

も く じ

■開催日時：2021年5月8日（土）

■テーマ：DX時代に向けた学習環境の変革／ヘルスケア分野におけるICT活用の高度化／一般

1) LINE チャットボットを用いた自己肯定感を高めるシステムの提案 -----	1
○三上滉史(大阪府立大学), 真嶋由貴恵(大阪府立大学), 榊田聖子(大阪府立大学)	
2) チャットボットを用いた医療職の業務支援ツールの基本設計の検討-----	7
○北川周子(熊本大学), 増永恵子(熊本大学), 八木街子(熊本大学), 喜多敏博(熊本大学)	
3) 産学連携 PBL 科目における企業担当者が学習者に与える影響の考察 ープロジェクトマネジメントおよびTCI理論による分析ー-----	10
○石田百合子(熊本大学), 松葉龍一(熊本大学), 仲林清(千葉工業大学, 熊本大学)	
4) ARCS モデルを活用した下肢筋力低下予防のためのリフティングトレーニングシステムの評価 -----	18
○丸井一輝(大阪府立大学大学院), 真嶋由貴恵(大阪府立大学大学院), 榊田聖子(大阪府立大学大学院)	
5) 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-----	23
○新目紗也(千葉工業大学大学院), 仲林清(千葉工業大学)	
6) 福祉専門職養成教育における実習及び実習指導でのICT活用に関する先行研究レビュー-----	31
○坂本毅啓(北九州市立大学)	
7) 車いすによる段差乗り越え介助に関する技術指標と教育システムの考案-----	35
○崎山琴音(大阪府立大学大学院), 真嶋由貴恵(大阪府立大学大学院), 榊田聖子(大阪府立大学大学院)	
8) カラオケによる若者の認知機能・精神面の変化に関する研究 ーデジタル認知症の予防教育プログラムの開発に向けてー-----	43
○中崎花音(大阪府立大学), 真嶋由貴恵(大阪府立大学), 榊田聖子(大阪府立大学)	
9) 確率分野の文章題を対象とする作問学習手法-----	49
○渋間澄子(千葉工業大学大学院), 仲林清(千葉工業大学)	
10) 小学生のプログラミング思考過程の調査-----	55
○財田和季(千葉工業大学大学院)	

11) ハイフレックス型授業における出席管理の1例-----	59
○讃岐勝(筑波大学), 柳川信(筑波大学), 片山京子(筑波大学)	
12) グループディスカッション遠隔指導支援のための SHAP 値による特徴量重要度の分析-----	63
○小松眞子(高知工科大学), 高田知裕(高知工科大学), 根子稚絢(NRI システムテクノ), 卯木輝彦(フォトロン), 敷田幹文(高知工科大学)	
13) 観点を反映した深層学習および強化学習による学術論文の自動要約生成-----	68
Li Jinghong(北陸先端科学技術大学院大学), 太田光一(北陸先端科学技術大学院大学), ○長谷川忍(北陸先端科学技術大学院大学)	

LINE チャットボットを用いた 自己肯定感を高めるシステムの提案

三上 滉史, 真嶋 由貴恵, 榊田聖子
大阪府立大学大学院人間社会システム科学研究科

Proposal of a System that Increases Self-affirmation Using LINE Chatbots

Koji MIKAMI, Yukie MAJIMA, Seiko MASUDA
Graduate School of Humanities and Sustainable System Sciences,
Osaka Prefecture University

Self-affirmation is self-assessment that one's attitude is favorable. It has been pointed out that low self-affirmation causes poor internal labor and withdrawal. The introduction of work can be considered as a method of raising self-affirmation, but research targeting university students is limited to factor analysis, and there are few studies that lead to specific problem solving. Therefore, in this research, we propose a system for LINE chatbots that work independently and continuously for university students.

キーワード: 自己肯定感, 大学生, LINE, SNS, チャットボット

1. はじめに

自己肯定感とは, 自己の態度が好ましいと自己評価することであり, 自己肯定感が低いと, 内省力が乏しくなる, 引きこもるなどが起こると指摘されている⁽¹⁾. 逆に自己肯定感が高いと, 学習意欲を持ち, 目標を実現しようと行動することが指摘されている⁽²⁾. 近年, 日本の若者は韓国やアメリカ等の諸外国と比較して, 自己肯定感が著しく低いことがわかっている. 内閣府が令和元年に実施した「我が国と諸外国の若者の意識に関する調査」⁽³⁾によると, 日本の若者は諸外国の若者と比較して, 「自分自身に満足している」, 「自分に長所がある」と感じている者の割合が最も低かった. 特に「自分に長所がある」と感じている若者の割合は平成 25 年度より低下している.

自己肯定感については行政も注目しており, 2007 年に行われた文部科学省の中央教育審議会において, 「これからの学校教育で重視したいもの」の 1 つとして自己肯定感をあげ, 「他者との比較ではなく, 絶対的な自

己肯定感を育てることが課題である」と述べている.

河越ら (2015) ⁽⁴⁾は, 大学生の自己肯定感に影響を及ぼす要因を性別に分けて明らかにした. その結果, 男女に共通することとして, 学校生活での人気が最も自己肯定感にプラスの影響を及ぼすこと, また, 男子大学生は父親との相互理解が, 女子大学生は父親からの愛情があるほど自己肯定感にプラスの影響を及ぼすことがわかった. つまり, 大学生の自己肯定感には, 大学生活での充実さと父親との良い関係が重要である.

吉森 (2015) ⁽⁵⁾は, 自由記述法による質問紙調査と KJ 法分析により, 大学生版自己肯定感尺度を作成した.

大学生の自己肯定感を高める方法として, 川田ら (2016) ⁽⁶⁾ はボランティア活動の可能性を挙げている. しかし, 活動を行っていない学生への導入前後での比較がされていないため, ボランティア活動の自己肯定感に対する有用性は検討されていない.

一方, 小学生を対象とした研究では, 松井(2017) ⁽⁴⁾が, 小学校で実施された自己肯定感を高める教育実践に関

する研究を取り上げ、「全ての児童に対して効果的な方法と言える教育実践はない」と結論づけた。

そこで本研究では、個々の自己肯定感を高める実践方法として、大学生を対象に LINE チャットボットを用いたシステムの提案を行う。

2. パイロットスタディ

すでに筆者らは、大学生の自己肯定感を高めるために、10代・20代の95%が利用している⁽⁷⁾LINE アプリを活用した、LINE チャットボットによるシステムを開発・評価した⁽⁸⁾。以下にそのシステムについて説明する。

2.1 自己肯定感を高めるためのワーク

自己肯定感を高めるワークには、毎日その日のよかったことを3つ挙げて書き出す「スリー・グッド・シングス」を導入した。このワークは中島⁽⁹⁾が自己肯定感を高める方法として取り上げているもので、J Bryan ら⁽¹⁰⁾は医療従事者に「スリー・グッド・シングス」を導入した結果、うつ病症状の改善や幸福度の向上が見られたことを明らかにした。システムでは毎日定刻（21時）に、LINE チャットボットからこのワークを促す文章を流し、返答されたら「教えてくれてありがとう！明日も頑張ろう！」というメッセージを流すようにした（図1）。21時に設定した理由は、1日の活動が概ね終了しており、就寝するまでの時間に記録できるようにするためである。

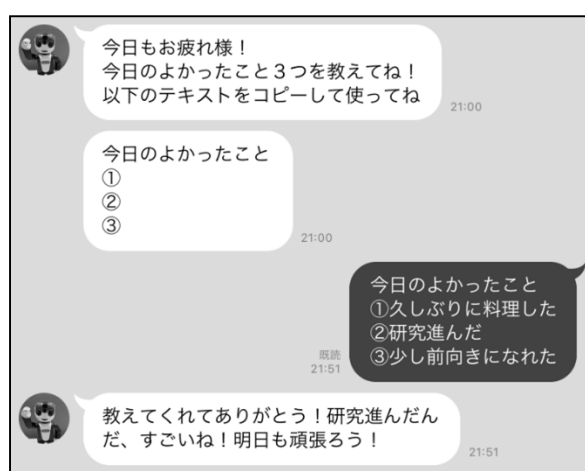


図1 LINE チャットボットの使用例

2.2 システムの実践および評価

このLINE チャットボットシステムを、大学生3名を対象に5日間使用してもらった。その結果、継続したのは自己肯定感の低い学生であった。しかし、継続使用に至らなかった学生は、自己肯定感の高い可能性があることが示唆された。また、被験者へのアンケート結果より、ワークの内容や定刻メッセージについては、自己肯定感の高い・低いに関わらず好評であった。

さらにLINE チャットボットの改善点として、被験者へのインタビュー結果より、「スリー・グッド・シングス」の内容に、「良かったこと以外、例えばその日頑張ったこと等を加えること」、「LINE チャットボットへ返答する時間を長めにとる」、「他のワークを取り入れること」が挙げられた。

3. 提案システム

パイロットスタディの結果を踏まえ、LINE チャットボットシステムの改修を行った。その概要を以下に示す。

3.1 「スリー・グッド・シングス」の内容追加

パイロットスタディシステムの「スリー・グッド・シングス」はその日の「よかったこと」を書き出すメッセージを流していたが、「頑張ったこと」も書き出せるようメッセージを修正した。また、LINE チャットボットへの返答は就寝前までにするようにしたが、メッセージが流れる時間は21時の定刻のままとした。

3.2 「他のワーク」を実践する機能の追加

他のワークを実践できるよう、トーク画面の下部にタイル状に表示されるリッチメニューを追加した（図2）。それぞれのメニューについて説明する。

3.2.1 ワーク内容等の説明

図2の下方にある「ワーク内容等の説明」をタップすると、別途作成したHPが開かれる（図3）。このHPでは、「LINE チャットボットの使い方」、「LINE チャットボットで行うワークの説明」、「一瞬で自己肯定感を高める方法」を紹介する。このHPを見ることで、初めての人でもLINE チャットボットの使い方がわかるようになっている。また、自己肯定感を高める方法を掲載することで、ワーク以外の方法にも興味を持つ

てもらえると考えた。



図 2 LINE チャットボットの画面



図 3 HP のトップ画面

3.2.2 「他のワーク」の追加

中島⁽⁹⁾が挙げた自己肯定感を高める方法を基に、「スリー・グッド・シングス」の他に、図 2 の下方にある、「if-then」「イメトレ文章」「冒険ノート」の 3 つのワークを追加した。各メニューをタップすることで、そのワークを実施するためのメッセージが流れる。

● if-then プランニング

「if-then」をタップすると行うことができる。これ

は、事前に「もし何か起きたらこうする」と決めることで、「失敗するかもしれない」という不安を断ち切ることに繋げるものである。心理学、脳科学などの数多くの学術研究で効果が立証され、行動力を呼び起こすための技術とされている。具体的には、LINE チャットボットから「マイナスな出来事に対して、事前に『もし〇〇したら△△する』と決めておこう！」とメッセージが流れる。返答後、入力した内容の復唱と、「それを意識して頑張ろう！」というメッセージが流れる。(図 4)

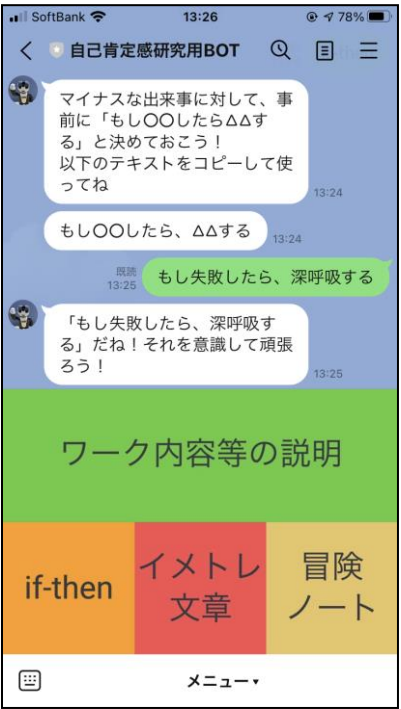


図 4 if-then プランニングの画面

● イメトレ文章完成法

「イメトレ文章」をタップすると行うことができる。ある実現したい目標ができた場合、表 1 に示す「私が実現したい目標は『〇〇〇』です」などのメッセージの〇〇〇を埋めていく。感情を整理し、ビジョンの具体化をはかることにより、肯定的な自己宣言を行う。(図 5)

表 1 イメトレ文章完成法

目標の設定	私が実現したい目標は〇〇〇です。
メリット	なぜなら、その目標を達成すると〇〇〇だからです。
ブレーキ	しかし、〇〇〇が私の目標を妨げています。

現状把握	そのため、私は今、〇〇〇という状況になっています。
新しい方法	そこで、私は目標に近づくために〇〇〇という新しい方法を試みるつもりです。
コンピテンス	なぜなら、私の強みは〇〇〇であり、それが目標を達成するために役立つと思うからです。
協力者	また、目標に向かうにあたり、〇〇〇さんが協力してくれます。
環境	目標に向かうにあたり、〇〇〇という環境が味方してくれると思います。
ノウハウ	私は目標を達成するために、〇〇〇というノウハウを持っています。
やる気	私は目標を達成するために、〇〇〇という方法でやる気を引き出します。
最初の一步	私は目標を達成するために、まずは〇〇〇から始めます。

の内容と感じたことを記録する。LINE チャットボットから、「新しい冒険にチャレンジしたことを教えてね!」というメッセージが流れる。記録後、「いい冒険をしたね!また新しい冒険をしてみよう!」というメッセージが流れる。(図 6)

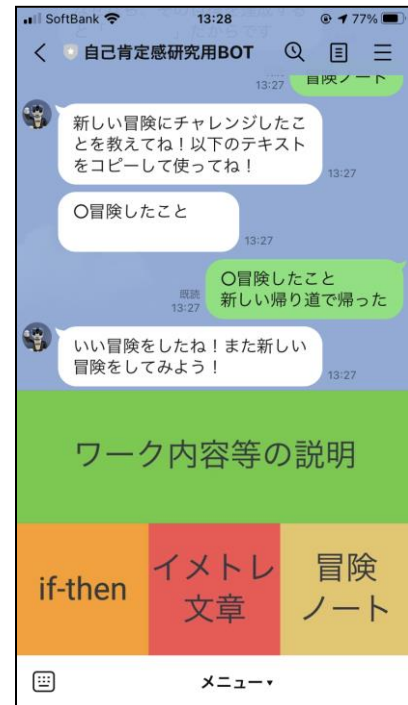


図 6 冒険ノートの画面

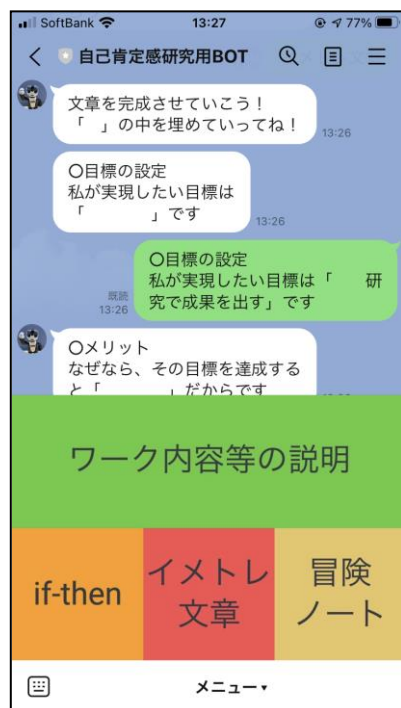


図 5 イメトレ文章完成法の画面

- 冒険ノート

「冒険ノート」をタップすると行うことができる。どの様な小さなことでも新しいことを実施したら、そ

4. 実験方法

提案した LINE チャットボットの評価を行うための実験方法について以下に述べる。(今回は実験中のため、研究会当日に結果を発表する予定である)

4.1 被験者

本研究への同意が得られた大学生 20 名以上を対象とする。

4.2 評価方法

被験者の自己肯定感の変化の測定は、田中道弘が作成した 8 項目の自己肯定感尺度 Ver.2⁽¹¹⁾を用いる(表 2)。各項目は「4: 当てはまる」「3: どちらかと言えば当てはまる」「2: どちらかと言えば当てはまらない」「1: 当てはまらない」の 4 段階で評価する。

また、実験終了時に被験者の自己肯定感の自覚や、HP・各ワークの使用頻度、LINE チャットボットの良かった点・改善点、使用感についてインタビュー調査を実施する。表 3 にインタビュー項目を示す。

表 2 自己肯定感尺度 Ver.2⁽¹¹⁾

1	私は、自分のことを大切だと感じる
2	私は、時々、死んでしまった方がましだと感じる
3	私は、いくつかの長所を持っている
4	私は、人並み程度には物事ができる
5	私は、後悔ばかりしている
6	私は、何をやってもうまくいかない
7	私は、自分のことが好きになれない
8	私は、物事を前向きに考える方だ

表 3 インタビュー項目（事後）

1	自分の自己肯定感が高いと思いますか？低いと思いますか？ また、その理由を教えてください。
2	自己肯定感を高めるために何かしていることがあれば教えてください。
3	自己肯定感の低下をどういった時に感じますか。
4	この実験の前後を比較して、自己肯定感が変化したと感じますか？ その理由を教えてください。
5	今回、HP をどれくらい見ましたか？
6	スリー・グッド・シングス をどれくらいしましたか？
7	他の 3 つのワークはどれくらいしましたか？
8	この LINE チャットボットを使用して、よかった点を教えてください。
9	この LINE チャットボットを使用して、改善点等あれば教えてください。
10	今後も LINE チャットボットを使用してみたいと思いましたか？ その理由を教えてください。

4.3 実施方法

実験期間は 3 週間としている（図 7）。まず最初に、被験者に研究の目的および実験方法の説明を行い、同意を得たうえで、質問紙による自己肯定感尺度への回答をもらう。その後 2 週間の LINE チャットボットの使用を行ってもらい、2 週目の終わりに、2 回目の

自己肯定感尺度を回答してもらう。3 週目は LINE チャットボットの使用を行わず、3 週目の終わりに 3 回目の自己肯定感尺度の回答とインタビュー調査を行う。これにより、LINE チャットボットの使用の有無による自己肯定感の変化について測定する。

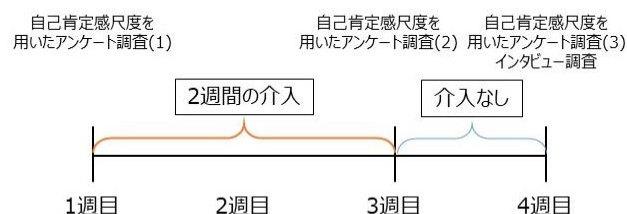


図 7 実験の流れ

5. まとめと今後の課題

今回の研究では、大学生の自己肯定感を高めるために、「スリー・グッド・シングス」を主軸とした LINE チャットボットのシステムを提案した。

今後、実験方法に基づき、提案したシステムの介入実験を行う。また、自己肯定感への効果について、有効性・信頼性を検証するとともに、システムの改善点を洗い出し、更なるシステムの向上を目指す。

