ、キーワードが抽出された Web リソースの情報から、課題展開されていないキーワードを空欄部分とした問題が生成され、図2に示すようにUIに表示される。また、学習者はキーワードリポジトリからノードを問題文にドラッグアンドドロップすることで解答することができる。

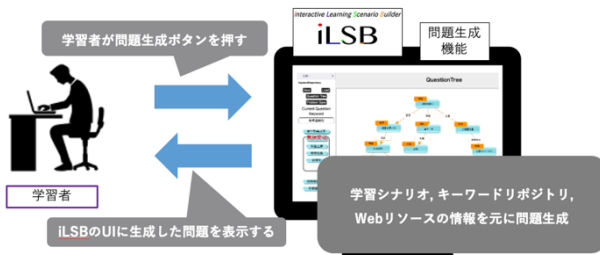


図1 問題生成の枠組み

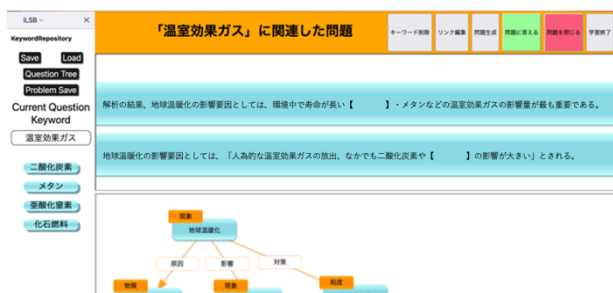


図2 UI 上に表示される空欄補充問題

3.3 問題生成されるノードの選択

問題生成にあたっては、学習シナリオ全体のバランスを考慮し、課題展開を促すべきノードを選択する必要がある。

そこで、本研究では以下に述べるような条件でノードの選択を行う。各ノードから展開されている部分課題の数を N 、根ノードからの深さを D とする(根ノードは深さ $D=0$)。

- (1) 根ノードの選択 (N の閾値 : 4)
根ノードからの展開数 $N < 4$ のとき
 - (2) 中間ノードの選択 (N の閾値 : 2, D の閾値 : 3)
中間ノードからの展開数 $N < 2$ のときかつ、中間ノードの深さが $D < 3$ のとき
 - (3) 葉ノードの選択 (D の閾値 : 3)
葉ノードの深さが $D < 3$ のとき
- (1)~(3)の N と D の閾値は過去の実験の学習シナリオを元に設定したものである。

3.4 意味のある空欄補充問題

空欄補充問題は、以下に述べる手順で生成される。まず、問題生成されるノードのキーワードリポジトリから、展開されていないキーワードを取り出す。

次に、そのキーワードが抽出された Web リソースのテキストを 1 文ごとに分割する。そこから、展開されていないキーワードが含まれる文を取り出し、そのキーワード部分を空欄にして問題が生成される。しかし、展開されていないキーワードを空欄部分として抜き出して、ただ問題として与えるだけでは不十分である。

iLSB では意味のある十分な問題を生成するために、(a)空欄部分のキーワードと互いに包含関係にあるキーワード、(b)同キーワードリポジトリ内の包含関係以外のキーワード、(c)親ノードのキーワードリポジトリ内のキーワードがあるかないかを判断材料とし、図3のようなアルゴリズムで問題文を選択する。まず、(a)、(b)、(c)の順でそれらの条件を満たすキーワードが文に含まれているか否かをみて、問題文を絞る。この順番が若いキーワードほど、空欄部分のキーワードとの関係性が高い。最後に、(a)~(c)の条件を満たすキーワードをより多く含む文が問題文として選ばれる。

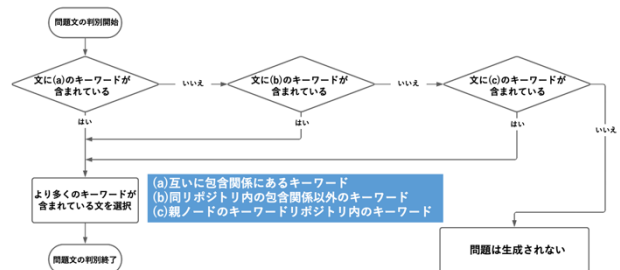


図3 意味のある問題文生成のためのアルゴリズム

4. 結論

本稿では、Web 調べ学習において、より網羅的な学習シナリオを構築するために用いるコンテキストウェアな空欄補充問題の生成手法について述べた。生成された問題を学習者が解くことで、初期課題に関して調べた学習内容のリフレクションが促進され、新たに課題展開を行うことが期待される。

今後は、評価実験を実施し、生成された問題を実際に学習者が解くことでリフレクションが促され、展開すべき課題に気づき、新たに課題展開をするかどうかを確かめる。また、問題文が生成されない場合の対処を考えていく必要がある。

参考文献

- (1) 文部科学省: “情報活用能力を育成するためのカリキュラム・マネジメントの在り方と授業デザイン —平成30年度 情報教育推進校 (IE-School) の取り組みより—”, pp.14-15 (2019)
- (2) Kashiwara, A. and Akiyama N.: Learning Scenario Creation for Promoting Investigate Learning on the Web, The Journal of Information and Systems in Education, Vol.15, No.1, pp.62-72, (2016)
- (3) Matthias, B., Schahram, D. and Florian, R.: A Survey on context-aware systems, International Journal of Ad Hoc and Ubiquitous Computing, Vol.2, No. 4, pp.263-277, (2007)

問題定義・アイデア提案における多様な他者意見の影響

Effects of diverse opinions of others in defining problems and proposing ideas

荒井 武蔵^{*1}, 山崎 治^{*2}
ARAI Musashi^{*1}, YAMAZAKI Osamu^{*2}

^{*1} 沖電気工業株式会社

^{*1} Oki Electric Industry Co., Ltd.

^{*2} 千葉工業大学情報科学部

^{*2} Faculty of Information and Computer Science

Email: yamazaki@net.it-chiba.ac.jp

あらまし: クラウドソーシングで収集した多数の他者意見から、多様性のレベルの異なる意見群を抽出するシステムを制作した。システムにより提示される他者意見により、課題の再吟味やアイデアの生成の過程にどのような影響があらわれるか実験的に検討をした。結果として、新たな視点を取り込むことで問題定義の質的な向上が見られたが、生成されたアイデアの質への影響は確認されなかった。

キーワード: 他者意見, 多様性, アイデア生成, クラウドソーシング

1. はじめに

新奇で創造的な解決が求められる「答えのない課題」の取り組みにおいて、リソースとして利用する情報の特性が重要となる場面がある。例えば、清河らは、創造的な活動を求める状況で多様な情報を提示することが、生成されるアイデアの質に影響していることを示し、適度に多様な情報を抽出してアイデア生成に活用する重要性を指摘した⁽¹⁾。

このような多様な情報の源として、多様で異質な考え方をもつ「多数の他者」の存在が挙げられる。他者の意見から得られる新たな観点が、創造性が求められる課題の再吟味やアイデアの生成に影響を及ぼすと考えられる。本研究では、多様な意見を大量かつ容易に収集できるクラウドソーシングを活用し、多様性のレベルが異なる他者意見を抽出するシステムを制作した。このシステムを用いることで、他者意見の多様性が、アイデア生成プロセスにどのような影響を及ぼすのかを実験的に検討した。

2. 他者意見の収集と抽出

2.1 クラウドソーシングを用いた意見収集

クラウドソーシングサービス「クラウドワークス」に登録している 10~70 歳代のワーカ 203 名 (女性 128 名/男性 72 名/未回答 3 名。報酬額 200 円) を対象に意見収集を行った。答えが明確ではなく、個人ごとに多様な理解・思考にもとづいて回答が可能な課題として、「現代社会において親子の対話 (コミュニケーション) が減少している原因」について、自身の知識や経験、見解を踏まえて記述することを課題とした。収集に際して、本課題が「親子同士の対話を促進することを目的とした新しいアイデアの提案」に必要とされているとの説明を行った。

ワーカ 1 人につき 3 件、それぞれ 150 字程度で「原因」の記述を求めた。収集された 609 件の回答のうち不備があるものを除外し、558 件の文章を「他者意見」の元データとした。

2.2 自然言語処理を用いた意見の分類と抽出

収集した他者意見は、形態素解析により単語ごとに区切られた後、任意の長さの文章を固定長のベクトルに変換する Doc2Vec を用いてベクトル化した。本研究では、クリエイティブコモンズライセンスのもとで公開されている「日本語 Wikipedia よる学習済みモデル dbow300d⁽²⁾」を用いた。さらに、k-means 法によるクラスタリングを行い、各意見に対して分類されたカテゴリの情報を付与した。

さらに、任意の入力テキストに対して、同様のベクトル化を行った後、類似度にもとづいて複数の他者意見を抽出するシステムを作成した (以降、他者意見抽出システムと呼ぶ)。本研究では類似度の指標として Cos 類似度を用いた。

このシステムを用いて抽出される他者意見として、入力テキストに対して類似度が高い意見を「多様性の低い意見」とした。さらに、各カテゴリから 1 つずつ、入力テキストと類似度の低い意見を抽出してきた意見を「多様性の高い意見」とした。

3. 実験 他者意見の多様性による影響

3.1 方法

実験計画: 参照する他者意見を要因とした 1 要因 3 水準参加者間計画 (参照なし群/多様性低群/多様性高群) で実験を行った。参照なし群の参加者は、実験手続き中、他者意見の提示が行われず、課題をおこなった。多様性低群および多様性高群の参加者は、参考情報の提示に他者意見抽出システムを利用し、10 件の他者意見を参照することを求めた。

参加者: 工科系大学の学部生 2~4 年生の 25 名が参加した。参照なし群には 8 名、多様性低群には 8 名、多様性高群には 9 名の参加者を割り当てた。

実験環境・材料: 課題は Web アンケートシステム (放送大学 REAS) を用いて提示され、回答の提出を行ってもらった。他者意見の参照は、2.2 に記述した他者意見抽出システムを用いて Web ブラウザ上で行

われた。アンケートおよびアプリケーションへのアクセスは、PCもしくはスマホから行ってもらった。
手続き：実験は個別に行われ、参加者間で話し合いなどの協調活動は行わずに実施された。開始時に実験目的および手続きについて口頭で説明を行った。その後、割り当てられた参加者群に対応した URL を提示し、パソコンもしくはスマホのブラウザを用い、課題が提示されている Web アンケートシステムにアクセスしてもらった。

実験では3つの課題が用いられた。それぞれの課題は参加者各自のペースで回答を進めるよう教示し、制限時間は特に設けなかった。

1つめの課題は「問題定義」課題で、2.1で記述した課題にそって、200字程度の意見を文章で記述する課題であった。その後、多様性低群と多様性高群の参加者には、記述した文章を他者意見抽出システムに入力（コピペ）するよう求め、システムにより抽出された10件の他者意見を参照してもらった。このとき、10件の他者意見すべてに目を通してから次の課題に進むように教示した。また、参照なし群の参加者には、他者意見の参照の機会は設けず、すぐに2つめの課題に進むよう教示した。

2つめの課題は「再問題定義」であり、「問題定義」課題と同じテーマで、300文字程度で改めて意見を記述してもらった。3つめの課題は「アイデア提案」であり、「再問題定義」で記述された問題を解決するための「画期的なアイデア（製品やサービスなど）」を150字程度の文章で提案してもらった。アイデアは最大3つまで書き込めるようにした。

3.2 結果

「問題定義」「再問題定義」「アイデア提案」の回答それぞれに対して情報系の大学生・院生計4名に、5段階評価の評定を依頼した。評定の前に、ループリックを作成し、評定基準に関するブリーフィングを実施した。評定は個別に実施され、評定対象となる回答がどの群の参加者によるものかがわからないように配慮した。

「問題定義」「再問題定義」に対する「問題提示」の評定の結果を図1に示す。ループリック上では1は「問題提示を構築する能力がない」、5が「現状と目標を把握し、明確で洞察力のある問題提示を構築する能力がある」を示す。

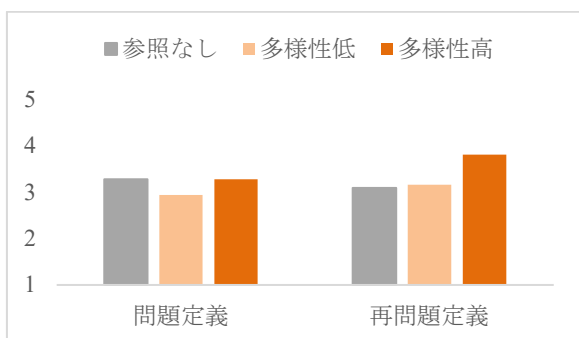


図1 問題定義／再問題定義の平均評定点

2 要因分散分析を実施した結果、有意な交互作用が確認された ($F(2,22)=8.46, p<.01, \text{偏}\eta^2=.43$)。単純主効果を求めた結果、「問題定義」の評価では3群間に差が見られなかった。しかし、「再問題定義」では有意差が確認され ($F(2,22)=5.59, p<.01$)、Holm法による多重比較の結果、参照なし群よりも多様性高群の評価が高かった ($MSe=0.19, p<.05$)。また、参照なし群では問題定義と再問題定義の間で評価の差が見られなかった。しかし、多様性低群と多様性高群では、問題定義より再問題定義の評価が高くなることも確認された。

表1 アイディア提案における平均評定点

| | 参照なし | 多様性低 | 多様性高 |
|-------|------|------|------|
| 独自性 | 2.73 | 2.70 | 2.79 |
| 実用性 | 3.11 | 3.05 | 2.90 |
| 実現可能性 | 3.27 | 3.27 | 3.13 |

「アイデア提案」に対する「独自性」と「実用性」「実現可能性」の評定の結果を表1に示す。それぞれの評定で1要因分散分析を行った結果、有意差は確認できなかった（独自性: $F(2,36)=.03, p=.82, \text{偏}\eta^2=.01$ ／実用性: $F(2,36)=.17, p=.16, \text{偏}\eta^2=.10$ ／実現可能性: $F(2,36)=.11, p=.44, \text{偏}\eta^2=.04$ ）。

また、1人あたりの生成アイデア数の平均は、参照なし群で1.38、多様性低群で1.25、多様性高群で1.67であった。

4. おわりに

「再問題定義」における各群の評定点を比較したところ、多様性の高い他者意見を参照することにより問題定義の質が向上することが示唆された。他方、今回の実験では、他者意見を参照することが、アイデア提案の質の向上に貢献するとは言えないことが明らかとなった。

問題に関する多様な他者意見を参照することは、自分とは異なる考えを目の当たりにすることにつながり、自身の「問題の理解」を捉えなおすきっかけになったと考えられる。その一方で、多様な観点から問題を捉えることで、解決のためのアイデア提案の端緒をつかみにくくなったと考えられる。

今後、多様な他者意見を反映させつつも、質の高いアイデアの創出をどのように促していけばいいのか、検討をさらに進めていく必要がある。

参考文献

- (1) 清河幸子・鷺田祐一・植田一博・Peng Eileen: “情報の多様性がアイデア生成に及ぼす影響の検討”, 認知科学, 第17巻, 第3号, pp.635-649 (2010)
- (2) 奥田裕樹: “日本語 WIKIPEDIA で学習した DOC2VEC モデル”, < https://yag-ays.github.io/project/pretrained_doc2vec_wikipedia/ > (2016) (参照日: 2022年1月20日)

非構造的な情報空間における主体的学習支援の難しさ

Difficulties in Promoting Self-Directed Learning with Unstructured Information

柏原 昭博^{*1}

Akihiro KASHIHARA^{*1}

^{*1} 電気通信大学大学院情報理工学研究科

^{*1} Graduate School of Informatics and Engineering, The University of Electro-Communications

Email: akihiro.kashihara@inf.uec.ac.jp

あらまし：構造化されていない情報空間における学習の主体性を引き出すために、学びのプロセスや状態を学習者に外化表現させて、学んだ知識や学び方についての気づきを与えることを試みてきた。本稿では、こうした外化プロセスを支援する上での難しさについて言及し、学習の主体性助長の可能性を議論する。

キーワード：主体的学習、非構造的な情報空間、モデルデザイン、外化表現

1. はじめに

「学びの主体性をいかに引き出すか？」は、学習工学研究における最も重要な問いの一つであり、人間教師にとっても難問といえる⁽¹⁾。筆者らは、教えられて気づくのではなく、学習者自ら気づく体験がこの主体性を駆動する原動力となるとの観点に立ち、気づきを得るための認知機能として、(1) Engagement, (2) メタ認知, (3) コミュニケーションに着目し、これらの機能を活性化して学びの主体性を助長する支援方法・技術を研究開発してきた⁽²⁾。

