

も く じ

■開催日時：2023年1月21日（土）

■テーマ：教育DXと実世界指向学習環境／一般

- 1) 授業ガイドの変遷からみる継続的な全学PBL科目運営の課題
ーガイドブックの内容改修の分析による考察ー-----1
○石田百合子(職業能力開発総合大学校)，水島あかね(明石工業高等専門学校)，
田中誠一(明石工業高等専門学校)，松葉龍一(東京工科大学)
- 2) プロジェクト型学習円滑化支援を目的としたロールプレイ教材開発の試み-----9
○白澤秀剛(東海大学)
- 3) ビデオ教材の活用を目的とした再編集ツールの開発-----15
○土永航太郎(拓殖大学)，佐々木整(拓殖大学)
- 4) 発言の仕分けに着目したファシリテーションの学習手法の改良と結果の考察-----19
○新目紗也(千葉工業大学)，仲林清(千葉工業大学)
- 5) 反転授業におけるワークシートを利用した事前学習と授業活動の関係分析-----27
○川上達也(公立はこだて未来大学大学院)，角康之(公立はこだて未来大学)，
山口琢(公立はこだて未来大学大学院)，大場みち子(公立はこだて未来大学)
- 6) グループプレゼンテーションにおけるオンラインのスライドの同時編集に関する分析-----35
○松下侑輝(鹿児島大学高等教育研究開発センター)，森裕生(鹿児島大学高等教育研究開発センター)
- 7) メタバースを利用した協調学習のための位置的距離を知覚可能なコミュニケーション環境の提案-----41
○阿部飛翔瑠(仙台高等専門学校)，高橋晶子(仙台高等専門学校)，大河雄一(東北大学)，
大山智也(東北大学)，趙秀敏(東北大学)，三石大(東北大学)，早川美徳(東北大学)
- 8) メタバース内避難訓練の提案と試作システム-----45
○光原弘幸(徳島大学)，谷岡樹(徳島大学)，大江海斗(徳島大学)，市野有朔(徳島大学)，
長濱誠弥(徳島大学)，獅々堀正幹(徳島大学)
- 9) プログラミング演習における指導が必要な学習者の自動検出-----53
○河瀬雅弥(三重大学大学院)，北英彦(三重大学大学院)，高瀬治彦(三重大学大学院)

- 10) パズル型プログラミング問題を用いた学習者の思考過程に基づく学習支援システムの開発-----56
○渡邊雄之介(公立はこだて未来大学大学院), 山口琢(公立はこだて未来大学大学院),
大場みち子(公立はこだて未来大学)
- 11) 模写コーディングによるプログラミング学習支援システムの開発-----64
○濱田惇也(拓殖大学), 佐々木整(拓殖大学), 佐野智哉(拓殖大学)
- 12) ソーシャルロボット、デジタルツイン環境等の利用体験型授業から考える教育 DX -----72
○坂田信裕(獨協医科大学), 坂東宏和(獨協医科大学), 上西秀和(獨協医科大学),
山下真幸(獨協医科大学), 入江駿(獨協医科大学)

授業ガイドの変遷からみる継続的な全学 PBL 科目運営の課題

ーガイドブックの内容改修の分析による考察ー

石田 百合子^{*1}, 水島 あかね^{*2}, 田中 誠一^{*2}, 松葉 龍一^{*3}

^{*1} 職業能力開発総合大学校, ^{*2} 明石工業高等専門学校, ^{*3} 東京工科大学

Issues of PBL Course Management Extracted from Content Analysis of the Course Guidebook for Teaching and Learning

Yuriko ISHIDA^{*1}, Akane MIZUSHIMA^{*2}, Seiichi TANAKA^{*2}, Ryuichi MATSUBA^{*3}

^{*1} Polytechnic University, ^{*2} National Institute of Technology, Akashi College,

^{*3} Tokyo University of Technology

全教員で担当する学年学科横断型 PBL 科目を有する高専において、当該科目導入から 5 年以上経過し、効率的で継続性のある科目運営の難しさ、学生・教員のマンネリ化など、いくつかの課題が見えてきた。本報告では、当該科目の開講初年度に作成し、毎年見直しを行ってきた 5 年分の授業ガイドブックを教授設計学の観点で内容分析し、その変遷に関して考察した。そのうえで、今後の継続的实施に向けた科目運営の見直しやガイドブック改善の方向性を提案する。

キーワード：学習者中心の教育方法, PBL, 授業運営, FD, ガイドブック

1. はじめに

教育者による講義中心型授業から学習者中心の学びへの転換が求められるなか、知識を統合しながら課題を発見し、その解決に共同であたる力を養う方法としてプロジェクト学習 (Project Based Learning 以下、PBL) に取り組む教育機関が増えている。近年はカリキュラムでの PBL 導入割合を増やしたり、実施の規模も一教員が担当する 1 科目から、1 学科 1 学年全員が取り組む、学部・学科・学年を混合するものまで多様化している。

国立高等専門学校 (以下、高専) では、実践的技術者養成の観点から、従来から実験・実習、課外活動等で地域社会や企業と連携しながら、PBL を取り入れた学習を積極的に行っている。最近では、アクティブ・ラーニング推進の一環で、1 学年全学科で横断的に実施したり、学年学科混合で行う大規模な PBL 科目を導入する高専も増えている。しかし、大規模な PBL 科目導入時の授業デザインや導入直後の学習成果に関する研究^(1,2,3)は見られるものの、継続的な学習成果に関

する調査、授業改善の進め方や運営方法等、授業マネジメントに関わる研究はほとんどみられない。

学習者中心の学びでは、教員はファシリテーターとしての役割が求められる。しかし多くの教員はこのアプローチに慣れておらず、従来の方法で教えがちである。そのため、学習者のプロジェクト管理の支援や成果物に対する効果的なフィードバック方法、学習者への足場固めに関するガイドが必要である⁽⁴⁾。

一方、学習者も教員から受動的に情報を得ることに慣れており、学習者中心の学びに必要な自己主導型学習や協同学習に関する知識やスキルを持たない場合が多い⁽⁴⁾。例えば、自己主導学習では、インフォーマル・相互尊重的・合意重視的・協力的・支援的な雰囲気のもと、学習者の参加・話し合い・意思決定、教師との相互交渉等を通して、学習者自身が学習の方針づくり、学習ニーズの診断、学習目的の設定を行う⁽⁵⁾。

しかし、ガイド作成ノウハウを持たない多くの科目設計者や授業担当者は、教授者および学習者のガイドをどう作成すればよいか、手探りの状態にある。

2. 全学 PBL 科目の特徴および課題

2.1 全学 PBL 科目の導入背景および特徴

A 工業高等専門学校（以下、「A 高専」）では、従来から行われている地域貢献活動を着想とした、学年・学科横断型 PBL 科目『Co+work』（以下、本科目）を 2016 年度に開講した⁶⁾。約 500 名の学生を 1 チーム 9 名程度でランダムにチーム編成し、全教員が 1 人 1 チームを担当する。質的転換方針⁷⁾で示された「教員と学生が意思疎通を図りつつ、一緒になって切磋琢磨し、相互に刺激を与えながら知識に成長する場」を組織的取り組みとして体現する意図（図 1）が導入背景にあった⁶⁾。学生は自分たちで活動テーマを決め、1 年間にわたる学習活動を通じ、自立・協働・創造の育成を目指す。またチームメンバーは毎年編成されるため、学生たちは本科目の 3 年間で、通常授業では交わる機会がない他学年・他学科約 20 名の学生と他学科の教員との多様な環境で学べるメリットがある。

2.2 科目運営およびガイドブックの位置づけ

本科目のもう一つの特徴として、全体運営や成績取りまとめ作業を教員持ち回りの委員会組織（以下、全体運営チーム）が担当することが挙げられる⁸⁾。全体運営チームのメンバーは毎年入れ替わるため、運営メンバーとして、大規模 PBL 科目の運営に携わることにより、教員のマネジメントスキルおよび授業改善力の向上に役立っている。あわせて、教員の同僚性を高めることも目指しており、本科目はファカルティディベロップメント（Faculty Development : FD）としての役割も果たしている。

しかし、開講から 5 年以上が経過し、本科目における学生・教員双方のマンネリ化や手抜きが見られるよ

うになってきた。またさまざまな教員が入れ替わりで全体運営に携わるデメリットとして、全体運営チームのメンバー内での本科目導入時の理念の共有、継続的で一貫性のある授業改善、運営効率化と学習効果のバランスの難しさといった課題も生じている。

本科目では、初年度に第一筆者が構成した教員ガイドブック⁶⁾をもとに、毎年、全体運営チームで本科目のガイドブックの見直し・改修作業を行ってきた。ガイドブック改修という仕組みを導入した第一の目的は、継続的な授業改善を促すことであった。またその過程で、改修作業メンバーと過去の担当者との対話が生まれることで、前述の全体運営チームのメンバーが毎年入れ替わることで生じる課題の軽減も目指していた。しかし時間の経過とともに教職員の転出入が進み、本科目の導入経緯を正しく理解し、ガイドブック作成の意図を周囲に伝達できる教職員が徐々に減少している。このタイミングで、これまでのガイドブック改修の変遷を俯瞰的に捉え、整理する必要があると考えた。

2.3 本研究の目的

我々は組織的に実施する PBL 科目において、質保証を担保しつつ、効率的で持続可能な授業運営や教授者・学習ガイド作成のためのデザイン原則の構築を目指している。本研究では、学年学科横断型 PBL 授業における、過去 5 年間の本科目のガイドブック構成の変遷および教授設計学の観点による内容分析から、今後の継続的实施に向けた科目運営の見直しやガイドブック改善の方向性を検討・提案する。

3. ガイドブックの内容分析

3.1 分析対象

今回の分析対象は、2016-2020 年度の授業開始段階で学生・教員に配布したガイドブック等である。対象となるガイドブックに関する情報やデータは、2021 年度の全体運営チームから提供された。2021 年度のガイドブックは、コロナ感染拡大の状況に応じた授業運営の変更対応等で混乱しており、全体運営チームでガイドブック改修の検討が十分に行えない状況が続いていたため、今回の分析対象からは外している。

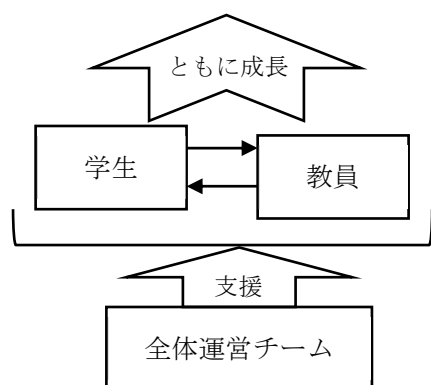


図 1 本科目の仕組み（石田ら，2018）

3.2 分析方法

はじめに、分析対象であるガイドブックの各年度の目次を一覧にし、全体の構成（配布物）がどのように変化したのかを確認した。次に、項目の追加・修正および削除、配置変更された点に着目し、当該部分のガイドブックの本文確認および比較を行った。最後に、教授設計学（Instructional Design：ID）の5つの視点^⑤を活用し、授業設計の変遷を確認したあと、学習者中心の学びの教授者・学習者のそれぞれのガイドの必要項目および学習者ガイド作成の基本的ガイドライン^⑥と照らしながら、分析を行った。

4. 結果

4.1 配布物の変遷

過去5年間の配布物構成を比較したものを表1に示す。表1から、2017年度と2019年度に大きな変更がなされたことが確認できる。2016年度は、ガイドブックは教員のみ配布されたが、2017年度からは教員用てびきに加え、学生・教員共通の授業のてびきも配布された。2019年度からは教員のみ配布されるものは「教員用提出早見表」だけとなった。そこでガイドブック改修の過程は、教員のみに授業のてびきを配布した初年度の2016年度（Ⅰ期）、学生・教員共通の授業のてびきと教員用てびきが配布された2017-2018年度（Ⅱ期）、学生・教員共通の授業のてびきのみが配布された2019-2020年度（Ⅲ期）の3つの段階で整理するのが適切だと考えた（表1）。

なお次節以降は、授業のてびき（教員用）、教員用てびきを「教員ガイドブック」、学生・教員共通の授業のてびきを「学生・教員共通ガイドブック」と記す。また目次比較は、2016年度（Ⅰ期）、2018年度（Ⅱ期）、2020年度（Ⅲ期）のもので分析している（表2 - 表5）。

4.2 教員ガイドブック構成の変遷

教員ガイドブック構成の変遷を表2に示す。Ⅰ期の教員ガイドブックは、授業開始前の前年度3月と授業開始後の5月に配布されている。3月に配布した暫定版は、同時に配布したワークシートに記入をしながら、教員に本科目の全体イメージをつかんでもらい、授業準備を進めてもらうことを意図している。また授業開始から1か月は、学生・教員が体育館に集まり、全体運営チームが進める形でチームビルディングを行っている。各チームに分かれての活動が開始するタイミングで、各教員がワークシートに記入した、授業で工夫しようと考えている内容や学生との関わりで留意しようと思っている点を一覧にした補足版を配布している。また補足版では、暫定版の作成段階では詳細を詰め切れていなかった提出物の内容や提出時期等をはじめ、暫定版配布時の教員アンケートで要望が出た情報の追記がされている^⑥。

Ⅱ期では、学生・教員共通ガイドブックの目次に対応させて、教員がもつべき視点、介入ポイントが示されている。特に毎回の活動で教員が個々の学生を観察するポイントとして、観察メモや観察チェックシートの例示がされている。また相談窓口の章では教員の同僚性を促すため、報告会の評価のために編成される教員グループ（8人組）の活用についても触れられている。なおⅡ期では、ガイドブックのほかに評価プロセスと提出物（提出時期・提出場所）が記載された教員用提出早見表（A4ラミネート両面1枚）が配布されている。さらにⅢ期では、教員ガイドブックは配布されず、教員用提出早見表のみの配布に変更されている。これは教員も学生も本科目に徐々に慣れ、毎回ガイドブックを開く必要がなくなり、学生にゴール（提出期限や提出物）を示すだけで、ある程度、活動が進むようになったと感じていることの表れだと思われる。

表1 授業開始時の配布物

段階	Ⅰ期	Ⅱ期	Ⅲ期
年度	2016年度	2017-2018年度	2019-2020年度
配布物 (学生)	—	・授業のてびき（学生・教員共通）	・授業のてびき（学生・教員共通） ・Co ⁺ work クイックガイド（※2）
配布物 (教員)	・授業のてびき（教員用） （暫定版、補足版） ・授業準備ワークシート	・授業のてびき（学生・教員共通） ・教員用てびき ・教員用提出早見表（※1）	・授業のてびき（学生・教員共通） ・Co ⁺ work クイックガイド（※2） ・教員用提出早見表

※1：2018年度のみ配布，※2：2019年度のみ配布

4.3 学生・教員共通ガイドブック構成の変遷

学生・教員共通ガイドブック構成の変遷を、表3に示す。Ⅱ期の学生・教員共通ガイドブック（表3）とⅠ期の教員ガイドブック（表2）の目次を比較すると、Ⅱ期では1年間の学習プロセスに沿った形で構成されていることが分かる。また個人目標設定とふり返りに関する章が削除され、章の一部（節）に位置付けられている。グループワークの技法も、プロセスごとでよ

く使われる技法を各章で紹介する形になっている。

Ⅲ期では大幅に構成が変更され、①シラバスの詳細および活動の諸注意、②個人、チームでそれぞれ期の始め、毎週、期の終わりにすべきこと、③グループワークの技法の三部構成になっている。特に②については、Ⅱ期で各章に個人で行うこととチームとして行うことが混在していたものを集約され、学生たちだけでも活動計画を立てやすくなったと思われる。

表2 教員ガイドブックの変遷（節レベルの比較）

I 期（2016 年度）	II 期（2018 年度）	III 期（2020 年度）
授業のてびき（暫定版）（2016 年 3 月配布）	教員用てびき	教員用提出早見表
本ガイドの使い方 1.はじめに 2.本科目における教員の役割 3.本科目の概要、学習到達目標と評価 3.1 シラバスの概要 3.2 実施場所 3.3 学習到達目標を理解する 3.4 評価方法を確認する 3.5 出欠確認・成績入力の仕方 3.6 活動時の学生を観察する 4.各回の構成 全体スケジュール（1年間の流れ） 5.学生が主体的に動くための仕組みをつくる 5.1 相互理解、人間関係づくり 5.2 話し合いの技法（1）（発想法） 5.3 話し合いの技法（2）（意見の収束～合意形成） 5.4 メンバーの役割分担 5.5 授業外学習（宿題）について 6.グループウェア活用のススメ 7.活動テーマを決定する 7.1 テーマ決定のための3つの方法 7.2 テーマ決定の際の注意点 7.3 テーマ例 8.ふり返りの進め方と個人の目標設定 8.1 ふり返りとは 8.2 個人の目標設定の立て方 9.授業開始に向けて 授業準備のためのワークシートを完成させる 10. Q & A 集 11. 相談窓口および運営体制 付録 (1)ふり返しシート/(2)Co+work 活動計画書 (3)自己評価シート/(4)相互評価シート	はじめに 1.1年間の流れ 2.教員の役割 3.科目概要、学習到達目標と評価方法 3.4 評価方法を確認する 3.5 各種提出物期限 4.チーム活動を進めるための基礎知識 4.6 学外の方と関わる時のマナーと注意点 7.チーム活動の進め方 7.2 活動計画書 7.7 授業外活動 8.報告会 8.3 振り返り会の進め方 9.相談窓口 10.各種申請	取扱い書類と評価プロセス 提出書類早見表
授業のてびき（補足版）（2016 年 5 月配布）	教員用提出早見表	
1.全体スケジュール（ブロック毎のポイントと提出物確認） 2.活動計画書の書き方 3.チーム作り・話し合いの技法 3-1 相互理解、信頼関係構築のための例 3-2 話し合いの技法（1）（発想法） 3-3 話し合いの技法（2）（意見の収束～合意形成） 3-4 その他手法・参考文献 4.活動テーマの決定に向けてのアドバイス 4-1 テーマ例 4-2 学生がテーマを出せない場合の対応 5.教員の関与と学生の観察の仕方 5-1 活動時の教員の関わり方 5-2 活動時の学生を観察する	各教員が記入したワークシート 結果を補足版で共有	

表3 学生・教員共通ガイドブックの変遷（節レベルの比較）

Ⅱ期（2018年度）	Ⅲ期（2020年度）
まえがき	Co+work ガイド編
はじめに	はじめに
1.1 年間の流れ	科目としての Co+work（詳細なシラバス） Co+work のめざすもの／Co+work の位置づけ <u>[Co+work における教員の役割]<<<重要!!!!</u> 評価／テーマ設定の要件／出席・提出物の要件 1年間の活動と提出物の提出期限
2.教員の役割	プロジェクト活動としての Co+work（活動の諸注意） 1年間の活動と活動へのアドバイス 授業時間外に活動をしたいときは 学外で活動をしたいときは <u>[Co+work アドバイザーの役割]</u> メールを送りたいときは／備品を借りたいときは／ 実習工場・情報センターを使いたいときは／ 製作物の保管場所を確保したいときは 火を使いたいときは／食べ物などを扱いたいときは 物を買いたいときは<<<重要!!! 事故や怪我が起こったときは／活動が報道されたときは 成果物を残したいときは
3.科目概要、学習到達目標と評価方法	連絡・相談窓口一覧
3.1 本科目の位置づけ	Co+work で成長編
3.2 シラバスの概要	個人：「目標を決める」〔期の始め〕
3.3 学習到達目標を理解する	STEP 1：学習到達目標を確認する
3.4 評価方法を確認する	STEP 2：ルーブリックの「行動レベル」を確認する
3.5 各種提出物期限	STEP 3：ルーブリックの「目標」を確認する
4.チーム活動を進めるための基礎知識	STEP 4：ルーブリックを確認する
4.1 個人目標の立て方と各回の活動の振り返り	STEP 5：「自己評価シート」に記入する
4.2 タイムマネジメント	STEP 6：担当教員に提出する
4.3 傾聴とアサーティブ	<u>[重点項目を選ぶ]</u>
4.4 情報収集の方法	個人：定期的に振り返る〔その1〕（毎週）
4.5 資料管理	ふりかえりの基本
4.6 学外の方と関わる時のマナーと注意点	STEP 1：ふりかえりグラフへの記入
4.7 報・連・相の仕方	STEP 2：ふりかえりシートへの記入（活動の気分）
5.チームの人間関係づくり	STEP 3：ふりかえりシートへの記入（アクションプラン）
5.1 チームビルディング	STEP 4：いっぱいになったシートを保管する
5.2 リーダーシップ・フォロワーシップ	<u>[「個人目標」達成に近づくためのポイント～アクションプランへの記入～]</u>
6.チームの活動テーマの決め方	個人：定期的に振り返る〔その2〕（期の終わり）
6.1 「Co+work 共通のテーマ」を理解する	STEP 1：ルーブリックを手元に用意する
6.2 テーマ決定に向けてのプロセス	STEP 2：「自己評価シート」に記入する
6.3 話し合いを円滑にするポイント	STEP 3：「相互フィードバックシート」に記入する
7.チーム活動の進め方	STEP 4：教員との面談でふりかえる
7.1 年間活動計画を立てる／7.2 活動計画書	チーム：テーマを決め、計画を立てる
7.3 予算管理	STEP 1：テーマを決める
7.4 1回の活動計画	<u>[全員が納得できるテーマを設定しよう!]</u>
7.5 活動記録の記入／7.6 活動計画の見直し	STEP 2：年間活動計画を立てる
7.7 授業外活動	<u>[未経験の作業の時間見積もり]</u>
8.報告会	STEP 3：活動計画を書く
8.1 中間報告会／8.2 最終報告会	チーム：計画を立てて進める〔その1〕（毎回の進め方）
9.相談窓口	STEP 1：その日の活動の始めに
10.各種申請	<u>[作業項目のブレイクダウン]／[全員で作業を分担しよう!]</u>
10.1 施設占用／10.2 学外での活動	<u>[毎回、チームで計画を確認する時間を持とう!]</u>
10.3 火気使用／10.4 物品購入	STEP 2：その日の活動の終わりに
10.5 食品衛生／10.6 実習工場・情報センターの利用	<u>[終わりには毎回、集まろう!]</u> ／ <u>[記録を残そう!]</u>
10.7 備品貸し出し／10.8 事故・怪我／10.9 広報	チーム：計画を立てて進める〔その2〕（期の途中・期の終わり）
11.参考資料	STEP 1：活動計画を見直す
資料1：2016年度 Co+work 各チームの活動テーマ	<u>[トラブル発生! どうすれば・・・]</u>
資料2：話し合いの技法	STEP 2：実施報告を書く
資料3：計画の見直しに活用できる分析方法	グループワークの技法編
12.様式集	<u>「聴く・話す」技法／チームビルディングの技法／話し合いの技法</u> <u>情報収集・整理の技法／情報共有の技法／活動を見直す技法</u>
付録1 ふりかえりシート／付録2 活動計画書	Co+work 付録
付録3 自己評価シート／付録4 相互評価シート	付録1 ふりかえりシート／付録2 ふりかえりグラフ
付録5 収支報告書／付録6 MEMO	付録3 活動計画・実施報告書／付録4 自己評価シート
	付録5 相互フィードバックシート／付録6 ルーブリック

表4 IDの観点からみた本科目の授業設計の変遷

		I期(2016年度)	II期(2018年度)	III期(2020年度)
学習目標		・「自立」「協働」「創造」の能力を養成しながら、チームで計画した活動を進めることができる。 ・チームで行う活動に積極的に関与するだけでなく、チーム内での指導力(リーダーシップ)を発揮できる。 ・多様な環境の中で自立的に役割を果たし、メンバーと協働しながらチームワーク力を発揮して、<u>創造性が養われる学習活動を行うことができるように自分の専門以外の学習も積極的にを行い、複眼的視野を持つことができる。</u>	・自立：主体性や自己管理能力が身についている ・協働：他者を尊重しながらチームで作業ができる ・創造：情報を収集・整理して課題を発見し提案することができる	・自律：自己調整ができる ・協働：他者を尊重しながらチームで作業ができる ・創造：発見を促進し、新しい提案ができる
方 略	活動 テーマ	テーマ決定の注意点(推奨) ・学生たちが興味関心を持ち、自分の将来に役立つなどの内発的動機づけがされるもの ・学生たちにとって何らかのチャレンジになるもの ・自分たち以外の周りの人々や社会への貢献に繋がるもの	Co ⁺ work 共通のテーマ ・チームにとってチャレンジが含まれていること ・チーム以外の誰かを幸せにするテーマであること	テーマ設定の要件 ・チームにとってチャレンジが含まれていること ・社会とのかかわりを含むこと
	コミュニ ティ	・前期末・後期末のチーム内での他者評価 ・前期末・後期末報告会でのチーム間の相互評価	・前期中間地点でチーム間でのテーマ相互検討会 ・前期末・後期末のチーム内での相互評価 ・前期末・後期末報告会でのチーム間の相互評価	・前期中間地点でチーム間でのテーマ相互検討会 ・前期末・後期末のチーム内相互フィードバック ・前期末・後期末報告会でのチーム間の相互評価
	評価	(1)中間報告会および最終報告会(複数教員評価) 20% (2)成果に対する取り組み(チーム担当教員評価) 40% (3)自己・相互評価シートに基づく評価(学生評価) 40%	(1)個人評価(プロセス評価) 80% 自立(40%) + 協働(40%) + 創造(20%) (2)チーム評価(成果物・報告会) 20% 協働(50%) + 創造(50%) (2年、3-4年は評価基準が異なる)	(1)個人評価(プロセス評価) 80% 自律(40%) + 協働(40%) + 創造(20%) (2)チーム評価(成果物・報告会) 20% 協働(50%) + 創造(50%) (2年、3-4年は評価基準が異なる)
学 習 環 境	地域と の関係 ／活動 場所	外部協力者の活用意義、過去の地域での活動事例を紹介	Co ⁺ work アドバイザー 協働を希望する学外の方の情報集約、学外からの問合せ対応、学外活動の際の学生・教員からの相談	Co ⁺ work アドバイザー 協働を希望する学外の方の情報集約、学外からの問合せ対応、学外活動の際の学生・教員からの相談
構 造	構造化	×	△	○
	系列化	○	○	○

表5 ガイドで盛り込むべき項目の反映状況(項目は Charles M. Reigeluth, Yunjo An(2020)を参考に第一筆者が整理)

ガイドに盛り込むべき項目		I期(2016年度)	II期(2018年度)	III期(2020年度)
学 習 者 ガ イ ド	コース/ワークショップ/プロジェクトの説明	▲(教員用)	○	○
	学習者の目標および基準	▲(教員用)	○	○
	オンライン授業の操作方法	●(教員用)	○	○
	望ましい学習の順序	▲(教員用)	△	○
	授業時間、授業時間のうちユニット(モジュールやプロジェクト)に割り当てる時間	●(教員用)	○	○
	学習方法	▲(教員用)	○	○
	手順	●(教員用)	○	○
	学習資源やツールの入手先	●(教員用)	○	○
	自己評価のための評価基準やルーブリック	×	○	○
	サポート教材	●(教員用)	○	○
	メディア活用	●(教員用)	○	○
教 授 者 ガ イ ド	足場かけ	△	△	▲(学生・教員共通)
	自己主導学習の支援	△	△	▲(学生・教員共通)
	協同学習	○	○	▲(学生・教員共通)
	プロジェクト管理	△	●(学生・教員共通)	●(学生・教員共通)

※ ○—十分な記載がある △—記載はあるが不十分 ×—記載なし

※ 黒塗りの記号は、対象者に配布されていないまたは対象者向けの記述になっていないもの

4.4 IDの観点およびSLの原則・基準による分析

5年分のガイドブックに記載された情報をもとに、授業設計がどのように変化したかを表4で示す。分析項目は、IDの5つの視点⁹⁾のうち、学習者を除く4つの視点(学習目標、方略、学習環境、構造化)とした。また下位項目として、本科目の設計根拠としたサービス・ラーニング(以下、SL)の基準・原則の項目のうち、4つの視点に対応するものを配置した。

I期の学習目標では、「自分の専門分野以外の学習も積極的に行う」ことが明記されているが、II期以降、削除された。当該文言は2017年度までは学習目標に記載されているが、ガイドブックの情報だけでは、なぜ削除されたのかを確認することはできなかった。またII期とIII期では、「自立」が「自律」に変更され、学習目標の記述も「協働」以外の2つは変更されている。

活動テーマ設定については、I期で示された内発的動機づけ(興味関心、将来に役立つ)が、II期以降は削除されている。また関わる対象の幅(自分たち以外の周り、社会)は、年によって表記が揺れている。しかし地域との関係に関する記述は、I期では事例紹介に留まっていたものが、II期以降、学外との協働を支援するアドバイザーが配置されたことで、学外での活動がより推奨されていることが読み取れ、そして、そのための支援体制も整備されつつあるものと推察する。

II期からルーブリックが導入され、評価の効率化が行われた(表5)。表4の評価割合の変遷からも、個人評価とグループ評価、成果物評価とプロセス評価の軸で改善が進められていることがわかる。

また、I期の時点で系列化はされていたと思われるが、構造化は毎年のガイドブック改修、授業改善を通じ、5年間という時間をかけ、徐々に整ったと考える。

4.5 学習者中心の学びのガイドとしての評価

学習者中心の学びのガイドに盛り込むべき内容が、本科目のガイドブックにどの程度反映されているかを示したのが表5である。

I期では、教員ガイドブックのみ配布のため、学習者ガイドの項目は、教員ガイドブックの内容で判断した。プロジェクトの説明、学習目標、評価方法等の記載はあるが、ガイドとして機能できる内容と言えるかは疑問が残る。特に自己主導型学習では欠かせないル

ーブリックは、この段階では用意されていない。II期では、学習者、教授者ともに盛り込むべき内容が増えている。特に、プロジェクト管理に関する記述は学習の系列化にも良い影響を与えている。III期では、学習者ガイドについては、ほぼ必要事項が盛り込まれたと言える。教授者ガイドの項目については、学生・教員共通のガイドブックで学生・教員の双方に注意喚起を促したり、アドバイスが行われている項目(表3:III期の下線部)はあるものの、II期の内容を踏襲しているものが多いため、特に足場かけの仕方や自己主導学習の支援は、教員向けのガイドが必要と考える。

5. 考察

本科目の授業設計、ガイドブックともに5年間という時間をかけて精緻化が進んだ。特に学習目標と評価基準が明確化し、1年間という授業期間でどのタイミングでどんなアクションをすべきか、1回の授業の流れも、ガイドブックのなかで整理、可視化された。また学習者中心の学びを支援する基盤(協同学習、コミュニティ、地域との関係)も整備されてきている。

一方、教員ガイドブックが廃止されたことで、本科目における教員の役割や位置づけが曖昧になってきている。教員の役割は学生の活動を見守ることであり、口出しをしてはいけないといった誤解が、一部の教員に生じている要因になっていると思われる。また本科目の導入経緯を知らない、新任教員へのサポートが手薄になっていることが予想される。評価という、教員が担うべき役割の最低限の情報提供は担保されているものの、学習者中心の学びにおけるファシリテーターとしての役割を、新任教員に伝えられていない可能性が高い。また教員8人組(4.2節)の活用も、教員ガイドブック廃止とともに形骸化していると思われる。

学生は2・4年生の3年間、教員は毎年度、本科目のガイドブックが配布されている。ガイドブックを読んだポイントをマークしたり、授業中のメモを、次年度の授業で活用できない状況になっている。これまで毎年のガイドブック改修が果たしてきた役割(2.2節)をどこで担うかも含め、学習者、教員のニーズに合わせたガイドブックが果たす役割を再考する時期に来ていると考える。

6. 今後の改善の方向性

今後の改善の方向性として、以下3点を挙げる。まず、本科目での学びを通して、学生にどのようなスキルを獲得し、どんな能力を高めてほしいかを、改めて学校全体で議論し、言語化を図ることである。過去5年間の授業設計の変化の分析(4.4節)から、学習目標が開講時点の内容とは少しずつ変化していることがわかった。しかし、学習目標が変化するなかで、方略および学習環境の改善の方向性が、学習目標の到達に向かうためのものとなっているかは、検証の余地がある。