参 考 文 献

- (1) 河越麻佑, 岡田みゆき: “大学生の自己肯定感に及ぼす影響要因”, 日本家政学会誌, Vol.66, No.5, pp.222-233 (2015)
- (2) 破魔幸枝, 浅枝麻夢可, 原久美子: “青年期における自己肯定感と対他者との意識に関連する要因の検討”, 神戸常盤大学紀要, Vol.13, pp.93-99 (2020)
- (3) 文部科学省: “令和元年版 子供・若者白書 (概要版)”, https://www8.cao.go.jp/youth/whitepaper/r01gaiyou/s0_1.html (2021 年 4 月 10 日確認)
- (4) 松井香奈: “小学校における自己肯定感を高める教育実践の検討・実践研究論文を手掛かりとして-”, 武庫川女子大学大学院教育学研究論集, 第 12 号, pp.47-55 (2017)
- (5) 吉森丹衣子: “大学生版自己肯定感尺度の作成・カウンセリングの立場を重視して-”, 国際経営・文化研究, Vol.19, No.1, pp.105-115 (2015)
- (6) 川田虎男, 志塚昌紀: “ボランティア活動が学生の自己肯定感に及ぼす影響: 大学生ボランティアのヒアリング調査より”, 聖学院大学総合研究所紀要, No.61, pp.89-123

(2016)

- (7) 総務省情報通信政策研究所: “令和元年度情報通信メディアの利用時間と情報行動に関する調査報告書<概要>”, https://www.soumu.go.jp/main_content/000708015.pdf (2020 年 10 月 26 日確認)
- (8) 三上滉史, 真嶋由貴恵, 梶田聖子: “LINE チャットボットを用いた自己肯定感を高めるシステムの考案”, 第 15 回医療系 e ラーニング全国交流会, pp.57-60 (2020)
- (9) 中島輝: “何があっても「大丈夫。」と思えるようになる自己肯定感の教科書”, 第 4 章 3 節, pp.285-287, SB クリエイティブ株式会社 (2020)
- (10) J Bryan Sexton, Kathryn C Adair: “Forty-five good things: a prospective pilot study of the Three Good Things well-being intervention in the USA for healthcare worker emotional exhaustion, depression, work-life balance and happiness”, BMJ Open 2019, Vol.9, Issue.3 (2019)
- (11) 田中道弘: “自己肯定感尺度の作成と項目の検討”, 人間科学論究, Vol.13, pp.13-27 (2005)

チャットボットを用いた 医療職の業務支援ツールの基本設計の検討

北川周子^{*1}, 増永恵子^{*1}, 八木街子^{*1}, 喜多敏博^{*1}

^{*1} 熊本大学教授システム学研究センター

Study of the basic design of a tool to support the work of medical professionals using chatbots

Noriko KITAGAWA^{*1}, Keiko MASUNAGA^{*1}, Machiko YAGI^{*1}, Toshihiro KITA^{*1}

^{*1} Research Center for Instructional Systems, Kumamoto University

本研究では、チャットボットを用いて医療職が医療情報を得ることが可能な業務支援ツールを開発するに当たり、基本設計の検討を行った。医療機関で使用する医療用語のリストを作成し、医療用語、画像、動画を準備する。これらの画像、動画に医療用語をタグ付けし、データベースに格納する。チャットボットを用いた医療用語をトリガーにし、タグ付けされた画像、動画が表示されるチャットボットシステムをiPadで利用できるようにする。

キーワード: チャットボット, LINE, SNS, 業務支援

1. はじめに

医療職が安全な医療を提供するためには、適切で正確な判断を迅速に行う必要がある。ヒューマンエラーを回避するためには、人的アプローチとシステムのアプローチが必要であり、人的なアプローチとして時間圧、役に立たない手順書や記憶に頼る習慣からの脱却が重要である⁽¹⁾。記憶に頼る習慣からの脱却に関しては、Minds ガイドラインライブラリ⁽²⁾や up to date⁽³⁾といったインターネットサイトや、書籍で検索する方法が選択されてきた。しかし、更新され続ける膨大な医療情報から必要な情報に至るまでに時間を要することが課題である。

簡便かつ迅速に情報を獲得する方法としてチャットボットがある。チャットボットは「chat」をする「ロボット (bot)」を示す。現在、金融機関のウェブサイト、個別指導学習支援⁽⁴⁾やメンタルヘルス相談⁽⁵⁾などで利用されている。現行のチャットボットでは、表示されたカテゴリから選択するシステムを取っているものも多く見られる。この方法ではユーザが必要な情報にたどり着くまでに時間がかかるため、迅速さが要求

される医療職の情報収集には適さない。

そこで、本研究では、検索語を入力することにより、検索語に関連した情報がデータベースから自動抽出され、チャットにメッセージとして返信される機能（逆引き検索法）を、チャットボットとして活用するための基本設計を行った。

2. 現行のチャットボットでの情報検索

現在、WEBやスマートフォンでチャットボットシステムが多数稼働している。国内の対話型 AI システムは、利用目的がわかりやすいために AI システム導入の入り口となる技術として関心が高い。主な用途には、接客や問い合わせ対応などがある。LINE や Facebook など利用率が高い SNS やメッセージツール等をプラットフォームとするチャットボットも提供されるようになり、対話型 AI システムの利用者は増加している⁽⁶⁾。現行のチャットボットシステムは、まず知りたい情報のカテゴリを選択し、選択したカテゴリ内でさらに知りたい情報に近いカテゴリを選択する方法を取っているものも多く見られる。知りたい情報までの階

層が深いため、知りたい情報まで辿り着けないことが多い。辿り着けたとしても時間がかかってしまう。

前述したとおり、医療職は安全な医療を提供するために、適切で正確な判断を迅速に行う必要がある。また、患者や患者家族への説明の時など、情報収集に時間を掛けることができない場面も多い。このような背景では、調べたい内容をカテゴリで検索するよりも、検索語を直接入力するほうが迅速である。このことから、検索語から導き出す逆引きが適した方法であると考えた。

また、患者や患者家族への説明や手技の確認のためには、動画や画像も含めて提示することが望ましいと考えられる。今回開発するチャットボットシステムは、主に検索語に基づいた動画や画像を返答に使用するため、視覚で即時に確認できる。

3. システムの基本設計

チャットボットは、LINE アプリやウェブ上で利用可能な設計とする。LINE はユーザ数が 8,600 万人であり、その 8 割が毎日利用している。使用年齢層も幅広く、年齢問わず使用できることから、システムを使用するにあたり難易度が低いことが推察されるため採用することにした。

また、病院内で利用するにあたり、個人用スマートフォンの利用が認められておらず、且つ患者や患者家族へ説明するにはスマートフォンでは画面が小さい。そのため今回のトライアル先では iPad を利用して頂く。iPad 用 LINE ではリッチメニューが出ないことから、ウェブ上で利用できるようにする。

図 1 に本研究で開発するシステムの概要図を示す。本研究で開発するシステムでは、ユーザが検索語を入力することにより、検索語に関連した情報がデータベースから自動抽出される。あらかじめ検索語リスト、動画、画像を準備し、検索語をキーとして動画や画像を紐づけておく。これにより、検索語を入力すると検索語に紐づいた動画や画像が自動的に返信される仕組みを構築する。また、1 つの検索語に対して複数の手技があるため、検索語に紐づける動画や画像は複数準備する。LINE は返答するメッセージ数が最大 5 つまで表示される仕様のため、ユーザが単純な検索語入力作業のみで必要な情報の絞り込みが

行え、迅速に必要な情報に辿り着ける。

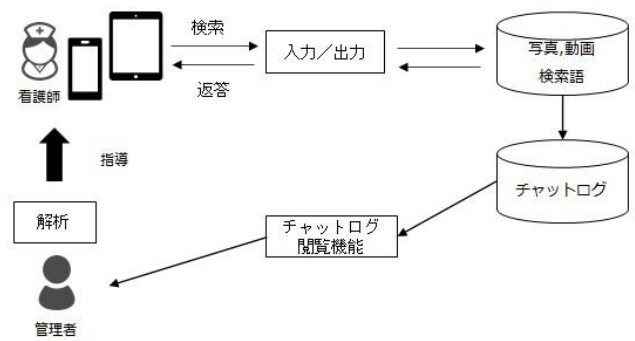


図 1 システム概要図

3.1 検索データベースの作成

今回の開発は消化器内科に絞って開発する。消化器内科で必要な検索語を洗い出し、必要な画像や動画の撮影を行い、リストを作成し、データベースに登録する。

3.2 入力/出力機能

本研究で開発したいチャットボットシステムの画面例を図 3 に示す。検索語に対して関連する画像や動画を表示する。表示された画像や動画よりユーザが必要とするものを表示する。



図 2 システムの画面例

4. まとめと今後の展望

本研究の開発を行い、α版として 1 医療施設 1 部署にて使用して頂く。使用後にヒアリングと評価を実施。

その内容を基に内容の充実を図りたい。

参 考 文 献

- (1) Reason, J.: “Human error: models and management”.
BMJ, Vol. 320, No.7237, pp.768-770 (2000)
- (2) Minds ガイドラインライブラリ:
<https://minds.icqhc.or.jp/> (最終閲覧日 2021 年 4 月 13 日)
- (3) Up To Date: <https://www.uptodate.com/ja/home>. (最終閲覧日 2021 年 4 月 13 日)
- (4) 小菅李音, 高木正則, 市川尚: “チャットボットと個別指導を併用した数学教育における理解困難箇所の学習支援の実践と評価”, 情報教育シンポジウム(2020 年 12 月)
- (5) 富澤浩樹, 川乗賀也: “「こころの相談窓口」への誘導を目的とした若年層向けチャットボットシステムに関する考察”, 経営情報学会 2020 年全国研究発表大会
- (6) 矢野経済研究所” 対話型 AI システム市場に関する調査を実施 (2018 年) ”

産学連携 PBL 科目における 企業担当者が学習者に与える影響の考察 ープロジェクトマネジメントおよび TCI 理論による分析ー

石田 百合子^{*1}, 松葉 龍一^{*1}, 仲林 清^{*1,*2}

^{*1} 熊本大学 教授システム学研究センター, ^{*2} 千葉工業大学

A Study on the Influence of Company Representatives on Learners in Industry- University Cooperative PBL Courses

Yuriko Ishida^{*1}, Ryuichi Matsuba^{*1}, Kiyoshi Nakabayashi^{*1,*2}

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

^{*2} Chiba Institute of Technology

本研究では、産学連携 PBL 科目における企業担当者の関わりが、課題中心型インストラクションの 5 つの処方およびプロジェクトマネジメント要素のどの部分に影響を及ぼしていたのかを、参加学生および企業担当者のインタビューから考察した。初期段階では企業担当者による学習課題の調整が、既有知識の活性化促進、例示／モデリング、応用と並行して行われていた。実行段階では応用の割合が増えるにつれ、それが上手く機能するには学生のコミュニケーションへの認識変容が必要で、そのためのインストラクションや工夫の必要性が示唆された。

キーワード: PBL, 産学連携, 授業設計, 課題中心型インストラクション

1. はじめに

学生の能動的な学びを促すことを目的に、高等教育におけるプロジェクト型学習（Project-based Learning：以下、PBL）の導入が進んでいる。特に、研究・学生成果を社会に還元可能な産学連携型の PBL は、大学が教育機関としての役割だけではなく産学連携による学外の企業・機関との協働という役割を果たす意味からも有益であり⁽¹⁾、社会への接続という観点で、キャリア教育における教育手法の一つとしても位置付けられるようになってきた⁽²⁾。しかし教室内での授業とは異なり、時間外、教室外の活動をも含む PBL は、運営の難易度・個別性が高い点が課題として挙げられる。「アクティブラーニング失敗事例ハンドブック」⁽³⁾では、企業と大学が連携する PBL の失敗結果と原因をマンドラでまとめたものが紹介されてはいるが、未だその運営の体系化は手探りの状況⁽⁴⁾が続いている。

これらの PBL がもつ課題に対し、プロジェクトマネジメント理論を適用することで克服しようという授業実践の試み⁽⁴⁾や、大学教員がプロジェクトマネジ

メントの基本的知識と実践能力を身につけ、PBL 等の授業設計に生かすことを目的とした FD 研修も実施されるようになってきている⁽⁵⁾。しかし、まだ浸透している状況とは言い難く、特に企業等でのプロジェクト経験がない教員が、関連書籍を見ながらプロジェクトマネジメント理論を授業設計や実践にすぐ活かすのは非常に困難と言えよう。

本研究では、大学の産学連携 PBL 科目において、学生満足度の高かったプロジェクト⁽⁶⁾に着目し、PBL 科目の参加学生および企業担当者へのインタビューから、プロジェクトマネジメント理論の観点で、当該科目で行われたプロジェクト活動の分析を行う。そのうえで当該科目の授業改善や、将来的には PBL 運営の体系化に向け、プロジェクトマネジメント理論の各プロセスにおいて、学生がどのような想いを抱いていたのか、またそのときの企業担当者の関わりや支援が、プロジェクトの遂行や学生の学修にどのような影響を与えたかについて、教授設計理論の一つである、課題中心型インストラクションの処方的原理を適用し、考察した。

2. プロジェクトマネジメント理論および課題中心型インストラクション

2.1 プロジェクトマネジメント理論

プロジェクトマネジメント（project management, 以下 PM）は、米国プロジェクトマネジメント協会（以下、「PMI」）を中心に体系化が推進され、PMI が PM に関するノウハウや手法をまとめた知識体系「PMBOK®」は、PM の世界標準となっている。

PMBOK（第6版）ガイドブックでは、プロジェクトとは、「独自のプロダクト、サービス、所産を創造するための有期性の業務である」、プロジェクトマネジメントとは、「プロジェクトの要求事項を満たすため、知識、スキル、ツールおよび技法をプロジェクト活動へ適用すること」と定義される⁽⁷⁾。

プロジェクトマネジメントでは、10 の知識エリアに定義されている 49 のプロセスを「立上げ」、「計画」、「実行」、「監視・コントロール」、「終結」の 5 つに分類する（表 1）。

表 1 5つのプロセス群と 10 の知識エリア

（PMBOK（第6版）ガイドブックに準拠⁽⁷⁾）

5つのプロセス群	立上げ、計画、実行、監視・コントロール、終結
10の知識エリア	統合マネジメント、スコープ・マネジメント、スケジュール・マネジメント、コスト・マネジメント、品質マネジメント、資源マネジメント、コミュニケーション・マネジメント、リスク・マネジメント、調達マネジメント、ステークホルダー・マネジメント

表 2 2019 年度活動スケジュール

回	日にち	活動内容（活動内容）	回	日にち	活動内容（概要）
1	5月16日（木）	メンバー顔合わせ	9	7月4日（木）	チラシの配布日、担当確認。1日のスケジュール、使用部屋の数の連絡。部屋の装飾担当の決定。
2	5月19日（日）	プログラミング教室の見学	10	7月11日（木）	各チームの進捗確認（テスト期間中）
3	5月23日（木）	スケジュール管理方法の確認、各チームのメンバー決定 広報担当決定、企業担当者FB（課題）	11	7月18日（木）	企業担当者FB（各チーム）。テキスト外注・発注期限の決定。第1回目のリハ日程決定。
4	5月30日（木）	企業担当者FB（提出資料、プロトタイプ） 各チームのリーダー決め	12	8月2日（金）	第1回目リハーサル、テキストとスライドと全体の流れの調整。FB。
5	6月6日（木）	各チームのプロトタイプ・企画概要の発表 広告媒体とweb広告の作成担当の決定	13	8月19日（月）	備品製作、個別リハーサル、当日スケジュール作成、PC設置、教室の設営、印刷物の確認・印刷
6	6月13日（木）	企業担当者FB（各チーム企画概要・プロトタイプ、広告）、小学校のチラシ設置交渉、費用見積の相談	14	8月20日（火）	前日リハーサル、当日スケジュールの修正・確認、当日の流れの確認、備品づくり
7	6月20日（木）	企画担当者FB（チラシ・Web、各チーム企画概要・プロトタイプ）。教育委員会へ問合せ。	15	8月21日（水）	本番1日目（ロボット（小学3～6年生））
8	6月27日（木）	チラシ配布に関する進捗報告・相談、各チームのFBと進捗の報告	16	8月22日（木）	本番2日目（スクラッチ（小学1～6年生））

※ リーダー（Aさん）およびプログラミングキャンパス（<https://www.knowledgewing.com/oc/fkids/shinagawa/citfilm/>）の活動記録を参考に作成。

※ 上記には、各チームの活動記録（活動日・活動内容）は含まれていない。

2.2 課題中心型インストラクション

課題中心型のインストラクション（task-centered instruction, 以下 TCI）は、PBLのように、複雑で真正性のある課題に取り組む学習での処方的原理を、①学習課題、②既有知識の活性化、③例示／モデリング、④応用、⑤統合／探究の5つの分野で整理している⁽⁸⁾。課題が学習者にとって難しすぎる場合、調節、コーチング、指導の3種類の足場かけを使用するが、実世界の経験を提供しながらも、必要なすべての知識とスキルを網羅し、そして学習者のスキルレベルに一致させるような適切な学習課題の特定・設計は難しく、学習課題の適切な量と複雑さを効果的に判断するためのガイダンスは、現状ではほぼ存在しない⁽⁸⁾。

3. インタビュー調査の実施

3.1 調査対象の概要

調査対象としたのは、2018 年度から千葉工業大学（以下、千葉工大）で開講された科目「ソーシャルアクティブラーニング」（以下、本科目）にて実施されているプロジェクトの一つ、「小学生向けプログラミング教室運営実践事業」（以下、本事業）である。本科目は、行政や企業と連携して地域や社会における現実の問題に取り組み、現実の文脈の中で学生の成長を促すことを目的としている。地域および社会での活動を体験することを通じ、①地域課題・社会的課題の理解、②課題解決のための知識・技術の再構築、③再構築された知識・技術と課題解決のマッチング（提案・活用・体験等を含む）を行い、ジェネリックスキル・リテラシ

一、専門分野の特徴を生かした課題解決力を自分自身で継続的に伸ばす力を備えることを目標とする。

本事業は、IT系教育研修企業の株式会社富士通ラーニングメディア（以下、同社）と連携し、地域の小学生向けのプログラミング教室を企画・運営する。2019年度の活動スケジュールを表2に示す。学生は、夏休みの自由研究で取り上げる作品が製作できるような創造力を高める学習内容を目指し、教育カリキュラムの企画から教材開発、会場の確保、集客、会場設営および当日運営までを行う。5月半ばから活動を開始し、8月下旬の開催当日、その後のふり返し会（9月中旬）まで含めると、約4か月間のプロジェクトである。

本事業における学習目標は、プログラミング教室の企画・運営を通じ、同社からプログラミング教室の運営のみならず、企業におけるプロジェクトの運営や業務推進の考え方を学び、職業観の醸成につなげること、情報系学科所属者を中心に、大学で何らかのプログラミングの授業で受講している。従って、これまでに授業で学んだ知識・スキルを活用して、子供にプログラミングをどのように教えるかを考えることを通じて、自分が学習した知識を内省・深化し、他者に伝える機会を持つことを目指している。また同社と千葉工大の連携企画として、同社サイトで一般受講者を募集し、一般受講者から参加費用を受け取るため、企業が提供するサービスに準じた品質が求められる⁽⁶⁾。