特に、正しい解が分かっていないような（構造化されていない）学習空間では、自ら解を探究するという主体的な姿勢が不可欠となる。また、何をどう思考したかを俯瞰的に捉えて、思考（認知）プロセスを制御・調整するメタ認知的活動が重要な役割を担う^{(3),(4)}。

筆者らは、これまで Web における調べ学習を題材として、Web というオープンエンドな情報空間での主体的学習支援に関する研究を展開してきた^{(3),(5)}。この研究では、学習者の内面で起こる学びのプロセス・状態や学びの成果物を外化表現させることで、学んだ知識や学び方に何らかの気づきを与える手法⁽⁴⁾を実現し、効果を検証してきた。同時に主体的学習支援の難しさに関する知見を蓄積してきた。本稿では、その難しさについて論じてみたい。その前に、研究アプローチについて述べる。

2. 主体的学習支援のアプローチ

2.1 学習モデルデザイン

学習者が主体的に学びや問題解決を進める場合、何をどう学んだのかを可能な限りの確に把握することが学習支援を考える上で第一義的に重要である。しかしながら、そのための学習者モデリングを実現するのは極めて難しい⁽²⁾。

そこで、筆者らは、構造化されていない空間においてどう学ぶべきかという観点から学びに関わるプロセスや状態を情報表現するモデルをデザインし、モデルにしたがって学習者に外化表現させるアプロ

ーチを採ってきた。ここでは、学びのプロセスや状態を情報操作として記述できるとしている。

なお、モデルベースに外化させることは、学習者の主体性を損なう（主体的な学びに制約を与える）ことになるが、構造化されていない空間で学びの指針となるモデルを与えることは学習支援として最低限必要な措置であると考えている。

2.2 学びの外化と表現

学びのプロセス・状態を外化することは、学習者が学んだ知識、学び方などについて何らかの気づきを得る機会を与えることになる。また、学習者にとっては、自ら思考したプロセスやその状態を客観的に眺めることができるため、メタ認知的活動が促進される効果が期待できる⁽⁴⁾。

このような外化では、表現の単位となる表現素を学習の情報空間から分節化し、それらを組み合わせることで学びのプロセス・状態を表現することになる。また、モデルにしたがって、これらの分節化と関係づけを行うことで、学習者は主体的な学びを外化表現することができる。

この際、外化表現素や外化のゴールとなる表現（解）を事前に決めておくことができれば、解を基準としてインタラクティブな学習支援を施すことができる。しかしながら、学習者は自ら意図した通りに外化することができず、学びの主体性を損なうことにつながる。また、構造化されていない情報空間では、外化表現素自体を事前に準備することは容易ではといえる⁽⁴⁾。

一方、学習者自ら外化表現素を分節化し、モデルベースに関係づけることで学習者が意図した学びのプロセス・状態を表現することができ、モデルの範囲内で学びの主体性を維持することができる。このような考え方にに基づき、Web 調べ学習における主体性を助長するための認知ツール iLSB (interactive Learning Scenario Builder) を開発・運用してきた⁽⁶⁾。以下では、iLSB を事例として挙げながら、主体的学習支援の難しさについて述べる。

3. iLSB

iLSB が対象とする Web 調べ学習は、検索サービスを用いた単なる知識検索ではなく、学習課題に関する項目を網羅的・体系的に調べることを意味し、課題について学ぶプロセスでさらに調べるべき関連項目や学びが不十分な項目を課題に対する新たな部分課題として展開する活動を含む。特に、Web から次に展開すべき部分課題を学習者自ら見出すことが不可欠となる。そのためには、Web リソース・ページから課題に対して学ぶべき知識（情報）を分節化しながら知識構築を進め、さらに構築した知識から部分課題を見出すプロセスを繰り返し、課題構造をつくり上げる必要がある。この成果物となる課題構造は、調べ学習プロセスのシナリオを表す。

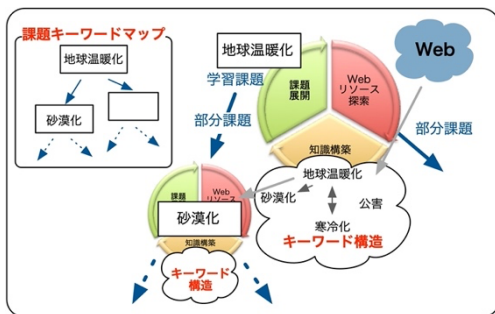


図1 Web 調べ学習モデル（文献⁽⁴⁾に掲載の図を改変）

以上の点を踏まえて、図1に示すように、Web 調べ学習モデルをデザインした。本モデルでは、調べ学習を (i) Web リソース探索、(ii) 知識構築、(iii) 課題展開の3フェーズのサイクルからなるプロセスとしてデザインした。ここでは、Web リソース探索で学んだ内容を表すキーワードを外化表現素とし、キーワード間を関係づけるプロセスを知識構築として表現し、さらにキーワード構造から展開すべき部分課題のキーワードを選択して、課題構造木（課題キーワードマップ）を作成するプロセスを課題展開とした。

例えば、図1では「地球温暖化を調べる」という課題で、Web リソース探索から関連項目として「砂漠化」などを学び、これらのキーワードを分節化している。その中から、「砂漠化」を展開すべき部分課題として選択し、課題キーワードの作成を進めると同時に「砂漠化」を新たな課題として3フェーズを進めている。これを部分課題が展開されなくまで繰り返すことで、成果物として課題キーワードマップが作成される。

iLSB は、以上のモデルにしたがって課題キーワードマップを作成する場を提供する。評価実験の結果 Web ブラウザを用いた調べ学習と比較して、課題について学ばれる内容が幅広く・深くなるという知見が得られている⁽⁶⁾。

一方、iLSB による調べ学習の主体性を維持した上で学習を支援するには、いくつか難しい問題があることを確認している。まず、課題キーワードマップ

の表現素の妥当性および有効性についてである。課題キーワードマップに配置されるキーワードは、構造化されていない情報空間から学習者自ら分節化したものであるため、それらが課題について学ぶ上で妥当なものかどうか、また課題に対してどの程度重要かを評価する必要がある。しかしながら、任意の課題に対して妥当かつ重要な部分課題を事前に準備しておくのは容易ではない。

また、学習成果物となる課題キーワードマップの適切さと十分さを評価する必要がある。しかし、評価するための基準（例えば正解キーワードマップ）を事前に準備することは難しい。準備できたとしても、それをゴールとして調べ学習させることは学びの主体性を損なうことになる。あくまで学習者が意図した通りの学びの成果に対して、適切さと十分さを評価することが望まれる。

以上のような外化表現に対する評価の問題は、学びの主体性を損なわずに支援する上で不可避な課題である。その解決策として相対評価が考えられる。つまり、同じ課題を調べ学習する他の学習者による課題キーワードマップ作成プロセスと比較し、相対的に分節化したキーワードの妥当性や重要度、キーワードマップの適切さや十分さについて自己評価を促す手法である。

加えて、筆者らは LOD (Linked Open Data) を基盤に、分節化した課題キーワードの妥当性を評価する手法を開発した。この手法は、課題キーワードマップにおいて関係づけられたキーワード同士の関連度、および類似度を客観的に計算するものであり、課題に詳しい人間による評価と大きな相違がないことを確認した。一方、課題キーワードの重要性や課題キーワードマップの適切さを評価する有望な方法は見つかっていない。

4. おわりに

正解が分かっていない対象を学ぶ重要性は、今後ますます高まることから、その支援方法、特に評価方法の整備は急務である。

謝辞

本研究の一部は、JSPS 科研費 20H04294 の助成による。

参考文献

- (1) 柏原昭博：ソーシャルロボットを用いた学びの研究，教育システム情報学会誌，Vol.37, No.2, pp.73-82 (2020).
- (2) 柏原昭博：学習支援システム研究における学びのモデルデザイン，人工知能学会誌，Vol. 35, No.2, pp.201-207 (2020).
- (3) 柏原昭博：Web におけるナビゲーションを伴う学習活動と支援環境のデザイン，人工知能学会誌 Vol. 25, No. 2, pp. 268-275 (2010).
- (4) 柏原昭博：学習を工学的にモデル化する—認知プロセスの具象化に向けて—，人工知能学会誌 Vol.30, No.4, pp. 473-476 (2015)
- (5) Akihiro Kashihara, and Naoto Akiyama: Learning Scenario Creation for Promoting Investigative Learning on the Web, Journal of Information and Systems in Education, Vol.15, No.1, pp.62-72 (2017)

「教養としてのデータサイエンス」の授業設計と実践

Design and Practice of “Introduction to Data Science”

近藤 伸彦

Nobuhiko KONDO

東京都立大学大学教育センター

University Education Center, Tokyo Metropolitan University

Email: kondo@tmu.ac.jp

あらまし：東京都立大学で開講されている科目「教養としてのデータサイエンス」は、AI戦略2019に代表される数理・データサイエンス教育のビジョンとも呼応する、文理を問わないデータリテラシー教育をその目的としている。本稿では本科目の授業設計を、授業実践研究におけるリサーチクエスションの構成要素を整理したYモデルに照らして整理したうえで、学習目標達成に対する困難性を克服するための統合設計としての本科目の工夫についてまとめ、これに基づく4年間の授業実践の結果の一部を示す。

キーワード：データサイエンス教育、データリテラシー、授業設計、Yモデル

1. はじめに

AI戦略2019⁽¹⁾では、「数理・データサイエンス・AIの基礎などの必要な力をすべての国民が育むための教育改革を謳い、2025年までの育成目標を示している。このうち高等教育においては、「文理を問わず、全ての大学・高専生（約50万人卒/年）が、課程にて初級レベルの数理・データサイエンス・AIを取得」という目標が掲げられている。この目標達成に向けて、「数理・データサイエンス・AI（リテラシーレベル）モデルカリキュラム」が策定され⁽²⁾、教育プログラム認定制度⁽³⁾も開始し、2021年中には78件のプログラムが認定されている。

東京都立大学では2018年より教養科目として「教養としてのデータサイエンス」が開講され、著者がこれを担当してきた。本科目は、「現代的教養としてのデータサイエンスの基礎を学ぶ」ことをねらいとして、文理問わないデータリテラシーを涵養するための授業を行っている。本稿では、その授業設計および4年間の実践結果の一部を報告する。

2. 「教養としてのデータサイエンス」の設計

2.1 本科目の学習内容

本科目は先に述べたようなねらいに基づき、先進的なデータサイエンスの技術よりも、「データを正しく扱う・見る」ことができる能力の涵養をめざして、「データの可視化」「データの分布」「データの相関」「機械学習の基礎」の4つのテーマを置き、それぞれ3週に相当する学習期間を設定している。これらは、上述のモデルカリキュラムが公開される以前に設計したものであるが、結果的に、このモデルカリキュラムのうち、「導入」「基礎」「心得」にあたる部分をおよそ網羅している。

2.2 Yモデルによる授業設計の整理

瀬田ら（2021）⁽⁴⁾は、授業実践や学習支援系研究におけるリサーチクエスションの構成要素を整理したものと「Yモデル」を提示している。Yモデルは、達成したい「学習目標」に対して、想定する「学習者像」における「学びの困難性」があり、これを軽減あるいは取り除くための支援（技術）と、

効果的な「教材」「教授戦略」の統合設計によって学習目標達成に導く、という構成要素間の関係を表したものである。ここでは本科目の授業設計をYモデルに照らして整理することを試みる。

2.2.1 学習目標、学習者像、学習目標達成の困難性

まず、本科目における学習目標、学習者像および学習目標達成に対する困難性についてまとめる。

【学習目標】

科目特有の知識やスキルとして、「データを科学的に扱うための確率・統計的なものの考え方を身につけ、実際の例においてこれにもとづいた適切なデータの見方ができるようになる」「広く普及したツールを用いて、データの分析・可視化の初歩的な実践ができるようになる」「データサイエンスで用いられる概念の本質を理解し、広く自身の学びや生活に応用できるようになる」の3つを設定している。

【学習者像】

文系・理系、学年を問わず、選択科目として履修を検討する学生を想定する。高校までにごく基本的な統計学の知識は学んでいるはずであるが、十分なデータリテラシーが身につけているとは言い難い。

【学習者にとっての学習目標達成の困難性】

多くの学生は、高校卒業程度の統計学の知識を現実的な文脈に接続して思考した経験が少ない。そのため、「文理を問わずデータリテラシーが必要」ということに対して実感が持てない。また、単位修得を第一目標とし、学ぶこと自体の楽しさを必ずしも持てない者もいる。

【真正な学習環境の制約に起因する困難性】

選択科目であるため、受講者数が安定しない。さらには、世の中で扱われるデータや分析手法の日進月歩の変化に対応するためには、根本的に、本科目で学ぶ期間のみで学びは完結し得ず、本科目履修後も学び続ける必要がある。

2.2.2 本科目の統合設計

本科目が直面する以上のような条件のもと、学習目標達成に対する困難性を克服するために、本科目の授業設計においては、「(i)データリテラシーの重要

性を自分ごととして実感させる」「(ii)主体的な学びを促す」「(iii)学ぶ楽しさを喚起する」「(iv)クラスサイズの大小に対してロバストな学習環境を用意する」「(v)授業終了後も継続して学ぶための『経験と目次づくり』を行わせる」の5点の組み入れを試みた。これに基づく本科目の統合設計を以下に示す。

【支援設計，教授戦略設計】

図1は本科目における学習活動の全体像である。本科目は反転授業の要素をもつ。まず学生が各テーマについて概念マップをもとに調べ学習を行い，簡易 Wiki ツールの Scrapbox を用いて「オンラインノート」を作成する。その後，各テーマについて用意された複数種類の授業外演習課題に取り組む。オンラインノートや演習課題は他の学生とオンラインで相互閲覧・相互評価活動を行う。また TA による採点を含む学習評価はあらかじめ明示した評価基準をもとに定量化し，週ごとにオンラインで公開する。

これらはとくに上の(ii)(iii)(iv)(v)を意識して設計したものである。自ら調べ学習を行うことや取り組む課題を自ら選択することで(ii)主体性を促し，また Scrapbox の活用や他の学生との学び合い，定量化した評価のオンライン共有などにより(iii)楽しく学ぶことを喚起する。またこのような学び合いはすべてオンラインツールによるため(iv)クラスサイズに影響されない。Scrapbox によるオンラインノートを中心にした学びは，(v)授業終了後も半永久的に学びのプロセスと成果を学生個々に保持できる。

【教材設計】

調べ学習のヒントとしての概念マップは，各テーマで扱われるキーワードとそのつながりを図示したものである。基本事項と発展事項の配色や配置を工夫し，キーワードのつながりの可視化から関心を喚起し(ii)主体的学びの促進をねらっている。

演習課題は，現実と直面しそうな状況を想定した真正の課題を設定し，データの収集から分析・レポート作成までを行うものを基本としている。たとえば「不適切な表現のグラフをあえて意図的に作ってみる」「オープンデータの分布を可視化して考察する」「擬似相関するデータを自作する」「機械学習における分類問題の例を考え，起こりうる第1種過誤・第2種過誤のリスクを考察する」などである。演習の相互評価活動を行った後に行う解説には，各テーマの内容や課題に関連する話題などについての資料を豊富に用意している。これにより，学習内容を単なる統計学の基礎知識として教えるのではなく，現実と接続したものとして(i)データリテラシーを自分ごととして実感させることをねらっている。

3. 実践結果と今後の課題

主に学習評価の可視化に関連する(ii)主体的学びや(iii)学ぶ楽しさの喚起については良好な成果を得ている。この分析・評価については近藤ほか(2022)⁶⁾を参照されたい。

その他(i)(v)を含め，本授業のアンケートの結果を抜粋すると，「授業を通して，データの扱い方や可視化方法，さらには機械学習の根本原理も学べたので良かった。」「データを自ら分析し，正確な情報を集め，他者の課題を評価する。今までしたことのない，非常に斬新な授業でした。」「情報リテラシーのない

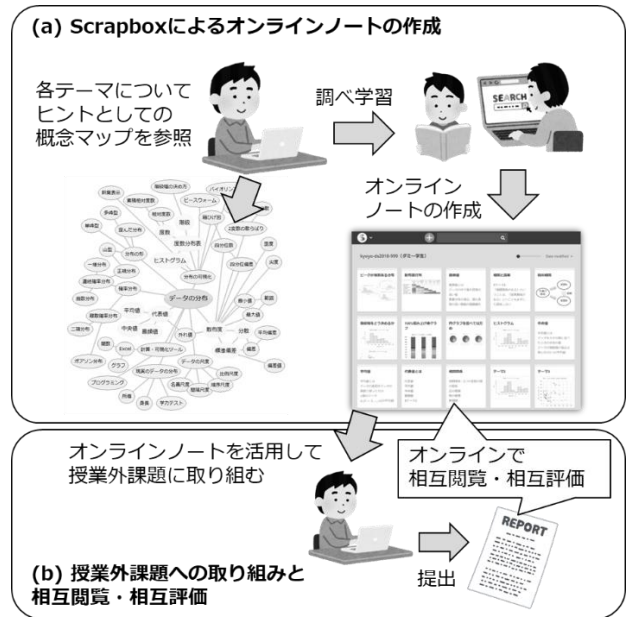


図1 本科目における学習活動の全体像
(図は近藤ほか(2022)⁶⁾より引用)