次に、初めて本科目に参加する学生(2年生)、新任教員へのガイドの必要性和サポート体制の構築である。これまで、全体運営チームが授業開始前に対象者向けガイダンスの設定や、新任教員のチームと全体運営を経験した教員のチームを、同じ活動場所に配置するといった工夫がされている。しかし全体運営チームの特性上、明文化されないものは引継がれない可能性が高く、シラバスの学習計画等で盛り込むべきと考える。

最後に、ガイドブックが果たす役割の見直しと対象者のニーズ分析である。これまで、対象者(学生・教員)のガイドブックの活用実態や要望の十分な把握は行われていなかった。ガイドブックで何を示すべきで、対象者にどう活用してほしいかの検討が必要である。これら3点を総合的に勘案し、授業開始時に学生、教員へ配布すべき内容を再考する必要があると考える。

7. まとめ

本研究では、学年学科横断型PBL授業における、過去5年間の本科目のガイドブック構成の変遷および教授設計学の観点による内容分析から、今後の継続的实施に向けた改善の方向性を検討した。

ガイドブック改修の過程が3つのステージに分かれており、導入時には入れられなかった学外活動の支援体制やルーブリック評価が整備されたことを確認した。当初、教員対象として作成されたガイドブックが、5年という時間をかけ、学生が自ら学ぶためのガイドブックに発展できたことは大きな成果といえよう。引き続き、全体運営チーム主導のもと、組織的な授業改善、学習者中心の学びを促すガイドブック改修の検討を進めていくことができればと考えている。

謝辞

本研究の実施にあたり、全体運営を担当するアクティブラーニングセンターの皆さまには、過去のガイドブックに関する情報提供等、多大なご協力をいただいた。また本研究の一部は、三菱みらい育成財団(2020-2022年度)およびJSPS科学研究費補助金基盤研究(C)(課題番号:22K02830)の助成を受けた。

参考文献

- (1) 吉川祐樹, 川勝望, 林和彦, 外谷昭洋, 山岡俊一, 光井周平, 蒲地祐子, 上寺哲也, 高路地修平, 喜多下悠貴: “全学科全学年に横断したPBL教育インキュベーションワーク初年度の成果”, 工学教育, 66巻, 6号, pp.74-81 (2018)
- (2) 大貫洋介, 江崎尚和, 下古谷博司, 平井信充, 川合洋平: “鈴鹿高専における学科横断型PBL授業の導入”, 工学教育, 67巻, 6号, pp.90-96 (2019)
- (3) 大塚友彦, 多羅尾進, 永井翠, 佐藤和正: “必修科目とした社会実装型PBLの初年度の実践とその教育的効果”, 工学教育, 69巻, 4号, pp.52-58 (2021)
- (4) 渡邊洋子, 藤本眞一, 柴原真知子, 大滝純司: “医学生のための自己主導型学習 医学部入試と初年次教育を架橋するために”, Journal of Nara Medical Association, 69巻, 1号, pp.27-42 (2018)
- (5) Charles M. Reigeluth, Yunjo An: “Merging the Instructional Design Process with Learner-Centered Theory: The Holistic 4D Model”, Routledge (2020)
- (6) 石田百合子, 石田祐, 梶村好宏, 松葉龍一, 根本淳子, 鈴木克明: “サービラーニングの原則・基準を活用したPBL科目の授業設計・運営準備ガイドおよびワークシートの開発”, 教育システム情報学会誌 Vol 34, No.2 pp.196-201 (2017)
- (7) 中央教育審議会: “新たな未来を築くための大学教育の質的転換に向けて～生涯学び続け、主体的に考える力を育成する大学へ～(答申)”, 文部科学省 (2012)
- (8) 石田百合子, 竹岡篤永, 梶村好宏, 松葉龍一: “プロジェクト型学習実践のための教員共同体形成の試み・教員意見交換会の分析”, 教育システム情報学会 2017年度 第5回研究会研究報告, pp. 61-68 (2018)
- (9) 鈴木克明: “インストラクショナルデザインの基礎とは何か: 科学的な教え方へのお誘い”, 『消防研修』(特集: 教育・研修技法), 第84号, pp.52-68 (2008)

プロジェクト型学習円滑化支援を目的とした ロールプレイ教材開発の試み

白澤 秀剛^{*1}

^{*1} 東海大学

A trial study on role-playing educational materials to train students to successfully carry out project-based learning

Hidetaka Shirasawa^{*1}

^{*1} Tokai University

プロジェクト型学習はアクティブラーニングの手法の1つとして多くの実践例が報告されている。さまざまな良い学習効果がある一方で、グループ編成やコミュニケーション能力によって学習効果に差が生まれたり、最終成果に差が生まれたりなどの問題点についても多くの報告がなされている。プロジェクト型学習のカリキュラムでは自己紹介などのアイスブレイク的な授業回はあるが、プロジェクト実施のためのスキルを学ぶ訓練やメンバー内のコミュニケーションを学ぶような内容を含んだ授業については授業時間数の関係もあり実施が難しいと予想される。そこで、60分程度でプロジェクトにおける目標設定、作業分担、不安の発生、不安解消のためのピアサポートを体験することを目的としたロールプレイ教材を開発した。予備実験の結果、ピアサポートに対する自己認識が変化することや、訓練の効果が期待できそうとの体感が得られることがわかった。

キーワード: プロジェクト型学習, アクティブラーニング, ピアサポート

1. はじめに

プロジェクト型学習はアクティブラーニングの1つの教育手法として、授業での実践例が学会などにおいても多数報告されている⁽¹⁾。略称としての「PBL」が一般に使用されるが、PBLにはProject Based Learning（「プロジェクト型学習」または「課題解決型学習」とも呼ばれる）とProblem Based Learning（「問題解決型学習」とも呼ばれる）の2つが含まれる。本論文ではProject Based Learningについてのみを対象としており、誤解を避けるため以下「プロジェクト型学習」を使用する⁽²⁾。

プロジェクト型学習は実世界での様々な問題点をテーマとして複数人のグループで協働学習を行い、基礎知識を実践で活かす方法を習得したり、問題解決のた

めの手順や能力を習得したりすることを目的としている。多くの成果が報告されている一方で、共通するいくつかの問題点が指摘されている。問題点の中で今回着目したのはグループ編成の問題点とコミュニケーションの問題点の2つである。グループ編成では、履修者名簿を使い機械的に割り振ると「打ち解けられるチーム」とそうでないチームができてしまい、学生自身に再編成を許可すると「仲良しチーム」とそうでないチームとの間に取り組み姿勢に格差が生じたとの報告がされている⁽²⁾。グループ内に能力の高い学生がいるかどうかで学習効果に差があるとの報告⁽³⁾がなされていたり、グループ作業にただ乗りするいわゆるフリーライダーの抑制を試みていたりする報告⁽⁴⁾もある。学生の能力や性格を定量的に分析してグループを

自動編成するシステムの開発を目指す研究も行われているがまだ研究途上である⁽⁵⁾。このグループ編成と密接な関わりがあるのがコミュニケーションの問題点である。メンバー同士のコミュニケーション頻度が高いほど最終評価が高くなる⁽⁶⁾との報告があり、コミュニケーション頻度によって学習効果に差が生じることを示唆している。また、学習後のレポートやアンケートの回答としてコミュニケーション力の向上が散見される⁽²⁾との報告がある。

プロジェクト学習の目的の1つとしてグループでの作業を円滑にする能力の向上、すなわちグループ内でのコミュニケーションスキル向上が含まれているとはいえ、プロジェクト型学習開始時点でプロジェクト進行に最低限必要なコミュニケーション力に満たないため、メンバー内でのコミュニケーションを円滑に行うのが難しい状況になっているという懸念がある。加えて、自閉スペクトラム症（以下 ASD）傾向を持つ学生の割合が 9.8%との報告⁽⁷⁾があり、普通に話しているつもりでも相手を怒らせてしまったり、相手の気持ちが分からなかったりするためにメンバー同志のコミュニケーションが円滑に行いにくいグループが発生する懸念がある。インクルーシブ教育の観点からもこれらの学生も円滑にプロジェクト型学習を行えるような授業設計をすることが必要と考える。

筆者の担当授業でもプロジェクト型学習を導入している科目があるが、近年の傾向として、授業のディスカッションには参加するが分担した作業を実施しない学生や、担当作業が発生すると次回以降授業に出席しなくなりグループ全体の作業に支障が出る例が多数見受けられる。また、筆者は学生プロジェクトのアドバイザを行なっているが、メンバー同士のコミュニケーションがうまくいかないとの相談や、作業の担当を引き受けた学生が突然プロジェクトに出席しなくなり連絡が一切つかなくなってリーダーが教員に相談に来るケースが頻発している。

プロジェクト型学習のカリキュラムを調べてみると、グループ内の自己紹介やアイスブレイクなどを行なっているものは見られるが、プロジェクトの進め方を学習してからプロジェクト型学習を進めるといったもの

がほとんど見られない。PMBOK や P2M で採用されているフレームワークを部分的に使用している報告も見られるが⁽⁸⁾、まだ少数である。これは、プロジェクトマネジメントの技術を教えるには授業時間が不足することや、1つの授業内で練習用のプロジェクトを体験させた上で、本来の課題のプロジェクトを実施することが授業時間数的に困難であることが原因といえる。つまり、学生はいきなり本題のプロジェクトに放り込まれた状態となってしまうため、メンバーが知り合いかどうかやメンバーが元々備えているコミュニケーションスキルにプロジェクト学習の成果が左右されてしまうと仮説を立てた。この問題を解決するには、自己紹介やアイスブレイクで使用される1コマないし2コマを使用して、プロジェクトの開始から終了までをメンバーで体験して、メンバー同士のコミュニケーションを活性化してから本題のプロジェクトに臨めるような教材を開発する必要がある。そこで、宇宙開発人材のプロジェクト訓練の導入用に開発したロールプレイ教材を一般学生に対して実施する実験を行った。その上で、宇宙開発人材用ロールプレイ教材のシステムをそのままに、宇宙開発のような専門性がなくても理解できるような一般学生向けのロールプレイ教材を新たに開発した。本研究では、宇宙開発人材向けのロールプレイ教材が一般学生でも効果があるのかを測定した実験結果及び、新規に開発した一般学生向けロールプレイ教材の予備実験結果について報告する。

2. ロールプレイ教材

2.1 宇宙開発人材向けロールプレイ教材

初めて宇宙開発に参加する学生や大学院生、社会人を対象として、プロジェクト中に発生する作業分担、不安の発生、疲労による効率低下、スケジュール管理、不安を解消するためのピアサポートの実施などを体験するカードゲーム形式のロールプレイ教材「Project Luna」を開発している⁽⁹⁾。基本的なシステムは後述の一般学生向けロールプレイ教材と同様で、内容が宇宙開発に特化したものとなっている点だけが異なる。

2.2 一般学生向けロールプレイ教材

プロジェクトの開始から終了までを 60 分程度で体験し、その中で目標設定、作業分担、不安の発生、不安解消のためのピアサポートを体験することを目的として開発した。基本システムは「Project Luna」と同一だが、専門知識が不要かつ学習から少し離れてアイスブレイク的な要素が入るようにするためと、授業という概念から離れてカジュアルな発言を促すことを意図して、今どきの学生に馴染みが深いファンタジーを舞台とした設定とし、教材名を「Project 勇者」と名付けた。

2.2.1 教材の基本システム

教材の基本システムはカードゲームで「デッキ構築型」と呼ばれるシステムを採用した。これは、自分の行動を示すカードが山札（デッキと呼ぶ）の形で渡され、自分の手番においてデッキから 4 枚を引き、そこで出た行動を実行できるというものである。行動カードの例は図 1 に示す。学生は何種類かのキャラクターから自分の気に入ったものを選択し、そのキャラクターに対応したデッキを受けとる。

攻撃用のカード		サポート用のカード	
			
ウインドスラッシュ	アイスニードル	セルフサポート	ピアサポート
物理攻撃 1	魔法攻撃 1	自己肯定 1 自分の不安を 1 個 取り除くことができる	他者支援 1 仲間の不安を 1 個 取り除くことができる

図 1 行動カードの例

最終目的は最後の敵（ボスと呼ぶ）を倒すことで、そのために幾つかの作業（クエストと呼ぶ）を行って、ボスを倒すための武器（アーティファクトと呼ぶ）を手に入れるということを行う。クエストとアーティファクトはカードの表裏となっていて、必要なアーティファクトを手に入れるには対応したクエストをこなさねばならない。ボス、クエスト、アーティファクトの例を図 2 に示す。

ボスのカード		表面(左)と裏面(右)	
BOSS ファイアドラゴン		QUEST 呪われた神殿  ヒュドラが うごめく神殿	ARTIFACT 聖剣 
物理耐性 10 魔法耐性 6 難易度: 4		物理耐性 30 魔法耐性 20	物理攻撃 3 魔法攻撃 0

図 2 ボス、クエスト、アーティファクトの例

単なるゲームのように見えるが、実際には、ボスの強さを把握して必要なアーティファクトを選択し、そのアーティファクトを手に入れるためのクエストを見て必要な能力を判断してキャラクターを選ぶ必要がある。プロジェクト型学習において、目的達成に必要な情報や作業を把握して自分達がそれらの情報や作業を行わなければいけないということと対応させている。

2.2.2 不安カード

本教材の一番の特徴は不安カードである。不安カードの例を図 3 に、内容を表 1 に示す。不安カードの内容はプロジェクト型学習時に発生しそうな内容 7 種類をファンタジー場面に置き換えた表現にして作成した。不安カードは自分の手番の行動が終了した際に 1 枚引く。この不安カードにはプロジェクト中に発生しがちな不安を記載している。この不安カードがデッキに加わると、行動カードを引く頻度が減少するため 1 手番でのパフォーマンスが低下する。この不安カードを解消するには、セルフサポートカードまたはピアサポートカードを使わなければならない。通常のゲームであれば、セルフサポートカードまたはピアサポートカードを使うと宣言するだけで不安が解消されるが、本教材では、自分自身または当該不安を抱えている人に実際に不安を解消するような声かけを実際に発言することを求めている。その声かけで不安が解消されるかどうかをメンバー全員で判定して、皆が解消されると判断した場合に不安カードをデッキから除去できる。もし声かけの内容が不十分と感じるメンバーがいたら、理由を説明して言い直しを要求することとしている。この仕組みによって、プロジェクト中に発生する不安にどのようなものがあるのかを体験するとともに、そ

のような不安が発生した場合にどんな声かけが有効なのかを学ぶことができる。不安や悩みを想像して対処法のアイディアを出し合うという仕組みは、発達障害専門プログラムワークブック⁽¹⁰⁾にも記載されている方法であり、単なるプロジェクト型学習の支援のみならず、ASD 傾向のある学生に対する支援としても機能することが期待される。



図 3 不安カードの例

表 1 不安カードの内容一覧

不安の種類	カードの内容
完遂(内容)の不安	本当にボスの復活を阻止できるのだろうか
完遂(期間)の不安	ボス復活までに間に合わないかも
能力の不安(自身)	自分がパーティーにいていいのだろうか
能力の不安(人数)	パーティーの人数が不足しているかも
能力の不安(全体の能力)	パーティーの能力が不足しているかも
継続の不安	このクエストをやめたい
継続の不安	もうパーティーを抜きたい

3. 実験結果

3.1 「Project Luna」の一般学生適用実験

公募によって集まった大学生 4 名で「Project Luna」を実施した。4 名とも宇宙開発の経験はなく、1 名はプロジェクト経験が 2、3 回あるが、残りの 3 名はプロジェクト活動が未経験であった。ゲームの説明を経て、自分達でプレイしてもらったが、問題なくプレイすることができた。

1 回のプレイの前後にセルフサポートやピアサポートに関する自己効力感の程度を調査するアンケート調査を行った。結果を表 2 に示す。プロジェクト経験のあるメンバーは前後の変化がほとんどなかったのに対

して、プロジェクト経験のないメンバーはプレイ後の評価が低下している様子が見られる。これは、できるという自己認識に対して、実際に行動してみると難しかったため、自己認識が現実に合わせて修正されたと解釈できる。セルフサポートやピアサポートに対してプロジェクト経験のない学生は、実際の自身の能力よりも高く予想している可能性を示唆する結果といえる。

表 2 事前事後アンケートの比較

項目	前後	そう 思わない	あまり そう 思わない	やや そう 思う	そう 思う
自分が不安を感じた場合に自分で不安を解消することができる	前		①③ ④	②	
	後	①② ③	④		
不安を感じていそうなプロジェクトメンバーに適切なアドバイスができる	前		②③	④	①
	後	①② ③	④		
やる気が低下していそうなプロジェクトメンバーに適切なアドバイスができる	前		①② ③④		
	後	①② ③	④		
プロジェクトをやめそうなプロジェクトメンバーに適切なアドバイスができる	前		①③ ④	②	
	後	①② ③	④		

※①～④は被験者番号、④はプロジェクト経験者

3.2 「Project 勇者」予備実験

公募によって集まった大学生 3 名で「Project 勇者」を実施した。この 3 名のメンバーはいずれも「Project Luna」の開発途中でのテストプレイに協力してくれたメンバーのため、「Project Luna」は体験済みである。また、3 名ともプロジェクト型学習を経験したことがあるとの回答であった。このメンバーで「Project 勇者」を 5 回プレイしてもらった。5 回のプレイのいずれもプレイ時間は 60 分以内で完了し、サポート発言はサポート行動がない特殊なキャラクターを除き、1 プレイあたり最低でも 2 回、最高で 9 回であった。

プレイ後の感想をヒアリングした結果を表3に示す。宇宙開発の経験がない学生にとっては「Project 勇者」の方が馴染みやすく、発言もしやすいとの感想が出た。また3名ともに「Project 勇者」の方が楽しい／面白いとの感想であった。プロジェクト型学習前にプレイすることの効果に関しても効果があると思うとの感想が得られた。

表3 実施後のヒアリング結果

「Project Luna」より「Project 勇者」の方が楽しい、面白い
「Project Luna」は現実世界と同様に真面目にやらないといけないという気持ちが強くなるのに対して、「Project 勇者」はゲーム感覚で発言できる
「Project 勇者」の方が状況設定がわかりやすい
「Project Luna」だと「プロジェクトを辞めたい」に対して何と声がけすれば良いかが宇宙開発経験がないのでわからないが、「Project 勇者」だと声がけしやすい
「Project 勇者」の方がボス戦に対する緊張感が高く、途中の行動を考える頑張りが違う（高くなる）
アニメや漫画のセリフを持ってきて発言するということができるので、発言しやすい
ファンタジー世界だと上下関係がないという印象なので、誰とプレイしても友達感覚で発言ができるように感じる
学生プロジェクトの場合、「Project Luna」での発言のような職場的なピアサポートの言葉は効果がないように思う
プロジェクト実施後にコミュニケーション能力が上がったと（アンケートで）言っているのは、単にメンバーと仲良くなっただけのように感じる
（学生プロジェクトで）不安を口に出してくれれば助けたいと思うが、多くの学生が不安を口にしてくれないので助けようがない
このゲームで早く仲良くなったらプロジェクトが円滑になるかも

※カッコ内は著者追記

3.3 倫理承認

本実験は、東海大学「人を対象とする研究」に関する倫理委員会の承認を受けて実施したものである。

4. まとめと今後

不安を可視化してセルフサポート／ピアサポート発言をさせるというロールプレイ教材は、学生に対して一定の効果が出る可能性を示唆する結果を得た。また、経験したことのない宇宙開発テーマのものよりも、比較的イメージがしやすいファンタジーテーマのものの方が、発言がしやすいとの感想が得られた。これらのことから、「Project 勇者」をプロジェクト型学習の冒頭にアイスブレイク的に利用することで、プロジェクト型学習の円滑化を支援できる可能性が示唆された。ただし、今回の予備実験は「カードゲームを用いたロールプレイ教材による実験」との説明をした上で公募したため、被験者がカードゲーム好きであったり、ファンタジー世界に馴染みがあったりするというバイアスが入っている可能性がある。

今回の結果を受けて、公募による被験者を増やすとともに実験回数を増やして効果を見る試験に移行する予定である。また、正課の授業への導入は、見た目が単なるゲームのように見えることから抵抗を感じる教員がいるかもしれないが、学生プロジェクトへの導入は比較的抵抗感が少ないと予想される。効果測定試験と並行して、学生プロジェクトでの実証試験も検討したい。

教材のシステム的にはアプリ化することが可能であることから、効果測定試験、実証試験で成果が見られれば、アプリ化を視野に入れて研究を進める予定である。

謝辞

宇宙開発人材向けロールプレイ教材「Project Luna」の開発は、株式会社 Yspace、株式会社ホロスエンターテインメント、東海大学の3社共同研究で開発しているものです。「Project Luna」を学生に転用した実験、及び「Project 勇者」の開発アドバイスに関して、

Yspace 岩崎祥大氏, ホロスエンターテインメント 鮫島伸一氏に感謝申し上げます.

参 考 文 献

- (1) 渡邊辰郎: “高等専門学校の PBL 教育の現状と問題点”, 日本機械学会 2016 年度年次大会講演論文集, No.16-1, (2016)
- (2) 山口泰史: “大学教育における PBL の実践と地域課題解決への貢献”, 産学連携学, Vol. 16, No. 2, pp.1-10 (2020)
- (3) 二宮省悟, 今井基次, 濱田輝一, 永崎孝之: “PBL の教育効果 PBL 実施前後の試験結果とアンケート調査によるグルーピングの分析”, 理学療法学 Supplement, Vol. 34 Suppl., No. 2 (2007)
- (4) 吉川幸: “共通教育における地域連携型 PBL 科目の授業設計に関する考察”, 日本教育工学会研究報告集, 2022 巻, 3 号, pp.136-141 (2022)
- (5) 内山健斗, 高笠綾華, 水谷 晃三, 荒井 正之: “PBL におけるメンバの役割を考慮したグループ自動編成方法の研究”, 第 78 回全国大会講演論文集, pp.927-928 (2016)
- (6) 見館好隆: “課題解決型学習の成果とその要因”, ビジネス実務論集, No.39, pp.33-40 (2021)
- (7) 前田由貴子, 金山裕望, 佐藤寛: “大学生における自閉スペクトラム症傾向の実態調査”, 関西大学心理学研究, 第 8 号, pp.23-29 (2017)
- (8) 玉木欽也, 新目真紀, 鄭周華: “P2M を適用したプロジェクト型学習とアクティブラーニングを融合したオンライン・グループワーク演習方法の実証と今後の研究課題”, 国際 P2M 学会研究発表大会予稿集, 春季, pp.96-115 (2021)
- (9) 岩崎祥大, 白澤秀剛: “宇宙開発プロジェクトにおけるコミュニケーション改善を目的としたエデュテインメント教材開発”, 宇宙科学技術連合講演会講演集 (2022)
- (10) 昭和大学発達医療研究所: “発達障害専門プログラムワークブック 1”, 昭和大学発達障害医療研究所/昭和大学附属烏山病院, 東京 (2015)

ビデオ教材の活用を目的とした再編集ツールの開発

土永 航太郎^{*1}, 佐々木 整^{*1}

^{*1} 拓殖大学工学部

Development of a Video Re-editing Tool for On-demand Learning Materials

Kotaro Tsuchinaga^{*1}, Hitoshi Sasaki^{*1}

^{*1} Faculty of Engineering, Takushoku University

今や、オンデマンド講義は、学生に限らず身近なものになっている。私たちはこのオンデマンド講義で使用されている講義動画を活用することは重要なことと考えており、講義動画を再編集するツールの開発に取り組んだ。このツールは、講義動画の内容を変更したり削除することなく、講義動画の再生時間を学習者の希望に添うよう可能な限り短縮したり、感情認識 AI を活用して講義動画で重要な箇所と思われる部分を抜き出してダイジェスト動画を作成するものである。実際にオンデマンド講義で使用された複数の動画で試したところ、動画再生時間を約 30% 短縮することができた。また、教授者が特に重要と考える講義箇所の自動検出の実現に向けた調査を行った。

キーワード: 動画の再編集, オンデマンド教材, 学習教材, 文字起こし, 感情認識

1. はじめに

新型コロナウイルス感染症のパンデミックは、私たちの生活を劇的に変えた。変化した物の 1 つに、各種教育機関でのオンデマンド講義の増加が挙げられる。オンデマンド講義は、いつでも、どこでも、何度でも受講できるという大きなメリットがある。しかし、ネットワーク環境や動画を再生するための PC などの機器が必要なことから、かつては否定的な意見も多く見られ日本ではあまり普及はしていなかった。現在では、オンデマンド講義の環境が整備され、広く利用されているため、新型コロナウイルス感染症のパンデミックが終息した後も、オンデマンド講義による指導が引き続き使用されていくと考えられる。

本研究では、オンデマンド講義で使用されている動画をさらに有効活用することを目的として、動画を再カットおよび再編集⁽¹⁾するためのツールの開発を行っ

ている。

2. オンデマンド教材作成・利用の問題点

オンデマンド講義では、対面での講義時とは異なる問題点がある。

教授者は、講義動画を録画するが、録画時間が予定の時間を超過していないかを見返す必要がある。超過していた場合には、教授者自らが講義動画の編集を行い、時間内に収まるようにしなければならない。そのためには、講義動画を見返して削除可能な部分を見つけていくことが必要であるが、一般にはこの作業は決して容易なことではない。そのため、教授者の本来の目的である教育とは別の時間に多く費やすことになる。

一方で、学習者は、無音の時間が続いている場合や「あー」や「えー」、「えっと」等の意味のないつなぎ言葉が多いと動画をスキップさせてしまい重要な部分

を見逃してしまうことがある。

3. 問題点解決するための二つの案

このオンデマンド教材の問題点を解決するために本研究では、「再生時間の短縮」と「動画のダイジェスト版の生成」の2つを目的に動画を再編集するためのツールを開発する。

3.1 無音時間に着目した再編集

講義の内容を欠落させずに、できるだけ学習者の希望する時間に近い動画に再編集するために、無音時間や「えー」、「あの」などの間投詞を削除する。また、発話の速度を測定することで、機材の操作をしながら説明をするなどして、比較的ゆっくりと話している部分があれば、その再生速度を部分的に上げることで、動画の再生時間を短縮している。

3.2 動画のダイジェスト版の生成

学習の振り返りや動画の中で特に注目すべき部分を抽出することを目的として、動画のダイジェスト版を自動的に作成する仕組みを開発している。授業ごとの動画の復習ではなく、中間試験や期末試験などに向けて、これまでの学習内容の復習を目的としたものである。

4. 動画再生時間の短縮に向けた取り組み

実際に動画時間を短縮するためには、発話する時にはどのような無音時間があるのかを調べる必要があるため調査した。その調査結果を考慮し実際に無音を削除した結果を述べる。

4.1 無音時間の調査と検出

講義中の無音時間すべてが無駄ではあるとはいき切れず、聞き取りやすさなどのために、必要な無音がある。そのため、どのくらいの無音を削除対象にするか検討が必要であると考えた。そこで、2021年のオンデ

マンド講義で実際に使用された4つの講義動画を対象に無音時間の調査を行った。

表1は、無音時間の割合を0.10秒間隔に分割した結果を示している。すべての講義動画で、0.21秒から0.30秒の無音時間が多い結果となった。しかし、教授者の癖が原因である可能性が考えられるため、テレビのニュース報道でも同様の調査を行った。その結果、0.21秒から0.30秒の間に無音部分が多いことがわかった。これらの結果から、0.30秒より長い無音部分を0.30秒残して、削除することにした。

4.2 無音時間の検出

なお、これらの無音時間を検出するために、Amazon Transcribe⁽²⁾を使用した。音声を自動的にテキストに変換することで、それを発話した開始時刻と終了時刻を得ることができる。この発話間の時間（ある発話の終わりと次の発話の開始時間との差）を使用して、無音時間の長さを測定している。

4.3 削除結果

講義動画の一部を削除するシステムをAmazon Web Servicesを利用して構築した。動画が縮小した割合と再構成の処理に必要な時間を表2に示す。概ね元の動画時間の10%の処理時間で、約30%動画時間を削減をすることができた。この処理時間は、本システムが想定する利用場面にとって十分実用的な値であるといえる。

一方、時間短縮された講義動画が実際に学習に使えるかどうかを判断する必要がある。学習者が加工後の講義動画を見て違和感を覚え、学習者の負担となつてはいけない。そこで、削除する無音時間の下限が異なる2種類の動画を用いて、15名の被験者を対象に違和感、不快感を感じるかの調査を行った。その結果、14名から0.20秒以上の無音を削除した動画に、言葉がつながって聞こえ不快に感じるという反応が確認できた。

表1 4つの講義動画の無音時間の割合

	～ 0.19s	0.20s ～ 0.29s	0.30s ～ 0.39s	0.40s ～ 0.49s	0.50s ～ 0.59s	0.60s ～
--	---------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------

動画 1	5%	26%	14%	16%	13%	24%
動画 2	5%	28%	16%	20%	17%	14%
動画 3	8%	32%	15%	14%	10%	21%
動画 4	7%	27%	19%	12%	10%	25%

表 2 処理結果

	元動画時間	編集後の 動画時間	割合	編集 処理時間
動画 1	55 分 17 秒	38 分 42 秒	70%	7 分
動画 2	28 分 29 秒	21 分 55 秒	77%	3 分
動画 3	41 分 01 秒	32 分 48 秒	80%	5 分
動画 4	50 分 42 秒	42 分 04 秒	83%	5 分

4.4 部分的な再生速度の変更の検討

無音時間の削除で、一定の時間削減効果は見られたが、それだけでは不十分な場合には、他に比べて発話速度が遅い部分の再生速度を上げ、全体の発話速度を一定にすることを検討している。アップロードされた動画の音声は、無音時間検出の段階で Amazon Transcribe によって文字に書き起こされているので、一定時間内にどの程度発話がなされているのかは容易に検出できる。これを他の部分の発話と比べ発話速度を求める。

5. 自動カットによる違和感の調査

本研究では、動画の編集を自動で機械的に行っているため動画と動画の結合部に違和感がないかの調査を行った。この調査は、計 15 名を対象に、「編集前の元の動画」と、「0.21 秒以上の無音時間をカットした動画」、「1.0 秒以上の無音時間をカットした動画」の 3 つを試聴していただき、元動画と比べ、良かった点と悪かった点、意見や感想などを調査した。

5.1 自動カットによる違和感の調査内容

まず、「0.21 秒以上の無音時間カット」と「1.0 秒以上の無音時間カット」の動画にした理由として、0.21 秒は聞き手の違和感を考慮せずに、とにかく無音をカ

ットして動画を短縮した場合として考えた。また、4.1 章の「無音時間の調査」を行った調査より、聞き手が聞く際に、0.61 秒以上の無音カットが、違和感なく聞くことができる基準であると考え、1.0 秒以上の無音カットをすればより違和感が残らないと考え、違和感が多い 0.21 秒以上の無音をカットした動画との比較に適していると考えたためである。「0.21 秒以上の無音時間をカットした動画」は編集後、元動画から 63% の動画時間に短縮されている。同様に、「1.0 秒以上の無音時間をカットした動画」は編集後、元動画から 73% の動画時間に短縮されている。

5.2 自動カットによる違和感の調査結果と考察

調査で得られた悪い点として、大きく 2 つの意見が得られた。まず、6 名から編集後の動画は映像がカクカクして見えることが挙げられた。この点に関しては、講義動画では、パワーポイントなどを扱うことが多いため、マウスカーソルが飛ぶ程度に抑えられるが、ニュース番組のような映像が多い動画ではカクカクした動画になり違和感が残る結果となった。そして 2 つ目の悪い点として、14 名から「0.21 秒以上の無音時間をカットした動画」では、言葉と言葉が繋がって聞こえることが多く、違和感を覚える箇所が多いという意見が挙げられた。

