

も く じ

■開催日時：2022年3月22日（火）

■テーマ：次世代の人材を育成するために変革する教育システム

- 1) EBPM（根拠に基づく政策立案）に向けた自治体職員研修-----1
●松浦義昭(金沢大学)
- 2) 大学生の健康増進に向けた生活習慣改善支援型 LINE チャットボットの開発と評価
～大阪府健活アプリ（アスマイル）との連携～-----3
○阿部祐来(大阪府立大学)，真嶋由貴恵(大阪府立大学)，榊田聖子(大阪府立大学)
- 3) 子ども対象の地域活動における学修フィードバックシステムの開発と評価-----11
○河野義広(東京情報大学)
- 4) 変革に適応するキャリア教育の設計-----19
○田中洋一(仁愛女子短期大学，熊本大学教授システム学研究センター)，
山川修(福井県立大学)，合田美子(熊本大学教授システム学研究センター)
- 5) フィードバック誘起モデルの開発：量的アプローチによる推計式の試作-----23
○可部繁三郎(日経グローバル)，田中洋一(仁愛女子短期大学)，山田政寛(九州大学)，
石毛弓(大手前大学)，山本佐江(帝京平成大学)，合田美子(熊本大学)
- 6) 遠隔授業不適切学習行動と学習動機づけとの関係分析-----29
白澤秀剛(東海大学)，○岩屋裕美(川崎市立看護短期大学)
- 7) 学びを重視するオンライン PBL の開発と実践：高校生を対象とした PBL コンペティション-----34
●田中孝治(金沢工業大学)，宮田孝富(金沢工業大学)，福江高志(金沢工業大学)，
北川達也(金沢工業大学)，木村竜也(金沢工業大学)，浦正広(金沢工業大学)
- 8) 地方自治体職員における情報セキュリティを入り口としたDXスキルへとつながる
eラーニング研修の実践報告-----42
●坂本昌宏(熊本大学大学院社会文化科学教育部博士前期課程(教授システム学専攻))
- 9) アイトラッカーによるいけばなの伝統をふまえた新しい華展方略の検証-----47
○加藤藍(共立女子大学大学院)，卯木輝彦(Photron)，谷田貝雅典(共立女子大学，共立女子大学大学院)

- 10) 複合現実を用いたアバター操縦技能訓練システムの構築
: リアルタイム振る舞い可視化機能による上達過程の記述的分析-----55
○八木悠介(香川大学), 米谷雄介(香川大学), 後藤田中(香川大学),
八重樫理人(香川大学), 林敏浩(香川大学)
- 11) マルチモーダルデータ駆動による UX 改善支援機能を有する VR 教育コンテンツ制作支援環境-----63
○福田裕樹(香川大学大学院), 檜垣大地(香川大学大学院), 辻章吾(香川大学), 米谷雄介(香川大学),
谷田貝雅典(共立女子大学), 卯木輝彦(フォトロン), 後藤田中(香川大学), 國枝孝之(香川大学),
八重樫理人(香川大学)
- 12) 思考の精緻化を促すプレゼンシナリオ設計支援システム-----71
○正門和己(大阪府立大学大学院), 林佑樹(大阪府立大学大学院), 瀬田和久(大阪府立大学大学院)
- 13) オンライン議論状況を捉えた助言提示のためのマルチモーダル情報処理機構-----79
○庄司祐希(大阪府立大学大学院), 林佑樹(大阪府立大学大学院), 瀬田和久(大阪府立大学大学院)
- 14) “情報のデジタル化”に関連する単元向け教材の提案と授業への適用可能性の検討-----87
○丸山凌凱(信州大学大学院), 向田一成(信州大学大学院), 香山瑞恵(信州大学),
舘伸幸(マイクロエディケーション), 永井孝(ものづくり大学), 田口直実(箕輪町立箕輪中学校),
二上貴夫(東陽テクニカ, 信州大学)
- 15) コーディング履歴を用いたプログラミング学習状況分析の試み-----95
○執行健人(The Hong Kong University of Science and Technology),
清光英成(神戸大学大学院国際文化学研究科), 大月一弘(神戸大学大学院国際文化学研究科)
- 16) なぜなぜ分析を利用した自己分析ツールの開発-----103
●高橋徹(無所属)

EBPM（根拠に基づく政策立案）に向けた自治体職員研修

Training of local government officials on evidence-based policymaking (EBPM)

松浦 義昭
Yoshiaki MATSUURA

金沢大学
Kanazawa University
Email: ymatsu@staff.kanazawa-u.ac.jp

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、大阪府において2019年度から実施している府内の自治体職員を対象とした「RESAS（地域分析システム）等利活用研修会」に焦点を当てた報告を行う。

キーワード：EBPM（根拠に基づく政策立案）、自治体職員研修、データ活用教育、人材育成支援

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行っており、その成果を踏まえて産官学金連携の教育研修プログラムの開発・支援を実施している。

具体的には、内閣府専門委員として行政職員対象のデータの利活用に関する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のためのデータ活用研修の講師を担当し、研修効果の測定を行い、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、講師を担当。これまで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の測定、研修内容の改善を同社と連携して進めてきた。また、教育機関で学生を対象に年間約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政策である地方創生の取り組みは、2020年度に第二期を迎えている。取り組みの推進にあたり、国は地方公共団体に対して、情報面・人材面・財政面からの多様な支援を実施している。

政府が提供し、地方自治体や企業等において活用が行われているRESAS（地域経済分析システム）は、地方へ情報支援、人材支援、財政支援を行う地方創生版・三本の矢の一つとして、情報支援を担う重要なシステムである。

今般、地方創生の実現に向けて地域課題の解決に際して自治体職員自らが政策課題を発見・解決する政策形成能力の向上・育成が急務となっており、特に、自治体職員に対する実践的なEBPM（Evidence-Based Policy Making：エビデンスに基づく政策立案）政策形成の研修の重要性が高まっている。

EBPMでは、政策目標を明確に設定し、データ等を活用して、その政策効果を測定・検証し、改善へと繋げることになる。その際に、政策実施に必要な投入資源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が有用である。

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。その教育研修の実践と評価を行っており、その成果を論文として発表してきた。また、内閣府専門委員として、自治体で行政職員対象の地域データ活用研修をこれまで全国各地で実施してきた。

具体的には、データ利用状況やニーズを踏まえて行政職員対象の研修プログラムを企画、研修教材を開発。政策立案に活かすデータ研修の講師を担当し、研修効果の測定を行い、地域人材育成プログラムの改善に努めてきた。

上記の研究活動を通して、地域活性化や地域課題の解決のために、①地域で必要とされるデータ活用人材の資質と育成のための教育プログラムの内容を明確化し、②地域課題の解決や地域活性化に取り組むことができる実践的な教育研修プログラムの構築と教材開発を行い、③地域において共通して利用可能なカリキュラムとして体系化し、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いる。

本稿は、EBPMの視点を踏まえた自治体の現状に即した理念や教材・プログラムを念頭に、大阪府において2019年、2020年、2021年の3年間を通して実施している府内の自治体職員を対象としたRESAS利活用研修を取りまとめたものである。

具体的には、RESASおよびe-Stat等の統計データを利用し、自治体職員の日常の職務と接続したロジックモデルを活用した実践的な研修モデルを試行・提起している。

RESAS利活用研修実施にあたり、受講者を対象とした質問紙調査を行っている。本調査は、行政にお

ける RESAS および e-Stat 等の各種統計データ利活用の推進遂行のため、受講者の職場や受講者自身のデータ利活用の現状および課題を明らかにすることを主たる目的としている。調査内容については次の通りである。

2. 調査結果

調査票の概要は、以下の通りである。

① 職場におけるデータ利活用の現状、職場におけるデータ利活用の課題、①受講者自身のデータ利活用の現状、受講者自身のデータ利活用の課題に関する一般質問項目

② 個人の基本属性、データ利活用等に関する基本的属性項目

【調査方法】

2020年9月29日に実施された大阪府 RESAS 研修会の開催を踏まえ、研修開始以前の時点で研修を受講予定である全員を対象として質問紙調査を行った。調査期間は2020年9月14日から9月29日までの16日間で、回収率は88.5%である。

【調査対象】

大阪府内の自治体職員26名(20代から60代)

調査結果の主な概要は以下の通りである。

はじめに、受講者の所属する部署におけるデータの利活用に関する活動の程度について『方針』、『体制』、『人材』、『効果』の4つの視点から「全くそう思わない」「そう思わない」「どちらともいえない」「そう思う」「強くそう思う」の5段階で尋ねた。『方針』、『体制』、『人材』の視点については、「そう思わない」が最も多い割合を占め、『効果』の視点については「どちらともいえない」が最も多い結果が得られた。

受講者の所属する部署においてデータ利活用を行うにあたり、課題に感じていることについての設問の回答については、「データの分析方法の知識が不足している」が最も高く、全体の10%以上を占めている。以下、「データから有用な知見を引き出せていない」(8.1%)、「どのような事業や課題に関してデータの利活用を行えばよいか明確になっていない」(7.6%)、「データから得た知見を実践に移せるほど十分に体系化できていない」(7.6%)と続いており、データ分析の方法や有用な知見の導出方法および実務への活用方法等が課題として挙げられている。

今回の研修を受ける以前の RESAS の利用状況について尋ねたところ、受講者の約80%が「利用したことはない」と回答している。

地域を活性化したり、地域課題を解決したりするうえで地域の現状を統計的なデータで把握することの重要性の認識については、「非常に重要だと思う」との回答が全体の69.6%を占めて最も高い割合を占めており、「重要だと思う」の30.4%と合わせると、すべての受講者が地域の現状を統計的なデータで把握することの重要性を認識していることが示された。

“ビッグデータ”という言葉に対するイメージについては、全体では、「役に立つ」が32.7%と最も高く、以下、「難しい」(28.8%)、「新しい」(15.4%)と続いている。同様に、“データ分析”という言葉に対しては、全体では、「難しい」「役に立つ」がともに33.3%と最も高い割合を示しており、次いで、「楽しい」「誠実」(ともに7.8%)となっている。

調査結果から、地域を活性化したり、地域課題を解決したりするうえで地域の現状を統計的なデータで把握することの重要性を認識し、“ビッグデータ”や“データ分析”が役立つと感じる一方で、こうしたデータを活用したり、実際にデータ分析を行うことは難しいと感じている受講生が少なからず存在していることがうかがえる。

3. 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。その成果を踏まえて教育研修プログラムの開発支援を実施している。

具体的には、内閣府専門委員として行政職員対象のデータの利活用に関する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のためのデータ活用研修の講師を担当し、研修効果の測定を行い、地域人材育成プログラムの開発・支援に努めてきた。

今後、地方創生の実現に向けて地域活性化や地域課題の解決に向けた自治体職員の政策形成能力の向上・育成に資する実践的な地域人材育成プログラムの開発・支援を継続したいと考えている。

謝辞

本研究の一部は、科学研究費助成・基盤研究(C)(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 2021.10.13)
- (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 2021.11.1)
- (3) 大阪府総務部統計課情報企画グループ「令和2年度 RESAS (地域分析システム) 等利活用研修会」
<https://www.pref.osaka.lg.jp/toukei/data-analysis/r2resas.html> (参照 2021.10.13)
- (4) 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/>
- (5) 松浦義昭: “RESAS の教科書 (共著書)”, 日経 BP 社, 東京(2016)

大学生の健康増進に向けた生活習慣改善支援型 LINE チャット

ボットの開発と評価

～大阪府健活アプリ（アスマイル）との連携～

阿部祐来^{*1}, 真嶋由貴恵^{*1*2}, 榎田聖子^{*1*2}

^{*1} 大阪府立大学 現代システム科学域

^{*2} 大阪府立大学大学院 人間社会システム科学研究科

Life Style Improvement Support System for College Students to Get Healthy with Practical Use of LINE Chat BOT linked with ASUMILE

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

^{*2}Graduate School of Humanities and Sustainable System Sciences, Osaka Prefecture
University

In recent years, the extension of healthy life expectancy has been emphasized, and the prevention of lifestyle-related diseases from the young generation is important. In this study, we developed a chatbot tool for university students using LINE, which is usually used by students, to promote the establishment of lifestyle habits. In addition, we linked the tool to ASUMILE, the Osaka Prefectural Health and Activity Application, for continuous health management. As a result of the intervention experiment, the input rate of ASUMILE increased significantly, suggesting the effectiveness of the developed tool, although it did not lead to habit improvement.

キーワード: 健康寿命, 生活習慣病, アスマイル, 大学生, LINE, チャットボット

1. はじめに

21 世紀における第 2 次国民健康づくり運動（健康日本 21（第 2 次））⁽¹⁾の目標として、生活習慣病予防による健康寿命の延伸が掲げられている。厚生労働省によれば、生活習慣病とは「生活習慣が原因で起こる疾患の総称。重篤な疾患の要因となる。」と定義⁽²⁾されており、平成 29 年度は、全国の生活習慣病患者が 1780 万人以上となっている⁽³⁾。生活習慣病の予防方法として、睡眠、食事、運動、たばこ、飲酒対策⁽⁴⁾などが重要であり、各自治体での取組みが実施されている。

睡眠と朝食の習慣についてみると、睡眠時間が「7 時間未満」66.8%（厚生労働省の健康実態調査⁽⁵⁾）、

「朝食を毎日食べる」83.7%（農林水産省⁽⁶⁾）となっている。大学生の生活習慣に関する調査では、睡眠時間は「7 時間未満」91%⁽⁷⁾、さらに、平日の睡眠時間の平均が「6 時間 6 分⁽⁸⁾」となっている。「朝食を毎日食べる」は 62.4%⁽⁹⁾、両者ともに全世代に比べ低い状況にある。

青年期から自らの健康について考えることは重要である一方で⁽¹⁰⁾、大学での定期健診では生活習慣病の指標となる血圧や尿検査は省略されていることが多く、生活習慣を見直し定着させるための機会が少ない。これらより生活習慣病予防による健康寿命の延伸を図るためには、大学生に対する規則的な生活習慣の見直し、定着への支援が必要である。

大阪府では、府民に対し健活アプリ（以下アスマイ

ル)⁽¹¹⁾を提供し、約 27 万 5 千人が登録している (2022 年 2 月 16 日現在)。このアプリでは、歩数計測、健康情報の提供やイベント情報の提供を行い、健康情報の既読、イベント参加だけでなく、毎日の健康記録 6 項目 (体重、睡眠時間、血圧、脈拍、歯みがき、朝食) の入力などを各ポイント化し、そのポイントに応じた府内・市町村内でのランキング表示や、くじによるインセンティブが付与される。現在、健康管理アプリは多数存在するが、アスマイルのような生活習慣を包括的に管理できるものは数少ない。

一方で、このようなインセンティブが、アプリの継続利用に効果的とは限らず、アプリをインストールしていても使っていない「非アクティブ層」の存在が課題である。また大阪府の調査⁽¹²⁾では、毎月最低 1 回以上アプリを使用する「アクティブ率」は 20 代において 20%程度であり、特に若者を中心にアプリの継続利用には課題がある。

これらより、生活習慣病になる前の若い世代 (大学生) にアスマイルが継続活用され、健康行動変容に結び付けられると、生活習慣病予防効果の向上が期待できるのではないかと考える。また、アスマイルの継続活用においては、行動変容が個人ではなく、グループワークが効果的である⁽¹³⁾ことから、多くの大学生が利用し⁽¹⁴⁾、グループでの会話が可能な LINE との組み合わせが有効と考える。

2. 目的

本研究では、青年期からの良い生活習慣づけのために、大学生を対象とし、体重、睡眠、血圧、脈拍、歯磨き、朝食の記録ができるアスマイルと組み合わせるために、継続使用を目指した LINE チャットボットシステムを開発する。さらに、介入実験からアスマイルの継続使用や生活習慣改善への有効性について評価・検証を行う。

3. 開発したチャットボットシステム

3.1 チャットボットシステムの概要

システムは、図 1 に示すように、LINE チャットボットとアスマイルを組み合わせで開発する。LINE チャットボットとは、LINE 株式会社の「Messaging

API」を利用し、LINE アプリ内でユーザーの送信内容に応じた自動返信が可能なロボットである。

本チャットボットシステムの開発環境は Google の「Google Apps Script (GAS)」⁽¹⁵⁾、プログラミング言語は JavaScript を使用した。開発したチャットボットは、個人ではなくペアワークで行いユーザーらがアスマイルへの入力を継続できるように設計している。

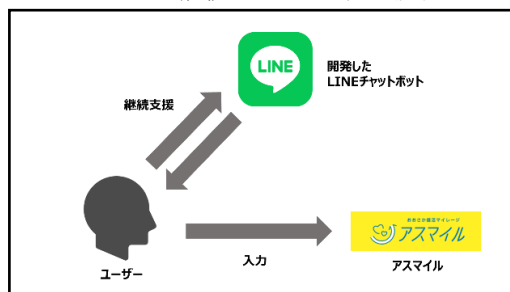


図 1 開発したシステムの概要

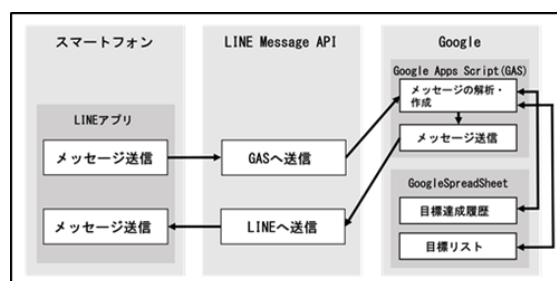


図 2 システムの開発環境と構成

3.2 実装内容

図 3 に示すように、開発したシステムは、ペアの LINE 上での会話に、チャットボット (健康管理 bot ちゃん) が参加する形とし、ペア両者が回答するとチャットボットが反応するように設計した。

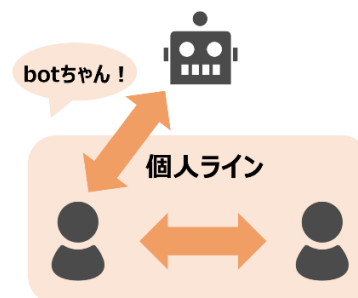


図 3 システムのイメージ図

図 4 にシステムのフロー図を示す。毎日の生活習慣改善ワークにおいて、未達成の目標がある場合は、LINE チャットボットによる目標設定と目標確認を行う。両者が目標達成した場合のみ次に進み、そうでない場合は達成するまで繰り返す。図 5 には、実際のチャットボットでの会話の流れを示す。LINE チャットボットが、毎朝 8:00 にアスマイル

に関するペアの目標設定を行い（図5左）、同日21:00に目標確認を行うメッセージを送信する（図5右）。目標設定は、表1のようにログインすることからはじめ、入力項目を増やしていくことで難易度を徐々に高くする。図6はアスマイルの入力手順例について示した。

具体的なチャットボットのメッセージは3パターンあり、「昨日は2人とも達成でした。今日もこの調子で頑張りましょう」「昨日は達成できませんでした。今日は達成できるように頑張りましょう。でも無理はしないようにしましょうね」「昨日は2人未記入でした。記入を忘れないようにしましょう」と送信するようにした。



図6 アスマイルの入力手順例

表1 目標設定

難易度	レベル	アスマイルの活用例	最短達成日数
↑ ↓	1	ログイン	1
	2	項目入力	1
	3	項目入力（5日）	5
	4	全項目入力	1
難	5	全項目入力（5日）	5

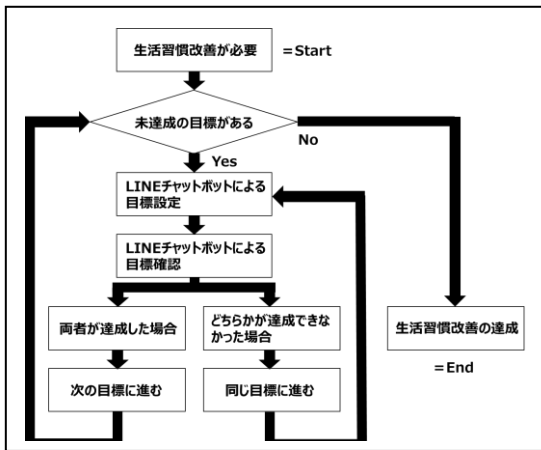


図4 システムのフロー



図5 会話例

4. 研究方法

4.1 実験概要

本研究は、大阪府立大学人間社会システム科学研究科研究倫理委員会の承認を得て行った。実験手順は、以下、I~IVの4段階とした（図7）。なお、行動習慣の変容には最低でも1か月かかること⁽¹⁵⁾から、実験期間は6週間とした。

- I. ペア間でLINE交換，チャットボットの友達追加。
- II. 事前アンケート：生活習慣（朝食と睡眠）の状況。
- III. チャットボットシステムの利用（介入）：2週間のLINEチャットボットによるペアワークとその前後各2週間のアスマイルの個人（プレとポスト）ワークを実施。
- IV. 事後アンケート：生活習慣の状況，チャットボットシステム・アスマイルの使用感。

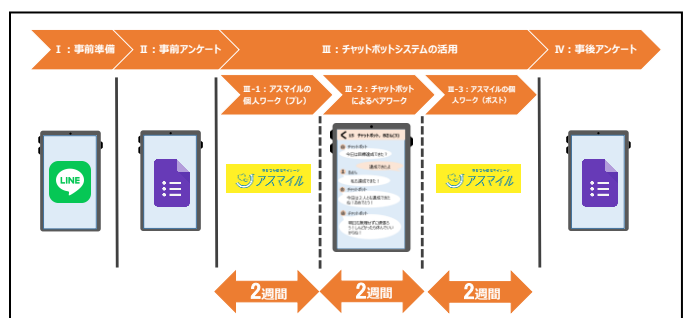


図7 実験手順

4.2 評価指標

本研究では、開発したチャットボットシステムの介入が、①アスマイルの入力継続へ有用であるか、②大学生に課題のある生活習慣（朝食と睡眠）の改善を検証するため、以下の方法で評価した。

4.2.1 アスマイルの継続使用への有効性

実験期間内のアスマイルへの入力状況を分析し対応のある t 検定を行った ($p < 0.05$)。また、チャットボットシステムやアスマイルの使用感について、事後アンケートで聞いた。

4.2.2 生活習慣（朝食と睡眠）の改善

Google フォームを用いた事前・事後アンケートから、チャットボットシステムの生活習慣改善（4 件法）に対する効果について、対応のある t 検定を行った ($p < 0.05$)。

4.3 対象者

本実験は、授業内や連絡ツールを用いた募集によって参加の同意を得た 2 名 1 組の大学生とし、男性 5 組 10 名、女性 1 組 2 名、計 6 組 12 名を対象とした。表 2 にアスマイルの利用歴と大阪府民であるかどうかなどの、対象者の属性を示す。実験期間は 2021 年 11 月 22 日から 2022 年 1 月 4 日までである。

表 2 対象者の属性 (N=12)

ID	性別	年齢	利用歴	大阪府民
A1	男性	25	あり	○
A2	男性	21	なし	×
B1	男性	22	なし	×
B2	男性	22	なし	×
C1	男性	21	なし	○
C2	男性	21	なし	○
D1	男性	20	なし	○
D2	男性	21	なし	○
E1	男性	21	なし	×
E2	男性	22	なし	○
F1	女性	22	なし	×
F2	女性	22	なし	×

5. 結果

5.1 アスマイルの継続使用への有効性

5.1.1 アスマイルの入力状況

図 8, 9, 10 はアスマイルの 2 週間の入力状況を、本システム介入前 (α)、介入時 (β)、介入後 (γ) にわけて示す。

図 8 は入力項目の有無を 1 日あたり最大 1 回としてカウントした結果であり、最大値は 14 回 (1 回 \times 14 日) である。各時期の平均は、それぞれ α は 4.4 回、 β は 7.1 回、 γ は 1.1 回で、つまり、介入時は介入前より平均 2.7 回上昇していた。対応のある t 検定を行った結果、 p 値は 0.04 ($p < 0.05$) で有意に上昇していた。個別に見ると、介入前より回数が上昇したのは 9 名、減少したのは 3 名であり、両者とも入力率が上昇したペアは A, C, E であった。全体的に介入後は、介入前、介入時よりも減少していた。

図 9 は入力項目 (1 日あたり最大 6 項目) につきカウントした結果であり、最大値は 84 項目 (6 項目 \times 14 日) である。各時期の平均は、それぞれ α は 14.3 項目、 β は 17.2 項目、 γ は 3.4 項目で、つまり、介入時は介入前より平均 2.9 項目上昇していた。しかし、対応のある t 検定を行った結果、 p 値は 0.28 ($p \geq 0.05$) であり、有意な上昇とは認められなかった。個別に見ると、上昇したのは 9 名、減少したのは 3 名であり、両者とも入力率が上昇したペアは A, C, E であった。介入後は、介入前、介入時よりも全体的に減少していた。

図 10 は、項目ごとの入力回数を示したものであり、最大値は 168 回 (1 回 \times 12 名 \times 14 日) である。

- ・体重： α 28 回、 β 18 回、 γ 4 回
- ・睡眠： α 38 回、 β 43 回、 γ 5 回
- ・血圧： α 10 回、 β 16 回、 γ 5 回
- ・脈拍： α 8 回、 β 13 回、 γ 4 回
- ・歯磨き： α 43 回、 β 50 回、 γ 11 回
- ・朝食： α 44 回、 β 66 回、 γ 12 回

入力回数が介入時に最も上昇したのは朝食であり、最も低かったのが血圧、脈拍であった。介入後は、介入前、介入時よりも全体的に減少していた。

図8 入力状況（項目入力）（各14回）

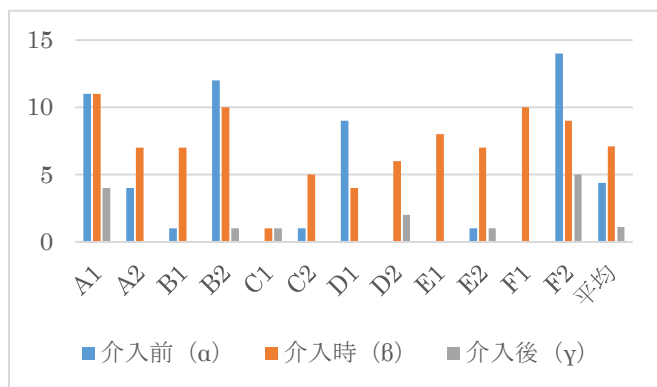


図9 入力状況（全項目入力）（各84項目）

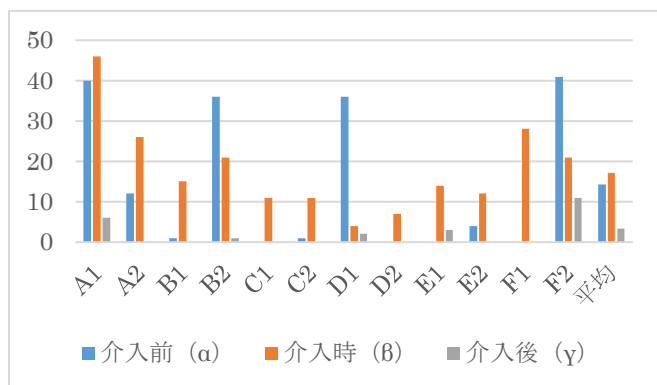
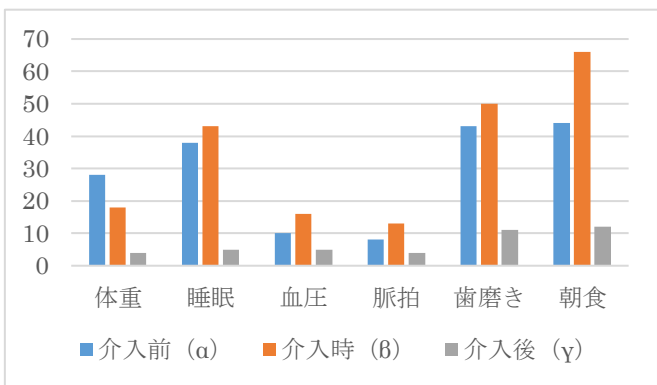


図10 項目ごとの入力回数（各168回）



5.1.2 チャットボットシステムについて

チャットボットシステムに関する事後アンケート結果（4件法）を表3に示す。生活習慣改善への期待の平均値は2.25、送信時間の適切さは3.25、使用の快適性は3.34であった。

表3 事後アンケート（4件法、N=12）

質問項目	回答人数（人）				平均値
	1	2	3	4	
快適性について	1	0	5	6	3.34
メッセージの送信時間（8:00, 21:00）について	0	1	7	4	3.25
システムにより生活習慣改善が期待できると思いますか	1	7	4	0	2.25

表4にチャットボットに関する自由記述を示す。送信時間の適切さにおいて、「朝起きて、連絡を確認する時間帯やお風呂に入る時間帯にマッチしていた」「朝に指示が送られ、忘れたところに再通知が来る」「回答忘れがないように配慮されていた」との肯定的な意見があった。一方で、「21:00にまだご飯を食べていないため、人によって催促の時間を変えると良いかも知れない」といった改善点も挙げられた。使用の快適性においては、「（チャットボットは）気遣いのある喋り方だった」「それほど通知も多くなく、必要最低限だった」との肯定的な意見が見られた。一方で、「達成に必要な項目数が1項目から全項目にレベルアップした点が気になった」との目標設定に対する意見も見られた。この点については、改善点にも挙げられていた。

表4 チャットボットに関する自由記述（N=12）

質問項目	回答内容	回答者
メッセージの送信時間（8:00, 21:00）について	21時にまだご飯を食べていないため、人によって催促の時間を変えると良いかも知れない	B2
	朝に指示が送られ、忘れたところに再通知が来るから	D1
	回答忘れがないように配慮されていた	D2
	ストレスを感じなかった	E1
	朝起きて、連絡を確認する時間帯やお風呂に入る時間帯にマッチしていたから	F2
快適性について	それほど通知も多くなく、必要最低限だったから	D1
	不快感は感じなかったが、メッセージを送るタイミングが最初つかめなかった	E2
	気遣いのある喋り方だったから	F1
	達成に必要な項目数が1項目から全項目にレベルアップした点が気になった	F2
本実験で良かったこと、改善点について	チャットボットによるリマインダー機能は効果があったが、目標設定をもう少し細分化してほしい	A2

5.1.3 アスマイルについて

アスマイルについての事後アンケート結果（4件法）を表5に示す。使いやすさの平均値は2.42、健康に繋がるかは3.00、継続使用の希望は2.17であった。

表5 事後アンケート（4件法, N=12）

質問項目	回答人数（人）				平均値
	1	2	3	4	
使用が健康につながると 思いますか	0	2	8	2	3.00
使いやすかったですか	2	5	3	2	2.42
今後も使用したいと思 いますか	3	4	5	0	2.17

表6にアスマイルに関する自由記述を示す。良かった機能として「歩数がわかる」、「朝食などの記録」などが挙げられた。一方で、追加機能として、「大阪府民以外に対するインセンティブ」「他のアプリとのデータ連携」が挙げられた。「途中で飽きてしまった」「血圧計がない」といった意見も見られた。

表6 アスマイルに関する自由記述（N=12）

質問項目	回答内容	回答者
良かった機能について	歩数がわかる（6名）	A1,C1
		D1,D2
		F1,F2
	朝食などの記録（5名）	A1,A2
	B1,D1	
	D2	
	ポイントのランキング機能	A1
	インセンティブ機能	D1
	健康コラム機能	D2
ほしい機能について	大阪府民以外に対するインセンティブ機能	A2,B1
		B2
	他のアプリとのデータ連携	C2,E1
	ニュース機能	D1
	ポイント総数を見やすくしてほしい	D2
	体重入力の際に身長も毎回入力する必要があるところを改善してほしい	F2
本実験で良かったこと、改善点について	途中で飽きてしまった	B2
	血圧計がない	F1

5.2 生活習慣（朝食と睡眠）の改善

生活習慣に関するアンケートを4件法で実施した結果を表7に示す。

朝食習慣の回答欄は、週何回摂取するかによって評価できるように設定した。平均値は、事前2.67、事後2.75であった。対応のあるt検定を行った結果、p値は0.29 ($p>=0.05$)であった。個別に見ると、改善したものは2名で、変わらなかったものは9名、悪化したものは1名であった。

睡眠習慣の回答欄は、7~9時間が最も適切な睡眠時間とし、長すぎても短すぎても評価が悪くなるよう設定した。平均値は、事前3.08、事後2.75であった。対応のあるt検定を行った結果、p値は0.052 ($p>=0.05$)であった。個別に見ると、改善されたものの1名、変わらなかったもの6名、悪化したもの5名であった。

表7 生活習慣の事前・事後アンケート結果（N=12）
（4行2列にして人数を表示）

質問項目	質問方法	事前回答(人)	平均値(事前)	事後回答(人)	平均値(事後)
朝食習慣について	1. 0~1回/週	3	2.67	2	2.75
	2. 2~3回/週	2		3	
	3. 4~5回/週	3		3	
	4. 6~7回/週	4		4	
睡眠時間について	1. 5時間未満,11時間以上	0	3.08	0	2.75
	2. 5~6,または10~11時間	3		3	
	3. 6~7,または9~10時間	5		9	
	4. 7~9時間	4		0	

6. 考察

6.1 アスマイルの継続使用への有効性

アスマイルの入力状況を見ると、1項目でも全項目でも介入前より介入時の方が入力回数が上昇していたことから（図8, 9）、本チャットボットシステムが項目記入を促すことに寄与できたのではないかと考える。

項目別（図10）では、6項目のうち、朝食、歯磨きの入力回数が介入時には上昇しており、同様に本チャットボットシステムの有効性が確認された。しかし、

これら2項目については介入前から入力回数が多く、入力しやすい項目であると言える。

さらにチャットボットからの送信を8:00(目標設定)と21:00(目標確認)に設定したことは、自由記述の肯定的な意見から、大学生の生活リズムにあっていたと考えられる。チャットボットの話し方が良かったという意見については、丁寧語にしたことや、前日に目標が達成できなくても「昨日は達成できませんでした。今日は達成できるように頑張りましょう。でも無理はしないようにしましょうね」と気遣いの声掛けで反応させたことが影響していると考えられる。送信回数などが良かった等の肯定的意見については極力操作を少なくしたことがチャットボットの使いやすさとなり、アスマイルの入力を促したのではないかと考えられる。また、参加ペア6組のうち3組(A, C, E)において入力回数が両者とも上昇しているため、ペアワークを取り入れたチャットボットシステムの継続使用への有効性が確認された。

一方で、アスマイルの目標として設定した全項目入力(図9)において、入力項目数の有意な上昇は認められなかった。その理由としては、入力に必要な機器(体重計、血圧計など)がなく、体重、血圧、脈拍の入力回数が低い事が挙げられる。生活習慣病の予防のためには、体重、血圧、脈拍をコントロールすることが重要であり、アスマイルの使用が健康につながると答えた対象者も多かったことから、アスマイルのような健康管理アプリの活用促進だけでなく、これら測定機器の普及が必要である。また、大学構内の移動にナッジ(行動経済学)を活用し行動範囲を拡大させるような工夫も考えられる。

アスマイルのインセンティブ機能に関しては、大阪府民(D1)からは肯定的な意見があったが、大阪府民ではない対象者(A2, B1, B2)からは府民以外の利用者にもインセンティブを付与してほしいという希望があった。自治体健康アプリと大学との連携については、自治体の健康促進事業と大学が難しい局面があり今後の課題と考える。

生活習慣の行動変容においては、行動変容ステージモデル⁽¹⁶⁾を適応させることができるが、本実験では、チャットボット介入時(ペアワーク)のアスマイル入力回数が上昇していることから、アスマイルに無関心

であったものがペアワークを通して関心期、準備期を経て実行期に移ったと考えられる。しかし、チャットボット介入後の入力回数は減少していることから、単独では続けることができず、維持期へのアプローチが必要と考えられる。

6.2 生活習慣(朝食と睡眠)の改善

生活習慣の事前・事後アンケートより、朝食習慣は介入前より介入後の平均値は上昇しているが、有意な上昇は認められなかった。これは、朝食の有無のみを入力させるため、入力が目的となり、自身の生活習慣を見直す機会はならなかったことが推測される。

睡眠習慣においては平均値は減少しており、有意な減少傾向を示していることから、悪化傾向にあったと考えられる。睡眠習慣の改善には就寝時間を規則正しく定めることが有効である⁽¹⁷⁾ことから、単に就寝時間と起床時間を記録するアスマイルの使用では、睡眠習慣は改善されなかったと考える。ただし、実験期間が年末年始を含んだことから、対象者の睡眠習慣が不規則になったことも考えられる。これらより、チャットボットシステムに内省を促すような仕掛けが必要と考えられる。

7. おわりに

今回は、大学生の生活習慣改善を目的として、アスマイルとLINEを組み合わせたLINEチャットボットシステムを開発した。介入実験を行い、生活習慣改善までは至らなかったが、継続使用への有効性が示唆された。今後、大学生の生活習慣を改善するために、内省を促す仕掛けや、活動量計などの活用して自動入力させる、ナッジなど行動経済学に基づいたシステムを検討したい。

謝辞

実験に参加してくださった皆様、本研究に関してお力添えをいただいた大阪府健康医療部健康推進室健康づくり課の山本氏、新屋氏に感謝する。

参考文献

- (1) 厚生労働省：“21世紀における第2次国民健康づくり運動（健康日本21（第2次））国民の健康の増進の総合的な推進を図るための基本的な方針”，p.1（2012）
- (2) 厚生労働省：“生活習慣病”，https://www.e-healthnet.mhlw.go.jp/informationdictionary/metabolic_ym-040.html（2021年5月26日確認）
- (3) 厚生労働省：“平成29年度版厚生労働白書 生活習慣病に関する患者数，死亡数”，<https://www.mhlw.go.jp/wp/hakusyo/kousei/17-2/kousei-data/siryoush0203.html>（2021年6月7日確認）
- (4) 厚生労働省：“生活習慣病予防”，https://www.mhlw.go.jp/stf/seisakunitsuite/bunya/kenkou_iryou/kenkou/seikatsu/seikatusyuukan.html（2021年5月26日確認）
- (5) 厚生労働省：“平成30年度健康実態調査結果の報告”，<https://www.mhlw.go.jp/content/11130500000472937.pdf>（2021年6月3日確認）
- (6) 農林水産省：“食育に関する意識調査報告書”，<https://www.maff.go.jp/j/syokuiku/ishiki/h29/zuhyou/z2-4.html>（2021年6月3日確認）
- (7) 藍野大学：“平成30年度学生生活実態調査報告書”，p.5（2018），<http://univ.aino.ac.jp/file/lifeinspection.pdf>（2021年5月26日確認）
- (8) 三宅典恵，岡本百合，神人蘭，永澤一恵，矢式寿子，内野悌司，磯部典子，高田純，小島奈々恵，日本松美里，吉原正治：“大学生を対象とした睡眠調査について”，広島大学保健管理センター研究論文集，Vol.31，pp.7-12（2015）
- (9) 愛知県健康福祉保健医療局健康対策課：“平成30年度大学生の食生活等生活習慣調査結果”，pp.3-7（2019），https://www.pref.aichi.jp/uploaded/life229823_708597_misc.pdf（2021年5月26日確認）
- (10) 土田洋，内山明，建部貴弘，唐誌陽，中野真智子，武鹿由貴，田中豊穂，中川武夫，清水卓也，渡邊丈眞，瀧克巳，家田重晴：“大学生の健康診断と健康管理の意義”，中京大学体育学論叢 Vol.57，No2，pp.29-48（2016）
- (11) アスマイル：<https://www.asmile.pref.osaka.jp/index.html>
- (12) おおさか活マイレージ アスマイル，http://www.osakaganjun.jp/effort/cvd/commissioned/files/reiwa3_siry06.pdf（2022年2月16日確認）
- (13) 諏訪茂樹，酒井幸子：“行動変容ステージと支援技術”，日本保健医療行動科学会雑誌，Vol.34，No.1，pp.1-6（2019）
- (14) 総務省情報通信政策研究所「令和元年度 情報通信メディアの利用時間と情報行動に関する調査」p.15（2020），https://www.soumu.go.jp/main_content/000708015.pdf（2022年2月10日確認）
- (15) 古川武士：“30日で人生を変える『続ける』習慣”（2010）
- (16) 厚生労働省 e-ヘルスネット：“行動変容ステージモデル”，<https://www.e-healthnet.mhlw.go.jp/information/exercise/s-07-001.html>（2022年2月24日確認）
- (17) 厚生労働省 e-ヘルスネット：“快眠と生活習慣”，<https://www.e-healthnet.mhlw.go.jp/information/heart/k-01-004.html>（2022年2月10日確認）

子ども対象の地域活動における

学修フィードバックシステムの開発と評価

河野 義広*¹

*¹ 東京情報大学

Development and Evaluation of a Learning Feedback System in Community Activity for Children

Yoshihiro KAWANO*¹

*¹ Tokyo University of Information Sciences

2020年以降、オンライン化が推進され対面での学校行事や地域活動は制限された。本研究では、オンラインと対面の参加者が連携する子ども向け地域活動を企画し、活動時に収集した学修データに基づくフィードバックシステムを開発した。具体的には、学修データに基づくクラスタリング結果をバートルテストの分類結果と紐付けたリフレクション支援による参加者の次の行動に対する影響を調査した。

キーワード: 地域活動, フィードバックシステム, バートルテスト, リフレクション支援

1. はじめに

2020年以降の子ども達の学びの環境は、COVID-19の世界的な大流行によりオンライン化へと変革を余儀なくされた。多くの学校でオンライン授業、オンラインPBL (Project Based Learning)、アクティブ・ラーニング、学習ポートフォリオなど、ICTを活用した学習活動が推進された。

日本では、2020年4月から小学校でのプログラミング教育が本格的にスタートし、全国各地で多くのプログラミング教室が開講されている⁽¹⁾。プログラミング教育は、分野横断的・総合的な探究型学習による論理的思考力の育成やプログラミングを通じた社会的課題への取り組みを推進することが想定されている⁽²⁾。

一方、多世代交流イベントや季節のお祭り、地域での生涯学習など、顔の見える活動は子どもの自立に対する好影響が期待されるが、多くの活動は制限された。

筆者らは、子どもの主体性開発に関する研究、特に主体的な学修を促すために必要なスキルの定義、子ども向け学修支援システムの開発を推進してきた⁽³⁾⁽⁴⁾。これまでの研究において、主体的な学修に必要な能力

要素を「計算論的思考」「ICTリテラシー」「社会的な見方や考え方」の3つと定義し、それぞれに対応する学修活動の実践に加え、子どもの発達段階と学修活動に連動した学修データ収集システム（以下、収集システム）を開発した⁽⁵⁾。

本研究では、コロナ禍における持続的な地域交流による子ども達の主体性開発を目指して、オンラインと対面の参加者が連携する子ども向け地域活動を企画し、活動時に収集した学修データに基づくフィードバックシステム（以下、フィードバックシステム）を開発する。具体的には、活動時に収集した学修データをk-means法と主成分分析を用いてクラスタリングし、その結果をゲーミフィケーションの観点からゲーマー分類手法として知られるバートルテスト⁽⁶⁾の分類結果と紐付けたリフレクション支援を行う。本研究の問いは、参加者の志向に適応したリフレクション支援が次の行動に主体的な好影響を与えるかである。

本稿の構成を以下に示す。続く2節では、主体的な学びを促す能力要素とそれに対応する学修活動、3節では子ども向け学修支援システムを構成する収集シス

テムおよびフィードバックシステムの設計，4 節では地域活動を通じた被験者実験およびその結果と考察，5 節で関連研究，6 節で本研究のまとめを述べる。

2. 子ども達の主体的な学び

2.1 主体的な学びを促す能力要素

子ども達が主体的に学修課題を選択するためには，自身の志向および社会における役割を理解する必要がある。子ども達自身が何に対して興味を抱くか，他者との関わりにおいて貢献できるかことは何であるかを知るには，学修とフィードバックを繰り返す経験学習により視野を広げることが効果的である。このような能力と態度を身に付けるため，本研究では「主体性」「協働性」「多様性」に着目する。文部科学省の審議会では，大学入試の多面的な評価として「主体性を持ち，多様な人々と協働しつつ学習する態度」を有する人物を選抜する指針⁽⁷⁾が提言されており，本研究で目指すべき子ども達の理想像とも合致することから，小学校段階から上記資質を意識し活動することが望ましい。

上記を踏まえ，本研究では，子ども達の主体的な学修課題の選択を目的とし，前述の「主体性」「協働性」「多様性」の各資質に対応する能力要素をそれぞれ「計算論的思考」「ICT リテラシー」「社会的な見方や考え方」と定義した⁽⁸⁾ (図 1)。計算論的思考とは，コンピュータ科学に基づき問題解決の思考法を体系化した技術であり，問題の分解，パターン認識，抽象化，アルゴリズムの 4 要素により，コンピュータと人間の双方が理解可能な解決策を提示する⁽⁸⁾⁽⁹⁾。Wing らは，計算論的思考をコンピュータ科学者だけでなく，すべての人が身に付けるべき基本的な技術と提唱した。計算論的思考を身に付け，自らが意図したものを実現する経験を通じて主体性を発揮できると考える。教育における ICT の強みとして，多様な情報のカスタマイズ，時間的・空間的制約を超えた情報共有，情報発信・受信の双方向性が指摘されており⁽¹⁾，ICT リテラシーを身に付けることで，他者との協調作業やオンラインでの意思疎通に必要な協働性を身に付けることができる。社会的な見方や考え方は，課題解決型学習において，社会的な事象の意味や意義，相互関係などを考察する際の追求の視点や方法とされ⁽¹⁰⁾，地域活動を通じた人間

の営みと関連付けて身に付けることができる。

以上より，社会課題に対して子ども達自身が貢献できる分野を見出せることを目指し，自らが意図したものを実現するための計算論的思考，他者との協働に不可欠な ICT リテラシー，社会に対する多様な視点や価値観などを涵養する社会的な見方や考え方の 3 点が必要と判断し能力要素として定めた。加えて，これら学修活動を繰り返し実行することで，社会課題に対応できる学修成果物の創出が期待される。



図 1 主体的な学修課題の選択に必要な能力要素

2.2 能力要素に対応する諸活動

図 1 は，計算論的思考，ICT リテラシー，社会的な見方や考え方の 3 つの能力要素に対応する学修活動として，筆者らが活動を推進するプログラミング教室，IT 大学，こどものまちな関連性を示している。

上記活動のうち，IT 大学とこどものまちは，2019 年度まで夏季中心に千葉市や四街道市などで開催されていたが⁽³⁾，コロナ禍では三密回避ができないため活動が制限された。そこで 2020 年度からはオンラインと対面の参加者が連携し，社会的距離を確保しながら活動する地域活動「ウォークアドベンチャー（以下，本活動）」を企画した (図 2)。本活動は，ウォークラリーの要領で地域のスポットを巡りながらクリアタイムを競うものであり，図 1 の能力要素における ICT リテラシーと社会的な見方や考え方に対応する地域活動として企画した。収集システムを利用した本活動でのアンケート回答時間短縮のため，アンケート項目は必要最小限とした。2020 年度の本活動で収集した学修データに基づき，k-means 法と主成分分析を用いたクラスタリングによるフィードバックシステムを開発した⁽¹¹⁾。



図 2 ウォークアドベンチャーの様子

3. 子ども向け学修支援システム

3.1 システム設計

本研究では、上記理念に基づく子ども向け学修支援システムを開発している(図3)。図3より、各能力要素に対応する学修活動の際に、毎回振り返りの機会を設け、収集システムを用いて子ども達の活動の達成度や満足度などの学修データを記録する。

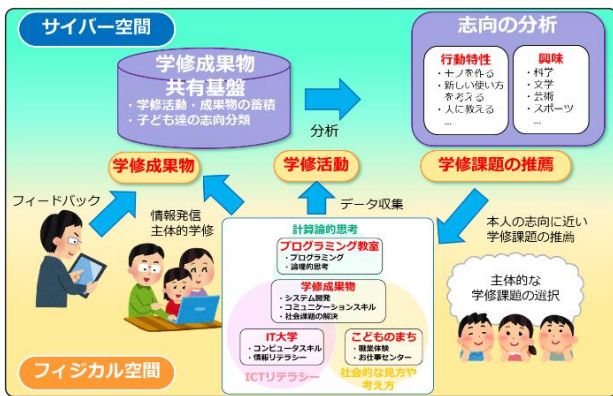


図 3 子ども向け学修支援システムの全体構想

続いて、統計的手法を用いて学修データを分析し、それぞれの子ども達に適応するリフレクション支援を実現するフィードバックシステムを開発する。フィードバックシステムでは、学修活動に応じたリフレクション支援を行うべきであり、本研究ではウォークアドベンチャーを対象としてシステム開発を行った。

3.2 アンケート収集項目の検討

各学修活動の終了後、希望する対象者から学修内容の振り返りに関する問いをノート PC やタブレットなどのモバイル端末を用いて電子的に収集する。今回対象とするウォークアドベンチャーでは、各スポットでミッション(クイズや探し物, 人探し, 写真撮影など)をクリアする必要があり、それをクリアしたタイミングでアンケートを実施した。1度のウォークアドベン

チャーの体験時間は2時間程度で、20~30分に1回程度の頻度でミッションが用意されている。

学修活動データの収集項目は、活動の感想と達成度とした。具体的には「楽しめたこと、できたこと」の2項目に対し、各項目で8件程度の多肢選択法とした。各項目の選択肢を表1, 2に示す。表1より、設問1ではゲームや問題、地域やチームメイトとの交流、活動を通じて理解できたことなど、想定される楽しみ方を提示した。表2より、設問2では自分からの提案やチームメイトとの相談・協力、地域住民との交流など、活動を通じて想定される達成項目を提示した。設問2の達成度に関しては、本活動における主体性の評価として利用することから、関係者間でKJ法による項目の列挙作業を実施した(図4)。図4より、縦軸に対課題と対人向けのコミュニケーションを取り、横軸に自分と他人向けを取ることで、項目の過不足がないよう配慮した。これらの回答結果に基づくクラスタリングを行うことで、参加者に適応するリフレクション支援を実現する。また、本活動終了後に設問の選択肢間の相関分析による参加者の特徴を明らかにする。

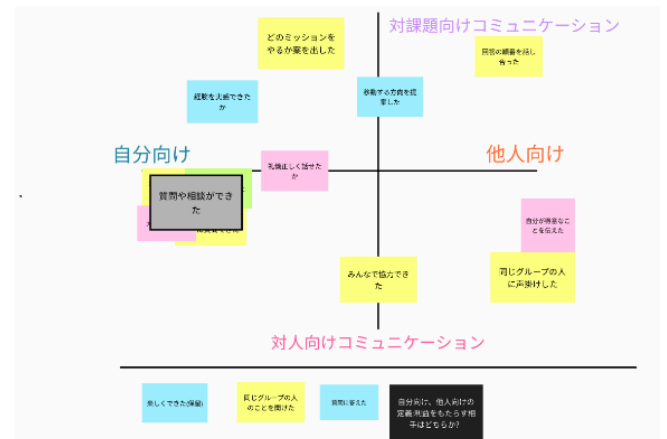


図 4 達成度に関する項目列挙作業の結果

表 1 楽しかったこと(設問1)の選択肢

選択肢番号	内容
ans1-1	ゲームが面白かった
ans1-2	問題が面白かった
ans1-3	地域の人と話げできた
ans1-5	チームメイトと積極的に話げできた
ans1-6	ゲーム/問題内容を理解できた
ans1-7	大学生や大人に褒められた
ans1-20	その他
ans1-30	なし

表 2 できたこと（設問 2）の選択肢

選択肢番号	内容
ans2-1	どのミッションをやるか提案した
ans2-2	新しいことが分かった
ans2-3	移動する方向を提案した
ans2-4	回答の順番を話し合った
ans2-10	礼儀正しく話せた
ans2-11	みんなで協力できた
ans2-12	質問や相談ができた
ans2-13	自分が得意なことを伝えた
ans2-14	同じグループの人に声掛けした
ans2-30	なし

3.3 収集システム

子ども向け学修支援システムの第一段階として、収集システムを開発した。前節のアンケート収集項目に基づき、子ども達の発達段階に合わせ内容の深さや聞き方を調整できるように設計した。文部科学省が提唱する「子どもの発達段階ごとの特徴と重視すべき課題」によれば、学童期の小学校低学年（1～3年）では、善悪の判断や集団生活における規範意識、情操の涵養などが重視される⁽¹²⁾。小学校高学年（4～6年）になると、自己肯定感の育成や他者への思いやり、集団における役割の自覚などが課題である。中学校以降では、人間としての生き方や自己の在り方、自立した生活を営む力の育成などが課題となる。以上の発達段階における特徴と課題を踏まえ、小学校低学年と高学年、中学校以降の3段階に分けて、アンケート収集項目および表記を設計した。