人にこそ受けてほしい授業だけど，課題が重く成績が絡むことからすでに知識のある人に受講されるだろうからもったいない。全人類に知ってもらいたい内容を押さえつつ専門的な内容についても最低限触れており，タイトル通り教養の身につくいい授業だったと思う。」のように，統合設計においてねらった点に関連した記述も少なくなかった。

また，履修者数は2018年度以降の4年間で，59名→48名→75名→110名と推移しているが，学生相互評価を含む本科目の学習活動はほぼ同一で，運営の労力もクラスサイズの変化に比して増大することはなく，(iv)についても問題なく実践できている。

本科目は選択科目であり，さまざまな制約から，まだ理系学部の学生に履修者が偏っている。今後，大学としてのデータサイエンス教育の方針も踏まえつつ，より広範な学生，とくに多くの文系学生に向けた本科目の展開にも注力したい。

参考文献

- (1) 内閣府: “AI 戦略 2019 ～人・産業・地域・政府全てに AI～”，内閣府ウェブサイト (2019)
- (2) 数理・データサイエンス教育強化拠点コンソーシアム: “数理・データサイエンス・AI (リテラシーレベル) モデルカリキュラム”，数理・データサイエンス・AI 教育強化拠点コンソーシアムウェブサイト (2020)
- (3) 数理・データサイエンス・AI 教育プログラム認定制度検討会議: “数理・データサイエンス・AI 教育プログラム認定制度 (リテラシーレベル) の創設について”，内閣府ウェブサイト (2020)
- (4) 瀬田和久，桑原千幸，仲林清: “採録される論文の書き方 一誌上チュートリアル”，教育システム情報学会誌, Vol. 38, No. 2, pp. 82-93 (2021)
- (5) 近藤伸彦，畠中利治，松田岳士: “学習評価の可視化・共有が主体的な学習行動と意欲に与える影響に関する実践的考察”，教育システム情報学会誌, Vol. 39, No. 2, pp.252-266 (2022)

“文系大学”におけるデータサイエンス教育 — カリキュラム設計と入門教育の現状 —

The Data Science Program at the University Whose Departments are Mostly Humanities and Social Sciences - The Program's Curriculum Design and the Current Status of the Introductory Education -

坂野井 和代^{*1}, 絹川 真哉^{*2}, 近藤 慧^{*3}

Kazuyo SAKANOI^{*1}, Shinya KINUKAWA^{*2}, Kei KONDO^{*3}

^{*1}駒澤大学 総合教育研究部

^{*1}Faculty of Arts and Sciences, Komazawa University

^{*2}駒澤大学 グローバル・メディア・スタディーズ学部

^{*2}Faculty of Global Media Studies, Komazawa University

^{*3}駒澤大学 教務部

^{*3}Academic Affairs Division, Komazawa University

Email: ksakanoi@komazawa-u.ac.jp

あらまし：本稿では、人文・社会科学系学部が主体となっている駒澤大学におけるデータサイエンス教育プログラムのカリキュラム設計、およびリテラシーレベル科目の授業実践について報告する。駒澤大学は3つの人文系学部、2つの社会科学系学部、グローバル・メディア・スタディーズ学部、医療健康科学部の7学部、および主に教養教育を担う総合教育研究部という8組織で構成されている中堅私立大学である。全般的に数理系の科目に対するニーズは多くなく、数理系やIT系の科目に対する苦手意識をもつ学生も少なくない。本発表においては、このような大学におけるデータサイエンス教育の展開方法やカリキュラム設計の工夫、リテラシーレベル教育の現状・課題について主に紹介していく。

キーワード：データサイエンス教育、カリキュラム・デザイン、リテラシー教育、授業実践

1. はじめに

駒澤大学は3つの人文系学部(仏教学部, 文学部, 法学部), 2つの社会科学系学部(経済学部, 経営学部), グローバル・メディア・スタディーズ学部, 医療健康科学部の7学部, および主に全学共通科目を担う教員組織の総合教育研究部という8組織で構成されている中堅私立大学である。東京23区内にキャンパスがあり, 約14000名の学生が在籍している。

7学部のうち, 医療健康科学部は診療放射線技師を養成することが主目的である特化型の学部であり, 数学や物理を必須とする独自の入試・カリキュラムを持つ学部であるが, その他6学部においては, 数理・IT系の科目は入試でもカリキュラムでも必須とはなっていない。

このため, 学生の中には数理・IT系の科目に対する苦手意識を持つ者も多く, 人文系の学部においては教員も数理・IT系教育に対して, 大きな意義を感じていない場合もある。一方で, 近年は, 教養科目の中でICTリテラシーや入門レベルのプログラミング, 基礎的な数学を教える科目に対する学生からのニーズは高まっている傾向が見える。

また, 社会科学系学部, グローバル・メディア・スタディーズ学部および医療健康科学部には, データサイエンス・AI関連の研究を専門とする教員も複数おり, こういった学部ではすでに専門教育としてデータサイエンス・AI関連の科目が開講され, 就職活動への影響も考慮されるなど, データサイエンス教育へのニーズはかなり高い。

このように, 多様な背景と多様なニーズが混在するいわゆる文系私大におけるデータサイエンス教育プログラムの展開方法やカリキュラム設計について, その経緯と工夫等について紹介する。さらに, 2022年度前期より実際に開始されたデータサイエンス・AI教育プログラムのリテラシーレベル科目の現状と課題についても報告する。

2. 大学としてのカリキュラム設計

本稿で紹介する「データサイエンス・AI教育プログラム」は, 大学全体として1つの教育プログラムを組む初めての取り組みとなった。なお, 教育プログラムの設置準備などにあたりオペレーションズ・リサーチ掲載の「筑波大学における全学必修のデータサイエンス教育」⁽¹⁾を参考にした。

2023年度には文部科学省の数理・データサイエンス・AI教育プログラム認定制度（リテラシーレベル）への申請を予定しており、この認定制度に適合した科目として「データサイエンス・AI入門」を新設した。

教養教育としてのリテラシーレベル科目は原則として全学共通科目として設置し、学部・学科によっては、もともと開設している専門科目をリテラシーレベルおよび応用基礎レベルのカリキュラムとして加えて教育プログラムを構成している。このように学部等の特性に合わせて柔軟性をもたせることで、多様なニーズに合わせた無理のない教育プログラムを全学部に導入した。カリキュラム構成の詳細については、以下の大学ウェブページを参照されたい。

<https://www.komazawa-u.ac.jp/academics/ai.html>

また、大学全体の教育プログラム設置にあたって教職協働の事務局を設置した初めてのケースでもあり、教育プログラムの設置事務・広報周知等については、教務部教育支援系の職員チームが大きな役割を果たした。特に、数理・IT系科目を敬遠しがちな学生に親しみやすい印象を与えるために、職員がVtuberを使った広報動画を作成したことも、大学として初めての試みであった。（下記リンク参照）

<https://youtu.be/RF-I7qFbDhI>

3. 入門教育の現状

入門教育としてのリテラシーレベル科目は、文科省の認定制度に準拠した必須科目である「データサイエンス・AI入門」およびオプションとしての入門レベルのプログラミング、基礎的な数学科目で構成している。必須科目は1つにまとめることで学生への負荷が過大にならないように工夫した。内容としては、基礎的な知識を前半で学修させ、後半は数理・IT系の科目になれていない学生にも対応できるように表計算ソフトを用いた基礎的なデータ分析方法の実習となっている。

「データサイエンス・AI入門」の受講生に対しては、LMSを利用して毎回の教材および授業録画を配布し、次の授業において前回の内容についての小テストをLMS上にて実施し、基礎的な内容について理解を定着させるようなサイクルを作っている。さらに、株式会社キカガクから基礎的なIT・AI知識を解説している動画教材と小テストを購入し、授業外学修をさせることで、授業では教えきれない基礎的な知識の習得をうながしている。

また、この科目の実施にあたっては、ウェブ上で公開されている教材を積極的に利用している。例え

ばこれまでに、以下のサイトの公開教材を使用した。

- 筑波大学オープンコースウェア データサイエンス講義 (<https://ocw.tsukuba.ac.jp/data-science/>)
- 数理・データサイエンス・AI教育強化拠点コンソーシアム リテラシーレベルモデルカリキュラム対応教材 (<http://www.mi.u-tokyo.ac.jp/consortium/e-learning.html>)
- 総務省 ICT スキル総合修得プログラム (https://www.soumu.go.jp/ict_skill/)

予稿執筆時点において、初めての授業が約半分程度実施された段階であり、一通りの科目が終了するのは7月中旬となる。このため入門科目の授業実践、学習効果測定等を含めた現状と課題は、学会発表時に詳細を紹介する予定である。

4. オープンバッジの導入

学生の教育プログラム履修のモチベーションを維持し、また就職活動等で利用できるよう、具体的な学修履歴をデジタル証明として可視化できるオープンバッジを導入する決定をしたことも、駒澤大学として初めての取り組みとなっている。



図1：オープンバッジ 左：リテラシーレベル
右：応用基礎レベル

5. 今後の課題

多様な学部・学科があることも関係し、学生の数理・IT系科目に対する印象や知識等の幅が広いことが本学の特徴としてあげられる。これら多様なニーズに対応するため、入門科目の構成や内容については、学習効果測定を実施し、毎年検討を重ねることが必要とされる。また、入門科目のオンデマンド化も計画しているが、大学の制度としてメディア授業科目は2024年度開始を予定して準備中であり、まだ実現はできていない。

参考文献

- (1) 和田耕一, 佐久間淳他, 「筑波大学における全学必修のデータサイエンス教育」, オペレーションズ・リサーチ, Vol65 (11), pp.573-578, 2021年9月。

医療系大学における数理データサイエンス AI 教育（応用基礎レベル相当）の授業デザイン

Design of MDASH (Advanced Literacy Level) in health sciences universities

二瓶 裕之, 西牧 可織, 中山 章
 Hiroyuki NIHEI, Kaori NISHIMAKI, Akira NAKAYAMA
 北海道医療大学
 Health Sciences University of Hokkaido
 Email: nihei@hoku-iryo-u.ac.jp

あらまし：本稿では、数理データサイエンス AI 教育応用基礎レベルに相当する授業として開講した「医療データサイエンス入門Ⅰ・Ⅱ」の授業デザインについて報告する。医療人を目指す学生にもプログラミングに興味を持ってもらうために、教育用ロボットなどを使った STEAM 教育を導入したり、学生が AI 開発に参加しながら、学生自身が目指す医療職と AI 技術との関連についても具体的に学べるようにした。

キーワード：数理データサイエンス AI, 応用基礎, ロボット, STEAM, 学生参加型

1. はじめに

大学教育における DX が進むなか、「学生の数理データサイエンス AI への関心を高め、かつ、数理データサイエンス AI を適切に理解し、それを活用する基礎的な能力を育成すること」⁽¹⁾を目指して、数理データサイエンス AI 教育プログラム (MDASH) が始まった。MDASH には、エキスパート、応用基礎、リテラシーの3つのレベルがあり、応用基礎レベルでは、「AI を活用し課題解決につなげる基礎能力を修得すること。」⁽¹⁾などが求められている。また、グループワークや PBL、実データの利用、AI 技術の体験などを取り入れることも推奨されている。

このような中、北海道医療大学（以下、本学）では、かねてより教育支援システムの内製化など教育の DX 化を図っており、2020 年度には DX 推進計画を策定した⁽²⁾。本計画では、教育支援システムに AI 機能を拡充するとともに、AI を学生参加型で内製して学修者本位の学修支援を図っている。本計画と併せて実施したのが、リテラシーレベルの MDASH であり⁽³⁾、2021 年度には、文部科学省 MDASH 認定制度リテラシーレベルプラスにも選定された。2022 年度からは、応用基礎レベルに相当する授業科目として、学生が AI 開発に参加しながら AI 技術を体験する「医療データサイエンス入門Ⅰ・Ⅱ」を開講した。

本稿では、「医療データサイエンス入門Ⅰ・Ⅱ」の授業デザインの概要を紹介したのちに、授業で扱う学修テーマごとに、授業デザインの工夫について報告する。また、今後の検討課題についても言及する。

2. 授業デザインの概要

「医療データサイエンス入門Ⅰ」と「医療データサイエンス入門Ⅱ」は、ともに、専門教育科目（各

2 単位、合計 4 単位）であり、薬学部、歯学部、心理科学部、リハビリテーション科学部の 4 学部で開講した。対象学年は 2～4 年生とし、自由選択科目としている。表 1 は、学修テーマであり、MDASH（応用基礎レベル）コアカリキュラムの内容に相当してデザインをした。

「データサイエンス基礎」では、データ駆動型社会とデータサイエンスの関連性、データの観測、分析、可視化などを学ぶ。

「データエンジニアリング基礎」では、データ収集・処理・蓄積の技術やプログラミング基礎を学ぶ。

「AI 基礎」では、機械学習や深層学習などの基本的な概念を理解したうえで、AI 技術を活用し、課題解決につなげることができるようになっている。特徴としては、AI 技術の活用スキルを修得することに重点を置くために、「AI 基礎」のコアカリキュラムでは学修項目となっている「人間の知的活動（身体・運動、言語・知識、認識、予測・判断）と AI 技術について」を学修テーマとして設定して、授業回のなかで 12 回をあてた。

表 1 学修テーマ

| 授業科目 | 授業回 | 学修テーマ | |
|---------------|---------|----------------------|-------|
| 医療データサイエンス入門Ⅰ | 1～5 回 | データサイエンス基礎 | |
| | 5～8 回 | データエンジニアリング基礎 | |
| | 9～15 回 | AI基礎 | |
| 医療データサイエンス入門Ⅱ | 1～2 回 | AI基礎 | |
| | 3～5 回 | 人間の知的活動と AI 技術について学ぶ | 身体・運動 |
| | 6～8 回 | | 言語・知識 |
| | 9～11 回 | | 認識 |
| | 12～14 回 | | 予測・判断 |
| 15 回 | まとめ | | |

3. 授業デザインの工夫

授業デザインの工夫として、まず、「データサイエンス基礎」では、Google Colaboratory を使いながらデータの観測、分析、可視化に関わる演習課題を、学生が手を動かしながら解けるようにした点が挙げられる。演習課題は、プログラム (python) のパラメータを変えるなどの簡単な内容ながらも、データの分析結果を視覚的に理解できるようにしている。

「データエンジニアリング基礎」に対しては、医療人を目指す学生にもプログラミングに興味を持ってもらうために、教育用ロボット (要求駆動型) を使った STEAM 教育を導入した。例えば、ロボットに装着された各種センサーから取得したデータをもとに、順次、分岐、反復などのアルゴリズムを教育用ロボットの動きとして可視化できるようにした。

「AI 基礎」においては、模型都市に深層学習ロボット (データ駆動型) を配置して、機械学習、ニューラルネットワーク、深層学習の仕組みをロボットの動作を通して視覚的に学べるようにした。模型都市には、図 1 のような点字ブロックや救急車などの特殊車両など医療に関連する模型も設置した。

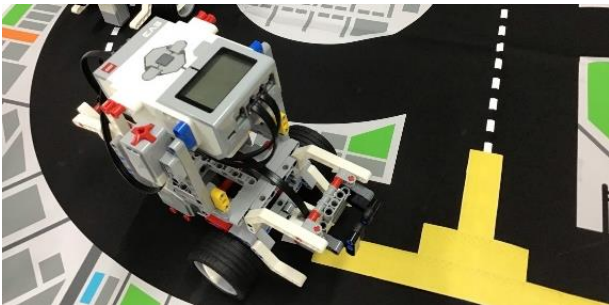


図 1 模型都市に配置した深層学習ロボット

「人間の知的活動と AI 技術について学ぶ」で取り入れたのが、学生参加型 AI 開発である。ここでは、図 2 のように、学生自身が目指す医療職と 4 つの要素 (言語・知識、身体・運動、予測・判断、認識) との関連を踏まえて、本学で内製している AI 開発に携わりながら、データサイエンスの知識とスキルを修得できるようにしている。PBL も導入し、PBL の過程で教員が気づかないような学生の発想を取り入れながら AI を開発できるようにしている。