調査で得られた良い点として、元動画と比べスムーズに見ることができ、振り返る際や移動中での試聴に効果的であることが挙げられた。これは、オンデマンド講義の、場所や時間を問わず受講ができる特性を活かすことに繋がった。そして、「1.0 秒以上の無音時間をカットした動画」は言葉と言葉の繋ぎ部分の違和感も少なく、尚且つ元動画よりもスムーズに聞くことができるといった意見もあった。

得られた意見からの考察として、やはり聞き手が違和感なく聞くためには、必要な無音時間は存在すると

確認ができた。そして、必要な間が十分確保されていれば、本研究の機械的な自動カットも問題なく違和感を抱かず編集ができることがわかった。

6. ダイジェスト動画の生成

学習者は試験前など振り返る際に、105 分の講義動画、13 回分全てを見返すことは苦勞し、重要部分だけを見たい場合もどこが重要部分なのかがわからない現状がある。そこで、授業の重要部分を抽出し、一つの動画にまとめることで学習の手助けになると考え開発を行った。

6.1 動画の重要部分の検出方法の検討

教授者の声量が上がった箇所や発話速度が上がった箇所、映像がある場合には身振り手振りが大きい箇所など様々な変化をもとに重要部分として判断する方法が考えられるが、数値化が難しい感情の変化に注目した。感情認識技術によって得られた感情の動きに注目し、その感情の振れ幅がどれほど見られるのか、またその感情の振れ幅が大きい部分が教授者の強調したい授業の重要部分と判断することを試みた。

6.2 感情変化の調査

本研究で用いた感情認識 AI ⁽³⁾ は、「喜び」「好き」「悲しみ」「恐怖」「怒り」の 5 つの感情と、肯定・否定の判断が可能である。図 1 は、実際行った判定結果の一部である。判定の結果、5 つの感情のうち、「怒り」がより顕著な反応であることがわかった。ただし、システムの制約上、講義動画を短い時間に分割して判断する必要があるため、一つの説明を文脈に関係なく、時間で分割して処理している。



図 1：感情認識の例

今後は、「怒り」の感情が 1 回の講義でどのように変化するかを分析し、変化が開始し終了するセクションに重要な部分が含まれているかどうかを調査する必要がある。また、教授者の表情の変化も、講義の重要な部分を検出する手がかりになると考えている。そのために、Azure Face API ⁽⁴⁾ などの表情の感情認識 AI でどのような結果が得られるかを検討する予定である。

7. おわりに

本稿では、オンデマンド教材の動画再編集の取り組みについて報告した。無音時間など講義内容に影響のない部分を削除したり、動画の一部のみ再生速度を上げたりすることで、動画再生時間の短縮を行った。この機能の実現目指し、違和感を感じることは少ない無音時間の調査を行った。

さらに、教授者の感情を判定して講義の重要な部分を抜粋する試みについて報告した。講義動画の重要な部分を抜粋するための基本的な調査のみが完了している段階なので、今後は調査結果を踏まえ、ツールとしての完成を目指す。

参考文献

- (1) 今村 優太, AWS を駆使して動画に YouTuber 感をちよい足しするソリューションを作ってみる, https://aws.amazon.com/jp/builders-flash/202008/transcribe-youtuber/?awsf.filter-name=*all, (参照日 2021-9-20)
- (2) Amazon Web Service, AWS Transcribe, <https://aws.amazon.com/jp/transcribe/>, (参照日 2021-9-26)
- (3) 株式会社ユーザーローカル, User Local 音声感情認識 AI, <https://www.userlocal.jp>, (参照日 2022-5-20)
- (4) Microsoft, Computer Vision 画像やビデオのコンテンツを分析する AI サービス, <https://azure.microsoft.com/ja-jp/products/cognitive-services/computer-vision/#overview>, (参照日 2022-11-13)

発言の仕分けに着目したファシリテーションの 学習手法の改良と結果の考察

新目紗也^{*1}, 仲林清^{*1}

^{*1} 千葉工業大学大学院情報科学研究科

Improvement of Facilitation learning method on the Sorting of Remarks and discussion of results

Saya ARAME^{*1}, Kiyoshi NAKABAYASHI^{*1}

^{*1} Graduate School of Information and Computer Science, Chiba Institute of Technology

ファシリテーション未経験者に、チームの問題解決能力の向上を目的としたファシリテーションの学習手法を開発し実行した。学習は2回に分け、1回目に態度に重点を置いた学習と特定の解決策がある課題を議論させ、2回目に知的技能に重点を置いた学習を行い特定の解決策が無い課題を議論させた。この結果、3グループで共通して論点提示ができるようになったが議論の方向性に違いが出た。この要因を学習者の特徴などから考察する。

キーワード: 問題解決, ファシリテーション

1. 背景と目的

1.1 背景

問題解決は、解決したい事象を現状として捉え目標として設定したあるべき姿を実現するための過程である。この過程であるべき姿と現状のギャップを問題として捉え、解決すべき問題を課題として設定、解決策の立案実行という工程を繰り返すことが必要である。問題解決では、チームで目標を共有し成果を出すことが期待される。しかし複数人での合意形成は総論賛成・各論反対などの問題が生じ難しい。そこでチームでの仕事の生産性を向上させる方法としてファシリテーションが提案されている。コミュニケーションはチーム活動の中で最も基本的で重要な働きであり、ファシリテーションは従来の「伝え、説得し、動かす」ことを主眼とした方法ではなく、「引出し、決めさせ、自ら動くことを助ける」コミュニケーションである[1]。

図1に問題解決の過程とファシリテーション技術の対応を示す。問題解決の過程の中で、ファシリテーションの技術はファシリテーターが議論の前に行う「仕込み」と議論中に行う「さばき」に分けられる[1]。「仕込み」の過程では、最終目的を目指す上で、その会議で到達すべき目標を会議の目的として設定し、現状と

会議の目的とのギャップを問題として把握、議論すべき論点を設定して会議を設定し議論の骨格を作る。一方で「さばき」は、議論を行う際にファシリテーターの、メンバーから「引き出し、考えさせ、自ら動くことを助ける」コミュニケーションを支援する技術である。会議で課題の設定と解決策立案を繰り返す中で、議論の前提や目的、論点を提示し、議論を方向付ける、メンバーの意見を引き出すような刺激を与え、引き出した意見を理解し他のメンバーに共有する。最終的に議論をまとめ、実行するために具体的な結論を出す。

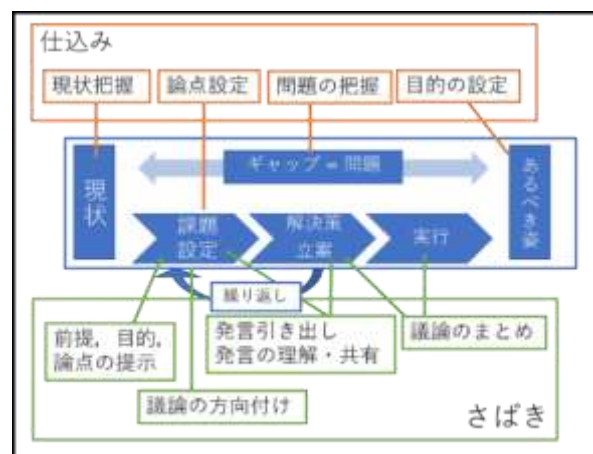


図1 問題解決の過程と
ファシリテーション技術の対応

1.2 問題設定の理由と必要性

現在ファシリテーションに関する書籍やインターネット上のサイトではファシリテーションについての解説などが多く存在する。しかし、ファシリテーション未経験者が手法を理解しただけやファシリテーターの目的を知っただけでは、実際の議論の場でチームの生産性を向上させるファシリテーションは実行できない。一方で、ファシリテーションの応用分野は大きく「組織系」「社会系」「人間系」の3つの分野とそれらが重複する分野である「複合系」に分けられる[2]。「組織系」ファシリテーションでは、チーム活動の中での問題解決や組織活性化などに用いられる。ビジネス活動になじみが深く、合理的な成果とスピードが求められる。

「社会系」ファシリテーションでは、まちづくり、コミュニティなど社会的な合意形成が必要となる場面で用いられる。共通の目標や課題を発見し、納得感を高めることが求められる。「人間系」ファシリテーションでは、人間教育、社会教育、学校教育などの分野で用いられる。ファシリテーターが内面的なプロセスに関わり様々な学習を手伝うことが求められる。「複合系」ファシリテーションはこれらのファシリテーションが重複する分野で、イノベーションなどを目的として行われる。それぞれの分野の中でも対象となる分野が別れ、特定の分野のファシリテーションスキルを明確に定義し能力の育成を図る研究事例は少ない。そのため本研究では、組織系ファシリテーションに注目し、組織経験のない大学生が問題解決型ファシリテーションを学ぶための学習手法を提案・評価する。

2. ファシリテータースキルの定義

本研究では、問題解決型ファシリテーションの「さばき」の技術に焦点を当てて学習手法を開発する。そのため、ファシリテータースキルをコミュニケーションスキルと問題解決スキルに分けて定義する。ファシリテーターのコミュニケーションスキルと問題解決スキルを表2に示す[1][5]。

表2 ファシリテーターのスキル

コミュニケーションスキル	① 議論中に参加者から意見を引き出すような働きかけをする。また、特定の参加者のみで議論が進まないようにする。 ② 参加者の発言を聞き、理解できるように意見、根拠、事実分類する。 ③ 議論課題の前提情報、参加者の意見など議論に関連する情報を共有する。 ④ 議論の論点や方向性、対立が起こっている場合はその要因などを把握し、参加者に共有する。 ⑤ 議論の論点を把握し、議論が論点からずれた場合は修正するかしないかを判断する。
問題解決スキル	⑥ その会議の目的を設定し、議論の状況から問題設定と論点設定を繰り返す。 ⑦ 解決したい事象を現状として把握する。 ⑧ 議論中、結論をまとめるときに内容に矛盾、抜け漏れ、論理の飛躍がないかを確認する。

3. ファシリテーターの学習

3.1 ファシリテーターの学習手法

問題解決型ファシリテーションに必要なスキルを問題解決過程とファシリテーションスキルに分けて定義し、対象者を大学生3・4年生のファシリテーション未経験者とした問題解決型ファシリテーションの「さばき」の技術に着目した学習手法を開発した。ID理論に則って、学習目標を「態度」から「知的技能」の順で設定し学習を2回に分けて実行した。1回目の態度の学習はファシリテーターに必要な態度を理解させ、その後ファシリテーター役で実際の議論を行わせる。技能の学習は、議論中にファシリテーションの具体的な技術を例示し、その後ファシリテーター役で実際の議論を行わせる。学習の中で行う議論は、目的が明確で専門知識を必要としないタイプの問題を実験課題として与える。学習の効果は、ファシリテーターと議論参加メンバーへのアンケートとインタビュー結果とファシリテーターの変化による議論への影響から調査する。また、学習の効果による影響は、実験で行った議論の流れを構造化して分析し調査する。

3.2 ファシリテーターの学習内容

本研究では、「さばき」の技術に焦点を当てる。そのため議論課題を表1に示したうちの専門的な知識を必要とせず、目的が明確なタイプとした。

ファシリテーターの学習内容の設計には、ガニエの

学習成果の5分類を用いた。学習成果の5分類は学習を難易度で分けるのではなく、学習成果の質的な差でまとめるという特徴がある。ファシリテーターの学習は、学習成果の5分類のうち知的技能と態度の習得を目標とした。それぞれの具体的な内容と表2で定義した問題解決型ファシリテーターのスキルで定義した知的技能との対応を表3に示す。学習は、1回目の学習では態度に重点を置き、2回目の学習では知的技能に重点を置いて行った。

表3 習得内容
番号は表2のスキルを表す

態度	メンバーが腹落ちすることの意義と目的の理解 ③
	メンバーから意見を引き出そうとする ① メンバーに自分で考えさせようとする ② メンバーに自分で決めさせようとする ③
知的技能	議論の前提、目的、論点の提示をする意義と目的の理解 ③, ④, ⑥, ⑦
	メンバーの発言を引き出す・理解を深める方法 ①, ②
	メンバーの発言を共有する意義と目的の理解 ②, ③, ④
	議論を方向付ける方法 ⑤ 議論の収束に必要な意見の取捨選択の意義と目的の理解 ④, ⑦, ⑧

4. 実験

実験は全工程をオンラインで行う。本実験の参加者は、大学4年生が13人、大学3年生が2人の計15人で、5人1グループに分けて各グループの1人をファシリテーターとする。実験は全てグループごとに分かれて行う。

4.1 実験概要

実験の流れを図3に示す。まず議論の経験や傾向を把握するために被験者全員に事前アンケートを行い、ファシリテーターを3人選定する。ファシリテーターが態度に重点を置いた1回目の学習を行い、グループ全員で1回目の議論を行う。次にファシリテーターが知的技能に重点を置いた2回目の学習を行い、グループ全員で2回目の議論を行う。議論後は毎回グループ全員にアンケートに回答させる。

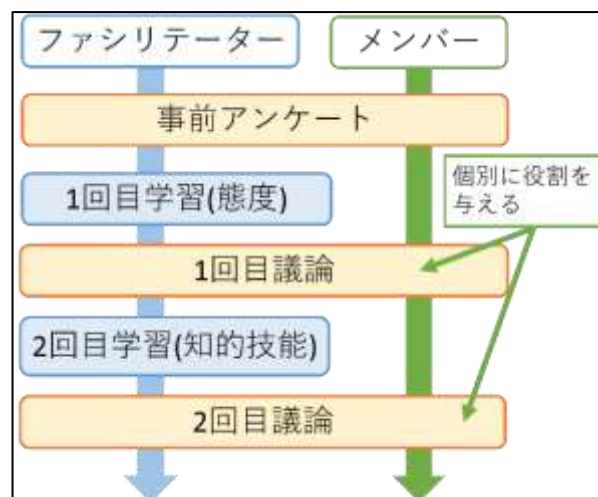


図3 実験の流れ

4.2 実験課題の改善点

すでに発表した実験[6]から、実験課題の改善点を表4に示す。実験課題として扱う問題解決のタイプは変えず、具体的な課題の内容を改善した。被験者の立場の設定では、被験者自身が行く旅行のプランを自分達で計画するという設定としていたが、自分の要望だと他の制約や要望を満たす計画を立てるために自分の要望の優先度を下げる可能性があるため、被験者の立場を計画した旅行を提供する立場とした。また、被験者に与える要望はお客から与えられた要望とし、優先度も明示した。

制約については、1回目の議論では全ての条件を満たす解決策があるのに対し、2回目の議論では全ての条件を満たす解決策はないように設定して難易度を上げた。また、前回は1回目の議論で要望のみ、2回目の議論で制約に予算を追加して議論の難易度を調整していたが、2回ともお客の要望の中に予算の要望も含めて提示するように変更した。

表4 実験課題の変更箇所とポイント

変更箇所	変更したポイント(前回→今回)
被験者の立場の設定	被験者が旅行に行く
	被験者が旅行プランを提供する
要望と制約を満たす解決策	2回とも要望と制約を全て満たす解決策がある 1回目は解決策がある、 2回目は解決策がない
与える制約の設定	1回目に要望、 2回目に要望と予算
	2回とも要望と予算

4.3 実際の実験課題

本実験の課題は、1回目2回目とも「提供する日帰り旅行の計画を立てる」で、お客は4人、移動手段は自動車という設定である。実験で利用する前提資料の一部を図4に示す。提示する前提情報には、候補地や所要時間、レンタカー代、日の入りなどの制約がある。候補地は山2ヶ所、海岸2ヶ所で、全ての候補地でできるレジャーが異なる。これらの前提情報とメンバーに事前に与えられたお局の要望の情報からグループで議論させ、お客の要望を叶える旅行の計画を立案させる。

表5、6に1回目と2回目のお客の要望を示す。1回目の課題は、お客の要望を全て盛り込める解決策を立案できるように設計した。2回目の課題は、お客の要望どうしが対立し予算や時間の制約から全ての要望を盛り込むことはできないように設計した。また、2回目の課題は、お客全員の要望として「知り合ったばかりで親睦を深めたい」を追加した。

設定資料：A山		みんな楽しいA山！	
A山予約必須レジャー案内		OPEN: 9:00~16:00	
レジャー	時間	料金	
国内	所要時間: 60分	1300	
アスレチック	9時, 11時, 13時, 14時, 15時	/人	
乗馬	所要時間: 30分	1500	
	10時, 11時, 13時, 15時	/人	
ゴーカート	所要時間: 30分	1500	
	10時, 11時, 13時, 15時	/人	
設定資料：車		RENTAL	
貸出時間	4時間	8時間	12時間
費用	¥3000	¥5000	¥6000
			¥8000

図4 議論の前提資料

表5 1回目の課題のお客の要望

	客1	客2	客3	客4
ご飯優先度	BBQ 高い			BBQ 中
遊び優先度	山で運動 高い	暗い時間 に花火 中	海に行く 中	花火を する 高い
帰宅優先度	20時 高い		20時 中	

表6 2回目の課題のお客の要望

	客1	客2	客3	客4
ご飯優先度	海鮮 高い	BBQ 高い	カレー 中	お肉 中
遊び優先度	釣り 高い	暗い時間 に花火 中	花火を する見る 中	サイクリング 高い
帰宅優先度	20時は 疲れる 高い	遅くても いい 中		21時 中

4.4 ファシリテーターの学習と議論

ファシリテーターの学習は全てTV会議で行い、講義は被験者と1対1で行う。

学習成果の態度に重点を置いた1回目の学習では、受講者にファシリテーターのあるべき姿のイメージを掴ませるために、従来型リーダーとファシリテーター型リーダーの振る舞いの特徴を比較させた。従来型リーダーを想像しやすいカリスマ型リーダーとし、ファシリテーター型リーダーと共に受講者も知っている有名な漫画のキャラクターとセリフで例示した。また、それらのキャラクターのセリフを引用して、ファシリテーションのメンバーと「引出し、決めさせ、自ら動くことを助ける」コミュニケーション方法と従来型リーダーの「伝え、説得し、動かす」コミュニケーション方法を比較させ、ファシリテーションのコミュニケーション方法を特徴づけた。次に、受講者にファシリテーションを行う意義や目的、ファシリテーターが求められる状況やその背景について、具体例を用いて説明した。図5に講義で利用したスライドの一部を抜粋して示す。

ファシリテーターの学習後グループ全員で実際に議論を行う。事前準備として、議論の前にファシリテーターには議論の前提となる資料のみ、他のメンバーには個別でお客からの要望の情報と議論の前提となる資料を配布する。グループ全員は議論開始までお互いに持っている情報を共有しない。

学習成果の知的技能に重点を置いた2回目の学習では、1回目の議論を振り返り学習内容と結びつけながら講義を行う。まず受講者に問題解決の過程とファシリテーションの技術の対応を説明し、ファシリテーションの技術どうしの繋がりを理解させる。次に各技術

を使う場面、目的、方法について「地図アプリ会社の新製品開発についての会議」という例を用意し、ストーリー仕立てで議論を再現する形で説明する。議論の中で、ファシリテーションの技術が使われている場面を再現し、都度、利用されている技術の解説を挟んで対話しながら講義する。図 6 に学習に用いたスライドを一部抜粋して示す。

ファシリテーターの学習後、1 回目と同様に事前準備を行い 2 回目の議論を行う。

コミュニケーションの比較

	意見	意思決定	行動
カリスマ	自分の意見を伝える	自分の決定へ説得する	指示する
ファシリテーター	メンバーの意見を引き出す	メンバーに自分で決めさせる	メンバーが自分で動くことを助ける

総論賛成各論反対が起こる理由

深く理解し、納得する必要がある
そのために

- ・ どうしてその戦略になったのか？
- ・ その戦略に決定した理由は何か？
- ・ どのようにして実現するか？

を理解する→「腹落ちする」

図 5 1 回目の学習用スライド(一部抜粋)

議論におけるファシリテーションの技術のポイント

議論の目的を伝える → 議論の論点を伝える → 意見を引き出す → 議論をまとめる → 他の参加者の意見を共有する → 情報共有

とある会議：(オンライン地図製作会社を想定)

今回リリースするアプリには、街中のバリアフリー環境の状況がわかる機能が追加されています。本会議では、この機能の新機能や便利さを伝えるために「春のリリース初回イベント」についてコンセプトを固めたいと思います。

新機能のバリアフリー環境の表示機能はアピールしたいと思っています。他にポイントでアピールしたい機能やポイントはありませんか？

論点の提示

これまで弊社のアプリではストリートビューは写真しか見られなかったですが、今回はその写真から施設情報のリンク先を直接得られるようになっています。この機能はアピールしたいですね。

論点に沿った発言がしやすい

図 6 2 回目の学習用スライド(一部抜粋)

5. 結果

本研究では、議論の流れを構造化して分析し学習の効果が議論に与える影響を調査する。また、グループごとの結論を比較し、グループごとの違いの要因をファシリテーターの特徴などの観点から分析する。

5.1 議論の流れの構造の変化

グループごと 1 回目の議論中の論点の推移を表 5 に示す。グループ 3 のみ初めに議論の目的と前提を共有し、メンバーに与えられたお客の要望の情報を共有した。グループ 1, 2 は共通して議論の始めにメンバーに与えられたお客の要望の情報を共有した。次の段階では、グループ 1 は、旅行で行く場所を大きな枠として「山から海」というルートを設定してから場所を決める議論、グループ 2, 3 は共有されたお客の要望から候補地の中から特定の場所を決める議論を行った。その後、グループ 1 はそれぞれの場所で何をするかを要望、料金などから決定し、計画全体の時間を計算した。グループ 2 は決定した場所をどのようなルートで回るかとその場所で何をするかを料金などから決定し、計画全体の時間を計算した。グループ 3 は決定した場所で何をするかと計画全体の時間を計算し、料金の確認を行った。議論の最後は 3 グループとも結論として出した旅行計画を時間、予算、要望の情報と合わせて抜け漏れや矛盾がないかを確認した。

グループごと 2 回目の議論中の論点の推移を表 6 に示す。3 グループとも共通して、議論の目的と前提を共有した。また、議論の進め方についてグループ 1 は、ファシリテーターが議論の流れとして「大まかに行く場所」を決定し、「その場所で行うアクティビティ」を決定しようと考えていることを共有した。グループ 2, 3 ではファシリテーターが、お客の要望の情報を整理する流れを作るために「共通点はどこか？」や「優先度の高いものから見ていこう」といった発言で論点を共有した。次の段階では、グループ 1 は、メンバーの提案から 1 回目の議論と同様に旅行で行く場所を大きな枠として「山から海」というルートを設定してから場所を決め、それぞれの場所で行うアクティビティを決定し、旅行計画全体の時間を計算した。グループ 2, 3 は大枠のルートは先に決めず、分類した要望の情報

から候補地を探して料金、時間の制約を加味した仮定のスケジュールを立てて検証し、より多くの要望を満たせるルート立案して最終的な旅行計画を立てた。最後は3グループとも結論として出した旅行計画を時間、予算、要望の情報と合わせて抜け漏れや矛盾がないかを確認した。

表 5 1 回目の議論の流れ

グループ 1	グループ 2	グループ 3
要望共有	要望共有	目的、前提共有
ルートの大枠	場所	要望共有
候補地から場所を決定	ルート + 詳細 + 料金	場所
料金 + 詳細	時間	詳細 + 時間
時間	内容確認	料金の確認
内容確認		内容確認

表 6 2 回目の議論の流れ

グループ 1	グループ 2	グループ 3
目的、前提、方向性共有	目的、前提共有	目的、前提共有
要望共有	要望共有	要望共有
ルートの大枠	要望が叶う場所を探す	要望が叶う場所を探す
候補地から場所を決定	仮予定を検証	仮予定を検証
時間	料金	料金
内容確認	内容確認	内容確認

5.2 グループごとの結論の違い

1 回目の議論課題でメンバーに与えるお客の要望情報を表 7 に示す。この情報と図 4 に示した前提情報などを基に旅行の計画を議論させる。グループごとの 1 回目の議論結果を表 8 に示す。3 グループとも共通して、お客の要望を全て叶えられる想定していた計画を立案した。

2 回目の議論課題でメンバーに与えるお客の要望情報を表 9、グループごとの 2 回目の議論結果を表 10 に示す。2 回目は 3 グループとも異なる結論を出した。グループ 1 はお客の要望は優先度が高い要望を 1 つと優先度が中くらいで 2 人が希望している要望を取り入れた計画を立案した。一方、グループ 2 は優先度の高い要望を 3 つと優先度が中くらいで 2 人が希望している要望を取り入れた計画、グループ 3 は優先度の高い要望を 4 つと優先度が中くらいで 2 人が希望している要望を取り入れた計画を立案した。

表 7 グループごとの 1 回目議論の結論

グループ 1	グループ 2	グループ 3
8 時: 駅出発 11 時: 山到着 アスレチック BBQ 18 時: 海岸到着 花火 20 時: 駅到着	8 時: 駅出発 10 時: 山到着 BBQ アスレチック 17 時: 海岸到着 花火 19 時: 到着	8 時: 駅出発 10 時: 山到着 アスレチック BBQ 15 時: 海岸到着 ヨット 花火 19 時: 駅到着

表 8 グループごとの 2 回目の議論結果

グループ 1	グループ 2	グループ 3
11 時: 駅出発 14 時: 山到着 BBQ 18 時: 海岸到着 花火 打ち上げ花火 21 時: 駅到着	9 時: 駅出発 12 時: 海岸到着 解体ショー 釣り 15 時: 山到着 サイクリング 18 時: 海岸到着 花火 20 時: 駅到着	7 時 50 分: 駅出発 10 時: 山到着 サイクリング 12 時: 海岸到着 釣り 14 時: 山到着 BBQ 17 時: 海岸到着 花火 19 時: 駅到着

5.3 ファシリテーターの特徴

本実験にファシリテーターとして参加した 3 人にコミュニケーションタイプ診断を行った結果について述べる。グループ 1 のファシリテーター(以下、ファシリテーター 1)はサポータータイプで、このタイプは対立を避けて調和を大事にするという特徴がある。グループ 2 のファシリテーター(ファシリテーター 2)とグループ 3 のファシリテーター(ファシリテーター 3)はどちらもアナライザータイプで、このタイプは情報収集や分析に強みがあるという特徴がある。

議論やグループワークに関する既有知識・経験に関するアンケート結果について述べる。ファシリテーター 3 人とも議論に参加した経験があった。ファシリテーター 1 は、就活セミナーで「積極的に発言する」や「発言が難しい状況では相手の意見に同意した上で自分の主張を加える」ということを学んでいたと回答した。ファシリテーター 2 は、問題解決思考を学ぶセミナーに参加した経験から「現状とあるべき姿」を把握するといった既有知識が活かされたと回答した。ファシリテーター 3 は、問題解決思考を学ぶセミナーで得た問題解決のステップの知識を活用できたと回答した。また、ファシリテーター 3 は、企業のインターンシッ

プに参加しチームで問題解決を行い成果物を作る経験があった。

6. 考察

6.1 議論の構造の共通点・相違点

1 回目の議論の流れの構造は、グループ 1, 2 が共通して最初にお客の要望の情報をメンバーから引き出し共有する。グループ 3 のみ最初に議論の目的前提を共有してから、要望の情報をメンバーから引き出す。その後、グループ 1 のみが旅行の移動ルートの大枠を決定してから候補地のどこに行くかを絞り込む。グループ 2, 3 は共通してお客の要望の情報を共有しその要望が叶えられる場所を候補地から探す議論を行う。旅行の目的地が決定した後、グループ 1, 3 はその場所でのアクティビティと時間、料金についての議論を論点設定を行いながら行った。一方で、グループ 2 は、論点設定が曖昧なまま旅行全体のルートや各場所で行うアクティビティとその料金、全体の時間についての議論が行われた。議論の結論は、3 グループとも想定された解を導いた。

2 回目の議論の流れの構造は、3 グループ共通して議論の最初に目的・前提の共有を行うという変化があった。議論の方向付けとして、グループ 1 は「大まかに行く場所」を決定し、「その場所で行うアクティビティ」を決定しようと考えていることを共有するという変化があった。グループ 2, 3 は共有された要望の情報を「優先度の高いものから見ていこう」や「共通事項は何か」といった明確に論点設定して情報整理を行うという変化があった。その後、グループ 1 は 1 回目の議論と同様に旅行の移動ルートの大枠を決定してから候補地のどこに行くかを絞り込み、その場所でのアクティビティと時間、料金についての議論を論点設定を行いながら行った。グループ 2, 3 は共通してお客の要望が叶う候補地を含むスケジュールを仮定し、制約や他のお客の要望などとの対立が起きた部分に対して解決策を立案するという形で最終的な旅行の計画を立案した。結論は、グループ 1, 2 は制約との矛盾や抜け漏れのない計画を立案することができたが、グループ 3 はお客の要望を最も反映しているが予算の制約を超過する結論を出した。

6.2 ファシリテーターの意識変化の共通点・相違点

態度に重点を置いた学習後の 1 回目の議論後のファシリテーターへの意識変化のアンケートで、ファシリテーター 1, 2 は「メンバーから意見を引き出すことはできた」や「話しやすい雰囲気は作れた」と回答した。感じた課題として、ファシリテーター 1 は「メンバーに意見出しから議論の進め方までを任せてしまった部分があると思う」と回答し、ファシリテーター 2 は「最初の議論の流れを作っていくことが難しかった」、「メンバーの共通認識を確立させることとメンバーの意見を積極的に引き出すこと」であると回答した。一方で、以前にグループでの問題解決の経験があるファシリテーター 3 は「意見の整理とメンバーへの共有をより意識し」、「メンバーから意見を引き出すこと、情報を整理して共有すること」ができたと回答した。感じた課題として「情報を共有した上で議論の穴や矛盾を無くすこと」が難しかった、「複数の意見が出た時に議論が逸れてしまうこと」である回答した。

知的技能に重点を置いた学習後の 2 回目の議論後のファシリテーターへの意識変化のアンケートで、ファシリテーター 1, 2 は共通して知的技能で学習した内容である「前提・目的の提示」「論点の提示」、またファシリテーター 1 のみ「議論の方向付け」を意識しようとしたと回答した。その結果ファシリテーター 1 は、共通認識を持って議論を進める事はできたがまだ「議論の方向付け」はできていないと回答した。ファシリテーター 2 は「目的、前提を確認できた」ことで共通認識を確立することができたと回答した。ファシリテーター 3 は、2 回目の議論では知的技能の学習した「議論の方向付け」を意識し、結果として「一度議論が逸れてしまうことがあったが、議論の方向付けをしたことで主題に立ち返ることができた。」と回答した。

これらのことから、グループでの問題解決未経験であったファシリテーター 1, 2 は態度に重点を置いた学習で、ファシリテータースキルの定義①、②に対応する「メンバーから意見を引き出す」スキルは獲得することはできた。1 回目の議論の経験から、ファシリテーター 1 は議論の方向付け、ファシリテーター 2 は共通認識の確立が課題と感じ、知的技能の学習から「議論の前提、目的、論点の提示」とファシリテーター 1 のみ「議論の方向付け」を意識して議論を行った。その

参 考 文 献

- (1) グロービス(著), 吉田素文(執筆): ファシリテーションの教科書 - 組織を活性化させるコミュニケーションとリーダーシップ -, 東洋経済新報社 (2014)
- (2) 日本ファシリテーション協会,
<https://www.faj.or.jp/facilitation/>
- (3) 武田正則: “学生ファシリテータ育成のための研修システム開発とスキル評価に関する実践研究 ～ 階層分析法 (AHP) からのアプローチ ～”, 日本教育情報学会, 教育情報研究, 第 33 巻第 2 号 p3-16, (2017)
- (4) 毛利幸雄, 細合晋太郎, 鶴林尚靖, 福田晃: “enPiT におけるファシリテーションスキル授業の実践と評価について”, 日本ソフトウェア科学会第 32 回大会講演論文集, (2015)
- (5) ロジャー・シュワーツ(著), 寺村真美, 松浦良高(訳): “ファシリテーター完全教本・最強のプロが教える理論・技術・実践のすべて-”, 日本経済新聞社(2005)
- (6) 新目紗也, 仲林清: 議論における発言の仕分けに着目したファシリテーションの学習手法, 教育システム情報学会研究報告 Vol.36, No.1 (2021-5) pp.23-30