3.2 調査概要

3.2.1 調査内容

本事業の活動の流れや企業担当者の関わりや働きかけが学生に与えた影響についての考察を得るため、プロジェクトマネジメントにおける5つのプロセス群（立ち上げ、計画、実行、監視・コントロール、終結）を参考に、表3に示すインタビュー項目を作成した。インタビューは、半構造化面接法による進め方を基本としたが、インタビュー実施時期が本事業実施から1年以上経過していることを考慮し、インタビュー項目は、学生用、企業担当者用ともに抽象的内容である大項目（Ⅰ～Ⅳ）以外に、当時のことを時系列で思い出すことができるよう、中項目（①、②、③…）を用意した。そのうえで、対象者が話しやすい項目から話してもらった。対象者が話しやすいところから話してもらった。また項目として用意したもの以外に、分析テーマに関連性のある意味深い回答に対しては、インタビュアーの判断で質問を加えていった。

3.2.2 インタビュー対象者

本研究の関心は、日々の活動記録や報告書、事後アンケートだけでは把握が難しい、本事業の活動で生じたさまざまな課題に対し、学生たちはどのように対応したのかをプロジェクトマネジメント理論の観点で深掘りすること、またその際に企業担当者の関与・介入が、学生にどのような影響を与えたかをTCI理論を用いて考察することである。

表3 インタビューシートの作成（参加学生・企業担当者）

参加学生用インタビュー項目	企業担当者用インタビュー項目
I 参加動機・目標設定 ① 本事業へ応募した理由。 ② 当初、本事業で自分たちはどんな活動をするイメージしていたか。 ③ 活動に参加するにあたり、自分自身の目標を立てたか？立てた場合はその内容。	I テーマ設定 ① 貴社の小学生向けプログラミング教室に関する問題・課題意識 ② 本事業に参加する学生に対し、どんなことを期待したか ③ その他、社会的要請やビジネス上のメリットなど、貴社にとっての大学と連携することの利点
II 活動中のこと ① 作業内容、制作物、活動スケジュールやそれぞれの役割はどう決まったか ② グループでの話し合いをするときに、特に意識していたことはありますか。 ③ グループメンバーから、どんな役割を期待されていると感じていましたか。 ④ 実際の活動では、自分はどんな役割を果たせたと思いますか。 ⑤ 同じ班のメンバーに対し、どんな役割を期待していましたか。 ⑥ 本事業において、企業担当者、教員はどんな役割をされていたと思いますか。 ⑦ メンバー、企業担当者や教員から言われて嬉しかったことは何ですか。 ⑧ メンバー、企業担当者や教員から言われて、悔しい(悲しい)と思ったことは何ですか。	II 学生の活動支援 ① 本事業の開始前に、担当者間で役割分担や、何かルールを決めたりしていましたか。 ② 担当教員との役割分担、活動進捗にあわせて打合せの機会は設けていましたか。 ③ 各学生の前提知識・スキルは、どのように把握しましたか。 ④ 2018年度と2019年度の参加学生を比較して、違いを感じたことがあれば教えてください。 ⑤ 学生のモチベーションが切れないように工夫していたことがあれば、教えてください。 ⑥ 参加学生に対し、特に指導・介入・アドバイスをしたことがあれば教えてください。 ⑦ どの程度、プロジェクトがうまく進まないことへの想定・準備をしていましたか。 ⑧ 毎回の活動後のリフレクションは、どのように行っていましたか。 ⑨ 最後のふり返し会で、学生にフィードバックをするときに気を付けたことは何ですか。 ⑩ 貴社プログラミング教室の学生アルバイトへの教育・指導と変えたことがあれば教えてください。 ⑪ 葛藤や迷いが生じたタイミング・出来事があれば教えてください。
III プログラミング教室の設計・開発・実施 ① 小学生対象ということで、特に意識したことや気を付けたことがあれば教えてください。 ② 参加者が、参加後にどのような状態(何ができるようになってほしい)と思いましたか。 ③ 上記(3)②を達成するために、工夫したことがあれば教えてください。 ④ プログラミング教室は成功したと思いますか。理由とともに教えてください。 ⑤ 企業担当者から助言、アドバイスをもらった内容で、最も印象に残っていることは？	III 学習評価・学生が身についたこと ① 特に成長したと思う学生がいれば、どんなことが成長したと感じたのかも含めて教えてください。 ② 個々の学生の成績評価を行う場合、どんな評価項目が考えられますか。 ③ 次年度以降、ぜひ取り入れてみたいことや改善したいことがあれば、教えてください。
IV 今回の活動を通して得られたこと ① 自己評価は、百点満点中何点ですか？また、その点数をつけた理由も教えてください。 ② できるようになったこと、自信がついたことがあれば教えてください。 ③ もっとやってみたかったと思うことがあれば、教えてください。 ④ 「働くこと」に対する考え方、職業選択に対する意識の変化があれば教えてください。 ⑤ 他の授業科目で学んだことで、今回の活動に活かしたことはありますか。 ⑥ 本事業をより良くするため、改善したらよいと思うことがあれば教えてください。	

今回は、2019 年度の本事業を調査対象とした。インタビュー対象者の選定に入る前に、本事業終了後に行われた、学生、企業担当者および担当教員によるふり回り会（2020 年 9 月）での、学生が一人ずつ発表したふり回りや、それに対する企業担当者のフィードバック記録、個々に学生が提出した活動記録および成果報告書をすべて確認し、本事業に関わったメンバー構成図を作成した（図 1）。図 1 に示すとおり、本事業の参加学生は全部で 12 名、2 つのチームへ半分に分かれて、教材およびカリキュラムの企画・開発を行っている。ロボットチームは、小学校高学年を受講対象とするコースであり、スクラッチチームは、主に低学年を受講対象とするコースを担当した。それとは別に広報は各チーム 1 名が選出され、各コースの企画・開発と同時並行で作業が進み、申込サイトおよび配布チラシを作成した。

前述の事前確認を参考に、活動の中心的役割を担っていた、事業遂行上の課題に直面した、チームの状況を客観的に捉えることができていたことを選定基準とした、また週 1 日の授業日以外は各チームに分かれての活動だったため、チーム活動の比較ができるよう、インタビュー対象者の所属の偏りが出ないように考慮し、4 名にインタビューを行った（表 4）。また企業担当者は 3 名のうち、1 名が退職により連絡が取れなかったため、2 名に行った（表 4）。なお後述する分析結果により、学生 4 名、同社の担当者（以下、企業担当者）2 名の調査により、理論的飽和に達したと考えられるため、追加のインタビュー調査は実施していない。

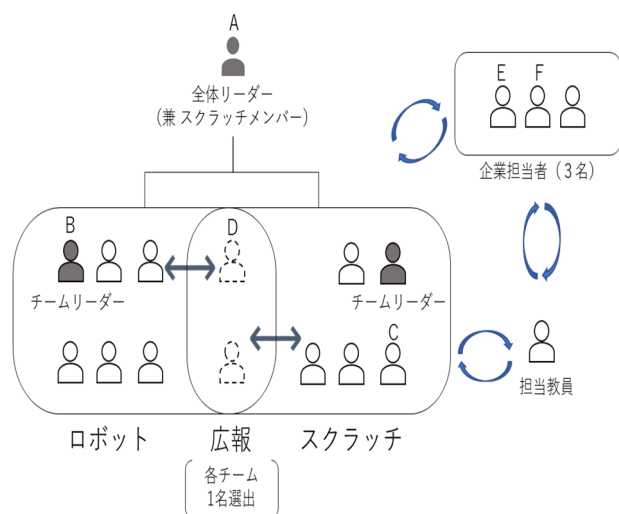


図 1 2019 年度 メンバー構成図

表 4 インタビュー対象者の属性

No.	インタビュー対象者 (インタビュー時間)	チーム	役職・役割
1	学生 A (1 時間 55 分)	スクラッチ	全体リーダー
2	学生 B (1 時間 47 分)	ロボット	チームリーダー
3	学生 C (1 時間 41 分)	スクラッチ	
4	学生 D (1 時間 47 分)	ロボット	広報
5	企業担当者 E (2 時間 2 分)	—	
6	企業担当者 F (No.5 と同時)	—	企業担当者の 全体総括

インタビューは、2020 年 10 月 12 日～11 月 16 日の間に、学生は個別インタビュー、企業担当者は担当教員である第三筆者も交えて、グループインタビューを行った。学生のインタビュアーは第一筆者が担当し、企業担当者のインタビュアーは主で第一筆者が行い、第二筆者が補足質問を行った。なおインタビューは、オンライン会議ツール（Zoom®）にて行った。インタビューの目的、データの使用範囲と個人情報の匿名化、録音の許可、インタビュー中止の自由を記載した書面による事前説明を行い、全員から同意を得ている。

3.3 分析の手順

本研究では、インタビューの録音データをテキスト化した。次にテキストデータのうち、プロジェクトマネジメントの知識エリアと関連すると思われる部分のラベル付けを行った。なお知識エリアは、全部で 10 個あるが（表 1）、企業担当者・教員が、主に管理・コントロールを行っていた「コスト」、「調達」については、今回の分析対象には含めないことにした。

次に、TCI 理論の処方的原理に関連と思われる部分について、ラベル付けを行った。最後に、知識エリアと処方的原理の両方のラベルが付されたテキストデータ部分を集約し、知識エリアごとに整理を行った。なお本報告では、表 3 の学生インタビュー（Ⅰ～Ⅲ）、企業担当者インタビュー（Ⅰ～Ⅱ）までの分析を対象としているため、処方的原理の「統合／探究」に該当する部分は含まれていない。次の章で扱う文中のデータ表記は、アルファベットは発言者記号（Q はインタビュアーの発言）、【 】内は処方的原理のカテゴリ、ゴシック体表記は発言内容で、下線部は注目した箇所である。

4. 分析結果

4.1 統合・ステークホルダー

立ち上げ段階では、プログラミング教室のコンセプト、受講対象、プログラミングを学ぶ際に使用するツール（ロボットなど）決定が行われていた。特に受講対象である小学生と、その保護者を「ステークホルダー」として認識された時期にもあたる。

全体リーダー（学生 A）は、コンセプトに関し、以下のように語っている。

Q: A さんにとってのプログラミング教室の理想像ってというのは、どういう理想だったんですか。

A: 最初にみんなに説明したのは、小学生の初心者を対象にすることになったので、プログラミング初心者で、しかもちっちゃい子が楽しむっていうのはもちろんなんですけど、プログラミングが楽しいっていうことを伝えたいっていう。何か、いろんなものが楽しい要素がある中で、プログラミングとしての楽しさみたいなのを伝えられるような設計にしたっていうことを何回か言っていました。

上記は学生 B～D から同様の発言があり、学生の共有認識となっていたことが分かる。そして、プログラミングを楽しみと思ってもらうために、ロボット、スクラッチの両チームで「小学生が楽しめるものは何か」という検討に入っていく。BGS（バックグラウンドストーリー）の作成に進んでいく。

学生の共有認識の形成の後押しとなったのが、同タイミングで企業担当者から提示された課題である、「ペルソナシート」の作成である。これは商品開発や研修設計でも用いられる手法である【例示／モデリング】。

E: そうです。ペルソナっていうシートですね。どういう層をメインターゲットとしてこれをやるみたいなのは、2018 年にはやってなかったことですね。2019 年にそういうペルソナみたいなのを書かせて、ただ、ピンとはきてなかったんですよ、学生。そういうプロジェクト系の授業を履修している人は、ペルソナっていうものを知ってたんですけど、やっぱほとんどの学生が、それがどうして必要なのかっていうのも理解してなかったところでやったので、結構最初は、みんなぼかーんって感じで、「ペルソナ？取りあえず書かなきゃ」みたいな感じで。

ペルソナシートの作成は、その後、本事業への学生の参加動機として挙げられていた「子どもと接するのが好き」「塾で教えた経験を活かす（そして本事業での経験を持ち帰りたい）」「企画職に就きたい」との関連づけを促進し、大学での授業に留まらない【既有知識の活性化】へとつながったと考えられる。

B: 一番最初、何かすごい言い方悪いけど、こんなだろうみたいな感じで提出した企画が、「いや、それじゃ千葉工大の魅力伝わらないでしょう」って、めっちゃ駄目出しされて、リテイクになって。そういうこととか考えて、保護者目線でのポイントだったり、自由研究の役に立ちますよみたいなポイントがあったりすると、やっぱ参加者多くなるよとか、自分たちのは完全にやることやれば、授業内容だけの目線しか持ててなかったんで、企画するときは、何か子どもの目線とか親の目線とか、あとはやっぱ大学の名前で企画を出してるから、そういうところも考えなきゃいけなかったんだなって、すごい見通し甘々だったなって思いました。

また企業担当者は早いタイミングで、主要ステークホルダーである保護者を学生たちに意識させたり、「千葉工大らしさを追求する」というコンセプトをフィードバックしていたことがわかる【応用】。

4.2 スコープ

計画段階では、あらかじめ企業担当者からスケジュール表の例示やフォーマットを提示している【例示／モデリング】。

C: 最初に自分がエクセルみたいなやつで作りましたね。それも企業担当者の方からこういうをまず最初に作って何が必要かいつまでにやるべきか誰がそれに当たるのかっていうのを、スクラッチじゃなくてロボットのチームと一緒にやってそれは立てようっていうところで、スケジュールを一緒に 2 チームで共有しながら、進行にずれが出ないようにとかも調整できたらいいねっていうことも含めて、最初にそれは作りましたね。

Q: うまくいった？

E: いや、全然。もっとやんなきゃいけないこと増えたりだとか、思ったよりも時間がかかったりだとか、そういうことがあったので。

学生たちが立てた計画に対し、企業担当者から細かな指導や助言を受けたという発言は見られなかった。しかし、企業担当者の発言からは、計画段階でバッファ（予備日）を設けており、作業遅延をどこで回収するかのポイントをあらかじめ抑えたことで、プロジェクトとしてのバッファだけでなく、学生がまずは経験してから必要なことを学ぶことができる時間を確保していたことがわかる【応用】。

E: バッファっていう言い方しますかね。バッファー、何かあったときで、取りあえず3日押さえておこうみたいなのは、最初のスケジュール立てるときにあった気がします。そのバッファは、どうしても何か起きるので、結局テキストってつぶれちゃったねとか、リハーサルがなかなかうまくいなくて、そこでつぶれたねっていうのはあるので、最初スケジュール立てたときに設けてた気がします。

メンバーの役割分担やチーム編成は、学生たちの話し合いのみで決められた。全体リーダーは立候補、各チームリーダーは同社のプログラミング教室でのアルバイト経験があるメンバーが担当した。各チーム員は、男女のバランスを考慮し、専門分野（所属学科）を踏まえ、均等に分かれることになった。

E: チーム決めは、学生たちに任せてた気がします。

Q: リーダーとか、リーダーは誰がやるとかは？

E: 全部任せてました。

Q: それは不安とかなかったですか、任せちゃって。

E: 不安というより、私たちもまだ彼らのこと知らないし、任せてましたね、そこは。まあ、うまく進まなかったら、そこで軌道修正すればいいですっていうのはありました。

役割分担、チーム決めは、自分たちで決めたこともあってか、学生からの不満はなく、納得感を持っていた。しかし、プロジェクトが進むにつれ、分担見直しが上手く進まなかったケースも見られ（4.4節）、作業量について、負担を感じた学生が多かったようである。

C: 確かに学ぶことも多いですけど、多分負担が正直大き過ぎるなって感じたところはあったので。もうちょっと例えば、このテーマでやるならこういうゲームにしてみたらっていう提案だったりとか、ベースのゲーム、こういうのがあるよとか、実際のどの

ぐらいの年齢の子だったらどこまでできるよとか、そういうことをもうちょっと伝えてもらっていたら、自分が起こったこのやり直しっていうことが減ったりだとか、経験がゼロだからほとんどの人は、もうちょっとそういうところを教えてくださいっていただこうかなみたいな。あと、テキストのどういう順序で、目次だけでも与えてもらえたら、それだけでも十分楽しかったなって思う部分はありますね。

企業担当者からも、個別タスクの難易度調整は、今後の課題として挙げられていた【例示／モデリング】。しかし、企業担当者が今後必要と思う支援と、学生が期待する支援の範囲は異なっていることがわかる。

E: 目的だったり、そういう、企画をさせて実行みたいなところは、今のままでいいかなって思っているんですけど、ちょっと、ゼロから作り出していく作業が学生にちょっと多いので、それが結構負担になってたりするので、フォーマットの提供であったり、ある程度のスケジュール感の提供であったり、あとはウェブのところは、もう少し、このデザインだけ決めてとかにして、あとはこちらでやるとか、そういうところは改善していきたいなと思います。その分、当日のテキストだったり、実施だったりに時間が割けるようになると思うので、そこは思っています。

4.3 品質・スケジュール

学生の発言から、企業担当者から学生に対するフィードバック、コーチング、指導【応用】が最も多くなされていた。主にカリキュラム（バックグラウンドストーリー：BGS）設計、テキスト作成が該当する。

B: あとはやっぱり一番時間かかったのが、テキスト作るところがめっちゃめっちゃ時間かって、テキストに関しては、何日までに業者さんにデータ入稿しないと間に合わないみたいなのが大きくて、めっちゃぎりぎりまでやりました。しかも私、ミスって、何か入稿するデータのサイズじゃないやつでテキスト作ってて、ほぼほぼもう完成っていうところからそれを指摘されて、入稿したデータ先の人からデータの大きさ違いますよって言われて。

ロボットチームでは、チームリーダー（学生 B）が、

スクラッチチームでも、最初はページごとに分担していたが、フォント種類や作業スピードの関係で、最終的には一人がその作業を行うことになった。テスト期間とも時期が重なっており、スケジュールを立てる段階でもその点の考慮が必要だったものと思われる。

A:そこはすごく反省してて、教材を作るときに、私たちの班は小学校低学年も対象だったんで、スクラッチが、その面白さを追求しようっていうほうにチームとしてなって、スクラッチのどういう構文とか何を教えるかっていうより先に、どう教えるかを決めちゃったんですね。それはスクラッチのリーダーの意向でもあったんですけど、(略)話の面白さを先に追求して後からプログラムを考えたので、小学生には難し過ぎたり、最初から難易度が高いことやったり、必要な構文みたいなのを考えてなくて、後で構文をちゃんと基礎から入れるっていうフィードバックを受けて、話のつじつまを合わせるのと同時並行でやらなきゃいけなくなって、ぐちゃぐちゃになったっていうか、時間がかかったんですね。

スクラッチとロボットで、カリキュラム作成のプロセスに違いが生じた。ロボットチームは、先にロボットで何を教えるかを決めたあと、それをうまく伝えるためのストーリーを考えた。それに対してスクラッチチームは、先に子どもたちが面白いと思うストーリーを作り、次にストーリーを実現するためのプログラムを考えた。スクラッチチームは、ある程度のカリキュラムができたところで、企業担当者のフィードバック、指導【応用】が入り、学生たちは大幅な修正、やり直しが発生した。

C:ここまでやったけど、結局駄目だからもう1回やり直したいなこともあって、もっと早くから気付けてたりとか、正直もっと早くそれなら言ってよって思うことも担当者の人に対して思っちゃうこととかも、正直あったなっていうのはありますね。