最後に、全ての学修テーマを通して、学生自身の

| | 身体・運動 | 言語・知識 | 認識 | 予測・判断 |
|----------|-----------------------------|---------------------------|-----------------------|----------------------------|
| 修得するスキル | アームロボット、IoT、生体情報モニタリング | 自然言語処理、形態素解析、単語分析、音声出力 | パターン認識、文字認識、画像認識、音声認識 | 決定木、自動探索、ランダムフォレスト、クラスター分析 |
| 薬剤師 | 副作用モニター、遠隔医療、見守り | 処方箋監査、薬剤管理 | 薬歴入力、服薬指導 | 自動健康診断、処方箋監査、副作用早期発見 |
| 歯科医師 | CAD/CAM の設計・加工、シミュレーションロボット | 治療計画立案、シミュレーションロボット | 画像診断、治療計画立案、症例難易度診断 | 医療ビッグデータ解析、治療計画立案、患者の予約管理 |
| 臨床心理士 | 行動観察、心理支援プログラム | 心理検査報告書などレポート作成、心理支援プログラム | カンファランス、心理支援プログラム | データ解析、支援計画立案 |
| 作業・理学療法士 | リハビリテーションロボティクス、福祉機器、BMI | リハビリテーション記録、治療計画立案 | 画像評価、動作分析 | 臨床推論、予後予測、治療計画立案 |

図 2 学生自身が目指す医療職と 4 つの要素 (言語・知識、身体・運動、予測・判断、認識) との関連

主体的な学びを引き出すために、自己学修用の Web サイトを構築し、各テーマの演習課題などを解けるようにした。また、ゴーグルを装着することでロボットを配置した模型都市に入り込み、臨場感のある VR でロボットの動作を確認できるようにしている。

4. 授業の実践と今後の検討課題

授業は 2022 年度 4 月から開講しており、現在、4 学部から合わせて 15 名が履修している。事前に用意した教育用ロボットは 18 台あり、予備機も含めると一人一台を利用できる環境となっている。

2023 年度以降は、開講する学部を増やしたり、履修者数の増加も図っている。そのため、STEAM 教育にもグループワーク形式の学修方法を導入することを検討している。

また、現在、「医療データサイエンス入門 I・II」は自由選択科目として開講しているため、将来的な MDASH 認定制度への申請の観点からは、開講形態も検討すべき課題となっている。

5. むすび

「医療データサイエンス入門 I・II」の授業デザインについて報告した。授業で扱う学修テーマは MDASH (応用基礎レベル) のコアカリキュラムに相当しており、教育用ロボットや深層学習ロボットを使った STEAM 教育を導入することで、医療人を目指す学生にもプログラミングに興味を持ってもらう工夫をした。また、学生参加型の AI 開発を通して、学生自身が目指す医療職と AI 技術との関連についても、具体的に学べるようにした。今後は、履修者数の増加なども図っていききたい。

参考文献

- (1) 文部科学省：“数理・データサイエンス・AI 教育プログラム認定制度 (リテラシーレベル)”，https://www.mext.go.jp/a_menu/koutou/suuri_datascience_ai/00001.htm (参照 2022.5.15)
- (2) 北海道医療大学：“DX 推進計画サイト”，<https://dx.hoku-iryo-u.ac.jp/> (参照 2022.5.15)
- (3) 二瓶裕之，西牧可織：“医療系大学における数理データサイエンス AI 教育 (リテラシーレベルプラス) の実践と検証”，JSiSE 第 6 回研究会, pp. 67-71 (2022)

適応的学習環境における誘導について

Design for Guidance of Adaptive Learning Platform

金西 計英^{*1}, 石田 基広^{*1}, 戸川 聡^{*2}
Kazuhide KNENINSHI^{*1}, Motohiro ISHIDA^{*1} and Satoshi TOGAWA^{*2}

^{*1} 徳島大学

^{*1}Tokushima University

^{*2} 四国大学

^{*2}Shikoku University

Email: marukin@cue.tokushima-u.ac.jp

あらまし : 大学の初年次教育の分野において, 知識の伝達を目的とした科目が存在する. 知識伝達の学習形態として, 演習の繰り返しによる自学自習を想定することができる. 演習に基づく自学自習に対し, AIを用いた支援が可能と考える. 支援は診断と誘導から成る. 問題の難易度と問題間の構造の情報を用いることで, 診断が可能となる. 強化学習を用いることで誘導が可能になる. CBT システムに診断と誘導を実現することで, 適応的学習システムが実現できる. なお, この適応的学習システムでは, 問題プールと学習履歴の蓄積が課題となる.

キーワード : CBT, IRT, Q-Matrix, 強化学習, e-Learning, 知的学習支援システム

1. はじめに

国内の高等教育機関において, 初年次向けの科目(例えば, 物理, 数学等)の中には知識伝達が大なる目的となるものがある. 知識伝達の学習形態として, 反復練習が基本的な形態として挙げられる. 学習者は, まず, 知識が記載された, テキストや動画等のコンテンツを視聴することで知識の獲得を目指す. 続いて, 演習問題を解き知識の定着を確認する. 知識伝達を外から眺めるかぎり, 学習者はコンテンツの視聴と演習問題を解くといった行動を繰り返していることになる. コンテンツの視聴だけで知識の定着へ至る学習者は少ない. 一般的に, 知識定着は問題演習を繰り返すことが必用となる. そのため, 知識伝達は, 反復練習となる.

我々は, 反復練習の形として, 自学自習を想定している. 知識伝達の反復練習は, 講義形式による一斉学習が, 必ずしも効果的な方法とは言えないからである. 一斉学習は, 学習を始める段階で, 学習者の理解状態が均一であれば効率的と考えられるが, 実際の学習者の状態は多様である. 多様な学生に対応するには一斉学習よりは, 個別化が必要になる. 理想的には, 学生一人に教員一人を配置できれば良いが, 経済的な点から大量の教員を配置するような授業の実現は困難である.

知識伝達を目的としておこなう反復練習を支援する学習環境の構築が, 可能だと我々は考える. 人工知能研究の成果を用いることで, 反復練習における個人に向けた支援が可能になると考える. 個別化に対応した学習環境の構築である. 本研究では, 演習に基づく学習の個別化, 適応的学習環境の実現を目指す. 具体的な対象として, 高等教育の初年次教育における基礎的な知識伝達(情報科学等)を目指す, 演習ベースの自学自習を支援する適応的な e ラーニ

ングシステムの構築を目指す. 以下では, e ラーニングシステム(学習環境)の概要について述べる.

2. 演習に基づく自学自習

我々が想定する反復練習とは, 自学自習形態によるものである. 学習者はある領域の知識の獲得を目指している. そのため, 学習者は, まず, 知識が記載されたテキストや動画を通読(視聴)する. その後, 知識の定着(確認)のため演習問題を解く. 自学自習では, この通読や演習を, 繰り返すことになる. 対象とする知識の学習がある程度進んだと学習者が判断したとき, 知識の習得具合を確認するため試験に臨む. 試験の結果が設定された閾値を超えていれば, 領域の学習は終了したものと判断される.

コンテンツを視聴する, 演習を解く, 試験に臨む, これらの学習過程が繰り返されることで学習が成立する. このような自学自習は, 多くの大学で整備されている e ラーニングのサービスを通し, 学習者がおこなうことが可能となっている. しかし, コンテンツを視聴する, 問題を解くといった学習活動をどのように繰り返すかといった, 学習過程の組み立ては学習者に委ねられることになる. 学習者が自律的に学習を進めることは容易ではない.

我々は, 学習者の理解状態の診断と, 診断に基づいた誘導をおこなうことで, 適応的学習と呼ぶ演習に基づく自学自習の支援が可能になると考える. 適応的学習では, 学習者の理解状態に沿った形で反復練習がおこなわれる.

適応的学習システムの基本構造は, 一般的な e ラーニングシステムに, 適応的な CBT (Computer Based Test) の機能を追加したものとと言える. 適応的学習システムにとって演習問題の集合(問題プール)は重要な構成要素である. 問題プールの問題は, 演習, 試験に利用される.

3. 理解状態の診断

適応的な学習の実現にとって学習者の理解状態の診断は重要である。我々は、演習問題に属性を付加し、属性に基づいて診断をおこなう。問題に付加する属性は、対象とする学習領域の知識の構造を反映したものである。学習者の解答履歴を、知識の構造に重ねることで、理解状態を判断できると考えるからである。対象知識の構造は、以下に述べる2種類の属性情報から表現する。

一つは、項目反応理論 (Item Response Theory (IRT)) を用い、個々の問題の難易度を算出し、これを属性として付与する。IRT は、学習者の問題に対する解答履歴から、ロジスティックモデルを用いることで、難易度を推定する^[1]。

もう一つは、問題間の関係性を示す情報を付与する。問題間の関係の記述には、Tatsuoka らの Q-Matrix を用いる^[2]。Q-Matrix は、問題と潜在スキルを示した2次元行列である。これは、潜在スキルを通して、問題間の関係性を示していると考えられる。

学習者の正誤を Q-Matrix 上でたどることで、対象の領域知識の、どこが分かっているか (分かっているか) を知ることができる。また、難易度によって、どれくらい分かっているかを知ることができる。

4. 推薦による誘導

知識伝達を目的とした反復練習は、やや乱暴な言い方ではあるが、分かるまで演習問題を繰り返すことになる。しかし、分かるまで繰り返すことは、必ずしも効果的とはいえない。場合によっては、学習者の意欲に対しネガティブな影響を及ぼすことが想定される。

反復練習を効率的に進めるためには、学習者に対し、適切な推薦をおこなう必要がある。推薦は、学習者に対し、次に何をこなせば良いかを提示することでおこなう。我々が想定している反復練習では、学習者は、コンテンツを視聴する、演習問題に取り組む、評価試験を受けるかのいずれかをおこなう。例えば、学習者がある演習問題を解き終わったあと、コンテンツを視聴するか、さらに演習問題を解くか、評価試験を受けるか、いずれの活動をおこなえば良いかをシステムが提示する。学習者はシステムの提示に従って次の行動を選択することになる。

推薦は、学習者の最適な行動の推定に基づく。多くの学習者の反復練習の学習過程の履歴を集めることで推定は可能になる。反復練習による学習過程は、コンテンツを視聴する、演習問題を解く、評価試験を受けるといった基本的な学習過程の繰り返しである。学習過程の基本的な単位を設けることで、学習過程は基本的な要素の系列、状態遷移として捉えることができる。学習過程は、基本的に将棋や囲碁等のゲームと同様である。将棋や囲碁において、最適な次の手を算出できるのであれば、学習過程においても最適な次の学習過程を選ぶことができる。

学習過程を状態遷移として捉え、集めた学習履歴に対し機械学習を用いることで、最適な次の過程の選出をおこなう。具体的な機械学習の方法として強化学習(Reinforcement Learning(RL))を用いる^[3]。強化学習は、AlphaGO に採用されたことで注目を浴びた。強化学習はエージェントによる環境に対する制御を、報酬による最適過程を学ばせることが可能となる。ゲームに代表されるように、状態遷移と親和性が高い。強化学習を用いることで、最適な次の学習過程の選択が可能になる。最適な状態を推薦として提示することで学習を支援する。

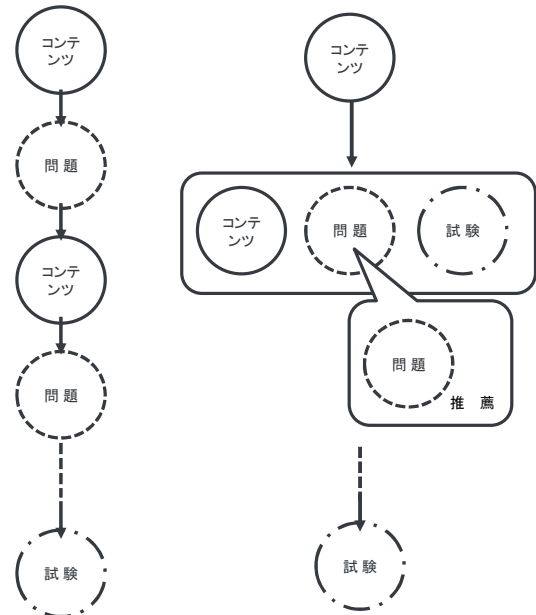


図1. 学習過程の様子

5. まとめ

本稿では、高等教育機関における適応的学習システムの概要について述べた。まず、適応的な学習の概要について述べた。その上で、適応的な学習を実現するためには、診断と誘導が必要なことを述べた。診断は、IRT と Q-Matrix を用い、演習問題の構造を記述することで実現する。今後、システムの構築を進める予定であるが、演習問題の蓄積と学習履歴が重要であり、サービスを広く公開することを前提に研究協力者を集めデータの収集を進める予定である。

謝辞

本研究の一部は、科学研究費補助金基盤研究(C) (課題番号 19K03003, 課題番号 22K12292) 等の支援を受けた。

参考文献

- (1) 加藤 健太郎, 山田 剛史, 川端 一光 “R による項目反応理論項目応答理論,” オーム (2014).
- (2) K. Tatsuoka, “Cognitive Assessment: An Introduction to the Rule Space Method” Routledge (2009).
- (3) Sutton, Richard S. & Andrew G. Barto, 三上貞芳 (訳) “強化学習” 森北出版 (2000).

力学における学習者の誤りに適応的な問題提示システムの授業実践の報告

Report of Classroom Practice of Adaptive Problem Presentation Systems for Learners' Errors in Mechanics

相川 野々香^{*1}, 前田 新太郎^{*1}, 茂木 誠拓^{*1}, 古池 謙人^{*1}, 東本 崇仁^{*2}, 今井 功^{*3}, 堀口 知也^{*4}, 平嶋 宗^{*5}
Nonoka AIKAWA^{*1}, Shintaro MAEDA^{*1}, Tomohiro MOGI^{*1}, Kento KOIKE^{*1}, Takahito TOMOTO^{*2}, Isao IMAI^{*3},
Tomoya HORIGUCHI^{*4}, Tsukasa HIRASHIMA^{*5}

^{*1} 東京工芸大学大学院工学研究科

^{*1} Graduate School of Engineering, Tokyo Polytechnic University

^{*2} 東京工芸大学工学部

^{*2} Faculty of Engineering, Tokyo Polytechnic University

^{*3} 千葉市立さつきが丘中学校

^{*3} Chiba Municipal Satsukigaoka Junior High School

^{*4} 神戸大学大学院海事科学研究科

^{*4} Graduate School of Maritime Sciences, Kobe University

^{*5} 広島大学大学院先進理工系科学研究科

^{*5} Graduate School of Advanced Science and Engineering, Hiroshima University

Email: n.aikawa@st.t-kougei.ac.jp

あらまし：本稿では、力学を対象として、学習者に補助問題を適応的に提示することで学習者の行き詰まりを解消し、試行錯誤を促進する学習支援システムを開発し、授業実践を行った。その結果をテストおよびシステムログから分析した。

キーワード：授業実践, Error-based Simulation, 補助問題, 初等力学

1. はじめに

学習において、学習者が試行錯誤を行うことは重要である。そこで、学習者に演習問題を行わせ、その解答に対して誤りの可視化を行うことで学習者の試行錯誤を促す学習支援の枠組みである Error-based Simulation (EBS)がこれまで研究されてきた^(1,2)。EBSは力学をはじめとして数学や英作文などでその学習効果が示されている。しかし、試行錯誤の過程で同じ誤りを繰り返し、問題解決が進展しない行き詰まりの状態が発生してしまうことがある。学習者が行き詰まりを解決するためには、適切な手がかりを与える必要がある。一方で、学習者に手がかりとして正答を与えると、試行錯誤を阻害してしまう可能性もある。

本研究では、行き詰まった学習者に適切な補助問題を与えれば、試行錯誤を継続しながら行き詰まりの解消ができると考えた。補助問題とは、もとの問題を理解するのに役立つ問題である。本研究ではこの補助問題の問題系列を設計し、力学を対象として行き詰まった学習者の誤り箇所に適応的な補助問題を自動提示する学習支援システムを開発した⁽³⁾。また、本システムの学習効果を調査するため、中学校における授業実践を行った。本稿では、授業実践の結果について、実施したテストおよび演習システムのログから学習活動の分析を行った。