ため、ファシリテーター1, 2 は, ③, ④, ⑥, ⑦に対応する, 「議論の前提, 目的, 論点の提示」を獲得できた。しかし, ファシリテーター1 は, スキルの定義⑤に対応する「議論の方向付け」はまだ課題であると感じていた。議論のグループでの問題解決経験があるファシリテーター3 は, 以前の経験からファシリテータースキルの定義の③, ④, ⑤, ⑥に対応する, 「議論の前提, 目的, 論点の提示」は獲得済みで, 1 回目の議論の経験から「議論の方向付け」が課題であると感じていた。知的技能の学習で「議論の方向付け」として, 「大論点の結論を出すために, 参加者が納得できる「小論点」が十分に出て議論されているかを考える」, 「発言者の意見の論点を明確にする」, 「今, その論点について議論すべきか? を考える」といった技術を学習し実行することで, スキルの定義⑤に対応する「議論の方向付け」を獲得し, 議論の論点がぶれることを減らすことができたと言える。

6.3 ファシリテーターの特徴と実験結果

ファシリテーターのコミュニケーションタイプから実験結果を考察する。サポータータイプであったファシリテーター1 のグループ 1 では, 2 回の議論とも議論で旅行の移動ルートの大枠を決めてから場所を決めることを提案したのは 2 回とも議論参加メンバーで, その意見をファシリテーター1 が他のメンバーに共有し合意した上で議論を進めた。アナライザータイプのファシリテーター2, 3 は共通してまずお客の要望を整理してから場所を決定するという流れをファシリテーター自身で作った。議論結果は, 1 回目の解決策のある議論では 3 グループとも同じ想定された解を導いた。一方で, 2 回目の結論はグループ 1 は満たしたお客の要望は 4 つ, グループ 2 は 5 つ, グループ 3 は 5 つで予算超過となった。

これらのことから, コミュニケーションタイプがサポータータイプのファシリテーターはメンバーからの提案を共有し合意を取って議論を進める特徴があり, アナライザータイプのファシリテーターは与えられた情報をメンバーと共に詳細に分析・整理し共有して議論を進める特徴があると言える。

反転授業におけるワークシートを利用した 事前学習と授業活動の関係分析

川上達也^{*1}, 角康之^{*2}, 山口琢^{*1}, 大場みち子^{*2}

^{*1} 公立はこだて未来大学大学院, ^{*2} 公立はこだて未来大学

Analysis of Relationship Between Preparation and Classroom Activities of Flipped Classroom Using Worksheets

Tatsuya Kawakami^{*1}, Yasuyuki Sumi^{*2}, Taku Yamaguchi^{*1}, Michiko Oba^{*2}

^{*1} Graduate School of Future University Hakodate

^{*2} Future University Hakodate

反転授業という授業形態が注目を集めており、様々な実践報告がされている。反転授業は、事前学習と授業を連関させた授業設計をする必要性が指摘されている。しかし、学習者の事前学習の準備が、授業中のグループワークや提出される成果物にどのように影響を与えているかを調査した研究はまだ少ない。オンラインで実施される反転授業において、事前学習の準備状況がグループワークや成果物に与える効果を授業内で取得できる学習ログの面から明らかにすることで、事前学習の段階で支援が必要な学習者の発見や授業改善につなげたいという要求がある。本研究は、オンラインで実施される反転授業における要支援者の早期発見を目的とする。反転授業の事前学習や授業内のグループワークにワークシートを導入し、学習ログを記録する。取得した学習ログを分析することで、学習者の事前学習の準備状況と授業内グループワークの関係性について考察する。

キーワード: 反転授業, グループワーク, 事前学習, 学習ログ

1. はじめに

教育現場において、様々な授業形式が実践されている。その中でも、多くの教育現場で反転授業という授業形態が注目を集めており、様々な実践報告がされている[1][2]。反転授業は、授業と宿題の役割を「反転」させ、授業時間に先立ってデジタル教材等により知識習得（以下、事前学習）を済ませ、授業では、知識の確認やグループワークをする授業形態のことを指す[3]。反転授業の学習効果として、従来の受動的な学習とは異なり学習者が能動的に学習に取り組むことができ、受動的な授業よりも学習成績が向上するなど様々な効果がある[4]。反転授業は事前学習と授業を

連関させた授業設計をする必要性も指摘されていること[5]から、授業前の事前学習は学習者が、授業中の活動に十分に参加するために重要な役割を担っている[6]。そのため、反転授業は、事前学習をしていくことが前提であり、事前学習が不十分だった場合は、授業中のグループワークなどを意味あるものとして展開していくことができない[7]。しかし、多くの研究は、反転授業の効果検証や授業デザインについて言及されており[1][2]、事前学習の準備量と授業内活動との関連を報告した研究は少ない[8]。特に、オンラインの反転授業を対象にそれらの関連を分析した研究は、ほとんどみられない。オンラインの反転授業で

も、事前学習の準備状況がグループワーク活動や成果物に与える効果を明らかにすることで、授業へのモチベーションが高い学習者から授業改善のヒントを得ることや、事前学習段階で支援が必要な学生を早期に発見し、授業での支援が可能になる。そこで、本稿では、オンラインで実施される反転授業における要支援者の早期発見を目的とする。目的を達成するために、反転授業での学習者の事前学習の準備状況と授業内活動の関係性を分析することを目標とする。

2. 関連研究

2.1 事前学習の仕方と授業内活動を分析した研究

反転授業における事前学習の仕方と授業内活動について分析した研究として三保らの研究がある[8]。三保らは、反転授業を取り入れている3大学7授業を対象に、アクティブラーニング、予習の仕方に関する同一内容の質問紙調査を授業初期と授業最終回で実施した。授業初期と授業最終回でのアンケートの得点の変化についてt検定を実施した結果、予習の仕方が最低限から積極的に変化する学習者が多い授業では、授業中の学習者の学習動機も積極的になることを明らかにしている。これらの結果から、予習の仕方とアクティブラーニングを通じた学びには関連があることを示唆した。今後の課題として、分析で利用したデータは、学習者の主観的評価に基づくものであることから、客観的指標や授業設計との関連性についても検討する必要があることを挙げている。

2.2 LMS上の活動ログから学習活動を分析した研究

反転授業とペアプログラミングを導入したプログラミング学習における学習者の行動分析をした鈴木らの研究がある[9]。鈴木らは、学習支援のヒントとなる知見を探るために、学習管理システム上の学習記録やアンケート情報をもとにクラスターリングや重回帰分析を実施した。その結果、特定のクラスタでは、事前学習だけではなく、既に終わった授業に対する振り返りを活発にしている学習者のクラスタや、事前学習にあまり積極的ではない学習者のクラスタが形成されており、それぞれのクラスタに属している学習者の特性を

示唆できたとしている。今後の課題として、それぞれのクラスタに属している学習者に対しての支援方法や授業改善を検討していく必要があるとしている。

3. 課題と解決アプローチ

本研究でも関連研究を参考に学習者の事前学習の準備状況と授業内活動について分析を進めていく。分析を進める際に、関連研究の課題を2つ挙げる。

1つ目は、関連研究[9]より、学習行動の分析をアンケートなどの主観的なデータから分析していることが挙げられる。

2つ目は、関連研究[9][10]より、授業中の学習活動は、アンケート情報やファイル閲覧回数などを利用した分析に留まり、実際の授業内での活動そのものを分析していないことが挙げられる。

上記の課題に対し、それぞれ解決アプローチを示す。

1. 授業と事前学習にワークシートを導入し、ワークシート操作を記録することで客観的なデータを取得する。
2. 授業中のワークシート操作を授業内活動として捉え、事前学習、成果物との関係性を分析する。

課題1の解決アプローチとして、本研究では、反転授業と事前学習にワークシートを導入する。また、ワークシートへの書き込み状況を記録するツールを導入することによって、学習者の課題への取り組み行動を把握することを期待する。本研究で利用するツールは以降(4.1節)で説明する。

課題2の解決アプローチとして、本研究では、授業内活動をアンケートや学習管理システム上のアクセスログではなくワークシート操作そのものを利用する。それにより、学習者のグループワーク中の行動や関わり合いなどについても分析できることを期待する。

分析時に以下の仮説を検証する。

- ・「事前学習の準備量がグループワークの成果物の評価を上げる要因なのか？」

4. 本研究で利用するツール

4.1 Topic Writer

本研究では、事前学習とグループワーク中のワークシートの操作過程を記録するために「Topic Writer」というツールを使用する。Topic Writer は、ワークシートにもとづいて作文する Web アプリケーションであり、作文操作の記録・測定が可能なツールである[10]。Topic Writer の画面例を図 1 に示す。緑枠で囲まれている箇所は、学習者が回答する項目の問いである。オレンジ枠で囲まれている箇所は、学習者が問いに対しての回答を記入する回答欄である。ただし、本来の画面では、緑やオレンジの色線は付いていない。Topic Writer は、学習者が操作した項目の ID、項目に文章を記入し終わった時刻などを記録する。

The screenshot shows the Topic Writer interface. At the top, there is a menu icon and the text '3章 設問1の演習'. Below this, there is a list of six questions, each with a green box for the question and an orange box for the answer. The questions are numbered 1 through 6. Question 1 is '変化が激しい情報分野において、管理すべき情報とシステムは何か'. Question 2 is '情報社会で最近話題になったシステムは何か'. Question 3 is 'なぜそのような仕組みが生まれたのか'. Question 4 is 'その背景にある重要な出来事は何か'. Question 5 is 'そこで必要な知識や技術は何か (身につけるべき基礎知識とそのために必要な基本的な技術は何か)'. Question 6 is '[Work]事前学習/グループワークでの問題点やメモなどを書く'. Each question has a '問題を追加' button next to it. At the bottom right, there is a text count '84文字'.

図 1. Topic Writer の画面例

4.2 ルーブリック

本研究では、学習者からグループワーク終了時に提出される成果物を評価するための指標としてルーブリックを使用する。ルーブリックは「成功の度合いを示す数値的な尺度と、それぞれの尺度に見られる認識や行為の特徴を示した記述語からなる評価指標」である[11]。本研究で利用するルーブリックは、授業担当教員との話し合いと参考書籍[12]をもとに筆頭執筆者が開発した独自のルーブリックである。本研究で対象とする授業は以降 (5.1 節) で述べる。授業回ごとに個別のワークシートを作成しているため、ワークシートごとに個別のルーブリックがある。使用するルーブリ

ックの例を表 1 に示す。ルーブリックの評価観点は 5 つである。オレンジ色の 2 観点は、全ルーブリックで共通の観点、緑色の 3 観点は、ワークシートごとに独自の評価観点である。評価尺度は、「満たしている」 (5 点) , 「ある程度満たしている」 (3 点) , 「満たしていない」 (1 点) の 3 段階評価であり、最高点は 25 点満点としている (5 項目×5 点)。

表 1. ルーブリック評価表の例

評価観点	満たしている (各5点)	部分的に満たしている (各3点)	満たしていない (各1点)
ワークシート全体の構成	出題の意図を正しく理解しており、ワークシート全体を通して形式に沿って全ての項目を正しくわかりやすく回答できている	出題の意図を正しく理解しており、ワークシート全体を通して形式に沿って半分以上の項目を正しく回答できている	出題の意図を正しく理解しておらず、ワークシート全体を通して形式に沿って半分以上の項目を正しく回答できていない
文章構成	各項目の主張したいことに対して整理のあるデータ調査し、具体的な説明が書かれている。また、教科書の章のテーマとの関連性もある	各項目の主張したいことに対して概ね具体的な説明が書かれている。また、教科書の章のテーマとの関連性もある	各項目の主張したいことが明記されていないが、具体的な説明が半分以上されていない。また、教科書の章のテーマとの関連性もない
内容の充実度1	SWOT分析の各項目を4つ以上書かれている	SWOT分析の各項目を2〜3書かれている	SWOT分析の各項目を1つしか書かれていない項目がある
内容の充実度2	学校Aの戦略1.2(前半の2つ)の項目でSWOT分析で記入したことを活かして具体的に書かれている	学校Aの戦略1.2(前半の2つ)の項目でSWOT分析で記入したことを概ね活かして具体的に書かれている	学校Aの戦略1.2(前半の2つ)の項目でSWOT分析で記入したことを活かさずに具体的に書かれていない(記入した戦略からは考えられない戦略を記入している)
内容の充実度3	学校Aの戦略3.4(後半の2つ)の項目でSWOT分析で記入したことを活かして具体的に書かれている	学校Aの戦略3.4(後半の2つ)の項目でSWOT分析で記入したことを概ね活かして具体的に書かれている	学校Aの戦略3.4(後半の2つ)の項目でSWOT分析で記入したことを活かさずに具体的に書かれていない(記入した戦略からは考えられない戦略を記入している)

5. 実験

5.1 対象とする反転授業

本研究で対象とする授業は、公立はこだて未来大学 (以降、未来大学) で 2021 年度前期に開講されていた学部 2 年生向け科目「情報マネジメント論」 (以下、本授業) を対象とする。授業中の提出物の管理や小テストは、クラウド型の教育支援サービスである manaba を利用している。授業回は全 15 回であり、グループワークを実施した回が 8 回ある。グループワークを実施した回の章、学習項目とグループ数を表 2 に示す。

本稿では、表 1 の 4, 8, 9 章を対象に分析した。4, 9 章のグループメンバは同じであり、8 章は新たにメンバ入れ替えを実施したので新しいグループメンバでのグループワークとなっている。

表 2. グループワークを実施した章と学習項目

章	学習項目(章タイトル)	グループ
1	情報マネジメントとは	30
2	情報マネジメントのための基礎知識	30
3	ファイル管理とその技術	30
4	情報マネジメントとデータベースシステム	30
9	企業におけるビジネス活動と情報マネジメント	28
～グループメンバー入れ替え～		
8	組織活動と情報マネジメント	29
6	プロジェクトと情報のマネジメント	28
14	法と倫理と情報マネジメント	27

5.2 反転授業の流れ

(1) 事前学習

受講生は次回の授業で学習予定の教科書[13]の該当章とグループワークをする演習の設定問(指定設問)を授業ビデオや教科書で事前学習する。学習内容を Topic Writer で提示された事前学習ワークシートと演習ワークシート(以下、事前演習 WS)に記入する。それぞれのワークシートを manaba に提出した後、manaba 上で理解度小テストを実施する。

(2) グループワーク

グループワークは Zoom のブレイクアウトセッションで 1 グループ 3～5 名で実施する。グループワークでは、事前学習で作成した事前演習 WS の内容をグループで共有する。グループ毎に共有した内容をもとに、Topic Writer で提示された授業ワークシート(以下、授業 WS)をグループで 1 枚作成する。授業 WS の問いの構成は事前演習 WS と同様の内容である。授業 WS にのみ、各学習者が事前演習 WS で記述してきた内容をメモする項目がある。作成した授業 WS の結果を manaba に提出する。

(3) グループワークの結果発表

グループワークの結果を代表者が発表し、聴講者はルーブリック評価に基づいて指定グループ

の演習結果を評価し、その結果を manaba に提出する。

(4) 次回の事前演習の説明とアンケートの提出
授業担当教員が次回の章と事前演習の説明を実施する。その後、受講者は manaba 上で授業アンケートに回答する。

5.3 分析対象データ

本授業で取得できるデータのうち、本研究で利用するデータを以下に示す。

(1) 事前学習

- A) 事前演習 WS の文字数
- B) 事前演習 WS の作成時間
- C) 事前演習 WS の操作数

(2) 授業(グループワーク)データ

- A) 授業 WS の操作数
- B) 授業 WS への取り組み時間

(3) 成果物

- A) 授業 WS の文字数
- B) ルーブリック評価

以上のデータを利用して、解決アプローチで述べた仮説を検証する。

6. 実験結果と考察

本研究では、仮説を検証するために 3 つの分析を実施した。

- (1) 授業 WS とルーブリック評価の関係性分析
 - (2) 事前学習の準備量と授業 WS の関係性分析
 - (3) 事前学習の準備状況と授業活動量の関係性分析
- これら 3 つの分析結果と考察について述べる。

6.1 授業 WS とルーブリック評価の関係性分析

まず、どのようなグループの授業 WS のルーブリック評価が高かったのかを確認した。授業 WS に書き込まれた記述のうち、メモ欄の文字数を除いた文字数(以下、授業 WS 結論部分の文字数)とルーブリック評価についてスピアマンの順位相関係数を用いて相関分析を実施した。分析対象である 3 つの章で実施した結果を表 3 に示す。その結果、どの章も授業 WS 結論

部分の文字数とルーブリック評価には強い正の相関があることがわかった。

表 3. 授業 WS の記述量とルーブリック評価の相関

章	相関係数
4 章	0.64 (p<0.01)
9 章	0.83 (p<0.01)
8 章	0.70 (p<0.01)

この結果に至った考察として、教員と TA が授業 WS に対して評価をする際に、各設問に対してさまざまなことを考慮して記述している WS は内容が充実していると判断したことが考えられる。

6.2 事前学習の準備量と授業 WS の関係性分析

各学習者の事前学習の準備量が授業中の活動やグループの授業 WS に反映される意見にどのように影響をしているのかを 6.1 節同様に相関分析をした。相関分析を実施するにあたり、以下の特徴量を用いた。

事前学習の準備量

- (a-1) 事前演習 WS の文字数
- (a-2) 事前演習 WS の操作数
- (a-3) 事前演習 WS の作成時間

授業活動量

- (b-1) 授業 WS の操作数
- (b-2) 授業 WS の操作時間

授業 WS

- (c-1) 事前演習の意見が授業 WS に反映された数
- (c-2) 事前演習の意見が授業 WS に未反映の数

以上の特徴量を利用して 3 つの章で相関分析を実施した結果を以下に示す。

表 4. 4 章事前学習準備量と授業活動量の相関

事前学習準備量	GW 中の活動量		授業 WS	
	b-1	b-2	c-1	c-2
a-1	0.09	0.13	0.50**	0.17*
a-2	0.20*	0.08	0.38**	0.27*
a-3	0.23**	0.03	0.29**	0.22**

(*: p<0.05. **: p<0.01)

表 5. 9 章事前学習準備量と授業活動量の相関

事前学習準備量	GW 中の活動量		授業 WS	
	b-1	b-2	c-1	c-2
a-1	0.07	0.18*	0.41**	0.16*
a-2	0.07	0.01	0.23**	0.19*
a-3	-0.03	-0.07	0.02	0.19*

(*: p<0.05. **: p<0.01)

表 6. 8 章事前学習準備量と授業活動量の相関

事前学習準備量	GW 中の活動量		授業 WS	
	b-1	b-2	c-1	c-2
a-1	-0.27**	0.22**	0.06	0.61**
a-2	-0.14	-0.04	0.36**	0.27**
a-3	-0.31**	0.07	0.25**	0.40**

(*: p<0.05. **: p<0.01)

表 4、表 5 の 4、9 章の相関分析の結果から、事前学習の準備量は GW 中の活動量（Topic Writer の操作量）とは相関が見られない項目が多いことから、事前学習の準備量と授業活動量との関係は見られなかったと言える。一方で、事前学習の準備量と授業 WS への意見の採用数は、多くの項目間で弱い正の相関が見られた。特に「(a-1) 事前演習 WS の文字数」と「(c-1) 事前演習の意見が授業 WS に反映された数」は 4 章で 0.50 (p<0.01)、9 章で 0.41 (p<0.01) という相関であった。このことから、事前演習 WS の文字数が多いメンバーは事前学習で多くの意見を考えており、より良い授業 WS を作成するために貢献している可能性がある。

次に、表 6 の 8 章の結果に着目すると、4、9 章の結果とは大きく異なっていることがわかった。表 6 より事前学習の準備量と授業活動量の 1 つである「(b-1) 授業 WS の操作数」に弱い負の相関が見られた。これは、8 章では、事前学習の準備をしてきた学習者ほど、授業 WS 操作への関与が低いことを示している。このことから、グループワーク中は WS 操作以外の活動をやっていたか、議論がまとまってから書き込むようにするなど取り組み方に変化が生まれた可能性がある。事前学習の準備量と授業 WS との相関では、多くの項目で相関が見られたものの、4、9 章と異なり、「(a-1) 事前演習 WS の文字数」と「(c-2) 事前演習の

意見が授業 WS に反映されなかった数」に
 $0.61(p<0.01)$ という相関が見られた。このことから、
 8 章では、事前演習 WS で多くのことを記述してきて
 もそこから取捨選択した意見を採用するグループが多
 かった可能性がある。これは、グループメンバが変わ
 ったことや授業回が進みグループワークに慣れたこと
 から取り組みに変化があった可能性がある。

6.3 事前学習の準備量と授業活動量の関係性分析

グループ単位での事前学習と授業活動量の関係性を
 分析するために、ルーブリック評価が高評価だったグ
 ループと低評価だったグループに着目し、関係性を探
 る。各章ごとにルーブリック評価が高得点と低得点だ
 った 7 グループずつ抽出し、計 14 グループの事前学
 習の準備量と授業中の活動量の関係グラフを作成し
 た。事前学習量は、6.1、6.2 節から事前演習 WS の文
 字数と授業 WS に採用される意見数の間に関係が見ら
 れたことから事前演習の文字数を採用した。授業活動
 量は、以下の式で各グループの活動量を算出した。

$$\text{授業活動量} = \frac{\text{グループメンバの授業WSの合計操作時間(s)}}{\text{グループメンバ数} \times 300(s)}$$

各章の結果を図 2、3、4 に示す。それぞれの図の横
 軸は、事前学習の準備量であり、各グループメンバの
 事前演習 WS の文字数を箱ひげ図で示している。青の
 箱ひげ図は、ルーブリック評価が高得点だったグルー
 プ、赤の箱ひげ図は、ルーブリック評価が低かった下
 位グループを表している。グラフの縦軸は、授業活動
 量であり、授業 WS の操作時間が多い場合は、活動量
 が高く上の方に位置している。

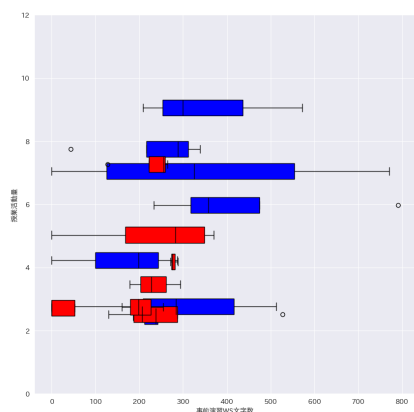


図 2.4 章事前学習と授業活動量の関係グラフ

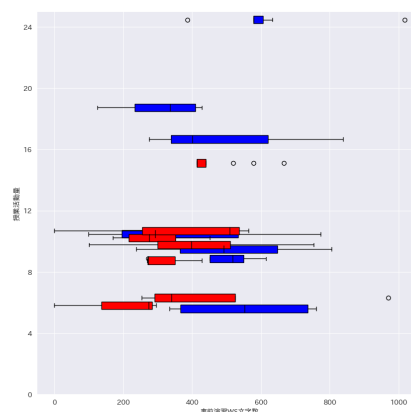


図 3.9 章事前学習と授業活動量の関係グラフ

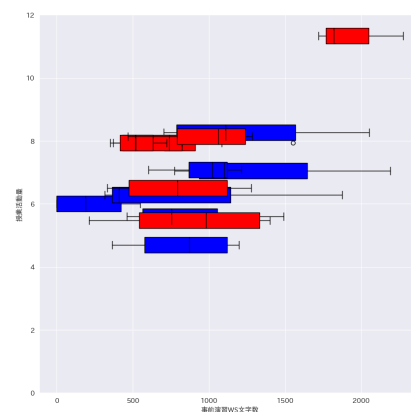


図 4.8 章事前学習と授業活動量の関係グラフ

これらの図から以下の 3 つが読み取れる。

- (1) 得点に関わらず箱ひげ図の長さが様々である。これは、同じグループメンバであっても事前学習の準備量に差があることがわかる。
- (2) 図 2、図 3 の 4、9 章では、原点から近い箇所にルーブリック評価が低いグループが集まり、離れた箇所に高いグループが多い。
- (3) 図 4 の 8 章では、他の章とは異なり、ルーブリック得点に関わらず活動量や箱ひげ図の長さに顕著な差がなくなっている。

読み取れた 3 つの結果のうち (2) と (3) について考察する。

(2) についての考察

図 2、図 3 の結果を見ると、得点が低かった赤の箱ひげ図のグループは原点付近に多く集まっていることがわかる。このことからグループメンバの事前学習の準備量が少ないと授業中の議論や活動が活性化せず、十分準備してくると議論や活動が活性化する場合が多いと推測できる。一方で、図 3 の上部 2 番目の青の箱

ひげ図のグループのように事前学習量は他のグループに比べ多くないグループであっても、授業中に積極的に議論し授業 WS に記録を残すことで、盛り返すグループもあることがわかった。逆に、図 2、図 3 の右側下部に位置する青の箱ひげ図のように事前学習でしっかり準備してきて授業中はあまり活動せずとも高評価を得たグループがあった。これは、事前学習の準備量が多かったとしても、授業活動量が増加しないグループもあると推測できる。

(3) についての考察

図 4 の結果から、図 2, 3 とは異なり、得点に関わらず同じくらいの活動量で得点に大きな差が出ていることがわかる。8 章に関しては、6.2 節でも他の章と異なっていたことから、メンバーが変わったことや、授業回が進んだことにより議論の仕方や進め方に変化が生まれた可能性がある。また、活動量に差がなくなったにも関わらず、得点には大きな差が出ていることから授業 WS に残らない活動に差があることや、意見を収束させているグループと発散させたグループで授業 WS に記述する量に差が出ているなどが推測できる。

6.4 3 つの分析結果のまとめ

今回の 3 つの分析結果から以下の 4 つのことが明らかになった。

- (1) 授業 WS の記述量が多いグループのルーブリック評価は高い。
- (2) 個人ごとの分析では、事前学習の準備量と、授業活動量との相関はない場合が多いが、授業 WS に採用される意見数とは相関関係が見られたことから、何かしらの影響をしている可能性がある。
- (3) 授業初期では、メンバの事前学習の準備量が授業活動量や評価に良い評価を与えているグループが存在する。
- (4) メンバ替えや授業回が進むにつれて事前学習の準備量に関わらず、グループワークの進め方や授業への取り組みが変化している可能性がある。

以上の結果より、仮説の「事前学習の準備量がグループワークの成果物の評価を上げる要因なのか？」に対しては、授業初期やメンバによっては、多くのグル

ープで事前学習の準備を十分にすることで授業の活性化、成果物の質向上に繋がっていることから部分的には正しいと言える。しかし、事前学習の量が少ない場合でも、授業中に盛り返すグループや、メンバ入れ替えや授業が進むにつれて議論の進め方や授業 WS に書き込む意見に変化が生まれることもわかった。以上のことから本研究では、完全に仮説への解答を出せず、今後もさらに分析が必要であることがわかった。しかしながら、授業回が進むにつれて学習者の事前学習への準備量や議論の進め方が変わることやメンバの組み合わせが変わることで議論や授業 WS のまとめ方に差ができることなどは従来の反転授業における事前学習の重要性について新たな疑問・観点の発見ができたという点では一定の成果があると言える。

7. 本研究に残された課題

本研究で対象とした授業では、授業中にオンライン上でのグループワークに取り組んでいた。グループワークでは、授業 WS への書き込みと口頭でのやり取りがあった。しかし、今回の実験では、授業中の活動を授業 WS 操作のみを分析対象としているため、授業 WS に作業の履歴を残していない場合、その活動を考慮できていない。今後実験する際は、Topic Writer でワークシートの操作を記録することに加え、発話データも考慮していく必要がある。

また、今回の分析結果からグループ全体での取り組みも重要だが、学習者個人ごと準備量の変化や授業中の活動についてさらに分析する必要があることがわかった。今後は、各グループ内での取り組みや授業回ごとの学習状況がどのように変化するかを分析していく必要がある。

8. まとめ

本研究では、オンラインで実施される反転授業における要支援者の早期発見を目的としている。そのための目標として、反転授業での学習者の事前学習の準備状況と授業内活動の関係性を分析した。本研究では、反転授業における事前学習が重要な役割をしているの

かということから、仮説として「事前学習の準備量がグループワークの成果物の評価を上げる要因なのか？」を設定した。仮説を検証するために実施した分析の結果、授業初期やメンバによっては、事前学習の準備量が成果物の質を上げる要因になっているが、授業回やグループメンバの構成によっては、必ずしもそうではないことがわかった。そのため、仮説に対する解答は、部分的には正しいが、授業中のグループの方針やメンバ構成についてさらに調査・分析が必要だという課題が残った。

今後は、グループごとにメンバの行動変容を含め、詳細に分析し、事前学習と授業活動についての関係性を明らかにしていく予定である。また、今回分析対象にしていないその他の章も踏まえ、授業全体を通して事前学習が授業中のグループワーク、成果物に影響を与えているのかを分析することによりオンラインで実施される反転授業においてどのような学習者を支援すべきなのかを検討していく。

謝辞

本研究は JSPS 科研 20H01728 の助成を受けたものである。

参 考 文 献

- (1) 伏木田稚子, 大浦弘樹, 吉川遼:” 認識的準備活動を導入した統計の基礎を扱う反転授業の実践と評価”, 日本教育工学会論文誌, Vol. 44, No. 2, pp. 237-251, (2020)
- (2) Sailer Michael, and Maximilian Sailer :”Gamification of in-class activities in flipped classroom lectures”. British Journal of Educational Technology Vol. 52, No.1, pp.75-90 (2021)
- (3) 重田勝介:” 反転授業 ICT による教育改革の進展”, 情報管理, Vol. 56, No. 10, pp. 677-684 (2014)
- (4) Tatal, Özgür :”Flipped classroom improves academic achievement, learning retention and attitude towards course: a meta-analysis”. Asia Pacific Education Review Vol. 22 No. 4, pp. 655-673 (2021)
- (5) 澁川幸加:” ブレンド型授業との比較・従来授業における予習と比較を通した反転授業の特徴と定義の検討”, 日本教育工学論文誌, Vol. 44, No. 4, pp. 561-574 (2021)
- (6) Karaoğlu Yılmaz, Fatma Gizem, Yusuf Ziya Olpak, et al :”The effect of the metacognitive support via pedagogical agent on self-regulation skills.” Journal of Educational Computing Research Vol. 56, No. 2 pp.159-180 (2018)
- (7) 糸井重夫:” 経済・金融教育における”反転授業”の有効性と課題”, 経済教育, Vol. 34, pp144-148 (2015)
- (8) 三保紀裕, 本田周二, 森朋子, 溝上慎一:” 反転授業における予習の仕方とアクティブラーニングの関連”, 日本教育工学会論文誌, Vol. 40 (Suppl.), pp. 161-164. (2017)
- (9) 鈴木聡, 廣川佐千男:” ペアプログラミングと反転授業を導入したコンピュータシミュレーション実習における履修者の学習活動の分析”, 日本教育工学会論文誌, Vol. 41, No. 3, pp. 245-253 (2018)
- (10) 大場みち子, 山口琢:” 作文行動の記録・分析ツールを用いた就職活動のための自己紹介書の作成支援方法の提案”, 情報教育シンポジウム論文集, Vol. 2018, No. 24, pp. 174-178 (2018)
- (11) 西岡加名恵, 田中耕治:” 「活用する力」を育てる授業と評価”, 学事出版 (2009)
- (12) Stevens, Dannelle D, Levi, Antonia, 井上敏憲, 俣野秀典, 佐藤浩章:” 大学教員のためのルーブリック評価入門”, 玉川大学出版部 (2014)
- (13) 神沼靖子, 大場みち子, 山口琢, 川野喜一, 小川邦弘, 刀川眞, 砂田薫:” 情報マネジメント”, 共立出版 (2019)

グループプレゼンテーションにおける オンラインのスライドの同時編集に関する分析

松下 侑輝^{*1}, 森 裕生^{*1}

^{*1} 鹿児島大学高等教育研究開発センター

Analysis of Simultaneous Online Slide Editing in Group Presentations

Yuki Matsushita^{*1}, Yuki Mori^{*1}

^{*1} Center for Research and Development in Higher Education, Kagoshima University

We analyzed the characteristics of group slide editing for first-year education at a university that conducts group presentations. We focused on collaborative edit process, extracted from the version history of the online slides. The results showed that (1) the groups that less work with more than one person had presented for a much longer or much shorter duration than the standard presentation time, (2) the groups that many work with more than one person had been intensively editing just before the presentation.