これに対し、企業担当者はどちらのアプローチも正解であり、行ったり来たりが大事だと述べている。

F: 基本、行ったり来たりをすることが多分大事で、多分、要素技術からいっても、その技術を使うとすごいつまんないものしか作れないってなったら、われわれは、「それだと全然子どもたち楽しめないよ

ね」って突っ込みになるし、何かゲームみたいの作りますっていったときに、「でも、そのゲームって、このスクラッチの技術で実装できるの?」とかっていう、結局どっちからスタートしても、そういう手戻りというか、行ったり来たりがどうしても発生するので。

手戻りを減らすには、早いタイミングでの相談が必要である。しかし、企業担当者もこれまでの経験から、学生が、早めの相談や報告が難しいことを認識していた発言が見られ、【学習課題】と【例示／モデリング】のバランス・調節にあたる部分と思われる。

E: そのタイミングでこの作品って「これを作ろうと思うんですけど、どう思いますか」っていう問いがあったら、「ちょっとそれ、難しいと思うよ」とか言えたかもしれないですし、(略)何か聞いてくれれば、もちろんそのタイミングでいろいろフィードバックして、そこでまた行ったり来たりっていうことなので。

4.4 資源・コミュニケーション・リスク

今回は、チームメンバーのもつ知識・スキルに着目した。企業担当者が介入についての判断に迷ったのが、学生Dの担当した申込サイトの作成だった【応用】。

E: ウェブのとはは、最後まで自分で作ってほしいってのは思いつつ、集客を始めなきゃいけないっていうのはあったので、そこは、ぎりぎりまで頑張ってもらって、あとは引き取るっていう決断をしましたね。(略)ちょっと学生がアウトプットするレベルで出せない部分もあるので、そこは割り切ってやりました。どちらかという、もうそこはビジネスだからというか、ちゃんとお金をもらって出すイベントだからという理由で。

学生Dは当時、授業でウェブサイト作成を学び始めたばかりで、ウェブサイト作成は未経験だった。企業担当者は、前年度ウェブサイトのソース【例示／モデリング】を渡せば、学生は対応できると考え、他の人にも手伝ってもらうよう助言もしている【応用】。

D: 自分がすごい困って大変な思いしたので、次の世代の子たちのためにも、読み解けないものそのまま残すよりかは、ある程度分かりやすいように作って、コメント文とか多めに入れてってやったほうが

生かせるかなっていうのがあって、なので、かたくなに去年の先輩のをそのまま流用したくないなっていうのがあったんです。

Q: ちなみに企業担当者の方に、そのことを話した？

D: いや、あんまり言ってないかもしれないです。

学生 D は前年度ウェブサイトを利用することへの抵抗があったことが分かる。またウェブサイト作成スキルのあるメンバーは、全員リーダー役を担っており、助けを求めるのが困難な状況だった。学生 D は企業担当者にそのことを伝えられなかったこと、報連相の必要性を実感したと述べている【学習課題】。一方、前述科目の担当教員から支援【応用】を受けながら、自ら（人的）資源を獲得していたことから、【例示／モデリング】の量が、学生の【既有知識の活性化】や【学習課題】に影響を与えたものと思われる。

5. 考察

5.1 初期段階でのインストラクション

プロジェクト開始段階で企業担当者は、ペルソナシートおよびスケジュールの作成指導、そして前章では触れていないが、同社プログラミング教室への見学機会を提供しており、これらは TCI での例示／モデリングにあたる。ペルソナシート・スケジュールについては、学生たちが作成したものに対し、フィードバックを行いつつ、学習課題の難易度調整、既有知識の活性化を促し、学生主導で行う場合で生じるリスクも想定したスケジュールに修正されている。役割分担の決定も学生に任せることで、学生主導でプロジェクトを行うことの意識づけをしつつ、それに伴うリスクも企業担当者側があらかじめ想定していたことが分かる。

5.2 実行段階でのインストラクション

初期段階に比べ、例示／モデリングより応用（指導・フィードバック）に比重が置かれていた。例示／モデリングが適切でないケースもあったが、それ以前に学生がそのことを企業担当者へ伝えたり、当初の役割分担の見直しや、困ったときは早めに周囲（企業担当者も含む）に助けを求めることも学習課題として明確に位置づけることが考えられる。その場合、プロジェクトの流れで経験（失敗）させるのか、タイミングを見極めたうえで、部分課題指導で経験させる機会を提供

するかについては、引き続き、検討の余地がある。

6. 課題と今後の展望

今後、プロジェクトを通じた学生の意識変化や教育効果（表 3：学生インタビューⅣ、企業担当者インタビューⅢ）は、TCI や他の教授設計理論（動機づけなど）を用いて引き続き分析を行う。また他の PBL 事例でも同様の調査を実施し、PBL に関する研究方法の精緻化も行いながら、PBL 運営手法の体系化を進めたい。

謝辞

本研究の一部は、JSPS 科学研究費補助金基盤研究(C)(課題番号：17K00505)の助成を受けて行われた。

参 考 文 献

- (1) 梶大輔：“大学教育における産学連携型 PBL 実施手法の研究-初年次教育への導入事例とその評価-”，商経学叢，第 64 巻，第 3 号，pp. 941-957(2018)
- (2) 和歌山大学キャリアセンターウェブサイト，<https://www.wakayama-u.ac.jp/career/> (2021 年 4 月 12 日確認)
- (3) 中部地域大学グループ・東海 A チーム：“平成 26 年度東海 A（教育力）チーム成果物 アクティブ・ラーニング失敗事例 ハンドブック”，一粒書房，愛知(2014)
- (4) 本庄加代子：“PBL の課題克服に向けたプロジェクトマネジメント理論の有効性-文系大学での学生の態度変容とその効果”，東洋学園大学紀要，第 25 号，pp.145-164(2017)
- (5) 芝浦工業大学教育イノベーション推進センターウェブサイト，<http://edudvp.shibaura-it.ac.jp/> (2021 年 4 月 12 日確認)
- (6) 仲林清，大木宏明，西村りさ：“子ども向けプログラミング教室を対象とした 産学連携アクティブラーニング科目の実践”，第 45 回教育システム情報学会全国大会発表論文集，pp.37-38(2020)
- (7) 鈴木安而：“図解入門よくわかる最新 PMBOK 第 6 版の基本”，秀和システム，東京（2018）
- (8) C.M. ライゲルース，B.J. ビーティ，R.D. マイヤーズ編，鈴木克明 監訳：“学習者中心の教育を実現するインストラクショナルデザイン理論とモデル”，北大路書房，京都（2020）

ARCS モデルを活用した下肢筋力低下予防のための リフティングトレーニングシステムの評価

丸井一輝^{*1}, 真嶋由貴恵^{*1}, 榎田聖子^{*1}

^{*1} 大阪府立大学大学院人間社会システム科学研究科

Evaluation of lifting training system with ARCS model for prevention of lower limb muscle weakness

Kazuki Marui^{*1}, Yukie Majima^{*1}, Seiko Masuda^{*1}

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

In recent years, because of decreasing in awareness of exercise habits of university students, it is expected that the muscle strength of the lower limbs will decrease and it is necessary to prevent it. In this study, for university students who do not have exercise habits, we devised a way to easily continue based on the ARCS model, and had them perform lower limb strength training for 3 weeks. As a result, all the subjects who continued the examination showed improvement in the muscle strength of the lower limbs, but the subjects who could not continue did not improve. Based on these results, we will evaluate training and consider how to improve the continuation rate.

キーワード: 下肢筋力, ARCS モデル, 大学生, リフティング, 運動習慣

1. はじめに

全身の筋肉の7割が集中する下肢の筋肉は、体重を支えて立つ・歩くなどの日常生活の基本的な動作に不可欠である。下肢の筋肉は、運動習慣がないと20代を過ぎるころから老化が始まるとされ、その筋肉量の低下は高齢者の2倍にもなり、落ちた筋肉量を元に戻すためには運動していなかった期間の約3倍も運動が必要になる。また筋力に関しては落ちてから完全には戻らないことが分かっている。さらに、下肢筋力はウォーキングなどの軽い運動では維持が難しく、筋力低下と将来の転倒発生とも関連する^[1]。近年では、「立つ」「歩く」といった移動機能の低下から、要介護になるリスクの高くなるロコモティブシンドローム（運動器症候群）の若者予備軍が増えていることが問題視されている^{[2][3]}。

若い世代の運動習慣については、大学生の9割が自分に運動が重要であると感じているにもかかわらず、

半数は運動習慣がなく、その大きな理由は「忙しくて運動をする時間がない」や「運動する機会がない」である^{[4][5]}。2020年、2021年は新型コロナウイルスの影響から自宅待機や外出制限が加わり、ますます下肢筋力の低下を招きやすい状況になっている。そのため、大学生のころから下肢筋力を維持できるトレーニングを継続して実施することが効果的である。

そこで、本研究では、ARCSモデルを基にして、運動習慣がない大学生が自宅でも簡単に継続できるトレーニングの効果を検証することを目的とする。

2. トレーニングに取り入れる要素

トレーニングを行うにあたり必要な要素として、もも上げトレーニングの説明、トレーニングを“継続させる”ための方法として使用するARCSモデルの説明を行う。

2.1 もも上げトレーニング

ボールを大腿で垂直に上げる運動である。この運動には大腿を地面と平行まで上げることが必要になることから、下肢筋力と体幹バランス両者の維持・増強が期待できる。

2.2 ARCS モデル

ARCS モデル⁶⁾とは、学習者の動機づけを高める方法をモデル化したもので、Attention（注意）、Relevance（関連）、Confidence（自信）、Satisfaction（満足）の4要因に整理した枠組みと、各要因に対応した動機づけ設計の手順を提案している。本研究ではAには「筋力テスト」を設定し、トレーニングへの注意を向ける、Rにはトレーニングによる「身体能力の変化」を感じてもらう、Cには「リフティング回数設定」で設定回数を超えることによる自信をつけさせ、Sには「全体的な評価」と設定し、毎回トレーニング後に Google Form で行った時間・リフティングできた回数などを自身で評価させる。

3. 研究方法

3.1 対象者

対象者は、研究への同意が得られた運動習慣（過去半年間での運動継続）のない大学生男女6名ずつとした。実験手順を図1に示す。

3.2 実験方法

ボールの重さ（重い 420g・軽い 240g・なし）別の効果を比較し、設定した ARCS モデルを検討する。重い・軽いボール群は対象者自身が目標回数を設定し自宅で3週間毎日トレーニングを行う。その前後に筋力テストを行った。ボールなし群は比較群とする。本研究は本学研究科の研究倫理委員会の承認を受けて実施した。

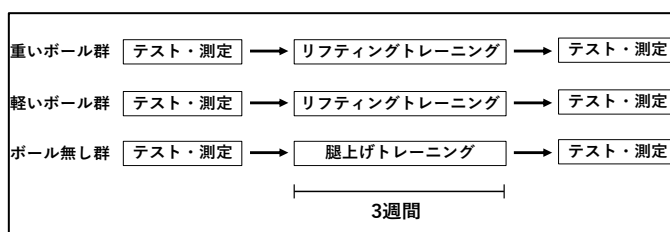


図1 実験手順

3.3 評価方法

評価は、トレーニング前後の筋力テスト（ARCS モデルの A：注意）と毎日の Google Form による自己申告（リフティング時間、できた回数）（R：関連、C：自信、S：満足）、および実験終了後のインタビューにより行った。筋力テストは、移動機能確認のための立ち上がりテスト（8点）、2ステップテスト（3点）、閉眼片足立ちテスト（4点）の総合点（15点満点）で評価した。立ち上がりテストを図2と3と4に、2ステップテストを図5に、閉眼片足立ちテストを図6に示す。

立ち上がりテストは、10cm、20cm、30cm、40cmの各高さの台に片脚または両脚で座った状態から勢いをつけずに立ち上がることができるか否かによって判定する。2ステップテストは、歩幅をしらべることで、下肢の筋力・バランス能力・柔軟性などを含めた歩行能力を総合的に評価する。閉眼片足立ちはバランス力を測る。

また、得点詳細の表について、立ち上がりテストを表1に、2ステップテストを表2に、閉眼片足立ちを表3に示す。

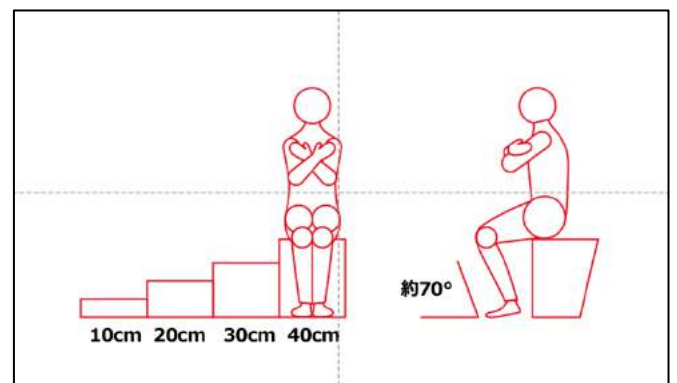


図2 立ち上がりテスト

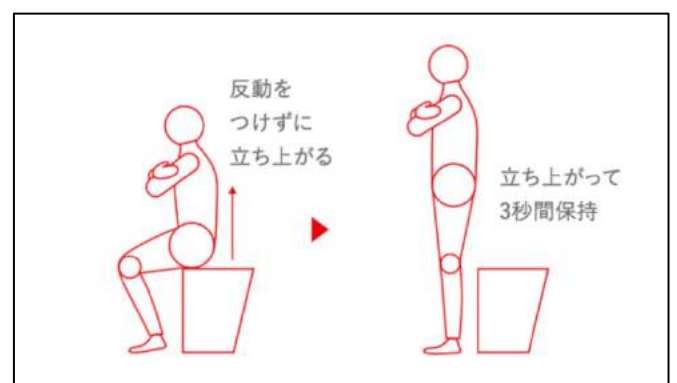


図3 立ち上がりテスト（両足）



図4 立ち上がりテスト（片足）

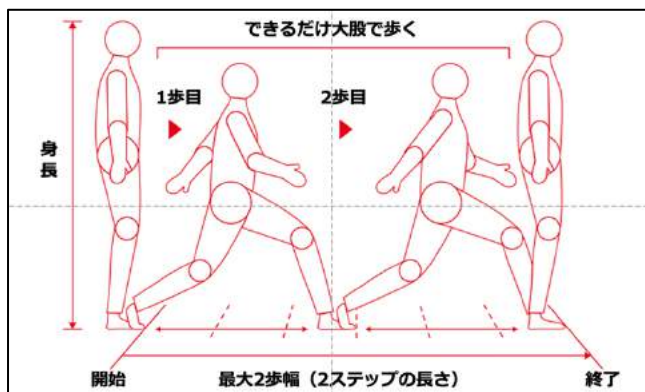


図5 2ステップテスト



図6 閉眼片足立ち

表1 立ち上がりテストの得点表

脚	高さ(cm)	点
片脚	10	8
	20	7
	30	6
	40	5

両脚	10	4
	20	3
	30	2
	40	1

表2 2ステップテストの得点表

2 歩幅/身長	点
1.3 以上	3
1.3 未満	2
1.1 未満	1

表3 閉眼片足立ちの得点表

秒	点
57 以上	4
57~19	3
18~7	2
6 以下	1

4. 結果

実験対象者は 12 名であったが、そのうち 1 名は実験を途中で離脱し、3 名はトレーニングの継続ができなかった。

トレーニング前後のテストの比較、Google Form への記録(リフティング時間, 出来た回数, 筋肉の状況), 実験終了後のインタビューの結果を以下に示す。

4.1 トレーニング前後のテストの比較

テストの合計得点の結果を表4に示す。トレーニング前後のテストを比較すると、女性では重いボール群、軽いボール群、ボール無し群の3群とも、得点が上昇し、20代で必要な基準値である13点を超えた。また、両ボール群ともボール無し群に比べ、被験者全員が高い数値を示した。

男性では、継続した2人の被験者には得点の向上が見られた。そのうち軽いボール群の男性被験者 ID.1 は14点と20代で必要な基準値13点を超えたが、ボール無し群の男性被験者 ID.2 は11点であり、超えることができなかった。また、継続できなかった4人のうち3人は得点の上昇はみられず減少していたものもい

た。

表 4 対象者別トレーニングの効果

	被験者ID	継続	群	得点(前)	得点(後)	得点比較	目標(回)
女性	ID.1	○	重	10	14	4	5
	ID.2	○	重	11	14	3	6
	ID.3	○	軽	11	14	3	5
	ID.4	○	軽	12	14	2	6
	ID.5	○	なし	12	13	1	
	ID.6	○	なし	12	14	2	
男性	ID.1	○	軽	11	14	3	6
	ID.2	○	重	10	11	1	4
	ID.3	×	重	13	13	0	5
	ID.4	×	なし	14	13	-1	
	ID.5	×	なし	13	13	0	
	ID.6	×	軽	9			5

4.2 Google Form による自己申告

毎日のトレーニング後にリフティング時間、できた回数について申告した内容をまとめたものを表 5 に示す。なお、Google Form に回答しなかった・回答をしなくなった被験者もいた。

表 5 Google Form による申告内容

	リフティング 時間(平均)	継続日数	最高回数
女性 ID.1	3.5 分	3 週間	5 回
女性 ID.2	3.1 分	3 週間	6 回
女性 ID.3	3.6 分	3 週間	6 回
女性 ID.4	3 分	3 週間	6 回
女性 ID.5	3 分	3 週間	
女性 ID.6	5.6 分	3 週間	
男性 ID.1	3.5 分	3 週間	6 回
男性 ID.2	3 分	3 週間	
男性 ID.3	4 分	2 日	7 回
男性 ID.4	2.6 分	8 日	5 回
男性 ID.5	3 分	6 日	
男性 ID.6	5 分	1 日	

4.3 実験終了後のインタビュー

各被験者に、3 週間にわたるトレーニング継続の有無とその要因についてインタビューを行った。

4.3.1 継続できた理由

トレーニングを継続できた被験者は「寝る前にしていた」、「朝起きたらしていた」、「夕食前にしていた」など意見があり、各々の都合のよい時間にトレーニングを設定することが習慣化や継続につながっていた。

4.3.2 継続できなかった理由

継続できなかった被験者の理由は、休みや祝日などでトレーニングを忘れてしまい、そのままトレーニングを行わなくなったという意見があった。

5. 考察

今回の結果をもとにリフティングトレーニングを継続するにあたっての考察を以下に述べる。

5.1 筋力テストについて

筋力テストについては、ボールの重い群、軽い群、ボール無し群の順番で効果が見られた。また、総合点の比較において効果が高かった重い群、軽い群の間では大きな得点差は見られなかった。これらのことから、ボール群とボール無し群で差ができた要因はボールの重さではなく、実際のリフティング時に上げた足の高さが影響したと考えられる。つまり、ボールを上へ飛ばすためには、足を垂直まで上げなければならないことから、ボール群の方がトレーニングすることで無意識のうちに上げる足の高さを一定に保つことができたのではないかと考える。

5.2 トレーニングの継続について

5.2.1 ARCS モデルについて

今回 ARCS モデルについてそれぞれ、A:下肢筋力テスト、R:身体能力の変化、C:リフティングの目標回数設定、S:全体的評価で設定を行った。その中で設定した A の下肢筋力テストは、トレーニング前に行うことで被験者自身の筋肉の状況を把握させることができるため、筋力テストの向上への意欲が継続に繋がったのではないかと考える。また、R（身体能力の変化）、C（目標回数設定）、S（全体的な評価）の 3 つがうまく循環したのではないかと考える。