2. 授業実践で使用したシステム

システム画面を図1に示す。本研究では、力学EBS

システムについて、行き詰まった学習者の誤り箇所を分析し適応的に補助問題を提示するシステムを開発した。

2.1 補助問題と問題系列

本研究で扱う問題は物体に働く力の作図問題となっており、問題の中の力を欠落した時に、その力を学ぶための補助問題を作成した。もともとなる問題は、床の上に二つの物体が重ねて置かれ、下の物体が外力によって横向きに押されて、二物体ともが加速しているという問題である（図1は外力をネズミが押すことで表現している）。この現象には9つの力が働いており、これらの力のそれぞれに対して補助問題を作成し、問題系列を作成した。

2.2 誤り箇所の分析と提示方法

本システムでは、学習者の解答履歴から学習者の最も多かった誤りの数をカウントすることで、誤り箇所を分析している。まず、学習者は本システムに提示された問題に対して、矢印を用いて作図することで解答を行う。システムは、学習者が解答するごとに正解の作図と学習者の作図を照らし合わせ、正解の作図に対して欠落している矢印をカウントする。システムは学習者が解答するごとにそのような分析を行い、学習者の解答履歴の中で最も欠落した回数多かった矢印を抽出する。本システムは、この最も多かった矢印を学習者の誤り箇所とする。そして、誤り箇所の力に対応する補助問題を問題系列から選択し、学習者に提示する。



図1 システム画面

3. 授業実践の手順

本研究では、初等力学について学んでいる最中の中学生を対象に、システムの学習効果を調査するため、中学校における授業実践を行った。公立中学校の3年生3クラス（1クラス29名）を対象に、3時限分（135分）の授業で事前/事後テストとシステム利用を行った。

学習効果について、事前/事後テストおよび実践から8週間後に実施する遅延テストの成績から評価を行う。テストは全部で7問あり、4問がシステムで扱った問題、3問がシステムでは扱っていない応用問題になっている。

4. 結果

事前事後テストおよび遅延テストの結果を表1に示す。まず、合計結果から、事前テストでは0.64だった平均点が事後テストでは3.41となっており、ほとんどの生徒がシステム利用を通して点数が向上していることが分かった。さらに学習課題と発展課題をみたところ、学習課題は全4問で事前テストの平均が0.59なのに対して事後テストが3.11になっており、著しい成績の向上があったことが分かる。一方発展課題も成績の向上が見られた。

また、本研究における生徒の学習活動を評価するため、システムログの分析を行った。その結果を表2に示す。表2は、演習中にもとの問題を解いてシステム演習を終えられた生徒とそうでない生徒の人数とその割合である。比較として、従来研究⁽¹⁾で大学生を対象に行った結果も共に示す。図2は生徒が演習中にいくつの問題に移行したかの回数の分布である。演習完遂できた人のみをまとめた。

演習完遂率は、72.8%（59/81人）であった。これは大学生の評価実験での完遂率77.8%（7/9人）と比較しても遜色ない結果だと考える。

図2の問題移行回数については、このシステムに実装した全ての問題をまわると移行回数は合計12回になる。ヒストグラムを見ると、～15回の部分に17人いるので、この生徒たちは問題系列を一通り解き、それによってもとの問題が解けたと考えられる。それ以下の回数で解けた生徒も11人いた。つまり、

演習問題を完遂できた生徒の中で半数以上は15回以下の問題移行回数で目標問題を解けるようになったと言える。

一方、中学生の演習問題を演習完遂ができた人の中でも、～30回の分布に位置する生徒が9人いた。これは問題系列の全ての問題を一通り解く回数に加えて、さらに全ての問題をもう一回以上解いた数である。

表1 テスト平均（標準偏差）

| | 学習課題 | 発展課題 | 合計 |
|----|-------------|-------------|-------------|
| 事前 | 0.59 (0.81) | 0.05 (0.22) | 0.64 (0.93) |
| 事後 | 3.11 (0.86) | 0.30 (0.51) | 3.41 (1.05) |
| 遅延 | 1.58 (1.16) | 0.22 (0.41) | 1.80 (1.36) |

表2 学習者の演習完遂比率

| | 比率 | 人数 |
|--------------|-------|-------|
| 授業実践参加者（中学生） | 72.8% | 59/81 |
| 評価実験参加者（大学生） | 77.8% | 7/9 |

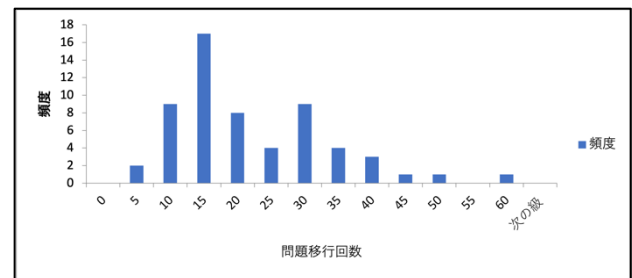


図2 演習完遂できた人の問題移行回数の分布

5. おわりに

本稿では、力学を対象に、行き詰まった学習者に適応的に補助問題を提示することで行き詰まりを解消する学習支援システムを開発し、中学校にて授業実践を行った。その結果をテストおよびシステムログから分析したところ、大学生がこのシステムを使用するのと同等の学習効果があることが示唆された。

謝辞

本研究の一部は JSPS 科研費 JP22K12322, JP21H03565, JP19H04227 の助成による。

参考文献

- (1) 平嶋宗, 堀口知也: “「誤りからの学習」を指向した誤り可視化の試み”, 教育システム情報学会誌, Vol.21, No.3, pp.178-186 (2004)
- (2) 篠原智哉, 今井功, 東本崇仁, 堀口知也, 山田敦士, 山元翔, 林雄介, 平嶋宗: “運動する物体にはたらく力を対象とした error-based simulation の中学校理科における実践利用”, 電子情報通信学会論文誌 D, Vol.99, No.4, pp.439-451 (2016)
- (3) 相川野々香, 古池謙人, 東本崇仁: “Error-based Simulation (EBS)における学習者の誤り傾向に基づく問題の行詰まり解決支援システム”, 電子情報通信学会論文誌 D, Vol.103, No.9, pp.644-647 (2020)

疑似データフロー図構築による未知部品の組み合わせを指向した プログラミング学習支援システムの開発

Development of Programming Learning Support System Oriented to the Combination of Unknown Components Through Pseudo Data Flow Diagram Construction

座間 出実^{*1}, 東本 崇仁^{*2}

Izumi ZAMA^{*1}, Takahito TOMOTO^{*2}

^{*1}東京工芸大学大学院工学研究科

^{*1}Graduate School of Engineering, Tokyo Polytechnic University

^{*2}東京工芸大学工学部

^{*2}Faculty of Engineering, Tokyo Polytechnic University

Email: m2165003@st.t-kougei.ac.jp

あらまし: システム開発では、組み込み関数や外部ライブラリのような未知の部品を利用し、組み合わせることで機能を持ったプログラムを構築する。そのため、基礎構文を理解しているプログラミング初学者にとっては、部品を活用できる能力がなければ、システム開発を行うことは困難であるといえる。そこで筆者らは、部品を探す能力、部品を利用する能力、部品を組み合わせる能力の3つの能力を定義してきた。本稿では、部品を組み合わせる能力獲得を支援するために新たに導入したデータフロー構築問題と、部品を探す能力獲得を支援するための、部品選択フェーズを加えたシステムの開発を行った。

キーワード: プログラミング学習, データフロー図, ソフトウェア開発

1. はじめに

システム開発では、if文やfor文のような基礎構文に加え、組み込み関数や外部ライブラリのような部品が多く用いられる。古池らの研究では、代入やif文、for文を段階的に拡張する部品の段階的拡張手法が提案⁽¹⁾され、さらに部品を機能・振舞い・構造にモデル化を行った研究⁽²⁾がなされている。筆者らは、組み込み関数や外部ライブラリを、構造や振舞いのわからない未知部品と考え、部品を活用する能力として部品を探す能力、部品を利用する能力、部品を組み合わせる能力の3つを定義し、利用と組み合わせについての支援を試みてきた⁽³⁾。

従来の部品組み合わせ支援では、学習者は習得した単体の部品を、システムが提示したプログラムの空欄に部品を呼び出すことで記述させる形式であった。そしてそのプログラムを実行することで振舞いを観察し、修正を行う一連の試行錯誤をすることによって支援を行ってきた。本稿では、新たに部品を探す能力として、組み合わせるための部品を学習者に選択させる部品選択フェーズの導入と、部品の組み合わせの能力獲得を支援のための、疑似データフロー図(DFD)を用いた部品の組み合わせを提案し開発を行った。

2. 提案手法

学習者は、出題される機能を持つ部品を、疑似DFDによって構築を行い、部品の組み合わせ問題を解答する。疑似DFDは部品とデータ、それらを結ぶフローから構成される。部品選択フェーズで選択した部品と問題で使われるデータ(変数)を用いる。

2.1 部品選択フェーズ

筆者らはこれまでにやってきた予備評価実験から、学習者は組み合わせるための部品が不明である場合、組み合わせを行うことは困難であると考察した。

そこで、部品を組み合わせる前の段階で、新たに目的の機能を達成するために必要な部品を選択させるフェーズを導入する。部品選択フェーズにおいて列挙される部品らは、部品利用問題にて既に振舞いを習得しているものである。また、部品利用問題での習得時に、その部品についての機能や振舞いにメモを残しており、メモとともに部品の組み合わせに必要な部品を考慮し選択する。

2.2 部品の組み合わせとDFD

組み込み関数や外部ライブラリを用いるシステム開発では、部品の内部実装を意識することは少ない。そのため、部品はブラックボックスとみなすことができ、機能や振舞いをもとに利活用すると考えられる。その一方で、部品を利用するためには、部品の入出力関係やデータの内容や形式を理解する必要があると考えている。したがって、部品の組み合わせ能力獲得を支援するには、部品とデータの入出力の関係を学ぶことが重要であると考えた。

そこで筆者らは、プロセスがブラックボックスであり、データの流れとプロセスの入出力を記す方法として用いられるDFDに着目した。DFDは、プロセス、データストア、フロー、外部実体から構成される。

3. 提案システム

提案システムは、部品利用問題、部品選択画面、疑似 DFD 構築による組み合わせ問題の順に構成される。図 1 に示す部品利用問題では、学習者はフィードバック欄に表示される出力例となるように部品の引数を解答し、解答の実行を行う。解答の実行を行うと、実行結果欄に出力結果が表示され、正答の差異を観察し、試行錯誤を促すことで、部品の振舞いを習得する。

図 2 に示す部品組み合わせ問題は、従来の部品組み合わせ問題である。従来方式では、学習者は部品を組み合わせる際に、部品とデータの関係性や、部品の入出力関係を構築できず、部品を組み合わせる能力の支援が行えていなかった。そこで新たに図 3 に示す疑似 DFD 構築を用いた部品の組み合わせの能力獲得の支援を導入した。画面右側にある、パーツリストから、左側のエディタにドラッグアンドドロップし追加する。変数のようなデータは四角い図形で表され、部品は円形で表されている。

学習の流れとして、学習者は出題された部品組み合わせ問題に必要な部品を選択し、部品とデータを線で結ぶことで、部品とデータの入出力関係を構築する。学習者は解答ボタンにて、正誤判定を行い、不正解の場合、システムは学習者にフィードバックを与える。フィードバック内容は、学習者の解答された変数のようなデータの有無やデータの入力内容をもとに行う。例えば、解答に必要な変数 `result` を追加していない場合、システムは「部品の結果を出力するためのデータが存在しません。必要なデータを追加してみましょう」のようなフィードバックが行われる。また、変数 `result` が存在するが、入力内容が不正解である場合には、「変数 `result` へ入力するためのメソッドの出力内容が異なります。そのメソッドに必要なデータは、`startDate`, `endDate`, `nowDate` です。」のようなフィードバックを行う。データに入力される結果を返すメソッドが入力とするデータを提示し、学習者に部品の組み合わせをボトムアップ方式で構築を行えるようにする。



図 1 部品利用問題



図 2 部品組み合わせ問題

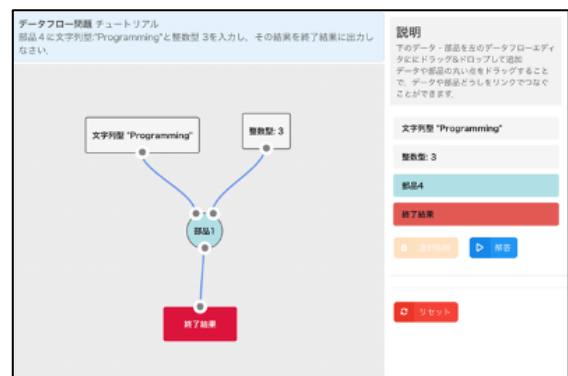


図 3 データフロー構築画面

4. おわりに

本稿では、筆者らがこれまでに行ってきた従来の部品組み合わせ問題に部品の選択フェーズを追加し、組み合わせを行う方法を空欄補充形式から疑似 DFD を構築する手法の提案と開発を行った。今後の課題として、評価実験を行うことが挙げられる。

謝辞

本研究の一部は JSPS 科研費 JP22K12322, JP21H03565, JP19H04227 の助成による。

参考文献

- (1) 古池謙人, 東本崇仁, 堀口知也, 平嶋宗: “プログラミングの構造的理解を指向した部品の段階的拡張手法の提案と支援システムの開発・評価”, 教育システム情報学会誌, Vol. 36, No. 3, pp. 190-202 (2019)
- (2) 古池謙人, 東本崇仁, 堀口知也, 平嶋宗: “プログラミング学習における再利用性を指向した知識組織化のための知的支援:機能・振舞い・構造の観点に基づく問題解決過程のモデル”, 人工知能学会論文誌, Vol. 35, No. 5-C, pp. 1-17 (2020)
- (3) 座間出実, 古池謙人, 東本崇仁: “部品の利用と組み合わせを指向したプログラミング学習支援システムの開発と評価”, 先進的学習科学と工学研究会, Vol. 91, pp. 54-59 (2021)

院内学級におけるサウジアラビアとの異文化理解授業の試み

山本裕一*1, 佐藤修*2, 小柳千佳子*3

*1北海道大学情報基盤センター, *2キングサワード大学言語翻訳学部, *3札幌市立北辰中学校

*1Information Initiative Center, Hokkaido University

Email:sierra@iic.hokudai.ac.jp

あらまし：病院内に設置された院内学級では、様々な学年の子供達にたいして、個々の病状に応じて入院や治療などが行われる。このため子供達は空間的にも心理的にも閉鎖的な状況に置かれがちである。そこで、我々外界との接触が困難な子供達が容易にコミュニケーションをとるためのツールとして双方向遠隔通信環境による遠隔教育を行っている。北大院内学級では総合学習の一環として行うサウジアラビアの異文化理解授業をサウジで日本語を学ぶ学生と共に進行予定であるが、本稿ではその概要について報告する。

キーワード：院内学級、異文化交流、テレビ会議システム、初・中等教育教育実践

1. はじめに

2012年に国のがん対策推進基本計画が策定され、小児がんは重点的に取り組むべき課題の一つに位置づけられた。小児がん患者と家族が安心して適切な医療や支援を受けられる環境を整備することを目指し、2013年2月には全国15の「小児がん拠点病院」が指定された。北海道では北海道大学病院が指定され、地域の小児がん診療の中心的役割を担っている。2019年には整備指針が見直され、AYA（思春期・若年成人）世代の患者の医療・支援にも対応できることなどが指定要件に追加された。北大病院では小児・AYA世代がんセンターが設置され、単なる治療のみならず、病気療養中であっても他の健康な子どもたちと可能な限り同じ生活・教育環境の中で医療や支援を受けられるような環境を整備することを目指しており、院内学級や地域の学校との連携を目指している。

2. 北大病院院内学級ひまわり

北大病院院内学級ひまわりは札幌市内の小中学校の分校という形式であるが、道内外から治療のため北大病院に入院している子供たちを受け入れている。毎年、小学生30名、中学20程度受け入れている。第一義的な目的は長期や短期の入院のため生じる学習の遅れを少しでも解消することであるが、小児がん等の重篤な症状での入院や治療などで、空

間的にも心理的にも閉鎖的、抑圧的な状況に置かれやすい病気療養児の心理的な安定を図ることも大きな目的の一つである。そのために「気持ちの開放を図り、外に開かれた友人との交流を図る」ことは回復へ向けての意欲を育てることにつながる。北大病院院内学級ひまわりではテレビ会議システムやWeb会議システム、SNSなどを用いて国内外のさまざまな人々と異文化交流をはかっている[1, 2]。