キーワード: 初年次教育, グループプレゼンテーション, 高等教育, ログ分析, オンライン

1. はじめに

近年, 大学のユニバーサル化などを背景に初年次教育として, 多くの大学でプレゼンテーションやアカデミックライティングに関する授業が展開されるようになった. 本研究では初年次教育を対象とし, 学生がグループプレゼンテーションを行う授業に着目する. 対象とする初年次教育科目では, 学生が数名のグループに分かれて現代社会の諸問題をテーマにプレゼンテーションを行った.

このようなグループプレゼンテーションは, 各グループのメンバーが協力し合うことが重要である. 実際に, グループ活動の課題として, 「そこそこの労力」で結果を出すことがグループ内で暗黙の了解となるなど, グループ活動が学習を抑制する方向に働く場合があることが指摘されている⁽¹⁾. これを踏まえると, グループの活動を把握し, メンバー間の作業の偏りなどが生じないように支援を行うことが重要である.

一方で, 教員が実際のグループ活動を詳細に把握することには限界がある. 特にスライドの編集などのよ

うな学生の個々の活動を確認することは困難であり, グループ活動の運営が難しい問題が生じている. このような問題に対して, スライドの編集などの活動をオンライン上で行うことによって, 学生の取り組みの履歴等を確認・分析する実践・研究が行われている.

学生の取り組みの履歴等を用いた支援や授業改善として e-learning コンテンツのアクセスログから学習ペースやヘルプの参照などの行動を分析し授業を改善する手法が提案されている⁽²⁾. また, ペアプログラミングの授業を対象にした事例ではバージョン管理システムに記録されたソースコードの変更内容とコミットメッセージを利用して, 学生が担当した工程を分析している. その結果, グループを一人のメンバーが主に活動しているもの・異なる部分を分担して活動しているもの・同一の部分複数人で活動しているものに分類した⁽³⁾.

これらの研究からも分かるように, システムから取得できるデータをどのように分析し, 対象の学習者や授業実践に応じた授業改善や学習支援のためのフィードバックに活用するかが重要である.

以上を踏まえ、筆者らは初年次教育のグループプレゼンテーションを対象とし、学生のグループ活動を可視化するシステムの開発を目的とし、グループプレゼンテーションのスライド編集履歴を用いたグループの活動状況の分析が行ってきた⁽⁴⁾。この研究ではスライドを編集した回数や時期を進捗報告の課題の有無によって比較し、進捗報告の課題を設けることでスライドを編集する頻度が継続的になることなどが分かっている。一方で、この研究で着目した点は学生個人の活動であり、同時編集などのメンバー間の協調的な作業などについては考慮されていなかった。そのため、実際にどのようにメンバーが連携していたかは明らかになっていなかった。また、編集を行っているスライドのアクセス数を基準に分析が行われたため、実際の編集時間なども考慮されなかった。

これらの課題を整理すると、スライドが編集された「時間」を分析のリソースに追加することで、より詳細なグループ活動の可視化やメンバー間の協調的な編集状況などを明らかにすることができる。本研究では、オンラインのスライドを用いたグループプレゼンテーションの、スライドを編集した時間の長さ、スライドの編集を単独で行うグループと複数人で行うグループのスライド編集に着目する。本研究の目的は、学生のスライド編集の時間に着目し、協調的なスライド編集の活動や実際の編集時間などの特徴を明らかにすることである。

2. 研究の方法

本研究の対象は、松下・森の研究⁽⁴⁾が対象とした授業実践である。そのため、授業のデザインとデータの取得方法は同一である。これを踏まえて本章の内容は、松下・森の研究⁽⁴⁾の内容をもとに加筆・修正を行った。

2.1 対象とする授業

本研究は、学生がグループプレゼンテーションを行う大学の初年次教育科目を対象とする。授業 B は、地方国立大学 A 大学で 2021 年度・前期に開講された。授業 B は A 大学の学部 1 年生を 35 名程度で 1 クラスに分けて実施される必修科目である。授業の内容は扱うコンテンツなどは共通であったが、詳細な課題設定や授業内の活動などは、担当教員の裁量で実施された。

プレゼンテーションの技法などに関連する授業は第 7 回から第 10 回まで行われ、論理構成のプレゼンテーション、スライドのデザイン、プレゼンテーション時のふるまいなどが扱われた。また、第 11 回に中間発表として作りかけのプレゼンテーションの発表が求められた。また、第 13 回と第 14 回の 2 回に分けて最終発表が実施された。中間発表では、発表後に教員と TA からフィードバックや学生間の相互コメントなどの機会が設けられた。最終発表は、1 グループ全体の持ち時間は 20 分であった。発表時間は 15 分を基準としながら 14~16 分の間に発表を行い残りの時間を質疑応答とした。

グループは、各クラス 8 グループずつテーマ希望別に 4~5 人で分かれた。資料作成と発表は全ての学生が行い、学生は自分が作成したスライドを発表した。

スライド作成はオンライン版 PowerPoint を用いた、オンライン版 PowerPoint のファイルは、オンラインストレージ Microsoft OneDrive に保存され、A 大学のアカウントを持つ人のみが編集可能な設定で共有された。これにより「誰が」、「いつ」、「どのように」編集を行ったかなどの編集履歴が記録された。

2.2 編集プロセスの取得と分析

本研究ではこの Microsoft OneDrive から得られるバージョン履歴をリソースとした。特に編集履歴の実時間に着目して分析を行った。

バージョン履歴はオンライン版 PowerPoint のバージョンの切り替わりを単位とし、Microsoft 社の基準に従った。この基準では、図表や文字の挿入、編集、移動やスライドの入れ替えなどの編集を行っているときに 1~2 分ごとにバージョンが更新・記録されるようになっていた。

バージョン履歴を用いて、図 1 のようにグループの編集時間と同時編集人数を求めた。具体的には以下の 3 ステップで分析をした。ステップ(1)では、各グループのスライドのバージョン履歴から、スライドを更新したユーザーと日時時刻のデータを抽出した。ステップ(2)では、日時時刻を同時編集と判定する時間の長さごとに区切った。ここでは、スライドを編集する際にデータの調査や考察などの編集以外の活動を行う状

況を想定し、10 分ごとに区切った時間帯を同時編集の判定のために設定した。最後に、ステップ(3)において、区切られた時間ごとにスライドを編集した人数を集計した。

また、図 1 の方法を使って「延べ編集時間」と「実際の編集時間」を集計した。「延べ編集時間」とは各グループのメンバーの編集時間の合計(図 1 (3)における各時間帯×編集人数の和)である。「実際の編集時間」とはグループ単位での編集時間(図 1 (3)における 1 以上の時間帯の数)である。

例えばメンバー I~Ⅲからなるグループがスライドを更新した時刻が図 1 (1)だった場合、図 1 (3)において、10:10~10:20 の時間帯の同時編集人数はメンバー I とⅢの 2 人と計算される。

この計算を繰り返し、編集時間を計算する。「延べ編集時間」は各時間帯で同時に編集した人数の合計(2+1+3+2)に 10 分をかけた 80 分、「実際の編集時間」は、同時に編集した人数が 1 以上である 10:00~10:30 の 30 分と 10:40~10:50 の 10 分を足した 40 分となる。

3. 結果

対象としたクラスでは、2 クラス合計 16 グループがプレゼンテーションを行ったが、オンラインではなくローカルの PowerPoint での編集を中心に行った 2 グループを除いた 14 グループを対象とした。表 1 に、グループの「延べ編集時間」と「実際の編集時間」を集計した。「実際の編集時間」のうち、編集した人数が 2 人以上だった時間の割合を「複数人編集率」とする。

「複数人編集率」が全体の平均+SD 以上だったグループと平均-SD 以下だったグループを抜き出し、それらのスライドを編集する活動の特徴を求めた。また、同時時間帯に編集した人数別の編集時間を集計した(表 1 右部)。各グループを「複数人編集率」から昇順に #1~#14 の ID を割り振った。平均+SD 以上の値を太字で、平均-SD 以下の値を斜体+下線で表示した。

「延べ編集時間」の平均は 16 時間 42 分(SD6 時間 35 分)だった。「実際の編集時間」の平均は 14 時間 53 分(SD5 時間 44 分)、「複数人編集率」は平均 11%(SD 7)だった。同時に編集した人数が 1 人での編集時間の平均は 13 時間 17 分(SD5 時間 34 分)だった。すべて

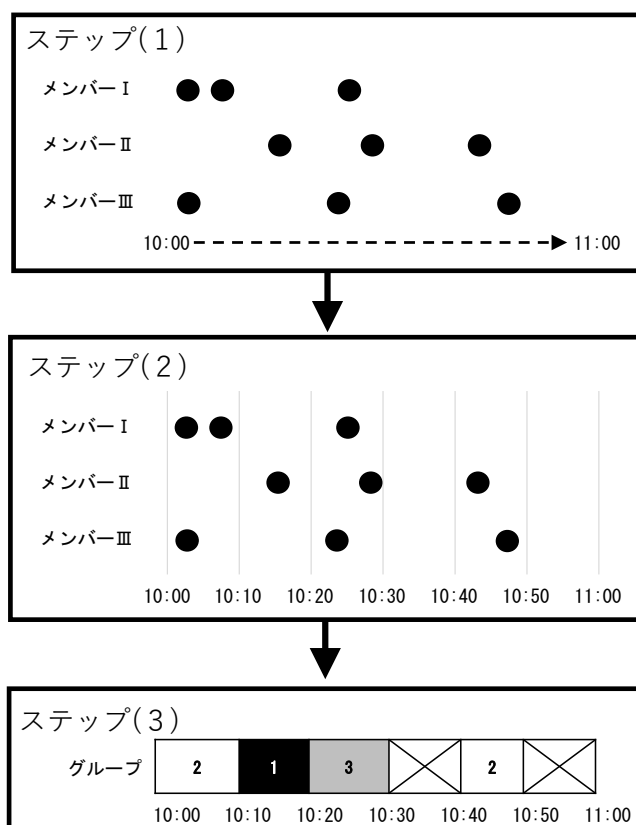


図 1 編集時間・同時に編集した人数の分析方法

のグループが同時時間帯に 2 人が編集していた時間を有し、その時間の平均は 1 時間 24 分だった。一方、同時時間帯に 3 人で編集していた時間があるグループは 7 グループ、4 人で編集していた時間があるグループは 2 グループであった。

本研究では、メンバー間の作業の偏りや協調的な編集活動の特徴を明らかにするために各グループがスライドを編集していた時間の 2 人以上で編集した時間の割合に着目する。具体的には、「複数人編集率」に着目し、平均-SD 以下のグループとして #1・#2, 平均+SD 以上のグループ #12~#14 について分析する。

3.1 編集時間の特徴

グループ #1・#2 は共に「実際の編集時間」が平均以上であり、グループ #12~#14 は共に「実際の編集時間」が平均以下であった。ただし、グループ #12・#13 は同時に編集した人数が 1 人であった時間が平均-SD 以下であるのに対し、グループ #14 は同時に編集した人数が 2, 3 人の時間がそれぞれ平均+SD 以上であった。

また、発表した内容の量の基準として発表時間との比較を行う。グループ #1・#2 は発表時間が基準より 1

表 1 各グループの発表時間と編集時間

ID	発表時間 (分：秒)	延べ 編集時間 (時：分)	実際の 編集時間 (時：分)	複数人 編集率	同時編集人数ごとの編集時間（時：分）			
					1 人	2 人	3 人	4 人
1	20:00	15:30	15:20	<u>1%</u>	15:10	<u>0:10</u>	0:00	0:00
2	16:02	17:30	16:40	<u>4%</u>	16:00	<u>0:30</u>	0:10	0:00
3	14:25	14:10	13:30	5%	12:50	0:40	0:00	0:00
4	17:17	13:50	12:50	8%	11:50	1:00	0:00	0:00
5	14:20	25:50	23:20	8%	21:30	1:10	0:40	0:00
6	15:29	17:10	15:50	8%	14:30	1:20	0:00	0:00
7	13:45	28:30	25:40	10%	23:00	2:30	0:10	0:00
8	13:10	<u>3:30</u>	<u>3:10</u>	11%	<u>2:50</u>	<u>0:20</u>	0:00	0:00
9	14:44	16:00	14:10	12%	12:30	1:30	0:10	0:00
10	14:50	26:00	22:30	12%	19:50	2:00	0:30	0:10
11	<u>11:37</u>	18:50	15:50	17%	13:10	2:30	0:00	0:10
12	<u>11:47</u>	<u>9:30</u>	<u>8:00</u>	19%	<u>6:30</u>	1:30	0:00	0:00
13	13:14	<u>9:50</u>	<u>8:00</u>	21%	<u>6:20</u>	1:30	0:10	0:00
14	15:40	17:40	13:30	26%	10:00	2:50	0:40	0:00
平均	14:44	16:42	14:53	11%	13:17	1:24	0:11	0:01
SD	2:05	6:35	5:55	7%	5:34	0:48	0:14	0:03

分以上長くグループ#1は発表時間を5分超過したため発表が打ち切られた。発表時間のみで、グループの活動状況や良し悪しを判断することには限界があるが、メンバー間の同時編集がほとんど行われておらず、スライドなどの調整や発表練習が行われていなかった可能性が指摘される。

一方、グループ#12~#14の発表時間については、編集時間が少ないグループ#12・#13については発表時間が基準より1分以上少なかった。また、編集時間が平均以上だったグループ#14について、発表時間は規定の時間内に収まっていた。

これらを踏まえ、各グループの編集プロセスに着目する。

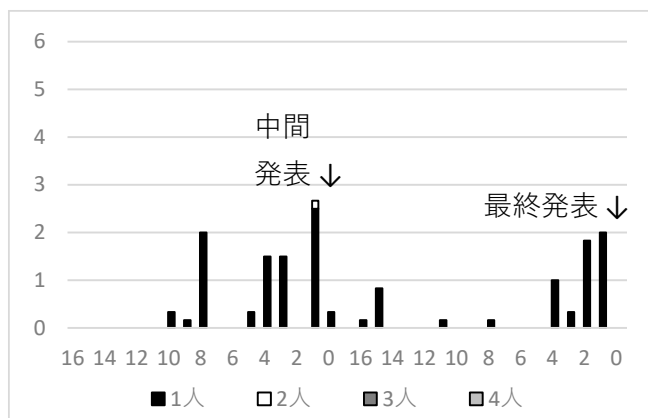
3.2 編集プロセスの特徴

グループ#1, #2の1日ごとの編集時間を図2に示す。横軸は中間発表と最終発表の日までの残り日数である。グループにより発表日が異なるため、中間発表直後の各グラフの中央が中間発表日、右端が最終発表

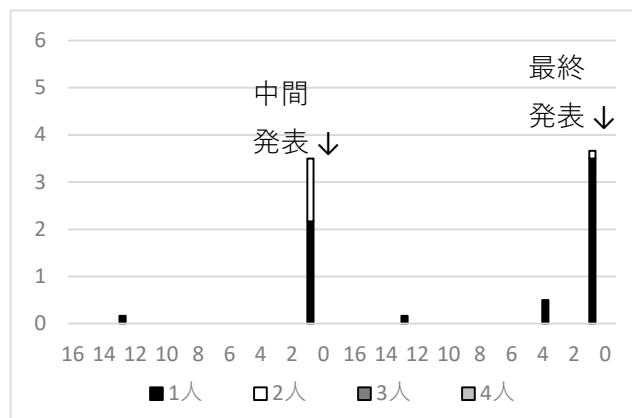
日となるように調整した。縦軸は編集した時間の長さ(時)を、同時に編集した人数ごとに積み上げ式で表している。例えば図3のグループ#12では、中間発表の1日前は1人での編集が2時間10分、2人での編集が1時間20分であることを意味する。

グループ#1・#2(図2)は共に発表日の前日などの直前以外にも短時間の編集を継続的に行っているが、複数人での編集は各発表日直前の短い時間に留まっている。このことから、グループのメンバーが独立してスライドを編集していたことが分かる。そのため、発表内容やスライドの情報量などの調整を行う活動が限定的になっていた可能性が考えられる。

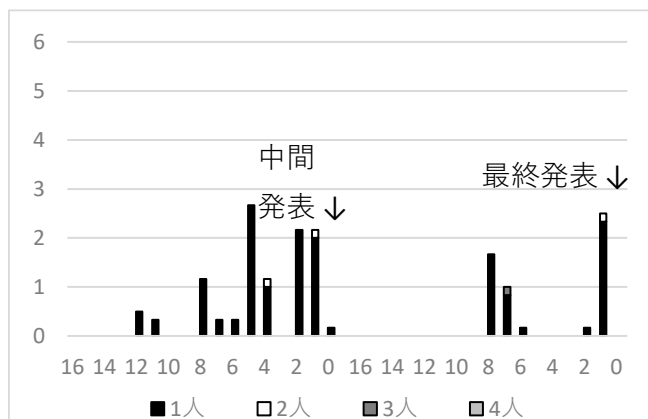
同様にグループ#12~#14の1日ごとの編集時間を図3に示す。図3の#12, #14は主に発表日の前日などの直前に編集をしていることが分かる。また、図3の#13, #14は中間発表までの編集時間が、中間発表後から最終発表までと比較して短い。これらのことから、メンバーが編集をするタイミングが発表日直前や中間



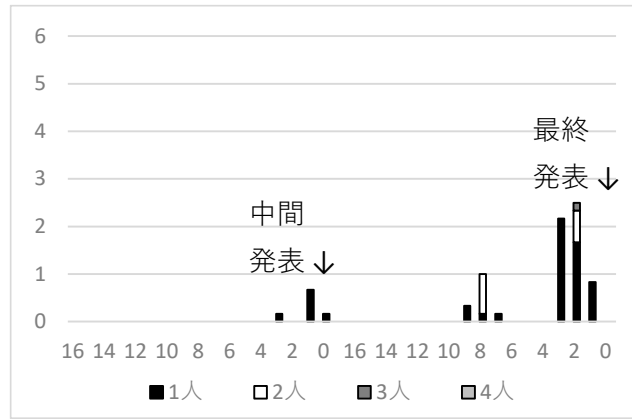
グループ#1



グループ#12



グループ#2



グループ#13

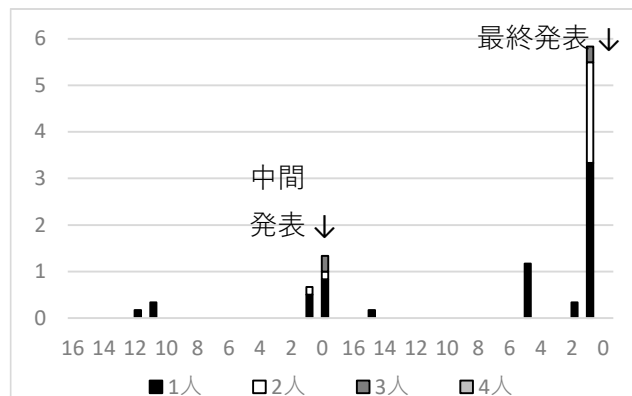
図 2 複数人編集の割合が少ないグループの編集時間

発表以後の期間に集中した結果、メンバーが同じタイミングで編集する割合が他のグループより多くなったと考えられる。

すなわち、「複数人編集率」が高いことはメンバー間の協調的な編集が行われていたわけではないと考えられる。例えば、オンデマンド課題の先延ばし行動は以前から指摘されており⁶⁾、スライドの編集作業も発表直前に集中したと考えられる。その結果として編集する時間帯が重複したため、「複数人編集率」が高くなったと考えられる。

4. おわりに

本研究ではグループプレゼンテーションにおいて、各グループのメンバーがスライドを編集した時間帯と時間の長さを分析した。同時帯に編集した人数に着目して分析した結果、(1)グループの各メンバーがスライドを編集するタイミングが独立している場合、メンバー間の調整や発表練習などが疎かになる可能性があること、(2)グループのメンバー間の同時編集が多いグループは、発表直前などに集中して編集すること



グループ#14

図 3 複数人編集の割合が多いグループの編集時間

で結果的に同時編集が多くなることなどが明らかになった。

これらは、グループのメンバーが協調を行うためには同じ時間帯でスライドを編集する時間が必要であるものの、実際に「複数人編集率」が高いグループは意図的に協調作業を行っていたわけではなく発表日の直前にスライド編集が集中していたことであることを意味する。すなわち、グループの協調作業の分析については複数人で編集した割合だけではなく、各メンバーの編集の内容をフィードバックの基準にすることが

必要であると考えられる。

今後の課題は、実際の編集内容の分析や、インタビュー調査などを通して実際の編集活動と編集履歴の関係の特徴を分析することなどが挙げられる。

謝辞

本研究は JSPS 科研費 20K14087 の助成を受けたものです。

参 考 文 献

- (1) 松下佳代: “ディープ・アクティブラーニング”, 勁草書房, 東京, pp. 1-27. (2015)
- (2) 石井 成郎, 三輪 和久: “Evidence Based Approach に基づく Web 教材の改善”, 教育システム情報学誌, Vol.25, No.3, pp. 292-303 (2008)
- (3) Gitinabard, Niki. Okoilu, Ruth. Xu, Yiqao. et al.: “Student Teamwork on Programming Projects What Can GitHub Logs Show Us?”, International Conference on Educational Data Mining, pp 409-416. (2020)
- (4) 松下侑輝, 森裕生: “グループプレゼンテーションにおけるスライド編集履歴を用いたグループ活動分析の試み” 日本教育工学会 2022 年春季全国大会講演論文集, 147-148 (2022)
- (5) 向後千春, 中井あづみ, 野島栄一郎: “e ラーニングにおける先延ばし傾向とドロップアウトの関係” 日本教育工学会研究報告集, JSET2004-5, pp.39-44(2004)

メタバースを利用した協調学習のための位置的距離を 知覚可能なコミュニケーション環境の提案

阿部飛翔瑠^{*1}, 高橋晶子^{*1,2}, 大河雄一^{*2}, 大山智也^{*2}, 趙秀敏^{*2}, 三石大^{*2}, 早川美徳^{*2}

^{*1} 仙台高等専門学校, ^{*2} 東北大学

Proposal of Communication Environment Perceiving Positional Distance for Collaborative Learning Using Metaverse

Abe Hikaru^{*1}, Takahashi Akiko^{*1,2}, Okawa Yuichi^{*2}, Oyama Tomoya^{*2},

Zhao Xiumin^{*2}, Mitsuishi Takashi^{*2}, Hayakawa Yoshinori^{*2}

National Institute of Technology, Sendai College^{*1}, Tohoku University^{*2}

新型コロナウイルス感染症の世界的な流行によりオンライン授業の需要が急速に加速し、新たな学習方法としての発展が期待されている。しかし、既存の会議ツールを用いたオンライン授業は、学習者同士での小規模なコミュニケーションが困難であるため、協調学習を随時行うことは困難であり、対面での学習環境と大きな差異がある。そこで我々は、学習者同士の位置的距離を考慮し、学習者がこの位置的距離を知覚可能なコミュニケーションを実現するメタバースを提案している。本稿では、このメタバースの提案とプロトタイプシステムの実装について述べる。

キーワード: 協調学習, メタバース, オンライン授業

1. はじめに

新型コロナウイルス感染症の世界的な流行により、オンライン授業の需要が急速に加速し、新たな学習方法としての発展が期待されている。しかし、既存の会議ツール等を用いたオンライン授業は、学習者同士での小規模なコミュニケーションが困難であるため、協調学習^[1]を随時行うことは困難であり、対面授業の学習環境とは大きな差異がある。

そこで本研究では、オンライン授業において、より対面授業の協調学習に近い学習環境を実現するため、リアルタイムでのコミュニケーションが可能であり、かつ臨場感のある環境が構築できるメタバースとして学習環境を構築する。これにより、学習者同士の位置的距離を知覚可能なコミュニケーションが実現できる。具体的には、初修中国語のオンライン学習をテストベッドとし、学習者間の距離によるボイスチャットの音量の変化によって距離を知覚し、他の学習者との協調学習が可能なメタバースを提案する。

2. 関連研究と提案

オンライン授業を実施する環境として、zoom等の既存の会議ツールが多く利用されている^[2]。これらの会議ツール上で、他の学習者へ学習進捗の共有や質問等の情報共有を行うためには、画面共有等の複数の操作を行う必要があり、対面でのそれと大きな差異がある。また、既存の会議ツールを利用したグループ内のコミュニケーションでは、会話がグループ間の全員に共有されるため小規模なコミュニケーションができず、学習者同士の円滑な協調学習を行うことは困難である。メタバースを利用した学習環境として、Second Life^[3]を用いた「メタバース・ラーニング」がある^[4]。メタバース・ラーニングは、ボイスチャット、テキストチャットにより、リアルタイムでのコミュニケーションを実現しているため、対面学習に近い環境が実現されている。また、インターネットに接続できれば、場所を問わず学習が可能である。さらに、メタバースを利

用した外国語学習としては、韓国語学習者を対象とした韓国語の授業において、会話能力の向上を目的のため、会話のみをメタバース「Gather Town」^[5]にて行った例がある^[6]。Gather Town では、学生に対して実際の授業と同様の効果があるかについてアンケート調査を実施し、肯定的な意見としては「Gather Town の自分の部屋を飾ることができてよかった」、「設定されている場面に自分が没入している感じがしてよかった」、否定的な意見としては「最初操作に慣れるのに時間がかかった」、「それぞれの設定場面に移動するのが大変だ」などがあった。

上述のとおり、メタバースを利用した教育の実践やその効果の評価が行われてはいるが、オンライン上での学習者同士の円滑なコミュニケーションを実現するという点では以下の技術的課題がある。

(P1) メタバース空間を利用して対面学習に類似した環境を再現することが困難

従来手法では、より対面に近い学習環境が実現されているが、2D 空間のメタバースでは対面での学習とは差異がある。

そこで本研究では、上記の技術的課題を解決するために、下記の提案をする。

(S1) メタバースにて学習者の距離による声量の強弱の変化により、協調学習のための位置的距離を知覚可能なコミュニケーション環境

学習者同士の距離によって声量を変化させることで、対面での学習環境に類似した環境を実現することができ、他の学習者とのコミュニケーションを取りやすくなることでオンライン上での協調学習が促される。

3. 位置的距離を知覚可能なコミュニケーション環境の設計

本研究では、学習者に対してオンライン上で協調学習を行っているという感覚を付与するため、メタバース空間内のオブジェクトを用いて映像を表示し、他の学習者を自身の視界内に表示する。メタバース内での学習の概要を図 1 に示す。メタバース空間内のオブジェクトを用いて映像の表示を行うことで、画面共有等の操作を挟まずに学習を継続できる。また、映像を表

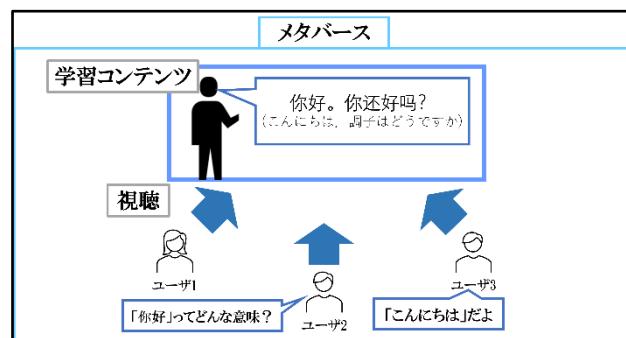


図 1 メタバース内での学習の概要

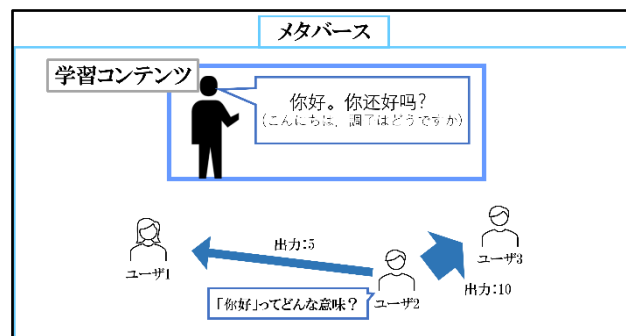


図 2 学習者の距離により声量
変化するボイスチャット

示するオブジェクトは、学習者が任意に生成、削除可能とし、学習者同士でリアルタイムでの学習の進捗状況を共有し、他の学習者を知覚しながら学習をすることで、対面との学習環境の差異を縮め、協調学習を促す。

また、メタバース内で行う学習者の距離により声量に変化するボイスチャットを図 2 に示す。学習者同士の小規模なコミュニケーションを促進させるため、学習者間の距離が近い時は声量を大きく、距離が離れた時は声量を小さく変化させるボイスチャットを構成する。さらに、学習者同士の距離が遠く離れ会話ができない状況では、テキストチャットによるコミュニケーションとする。これにより、会議ツールのように会話をグループ全体に共有すること無く、学習者間の質問等をしやすい環境となり円滑な協調学習の環境を実現する。

4. プロトタイプシステムの実装

本研究は、これまで我々が開発してきた KOTOTOMO^[7]をテストベッドとして採用し、Unity(2021.3.8f1)を用いてプロトタイプシステムの実装を行った。図 3 にメタバースのログイン画面を示す。ログインを行いメタバース内で学習者が操作するものとして、Unity から提供されているアセットに対してスクリプトを作成



図 3 メタバースのログイン画面



図 4 メタバース内での学習コンテンツの表示

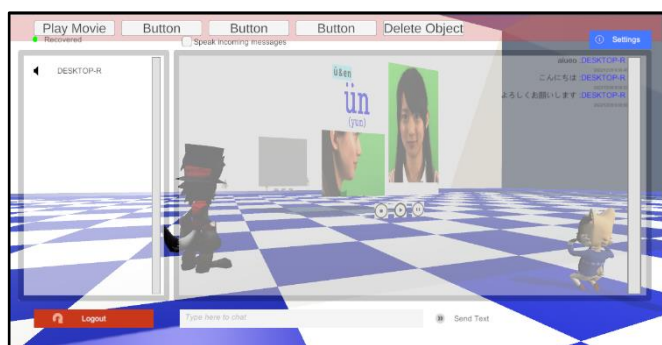


図 5 テキストチャットの画面

し、一人称視点の視点操作、上下左右に移動可能なアバターを実装した。図 4 に KOTOTOMO の学習用問題を割り当てたメタバース内での学習コンテンツを表示するオブジェクトを示す。このオブジェクトを操作するため、学習者が自由に問題を選択可能にする機能、オブジェクトの削除等の機能を割り当てた UI、学習コンテンツの停止、再生を行う子オブジェクトの実装を行った。図 5 にテキストチャットの画面を示す。学習者同士の距離を考慮したコミュニケーションを可能とするため、Unity 内で使用可能なミドルウェアである Vivox を用いてボイスチャット・テキストチャットを実装した。

メタバース内で操作するためのアバター、学習コン

テンツを表示するオブジェクト、チャット機能を実装したことにより、アバターを操作し、学習者同士でリアルタイムでの学習の進捗が共有可能となった。さらに、学習者の距離によって声量に変化するボイスチャットが可能となり、位置的距離を知覚可能なコミュニケーション環境が実現され、オンライン上で対面授業における協調学習に近い学習環境のプロトタイプシステムが実現された。

5. おわりに

オンライン授業では、他の学習者とともに協調学習しているという感覚が乏しく、対面での学習環境と大きな差異がある。そこで本研究では、オンライン授業において、より対面授業の協調学習に近い学習環境を実現するため、リアルタイムでのコミュニケーションが可能であり、かつ臨場感のある環境が構築できるメタバースとして学習環境の構築を提案した。さらに、提案手法を実現するために初修中国語のオンライン学習をテストベッドとして、Unity を用いてメタバース内で操作するためのアバター、学習コンテンツを表示するオブジェクト、チャット機能のプロトタイプを実装した。

今後は、提案手法がどのような学習形式に有効であるかを検討し効果を実証する。また、効果検証を行い必要な機能を確認し詳細な設計、実装を行う。

参考文献

- (1) 坂本旬：“協働学習とは何か”，法政大学キャリアデザイン学会『生涯教育とキャリアデザイン』, p. 55, (2008)
- (2) アンド・ディ：「休耕期間の勉強に関する高校生調査[新型コロナウイルス関連樹種調査]」https://www.and-d.co.jp/2020/05/11/survey_corona_school, (参照 2022-12-13)
- (3) Second Life, <https://secondlife.com/?lang=ja>, (参照 2022-12-12)
- (4) 坂東敏和, 三淵啓自：“セカンドライフを利用したメタバース・ラーニングの提唱。”研究報告グラフィクスと CAD (CG), pp. 1-5, (2009)
- (5) Gather town, <https://www.gather.town>, (参照 2022-12-12)
- (6) Jang, Jiyeong: “A Study on a Korean Speaking Class Based on Metaverse -Using Gather.town”, Journal

of Korean Language Education, 32-4, pp.279-301,
(2021)

- (7) 趙秀敏, 張立波, 上野稔弘, 今野文子, 三石大: “東北
大学初修中国語ブレンディッドラーニング用教科書の
開発”, 東北大学高度教養教育・学生支援機構紀要,
第 3 号, pp.277-283, (2017)

メタバース内避難訓練の提案と試作システム

光原 弘幸^{*1}, 谷岡 樹^{*2}, 大江 海斗^{*2}, 市野 有朔^{*3}, 長濱 誠弥^{*3}, 獅々堀 正幹^{*1}

^{*1} 徳島大学大学院社会産業理工学研究部

^{*2} 徳島大学大学院創成科学研究科

^{*3} 徳島大学理工学部理工学科

Proposal and Prototype System of Evacuation Training in Metaverse

Hiroyuki MITSUHARA^{*1}, Itsuki TANIOKA^{*2}, Kaito OE^{*2}, Yusaku ICHINO^{*3}, Seiya NAGAHAMA^{*3}, Masami SHISHIBORI^{*1}

^{*1} Graduate School of Technology, Industrial and Social Sciences, Tokushima University

^{*2} Graduate School of Sciences and Technology for Innovation, Tokushima University

^{*3} Faculty of Science and Technology, Tokushima University

Metaverse is being used for various fields including education. Focusing on the positive integration of metaverse and disaster education, we propose Evacuation Training in Metaverse (ETM) and prototype a ETM system. In addition to fundamental metaverse functions (e.g., simultaneous access by many users), the ETM system provides evacuation training functions: (1) suddenly a disaster occurs in the metaverse (3D virtual world) and an evacuation training begins, (2) disaster situations are expressed based on a scenario focusing on situational and audiovisual realities, (3) non player characters are generated (displayed) during the evacuation training, and (4) an opportunity for users to reflect on their evacuation (training) is provided after the evacuation training. The ETM system, prototyped using Unity and Photon, is supposed to be mainly used with head mounted displays such as Meta Quest 2.