5.2.2 ARCS モデル以外の要因

ARCS モデル以外で継続に繋がった要因として考えられるのは、継続できていた被験者は「朝起きてから行う」、「寝る前に行う」、「夕食前に行う」など、被験者自身が実施時間を決めていた。これにより、毎日の生活習慣としてルーティン化されていたと考える。

また、継続できなかった被験者は、1 日の中での実施時間を決めていなかった。これらのことから、トレーニングを継続させるためには1 日の中でいつ行うのかを決めさせることが必要であると考ええる。

6. まとめ

今回の研究では、自宅でも簡単に継続できるリフティングトレーニングの効果検証を目的とし、ボール使用の有無による実験を行った。その中で、ボールを使った腿上げトレーニングのほうが毎回垂直に近いラインまで勢いよく足を上げる必要があり、これに伴って、結果が良くなっていることが示唆された。ARCS モデルについては、設定したそれぞれの要素がうまく作用して継続に繋がった。また、習慣化に繋げるために都合の良い時間帯を設定させることが効果的であることが明らかになった。

謝辞

本研究に協力していただいた皆様に心より感謝致します。

参 考 文 献

- (1) Andreas Vigelsø :“Six weeks' aerobic retraining after two weeks' immobilization restores leg lean mass and aerobic capacity but does not fully rehabilitate leg strenght in young and older men ”, J Rehabil Med Vol.47 pp.552-560(2015)
- (2) 菊本東陽, 星文彦 : “体幹・下肢筋力の均衡とバランス・歩行能力の関連について” 第 50 回日本理学療法学会大会 P1-B-0136 (2015)
- (3) 中村耕三: “ロコモティブシンドローム (運動器症候群)”, 老年医学会雑誌 49 巻 4 号, pp.393-401(2012)
- (4) 相澤勝治, 斎藤実, 久木留毅 : “大学生における運動習慣の実態調査”, 専修大学スポーツ研究所紀要 42 号 , pp.35-42(2014)

- (5) 厚生労働省 : “国民健康・栄養調査結果の概要” (2017)
- (6) 鈴木克明 : “「魅力ある教材」設計・開発の枠組みについて—ARCS 動機づけモデルを中心に—”, 教育メディア研究 Vol.1 pp.50-61(1994)

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

新目 紗也^{*1}, 仲林 清^{*2}

^{*1} 千葉工業大学大学, ^{*2} 千葉工業大学

Facilitation learning method focusing on the sorting of remarks in discussions

Arame Saya^{*1}, Nakabayashi Kiyoshi^{*2}

^{*1} Graduate School of Chiba Institute of Technology, ^{*2}Chiba Institute of Technology

あらまし：ファシリテーション未経験者に、ファシリテーションの方法を学習させ、実際の議論で活用させることで、チームの問題解決能力を向上させることを目的とした学習手法を開発した。ファシリテーターの学習を、態度に重点を置いた学習と、知的技能に重点を置いた学習に分けて行った。ファシリテーターの学習内容の応用方法と議論に参加した他のメンバーの、1回目と2回目の議論中の意識や言動の変化を観察し評価した。

キーワード：ファシリテーション，問題解決，グループディスカッション，態度の学習，知的技能の学習

1. 背景と目的

問題解決とは、解決したい事象を現状と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。その中であるべき姿と現状との差を問題として捉え、課題を設定し、解決策の立案実行という工程を繰り返すことが必要となる。例えば企業での問題解決では、企業全体や部署などのチームで目標を共有し成果を出すことが期待される。しかし複数人で合意形成を行うことは、異なる立場のメンバー同士の話し合いが必要となることや総論賛成・各論反対などの問題が生じるため難しい。そこで、チームでの仕事の生産性の向上を促進する方法としてファシリテーションが提案されている。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、「引き出し、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]。本研究では、ファシリテーション初学者にファシリテーションの技術を学習させ、実際に議論の場で、学習した技術を利用させることで、チームの問題解決能力を向上させることを目的とした。

2. ファシリテーターの学習内容

2.1 問題解決について

ファシリテーションの対象となる問題解決は、目標の明確さによって、表1のように分類できる。表1では、ファシリテーションの対象となる問題解決を目的の明確さによって分類し、問題の例を挙げた。例えば、旅行の計画では、場所と時間と費用を盛り込みスケジュールを立てることが目的であり、目的は比較的明確である。一方、新製品の開発では、顧客層の設定、競合製品との差別化、その製品自体の強みなど、目的を設定するために、非常に多くの要素を自分達で設定することが必要になる。また、製品の分野によっては、その分野の専門知識が必要になり、知識が不足している場合は問題解決が困難になる。

表1 問題解決のタイプ

目的の 明確さ	明確	やや 不明確	自分達で定義する 必要がある
問題の 例	旅行の 計画	社員の やる気向上	新商品の開発

2.2 ファシリテーションについて

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。問題解決の過程は、現状の正確な把握し、目標となるあるべき姿を定義、現状とあるべき姿のギャップを問題として捉え、解決するための課題を設定しその解決策を立案、実行していくという一連の流れがある。その中で、ファシリテーションの技術はファシリテーターが議論の前に行う「仕込み」と議論中に行う「さばき」に分けられる。「仕込み」の過程では、解決したい事象を現状として捉え、目標としてあるべき姿を設定する。あるべき姿と現状の差から問題を発見し、解決すべき問題を課題として設定する。設定した課題から、会議の目的や前提、結論を出すべき論点を設定し議論の骨格を作る。「さばき」は、実際の議論中に、メンバーとの「引き出し、決めさせ、自ら動くことを助ける」コミュニケーションを円滑に行うための技術である。会議の初めに「仕込み」を利用して、メンバーに会議の前提、目的を共有し結論を出したい論点を提示し、議論の方向づけを行う。議論中には、メンバーから発言を引き出す刺激を与える。メンバーからの発言を深く理解し、他のメンバーに新しい観点や論点として提示する。最後に結論を出すために議論をまとめる。

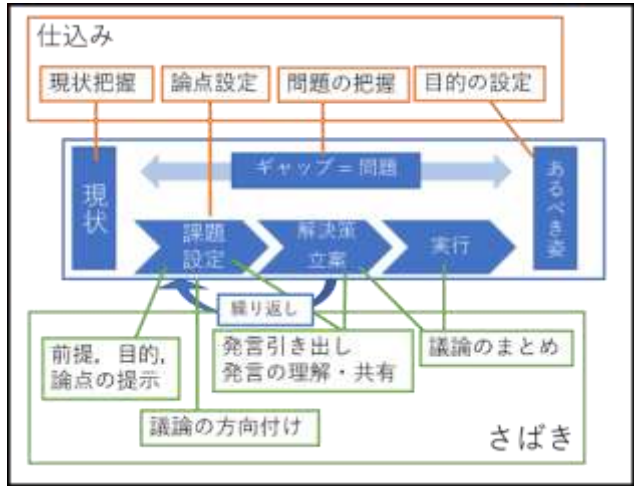


図 1 問題解決の過程と
ファシリテーションの技術の関係

2.3 問題解決について

本実験では、ファシリテーションの学習内容として、図 2 のように「さばき」に焦点をあてる。そのため、課題とする問題解決のタイプを表 1 に示したうち、専

門知識を必要とせず、目的が明確なタイプとし、具体的には日帰り旅行の計画を題材にした課題を与える。

ファシリテーターの学習内容の設計には、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を表 2 に示す。1 回目の学習では態度に重点を置き、2 回目の学習では知的技能に重点を置いて学習を行った。

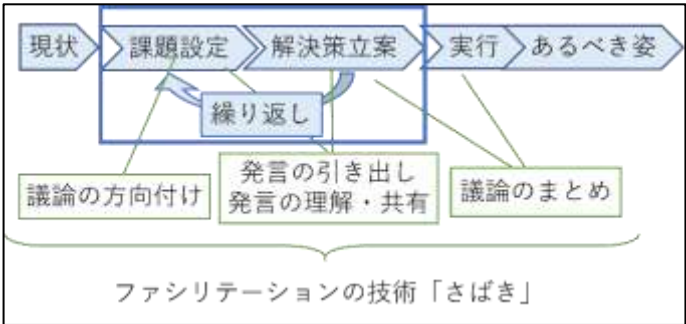


図 2 ファシリテーターの学習目標

表 2 習得内容

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

3. 学習目標

態度に重点を置いた 1 回目の学習では、ファシリテーターのイメージ像を獲得し、ファシリテーターらしい振る舞いを実践できるようになることを学習目標とした。具体的には、メンバーの発言や意見を引き出そうという意識を持ち実践できるようになることと、自分で決定し進めようとせずにメンバーの意見や決定を尊重しようという意識を持ち実践できるようになるこ

とし、実際の発言や行動を評価対象とした。

知的技能に重点を置いた 2 回目の学習では、ファシリテーションの「さばき」の技術の内、前提・目的の提示、論点の提示、論理の三角形[1]、発言の共有、発言の引き出し、議論の方向付けの技術について知り、利用目的を理解することを学習目標とし、実際の発言や行動を評価対象とした。

4. 実験概要

ファシリテーションの学習の対象者は、ファシリテーション初学者の本学の 3 年生 1 名とした。

実験の流れを図 3 に示す。全ての過程をオンラインで行った。まず議論に対する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 1 人選定した。この被験者は、複数人での議論に苦手意識はないが、司会進行を務めることには自信がない、と回答していた。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、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、全員で 2 回目の議論を行う。議論後は、被験者全員にアンケートに回答させる。必要に応じて議論中に感じたことなどについて、個別でインタビューを行った。

実験の課題は、目的が明確で専門知識を必要としない問題解決のタイプとして、車を利用した日帰り旅行とし、1 日のプランを立てることを議論の目的とした。旅行に行くメンバーは 4 人で、ファシリテーターは議論にのみ参加する、という設定とした。メンバーに与えた個別の役割はお互いに内容を知らせず、1 回目の議論ではメンバー全員に別々の行動の要望と時間的制約の設定を与え、2 回目の議論では全員に別々の行動の要望と時間制約と予算の制約を与えた。また、議論で立てた計画は実際には実行されないのを、投げやりな結論を出してしまうことを防ぐ為に、結論を出す際にメンバーの希望をできるだけ叶えることを最優先するという目標を提示した。

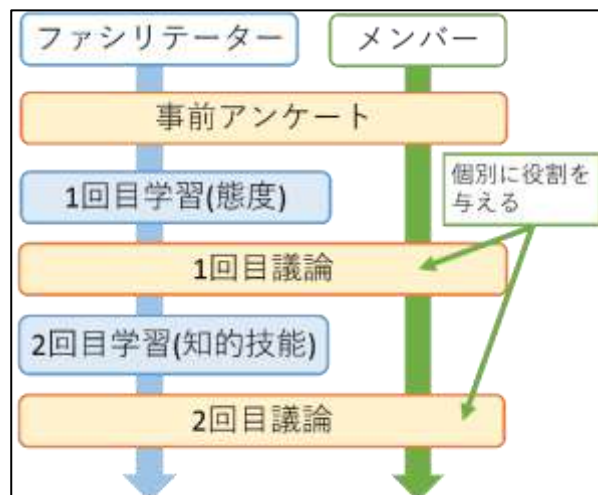


図 3 実験の流れ

5. ファシリテーターの学習の進め方

ファシリテーターの学習は全て TV 会議で行い、被験者と 1 対 1 で講義を進めた。

学習成果の態度に重点を置いた 1 回目の学習は、まず受講者にファシリテーションのイメージを掴ませるために、従来のリーダー像とファシリテーター型リーダー像の振る舞い方の特徴を比較させた。想像しやすいカリスマ型リーダーを従来のリーダー像として、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漫画のキャラクターとそのセリフを用いた。また、ファシリテーションは、メンバーと「引き出し、決めさせ、自ら動くことを助ける」コミュニケーションを図る、ということの特徴付けるために、同じキャラクターのセリフを引用して、従来のリーダーの「伝え、説得し、動かす」コミュニケーションを示した。次に、受講者にファシリテーションを学ぶ意欲を持たせるためにファシリテーションを行う意義や目的、ファシリテーター型リーダ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 4 に学習に用いたスライドを一部抜粋して示す。学習成果の知的技能に重点を置いた 2 回目の学習は、まず、受講者に学習する技術が利用される場面や技術同士の繋がりを理解させた。そして、「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をとった。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した。図 5 に学習に用いたスライドを一部抜粋して示す。

定権は自分にはない」という行動を意識しようとしていることがわかる。実際の議論中の発言では、議論を始めるタイミングや次の論点に移るタイミングで、「何から決めたい？」や「希望がないなら時間の話にしますか？」、「他に決めたいことがありますか？」などの議論の論点について質問が発言された。これによりファシリテーターが、メンバーの意見や能力を引き出すことを意識して行動したことがわかる。次に「行く場所は A と C でよろしいですか？」という質問は、議論中に当日の目的地として、設定資料に用意された目的地の内の A と C を選択するという事で議論がまとまった際に発言された。また、「集合時間じゃなくて A 山に何時に行くか決めませんか？」という質問は、特定の 2 人のメンバーが集合場所と集合時間について話しながら、集合時間にはそれぞれのメンバーの家を出る時間を考慮する必要があるというように論点がずれていった時に発言された。これによりファシリテーターが矛盾を指摘しても決定権は自分にはないということを意識して行動したことがわかる。

一方で、メンバーの「明日の用事が早いので 20 頃には T 沼駅に着き電車に乗りたい」という要望に対して、他のメンバーに確認することなく帰りの時間を 20 時に設定する場面も見られた。また、1 回目の議論後には、「他のメンバーが意見を出し議論を進めてくれたため自分の存在の必要性はなかったと感じた」という発言があった。

知的技能に重点を置いた 2 回目の学習後は議論中に「論点や結論を共有する必要」、「共有するために、事前に議論のアジェンダを用意する必要」、「議論がずれたら戻す」、「発言しやすくなる刺激として選択肢を示す」ということを意識しようとしたと回答した。また、議論前に使用する資料から結論を出すべき論点を自主的に考えアジェンダとして用意し、議論の冒頭から画面共有を用いてアジェンダを見せながら前提・目的の共有と論点の提示を行った。議論中は画面共有に議論で出した結論やメンバーの要望、条件を書き込みながら進め、選択肢を示してメンバーから発言を引き出そうとする場面、論点がずれた際に明確に戻す場面、論点を共有したことで全員が納得するように議論を進められた場面が見られた。表 6 に議論中にメンバーから意見を引き出すための刺激として選択肢を示した具体

的な発言があった場面(表中の下線部)の抜粋、表 7 に論点のずれを戻した場面(表中の下線部)の抜粋を示す。

また、表 8 に示すように実験後アンケートの議論への自分の貢献度を 5 段階で自己評価させる項目ではファシリテーターの自己評価の得点が上昇した。逆に貢献度が低下したメンバーは実験後のインタビューで、ファシリテーターが 1 回目に比べて 2 回目の議論の方がより積極的に議論を進行させていたことから自分の発言する内容や頻度に変化があったと感じたための結果であるという回答があった。

表 5 ファシリテーターの質問の例

何から決めたい？
行く場所は A と C でよろしいですか？
希望がないなら時間の話にしますか？
集合時間じゃなくて A 山に何時に行くか決めませんか？
他に決めたいことがありますか？

表 6 選択肢を示した会話

ファ「A 山何時に着きたい？」 メンバー2「お昼ご飯食べる感じで、じゃないかな」 メンバー3「11 時半くらいに着くのが理想？」 ファ「(A 山の BBQ が)2 時間制だよ」 メンバー3「あーそっかー」 メンバー2「注文が 14 時まで」 ファ「そうだな、2 時間をお昼、(A 山を出発するのが)15 時半だから、お昼どうしよっか」 ファ「9 時から行くのは早すぎるから」 (一同頷き) ファ「 <u>12 時着くらいにして 14 時まで(BBQ)やって、そっからちょっと遊ぶ、か、ここは BBQ だけでいいなら、13 時半(に A 山着)で 2 時間やって 15 時半、それはちょっとぎりぎりすぎるか？</u> 」
--

表 7 論点のずれを戻した場面

ファ「お金の計算します。優先順位的に多分、レンタカーのお金、A 山、B 海岸の順に」 メンバー1「BBQ、炉が 3000 円」 メンバー2「コースにすると(予算の)半分消えるよね」 (中略) メンバー1「5000 円でなんとかなる？」 ファ「肉を豚だけにするだけとかして」 メンバー1「見てたら食器類とかもいろいろあるっぽい」 メンバー2「考慮しなきゃいけない？」 ファ「家にある？」 メンバー2「え？」 ファ「 <u>じゃあ 1 回それは持ち物(の論点)の時に置いておいて。次は車</u> 」

表 8 議論への貢献度の自己評価

名前	1 回目	2 回目
ファ	4	5
1	4	3
2	3	3
3	4	4
4	3	3

ファシリテーターが学習後、「論点や結論を共有する必要」と、「共有するために、事前に議論のアジェンダを用意する必要」ということを意識していることから、「さばき」の技術の前提・目的の共有と論点の提示について、議論の参加者全員が全体の目的を把握し、論点ごとに話す内容や考えるべき論点がわかるようにするという目的を理解し、実践していることがわかる。選択肢を示して発言を引き出そうとする場面では、特に表 7 に示した目的地への到着時間を決める場面で見られた。この時具体的なプランを 2 つ示してメンバーが具体的に想像しやすくしていることから、選択肢を示しメンバーの回答の範囲を狭めることで発言しやすくするという目的を理解し実践していることがわかる。メンバーの要望や条件を書き込んだメモを共有しながら議論を進めたことから、参加者の意見を新しい視点や論点として共有し、他の参加者にその理解を深めさせるという目的を理解し実践していることがわかる。一方で、議論後のインタビューでは発言者の意見を深く理解する技術である論理の三角形を意識することが無かったという回答があった。

6.3 メンバーの評価

メンバーが議論中に感じたと言った内容として、1 回目は、「1 度聞き逃すと話がわからなくなる」、「認識が共通しているか確認する必要がある」というものが挙げられた。2 回目は「メモを利用したことでファシリテーターの役割が明確になった」、「メモを見ることで、自分の中で話すことや議論で出た結論が確認できた」、「論点が示されたため、それについて集中して考えられた」というものが挙げられた。表 10 にメンバーがお互いの予算を把握できたことで新しい視点を得たりメンバー同士の要望を把握できていたことで、メンバーが納得できるような結論を導くように議論を進

められた場面(表中の下線部)を示す。

表 9 議論の会話の一部抜粋

ファ「レンタカー4000 円でいい？(予算が)6000 円の人に合わせる」
 メンバー1「予算伸ばすために、500 円ずつくらい、お互いに」
 メンバー2「あげるか」
 メンバー1「分配するか」
 メンバー2「5000 円、変わる？」
 メンバー1「みんなの合計金額で考えればいいのか」
 (中略)
 メンバー1「(BBQ のコース)スタンダード、4 人だと 1 万 2 千でしょ、4 分の 1」
 ファ「花火(の予算を)もっと削る？」
 メンバー1「それは花火やりたい人が」
 ファ「そうだね、メンバー2 さんとメンバー3 さん、花火どのくらいやりたい？」
 メンバー2「2000 で考えると 1 回目(の実験時の計画)みたいな大きいのは無理？手持ちの方が楽しいかも」
 メンバー3「これだけの人数だから、手持ちで和気あいあいとした方が楽しいかも」
 ファ「じゃあ、それで」