収集システムの構成を図5に示す。図5より、収集システムは、アンケートの質問表示と入力受付を行うクライアントサイド、アンケート構成情報および回答データを記録・提供するサーバサイドで構成される。クライアントサイドでは、WebアプリケーションのUI構築フレームワークのVue.jsを採用する。これにより、ページ遷移することなく、利用者の操作に応じてアンケート項目の表示をリアクティブに切り替えることができる。サーバサイドで提供されるWeb APIは、学修活動と発達段階を入力パラメータとし、質問とそれに対する選択肢の表記一覧をJSON形式で出力する。また、アンケート回答データの保存時は、大量の回答デ

ータを高速かつ容易に蓄積・分析できることが望ましいため、JSON形式でデータを保存できるドキュメント指向型データベース「MongoDB」を採用する。

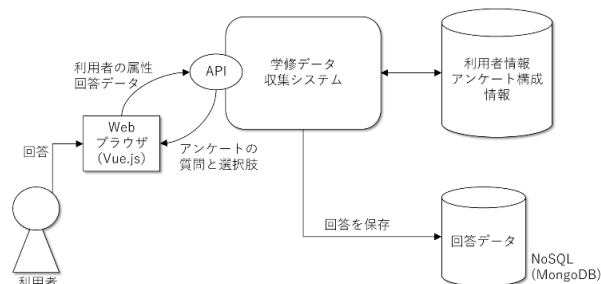


図 5 学修データ収集システムの構成

開発した収集システムの実行画面を図6～9に示す。図6, 7で学修活動と学年、個人識別用の番号を入力すると、図8, 9のアンケート回答画面に切り替わる。アンケート回答画面では、各自が直前の学修活動で楽しかったこと、できたことの振り返りを行う。



図 6 収集システムのトップページ



図 7 収集システムの学修活動選択画面

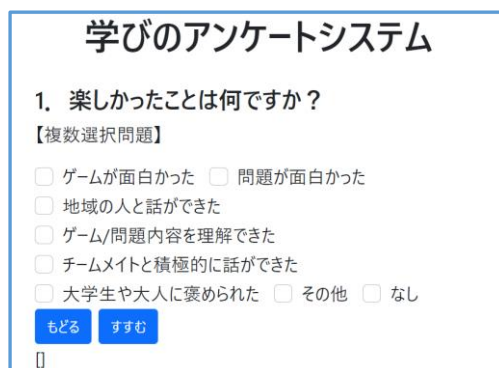


図 8 収集システムの設問1の回答画面

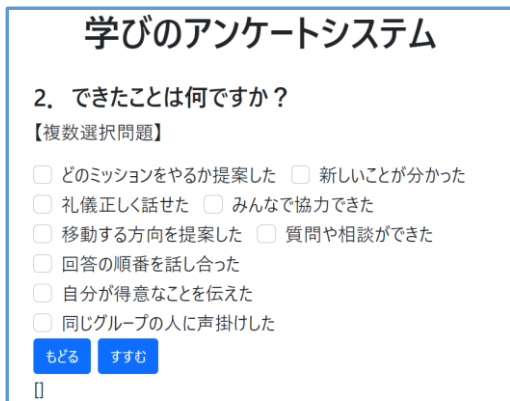


図 9 収集システムの設問 2 の回答画面

3.4 フィードバックシステム

2020 年度の本活動で収集した学修データをもとに、フィードバックシステムを開発した。参加者の志向を分類するため、収集した回答のうち、設問 1「楽しかったこと」の回答に対してクラスタリングを実行する。フィードバックシステムの処理手順を以下に示す。

<フィードバックシステムの処理手順>

1. 収集システムを用いて学修データを DB に記録
2. 1 の学修データを読み込み、JSON 形式から Pandas DataFrame 形式に変換
3. 2 の設問 1 の回答データに対して、k-means 法によるクラスタリングを実行
4. クラスタリング結果の行列を標準化
5. 主成分分析により 4 の結果を散布図上に表示
6. 第 1, 第 2 主成分の固有ベクトルと重心座標を DB に記録
7. 第 1, 第 2 主成分の固有ベクトルに基づき、各軸のラベリングを実施
8. 新規回答データに対して、6 の各値を用いてクラスタリング結果を算出・表示

上記手順 1~7 は、2020 年度の学修データを用いて事前に実行し、2021 年度の本活動時に手順 8 を実行することでリフレクション支援を実現した。フィードバックシステムの実行画面および補足説明を図 10 に示す。図 10 において、学修データを後述の理由により 3 つのクラスタに分類した。ラベリングは、第 1 主成分と第 2 主成分の固有ベクトルに基づき、技能の優劣ではなく特徴の違いを表現するように工夫し適切に実施した。今回の実装では、第 1 主成分は「集中的」と「対話的」、第 2 主成分は「ゲームを楽しむ」と「イベ

ントを楽しむ」でラベリングした。各クラスタの命名は、ゲーマー分類手法のバトルテストに基づき、「アチーパー（達成者）」「エクスプローラー（探検家）」「ソーシャライザー（社交家）」の 3 種に分類した。なお、本活動では個人活動主体で他者を排除する要素はないものと判断し、バトルテストの「キラー（殺し屋）」は除外した。開発時の調整の際に、クラスタ数を 3~5 に変化させてクラスタリングの散布図を確認したところ、クラスタ数 4, 5 の場合はクラスタの境界線が不明瞭だったこと、クラスタ数 3 の場合に上述のバトルテストによる分類と合致する解釈が得られたため、本実装ではクラスタ数 3 を採用した。

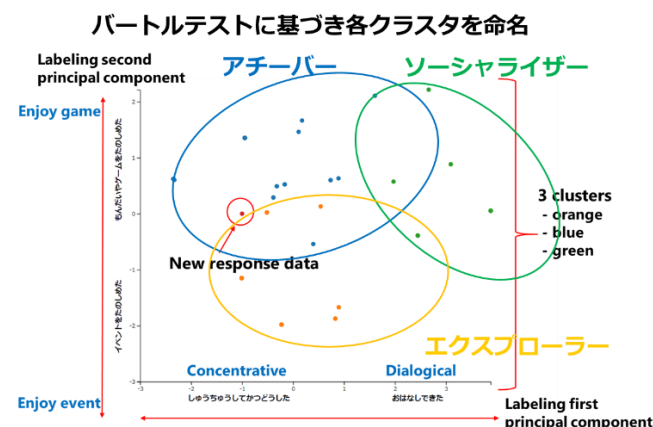


図 10 フィードバックシステムの実行画面および補足説明

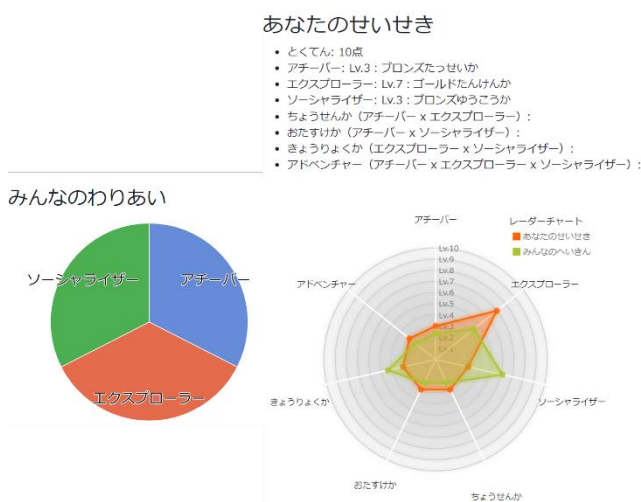


図 11 参加者全体のクラスタ割合および達成度レーダーチャート

フィードバックシステムでは、図 10 のクラスタリング結果に加えて、参加者全体のクラスタの割合、収集システムの設問 2 の回答状況に基づく達成度レーダーチャートおよびクラスタリング結果に応じた称号付

与の要素を実装した（図 11）. 次回活動に対する動機づけを意図し、学修活動毎に繰り返し回答することで、クラス毎の経験値蓄積とそれによる称号のランクアップを提示するよう設計した.

4. 地域活動を通じた被験者実験

4.1 ウォークアドベンチャーの実施

2020年度と2021年度のウォークアドベンチャーの開催概要を以下に示す. 2020年度は、2日間開催で現地とオンラインの参加者を合わせて計56名、2021年度は、緊急事態宣言の影響で1日開催となり、参加者は前年度より少ない23名であった. 収集データ数は、2020年度が80件、2021年度は73件であった. 2020年度は初の試みであったことから、学生スタッフ間の連携不足により初日は十分なデータ収集ができなかった. また、この時点でフィードバックシステムは未完成であったため、子ども達への協力依頼に難儀した. 2021年度は、前年度の反省を踏まえ運用方法を徹底したこと、フィードバックシステムが完成していたこともあり、効率的なデータ収集ができた. 本調査に関して、子ども達が被験者となることから、本学倫理審査委員会に対し、「人を対象とする実験・調査等に関する研究計画書」を提出し、審査・承認を経て調査・研究を行っている. 調査にあたり、子ども達の保護者に対しては、インフォームド・コンセントによる研究の趣旨を説明した上で同意を得ている. 受講者となる児童・生徒に対しては、インフォームド・アセントによる同意を得ている.

<ウォークアドベンチャー2020>

- ・開催日程: 2020年10月31日(土), 11月1日(日)
いずれも13:00~15:30
- ・開催場所: 四街道市鷹の台公園周辺地域+Zoom
- ・参加者:
10/31 現地15名, オンライン12名, 大人41名
11/01 現地13名, オンライン16名, 大人32名

<ウォークアドベンチャー2021>

- ・開催日程: 2021年10月30日(土) 13:00~15:30
- ・開催場所: 四街道市鷹の台公園敷地内+Zoom

- ・参加者: 現地16名, オンライン7名, 大人44名
※学生スタッフは大人に含む.

4.2 結果と考察

本研究の目的は、地域活動時にゲーミフィケーションに基づく参加者の志向に応じたリフレクション支援を繰り返し行うことで、参加者の次の行動に主体的な好影響を与えるかを明らかにすることである. そこで被験者実験の評価項目として、以下の3点を調査する.

- 1) 活動回数毎の達成度推移
- 2) 設問の選択肢間の相関係数
- 3) リフレクション支援の提示内容に対する印象

上記1)については、収集システムで記録した設問2「できたこと」の回答数(0~9個)を主体的行動の達成度として評価し、活動回数毎の推移を表3に示す. 上記2)では、収集システムの設問1, 2のすべての組み合わせに対して相関係数を算出し、達成度に起因する要素や共起する要素を分析する. 選択肢間の相関係数を図12に示す. 上記3)では、フィードバックシステムにおける分類結果の理解度および印象、参加者クラスの割合およびレーダーチャートの提示による次回の行動意欲を主観評価で調査する.

評価項目1)について、表3より、繰り返し活動とリフレクション支援により、活動回数の増加に伴い達成度の平均値が向上した. 特に、2回目以下と3回目以上で達成度に有意な差が見られたことから($p<.05$), リフレクション支援が主体的な行動に寄与したといえる. 活動回数の増加に伴い回答者数が減少したため、確実なリフレクション支援の仕組みが要求される. なお、現地とオンライン両方の参加者がおり、活動内容が異なるため1回目の回答人数は24名となった.

表3 活動回数毎の達成度推移 (N:73)

	1回	2回	3回	4回以上
達成度	2.38	3.14	4.13	3.85
人数	24	21	15	13

評価項目2)について、図12より、0.7以上の強い相関が見られた項目は、表1, 2に示したans1-6と1-7, 1-6と2-10, 1-7と2-10, 2-4と2-10, 2-12と2-14の6組であった. このうち、設問1の「ゲーム/問題内容を理解できた」「大学生や大人に褒められた」と設問2の「礼儀正しく話せた」に相関があった. 設問1間の

「ゲーム/問題を理解できたこと」と「褒められた」に相関があり、これらは他者との協働が不可欠であることから、結果的に礼儀正しくできたことが達成度に寄与したと考えられる。また、設問2間では、「回答の順番を話し合った」と「礼儀正しく話せた」、「質問や相談ができた」と「同じグループの人に声掛けした」に相関があり、上記と同様に他者との円滑なコミュニケーションが達成度に好影響を与えたと考えられる。

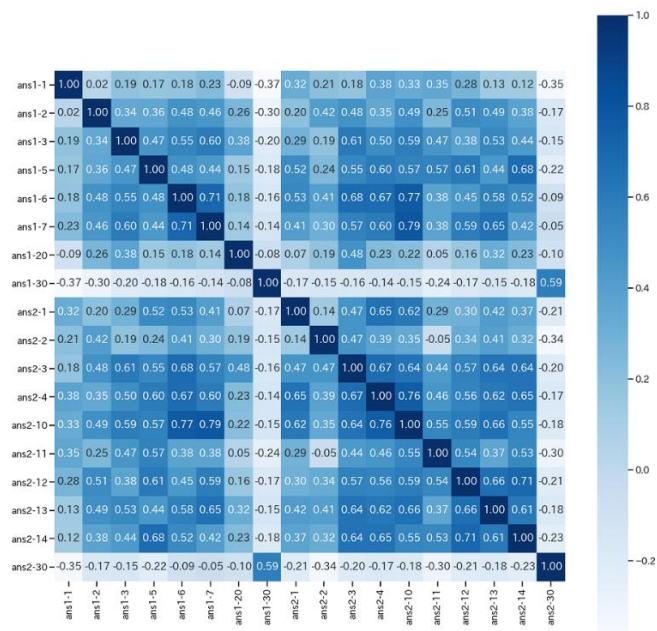


図 12 回答項目間の相関係数

評価項目 3)について、本活動終了後、調査協力に同意した参加者 21 名 (1, 2 年 : 4 名, 3~6 年 : 17 名) に対して、リフレクション支援の提示内容に対するアンケート調査を実施した。なお、収集システムの発達段階では、小学校 1~3 年, 4~6 年, 中学校以降の 3 区分としたが、調査項目の内容自体は学年に関係なく同一であること、小学校 3 年生の段階で習得済みの漢字が多いことから、小学 1, 2 年, 3~6 年の 2 区分とした。実験の結果、クラスタリングの分類では、全体の 29%がある程度理解できたと回答したものの、理解できなかった児童が大半であった。事前に各分類の説明資料を配布したものの、結果提示の際に参照しながら活動した訳ではないため、今後はフィードバックシステムの機能として発達段階に応じた簡単な説明と具体的な行動特性を提示できるようシステム改修を行う必要がある。クラスタ割合の提示により、1, 2 年生の 75%, 3~6 年生の 93%に次回の行動意欲が見られた。同様に、レーダーチャートの提示により、1, 2 年生の 100%, 3~6 年生の 80%に次回の行動意欲が見られた。

自由記述では、楽しかったとの回答が 4 件、現地とオンラインのつながりが欲しいとの回答が 1 件であった。上記の結果、フィードバックの提示方法に理解を促すための改善を要するが、参加者の志向に応じたリフレクション支援により、次回活動への行動意欲が見られることが分かり、達成度にも好影響を与えた。

5. 関連研究

子ども達の学びに関して、地域福祉の観点から子どもの主体性を育成する地域連携⁽¹³⁾、多様な学びの場⁽¹⁴⁾に関する研究がある。また、子どもの主体性開発については、人生の長期的視点を見据えた人生哲学である「7つの習慣⁽¹⁵⁾」を小学校の特別活動に導入し、子ども達の自治活動の調査事例がある⁽¹⁶⁾。一方、社会課題に対して子ども達が貢献できる分野を見出すことを目指し、計算論的思考に加え、ICTリテラシーと社会的な見方や考え方の必要性を論じた研究は報告がない。

本研究では、子ども達が社会課題に取り組むための素地となる主体的な学修課題の選択を目的とし、上記能力要素に基づく子ども向け学修データ収集システム、およびフィードバックシステムを開発した。フィードバックシステムについて、Hdioudらは複数の戦略に基づく様々な推薦システムを調査し、相関係数と標準偏差を用いた統合的アプローチにより、ユーザの労力を最小化し満足度を最大化する多基準推薦方式を提案した⁽¹⁷⁾。今後は、Hdioudらを参考に、学修者に個別化されたフィードバックシステムを検討する。

6. まとめ

本研究では、オンラインと対面の参加者が連携する子ども向け地域活動「ウォークアドベンチャー」を企画し、活動時に収集した学修データに基づくフィードバックシステムを開発した。具体的には、学修データに基づくクラスタリング結果をバトルテストによる分類と紐付けたリフレクション支援を行い、次の行動に主体的な好影響を与えるかを調査した。

その結果、活動回数が 3 回目を超えた段階で達成度の平均値の上昇傾向が見られた。また、収集システムの選択肢間で相関係数を算出したところ、質問や相談、礼儀正しさなど、他者との円滑なコミュニケーション

に必要な要素との間で強い相関が見られ、これらが達成度に好影響を与えたものと考えられる。今後は、ウォークアドベンチャー以外の学修活動に対応したフィードバックシステムの開発、地域活動を通じた継続的なデータ収集および分析を行う予定である。

謝辞

本研究は、JSPS 科研費 JP19K02982 の助成を受けたものです。ここに感謝の意を表します。

参考文献

- (1) 文部科学省：“小学校段階におけるプログラミング教育の在り方について（議論の取りまとめ）”，平成小学校段階における論理的思考力や創造性、問題解決能力等の育成とプログラミング教育に関する有識者会議，http://www.mext.go.jp/b_menu/shingi/chousa/shotou/122/attach/1372525.htm (2022年2月12日確認)
- (2) 渋谷一典：“小学校総合的な学習の時間におけるプログラミング教育”，未来の学びコンソーシアム，小学校を中心としたプログラミング教育ポータル，<https://miraino-manabi.jp/content/260> (2022年2月12日確認)
- (3) 河野義広，河野由香：“子ども達の主体的な学びを促進する学修支援システムの検討”，教育システム情報学会2018年度第6回研究会（於武蔵野大学）(2019)
- (4) Yoshihiro Kawano, Yuka Kawano, "A Proposal of Children Learning System to Promote Self-directed Choosing of Learning Tasks and Analysis of Learning Data in a Programming Classroom", The 23rd International Conference on Network-Based Information Systems (NBIS-2020) (Victoria, Canada, *online) (2020)
- (5) Yoshihiro Kawano, Yuka Kawano, "Development of Learning Systems for Children to Promote Self-Directed Choosing of Learning Tasks", International Journal of Mobile Computing and Multimedia Communications (IJMCMC), 12(3), 60-77. <http://doi.org/10.4018/IJMCMC.20210701.oa1> (2021)
- (6) R. Bartle, "Hearts, clubs, diamonds, spades: Players who suit MUDs", The Journal of Virtual Environments, 1(1) (1996)
- (7) 文部科学省，“大学入学者選抜における多面的な評価の在り方に関する協力者会議 審議のまとめ”，https://www.mext.go.jp/content/20210331-mxt_daigakuc02-000013844_1.pdf (2022年2月10日確認)
- (8) J. M. Wing, "Computational thinking and thinking about computing," Philos. Trans. R. Soc. A Math. Phys. Eng. Sci., vol. 366, no. 1881, pp. 3717–3725, 2008, doi: 10.1098/rsta.2008.0118. (2008)
- (9) R. Andrian, R. Hikmawan, "The Importance of Computational Thinking to Train Structured Thinking in Problem Solving", Jurnal Online Informatika, Volume 6, No.1, pp. 113-117, doi: 10.15575/join.v6i1.677 (2021)
- (10) 文部科学省，“社会的な見方や考え方（追究の視点や方法）の例（案）”，https://www.mext.go.jp/b_menu/shingi/chukyo/chukyoo3/071/siryo/icsFiles/afiedfile/2016/06/10/1371282_17.pdf (2022年2月11日確認)
- (11) Yoshihiro Kawano, Yuka Kawano, "A Proposal of Learning Feedback System for Children to Promote Self-directed Learning", The 24th International Conference on Network-Based Information Systems (NBIS-2021)(Taichung, Taiwan, *online) (2021)
- (12) 文部科学省：“子どもの発達段階ごとの特徴と重視すべき課題”，子どもの徳育に関する懇談会「審議の概要」（案），https://www.mext.go.jp/b_menu/shingi/chousa/shotou/053/gaivou/attach/1286156.htm (2009) (2022年2月15日確認)
- (13) 後山恵理子：“子どもの主体性を育てる福祉教育—地域の連携のあり方—”，東海学院大学紀要，2, 43-46 (2008)
- (14) 田村光子：“大学—地域連携による「わかばこどものまち CBT」の取り組み—多様な子どもの学びの場の必要性についての検討—”，植草学園短期大学研究紀要，第18号，1-7 (2017)
- (15) スティーブン・R・コヴィー：“7つの習慣-成功には原則があった!”，キングベアー出版 (1996)
- (16) 高橋健一：“子どもたちが自治的活動を行う姿を求めて：「7つの習慣」を意識した取組を柱にして”，上越教育大学学校教育実践研究センター，教育実践研究，Vol.20, pp217-222 (2010)
- (17) F. Hdioud, B. Frikh, B. Ouhbi, & I. Khalil, Multi-Criteria Recommender Systems: A Survey and a Method to Learn New User's Profile, International Journal of Mobile Computing and Multimedia Communications (IJMCMC), 8(4). 20-48. (2017)

変革に適応するキャリア教育の設計

田中洋一^{*1*}, 山川修^{*3}, 合田美子^{*2}

^{*1} 仁愛女子短期大学, ^{*2} 熊本大学教授システム学研究センター, ^{*3} 福井県立大学

Designing Career Education to Adapt to Change

Yoichi TANAKA^{*1*}, Osamu YAMAKAWA^{*3}, Yoshiko GODA^{*2}

^{*1} Jin-ai Women's College,

^{*2} The Research Center for Instructional Systems, Kumamoto University,

^{*3} Fukui Prefectural University

Society5.0に対応する人材を育成するためにはSEL (Social and Emotional Learning) が大切だと考えている。また、主体的なキャリア形成のためには進路選択に対する自己効力を高めることが必要である。オンラインで実施したキャリア教育科目におけるSELの設計及び進路選択自己効力に関して報告する。

キーワード: SEL (Social and Emotional Learning), 進路選択自己効力, 情動知能, キャリア教育

1. はじめに

仁愛女子短期大学（以下、本学と記す）の生活科学学科では、2021年度に生活情報専攻と生活デザイン専攻を統合し、生活情報デザイン専攻（以下、本専攻と記す）を新設した。本専攻の設置理由は、OECD ラーニング・コンパス 2030 の「より良い未来の創造に向けた変革を起こす能力」を身につけ、Society5.0（新しい働きかたや新しい生活様式）に適応できる学生を養成することである。具体的には、経験学習サイクルを通して、3つの道具「プログラミング的思考、デザイン思考、アート思考」を身につけていく。ただし、そのベースには、SEL (Social and Emotional Learning) が重要だと考えている。SELとは、「社会性と情動の学習」のことであり、欧米で広く実践されている自尊感情や対人関係能力の育成を目的とした教育アプローチである。Collaborative for Academic, Social and Emotional Learning (CASEL) ⁽¹⁾は、SELにおいて重要な5つの能力（「Self-awareness: 自己理解」「Self-management: 自己マネジメント」「Social awareness: 社会や他者の理解」「Relationship Skill: 対人関係スキル」「Responsible Decision-Making: 責任ある意思決定」）をクラスルーム、学校、家庭や地域社会の中で育てていくことを目的にしている。

本学では、COVID-19の対策として、2020年度前期

は全科目オンライン授業とした。筆者は、日本の高等教育におけるSELの必要性を考え、本学にて担当する「キャリアプランニング」（以下、本科目と記す）の授業設計に、マインドフルネス、質問ワーク、ライフデザイン・ポートフォリオの作成を数年前から取り入れている。2020年度及び2021年度の本科目は基本的に、オンライン会議アプリZoomを用いた同期型（リアルタイム配信）で実施した。ただし、レクチャー部分は、YouTubeを活用したオンデマンド動画をLMS（学習管理システム）「仁短Moodle」に配置した。本稿では、2020年度の実践結果にもとづき、2021年度さらにリデザインした授業設計及び進路選択自己効力に関して報告する。

2. SELの設計

2.1 授業の概要

本科目は、事務職に就く学生が多い生活情報専攻及び本専攻学生全員が履修する1年前期の選択科目である。生活情報専攻にて2020年度に開講した本科目の授業目的は、自分のアイデンティティを探り、自分の目標を設定、行動プランを作成し、実行することである。そのため、ジェネリックスキルテスト及びその振り返り、自己PRの作成、働く価値に関するカードを用いたワーク、マインドフルネスの実践、ピアメンタ

リング、ライフデザイン・ポートフォリオの作成を通して、自己理解及び自己目標の設定を行う。

本専攻にて 2021 年度に開講した本科目の授業目的は、SEL を通して、自尊感情や対人関係能力を育成し、キャリアをデザインすることである。そのため、マインドフルネスやライフデザイン・ポートフォリオ作成等の実践により自己理解、質問ワークやプロセス・エデュケーションの実践により社会や他者の理解及び対人関係スキル、ジェネリックスキルテストや働く価値ワークショップ等の実践により自己マネジメント及び責任ある意思決定を育てていく。

本科目の到達目標は下記の 5 つである。

- ① 客観的に自己や他者を観察できる。
- ② 経験を省察することにより、マイセオリーを作成できる。
- ③ 自分の経験から判断し、ライフデザイン・ポートフォリオを作成できる。
- ④ 自分の強みや経験にもとづき、他者に対して自己を PR できる。
- ⑤ 自分の強み・弱みを理解した上、自らの働く価値やキャリアを設計できる。

2.2 授業計画

2020 年度は、急なオンライン授業への対応のため、①自己紹介、②SEL (マインドフルネス、質問ワーク、ライフデザイン・ポートフォリオ)、③就職を見据えた行動計画 (働く価値観、ライフプラン、PROG の振り返り等) と理想的な学び順になった。

2021 年度は、①マインドフルネス、②プロセスエデュケーション、③ライフデザイン・ポートフォリオ、④ジェネリックスキル&ライフプランという学び順にリデザインした。特に、マインドフルネスの体験を前倒ししたことと、プロセスエデュケーションの内容を拡充したことが修正ポイントである。

(1) マインドフルネス入門

到達目標：幸福について考える、マインドフルネスを知る。

(2) マインドフルネス：ヨガ瞑想①

到達目標：ヨガ瞑想 (座位) を実践してみる。Breathing (呼吸) エクササイズ&Isometric (等尺性) エクササイズの体験。

(3) マインドフルリスニング&ヨガ瞑想②

到達目標：マインドフルネスに慣れる。マインドフルリスニング (傾聴) & ヨガ瞑想 (あおむけ)。

(4) プロセスエデュケーション

到達目標：名画鑑賞ワークの体験。幸福の 4 因子の理解。

(5) 質問ワーク「自分の課題」

到達目標：チームにおける質問の力を知る。問題の再定義の意義を知る。

(6) 合意形成ワーク

到達目標：各自の「モノの考え方」や「価値観」に注目して、お互いの理解を深める。少数意見を大切に、対話の過程を観察する。

(7) ジェネリックスキルテスト【非同期型】

到達目標：現時点での自分のジェネリックスキルを判定する。リテラシーテスト (学び方) & コンピテンシーテスト (態度)。

(8) 過去を想起する

到達目標：ピアメンタリングのコツを理解する。過去を想起して、可視化する。

(9) 過去回帰から理念を導く

到達目標：自分の理念について考える。

(10) 人生の核心をつかむ

到達目標：自分の理念及び人生の核心について考える。

(11) 核心に沿った目標を立てる

到達目標：短期目標&長期目標を立てる。ライフデザイン・ポートフォリオ (LDP) を作る。

(12) LDP 発表&ライフプラン【非同期型】

到達目標：変化への適応力を考える。自分のライフデザイン・ポートフォリオについて説明できる。自分のライフプランを作成する。

(13) 働く価値に関するワークショップ

到達目標：自分にとっての働く価値観を説明できる。

(14) ジェネリックスキルの振り返り

到達目標：ジェネリックスキルテストを振り返り、自分の強み&弱みを理解する。

(15) 自己 PR のプレゼンテーション

到達目標：自己 PR をプレゼンする。自分にとっての本授業の意義を考える。

2.3 振り返りシート

本科目では、毎回課題として「振り返りシート」を記述してもらう。内容は下記のとおり、Kolbの経験学習サイクル⁽⁴⁾にもとづいている。

- ① 経験「やってみよう！」
今回の授業&課題で経験したことのうち、印象に残っているのは何ですか？ なるべく具体的に書きましょう。
- ② 振り返り「どうだった？」
先の経験から自分が気づいたことや分かったことは何ですか？
- ③ マイセオリー「次はこうしよう！」
先の振り返りをふまえて、今後、他の場面でも活用できるようなマイセオリー(仮説や教訓)は何ですか？
- ④ チャレンジ「試してみよう！」
今回の振り返りシートには書かなくていいですが、先のマイセオリーを実際に試してみよう！

SELとしても、この振り返りシートが重要だと考えている。本科目で実施したZoomでのグループワーク(ブレイクアウトルーム)では、明確なインストラクションとタイトな時間制限をかけた上、全体メッセージによる各グループへの指示はしたが、各グループ自体は巡回しなかった。対面授業の場合、対話が活性化していないグループへは介入をしていたが、遠隔授業では放任しているため、振り返りシートでプロセスを確認し学生ごとへフィードバックしている。

3. 心理尺度を用いた学習効果の分析

3.1 進路選択自己効力

主体的なキャリア形成のためには進路選択に対する自己効力感を高めることが必要である。進路選択に対する自己効力尺度⁽³⁾を授業1回目と15回目の授業終了時に実施した。本尺度は30項目を4件法で回答しており、両方に回答した有効回答数は77名である。2回とも正規性があり、15回目に進路選択自己効力が0.1%有意で向上した(表1)。

表1. 進路選択自己効力の測定結果

	平均	(標準偏差)
1回目	82.0	(11.96)
15回目	84.6**	(11.86)

※ $n=77$, ** $p<0.01$

3.2 情動知能

日本におけるSELと同じような概念として、情動知能や非認知能力というキーワードがある。特に、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)」⁽⁴⁾とSELは重なる点が多い。そのため、本科目1回目終了時と14回目終了時に、情動知能の質問紙である日本語版WLEIS⁽⁵⁾を使って測定を行った。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つのカテゴリーに分かれる。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87名である。「他者の情動評価」カテゴリーは1%有意で向上した(表2)。

表2. 情動知能の測定結果: 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回	21.6 (3.07)	21.1 (3.13)	17.1 (3.64)	18.3 (3.73)
14回	22.2 (2.97)	21.9** (2.96)	17.6 (3.63)	18.9 (4.32)

$n=87$, ** $p<0.01$

3.3 進路選択自己効力と情動知能との相関

先述した進路選択自己効力及び日本語版WLEISの両方ともに2回回答した有効回答数は74名である。15回目の進路選択自己効力及び14回目の日本語版WLEISの相関係数を調べたところ、「自己の情動評価」と「他者の情動評価」は弱い正の相関、「情動の利用」と「情動の調節」は正の相関があった。(表3)。

表3. 進路選択自己効力と情動知能の相関

	自己の 情動評価	他者の 情動評価	情動の 利用	情動の 調節
相関 係数	0.32	0.43	0.53	0.52

$n=74$

4. おわりに

本科目15回終了後の授業評価アンケートにおける質問4つに対する平均(標準偏差)は下記のとおりで

ある(4件法, 有効回答数 50名)。「①あなたは、この授業に対して意欲的に取り組んだ」3.9 (0.35), 「②この授業において、教員の指示は適切だった」3.8 (0.40), 「③全体的に、この授業の内容は理解できた」3.7 (0.51), 「④総合的に判断すると、良い授業だった」3.8 (0.40)。すべての項目で、本専攻平均よりも高い値であった。また、主体的なキャリア形成の指標になる進路選択自己効力は 0.1%有意で向上したため、キャリア教育としての学習効果があったと考えている。

情動知能の指標として用いた日本語版 WLEIS は、「他者の情動評価」カテゴリーのみ有意に向上した。これは、2021 年度に拡充したプロセスエデュケーションの効果かもしれない。2020 年度の本尺度調査⁶⁾は、急なオンライン授業への対応のため、4 回目と 13 回目に測定したので純粋な比較にはならないが、「情動の調節」カテゴリーのみ有意に向上した。

本科目終了時における進路選択自己効力及び日本語版 WLEIS カテゴリーには弱い正の相関はあったため、SEL の意義はあると考えている。

2022 年度は、本科目を面接授業で実施する予定のため、授業方法の違いも含め、SEL の学習効果を心理尺度や半構造化インタビューで明らかにしたい。

謝辞

本研究は、JSPS 科研費 JP 19K03100, 20H01727, 21K18516 の助成を受けたものです。

参考文献

- (1) CASEL, <https://casel.org> (2022/2/24 閲覧)
- (2) Kolb, D. A. : “Experiential learning: Experience as the source of learning and development”, Prentice Hall, Englewood Cliffs. (1984)
- (3) 浦上昌則: “学生の進路選択に対する自己効力に関する研究”, 名古屋大学教育学部紀要, Vol.42, pp.115-126 (1995)
- (4) Goleman, D. : “Emotional Intelligence: Why it Can Matter More Than IQ?” (1995). (土屋京子訳, EQ : こころの知能指数, 講談社)
- (5) 豊田弘司ら: “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)

- (6) 田中洋一: “オンラインでのキャリア教育科目における SEL の設計と進路選択自己効力の向上”, JSiSE Research Report vol.35, no.6, pp.27-30 (2021)

フィードバック誘起モデルの開発： 量的アプローチによる推計式の試作

可部繁三郎^{*1}, 田中洋一^{*2}, 山田政寛^{*3}, 石毛弓^{*4}, 山本佐江^{*5}, 合田美子^{*6}

^{*1} 日経グローバル, ^{*2} 仁愛女子短期大学, ^{*3} 九州大学,
^{*4} 大手前大学, ^{*5} 帝京平成大学, ^{*6} 熊本大学

Development of Feedback Inducing Model: Prototyping of Estimation Formula by Quantitative Approach

Shigesaburo KABE^{*1}, Yoichi TANAKA^{*2}, Masanori YAMADA^{*3}

Yumi ISHIGE^{*4}, Sae YAMAMOTO^{*5}, Yoshiko GODA^{*6}

^{*1} Nikkei Global, ^{*2} Jin-ai Women's College, ^{*3} Kyushu University

^{*4} Otemae University, ^{*5} Teikyo Heisei University, ^{*6} Kumamoto University

自己成長を促すうえで必要な良質なフィードバック (FB) をいかに引き出すことができるかに着目し、学習者がどのような準備をして FB を誘起するかについてモデル化を試みる。学習者と複数の FB 提供者がいる 1 対多の場面を想定し、並行して進める質的アプローチを参考にしながら FB 誘起要因を探り、FB 誘起に関わる推計式を試作する。FB 授受に関わる場面の録画を文字化するシステムを開発中で、利用可能になった段階で、FB に関わる場面の画像・文章データを蓄積して変数として推計式に投入、モデルとしての妥当性を検証する。

キーワード: フィードバック (FB), 準備, 誘起, 量的アプローチ, 1 対多

1. はじめに

教育実践のほか、職場での訓練・教育や生涯教育など幅広い場面において、自己の成長には他者からの情報、とりわけフィードバック (FB) は重要である。FB は自身のパフォーマンスや理解に関して教員や仲間などから提供される情報である⁽¹⁾。有益な FB をいかに提供するかについての研究は、これまで数多く積み重ねられてきた。

しかし、FB の目的が現実のパフォーマンスと望ましい学びの目標の間のギャップに橋渡しをする⁽²⁾ という点を踏まえると、いかに情報を提供するかだけでなく、建設的で良質な FB をいかに引き出すかも大きな関心事のほずである。この視角からの体系的な既存研究はわずかであり、本研究は FB をいかに引き出すかに着目したモデル構築を目指す点で新規性がある。

人材育成という観点に立てば、有益あるいは良質な FB を引き出すスキルは自己成長を促し、発展させていく上で必要と考えられる。このようなスキルの蓄積は教育分野のみならず、他分野でも重視されるトピックであり、例えば経済学では人的資本の開発という観

点につながる。人的資本の開発は直線的に進むのではなく、螺旋階段のように複雑で時間のかかるプロセスであり、その過程で新しい発見や学びが期待できる⁽³⁾。こうした長期にわたる自己成長の過程では、誰かの指示を待つのではなく、役にたつ様々な情報を自ら求めて活用する能力が必要になるが、その 1 つとして良質な FB を引き出して活用するスキルを位置付けることができる。FB リテラシーは大学でよく学ぶためだけでなく、職場や生涯学習においても核となる能力といえる⁽⁴⁾。

筆者と共著者は FB をいかに引き出すかという観点に立ち、自己成長を目指す学習者がどのような準備をすることで FB の提供者からの、より良質な FB の誘起につなげているのかに着目し、モデル開発を目指している。FB 誘起モデルの開発にあたっては、経験や観察・既存の理論などに基づく質的アプローチと、FB の授受に関わる場面のデータを蓄積し、量的観点からのアプローチを併用する。両アプローチの併用によるモデル化は新規性があるだけでなく、それぞれのアプローチに伴う考察や検証を踏まえながら作業するため、

モデルの信頼性を高めることにもつながる。例えば、量的アプローチにおける変数の策定にあたっては、質的アプローチで用いるルーブリックやアンケートに基づくデータも活用する。

また、両アプローチとも、FBの授受の場面として、学習者とFB提供者の1対1の場面だけでなく、研究会のような学習者と複数のFB提供者のような1対多の場面も対象としている点も新規性がある。

本報告は量的アプローチを中心に据えて、推計式の内容を紹介するとともに、現在作業中のデータ入手方法についても説明する。

2. FB 誘起モデル

2.1 FBの誘起とは

FBの目的は現在の理解、パフォーマンスとゴールとの相違を減らすことである⁵⁾。そのために期待されるFBの機能は、a)どこに向かうか(目標設定)、b)どうやって向かうか(目標に関する達成部分と未達成部分についての現状把握)、c)次のステップは何か(将来行動)——が挙げられる¹⁾。

435の実証研究を対象にメタ分析を行った先行研究では、FBの形態・効果は多様であるもののFBの学習に対する中程度の効果が認められた⁶⁾。

ただ、FB提供の視点からみると、FBは何かの上に構築されるものであり、初期学習や表面的な基礎知識がないとほとんど役に立たない¹⁾。これをFB誘起の視点から考えると、学習者が教員や仲間などからFBを引き出そうとするなら、自身が事前に何らかの準備をしておくことが必要になる。ここでポイントになるのはより良質なFBを引き出すための準備である。研究会などの発表を例にとると、ピンと外れなコメントではなく、自分が得たいと思うようなFBを引き出すにはどうすればよいかである。

研究会での発表であれば、自分の思考結果を踏まえて、研究会の参加者から役に立ちそうなFBを得るためには、事前に自らが思考して発表資料を用意する過程においても似たような作業をしておくことが最も効果的と考えられる。すなわち、目標設定、現状把握をすることであり、場合によっては次のステップを課題として意識することもあるだろう。考えてみれば、こ

れは論文を書いたり、研究発表をしたりする場合には当然こなしているはずのことである。

従って、学習者はFBを得るために発表をする際、事前に発表資料などを用意する段階で目標設定と現状把握(場合によっては次のステップについても)に関して何らかの形で自問自答しているわけで、この作業をFB誘起のための準備とみなす。その準備の程度は発表内容に反映されていると考えられる。発表時に参加者から実際にコメントなどの情報が提供され、それを役に立つFBとして受け入れる場合は、自分の準備をFBによって修正することになる。

本研究では量的アプローチによる誘起モデルの推計式を構築するにあたって、より良質なFBを得るための学習者の準備に着目する。まず、①準備の決定要因は何かを探り、次の段階として、②準備とFBの誘起・授受の関係について究明する。

2.2 研究対象

教育学分野の大学院に所属する学生、修了生、研究員、教員、および、外部の有志で教育学に関連する研究に興味のある者が任意で参加する研究会を、研究対象とした。この研究会は実践コミュニティとして機能しており⁷⁾、SNSのFacebook上でグループを作り、連絡を取っている。参加者は2022年2月現在で47人。オンライン形式で1~2カ月に一度、研究会(全体で2時間、1回あたり2人の研究発表と質疑応答)を催しており、1回の参加者は15人程度である。

2.3 データ

質的・量的アプローチを行うために、2020年6月以降に開いた研究会の各回の内容は録画されており、研究会の参加者から使用について同意を確認している。2022年2月時点で16回分の発表を録画済みである(延べ発表者32人で、複数回の発表者は7人)。1年間で20人強の発表場面が蓄積される計算となる。

現在、文字起こしのシステムを開発中で、完成した時点で個々の発言内容を文章化して、その特徴をタグ付けし、各タグの顕現について整理する。この画像・文章情報からはFB授受の場面に関する様々な情報をくみ取ることができる。また、研究会での発表資料やゼミ後のコメント・意見交換もフェイスブック上のグ

ループ内で実施・記録されている。

研究会では年に一度、個人の属性や特性（批判的思考など）に関するアンケートを実施しており、ここで得た情報は量的アプローチでの変数として活用する。

このほか、質的アプローチの一環として、研究会参加者が提供する FB の質を高めるため、FB の質をチェックするためのループリクを作成しており、それを基に発表者と提供者がより質の良い FB の授受に関われるように、FB 活用シートも用意している。ここへの記入内容も量的アプローチのデータとして活用する。

このように質的アプローチで確認した内容を基に量的アプローチの変数を作成することで、より妥当性や信頼性のある推計式の構築につながると考えられる。

3. 推計式の作成

3.1 2段階で推計式を構築

2.1 で述べたように、量的アプローチでは、研究会という実践コミュニティの場で学習者が発表を通じて FB を求める過程に焦点を当て、①準備の決定要因は何かをまず探り、次の段階として、②準備と FB の誘起・授受の関係を探る。換言すると、どのような要因が学習者の準備に対して影響を与えるのか、そして準備は FB の受け取りにどのような影響を与えるのかに注目するわけで、準備を巡る因果関係に焦点を当てる。

そこで、 $y=f(x)$ という関数を想定し、①②のそれぞれについて線形の因果関係式を当てはめた推計式を構築する。各式の詳細は 3-2、3-3 で説明する。1 対多のケースを基本にした構造だが、推計式②の制御変数については 1 対 1 のケースについても考察する。

3.2 推計式①FB を得るための準備の決定要因

ここでは、 $y=a+b\sum x+c\sum z$ という形式の推計式を策定し、OLS による推計を行う。

被説明変数は FB を得るための学習者による準備の度合いである。研究チームのメンバーがゼミでの発表／質疑やゼミ後のやり取りを記録した文字・画像音声データを踏まえて 5 段階で評価して平均値をとる。以下で説明するように説明変数として主観的尺度を使うため、被説明変数は客観性の高い指標を使うことで推計精度を確保する。準備度合いには学習者自身における FB に類似した作業（㊸目標設定、㊹現状把握、㊺

次のステップ）が反映されていると考え、5 段階で評価する。FB の機能は㊸目標設定→㊹現状把握→㊺次のステップというように段階を経ることを踏まえ、㊺を最も高い評価として、次いで㊹、㊸の順とする。

説明変数は FB に対する学習者の基本的な態度を示す変数を採用する。批判的思考態度尺度^⑧のほか、「自分を知る」「相手や社会を知る」「自分で制御する」などの下位尺度を持つ情動知能尺度 (EQ) を想定している。また、1 対多という場では、修了生が在学中の院生に対して、院生の成長も意識した姿勢でコメントをするなどのケースも考えられるため、向社会性を測る尺度の利用も検討する。説明変数間の多重共線性の可能性を考慮し、これらの説明変数は別々に投入する。

制御変数として、学習者の準備と属性に関する変数を用意する。研究会における発表回数が多ければ準備の水準向上が予想されるので、研究会での発表回数を変数に加えるほか、属性（当面の設定ゴール、FB 提供経験の有無、研究会参加目的、年齢）に関する変数も投入する。当面の設定ゴールは修士論文の提出、博士論文の提出、学会発表や論文投稿などで、発表者の準備度合いに影響を与えられられる。また、教員などは FB 提供者としての役割を意識的に果たす経験があるので、FB の誘起を目指す場合に提供者としての経験が役立つ可能性がある。そこで、FB 提供経験の有無を制御する。研究会参加目的は、求める FB が発表内容の向上という短期的なものか、研究姿勢の向上のようにより長期的なものかを区別する狙いがある。

3.3 推計式②準備と FB の誘起・授受の関係

ここでは $y=a'+b'\sum x'+c'\sum z'$ という形式の推計式想定し、probit による推計を行う。

被説明変数は研究会において学習者（発表者）が参加者からの FB を受容したかどうかの 2 項変数である。FB の授受については、図 1 が示すように、FB の提供者と受ける側の学習者とでは視点が異なることに注意する必要がある。FB の提供者の視点から見ると、時宜や内容などの点で学習者に適した FB の供与かどうかは重要であり^⑨、FB のタイプも断定的なものから、ほめたり叱ったり、修正に関するものなど多様である^⑩。

一方、FB を誘起するという学習者にとっては、どのような FB を提供するかは相手が決めることなので、

自らの準備に合った FB を期待することになる。自分の準備（例：㉔現状把握）よりも低い水準（例：㉑目標設定）のコメントや意見は FB とはいえないだろうし、発表者の目標設定があやふやな状態では、高度で細かい方法論や次のステップへの助言など自分の準備よりも高い水準のコメントや意見はよく理解できず、FB としては受け止められないだろう。また、批判的な意見があった場合、準備がきちんとできていなかった発表者は叱責のような否定的なニュアンスに受け取ってしまうかもしれないが、準備をきちんとしていた場合は、改善のための意見として受け入れ、役に立つ FB と認識するかもしれない。

従って、学習者から見た FB の授受において重要なのは FB がどのような内容かよりも、自らの準備に合った FB への期待に合致するかどうかであり、FB の授受があったかどうかは学習者の主観的な判断に委ねられることになる。

具体的には、発表への参加者からのコメントなどが発表者の期待通りかどうかについて、2-3 で触れたルーブリックをベースにした記録シートに学習者に記入してもらい、発表へのコメントなどが期待以上／期待通りであれば FB が誘起して発表者に受容されたと判定する。逆に期待以下／期待外れであれば、FB の受容には至らなかったと判定する。

説明変数としては、準備の水準が FB の授受にどのような影響を与えるのかに関心があるので、3-2 で説明した学習者の準備についての変数を投入する。

さらに、FB として提供された情報のうち、FB のどの機能に関するものが多かったかという変数も用意する。研究会の参加者から発表者に対して FB として発信された情報を FB の機能別に㉑目標設定、㉔現状把握、㉓次のステップのいずれかに分類し、㉑+㉔+㉓に対する㉑、㉔、㉓各々の割合を求める。FB として発信された情報のうち、どの機能が多いかに着目する。

制御変数としては、FB を授受する環境の心理的安全性に着目し、心理的安心感の有無を制御する。研究会など FB をやり取りする場が肯定的な学習環境であれば、居心地の良い学習環境はより生産的で円滑な FB 授受を可能にすると考えられる⁽¹⁰⁾。

なお、1 対多の場面においては多様な参加者が様々な方法・タイミングで情報を発信するので、FB の発信

者（教員、教員以外の参加者）や方法（口頭、文章、口頭と文章の両方、内容を点数化して評価）、タイミング（その場で、後で）は変数として扱わない。但し、1 対 1 の場面の 경우에는 発信者やタイミングを区別することは可能なので、FB の発信者や方法、タイミングについての変数を追加する。

4. 今後の作業

研究会の各回録画をもとに文字起こしするシステムが実用化できた時点で録画・音声情報の文章情報化に着手する。並行して、アンケート調査の情報や記録用シートに基づく情報なども整理して変数データを構築する。録画した発表内容は現時点で 32 人分ののぼるので、3-1、3-2 で示した推計式に投入して、①FB 誘起のための準備の決定要因②準備と FB の誘起・授受の関係——に関する推計を行う。係数の符号や大きさなどを踏まえて推計式の妥当性について考察する。

ただ、変数データが構築できたとしても、現時点の FB 誘起・授受に関するサンプル数は 32 に過ぎない。高等教育における FB の授受に焦点を当てたメタ分析の先行研究では、380 件の実証研究論文のうち 53% がサンプル数 100 未満でその 3 分の 1 が 50 未満など、サンプル数の少なさが目立った⁽²⁾。推計式の妥当性や頑健性を探るうえで、少なくとも 50 以上、可能な限り 100 以上のサンプル数の確保を目指す。

頑健性のある推計式の構築により、学習者がどのような準備をすれば有益な FB を誘起することができるかを予測できることになり、学習者の自己成長の促進にもつながることが予想されるため、様々な実践的な学習の場における有用性が期待できる。

サンプル数の拡大作業のほか、上述の①②に加えて、③受容した FB の活用についての推計式も構築する計画である。また、現時点では 1 対多の場面は学習者（発表者）対参加者という関係に限定しているが、学習者と参加者の情報のやり取りは、それを聞いていた他の参加者が行おうとする FB に影響を与えるなど、参加者間の相互作用にも波及することが考えられる。FB を巡る参加者間の相互作用は、学習者と参加者の情報のやり取りに比べてより動的な関係とみることができ、これについても文字起こしシステムの機能を拡張する

などの作業を進め、将来的にはモデルに取り込んでいきたいと考えている。

5. 図表

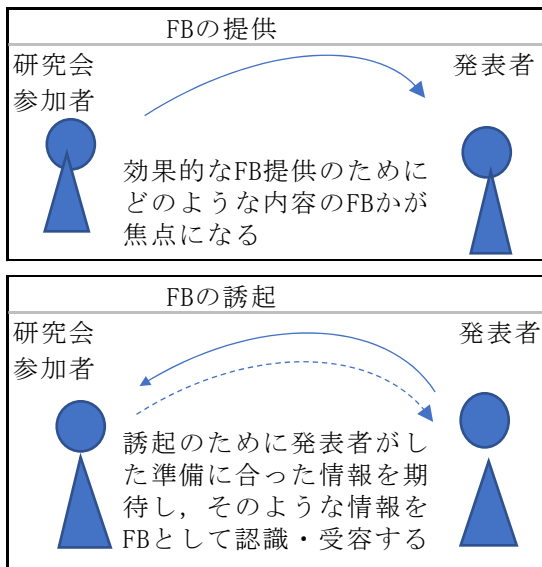


図1 FBの提供(上)とFBの誘起(下)

6. 付録

推計式の詳細は以下の通りである。推計式②の制御変数を除き、1対多を基本にした構造となっている。A, B, C, Dはデータ入手方法で、詳細は注を参照。

* 第一段階：推計式①FBを得るための準備の決定要因

$$y = a + b \sum x + c \sum z : \text{OLSによる推計}$$

被説明変数	
y_1 : 学習者がFB誘起に向けて行った準備 → 研究チームの5段階採点の平均値 5=次に行うべきことを意識 4=目標に向けて何が不足しているかが明確 3=発表内容の目指す目標が明確 2=資料あるが論旨や構成が分かりにくい 1=資料なし/揃わない状態での口頭発表	[A]
説明変数 ($x_1 \sim x_3$) : 学習者の対FB基本姿勢	
x_1 : 批判的思考態度尺度 → 「論理的思考自覚」など4因子33項目	[B]
x_2 : 情動知能 (EQ) 尺度 → 「自分を知る」「相手・社会を知る」などの下位尺度がある	[B]
x_3 : 向社会性尺度 → 他人の成長も考えるという姿勢を考慮	[B]

制御変数 ($z_1 \sim z_5$)	
z_1 : 研究会発表者の過去の発表会での発表回数 → 回数が多ければ準備の水準向上を想定	[A]
z_2 : 学習者の属性 (当面の設定ゴール) 修論, 博論, 学会発表/論文投稿, その他	[B]
z_3 : 学習者の属性 (FB提供者の経験の有無) あり (教育職など), なし	[B]
z_4 : 学習者の属性 (研究会への参加目的) 発表内容の向上, 研究姿勢の向上	[B]
z_5 : 学習者の属性 (学習者の年齢) 20歳代, 30歳代, 40歳代, 50歳代以上	[B]