キーワード: メタバース, バーチャルリアリティ, 避難訓練, 防災教育

1. はじめに

近年, メタバース (Metaverse) に注目が集まっている. メタバースは広義には, 複数のユーザが仮想空間で交流できるシステムやサービスであり, ソーシャルなバーチャルリアリティ (Virtual Reality: VR) とも位置づけられる. 初期のメタバースとして代表的な Second Life は 2000 年代初頭にサービスを開始しており, その後のヘッドマウントディスプレイ (Head Mounted Display: HMD) の高度化や普及などに伴って, メタバースはさまざまな分野に応用され社会へ浸透しつつある⁽¹⁾. Second Life が教育分野で積極的に議論され実践されてきたこともあり⁽²⁾⁽³⁾, 課題や論点の

整理が必要な段階ではあるが, メタバースの教育分野への応用は有望といえる⁽⁴⁾⁽⁵⁾. 例えば, 3D 教室空間において他学習者 (仮想エージェントも含む) との協同学習を実現するメタバース⁽⁶⁾や, 実在の大学キャンパスを緻密に 3D モデル化し没入感の高い講義を提供するメタバース⁽⁷⁾もある. さらに, VRChat や Cluster などの主要なメタバースプラットフォームがセミナー等の教育的用途で活用されることも多い. 新型コロナウイルスなどに起因する社会変容によって遠隔教育がより身近なものになる中で, メタバースはその没入感やインタラクティブ性の高さなどから遠隔教育の新形態として期待されている.

このような背景から, 本研究はメタバースの防災教

育への応用を扱う。防災教育にはさまざまあるが、本研究では、防災教育として身近な避難訓練に焦点を当てる。安全な環境下で避難を疑似体験できる避難訓練 VR の事例は多い。例えば、病院を対象とした地震避難訓練 VR が開発され、参加者の避難時の行動遷移が分析されている⁽⁸⁾。テロリズム（銃撃）を題材にしたシリアスゲーム VR では、避難も含めた生存のための知識に加え自己効力感や学習意欲の向上も確認されている⁽⁹⁾。複数人が同時に仮想空間内を避難できる VR もあり、他者や仮想エージェントとコミュニケーションをとりながら避難するという疑似体験を提供している⁽¹⁰⁾。本研究ではこれまで、どのようなメタバース内避難訓練を実現すべきか検討を重ねてきた⁽¹¹⁻¹³⁾。

本稿では、メタバース内避難訓練について、要件を示しながら提案し、試作システムを概説する。

2. メタバース内避難訓練の提案

メタバースはさまざまな技術から構成され、社会にさまざまな影響を及ぼすことから、その定義は必ずしも確立されていない。2011 年時点での学術的な定義のひとつとして、

- ① 3 次元のシミュレーション空間（環境）を持つ
- ② 自己投射性のためのオブジェクト（アバタ）が存在する
- ③ 複数のアバタが、同一の 3 次元空間を共有することができる
- ④ 空間内に、オブジェクト（アイテム）を創造することができる

が示されている⁽¹⁴⁾。

本研究では、“避難訓練メタバース”ではなく、“メタバース内避難訓練”の実現をめざしている。これは、「避難訓練するためのメタバース」ではなく、「避難訓練はメタバース内でのイベントのひとつに過ぎない」という立場を意味している。したがって、避難訓練を意識しながら上記①～④を満たすメタバースを構築した上で、避難訓練機能を追加実装していく。

2.1 構築するメタバースの要件

上記①～④に対応する形で、構築するメタバースの要件を示す。

- (1) 現実世界をできるだけ忠実に 3 次元仮想空間化する

る（①に対応）

通常、避難訓練は参加者の生活圏内（例えば、学校や職場）で発生しうる災害を想定したものになる。もちろん生活圏外で災害に遭遇する可能性はあり、生活圏外（例えば、訪れる予定のある地域）で実施される避難訓練に参加するのが理想的ではあるが、現実的ではない。一方、メタバースは地理的・時間的制約を超えたアクセスを可能にするため、現実世界のさまざまな地域が忠実に 3 次元仮想空間化されれば、どのユーザもそこでの避難訓練に参加でき、実際の避難場所や経路を覚えることにつながる。よって、本研究では、架空世界ではなく現実世界を 3 次元仮想空間化して提供する。

ここで、現実世界の特徴を反映させて避難訓練に最適化した架空世界を提供すればよいのではないかと考えられる。例えば、典型的な木造家屋密集地帯を 3 次元仮想空間化し、地震や火災時の避難における困難な状況（例えば、狭い避難経路が通れなくなっている）を意図的に疑似体験させる避難訓練が可能であろう。本研究では、オープンな 3D 都市モデル（例えば、国土交通省 PLATEAU）の普及を期待しながら、現実世界と照らし合わせて「発災時にどの避難場所への経路で避難すればよいか」をより具体的に考えることを重視し、現実世界をできるだけ忠実に 3 次元仮想空間化する。

- (2) 実際のユーザに似せたアバタにする（②に対応）

自己投射性は、ユーザ自身が仮想空間内に違和感や矛盾なく存在できる特性を表し、HMD 装着時の視線に連動した空間表示の自然さなどが関わってくるが、他ユーザの存在や外見については対象外といえる。

ビル火災避難疑似体験 VR において、要救助者（アバタ）の民族（人種）によって救助行動が変化することなどが報告されている⁽¹⁵⁾。このような報告を参考に、本研究では「アバタの外見はユーザの避難行動に影響を及ぼす」という立場から、リアルな避難疑似体験を提供することを重視して、実際のユーザの外見をできるだけ反映させたアバタを採用する。逆を言えば、アバタは架空のキャラクタではなく、避難訓練時に仮想空間内を高速移動したり飛べたりもしない。また、ユーザが現実世界で身体的な不自由さ（例えば、足が不自由で歩行速度が遅い、または、車椅子を利用して

いる)を有していれば、それをアバタに反映させる。
(3) 多数のユーザにとって日常的な3次元仮想空間を提供する(③に対応)

メタバースでは、現実世界と同等のユーザ間コミュニケーション(例えば、音声による会話、アバタを介したジェスチャ)を可能にすることが求められる。そのようなコミュニケーションの前提として、多数のアバタが仮想空間内に存在していることが挙げられる。

そこで本研究では、マルチユーザを実現するネットワークエンジン(状態同期ネットワークライブラリ)を採用して多数のユーザが同時アクセスでき、テキストチャットや音声、ジェスチャによるコミュニケーションが可能なメタバースを構築する。さらに、HMD、PC、スマートフォンなどのさまざまなデバイスからアクセス可能にすることもめざす。このようなメタバースの基本機能に加え、日常的なアクセスを動機づける工夫が必要になる。学校を例にとると、仮想空間内に教室を設置し、そこで受けられる授業を増やすことが挙げられる。その他、比較的単純なゲーム要素を取り入れることがアクセスの動機づけにつながる可能性もある⁽¹⁶⁾。

現実世界における避難では、多数が一斉に避難行動をとることで、パニックや狭い避難経路での混雑が発生し、避難が困難になる可能性がある。本研究では、このような多数のユーザに起因する避難が困難な状況をメタバース内避難訓練でも再現することをめざす。

(4) 現実世界のようなオブジェクトとのインタラクションを可能にする(④に対応)

メタバースでは、仮想空間内を移動できるだけでなく、必要に応じてオブジェクトとのインタラクションを可能にすることが求められる。例えば、室内照明のON/OFFを操作したり、ボールを持って放り投げたりといったインタラクションが挙げられる。

メタバース内避難訓練においては、例えば地震の場合、転倒した家具を避難途中に移動させたり、割れたガラスや炎に近づくと負傷したりする状況を表現したい。そこで本研究では、スイッチ類の操作に加え、掴んで移動させることができたり、近づくとユーザに影響が及んだりするインタラクティブなオブジェクトを仮想空間内に配置できるようにする。

2.2 避難訓練機能の要件

2.1では、構築するメタバースの基本機能を示したが、メタバース内避難訓練を実現するには避難訓練機能が必要となる。以下に避難訓練機能の要件を示す。

(1) 突然の災害発生により不意打ちで避難訓練を開始する

現実世界における災害には、台風など発生や接近がある程度予測可能なものと、地震や火災など突然発生するものがある。従来の避難訓練は突然発生する災害を対象に実施されることが多いが、予め訓練の日時や内容が通知されることも少なくない。このような避難訓練では、避難時の困難な状況(例えば、パニック状態での避難)を疑似体験させていないといえる。

そこで本研究では、メタバース内で突然災害を発生させて平時を有事(避難)に切り替える、不意打ち避難訓練機能を実装する。地震や火災などの災害はいつ発生するか予測できないため、“不意打ち”は現実在即した避難疑似体験を提供する。

(2) シナリオに基づいてリアルな災害状況を表現する

不意打ちで避難訓練を開始するにあたり、仮想空間内を平時から有事へ変させる、リアルな災害状況を表現する必要がある。

避難訓練のリアリティは、状況的リアリティと視聴覚的リアリティから構成される。状況的リアリティには“実際にあり得る災害状況を設定すること”が求められる。本研究ではこれをシナリオに記述し設定できるようにする。そして、シナリオを読み込んでメタバース内に災害状況を配置する機能を実装する。例えば、地震発生後に調理室から出火し時間経過とともに延焼していくという災害状況は、地震発生からの経過時間に対して、追加する炎の位置(3次元座標)と大きさをシナリオに記述して設定する。また、一部のオブジェクトについては、物理演算に基づいて動かしたり、シナリオに基づいて選択的に破壊したりできるようにする。シナリオには災害の種類や程度、避難の制限時間や成功条件も合わせて記述しておき、シナリオを切り替えることで、さまざまな避難訓練が実施できるようにする。視聴覚的リアリティには“視聴覚効果を駆使して災害状況を表現すること”が求められる。本研究ではシナリオに基づいて、アニメーション付き3

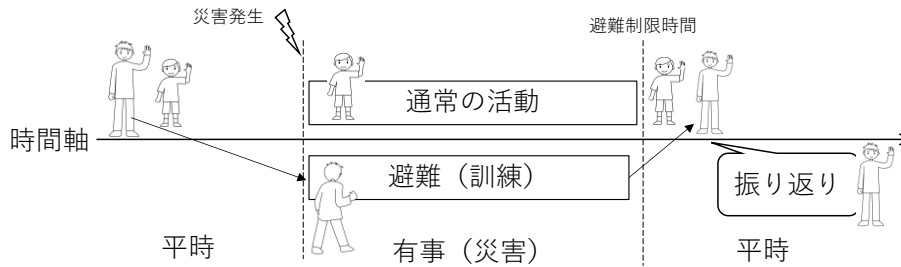


図1 メタバース内避難訓練の流れ

次元モデルやパーティクルシステムにより災害状況
を表現する。

(3) 避難訓練時に NPC を生成し出現させる

メタバースには常に多数のユーザがアクセスしていることが期待されるが、少数のユーザしかアクセスしていない状況で避難訓練が実施される場合も考えられる。多数のユーザに起因する避難困難な状況を表現するために、避難訓練時にユーザ数に応じて NPC (Non Player Character) を生成し出現させる機能を実装する。

(4) 避難訓練後に振り返りができるようにする

メタバース内避難訓練は、ユーザが制限時間内に避難場所に到達するなどの条件を満たすことで終了する。避難訓練の終了により仮想空間内は災害発生前の状況（平時）に戻るが、ユーザが自身の避難行動を振り返えることで、訓練効果の向上が期待される。

そこで本研究では、ユーザ（アバタ）の避難行動を一定時間間隔でログとして記録しておき、避難行動を仮想空間内で再生（再現）する振り返り機能を実装する。ユーザは避難訓練終了後の任意のタイミングで振り返り機能を起動し、再生された避難行動（他ユーザの避難行動も再生される）を一人称または三人称で見返すことで、避難に関する気づきにつながる。例えば、「大勢の人の後を追う形で狭い道を逃げてしまったが、もっと広い道があった」という気づきから、「冷静になって、広い道を逃げるようにしよう」といった避難の心構えが得られるかもしれない。

2.3 メタバース内避難訓練の流れ

メタバース内避難訓練の流れを図1に示す。ユーザはメタバース内で他ユーザとの交流など日常的な活動をしているが、突然の災害発生により避難訓練が開始される。例えば、地震避難訓練では、緊急地震速報

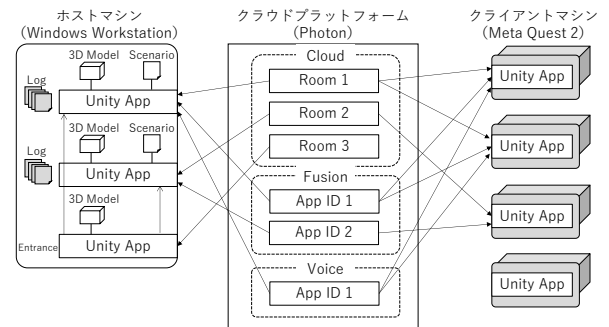


図2 試作システムの構成

が鳴って数秒後に仮想世界が揺れ始め、揺れが収まってから避難が開始されることになるだろう。ただし、ユーザに避難は強制しない。したがって、災害が発生したメタバース内（例えば、瓦礫が散乱している）には、避難するユーザと避難しないユーザが混在しうる。これは、現実世界でも見られる、正常性バイアスや同調性バイアスにより避難が誘発されていない状況といえる。

避難訓練終了後、メタバース内は災害発生前のオブジェクトが配置されて平時に戻る。そして、ユーザ（避難を試みたユーザ）には自身の避難行動を振り返ることが望まれる。避難訓練終了直後、すなわち記憶が鮮明なうちに振り返ることが理想的だが、避難行動を再生する機能により、振り返りのタイミングはユーザに委ねられる。

3. メタバース内避難訓練システムの試作

本研究では現在、提案したメタバース内避難訓練のシステムを試作している。開発環境にゲームエンジン Unity、ネットワークエンジン（クラウドプラットフォーム）に Photon を採用する。没入型 HMD である Meta Quest 2（コントローラ含む）をメインデバイスとして想定しているが、PC やスマートフォンでのアクセスにも対応させる。

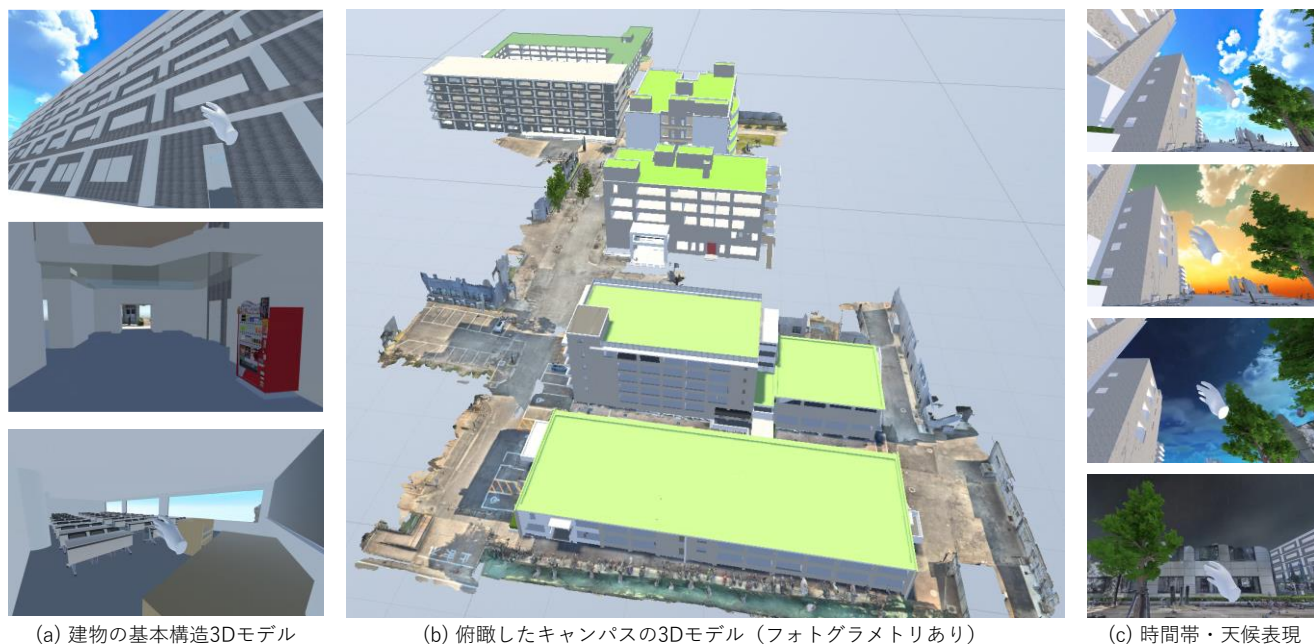


図3 徳島大学工学部の3次元仮想空間化

3.1 システム構成

試作システムは、ホストマシン、クライアントマシン、クラウドプラットフォームから構成される（図2）。

(1) ホストマシン

ホストマシンである Windows ワークステーションでは Unity アプリが動作しており、Photo Cloud を介して複数のユーザが入室可能な Room を作成・管理する。Room ごとに 3 次元仮想空間とシナリオが用意されており、ユーザ認証、災害状況表現、避難行動ログ記録・再生、NPC 生成などを担当する。

(2) クライアントマシン

クライアントマシンである Meta Quest 2 では Unity アプリが動作しており、Room に対応する 3DCG の描画やユーザの入力処理（アバタの移動など）を担当する。

(3) クラウドプラットフォーム

Photon Fusion を介して複数ユーザ（アバタ）やオブジェクトの座標を収集・同期し、Photo Voice によりユーザ間での音声対話を可能とする。

3.2 3次元仮想空間

試作システムでは、徳島大学工学部キャンパスの忠実な 3 次元仮想空間化に取り組んでいる（図3）。キャンパス内建物の基本構造 3D モデルは、CAD データから変換・生成するか、CAD ソフトで平面図から人手

で作成している（図 3-a）。壁などの外観については、CAD ソフトや 3DCG ソフトで装飾している。仮想空間内で操作対象となるドアなどのオブジェクト、災害時に動いたり破壊されたりするオブジェクトは Unity で設置・設定する。

フォトリアリスティックな表現で視聴覚的リアリティを高めようと、フォトグラメトリ（写真測量法）を試験的に導入した（図 3-b）。しかし、キャンパス内を網羅するには多くの写真が必要となり、修正作業（ノイズ除去やポリゴン数削減など）における負担も大きい。さらに、建物の 2 階以上を撮影するには高所作業（例えば、ドローンを用いた撮影）が必要となるため、現在はフォトグラメトリの導入を中断している。

仮想空間内では、現実世界と同じ時間と天候が表現されている。具体的には、昼間、夕方、夜の時間帯に応じて空の画像（Unity Skybox）を変更し、気象庁から取得した徳島市の天候情報に基づいて、仮想空間内に雨や風を発生させている（図 3-c）。このような表現により、例えば、夜間や悪天候（大雨や強風時）における避難訓練を実施することができる。

3.3 アバタ

現在、アバタには Unity アセットを採用しており、実際のユーザに似せたアバタを組み込めてはいない。HMD を装着している場合はユーザの視線（顔の向き）



図 4 腕を動かすアバタ

を，HMD コントローラを利用している場合はユーザの腕の上げ下げを検知して，即座にアバタに反映することができる（図 4）．今後，画像やテキストからアバタを自動生成する技術⁽¹⁷⁾⁽¹⁸⁾の活用を検討していく．

3.4 機能実装

2.2 で示した機能について，構想中や実装中のものも含めて概説する．

(1) 不意打ち避難訓練

ホストマシンから任意のタイミングで，シナリオに記述された災害を発生させることができる．また，地震については，気象庁から防災情報（XML フォーマット）を受信し，日本国内で一定震度以上の地震が発生した場合，仮想空間内でも地震を発生させるようにしている．

(2) 災害状況表現

現在のところ，散乱した椅子，炎や瓦礫など表現できる災害状況は限られている（図 5）．

ユーザ（避難訓練設計者）が HMD を装着して仮想空間にアクセスし，炎や瓦礫などの 3 次元モデルの設置を通じて災害状況を表現できるようにしている⁽¹⁹⁾．現在，シナリオ記述を再考中であることから，この機能からメタバース内避難訓練のシナリオ出力はできていない．

(3) NPC 生成

災害発生時，仮想空間（Room）内のユーザ数に応じて NPC を生成し出現させる（図 6）．具体的には，ユーザ数に反比例させて NPC 数を調整する．NPC は避難行動モデルを有した自律的なエージェントではなく，過去に同じシナリオで実施された避難訓練における実



地震によって散乱した椅子



炎

図 5 災害状況表現の例



図 6 避難場所へ向かう NPC

際のユーザの避難行動ログを NPC で再現する手法を採用している．ログにはユーザの位置座標や視線，腕の上げ下げが記録されている．この手法により，ログからユーザの移動（避難経路）だけでなく顔の向きや首の傾き，身振り手振りなども再現できることから，避難中の焦りや迷いなども表現できると期待される．

(4) 振り返り

ユーザの避難行動ログに基づいて，NPC 生成と同様に避難行動を仮想空間内に再生する．再生映像を見ながら気づいたことを，アノテーション（テキストまたは音声）として記録しておき，アノテーション付き再生映像を閲覧できるようにする．

4. おわりに

本稿では、メタバース内避難訓練を提案し、その試作システムを概説した。構想中や実装中の機能が残っており、試作システムの完成に向けて注力していく。試作システム完成後は、その運用を通じてさまざまな検証を進めていく。3次元仮想空間内で突然災害が発生し、避難訓練が開始されるというメタバース内避難訓練がユーザに受け入れられるかをまず検証する必要があるだろう。避難訓練への参加は強制ではないが、メタバース内で楽しんでいる時間を一時的に中断されることに否定的なユーザが存在すると考えられる。提案したメタバース内避難訓練に肯定的なユーザを増やすためにも、詳細な検討を通じて、訓練効果が高いことを明らかにしなければならない。

謝辞

本研究は JSPS 科研費 JP18H01054 ならびに徳島大学理工学部・令和4年度先端理工学教育研究プロジェクトの助成を受けた。

参考文献

- (1) Trunfio, M. and Rossi, S.: “Advances in Metaverse Investigation: Streams of Research and Future Agenda”, *Virtual Worlds*, 1, Issue 2, pp.103–129 (2022)
- (2) Warburton, S.: “Second Life in Higher Education: Assessing the Potential for and the Barriers to Deploying Virtual Worlds in Learning and Teaching”, *British Journal of Educational Technology*, Vol.40, No.3, pp. 414–426 (2009)
- (3) Inman, C., et al.: “Use of Second Life in K-12 and Higher Education: A Review of Research”, *Journal of Interactive Online Learning*, Vol.9, No.1, pp.44–63 (2010)
- (4) Hwang, G.J. and Chien, S.Y.: “Definition, Roles, and Potential Research Issues of the Metaverse in Education: An Artificial Intelligence Perspective”, *Computers and Education: Artificial Intelligence*, Vol.3, 100082 (2022)
- (5) Tlili, A., et al.: “Is Metaverse in Education a Blessing or a Curse: A Combined Content and Bibliometric Analysis”, *Smart Learning Environments*, Vol.9, 24 (2022)
- (6) Jovanović, A., and Milosavljević, A.: “VoRtex Metaverse Platform for Gamified Collaborative Learning”, *Electronics*, Vol.11, Issue 3, 317 (2022)
- (7) Nagao, K.: “Virtual Reality Campuses as New Educational Metaverses”, *IEICE Transactions on Information and Systems*, (Advance Publication in 2022)
- (8) Feng, Z, et al.: “A Sequence Analysis of Behaviors in Immersive Virtual Reality for Indoor Earthquake and Post-earthquake Evacuation”, *International Journal of Disaster Risk Reduction*, Vol.75, 102978 (2022)
- (9) Lovreglio, R., et al.: “Prototyping and Testing a Virtual Reality Counterterrorism Serious Game for Active Shooting”, *International Journal of Disaster Risk Reduction*, Vol.82, 103283 (2022)
- (10) Sharma, S.: “Improving Emergency Response Training and Decision Making Using a Collaborative Virtual Reality Environment for Building Evacuation”, *Proc. of HCI International 2020-Late Breaking Papers: Virtual and Augmented Reality*, pp.213–224 (2020)
- (11) 谷岡樹, 光原弘幸, 獅々堀正幹: “地震疑似体験 VR における避難行動記録・再現による NPC 生成”, 教育システム情報学会研究報告, Vol.36, No.5, pp.44–50 (2022)
- (12) Mitsuhashi, H. and Shishibori, M.: “Toward Evacuation Training in Metaverse”, IGI Global (2022)
- (13) Oe, K., Tanioka, I., Mitsuhashi, H., and Shishibori, M.: “Prototype System of Evacuation Training in Metaverse”, *Proc. of the 30th International Conference on Computers in Education*, Vol.2, pp.122–130 (2022)
- (14) 日本バーチャルリアリティ学会編: “バーチャルリアリティ学”, コロナ社 (2011)
- (15) Gamberini, L., et al.: “Psychological Response to an Emergency in Virtual Reality: Effects of Victim Ethnicity and Emergency Type on Helping Behavior and Navigation”, *Computers in Human Behavior*, Vol.48, pp.104–113 (2015)
- (16) Park, S. and Kim, S.: “Identifying World Types to Deliver Gameful Experiences for Sustainable Learning in the Metaverse”, *Sustainability*, Vol.14, 1361 (2022)
- (17) Hu, L. et al.: “Avatar Digitization From a Single Image For Real-Time Rendering”, *ACM Transactions on Graphics*, Vol. 36, No. 6, Article No.1 (2017)
- (18) Hong, F., et al.: “AvatarCLIP: Zero-shot Text-driven

Generation and Animation of 3D Avatars”, *ACM Transactions on Graphics*, Vol.41, No. 4, Article No.161 (2022)

- (19) Oe, K., Tanioka, I., Mitsuhashi, H., and Shishibori, M.: “Immersive Function for Allocating Disaster Situations for a VR-based Evacuation Training System”, *Proc. of the 30th International Conference on Computers in Education*, Vol.2, pp.131–139 (2022)

プログラミング演習における 指導が必要な学習者の自動検出

河瀬雅弥^{*1}, 北英彦^{*1}, 高瀬治彦^{*1}

^{*1} 三重大学工学研究科電気電子工学専攻

Automatic detection of learners who need guidance in programming exercises

Masaya Kawase^{*1}, Hidehiko Kita^{*1}, Haruhiko Takase^{*1}

^{*1} Department of Electrical Engineering, Graduate School of Engineering, Mie University

The authors have developed PROPEL, a system for beginner programming exercises, and use it in their classes. One of its features is to suggest to instructors and TAs which learners to teach based on the presence or absence of compilation errors in the learners' code and the time they failed to resolve them. In addition to this, this time, based on the code creation history of exercises conducted before last year, the characteristics of learners who failed to complete their codes are extracted, and learners who should be taught are detected based on these characteristics.