7. 考察

7.1 ファシリテーターの学習と意識の変化について

ファシリテーターは 1 回目の学習前に、既存の議論の司会の役割について、他のメンバーを引っ張り意見をまとめる存在というイメージを持っていた。1 回目の実験前に、メンバーから意見や能力を引き出すこと、自分に決定権はないことなどを意識しようとしたと言っていることから、態度の学習によってファシリテーターは、メンバーから意見を引き出し自分で考えさせるきっかけを与える存在であると理解したと考えられる。この変化により、1 回目の実験中にファシリテーターはメンバーから意見を引き出そうとする発言が多く見られた。しかし、議論の構成自体に対してもメンバーに考えさせ決めさせようとしたため、これから議論する論点についてもメンバーに尋ねたと考えられる。2 回目の実験前に、論点や結論を共有すること、論点を提示するためにアジェンダを用意し、メモとして共有する必要があると感じたこと、発言を引き出す際には選択肢を提示することなどを意識しようとしたと言っている。このことから、2 回目の学習で学んだ技術

を、1 回目の学習で学んだファシリテーションの考え方や姿勢を議論に効果的に活用する具体的な方法として理解したと考えられる。この変化により、2 回目の実験では、実験前に議論のアジェンダを用意していた。これは 2 回目の学習で議論の前提・論点の提示の意義と目的を学んだことで、議論の構成を考えるという視点を得たことや、議論においてファシリテーターが考え、決める部分とメンバーに考えさせ決めさせる部分を明確にしたと考えられる。また、自らも共有したメモを確認することで、議論の内容への理解を深めることができ、メンバーから意見を引き出す際に複数の選択肢を挙げることができたと考えられる。

7.2 メンバーの意識と発言の変化について

1 回目の実験では、メンバーの特定の 2 人で話を進める場面や、ファシリテーターの質問とはずれた回答をして議論が進んでいくなどの行動が見られた。これはファシリテーターが議論の論点構成を示さず、メンバーから意見を引き出すことや、メンバーに考えさせ決めさせることを重視したファシリテートにより、1 度聞き逃すと話がわからなくなったり、メンバー同士で認識が共通しているか確認する必要があったと感じていることに関連していると考えられる。これにより、議論している論点が共通していると感じたメンバー同士は、議論を深めていくことができるが、その時に何の論点について話しているのか聞き逃したり、分からなかったメンバーは議論に参加することができなかったと考えられる。また、結論を出すべき論点についての提示や全員で共通した認識がなかったため、議論中にファシリテーターの呼びかけにずれた回答を返したり、論点が広がるにつれて、噛み合わなくなってしまうことに繋がったと考えられる。

2 回目の実験では、1 回目の実験のような場面は見られなかった。また、他のメンバーの希望を把握した上で、議論を深めていく場面などが見られた。これは、ファシリテーターが論点や結論を共有するためにアジェンダとメモを提示したことにより、メンバーがファシリテーターの役割が明確になった、結論や前提が確認できた、話すべき論点を理解し集中できたと感じたことに繋がっていると考えられる。また、メンバー全員が前提や論点を共有できたことや、ファシリテーター

がメンバーの意見を引き出す方法として、選択肢を挙げて質問をすることで、表 4、表 5 に示したように実験後のアンケートで自分、他のメンバー共に発言頻度の自己評価が上昇したと考えられる。また、ファシリテーターが論点構成や議論すべき論点を示し役割を明確にしたことで、他のメンバーはその時話すべき論点を把握し、集中して議論でき論点を深めることができ、また議論するにつれて論点が広がり、1 回目のように話が追えないと感じるメンバーやメンバーがファシリテーターの質問とは異なる論点の回答をする場面がなくなったと考えられる。図 6 に実験の流れとファシリテーターとメンバーの意識の変化の関係を示す。

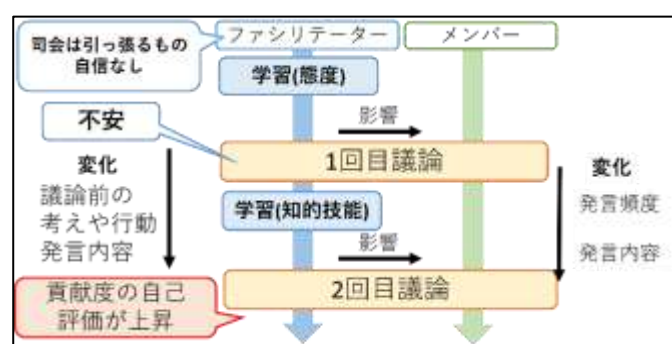


図 6 実験の流れとファシリテーターの意識の変化

8. 今後の課題

今回は一組のグループで実験を行った。今後は、複数のグループで実験を行い、同様の学習効果が得られるかを確認する。その際、態度の学習と知的技能の学習を逆転させたグループを設けるなどして、学習設計の妥当性を評価する。また、議論における意識や行動は、被験者それぞれの問題解決に関連する経験と関係すると考えられるので、その点についても調査・分析を行う。

さらに、今回は目的が明確な問題解決課題を設定し、ファシリテーションの「さばき」に焦点を置いたが、目的が不明確な問題を課題とし、「仕込み」を含む技術の習得を目的とする学習の設計・実験も行う。

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) 鈴木克明(監修), 市川尚・根本淳子(編著): インストラクショナルデザインの道具箱 101, 北大路書房(2019), p.166

福祉専門職養成教育における実習及び実習指導での

ICT活用に関する先行研究レビュー

坂本 毅啓^{*1}

^{*1} 北九州市立大学

Format of the Research Report

Takeharu Sakamoto^{*1}

^{*1} The University of Kitakyushu

Due to the impact of the spread of the new coronavirus (COVID-19) infection that began in 2020, it has become difficult to implement practical training in clinical settings in welfare professional training education. Although the Ministry of Health, Labor and Welfare (MHLW) permitted the implementation of alternative practical training using ICT, the knowledge of educational practice using ICT in welfare professional training education was extremely limited. A review of previous research and the results of a survey of educators indicate the importance of promoting further research in this area.

キーワード:福祉専門職養成教育, ソーシャルワーク実習, ICT活用, 先行研究レビュー

1. はじめに

2020年に始まった新型コロナウイルス(COVID-19)感染症拡大(コロナ禍)の影響から,社会福祉士,精神保健福祉士といった福祉専門職養成教育において,臨床現場での実習の実施が困難となった.このような状況を受けて,厚生労働省はICT(Information and Communication Technology, 情報通信技術)を活用した代替実習の実施を許可した.このような社会状況であったにもかかわらず,福祉専門職養成教育においてICTを活用した教育実践の知見は極めて限られていた.本論文では,ICT活用に関する先行研究をレビューし,福祉専門職養成教育においてどのような取り組みが行われており,何がどこまで明らかにされていたのかを明らかにする.あわせて学校関係団体が公表した教員調査の結果も触れながら,今後の課題について考察を行うことにする.

2. 福祉専門職養成教育の概要

2.1 制度に規定された養成課程

福祉専門職養成教育とは,社会福祉士及び介護福祉

士法に規定される社会福祉士と介護福祉士,精神保健福祉士法に規定される精神保健福祉士,そして児童福祉法に規定される保育士が含まれる.ここでは主に社会福祉士と精神保健福祉士に焦点化して扱う.社会福祉士と精神保健福祉士は,いずれも福祉系大学・短期大学を卒業するか,社会福祉士指定養成施設・精神保健福祉士指定養成施設(いわゆる専門学校)を卒業し,国家試験を合格することで取得することができる国家資格である.

2021年度入学生から新しいカリキュラムが開始されているが,ここでは実習が実施された2020年度時点でのカリキュラムを表1と表2で示す.実践的な専門職養成を重視する観点から,臨床現場での実習の実施(相談援助実習,精神保健福祉援助実習)と,その事前事後指導(相談援助実習指導,精神保健福祉援助実習指導)が課せられている.

2.2 新型コロナウイルス感染症対策としての代替実習措置

医療職や教育職と同様に,福祉専門職養成教育においてもコロナ禍を受けた代替措置が定められた.文部

表 1 2020 年度時点での社会福祉士養成課程⁽¹⁾

社会福祉士養成科目 【現行】	通学 課程	通信課程					
		一般養成			短期養成		
		面接 授業	印刷 教材	実習	面接 授業	印刷 教材	実習
①人体の構造と機能及び疾病	30		90				
②心理学理論と心理的支援	30		90				
③社会学理論と社会システム	30		90				
④現代社会と福祉	60		180			180	
⑤社会調査の基礎	30		90				
⑥相談援助の基盤と専門職	60		180				
⑦相談援助の理論と方法	120		360			360	
⑧地域福祉の理論と方法	60		180			180	
⑨福祉行政と福祉計画	30		90				
⑩福祉サービスの組織と経営	30		90				
⑪社会保障	60		180				
⑫高齢者に対する支援と介護 保険制度	60		180				
⑬障害者に対する支援と障害 者自立支援制度	30		90				
⑭児童や家庭に対する支援と 児童・家庭福祉制度	30		90				
⑮低所得者に対する支援と生活 保護	30		90				
⑯保健医療サービス	30		90				
⑰就労支援サービス	15		45				
⑱権利擁護と成年後見制度	30		90				
⑲更生保護制度	15		45				
⑳相談援助演習	150	45	405		45	405	
㉑相談援助実習指導	90	27	243		27	243	
㉒相談援助実習	180			180			180
合計	1,200	72	2,988	180	72	1,368	180

注：参考資料の一部を改編して転載。

表 2 2020 年度時点での精神保健福祉士養成課程⁽²⁾

【現行】 精神保健福祉士養成科目	一般養成 (時間数)	短期養成 (時間数)	大学等	
			指定科目	基礎科目
①人体の構造と機能及び疾病	30		○	○
②心理学理論と心理的支援	30		○	○
③社会学理論と社会システム	30		○	○
④現代社会と福祉	60		○	○
⑤地域福祉の理論と方法	60		○	○
⑥社会保障	60		○	○
⑦低所得者に対する支援と生活保護	30		○	○
⑧福祉行政と福祉計画	30		○	○
⑨保健医療サービス	30		○	○
⑩権利擁護と成年後見制度	30		○	○
⑪障害者に対する支援と障害者自立支援制度	30		○	○
⑫精神疾患とその治療	60	60	○	
⑬精神保健の課題と支援	60	60	○	
⑭精神保健福祉相談援助の基盤（基礎）	30		○	○
⑮精神保健福祉相談援助の基盤（専門）	30	30	○	
⑯精神保健福祉の理論と相談援助の展開	120	120	○	
⑰精神保健福祉に関する制度とサービス	60	60	○	
⑱精神障害者の生活支援システム	30	30	○	
⑲精神保健福祉援助演習（基礎）	30		○	○
⑳精神保健福祉援助演習（専門）	60	60	○	
㉑精神保健福祉援助実習指導	90	90	○	
㉒精神保健福祉援助実習	210	210	○	
合計	1,200	720	22科目	13科目

注：参考資料の一部を改編して転載。

科学省と厚生労働省が連名で発出された「新型コロナウイルス感染症の発生に伴う医療関係職種等の各学校、

養成所及び養成施設等の対応について」(令和 2 年 6 月 1 日)によれば、次のように取り扱うことになっている。以下、長いが引用する。

1. 学校養成所等の運営に係る取り扱い

(1)～(2) 略

(3) 学校養成所等にあつては、新型コロナウイルス感染症の影響により実習施設の受け入れの中止等により、実習施設の変更が必要となることが想定される。

実習施設を変更する際には、あらかじめ当該変更に係る承認を受けることとされているが、今般の新型コロナウイルス感染症を受け迅速な対応が必要であることに鑑み、承認申請に係る時期については弾力的に取り扱って差し支えないこと。

実習施設の変更を検討したにもかかわらず、実習施設の確保が困難である場合には、年度をまたいで実習を行って差し支えないこと。なお、これらの方法によってもなお実習施設等の代替が困難である場合、実状を踏まえ実習に代えて演習又は学内実習等を実施することにより、必要な知識及び技能を修得することとして差し支えないこと。その際、学校養成所等は学生等に対し、代替的な学修の趣旨や狙い、到達目標等について十分に説明するよう留意願いたいこと。

2. 略

3. 学校養成所等における I C T を活用した遠隔授業等について

略

4. 実習等に関する各学校養成所等での実践事例等既にいくつかの学校養成所等においては、以下のような取組が行われている、もしくは実施が予定されている。各学校養成所等で実施に向けた環境や課題が異なることは十分に考えられるが、適宜参照の上、対応いただきたいこと。

(1) 三密を避けた状態での、シミュレーターを用いての基本手技の実習。

(2) オンラインによる模擬実習（カンファランス、ミニ講義、手術や手技のビデオ供覧と解説、試問、レポート提出）。

(3) オンラインによる臨床推論能力の養成を目的と

する授業。

- (4) 研究棟や講義棟での電子カルテを用いた症例検討や動画視聴、シミュレーターによる技能学習(人数制限並びに部屋の換気等感染防止措置を実施.)。
- (5) 実習の臨床実習予習ノートを用いた e-Learning による在宅学習(各実習の指導教員がメールでの質問へ回答)。
- (6) 事例データベースを作成し、事例データベースを基に、学内においてシミュレーション教育を実施。
- (7) 臨床実習指導者参加型遠隔指導システムを活用し、書面や動画を含めて臨床推論指導を実施。
- (8) 実習先講師を招聘し、実習先での状況や実習を行った時の対応など、通常より現場に近い授業演習を実施。
- (9) 臨地(病室、在宅、居室)と大学をオンライン接続し、以下の内容の学内実習を行う。
 - ・臨床実習への協力の同意を得た患者にオンラインで聴取する。
 - ・指導教員が収集した患者の日々の様子の映像情報をを用いて、計画を策定する。
 - ・リアルタイムの患者の状況を確認・評価しながら、日々の計画を策定する。
 - ・学生が役割分担するなどにより、学内でのロールプレイを通じて技術を修得する。

上記から代替措置として ICT を活用して、臨床現場と学内をつないだ演習などを行うことが可能となった。特に「4.」で主立った事例の紹介がなされた点からも、ICT を活用して、現場に入っただけの実習と同様の教育の質の担保することが、行政サイドとして何としても求められていたとも考えられる。

3. 福祉養成教育における ICT 活用

3.1 萌芽的取り組み

今般のコロナ禍が発生するよりも前に、福祉専門職養成教育における ICT を活用した教育の研究に注目すると、大山ら(2010)をまず挙げることができる。現場実習に取り組んでいる学生へのリフレクション支援として携帯電話(フューチャーフォン)を活用し、ある程度の「対話型リフレクション」が成立すること

が示されている⁽³⁾。

これに続くのは古瀬ら(2012)によるブログを活用した介護福祉実習での、教員と実習指導者の連携指導の実践報告である⁽⁴⁾。そして佐藤ら(2013)では福祉施設職員へのアンケート調査結果から福祉専門職養成教育での ICT 活用の課題について考察をしている⁽⁵⁾。

実習では無く演習教材という点では原(2014)がある。これでは ICT を活用したシミュレーションプログラムを用いて、子どもの虐待事案への対応を学習する教材とその有効性を紹介している⁽⁶⁾。坂本(2019)では 2014 年頃から取り組んできた模擬面接演習での ICT 活用の事例とその有効性について述べている⁽⁷⁾。

なお、佐藤や坂本の研究成果については坂本ら(2019)としてまとめられ、福祉専門職養成教育においても ICT 活用の有効性、相談援助実習や相談援助実習指導における ICT 活用の可能性の検討、より効果的な教材の作成等について述べている⁽⁸⁾。

以上見てきたように、コロナ禍以前に取り組まれた研究の到達点としては、実習及び実習指導について ICT を活用した教育実践の報告やその形成的評価、教育の質が担保されている根拠を示すだけの知見が蓄積されているとはいいがたい状態であった。

3.2 コロナ禍における ICT 活用

コロナ禍を受けて、全国、特に都市部の福祉専門職養成教育の大学・専門学校等で、ICT を活用した教育実践が行われた。その中から 2021 年 3 月までに公表されたもの 3 点を紹介する。

灰谷(2021)はオンライン導入実績がある福祉施設と連携して、オンラインを活用した実習を実施しており、その経験から学内のオンライン授業スタッフの協力が不可欠であったことを指摘している⁽⁹⁾。

大久保(2021)は実習施設の実習指導者が課題を提示して進める在学実習プログラムの実践について紹介し、遠隔による相談援助実習の教育効果について分析をしている。その結果、実習指導者が適切な教材の提供と指導を行うことで、実習生は十分に学ぶことが可能であると結論づけている⁽¹⁰⁾。

最後に実践報告であるが、今村ら(2021)は精神保健福祉士の実習における学内・リモート実習について報告をしている。実習指導者と綿密なコミュニケーション

ョンをとり、丁寧な準備が重要であることが示唆されている⁽¹¹⁾。

3.3 日本ソーシャルワーク教育学校連盟による 2019 年の調査結果

社会福祉士養成校や精神保健福祉士養成校が形成している団体が一般社団法人ソーシャルワーク教育学校連盟（通称「ソ教連」）である。コロナ禍前である 2019 年に養成校に対して、ICT を活用した巡回指導の代替手段の導入に対する意識を調査したところ、「指導の一部において ICT を活用した指導に置き換えてもよいと考える」が 65.5%（76 校）と最も多かった。「巡回指導は ICT を活用した指導に置き換えるべきではないと考える」は 17.2%（20 校）、「全て ICT を活用した指導に置き換えても良いと考える」は 13.8%（16 校）であった。「一部」と「全て」の置き換えを合せると 79.3%（92 校）となり、約 8 割の養成校において、ICT を活用した実習巡回指導の代替手段の導入に肯定的な意識を持っていたことが分かる⁽¹²⁾。

4. おわりに

ここまで見てきたように、コロナ禍の影響により福祉専門職養成教育において ICT を活用した教育実践が求められているにも関わらず、十分な研究が行われてきたとは言いがたい。これは佐藤ら（2013）の時点から指摘されてきたことでもある。情報科学を専門とする教員やエンジニアとの連携が求められている。

謝辞

本研究は JSPS 科研費 19K02977 の助成を受けたものである。先行研究紹介の箇所についてはソ教連編『新たな社会福祉士養成カリキュラムにおける教員研修のあり方に関する調査研究事業』（2021 年 3 月）で坂本が担当執筆した箇所を基に、全面的書き直しの上で記載させていただいた。