* 第二段階：推計式②準備とFBの誘起・授受の関係

$$y' = a + b \sum x' + c \sum z' : \text{probitによる推計}$$

被説明変数	
y'_1 : FBを受容したかどうか → 期待通り/以上のコメントあり : FB受容あり 期待以下/外れのコメントのみ : FB受容なしと判定する。	[C]

説明変数	
x'_1 : 学習者がFB誘起に向けて行った準備水準 → 第一段階で y_1 として投入した変数を使用	[A]
x'_2 : FB機能割合 → FB機能 (a)目標設定, (b)現状把握, (c)次のステップ) に着目し, 提供者がFBのつもりで発信した情報のうち, (a)+(b)+(c)に対する (a), (b), (c)それぞれの割合を求める。どの機能のFBが多かったかを制御するのが目的。	[D]

制御変数	
z'_1 : FB授受の環境の心理的安心感 主宰者との関係で安心感, 他の参加者との関係で安心感, 主宰者・参加者の両方との関係で安心感	[B]
<1対1の場合に追加可能な変数>	
z'_2 : FBの発信元 主宰者, 研究会の参加者	[A]
z'_3 : FBの方法 口頭, 文章, 口頭&文章, 点数化して評価	[A]
z'_4 : FBのタイミング その場で, 後で	[A]

注：データ入手方法は以下の通り。

- A: 研究会の文字・画像音声データ
- B: 研究会参加者への年1回のアンケート調査
- C: 発表へのコメントについて, 発表者が書き込む記録用シート
- D: 発表へのコメントについて, FB 提供者 (=参加者) が書き込む記録用シート

- Feedback for Learning, Vol.70, No.1, pp.10-16 (2012)
- (10). Ramani, S., Könings, K., Ginsburg, S. et al.: “Twelve tips to promote a feedback culture with a growth mind-set: Swinging the feedback pendulum from recipes to relationships”, *Medical Teacher*, Vol.41, No.6, pp.625-631 (2019)

謝辞

本研究は JSPS 科研費 JP20H01727 より支援を受けて実施されている。

参 考 文 献

- (1). Hattie, J. and Timperley, H.: “The power of feedback”, *Review of Educational Research*, Vol.77, No.1, pp.81-112 (2007)
- (2). Evans, C.: “Making sense of assessment feedback in higher education”, *Review of Educational Research*, Vol.83, No.1, pp.70-120 (2013)
- (3). Kabe, S.: “Human resource development in Asia: Expected role of higher education”, Kabe, S., Ushiyama, R., Hamori S. et al. (eds.), *Moving Up the Ladder: Development Challenges for Low & Middle Income Asia*, World Scientific: Singapore, pp. 81-99 (2016)
- (4). Carless, D and Boud, D.: “The development of student feedback literacy: enabling uptake of feedback”, *Assessment & Evaluation in Higher Education*, Vol.43, No.8, pp.1315-1325 (2018)
- (5). Sadler, D.R.: “Formative assessment and the design of instructional systems”, *Instructional Science*, Vol.18, pp.119-144 (1989)
- (6). Wisniewski, B., Zierer, K. and Hattie, J.: “The power of feedback revisited: A meta-analysis of educational feedback research”, *Frontiers in Psychology*, Vol.10, Article 3087, pp.1-14 (2020)
- (7). Wenger, E.: “Communities of Practice: Learning, Meaning, and Identity”, Cambridge University Press, Cambridge: U.K. (1997)
- (8). 平山るみ, 楠見孝: “批判的思考態度が結論導出プロセスに及ぼす影響—証拠評価と結論生成課題を用いての検討—”, *教育心理学研究*, 第52巻2号(2004), pp. 186-198(2004)
- (9). Wiggins, G.: “Seven keys to effective feedback”,

遠隔授業不適切学習行動と学習動機づけとの関係分析

白澤 秀剛^{*1}, 岩屋 裕美^{*2}

^{*1} 東海大学, ^{*2} 川崎市立看護短期大学

Relationship between Learning Motivation and Inappropriate Learning Behavior in Distance Learning

Hidetaka SHIRASAWA^{*1}, Hiromi IWAYA^{*1}

^{*1} Tokai University, ^{*2} Kawasaki City College of Nursing

遠隔授業はコロナ禍での暫定措置で終わらず、今後も継続的に大学・短大の授業形態の1つとして利用されていくと予想される。しかし、遠隔授業ならではの不適切学習行動が指摘されており、対策に頭を悩ませている教員も多数いると予想される。不適切学習行動については現在のところ十分な分析や研究が行われていない。そこで、我々は遠隔授業不適切学習行動の頻度と同時に学習動機づけ尺度を調査し、不適切行動がどのような頻度で行われ、学習動機づけと関連があるかどうかを検証する分析を行なった。分析の結果、不適切学習行動と学習動機づけとに関連があることが示された。

キーワード: 遠隔授業, 学習方略, 動機づけ

1. はじめに

大学等における遠隔授業の取扱いでは、同時性又は即応性を持つ双方向性(対話性)を有し、面接授業に相当する教育効果を有すると認められる授業科目については、遠隔授業の授業時数が半数を超えないという条件で面接授業の授業科目として取り扱うことができるという発表がなされた⁽¹⁾。遠隔授業はコロナ禍の緊急措置として導入されたが、今後の大学の授業においても、遠隔授業の形態で実施される授業が一定数残っていくことが予想される。

遠隔授業では、教師や仲間からの影響が少なくなるため、自分の学習プロセスに主体的に関与していくことがより一層求められる。しかしながら、これまで著者らが行った遠隔授業における主体的学習に関する調査では、遠隔授業の仕組みを利用した不適切な学習行動(以後「不適切学習行動」)の存在が明らかになっている⁽²⁾。遠隔授業の不適切学習行動については、学業上の不正行為としての報告⁽³⁾⁽⁴⁾はあるが、遠隔授業の問題点としての指摘にとどまり、不適切学習行動の実態やその要因に関する報告は限られている。

一方、遠隔授業の学習環境と学習効果を調査した研

究では、「機器トラブルが心配」「課題提出状況の提示」「学内 Wi-Fi 環境の整備」「アプリケーションの充実」といったシステム面や、「課題の負担が大きい」「教員や学生とのコミュニケーションが図りにくい」といった授業方法に対するニーズが高い傾向にあり、「意見や質問がしづらい」「知識や技術が身についているか心配」「集中力が続かない」など自身の学習パフォーマンスに対する意見は前者に比べて少ない割合となっている⁽⁵⁾。この結果を見ると、学生のニーズは授業への興味や関心、内容の習熟よりもシステム面に向いていることが読み取れる。

遠隔授業では、学ぶことに積極的な学生ほど学習への取り組みやすさを感じていることが報告されており⁽⁶⁾、不適切学習行動をとる学生ほど、自律的な動機づけが低いことが予想される。そこで本研究では、遠隔授業における不適切学習行動と学習動機づけとの関連について分析をおこない、不適切学習行動をとる学生の動機づけの状態を明らかにする。

2. 質問項目

遠隔授業における学習行動調査には、46問で構成さ

れる遠隔授業用主体的学習分類尺度の開発で使用している質問項目を利用した²⁾。遠隔授業時の学習行動頻度に関する各質問項目に対して、「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。今回の分析に使用した不適切行動の質問項目は表1に示す。

表1 遠隔授業不適切行動質問項目

設問	設問内容
Q8	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、少し変更したりして提出する

Q27, Q28, Q29, Q30, Q32, Q39, Q40は遠隔授業提供の仕組みを利用した不適切行動で、著者らを含む3名の研究者が参加した学会やFD研究会などの報告事例を参考に抽出したものである。Q8, Q34, Q35, Q42は対面授業でも見られる不適切行動で、遠隔授業においても行っていると予想される行動である。

この学習行動頻度と比較分析をする尺度として、岡田らの大学生用学習動機づけ尺度⁷⁾を用いた。この尺度は5件法34問で構成され、「外発」「取り入れ」「同一化」「内発」の4つの下位尺度で構成される。

2.1 調査方法

調査は2つの大学・短大にて2021年度に実施した。

1つの大学は2キャンパスで調査したが、学部学科が

全く異なるため、実質的には3大学での調査と同等である。

Webフォームを用意し、QRコード及びURLを提示して回答を依頼した。1~2週間程度の回答期限を設け、回答者の都合の良い時間にPCまたはスマートフォンなどで回答してもらった。回答欄末尾に「研究利用拒否」欄を設け、この欄にチェックした回答については分析対象から除外した。最終的に得られた研究利用可能な有効回答は415件であった。

2.2 倫理承認

本調査にあたっては東海大学「人を対象とする研究」に関する倫理委員会(承認番号21032)の承認を得て実施した。

3. 分析結果

3.1 遠隔授業不適切行動の頻度分布

表1で示した遠隔授業不適切行動の回答分布を表2に示す。Q32の「ライブ授業では冒頭だけアクセスして途中で退室する」を50%以上の頻度で行っている学生は1.7%(n=7)と少ないながらも存在していることが確認できた。Q28, Q30の「授業中に授業とは関係のない作業をする」を50%以上の頻度で行っている学生は、それぞれ18.1%(n=75), 13.7%(n=57)と少し多くなっている。遠隔授業は教員の監視の目が届かないことと、集中力を維持するのが対面授業と比べて難しいことが原因と考えられる。Q39「学習動画を視聴せずに課題を実施する」の行動をさせないための工夫はFD研究会などでも散見されるが、今回の調査でも50%以上の頻度で行っている学生が9.5%(n=40)存在していることが確認できた。これは課題の負担が大きいことと関連していると考えられる。Q35「重要語句や答えだけを丸暗記する」は対面授業でもよく見られる行動で、50%以上の頻度で行っている学生が27.2%(n=113)と遠隔授業においても多いことがわかる。その他の不適切行動を50%以上の頻度で行う割合も5~10%程度になっており、教員の直感的な認識通り少ないながらも存在していることが確認できた。

表 2 遠隔授業不適切行動の回答数(%) (n=415)

設問	ほとんどしない(10%以下)	ときどきする(30%程度)	するときとしないときがある(50%)	よくする(70%程度)	いつもする(90%程度)
Q8	331 79.8%	26 6.3%	24 5.8%	20 4.8%	14 3.4%
Q27	287 69.2%	82 19.8%	23 5.5%	18 4.3%	5 1.2%
Q28	201 48.4%	139 33.5%	51 12.3%	20 4.8%	4 1.0%
Q29	320 77.1%	56 13.5%	23 5.5%	13 3.1%	3 0.7%
Q30	242 58.3%	116 28.0%	40 9.6%	13 3.1%	4 1.0%
Q32	394 94.9%	14 3.4%	3 0.7%	3 0.7%	1 0.2%
Q34	359 86.5%	33 8.0%	13 3.1%	3 0.7%	7 1.7%
Q35	174 41.9%	128 30.8%	79 19.0%	31 7.5%	3 0.7%
Q39	311 74.9%	64 15.4%	29 7.0%	6 1.4%	5 1.2%
Q40	324 78.1%	64 15.4%	20 4.8%	6 1.4%	1 0.2%
Q42	366 88.2%	29 7.0%	17 4.1%	1 0.2%	2 0.5%

3.2 不適切学習行動頻度と動機づけの分析

表 2 の不適切学習行動頻度で「ほとんどしない」と「ときどきする」と回答したグループを低群, 「するときとしないときがある」「よくする」「いつもする」と回答したグループを高群として 2 つに分けた. 低群と高群で 4 種類の動機づけについて差があるかを検証した結果を表 3~6 に示す. 動機づけの分布は正規分布を仮定できないため, 有意差の検定には Mann-Whitney の U 検定を用いた.

Q35「重要語句や答えだけを丸暗記する」は全ての動機づけで有意差が見られる. Q35 の高群は学びの喜びや必要性よりも義務感で学習していることがわかる. Q39「動画を見ずに課題を実施する」, Q40「途中で視聴を止める」の高群も外発的動機づけに有意差があり, 義務感で学習を行っていることがわかる. 単位取得を

意識させて安易に学習を促すと Q35, Q39, Q49 のような行動が増える可能性が示唆される. 一方, Q27, Q28, Q29, Q30, Q32 の遠隔授業中に寝たり別の作業をしたり退出したりなどの高群は外発的動機づけには有意差がなく, 内発的動機づけが有意に低い. 学ぶ意義や楽しさを理解できないためにアクセスはするが集中力が続かないといえる. 遠隔授業は教員が学生の様子を随時監視して学習を促すことが難しい. オンデマンド形式ではほぼ不可能である. 遠隔授業で効果的な学習を促すには, 対面授業以上に丁寧な学習意義の説明や学びの必要性の理解を促すことが重要であることが改めて明らかになったといえる.

表 3 不適切学習頻度と動機づけ (外発)

設問	群	n	m±SD	p 値
Q8	低群	357	2.0±1.0	0.079
	高群	58	2.3±1.2	
Q27	低群	369	2.0±1.0	0.135
	高群	46	2.2±1.1	
Q28	低群	340	2.0±1.0	0.233
	高群	75	2.2±1.2	
Q29	低群	376	2.0±1.0	0.077
	高群	39	2.3±1.1	
Q30	低群	358	2.0±1.0	0.162
	高群	57	2.2±1.1	
Q32	低群	408	2.0±1.0	0.052
	高群	7	2.8±1.2	
Q34	低群	392	2.0±1.0	0.235
	高群	23	2.3±1.2	
Q35	低群	302	1.9±1.0	0.000 ***
	高群	113	2.3±1.0	
Q39	低群	375	2.0±1.0	0.001 **
	高群	40	2.5±1.1	
Q40	低群	388	2.0±1.0	0.001 **
	高群	27	2.6±0.9	
Q42	低群	395	2.0±1.0	0.069
	高群	20	2.4±1.0	

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

表 4 不適切学習頻度と動機づけ (取り入れ)

設問	群	n	m±SD	p 値
Q8	低群	357	3.2±0.8	0.414
	高群	58	3.1±0.8	
Q27	低群	369	3.2±0.8	0.577
	高群	46	3.1±0.9	
Q28	低群	340	3.2±0.8	0.782
	高群	75	3.2±0.9	
Q29	低群	376	3.2±0.8	0.547
	高群	39	3.2±0.9	
Q30	低群	358	3.2±0.8	0.961
	高群	57	3.2±0.8	

Q32	低群	408	3.2±0.8	0.839
	高群	7	3.1±0.6	
Q34	低群	392	3.2±0.8	0.193
	高群	23	3.0±0.8	
Q35	低群	302	3.1±0.8	0.006 **
	高群	113	3.4±0.7	
Q39	低群	375	3.2±0.8	0.330
	高群	40	3.1±0.7	
Q40	低群	388	3.2±0.8	0.277
	高群	27	3.1±0.5	
Q42	低群	395	3.2±0.8	0.305
	高群	20	3.0±0.8	

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

表 5 不適切学習頻度と動機づけ (同一化)

設問	群	n	m±SD	p 値
Q8	低群	357	4.1±0.8	0.001 **
	高群	58	3.6±0.9	
Q27	低群	369	4.0±0.8	0.001 **
	高群	46	3.6±0.9	
Q28	低群	340	4.1±0.8	0.004 **
	高群	75	3.7±1.0	
Q29	低群	376	4.1±0.8	0.060
	高群	39	3.7±1.0	
Q30	低群	358	4.0±0.8	0.001 **
	高群	57	3.6±0.9	
Q32	低群	408	4.0±0.9	0.083
	高群	7	3.6±0.6	
Q34	低群	392	4.0±0.8	0.171
	高群	23	3.7±1.2	
Q35	低群	302	4.1±0.8	0.002 **
	高群	113	3.8±0.9	
Q39	低群	375	4.0±0.8	0.014 *
	高群	40	3.7±0.8	
Q40	低群	388	4.0±0.9	0.000 ***
	高群	27	3.5±0.7	
Q42	低群	395	4.0±0.8	0.002 **
	高群	20	3.4±0.9	

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

表 6 不適切学習頻度と動機づけ (内発)

設問	群	n	m±SD	p 値
Q8	低群	357	3.6±0.7	0.003 **
	高群	58	3.3±0.7	
Q27	低群	369	3.6±0.7	0.000 ***
	高群	46	3.2±0.8	
Q28	低群	340	3.7±0.7	0.000 ***
	高群	75	3.2±0.8	
Q29	低群	376	3.6±0.7	0.000 ***
	高群	39	3.1±0.8	
Q30	低群	358	3.7±0.7	0.000 ***
	高群	57	3.2±0.7	
Q32	低群	408	3.6±0.7	0.009 **
	高群	7	2.9±0.6	
Q34	低群	392	3.6±0.7	0.062
	高群	23	3.3±0.8	

Q35	低群	302	3.7±0.7	0.000 ***
	高群	113	3.3±0.7	
Q39	低群	375	3.6±0.7	0.011 *
	高群	40	3.3±0.8	
Q40	低群	388	3.6±0.8	0.001 **
	高群	27	3.2±0.5	
Q42	低群	395	3.6±0.7	0.001 **
	高群	20	3.0±0.8	

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

4. まとめ

今回の調査で、FD 研究会などにおいて教員の不満として口にされる不適切学習行動が 1 人 2 人の特例ではなく、一定数存在していることが確認できた。また、課題提出に関わらない不適切学習行動は内発的動機づけが低いことに起因していることがわかった。

謝辞

本研究の調査にあたっては東海大学の結城健太郎先生、庄村雅子先生にご協力をいただきました。ここに感謝の意を表します。

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) 野田三貴, 辻香代: 2020 年度全学共通教育英語科目に関する教員アンケートの調査報告 - Freshman English と Sophomore English を対象として -, 英語教育開発センター紀要, 3 巻, pp.36-51 (2021)
- (4) 河内 彩香, 村田 晶子, 長谷川 由香, 竹山 直子, 池田 幸弘: 教員と学習者はオンライン授業をどうとらえたか Zoom と Google Classroom を併用した日本語教育, 1 巻 pp.30-45, (2021)
- (5) 溝上拓志, 川戸湧也, 石森靖明, 高橋仁: “遠隔授業に関する実態と ICT 教育推進に向けた検討”, 仙台大学紀要, Vol.53, No.1, pp.23-33 (2021)
- (6) 石川 奈保子, 石田 百合子: 大学オンライン授業における自己調整学習方略の活用と e ラーニング指向性との関連, 日本教育工学会研究報告集, 2021 巻, 1 号, pp.73-80 (2021)

- (7) 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, 第 54 卷, 第 1 号, pp.1-11 (2006)

学びを重視するオンライン PBL の開発と実践 : 高校生を対象とした PBL コンペティション

田中孝治^{*1}, 宮田孝富^{*2}, 福江高志^{*3}, 北川達也^{*1}, 木村竜也^{*2}, 浦正広^{*1}

^{*1} 金沢工業大学情報フロンティア学部, ^{*2} 同大学基礎教育部, ^{*3} 同大学工学部

Development and Implementation of Online PBL with Emphasis on Learning: A Competition for High School Students

Koji Tanaka^{*1}, Takatomi Miyata^{*2}, Takashi Fukue^{*3}, Tatsuya Kitagawa^{*1}, Tatsuya Kimura^{*2},
Masahiro Ura^{*1}

^{*1} College of Informatics and Human Communication, Kanazawa Institute of Technology

^{*2} Academic Foundations Programs, Kanazawa Institute of Technology

^{*3} College of Engineering, Kanazawa Institute of Technology

In this study, we refocused on the “L” component of PBL by developing and implementing a PBL-style competition for high school students, who will become the next generation of human resources. Through the program, they will learn how to acquire the necessary knowledge and skills for identifying and solving various challenges. The program centers not only on the ideas proposed, but also on evaluating the process of learning through each activity to make participants aware of the learning process. This paper compiled a summary explanation of the program that was developed, and analyzed the learning effects on participants from their reflective writing. The findings showed that the participants recognized the enjoyment of inquiry-based activities, the importance of determining their current states, the need to exchange opinions with diverse perspectives, and the importance of how to communicate. The results also indicated that their motivation to conduct inquiries and have exchanges with others increased.

キーワード: PBL, アクティブラーニング, 学び方の学び

1. はじめに

2022 年度より高等学校科目に「総合的な探究の時間」が新設され実施される。その方向性を定める平成 30 年 (2018 年) 告示の学習指導要領では、次世代人材に必要な資質・能力が「学びに向かう力, 人間性など」「知識および技能」「思考力, 判断力, 表現力」として整理されている⁽¹⁾。また, これらの資質・能力を育成するための方法として, 主体的・対話的で深い学び (アクティブラーニング) の視点から授業を設

計・改善することが挙げられている⁽¹⁾。アクティブラーニングを実現するための方法の一つとして PBL (Project/Problem Based Learning) が挙げられ, これまでも, 旧科目の「総合的な学習の時間」や大学での科目で積極的に取り入れられてきた。一方, PBL の実践においては, 問題解決が目的になり, 「学び」がおざなりになってしまっている現状がしばしば見受けられる。そこで本研究では, PBL の「L (学び)」の部分に改めて焦点を置き, 問題発見・解決の

ために必要な知識や技能の学びを創出するスキル（学びに向かう力）を学ぶ PBL 型教育プログラム（以下、本プログラムと称す）を開発し、実施を通じて、その有効性を検討する。本研究のリサーチクエッションは、

(1) PBL の L に目を向けるための PBL はどのようなものか？ (2) PBL において、プロジェクトによる問題発見解決活動と学習活動を並行して思考するようになるためには、どのようにすればよいか？ (3) プログラム終了後の学びを考えることを促すようなトピックはどのようなものか？としてまとめられる。本稿では、瀬田⁽²⁾の実践研究のリサーチクエッションの構成素（以下、Y モデルと称す）に基づき、本プログラムを概説し、プログラム中に提出された課題から、学習者がどのような学びを得たのかを探究する。

2. PBL 型教育プログラム

Y モデル⁽²⁾では、リサーチクエッションの構成素を、教材、教授戦略、学習者像、および、達成したい学習目標として整理している。これら構成素の関係性は、想定する学習者像に対して、学習目標が設定され、その実現に、教材、教授戦略が用いられると捉えることができる。以下では、構成素に沿って、本プログラムを概説する。なお、本プログラムは、大学生を対象とした PBL⁽³⁾⁽⁴⁾の教材を基礎に、高校生を対象とした PBL に再構成したものである。

2.1 想定する学習者像

PBL において、プロジェクトによる問題発見解決活動（以下、プロジェクト活動）を実施するために、小・中学校で蓄えてきた知識を活用していくことができる高校生を対象とする。高校生は、学ぶことと自己の将来との繋がりを見通し、そのなかで、主体的に進路を選択できるようになることが求められている⁽⁵⁾。しかしながら、本プログラムに参加する高校生を含む多くの高校生が、学びに向かう力について意識的に学んだ経験がないことが想定できる。一方、本プログラムは、プログラム参加者を公募したことから、主体性を持つ高校生が応募してくることが予想される。

2.2 達成したい学習目標

学びに向かう力は、一朝一夕で身につくものではな

い。そのため、アイデアソンのような短期間の取り組みでの目標に掲げることは合理的ではない。そこで、本プログラムでは、学びに向かう力に対する感度を高め、日々の活動の中で自分の学びに目を向け、学び方を学び続ける動機づけの向上を学習目標として設定する。さらに、下位目標として、「学び方」「問題発見解決プロセス」「問題発見解決スキル」「問題を抱える対象」に対する認識の促進を設定する。こうした目的の階層化によって、構成主義的な学習活動に対応する。

2.3 学習者にとっての学習目標達成の困難性

(D1) 自身が通う高校以外の生徒と学びあう経験が少ない。

PBL はその過程で他者との議論が必要になることから、対話的な学びを誘発する。対話的な学びにおいて、価値観や考え方の異なる他者との相互作用が重要視されており⁽⁶⁾、大学の PBL においては、専門・学科を超えたメンバーで構成されるグループによる PBL が積極的に取り入れられてきている⁽⁷⁾⁽⁸⁾。一方、高校生が参加する PBL の多くが、学内外での実施を問わず単一の高校でメンバーが構成され、他校の生徒と学び合うことは稀である。

(D2) 主体的な学びに対する誤概念を抱えている。

学習者自らが学びを進めるにあたり、他者や他の事例は有用な資源であり、他者への援助要請は、学習の困難性に対処する有効な方略として知られている⁽⁹⁾。それにも関わらず、PBL で求められる「自分で考える」という言葉を、一部の学習者は表層的に受け取り、専門家や教員などを頼ってはいけないと思込み、質問をためらい、受け身で情報を待つ傾向が強い。

(D3) プロジェクト活動に関する専門性から対話相手を探す経験がない。

多くの高校生にとって、プロジェクト活動に必要と考える知識を面識のない教員が有しているかを判断することは容易ではない。そのため、プロジェクト活動の援助要請相手として多くの専門家や教員を提示したとしても、プログラムの進行に携わる教員を対話相手に指名するという、消極的な選択が発生することが懸念される。

(D4) 自身の置かれた学習環境を広く捉える経験がな

い。

学習者が自身の学びを調整しようとしたとき、自身の内面世界（認知や動機づけ）の調整に加えて、学習環境など外面世界の調整も視野に入れる必要がある^{(10) (11)}。一方、多くの高校生は、学習環境を、学校や塾、自宅といった「勉強するところ」と捉え、コミュニティや地域が保有する学びのポテンシャルに認識が及ばない。

(D5) プロジェクト活動と学習活動を並行して思考することが難しい。

学習という認知過程（対象レベル）をモニタリングしコントロールするためには、メタ認知スキル（メタレベルでの認知）が必要である。しかし、多くの学習者が、オブジェクトレベルでの活動に認知資源を費やしてしまい、自身の学習過程の吟味が曖昧になりがちであることが問題視されている⁽⁶⁾。特に、PBLにおいては、問題解決に主眼が置かれ、学習過程に意識が向かないことは少なくない。

2.4 真正な学習環境の制約に起因する学習目標達成の困難性

(D6) オンライン環境において、面識のない学習者同士で顔を出してコミュニケーションをとることに抵抗感を持つ。

デジタルデバイスを介した対話は、視聴覚情報を対話相手に知られることなく容易に保存できるため、プライバシーの観点での不安が生じる。大学におけるオンライン授業においても、既に面識があるにもかかわらず、グループディスカッション時の顔出しに対して拒否感や抵抗感を学生が抱いており⁽¹⁰⁾、面識のない高校生同士であれば、その傾向は顕著であることが想像できる。

(D7) 複数の高校の生徒が集まるためには、長期に渡る活動は現実的ではなく、短期間で実践することが必要である。

休暇中に補習を行う高校も多く、複数の高校でそれぞれの行事日程が異なる。そのため、複数の高校の生徒によるチーム編成で PBL に取り組むためには、数日程度の活動が現実的である。

2.5 統合設計（教授戦略設計・教材設計）

2.5.1 PBL の活動の場となるオンライン環境（D1、D6 の軽減）

上述の通り、広範囲の学校から参加者を募るイベントでは、学校単位ごとのチームとすることが多い。本プログラムでは、学校混成型でチームを構成する。遠隔地にある複数の高校をオンラインで繋ぐことで、自身の高校では出会うことができなかった他高校の生徒との出会いを創出する。本プログラムでは、オンラインビデオコミュニケーションサービスである「Gather town」を利用する。このサービスでは、アバターによる視聴覚コミュニケーションが可能であるため、学習者が顔出ししない状態で非言語情報を含む対話が可能である。さらに、学習者自身のアバター同士の距離の概念を採用しており、より現実場面に近い空間でのコミュニケーションが可能である。Gather town での活動は、知識共創時間割（詳細は 2.5.2）外の時間にもアクセス可能である。

2.5.2 知識共創時間割（D2 の軽減）

活動の遂行に必要な専門家との対話を行うための、フレキシブルな時間割を、学習者自身で考える学習活動（知識共創時間割の作成）を行う。これにより、学習者自らが必要であると考えた知識を、自ら必要であると考えたタイミングで学ぶ経験を得ることができる。本プログラムでは、「導入」の 3 時限（1 時限 50 分）、「発表・評価」の 3 時限は固定されていたが、固定された 6 時限以外の空白の 15 時限分の時間割を、「自主活動」を 6 時間以上、「教員との対話」を 6 時間以上という規定のなかで作成させた。その際、昼休みも固定せず、各グループが自身で設定した。

2.5.3 対話候補者推薦システムβ（D3 の軽減）

高校生が適切な専門家との対話機会を設定できるように、自身の抱える問題から対話候補者を AI（が推薦するシステム（以下、推薦システムとする）を構築した（図 1）。なお、推薦システムには、AI 搭載検索エンジンである IBM Watson Discovery（WD）が用いられた。WD は、「説明テキストとクラス名」が対になった大量のデータを学習させ、ユーザが新たに入力したテキスト情報から、どのクラスに分類できるかを確信度（0～1）として出力するものである。推薦



図 1 対話候補者推薦システムβ

システムでは、本プログラムに協力する教員に ID を割り当てクラスとし、その対となる説明テキストとして、各教員の大学 Web サイトの教員紹介ページ、researchmap などのデータを学習させている。

推薦システムでは、学習者が質問したい内容の短文やキーワードを入力すると (図 1 (a)), 質問に対応できると考えられる対話候補者が、WD の分類確信度に基づいて、三名提示される (図 1 (c)). 対話候補者は、分類確信度に準じて、0.6 以上が「松」、0.3 以上が「竹」、0.3 未満が「梅」として提示される。また、新たな発想を促進する新結合の観点から、適合度とは無関係に一名の対話候補者が「籤」として提示される仕様とした。「籤」の抽出については、現段階では、無作為によるものであるが、何らかの条件が必要であるかも含め、抽出方法の検討が必要である。なお、推薦結果の画面で短文やキーワードを入力することで、分類確信度が向上する (図 1 (d)). さらに、候補者を選択すると、対話候補者の詳しい情報にアクセスするためのリンクと、知識共創時間割の対象時間中の対応可能時間が提示される (図 1 (e)).

2.5.4 提案されるアイデアと学びの過程の両方が対象となるコンペティション (D4 と D5 の軽減)

多くのアイデアソンでは、提案されるアイデアだけがコンペティションの対象となる。本プログラムでは、活動を通した学びの過程もその対象とする。学びとは経験を意味づけることであり、野中⁽¹²⁾は、経験を他者と共有し意味づける行為を「もの語り」と称し、めまぐるしく変化する現実に向合うように経験や活動の物語をもの語ることの必要性を唱えている。PBL にお

いて、学習者が自分たちのプロジェクト活動の経験から個人の知を構築し、聞き手の経験に共感的に響くストーリーとして経験を共有し、意味づける活動が必要であるといえる。そこで本プログラムでは、学びの過程のスライド口頭発表をコンペティションの対象とすることで、活動の繋がりを意識した振り返りや、ターニングポイントを意識した振り返りの機会を提供する。学びの過程は学習者ごとに異なり、それに優劣をつけるのは好ましいことではない。本プログラムで評価しているのは、学びの過程そのものではなく、学びの過程の表現 (もの語り) である。

2.5.5 「学都圏“いしかわ”創成」というテーマ設定 (D4 の軽減)

上述の通り、学習者の学習への資源の配分がオブジェクトレベルに割り当てられてしまうことで、メタレベルへの意識が弱くなる。そのため、テーマ自体が学習者自身の学びに目を向ける仕組みとして機能する必要がある。そこで本プログラムでは、「学都圏“いしかわ”創成」を PBL のテーマとして設定した。学都圏は筆者らによる造語であり、学びの都市および都市間の学びの繋がりに構成される学習共同体のことを意味する。この定義は、筆者らの一つの解釈であり、筆者らがそうであったように、学習者がその定義自体を考える過程も「学びとは何か」を考える機会になると考えている。そのため、学習者には筆者らの考える学都圏に対する解釈を明に伝えていない。また、学習者が在籍する複数の高校が設置されている地域を圏として捉えやすくするために都道府県名 (石川) を明に記した。

表 1 知識共創時間割の枠と実施された対話

チーム	1日目(8/18)		2日目(8/19)		3日目(8/20)	
	1	2	1	2	1	2
1(09:00-09:50)	導入		C氏 (A大学)		G氏 (E大学)	
2(10:00-10:50)						
3(11:00-11:50)			D氏 (A大学)	E氏 (A大学)		
4(12:00-12:50)						B氏 (A大学)
5(13:00-13:50)				F氏 (C大学)	発表 評価	
6(14:00-14:50)	A氏 (A大学)	D氏 (A大学)	G氏 (E大学)			
7(15:00-15:50)	B氏 (A大学)					

3. オンライン PBL コンペティション

3.1 実施概要

高校生が自身で地域一帯の学習環境に対して思考する経験は、多くの高校生にとって初めての学習体験となる。さらに、遠隔地にある複数の高校をオンラインで繋ぐことで、自身の高校では出会うことができなかった他高校の生徒との出会いが生まれる。初めての学習体験を初めて出会うメンバーと協同する経験は、自己成長に資する「学び」を探究する動機づけを高める契機となる。また、本プログラムは提案するアイデアと活動を通じた学びの過程の二つの観点から評価する特徴を有している。これら特色あるプログラムによって次世代人材の育成に貢献する。

本プログラムは、2021年8月18日から20日の三日間で実施された(表1)。参加者は、複数の高校から集まった高校生6名であった。また、参加者の活動を支援するためのファシリテータとして大学生6名を配置した。チーム数は、導入の時間(表1)において、学びを最大化するという観点から参加者とファシリテータの話し合いのもと、2チーム(1チーム3名)となった。そこで、ファシリテータは、各チームに2名ずつ、両チームを俯瞰する2名とする体制をとった。

3.2 知識共創時間割

学習者の対話相手として、「金沢市近郊 私立大学等の特色化推進プラットフォーム」に加盟する5機関22名(A大学13名、B大学5名、C大学2名、D大学1名、E大学1名)の教員が参加した。各チームの知識共創時間割を表1に示す。チーム1は、3名の教

表 2 発表された「提案」と「もの語り」の概要

	もの語り	提案
チーム1	学都圏創成に向けて言葉の定義を考える/教員との対話で定義を明確化/定義に基づいてテーマを決定/学ぶことについて考え教員との対話で明確化/学びの手段について考え教員との対話で明確化	大学で学べる分野を増やす/現状では伝統工芸など大学で学問として学べず学生のその分野への好奇心が無駄になってしまう/それらを大学で学べるようにする/大学間連携も促進する
	提案	もの語り
チーム2	学都圏において大学・企業・高校生が一体となり新しい製品やサービスを生み出す/学都圏に参加する高校生の進学が期待(大学)/高校生の発想を製品開発に利用可(企業)/高校在学中に大学の単位を取得可(高校生)	このプログラムを広めるというアイデアを出す/教員との対話でアイデアの方向性の困難さを自覚/学都圏の「いしかわ」を自分たちで定義/多分野の教員との対話が必要→実施/提案に至りそれが伝わる発表を考えた

員と4回、チーム2は、5名の教員と6回の対話を実施した。

本プログラムでは、「自主活動」を6時間以上、「教員との対話」を6時間以上という規定を設けていたが、チーム1はこれを満たすことができなかった。初日に対話を設定しなかったことが二日目以降に影響しており、活動の見通しを立てる困難性を経験する機会であったといえる。

3.3 「提案」と「もの語り」

最終日の発表会では、「提案」5分、「提案」の質疑応答10分、「もの語り」5分、「もの語り」の質疑応答10分の合計30分をチームの持ち時間とした。最終日の発表会で各チームから発表された「提案」と「もの語り」を表2に示す。チーム1からは、教員との対話で考えが明確化され、大学での学びの拡大が提案された。チーム2からは、大学・企業・高校生連携という提案が、他分野の教員との対話から生まれたことが発表された。

初日の導入部において、最終日の発表に関しては、「提案」「もの語り」の順で説明を行った。これは、「もの語り」を学びの過程としてではなく、「このような活動から生み出されたのが、次の提案です」といったように、提案の導入的な位置づけで考えてしまうことを避けるためであった。なお、この意図については、初日の導入部において明示的に説明していなかったことから、最終日に、チーム1のファシリテータから運営側に、発表順序の入れ替えの相談があった。その際に、「初日の説明が『提案』『もの語り』の順であったことの意味を考えて、そのうえで順を変更したい

表 3 自己評価項目とその平均値

ID	カテゴリ	設問	初日	最終日
01	予見段階	自分で解決したいと思う問題を見つけることができる。	2.75 (0.43)	3.00 (0.71)
02	予見段階	自分で見つけた問題を解決することが、自分にとってどのようなメリットがあるかわかる。	2.75 (0.43)	3.00 (0.71)
03	予見段階	自分で見つけた問題を解決する方法を、自分たちで考えることができる。	2.75 (0.43)	3.25 (0.83)
04	遂行段階	自分で見つけた問題を解決する方法を、実行することができる。	2.50 (0.50)	2.50 (0.50)
05	遂行段階	自分で見つけた問題を解決する方法を実行してみて、その方法が役立つかどうかを判断することができる。	2.75 (0.43)	3.25 (0.83)
06	自己内省段階	自分で見つけた問題を解決する方法を実行してみて、その方法の良い点と悪い点に気づくことができる。	2.75 (0.43)	3.25 (0.83)
07	自己内省段階	自分で見つけた問題を解決する方法を実行してみて気づいたよい点と悪い点について、なぜそれがよいのか悪いのかという理由や根拠がわかる。	2.75 (0.43)	3.25 (0.43)
08	自己内省段階	自分で見つけた問題を解決する方法を実行してみて、その方法の良い点や悪い点とその理由や根拠を考慮して、その方法を継続すべきか修正すべきかを判断できる。	2.75 (0.43)	3.25 (0.43)
09	プロセスの進行	自分で見つけた問題を解決する方法を実行し継続・修正をしながら、問題の解決に近づくことができた。または、今後解決すべき新しい問題に気付くことができる。	2.25 (0.83)	3.00 (0.71)
10	柔軟性	自分で見つけた問題を解決していく時に、自分とは違う考えを持つメンバーの意見も踏まえて柔軟に考えることができる。	3.00 (0.71)	3.25 (0.43)
11	プロセスの俯瞰	「解決したい問題を見つける→解決のための方法を考える→その方法を実行する→その方法の良い点・悪い点とその理由や根拠に気づく→方法の継続・修正」の過程を意識して問題に取り組める。	2.25 (1.09)	3.25 (0.83)
12	具体的経験と挑戦性	自分で見つけた問題を解決していく時に、失敗を恐れずに新しいことや困難なことに挑戦することができる。	2.67 (0.47)	3.33 (0.94)
13	内省的観察	自分で見つけた問題を解決していく時に、経験したことをさまざまな点から解釈することができる。	2.75 (0.43)	3.00 (1.22)
14	抽象的概念化	自分で見つけた問題を解決していく時に経験したことを、自分なりの法則にして別の場面に当てはめることができる。	2.75 (0.83)	3.00 (0.71)
15	能動の実験	自分で見つけた問題を解決していく時に、自分なりの法則に基づいたやり方を別の場面でも使えるかどうかを試すことができる。	2.50 (0.50)	3.00 (1.22)

表 4 重要項目の変化とその評定値

学習者	初日選択	初日	最終日	最終日選択	初日	最終日
A	ID04	2	3	ID07	3	3
B	ID11	1	2	ID04	2	2
C	ID12	3	4	ID09	3	4
D	ID15	2	3	ID07	3	3

のであれば構わない」旨で返答したため、チーム 1 は、「もの語り」「提案」の順で発表すると自分たちの考えで判断した。

4. 学習効果分析

学習者が提出した課題、自己評価シート、振り返りシートを分析することで、本プログラムの効果を検討する。学習者 6 名のうち、本人・保護者の同意が得られた 5 名のデータを分析対象とした。

4.1 自己評価シート

学習者が、自身の現状を認識する仕組みとして、活動に対する自己評価を求めた。プロジェクト活動の問題解決の対象が、(その多くが) 外面世界の課題であ

表 5 キャッチフレーズとスローガン

学習者	キャッチフレーズ (最も大事だと思ったこと)	スローガン (未来への意気込み)
A	分かりやすくつたえる	伝える
B	意見の交流必要性	今後コミュニケーションをとる
C	いろんな視点で見よう!	物事を深掘りしよう!
D	目の付け所をあちこちへ	神様になろう
E	問題解決のため仲間と意見を出し、その意見をまとめること	ものごとを探究し続けよう

るのに対して、自己調整学習では問題解決の対象が内面世界(学習過程)の課題であるといったように、問題解決の対象が異なるだけで二つのプロセスは同型であるといえる⁽³⁾⁽⁴⁾。そこで自己評価の項目として、自己調整学習⁽⁹⁾および経験学習⁽¹³⁾⁽¹⁴⁾の先行研究を基に作成された 15 項目⁽⁴⁾を高校生用に表現を変更して使用した(表 3)。自己評価のタイミングは、導入の最後のコマ(初日)、発表会直前(最終日)の二回であり、4 件法での回答を求めた(1: まだまだ, 2: まあまあ, 3: できる, 4: よくできる)。初日、最終日ともに提出のあった 4 名の自己評価の平均値は、初日 2.66 (.50)、最終日 3.10 (.72)であった(括弧内は標準偏差)。これらの評定値について、Wilcoxon

の符号付き順位検定を適用したところ、有意な傾向が示されており ($Z = -1.841$, $p = .07$), 効果量も大きかった ($r = .92$). この結果は、最終日にかけて自己評価の平均値が高くなったことを示すものといえる. 特に評定値が大きく変化したのは、ID9 (0.75 増) と ID11 (1.00 増) であり、ともにプロセスの全体に関わる項目であった. これらの学びは、学習目標の下位目標である「問題発見解決プロセス」に相当するものであるといえる.

さらに、自己評価シートでは、評価項目のなかから、自分にとって最も重要だと思う項目を選ばせ、その理由を尋ねた. その結果、4 名ともに、初日と最終日で違う項目が選ばれた (表 4). この結果は、本プログラムによって学習者の自身が重要とする項目が変化したことを示したものといえる. 初日に選択した項目については、4 名中 4 名が最終日の方が初日に比べて評価値が高かった (表 4). 一方、最終日に選択した項目については、初日と比較して評定値が向上したのは、4 名中 1 名のみであった (表 4). これらの結果は、学習者それぞれが学習目標を設定し、その学習目標に即した学習活動を行っており、本プログラムを終えるにあたり、学習目標を新たに設定したことを示すものといえる.

4.2 キャッチフレーズとスローガン

発表会後に課した振り返りシートでは、本プログラムの学習経験がどのような経験だったかを概念化することを促すために、学べたことのなかから最も大事だと思ったことをキャッチフレーズとして表現させ、その理由を尋ねた. また、これからの学習目標を考える契機を与えるために、未来への意気込みをスローガンとして表現させ、その理由を尋ねた. 表 5 に、学習者が記述したキャッチフレーズとスローガンを示す.

キャッチフレーズを考えるにあたって「本プログラムを通して学べたこと」についての回答を求めた (以下の文中の丸括弧内は、その内容が読み取れる記述をした学習者記号である). その結果、チーム内外の様々な人と意見を交換し (A, B), 様々な視点に立つてものごとを考えること (C, D) といった、対話的な学び方を学んでいたことが示された. また、答えのないものを探求する楽しさ (D) といった、深い学び

についての記述が得られた. さらに、現状把握の重要性 (C, D) や、わかりやすい発表のあり方 (A) についての学びが行われていたことが示された. そのなかから、キャッチフレーズには、自分とは異なる他者の視点で考えることによる新たな気づきに関する認識として「他者との対話の必要性」(B, C, D, E), 他者との対話で得られた意見をまとめることに関する認識として「意見をまとめることの重要性」(A), 発表を含めた自分の意見を伝える際のわかりやすさに関する認識として「わかりやすく伝えることの必要性」

(A) が挙げられており、「対話的な学び方」が重視されていたことが読み取れる. 他者に自分の意見をわかりやすく伝え、他者との対話を通して意見をまとめることは、学習目標の下位目標である「問題発見解決スキル」に相当するものであるといえる.

一方、スローガンからは、キャッチフレーズと対応して、「相手に伝えるという意識」(A), 「他者と対話することへの慣れ」(B), 「主観的視点と客観的視点の切り替え」(D) が、今後の学習目標として挙げられた. また、「ものごとの深掘りと探究の継続」(C, E) といった学習目標が挙げられていることから、本プログラムが、対話的な探究活動への動機づけを高めるものであったといえる.

5. おわりに

本プログラムは、高校生が学校混成型のチームを組み問題発見解決活動に取り組むものであった. 学習者自身で地域一帯 (学都圏として) の学習環境を、新たに出会った学友と考えるとといった本プログラムは、対話的な学び方の必要性と、探究という深い学びに対する動機づけを高める契機となっていたと考えられる. さらに、学都圏を創成するアイデアと提案された内容は、自身の現在の学び (高校での学び) と未来の学び (大学での学び) の拡大であった. 現在と未来の学びに目を向け、学び方の必要性についての認識が進んだことや、深い学びへの動機づけが高まったことは、学びに向かう力の成長の一助となることが考えられる.