キーワード: プログラミング, 初学者, 講師支援

1. はじめに

コンピュータの発展に伴い、さまざまな分野でプログラミング能力が必要とされている。能力を身に着けるため、実際にプログラムを作成して理解を深めるプログラミング演習が著者らの大学で行われている。しかし、現在行われているプログラミング演習は講師の数が学習者に比べて少なく、指導が必要な学習者に十分な指導が行われていないと考えられる。これまでも著者らの所属している研究室で作成されたプログラム演習システム PROPEL を用いて、指導が必要な学習者を探す研究がされていたが、十分ではない。本研究の最終目的は、演習中に躓いている学習者を見つけ出し講師に指導する学生を提案するシステムを構築することである。

2. プログラミング演習システム PROPEL

著者らの所属する研究室では、プログラミング演習を目的としたシステムを開発・運用してきた。そのうちの 하나가学習者のプログラミング作成状況への迅速

な対処を目的としたプログラミング演習システム PROPEL である。図 1 に PROPEL のシステム構成を示す。PROPEL を用いることで、プログラミング演習において、プログラムの作成に行き詰っている学習者を早い段階で見つけ出し講師がアドバイスすることが可能となっている。また、講師も学習者全体の理解度を容易に把握することができ、プログラミング演習の質の向上と効率が可能である。図 1 に PROPEL のシステム構成を示す。また、図 2 にシステムの内部構成を示す。

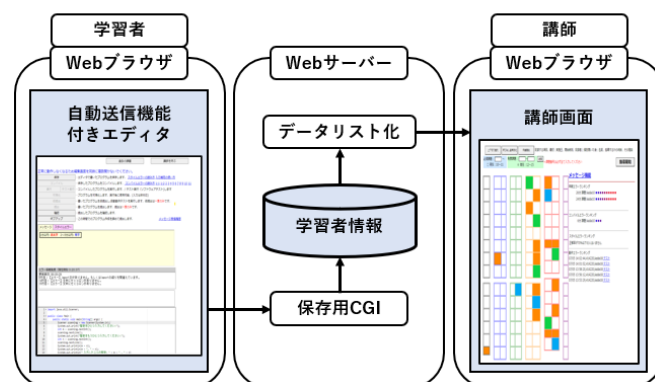


図 1 PROPEL のシステム構成

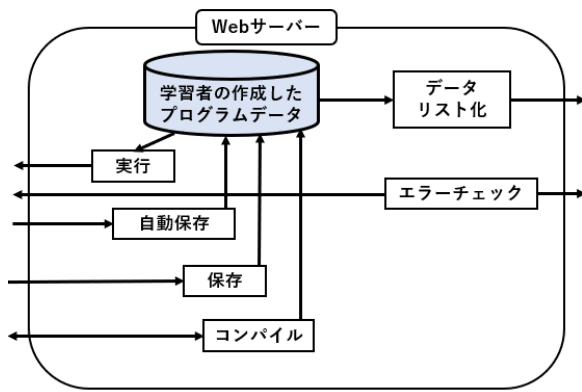


図 2 システムの内部構成

2.1 現状の講師画面

図 3 に PROPEL で講師が利用する画面を示す。図 3 では学生の名前と課題は伏せてある。画面の左半分は講義の際の座席表を表示している。学習者が「講師を呼ぶ」ボタンを押すと席が赤く変化するので、講師を呼んでいることが分かるようになっている。

画面の右半分は学生のプログラム作成状況、すなわち、コンパイル前に 1 行単位でわかる早期エラー、コンパイルエラー、コンパイルエラー、スタイルエラーを残存時間の長い順で表示している。これにより待機時間が長い学生から順番に対応できる。

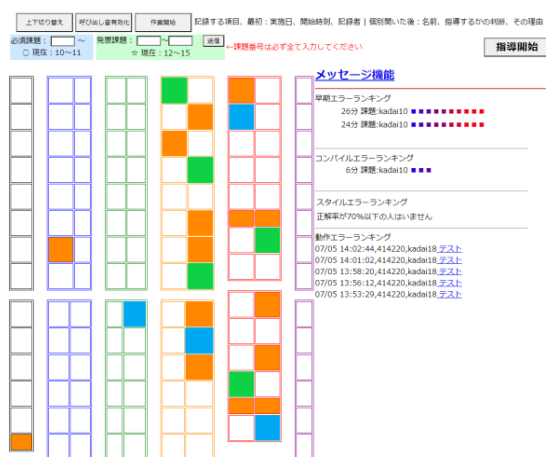


図 3 現状の講師画面

2.2 現状の問題点

現状の問題点を挙げる。

- ・学習者の進捗過程が把握できない。
- ・課題を諦めてしまふ学習者を判別できない。

1 点目については、その時点でのプログラム作成状況のみ表示されるシステムになっているため、視覚的に判断しづらく、指導に要する時間が長くなってしまふ。

2 点目については現状のシステムでは課題を諦めてしまふ学習者を提案することが出来ず、指導することができない。

2.3 新たに提案するシステム

提案するシステムの画面を図 4 に示す。システムはタブレット端末で運用する想定で作成した。システムでは学習者の進捗状況を縦軸にソースコードの行数、横軸に経過時間としたグラフを全学習者分表示し、グラフをタップすることによりその時点でのソースコードのスナップショットを表示する。また、直近に起こしたコンパイルエラーや課題の進捗度を全学習者でソートすることが出来る。

このシステムによって、学習者の進捗度を視覚的に判断でき、迅速な指導が出来るようになると考えている。

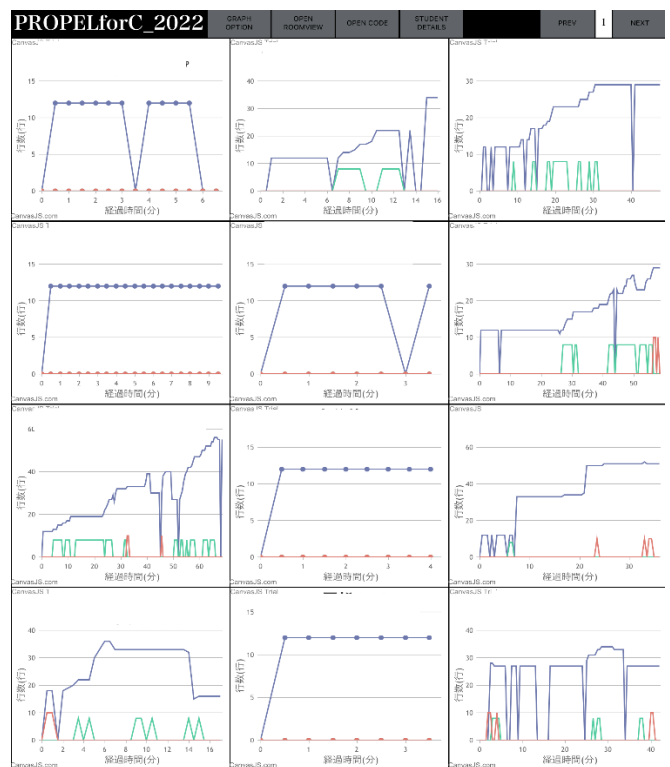


図 4 提案するシステムの画面

3. まとめ

今回は問題点の一つである「学習者の進捗過程が把握できない」と言う点を解決すべくシステムを作成した。しかし、もう一つの問題点「課題を諦めてしまう学習者の判別できない」という点は現時点では解決することが出来ていない。今後の課題としては、如何にして課題を諦めてしまう学習者を抽出することである。

参 考 文 献

- (1) 伊富昌幸, 小島佑介, 高橋功欣, 北英彦: プログラムの作成状況を把握する機能を持つプログラミング演習システム, 2010PC カンファレンス (2010)
- (2) 小川正, 西口大亮, 北英彦: プログラミング演習における iPad などの携帯デバイスの利用による指導の円滑化, PC カンファレンス (2011)
- (3) 小島佑介, 高橋功欣, 北英彦: プログラミング演習における効率のよい指導のためのエラー早期指摘, コンピュータ利用教育協議会, PC カンファレンス (2011)
- (4) 森一樹, 田中昂文, 橋浦弘明, 樋山淳雄, 古宮誠一: プログラミング演習支援のための細粒度履歴収集環境の開発, 情報処理学会 (2013)
- (5) 杉本優太, 伊藤福晃, 北英彦, 高瀬治彦: プログラム動作の可視化によるプログラムの動作確認支援に関する研究, コンピュータ利用教育協議会, 2019PC カンファレンス (2019)

パズル型プログラミング問題を用いた 学習者の思考過程に基づく学習支援システムの開発

渡邊雄之介¹, 山口琢¹, 大場みち子²

1 公立はこだて未来大学大学院 システム情報科学研究科

2 公立はこだて未来大学 システム情報科学部

Development of Learning Support System Powered by Programming Puzzles Based on Learners' Thinking Process

Yunosuke Watanabe¹, Taku Yamaguchi¹, Michiko Oba²

1 Graduate School of System Information Sciences, Future University Hakodate

2 Faculty of Systems Information Science, Future University Hakodate

従来の教育では、授業中における課題やテストの解答結果など成果物に基づき指導や学習支援をすることが主流であった。しかし、完成された成果物からはどのように考えているか、どこで迷いや躓きがあったのかなど把握することは困難である。教育分野において、学習者がどのように問題を考えて解答に至るのかという思考過程について、詳細な分析が必要であるとされている。学習者の思考過程を明らかにすることができれば、学習者の理解度や特定の学習項目における理解の有無をより詳細に把握でき、より効果的な学習支援ができると考えられる。そのため、学習者の思考過程に基づき学習支援を可能にすることを研究目的としている。本稿では、パズル型プログラミング問題を利用して、パズルを並べ替える操作から学習者の思考過程を把握するために実施した実験と実験結果をもとに開発した学習支援システムについて述べる。

キーワード: 思考過程, パズル, プログラミング, 学習支援システム

1. はじめに

従来の教育では、授業中における課題やテストの解答結果などの成果物に基づき指導や学習支援をすることが主流であった[1]。しかし、これでは学習者が成果物に至るまでの過程における試行錯誤や迷いなどの思考過程について把握が困難である。学習者が問題を解答する際には、様々な思考過程を経て、解答に至る。プログラミングを例に挙げると、どのように考えてソースコードを完成させたのか、どこで迷いや躓きがあったのかなど人によって解答に至るまでの過程は様々な。しかし、完成されたソースコードの分析ではど

のように考えているか、どこで迷いや躓きがあったのかなど把握することは困難である。そのため、教育分野において学習者がどのように問題を考えて解答に至るのかという思考過程について、詳細な分析が必要であるとされている[2]。学習者の思考過程を明らかにすることができれば、学習者の理解度や特定の学習項目における理解の有無をより詳細に把握でき、より効果的な学習支援ができると考えられる。

以上より、本研究では学習者の思考過程に基づき学習支援を可能にすることを目的に、学習者の思考過程を明らかにし、思考過程に基づき学習支援をすること

が可能なシステムの開発を目指す。

2. 関連研究

本章では、学習者の思考過程に関する関連研究について述べる。次に、関連研究の課題を解決した先行研究について述べ、その先行研究の課題について述べる。

2.1 学習者の思考過程に関する研究

学習者の思考過程の分析を試みる研究が報告されている。

Maharjan ら[3]は、ソースコードをパズル化し、並べ替える操作過程を記録することが可能な Parsons Puzzle[4]を利用し、プログラミング思考過程の傾向を分析している。分析では、パズル化されたソースコードを並べ替え、プログラムを完成させる過程（思考過程）のデータを時系列に可視化し、正解者と不正解者にわけ、それぞれ編集距離を用いてクラスター分析をしている。編集距離とは、正解に到達するために必要な操作の数のことである。結果として、正解者のクラスター3つと不正解者のクラスター4つの合計7つのプログラミング思考過程の傾向を示している。

山口ら[5]は、文章をパズル化し、文を並べ替えてジグソー・パズルを行う読解・作文アプリケーション「ジグソー・テキスト」を開発した。この研究では、ジグソー・テキストを用いて、学習者が文を並べ替える操作を記録する。記録したデータから、学習者が文を読解し作文する際の考え方を可視化できることを示している。

このように、パズル化したソースコードや文章の中に、行(以下、ピース)をスクランブル化し、正しい順序にピースを並べ替える操作から、学習者の思考過程を捉えることを試みている研究がある。

しかし、これらの研究では、学習者の思考過程の傾向は捉えているが、具体的な指導や学習支援に繋がっているとは言えないという課題がある。

2.2 先行研究

2.1 節の課題を解決する研究として、プログラミング型パズル問題を用いて教育支援システムを開発した

中村らの先行研究がある[6]。この研究では、学習者にインタビューし、パズル問題における学習者の操作理由を収集した。学習者の操作理由とパズルの操作過程のデータから、プログラミング思考過程を分析されている。分析結果で明らかになった、並べ替え操作の理由やプログラミング思考過程の傾向をもとに、指導者に対して学習者の操作過程や思考過程の解釈、知識不足の可能性のある操作を可視化する教育支援システムを開発した。指導者に対し、学習者の操作過程などを可視化する教育支援システムを開発することで、指導や学習支援に繋げている。しかし、学習者に対し思考過程に基づいた直接的な学習支援はされていない。

3. 課題と解決アプローチ

先行研究(2.2 節)を踏まえ、課題は、学習者に対して思考過程に基づいた学習支援がされていないことである。この課題に対し、本研究では学習者に対し思考過程に基づく学習支援をすることを提案する。

文部科学省[7]によると、自らの学習活動を振り返り学びに課することが重要とされている。そのため、学習者が問題に解答する過程である思考過程を自身で振り返ることが可能にする。

和栗[8]によると、他者の思考過程などについて強く考察する過程を経て、意味や概念を創出する・物事を別な角度から見するための支援が必要であるとされている。そのため、他者の思考過程から自身の思考過程について考察する機会を与える。

以上のことを実現するために、以下を解決アプローチとして取り組む。

- 学習者の思考過程や特徴を可視化し、学習者による振り返りを可能にする
- 学習者同士の思考過程の差異を明らかにし、自身と他者の思考過程を比較することによる振り返りを可能にする

これらの思考過程に基づいた振り返りをすることで、プログラミングの基礎力が向上することを期待する。

4. 利用するパズル型問題のツール

本研究は、プログラミング思考過程を対象に、先行研究 [6][9]で開発・利用されたパズル型プログラミング問題を出題するツールであるジグソーコード2を利用し、パズルを並べ替える操作から思考過程の測定をする。ジグソー・コード2は、プログラム・コードが題材のジグソー・パズルとして実装されている Web アプリである。このツールは、図1に示すように、上部に操作説明と問題文がある。オレンジ枠の左エリアは選択肢群であり、プログラムを行ごとにパズルのピースとしたものをシャッフルされて解答者に提示される。右エリアは解答エリアであり、左のエリアから解答者がピースを選択し、右下のコンソールの出力結果に適切になるよう、ドラッグ&ドロップで移動して並べ替え右側のエリアのソースコードを完成させる。

ジグソー・コード2は、解答者が操作するとき、以下の情報を操作ログとして記録する。

- 操作の種類（開始、ドラッグ、削除、追加、ドロップ、完成）
- 時刻
- 操作対象のピース番号（piece id）
- 操作対象の上に位置しているピースの番号
- 操作対象の下に位置しているピースの番号
- 右側エリア内のピースの番号

本研究では、学習者がパズルを並べ替える操作過程を思考過程とする。



図1 ジグソー・コード2の画面例

5. 実験

5.1 実験目的と対象

学習者の思考過程の差異を明らかにすることを目的

に、実験を実施した。

実験対象は、公立はこだて未来大学2年生対象科目「情報処理演習I」を履修し、実験の同意が得られた学生19名である。「情報処理演習I」は、主にJavaを題材とした課題を通して、実用的なソフトウェア開発プロセスにおける基本技能を身につけることを目的とした、プログラミング演習科目である[10]。

実験では、ジグソー・コード2を利用して作成したパズル型プログラミング問題（Java）12問を出題した。

5.2 DTW

学習者の思考過程の差異を明らかにするために、各問題における学習者の思考過程である時系列データを、k-means法のDTWを利用して分類する。

DTW(Dynamic Time Warping)/動的時間伸縮法は、時系列データ同士の距離・類似度を測る際に用いられる手法である。他にも、時系列データ同士の距離を測る手法として、ユークリッド距離(Euclidean Distance)やマンハッタン距離(Manhattan distance)がある。DTWは2つの時系列の各点の距離(誤差の絶対値)を総当たりで求め、2つの時系列が最短となるパスを探索する。そのため、時系列データ同士の長さや周期が違ってても類似度を求めることができるという特徴がある。

本研究のデータは、学習者によって思考過程の長さが異なるため、時系列データ同士の長さが異なる。そのため、学習者の思考過程を分類する手法として、DTWを採用する。クラスター数の決定は、最適クラスター数を求める際に用いられるシルエット分析により決定する。

6. 実験結果と考察

6.1 DTWを利用したクラスター分析

DTWを利用したクラスター分析の結果を、表1に示す。縦軸のU1~U19は学習者を示している。横軸は問題番号、セルの中の数値はクラスター番号を示している。各学習者が正解した問題には青色、不正解の問題には赤色で示している。

表 1 クラスター分析の結果

	code1-1	code1-2	code1-3	code2-1	code2-2	code2-3	code3-1	code3-2	code3-3	code4-1	code4-2	code4-3	正答数
U1	3	0	1	3	1	0	0	0	0	0	3	1	6
U2	4	3	3	6	0	4	0	0	1	0	4	0	9
U3	3	0	1	3	1	1	0	1	1	1	3	0	7
U4	3	3	2	1	0	2	0	0	0	0	4	1	11
U5	0	1	1	1	1	0	0	1	0	0	3	1	5
U6	3	1	1	4	2	2	0	0	0	0	0	2	11
U7	2	2	0	5	4	1	1	1	0	0	4	0	9
U8	1	4	2	3	2	5	1	0	1	0	1	0	11
U9	1	0	1	1	5	5	0	0	1	0	3	2	8
U10	3	0	1	1	2	3	0	0	1	0	2	0	8
U11	3	1	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	6
U12	3	1	1	0	2	5	0	0	0	1	0	1	10
U13	2	4	3	2	4	2	0	1	0	0	2	2	6
U14	2	2	0	1	3	5	0	1	0	0	5	1	9
U15	1	1	2	4	2	6	1	0	1	0	2	1	8
U16	1	4	1	0	0	1	0	0	1	1	1	1	9
U17	4	0	3	3	0	2	1	1	0	0	0	1	6
U18	3	0	1	1	2	2	0	0	1	0	3	1	6
U19	3	0	1	7	2	4	0	0	0	1	0	1	8

DTW を利用したクラスター分析が、どのように分類されているか調査するため、クラスター分析の可視化結果をもとに各クラスターについて分析した。

プログラミング問題[code 1-2]では、主に 3 つのクラスター (Cluster3, Cluster2, Cluster1) の傾向が得られた。図 2 は、プログラミング問題[code 1-2]の正解となる並び順にソースコードの各行に振られているピース番号(piece id)である。この問題では、piece id「s3」から「s17」までのピースを並べ替える問題で、宣言文や if 文などの構文が含まれている。プログラミング問題[1-2 成績判定 1]で得られた、3 つのクラスターについて、可視化結果をもとに、以下で説明する。

可視化では、図 3～図 5 のように、縦軸を piece id、横軸を操作回数[回目]として可視化した。凡例の U1, U2, U3 など、各学習者を示している。

図 3 は、Cluster3 の可視化結果である。Cluster3 では、主に piece id を s3,s4,s5... などと段階的に組み立てる傾向が見られた。このことから、Cluster3 に属する被験者は、ソースコードを上から順に段階的に整えていく思考であると考えられる。

図 4 は、Cluster2 の可視化結果である。Cluster2 では、s3[関数]の次に s17,s15 の[閉じ括弧{ }]に着目をし、s7,s9,s11 などの[else if]から組み立てる傾向が見られた。このことから、Cluster2 に属する被験者は、関数や条件文などの構造から組み立てから、中のソースコードを整えていく思考であると考えられる。

図 5 は、Cluster1 の可視化結果である。Cluster1 では、主に Cluster3 と同様の piece id を s3,s4,s5... などと段階的に組み立てる傾向が見られた。しかし、最

後に s4 の[char rating;]という宣言文に触れている傾向が見られた。このことから、Cluster1 に属する被験者は、宣言文の配置で迷いや忘れが生じている可能性が考えられる。

以上のことから、DTW を利用したクラスター分析により、様々な学習者の思考過程の群を把握することができた。

[Java問題]1-2 成績判定1

(問題文)

// 評点(score)に基づいて評定(rating)を出力するプログラムを完成させてください。
// 90点以上でS、80点以上90点未満でA、70点以上80点未満でB、60点以上70点未満でC、60点未満でFの順に判定します。
// ただし、評定の初期値は85とし、最高で100とします。

(プログラム)

```
s2: public class Main {
:   public static void main(String[] args) throws Exception {
:       int score = 85;
:       System.out.println("評定: " + judgeRating(score));
:   }
s3:   public static char judgeRating(int score) {
s4:       char rating;
s5:       if (90 <= score) {
s6:           rating = 'S';
s7:       } else if (80 <= score && score < 90) {
s8:           rating = 'A';
s9:       } else if (70 <= score && score < 80) {
s10:          rating = 'B';
s11:       } else if (60 <= score && score < 70) {
s12:          rating = 'C';
s13:       } else {
s14:          rating = 'F'
s15:       }
s16:       return rating;
s17:   }
s18: }
```

(コンソールの出力)

s19: // コンソールの出力
s20: // > 評定: A

図 2 プログラミング問題[code 1-2]の piece id

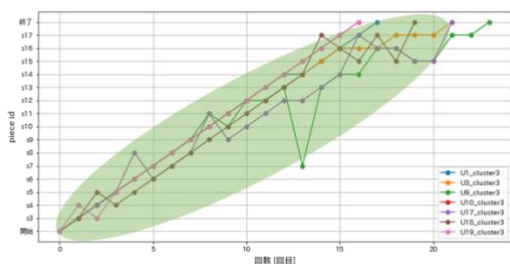


図 3 Cluster3

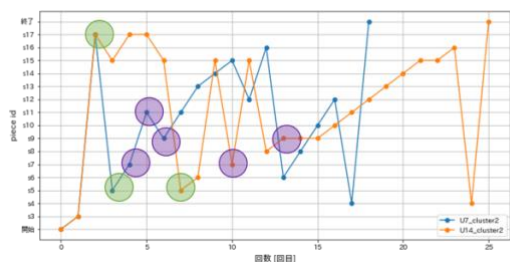


図 4 Cluster2

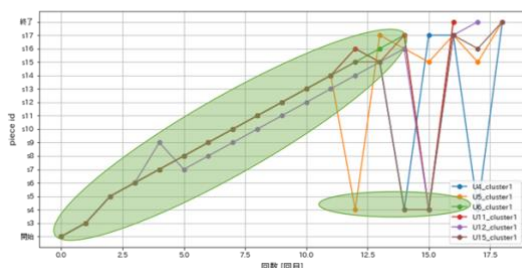


図 5 Cluster1

6.2 正答率による思考過程の差異

学習者の思考過程の差異を把握するために、6.1 節の各問題における各クラスターの正答率(%)をまとめたのが表 2 である。表 2 では、縦軸はクラスター番号、横軸は問題番号を示している。

表 2 各クラスターの正答率

	code1-1	code1-2	code1-3	code2-1	code2-2	code2-3	code3-1	code3-2	code3-3	code4-1	code4-2	code4-3
0	100	86	0	100	20	0	87	77	55	67	40	100
1	100	60	55	100	0	50	75	83	38	100	100	100
2	100	100	0	100	29	80					33	100
3	100	100	33	75	0	100					40	
4	100	67		100	0	50					67	
5				0	0	75					100	
6				100		0						
7				0								

表 2 の結果をもとに、正答率による思考過程の差異を分析した。結果として、正答率が高い思考過程では、関数の構造や if 文などの構文、計算式を意識した過程が見られた。正答率が低い過程では、どのように組み立てれば良いか全く理解できていない過程や一部の知識が不足しているため、不正解となっている過程が見られた。そのため、開発するシステムでは、解答のみを提示するのではなく、正答率の高い他者の過程を提示することで、思考過程の改善によるプログラミング基礎力の向上を目指す。

また、問題によって正答率が高い過程や低い過程が異なることが見られた。これは、出題した問題によって考えやすい解き方・注視すべきポイントがあることが考えられる。そのため、今回の分析より得られた参考になり得るポイントを他者の過程と共に提示する。

7. 学習支援システム

本章では、6 章の実験結果をもとに、開発した学習支援システム(以降、本システム)について述べる。

7.1 概要

本システムは、プログラミング学習者に対して、思考過程に基づいた振り返りを支援し、プログラミング基礎力が向上することを目的とする。

Web アプリケーションとして開発した本システムの概要を図 6 に示す。本システムは、ジグソー・コード 2 を利用し、パズル型プログラミング問題を学習者に出題する。学習者が解答する操作過程をログとして記録し、思考過程の可視化結果・迷いに関するコメント・振り返りをする回答フォーム・問題の解説を提示する。



図 6 システム概要図

7.2 システム機能

本システムの画面の構成を以下に示す。

- サインアップ / ログイン・ログアウト画面
- 問題選択画面
- 解答画面
- 解答後画面

学習者が解答した後、思考過程について振り返りをする解答後画面を図 7 に示す。

学習者の振り返りを支援するための機能を以下に示す。

- ① 学習者の思考過程や特徴を可視化する機能
- ② 正答率の違いによる思考過程の差異を提示する機能
- ③ 自身と他者の思考過程を比較し振り返りをする機能。

解答後画面の分析結果に、①の機能として、学習者の思考過程を可視化した結果の時系列グラフ、正解・不正解であったか、迷いが生じた箇所が表示される。②の機能として、図 8 のように 6 章の実験結果より得られた、正答率が高いクラスターが順に表示される。

各クラスターの思考過程の特徴や注視すべきポイントなども共に表示される。③の機能として、「自身の過程の振り返りを行なってください」というリンクをクリックすると、自身と他者の思考過程を比較し振り返りをするための以下の項目が回答フォームに表示される。

- 迷いやつまずきに関する項目
- 自身の思考過程がどのようなであったかを振り返りをする項目
- 他者の過程から自身の過程を振り返り、得られた知見について考察する項目

学習者は、①の機能より可視化された自身の過程と②の機能より提示された他者の思考過程を③の機能として作られた回答フォームで振り返り、自身と他者の過程を比較し考察する。

本システムでは、学習者自身の過程や正答率が高い他者の過程より得られる考えやすい解き方、正答率が低い被験者がどのように間違えているのか、不正解が起りやすいポイントや注視すべきポイントを共に提示する。以上の機能より、学習者が思考過程に基づいた振り返りを行うことで、プログラミングの基礎力が向上することを期待する。

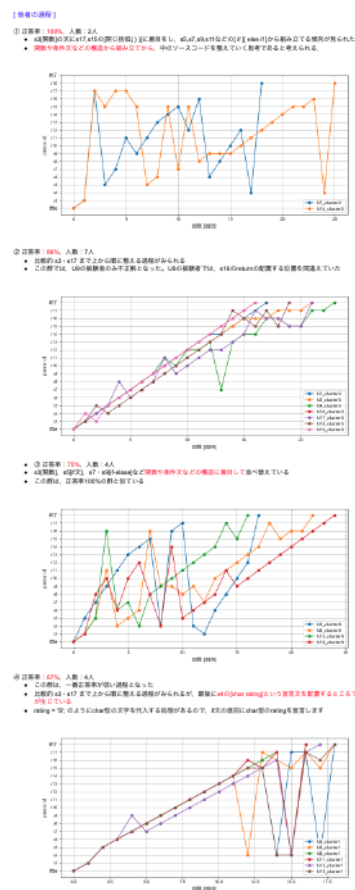


図 8 正答率順の他者の過程と特徴

7.3 評価実験

学習者向けに開発した本システムの有効性を検証することを目的に、学習者への学習効果を検討する。対象は、本学の「情報処理演習 I(Java)」を受講した学生 10 名以上とする。

実施する評価実験の手順を以下に示す。

- [1] 被験者は、実験内容に関する説明文を読み、実験の進み方を把握する。
- [2] 被験者は、ジグソー・コード 2 で作成された事前テストの結果より、被験者を本システムを利用する場合とジグソー・コード 2 を利用する場合で分ける。
- [3] 被験者は、別々のシステムを用いて同様の問題でトレーニングする。
- [4] 被験者は、事前テストと異なるジグソー・コード 2 で作成された事後テスト 10 問に解答する。
- [5] 被験者は、システムに対するアンケートに回答する。

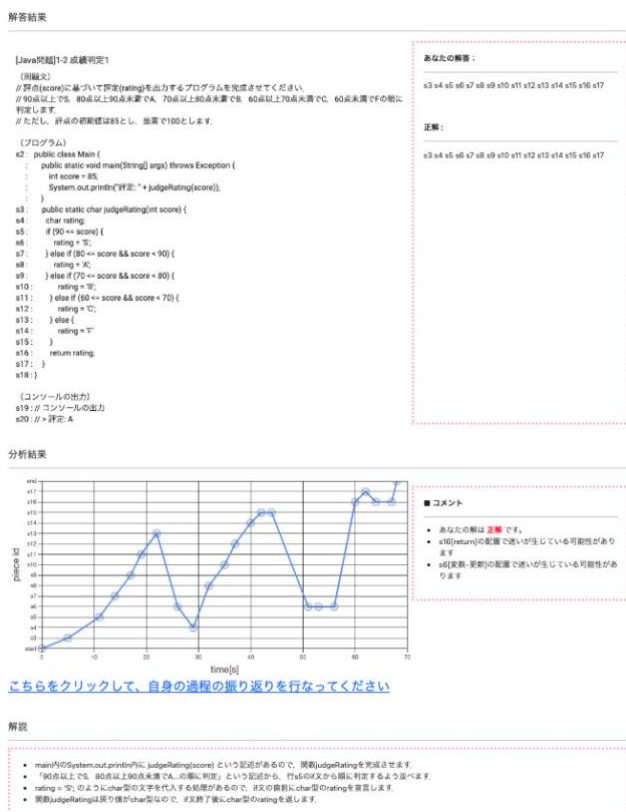


図 7 解答後画面例

評価実験では、定量的評価と定性的評価をする。
定量的評価では、事前テストと事後テストの点数や
解答時間などから、別々のシステムを利用した被験
者を比較する。定性的な評価では、システムの使い
やすさや学習効果が期待できるかをアンケートより
調査する。

8. おわりに

本研究は、学習者の思考過程に基づき学習支援を可
能にすることを目的とした。目的を達成するための目
標を2つ挙げた。1つ目は、学習者の思考過程を明ら
かにすることである。2つ目の目標は、思考過程に基
づく学習支援を可能にするシステムを開発すること
である。

本研究では、プログラミングをする際の思考過程を
対象に、パズル型プログラミング問題を出題する先行
研究で開発されたツール「ジグソー・コード2」を利
用した。ジグソー・コード2を利用して、パズルの操
作過程を記録し、学習者の思考過程を分析した。

分析では、DTWを利用して正答率による思考過程
の差異を分析した。結果として、正答率が高い思考過
程では、関数の構造やif文などの構文、計算式を意識
した過程が見られた。正答率が低い過程では、どのよ
うに組み立てれば良いか全く理解できていない過程や
一部の知識が不足しているため、不正解となっている
過程が見られた。また、問題によって正答率が高い過
程や低い過程が異なることが見られた。これは、出題
した問題によって考えやすい解き方・注視すべきポイ
ントがあることが考えられる。

実験結果をもとに、プログラミング学習者に対して、
思考過程に基づいた振り返りを支援するシステムを開
発した。開発したシステムでは、学習者自身の過程を
可視化する。また、正答率が高い他者の過程から得ら
れる考えやすい解き方や正答率が低い被験者がどのよ
うに間違えているのか、不正解が起りやすいポイン
トや注視すべきポイントを共に提示する。以上の機能
により、学習者が思考過程に基づいた振り返りを
することで、プログラミングの基礎力が向上することを期
待する。

今後は、開発したシステムの有効性を検証するため、
評価実験を実施する。

謝辞

本研究はJSPS 科研 20H01728 の助成を受けたもの
である。

参 考 文 献

- (1) 株式会社浜銀総合研究所：“学習指導と学習評価に対す
る意識調査報告書(2018)”，
[https://www.mext.go.jp/b_menu/shingi/chukyo/chuky
o3/080/siryo/_icsFiles/afiedfile/2018/09/05/1406428_
9.pdf](https://www.mext.go.jp/b_menu/shingi/chukyo/chuky
o3/080/siryo/_icsFiles/afiedfile/2018/09/05/1406428_
9.pdf) (2022年12月13日確認)
- (2) Newell, A., Simon, H. A. et al.: “Human problem
solving”, Vol. 104, No. 9, Prentice-hall Englewood
Cliffs, NJ (1972)
- (3) Maharjan, S. and Kumar, A.: “Using Edit Distance
Trails to Analyze Path Solutions of Parsons Puzzles”,
Proceedings of the 13th International Conference on
Educational Data Mining, EDM 2020, Fully virtual
conference, July 10-13, 2020 (Rafferty, A. N.,
Whitehill, J., Romero, C. and Cavalli-Sforza, V., eds.),
International Educational Data Mining Society (2020)
- (4) Parsons, D. and Haden, P.: “Parson’s Programming
Puzzles”, A Fun and Effective Learning Tool for First
Programming Courses, Proceedings of the 8th
Australasian Conference on Computing Education -
Volume 52, ACE ’06, Australian Computer Society,
Inc., pp. 157-163 (2006)
- (5) 山口琢, 大場みち子, 高橋慈子, 小林龍生: “ジグソー・
テキストによる文並べ替え操作の測定”, 研究報告教育
学習支援情報システム(CLE), No. 27, pp. 1-6 (2017)
- (6) 中村陽太: “プログラミングパズルに基づくプログラミング
思考過程の分析と傾向に基づく教育支援システムの開発
(2022)” https://library.fun.ac.jp/?page_id=3448 (2022
年12月13日確認)
- (7) 和栗百恵: “「振り返り」と学習—大学教育における振り
返し支援のために—”, 国立教育政策研究所紀要, pp. 85-
100 (2010)
- (8) 文部科学省: “新しい学習指導要領等が目指す姿(2015)”
https://www.mext.go.jp/b_menu/shingi/chukyo/chukyo3/si

ryo/attach/1364316.htm (2022 年 12 月 13 日確認)