参 考 文 献

- (1) 厚生労働省社会援護局福祉基盤課福祉人材確保対策室：“社会福祉士養成における教育内容等の見直しについて”，

<https://www.mhlw.go.jp/content/000523365.pdf>（2021 年 4 月 14 日確認）

- (2) 厚生労働省社会援護局障害保健福祉部精神・障害保健課：“精神保健福祉士養成課程における教育内容等の見直しについて”，
<https://www.mhlw.go.jp/content/12205000/000524181.pdf>（2021 年 4 月 14 日確認）
- (3) 大山博幸，北原俊一，丸山晃，新行内康慈，中尾茂子，安達一寿：“ICT を活用した福祉領域の学外実習におけるリフレクション支援と評価”，日本教育工学会論文誌，第 34 巻，pp.29-32(2010)
- (4) 古瀬徹，井上登記子：“介護福祉士養成教育への IT 利用—教材としての介護現場からのブロッグ—”，第 20 回日本介護福祉学会大会発表報告要旨集，(2012)
- (5) 佐藤貴之，坂本毅啓：“福祉専門職教育における情報技術を用いたシステム導入の検討”，教育システム情報学会研究報告，28(1)，pp.74-79，(2013)
- (6) 原佳央理：“子ども虐待対応のための教育訓練実践モデル—修正デザイン・アンド・デベロップメント(M・D&D)を用いて—”，学術出版会，東京，(2014)
- (7) 坂本毅啓：“社会福祉士養成教育の模擬面接における ICT を活用した教育実践”，ソーシャルワーク研究，相川書房，第 45 巻，第 1 号，pp.32-38，(2019)
- (8) 坂本毅啓，佐藤貴之，中原大介：“福祉職・保育者養成教育における ICT 活用への挑戦”，大学教育出版，岡山，(2019)。
- (9) 灰谷和代：“コロナ禍におけるソーシャルワーク実習の対応 —オンライン実習プログラムの検討—”，東北公益文科大学総合研究論集，第 39 号，pp.99-107，(2021)
- (10) 大久保圭介：“リモートによる相談援助実習の教育効果について —大規模災害や地理的な困難等による学びを止めないカリキュラム作りを目指して—”，社会福祉士，公益社団法人日本社会福祉士会，第 28 号，pp.72-77，(2021)
- (11) 今村浩司，高口恵美，梶原浩介：“遠隔システムを活用した遠隔実習に関する教育実践報告 —学内・リモート実習を通してみた実習教育の効果・課題に関する一考察—”，日本ソーシャルワーク教育学校連盟 2020 年度九州ブロック研究大会，(2021)
- (12) 一般社団法人日本ソーシャルワーク教育学校連盟編：“社会福祉士養成課程の見直しを踏まえた教育内容及び教育体制等に関する調査研究事業”，一般社団法人日本ソーシャルワーク教育学校連盟，東京，(2020)

車いすによる段差乗り越え介助に関する技術指標と

教育システムの考案

崎山琴音^{*1}, 真嶋由貴恵^{*1}, 榊田聖子^{*1}

^{*1} 大阪府立大学人間社会システム科学研究科

Proposal of Technical Index and Learning System to Support for Passing Steps of Wheelchair

Kotone Sakiyama^{*1}, Yukie Majima^{*1}, Seiko Masuda^{*1}

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

With the recent increase in the number of wheelchair users because of aging of the population, the number of wheelchair users is expected to increase. Therefore, there is a need to train caregivers to have wheelchair care skills. The purpose of this study is to develop an education system for unskilled caregivers to acquire appropriate wheelchair care skills. In this paper, we examine the indexes of wheelchair care skills to maintain the comfort of passengers, especially for the acquisition of skills of overcoming steps with a wheelchair. Based on the results, we devise an education system.

キーワード: 車いす, 段差乗り越え介助, 技術指標, 教育システム

1. はじめに

近年, 日本は急速に高齢化が進んでいる. 2018 年 10 月時点で, 65 歳以上人口は 3558 万人, 高齢化率(総人口に占める割合)が 28.1%^[1]となっており, 10 年前^[2]の 2008 年 10 月時点の高齢化率 22.1%^[2]に比べ 10 年間で 6.0%増加していることが分かる. そのため, 高齢化に伴った介護人材の不足や要介助者数の増加が大きな問題となっている.

要介助者の移動手段で多く利用される福祉介助機器に車いすが挙げられる. 車いす介助は, 介助者が高齢や女性であっても負担がかからないよう, 適切な介助技術の実践が必要である. 特に車いすでの段差乗り越えは, 前輪・後輪の持ち上げが必要となるため, 介助者への負担が大きくなりやすい. また, 不適切な車いす介助は乗車者の快適性・安全性の低下にもつながる. そのため, 適切な車いす介助技術の獲得を目的とした介助者教育の必要性が高いといえる.

介助技術には, 身体動作のため暗黙知(個人の経験

から成り立つ主観的な知識, コツ)が多く含まれている. そのため, 介助者の育成には, 熟練者が非熟練者と対面し, 知識の伝達を行う対面式学習が主流となっている. しかし現在, 対面式学習は COVID-19 の感染リスクなどの側面から, 非熟練者が学習し難い方式となっている. この課題を解決するためには, 非対面式学習を取り入れる必要がある. 非対面式学習の中でも, e-ラーニングや動画教材を用いた教育システムによる介助者教育はいくつか行われている. しかしこのような学習は, 熟練者が非熟練者の技術を評価し難いといった課題がある.

そこで本研究では, 非熟練者が, 自身・乗車者にとって負担の少ない操作を学習するための非対面式教育システムを開発し, 車いす介助技術を熟練者の代わりにセンサを用いて定量的に評価することを目的とする. これまで, 段差乗り越え技術の有効な技術評価指標は開発されていない. 本論文では, 段差乗り越え時の介助者の車いす操作技術を評価する指標^[3]を検証する.

2. 先行研究

2.1 介助技術の教育システムに関する研究

中川ら^[4]は、シートを用いた移乗介助の技能間従属関係を解析し、技能の抽出手法、習熟度評価手法、教示手法を構築した。そのうえで、人間が運動学習する際の身体部位の従属関係に注目し解明した技能教示順をもとに、学習効率の高い技能教育システムを提案した。

2.2 段差乗り越し時の車いす介助に関する研究

能登ら^[5]は、介助者に段差乗り越しの介助操作をさせ、介助者の操作姿勢と車いす走行の軌跡および主観評価との関係を分析した。その結果、段差の乗り越し時に前輪が浮くことで生じる車体の傾きの増大は、乗車者の快適性が低下する要因になることを明らかにした。

澤田ら^[6]は、人体が感じる振動を表す指標の振動レベルに着目し、段差乗り越し時における車いす本体の加速度を分析した。その結果、鉛直方向に発生する 20～30Hz 前後の周波数領域の振動が、乗車者の安全性・快適性の低下に影響を与えることを明らかにした。

3. 研究方法

本研究では、車いす技術の評価指標を設定し、2つの実験でその有効性を検証することを目的とした。実験 1 では、介助熟練者と非熟練者で評価指標の値の差が発生するかを検証し、実験 2 では、評価指標が乗車者の快適性を考慮した指標であるかを検証した。また本実験は大阪府立大学倫理委員会の承認のもと実施した。

3.1 評価指標

本研究では、関連研究^{[5][6]}をもとに(1)前輪を持ち上げた際の車体の傾き、(2)車いす操作時の振動レベルを評価指標とした。また、乗車者の快適性を評価する指標として、(3)乗車者の脳波 (α 波と β 波) を用いることとした。

3.1.1 前輪を持ち上げた際の車体の傾き

段差乗り越しの一連の操作の中で、前輪を持ち上げた時、地面に対する車体の傾き角度(図 1 の網掛け部分)が最大を示す。その角度に着目し、車いす側面に取り付けた水平センサで計測する。

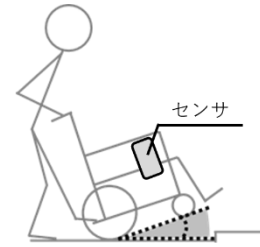


図 1 車体の傾き角度

3.1.2 車いす操作時の振動レベル

振動レベルは、振動が人体へ及ぼす影響を計測する指標である。振動レベルの算出は、計測した加速度に対し、JIS C 1510^[7]に定められている振動感覚補正を行った周波数加重加速度実行値を求めることで行う。

3.1.3 乗車者の脳波

脳波は、脳で生じる電気活動を頭皮上から計測したものである。中でもリラックス状態に表れる脳波を α 波 (8～13Hz 帯) と、意識集中時やストレス状態に表れる脳波を β 波 (14～30Hz) を測定の対象とした。計測は、非侵襲型脳波計であるデジタルメディック社の muse brain system を乗車者頭部に装着することで行った(図 2)。



図 2 脳波計 (muse brain system)

4. 実験 1

介助者の技術評価指標である(1)前輪を持ち上げた際の車体の傾き、(2)車いす操作時の振動レベルを計測し、介助熟練者と非熟練者で評価指標の値の差が発生するかを検証した。

4.1 対象者

実験 1 で研究への同意が得られた介助者は 5 名であった。介助者の中でも、非熟練者は経験度合いにより、初心者(車いす介助経験が 3 回以下)・中級者(車いす介助経験が 1 年以上)とした。この分類に基づき介助者は、車いす介助未経験の 3 名(20 代女性 1 名および男性 2 名)を初心者、ヘルパー歴 1 年半の 1 名(20 代女性)を中級者、保健師・看護師有資格の 1 名(50 代

女性)を熟練者とした。乗車者は、体重 60kg の男女 1 名ずつの計 2 名とした。表 1 に介助者の属性と乗車者の組み合わせを示す。車いす介助への要因として考えられる、体格(身長)を聞き取り、握力を測定した。

表 1 介助者の属性と乗車者の組み合わせ

介助者				身長 (cm)	握力 (kg) (右・左)	乗車者
ID	分類	性別	年代			
1	初心者	女	20 代	160	27・28	女
2	中級者			173	29・26	
3	熟練者		50 代	154	20・19	
4	初心者	男	20 代	170	35・27	女
5				174	49・32	

4.2 実験条件

車いすは介助用標準型(図 3)を用いる。段差は、車いすを持ち上げる操作が必要であり、失敗しても危険性が少ない高さ 3 cm とし実験的に設置した。図 4 に段差を乗り越える実験風景を示す。

介助者には、事前に文章および口頭で操作方法を説明し、十分な理解と安全性を確保したうえで実験を行った。実験時には、合図により車いすを段差手前まで進めさせた後、停止した状態から段差乗越え操作を行わせた。乗越え操作は高段差の場合に用いられる基本的な方法(ティッピングレバーを踏み前輪を浮かせて段差を乗越え、後輪はグリップを持ち段差に押し付け乗越える)とした。各介助者は以上の車いす操作を 5 回行った。



図 3 介助用標準型車いす



図 4 実験風景：段差を乗り越える様子

4.3 結果

4.3.1 技術評価指標：車体の傾き

図 5 に介助者それぞれが前輪を持ち上げた際の車体の傾きを示す。女性は初心者ほど角度が大きくなり、熟練者ほど小さくなっていることから、熟練度による技術の差が見られた。一方で、初心者男性の方が初心者および中級者女性よりも角度が小さい結果となった。

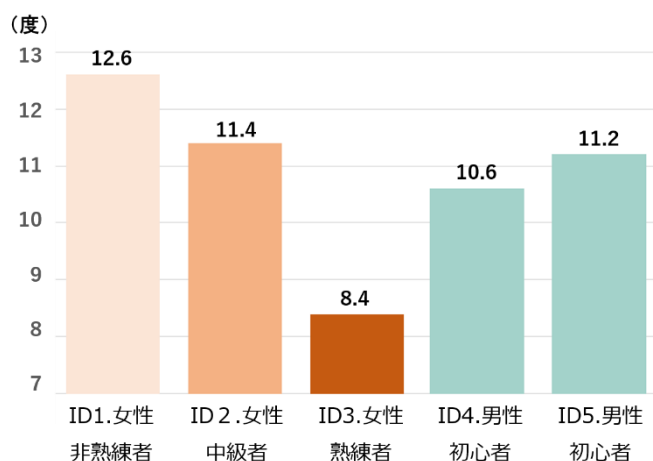


図 5 前輪を持ち上げた際の車体の傾き

4.3.2 技術評価指標：振動レベル

表 2 に、介助者ごとの車いす操作時の振動レベルを 3 軸別(x, y, z 軸)で示す。なお、x 軸は前後の揺れ、y 軸は上下の揺れ、z 軸は左右の揺れとした(図 6)。

車体の傾きで見られた傾向と同様に、女性は初心者ほど振動レベルが大きく熟練者ほど振動レベルが小さい。また、一部 x 軸においては初心者男性の方が熟練者女性よりも振動レベルが小さい値を示した。

表 2 車いす操作時の 3 軸別平均振動レベル(Lv)

介助者			x 軸	y 軸	z 軸
ID	分類	性別			
1	初心者	女	109.5	105.3	103.6
2	中級者		109.3	103.6	101.9
3	熟練者		109.0	102.7	99.0
4	初心者	男	108.1	106.1	98.0
5			105.8	105.5	100.1

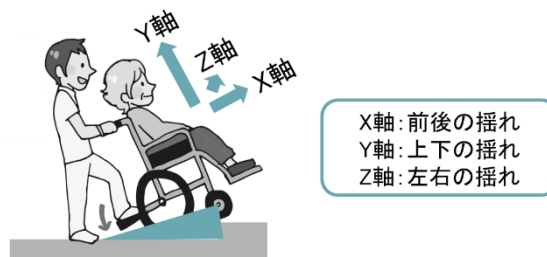


図 6 3 軸(x, y, z)の設定

5. 実験 2

実験 2 は、評価指標が乗車者の快適性を考慮した指標であるかの検証を目的とした。介助者の技術評価指標と乗車者の脳波を計測し、介助終了後に介助者および乗車者に対しアンケート調査を行った。

5.1 対象者

実験 2 で研究への同意が得られた被験者は介助者 6 名・乗車者 3 名の計 9 名であった。

介助者は、車いす介助経験が 1 年未満の者を非熟練者、経験が 3 年以上の者を熟練者と定義を分類した。この分類に基づき、車いす介助未経験の 4 名（20 代女性 2 名および男性 2 名）を非熟練者、看護師有資格の 2 名（50 代女性 1 名・30 代男性 1 名）を熟練者とした。表 3 に介助者の属性を示す。

表 3 介助者の属性

介助者				身長 (cm)	握力 (kg) (右・左)
ID	分類	性別	年代		
1	非熟練者	女	20 代	157	25・23
2				163	21・23
3	熟練者		50 代	151	20・19
4	非熟練者	男	20 代	169	--
5				175	45・45
6	熟練者		30 代	171	--

また乗車者は、健康状態に問題が無い 20 代の 3 名（女性 1 名および男性 2 名）であった。また実験時は乗車者 1 名に対し非熟練者の男女 1 名ずつ・熟練者の男女 1 名ずつ計 4 名の介助者が 5 回介助を行った。表 4 に乗車者の属性と介助者の組み合わせを示す。

表 4 乗車者の属性と介助者の組み合わせ

乗車者			介助者			
ID	性別	体重 (kg)	女性		男性	
			非熟練者	熟練者	非熟練者	熟練者
	A	女	57	ID1	ID3	ID4
B	男	64	ID5			
C		65				ID2

5.2 実験条件

実験 1 と同条件のもと実施した。

5.3 結果

技術評価指標（車体の傾き・振動レベル）と快適性指標の脳波（α 波・β 波）およびアンケートの結果を示す。

5.3.1 技術評価指標：車体の傾き

能登ら¹⁰⁾の研究より、車体の傾きは小さいほど良いと評価される。各介助者が前輪を持ち上げた際の車体の傾きの平均値を図 7 に示す。ID2 の女性非熟練者が最も大きい値を示し、ID6 の男性熟練者が最も小さい値を示した。一方で、ID1 の女性非熟練者の方が ID3 の女性熟練者より小さい値を示した。

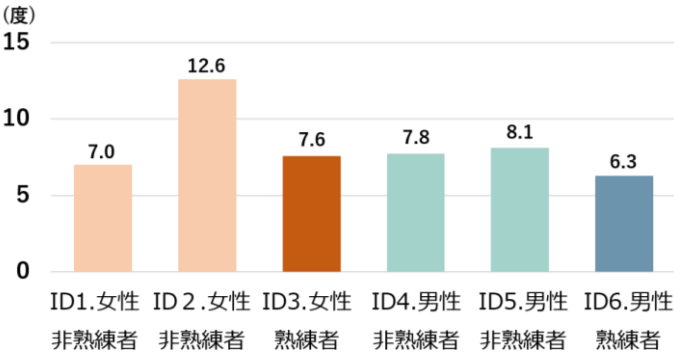


図 7 前輪を持ち上げた際の車体の傾き

5.3.2 技術評価指標：振動レベル

表 5 に、介助者ごとの車いす操作時の振動レベルを 3 軸別（x, y, z 軸）で示す。3 軸の設定は図 8 と同様である。車体の傾きで最も大きな値を示していた ID2 の女性非熟練者は、振動レベルでは同様の傾向は見られなかった。

表 5 車いす操作時の 3 軸別平均振動レベル(dB)

介助者			x 軸	y 軸	z 軸
ID	分類	性別			
1	非熟練者	女	109.5	100.3	104.5
2			110.6	99.9	104.3
3	熟練者		109.5	100.3	103.5
4	非熟練者	男	109.0	100.6	103.2
5			110.5	100.4	104.3
6	熟練者		109.7	98.5	103.1

5.3.3 乗車者の快適性指標：脳波（α 波）

表 6 に、乗車者ごとの平常時と比較した実験時 α 波の増減を示す。ここでは、脳波における平常時 α 波含有率から実験時 α 波含有率を引き、プラスになれば実

験時の方がリラックス状態であり、マイナスになれば平常時の方がリラックス状態であることを表す。結果として、介助者の熟練度に関わらず、乗車者 3 名中 2 名がプラスを示した。

表 6 平常時と比較した実験時 α 波の増減 (%)

乗車者		介助者女性		介助者男性	
ID	性別	非熟練者	熟練者	非熟練者	熟練者
A	女	6.2	2.3	1.8	3.2
B	男	12.6	6.7	5.2	5.0
C		-13.0	-12.2	-13.8	-4.7

5.3.4 乗車者の快適性指標：脳波 (β 波)

表 7 に、乗車者ごとの平常時と比較した実験時 β 波の増減を示す。ここでは、脳波における平常時 β 波含有率から実験時 β 波含有率を引き、プラスになれば実験時の方が意識集中時やストレス状態であり、マイナスになれば平常時の方が意識集中時やストレス状態であることを表す。結果として男性乗車者 2 名はプラスを示した。一方で、女性乗車者は女性非熟練者と男性熟練者が介助した際にマイナスを示した。

表 7 平常時と比較した実験時 β 波の増減 (%)

乗車者		介助者女性		介助者男性	
ID	性別	非熟練者	熟練者	非熟練者	熟練者
A	女	-0.7	0.4	0.8	-2.0
B	男	5.1	7.1	11.2	2.2
C		1.4	1.1	3.5	4.7

5.3.5 介助者アンケート

車いす操作後、介助者に対し行ったアンケート項目を表 8 に、各介助者の回答のうち Q1~Q3 を表 9 に示す。

表 8 介助者アンケート項目

番号	質問項目
Q1	今回、車いす介助をして身体の負担を感じましたか？ ①非常に感じた ②やや感じた ③どちらともいえない ④ほぼ感じなかった ⑤全く感じなかった