また、本プログラムでは、学びの過程の表現 (もの語り) をコンペティションの対象とした. 学びの過程が意識されたことが、自己評価においてプロセス全体

に関する評価項目の評定値を向上させた要因であると考える。「もの語り」の発表に対する質疑応答の際には、審査者は、自己評価シートの内容と関連させて質問するなど、この発表・質疑応答自体が学びの過程を振り返る機会となっていることを意識して審査に挑んだ。最終日の自己評価シートは、発表会直前に提出されるため、自己評価の変化などを短い時間で把握するのが困難であった。そのため、審査者が、学習者と自己評価および自己評価の変化を結びつけて、質問に関連付けられるポイントを明示的に示すような自己評価管理システムを開発する必要がある。

今年度の実践では、プログラムの参加者が少なく、知識共創時間割で対応する教員とのアポイントメントを手動で行った。本プログラムの参加者および協力する専門家や教員が増えることを考えると、アポイントメント管理を手動で行うことは合理的ではない。そのため、知識共創時間割のスケジュール／アポイントメント管理のためのシステムを開発する必要がある。

謝辞

本研究は、三菱みらい育成財団助成事業『教育事業者等が行う「心のエンジンを駆動させるプログラム』』、科研費 18H01050, 21H03567, 20K03108 の助成を受けた。本研究を実施するうえで、金沢工業大学プロジェクト教育センタープロジェクトデザイン教育推進室の松尾幸治氏、分校隆裕氏および職員の方々、同大学工学部の田中泰司先生、金野武司先生、同大学情報フロンティア学部の佐野渉二先生の協力を得た。この場を借りて謝意を記す。

参考文献

- (1) 文部科学省平成 29・30・31 年改訂学習指導要領の趣旨・内容をわかりやすく紹介, https://www.mext.go.jp/a_menu/shotou/new-cs/1383986.htm (2022 年 2 月 7 日確認)
- (2) 瀬田和久, 桑原千幸, 仲林清: “採録される論文の書き方—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)
- (3) 田中孝治, 浦正広 (編): “学都圏 “いしかわ” 創成一ラーニングストラテジーを学ぶ PBL—”, デザインエッグ

- 社, 大阪 (2020)
- (4) 田中孝治, 浦正広, 北川達也, 福江高志, 宮田孝富, 木村竜也: “自己調整学習力を育むオンライン PBL の実践とルーブリック評価”, 2021 年度 ICT 利用による教育改善研究発表会発表, A-15 (4 pages) (2021)
- (5) 文部科学省高等学校学習指導要領 (平成 30 年告示), https://www.mext.go.jp/content/1384661_6_1_3.pdf (2022 年 2 月 7 日確認)
- (6) 田中孝治, 陳巍, ダムヒョウチ, 小林重人, 橋本敬, 池田満: “知識共創力を高めるメタ認知スキルの学び方の学び—議論のファシリテーションを通じた経験学習—”, 電子情報通信学会論文誌 D, Vol.101, No.6, pp. 830-842 (2018)
- (7) 長谷川光司, 渡邊信一, 高木淳二, 横田和隆, 入江晃亘: “杉山均宇都宮大学工学部における学科横断的必修科目「創成工学実践」の実施について”, 工学教育, Vol. 58, No. 4, pp. 21-27 (2010)
- (8) 黒田恭平, 段下剛志, 牧慎也, 山口隆司, 市坪誠: “多様性を持たせたグループワークによる汎用的能力の向上とその評価手法の確立”, 工学教育, Vol. 65, No. 1, pp. 58-65 (2017)
- (9) Zimmerman, B. J. and Moylan, A. R. : “Self-regulation: Where Metacognition and Motivation Intersect”, In Hacker, D. J. et al. (Eds.). Handbook of Metacognition in Education (pp.311-328), Routledge, New York (2009)
- (10) Pintrich, P. R.: “The role of goal orientation in self-regulated learning”, In Boekaerts, M., Pintrich, P. R. and Zeidner, M. (Eds.). Handbook of Self-regulation, Academic Press, San Diego, pp. 451-502, (2000)
- (11) 田中孝治: “コロナ禍の大学生活に対して学生は何を振り返ったのか? —教育・学校心理学の講義で学んだ知識を用いて—”, 教育システム情報学会誌, Vol.39, No.1, pp.49-61 (2022)
- (12) 野中郁次郎, 山口一郎: “直感の経営—「共感の哲学」で読み解く動態経営論”, KADOKAWA, 東京(2019)
- (13) 木村充, 舘野泰一, 関根雅泰, 中原淳: “職場における経験学習尺度の開発の試み”, 日本教育工学会研究報告集 (JSET11-4), pp.147-15 (2011)
- (14) 木村充: “職場における業務能力の向上に資する経験学習のプロセスとは: 経験学習モデルに関する実証的研究”, 中原淳 (編) 職場学習の探究: 企業人の成長を考える実証研究 (pp.33-71), 生産性出版, 東京 (2012)

地方自治体職員における情報セキュリティを入り口とした DX スキルへとつながる e ラーニング研修の実践報告と展望

坂本 昌宏*1 都竹 茂樹*1, 2

*1 熊本大学大学院社会文化科学教育部 教授システム学専攻

*2 熊本大学教授システム学研究センター

Practical Report of e-Learning Training on Information Security to Improve DX Skills of Local Government Officials

Masahiro SAKAMOTO*1 Shigeki TSUZUKU*1, 2

*1 Graduate School of Instructional Systems, Kumamoto University

*2 Research Center for Instructional Systems, Kumamoto University

[概要] Society5.0 を実現するため、DX の推進が必要である。これは全ての組織において言われているが、特に地方自治体においては、民間企業では 10 年～15 年前に着手された「ペーパーレス化」「スマートデバイスの導入」といったレベルのデジタル化すら進んでいないのが現状である。この状態から DX を実現するために現場の意識変革をどのように実現していくかが、地方自治体において大きな課題となっている。これに対して、2021 年 3 月から実施した地方自治体職員個人としても組織人としても重要な情報セキュリティを切り口として、具体的業務事例に即した情報リテラシー教育を通じて基本的な DX についての興味を喚起する取り組みについて報告を行う。また、これによって DX 学習に必要なリテラシーを身に着けることで、民間事業者が提供する多彩な DX 教材から自らの職場課題に応じた適切講座を選択し、今後の DX の推進を実現するための展望を示す。

キーワード: DX、地方自治体、情報セキュリティ、情報リテラシー、e ラーニング

1. はじめに

1.1 地方自治体における DX 人材育成の状況

令和 2 年 12 月 25 日付けで、総務省により「自治体デジタルトランスフォーメーション (DX) 推進計画」が公表され、都道府県及び政令市はこれに基づき、独自の DX 推進計画の策定を行うこととなった。

しかし、デジタル化が進んだ民間企業における事例を基に DX を推進しようと試みても、民間企業の大多数はその市場競争に勝利するため、既に各種データの活用や、ペーパーレス化の実現、スマートデバイスの活用など、少なくとも Society4.0 へのバージョンアップは実現している。

一方で地方自治体においては、少なくともペーパーレス化への取り組みとして電子決済を導入したことが、2018 年のニュースになったが（「はんこ消えた？茨城県の改革に賛否 「実態は紙のまま」：朝日新聞デジタル 2018 年 10 月 24 日」¹⁾）、否定的な結果が報じられている。

筆頭著者の勤務する広島市においても、2020 年度に自部署である行政経営部のみ、先行実験という形を取

りペーパーレス化に取り組んだ。行政経営部は、行政経営課、情報政策課、情報システム課という 3 課からなり、民間経験者採用枠での職員が 7 割程度在籍していたため、対前年度比で 90%強のペーパーレス化が実現できた。

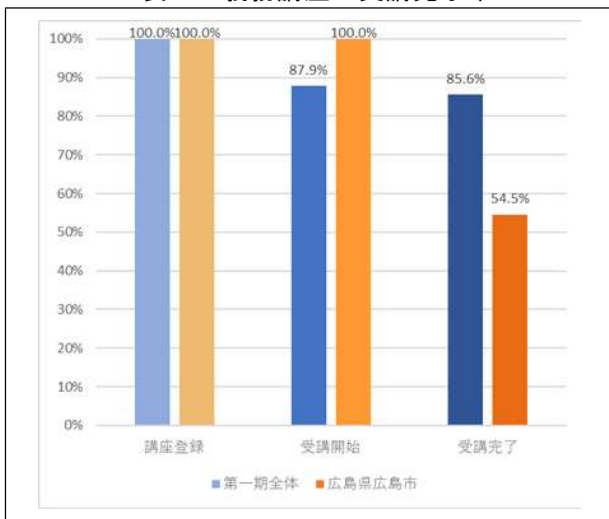
しかし、全庁的には「大画面の協議卓を完備してあること、よって資料の印刷はせずに事前にメールすること」と何度呼びかけても、他課の職員は協議に際して紙を印刷して持参するという習慣から抜け出せず、行政経営部の職員でも、異動直後の職員は特に「印刷をせずに業務をする」ことそのものに不安を感じるこのことであった。

このように民間実態から大幅に遅れている状況を踏まえ、DX 人材育成の推進というテーマで、大手携帯通信事業者から「データ分析講座」の提供を受けたり、国際的 IT 事業者から「最新のデジタル技術活用」について講演を依頼したりといった取り組みも進めたが、参加者はいつもの「元々興味がある人たちばかり」という状況であり、組織全体の底上げにはつながらなかった。一方で、「住民から見える DX」と直結する業務を担っている窓口及び市民対応業務を担当する職員から

は、DX と自分の業務に何の関係があるのか、それで何ができるのか、何をすべきなのか、情報のことは情報部門で考えてほしいと要望される状況に筆頭筆者の所属する情報部門は直面している。

これら、DX という新しい技術要素に初めて触れる学習者に向けた教材として、e ラーニングの分野では「Python による深層学習プログラミング入門」「Raspberry Pi を使った IoT」「データ分析ツールの活用」といった様々な DX のテーマに関連した講座が民間事業者等から提供されているが、これらは対象として民間企業の DX 人材育成を想定したものである。これらのコンテンツを活用して、地方自治体の DX 人材育成ができるのか、課題は何かを明らかにするために、2021 年 5 月から、全国 31 地方自治体とベネッセコーポレーションが共同で Udemy の講座を利用した「行政 DX 人材育成・実証研究²⁾」をスタートさせた。その際、広島市においては、行政経営部の職員及び「DX の研修に興味がある職員」が手挙げ式で参加したにもかかわらず、「義務講座」とされていた DX 用語講座等を中心とした DX に関する入り口講座の完了率が半数程度にとどまってしまい、民間事業者の既存コンテンツの活用について、行き詰りを感じる結果となった。

表 1 義務講座の受講完了率



1.2 筆頭著者による DX 人材育成の取り組み

毎年度広島広域都市圏及び広島市職員を対象に実施していた「集合型情報セキュリティ研修」が令和 2 年度は新型コロナウイルス感染症感染拡大防止のため中止となった。しかしながら、情報セキュリティに関する継続的な研修を絶やすのは適切ではないという観点から、筆頭筆者が Moodle 環境を構築して e ラーニングを提供した。令和元年度、主に機密性が重要な観点となり基礎的な項目が中心の「システム利用課向け」と、委託先事業者管理の知識が必要となり、完全性・可用性の観点も必要となる「システム所管課向け」に講座を分割したが、その講座構成は維持することとした。

コロナ感染症拡大防止のため関連業務が増大したことや、提供時期が年度末となったことで受講者減を予想していたが、Moodle を用いたことで、自宅や通勤中でも受講が可能など、受講者の利便性が向上したことで、集合型研修を実施していた平成 30 年度・令和元年度と比べて、表 2 のとおり受講者が増加した。なお、令和 2 年度については、コースを完了し、アンケート回答に至った人数を受講者数として取り扱うこととした。令和元年及び平成 30 年は、集合型研修で実施していたことから、出席者＝受講者数となっている。

表 2 受講者数の推移

	令和2年度	令和元年度	平成30年度
システム利用課向け	611人	422人	418人
システム所管課向け	247人	119人	未実施

また、集合型研修から e ラーニング型研修にしたこと、及び業者委託から職員の内製化としたことによる理解度の低下が懸念されたが、受講後アンケートにおいて「講座が理解できた」と回答した割合については表 3 のとおり低下はみられなかった。

内容については、平成 30 年度の外部委託先事業者は金融機関向けの情報セキュリティ事故事例を中心とした教材であり、業務との関連性が低かった。しかし、令和元年度については、外部委託先事業者により地方自治体事例を豊富に取り入れた教材を作成するように依頼したことで、より理解が容易になったものと考えられる。

なお、e ラーニング化するにあたり、日常業務において、DX に興味を持っていない職員であっても、自分がインターネットやスマートデバイスの利用者であり、膨大な個人情報を扱う行政組織の職員として、「情報セキュリティ」に関しては頻繁に相談されていることなどを踏まえて、ARCS モデルのうち、既に A(Attention)は十分機能している「情報セキュリティ」を切り口として、実際に生じる業務シーンとの関連性 R (Relevance) を重視した教材を作成し、2021 年 3 月 1 日～3 月 25 日の間、広島市及び広島広域都市圏に対して e ラーニング方式で提供したところ、過去に実践した集合型研修からむしろ受講者数が増加した。

表 3 講座が理解できたと回答した割合

	令和2年度	令和元年度	平成30年度
システム利用課向け	98.9%	97.0%	85.7%
システム所管課向け	97.3%	93.1%	未実施

その一方、15 分を超えたタイミングでの大幅に受講者が離脱するといった課題も明らかになった。

また、音声品質や画像品質についても意見が寄せられたことから、これらの機材をそろえ(図 1)、各講座

10分程度に再編成したものを、2022年2月21日～広島広域都市圏で展開している。

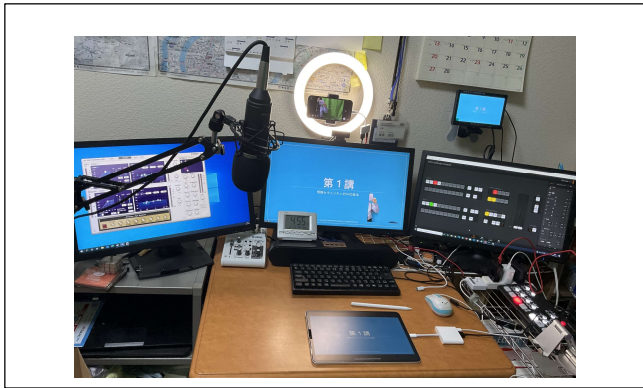


図1 新たに準備したeラーニング開発環境

昨年度の、eラーニングの実施にあたり、DX推進に関する人材育成の方向性を探るため、情報セキュリティと同様、自治体業務に関連するテーマにフォーカスしたDX関連教材を1講にまとめて試験的に提供した。昨年度のこの講座の成果として、講座実施前は年間数件程度であった職場のDX推進に関する相談が、毎月5件程度に増加したことが挙げられる。これを踏まえて、今年度実施分においては、中途離脱をしても何かしらDXに関する知見が残るように、後述するように、各講でセキュリティ+DXとなる構成に改めた。今回の報告においては、これらの経緯を踏まえて、情報セキュリティをAttentionとし、日常業務とのRelevanceを重視したDX知識を提供する教材作成について取り上げることとした。

2. 作成した教材の特徴

2.1 情報セキュリティ教材の現状

従来から「情報セキュリティ」というのは地方自治体行政においても重要な項目であるという認識はされており、J-LIS(=Japan Agency for Local Authority Information Systems: 地方公共団体情報システム機構)がサンプル教材を作成し、それを基に各自治体が内部で研修を行うこと自体は可能であった。

しかし、同教材の内容としては情報セキュリティ10大脅威や、情報セキュリティのCIA(=Confidentiality, Integrity, Availability: 機密性・完全性・可用性)の説明、USBの紛失に気をつける、業務端末を私用で用いない、不審なメールは開かない、といった極めて普遍的な内容であり、PDFファイルをダウンロードして読むだけのものであった。また満足度等のデータも存在しなかったため、本研究においてJ-LIS講座の「読むだけ情報セキュリティ」の既読者に対する問いとして5点法を用いた、本研修教材の評価も実施する予定である。

2.2 教育コンテンツの改善

2.2.1 質の向上

まず「情報セキュリティ研修が退屈な理由」を冒頭で示し、それを否定していく説明をすることで興味を引きつける構成とし、最初に「これは退屈な研修では無い」と宣言する効果を狙っている。

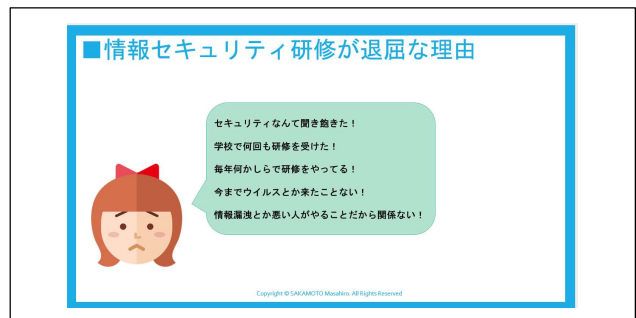


図2 情報セキュリティが退屈な理由を挙げて否定


そして具体的に「CC・BCCを間違えると恨まれる」といった、情報セキュリティリスクとして「CC・BCCにはこういう違いがあるから気をつけましょう」ではなくて、その失敗からどういう影響が出るのか、極めて身近に説明することに注力して作成した(図3)。




図3 CC・BCCを間違えるとこうなるという図

また、冒頭講師紹介においても「情報処理安全確保支援士(第001072号)」であり、高度情報処理技術者が作成している」ということを明確に宣言し、情報処理の促進に基づく法律という制度において、国家資格による裏付けがあること、そういう人間でもミスは犯す可能性があるもので、日常的にこういうことに注意しているということを身近に、すぐに取り組める形で説明した。講師紹介を「表と裏」に分けることで、講師の身近さをアピールし、同じ側の目線で作成したということも伝われば良いと考えている(図4)。


講師略歴（表）



・ 高度区分を複数所持のみならず地域圏内土として語学力と地域性をもつ公務員
・ データ分析が主眼となる。2020年クラウドでの継続的研修修得者という先進の明
・ システム監査からAI、データ分析、そしてITストラテジストとDXに必要なスキルの高
格を全て所持する「広島市の中のすごい人」




Microsoft Certified Solutions Expert
Cloud Platform and Infrastructure
Server Infrastructure



Microsoft Certified IT Professional
Database Administrator
Database Developer
Business Intelligence Developer

講師略歴（裏）



～ 野良SE
・ 銀行のデータ分析基盤構築
・ 銀行の事務集中システム構築
・ 総合行政システム構築
・ クラウドの中の人

・ 特定派遣（様）のIT労働者（野良SE）
・ あちこちを転々として典型的な事故事例に巻き込まれ続ける
・ 基盤の構築から回線の営業まで「黒い」と呼ばれる全ジャンルを制覇
・ ブラック企業として大手掲示板に乗っている現場はたいへん悲劇

図4 表裏のある親しみやすい講師紹介

2.2.2 情報セキュリティの重要性からデータ活用へ

情報セキュリティの重要性を認識させる次の段階として、情報セキュリティで守っている「データ」にどのような価値があるのか。「情報資産」と言われても何のことかわからないが、現金（以上）の価値があるものであり、それをしっかりと保管すること、更にここから「公務員の日常業務で作成されるデータは極めて価値があるものであり、だからこそオープンデータのニーズが存在する。」という、DXにつながる視座を提供し、より深く知りたい職員にはデータ分析といった講座を案内していくという今後の活動につなげることに取り組む内容を意図した。

2.2.3 情報セキュリティの重要性から BPR の説明へ

DX を推進する上で必要となる BPR (=Business Process Reengineering) を難しく捉えさせず「昭和の文房具を無くすこと」と定義して、昭和の文房具が大量に存在している状況そのものが情報セキュリティ上極めて脆弱性の高い状態であり、その改善に取り組むことが重要であるということを訴えかけることにより、自主的に職場の BPR と、それに伴う情報技術の利活用に興味を持たせ、OCR(=Optical Character Reader)やローコードの活用と言った具体策を提示することで、次につなげることを意識した。

2.2.4 情報セキュリティの重要性からクラウドと最新の通信技術（5G等）の可能性へ

新型コロナ感染症の拡大防止対策で、クラウドの利用は多くの事例が紹介されている。と同時に、コロナ陽性者のリストが行政の不手際により情報漏洩した事故も相次いで報道されている。

広島市においては「後者」に配慮して、クラウドの利活用に消極的な状況ではあったが、政令市間の相互

照会及び広域都市圏内他都市も似たような悩みを抱えているとの声も聞いたので「クラウドはインターネットではない」「タブレットはインターネットに情報を漏洩させたりはしない」という意識変革とそれらの根拠を強調する教材とした。

また、新型コロナ感染症対策として実施した健康調査や疫学調査全ての感染者（PCR陽性判定者）に電話をし、体温等の体調や発症から5日前までの行動、接触した人の名前や連絡先の聞き取りを行うという膨大な負荷が生じたことから、電話のIP(=Voice over Internet Protocol)化によるIVR(=Interactive Voice Response)の活用や、スマートフォンからのOABJ発信といった、市民にとっても「安心・安全」なDX推進を実現する意識付けとなるよう新たに通信分野を大きく取り上げた教材構成とした。

3. 現状の取り組み

3.1 eラーニングによる展開

2022年2月21日～講座提供を開始した。昨年度の受講者もいることから、TOTEモデルに基づき、受講前小テストを実施し、既に必要なことがわかっている者は学習不要としつつも、新たに教材のサムネイル等を変更したことで、興味がある講座を「つまみ食い受講」もできるようにした。小テストがクリアできない場合は、各講座順に受講を進めて、各講座の終了テストに合格することをもって完了とする。

今後、教材に対するアンケートを実施し、既存研修(J-LIS等)の受講者についてはそれとの比較による満足度や、教材そのもので難しく感じたポイント及びその理由、必要と感じている学習項目の調査といった内容を調査する。

3.1.1 プロトタイプ方式の採用

広島広域都市圏向けに概ね1万人の受講対象者がおり、2021年3月期において、サイトを開いてみた者が約6,000名、そのうち1講でも受講した受講者は1,560名であり、完了者は858名であった。2022年に入り、2市2町が新たに広島広域都市圏に加盟することで、受講対象者が更に拡大したことや、デジタル庁の自治体共創PF(=プラットフォーム)が立ち上がったことも受けて、これらのプラットフォームを利用して積極的に受講を呼びかけ、講義の発言に聞き取りづらい部分がないか、教材のスライドの可読性に問題は無いかといったインターフェース部分や、教材の理解しづらい点、離脱ポイントの原因判断を行い、更に対策を打った教材を「全国版」として、2021年度地方自治体DX人材育成研究会で共同研究を実施した大手商用プラットフォームであるUdemyを利用して全国展開する。

Udemyで全国展開後は、そもそものテーマであったDXの後続講座にうまくつなげられているのか、とい

う他教師作成の AI 活用やデータ分析といった「一般的な教材」との連携性の確認を中心に、Udemy 受講者から寄せられた自教材へのフィードバックにも対応する。

つまり、本研究は、近年のシステム開発では一般的な、ユーザー参加型のアジャイルな開発を e ラーニングコンテンツ作成分野で行う取り組みという側面も有していると考ええる。

3.1.2 受講者アンケートやログの分析について

SME として、一般社団法人情報処理安全確保支援士会及び広島市 DX 推進包括提供事業者であるデロイト・トーマツ社。IDer として、デロイト・トーマツ社及び Udemy を展開するベネッセコーポレーションの協力を仰ぎ、アンケート結果や教材の分析を実施する。

3.1.3 完成度の定義

今回は、受講者・利害関係者（デジタル庁：自治体共創プラットフォームチーム）、デロイト・トーマツ・開発者が一体となって、フィードバックを参考にしながら、アジャイル開発の手法の一つ「スクラム開発」でスピーディーかつ柔軟な対応を行うことそのものを試行し、教材の完成度を高めたいと考えている。よって、Udemy プラットフォームでの習得率及び満足度は 90%超を目標としている。

行政職員である筆頭著者が提供する講座が、無償から有償に切り替わる際の障壁がどの程度あるのか。たとえば、無償講座の完了率は 90%、満足率も 90%であるにもかかわらず、次の有償講座はお試し受講画面だけで離脱した。その原因は金額であった、という問題点が明確化できれば、DX 人材育成という観点から Udemy といった学習プラットフォームを地方自治体が利用する際の費用について、国の予算措置も要望できる資料が得られると考えている。

4. 今後の展望

全国約 1,700 の全ての自治体で DX 人材育成において、無償で必要なことが全て学べる（必要な場合は国の予算措置を講じる根拠となるデータを収集する）ことを目的として、自治体共創プラットフォームや、ベネッセ社のプロモーション、筆頭著者が地方自治体職員では初の IPA で講演者となったこと³等(参考 URL: <https://www.ipa.go.jp/siensi/toberiss/wakaru.html>)を通じて、既に教材の全国版投入が期待されている状況である。

令和 7 年度の自治体システムの標準化については様々な場面でその成否も含めて議論されているが、並行して、むしろそれ以上に DX 人材育成水準の標準化も行わないといけないという観点が漏れており、地方自治体における DX 人材教材の標準化及び Society5.0 へとあるべき発想について「標準化」できるものを目

指している。

あわせて、既に「地域の中小事業者」から、DX 対応について支援をしてほしい。地域コミュニティを巻き込んだ DX 研修について考えてほしいという声も、福祉部門や商工部門から寄せられているので、これらについても考えていくことを想定している。

参 考 文 献

- (1) 朝日新聞デジタル 2018 年 10 月 24 日 「はんこ消えた？茨城県の改革に賛否「実態は紙のまま」
- (2) ベネッセコーポレーション(2021) 行政 DX 人材育成実証研究結果レポート(p18)
- (3) 国家資格「情報処理安全確保支援士」がわかる！説明会 (2022 年 1 月開催)

アイトラッカーによる

いけばなの伝統をふまえた新しい華展方略の検証

加藤藍^{*1}, 卯木輝彦^{*2*3}, 谷田貝雅典^{*3}

*1 共立女子大学大学院文芸学研究科, *2 フォトロン, *3 共立女子大学文芸学部

Verification of a New Flower Exhibition Strategy Based on the Tradition of IKEBANA by Eye Tracker

Ai Kato^{*1}, Teruhiko Unoki^{*2*3}, Masanori Yatagai^{*3}

*1 Graduate School of Arts and Letters, Kyoritsu Women's University, *2 Photron Limited, *3 Faculty of Arts & Letters, Kyoritsu Women's University

あらまし：華道・茶道などの日本の伝統文化は高齢化や若者の伝統文化離れにより会員数が減少し継承が困難になりつつある。一方、華道（いけばな）は歴史の中で衰退期には時代に合わせてその在り方を変えてきた経緯がある。よって歴史を踏まえた新しい華展として、他分野とのコラボレーション華展やWEB華展を企画し試行した。各華展の評価にはアイトラッカーを用いた客観的な鑑賞時注視点の解析と、質問紙調査による鑑賞時の主観評価を行い、新しい華展方略について考察した。結果、各作品の推奨作風傾向やそれぞれに効果的な展示方術を得た。

キーワード：いけばな, アイトラッカー, 質問紙調査, 多変量解析

1. はじめに

平成27年度、令和2年度の文化庁の報告⁽¹⁾⁽²⁾より、日本の伝統文化の華道・茶道において、高齢化や若者の伝統文化離れにより会員数が減少し継承が困難になりつつあることが示されている。加えて、2020年からの世界的パンデミックにより、対面習得が原則の芸道は伝承困難な局面を迎えた。芸道のなかでも特に華道は新鮮な植物を扱うことから、習得、制作、展示のどの過程においても、長期間を要することができない特性上、現在の時勢から大きな難局に至っている。

一方、明治時代の文明開化によって一時衰退の危機に陥った華道が復興をとげた要因は、今まで床の間に飾っていたものを洋風の建物の中でも飾れるように新たな型を考案し、生け方を増やしたためである⁽³⁾。

なお、文明開化による衰退以前にも、飛鳥時代から続くいけばなは、その長い歴史の中で、幾度か時代と共にふさわしい型を考案し変容することで、時代に合った新しい在り方を増やしてきた経緯がある。

本研究ではいけばなの歴史を踏まえ、現代という時代に応じた新しい在り方を試行し評価考察する。

華道の各流派のなかで、池坊が最も歴史が古く、主要流派であることから、本論では特に断らない場合は池坊流派に即し記述する。なお、筆者は華道家（華道家元池坊いけばな教授）である。

また、一般に同義とされる「いけばな」と「華道」の表記については、「花を立てる」「いける」ことを一般的に「いけばな」と定義し、その中でも特に「池坊専応口伝」⁽⁴⁾によって説かれた「いけばな」に対する仏教精神性と技術理論を極めようとする、求道的な「いけばな」を「華道」と定義することから、本稿では特に断らない場合は、以降広義の意味である「いけばな」と表記する。

2. いけばなの歴史とコラボレーション

いけばなの起源は古く、その起源は仏前に供える花、供花であったと言われている⁽⁵⁾。飛鳥時代538年の

仏教伝来と共に仏前の供物のひとつとして伝わった。以降、905年に奏上された「古今和歌集」や1001年ごろ完成したとされる「枕草子」などには新たに花瓶に花を挿してある様子が書かれ、供花の在り方とは別に鑑賞の在り方が見られるようになった。「碧山日録」の1462年2月25日の記述には池坊専慶が挿した花が見事であった旨が記され、花を挿すこと自体に関心が向いている様子が記されている。室町時代には書院造と呼ばれる建築様式が登場し、武家社会を中心に生活空間の中で招いた客人をもてなす工夫がなされ、部屋に花を飾る習慣が広まった。また、壁間に仏画などの掛け軸をかけ、押し板（後の床の間）に香炉、供花、燭台の三つ具足を置いた供花の新たな様式が整えられた。

1530年ごろには「池坊専応口伝」⁽⁴⁾にて、ただ挿しただけの花をあまりよしとしない考えが新たに説かれ、いけばなに対する哲学が登場した。池坊専応が「立花」という生け方を理論的に整備し精神性を説いたことで、当時の「立花」は池坊の独占的かつ専門的なものとなり求道的な「華道」が成立した。

江戸時代に入ると収入の安定した町人の中で素人が趣味として芸能を楽しむ遊芸が流行り、江戸中期には「立花」より容易な「生花」という生け方が新たに登場する。また数寄屋造と呼ばれる建築様式の登場も「生花」の成立に影響した。

江戸時代後期には幕府による財政改革で贅沢が禁じられ、当初いけばなや長唄、浄瑠璃などが取り締まりを受けた。しかし、いけばなは儒教の精神を取り入れたことにより、宗教的な教えを説くためのものとして、後に幕府に奨励されるようになった。また、江戸後期以前は主に男性が行うものであったいけばなは、次第に女性が行う教養としての側面が強まったこともこの時代の大きな特徴である。

明治維新後は、文明開化に伴う生活の西洋化でいけばなは衰退の危機に見舞われた。江戸中期の「生花」の登場で池坊から派生した様々な流派が登場し、宗教的な教えを説くものとして幕府からの庇護を受け発展期にあったいけばなであったが、倒幕により幕府の庇護がなくなったことや、明治政府による廃仏毀釈の影響で著しく衰退した。しかし、明治時代中期には欧化主義に反対する国粹主義が登場し、1879年教育令が公

布された後、池坊専正は京都府から女学校で「華道」を教えるようにと依頼を受けるに至った。また、1887年文部大臣であった森有礼によって婦女子教育の方針が打ち出され、いけばなは女性の教養としての位置づけがなされた。

大正時代には、西洋の花を用いることのできる「盛花」が小原雲心によって考案され、従来の「立花」や「生花」に比べ自由な表現ができるようになった。これを受け保守的であった池坊も「応用花」（現代の「自由花」）として、新たに受け入れた。

昭和敗戦後、伝統的な考えやものを否定する思想が盛んになり、いけばなにおいてもこれまでの自然主義に反した前衛いけばなが登場した。前衛いけばなでは、これまで前提としての型であった「自然の姿」から脱し、花器以外で生花と同列に鉄鋼物や石膏などの無機素材が用いられ、新しい近代的ないけばなが試みられるに至った。

3. 研究目的

3.1 現代いけばなの試み

現在のいけばなは、様々な分野との前衛的なコラボレーションが実現している。例えば、図1に示す「デジタル枯山水」⁽⁶⁾は、プロジェクションマッピングといけばなの共演で、龍生派創流130周年記念展「RYUSEI IKEBANA JAPAN」(2016)にて展示され、「リアルとバーチャルの融合」をテーマに、いけばなのある空間にプロジェクションマッピングを投影する新しい華展が試みられた。そのほかにも京都北野天満宮で開催された「KYOTO NIPPON FESTIVAL」(2018)では、伝統文化とポップカルチャーのコラボレーションとして、北野天満宮所蔵の重要文化財「鬼切丸」と、「刀剣乱舞・ONLINE」作品でこれを擬人化



図1 デジタル枯山水⁽⁶⁾

したキャラクターの共演を、池坊がいけばな作品として演出した意欲的な展示も登場している。

このような試みは近年新たに登場したものであり、これらの中から、やがていけばな文化として定着した華展が登場すれば、現代いけばなの大きな難局を乗り越える可能性があり、これらが新しい華展方略となりえるのか、検証する余地があると考えられる。

3.2 先行研究の試み

先行研究⁽⁷⁾では、様々な分野とコラボレーションをする現在のいけばなの在り方に対する人々の認識を明らかにするために、質問紙調査を行い多変量解析の後、考察した。結果、いけばなは伝統文化として古風であるという認識があるために、いけばなと他分野とのコラボの試みに対して否定的になることがわかった。さらに「アニメ・ゲームとのコラボ拒否感」因子について、舞台上で音や光を交えながら行ういけばなのデモンストレーション的パフォーマンスへの否定感が大きく、いけばな経験や知識の有無を問わず、全体的にいけばななどの新しい試み（コラボレーション）に対して否定的であることがわかった。

3.3 本研究の試み

先行研究⁽⁷⁾をふまえ、斬新な異分野とのコラボレーションを検討する際は、いけばなの文化としての印象を十分考慮する必要がある。また、大きな難局であるいけばなの存続を考慮するうえでも、これまでの歴史的な試みを再度十分検討したうえで、いけばな文化を新しいステージに昇華できる新たな試みを検証する必要がある。

以上をふまえ、本研究では歴史上の伝統的なコラボレーション、現代的で斬新なコラボレーション、先行研究⁽⁷⁾をふまえ近現代のかつ伝統的でいけばななどの文化的相性が良いと考えられるコラボレーションの3つを検討し、これらの作品の鑑賞実験を行い、いけばな文化にとって有効と考えられる華展方略を検証することを目的とする。なお、鑑賞実験では先行研究⁽⁷⁾との比較を可能とするため、アンケートによる主観データの取得と、新たに鑑賞時の客観データとして、どこを見ているのか鑑賞時の視線解析が行えるアイトラッカーによる、注視点データを取得し、両データを多

変量解析により分析し、これらの因果関係を統計的に明らかにする。

4. 実験方法

4.1 いけばなとの他分野とのコラボレーション概要

4.1.1 「いけばな」と「掛け軸」

芸道のなかでも三道（茶道・華道・書道）として、古くから親和性があり、2章で述べた室町時代に成立した「いけばな」と「掛け軸」のコラボレーションを実施する（以下「いけばな×掛け軸」と称す）。

「いけばな×掛け軸」は、図2に示すような、床の間での飾りを想定し、白雪燕氏の書の掛け軸と生花正風体一種生けのいけばなとなる。生花正風体は正面から鑑賞し、「数少なきは心深し」という省略美や、命の出発点である水際と花材の曲線美から出生美を感じるのが鑑賞時のポイントである。また、花材同士や作品全体の余白から空間美を感じることもポイントとなる。

よって「いけばな×掛け軸」は3.3節の伝統的なコラボレーションに相当する。

4.1.2 「いけばな」と「キャラクターパネル」

3.1節で取り上げた現代的なコラボレーションの内、3.2節の先行研究⁽⁷⁾で明らかとなった否定感の大きかったアニメ・ゲームキャラクターとのコラボレーションを試みる（以下「いけばな×キャラクターパネル」と称す）。

「いけばな×キャラクターパネル」は、図3に示すように、3.2節の先行研究結果をふまえ、否定感を軽減する工夫として、展示する「いけばな」との統一感、および、キャラクターの印象が先立たない様に、徐晨蕊氏に依頼しオリジナルのキャラクターパネルを準備した。本作品は、華展会場での展示を想定し、キャラクターイメージに合わせた自由花を机上に置き、鑑賞時には作者が伝えたいことを感じることや表現方法を見つけることがポイントである。また本来、表現方法は様々で、自然的表現・象徴的表現や、垂直・傾斜形態・水平形態、非対称的構成・放射的構成、花器、色、質感、形状など多様となる。

よって「いけばな×キャラクターパネル」は3.3節の現代的で斬新なコラボレーションに相当する。



図 2 いけばな×掛け軸

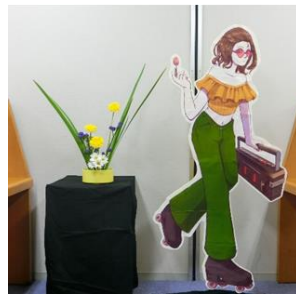


図 3 いけばな×キャラクターパネル



図 4 いけばな×折り紙

4.1.3 「いけばな」と「折り紙」

3.2 節の先行研究⁽⁷⁾結果を踏まえ、いけばななどの文化的相性がよいと考えられる分野として、古くて新しい「折り紙」をコラボレーション対象とした(以下「いけばな×折り紙」と称す)。折り紙は江戸時代に普及した日本の手芸であるが、近年では「Origami」として世界大会が開かれるなど、前衛的な芸術へと昇華した。

「いけばな×折り紙」は、図 4 に示すように、華展会場での展示を想定し、杉山秀美氏に制作していただいた折り紙作品と、そのテーマに合わせた自由花を共に机の上に配置して展示した。

鑑賞時には、自由花であることから「いけばな×キャラクターパネル」と同様に、作者が伝えたいことや多様な表現方法を認知することがポイントである。

よって「いけばな×折り紙」は 3.3 節の先行研究をふまえ近現代のかつ伝統的でいけばななどの文化的相性が良いと考えられるコラボレーションに相当する。

4.2 展示方法

4.2.1 実物展示

実物展示はいけばなの展示でもっとも一般的な展示方法であり、華展(または花展)と呼ばれる。主に百貨店や美術館などの屋内で行われ、壁を背景にして台の上に作品が並ぶ。一般的に作品の邪魔にならないように、壁や台は白や黒で統一される。作品前には席札(瓶者の職位や名が書かれた名札)や花材のメモが置かれる。実物展示では作品のスケールや奥行きが感じられる。

4.2.2 WEB 展示

WEB 展示は、応募し投稿されたいけばな作品の写真を WEB 上で公開する近年誕生した新たな華展である。特に COVID-19 の影響によって相次いで実物華展が中止となり、本来華展は日頃の稽古の発表の場でもあることから、機会を失わないよう WEB 上で公開す

る機会が増えた。WEB サイトはもとより、Facebook、YouTube など媒体は様々で、作品の写真にはなるべく背景に作品以外を映さないということ以外、まだ、特段のルールすら決まっていないのが現状である。

WEB 展示では、作品ごとに名前や花材だけではなく作者のコメントも掲載できる。ただし、2 次元画像であるために作品のスケールや奥行きは伝わりづらいたことが、実物展示との大きな相違点である。

4.3 測定方法

本実験では 3 つのコラボレーション華展を同時に行った。いけばなは長期保管が利かないことから実施は複数回に分けて行い、各作品の生け方を「生花」と「自由花」で統一した。実物展示では「いけばな×掛け軸」は床の間を想定し制作し、他 2 つの作品は一般華展の展示を想定し制作した。WEB 展示用写真は COVID-19 の影響で昨今急増した WEB 華展を想定し撮影した。

被験者は、共立女子大学の学生および教職員 38 名にご協力いただき、図 2 から図 4 に示す 3 種類のコラボレーション華展における実物展示と、これらを写真撮影し WEB 鑑賞を想定した WEB 展示の、計 6 回の鑑賞実験に参加いただき、のべ 195 回分(被験者外実験計画)の鑑賞データを取得した。

鑑賞注視点測定は Tobii Pro X2-30 と X2-60 により行った。実物展示は図 5 のような環境で行い、被験者の視界範囲を図 5 中の WEB カメラで撮影し、アイトラッキングデータを取得した。WEB 展示は鑑賞用ノ



図 5 注視点測定図
(実物展示「いけばな×折り紙」の例)

ート PC のモニター上に作品を表示し、モニター下部にアイトラッカーを設置してアイトラッキングデータを取得した。

作品鑑賞後には、41 項目 5 段階評定尺度の鑑賞後アンケートを実施した。

5. 結果および考察

5.1 AOI の設定と注視点の分析方法

各実施環境・作品ごとに図 6 に示す色分けされた AOI (Area of Interest) を設定し、設定範囲内の注視時間を Tobii Studio (ver3.2.1) により解析した。なお、図 6 の WEB 展示「いけばな×折り紙」を例に、各 AOI の設定を概説する。「全体」領域は図 6 のオレンジ領域とし記録動画内全てを設定した。「いけばな作品領域」は花器を含め図 6 のパープル領域を設定した。「コラボ作品領域」は図 6 のグリーンとブルー領域のように設定した。なお、以上 3 領域の「全体」から「いけばな作品領域」と「コラボ作品領域」を演算で引いた領域を「作品外領域」に設定した。

以上とは別に「推奨鑑賞点」として、いけばな（池坊）で指導する作品の鑑賞ポイントを、図 3 のパープル領域内にさらに色分け（レッド、グリーン、など 5 か所）をして設定した。この「推奨鑑賞点」は、作品理解を図るためのもので、池坊では生花正風体においては出生美を表す水際の部分、自由花においては作品の主眼構成とメインの花の部分指すものである。

以上、5 つの AOI を設定し、鑑賞実験時の各 AOI の注視割合は、各領域の注視時間を「全体」の注視時間で除算し百分率 (%) で表した。

5.2 鑑賞後アンケートの因子分析

鑑賞後アンケート (41 項目 5 段階評定尺度) の自由

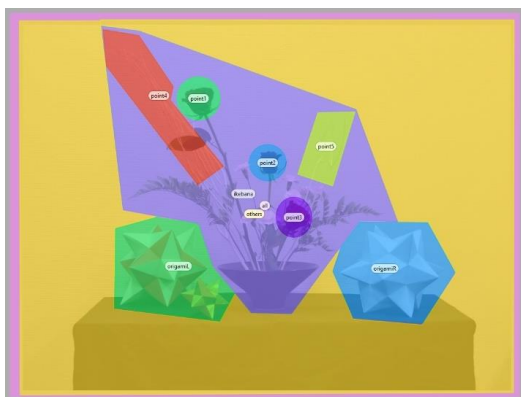


図 6 WEB 展示「いけばな×折り紙」の AOI

表 1 鑑賞後アンケートの因子分析結果

	I	II	III	IV	V
31作品は洋風な感じでしたか	.927	.063	.079	-.138	-.077
逆34作品は和風な感じではなかったですか	.840	.017	-.113	-.033	-.048
25作品は華美なものでしたか	.757	.105	.195	-.001	.131
10作品は大胆でしたか	.734	-.162	-.101	-.034	.295
32作品は人工的でしたか	.634	.008	-.067	-.112	-.022
逆9作品は質素なものではなかったですか	.628	.092	.042	.089	.140
逆29作品は伝統的ではなかったですか	.604	-.021	-.354	.032	-.089
12作品は明るい雰囲気でしたか	.602	.003	.130	.433	.074
28作品は斬新でしたか	.594	-.057	-.219	.144	.199
逆39作品は自然的ではなかったですか	.492	-.034	-.326	-.187	-.141
逆27作品は繊細ではなかったですか	.481	-.067	-.222	.025	-.247
40作品は存在感がありましたか	.414	-.201	.131	-.016	.389
逆11作品はまっすぐではなかったですか	.336	.139	-.101	-.171	-.151
20作品はいけばなが主役でしたか	.060	.943	-.108	.015	.216
16作品はいけばなが中心と感じましたか	.048	.939	-.114	-.038	.203
逆37作品はいけばな以外のものが主役ではなかったですか	.054	.889	.076	.019	-.220
逆15作品はいけばな以外が中心と感じなかったですか	-.030	.856	-.021	.030	-.112
35作品はいけばなが目立ちましたか	.004	.782	.026	-.036	.140
逆41作品はいけばな以外のものが目立たなかったですか	-.025	.779	.101	.074	-.298
33作品は芸術として受け入れられますか	.094	-.093	.867	-.051	.037
24作品はいけばな文化として受け入れられますか	.096	.020	.838	-.096	-.037
26作品は伝統文化として受け入れられますか	-.242	-.001	.721	.017	-.041
36作品は美しいと感じましたか	.160	.053	.680	-.093	.168
38作品は全体的に統一感がありましたか	-.259	-.084	.451	.082	.107
17作品はあたたかい雰囲気でしたか	.027	.000	.023	.797	.119
逆18作品はつめたい雰囲気ではなかったですか	.219	-.014	-.006	.791	-.036
13作品はやわらかい雰囲気でしたか	-.295	.037	-.151	.663	.141
逆30作品は鋭い雰囲気ではなかったですか	-.234	-.055	-.233	.547	-.226
逆14作品は暗い雰囲気ではなかったですか	.422	-.036	.091	.492	.005
23作品は親しみやすいものでしたか	.215	.144	.147	.377	.284
22作品から季節を感じられましたか	.122	-.079	.093	.157	.338
21作品はなびっていましたか	-.070	.115	.013	.288	.302
19作品は興行きがあると感じましたか	-.019	.169	.116	-.054	.250
因子間相関	I	II	III	IV	V
I	—	-.238	-.515	.408	-.011
II		—	.351	-.061	.121
III			—	-.052	.375
IV				—	.102
V					—

因子抽出法：最尤法（プロマックス回転解）

記述項目および環境選択項目等の 8 項目を省いた、計 33 項目に対して SPSS (Ver28.0.1.0) により、最尤法・プロマックス回転（斜交回転）を用い、因子分析を行った。因子抽出後の累積寄与率は 56.5% となり、得られた 5 因子構造の結果を表 1 に示す。なお、分析後、負の因子負荷量となった項目には表 1 の各項目の前に「逆」と記し、逆転項目の処理を行った。

5 つの因子名は、構成する項目から判断し、第 1 因子を「前衛的芸術評価」、第 2 因子を「いけばな主眼度」、第 3 因子を「伝統的芸術評価」、第 4 因子を「作品柔軟度」、第 5 因子を「四季・空間美」と命名した。以上 5 因子は以後、鑑賞主観評価因子と総称する。

なお、表 1 の因子間相関から、「前衛的芸術評価」と「伝統的芸術評価」の相関が「-0.515」と最も大きく負の相関であったことから、これらの因子が本研究における重要な総合評価因子であることがわかった。

5.3 各展示における鑑賞主観評価因子と「推奨鑑賞点」

展示毎の各作品展示の鑑賞主観評価因子の因子代表平均値と比較のための分散分析結果を図 7, 9 に示す。また、同鑑賞時の「推奨鑑賞点」AOI 注視割合の

分散分析と多重比較結果を図 8, 図 10 に示す. なお, 各結果については 5.6 節で総合的に記す.

5.4 前衛的／伝統的芸術評価への他の鑑賞主観評価因子への規定因 (重回帰分析結果)

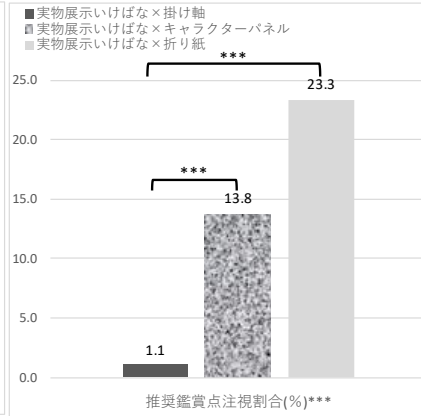
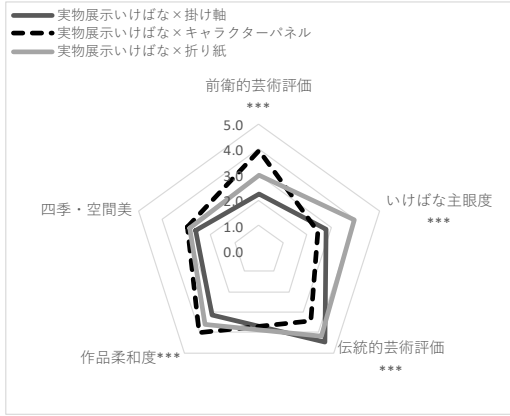
5.2 節において重要な因子であった「前衛的芸術評価」と「伝統的芸術評価」を従属変数とし, 他の鑑賞

主観評価因子を独立変数とした重回帰分析を行った.

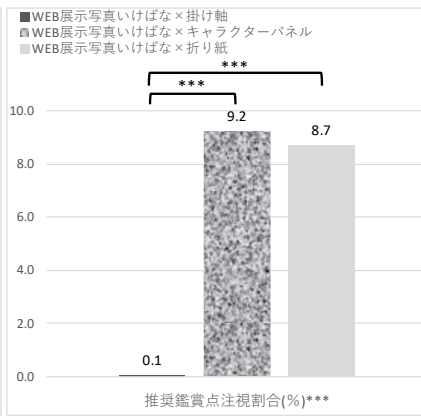
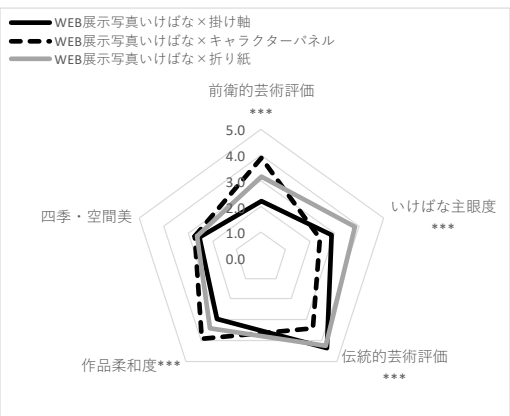
従属変数を「前衛的芸術評価」とした重回帰分析結果を表 2, 従属変数を「伝統的芸術評価」とした重回帰分析結果を表 3 に示す. なお, 各結果については 5.6 節で総合的に記す.

5.5 各作品で前衛的／伝統的芸術評価へ最も規定力のあった鑑賞主観評価因子への各 AOI の規定因 (重回帰分析結果)

5.4 節の結果より各作品の「前衛的芸術評価」と「伝統的芸術評価」に対し高い規定因を示した各鑑賞主観評価因子において, これらを規定するものは作品中のどの部分にあるのか明らかにするために, 「いけばな主眼度」「作品柔和度」「四季・空間美」を従属変数とし, 5.1 節で設定した各 AOI から算出した鑑賞時注視割合を独立変数として, 作品ごとに重回帰分析を行った. 「前衛的芸術評価」に対し高い規定因を示した各鑑賞主観評価因子への結果をまとめたものを表 4, 「伝統的芸術評価」について同様にまとめたものを表 5 に示す. なお, 各結果については 5.6 節で総合的に記す.



有意確率 †p<0.1,*p<0.05,**p<0.01,***p<0.001
図 7 実物展示因子代表値の比較 図 8 実物鑑賞時の推奨点注視割合



有意確率 †p<0.1,*p<0.05,**p<0.01,***p<0.001
図 9 WEB 展示因子代表値の比較 図 10 WEB 鑑賞時の推奨点注視割合

表 2 「前衛的芸術評価」への鑑賞主観評価因子の規定因 (重回帰分析)

	前衛的芸術評価											
	実物展示			WEB展示写真								
	いけばな×掛け軸		いけばな×キャラクターパネル		いけばな×折り紙		いけばな×掛け軸		いけばな×キャラクターパネル		いけばな×折り紙	
	β	B	β	B	β	B	β	B	β	B	β	B
いけばな主眼度	-0.065	(-0.026)	-0.207	(-0.104)	-0.281†	(-0.199)	0.083	(0.043)	-0.304	(-0.176)	-0.135	(-0.122)
作品柔和度	0.221	(0.096)	0.053	(0.044)	-0.518**	(-0.358**)	0.267	(0.122)	0.083	(0.070)	-0.121	(-0.103)
四季・空間美	0.254	(0.101)	0.043	(0.021)	-0.079	(-0.041)	0.166	(0.068)	0.010	(0.005)	-0.229	(-0.194)
自由度調整済みR ²	0.087		-0.034		0.323**		0.016		-0.007		-0.007	

強制投入法 β標準化偏回帰係数(B偏回帰係数)

有意確率 †p<0.1,*p<0.05,**p<0.01,***p<0.001

表 3 「前衛的芸術評価」への鑑賞主観評価因子の規定因 (重回帰分析)

	伝統的芸術評価											
	実物展示			WEB展示写真								
	いけばな×掛け軸		いけばな×キャラクターパネル		いけばな×折り紙		いけばな×掛け軸		いけばな×キャラクターパネル		いけばな×折り紙	
	β	B	β	B	β	B	β	B	β	B	β	B
いけばな主眼度	0.216	(0.130)	0.067	(0.069)	0.201	(0.147)	0.179	(0.155)	0.052	(0.056)	-0.054	(-0.046)
作品柔和度	-0.104	(-0.069)	0.295†	(0.505†)	0.351*	(0.250*)	-0.093	(-0.070)	0.130	(0.202)	0.483*	(0.386*)
四季・空間美	0.153	(0.093)	0.487**	(0.474**)	0.064	(0.034)	0.349	(0.236)	0.279	(0.237)	-0.059	(-0.047)
自由度調整済みR ²	-0.034		0.358***		0.110†		-0.010		0.013		0.127	

強制投入法 β標準化偏回帰係数(B偏回帰係数)

有意確率 †p<0.1,*p<0.05,**p<0.01,***p<0.001

表4 「前衛的芸術評価」へ最も規定力のあった「鑑賞主観評価因子」への各AOI注視割合の規定因

	四季・空間美	作品柔和度	いけばな主眼度	作品柔和度	作品柔和度	いけばな主眼度	四季・空間美
	実物展示	実物展示	実物展示	実物展示	WEB展示	WEB展示	WEB展示
	いけばな× 掛け軸	いけばな× 掛け軸	いけばな× キャラクターパ ネル	いけばな× 折り紙	いけばな× 掛け軸	いけばな× キャラクターパ ネル	いけばな× 折り紙
	β	β	β	β	β	β	β
いけばな作品領域	-0.595*	0.188	0.693*	-0.409	-0.106	0.461	0.520†
コラボ作品領域	-0.339	0.145	0.182	-0.197	-0.358	-0.173	-0.071
作品外領域	0.162	0.172	0.272	0.375†	0.230	0.151	0.026
推奨鑑賞点	0.083	0.117	-0.046	0.415*	0.159	0.194	0.032
自由度調整済みR ²	0.128†	-0.066	0.206*	0.429***	0.110	0.489***	0.211†

強制投入法 β 標準化偏回帰係数(B偏回帰係数) 有意確率†p<0.1,*p<0.05,**p<0.01,***p<0.001

表5 「伝統的芸術評価」へ最も規定力のあった「鑑賞主観評価因子」への各AOI注視割合の規定因

	いけばな主眼度	四季・空間美	作品柔和度	四季・空間美	四季・空間美	作品柔和度
	実物展示	実物展示	実物展示	WEB展示	WEB展示	WEB展示
	いけばな× 掛け軸	いけばな× キャラクターパ ネル	いけばな× 折り紙	いけばな× 掛け軸	いけばな× キャラクターパ ネル	いけばな× 折り紙
	β	β	β	β	β	β
いけばな作品領域	0.547*	0.469	-0.409	-0.326	0.493	-0.513†
コラボ作品領域	0.107	0.327	-0.197	-0.188	0.273	-0.267
作品外領域	0.093	0.451*	0.375†	-0.067	0.156	-0.518*
推奨鑑賞点	-0.158	-0.232	0.415*	0.049	-0.018	0.106
自由度調整済みR ²	0.082	0.077	0.429***	-0.075	-0.053	0.055

強制投入法 β 標準化偏回帰係数(B偏回帰係数) 有意確率†p<0.1,*p<0.05,**p<0.01,***p<0.001

5.6 新しい華展方略について

5.3 節から 5.5 節までの結果より、特徴的な値を華展方略として表6にまとめる。表6の①は5.3節の結果から、実物/Web両展示における各作品が前衛的作風と伝統的作風のどちらに向いているのかをまとめた。表6の②は5.3節の結果から、「推奨鑑賞点」を比較的に見ることができているのかをまとめた。表6の③は5.4節の結果から、「前衛的芸術評価」(5.4節表2)と「伝統的芸術評価」(5.4節表3)を高めるためには鑑賞主観評価因子のどれを強調または控えるように展示すべきかをまとめた。表6の④は、③の結果を受けて、強調または控える各鑑賞主観評価因子を具体的にどのように表現するのか、制作指針が分かるように、5.1節で設定した各AOI注視割合を独立変数とし、5.5節の結果から、「前衛的芸術評価」(5.5節表4)グループと、「伝統的芸術評価」(5.5節表5)グループごとに、どのような作業をすればよいのかをまとめた。

5.6.1 実物展示の華展方略

表6①より、いけばな×掛け軸は伝統的作風、いけばな×キャラクターパネルは前衛的作風に向き、いけばな×折り紙はどちらの作風にも向いていた。②・③・

④より、前衛的作風において、いけばな×掛け軸は作品内に余白を多くとり、いけばな×キャラクターパネルはいけばなを目立たないようにし、いけばな×折り紙は「推奨鑑賞点」を控えつついけばなを目立たせる必要がある。伝統的作風において、いけばな×掛け軸はいけばなと「推奨鑑賞点」を目立たせ、いけばな×キャラクターパネルはいけばなを目立たせ余白を多くとり、いけばな×折り紙はいけばなを控えつつ「推奨鑑賞点」を目立たせる必要がある。

5.6.2 WEB展示の華展方略

表6①より、いけばな×掛け軸は伝統的作風、いけばな×キャラクターパネルは前衛的作風に向き、いけばな×折り紙はどちらの作風にも向いていた。②・③・④より、前衛的作風において、いけばな×掛け軸は他分野を目立たないようにし、いけばな×キャラクターパネルはいけばなを目立たないようにし、いけばな×折り紙もいけばなを目立たないようにする必要がある。伝統的作風において、いけばな×掛け軸はいけばなを目立たないようにし、いけばな×キャラクターパネルはいけばなを目立たせ、いけばな×折り紙はいけばなを目立たせ余白を減らすように寄せて撮影する必要がある。