3. 院内学級のネットワーク環境

北大病院では医療用LANの他に北大の学内LANであるHIENSが一部に敷設されており、1Fの院内学級教室でも利用することが可能である。教室内のPCやiPad、TV会議システム、ネットワーク機器はHINESに接続されており、児童はこれらの機器を通じてインターネットに接続し調べ学習や、国内外からの遠隔授業に参加するために使用できる。またHINESの他に札幌市教育ネットワークにも参加しており、札幌市教育委員会が提供しているネットワーク資源等にアクセスすることが出来る。昨年度には昨今のコロナ禍をきっかけとし、無菌管理中の入院児童や感染症の蔓延等で小児病棟から教室に來れない児童の学習の機会を保障するために、限定的な利用に限られるモバイルWiFiルータでなく、学内LANであるHINESを小児病棟に延伸し、無線LANのアクセスポイントを小児病棟の無菌室2室、学生実習室、プレイルームに設置することとした。無菌室以外の児童は4, 5名程度が入室可能な学生実習

室、もしくはブレイルームを利用する。ここでは AP の他、高品質な映像、音声でのやり取りが可能な TV 会議システムも設置したので、端末を利用しながら複数の児童が教室からの遠隔授業に参加することも可能である[3]。

4. 複数の院内学級が参加する異文化学習

これまで我々は、総合学習の一環としてアラスカ大学、国立天文台ハワイ観測所、サウジアラビアキングサウド大学、北大北京オフィス、中国東北師範大学、ベトナム、マレーシア、台湾とテレビ会議システムで結んできた。「異文化理解・コミュニケーション、各教科の発展的補完の総合的な取り組みと位置づけるとともに、各教科の今後の学習の動機付けとなるべく授業を行ってきた。これらの海外からの遠隔授業は講師の都合等により定期的に行えないことや、授業を行えた場合でも病気療養児の容態により参加できる児童がわずかになってしまい、数少ない遠隔授業の機会を生かせない場合もあった。そこで Polycom の多地点接続機能や Web 会議システム my を利用し、大阪大学院内学級、関西医科大院内学級にも参加してもらう事によって児童の不参加による授業の中止という事態を回避している[4, 5]。また近年急速に普及した Zoom により、これまで機材や回線の問題で参加できなかった更に不定期になりがちな海外からの遠隔授業を補うために、互いの教室で行われる異文化学習等をテレビ会議システムにより結んでいる。

5. サウジアラビアに関する異文化理解授業

サウジアラビアに関する授業は 2014、5 年にキングサウド大学よりノート PC にインストールした TV 会議システム (Polycom PVX) と北大院内、阪大院内学級の TV 会議システムを結んで試行した。図 1 では Polycom 画面で左上が阪大院内、右上はキングサウド大、画面下には北大院内が映されている。当時は大学の回線を利用したが、今回再開するに当たり、大学の固定回線、サウジの通信最大手 STC もモバイル回線経由で参加校の状況に応じて TV 会議システム、Zoom 等の WEB 会議システムを利用する予定で、現在テスト中である。今回参加する児童、生徒が小学部から高等部の予定なので、授業内容はどの学年にも興味を持ってもらえるサウジアラビアの地理、言語、文化の紹介となる。2014 年当

時はキングサウド大翻訳学部在籍する日本語を学ぶ学生は 10 名ほどであったが、現在は 100 名近くまで増えており、日本語学習熱も高くなっており、今回の遠隔授業にも日本語を学ぶ学生に参加してもらう予定である。日本側の児童生徒がサウジアラビアの文化を紹介してもらうだけではなく、サウジの学生にも日本語でのコミュニケーションを体験してもらう機会となるよう希望している。



図 1 前回のサウジアラビアからの遠隔授業の様子

参考文献

- (1) 山本裕一、西堀ゆり、吉田徹、『掲示板型ツール「コラボード」と「コラボード広場」による院内学級での協調学習—院内学級での遠隔協調学習におけるシステム構築—』、教育システム情報学会第 29 回全国大会講演論文集、55-56(2004)
- (2) 山本裕一、吉田徹、西堀ゆり、『院内学級における学習者・教授者間コミュニケーションの活性化』、『平成 17 年度情報処理教育研究会講演論文集』64-65(2005)
- (3) 山本裕一、井口晶裕、島田貴弘、小柳千佳子「小児病棟への学びのための高速ネットワークの導入について」、『大学 ICT 推進協議会 2020 度年次大会論文集』FB1-4、296-297 (2020)
- (4) 山本裕一、黄松愛、佐藤修、小柳千佳子、霜村耕一、伊藤かおり、濱田和、佐藤聖子、西牧謙吾「院内学級におけるテレビ会議システムを用いた日中異文化交流授業」、『教育システム情報学会第 41 回全国大会講演論文集(H5-4)』、1-2 (2013)
- (5) 横山強「特別支援学校の分教室における ICT 等の活用実践例について」、『特別支援教育』、No. 58、28-3(2015)
- (6) 山本裕一、佐藤修、小柳千佳子、霜村耕一、伊藤かおり、梶原英幸、佐藤聖子、吉井英一、西牧謙吾、西堀ゆり「複数の院内学級によるテレビ会議システムを用いた異文化学習」、『教育システム情報学会第 40 回全国大会講演論文集』、115-116 (2015)

視覚障害児のプログラミング授業に 3D プリンタを用いる提案

A Proposal to Use 3D Printers in Programming Classes for Visually Impaired Children

松本 章代, 菅原 研

Akiyo MATSUMOTO, Ken SUGAWARA

東北学院大学教養学部

Faculty of Liberal Arts, Tohoku Gakuin University

Email: akiyo@mail.tohoku-gakuin.ac.jp

あらまし: 視覚障害がある児童にプログラミングの授業をおこなう場合、既存のプログラミング環境を利用することは困難である。そこで我々は全盲の児童にもプログラミングができるシステムを独自に開発した。QR コードと点字を貼ったブロックを用いてプログラミングをおこなう仕組みである。本研究ではそのブロックで作成したプログラムを 3D モデルに変換して 3D プリンタで出力するシステムを構築する。本システムによって視覚障害児も健常児と同じように図形を描画するプログラムを作成し、実行結果を確認することが可能となる。

キーワード: 視覚障害, 小学校, プログラミング教育, 3D プリンタ, STEM 教育

1. はじめに

平成 29 年度の調査結果⁽¹⁾によると、視覚障害のある児童のうち、盲学校（視覚特別支援学校）に在籍する児童は 574 名、弱視特別支援学級の児童は 413 名、通級による指導の児童は 176 名となっている。障害者権利条約に示されているインクルーシブ教育システム構築の流れのなかで、ここ十数年における盲学校の児童数は減少傾向にあり、特別支援学級や通級による指導で学ぶ児童数は増加傾向にある。

一方、2020 年度より小学校においてプログラミング教育が始まっている。障害が視覚のみの児童生徒は、学習指導要領に準ずる教育を受けることになっているため、プログラミングを学ぶ必要がある。しかし、子どものプログラミング教育において一般的に用いられているビジュアル型言語によるプログラミングは、視覚に大きく依存する形で行われるため、既存のプログラミング環境を利用することは困難である。

そこで我々は全盲の子どもたちにもプログラミングができるシステムを独自に開発した⁽²⁾。QR コードと点字を貼ったブロックを用いてプログラミングをおこなうことにより、micro:bit を制御する仕組みである。このシステムは入手が容易な市販製品を組み合わせで作成しており、かつ電子回路などの知識や半田付けなどの技術が無くても現場の小学校教員が再現可能である。そのため、現場における導入コスト（費用・手間）を抑えることができ、普及のしやすさがメリットであると言える。一方、プログラムを動かすための装置として micro:bit を採用しているため、（視覚に頼らない）出力装置としてはスピーカーやモーターに限られており、画面に図形を描画するようなプログラムには対応していない。たとえば小学 5 年生の算数の教科書に掲載されている「多角形を描くプログラム」を扱うことは難しい。

そこで本研究では、プログラムから 3D モデルを作成し、3D プリンタで出力することで 2 次元図形を描くシステムを構築する。本システムによって視覚障害児も健常児と同じように図形を描画するプログラムを作成し、実行結果を確認することが可能となる。

2. 既存システムとの比較

プログラムで 3D モデルを作成することを「スクリプトモデリング」といい、たとえばモデリングソフトの Blender を利用し Python でモデルの作成をおこなうことが可能である⁽³⁾。ただし、Blender や Python の知識・経験がある程度必要であり、未経験者や小学生が容易にできるものではない。

一方、我々の提案するシステムは、3 次元の図形は作成できない。作成できるのは 2 次元の直線（厚さ 1mm、幅 2mm）を組み合わせた図形である。本システムは出力装置として熱溶解積層方式の 3D プリンタを想定しており、モデルの厚さを 1mm にすることで短時間（数分間）で出力可能となることから授業で利用することができる。また、小学生には 3 次元空間の座標を扱うことは難しいと思われるため、2 次元の図形を描画するプログラミングを Scratch のような簡単な命令で提供することに意義があると考えている。

3. 開発システムの概要

開発システムの構成およびプログラムの実行手順について述べる。

3.1 開発システムの構成

本研究で提案するシステムは、①QR コードと命令（点字・墨字）を貼ったブロック、②読み取った QR コードから STL ファイルを生成するウェブサービス、③QR コードを読み取るための PC とバーコー

ドリーダ, ④3D プリンタ, から構成される。

3.1.1 命令ブロック

上記①を本稿では「命令ブロック」と呼ぶ。

命令ブロックの作成にあたり, おもちゃのブロックとして市販のアーテックブロックを採用している。類似品でも基本的に問題ないが, アーテックブロックは他のブロックと比較し, 命令ブロック同士を結合したときにばらばらになりにくく扱いやすいという特徴がある。

命令ブロックに貼られた QR コードは UCB Logo の Turtle Graphics⁽⁴⁾に準拠したソースコードとなっている。QR コードのシールはテプラで作成している。

命令ブロックに貼る点字は, Scratch (日本語) の表記を参考にしつつ, できるだけ簡潔な言葉になるよう配慮した命令文である。

さらに晴眼者がわかり易いように点字の元の文字もテプラで作成して貼っている。Scratch のように, ブロックの色も命令のタイプごとに分けている。

3.1.2 プログラミング教材例

本システムにおいて, 図形を描くためのサンプルプログラムを図 1 に示す。(A)の命令ブロックの QR コードを読み込んだものが(B)の Turtle Graphics のソースコードである。命令ブロックを組み立てる際には図 1 (A)のように範囲(スコープ)を意識してブロックをずらしてはめ込むことを想定している。

3.1.3 STL ファイルとは

STL ファイルとは, 3D プリンタで用いられるファイルフォーマットの 1 つである。3D モデルを多数の三角形のみで表現するファイル形式であり, 三角形の頂点の座標と法線ベクトルによって定義した三角ポリゴンで構成される。

3.1.4 変換システム TTL2STL

TTL2STL は我々が開発した Turtle Graphics のソースコードを 3D モデル (STL ファイル) に変換するウェブサービスである。

現在は, ペンの上げ下げ (penup, pendown), 直線移動 (forward), 進行方向の設定 (left, right), 繰り返し (repeat) の 6 種類の命令にのみ対応している。

3.2 プログラムの実行手順

命令ブロックで作成したプログラムを実行するには以下の手順を進める。

1. バーコードリーダーを PC に USB 接続し, TTL2STL の入力フォームの中に QR コードを読み込んでいくと Tutle Graphics のソースコードが入力されていく。
2. 入力がひととおり終わったら, Download ボタンを押すと STL ファイルがダウンロードされる。
3. 3D プリンタで STL ファイルを出力する。

3.3 授業の実施スタイル

本システムは視覚障害の有無にかかわらず利用可能である。3.1.1 節で示した命令ブロックは, Scratch

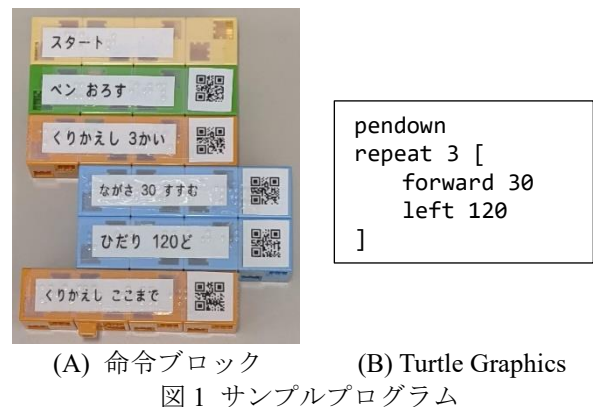
のペン機能と同等のプログラムを作成できる。画面描画を利用したプログラミングの授業を同じ内容で行うことが可能である。

したがって, 視覚特別支援学校や弱視特別支援学級のみならず, 通常の学級で障害のない児童と一緒に学習することも可能である。その際, 障害のない児童は Scratch を使っても問題はないが, STEM 教育が推進されている現代においてはすべての児童にとって 3D プリンタを利用する機会はむしろあった方がよい。ゆえに, 本システムを用いて障害のある児童とない児童と一緒に学習することができればより有意義であると考えられる。

4. まとめ

本研究では, 視覚障害のある児童が図形を描画するプログラムを作成し, その実行結果を 3D プリンタで出力できるシステムを構築した。このシステムを利用し, 小学校のプログラミングの授業に 3D プリンタを用いることを提案する。

今後は, 本システムを用いて宮城県立視覚支援学校小学部において実際に授業をおこなう。そして小学部の先生方とともに本システムを用いた授業内容の検討をおこなっていく。



謝辞

本研究は, 学校法人東北学院共同研究助成金の支援を受けました。

研究にご協力いただきました宮城県立視覚支援学校の教職員の方々に深く感謝いたします。

参考文献

- (1) 全国盲学校長会: “新訂版 視覚障害教育入門 Q&A”, ジアース教育新社 (2018)
- (2) 松本章代, 高橋幹太, 菅原研: “視覚障害をもつ子ども向けプログラミング環境の開発”, 日本教育工学会研究報告集, Vol.19, No.5, pp.143-148 (2019)
- (3) 大西武: “Blender ユーザーのための Python 入門”, シーアンドアール研究所 (2021)
- (4) Cynthia J. Solomon, Seymour Papert: “A case study of a young child doing Turtle Graphics in LOGO”, In Proceedings of the June 7-10, 1976, national computer conference and exposition, pp.1049-1056 (1976)

特別支援学校教員を対象とした MESH を用いた プログラミング教育の実践と教育効果

Practice and Educational Effectiveness of Programming Education Using MESH for Teachers of Special Support schools

船木英岳^{*1}, 丹下裕^{*1}, 福井繁雄^{*1}, 畑亮次^{*1}, 陰山海一郎^{*1}, 平井慎一^{*2}, 金森克浩^{*3}
Hidetake FUNAKI^{*1}, Yutaka TANGE^{*1}, Shigeo FUKUI^{*1}, Ryoji HATA^{*1}, Kaiichiro KAGEYAMA^{*1},
Shinichi HIRAI^{*2}, Katsushi KANAMORI^{*3}

^{*1} 舞鶴工業高等専門学校

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

^{*2} 京都府立舞鶴支援学校

^{*2} Kyoto Prefectural Special Support School in Maizuru

^{*3} 帝京大学 教育学部

^{*3} Teikyol University, Faculty of Education

Email: funaki@maizuru-ct.ac.jp

あらまし：本研究では、特別支援学校教員が自作した支援機器の活用を目指し、特別支援学校教員を対象としたプログラミング教材を開発している。2年目の取り組みで提案するプログラミング教育は、特別支援学校の教員が担当児童生徒の授業やクラス運営で活用できるように、MESHを用いてサポートができる仕組みづくりをプログラミングで実現することを目的に開発し、年2回の出前授業を実施した。また、特別支援学校教員にアンケートを実施し、プログラム教育の効果を明らかにした。

キーワード：特別支援学校教員、MESH、ビジュアルプログラミング、出前授業

1. はじめに

舞鶴高専では、平成26年度より特別支援学校において様々な障害を持つ児童生徒に合わせた支援機器の製作とその充実化に取り組んできた。この取り組みは、電子工作に関する知識・経験が乏しいため、支援機器を開発・製作ができない特別支援学校教員（以後、教員と呼ぶ）や、対象児童生徒に合わせた支援機器の改良、既存の支援機器が故障した場合の修理を行うことが困難な教員に対して、電子工作の基礎レベルの技術力の習得を目的としたものであり、高専の初等教育方法を取り入れた教育システムの構築とスイッチ教材を題材とした出前授業を行うことで教員の技術力向上に一定の成果が得られた。

本研究では、教員が自作したスイッチ教材を含む支援機器の更なる活用を目指して、教員を対象としたビジュアルプログラミング教材を開発している。2年目の取り組みで提案するプログラミング教育は、特別支援学校の教員が担当児童生徒の授業やクラス運営で活用できるように、MESHを用いてサポートができる仕組みづくりをプログラミングで実現することを目的に開発し、年2回の出前授業を実施した。また、教員に記名式のアンケートを実施して、参加者のプログラミング能力の向上を定量的に評価した。