- (9) 山口琢, 伊藤恵, 大場みち子: “プログラミング・パズルの測定と分析”, 研究報告ドキュメントコミュニケーション (DC), Vol. 2018-DC-111, No. 2, pp. 1-6 (2018)
- (10) 公立はこだて未来大学: “2021年度講義要項 (2020年度以降入学者対象)” https://www.fun.ac.jp/wp-content/uploads/2021/07/2021_syllabus.pdf (2022年12月13日確認)

模写コーディングによる プログラミング学習支援システムの開発

濱田 惇也^{*1}, 佐々木 整^{*1}, 佐野 智哉^{*1}

^{*1} 拓殖大学工学部

Development of a Learning Support System for Computer Programming Education by “clone coding”

Junya Hamada^{*1}, Hitoshi Sasaki^{*1}, Tomoya Sano^{*1}

^{*1} Faculty of Engineering, Takushoku University

小学校でのプログラミング教育が必修化されるなど、プログラミングやコーディングが一層身近なものになってきている。その反面、大学で情報工学を専攻する学生の中には、プログラミングに苦手意識を持つ学生が存在している。主にプログラミング教育は、教授者が文法の説明を行うとともに、説明した内容を含むサンプルプログラムを示し、学習者がそれを入力して動作を確認することが繰り返し行われることが多い。このような学習者が、自力でプログラミングできるほどの能力を習得しているとは限らず、授業で用いているサンプルプログラムの修正はできるが、何もない状態からコーディングすることができない学生も少なくない。このような学習者に対して、具体的な目的を提示して自発的に学習を進められるようにすることを目的とした学習環境の開発を行っており、この学習環境の特徴とプロトタイプを用いて行った評価実験の結果について報告する。

キーワード: プログラミング教育, 学習支援システム, 模写コーディング, 写経型学習

1. はじめに

現在、日本では IT 人材の不足が問題となっている。経済産業省の試算⁽¹⁾によると、2030 年には IT 人材の不足が最大で約 79 万人になる。不足する IT 人材の中でも、ソフトウェア開発ができる人材は、重要なものであるため、その育成が求められている。令和二年度からは、小学校でプログラミング教育が必修化されるなど、大学の情報系の学生でなくてもプログラミングを学ぶようになりつつある。しかし、プログラミングの学習後に、実際にそれを活かしてコーディングする場面がないのが現状である。授業などの学習から、更に知識や技術を伸ばしていくためには、学んだことを活かし、実際に自らの力でコーディングすることで、周辺知識の獲得や様々な経験を積むことが重要である。本来、そのコーディングは自発的に行うことが望まし

いが、授業などの学習を終えてすぐには、目標とすべきものが分からず、それぞれが自発的にコーディングを行い、学習を発展させていくことは難しい。自発的にコーディングを行うには、学校の授業などの基礎的学習から移行しやすいような環境を作ることが必要である。

そこで本研究では、基礎を学んだ後に自発的にコーディングを行い、プログラミングスキルを向上できる学習支援システムの開発を行った。

2. プログラミング教育と写経型学習

2.1 プログラミング教育

現在では、小学校からプログラミング学習が行われている。小学校などの初等教育では、Scratch などのブロック型のプログラミング学習ツールが使用されている。しかし、ブロック型言語での学習だけでは、プ

プログラミングができるようになるわけではなく、実際にコーディングを行うテキスト型言語の学習も必要となってくる。その中で、ブロック型言語からテキスト型言語への移行を試みる研究⁽²⁾も行われており、初等教育などで行われるブロック型言語での学習から発展させる方法が検討されている。

2.2 写経型学習

大学などで行われているプログラミング教育は、「写経型学習」と呼ばれる学習方法が行われていることが多い⁽³⁾。この写経型学習は、教授者がお手本となるコードを学習者に与え、それを学習者が入力し実行、その動作の確認を行うことを繰り返す学習方法である。岡本⁽⁴⁾はこの写経型学習の長所として、“タイピングすることで1つ1つのコード（命令）を確実に確認する”，“自分で打ち込んで実行したという達成感が得られやすい”，“分からないときでも取りあえずそのまま学習を進めることができる”，という三点を挙げている。与えられたコードをそのまま写すという、一見すると学習効果が低そうな学習方法だが、岡本ら⁽⁵⁾の研究で、文法の理解などで学習効果があるという結果が得られている。

このように、多くのプログラミング教育の現場で行われ、その効果が確認されている写経型学習は、SHAKYO.io⁽⁶⁾などの写経型学習を支援するWebサービスも公開されるなどしており、広く写経型学習のための環境が整いつつある。

2.3 写経型学習を終えた後の問題

2.2 で述べた通り、写経型学習は初学者にとって有効な学習方法ではあるが、この学習を続け与えられたコードを入力し実行するだけでは、プログラミングができるようにはならない。写経型学習で一通り文法等プログラミングの基礎を学び終えた後には、課題や目標を、教授者などが与えてくれるわけではない。また、他の授業等の中でプログラミングが必要になる機会も頻繁にあるわけではないため、学習者自身が自発的にコーディングを行うこと、さらにそれを継続して行くことは難しい。一方で、例えば「ゲームが好きなので、

ゲームを作りたい」というような学習者が、写経型学習で文法等を修得したとしても、すぐに市販のゲームと同等のものが作成できるようにはならない。著者らの経験上、これは学習者自身も自覚をしており、写経型学習修了後に実際にゲームを作り始める学習者はほとんどいない。そればかりか、プログラミングに対する苦手意識を持ったり、苦手意識が強くなったりする傾向がみられている。

そこで私たちは、このような写経型学習で一通り学習を終えた学習者が、自発的かつ継続的にコーディングを続けて行くことができるように、学習者に身近に感じるものをコーディングの目標に設定することで、自発的なコーディング機会を提供できると考えた。

3. 模写コーディングによる学習と問題点

3.1 模写コーディング

模写コーディング⁽⁷⁾は、既存のWebページやアプリケーションの画面などの模写対象を見て、同じ見た目のものを作成する学習方法である。美術における「模写」と比較した模写コーディングのイメージを図1に示す。



図1 模写コーディングのイメージ

さらに、模写コーディングと写経型学習の特徴やメリット、デメリットを表1に示す。模写コーディングの大きな特徴として、ソースコードは見ずに、見た目をもとにコーディングをするという点がある。そのため、実際に画面に表示されているものが、どの様に作られているのか、自分で何を書かなくてはいけなさを考え、分からない箇所を自分で調べ実装することを繰り返す必要がある。このような作業を行うため、写経型学習と比べて学習効果が高く、コーディングを

表 1 写経型学習と模写コーディングの違い

	特徴	メリット	デメリット
写経型学習	● サンプルコードを見て書き写す ● 基礎的な文法の学習で多く用いられる	● 1つ1つのコードを確実に確認できる ● 自分で行った達成感が得られる ● 分からなくても取りあえず学習を進められる	● 理解しないままコーディングができてしまう ● 書き写しているだけでは学習効果が低い
模写コーディング	● コードを見ずに画面に表示された対象を見てコーディングする ● 見た目が同じようになればコードが同じにならなくてもよい	● 身近なものを模写対象にできるため目標を立てやすい ● 普段使うものを作ることができた時に達成感を得られる ● 写経型学習と比べ学習効果が高い	● 写経型学習を行った人でも難易度が高い ● 対象のコードが見られるわけではないため分からない箇所を解決しにくい ● コーディングとは関係のない作業がある

行うことで様々な経験を積み、さらなる知識やスキルを培うことができる。また、画面に表示されているものと同じ見た目になればよいので、模写の対象とコードが全く同じにならなくてもよいという特徴もある。だが、実際に書いたコードと、対象のコードを比較する作業は、より良い書き方や知識を身に付けることにつながるので重要である。

模写コーディングのメリットとしては、先ほど述べた学習効果が高い点の他に、普段から使うような身近なものを模写の対象にできる点がある。模写コーディングでは、既存の Web ページやアプリケーションの画面を模写対象にすることが可能であるため、課題を与えられなくても学習者自身で目標を立てやすい。さらに、普段使うような Web ページやアプリケーションの画面を完成させることができた時には、サンプルプログラムを入力する写経型学習とは違う達成感を得られるというメリットもある。

本研究では、私たちが普段から使用するようなページを目標にすることができる「Web ページの模写コーディング」に着目し、開発するシステムで扱うことにした。

3.2 Web ページの模写コーディング

Web ページの模写コーディングでは、Web ページのソースコードを取得できることもあり、ソースコードと書いているコードを比較することが可能である。それにより、学習者がコーディングで行き詰まった部分

の問題解決につながると考えた。これは、身近な Web ページを目標にすることができるという点も含めて、学習をする上で重要である、学習者のモチベーションの維持につながると考えた。また、Web ページの模写コーディングは、Web ページ制作の仕事の状況と似ているという特徴がある。Web ページ制作では、デザインカンパと呼ばれる見本を見ながらコーディングを行うが、Web ページの模写コーディングでも既存の Web ページを見本とし、その見本を見ながらコーディングをするため類似する点があると言える。さらに、模写コーディングで作成した Web ページを、ポートフォリオとして使用している例があるため、模写コーディングを行うことは、将来的にも役立つのではないかと考えている。

3.3 模写コーディングによる学習の問題点

私たちは、模写コーディングを行う上での問題点は二点あると考えている。一点目は、コーディングとは関係ない作業が多いという点である。模写コーディングを行う際には、模写コーディングを行うページを決めた後に、ページで使用されているテキストや画像などの素材の準備が必要となる。この作業があるため、学習者は模写コーディングを行うページを決めてから、すぐにコーディングを始められない。

二点目は、一からコーディングしなくてはいけないため、学習者によっては難易度が高すぎてしまうという点である。写経型学習によって、文法の基礎的学習

を行ってきた学習者でも、一からコーディングしプログラムを完成させることは非常に難易度が高い。これまで行ってきた写経型学習では、ソースコードが与えられ、全体像から細かい部分まで分かった状況でコーディングしてきた。しかし、模写コーディングになったとたん、ソースコードではなく完成した状態の見た目のみが与えられるため、コードの全体像から細かい部分まで学習者が一から考えコーディングする必要がある。そのため、いきなり自発的にコーディングし学習を進めていくことは難しい。

そこで、一点目の問題点に対しては、コーディングとは関係ない作業を自動化することで、学習者がすぐにコーディングを始められ、模写コーディングに集中できるのではないかと考えた。また、二点目の問題点に対しては、学習者が自発的にコーディングを行うことが重要である。そのため、学習者が一からすべてコーディングするだけでなく、ヒントやコードの大まかな全体像を与えることで、部分的なコーディングも可能になり、これまで行ってきた写経型学習と模写コーディングとのギャップを減らすことができる。これにより、学習者が自発的にコーディングに取り掛かりやすくなると考えている。

本研究では、模写コーディングによる学習の二点の問題点に対して、Web ページで使用されているファイルの一括取得と、取得したプログラムを学習者に応じて加工することを可能にした、模写コーディングによる学習を支援するシステムの開発を行った⁽⁸⁾⁽⁹⁾。

4. 開発した学習支援システムの使用例

本研究で開発したシステムは、「模写コーディング」による学習を支援するものである。また、本システムでは、大学の授業などで写経型学習を行い、文法の基礎知識を習得している人を学習対象としている。また本システムでは、HTML、CSS、JavaScript のファイルを加工し提供するが、本研究では、変更箇所が分かりやすく学習者のモチベーション維持につながり、文法が HTML、JavaScript に比べて複雑ではないという点でコーディングに取り掛かりやすいと考え、CSS ファイルの加工、提供から着手した。

本システムの使用例を紹介する。まず学習者は、ログイン画面からシステムにログインする。

4.1 模写用素材の取得と加工

システムにログインした後に表示される図 2 のページでは、学習者が実際に模写を行う既存の Web ページを選択する。

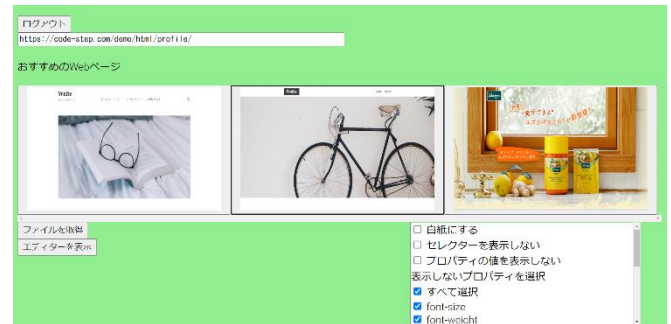


図 2 模写用素材の取得画面

模写を行う Web ページの選択は、図 2 のページ上部にあるテキストボックスに、作成したい Web ページの URL を入力することで行う。また、本システムはあらかじめ模写サイト⁽¹⁰⁾⁽¹¹⁾⁽¹²⁾のページを登録してあるので、学習者は URL を直接入力するだけでなく、それら登録されたページを選択することもできる。

模写を行う Web ページを決定すると、システムは自動的にその Web ページで使用されている各種のファイルを、図 3 のように Web ページで使用されているディレクトリ構造を保ったまま取得する。ディレクトリ構造を保ったまま取得することで、学習者は、ファイルの場所などを変える必要がなく、すぐにコーディングに取り掛かることができる。

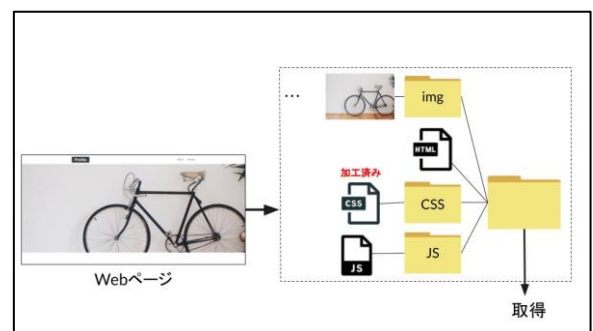


図 3 ファイル取得のイメージ

また、取得した Web ページ (CSS ファイルなど) は、部分的に削除を行って学習者に提示することもできる。図 2 のページ右下のチェックボックスで、加工内容を選択し、「白紙状態」、「セクタの削除」、「プロパティの値の削除」、「選択したプロパティの削除」を自動で行う。これによって、学習者は全く何もない状態から HTML や CSS ファイルを作成するのではなく、部分的に欠落したファイルを元に、欠落した部分を埋めていくという、写経と模写の中間的な学習からスタートすることもできる。このファイルの加工例を図 4 に示す。



図 4 ファイル加工例 (プロパティ値削除)

図 4 の右側は模写対象の Web ページ⁽¹¹⁾ で使用されていた CSS そのものであり、左側は本システムによって一部のセクタが削除されたものである。コーディング時には、基本的にオリジナルのコードではなく、Web ページの画面を見ながらコーディングすることを想定しているが、ここではコードの比較がしやすいように、左右に並べて表示している。

4.2 エディタへのコーディング

学習者がコーディングを始める際には、図 3 に表示されている「エディタを表示」ボタンを押す。その後 4.1 のように素材を取得した Web ページを、図 5 のようにプルダウンメニューから選択する。



図 5 コーディングを行うファイルの選択

選択後、「ファイルを開く」ボタンを押すと、エディタにコーディングを行う CSS ファイルが表示される。模写コーディングは、既存のものをお手本としてコーディングを行うので、本システムでは図 6 のように、エディタと模写対象となる Web ページのスクリーンショットを、コーディングしながら見やすいように横に並べることを可能にした。

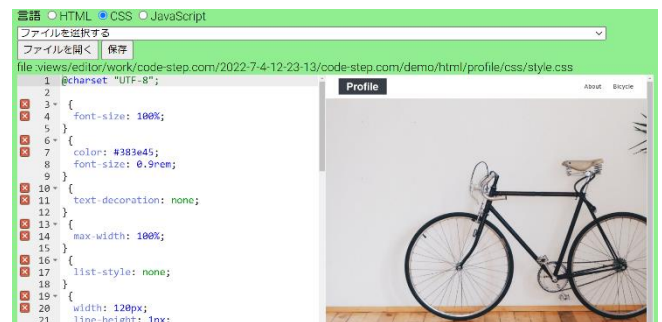


図 6 システムのエディタ画面

また、CSS の記述には HTML のタグやクラス名などが必要となるため、HTML のソースコードも参照可能とした。また、模写コーディングではソースコードを見ずにコーディングを行うが、コーディングで行き詰まり、完成させることができない場合のために、CSS のソースコードも参照可能にし、写経型学習から始めることも可能である。それにより、学習者のモチベーションの維持につながると考えている。

また、学習者のコーディング中は、コードが変更された時に自動で保存が行われるようになっており、システムとしての利便性も高めている。

4.3 ページの比較

Web ページの模写コーディングでは、作成しているページと既存の Web ページの見た目を比較しながら

完成させていくが、本システムでは図 7 のように、作成しているページと既存の Web ページを横に並べることで、ページの比較を行いやすくしている。

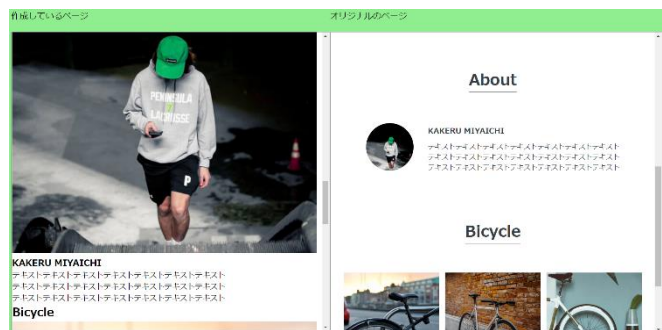


図 7 作成中のページと既存のページの比較

学習者は、コーディングとページの比較を繰り返すことで、模写対象である既存の Web ページの見た目に近づけていく。

5. 評価実験

5.1 評価実験の概要

2022 年 7 月に、拓殖大学工学部情報工学科の四年生 6 名の協力を得て、評価実験を行った。この 6 名全員は、二年次に情報メディア実験という Web ページ作成の基礎を学ぶ 1 回 180 分の授業を 15 回受講している。システムの説明を行いながらシステムに用意してある Web ページの模写を、プロパティの値を削除した CSS ファイルに限定して 30 分間コーディングし、その感想を収集した。模写対象の CSS ファイルは 151 行あり、そのうち 55 箇所のプロパティの設定がなされている。

しかし、被験者のうち 2 名は履修後 1 年半以上経過していることもあり、CSS をはじめ Web ページ作成の理解が十分ではなく、写経型学習から行うべき状態であった。そのため、本システムで模写コーディングを行う学習者の対象でないと判断し、システムを利用した感想のみヒアリングをすることとした。

5.2 実験結果

この本実験で、被験者がどの程度プロパティの値を入力できたのか、3 名の被験者の結果を表 2 にまとめた。

表 2 被験者が入力したプロパティ値の数

	入力した プロパティの値
被験者 A	8 / 55
被験者 B	1 / 55
被験者 C	4 / 55

実験で用いた CSS ファイルには、授業内で扱わなかったプロパティも多かったため、コーディングが思うように進まなかったが、最もプロパティ値を入力することができた被験者 A は他の 2 人の被験者と比べ、知らないことを調べ、すぐに解決していた。本システムでは、オリジナルのコードを参照し写経型学習をすることも可能だが、被験者はコードを参照せず、知らないことはインターネットを使い調べていた。

また、本実験で被験者から、実際にシステムを使用して出た意見を表 3 にまとめた。

表 3 被験者からの意見

肯定的な意見	否定的な意見
● 部分的なコーディングから始められる (4 名) ● CSS から学習を始めることでモチベーションの維持につながるのでは	● ページの比較がしにくい (2 名) ● 学習履歴を管理できると良い ● ソースコードを参照できても良いのか

5.3 評価と考察

得られた意見の中で良かった点としては、ファイルを白紙の状態からコーディングするよりも、部分的なコーディングから始められたほうが学習しようと思う、といったような本研究の目的に近い意見を、実際にコーディングを行った 4 名の被験者から得た点である。また、システムに対してではないが、CSS から学習することで、学習者のモチベーションの維持につながるのではないかという意見を得られ、CSS ファイルの加工、提供から始めるという本研究のアプローチとして

良かったと感じた。また、被験者 A は、他の被験者よりコーディングの経験が豊富だったため、分からない部分を調べ、すぐにコーディングできており、経験を積むことの重要性を再認識することができた。

改善点としては、作成したページと既存のページとの比較がしにくいという意見を、実際にコーディングを行った被験者の半数から出ており、早急に改善する必要があると感じた。さらに、これまでにどのようなページを学習したのかなどの学習履歴を管理できるとよいという意見も出た。学習履歴に関しては、実際に加工して学習者に提供された CSS ファイルのパスは確認することができるが、完成させることができたのかなどの情報は管理することができていないため、継続して開発していく必要があると感じた。また被験者からは、ソースコードを簡単に参照することができて良いのかというコメントが出たが、本システムではソースコードを参照することができる設計になっているため問題はない。学習の中でわからない部分をわからないままにしておくことは良くないため、ソースコードと学習者が書いているコードとの比較を可能にし、さらに学習者によっては写経型学習から始められるようになっている。

一方で、本実験でコーディングを行うことができなかった 2 名からは、白紙の状態のファイルではなく加工されたファイルであれば、実際にコーディングを行ってみたいという意見が出され、本システムの学習者の対象外ではあるが、良い感触を得ることができた。

実験時間に関しては、模写コーディングを紹介している動画⁽¹³⁾で行われていた CSS ファイルの編集時間を参考にしたが、被験者は経験が浅かったためセレクト、一箇所ほどしかコーディングすることができなかった。想定内の結果ではあったが、継続的に本システムを利用することで得られる意見もあるのではないかと感じた。

評価実験を通して、本システムで提供したファイルに対しての評価は高かったが、学習支援システムとしての改善点が多く見られたため、今後の課題としていきたい。

6. 今後の課題

今後の課題として挙げられるのは、まずは本研究で取り掛かることができなかった、HTML、JavaScript ファイルの加工、提供である。本システムは、Web ページの模写コーディングを支援するため、CSS のみのファイル加工、提供では不十分である。HTML、JavaScript の学習も可能にすることで、将来的に学習者が一から Web ページ作成を行うことができる環境づくりを進める。また、他言語のファイル加工を行うことで、Web ページに限らずソースコードを取得でき、画面に表示されるものであれば応用可能であるため、本システムの価値が高まるのではないかと考えている。

次に作成したページと既存のページの比較についてである。評価実験では、実際にコーディングを行った被験者の半数から、比較がしにくいという意見があった。この点に関しても優先して取り組むべきだと考えている。現段階では実装できていないが、作成したページと模写の対象であるページとの見た目の差分を検出し、学習者に結果を提示することを考えている。ページが完成したかを決めるのはあくまで学習者ではあるが、検出された差分で間違いを指摘することはシステムとして必要なことだと考えているため、ページが比較しにくいという問題解決のためにも、差分検出を実装していく。

他にも、評価実験で得た学習履歴の管理や、システムとしての使い勝手などの意見に関しても今後の課題として挙げられる。評価実験に関しても、実験方法や被験者の人数に関しての指摘があったため、引き続き行っていく必要がある。

7. おわりに

本稿では、自発的にコーディングを行う、模写コーディングによる学習を支援するシステムの開発と、現在大学などで行われている写経型学習、本研究で扱った模写コーディングについて述べた。本研究では、写経型学習を行ってきた学習者が模写コーディングに移行しやすくするための、部分的なコーディングから始められるようなファイルの生成、学習者がすぐにコー

ディングを始められるようにするための、模写コーディングに用いる素材の自動取得を行う機能の実装をすることができた。また、評価実験を行ってシステムの評価と考察を行い、プログラミングの学習支援システムとしての評価と課題が得られた。

参 考 文 献

- (1) 経済産業省：“IT 人材需給に関する調査”，
https://www.meti.go.jp/policy/it_policy/jinzai/houkoku_syo.pdf (2022 年 1 月 20 日確認)
- (2) 市川大祐：“プログラミング導入教育におけるブロック型言語からテキスト型言語への移行の試み”，日本教育工学会第 34 回全国大会，pp.219-220，2018
- (3) 岡本雅子，喜多一：“プログラミングの「写経型学習」における初学者のつまずきの類型化とその考察”，滋賀大学教育学部附属教育実践総合センター紀要，第 22 巻，pp.49-53，2014
- (4) 岡本雅子：“写経プログラミングをめぐる終わりそうもない論争”，情報処理学会，情報処理 2018 年 1 月号，p. 81，https://www.ipsj.or.jp/magazine/9faeag0000005a15-att/5901peta_1.pdf，(2022 年 11 月 8 日確認)
- (5) 岡本雅子，村上正行，吉川直人，喜多一：“プログラミングの写経型学習過程を対象にしたつまずきの分析とテキスト教材の改善：作業の自律的遂行と作業を介した理解のための支援と工夫”，京都大学高等教育研究，第 19 号，pp.47-57，2013
- (6) SHAKYO.io, <https://shakyo.io/>, (2022 年 11 月 8 日確認)
- (7) 服部洋介：“模写コーディングでスキルアップしよう！”，ARCHETYP blog，2020-02-06, <https://www.archetyp.jp/blog/replication-coding/>, (2022 年 6 月 27 日確認)
- (8) Hitoshi Sasaki and Junya Hamada：“An Attempt to Improve the Coding Skill through the Clone Coding”，The 6th International Conference on E-Society, E-Education and E-TechnologyHitoshi Sasaki and Junya Hamada：“Development of a coding skill training system using “clone coding””，World Conference on Computers in Education 2022
- (9) “【初心者向け】おすすめ模写サイト 5 選”，Develop Myself, 2022-05-08, <https://yaponkalog.com/replication-website-beginner/#toc4>, (2022 年 7 月 25 日確認)
- (10) “【難易度別】初心者にもオススメな模写コーディングにうってつけな無料サイト 9 選”，ぴよんなことから for programmer, 2022-06-30, <https://maipyon.net/programming/copy-coding-site/>, (2022 年 7 月 25 日確認)
- (11) “【模写コーディング】おすすめ練習サイト【入門編～上級編】”，Codestep，2022-07-04，<https://codestep.com/coding-recommend/>, (2022 年 7 月 25 日確認)
- (12) Web の神様：“【超入門】初心者必見！模写コーディングをやってみた 実践編【HTML・CSS コーディング】”，YouTube, 2020-07-04, <https://youtu.be/RBLkXAG4QTM>, (2022 年 6 月 27 日確認)

ソーシャルロボット，デジタルツイン環境等の 利用体験型授業から考える教育 DX

坂田信裕^{*1,2}，坂東宏和^{*1}，上西秀和^{*1}，山下真幸^{*1}，入江駿^{*2}

^{*1} 獨協医科大学 情報基盤センター ^{*2} 獨協医科大学 スマート医療研究部門

Educational DX Based on the Experience of Using Social Robots, Digital Twin Environment, etc.

Nobuhiro Sakata^{*1}, Hirokazu Bando^{*1}, Hidekazu Kaminishi^{*1}, Masaki Yamashita^{*1} Shun Irie^{*2}

^{*1} Center for ICT, Dokkyo Medical University ^{*2} Division for Smart Health Care Research,
Dokkyo Medical University

本学では、2022 年度に文科省の「数理・データサイエンス・AI 教育プログラム」の認証を得た。その基盤となった情報リテラシー系授業では、2014 年度から学生にソーシャルロボット等の新たなテクノロジーに触れてもらう授業を展開し、年度ごとに見直しをしてきている。今回、それらの新たなテクノロジーに触れる機会によって得られた学びに関して考察し、今後の DX 時代に向けた人材育成の展開について考える機会とする。

キーワード: ソーシャルロボット, デジタルツイン, DX 人材育成

1. はじめに

本学では、2022 年度に文部科学省の「数理・データサイエンス・AI 教育プログラム(リテラシーレベル)」の認定を得た。その基盤となった情報リテラシー系授業には、様々な授業内容が含まれるが、特徴的な内容として、ソーシャルロボットやデジタルツイン環境等のテクノロジーを実際に見て触れる機会を一部に含む授業デザイン・構成となっている。これは、2014 年度に導入したソーシャルロボットを授業にて紹介したことから続く内容となっており、毎年、内容を見直してきた^{1,2)}。今回、ソーシャルロボットやデジタルツイン環境等の利用体験を通しての学びに関して触れ、今後の DX 進展に向けた人材育成について考察する。

2. 利用体験を含む授業概要

「数理・データサイエンス・AI 教育プログラム(リ

テラシーレベル)」の認定を得た授業は、医学部および看護学部 1 学年の情報リテラシー系授業(必修科目)で構成されている。そのどちらの学部においても、図 1 に示すような形式で、ソーシャルロボットや、種々デバイス類を実際に見て触れることも可能な環境を 1, 2 回設けている。授業では、Society 5.0 の考え方や現状及び今後の展開に関する概要を示すとともに、実際に、デモンストレーションとして、教室内でのロボット等の利用を行っている。また、デジタルツイン等のデジタル空間についても、図 2 のように、活用概要等を紹介するとともに、実際に画面操作等を行い、体験することを可能としている。

また、これらの授業とは別に、医学部 1 学年では、少人数で受講するゼミナール的な授業、リベラル・スタディの 1 コースとして、ロボットやデジタル空間の活用について、より深く学ぶことが可能な授業が設定されている。

2.1 ロボットを見て触れる授業

情報リテラシー系授業において、実際に、授業中に複数種類のソーシャルロボットを紹介し、そのデモンストレーションを行うことで、ロボットに対する「印象の変化」、「身近な存在」、「ロボットの種類と目的による違い」などに関するコメントが得られた。また、実際に利用してみたいなどの声も聞かれ、新たなテクノロジーへの興味や関心が高まったことが把握できた。

また、医学部の少人数授業においては、実際にロボットを操作するアプリ作成体験の機会を設けている。その授業では、より深くロボットの活用について学ぶことができ、「ロボットの仕組みや機能」に関する理解を深められたとのコメントが得られている。

2.2 デジタルツイン環境等を体験する授業

デジタル空間の活用に関しては、全員に、実際にメタバースやデジタルツイン環境等のコンテンツを、実際に見て、その空間内での体験等をしてもらうことを行った。しかし、コメントの数は、ロボットに比べ少なく、提示の仕方を工夫する必要性が考えられた。なお、少人数授業において、ゴーグルを装着し、時間をかけて実際にメタバース空間内を体験した場合や、デジタルツイン環境を自分で作成する体験をした授業では、十分な興味・関心を持っていることが示された。

3. 考察とまとめ

DX の進展には、新たな環境で活躍できる人材が必要であり、そのための人材育成が求められている。その一環としての授業において、実際に今後の新たな社会変革を想像していくためには、現時点におけるロボット等の活用事例等を知ることが一つの方策と考えられる。そのためにも、学生に対し、ソーシャルロボットやデジタルツイン環境等を授業で実際に見て触れる機会を設けることにより、関心や興味を高めることに繋がる可能性があると考え、取り組みを始めた。実際に、授業の中で、学生には、新たな気付きや、考え方の変化などが見出せ、ロボット等の新たなテクノロジーを利用体験する形式の有効性が考えられた。その一方で、興味・関心をより高めるためには、それらのテ

クノロジーの提示の仕方に工夫が必要と思われる状況も発生している。これらを踏まえて、今後、さらに今後の DX の進展に向けた人材育成の中での利用体験を含む授業デザインについてさらなる検討を加えていきたい。



図 1 授業時の種々のロボットやデジタルデバイス類



図 2 デジタルツイン環境の利用例

謝辞

本研究は、JSPS 科研費 JP20K10644 の助成を受けたものです。

参考文献

- (1) 坂田信裕: “コミュニケーションロボットを活用した新たなテクノロジーリテラシー教育”, 教育システム情報学会誌, 36(2) pp.66-75 (2019)
- (2) 坂田信裕: “医療や介護分野におけるロボットの活用と展開”, コンピュータ&エデュケーション, 46 pp.21-29 (2019)