表6 新しい華展方略

		実物展示			WEB展示		
		いけばな×掛け軸	いけばな×キャラクターパネル	いけばな×折り紙	いけばな×掛け軸	いけばな×キャラクターパネル	いけばな×折り紙
①	5.3節 図7,図9	2.2*** (有意に低く向いていない)	3.9 前衛的作風向き	3.0 前衛的/伝統的 どちらの作風も可	2.2*** (有意に低く向いていない)	3.9 前衛的作風向き	3.2 前衛的/伝統的 どちらの作風も可
	5.3節 図7,図9	4.4 伝統的作風向き	3.4*** (有意に低く向いていない)	4.2	4.4 伝統的作風向き	3.4*** (有意に低く向いていない)	4.2
②	5.3節 図8,図10	1.1%*** (有意に低く「推奨鑑賞点」をみれていない) 伝統的作風の場合「推奨鑑賞点」を強調する	13.8%	23.3%	0.1%*** (有意に低く「推奨鑑賞点」をみれていない) 伝統的作風の場合「推奨鑑賞点」を強調する	9.2%	8.7% 実物展示(23.3%)よりも「推奨鑑賞点」を強調する
③	5.4節 表2	「四季・空間美」(β 0.254)と「作品柔和度」(β 0.221)が同程度に高い規定因 ∴本因子を強調する	「いけばな主眼度」(β 0.207)が最も高く負の規定因 ∴本因子を控える	「作品柔和度」(β 0.518)が最も高く負の規定因 ∴本因子を控える	「作品柔和度」(β 0.267)が最も高い規定因 ∴本因子を強調する	「いけばな主眼度」(β 0.304)が最も高く負の規定因 ∴本因子を控える	「四季・空間美」(β 0.229)が最も高い規定因 ∴本因子を控える
	5.4節 表3	「いけばな主眼度」(β 0.216)が最も高い規定因 ∴本因子を強調する	「四季・空間美」(β 0.487)が最も高い規定因 ∴本因子を強調する	「作品柔和度」(β 0.351)が最も高い規定因 ∴本因子を強調する	「四季・空間美」(β 0.349)が最も高い規定因 ∴本因子を強調する	「四季・空間美」(β 0.279)が最も高い規定因 ∴本因子を強調する	「作品柔和度」(β 0.483)が最も高い規定因 ∴本因子を強調する
④	5.5節 表4	「四季・空間美」の向上には「いけばな作品領域」(β -0.595)を控える 「作品柔和度」の向上には「いけばな作品領域」(β 0.188)と「作品外領域」(β 0.172)を目立たせる ∴作品内にしっかりと余白空間をとる	「いけばな主眼度」を控えるには「いけばな作品領域」(β 0.693)を控える	「作品柔和度」を控えるには「推奨鑑賞点」(β 0.415)を控え「いけばな作品領域」(β -0.409)を目立たせる	「作品柔和度」の向上には「コラボ作品領域」(β -0.358)を控える	「いけばな主眼度」を控えるには「いけばな作品領域」(β 0.461)を控える	「四季・空間美」の向上には「いけばな作品領域」(β 0.520)を控える
	5.5節 表5	「いけばな主眼度」の向上には「いけばな作品領域」(β 0.547)を目立たせる	「四季・空間美」の向上には「いけばな作品領域」(β 0.469)と「作品外領域」(β 0.451)を目立たせる	「作品柔和度」の向上には「推奨鑑賞点」(β 0.415)を目立たせ「いけばな作品領域」(β -0.409)を控える	「四季・空間美」の向上には「いけばな作品領域」(β -0.326)を控える	「四季・空間美」の向上には「いけばな作品領域」(β 0.493)を目立たせる	「作品柔和度」の向上には「作品外領域」(β -0.518)と「いけばな作品領域」(β -0.513)を控える

盤研究(C)(課題番号: 19K03091)の補助によるものです。

6. おわりに

本研究では「前衛的芸術評価」と「伝統的芸術評価」や注視傾向から、各コラボレーション作品の推奨作風や効果的な展示方略を得た。

今後は、若者のいけばなへの参入を促すため、実物展示に比べ時間や場所を選ばず気軽にアクセスできるWEB展示に着目し、COVID-19以降も、実物展示と並行して積極的にWEBを活用していくために、静止画のみならず動画やVR等の動的WEB展示環境の整備や調査など、さらなる新しい華展方略が課題となる。

謝辞

実験にご協力いただいた共立女子大学の皆さん、白雪燕氏、徐晨蕊氏、杉山秀美氏、数馬綾香氏、村上鈴果氏、五十嵐琴音氏、池坊文和会支部近藤総光先生に深く感謝致します。

また、本研究は令和元年度 科学研究費補助金 基

参考文献

- (1) 平成 27 年度伝統的生活文化実態調査事業報告書 https://www.bunka.go.jp/tokei_hakusho_shuppan/tok_eichosa/dentotekiseikatsu_jittai/index.html 最終閲覧 2022/2/20
- (2) 令和 2 年度生活文化調査研究事業報告書(華道) https://www.bunka.go.jp/tokei_hakusho_shuppan/tok_eichosa/seikatsubunka_chosa/index.html 最終閲覧 2022/2/20
- (3) 北條明真: “いけばなとは何か 北條明真著作集 1”, 至文堂, 1997 (文献初出 1964, 角川新書)
- (4) “池坊専応口伝”, 池坊いけばな資料館所蔵
- (5) 池坊雅史: “いけばな池坊 歴史読本”, 日本華道社, 2016
- (6) 「デジタル枯山水」龍生派 130 周年記念展「RYUSEI IKEBANA JAPAN」(2016)
- (7) 加藤藍, 永岡慶三, 米谷雄介, 卯木輝彦, 林幹夫, 谷田貝雅典: “いけばな(華道)とマルチメディア・コラボレーションに関する考察”, 第44回教育システム情報学会全国大会講演論文集, pp.135-136, 2019

複合現実を用いたアバター操縦技能訓練システムの構築

～リアルタイム振る舞い可視化機能による上達過程の記述的分析～

八木 悠介*¹, 米谷 雄介*¹, 後藤田 中*¹, 八重樫 理人*¹, 林 敏浩*¹

*¹ 香川大学創造工学部

Development of an Avatar Control Skill Training System Using Mixed Reality: Descriptive Analysis of Improvement Process Using Real-time Behavioral Visualization Function

Yusuke Yagi*¹, Yusuke Kometani*¹, Naka Gotoda*¹,
Rihito Yaegashi*¹, Toshihiro Hayashi*¹

*¹ Faculty of Engineering and Design, Kagawa University

アバターを使った新たなオンラインコミュニケーションの形態が10年20年後の未来で主流になることを仮定し、アバター操縦者がアバターの身体構造を視覚的に把握しながら振る舞い訓練を実施可能なシステム構築する。姿勢推定技術を用いたアバター操縦機能、複合現実によるアバターの可視化、アバターのサイズ・向き変更機能を組み込んだ訓練システムを開発した。本システムの実践協力者から収集した姿勢推定データのログおよび映像に基づき上達過程を記述し、訓練効果を明らかにした。

キーワード: VR, AR, MR, HMD, アバター, 動作トレーニング, カメラセンサー, 姿勢推定 AI, 可視化

1. はじめに

2019年12月から世界的に流行した新型コロナウイルス感染症(COVID-19)が契機となり、我が国でもWeb会議システムを利用したテレワークやオンライン授業のようなオンラインコミュニケーションの機会が増えている。オンラインコミュニケーションは、相手と直接会うことなくパソコンや携帯電話などの端末を使い「文章」、「音声」、「映像」などの電子情報を介して自分の意思を簡単に相手に伝えることが可能な手段として利用されている身近なコミュニケーション形態の1つであると言える。

星ら⁽¹⁾の試みとして、Web会議システムとSNSを活用したオンライン研修会のアンケートでは、「受講者の反応が分からない」、「誰が参加しているのかわからない」といった回答が上がっている。Web会議システムを使ったオンラインコミュニケーションで発生する課題に対して、バーチャルアバター(以降、アバター

と呼称)を用いることでバーチャル空間を通じてコミュニケーションをおこなうことによってオンラインでのスムーズなコミュニケーションの実現が期待できる。さらに、アバターには見た目に対する制限がなく自分自身が好きな見目で自由な表現を楽しむことが可能である。これらのメリットから10年20年後の未来では一人一人がアバターを使った新たなオンラインコミュニケーションの形態が主流になっていくのではないかと考えられる。

本研究では、アバターを使ったコミュニケーションの際に生じる課題の解決を目指す。アバターを使ったコミュニケーションの際にアバターの身体構造を意識せず操縦者が普段おこなっている振る舞いをアバター越しにおこなってしまうと、アバターに反映される振る舞いが不自然になりオンラインコミュニケーションの質が下がってしまうという課題がある。アバターによる自然なオンラインコミュニケーションをおこなうためにはこの問題を解決する必要がある。

コミュニケーションの質として、石丸ら^②は人がコミュニケーションを取る際に相手の印象を決定づける要因となる「視覚情報」、「聴覚情報」、「言語情報」が関係していることを示した。石丸らは、これらの3つの要因を構成する要素として、没入感や一体感などといった人と人とがコミュニケーションをおこなう際、得られる情報の量によってコミュニケーションの質は変化するものであると定めた。

本研究では、3つの要因の中から「視覚情報」に着目し、アバターを使用したコミュニケーションで自分の意思を適切に相手に伝えることを目指す。アバター操縦者がアバターの身体の食い込み等の問題を改善するためには、アバター操縦者に対してアバターの動きを視覚的にフィードバックし、身体構造を把握しつつ操縦可能な環境が必要である。中山らの着ぐるみのポージング（一連の動きの中で周囲からの見た目を意識した身体制御のことをさす）を対象とした研究^③では、着ぐるみを装着していない状態の演者が着ぐるみの身体構造を意識した着ぐるみらしいポージングの練習を支援する着ぐるみの装着時のポーズを視覚的にフィードバックするシステムを提案している。このことから、アバターに対しても振る舞いの視覚的なフィードバックは有効だと考えられる。オンラインコミュニケーションにおいて相手からどのように見えているか、アバターがどのように動いているかを把握するためには三人称視点からの把握が有効であると考えられる。本研究では、アバター操作の経験が少ない操縦者が、アバターらしい振る舞いをするための、三人称視点による身体構造の把握を可能にした訓練システムの開発をおこなう。そしてシステムを使うことでアバターを通じた振る舞いに改善がみられるかどうかを確認し、本システムの有用性の検証をおこなう。

2. 先行研究・関連研究

2.1 Web システムを利用したオンライン研修会の試み

星ら^④は、Web 会議システムとソーシャル・ネットワークキング・サービスを活用したオンライン研修会を2020年3月～5月に計3回開催し、参加者に対してアンケート調査をおこなった。「会場に行かなく

てもよい」、「デモンストレーションが見やすい」、「自宅で視聴できる」などのメリットが挙げられた一方で「音声の問題」、「受講生の反応が分からない」、「誰が参加しているのか分からない」などのデメリットも挙げられた。

2.2 日常生活のバーチャル化によるコミュニケーションの質が低下する要因

石丸ら^②と人とのコミュニケーションが現実からオンライン上に変化したことで、オンライン（バーチャル空間）とオフライン（リアル空間）の間に存在するギャップが要因となり、コミュニケーションの質が下がるという問題に着目し、それらの要因を調査した。その結果、人とコミュニケーションを取る際、相手の印象を決定するための様々な要因として「視覚情報」、「聴覚情報」、「言語情報」が関係しており、それらの要因がコミュニケーションのオンライン化に際し、肉眼とカメラの違いがもたらす「立体感」の喪失等の情報の欠損がバーチャルとリアルのギャップに起因し、情報を効率的に伝えられないことによってコミュニケーションの質が低くなっている可能性を示した。

2.3 着ぐるみのポージングを視覚的にフィードバックするシステム

中山ら^③は、効率的・効果的に着ぐるみの動作練習をおこなえる訓練システムの提案をおこなった。着ぐるみらしさを表現するポージングを習得するためには（1）着ぐるみを装着しておこなう練習環境の不足、（2）着ぐるみと人間との身体構造の違いに起因する着ぐるみを装着しない状態での訓練の困難さといった問題がある。これらの問題を解決すべく、着ぐるみ非装着のユーザのポーズに応じて着ぐるみの装着時のポーズを視覚的にフィードバックする機能を提案した。着ぐるみ装着時の様々なポージングパターンの画像、およびそれに対応する演者の骨格データをモーションキャプチャの技術を用いて取得し、それらを関連付けてデータベースとして用意した。ポージング練習では、着ぐるみ非装着時の着ぐるみのポージング練習において、Kinect から取得したユーザの骨格データをもとに、データベースと合致するポージングパターンの画像を

ディスプレイから視覚提示をおこなった。

3. アバター振る舞い訓練システムの設計

3.1 アバター操作をおこなう際の課題点

本研究におけるアバター振る舞い訓練とは、姿勢推定 AI を用いて取得された自身の身体動作データから視覚的に可視化されたアバターを参考にして、自身とは異なる身体構造をもつアバターを意識した振る舞いをおこなうための訓練のことである。アバター操縦には 1.1 節で述べたように、アバターの身体構造を意識せず操縦者が普段通りの振る舞いをアバター越しにおこなってしまうことで、腕が頭に食い込んだり、動きが小さく何をしているかわからないといった不自然な動きになってしまうという課題がある。この課題を解決するためには、アバターと自身の身体構造の違いを意識し、それを確認しながら訓練できる環境が必要である。

3.2 複合現実の利用

本システムでは、アバターの動きを三人称視点から確認するための方法として複合現実を用いる。複合現実 (Mixed Reality, 以下 MR) とは、現実世界と仮想世界を融合させ、双方の入り混じった新たな空間表現を実現する映像技術の総称である。本システムでは、Microsoft 社によって開発された Windows10 を搭載した MR ヘッドセットである Hololens2⁴⁾ を使用する。現実世界の空間を認識し、装着者のいる周りの形状・装着者の視線の向き・姿勢・移動をリアルタイムで把握することができる。それにより装着者が視線・姿勢・位置を変えても、3DCG を現実空間の同じ位置に配置させているように見せたり、3DCG を周囲から確認したりすることが可能である。装着後はハンドトラッキング機能によってコントローラー等の機器を持つことなく操作が可能で、仮想空間上に配置した 3DCG や仮想映像を掴んだり、動かしたりすることができる。

3.3 アバター振る舞い訓練システムの概要

本システムの概要図を図 1 に示す。まず、Web カメラの映像から姿勢推定 AI を利用しリアルタイムにモーションキャプチャをおこない、アバターを操作する。操作されているアバターの動きを Hololens2 に送信・

表示させることでリアルタイムにアバターの動きを三人称視点から確認しつつ、アバターの振る舞い訓練をおこなう。本システムを利用することで、アバターに反映される動きを意識して動き、腕などの各部位が他の部位に食い込まないように動けることが期待される。アバター操作時の操縦者とアバターの動作を映像・数値データとして記録し、それらのデータ組み合わせで上達過程を現象として記述することによって訓練効果を示す。

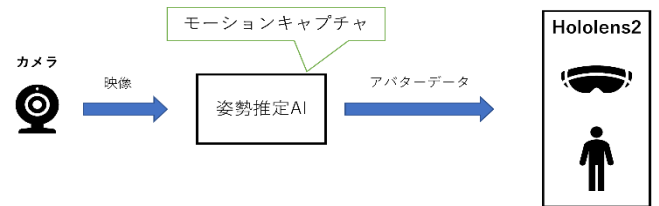


図 1 システムの概要図

4. アバター振る舞い訓練システムの開発

4.1 姿勢推定機能

4.1.1 Vision Pose

本システムでは、アバター操縦者の動作ログデータを取得するための手段として Vision Pose⁵⁾ を使用する。Vision Pose はネクストシステム社によって開発された、マーカーや深度センサなどを使わずに Web カメラを使用し骨格の検出する高精度の AI 姿勢推定エンジンである。Vision Pose によって取得されるログデータには骨格の座標データを可視化した映像ログと、各ポイントの X, Y 座標を時系列ごとにまとめた行動ログデータがある。

4.1.2 ThreeDPoseTracker

アバター操縦者の動きをアバターに適用するためにデジタル・スタンダード社で開発されている ThreeD PoseTracker(以下 TDPT)を使用する⁶⁾。TDPT は、Web カメラの映像や任意の動画から全身の関節の三次元座標を AI 技術によって検出し、その値を基にアバター (VRM モデル) を動かすためのソフトウェアである。TDPT は VMC Protocol(バーチャルモーションキャプチャプロトコル)というモーションデータ送信機能を搭載している。そのためアプリケーションに E VMC4U (Easy Virtual Motion Capture For Unity) というモーションデータを受信する機能を開発アプ

リケーション組み込むことで、アバターモーションの送受信が可能となる。

4.2 システムの構成とデータの流れ

図 2 に本システムの構成とデータの流れを示す。本システムでは 4.2.2 節で述べたように TDPT で推定したアバターモーションデータを受信するために、3D エンジンの Unity を使い Hololens2・PC 向けのアプリケーションを開発する。PC と Hololens2 間でのアバターの同期するために、ネットワーク同期を「Photon Unity Networking 2」によりおこなう。Photon Unity Networking 2 とは Unity を用いた開発において、ネットワーク通信を容易に実装することができるサービスである。このサービスを利用することで、TDPT によってモーションキャプチャしたアバターの Hololens2 への同期を実現している。

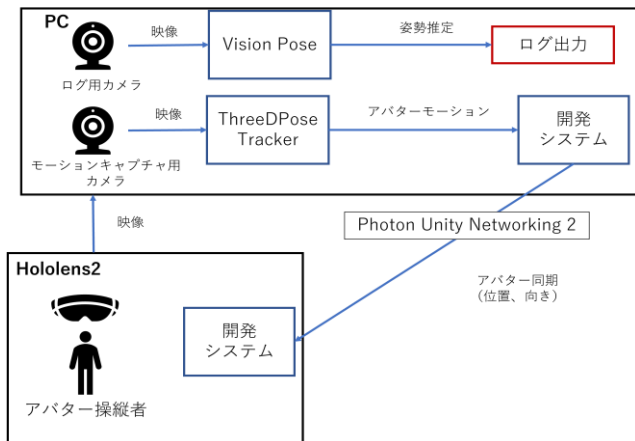


図 2 システムの全体構成とデータの流れ

4.3 アバターサイズ・向き変更機能

MR を使うことでアバターを様々な位置・方向から見ることができるが、本システムでは姿勢推定用のカメラを固定しているため、アバター操縦者の立ち位置も基本的には固定する必要がある。定位置からでもアバターを様々な向きから見えるようにするために、Hololens2 でアバターを仮想空間に配置したときにアバターの位置・向き・サイズを変更する機能を組み込む。図 3 のようにアバターの周りに表示されている青い線を指でつまむことで、アバターの位置・向きの変更、アバターの拡大縮小ができる。



図 3 アバター位置・向き・サイズ変更機能

5. 本システムの試行

5.1 試行の概要

システムのプロトタイプを作成し、これを用いてシステムを試行した。訓練をおこなっていく中でアバター操作の仕方が変化しているか、アバターの振る舞い訓練の効果が見られるかを、行動ログの数値の変化や実験協力者自身におこなってもらう自己採点、アバター・操縦者の録画映像をもとに確認する。また、システムに対する改善点を実験協力者へのインタビューから抽出し、今後の研究のアプローチ及びシステム開発に反映する。

実験協力者は香川大学 3 年生 3 名（男性 1 名 A、女性 2 名 B、C）である。実験協力者はいずれも Hololens2 の使用経験を持たない学生たちである。実験時間は、馴染みのない機器を使ってもらうため、40～60 分と長めの時間を設定した。オンラインコミュニケーション環境を想定するために Microsoft Teams で参加しアバターの動きを見て振る舞いに対するフィードバックをおこなう「評価者」1 名、アバター操縦者に実験の流れを指示する者 1 名、アバター操縦者 1 名による対話形式でおこなう。

5.2 試行の方法

本研究では図 4 のようなアバターを使用する。このアバターを選んだ主な理由は、着ぐるみのような体型でアバター操作者と異なる身体構造をしているためである。本アバターは Vroid Hub⁽⁷⁾で公開されており、無償利用が可能である。



図 4 使用するアバター

試行の流れは、実験協力者に実験趣旨や Hololens2 の装着時の注意点を説明をおこない、事前説明終了後、試行の実施へと移行する。実施では、指定した動作を実験協力者におこなってもらい、その様子とアバターを録画する。1つの動作を20秒間繰り返しおこなうことを1セットとし、アバターの向きを変更しながら各動作につき6セットおこなう。3セットごとにアバターの動きの見え方に自己採点をおこなってもらった。また、その際評価者からのフィードバックをおこなう。評価者は、大学生にお願いし、アバターらしさがあるか、不自然なところがあればそれを指摘するように依頼した。なお、本研究では、リアルタイムの振る舞い可視化機能を使用中の上達過程に着目しており、本フィードバックの妥当性については議論の対象とはしない。

実験協力者におこなってもらった動作は以下に列挙する3つである。

- ・ 手を振る
- ・ 相槌
- ・ 拍手

実験協力者には図5に示すような状態で本システムを利用してもらった。実験協力者からの視点を図6に示す。



図 5 試行の様子

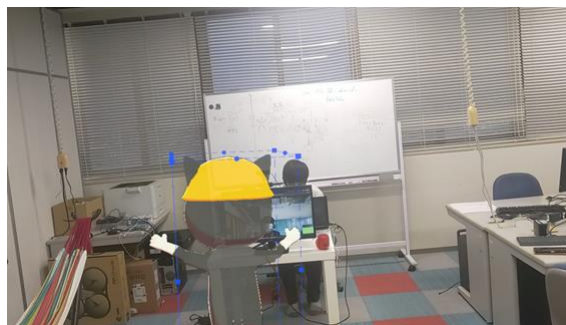


図 6 実験協力者の視点

5.3 行動ログの収集とデータ分析

訓練における上達過程をデータに基づいて記述的に表現し、訓練の効果を明らかにする。使用するデータは、指定した動作をおこなってもらった際の実験協力者と操作されたアバターの録画、行動ログデータ、実験協力者の自己採点である。行動ログの分析は訓練を開始した1回目と終了時点の6回目のデータを比較する。細かな立ち位置の差で数値に変化が出てしまうため、動作に関連するポイントの X, Y 座標の振幅や波の数をもとに比較する。実験協力者の各動作に対するフィードバック前後の自己採点の結果を図7、図8、図9示す。実験協力者 A, C はすべての動作の自己採点が上がった。B は「手を振る」は変化がなかったが、他の動作は点数が上がった。以下では試行内で見られた変化を、一部例を挙げながら説明する。

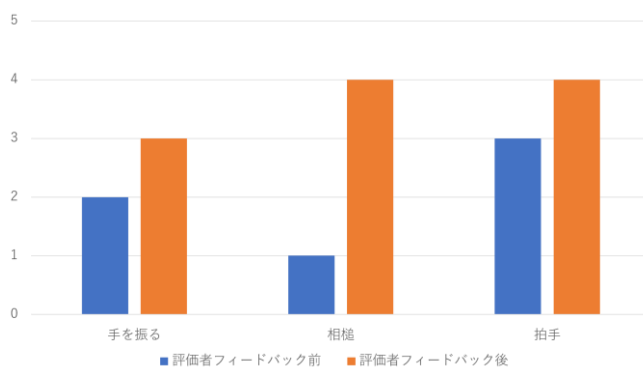


図 7 実験協力者 A の自己採点結果

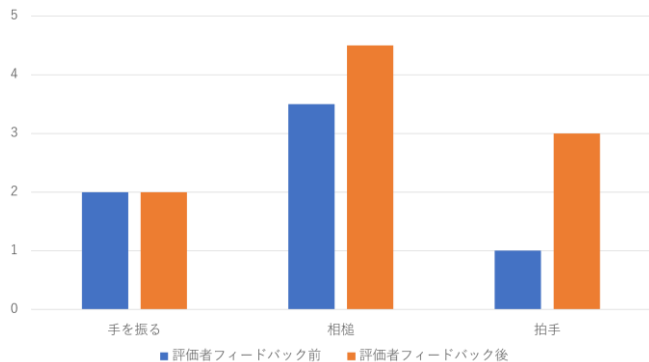


図 8 実験協力者 B の自己採点結果

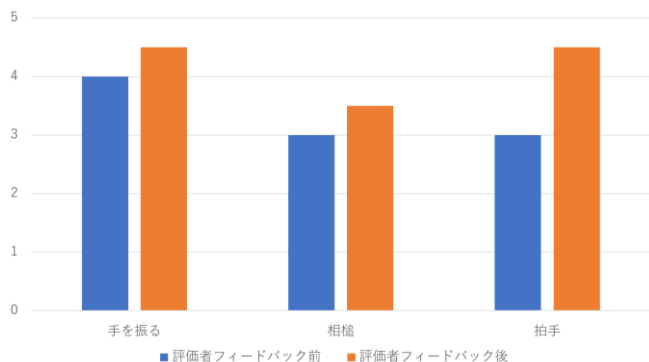


図 9 実験協力者 C の自己採点結果

5.3.1 手を振る

実験協力者 A の 1 回目と 6 回目の座標データ(右手の X, Y 座標), 該当するアバターを図 10, 図 11, 図 12 に示す. 1 回目と 6 回目のアバターを比較すると手が顔に食い込んでいたものが食い込まなくなり, 身体構造を意識した振る舞いが確認できた. 座標データから X 方向の変化量が小さくなり, Y 方向の変化量が大きくなったことがわかる.

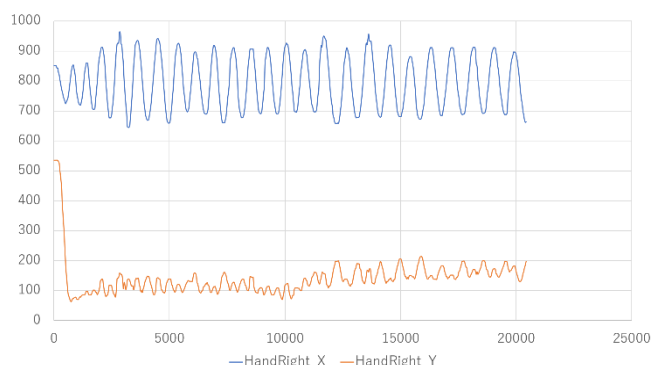


図 10 実験協力者 A, 「手を振る」, 1 回目, 右手の座標データ

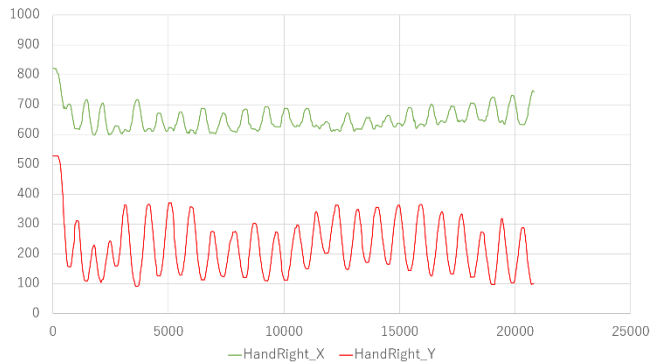


図 11 実験協力者 A, 「手を振る」, 6 回目, 右手の座標データ

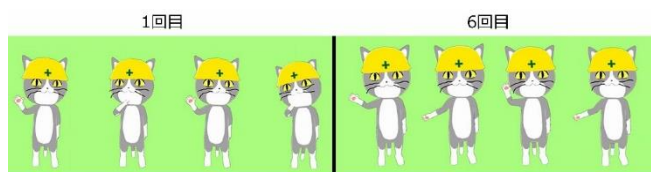


図 12 実験協力者 A, 「手を振る」, 1 回目と 6 回目のアバター比較

5.3.2 拍手

実験協力者 C の 1 回目と 6 回目の座標データ(両手の X, Y 座標), 該当するアバターを図 13, 図 14, 図 15 に示す. 1 回目では X 方向の変化量が 200 より小さかったが, 6 回目では 200 を超えるほど動いており, 両手を大きく広げて拍手をしていることがわかる. 1 回目では X 座標が交差しておらず Y 座標の波は同位相で同じように動いていることがわかるが, 6 回目では X 座標が交差しており, Y 座標の波には逆位相が見られた. また, 6 回目では波の数が少なくなっているためゆっくり拍手をしていることがわかる.

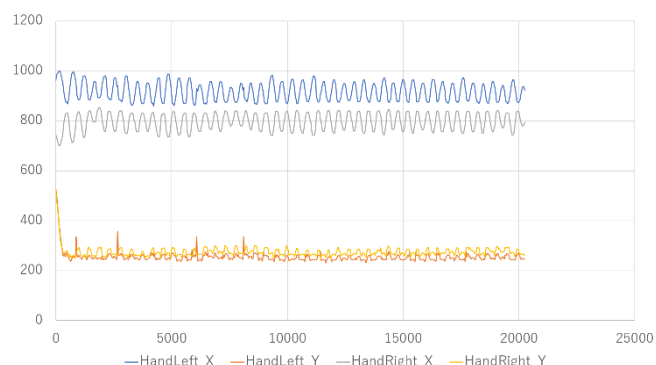


図 13 実験協力者 C, 「拍手」, 1 回目, 両手の座標データ

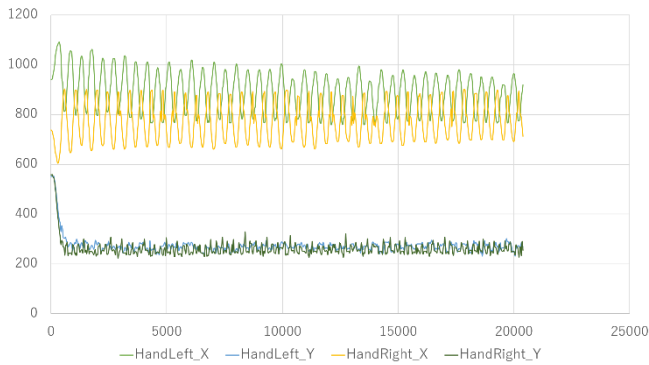


図 14 実験協力者 C, 「拍手」, 6 回目, 両手の座標データ



図 15 実験協力者 C, 「拍手」, 1 回目と 6 回目のアバター比較

5.4 システム試行後のインタビュー調査の結果

試行後, 実験協力者へのインタビューを実施し改善点等の抽出をおこなったところ, 以下のような意見が得られた。

- ① 自己採点が増えた理由について
 - ・ アバターを確認しつつ動きの修正ができたから
 - ・ フィードバックによって修正できたから
- ② アバターの向きを変えながらの訓練について
 - ・ アバターを後ろから見ると分かりにくかった
 - ・ アバターを前から見る方が訓練しやすかった
- ③ 評価者からのフィードバックについて
 - ・ 細かい部分の修正ができた
 - ・ 食い込みに関しての指摘が役に立った
- ④ アバターを見ながらの動作の修正について
 - ・ 自分の動きが修正されているか確認できた
 - ・ 自然にアバターを動かせたことが実感できた
- ⑤ システムのユーザインタフェース (以下, UI と呼称) は使いやすかったか
 - ・ 慣れるまでが難しかった
 - ・ 最初は難しかったが, 慣れれば使いやすかった
- ⑥ Hololens2 について
 - ・ 視野が少し見えにくかった
 - ・ 動きにくいことはなかった
 - ・ 周りが見えていて動く際に安全だった

- ・ 大きな動きをする際には頭への固定が大切

三人称視点からアバターを見ながら振る舞い訓練をおこなうことに関して, 自分の動作が変わっているかを確認でき役に立ったという意見や, 自然に動かせたことが実感できたなど肯定的な意見を得ることができた。しかしその一方で, アバターの後ろ姿を見ながらの訓練は分かりにくかった, アバターの向き変更機能の UI が使いにくかった, Hololens2・本システムの UI 操作に慣れるまでが難しかったなどの意見が得られた。

5.5 考察

システムの試行を通して, 実験協力者の 3 人がアバター操作をおこなう際にアバターの身体構造を意識した動作をおこなえていることがわかった。アバターに反映される動きを三人称視点から見ながら訓練をおこなうことで, 腕や手が頭に食い込まないように意識して動けていることが確認できた。

インタビューから得られた意見から, UI の見直し, チュートリアル機能の実装という改善点, 機能実装が考えられる。UI の操作が難しい, 慣れるまでが難しい等の意見があったため, アプリケーション内の UI の見直しは必要だと考えられる。加えて Hololens2 及びアプリケーションの操作チュートリアルを設けることで操作に慣れることができると考えている。

本システムの利用を通して, 実験協力者全員の自己採点が上がったことや, 実験協力者全員のアバター操作に変化・改善が見られたことから本システムには一定の有用性があると考えられる。

6. まとめ

本研究では, 近未来のオンラインアバターコミュニケーションの普及を想定し, アバターの身体構造を意識した操作を可能とするための振る舞い訓練システムの開発とその評価について論じてきた。コミュニケーションを取る際に相手の印象を決定づける要因となる「視覚情報」, 「聴覚情報」, 「言語情報」が関係しており, 本研究では「視覚情報」に着目し研究をおこなった。バーチャル空間のアバターを使用したコミュニケーションで自分の意思を適切に相手に伝えるためには, 不自然な動作によりコミュニケーションの質を下げないことが重要である。この課題を解決するために, 姿

勢推定 AI によるアバター操作, 複合現実を用いた三人称視点からアバターを確認, アバターの向き・サイズ変更機能を組みこんだシステムを開発した. 本システムを評価するために実験協力者 3 名に協力してもらい試行を実施した. 実験協力者の方々からは訓練を通してアバターを意識した振る舞いができるようになった, アバターを見ながらの訓練はやりやすかったなどの肯定的な意見を得ることができた. 改善点としては, Hololens2 アプリケーション内の UI の見直しやシステムの操作チュートリアルの実装などが考えられる. また, 座標ログを利用する定量的フィードバック機能の実装により一人でもアバターの振る舞い訓練をおこなうことができるシステムも考慮に入れたい. 今後はシステムの試行で得られた改善点を解決, 機能の実装をすることでより汎用的なアバター訓練システムを開発したいと考えている.

謝辞

本研究の一部は令和 2 年度科学研究費補助金若手研究 (課題番号: 20K14084), 令和元年度科学研究費補助金基盤研究(C) (課題番号: 19K12270), 令和 2 年度科学研究費補助金基盤研究(C) (課題番号: 20K12109) の補助によるものである.

参 考 文 献

- (1) 星紫織, 堀内寿志, 橋本賢勇, 松尾龍志, 池田光泰, 荻原真二: "Web システムを利用したオンライン研修会の試み", 医学検査, Vol.70, No.1, pp.123-127 (2021)
- (2) 石丸大稀, 中村優吾, 藤本まなと, 諏訪博彦, 安本慶一: "リアル/バーチャル空間でのコミュニケーションの違いとその差を埋める AR 技術の検討", 2021 年度 情報処理学会関西支部 支部大会 講演論文集 (2021)
- (3) 中山遼, 寺田 努, 塚本昌彦: "着ぐるみ非装着環境における着ぐるみボウリング練習システムの評価", エンタテインメントコンピューティング (EC), No.21, pp.123-130 (2021)
- (4) Microsoft: "Microsoft Hololens", <https://www.microsoft.com/ja-jp/hololens> (2022 年 2 月 1 日確認)
- (5) Vision Pose: "測定箇所について", <https://www.next-system.com/visionpose/feature/born> (2022 年 2 月 1 日確認)
- (6) 株式会社デジタル・スタンダード: "TDPT (Windows 版)", <https://digital-standard.com/tdpt/> (2022 年 2 月 01 日確認)
- (7) VRoid Hub: "現場猫", <https://hub.vroid.com/characters/2862141307949914192/models/6259376098295917222> (2022 年 2 月 1 日確認)

マルチモーダルデータ駆動による UX 改善支援機能を有する VR 教育コンテンツ制作支援環境

福田 裕樹^{*1}, 檜垣 大地^{*1}, 辻 章吾^{*2}, 米谷雄介^{*2}, 谷田貝 雅典^{*3}, 卯木 輝彦^{*4}
後藤田 中^{*2}, 國枝 孝之^{*2}, 八重樫 理人^{*2}

^{*1} 香川大学大学院工学研究科

^{*2} 香川大学創造工学部

^{*3} 共立女子大学

^{*4} 株式会社フोटロン

VR Educational Content Production Support Environment with Multimodal Data Driven UX Improvement Support Functions

Hiroki FUKUDA^{*1}, Daichi HIGAKI^{*1}, Shogo TSUJI^{*2}, Yusuke KOMETANI^{*2},
Masanori YATAGAI^{*3}, Teruhiko UNOKI^{*4}, Naka GOTODA^{*2}, Takayuki KUNIEDA^{*2},
Rihito YAEGASHI^{*2}

^{*1} Graduate School of Engineering, Kagawa University

^{*2} Faculty of Engineering and Design, Kagawa University

^{*3} Kyoritsu Women's University

^{*4} Photron Limited

近年, VR コンテンツのニーズが高まってきているが, VR コンテンツ制作の定石は確立されておらず, 体験とデザインの繰り返しが必要である. そこで, コンテンツ利用者のマルチモーダルデータを活用した UX 改善支援機能を有する VR 教育コンテンツ制作支援環境を開発する. コンテンツ利用者の発話音声解析によって振り返り箇所を抽出する機能, 利用者の視点から振り返る機能, コンテンツの改善箇所を報告する機能の 3 つの機能が UX 改善において一定の有効性があることを示した.

キーワード: VR, コンテンツデザイン支援, 振り返り, マルチモーダルデータ, 自然言語解析, 知識共有, 可視化

1. はじめに

VR の大衆化が進んでいる. 2018 年ごろより VR ヘッドマウントディスプレイ(VRHMD)単体で動作可能なスタンドアロン型の製品が登場し, 低価格で高性能なデバイスが入手可能になった. VR を利用したコミュニケーションサービスも増加傾向にあり, また 5G などに代表されるネットワークの高速化・大容量化により, 360 度動画などの VR コンテンツの配信も円滑になっている.

先述した VR を中心とした近年の技術の進歩に伴い,

大学教育においても VR コンテンツ制作を取り入れた取り組みがおこなわれるようになってきている. 例えば, 大学初年次を対象に 360 度カメラを用いた VR コンテンツ制作教育⁽¹⁾がおこなわれていたり, 文系大学生の授業に 360 度 VR 映像を取り入れた教育⁽²⁾を実施したりしている.

VR コンテンツ制作教育が盛んになってからまだ時間がたっていないこともあり, コンテンツ制作における定石が明らかになっておらず, 議論とデザインを繰り返す必要がある. 矢野⁽¹⁾はコンテンツ制作では学生

が持っている知識と実践で発揮される技術には差があることが述べられており、低評価を受けたコンテンツに対しては、なぜうまくいかなかったのかを振り返ることが重要であると主張している。卯木ら^②は実習を通して、多くのすぐれた作品を見ることや実例をもとにした撮影技法を知ることによって、学生の映像制作に対する関心が高まり実践への意欲が向上していると主張している。小寺ら^③は専門的な技術者が一切関与せず、大学生主体で企画・制作した VR 動画制作プロジェクト「VR Space Travel Project」について報告している。小寺らはこのプロジェクトで制作された VR コンテンツを用いて、情報メディア関係の大学に進学しようとしている高校生と既に情報メディア学科に所属している学生を対象に調査をおこなった。調査項目のうち、「VR を学生だけで作成できることへの認知度」に関する質問では 65% の人が知らないと回答していることが報告されている。このことから、専門的な技術者と容易に議論をできる環境があれば、VR コンテンツ制作における心理的課題にも対応できると考えられる。

以上のことから、本研究では従来の VR コンテンツ制作における課題である「議論とデザインを繰り返す必要がある」、「VR コンテンツ制作では知識が実践では発揮されない場合があり、その場合はうまくいかなかった原因を振り返ることが重要」、「制作スタッフが遠隔地にいても容易に議論に参加できる必要がある」への対応が必要である。

本研究では、VR 空間での VR 教育コンテンツ制作を支援する機能を有する VR 教育コンテンツ制作支援環境(以下、本環境)の提案および開発をおこなう。本研究では、VR コンテンツ議論の振り返りを支援することで、従来の VR コンテンツ制作における課題の解決を目指す。本環境を利用することで遠隔地にいる複数の議論参加者が 1 つの VR 空間に集まり議論をおこなうことができ、VR 議論を任意のタイミングで記録開始・記録終了をすることができる。本稿では、本環境で議論の振り返り支援をするにあたって、コンテンツ利用者の発話音声解析によって振り返り箇所を抽出する機能(以下、振り返り箇所抽出機能)、過去の議論参加者視点などの多視点から振り返る機能(以下、多視点活動記録再現機能)、VR 議論の改善箇所を報告・共有す

る機能(以下、改善箇所報告共有機能)を開発した。また、これら 3 つの機能による分析結果や振り返りの効率化を目的としたデータの組み合わせであるマルチモーダルデータが VR 空間での議論やコンテンツ体験などの UX の改善に有効であるかを評価するための実験を実施し、本研究の振り返り支援と本環境に対する意見を収集した。

2. 振り返り支援の関連研究

2.1 動画に出現する人物に着目した振り返り学習

山下ら^④は映像中に登場する人物に着目したダイジェスト動画生成を支援する手法を提案している。この手法では入力映像を特定人物が含まれると判定された「正解ショット」と正解ショットのいずれかに対して一定以上の類似度を有する「候補ショット」を選別する。山下らの提案システムでは UI を介して候補ショットをユーザに提示し、ダイジェスト映像に含まれるべきショットを選択させることで、自動選択された正解ショットとユーザによって選択された候補ショットが組み合わせり、少ない操作で満足度の高いダイジェスト動画を生成する。

本研究における VR 空間での議論はアバターを介しておこなわれるため、データとして個人を識別できる。加えて、議論参加者の発話や身体動作のデータを用いた振り返りの支援など可能性は多岐にわたる。

2.2 議事録と映像の組み合わせによる振り返り学習

鈴木ら^⑤は国会審議の映像と人手による書き起こしの議事録を用いた国会審議映像検索システムを提案している。このシステムでは映像と発話のテキストデータを同期させ、専用の UI を使って国会審議映像の発話内容から視聴する箇所を検索できる。選択した単語を検索し、検索結果を選択することで、その単語が発話された再生位置から視聴が可能になっている。

本研究でも発話された単語から振り返り箇所を抽出する機能は有用であると考え、VR 空間での議論を記録し、記録した音声データから発話内容と発話時間を抽出することで議論の振り返りを効率化できるのではないかと考えた。

2.3 授業を複数視点から撮影し同時に観測可能とした振り返り支援

空野ら⁶⁾は授業課程を複数視点から映像データとして撮影し、単一のアプリケーション上で同時に複数視点の映像を観測可能とすることで、授業者を対象に効果的に授業省察をおこなえることを目指した支援手法を提案している。このアプリケーションでは授業者の所作と学習者の反応を映した2つの動画を用いることで授業者と学習者の対話をシームレスに視聴できる。空野らは複数の視点を用いて授業を振り返ることで、より効果的な振り返りに繋げられる可能性があることを示している。

本環境ではVR空間内でおこなわれた議論活動の過程を議論参加者の身体動作や発話などを含めたVR空間そのものを記録・再現することが可能である。ユーザが自由な視点から議論活動を振り返ることができるため、現実での議論より多くの視点を用いて振り返ることができる。また、VR空間では物理的制約が無いため、記録から再現された当時の議論参加者の視点を一人称として振り返るなどの支援が可能である。

2.4 映像分析による授業内活動の抽出と可視化による振り返り支援

水越ら⁷⁾は、アクティブラーニング型授業の過程を魚眼映像として記録し、映像中の授業参加者から映像分析によってグループを推定し、活動の大きなグループを映像内で強調して可視化することで、授業改善に役立てることを目指した支援手法を提案している。水越らはこの手法の課題として、講師が机間巡視などの行動をしていると正しくグループを推定できない場合があるが、一定の精度で過去の授業映像からグループの可視化が可能であることを報告している。

本研究におけるVR議論においては、アバターを介した議論活動をおこなうため、電子的に個人を識別することが可能である。また、VR議論では議論参加者同士でおこなわれたコミュニケーションなど、参加者同士の関係性が重要であるため、振り返り時にはグループ内でおこなわれたコミュニケーションにも注目する必要がある。本環境ではVR議論の過程をそのまま記録することが可能であるため、各議論参加者がどの時点でどのような姿勢でどのような発話をしたかを確認

することができ、VR議論の振り返りとして効果的な手法であると考えられる。

3. システム設計

3.1 機能設計

本研究の目的はVR教育コンテンツ制作支援である。VR議論の振り返りを支援することで、UX改善支援を実現する。VRコンテンツ制作における現状から「議論とデザインの反復」「コンテンツ制作における改善点の発見」「遠隔地から容易に議論に参加できること」が重要であることが先行研究から明らかになった。

以上のことから、本研究でのVR教育コンテンツ制作支援のための機能要件は以下のようになる。

- (1) 遠隔にいる複数の議論参加者が1つのVR空間に集まり議論をすることができる
- (2) VR空間に集まった議論参加者が共通の登録されたコンテンツを閲覧しながら議論ができる
- (3) VR空間での議論を記録し、再生できる
- (4) VR空間の議論参加者の発話を自然言語解析によって発話時間と発話内容を同期させ、振り返り箇所を抽出する
- (5) (4)の解析結果をVR空間で提示・表示し、(3)と連携することによって振り返りを支援する
- (6) 記録した議論を複数視点から振り返ることができる
- (7) 記録した議論の改善箇所にコメントを残し、他者とコメントを共有できる

3.2 全体設計

機能要件を満たす本環境を構築するためのシステム群を図1に示す。本環境はVR空間での議論の実施・記録・再現をするための機能やVR空間内での議論の振り返りを支援する機能を備えている「VR議論記録・再現システム」、VR空間で閲覧するための資料や3DCGなどのコンテンツ、記録された議論データや議論データを解析した結果などを登録するための「コンテンツ管理システム」、記録された議論データの中から各議論参加者の発話音声をもとに議論の振り返り帰

箇所を抽出するための「振り返り箇所抽出システム」の3つのシステムの連携によって構成されている。本環境の利用にはVR空間で議論・記録をする「遠隔議論」と記録した遠隔議論を振り返る「振り返り」の2つのフェーズがある。それぞれのフェーズのフローチャートを図2, 図3に示す。

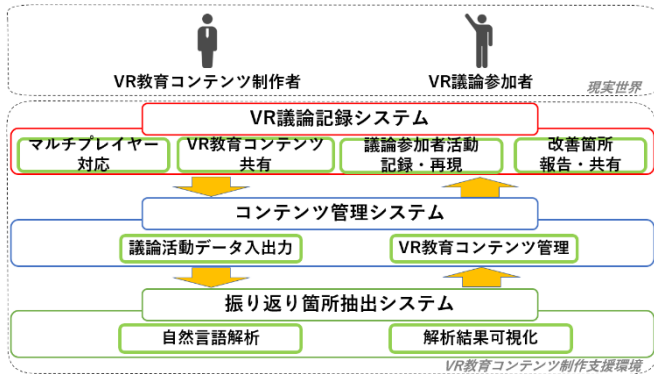


図1 VR教育コンテンツ制作支援環境のシステム群

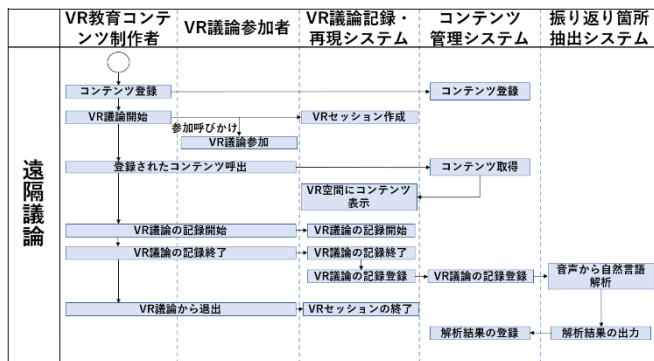


図2 遠隔議論のフローチャート

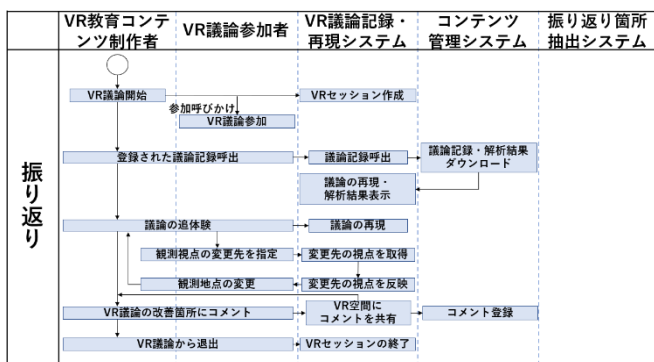


図3 振り返りのフローチャート

3.3 システムの内部構成と使用技術

全体設計に基づく本研究のシステム構成と使用技術を図4に示す。本環境のVR議論記録・再現システム

とはUnityソフトウェア(Unity 2020.3.14f1)で開発している。VR空間に遠隔の参加者が参加するための遠隔通信手段としてExitGame社によって提供されているマルチプレイヤー対応UnityパッケージであるPUN2(Photon Unity Networking frame)⁽⁸⁾を採用している。コンテンツ管理システムにはWordPress財団によって提供されているオープンソースのコンテンツ管理システムWordPress (version 5.9)⁽⁹⁾を使用している。VR議論記録・再現システムで提供されるVR空間内に専用のUIが設置してあり、そのUIからコンテンツ管理システムに登録されているコンテンツをダウンロードし、VR空間に出現させることができる。振り返り箇所抽出システムはPython (version 3.6.8)の音声認識のためのPythonモジュールSpeech-Recognition (version 3.8.1)と形態素解析エンジンJanome (version 0.4.1)による音声解析、HTMLとJavaScriptのD3.js (version 5.16.0)ライブラリによる解析結果表示・インタラクティブ性の付与をおこなっている。本環境のアプリケーションはPC版とスタンドアロン版が存在する。現在、PC版はWindowsPC向けに開発している。スタンドアロン版はMeta社の一部門であるFacebook Technologiesが開発したスタンドアロン型VRデバイスであるMeta Quest2向けに開発している。

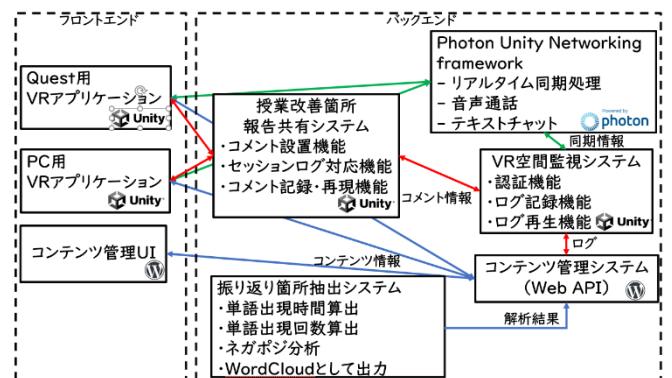


図4 本環境のシステム内部構成図

4. システム開発

本環境は、檜垣ら⁽¹⁰⁾によって開発されているシステムを基盤として開発をおこなっている。本章では本環境のUX改善支援機能を中心に報告する。

4.1 UX改善支援機能 - 振り返り箇所抽出機能

VR議論記録・再現システムによって記録された議

論データの中から記録された全議論参加者の発話データに対して自然言語解析におこなう。自然言語解析によって得られるデータ一覧の例を表1に示す。発話はテキスト化され形態素解析によって単語ごとに分けられる。分別された単語のうち、名詞、動詞、形容詞、副詞は抽出され極性分析にかけられる。本研究では、日本語評価極性辞書⁽¹¹⁾を使った極性分析をおこなった。また、単語の発話回数と議論データにおける発話時刻を特定する。

解析結果は1枚のWordCloudの画像として可視化する。WordCloudは文章中で出現頻度が高い単語を頻度に応じた大きさに図示する手法である⁽¹²⁾。WordCloudの例を図5に示す。WordCloud化された解析結果に表示されている単語は、単語の色によって極性分析結果、単語の大きさによって発話回数が可視化され、VR空間内で表示される。表示されている単語をVR空間内で選択すると、過去のVR議論のどの時刻でその単語が発話されているかがVR議論再現の再生時刻を操作するためのシークバーに提示される。

表1 自然言語解析によって得られるデータ例

単語	極性分析	発話回数	発話時刻(秒)
保護	ポジティブ	2	7, 15
増加	中立	2	2, 15
注意	ネガティブ	4	4, 10, 18, 24
電気	判別不可	1	3



図5 VR空間で表示される自然言語解析結果

4.2 UX改善支援機能 - 多視点活動記録再現機能

記録されたVR議論の再現時に、VR議論を第三者視点から振り返ったり、議論データから再現したアバターに視点を変更し、対象のアバターの一人称視点として議論を振り返ったりすることができる。視点変更

の様子を図6に示す。VR技術を使うことによって物理的制約がない利点を活用し、従来の議論の振り返りでは不可能だった自分以外の議論参加者の視点から当時の議論を観測することができる。

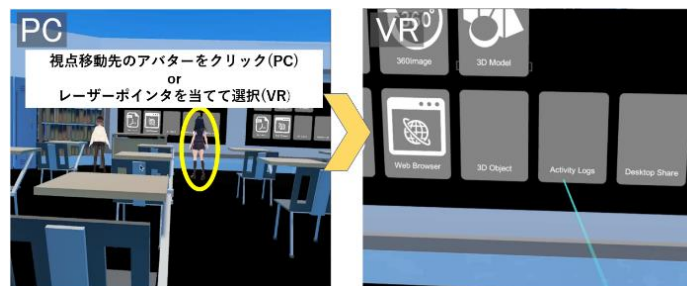


図6 視点変更による振り返りの様子

4.3 UX改善支援機能 - 改善箇所報告共有機能

過去におこなわれたVR議論の改善点をVR空間で指摘するための機能である。改善箇所の報告は図7のように過去の議論データと関連付けられたコメントとして報告される。コメントには「コメントを設置したデバイス」「入力されたコメント」「VR空間におけるコメントの三次元座標と回転」「議論データとの対応情報」の4つの情報が含まれる。