2. これまでの取り組み

2.1 技術教育手法の構想

様々な専門分野のシーズ技術を有する国立高等専門学校の教職員により、全国 KOSEN 福祉情報教育ネットワークが平成24年に設立され、舞鶴高専も含

んだ多くの高専が参加している。支援機器と技術は、障害のある児童生徒の教育において不可欠なものとなっており、最近では情報機器の発達により、多様なニーズに応じた機器が開発され、利用されつつある。

中学校では平成24年度から技術・家庭科の「プログラムによる計測・制御」が必修となり、小学校においても令和2年度から実施される新しい学習指導要領にプログラミング教育が盛り込まれ、必修化されているため、どのようにしてプログラムを授業に取り入れていくかの方法について議論がなされ、多くのプログラミング教材の提案もなされている。しかし、このようなプログラミング教材は、児童生徒に対してプログラミング的思考を育むませることに主眼を置いたものがほとんどである。

本研究で提案するプログラミング教育は、特別支援学校の教員を対象にしたものであり、教員が担当児童生徒の障害に応じてより円滑に授業やクラス運営のサポートができる仕組みづくりをプログラミングで実現する。本研究では、学習管理システム(LMS: Learning Management System)とモバイル端末(iPad)で構成して、プログラミング教育に関連したアクティブラーニングの実践と出前授業の実施と共に、教員が担当児童生徒の障害に応じてより円滑に授業やクラス運営のサポートができる仕組みづくりをプログラミングで実現する。本研究の技術教育手法の構想を図1に示す。

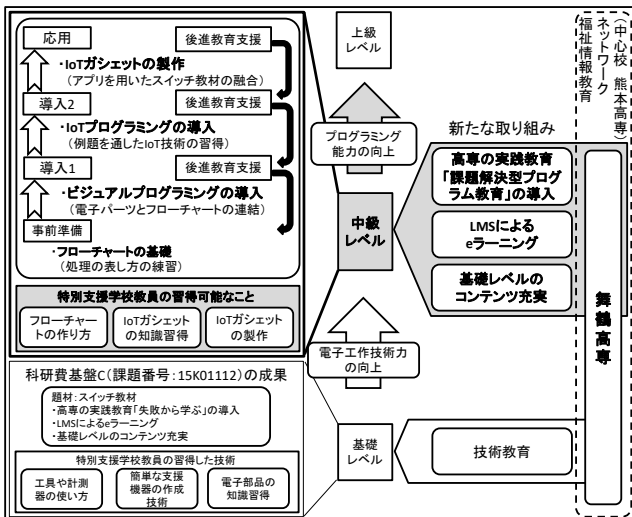


図1 技術教育手法の構想

2.2 出前授業の一覧

これまでに実施した出前授業の一覧を表1に示す。教員に対する出前授業は、年に数回程度実施している。実施時期としては、教員が時間の余裕がある夏休みや年末・年度末が多く、3時間の作業実習が確保できるような日程で設定している。

表1 出前授業の一覧

| 実施年度 | プログラミング教育の内容 |
|-------|---------------------------------------|
| 令和2年度 | ビジュアルプログラミング ～Pyonkeeを用いたプログラミング1～ |
| | ビジュアルプログラミング ～Pyonkeeを用いたプログラミング2～ |
| | ビジュアルプログラミング ～Pyonkeeを用いたプログラミング3～ |
| | ビジュアルプログラミング ～Pyonkeeを用いたプログラミング4～ |
| 令和3年度 | ビジュアルプログラミング ～MESHを用いたプログラミング1～ |
| | ビジュアルプログラミング ～MESHを用いたプログラミング2～ |

2.3 ビジュアルプログラミング教材の一例

本研究で作成したMESHを用いたビジュアルプログラミング教材のコンテンツの一例を図2に示す。

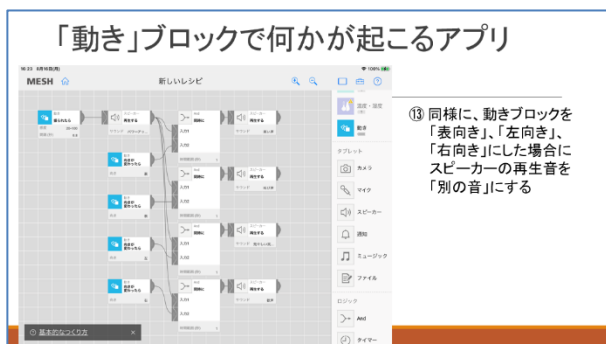


図2 制作したプログラミング教材の一例

本コンテンツでは、MESHの動きブロックを振ったり傾けると、方向に応じて「笑い声」や「歓声」が聞こえるプログラミング教材である。

3. アンケート

毎回の出前授業後に、教員による自己評価アンケートを実施して「受講後のプログラミング能力」を回答してもらった。このアンケートは、参加者を特定して時系列でのプログラミング能力向上の度合いを知るため、記名式としている。また、初めて出前授業に参加する教員には、事前アンケートで、「氏名」、「年代」、「プログラミング学習経験の有無」、「現時点でのプログラミング能力(10段階評価)」を回答してもらい、これを基礎データとした。

4. アンケート結果と考察

令和3年度に初めて参加した教員は17名おり、事前アンケートではほとんどがプログラミングの学習経験がないことが分かった。受講前の自己評価の平均点が2.4点であったが、1回目受講後には3.5点に向上した。このうち2回目も受講した教員は4名いたが、自己評価平均点が5.0点に向上したことから、続けて受講した教員の方がプログラミング能力が向上したことが確認できた。また、令和2年度から継続参加した教員は12名おり、1回目受講後の自己評価の平均点が5.8点であり、出前授業の内容がPyonkeeとMESHと異なるものの、出前授業に多く参加している教員の自己評価点が高いことが分かる。このうち2回目も受講した教員は3名おり、自己評価平均点は6.0点とわずかだがプログラミング能力が向上した。アンケート結果を表2に示す。

表2 プログラム能力の平均値の推移

| | 実施前 | 1回目 | 2回目 |
|-------------|------|------|------|
| 令和3年度からの参加者 | 2.43 | 3.50 | 5.00 |
| 令和2年度からの参加者 | - | 5.85 | 6.00 |

5. まとめ

本研究では、特別支援学校教員に対してMESHを用いたプログラミング教材を開発して、出前授業を実施することでプログラミング能力が向上することを確認した。今後は、教員の要望に応じて、IoT機器と組み合わせたプログラミング教材を制作予定である。

謝辞：本研究は、日本学術振興会科学研究費(基盤研究(C):課題番号20K03086)の補助を受けて行われた。関係各位に謝意を表す。

参考文献

- (1) 船木英岳, 丹下裕, 福井繁雄, 畑亮次, 井谷武史, 土出隆之, 金森克浩, 「特別支援学校教員を対象としたビジュアルプログラミング教育の実践と教育効果」, 教育システム情報学会第46回全国大会講演論文集, pp.105-106, (2021.9) .

MDD を活用したプログラミング教材による 小学生向けワークショップの実践と評価

Practice and evaluation of a workshop for elementary school students using MDD-based programming materials

丸山 凌凱^{*1}, 香山 瑞恵^{*2}, 永井孝^{*3}

Ryoga MARUYAMA^{*1}, Mizue KAYAMA^{*2}, Takashi NAGAI^{*3}

^{*1} 信州大学大学院

^{*1} Graduate School of Science & Technology, Shinshu University

^{*2} 信州大学

^{*2} Shinshu University

^{*3} ものづくり大学

^{*3} Institute of Technologists

あらまし：本研究では、モデル駆動開発を活用したプログラミング学習教材を用いることにより、学習者のプログラミング的思考を育成することが目的である。本稿では、利用教材の概要を示した後、小学生向けに行ったワークショップでの実践について述べる。また、受講者の取り組みの様子を、サポート役の大学生、大学院生による観察で評価した。観察結果を分析することで、演習内容の妥当性を評価した。

キーワード：プログラミング教育、モデル駆動開発、MDD、UML

1. はじめに

近年、小学校でのプログラミング教育の必修化や、中学・高等学校での情報関係科目の内容の充実など、わが国では情報教育がより一層推進されている⁽¹⁾。

小学校プログラミング教育の手引⁽²⁾では、プログラミング的思考を育成することが求められている。ここでは、コンピュータに意図した処理を行わせるために必要な論理的思考力を育成することが中核とされている。

ソフトウェア開発では、設計において UML (Unified Modeling Language)⁽³⁾という記述言語を用いる。UML は、特定のプログラミング言語に依存することなく、単純な図形等で処理の考え方を表記できる特徴がある。記述したものを UML モデル (以下、モデル) と呼び、産業界ではモデルから実行可能なプログラムを自動生成する MDD (Model Driven Development, モデル駆動開発) という技術が実用化されている。本研究では、この MDD をプログラミング教育に応用することで、プログラミング言語の複雑な文法の学習を経ずに、「プログラミング的思考」を育成する教材を開発することを目的とした。

本稿では、まずワークショップで扱う教材について述べる。そして、演習内容について説明し、評価と考察を示す。

2. 利用教材

ワークショップでは、我々が開発した SRPS⁽⁴⁾という MDD ツールを用いた。SRPS は、ソフトウェアの動作を UML の状態遷移図を簡略化した記法で記述できる (以下、モデル図)。モデル図を構成する要素は、「状態」と「状態間の遷移」のみであるため初学者でも使い方を学びやすい。記述したモデル図から

は実行可能なプログラムを自動生成できる。これを教材ロボットに書き込むことで、モデル図の動作が行われる。

3. 演習内容

本ワークショップの受講者は、小学校5年生9名、6年生11名である。また、情報系学部の大学生5名、大学院生6名がサポート役を担当した。当日は、10時から16時までの6時間ワークショップを行った。ワークショップの様子を図1に示す。最初に、状態遷移図の考え方を説明した後、2章で述べた教材を利用し演習を行った。演習で扱う教材ロボットは、無線通信機能を備えた micro:bit を用いた。また、ロボットの動作のための DC モータ、開始の合図や障害物の検知で利用するタッチセンサ、ライントレース時の目の役割をする赤外線センサを備えている。演習テーマは E1 から E6 の6項目とし、導入から開始して順に難易度を上げていく設計とした。各テーマは次のとおりである。E1 は、タッチセンサが離れたら前進するプログラムを作成する課題である。教材の使い方を知るといふ意図があり、内容は簡単なものとした。E2 は、E1 の課題に加えて、線に入ったら停止するというプログラムを作成する課題である。E3, E4 は、黒い線に沿って円の外を右回り、左回りする課題である。E5 は、黒い線に沿ってくねくね道を進むという課題であり、E3 と E4 を組み合わせた応用課題である。E6 は、E5 までの課題でプログラミング的思考が身に付いたかを観察するための発展課題である。4人 (ロボット4台) で1チームを組み、ロボットの通信機能を使ってメッセージリレーを行う課題とした。



図1 ワークショップの様子

4. 評価

受講者の取り組みの様子を客観的に把握するため、評価は受講者本人ではなく、サポート役の大学生および大学院生11名による観察で行った。3章で述べた各課題について、以下の4項目の視点で観察結果を分析した。

- I. 課題内容は理解できていたか Task
- II. 解法は編み出せたか Solution
- III. モデル図に書けたか Model
- IV. ロボットを動かせたか Execution

観察結果は次の3段階とし、項目ごとにポイントの平均値を求めた。

- 自力で解決できていた 3点
- サポートを必要とした 2点
- 理解できなかった 1点

観察記録には、ポイントだけでなく自由記述も求めた。分析結果を図2に示す。

5. 考察

図2では、平均値が2.5以下のものを黒で示している。Taskについては全ての課題で高い数値であったため、課題の内容については理解できていたと思われる。SolutionはE3, E5, E6で2.5を下回る結果となった。E3は、自由記述に回答した9人のうち6人は、解法に関するアドバイスをしたと記述していた。具体的には、「線の検知とロボットの動きをどのように組み合わせたらよいかを教えた」とする回答であった。E2で線を検知して停止するプログラムを経験していたが、ラインレースに应用することが難しかったと考えられる。E4(左回りラインレース)はE3(右回りラインレース)と本質的に同じ課題であるが、受講者はこの点の理解に問題がなかったと考えられる。E5は、E3とE4の組み合わせという応用課題だが、自分で解法を導くことができた受講者は少なかった。モデル記述の成績は悪くないことから、課題の複雑度ではなく、そもそも既存知見の組み合わせで解決できることに気づけなかったと考えられる。E6ではメッセージ通信を扱うため、これを利用した解法に苦戦していたとする自由記述が多かった。これらの解法が分からない難しい課題

| | Task | Solution | Model | Execution |
|----|------|----------|-------|-----------|
| Q1 | 3.0 | 2.9 | 2.8 | 2.5 |
| Q2 | 3.0 | 3.0 | 2.9 | 3.0 |
| Q3 | 2.9 | 2.2 | 2.5 | 3.0 |
| Q4 | 3.0 | 2.9 | 2.8 | 3.0 |
| Q5 | 2.7 | 2.3 | 2.7 | 3.0 |
| Q6 | 2.9 | 2.2 | 2.7 | 3.0 |

図2 アンケート結果

に対しては、サポート役の大学生にアドバイスを貰い、実際にロボットを動かしてみることで解法を理解している様子が見られた。これはMDDを教育に取り入れたことによる効果だと考えられる。ModelはE3でのみ2.5以下となった。自由記述に回答した3人は、モデル図の中で繰り返し処理をどのように書くのかを教えていたと回答した。繰り返し処理はE3で初めて使う必要があるため、書き方に戸惑ったのだと考えられる。ExecutionはE1でのみ2.5以下となった。これは、最初の課題であったことが原因だと考えられる。自由記述では、「作ったプログラムをロボットに入れる方法を分かりやすく説明する必要があった」などの意見が得られた。このことから、利用方法の説明に、一層の改善が必要と考えられる。以降の課題では全てExecutionの理解度が3であるため、最初に適切な指導があれば問題なく利用できることが示された。最終的に、受講者全員が与えられた全ての課題を解くことができていた。しかし、サポートを必要とする難しい課題があることも分かった。今後は、難しい課題を細かく段階分けすることで、演習内容が適切な難易度となるよう課題設計を行っていく。

6. おわりに

本稿では、小学生向けに行ったワークショップの内容と、その評価について述べた。ワークショップの受講者は希望者のみであったため、一般的な小学生に対するプログラミング教育に有用であるかは検討を進める必要がある。今後は中学校技術科の正規授業においても実践を行っていく。

参考文献

- (1) 文部科学省：“情報教育の推進”，https://www.mext.go.jp/a_menu/shotou/zyouhou/detail/1369613.htm(2022年5月16日確認)
- (2) 文部科学省：“小学校プログラミング教育の手引”，https://www.mext.go.jp/content/20200218-mxt_jogai02-100003171_002.pdf(2022年5月16日確認)
- (3) Object Management Group®, Inc.：“UML (Unified Modeling Language)”，<https://www.uml.org/>(2022年5月17日確認)
- (4) 丸山凌凱, 香山瑞恵, 永井孝：“課題管理機能を有するプログラミング環境の設計と実装”，教育システム情報学会第5回研究会, pp.51-57 (2021)

UML からメカトロニクス機器を制御できる タンジブル型ビジュアルプログラミングツールの開発

Development of Tangible Visual Programming Tool to Control Mechatronics Devices directly from UML

千田 和範^{*1}, 稲守 栄^{*1}
Kazunori CHIDA^{*1}, Sakae INAMORI^{*1}

^{*1} 釧路工業高等専門学校

^{*1} National Institute of Technology, Kushiro College

Email: chida@kushiro-ct.ac.jp

あらまし：Society5.0 時代に求められる人材として、様々な情報を活用できる技術者が求められている。その人材育成の一つとして、中学校の技術分野では UML のアクティビティ図を用いて論理的に考える力を定着させる授業が行われている。そこで、本研究では、我々が開発したビジュアルプログラミングブロックを基に、UML ベースのブロックから機器を直接制御できるツールの開発を行う。

キーワード：中学校、ビジュアルプログラミング、QR、UML、タンジブルデバイス、メカトロニクス

1. はじめに

最近、Society5.0 時代に求められる人材育成に向けて、様々な情報を活用できる技術者が求められており、プログラミング的思考とプログラミングスキルの獲得が重要となる。この流れの中、中学校の「計測・制御におけるプログラミングによる問題の解決」のカリキュラムでは、プログラミング初心者は課題解決のアルゴリズム検討の際にいくつかの問題を抱えている。特に学習が個別作業のため、気軽に討論できない環境がプログラム学習の難しさに影響を与えていることが分かっている⁽¹⁾。そこで我々はビジュアルプログラミングを取り入れたアルゴリズム学習用制御教材の開発にこれまで取り組んできた。