過去のVR議論に対するコメントは記録が可能であり、振り返りをする際に以前のコメントを表示することができる。これによって過去のコメントを見返したり、他者のコメントを参考にしたりすることができる。

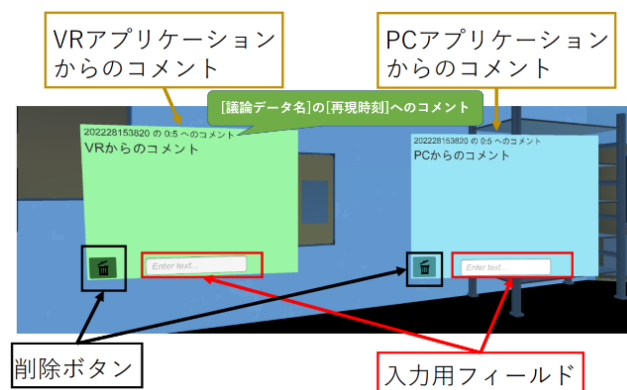


図7 改善箇所報告の様子

5. UX改善支援機能の評価実験と考察

5.1 実験目的

実験の目的は本環境のUX改善支援機能である「振り返り箇所抽出機能」「多視点活動記録再現機能」「改善箇所報告共有機能」がVR教育コンテンツ制作支援として有効であるかを評価することである。

5.2 実験方法

本環境を使用した2対2のディベートを実施し、UX改善支援機能の評価実験をおこなった。ディベートの当日の流れを図8に示す。ディベートは肯定側と否定側が2人ずつのディベート参加者役とディベートの勝敗を決定する司会進行兼ジャッジ役が1人の計5名の構成でおこなった。ディベートの議題が発表されてから10分間の作戦会議はZoomでおこない、実際のディベートは本環境を使って実施した。ディベート参加者役は香川県内の大学生4名、司会進行兼ジャッジ役はVRコンテンツを研究の題材にしている東京の大学生2名(うち1名はディベート中は観戦のみ)である。ディベート参加者役はスタンドアロン版のアプリケーション、司会進行兼ジャッジ役はPC版のアプリケーションで本環境を使用した。実験は図2、図3で示したように、ディベートを実施する「遠隔議論フェーズ」とディベートを振り返る「振り返りフェーズ」に分かれておこなった。遠隔議論フェーズは2022年1月11日、ディベート参加者の振り返りフェーズは2022年1月13日と2022年1月19日、司会進行兼ジャッジ役の振り返りは2022年1月18日に実施した。また、2022年1月21日にディベートに参加していないVRに興味のある東京の学生3名に対してディベートの議論データを使ったVR議論の振り返りを実施した。

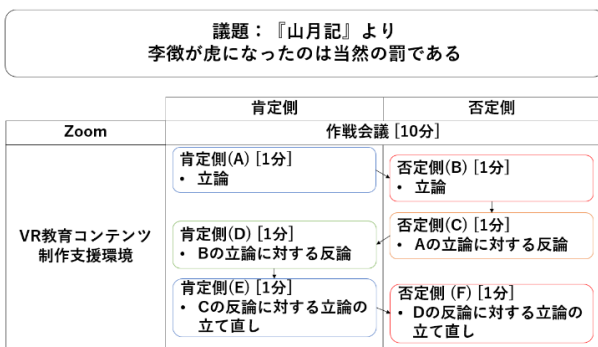


図8 ディベートの流れ

5.3 評価方法

振り返りにおける各UX改善支援機能の有効性を評価するための意見収集はアンケートによりおこなった。

5.3.1 振り返り箇所抽出機能のアンケート

振り返り箇所抽出機能は以下の4つの振り返り手法について「新たな気づきを得ることに有効であるか」と「振り返りの時間短縮に有効であるか」の2つの観点から振り返りに有効であるかを評価した。有効であ

るとい回答に関しては自由記述でその理由を回答してもらうことで振り返り支援手法を評価した。

- (1) 再生時刻を指定して振り返る場合
- (2) (1)に加えて発話された単語の発話時間が可視化される場合
- (3) (2)に加えて発話された単語の発話回数が視覚的に表現される場合
- (4) (3)に加えて発話された単語のポジティブ・ネガティブ度合いが色で区別される場合

5.3.2 多視点活動記録再現機能のアンケート

過去の議論参加者の視点や第三者視点など様々な視点から議論を振り返ることが議論の振り返りやコンテンツの評価などに対して有効であるかを5段階で評価してもらい、自由記述にてその理由を回答する形式のアンケートで振り返り支援手法を評価した。

5.3.3 改善箇所報告共有機能のアンケート

改善箇所報告共有機能の有効性は「PCとVRヘッドセット使った改善箇所報告の比較」「他者の意見と比較することの有効性」という観点から評価するためのアンケートをおこない、改善箇所報告共有機能の有効性についての意見を収集した。

5.4 結果と考察

5.4.1 振り返り箇所抽出機能

実験のディベートを自然言語解析した結果を図9に示す。

再生時刻を指定する機能のみによる振り返りは議論データを最初から再生するだけの振り返りと比較して、振り返り箇所を自分で指定するため、振り返りの機能として不可欠の要素であるという回答が得られた。しかし、振り返りフェーズ初期に無作為に再生時刻を操作し、どの場面でどのような発言がされているかを調べる行動が見られたことから、振り返り時間の短縮としては不足している可能性がある。

発話された単語の発話時間が可視化される機能は、キーワードを選択することによって振り返り箇所を限定でき、再生時刻の指定と発話時間の可視化が連携することによって、振り返り時間が短縮されると考えられる。また、振り返り箇所が限定されることで議論中は気が付かなかったところまで気を配れるようになるという意見も得られ、新たな気づきの把握にも貢献で

きると考えられる。

発話された単語の発話回数が視覚的に表現される機能については、議論の会話の流れや重要なキーワードが強調されるため、ダイジェスト的な振り返りが可能になるという意見が得られた。振り返る判断基準になるうえ、あらかじめ議論の大筋を把握できると考えられる。

発話された単語のポジティブ・ネガティブ度合いが色で区別される機能については、それぞれの発言の雰囲気客観的に知ることができるという意見が得られた。また、ネガティブな口癖に気付き、改善のきっかけになりそうであるという意見も得られたため、新たな気づきの把握を支援できると考えられる。

以上のことから、振り返り箇所抽出機能が VR 教育コンテンツ制作者に対して「新たな気づきの把握」と「振り返り時間の短縮」に有効であると言える。

発話のテキスト起こしの精度については「肯定」という単語が「皇帝」に誤認識されるなど不十分な部分があったが、振り返りの行動を観察していると振り返り実施者はそれぞれの振り返りたい箇所に関連のある単語を選択しており、問題なく振り返りをする様子が見えた。また、正しく認識された部分のほうが多かったことから、誤認識された単語は小さく、正しく認識された単語は大きく表示されたため、誤認識された単語が振り返り実施者にとって目立たず、振り返りに支障をきたさなかったと考えられる。しかし、「し」や「なる」などの議論の内容が推定できないような単語が大きく表示され、ほかの単語が埋もれて目立たなくなる可能性があるため、問題となる単語をリスト化し、解析結果の表示から排除するなどの改善が必要である。



図9 ディベートの自然言語解析結果

5.4.2 多視点活動記録再現機能

記録した議論データを当時の各議論参加者や第三者視点から追体験可能である点については、議論中に話し相手がどこに注目していたかなどの従来の議論記録手法ではとらえられなかった範囲まで観測することでできるという意見が得られた。記録した議論を当時の議論参加者や第三者視点から見るのが、VR コンテンツ制作や議論自体の振り返りや改善に繋げられる可能性を示唆する意見が多く得られた。また、話が上手な話者の視点を体験して自身のしゃべり方の改善点を見つけようとする様子などが見られた。

今回の実験は身体動作を伴うコミュニケーションが少ない活動であったため、体験型のコンテンツなど身体動作がコミュニケーションの構成要素として大きい活動での利用に対して期待される意見が見られた。

5.4.3 改善箇所報告共有機能

改善箇所の報告・共有機能に関しては、他者とコメントを共有することで自分では気づかなかった改善点に気づけるという意見が得られた。VR 議論を振り返りながら改善箇所を指定してコメントを設置できるため、気づきをそのまま共有しやすくなると考えられる。また、PCでの振り返りは「移動のしやすさ」「議論参加者の立ち位置の把握」が優れており、VR ヘッドセットでの振り返りは「議論参加者の体や手の動きの把握」「視線の動きの把握」「全体の流れの把握」に優れているという意見が得られた。

現在の改善箇所報告共有機能を使ったコメントを修正するためには別の文章で上書きする必要があり、コメント修正に時間がかかっている様子が見られたため、コメントの部分修正に対応する必要がある。また、デバイス差によるコメントのしやすさに差があるため、この差を埋めるための工夫が必要である。

6. まとめ

本研究では、VR 教育コンテンツ制作支援のための UX 改善支援機能を有するシステムを提案開発した。従来の VR コンテンツ制作支援では「議論とデザインの繰り返し」「振り返りでの改善点の発見」「遠隔からでも議論に参加できる環境」が必要であることが報告されている。本研究では、議論の振り返りを支援する

ことで VR 教育コンテンツ制作支援をおこなう UX 改善支援機能を提案・開発した。UX 改善支援機能として議論データの内、各議論参加者の発言に着目した自然言語解析による振り返り支援を提供する「振り返り箇所抽出機能」、議論の振り返り時に過去の議論参加者の視点や第三者視点から議論を振り返る機能を提供する「多視点活動記録再現機能」、議論の改善箇所の報告・共有・記録をすることができる「改善箇所報告共有機能」の 3 つを開発した。本稿では議論振り返りに対して各 UX 改善支援機能が有効であるかを評価するための実験を実施した。実験では本環境を使った 2 対 2 のディベートを実施・記録し、ディベートの振り返り時に UX 改善支援機能を使った振り返りを実施し、各機能についての意見を収集した。得られた意見から、UX 改善支援機能によって得られるマルチモーダルデータは議論の振り返りに対して一定の有効性があることが示され、先行研究から明らかになった従来の VR コンテンツ制作における「議論とデザインを繰り返す必要がある」、「VR コンテンツ制作では知識が実践では発揮されない場合があり、その場合はうまくいかなかった原因を振り返ることが重要」、「制作スタッフが遠隔地にいても容易に議論に参加できる必要がある」の 3 つの課題の解決手法として有効である。

今後は実験で得られた意見などを参考に、各 UX 改善支援機能の改良や新たな支援手法の検討・開発をおこなう。本稿で報告した UX 改善支援機能は振り返り時の支援を重視した機能になっているが、遠隔議論をリアルタイムで支援する機能などを検討することで、VR 教育コンテンツ制作支援を実現していきたいと考えている。

謝辞

本研究の一部は、令和 2 年度科学研究費補助金 若手研究（課題番号：20K14084）、令和元年度科学研究費補助金 基盤研究（C）（課題番号：19K03091）の補助によるものである。

参 考 文 献

(1) 矢野 浩二郎: “全天周カメラを用いた VR コンテンツ制作教育”, 2017 年度情報処理学会関西支部大会講演論文

集 E-03 (2017)

- (2) 卯木 輝彦, 谷田貝 雅典: “メーカーと文芸学部の産学共同研究を起点とする芸術メディア実習”, 教育システム情報学会 第 45 回全国大会, A1-2, pp39-40, 2020
- (3) 小寺 鑛志, 吉沢 亨紀, 加藤 瞳, 石原 志織, 中谷 俊貴, 鈴木 悠華, 長谷川 旭, 小橋 一秀, 長谷川 聡, 吉田 友敬: “学生による VR コンテンツ作成と VR 意識調査”, 情報文化学会第 25 回全国大会, ニューズレターNo.61, 2017
- (4) 山下 紗季, 伊藤 貴之: “動画中の特定人物に着目した対話的ダイジェスト制作ツール”, 情報処理学会第 81 回全国大会講演論文集, Vol.2019, No.1, pp.249-250, 2019
- (5) 鈴木 泰山, 内山 雄司, 青木 保一, 相良 毅, 秋田 祐哉, 河原 達也, 竹田 香織, 増山 幹高: “音声認識技術の活用による国会審議映像検索システムの実現”, 情報処理学会研究報告, Vol.2014-SLP-103, No.6, pp.1-4, 2014
- (6) 空野 耕介, 尾崎 拓郎: “複数視点の動画を用いた授業省察補助アプリケーション活用の実践”, 第 79 回全国大会講演論文集, 第 2017 巻, pp.895-896, 2017
- (7) 水越 駿, 豊浦 正広, 茅 暁陽, 埴 雅典, 村上 正行: “アクティブラーニング型授業の分析 - グループ活動評価と可視化 -”, 教育システム情報学会第 41 回全国大会論文集, pp.351-352, 2016
- (8) ExitGames Inc. “Photon Unity 3D Networking Framework SDK とゲームバックエンド”, <https://www.photonengine.com/ja-JP/PUN>, 2022
- (9) WordPress Foundation: “WordPress Foundation – Supporting the WordPress community since 2010.”, <https://wordpressfoundation.org/>, 2022
- (10) 檜垣 大地, 福田 裕樹, 辻 章吾, 米谷 雄介, 卯木 輝彦, 谷田貝 雅典, 後藤田 中, 國枝 孝之, 八重樫 理人: “アクティブ・ラーニング型授業の評価改善に向けた VR 遠隔授業評価支援システムの提案”, 教育システム情報学会研究報告, Vol.35, No.4, pp.53-56, 2021
- (11) 東山 昌彦, 乾 健太郎, 松本 裕治: “述語の選択選好性に着目した名詞評価極性の獲得”, 言語処理学会第 14 回年次大会論文集, pp.584-587, 2008
- (12) 谷口 航平, 濱川 礼: “PACS: 機械学習とワードクラウドを用いた論文および学会要旨スライド自動生成手法の提案とその実装”, 研究報告ヒューマンコンピュータインタラクション (HCI), Vol.2020-HCI-186, No.6, pp.1-6, 2020

思考の精緻化を促すプレゼンシナリオ設計支援システム

正門 和己^{*1}, 林 佑樹^{*1}, 瀬田 和久^{*1}

^{*1} 大阪府立大学大学院 人間社会システム科学研究科

Presentation Scenario Design Support System that Promotes Elaboration of Thoughts

Kazumi MASAKADO^{*1}, Yuki HAYASHI^{*1}, Kazuhisa SETA^{*1}

^{*1} Graduate School of Humanities and Sustainable System Sciences, Osaka Prefecture University

プレゼンテーション設計は、聞き手が納得できる一貫性のある論旨の構成を求めるタスクである。第3者の視点に立つことを促し自らの思考の精緻化に繋がる契機となる。一方、研究経験が浅く領域知識が未熟な初学者にとって、分野固有のつながりを聞き手視点に立って吟味し自らの思考を批判的に見直すことは必ずしも容易ではない。そこで本研究では、聞き手の要求をプレゼンシナリオが満足するために、学習者が検討すべきことを規定できる聴衆モデルを開発した。そして、聴衆モデルと学習者が設計したプレゼンシナリオに即して、他者視点の認知を促す助言生成機能を備えた支援システムを開発し、真正な学習場面における長期的な運用を通じて、システムの有用性を確認してきた。本稿では知識構築的視点からその実践結果を報告する。

キーワード: 往還モデル, プレゼンシナリオ設計, 思考の精緻化, 認知的葛藤

1. はじめに

他者への説明を前提とした言語化活動は、自身の考えの不整合や不備への気づきを促し、自己内対話を活性化することが知られている⁽¹⁾。内容を知らない他者への説明を想定する場面で、特にその効果の高まりが報告されている⁽²⁾。研究内容のプレゼンテーション(以下、プレゼン)を例に挙げると、研究内容を初めて聞く聴衆を想定したプレゼン資料作成が、研究内容の論理的整合性の吟味を促し、自身の研究内容の理解を深め思考を精緻化することがある。学習支援システム研究で例えば、「学習目標の達成に向けて学習者が抱える困難性」と「支援機能の合理的関係」について聞き手が納得できるか想定することで、論を精緻化してプレゼンに組み込むといったことがこれにあたる。

プレゼン設計での考えの表明(知識陳述)を通じて認知的葛藤が産出されるかどうか、こうした知識構築につながるか否かの鍵になる⁽³⁾。

伊藤の言語化の目標達成モデル⁽³⁾において、知識陳

述とは認知過程の言語化のことで、認知的葛藤は、他者の理解や課題とのずれを認識することで喚起される葛藤状態のことである。これが産出されれば、その解消が目標化(葛藤解消目標)され新たな知識の構築プロセスが駆動されることになる^(註1)。

一方で、認知的葛藤が生じない言語化活動では、知識構築効果を期待することが難しい。特に研究経験が浅く領域知識が未熟な学習者の場合、分野固有のつながりの整合性を第三者の視点に立ってメタ認知的に吟味し、認知的葛藤を自己産出することは容易なことではない⁽⁴⁾。

本研究では、言語化活動として自己の研究内容に関するプレゼンシナリオ設計をとりあげる。学習者の認知的葛藤の誘発を狙いとした他者視点からの分野固有のつながりを捉えた助言を提示することで認知的葛藤の誘発と、葛藤解消を目掛けた知識構築活動の活性化、それによる思考の精緻化を促すシステムを開発する。

^(註1) 本研究ではこのモデルを理論的基礎としている⁽⁹⁾。

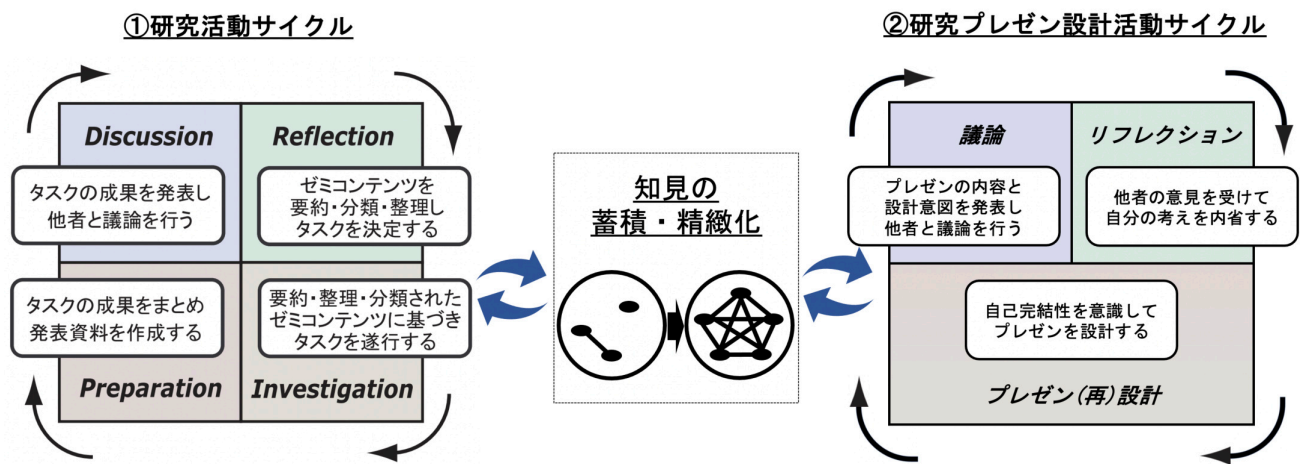


図1 研究活動とプレゼン設計活動の往還モデル

加えて、そこでの自己内対話はプレゼンシナリオに込めた設計意図を意識化、言語化することにつながるの
で、他者とこれを議論する場でこれを共有することで、
自己内対話での判断の合理性の議論やそれによる研究
内容の精緻化を促すことを意図した仕組みを開発する。

2. 往還モデル

研究成果は日々の研究活動、議論を通じて蓄積される
るので、これと整合する形でプレゼンシナリオが設計
される必要がある。また一方で、プレゼンの主題に焦
点化され、深掘りされた自己完結性のあるストーリ
フレームを形成する過程では、これまで見過ごされたり
見落とされてきた論の不備があらわとなり関係性を
論理的につむぐ必要性が顕在化することで、積み上げ
てきた研究成果であってもさらに掘り下げて精緻化す
る契機となる。こうした意味においてプレゼン設計活
動は、蓄積してきた研究成果を単にプレゼン資料にま
とめることには留まらない、認知的葛藤の産出を促し
知識構築を駆動する格好の言語化活動である。

このような視点にたち、プレゼンの準備活動を日頃
の研究活動と独立するものと捉えるのではなく、図1に
示す往還モデルとして位置づけて支援することを本研
究の指針とする。

図1左は土田らの研究活動サイクル⁽⁵⁾を示しており、
4つのフェーズから構成している(図1①)。文献調査
やシステム構築などのタスク遂行(Investigation)に
ついて資料作成(Preparation)した上で、それをもと
に議論(Discussion)し、次のサイクルに活かすよう

振り返る(Reflection)ことを表すモデルである。こう
したサイクルを通じて研究成果が蓄積・精緻化されて
いくことになる(図1中央)。

図1右にプレゼン設計に関わる活動サイクルを表し
ている。日頃の研究活動で積み上げた知見を参照して
プレゼン設計に取り組むことを表している(図1②)。

このサイクルでは、研究活動サイクルを通じて積み
上げられた知見との整合性を意識したプレゼンを設計
する。ここでの循環を通じて、主題に焦点化された認
知的葛藤が産出され、研究内容を捉え直す機会とす
ることで、積み上げてきた知見をさらに精緻化するこ
とを表している。以下に3つのフェーズでの具体的活動
を示す。

プレゼン(再)設計フェーズ:プレゼンを(再)設計する
フェーズである。プレゼンの設計(言語化活動)に先
立って、聞き手に理解させる主題(プレゼン目標)を
明確にすることが重要である。そして、言語化したシ
ナリオの主題の下での分野固有のつながりに、聞き手
の論理的納得性が得られ自己完結性のあるプレゼン
を設計することが求められる。このような要求を満足す
るプレゼンシナリオとなるよう後続する議論を創造的
なものとする準備性を高めるためには、学習者自身が
プレゼンの設計意図と設計過程での意思決定理由を自
己認識することが必要である。

プレゼンの議論フェーズ:プレゼンシナリオの妥当
性、論理性を他者と吟味するフェーズである^(註2)。これ

^(註2) 図1①のDiscussionと②の議論が実施される物理空間
はいわゆる研究ゼミの場であるが、対象、目的、文脈が
異なり往還的關係を明確にするため概念的に分離して
位置づけている。

を創造的なものとするためには、設計したプレゼン内容の説明だけでなく、プレゼンシナリオに込めた設計意図、スライドに明示されない論理的つながりなど、プレゼン設計時の自己内対話でなされた判断や根拠を言語化して議論の参加者と思考文脈を共有することが重要である。

リフレクションフェーズ: 議論の場で表明された他者の考えや疑問を自己の考えと相対化して捉え直し、自己内対話に内化するフェーズである。他者の意見を踏まえ、言語化が不十分なことを解消目標としてこれを解消するフェーズである。プレゼン設計時の自己内対話の妥当性を再検討し、プレゼンの再設計活動に活かされることが望ましい。

3. 往還を支える支援システム

往還モデルを基礎とした支援システムを実現する。このためには、日々の研究活動を踏まえ連続性ある形でプレゼン設計できるとともに、そこでの知識構築を促し、その結果を積み上げてきた研究成果に還元できる仕組みを実現することが求められることになる。

3.1 研究活動サイクルの支援システム

Mori[®]らは、研究活動サイクルにおける自己内対話の活性化を目的とした思考整理支援システム(図2)を提案している。このシステムを用いて学習者は、考えるべきと思う「問い」とそれへの回答を思考表出マップに表明しながら自己内対話を整理できる。このとき学習者は、考えるべきと思う問いを、問いエリアに示される一覧から選択するか、思考表出マップ上で新たに自作することで青色の問いノードとして表出し、自分の考えをそれに連なる橙色の答えノードとして表明する。

システム内部には、「“学習支援の方法は?”を考えるとときには、“学習者が抱える困難性は?”を合わせて考え整合させる必要がある」といった、研究活動において考えるべき問いとそれらの意味的關係性が研究活動オントロジーとして計算機可読な形式で規定されており、合わせて考えるべきことにも関わらず考えていない可能性がある問いを捉えることができるようになっている。したがって例えば、「学習支援の方法は?»を検討している学習者が、その前提となる「学習者が

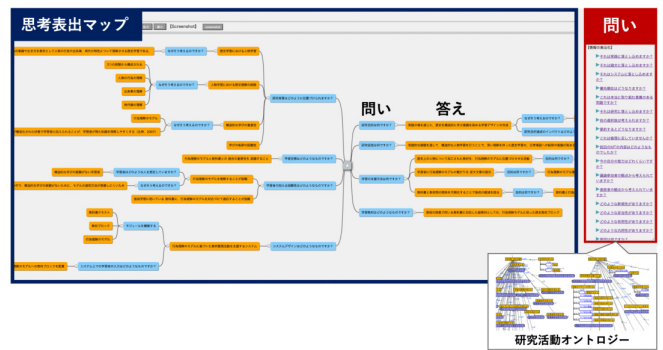


図2 思考整理支援システム

抱える困難性は?»を検討していない(思考表出マップに表出されていない)場合は、その検討の必要性を示唆する仕組みを備えている。

3.2 研究活動とプレゼン設計の往還支援システム

本研究では研究活動サイクルを支える思考整理支援システムの存在を前提とし、これと連動することで、焦点化された主題の下での論の精緻化、往還を促す仕組みを開発した。

前節で述べたシステムと連動して動作し、研究活動とプレゼン設計の往還を支援するシステムを開発した。図2のインタフェース上で、学習者がプレゼン設計モードを選ぶと、図3に示すプレゼンシナリオ設計エリア、目標設定エリアがインタフェースに追加表示されるようになっている。以下で、プレゼン設計サイクルの各フェーズで学習者に提供される支援を述べる。

3.2.1 プレゼン(再)設計フェーズの支援

3.2.1.1 聞き手を意識したプレゼン目標設定支援

目標設定エリアで発表場面(例:卒業論文発表等)を選択し、聞き手のモデルを形成する。聞き手の要求を満足するために、プレゼンシナリオ設計で達成すべき目標が聴衆モデルとして発表場面毎に設定されている。学習支援研究固有の目標概念に加え、プレゼン場面固有の例えば「現時点で、研究目的をどの程度達成できたのか示すこと」、「今後の研究計画を実行性のある形で示すこと」なども定義されており、学習者は達成すべき目標をここから選択したり自分で定義できるようになっている。

3.2.1.2 蓄積した知見を参照したシナリオ設計支援

日頃の研究活動で作成してきた思考表出マップを基礎とし、設定した目標を意識したプレゼンシナリオの設計に取り組む。具体的には、思考表出マップの問い

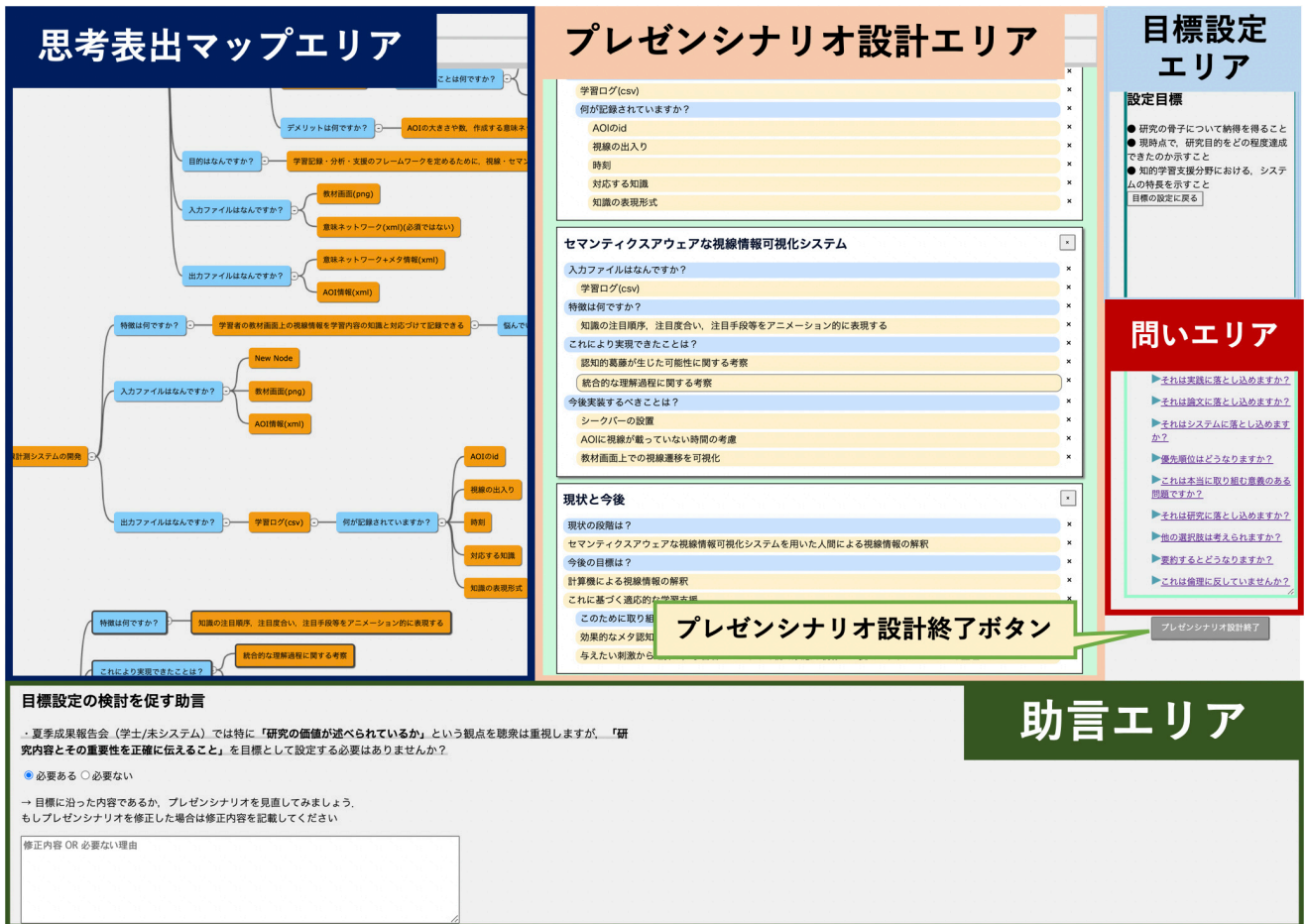


図3 往還を支えるプレゼンシナリオ設計支援システム

ノードと答えノードを構成部品として、スライドに対応するフレーム単位でプレゼンシナリオを設計する。このとき、問いノードに対する自己の考えは入れ子構造化して整理できるようになっている。選択しているフレーム内の問いと答えノードは思考表出マップ上でもハイライト表示されるため、プレゼンシナリオと思考表出マップの対応関係を視覚的に把握できるようになっている。主題が焦点化され研究内容を捉える側面が定められることに伴い、より深く掘り下げて吟味すべきことを認識した場合には、プレゼンシナリオ設計支援システム上でも新たに問い(解消目標)と答え(知識構築した結果)を記述することができる。

ここで産出した知識は、日頃の研究活動で積み上げた思考表出マップにシームレスに反映できるようになっており、これをマップ上で位置づけさらに精緻化することを可能としている。

3.2.1.3 他者視点からのプレゼンシナリオ吟味支援

プレゼンシナリオを十分に吟味し、主題に対して論理的に整合した自己完結性のあるシナリオが形成できたと学習者なりに判断したタイミングで、設計終了ボ

タンを押下する。システムは学習者が設計したプレゼンシナリオに対して、検討すべきと思われる他者視点からの助言を助言エリアに提示する。

このために本研究では、「プレゼンに対する聴衆の欲求(聴衆の欲求概念)」と「聴衆の欲求を満たすために学習者が設定すべき目標(目標概念)」を発表場面ごとに聴衆モデルとして定義している。さらに、「その目標を達成するために考えるべき問い」を研究活動オントロジーで定義されている問いを参照する形で規定している。聴衆モデルの詳細は文献(7)を参照されたい。

他者視点に立つことを促すためにシステムが提示する働きかけは (a)目標設定の再検討を促す助言、(b)プレゼンシナリオの再検討を促す助言、(c)リフレクションを求める課題提示の3つのタイプがあり、プレゼン設計の進行に沿って順に提示される。

(a) 目標設定の再検討を促す助言：聴衆モデルで定義された達成目標を学習者が設定していなかった場合に、当該目標設定の明示的な検討を求める助言がプレゼン設計を完了したタイミングで改めて提示される。例えば、卒業論文発表に対応する聴衆モデルで「現時

点で、研究目的をどの程度達成できたのか示すこと」が達成目標として定義されていると、目標設定の必要性についての再考を促す以下の助言が提示される。

卒業論文発表における聴衆は特に「研究の成果を明確に理解したい」と考えます。聴衆の期待を満たすために、「現時点で、研究目的をどの程度達成できたのか示すこと」を目標として設定する必要はありませんか？

学習者が“必要ある”と判断した場合には、この目標の達成を目掛ける視点からプレゼンシナリオを再吟味し、修正内容のテキストエリアへの記録が求められる。“必要ない”と判断した場合は、理由・根拠の記録が求められる。このように、システムが提示する助言への対応は学習者の判断を尊重するようになっているが、その根拠、解決策の言語化を求めることで、プレゼンシナリオ設計の前提となる目標設定の妥当性の吟味と、意思決定理由の自己認識を促すことを狙いとしている。

(b) プレゼンシナリオの再検討を促す助言：設定した目標を達成するために考えるべき問いが、研究活動オントロジーに基づいて規定されている。プレゼンシナリオに設定された問いが組み入れられていない場合に、以下の様な助言を提示する。ここでの助言の[問い]、[答え]に示されている内容は、プレゼンシナリオに組み入れられた学習者の記述内容を表しており、こうした領域固有の潜在的なつながりを学習者の研究内容に立ち入った形で捉えて顕在化し、吟味を促す助言が提示されるようになっている。

「研究の骨子について納得を得ること」という目標を達成するためには、「研究目的に対して実践目的が妥当であること」を示すことが必要ですが、「[問い]研究目的は何ですか？」([答え]研究プレゼンの準備を機会として自己内対話を促すこと)と「[問い]実践の目的は何ですか？」([答え]真正な学習場面において、自己内対話の活性化に寄与するか確認すること)に関して「なぜこれらは合理的であるといえるのですか？」といったことあなたの考えがプレゼンシナリオには含まれていないかもしれません。これについて見直してみてもいいでしょうか？

これへの対応“見直す”、“見直さない”についても明示的な判断を根拠とともに求める。学習者自身が設定した目標を達成するプレゼンシナリオが設計できているかの再吟味と言語化を促すことをこのような助言提示の狙いとしている。

(c) 議論への準備性を高める振り返り支援：(a)(b)の助言を受けて“必要ある”、“見直す”と判断したこと

の振り返りを求める課題が提示される。自分では十分に吟味したプレゼンシナリオであるにも関わらず、システムから助言を受けることで修正に至った自己の意思決定を学習資源とした以下の様な内省課題が与えられる。学習者は助言を受けた再吟味で得られた気づきをテキストエリアに記述するようになっている。

【卒業論文発表における聴衆は特に「研究の成果を明確に理解したい」と考えます。聴衆の期待を満たすために、「現時点で、研究目的をどの程度達成できたのか示すこと」を目標として設定する必要はありませんか？】という助言に対して“必要ある”と判断し、「[助言に対する修正]まとめスライドにおいて研究目的と実験結果の説明を追加した」という修正を加えました。この助言に向き合うことで、どのような気づきがありましたか

3.2.2 プレゼンの議論支援

プレゼン(再)設計フェーズでの一連の取り組みを終えると、プレゼンシナリオの内容と 3.2.1.3(a), (b), (c)の自己内対話での判断、根拠、修正内容が自己内対話ログとして HTML 形式で出力される (図 4)。

ここには暗黙的になりがちなプレゼンの設計意図や判断の根拠が言語化 (知識陳述) されるので、プレゼン内容 (設計結果) だけではなく、これをメディアとして参加者と思考文脈を共有することで、議論の場にいる他者の認知的葛藤の誘発と、その協同的解決の契機とすることを意図している。

3.2.3 議論後のリフレクション支援

指導者を含む他者との議論を終えた後に、議論に先立って行った自己内対話の妥当性を自己内対話ログを参照して再吟味する。具体的には、議論に先立って自己内対話時には修正の必要がないと判断したものの、議論を受けて判断の見直しが必要と考えられる助言について、回答の修正に取り組む。このときプレゼンの修正だけでなく、プレゼン設計時の自己内対話に関する

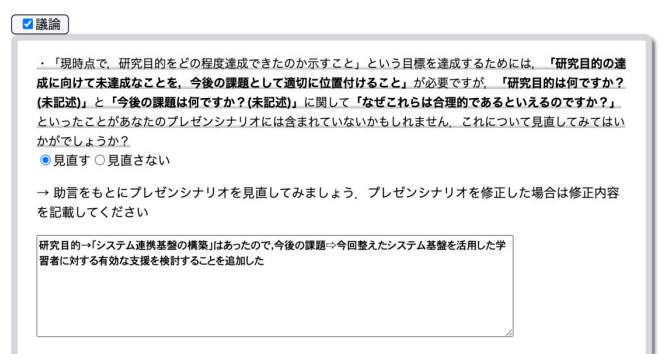


図 4 自己内対話ログの一部

る振り返り内容も記録する。真正なプレゼン設計でなされた自己内対話のメタ認知を促すことで、自己内対話の漸進的な精緻化を目指している。

4. 往還を支えるシステムのアーキテクチャ

開発したシステムのアーキテクチャを図 5 に示す。この図で上部に位置する日頃の研究活動での思考表出マップ作成に関わる内部機構と、下部に位置するプレゼンシナリオ設計に関わる内部機構が、中央に位置するオントロジーモデルを基盤とすることで両者がシームレスに連携する仕組みを実現している。このことが、往還モデルを支える仕組みを実現している。以下で主要なモジュールの役割を述べる。

- **思考整理支援機構**: 思考表出マップの作成支援に関わる内部処理機構である。思考表出マップ作成支援モジュールは、問いノード、答えノードの作成編集を支援し、学習者が選択したノードの内容を問い導出機構に送る。問い提示モジュールは問い導出機構から送られた問いの集合を提示し、対照して考えるべき思考マップ上のノードをハイライト表示して学習者に提示する。
- **問い導出機構**: 学習者の思考表出マップ作成活動に応じて、学習者が考えるべき問いを導出する内部処理機構である。研究活動オントロジー管理モジュールは、研究活動オントロジーを管理する。研究活動オントロジー照合モジュールは、思考整理マップ情報（学習者が選んだ問いノード情報）と、研究活動オントロジーを照合し、学習者が考えるべき問いを導出する。
- **プレゼンシナリオ設計支援機構**: プレゼンシナリオの設計支援に関わる内部処理機構である。発表の場／目標設定支援モジュールは、聴衆モデルで定義された発表の場と目標概念を学習者に提示する。プレゼンシナリオ設計支援モジュールは、プレゼンシナリオの作成編集を支援する。助言管理モジュールは助言生成機構から送られる助言を提示する。
- **助言生成機構**: プレゼンシナリオに対する助言を生成する内部処理機構である。聴衆モデル管理モジュールは場面毎の聴衆モデルを管理する。プレゼンシナリオ関連処理モジュールは、学習者が設定した発

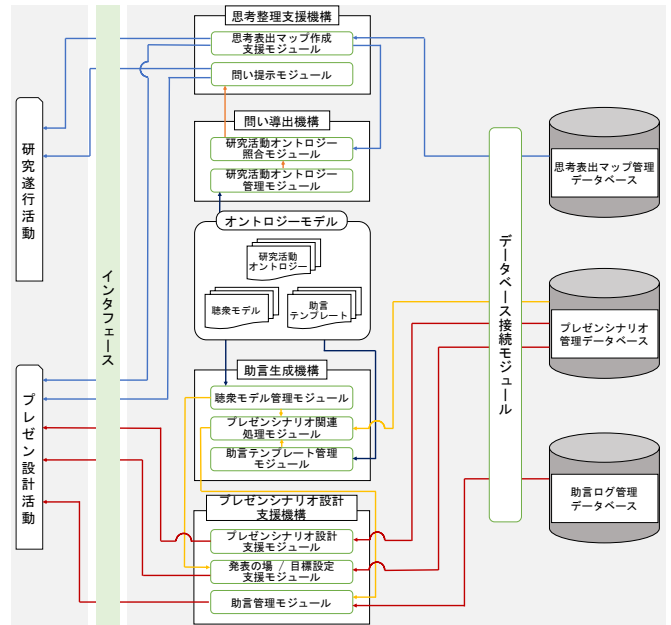


図 5 往還を支えるシステムのアーキテクチャ

表の場と目標に関する具体的内容とシナリオ情報を管理する。そして、助言生成のためのテンプレートを管理する助言テンプレート管理モジュールと、聴衆モデル管理モジュールと連動して、プレゼンシナリオにおいて考えるべきであると思われるが、学習者は考えていないと思われる分野固有のつながりを捉えた助言を生成する。

5. 真正な学びの場での実践運用

5.1 基本指針

より質の高い学びとその支援を実現するためには、支援システムの運用とそれを受けた機能改善を繰り返すことが重要である⁽⁸⁾。実践を通じて学びの質向上に資すると思われるシステムの改善点を洗い出す仮説立案と、それを組み入れた支援システムを実践運用することでの学びの創出への有用性を確認する仮説検証を繰り返すサイクルとなる。本研究では、この考えに基づいて長期的に支援システムの実践と評価を繰り返し、支援システムの洗練を図ってきた⁽⁹⁾⁽¹⁰⁾。こうしたシステムの実践と漸進的な機能改善を経て、2022年2月現在は卒業論文発表を控えた学生2名がシステムを実践利用している。

以下では、往還モデルに基づく知識構築例として、「視線情報を活用したメタ認知的学びの支援」を研究テーマとする学生の事例を取り上げる。

5.2 議論に先立つ自己内対話での知識構築事例

プレゼン設計後に「学習者が抱える困難性の具体例がプレゼンシナリオに含まれていないかもしれません。これについて見直してみてもいいでしょうか？」といった旨の助言を受け、この学習者は、学習者が抱える困難性に関する考えをシナリオに追加した(図6)。この助言の効用について学習者は、「自分が取り組んだこと、どのようなシステムを作ったかに意識が向かいがちで、そもそも何を実現したかったのか、どのような困難性を解消したいのかを明確にしなければ論がブレることを再認識した。」と述べている。

そして、助言を受けた自己内対話により知識構築した内容が思考整理マップとプレゼンシナリオの双方に追加されていることから、自分としてはシナリオ構成できたつもりでのプレゼンシナリオであっても、研究の背景や目標を吟味、明確化する自己内対話がシステムの助言を通じて活性化されたことが見て取れた。

5.3 議論を契機とした知識構築事例

自己内対話での意思決定根拠を議論の場で他者と共有することが学習者の思考文脈の共有を促し、それが他者の認知的葛藤を誘発して、研究内容を精緻化する知識構築に至った事例を示す。学習者は「研究目的と実践目的の合理性に関する説明がプレゼンシナリオに含まれていないかもしれません。これについて見直してみてもいいでしょうか？」といった旨の助言(3.2.1.3(b))に対し、議論に先立つ自己内対話時は見直す必要はないと判断した。根拠としては、「現状のスライドで既に説明しているので、プレゼンシナリオを修正する必要はない」という考えを記録した。

意思決定理由が記録された自己内対話ログを参照しながら行われた議論では、上述した研究目的(知識の形成度合いを学習者の自然な学びのプロセスを尊重した形で捉え、適応的支援を実現するシステムの開発)と実践目的(知識の形成度合いを視線情報から把握できるか確認する)の合理性が議論の対象となった。

これに対し指導者は、「実践目的の説明で、研究目的とのつながり、合理性って今まで暗黙にしていた精緻に考えてこなかったね。研究目的と実践目的の合理性は既に説明していると判断しているけど、改めて聞き手の立場で考えてみると、研究目的で述べられている、

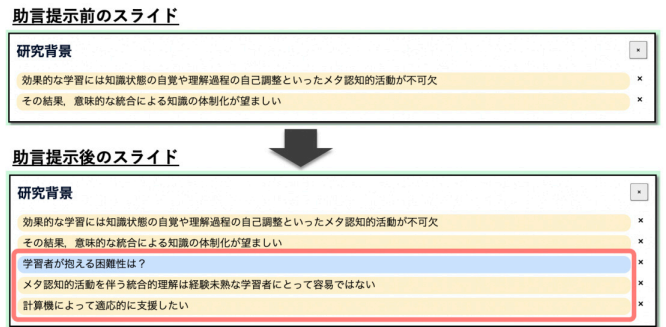


図6 自己内対話での知識構築例

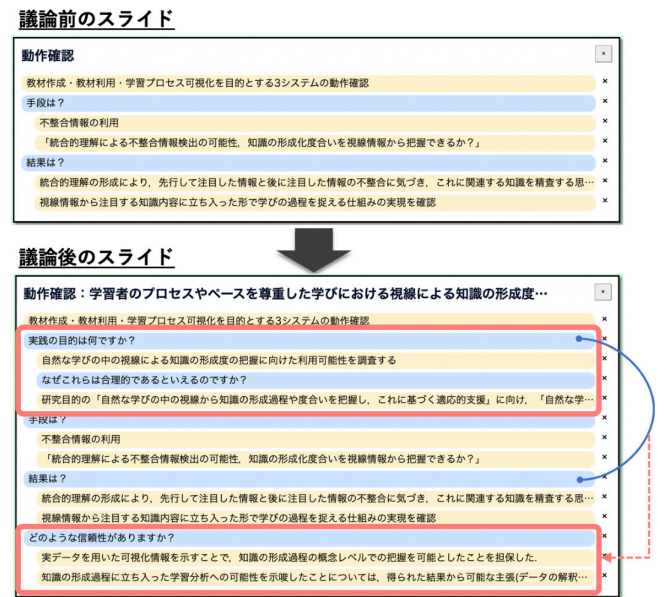


図7 議論を契機とした知識構築例

学習者の自然な学びのプロセスを尊重するということと繋がりある形では実践目的が述べられてないね。これは実験設定で時間の統制や介入しないことの意図に関わってくるね。」といった関係性の示唆を与えた。

議論に先立つ自己内対話で作られたシナリオでは、実践の手段と結果のみ記述されていた(図7)。一方、議論後のスライドでは、学習者の自然な学びを尊重する研究目的に沿った実践目的に改められ、研究目的との関係でなぜ合理的かの考えも追加された。さらに、実践目的に対して得られた結果は、どのような信頼性があるかといったことに関する記述も追加された。

さらに、プレゼン設計サイクルを通じて知識構築した内容は日頃の研究活動で作成した思考整理マップにも位置づけて還元していた。

このような一連の活動を受け学習者は、日々の研究活動で構築してきた思考整理マップに新たな問いノードとそれに対する答えノードを追加していた。ここで

参 考 文 献

追加された問いは、研究活動サイクルにおいても提示されていたにも関わらずマップに位置づけていなかったものであり、プレゼン設計が研究内容の精緻化に貢献していたことが確認された。学習者からは、「自分は暗に示しているつもりであったこと、あるいは、他の部分の説明を用いて示したつもりになっていたことを改めてシステムまた先生から説明を求められることで他者の納得性を高めるよう明示する重要性を認識した。」といった自分の思考経験の中で、分野固有のつながりを明示する重要性を学んだことを示唆した。

指導者からは、「学習者の意思決定理由が暗黙ではなく明示されるので、それを踏まえてそこから議論できる。助言を見てこの研究で暗黙になっていたつながりが顕在化され、認知的葛藤が誘発された。これが知識創造を駆動した」といったこと、「たくさんの学生のプレゼンを議論するときには、見落としてしまいがちになる潜在的なつながりが意識にあがって議論しやすくなる」といったコメントがあった。

ここでは知識構築例を事例的に取り上げた。他者との議論（研究ゼミ）に先立ってシステムから提示された領域固有の繋がりを捉えた助言に対し、プレゼンを見直すかどうかは学習者に委ねられているが、学習者が自らの自己内対話の中で知識構築している様子が1年2か月間のシステム運用の中で多く確認されている⁽⁹⁾⁽¹⁰⁾。さらに、研究ゼミでの他者との議論（他者対話）を通じた知識構築も数多く発現している。

こうしたことからシステムの利用が、学習者の自己内対話と創造的議論を活性化し、プレゼン設計を機会とした知識構築に有用であることを確認してきている。

6. おわりに

本研究では、日頃から積み上げてきた研究内容のさらなる精緻化を促すプレゼンシナリオ設計支援システムを開発した。本研究の支援対象(研究プレゼン内容)は、学習者毎に異なるオープンかつ ill-defined な対象である。支援が難しい対象に対し、学習支援システム研究に焦点化した領域固有のオントロジーを基礎としたシステムが、プレゼン設計を機会とした知識構築を駆動しうることを確認したことは意義あることと考えている。

- (1) Fukaya, T.: “Explanation generation, not explanation expectancy, improves metacomprehension accuracy”, *Metacognition and Learning*, 8, pp. 1-18 (2013)
- (2) 伊藤貴昭, 垣花真一郎: “説明状況の違いが説明者自身の理解促進効果に与える影響—相手に教授する状況と自分の理解を確認する状況の比較—”, *教育心理学研究*, 第 67 巻, 第 2 号, pp. 132-141 (2019)
- (3) 伊藤貴昭: “学習方略としての言語化の効果—目標達成モデルの提案”, *教育心理学研究*, 第 57 巻, 第 2 号, pp. 237-251 (2009)
- (4) 茅島路子, 稲葉晶子, 溝口理一郎: “メタ認知活動困難に関するフレームワークの提案”, *教育システム情報学会誌*, Vol. 25, No. 1, pp. 19-31 (2008)
- (5) 土田貴裕, 大平茂輝, 長尾確: “ゼミコンテンツの再利用に基づく研究活動支援”, *情報処理学会論文誌*, 51 巻, 6 号, pp. 1357-1370 (2010)
- (6) Mori, N., Hayashi, Y., and Seta, K.: “Ontology Based Thought Organization Support System to Prompt Readiness of Intention Sharing and Its Long-term Practice”, *The Journal of Information and Systems in Education*, Vol. 18, No. 1, pp. 27-39 (2019)
- (7) 正門和己, 林佑樹, 瀬田和久: “プレゼンシナリオ設計における他者視点介入のための聴衆モデル”, *情報処理学会第 84 回全国大会講演論文集*, pp. 4-413-4-414 (2022)
- (8) 柏原昭博, 伊東幸宏: “特集「学習支援の新たな潮流—学習科学と工学の相互作用—」にあたって”, *人工知能学会学会誌*, Vol. 21, No. 1, pp. 51-52 (2006)
- (9) 正門和己, 林佑樹, 瀬田和久: “他者視点の認知を促すプレゼンシナリオ設計支援システム”, *JSiSE Research Report*, Vol. 35, No. 6, pp. 121-128 (2021)
- (10) 正門和己, 林佑樹, 瀬田和久: “自己内対話への他者視点介入機能を備えたプレゼンシナリオ設計支援システムと実践評価”, *人工知能学会第 93 回先進的学習科学と工学研究会, SIG-ALST-093-05*, pp. 25-30 (2021)

オンライン議論状況を捉えた助言提示のための マルチモーダル情報処理機構

庄司 祐希^{*1}, 林 佑樹^{*1}, 瀬田 和久^{*1}

^{*1} 大阪府立大学大学院 人間社会システム科学研究科

Information Processing Mechanism for Multiparty Multimodal Online Discussion

Yuki SHOJI^{*1}, Yuki HAYASHI^{*1}, Kazuhisa SETA^{*1}

^{*1} Graduate School of Humanities and Sustainable System Sciences, Osaka Prefecture University

議論の創造性を高める上で、参加者同士で気を配りながら考えや疑問点を引き出し合うことが重要である。一方で、議論中に自他の意見を整理しながら、他者の思考や情動状態を推察して適宜働きかけることは必ずしも容易ではない。そこで本研究では、オンライン議論時に交わされる参加者の視線・発話情報を手掛かりに議論状況を解釈し、適応的な知的介入を実現するための基盤となる議論支援フレームワークを提案する。本フレームワークは、リアルタイムに計測される多人数マルチモーダルデータ系列を同時並行的に処理し、議論状況に立ち入った助言を提示するマルチモーダル情報処理機構を備えている。

キーワード: オンライン議論支援, フレームワーク, マルチモーダル情報, 多人数インタラクション

1. はじめに

学術研究ミーティング（以下、研究 MT）のような他者と協調しながら問題解決を図る知識共創的な議論では、参加者間で互いの状態に気を配り、考えや疑問を共有し議論に対するコミットメントを引き出し合うことが、創造性を高める上で重要である。参加者は議論中に互いの振舞いや反応を感じ取りながら、例えば議論中に資料を見つめながら深慮している参加者や、発言に臆している参加者といった各々の思考や心情の状態を推察し、参加者のコミットメント向上を促す働きかけがなされる。こうしたことは、議論内容の理解や相互理解の深化、アイデア共創に寄与する。

一方で、参加者各々の認知状態や情動状態は必ずしも場に表明されるわけではなく、またリアルタイムに進行する議論と並行して自他の状況や意見を整理しながら他者に配慮することは難しい。さらにネットワークを介した分散環境下の議論（例: ビデオ会議の議論）では、送受信される情報が限定されてしまうため、こうしたことはなおさら困難である。

そこで本研究では、「創造的議論における参加者の多様なインタラクション状況を捉え、コミットメントの向上に資する適応的助言を提示可能な情報システムの仕組みを実現できないか？」を学術的な問いに掲げる。この問いにアプローチするため、先行研究⁽¹⁾で提案されている仕組みを採用した議論状況検出および助言提示のためのルール仕様にに基づき、議論状況の解釈や助言生成する議論支援フレームワークの開発を進めている⁽²⁾。本稿では、このフレームワークの構成要素として開発した議論状況検出及び助言提示のためのルール設定支援システムと、これらのルールをオンライン議論に適用し、参加者のマルチモーダル情報から任意の議論状況の検出と助言提示を可能とするマルチモーダル情報処理機構の枠組みを論じる。

2. 議論支援フレームワークの設計要件

本研究では、ネットワークを介して展開される議論時の言語・非言語情報を計測可能な CSCL システム開発プラットフォーム⁽³⁾をオンライン議論環境として活

用する。任意の学習支援ツール（例：議論資料共有ツール、ビデオチャットツール）を組み込んだ議論セッションを設定できるようになっており、各参加者の発言タイミングや、参加者の映像・議論資料の各領域に付与された注視対象領域（Area of Interest：AOI）への視線情報を、ヘッドセットマイク及びアイトラッカを用いて計測できる構成となっている。

本章では、このプラットフォームの利用を前提として、タイムリーに計測・蓄積される参加者個々のマルチモーダル情報に基づきオンライン議論状況を捉え、適応的な助言を提示する議論支援フレームワークの構築に向けて、情報システムが備えるべき設計要件を述べる。

【要件1】議論資料の意味内容を捉える仕組み：研究MTのような創造的な議論では、一般に提案者が用意した議論で用いる資料（議論資料）を参加者間で共有し、ここに記された内容に基づき議論が展開される。資料には、議論に先立ち提案者が整理した思考のプロセスやその結果が記され、議論すべきと考える内容の論理的な繋がりがその構造に表明されることになる。情報システムが議論参加者の着目する資料内容を具に捉え、この意味内容に立ち入った知的介入を実現するためには、議論資料に記載された情報や、提案者がどのような意図で説明を試みるかという意味情報（セマンティクス）を処理可能な仕組みが求められる。

【要件2】議論状況検出と助言提示のための仕様策定：多人数による極めて複雑な議論インタラクションを対象とし、どのような議論状況で、どのように働きかけるか情報システムが適切に管理できるようにするために、以下の2点を検討する必要がある。

【2-1】議論状況検出のためのルール仕様：時々刻々と変化する参加者間の議論状況には様々な粒度があり、議論参加者の人数や構成（役割）もセッション毎に異なる。こうした多様な議論状況を捉える情報処理フレームワークを実現するために、本研究では検出対象とする議論状況をセッション非依存な宣言的形式で設定できるようにするとともに、これらを統合して議論状況の解釈を積み上げるためのルール記法を検討する。

【2-2】助言提示のためのルール仕様：議論状況の活性化を狙いとして、システムが提示する助言内容や

その対象に唯一な方略は存在せず、様々な側面からの働きかけが考えられる。そこで本研究では要件2-1とは区別した形式で、どのような議論状況に対して、働きかけを意図するヒトの側面（認知、情動、行動）を対象に、いつ、誰に、どのような具体的な助言を提示するかを宣言的に規定できるルール記法を検討する。

【要件3】マルチモーダル情報処理の仕組み：議論時の多人数インタラクション情報を構造的に管理し（4.1節で後述）、適応的に助言を提示するマルチモーダル情報処理機構に求められる機能を3つ掲げる。

【3-1】インタラクション要素のリアルタイム検出機能：リアルタイムな議論において、逐次変化する視線行為や発言行為などの参加者毎のマルチモーダルデータ系列を検出し、それらに基づいて参加者が“いつどの程度話しているか”、“何を見ているか”といったインタラクションの原始的な要素を検出する仕組みが必要である。

【3-2】議論状況の構造的解釈機能：要件3-1を満たす仕組みによって検出された議論状況データを組み合わせることにより、様々な粒度の議論状況を情報システムが同時並列的に解釈し、その粒度を区分して階層的に管理できるとともに、検出した議論状況データの構造的関係性を処理可能な仕組みが求められる。

【3-3】議論状況に即した助言提示機能：要件3-1、3-2を充足する仕組みによって検出される議論状況をトリガとして、ここでの働きかけの意図に沿った助言を自動生成し、対象となる議論参加者に対して適応的に助言を提示する仕組みを備える必要がある。

3. ドキュメントセマンティクス

2章で掲げた【要件1】を充足する仕組みとして、ドキュメントセマンティクスを活用する。ドキュメントセマンティクスとは、資料のどこにどのような情報が掲載されているかを意味する計算機可読なデータの集合である。本研究では、正野らが提案する2種類のドキュメントセマンティクス⁽¹⁾（図1）を議論資料に付与できる仕組みを考える。

3.1 研究内容セマンティクス

森らが提案している研究活動オントロジー⁽⁴⁾と紐づいた形式で、議論資料のどこにどのような内容が記載

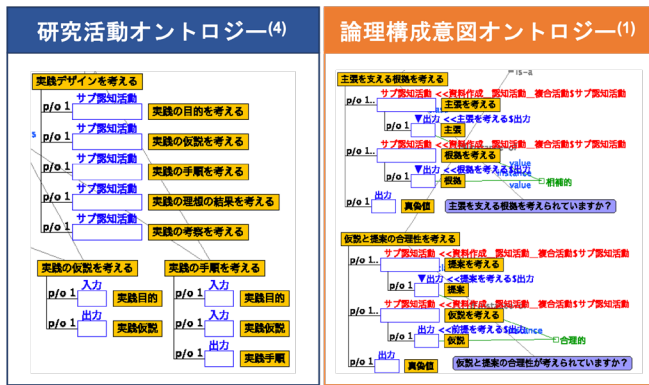


図1 ドキュメントセマンティクス

されているかを表すものである。教育システム情報学の研究を遂行するにあたって、遂行者に求められる思考活動とその活動の成立要件が、研究領域の一般性あるいは固有性を踏まえた形で構造化されている(図1左)。例えば、「実践デザインを考える」という思考活動概念は、「実践の目的を考える」, 「実践の仮説を考える」, 「実践の手順を考える」等がその達成に必要なサブ認知活動として規定されており、これらも一つの思考活動概念としてその成立要件が規定されている。

3.2 論理構成意図セマンティクス

資料作成者がどのような意図を持って資料内容を説明するかを表すものであり、「仮定」や「提案」, 「主張」や「根拠」等の論理構成を表す概念とそれらの論理的関係を定義している(図1右)。資料に掲載している研究内容(3.1節)に対して、議論目的に応じたその論理的役割として、例えば、「仮定と提案の合理性を考える」や「主張を支える根拠を考える」といった概念が規定されている。

これらのドキュメントセマンティクスをAOIに付与した議論資料を用いることで、例えば、「実践デザインを考える」際には、「実践仮説を考える」, 「実践手順を考える」といった認知活動の関係性や、「仮定と提案の合理性を考える」といった論理的役割の関係性を計算機システムが把握し、議論資料を注視する参加者の視線情報から、どのような意味内容に着目しているか、どのような思考活動を行なっているかという議論内容に立ち入った情報を捉えられるようになる([要件1]の充足)。

(注1) 誌面の都合上、本稿では割愛しているが、ドキュメントセマンティクスを議論資料に付与するためのオーサリングシステムの開発も進めている。

なお、ドキュメントセマンティクスは資料作成者(提案者)が議論に先立って付与することを想定している(注1)。予め提案内容の構成やその意図を吟味するような活動は、内容間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、議論時の明快な説明に向けた準備性を高め、信頼性の高い議論の組み立てに寄与する有意義な取り組みとして位置付けられる。

4. 議論状況検出ルールと助言提示ルールの仕様

4.1 インタラクションの階層的解釈モデル

様々なインタラクション状況を、その粒度に応じて階層的に管理できる仕組みを実現するために、角らのインタラクションの階層的解釈モデル⁽⁶⁾を参照モデルとする。このモデルでは、音声波形や視線座標といった生データに該当するRaw Data(RD)層、RD層のデータに基づいて、「誰が発話している」, 「誰が何を注視している」といった参加者個々の原始的な振舞いを捉えるInteraction Primitive(IP)層、IP層で抽出されたインタラクション要素を統合することで、例えば「同じ部分に着目している(共同注視)」や「お互いを見合っている(相互注視)」といった参加者間のイベントを捉えるInteraction Event(IE)層、IP層やIE層で抽出されるインタラクション状況から、会話場の発生や会話主導権の遷移といった議論文脈に解釈を与えるInteraction Context(IC)層の4層で構成されている。

本研究では、議論状況を捉えるルールを階層的に管理する仕組みや情報システムが議論状況を構造的に解釈する仕組みにこのモデルを応用する。

4.2 議論状況検出ルール

[要件2-1]で掲げた多様な議論状況を捉えるための枠組みとして、正野らが提案する議論状況検出のためのルール記法⁽¹⁾を援用する。議論状況を捉えるルールを「初期設定ルール(Initialization Rule)」と、「統合ルール(Integration Rule)」に大別し、4.1節の階層的解釈モデルに対応付けて宣言的に定義できる仕様となっている。

4.2.1 初期設定ルール(Initialization Rule)

各参加者のRD層のマルチモーダルデータ系列から、原始的なインタラクション要素を検出するルールである。抽出されたデータ区間はIP層に対応づけられる。

表 1 議論状況検出ルールの設定例

Situation	Rule Examples
Participant が話している…①	{ <i>detection_layer</i> ='Interaction Primitive', <i>situation</i> ='①', <i>signal_type</i> ='Speaking', <i>subject</i> ='Participant', <i>duration</i> =40(s), <i>rate</i> =30(%), <i>inequality</i> ='more'}
Participant が議論資料を見ている…②	{ <i>detection_layer</i> ='Interaction Primitive', <i>situation</i> ='②', <i>signal_type</i> ='Gazing at Object', <i>subject</i> ='Participant', <i>target</i> ='Document Area', <i>duration</i> =40(s), <i>rate</i> =40(%), <i>inequality</i> ='more'}
Participant が議論資料を見ながら話している…③	{ <i>detection_layer</i> ='Interaction Event', <i>situation</i> ='③', <i>function</i> ='Overlap', <i>arguments</i> =['①', '②'], <i>constraints</i> =[<i>arg</i> [0]. <i>layer</i> =='Interaction Primitive', <i>arg</i> [1]. <i>layer</i> =='Interaction Primitive', <i>arg</i> [0]. <i>subject</i> =='Participant(X)', <i>arg</i> [1]. <i>subject</i> =='Participant(X)']}
二人の参加者が同じ資料内容を見て議論している…④	{ <i>detection_layer</i> ='Interaction Event', <i>situation</i> ='④', <i>function</i> ='Overlap', <i>arguments</i> =['③', '③'], <i>constraints</i> =[<i>arg</i> [0]. <i>layer</i> =='Interaction Event', <i>arg</i> [1]. <i>layer</i> =='Interaction Event', <i>arg</i> [0]. <i>subject</i> =='Participant(X)', <i>arg</i> [1]. <i>subject</i> =='Participant(Y)', <i>arg</i> [0]. <i>target</i> =='Document Area (X)', <i>arg</i> [1]. <i>target</i> =='Document Area (X)']}
二人の参加者が同じ資料内容を見て議論している時に、一人はそれと関係のある資料内容に着目している…⑤	{ <i>detection_layer</i> ='Interaction Event', <i>situation</i> ='⑤', <i>function</i> ='Overlap', <i>arguments</i> =['④', '②'], <i>constraints</i> =[<i>arg</i> [0]. <i>layer</i> =='Interaction Event', <i>arg</i> [1]. <i>layer</i> =='Interaction Primitive', <i>arg</i> [1]. <i>subject</i> =='Participant(Z)']}

表 1 ①, ②に初期設定ルールの具体例を掲載する。ルール前件部は下記の要素から構成されている。

detection_layer では、検出されたデータ区間のインタラクション階層を指定する（初期設定ルールは“Interaction Primitive”が該当）。*situation* には、本ルールが議論中のどのようなインタラクション要素を検出するかので作成者の解釈が記される。*signal_type* は、発話情報 (Speaking), 参加者への注視情報 (Gazing at User), 資料への注視情報 (Gazing at Object) から 1 つを選択する。*subject* は行為の主体者のロールを指定し, *target* は *signal_type* が“Gazing at User” / “Gazing at Object”の状況での客体を指定する。指定の時間間隔 (*duration*) において, 注視/発話の割合 (*rate*) が一定以上/以下 (*inequality*: “more” / “less”) 発現している区間が検出対象となることを表している。

表 1①は、「Participant (参加者) が 40 秒間のうち 30%以上発話している」データ区間を「Participant が話している」と解釈して捉えることを意図した初期設定ルールである。RD 層のデータに該当する区間が存在する場合に, IP 層に当該区間のデータを持ち上げて捉えることを規定している。注視情報を扱うルール(表 1②) も同様に規定できるようになっている。

4.2.2 統合ルール (Integration Rule)

インタラクションイベント (IE 層) やインタラクションの文脈 (IC 層) といったより高次のインタラクション状況を検出することを規定するためのルールである (例: 表 1③, ④, ⑤)。 *detection_layer* と *situation*

の仕様は初期設定ルールと同様であり, 統合ルールにおいては *detection_layer* として, “Interaction Event” または“Interaction Context”の何れかを設定することになる。*function* は, 任意の 2 つ以上のインタラクションデータの重複区間を捉える“Overlap”, 結合区間を捉える“Union”, 前後関係区間を検出する“Before” / “After” / “Switch”から 1 つを指定できる。*arguments* には *function* が対象とするインタラクション状況を指定する。例えば表 1③のように, 「Participant が議論資料を見ながら話している」と解釈を与える IE を検出したい場合, Overlap 関数の引数として “Participant が話している…①” と “Participant が議論資料を見ている…②” という 2 つの *situation* を指定し, その制約 (*constraints*) として, 各引数で指定したインタラクション状況に該当する階層を指定する (例: 第一引数の階層 ⇒ *arg*[0].*layer*)。また, 統合ルールが検出対象とするインタラクション状況の主体 (*subject*) や客体 (*target*) を区別して扱うための制約も指定できる。例えば, “二人の参加者が資料の同じ資料内容を見て議論している…④” という IE は, Overlap 関数の引数となる 2 つの “Participant が議論資料を見ながら話している…③” 状況に対する制約として, 二人の参加者が異なる人物であり (*arg*[0].*subject*=='Participant (X)', *arg*[1].*subject*=='Participant(Y)'), 同じ部分に着目している (*arg*[0].*target*=='Document Area(X)', *arg*[1].*target*=='Document Area (X)') を指定できる。

表 2 助言提示ルールの設定例

Advice	Rule Examples
発言に臆している参加者の動機づけを高める…⑥	<pre>{advice='⑥', target_situation='⑤', reference_layer='Interaction Event', target='Participant(X)', timing='Immediate', advice_category='Emotion', advice_text=[arg[0].text="着目している", arg[1].semantics="Research Category", arg[2].text="は", arg[3].semantics="Research Category", arg[4].text="を理解し, 議論を深めていく上で重要な部分です. 今一度その点について確認することは他の参加者にとっても有意義です"], constraints=[arg[1].relation==arg[3].relation]}</pre>
考えを場に表明するよう促す…⑦	<pre>{advice='⑦', target_situation='⑤', reference_layer='Interaction Event', target='Participant(X)', timing='Immediate', advice_category='Action', advice_text=[arg[0].semantics="Research Category", arg[1].text="と", arg[2].semantics="Research Category", arg[3].text="の", arg[4].relation="Intention Relation", arg[5].text="について陽に議論されていないなら, 話題にあげて合意するよう促すのが良いと思います"], constraints=[arg[0].relation==arg[2].relation]}</pre>

4.2.3 助言提示ルール (Advice Presentation Rule)

[要件 2 - 2] で挙げた議論目的や参加者の役割に応じた助言を生成・提示するためのルールである。どのような議論状況において、誰に、どのようなタイミングで、どのようなヒトの側面に、どのような助言を提示するかをルール前件部に規定できる。

表 2 に助言提示ルールの設定例を掲載する。*target_situation* は、助言を提示するトリガーとなる議論状況を指定する要素であり、*reference_layer* はそのデータのインタラクション階層を指定するものである。そして指定された状況を捉えた際に、誰に対して (*target*)、どのタイミング (*timing*) で助言を提示するか設定できる。*timing* には、即時に提示するのか (“Immediate”), あるいは、議論の場が沈黙したタイミングに提示するのか (“Silent”) を指定できる。また、議論参加者のコミットメントを高める働きかけの側面として、“Cognition (認知)”, “Emotion (情動)”, “Action (行動)” の何れかを *advice_category* に設定できるようにする。“Cognition” は参加者の考えや理解を確認する助言に、“Emotion” は行動への動機づけを高めることを狙いとした助言に、そして “Action” は具体的な行動を促す助言に該当する。ここで選択された側面を意識しながら、具体的な助言 (*advice_text*) を自由記述テキストや対応する資料の意味内容等を組み合わせた助言内容の構成順 (*arg[0]*, *arg[1]*, *arg[2]*, ...) に規定できるとともに、意味内容間の関係性等の制約 (*constraints*) も指定できる仕様となっている。

表 2⑥の助言提示ルールの例では、“二人の参加者が同じ資料内容を見て議論している時に、一人はそれと関係のある資料内容に着目している…⑤” というインタラクション状況を検出した際に、他の部分を見てい

る参加者の注視対象情報とその制約 (この例では **Research Category** の意味内容とその制約) を統合し、その参加者に即時的に、一例として「着目している“*実践目的 (arg[1].semantics)*”は、“*実践手法 (arg[3].semantics)*”を理解し議論を深めていく上で重要な部分です. 今一度その点について確認することは他の参加者にとっても有意義です」といった情動面に働きかける助言が、*advice_text* に設定された内容に即して生成される。

5. マルチモーダル情報処理機構

図 2 に本研究で提案するマルチモーダル情報処理機構の概要図を示す。CSCL システム開発プラットフォーム上のオンライン議論環境 (図 2(a)) で収集される議論参加者のマルチモーダルデータ系列から、インタラクション要素を検出する機能 (図 2(b)) と、これらに基づいて議論状況を構造的に解釈する機能 (図 2(c))、検出したインタラクション状況に即した助言を提示する機能 (図 2(d)) から構成されている。

5.1 マルチモーダル情報処理機構

議論中に生じる様々な粒度のインタラクション解釈の積み上げを同時並行的に処理するために Hearsay-II の黒板モデル⁶⁾で採用されている問題解決方式を採用する。音声認識システムである Hearsay-II では、話者の連続音声入力波形から文章レベルまでの解釈を、7 階層に切り分けた黒板階層と解釈 (仮説) を積み上げる知識源、知識源を制御するスケジューラによって実行している。黒板を仮説管理機構として扱うことで、独立した複数の知識源の同時並行処理や抽象化による計算量の削減、漸次的に解釈を積み上げるデータ駆動

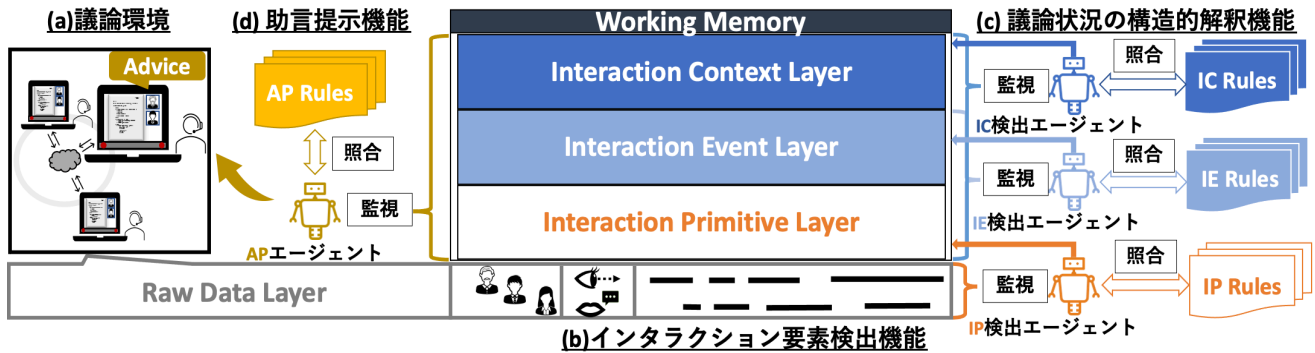


図2 マルチモーダル情報処理機構の概要

型の問題解決アーキテクチャを採っている。

本研究においては、RD層に該当する複数人のマルチモーダル情報から、抽象度や時間スケールの異なる様々なインタラクション状況解釈の積み上げを実時間処理できるようにする。より具体的には、インタラクションの粒度に対応する3階層(IP層, IE層, IC層)に切り分けた共有メモリ(Working Memory: WM)と、検出したデータをWMに書き込むためのエージェント(IP検出エージェント, IE検出エージェント, IC検出エージェント)を各層に配置する。各エージェントが独立して駆動する仕組みを整えることで、議論セッションで適用される議論状況検出ルールとWM上のインタラクションデータを監視・照合して、抽象度の異なる様々なインタラクション状況をリアルタイムに検出可能な構成を採用している。

5.2 インタラクション要素検出機能 (図2(b))

議論資料に付与されているドキュメントセマンティクスとRD層に蓄積されるマルチモーダルデータから、参加者個々の原始的な振舞い(IP)を初期設定ルール(4.2.1項)に基づき検出する機能である([要件3-1])。IP検出エージェントは、タイムリーに蓄積されるRD層データを議論開始から監視し、設定時間(例: 1秒)毎にセッションに適用されている全初期設定ルールの前件部と、これらのルールが対象とする発話/注視割合を対象時間分遡って算出したデータを照合する。合致する場合には、検出したインタラクション状況とそのデータをWMのIP層に書き込む役割を担う。こうした仕組みにより、参加者のマルチモーダル情報を異なる時間スケールでリアルタイムに処理している。

5.3 議論状況の構造的解釈機能 (図2(c))

WMの各層に書き込まれたインタラクションデータ

を対象として、統合ルール(4.2.2項)に設定された議論状況を検出する機能である([要件3-2])。IE検出エージェントはWMのIP層とIE層を、IC検出エージェントはWMの全層のインタラクションデータを監視対象とし、新規データが各層に書き込まれるイベントをトリガとして、各エージェントが監視する統合ルールを自律並列的に照合処理する仕組みを備えている。各エージェントの照合処理では、新規データに該当する議論状況が統合ルールで指定された関数(function)の引数(arguments)となっている場合に、異なる引数との時間関係(functionが対象とするインタラクション区間)や制約をチェックする。ルール前件部を充足する場合、対象とするWM上の階層にここで検出されたインタラクションデータが書き込まれる。一定時間毎に駆動するインタラクション要素検出機能(5.2節)と異なり、WM上にインタラクションデータが書き込まれるイベント駆動処理を採用することで、議論中に検出される膨大なデータから状況を検出するための計算量を削減し、ボトムアップな議論状況解釈の同時並列処理を実現している。

5.4 助言提示機能 (図2(d))

助言提示ルール(4.2.3項)に従い、初期設定ルールや統合ルールで検出されたインタラクション状況に即した助言を生成し、対象となる参加者に助言を提示する機能である([要件3-3])。APエージェントは、IE/IC検出エージェントにより新規インタラクションデータがWMに書き込まれたタイミングで駆動し、このデータが指し示す議論状況と助言提示ルールで規定されているtarget_situationが合致した場合に助言生成処理を試みる。ここで、助言提示ルールに設定されているtargetやadvice_text内で指定されたセマンティクス(やその関係)がインタラクションデータと

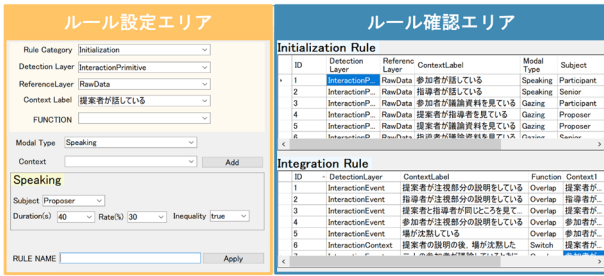


図3 議論状況検出ルールの設定画面

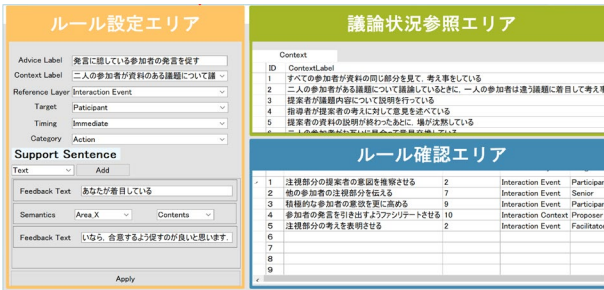


図4 助言提示ルールの設定画面

合致しない時点で処理が終了する（助言生成は失敗する）。全ての条件が合致する場合には、エージェントは生成した助言を *target* に該当する参加者に規定された *timing* で提示する仕組みを採用している。

6. 議論支援フレームワーク

4章で述べた仕様に即したルールを設定するためのシステムと、ここで設定されたルールとドキュメントセマンティクス、マルチモーダル情報に基づいて議論状況検出と助言提示可能な情報処理機構を備える議論支援フレームワークを開発した。

6.1 ルール設定支援システム

議論状況検出ルールの設定機能（図3）：4.1.1項、4.1.2項のルール仕様に沿った形式で、リアルタイムな議論時のインタラクション状況を検出するルールを規定する入力フォームを備えている。ルール設定エリアでは、初期設定ルールと統合ルールを設定できるようになっており、これらはルール確認エリアに一覧表示されるようになっている。

助言提示ルールの設定機能（図4）：4.1.3項のルール仕様に従う形式で、対象とする議論状況での助言情報を規定できる。ルール設定者は、議論状況参照エリアを参照しながら、作成する助言をどのような状況を捉えた際に生成・提示するかを設定する。ルール設定エリアでは、仕様に沿って助言対象 (*target*) や助言のタイミング (*timing*)、働きかける側面 (*advice_category*)

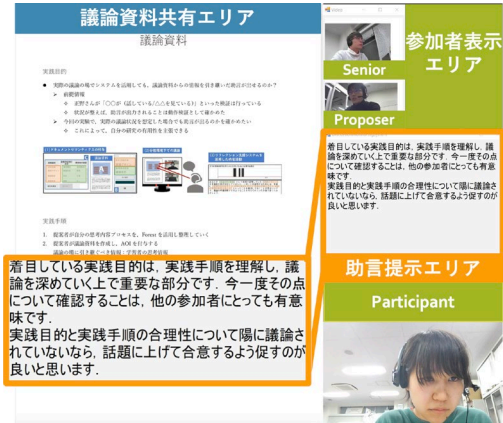


図5 オンライン議論支援システムのインタフェースと助言提示例

を設定する。Support Sentence 設定部（図4左下）では、例えば、「発言に臆している参加者の発言を促す」といった行動側面に働きかける具体的な助言内容を、テキストや意味内容等を列挙する形式で記述、指定できるようにしており、作成されたルールはルール確認エリアに一覧表示される。

各設定画面のルール確認エリアに示されたルールは再編集することができる。そのため、ルール設定者は既存のルールを確認・比較・検討しながら、新たなルールを作成・洗練できるようになっている。

6.2 議論支援フレームワークに基づく議論支援システムの実装例

図5に、本研究で開発した議論支援フレームワーク上に実装されたオンライン議論支援システムの実行画面を示す。この状況は、3名の参加者 (Senior, Proposer, Participant) が議論資料について議論（音声対話）している様子を表している。議論開始前に、議論セッションで適用するための議論状況検出ルールと助言提示ルールを指定できるようになっている。

議論資料共有エリア：資料作成者が議論したい内容やその繋がりを意識しながらドキュメントセマンティクスを付与した議論資料が表示されるエリアである。ドキュメントセマンティクスが対応付けられた AOI に基づき、各参加者が見ている資料の意味内容を議論支援フレームワーク上で処理できる。

参加者表示エリア：参加者各々の環境に設置されたカメラ映像が表示されるエリアである（自身のカメラ映像は非表示としている）。他者のカメラ映像それぞれに AOI が付与されることで、参加者が誰を見ているかを

処理できるようになっている。

助言提示エリア：マルチモーダル情報処理機構に基づき自動生成された助言を提示するエリアである。助言対象者 (*target*) が参加者全員 (“Everyone”) であれば全参加者に、特定の参加者ロールであれば該当する参加者に生成された助言内容が提示される^(注2)。

6.3 動作確認

マルチモーダル情報処理機構に基づく議論状況のリアルタイム検出、および助言提示の動作を確認するために、議論状況検出ルール (表 1) と助言提示ルール (表 2) を適用したオンライン議論を実施した。

図 5 にシステムが提示した助言の一例を示している。この状況は、二人の参加者 (Senior と Proposer) が共有資料の同じ箇所に着目して議論している時に、もう一人の参加者 (Participant) がこれと関連する資料内容に着目している場面である。IE 検出エージェントが表 1⑤のルールに基づきこのインタラクション状況を捉え、AP エージェントがこの状況を対象とする表 2⑥、⑦の助言提示ルールと資料に付与されたドキュメントセマンティクス情報を統合した助言生成に成功できたことにより、対象者 (Participant) に即時的に、「着目している“実践目的”は、“実践手順”を理解し、議論を深めていく上で重要な部分です。今一度その点について確認することは、他の参加者にとっても有意味です。」という発言への動機付けを高める情動側面への助言 (表 2⑥) と、「実践目的」と“実践手順”の合理性に潰えように議論されていないなら、話題にあげて合意するよう促すのが良いと思います。」という発言を促す行動側面への助言 (表 2⑦) を正しく提示できていたことを確認した。

7. おわりに

本研究では、オンライン議論におけるインタラクション状況を捉え、議論内容に立ち入った適応的な助言提示が可能なマルチモーダル情報処理機構を備える議論支援フレームワークを開発し、この枠組みに基づく議論支援システムの実装例を示した。

極めて複雑な多人数インタラクションの一端を情報

システムが捉える手立てとして、先行研究で提案されているドキュメントセマンティクスが付与された議論資料を活用することを検討した [要件 1]。そして、どのような議論状況を対象に、どのような助言を提示するかの設定意図を規定できる仕組みを検討し、特定のセッションに依存せず様々な状況に適用可能なルール設定の仕様を策定した [要件 2]。宣言的なルール設定により計算機の可読性が高まるとともに、ルール設定者間でその設定意図を比較・共有し、持続的に洗練できるようにもなる。さらに、適用されたルールに基づいて、リアルタイムに進行する議論インタラクションを監視し、議論状況の検出と議論内容に立ち入った助言を自動的に生成・提示するマルチモーダル情報処理を実現する議論支援フレームワークを整えた [要件 3]。今後の課題として、議論支援フレームワークに基づく議論支援システムの開発・洗練を進め、創造的な議論に資する助言提示の有用性を検証していく予定である。

参考文献

- (1) Shono, A., Hayashi, Y., and Seta, K.: “Reflection Support Environment for Creative Discussion Based on Document Semantics and Multimodal Information”, *Proc. of ICCE2021*, pp. 93–98 (2021)
- (2) 庄司祐希, 林佑樹, 瀬田和久: ドキュメントセマンティクスとマルチモーダル情報に基づいた議論支援フレームワークの検討, 第 46 回教育システム情報学会全国大会, D3-4, pp. 155–156 (2021)
- (3) 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)
- (4) Mori, N., Hayashi, Y., Seta, K.: “Ontology-based thought organization support system to prompt readiness of intention sharing and its long-term practice”, *The Journal of Information and Systems in Education*, Vol. 18, No. 1, pp. 27–39 (2019)
- (5) 角康之, 矢野正治, 西田豊明: “マルチモーダルデータに基づいた多人数会話の構造理解”, 社会言語科学会誌, Vol. 14, No. 1, pp. 82–96 (2011)
- (6) Erman, L. D., Hayes-Roth, F., Lesser, V. R., Reddy, D. R.: “The Hearsay-II Speech-Understanding System: Integrating Knowledge to Resolve Uncertainty”, *ACM Computing Surveys*, Vol. 12, pp.213–253 (1980)

(注2) 本プロトタイプシステムでは助言の提示方法をテキストで表現しているが、音声合成やアニメーションエージェントによる出力に変更することも、原理的には可能である。

“情報のデジタル化”に関連する単元向け教材の 提案と授業への適用可能性の検討

丸山凌凱^{*1}, 向田一成^{*1}, 香山瑞恵^{*2}, 舘伸幸^{*3}, 田口直実^{*4}, 永井孝^{*5}, 二上貴夫^{*6}

^{*1} 信州大学大学院, ^{*2} 信州大学, ^{*3} マイクロエディケーション

^{*4} 箕輪町立箕輪中学校, ^{*5} ものつくり大学, ^{*6} 東陽テクニカ/信州大学

A proposal of teaching materials for units related to "digitization of information" and fundamental consideration for its applicability to classroom lessons

Ryoga Maruyama^{*1}, Issei Mukoda^{*1}, Mizue Kayama^{*2}, Nobuyuki Tachi^{*3}

Naomi Taguchi^{*4}, Takashi Nagai^{*5}, Takao Futagami^{*6}

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

^{*2} Shinshu University, ^{*3} Micro Education, ^{*4} Minowa Junior High School

^{*5} Institute of technologists, ^{*6} TOYO Corp./Shinshu University

本研究では“情報のデジタル化”に関連する単元向け教材を提案する。小型マイコンと Web アプリ、金属スプーンで構成される提案教材は、平成 29・30・31 年改訂学習指導要領の内容に準拠し、中学校技術科と高等学校情報科での“情報のデジタル化”に関連する単元で学習活動を支援する機能を有している。本稿では、まず学習指導要領および学習指導要領解説の内容を概観し、中学校と高等学校での“情報のデジタル化”単元の扱いの違いを整理する。そして、提案教材の機能と実装について述べる。そして、提案教材の授業への適用可能性を検証するために、中学校技術科を対象に実施した評価授業内容と生徒からの評価結果を示す。

キーワード: 情報教育, 情報のデジタル化, 教材, Web アプリ, 小型マイコン

1. はじめに

平成 29・30・31 年改訂学習指導要領にそった教育の展開が始まっている⁽¹⁾。令和 3 年度より中学校での新学習指導要領の全面実施が始まり、高等学校では令和 4 年度より年次進行で実施される。この新しい学習指導要領では、「何ができるようになるか」「何を学ぶか」「どのように学ぶか」が強く意識されている。そして、情報活用能力の育成と充実が改訂ポイントの 1 つである。各教科においてコンピュータ等を活用した学習活動の充実が謳われている。

一方、平成 20 年には「科学技術の智」プロジェクト¹⁾によって、すべての日本人に身に付けてほしい 21 世紀の科学技術リテラシーが提案された⁽²⁾。特に、情報学専門部門報告書⁽³⁾では、「情報を扱う科学技術の原理」として、デジタル化と計算化の 2 つの概念が基本とされている。この「科学技術の智」プロジェクトは、日本学術会議「大学教育の分野別質保証のための枠組み」の検討や「分野別参照基準」の取りまとめにも関連している。情報学に関する参照基準は平成 28 年に公開された。参照基準は大学教育を対象としているが、初等中等教育の内容がこの基準の部分集合をなすことは

¹ 平成 18~19 年科学技術振興調整費によるプロジェクトであり、約 150 名が参加した⁽²⁾。

自然である。

本研究では、情報学の基本原理の1つとされたデジタル化に着目し、中学校技術科と高等学校情報科を対象とした教材を提案する。この教材は、学習単元の学習支援に加え、コンピュータ等を活用した学習活動の充実に寄与することを意識して機能設計される。本稿では、まず学習指導要領および学習指導要領解説の内容を概観し、中学校と高等学校での“情報のデジタル化”単元の扱いの違いを整理する。そして、提案教材の機能と実装について述べる。また、提案教材の授業への適用可能性を検証するために、中学校技術科を対象に実施した評価授業内容と評価結果を示す。

2. 情報のデジタル化に関連する学習

中学校学習指導要領のD情報の技術では、ア「情報の表現、記録、計算、通信の特性等の原理・法則と、情報のデジタル化や処理の自動化、システム化、情報セキュリティ等に関わる基礎的な技術の仕組み及び情報モラルの必要性について理解すること」が示されている。学習指導要領解説では、情報についての原理・法則として「コンピュータでは情報を0と1の二値化して表現していること」「2進数や16進数などによる計算」「情報のデジタル化の方法と情報の量の関係」を理解することが示されている。

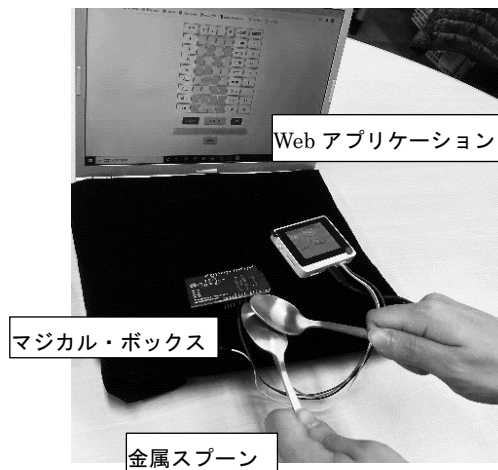
高等学校情報科の学習指導要領には“デジタル化”という文言はない。共通教科情報科情報Iの学習指導要領解説において、項目ア（ア）の科学的な理解として、「情報のデジタル化に関して標本化・量子化・符号化」「二進法による表現」「標本化の精度や量子化のレベルによって、ファイルサイズや音質、画質の変化が生じること」が指摘され、それらに関連する実習の必要性が示されている。

すなわち、中学校ではデジタル化の方法として情報を二値化する必要性や仕組みを学び、高等学校では二値化についての各パラメータ調整の影響を確認する学習活動が考えられる。

3. 提案教材の機能

3.1 教材概要

情報のデジタル化に関連する単元では、視覚的にと



(a)金属スプーン、マジカル・ボックスとWeb アプリケーション



(b)Web アプリケーションの初期画面

図1 教材構成

らえることが難しい計算機内部で処理される二値化に関連する概念を理解する必要がある。我々は、これに対して提案教材：マジカル・スプーンを開発した⁽⁴⁾。この教材では時間的なデジタル化を対象とする。標本化については、標本化周波数の指定と、指定された周波数での信号の入力を学習者が行う。量子化については、入力された信号を2段階で近似する処理を教材内で行う。これにより、入力信号は1と0の2値の符号に変換される。符号化については、特定個数の符号に対する意味付けを学習者が行う。

3.2 基本構成

マジカル・スプーンの構成を図1に示す。教材を構成する要素（図1(a)参照）は、金属スプーン、金属スプーンの入力を受け取り符号に変換するマジカル・ボックス、符号列への意味付けや符号列に応じた動作を確認するWebアプリケーションである^(5,6,7)。図1(b)にWebアプリケーションの初期画面を示す。符号列への

意味付けの登録, 教材アプリへのログイン, マジカル・ボックスとの接続, シミュレーション等の機能がある。

学習者はスプーンを叩くことで操作対象を制御することや, 0 と 1 の符号を組み合わせた符号列を設計するという体験を通して, 情報のデジタル化を学習していく。本教材では, 符号を入力するために金属スプーンを叩くテンポを学習者が決める。これは, デジタル化するための標準化周波数, すなわち標準化のタイミングを学習者が指定することに相当する。金属スプーンを叩きながら符号を表現することで標準化の仕組みを体験できる。また, 本教材では, 金属スプーンを叩く際に生じる超音波の有無を 0 と 1 の符号として解釈する。そして, 本教材では, 符号を 4 つ組み合わせた符号列 (以下, 指令コード) に学習者が意味付けを指定することで, 操作対象における複数動作を表現する。これにより, 符号化の理解を深めることができる。

金属スプーンは身近な物であるため, 学習時に興味を抱きやすいと考えた。また, 超音波を用いることにより環境音に左右されず学習を行うことができる。

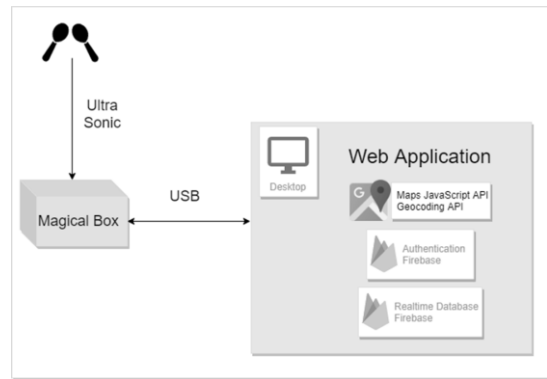
3.3 校種に対応した機能

2 章で示したように情報のデジタル化に関連する単元での学習内容は中学校技術科と高等学校情報科では異なる。情報システムや情報通信ネットワークとの関連も勘案すると, 学習教材においても校種の違いに応じた機能設計が必要となる⁽⁸⁾。

中学校向け機能としては, 教師が予め定めた指令コードのセットや, 金属スプーンを叩くテンポを用いることができる。また, 指令コードを構成する 4 つの符号 (4 ビット) は, 1 ビットのスタートビットと 3 ビットの符号列として構成する。

高等学校向け機能としては, 4 ビットのうち, 最後の 1 つをパリティビットとして扱い, 他の 3 つの符号で 8 種類の動作を表現する。この指令コードの送信に際しては, まず予め決められた指令開始コードを入力し, それに続いて設計した指令コードを入力することとした。情報通信ネットワークでの安全性の確保の仕組み (パリティビット) と関連させて, 情報のデジタル化を学ぶことができる。これにより, 通信セキュリティを高める方法についての学習機会が得られる。

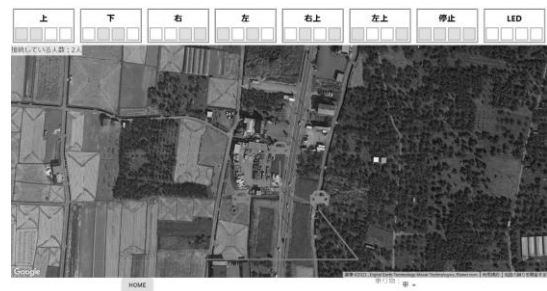
このように校種に応じた機能を実装することより,



(a) マジカル・ボックスと Web アプリケーション



(b) 指令コード登録



(c) シミュレータ画面例

中学校向け機能では学習項目がより簡潔になり, 高等学校向け機能では情報通信ネットワークに関連する学習項目も扱えるようになる。それぞれの校種に適した情報のデジタル化に関する学習が期待される。

4. 提案教材の実装

4.1 Web アプリケーション

Web アプリケーションとマジカル・ボックスの関係を図 2(a)に示す。Web アプリケーションの実装は Firebase⁽⁹⁾と Google Maps API⁽¹⁰⁾を利用している。Firebase はバックエンドの機能を提供している。具体的には, 学習者の識別を Firebase の認証機能により行い, DB には設計した指令コードやシミュレータ上の

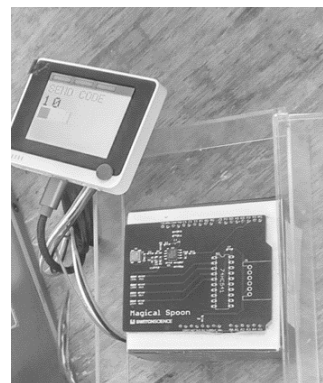
情報などが保存される。また、Firebase のホスティングサービスも利用しており、https 通信により Web アプリケーションにアクセスできる。開発に使用した言語は JavaScript で、フレームワークに React を用いた。この Web アプリケーションは WebUSB 規格⁽¹¹⁾でマジカル・ボックスと接続される。利用の際には、この規格に対応したブラウザ(Google Chrome 等)を利用する必要がある。

図 2(b)は Web アプリケーションでの指令コード登録画面である。この例は中学生向け機能を示す。ここでは、指令コードを構成する□をクリックすることで 0 と 1 を入れ替えて設計していく。確認ボタンを押すと指令コードに重複があるかを確認できる。高校生向け機能でパリティビットを扱う場合は、パリティ誤りも確認できる。指令コードの重複やパリティ誤りがある箇所は指令部分が強調表示され、どの指令にどのような誤りが生じたかがダイアログ表示される。また、Web アプリケーションでは 0 と 1 で構成される指令コードを進数表記した結果が表示される (図 2(b)左図中右側 2 列)。これにより、□と■で表現された符号と進数表記の対応が視覚的に確認できる。そして、設計した指令コードのセットは、送信ボタンを押すことでマジカル・ボックスに送信される (図 2(b)右段の 2 つの図はその様子を示している。Web アプリケーションから送信された指令コードセットを受信中の画面(上)と、受信した結果を表示している画面 (下) である)。

シミュレータの画面例を図 2(c)に示す。地図シミュレータでは、地図上に学習者毎のアイコンを表示する。各学習者のアイコンは自ら指定した色のアイコンで示される。アイコンはマジカル・ボックスから指令を受け取ると地図上を移動する。シミュレータ上を移動すると各学習者のアイコンの色で軌跡が表示される。この例では 3 名の学習者が協調して課題解決 (ここでは軌跡で三角形を描画する課題) している様子が示されている。スプーン入力以外にも、シミュレータ上の各指令領域 (図 2(c)の上部領域) をマウス等でクリックすることでも指令コードをシミュレータに送信できる。

4.2 マジカル・ボックス

マジカル・ボックスの構成を図 3(a)に示す。提案教材のマジカル・ボックス用マイコンとして Wio



(a) Wio Terminal (左) と超音波センサ (右)



(b) インタフェース例

図 3 マジカル・ボックス

Terminal⁽¹²⁾を用いる。このデバイスは 2.4 インチ LCD を内蔵している。LCD があることにより、学習者はこのデバイス上でも指令コードの設計や登録を行うことができる。これにより、本教材のみでの学習を行うことも可能となる。マイコンには、スプーンでの入力を受け付けるための超音波センサを接続する。マイコン用のソフトウェアの開発言語には Arduino⁽¹³⁾を用いた。

図 3 (b) にマジカル・ボックスのインタフェース例を示す。ここでは、指令コード登録、テンポ登録、指令コード送信が行える。指令コードの登録には、マイコン上の 5 方向ボタンを使用する。登録時には、指令コード重複とパリティビット誤りの 2 種のエラーが生じる可能性がある。これらのエラーが生じている場合には、当該指令コード部分の背景色を変更する。テンポ登録機能では、スタートボタンを押した後、指令コード送信時のリズムでスプーンを 4 回入力する。マジカル・ボックスは超音波を計測すると画面上に赤丸を表示する。この時の打音間隔の平均を指令コード認識時

表 1 中学校技術科“情報のデジタル化”単元の指導プラン

時間	内 容
1	コンピュータのハードウェア・ソフトウェア，五大機能の学習を行う．その上でコンピュータ内での情報の扱い（コンピュータの中では情報がデジタル化されていること，デジタル化とは情報を数値化すること，数値化された情報は0と1の信号となること）を学ぶ．座学（動画視聴含む）中心に学習する．
2	情報をコンピュータで扱うためにデジタル化することを知った生徒が，1と0の情報の組み合わせでマジカル・スプーンを用いて車を操作する．デジタル化された情報が意味を持ち，コンピュータを操作できることを理解する．
3	マジカル・スプーンの指令・テンポを自分で決め，車を操作する活動で，2進数の命令に意味を持たせること，コンピュータは2進数で動作することを体験的に学ぶ．人の指令を数値化することでコンピュータに伝えることで指示通りに動く関係に気づく．ビット・バイトという用語にも触れる．
4	文字，音声，画像がデジタル化される仕組みを知る．文字はコード化される．音声は時間で量子化・標準化される．画像は空間内のRGBの組み合わせで量子化，標準化されることを知る．

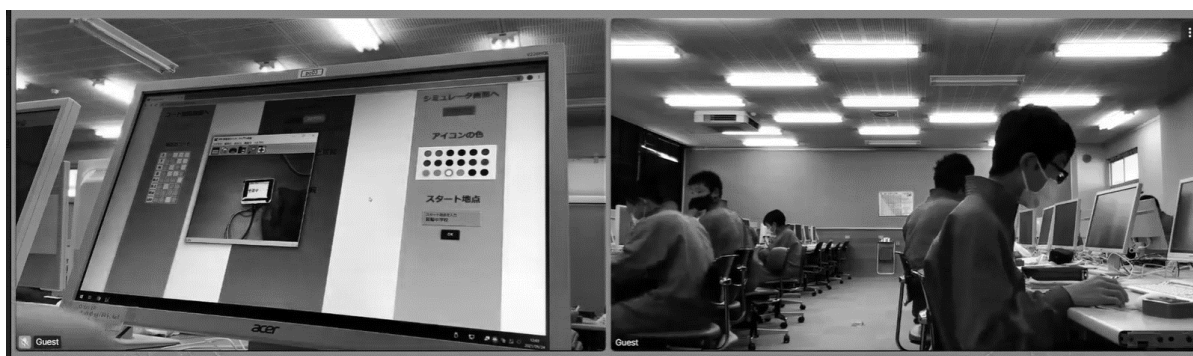


図 4 授業の様子

の標準化周期として記憶する．指令コードの開始までは，ディスプレイ上にスプーンを叩くリズムと登録された指令コードが表示されている．指令コードの入力開始の合図（スタートビット）は一度スプーンを叩くこととした．それに続けて登録した指令コードをスプーンで入力する．指令コードを受け付ける画面では，登録した時間間隔がタイムバーのように表示される．これにより，コードを入力するタイミングを視覚的に確認できるようになり，入力ミス抑止や標準化タイミングの適切性の理解等につながる事が期待される．

5. 提案教材の適用可能性の評価と考察

5.1 評価方法

2021年5～6月，公立中学校において，提案教材による3年生向けの授業実践がなされた．担当教員によれば，中学生にとって，情報を二値化することを座学

のみで理解することは難しいという．本教材は情報の二値化を体験的に学習するために導入された．担当教員が作成した簡易指導案を表1に，授業の様子を図4に示す．情報のデジタル化では全4回の授業構成となる．本教材は2時間目と3時間目で用いられる．これらの授業は4クラス80名を対象に実施された．

2時間目の授業後に受講生に対して自己評価を求めた．初回授業クラスを除く3クラス分（全項目に回答していた47名）の結果をまとめた²⁽¹⁴⁾．初回授業クラスを除いた理由は，担当教師にとって提案教材を用いた初回の授業であり，授業計画を確認しながら慎重に授業を進行したためである．他クラスと比較して，授業進度に若干の差があったことが担当教師から報告されていた．