この取組みにおいて、幾つかの中学校担当教員との対話からと新しい課題が見えてきた。まず、プログラミングを必要とすることが多い。これらの学習はフローチャート等の図的モデリングツールを用いた問題分析、分析結果に基づいたプログラミング、そして実機で動作確認という流れが基本となる。生徒側に見られる課題として、問題分析には図的モデリングツールが利用されるが、設計後の実機を用いた実験の段階で発生した障害が分析結果（アルゴリズム）にあるのか、プログラムにあるのかが切り分けられず、授業内容に対する動機づけが低下する生徒や、プログラミングに苦手意識を持つ生徒がいる。またこの事で問題解決が得意な生徒に作業を依存してしまう事例も見られる。

そこで本研究では、プログラミングを意識させること無しに問題解決に用いたモデリング図から直接メカトロニクス機器を操作できるタンジブル型のビジュアルプログラミングツールを開発する。

2. 統一モデリング言語とビジュアルプログラミング用ブロック

統一モデリング言語（UML）とは、システムの挙動や構造を分析・設計する際、図を用いて視覚的に

| 図記号 | 意味 | 内部処理命令 |
|-----|--------|----------------|
| ● | 処理の始まり | start |
| ◎ | 処理の終わり | end |
| ▭ | 処理の指示 | :operation; |
| ◇ | 分岐・結合 | if(..)then(..) |
| () | 条件式 | (数値, Y/N) |
| ⬢ | 反復 | repeat [label] |
| ≡ | 並行処理 | fork |

図1 タンジブルブロック化するアクティビティ図の内容

把握できるように効果的に表現する手法である。中学校ではこの UML の中のアクティビティ図を基にプログラミング教育がなされている⁽²⁾。このアクティビティ図には様々な図記号があるが、文献(2)でよく用いられている 6 種類の記号に加え、条件式をタンジブルブロック化しビジュアルプログラミングに用いるものとする。これらのブロック（以下、UML ブロック）をビジュアルプログラミングに用いる際に、処理の内容や分岐の条件式などは、問題解決の難易度を調整するためにあらかじめ決定しておく必要がある。本システムで実際に定義した UML タンジブルブロックの概要については次章以降で示す。

3. UML タンジブルブロックの命令 解析・機器制御システム

本システムで機器を制御するために図 2 の様な UML ブロックを組み合わせて与えられた課題を解決するアルゴリズムを実現する。各 UML ブロックは図 1 の内部処理命令を QR コード化したものが貼付けられており、後述する QR コードリーダーによって解析用 Raspberry Pi に取り込まれる。取り込まれ

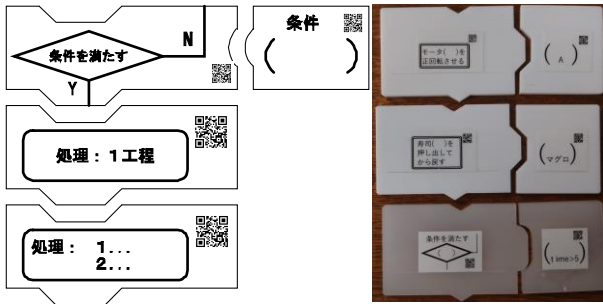


図 2 UML タンジブルブロックのモデルと実装例

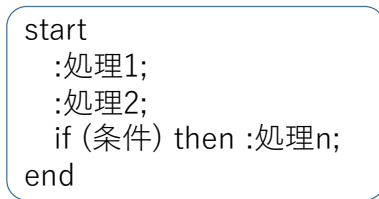


図 3 取り込んだ UML ブロックのコード変換例

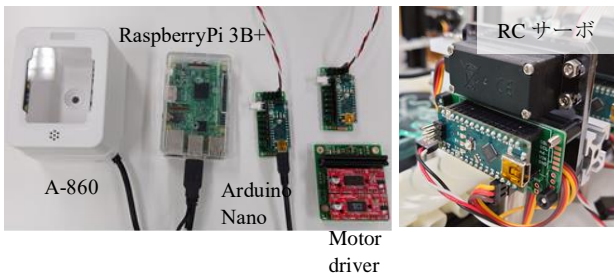


図 4 解析・機器制御システムと制御ユニット (Arduino Nano), およびその使用例

たブロックの内容は図 1 で述べた内部処理命令を基に図 3 の様なプログラムコードに変換され蓄積される。なお内部処理命令は振返り学習で図示するために、文献(3)の記法を基本とした。UML ブロックとして実現している処理ブロックは、課題の難易度を不用意に上げてしまわない様に、例えば「モータを動作させる」といった機器制御のみに限定した。さらに、図 2 の実装例の様に単独動作ではなく一連の動作として一つのブロックに複数の制御処理が設定できるため、課題の難易度を簡単に調整できる。またアクティビティ図の特徴として、フローチャートには無い並行処理の概念がある。これを解析用マイコン単独で実現すると実装が複雑になる。そこで今回は fork された処理は全て解析ユニットに接続された機器制御ユニットに任せるものとする。

機器制御ユニットは解析ユニットによって構成されたプログラムコード内の処理(:operation;)を基に外部のメカトロニクス機器を制御する。これらは解析ユニット入力用 QR コードリーダー(A-860)が接続されたシステム統括の RaspberryPi3B+に、機器制御ユニットとして複数の ID 付 Arduino NANO がツリー型ネットワークで接続されている。

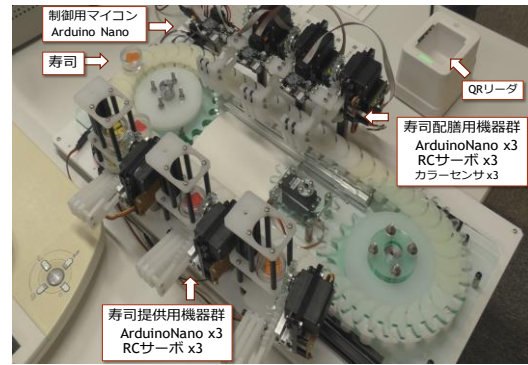


図 5 回転寿司制御システム

4. 課題としての回転寿司自動化装置

プログラミング初心者が多い集団に制御課題を与える場合、学習者の身近にあつて、その動きを想定しやすい対象を制御課題とすると苦手意識を比較的回避しやすいことが分かっている⁽¹⁾。そこで今回は、身近な回転寿司を基に、図 5 の寿司の提供と回収を自動で行う制御教材を題材とし、基本的な動作を UML ブロックで実現できることを確認した。

5. まとめ

本研究では、UML で記述したアルゴリズムを基に直接機器を制御することが可能なタンジブル型ビジュアルプログラミングツールを開発した。またこのツールを使って試行錯誤しながら学ぶことができる自動制御学習教材も合わせて開発した。今回開発した UML ブロックはグループでの協働学習も実現できると同時に、QR コードによって生徒一人ひとりに PC を用意しなくても簡単に制御システムを構築することができる。また、寿司の提供側、配膳側、注文者と情報の伝達が必要となるため、2021 年度から始まった新学習指導要領の「ネットワーク」「双方向性」にも対応できる可能性がある。

今後は中学校の出前授業などで実施し、そこで得られる教材の評価を基に改善を行っていく。またアンケートを基に機能の追加や指導方法の検討も行っていく。

謝辞

本研究の一部は科学研究費基盤研究 (C) 課題番号 22K02904 の助成を受けたものである。ここに記して謝意を表す

参考文献

- 1) 千田和範他: “タンジブル型プログラミングツールを用いた中学生向け協働学習型機器制御アルゴリズム実習システムの開発”, 教育システム情報学会第 45 回全国大会論文集, pp.81-82 (2020)
- 2) 教育図書編: “D 編 2.3 設計を図で表す方法を知ろう”, New 技術・家庭 技術分野, 教育図書, p.222-231 (2021)
- 3) PlantUML アクティビティ図 (新構文)
<https://plantuml.com/ja/activity-diagram-beta>

プログラミング演習における Electron を用いた進捗把握による学習支援

Learning support for programming exercises by monitoring progress using Electron

大山 哲平^{*1}, 香川 考司^{*2}
Teppei OYAMA^{*1}, Koji KAGAWA^{*2}
^{*1}香川大学大学院創発科学研究科

^{*1}Graduate School of Science for Creative Emergence, Kagawa University,

^{*2}香川大学創造工学部

^{*2}Faculty of Engineering and Design, Kagawa University

Email: s22g354@kagawa-u.ac.jp

あらまし: 大学等におけるプログラミング演習において, 教員が学習者の進捗をリアルタイムに把握することは難しい. Web ベースのシステムでは, 学習者がファイル提出を行うまで進捗を把握できない. そのため教員が学習者に適切な指導を行うことは難しい. 学習者の提出を待たずに学習者の進捗を把握するためにローカルファイルの監視を行い, 変更履歴を収集する. また, 導入や更新を簡単に行うため, Electron を用いたデスクトップアプリケーションを実装した. 収集した進捗データをもとに, 教員が学習者の変更履歴やファイル名, 更新頻度を確認する Web ページを実装した. 評価実験は学部生 4 名を対象としアンケートを実施したところ, 導入が簡単なデスクトップアプリケーションによるローカルファイルの監視という目的は達成できた. 一方で, 進捗データの可視化による行き詰まりの発見には機能の不足が見られた.

キーワード: 学習支援システム, Electron, デスクトップアプリケーション, ファイル監視

1. はじめに

香川大学におけるプログラミング演習では, 各自のノートパソコンを用いて演習を行う. 演習を完了した場合, 提出を LMS や Web ベースの学習支援システムにて演習ファイルの提出を行う. 授業中わからない問題があった場合, 挙手や学習支援システム等のチャットにて教員や TA に質問をする. 教員が学習者の進捗を把握する手段は, 演習ファイルが提出されるか, 学習者側から質問がなされた場合に限られる. そのため, 学習者の進捗の把握が難しく, 演習中に教員側から学習者に対して適切な指導をリアルタイムに行うことは困難である.

現在, プログラミング演習における学習支援システムは学習者にとって導入が簡単な Web ベースシステムを中心に開発されている. Web ベースシステムでは, 進捗の確認はソースコードの提出や, Web ベースのエディタを利用して行われてきた^(1,2). ソースコードの提出による進捗の把握では, 学習者の提出を待つことになりリアルタイムな学習支援を行うことは難しい. また, Web ベースのエディタを用いると, 学習者の使い慣れたエディタを使えない, コマンドプロンプトを用いたコンパイル等の操作の練習が行えないといった問題が発生する. 学生の演習環境でサーバとして起動するログ収集器を用いる研究⁽³⁾では, エディタやコンパイラを用いる演習環境でログの収集が行える. しかし, 各自のノートパソコンを用いる香川大学におけるプログラミング演習では, システムの導入や更新が難しい.

本研究では, Electron⁽⁴⁾を用いて作成したデスクトップアプリケーションによるローカルファイルの監

視を行う. ローカルファイルを監視することで, 学習者が使い慣れないエディタを使うことなく, 教員がリアルタイムに学習者の進捗を把握することができる. 変更履歴や, 変更頻度, 変更時刻などの情報を収集することで, 教員が学習者の進捗をリアルタイムに把握し, より適切な指導が可能になると考えられる.

2. Electron

Electron は Chromium と Node.js を用いたデスクトップアプリケーション開発用のフレームワークである. そのため, JavaScript や Html, CSS などの Web 技術を用いてデスクトップアプリケーションを開発することができる. Electron を用いることで, 同一のコードで macOS, Windows, Linux 上で動くデスクトップアプリケーションを開発することができる. また, Node.js の機能や JavaScript のモジュールを用いることができ, 開発が簡単に行える. アプリケーション配布用や自動アップデート用のモジュールも準備されている.

3. 目的

本研究では, 学習者の進捗を把握するために次の要件を満たすシステムの開発を行う.

- デスクトップアプリケーションによる, ローカルファイルの監視を行うこと
- クロスプラットフォームであること
- 導入方法が簡単であること
- 収集したログから学習者の進捗がリアルタイムに確認できること

本システムは授業中における、学習者の進捗を確認することを目的としている。リアルタイムに学習者の進捗を確認するために、デスクトップアプリケーションによるローカルファイルの監視を行う。そのため、学習者は使い慣れたエディタを用いて演習をすることができる。デスクトップアプリケーションの開発には、Electronを用いる。Electronを用いることで、Windows, macOS, Linuxで動作するデスクトップアプリケーションを作成することが容易になる。Electronには、自動更新やインストーラの作成用のモジュールが備わっているため、学習者自身が導入や更新といった操作を行うことが簡単にできる。ローカルファイルの監視では、学習者が演習中のソースコードやファイル名、変更時刻を収集する。収集した進捗データはデータベースに送信され、教員が学習者の進捗を一覧や個別に確認できるWebページを作成する。学習者の進捗が把握できるように、変更履歴やファイルサイズの推移を用いてグラフを作成する。また、一覧で更新の少ない学習者をハイライトし確認できるようにする。

クポイントを設ける機能を追加する。ソースコードを構文解析し、学習者が特定のキーワードや構文を用いているかなどを判定する。また、ソースコードのコメントを除いた行数や変更内容の監視を追加する。変更内容は行の追加、削除、変更等である。ファイルサイズの監視よりも明確に学習者の進捗が確認できることが予想される。また、監視項目を増やすことで機械学習を用いた行き詰まりの検知への応用を検討している。

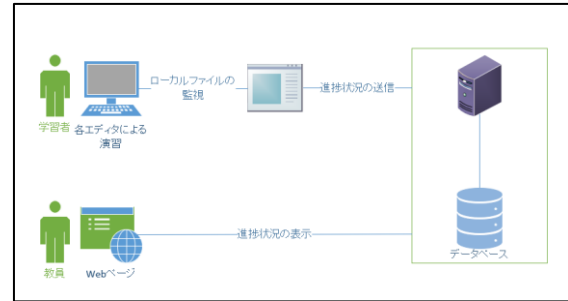


図1 システムの構成図

4. システムの概要

システムの構成図を図1に示す。学習者の進捗を確認するデスクトップアプリケーションの開発にはElectronを用いる。学習者に自身の進捗情報が確認できるように図2のような表示を行う。変更頻度が少なくなっていることや、演習中のファイルサイズの推移、変更履歴を表示する。収集した学習者の進捗情報をサーバへ送る。サーバの開発にはNode.jsを用いる。集めた学習者の進捗情報を表示し、教員が学習者の進捗を把握できるようにする。変更頻度が下がった学習者やファイルサイズの推移が少ない学習者を強調表示する。各学習者の進捗の詳細を表示することで、各学習者の行き詰まりを確認する。行き詰まりの確認には、ファイルサイズの推移、最終更新からの時間、変更履歴等を用いる。変更履歴や更新頻度から行き詰まりの原因を把握し、適切な指導を行うことを目的としている。



図2 実行画面

5. まとめ

本研究では、大学等におけるプログラミング演習において、教員が学習者の進捗をリアルタイムに把握することは難しいといった問題を解決するために、学習者の進捗把握のためElectronを用いたデスクトップアプリケーションによるローカルファイルの監視を行うシステムを実装した。教員が学習者の進捗を把握するために学習者の変更履歴やファイル名、更新頻度を表示する機能を実装した。評価実験は学部生4名を対象としアンケートを実施したところ、導入が簡単なデスクトップアプリケーションによるローカルファイルの監視という目的は達成できた。一方で、進捗データの可視化による行き詰まりの発見には機能の不足が見られた。

今後は、学習者の進捗を可視化するため、チェッ

参考文献

- (1) 井垣宏, 齊藤俊, 井上亮文, 中村亮太, 楠本真二: “プログラミング演習における進捗状況把握のためのコーディング過程可視化システム C3PVの提案”, 情報処理学会論文誌, Vol.54, No.1, pp.330-339 (2013)
- (2) 高橋功欣, 小島佑介, 北英彦: “プログラミング演習における指導のための受講者のコーディング状況の可視化”, JAEIS 第1回全国大会講演論文, (2011)
- (3) 小暮悟, 杉山匠, 野口靖浩, 小西達裕, 伊東幸宏: “プログラミング演習における演習履歴自動収集環境とそれを利用した授業改善の枠組み”, 2017 人工知能学会全国大会, 第31回, 1F1-OS-26a2 (2017)
- (4) Electron: “<https://www.electronjs.org/>”, 最終アクセス 2022年5月20日。