提案教材を用いた授業に対する評価項目は以下の5つである³．

² 全ての回答において3クラス間で等分散であり，平均値に有意差がなかったため，3クラス分を統計処理した．

³ これらの評価項目は担当教師により設定された．

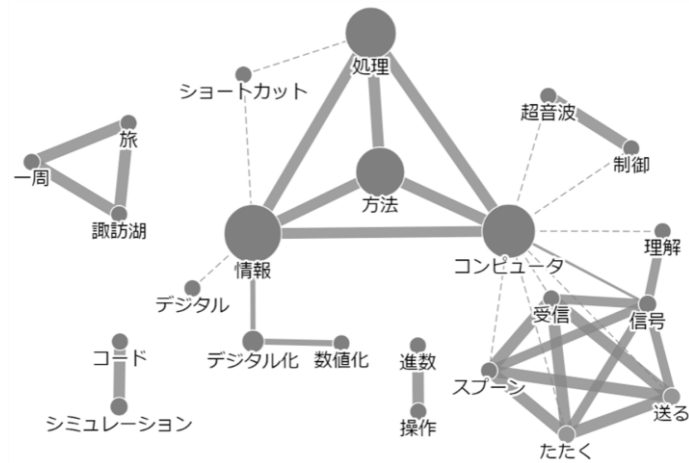


図5 生徒による自己評価：Q1:学習内容

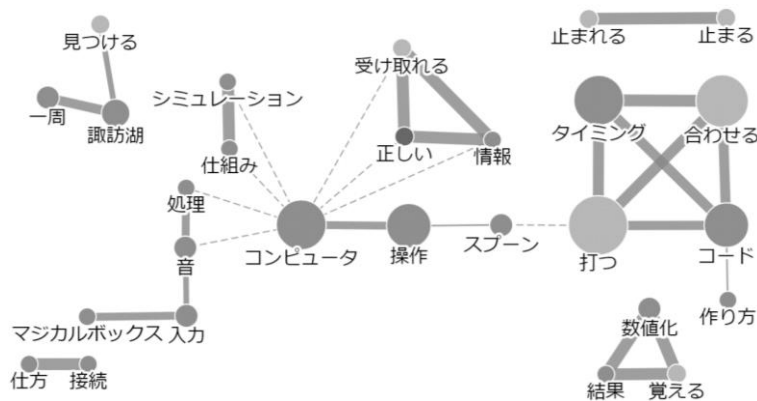


図7 生徒による自己評価：Q3:難しかったこと



図6 Q2~Q5の回答割合

- Q1:今回の学習内容（自由記述）
- Q2:学習内容は理解できたか（5段階・自由記述）
- Q3:授業は難しかったか（5段階・自由記述）
- Q4:先生の説明はわかりやすかったか（5段階）
- Q5:教材は理解しやすかったか（5段階）

5.2 評価結果

評価項目における自由記述回答に対しては、まず著者らが個別に、全回答の誤記や表記ゆれを抽出し、修正案を作成した。その結果を突合せ、異なる表記となった単語に対して共通単語となるまで協議した。

図5はQ1の回答における自由記述を整理した単語

の共起グラフである。このグラフで○は自由記述に含まれる単語を表し、○をつなぐ線の太さと線種が共起確率を示す（点線は最細線よりも低い確率）。○の大きさは分析対象文書における出現頻度を相対的に示している。大きい○は出現頻度が高い単語である。

この結果から、今回の学習内容は「情報をコンピュータで処理する方法」「情報のデジタル化」とした生徒が多かった。また、Q2の自由記述から、授業で理解したのは「情報をデジタル化し、スプーンで音として表現することでコンピュータを操作できること」「デジタル化とは数値にすること」とした生徒が多かった。

図6はQ2~Q5の5段階評価の結果である。1が最も否定的な回答、5が最も肯定的回答となる。各平均値はQ2で4.36、Q3で3.38、Q4で4.26、Q5で4.28であった。Q3のみで4点以下となる結果であった。

図7はQ3で難しいと感じた内容に関する自由記述の共起グラフである。「タイピングに合わせて（テンポを一定にして）コードを発信すること」「コンピュータが正しい情報を受け取れるようにスプーンを打つこと」が難しかったことが分かる。

5.3 考察

これらの結果から、学習内容は「よく理解できた」が、授業の難易度は「中程度」であり、先生の説明は「分かりやすく」、教材は「よく理解できた」様子が分かる。難しいと感じた内容については、タイミングを合わせてスプーンを入力するという点が多く、コンピュータでの情報処理と人間による情報処理の違いに気づいていることが分かる。学習内容や教材についてはよく理解できたとあるため、体験的な学習により情報のデジタル化に関する概念の理解が容易になることがうかがえる。

また、担当教師からは、「実際に授業で利用してみて、当該単元の学習目標を生徒に体験的に理解させることができる優れた教材であると実感した」とのコメントを得た。

これらのことから、中学校段階の生徒に対しても本教材が適用可能であることを見出した。

6. おわりに

本稿では、「情報のデジタル化」に関連する学習項目について述べ、それに対する学習教材の機能や実装について示した。また、中学校技術科での「情報のデジタル化」単元における体験的学習教材の適用事例を示し、受講生の自己評価からその有効性を検討した。

今後は、Web アプリケーションのシミュレータではなく、マジカル・ボックスから BLE や Wi-Fi 通信により制御可能な IoT デバイスを操作するなど、現実世界のオブジェクトが動く様子を体験できるような機能拡張を進めていく。これにより、更なる実体験を伴う体験的な学習が行えるようになる。

この時間の授業は教師が与えた符号列を用いて生徒が 0 と 1 を表現する学習活動がなされた。従来、情報のデジタル化では、1 時間目の内容（座学と動画視聴）で学習していた。本教材導入の効果を今後、単元学習全体を通して検証していく。また、本教材を用いた授業は今後複数の中学校で展開される。より多くの利用者からフィードバックを得ることで、本教材の有用性について更なる検証を進めていく。

謝辞

本研究の一部は科学研究費補助金(16H03074「情報科学の基礎概念理解向け“万人のための情報学”指向な IoT 学習パッケージの開発」)に支援された。教材開発に対して有益なコメントをいただきました伊那谷プログラミング教育研究会および伊那谷 ICT 活用教育研究会の諸先生方、長野県中山間・小規模校エリアコーディネータ足助武彦先生に感謝申し上げます。

参考文献

- (1) 文部科学省：平成 29・30・31 年改訂学習指導要領（本文，解説），
https://www.mext.go.jp/a_menu/shotou/new-cs/1384661.htm(2021.10.2 参照)
- (2) 科学技術の智プロジェクト：総合報告書，<http://literacy-report.scri.co.jp/2018/11/12/総合報告書/>(2021.10.2 参照)
- (3) 科学技術の智プロジェクト：情報学専門部会報告書，<http://literacy-report.scri.co.jp/2018/11/12/情報学専門部会/>(2021.10.2 参照)
- (4) 香山瑞恵，二上貴夫：“Lets Go Go!マジカル・スプーン：高等学校情報科における符号化の基礎概念学習用プログラムプログラム展開と教育成果”，教育システム情報学会，26 巻 2 号 pp.172-183(2009).
- (5) 丸山凌凱，向田一成，香山瑞恵他：“情報のデジタル化教材に対する協働性を意識した汎用化の研究”，教育システム情報学会 2020 年度学生研究発表会北信越地区講演論文集，pp.35-36(202).
- (6) 向田一成，丸山凌凱，香山瑞恵他：“情報のデジタル化に関するセミプラグド教材の研究”，教育システム情報学会 2020 年度学生研究発表会北信越地区講演論文集，pp.37-38 (2021).
- (7) 丸山凌凱，向田一成，香山瑞恵他：“中学生による情報のデジタル化教材の試用に対する考察”，第 46 回教育システム情報学会全国大会講演論文集，pp.57-588(2021).
- (8) 向田一成，丸山凌凱，香山瑞恵他：“情報のデジタル化教材における校種に応じた機能の検討”，第 46 回教育システム情報学会全国大会講演論文集，pp.59-60 (2021).
- (9) Google：“Firebase”，<https://firebase.google.com/>(2021.10.2 参照)
- (10) Google：“Google Map Platform API”，<https://developers.google.com/maps/apis-by-platform>

(2021.10.2 参照)

(11) Mozilla: ” WebUSB API ” , https://developer.mozilla.org/en-US/docs/Web/API/WebUSB_API

(2021.10.2 参照)

(12) Seeed: “ Wio Terminal ” , <https://wiki.seeedstudio.com/jp/Wio-Terminal-Getting-Started/>

(2021.10.2 参照)

(13) Arduino : “ Arduino IDE ” , <https://www.arduino.cc/en/software>(2021.10.2 参照)

(14) 香山瑞恵, 舘伸幸, 田口直美 : “中学校技術科 “情報のデジタル化” 単元向け教材の導入と教材評価の試行 “ , 日本情報科教育学会第 14 回全国大会講演論文集,pp.12-13(2021)

コーディング履歴を用いたプログラミング学習状況分析の試み

執行健人^{*1}, 清光英成^{*2}, 大月一弘^{*2}

^{*1} The Hong Kong University of Science and Technology

^{*2} 神戸大学大学院国際文化学研究科

Toward Programming Learning Analysis with Code Revision

Kento Shigyo^{*1}, Hidenari Kiyomitsu^{*2}, Kazuhiro Ohtsuki^{*2}

^{*1} The Hong Kong University of Science and Technology

^{*2} Graduate School of Intercultural Studies, Kobe University

本研究はより教育効果の高い指導を実現することを目的とし、プログラム作成過程で生まれるデータを活用することで学習者の学習（進捗）状況を容易に把握できるフレームワークを提供する。特に作業過程における学生をつまづきや、作業進捗が芳しくない学生の把握を試みる。プログラミング初学者を対象とした HTML の授業において、学生のコード更新量や保存回数等のコーディング履歴を収集した。本稿では、これらのコーディング履歴を利用することで、学生の学習・進捗状況にある程度把握できるかどうかを議論する。コーディング履歴を分析して得られた学生の作業パターンや、進捗状況に関する特性ならびに、一般的なプログラミング言語の授業への応用の可能性について考察する。

キーワード: プログラミング教育, プログラミング初学者, Web, HTML

1. はじめに

近年、ICT リテラシーは現代の生活や仕事において重要なスキルとして認知され⁽¹⁾、幅広い分野から関心が高まっている。コンピュータの仕組みや情報・通信技術について理解し、それらを効果的に活用するため、今や大学では情報系学部に限らず、文系学部においても、情報教育の一環としてプログラミングの授業が開講されている。学生にとって Web は日常生活で使う機会が多く、身近な題材として学習することができる。HTML と CSS, JavaScript などの Web 関連技術は、プログラミング教育の導入として有用である。コンパイルを要するプログラミング言語とは異なり、エディタとブラウザがあればすぐにコードの結果を確認できる上、学習コストは比較的低い。動的な Web サイトを作ることができるようになるため JavaScript を埋め込むことにより、高度なプログラミング学習の橋渡しとなることが期待できる。

プログラミング学習は初学者にとって容易でなく、

効果的な教授法や学習方法等に関する様々な研究が行われてきた⁽²⁾。主な研究対象は C や Java といったプログラミング言語の授業である。Web 技術を扱う授業を対象とした研究では、授業中に顕在化した問題や、ある程度完成したコードに含まれるシンタックスエラーの分析等が行われた。しかし学生は何を質問すれば良いか分からないといった理由等で質問を躊躇することもあり、そのような顕在化しない問題の発見や対応は困難である。またある程度プログラムを完成させる前の作業過程における学生をつまづきや、作業進捗が芳しくない学生の把握ができれば、より効果的な指導や形式的フィードバックが期待できる。そのためには、コードの提出（コンパイル・バリデーション）時のデータだけでなく、作業過程におけるより細かい粒度のデータを分析する必要がある。

本研究は、プログラム作成時に生まれるデータを活用することで、プログラミング授業の講師が学生の学習状況を容易に把握できるようにし、より教育効果の高い指導を実現することを目的としている。特に作業

過程における学生の潜在的な問題やつまづきに対して効果的な指導を可能にするため、コードの更新量や保存回数といったコーディング履歴を分析・可視化することで、学生の進捗状況を明らかにすることを試みる。本稿では、コーディング履歴から学生の学習・進捗状況をある程度推察できるかどうかを議論する。そのためプログラミング初学者を対象とした HTML の授業における学生のコード更新量や保存頻度等のデータを分析し、得られた学生の作業パターンや、進捗状況に関する知見を報告する。また HTML の授業だけでなく、一般的なプログラミング言語の授業への応用の可能性について考察する。

2. 関連研究

Omer ら^②は初学者を対象としたプログラミング教育に関する系統的レビューを行った。2014 年から 2020 年の期間に主要な学会誌等に掲載された 69 の文献を整理し、当該分野で主な研究対象となっている 5 つの項目(教授法・学習, 評価, コンテンツ, ツール)を特定した。学習に関する文献はさらに個別・協調学習に分けられるが、本研究は個別学習における学習過程・行動に焦点を当てている。

Fu ら^③は C 言語の授業におけるプログラミング初学者の学習行動を理解することでその弱点や問題を特定することを目的とし、リアルタイム学習分析システムを開発した。サーバーに蓄積される学生のコンパイルログを収集・処理することで、コンパイルエラーやその回数、分布に関するデータ可視化をリアルタイムで提示することができる。ClassCode^④は JavaScript の授業における学習・教授を支援する Web ベースのプログラミング教育システムである。学生は自身のペースでインタラクティブなコーディング課題に取り組むことができる。システム上で書いたコードや実行したテストケースの結果等のデータは学生ごとに収集・集約され、講師が学生の学習状況を把握できるように可視化される。

Park Susan^⑤は初学者向けの Web 開発の授業において投稿された質問に対してコンテンツ分析を行い、学生が抱えた問題を教務・コンテンツ・デザイン・開

発・技術・その他に分類した。加えて、開発に関する問題はさらにハイパーリンクやリスト、テーブルといった HTML の各文法に分類した。Park ら^⑥はコードのバリデーション時に発生した HTML と CSS のシンタックスエラーに焦点を当て、学生がそれらをどのように解決したのかを分析した。受講者のうちほぼ全ての学生の課題になんらかの未解決のシンタックスエラーが見られ、特に入れ子構造、親子関係を必要とする文法が多くの学生にとって問題となることが分かった。シンタックスエラーの分析に焦点を当てた研究ではあるが、Web ベースのシステムにより学生のコードに関するデータが収集されるという点が本研究と類似している。

これらの研究は、学生の質問やコードからコーディング中に生じた問題やエラーの特性を明らかにすることを目的としている。本研究では、コード更新量と保存頻度といったコーディング履歴を利用することで、学生の学習・進捗状況を容易に把握できるようにする点が異なっている。本稿では、学生の学習・進捗状況の分析を目的としたコーディング履歴の有用性について議論する。第 3 章でデータ収集について述べ、第 4 章でコード更新量・頻度とコードを分析することで得られた学生の作業パターン、進捗状況に関して述べる。第 5 章で考察を論じ、第 6 章はまとめである。

3. データ収集

プログラミング初学者を対象とした HTML の授業において、各学生が課題への解答として作成した HTML ファイルを保存(更新)毎に収集した。表 1 に授業で扱われた主なトピックを週ごとに示している。従来は対面形式で授業が行われていたが、昨年度から COVID-19 による感染拡大防止のため、オンデマンド形式で行われていた。教材は講義動画、テキスト、テンプレートコードがあり、質問の機会はオンライン上で与えられた。2 クォーターに渡る授業において履修者 137 名、140 名のうち、124 名、103 名のデータを学生の同意を得た上で収集した。大半の学生が両クォーターの授業を続けて履修した。Atom をテキストエディタとして使用し、データ収集を行う拡張機能を開

表 1: 授業の主なトピック

週	トピック
第1クォーター (124名)	
1	授業概要, 環境構築
2	Web ページ制作, HTML, テキスト
3	画像, CSS によるデザイン
4	ハイパーリンク, class
5	ボックスモデル, id
6	課題 (Web ページレポート作成)
7	スタイルシート, ボックスレイアウト
第2クォーター (103名)	
1	授業概要(続), 環境構築
2	テーブル, テーブルレイアウト, 色
3	テーブルレイアウト(続)
4	テーブルレイアウト(続)
5	テーブルレイアウト(続)
6	HTML5, canvas, JavaScript による描画
7	JavaScript によるアニメーション

発した。学生が HTML ファイルを保存する度にそのコード, 保存時刻, 学生の唯一の識別子(以降学生 ID)

及び授業の識別子をサーバーに送信する。サーバー側ではそれらのデータを受信し、データベースに保存する。サーバーと通信できない場合も想定し、収集データを一時ファイルに保存、通信回復時にサーバーに再送信する機能を備えている。各クォーターで収集したデータの総レコード数は 12,070, 16,484 である。学生のレコード数の平均・標準偏差は(98.0, 92.8), (160.0, 116.1)である。これらは学生がファイルを保存する頻度を表している。

収集したデータを確認するための Web アプリケーションを開発した。図 1 は第2クォーターの第4週目のある学生のデータの詳細画面を示している(学生 ID 等の個人情報は伏せている)。インターフェースとして3つのコンポーネント(学生情報, コード, プレビュー)が画面左, 中央, 右に配置されている。学生情報コンポーネントでは学生 ID と作成されたファイルのリストが表示される。コードコンポーネントでは学生が書いたコードが表示され、上部に配置された矢印ボタンによって表示するデータを保存時刻の順に変更することができる。プレビューコンポーネントには、当該の HTML ファイルを Web ブラウザで開いた際に描画さ

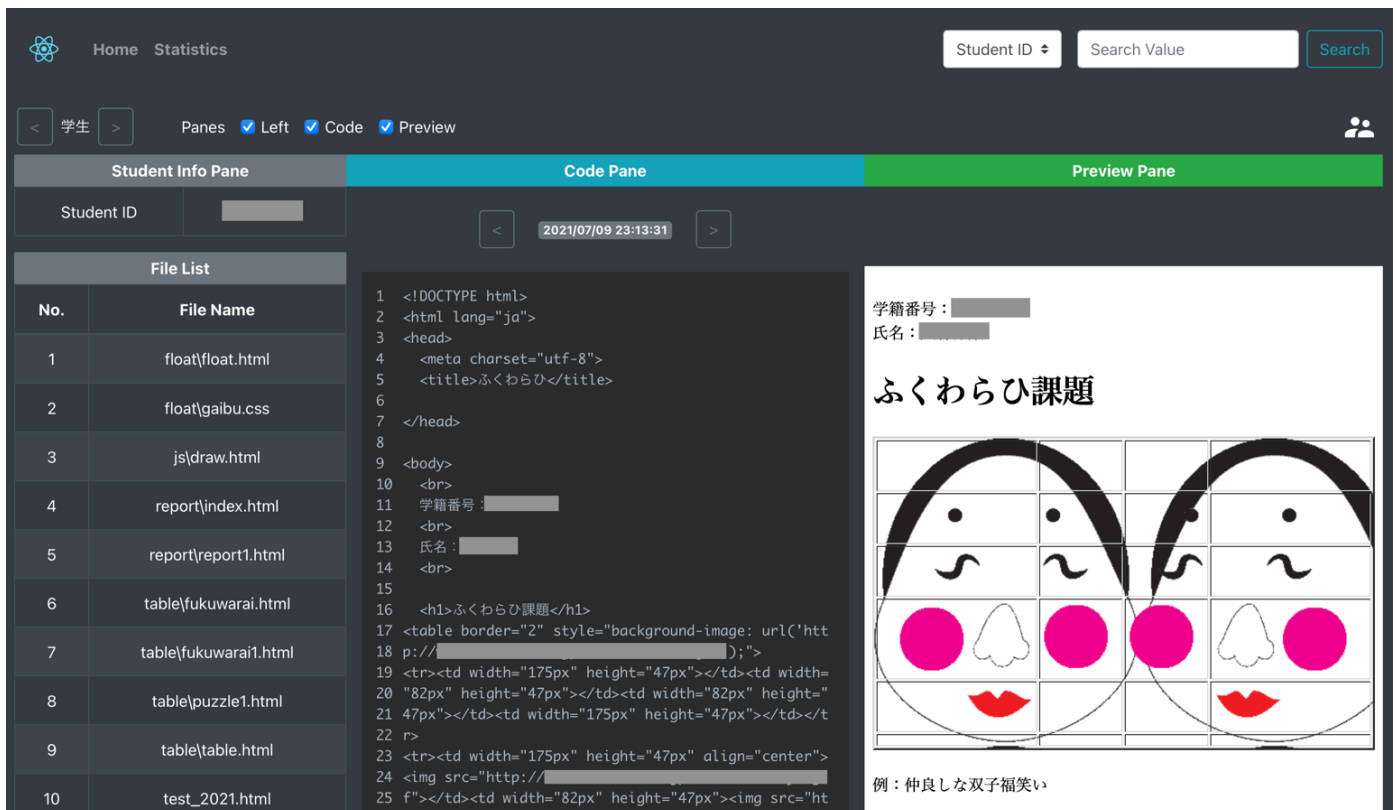


図 1: 第2クォーター第4週目のある学生のデータの詳細画面

れる画面が表示される。

4. コーディング履歴の分析

本章では、学生のコーディング履歴をコードの更新量・保存間隔の観点から分析して得られた学生の作業パターンについて述べる。本稿ではコードの更新量、あるファイルが保存されてから次に保存されるまでに追加または削除された文字数とする。あるファイルに追加された文字数が削除された文字数より大きい場合、コードの更新量は正の値となり、そうでない場合は負の値となる。あるファイルが作成されて初めて保存された際には、コードの更新量をその時点のファイルの文字数とする。図2は、全ての学生の各レコードのコード更新量を、課題ごとに示している。コード更新量を縦軸にとり、学生IDを横軸に並べている。また図3にコード更新量の平均と標準偏差を課題ごとに示している。コードの更新量に関して 1) 顕著な正の更新量 2) 顕著な負の更新量 3) 長時間に渡る頻繁な更新の3つに注目し、分析した。

4.1 顕著な正の更新量

正の更新量が多い上位30件のレコードに含まれるコードを調べ、学生がコードを大量に追加し、保存した際の行動パターンを4つに分類した。

- パターン1：コードの複製（一連のコードを繰り返し貼り付ける）
- パターン2：完成コードのみ保存（ファイルの新規作成後の作業過程なし）
- パターン3：テンプレートコードへ一連のコードを追加（HTMLコンテンツの追加）
- パターン4：コードの復旧（一連のコード削除後に元に戻す）

パターン1では、ある一連のコードを複数回コピーすることで、HTMLコンテンツを生成するレコードに見られた。例として、最も大きい正の更新量(5467文字)を含むレコードでは、多くのテーブルセルから成るテーブルが作成されていた。直前のレコードにおいて、当該学生は数個のテーブルセルから成るテーブルを作成し、保存している。その後テーブルセルを大量にコピー・保存することで、顕著な正の更新量となっている。HTMLにはforループの様な命令を一定回数繰り返す文法がないため、同一のタグを大量に生成するに

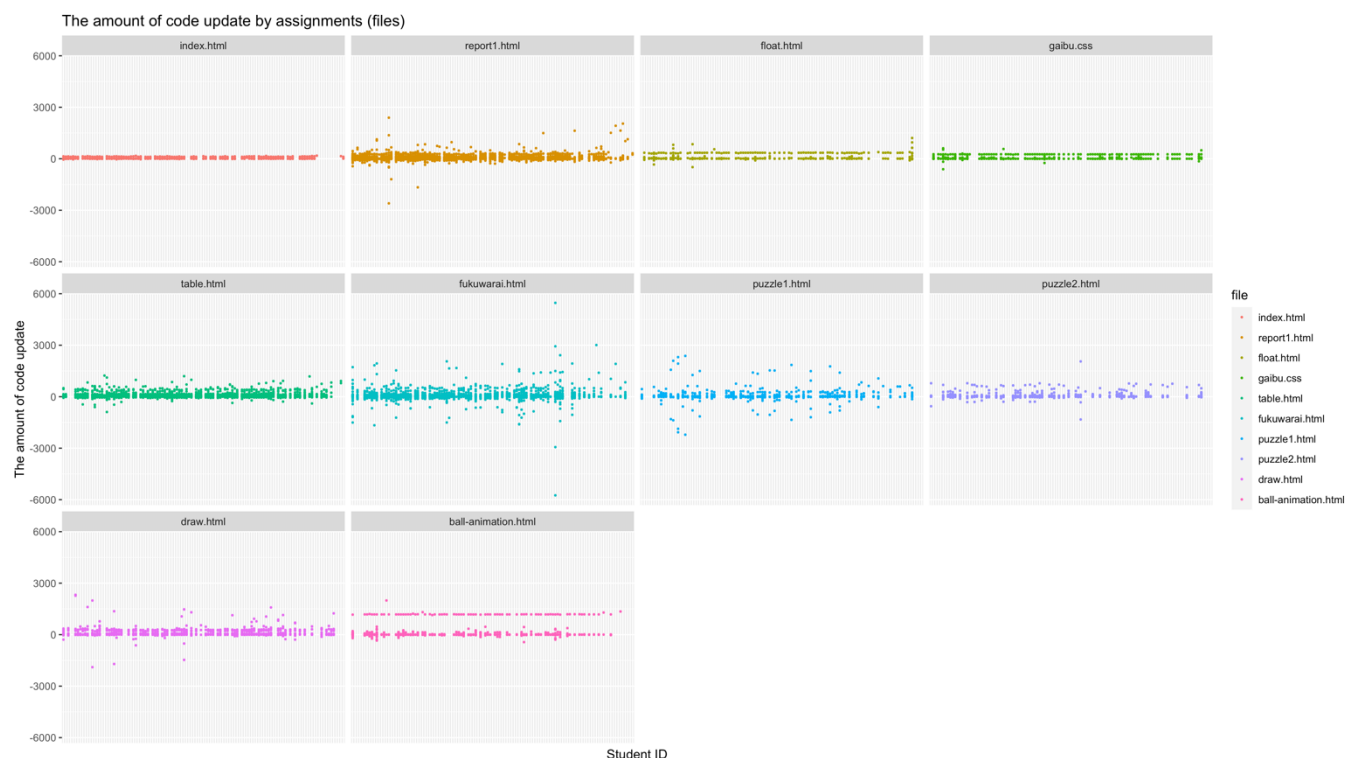


図2：全学生の課題ごとのコード更新量

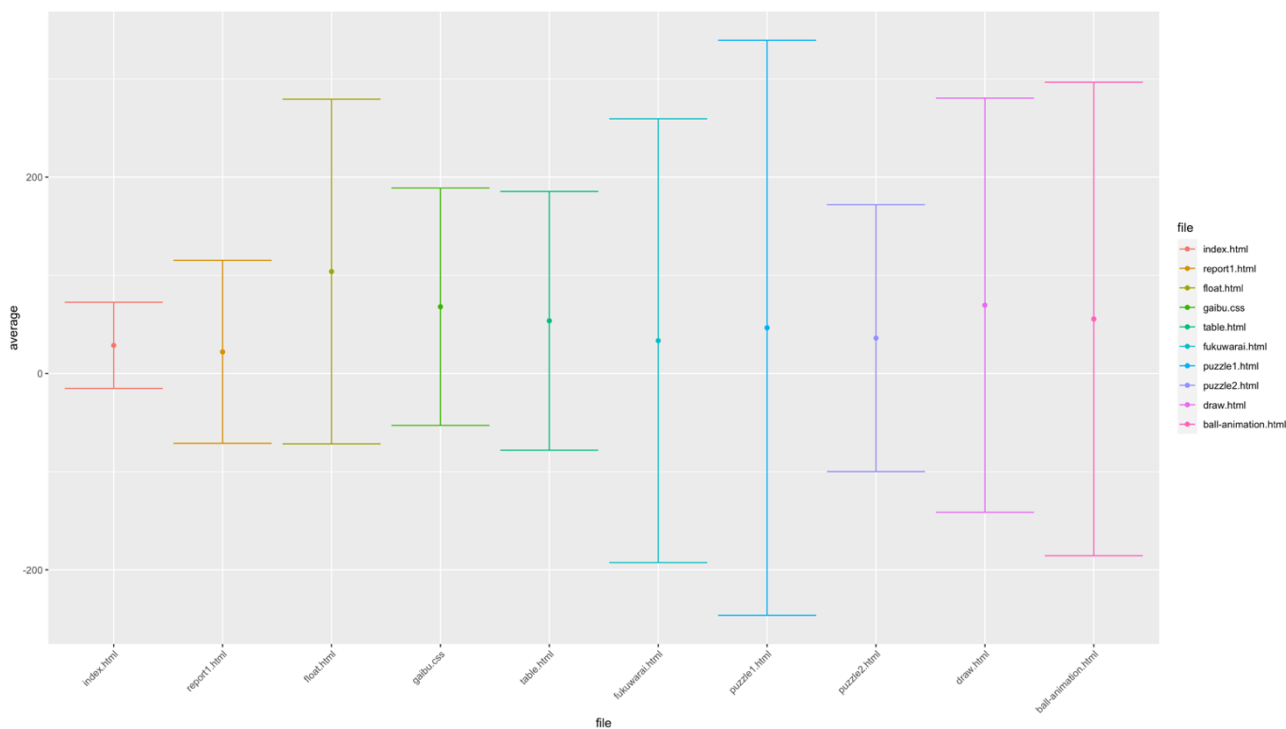


図 3 : 全学生の課題ごとのコード更新量の平均と標準偏差

は、手動でコピーを繰り返す必要がある。このような作業パターンは HTML に特有であり、学生の記録に見られた場合、当該学生は HTML の構造をある程度理解していると考えられることができる。

パターン 2 では、ある課題を完成するための作業ログが一切なく、完成したコードのみが記録として残っていた。この場合、当該学生は別の学生から完成した課題のコードを譲り受け、そのままエディタ上に貼り付けて保存したことが考えられるため、講師は注意が必要である。

パターン 3 では、テンプレートとなる HTML のコードが作成された後、大量の HTML コンテンツが追加されていた。例として、ある学生はテーブルを含むある課題のコードを別の課題に再利用するため、テーブルセルの中身だけを削除したのち、必要なコンテンツを大量に追加していた。またある学生はレポート課題の Web ページ制作のため、まずレポートの枠組みを HTML と CSS で作成したのち、大量の文章を一括して追加していた。

パターン 4 では、ある HTML コンテンツのコードが一時的に削除され、直後に元の状態に戻されていた。例として、ある学生は作成した 2 つのテーブルのコー

ドを削除して保存した後、次の保存時にはそれらのテーブルのコードを戻していた。当授業において、HTML のコメントについては教授されていない。このような作業は、HTML の構造を確認することを意図としたコメントアウトに当たると考えられる。

4.2 顕著な負の更新量

負の更新量が多い上位 30 件の記録に含まれるコードを調べ、学生がコードを大量に削除し、保存した際の行動パターンを 3 つに分類した。

- パターン 1 : コードの書き直し
- パターン 2 : HTML コンテンツの削除
- パターン 3 : テンプレートの生成 (類似ファイルから不要な部分を削除)

パターン 1 では、学生はある程度コードを完成させていたにも関わらず、後で同じコードを初めから書き直していた。このような作業の理由として、作業ファイルを誤って削除したため、コードを書き直す必要があったことが考えられる。

パターン 2 では、ある HTML コンテンツのコードが部分的に大量に削除されていた。例として、ある学生は作成したテーブルのセル数を半減させていた。また別の学生は、作成した HTML のボタンとそれらに

対応する JavaScript のコードを半数程度まで削除していた。顕著な正の更新量における第一のパターンと同様に、このような作業が見られる学生は HTML の構造を理解していると考えられる。

パターン3では、ある課題のファイルをコピーし、不要なコンテンツを大量に削除することで、別の似た課題のためのテンプレートとしていた。例として、ある学生は複数の画像をテーブルセルに適切に配置する課題ファイル(fukuwarai)をコピーし、テーブルタグを削除した。その後、colspan や rowspan 等の属性を利用してテーブルセルの連結を学ぶための課題(puzzle)で必要となる新しいテーブルを作成した。

4.3 長時間に渡る頻繁な更新

プログラムにおける何らかのエラーを解決しようとする際には、問題箇所の特定制や動作確認のために、一部のコードを削除・追加することがある。エラーをすぐに解決できず、学生がつまづいている場合には、長時間に渡り頻繁なコード更新量が続くと考えられる。このような仮説の元、長時間に渡り頻繁に小さいコード更新量が続いた学生を抽出するため、図4のようなコードの保存時刻と更新量を散布図として可視化するプログラムを作成した。学生、作業日ごとに横軸に保存時刻、縦軸にコードの更新量を取り、マーカーをファイル名ごとに色分けしている。目視での確認により13名の学生を抽出し、当該のコードを確認した結果、2つの作業パターンが見られた。

- パターン1：エラー解決の試み
- パターン2：Web ページの体裁の微調整

パターン1では、仮説通りエラーの解決が試みられていた。しかし大半の場合はパターン2の作業が見られ、主に画像やテーブル等の HTML コンテンツの大きさや配置、色といった Web ページの体裁に関わる微調整が行われていた。

例として図4に、ある学生のコーディング履歴を散布図として可視化した。5月28日(課題の締め切り当日)の午後9時から午後11時頃、また8月8日(課題の締め切り2日前)の午前1時から午前5時頃にかけて継続的なコードの更新が見られる。5月28日にはエッセイを含むレポートを Web ページとして作成する課題に取り組んでおり、作業開始時点で文章は完成させていた。当日は主にレポートの体裁を整える作業をしており、画像やハイパーリンクの追加や、body・div 要素の背景色の変更などが行われていた。8月8日には JavaScript を利用した図形のアニメーション課題に取り組んでおり、午前1時の作業開始時点ではテンプレートコードを保存したためコード更新量が1000を超える記録が見られる。その後表示させる図形の大きさや速度を適切に変更することができたが、canvas 要素に画像を表示させる際に文法エラーが発生した。10分ほど文法エラーを解決しようとするコードの更新が見られたが解決せず、午前3時半頃には新規作成したファイルを用いて画像を表示するコードを



図4：ある学生のコードの保存時刻・更新量の例

書いた．その後元のファイルにコードを追加することで適切に画像を表示させ，その後図形の色や位置・速度の微調整が行われていた．

5. 考察

コードの更新量・保存頻度といったコーディング履歴の特徴に注目することで，学生の作業パターンをある程度分類することができた．これにより，講師は学生のコードを見なくとも学習・進捗状況を把握でき，より教育効果の高い指導が可能になると期待できる．前章で述べた様に，実際にコードを調べて分析した限りでは，大抵の場合学生は順調に作業を進められていることが分かった．しかし，顕著な正のコード更新量のパターン 2 (完成コードのみ保存)，顕著な負のコード更新量のパターン 1 (コードの書き直し)，長時間に渡る頻繁な更新のパターン 1 (エラー解決の試み) で見られたように，教師の対応やアドバイスが必要だと考えられる作業パターンも散見された．講師がこの様な作業パターンを特定しようとする際には，図 4 に示したコードの更新量と保存時刻の散布図に加えて，それぞれ 1) 作業ファイルごとの保存回数 2) 同一作業ファイルの文字数の変化 3) シンタックスエラーの継続時間といったデータが有用になると考えられる．特に継続的な小さいコード更新量が見られる時にあるファイルの別名ファイルを作成して作業している場合，学生は何らかのエラーを解決しようとしていると考えられるので，ヒントやアドバイスを与える適切なタイミングとなる可能性がある．

また HTML の文法上，HTML に特有の作業パターンは，顕著な正の更新量のパターン 1・パターン 3，顕著な負の更新量のパターン 2・パターン 3 である．これらの作業パターンを検出することで，コードを逐一見なくても学生が HTML の文法や構造を理解しているかどうか判断できる可能性がある．それ以外の作業パターンは，HTML の授業だけでなく，一般的なプログラミング言語の授業においても見られると考えられる．コードの更新量から学生の学習状況を把握するための観点として応用が期待できる．

6. まとめ

本稿では，コードの更新量・保存間隔といったコーディング履歴から，学生の学習・進捗状況をある程度推察することが可能であることを議論した．プログラミング初学者を対象とした HTML の授業において収集した学生のコーディング履歴を利用し，1) 顕著な正の更新量 2) 顕著な負の更新量 3) 長時間に渡る頻繁な更新が見られた際の学生の作業パターンを，実際に学生が書いたコードを例に挙げて論じた．特に講師が注意を要する学生の作業パターンとして，顕著な正のコード更新量から作業記録のない完成したコードの検出，顕著な負のコード更新量からコードの一からの書き直し，長時間に渡る頻繁な更新からエラー解決の試みが推察しうることを示した．これらのコーディング履歴の分析・可視化により，講師は学生のコードを見なくとも学習・進捗状況を把握することができ，より教育効果の高い指導が可能になると期待できる．

今後の展望として，収集した学生の HTML コードのバリデーションを行い，シンタックスエラーとコードの更新量・保存間隔について分析を進める予定である．また学生・課題ごとにコードの更新量・保存間隔の変化を分析する．今回データ収集を行なった授業はオンデマンド形式で実施されたため，学生の学習時刻が不定であった．学生の学習状況を比較・分析するため，学習時刻に関して何らかの処理が必要である．その上で，通常とは異なる作業パターンを検出することで問題の発生を特定する手法等の開発を検討している．

謝辞

本研究の一部は科研費(19K03000)「プログラミング教育のための進捗把握手法」の支援による．ここに記して謝意を表す．

参考文献

- (1) Trilling, Bernie, and Charles Fadel. 21st century skills: Learning for life in our times. John Wiley & Sons, 2009.
- (2) Omer, Uzma, Muhammad Shoaib Farooq, and Adnan

- Abid. "Introductory programming course: review and future implications." *PeerJ Computer Science* 7 (2021): e647.
- (3) Fu, Xinyu, et al. "Real-time learning analytics for c programming language courses." *Proceedings of the Seventh International Learning Analytics & Knowledge Conference*. 2017.
- (4) Suzuki, Ryo, Jun Kato, and Koji Yatani. "ClassCode: an interactive teaching and learning environment for programming education in classrooms." *arXiv preprint arXiv:2001.08194* (2020).
- (5) Park, Thomas H., and Susan Wiedenbeck. "Learning web development: Challenges at an earlier stage of computing education." *Proceedings of the seventh international workshop on Computing education research*. 2011.
- (6) Park, Thomas H., Brian Dorn, and Andrea Forte. "An analysis of HTML and CSS syntax errors in a web development course." *ACM Transactions on Computing Education (TOCE)* 15.1 (2015): 1-21.

なぜなぜ分析を利用した自己分析ツールの開発

高橋 B. 徹*1

*1 無所属

Development of Self Analysis Tool with Five Whys Method

Toru B. Takahashi *1

*1 Freelance

30% of graduated students leave the workforce within three years. To solve this problem, it is necessary to conduct sufficient self-analysis during the job-hunting process. This paper proposes the "Five Whys Self-Assessment App" as a method to support their self-analysis. This application uses the five whys method for self-analysis. The experiment results show that this application is useful for deepening self-analysis.

Translated with www.DeepL.com/Translator (free version) キーワード: 研究報告, 書式, 執筆要領

1. 背景と目的

新卒で卒業したもののうち3割のものが3年以内に離職しているという問題がある⁽¹⁾。この問題は1995年以来ほぼ変わらず続いている。この原因の大きなものの一つに就職した企業とのミスマッチがある。

労働政策研究・研修機構の調査⁽²⁾でも勤務先を離職した理由として「自分がやりたい仕事とは異なる内容だったため」や、「仕事がうまくできず自信を失ったため」など関連すると考えられるものが大きな割合を占めている。こうなってしまった原因は就職活動中に行っていた自己分析が原因であると考えられる。著者の調査によれば就職活動時の自己分析の取り組み具合と就職後3~5年たった時点での企業に対する満足度の間には相関があることが明らかになっている⁽³⁾。また、いくつかの項目については就職時点での満足度よりも就職後の満足度のほうが強い相関になっている。これらのことから就職活動時の自己分析の質を向上させることが離職率を下げることに繋がると考えられる。

自己分析は自身の興味・関心や適性を明らかにすることが目的である。そのためには経験の棚卸しを行い、それを掘り下げて分析する必要がある。経験の棚卸しをする方法として『ライフラインチャート』や『自分史』を作成するなどの方法がある。しかし、これらを

作成するだけでは自己分析は不十分である。作成したものを更に掘り下げることが必要になる。しかしこれらは必ずしも簡単ではない。

自己分析を深めるために他者の助けを借りるという方法も考えられる。著者が行った調査でも自己分析が十分にできたと考えたものほど、キャリアセンターや周囲の人の助けを利用していることが明らかになっている。ただし、キャリアセンターの人員は限られており、すべての就活生の支援を行うのは現実的に難しいと考えられる。そのため、個人でも自己分析を深めるための方法が必要である。

そこで本稿では自己分析になぜなぜ分析を導入することを提案する。なぜなぜ分析はトヨタの業務改善の方法として有名になった方法である。この方法は問題に対して「なぜ？」を繰り返し問うことで、問題を掘り下げて本質的な問題を発見するものである。これを自己分析に利用することで同様に経験を掘り下げることができると考えられる。ただし、なぜなぜ分析で「なぜ？」と問うだけで掘り下げることは必ずしも簡単ではない。そこで、なぜなぜ分析の進行に合わせて掘り下げるヒントになるようメッセージを出すためにアプリで実装した『なぜなぜ自己分析アプリ』を開発する。そして、このアプリの効果と問題点を明らかにするために評価実験を行う。

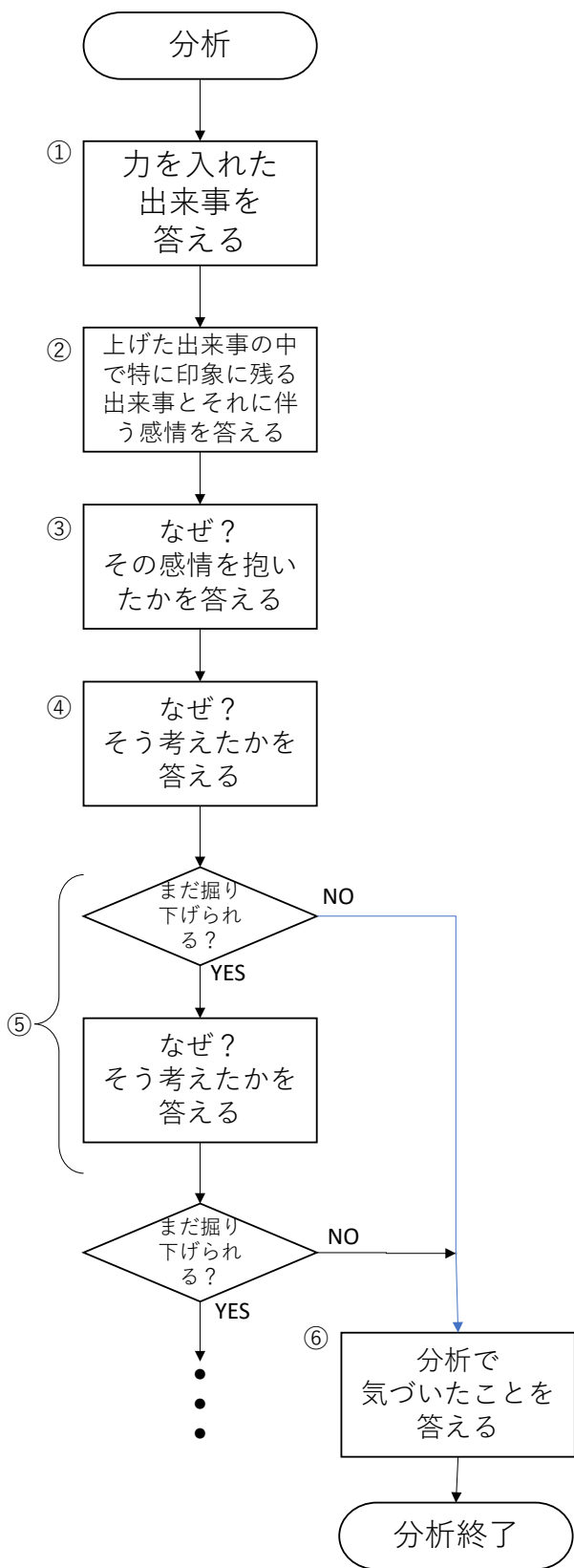


図1：アプリの流れ

2. 提案アプリ

iPhone アプリとして開発した。このアプリを使った一回の分析の流れを図1に示す。

まず、①では力を入れた出来事を1つ挙げてもらう。この際のメッセージは以下のようなものである「今までで力を入れたなというものは何ですか？例えば部活やサークルです。力を入れたと思うなら趣味でも大丈夫です。力を入れたと思えるならOKです。」。力を入れたものを上げてもらう理由は、著者の調査によると自己分析で役に立つ出来事と力の入れ具合の間には相関があるからである。つまり、力を入れた出来事ほど自己分析に役に立つといえる。①ではその出来事を思い出してもらい分析の対象を決めることが目的である。

②では①で上げた出来事についての具体的なエピソードとそれに伴う感情を上げてもらう。入力内容を確認したうえで以下のようなメッセージを提示する「この経験の中で特に強く感じた感情や思いは何ですか？

「楽しい」「うれしい」「悲しい」「達成感を感じた」「失望した」など特に思い出されることを考えてみてください。思い出せたらまずそれがどのような感情や思いであったかを教えてください。その感情や思いを抱くに至った状況がどういったものであったかを教えてください。」。部活やサークルといった抽象度の高い出来事では掘り下げがしにくいいため、具体的なエピソードを思い出してもらうことがここでの目的である。また、この後の分析の切り口としてそれに抱いた感情についても上げてもらう。

③ではなぜなぜ分析を開始する。抱いた感情について確認したうえで、以下のメッセージを提示する「こういう感情や思いを抱いたんですね。それはいったいなぜでしょうか？その理由を考えてみてください。理由は外ではなく自分の中に探してください。自己分析は自分の分析なので主観で考えることが大切です。なぜそう感じたのかそう思ったのかを主観で考えてみてください。」。単純に「なぜ？」と尋ねても考えづらかったり、問われている意味を勘違いすることを防ぐために、主観で考えることをアドバイスとして伝えている。

④では繰り返しなぜなぜ分析を行う。メッセージでは③での回答内容を確認したうえで「それではさらにこう思った理由を考えることはできますか？深く理由を考えることは自分でも気づいていなかった自分のことを発見することにつながります。さらに理由を考えることができるか試してみてください。」。なぜなぜ分

析で掘り下げるモチベーションを保つためになぜなぜ分析で掘り下げる理由について説明している。

⑤ではさらになぜなぜ分析を行う。④と異なる点として、掘り下げずにここまででなぜなぜ分析を終えることもできるようになっている。なぜなぜ分析は目安として5回することが望ましいとされているが、内容によっては難しい場合もあるのでここで止めることができるようにした。つまり、最低2回の掘り下げで分析を終えることも可能である。また、掘り下げた場合にはそこで分析を終えられる選択肢は出てくる。本人が望めば繰り返し何度でもなぜなぜ分析を行えるようになっている。

⑥では分析の結果、気づいたことを上げてもらう。なぜなぜ分析で掘り下げただけでは自己分析にはつながらないので、なぜなぜ分析を行って気づくことを考えてもらう。

以上が、1回のなぜなぜ分析の流れである。これを複数のエピソードについて取り組んでもらうことを想定している。そのうえで最後にまとめを行う。まとめでは各エピソードの記入してもらった⑥の内容を改めて提示し、自分がどのような人なのかということを入力することで終了となる。これらの工程で自己分析が進むと考えられる。

3. 実験

この書式で書かれた原稿からオンライン報告書を作成する。図表の作成にあたってはカラーの図や写真も使うことができるが、不鮮明にならないよう留意されたい。

3.1 実験条件・方法

実験参加者になぜなぜ自己分析アプリを利用して自己分析してもらいアンケートに答えてもらうことで評価を行う。アンケート内容を表1に示す。それぞれの問は7件法で尋ねており、7が最大の肯定であり、1が最大の否定である。また、それぞれの問については自由記述で理由を尋ねた。

実験参加者の個人所有のiPhoneにアプリをインストールしてもらい数日間かけて自己分析を行ってもらった。実験参加者は2, 3個以上のエピソードについて分析するように依頼した。実験参加者は大学生3名で

ある。

表1：アンケート内容

Q.1 このアプリを使った自己分析を通して新しい発見はありましたか？
Q.2 このアプリを使った自己分析を通してそれぞれの観点に関して自己分析が深まったと思いますか？
Q.3 このアプリを使った自己分析は簡単でしたか？
Q.4 このアプリの各分析をまとめて考察する部分について自己分析を深める役に立ちましたか？
Q.5 このアプリを使った自己分析を深める過程で、アプリから提示されていた説明は役に立ちましたか？
Q.6 このアプリの操作はわかりやすかったですか？

3.2 実験結果

実験参加者の回答を表2に示す。Qは表1の質問に対応している。Pはそれぞれ実験参加者を表している。図2、図3には

Q.1について、肯定的な意見もあったが「自分だけでは正直深く理由を追求することが難しかったので、サポートの人がいたらいいと感じた」という指摘もあった。

Q.2についても「この分析結果があっているのかわからない、自信がない」という声が聞かれた。

Q.3については「アプリだしままひとつあれば簡単にできる、始めるきっかけになるかも」という意見もあった。

Q.4については「系統が全然違うタイプの各分析だと、考えるのが苦手な人はまとめるのが大変そう」という指摘もあった。また、P. 2は肯定的な意見を述べていたが、実際にはこの機能を利用していなかった。

Q.5、Q.6については肯定的な意見のみであった。

図2、3の深堀の例はアルバイトという出来事に対してアプリを使って深堀した例である。最初の部分は②で回答した出来事に対して抱いた感情の部分である。

表 2 : アンケート結果

	P. 1	P. 2	P. 3	P. 4
Q.1	7	7	5	6
Q.2	7	7	5	6
Q.3	7	7	6	6
Q.4	7	7	5	6
Q.5	7	6	7	7
Q.6	7	6	7	7

達成感
↓
混んだら注文伝票がどんどん溜まっていくが、提供していくたびに伝票を捨てるので、そういうのが目に見えてわかるから
↓
昔から結果や評価などが目に見えてわかる方がやる気が出ていた
↓
何のためにやっているのかが明確だから

結論
よく面倒臭いと感じるので、目的が明確な方がやりやすいのかなと感じた

図 2 : アプリを使って深堀をした結果 1

嬉しかった
↓
自分が苦手な思っていることに向き合って努力ができたから、アルバイトで達成感のあることをできたのが初めてだったから
↓
人見知り直すのは無理だと思っていたから、お店を貢献することの役に立てて嬉しかったから
↓
人の役に立つことが好きだから

結論
人の為になることが好き、自分の苦手なことに向かって努力ができる

図 3 : アプリを使って深堀をした結果 2

3.3 考察

アンケートの結果から概ね提案したアプリにより自己分析をすることができたことが分かる。ただし、自由記述の指摘にあった分析の仕方が正しいのか自身がないというものがあつたため、例えばどのようにアプリを進めればよいかの例を示す必要があることが示唆されている。また、分析を終え結論を書くところに取り組んでいない実験参加者もいたため、インターフェースが分かりづらかった可能性もある。進め方をより分かりやすくするか、フルプルーフを付けることで見落としが無いようにする工夫が必要だと考えられる。

また、図 2、3 になぜなぜ分析を使って自己分析を深めることができていることも確認ができる。特に図 3 では一番深堀したところだけでなく、その一つ手前のところからも自己分析の観点を得られていることが分かる。同様のことがほかの利用者にも言える可能性があるため、結論を考えてもらうときにその過程にも注目するように促すことが効果的である可能性がある。

4. 結論

本稿では自己分析の方法として、なぜなぜ自己分析アプリを提案した。結果として自己分析を支援できることが明らかになった。一方で改善点も見られたので今後、改良を行い実際にリリースすることを目指す。

参 考 文 献

- (1) 厚生労働省 : 新規学卒就職者の離職状況 (平成 29 年 3 月 卒 業 者 の 状 況) を 公 表 し ま す https://www.mhlw.go.jp/stf/houdou/0000177553_0003.html (2022 年 2 月 17 日 確 認)
- (2) 労働政策研究・研修機構 : 若年者の離職状況と離職後のキャリア形成 (若年者の能力開発と職場への定着に関する 調 査) <https://www.jil.go.jp/institute/research/2017/164.html> (2022 年 2 月 17 日 確 認)
- (3) 高橋 B. 徹 : 就職活動時の自己分析・企業分析とキャリアに対する態度が就職先への満足度に与える影響の調査, 日本教育工学会研究報告集 2021, no. 2, pp.59-63 (2021)
- (4) 高橋徹 : 就職活動時の効果的な自己分析の方法, 日本キャリア教育学会第 43 回研究大会, 6-9 (2021)