Q2	どの身体部位に負担を感じたか教えてください。（自由記述）
Q3	車いす介助をするときに意識したこと・感じたことを教えてください。（自由記述）

表 9 各介助者の回答一覧 (Q1~Q5)

ID	Q1	Q2	Q3
1	②	手のひら	予想以上に力を強く入れないといけないと分かった。
2	②	手	結構力をかけないと数 cm の段差でも大変と感じた。
3	②	腕・足	少しの段差でも気を付けて介助しないと乗車者が不安になるのではないか。また乗車者の不安を和らげる声掛けが必要だと感じた。
4	②	ふくらはぎ	段差に合わせるのが難しかった
5	①	手のひら	乗車者の体重によってはすごく大変だと感じた
6	②	前腕	—

Q1 は ID5 の男性非熟練者が①非常に負担を感じたと回答し、その他全員が②やや負担を感じたと回答した。

Q2 は手・手のひら・前腕など上肢を挙げていたものは 5 名、足に関する回答は 2 名であった。

また Q3 は非熟練者から、「予想以上に力を強く入れないといけないと分かった。」や「結構力をかけないと数センチの段差でも大変と感じた。」など自身の力に関する意見がみられ、熟練者からは、「少しの段差でも気を付けて介助しないと乗車者が不安になるのではないか。また乗車者の不安を和らげる声掛けが必要だと感じた。」という乗車者に寄り添った意見が見られた。

5.3.6 乗車者アンケート

車いす操作後、乗車者に対し行ったアンケート項目を表 10 に、各乗車者の回答のうち Q1 を表 11 に、Q2 を表 12 に示す。

表 10 乗車者アンケート項目

番号	質問項目
Q1	今回の介助は、「安全」であると感じましたか？（物理的に危険性を感じたか） ①かなり怖いと感じた ②少し怖いと感じた ③どちらともいえない ④やや安全だと感じた ⑤かなり安心だと感じた
Q2	今回の介助は、「安心」であると感じましたか？（心理的に危険性を感じたか） ①かなり不安であった ②少し不安であった ③どちらともいえない ④やや安心であった ⑤かなり安心であった

表 11 介助者別車いす介助の安全性評価とその理由

介助者 乗車者	女性		男性	
	非熟練者	熟練者	非熟練者	熟練者
A	3	4	4	5
B	2	4	5	5
C	3	2	2	2
平均	2.67	3.33	3.67	4.00

表 12 介助者別車いす介助の安心性評価とその理由

介助者 乗車者	女性		男性	
	非熟練者	熟練者	非熟練者	熟練者
A	3	4	4	5
B	2	4	5	5
C	4	2	3	4
平均	3.00	3.33	4.00	4.67

安全性・安心性について比較したところ、男女とも熟練者の車いす操作の方が高い評価となった。一方で女性熟練者と比べ男性非熟練者の評価が高いことが分かった。

5.4 考察

5.4.1 実験 1

実験 1 は、熟練者と非熟練者で技術評価指標の値の差について検証した。

結果から、(1)前輪を持ち上げた際の車体の傾きと、(2)車いす操作時の振動レベルにおいて、女性間では熟練度が上がるほど低い値となり、熟練度による差が見

られた。この結果は能登らの車いす介助操作姿勢に関する研究⁵⁾や、澤田らの振動と乗車者の快適性の関連性に関する研究⁶⁾と同様であった。そのため、(1)前輪を持ち上げた際の車体の傾きと、(2)車いす操作時の振動レベルは車いす介助の技術評価指標として有効であると考えられる。

一方で、車体の傾きについては、初心者男性の方が初心者および中級者女性よりも小さい値を示した。また、x 軸の振動レベルにおいて、初心者男性の方が熟練者女性より小さい値を示した。これらのことから、車いす介助には介助者の力の強さや体格が技術評価指標の値に関係することも示唆された。

5.4.2 実験 2

実験 2 は、(1)前輪を持ち上げた際の車体の傾きと、(2)車いす操作時の振動レベルが乗車者の快適性を考慮した指標であるか検証した。

車体の傾きで最も大きな値を示していた ID2 の女性非熟練者は、振動レベルでは同様の傾向は見られなかった。車体の傾きの大きさと振動レベルの大きさは関連性が低いことが示唆された。

脳波は乗車者 3 名中 2 名が車いす操作時に α 波の増加を示し、乗車者 3 名中 1 名が β 波の減少を示した。このため、平常時と比べて実験時の方がリラックス状態である乗車者がいることが分かった。乗車者によってリラックス状態の個人差が見られたが、これは介助者との関係性が影響を及ぼしたと考えられる。介助者および乗車者アンケートより、介助者の介助技術以外に声掛けも乗車者の快適性に影響をおよぼしている可能性が考えられる。

また、介助者の中でも非熟練者の方が身体的負担を感じていたため。ボディメカニクスを活用した適切な介助操作は介助者の負担を減らすことにつながると考えられる。これらのことから、乗車者とのコミュニケーション方法や適切な車いす介助操作を学習するための教育システムを開発する意義は大きい。

6. 教育システム

6.1 システム構成要素

中川らが構築した技能習熟度評価手法、技能教示手法による移乗介助教示システム¹⁴⁾をもとに、本システ

ムに必要な構成要素を①習熟度評価、②フィードバックによる教示の2つとした。車いすの技術評価指標は、実験結果から有効性がみられた(1)前輪を持ち上げた際の車体の傾き、(2)車いす操作時の振動レベルとする。

6.1.1 習熟度評価

技術評価指標の下で、熟練者が操作した際の値から、適正値を算出する。習熟度評価は、教示前後での適正値からのばらつきを増減をみることでおこなう。

6.1.2 フィードバックによる教示

フィードバックによる教示は、評価指標の値から推測される情報(課題点やアドバイス)を介助者に与えることでおこなう。

フィードバックする情報は、能登らが明らかにした、車いす段差乗り越え動作における適切な操作姿勢⁵⁾(図8)をもとにする。

- 1) グリップ(ハンドル部分)をティッピングレバー(踏み込み用レバー)・グリップを結ぶ線に直角の方向に力を加える。
- 2) 脚のみの力ではなく、グリップを斜め下後方へ押し下げる操作を同時に行う。
- 3) 肘角度を適度に保つ。
- 4) 介助者の体幹と車いすとの距離を適度にあげる



図8 車いす段差乗り越え時の操作姿勢

上記の操作姿勢がとれていない場合、介助者の身体負担とともに車いすの安定性・快適性の低さに影響を及ぼす。表13に介助技術の評価指標と、その指標と適切値の比較、それに応じた想定課題と、適切な操作姿勢をとるためのアドバイスの例を示す。

6.2 システムの提案

提案するシステムの概要を図9に示す。本システムは、車いすに取り付けたセンサから、車いす段差乗り越え時の車体の傾きと振動を計測する。次に計測した

値から評価指標を算出すると同時に、習熟度を評価する。システムで学習者は自身の技術について定量的理解をはかるため、適正値を100%としたときの学習者の習熟度を表示する。最後に、フィードバック情報を表示することで、学習者への教示を行う。

これまで学習者は、身近に教示者がいない場合、自ら動画および音声や文章によって介助方法を学習せざるを得なかった。そのため、学習者は主観で習熟度を判断しなければならず、自身の技術を定量的に理解することは困難であった。

それに対して、本研究で提案する教育システムでは学習者の習熟度を定量的に測定し提示することが可能となり、習熟度に応じたフィードバックにより効率的な学習につながれると考える。

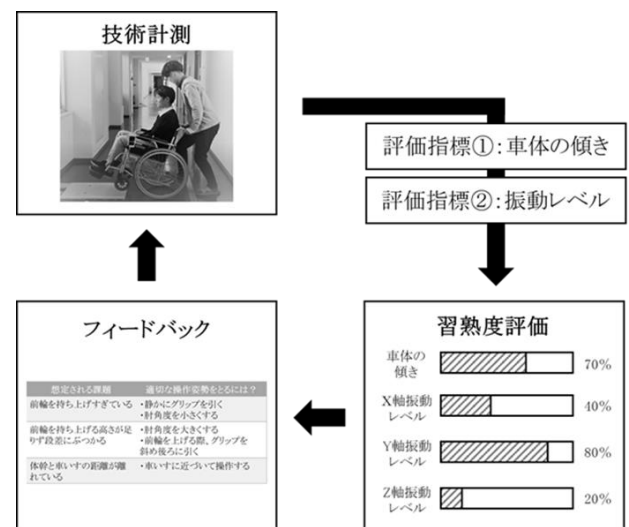


図9 提案するシステム

一方で、適正値と学習者データの差がどのような技術操作によって生じるものであるか、またその際の具体的な対応については今後研究を進める必要がある。

7. まとめ

本研究では、車いす介助技術をセンサを用いて定量的に評価することで非熟練者が、自身・乗車者にとって負担の少ない操作を学習するための教育システムの開発を目的とし、段差乗り越え時の介助者の車いす操作技術を評価する指標を検証した。

表 13 学習者の想定課題とフィードバック情報の例

車いす介助技術の 評価指標	適切値と比較	想定される課題	適切な操作姿勢をとるための アドバイス
①車体の傾き	適正值より大きい	前輪を持ち上げすぎている	・ 静かにグリップを引く ・ 肘角度を小さくする
①車体の傾き & ②振動レベル	適正值より小さい & 3 軸とも適正值より大きい	前輪を持ち上げる高さが足りず、 段差にぶつかる	・ 肘角度を大きくする ・ 前輪を上げる際、グリップを 斜め後ろに引く
②振動レベル	Z 軸が適正值より大きい	体幹と車いすの距離が離れている	・ 車いすに近づいて操作する

その結果として、車いす介助技術の評価指標(1)前輪を持ち上げた際の車体の傾きと(2)車いす操作時の振動レベルは有効であると考えられる。またアンケートの結果から、介助者の介助技術以外に声掛けや介助者との関係性などが乗車者の快適性に影響をおよぼしている可能性が示唆された。

介助者の中でも非熟練者の方が身体的負担を感じていたため、適切な介助操作を教育することは介助者の負担を減らすことにつながると考えられる。これらのことをふまえ、乗車者とのコミュニケーション方法や車いす介助操作を学習するための教育システムを開発していく。

今後、さらに乗車者の快適性に影響を及ぼす要素を検証し、教育システムの開発を進める。また、提案した教育システムと従来の動画および音声や文章による教示方法との比較を行い、本システムの有用性を検証する。

参 考 文 献

- (1) 内閣府: “平成 30 年度版高齢社会白書”,
https://www8.cao.go.jp/kourei/whitepaper/w-2019/html/zenbun/s1_1_1.html, 2019 (2021 年 4 月 14 日確認)
- (2) 内閣府: “平成 20 年度版高齢社会白書”,
https://www8.cao.go.jp/kourei/whitepaper/w-2009/zenbun/pdf/1s1s_1.pdf, 2009 (2021 年 4 月 14 日確認)
- (3) 崎山琴音, 真嶋由貴恵, 梶田聖子: “段差乗り越え時における車いす介助技術の分析と評価指標の設定・学習支援システムの開発に向けて”, 2019 年度 Jsise 学生研究発表会.
https://www.jsise.org/society/presentation/2019/pdf/05_kansai/p01.pdf, 2019. (2021 年 4 月 14 日確認)
- (4) 中川純希, Qi An, 石川雄己ら: “シートを使ったベッド上介助動作における技能教示サービスシステムの提案”, サービス学会第 3 回国内大会講演論文集, pp. 323-324 (2015)
- (5) 能登裕子, 村木里志: “介助負担と乗り心地を考慮した車いす段差乗り上げ介助操作の姿勢指標”, 日本看護技術学会誌, Vol.15(2), pp.135-145 (2016)
- (6) 澤田知之, 小島洋一郎, 近藤崇ら: “段差乗り越えを考慮した車椅子操作と乗り心地に関する研究”, 苫小牧工業高等専門学校紀要, Vol.42, pp.40-73 (2007)
- (7) 日本規格協会: “JIS C 1510 振動レベル計” (1997)
- (8) 西村博之, 石川弘之: “高齢者・障害者の生活の質を高める支援技術に関する研究-人間工学的評価手法を用いた快適な車椅子シートの設計-”, 福岡県工業技術センター研究報告, Vol.12, pp.18-21 (2002)
- (9) 前川泰子, 真嶋由貴恵, 川野常夫ら: “生体データから見る看護実践知の特徴-採血技術実施時の脳波および心拍数の分析から-”, 第 32 回医療情報学連合大会, Vol.12, pp.604-607 (2012)
- (10) 中村孝文, 黒岡紀哉, 田内雅規: “車いす前輪上げ下げ動作におけるティッピングレバー位置と介助者の身体的負担との関係”, 人間工学, Vol.49, pp.43-53 (2013)
- (11) Kaoru, E. and Hiroshi, T and Hiroshi, M. et al.: “Development of web-based learning materials to support assisting skill acquisition using 3DCG”, Procedia Computer Science 126, pp1710-1719 (2018)

カラオケによる若者の認知機能・精神面の変化に関する研究 ～デジタル認知症の予防教育プログラムの開発に向けて～

中崎花音^{*1}, 真嶋由貴恵^{*2}, 榊田聖子^{*2}

^{*1} 大阪府立大学現代システム科学域

^{*2} 大阪府立大学人間社会システム研究科

Study on Change in Cognitive Function and Mentally in Youth by Karaoke ~Toward the Development of Preventive Education Program for Digital Dementia~

Kanon NAKAZAKI^{*1}, Yukie MAJIMA^{*2}, Seiko MASUDA^{*2}

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

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

In recent years, digital dementia, which is caused by overuse of digital devices has attracted attention. It causes symptoms similar to dementia. In particular, young people are considered to be at high risk of developing the disease because they spend more time on using digital devices than other ages. However, in modern society, it is difficult to reduce the frequency of use of digital devices. Then, karaoke can be a solution for digital dementia prevention because it has effect on frontal lobe and stress reduction. Furthermore, karaoke has activity characteristics of speaking out and interacting with people compared to when using digital devices. Therefore, in this study, we compared the changes in cognitive function and mentally of young people by karaoke and using smartphones and searched for a foothold for the development of a digital dementia prevention program.

キーワード: カラオケ, 若者, 認知機能, ストループテスト, デジタル認知症

1. はじめに

近年、インターネットの爆発的普及により、デジタル機器の利用機会が増加している。それに伴い、認知機能や意欲の低下等、認知症に類似した症状を発症する「デジタル認知症」が注目されている。特に若者は、デジタル機器の利用時間が他の年代よりも長い。総務省⁽¹⁾によると、休日のモバイル機器によるインターネット平均利用時間は全世代の平均が 99.4 分であるのに対し、10 代は 197.1 分、20 代は 186.9 分となって

いる。よって、若者がデジタル認知症になりやすいことがうかがえる。

現に、スマートフォンの利用時間が長い中学生ほど学力テストの平均点が低いことや、スマートフォンを利用している際は脳の前頭前野がほとんど活動していないという報告⁽²⁾もされている。特に前頭前野は、意欲や課題を遂行する力である実行機能との関連性が高く、若者のデジタル認知症発症者の割合が増加していくと、意欲的に活動することができない者や計画的に

物事を実行できない者が増え、学習効率や労働生産性の低下に繋がる可能性がある。また、スマートフォン等のデジタル機器を使用すれば、検索や撮影が容易に行えるために記憶する機会が減少し、記憶力が低下する恐れも大きい。そのため、デジタル機器を利用する若者における認知機能(実行機能・記憶力)・精神面(意欲の低下)の改善に有効な活動が必要と考えられる。

2. カラオケの効果

デジタル認知症の改善方法として、デジタル機器との距離を置くことや読書をする事等、様々な対応策が考えられる。その中でも複数人で参加するカラオケは、前頭葉を働かせること^③や、精神的ストレスの緩和に効果があること^④が報告されている。そこで今回、このカラオケがデジタル認知症の改善に有効な活動ではないかと考えた。

実際に、高齢者のカラオケ・トレーニングでは脳の実行機能の改善が見られている^③。着座状態のペダリング等の軽運動でも実行機能や記憶力の向上効果が検証されている^{⑤⑥}。カラオケも軽運動に匹敵するほど心拍数が上昇するため^④、同様の効果が考えられる。

さらに、活動特性に注目すると、デジタル機器の利用は、固定された姿勢で無言のまま画面でのやり取りを行い平面的であるのに比べ、カラオケ時はリズムに乗って声を出し、実際に周囲の人と関わり合うという立体的な特性を持つ。この活動特性もデジタル認知症対策効果に影響があると考えた。

よって、本研究ではスマートフォン利用時の平面的な活動とカラオケの立体的な活動を比較し、若者の認知機能・精神面への影響を検証する。

3. 実験

3.1 実験の対象

実験に同意の得られた、20代の大学生・大学院生10名(男性6名、女性4名)を対象者とした。尚、この研究に先立って研究者の所属する大学研究科の倫理委員会の承認を得ている。

3.2 実験の概要

被験者には2日間にわたり、カラオケ実験とスマー

トフォン実験の両方に協力してもらった。

3.3 実験の手順

実験は、①安静、②認知機能テスト(前)、③介入実験(カラオケもしくはスマートフォン)、④認知機能テスト(後)の順に1日ずつ2日間で行い、2日目終了後にヒアリング調査を行った。カラオケ実験とスマートフォン実験の違いは③のみであり、他は同様に行った。また、認知機能テストにおいては、慣れの影響による得点向上を防ぐために1日目の実験開始前に練習を行った。

3.3.1 安静

実験以前の行為が実験結果に影響しないよう、安静の時間を3分設けた。

3.3.2 認知機能テスト(前)

2種類のテストを行った。テストの内容を(1)(2)に示す。

(1)ストループテスト(各100点満点)

ストループテストとは前頭前野の実行機能の1つである抑制機能の評価指標である。抑制機能とは、ある状態において優勢な行動や思考を、必要に応じて意図的に抑制する理性的な機能を指す。

ストループテストはCN(Color Naming)課題とICN(Incongruent Color Naming)課題の2つの課題で構成されている。CN課題では、図1のように赤、青、黄、緑の4色のドットを100個用意した。ICN課題では、図2のように、文字の色と文字の読みが不一致になっている「赤」「青」「黄」「緑」の漢字を100個用意した。両方とも30秒間で可能な限り読んでもらい、読み間違えた際は言い直してもらった。

これらを用いてストループ干渉率(干渉率(%))=(CN課題得点-ICN課題得点)÷CN課題得点×100)を算出する。この数値が低いほど、抑制機能が優れていると言える。

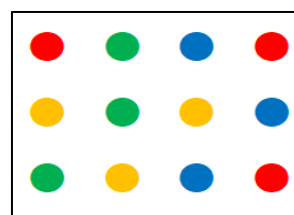


図1 CN課題の縮小版

緑	赤	赤	赤
黄	青	緑	黄
赤	緑	緑	赤
赤	赤	黄	黄

図 2 ICN 課題の縮小版

(2)記憶テスト(30 点満点)

ひらがな 3 文字からなる単語 30 個を 2 分間で覚えてもらい、その 2 分後に筆記で回答してもらった。

3.3.3 介入実験

(1)カラオケ実験

運動と認知機能の関係をみた先行研究と同様に短時間(15 分間)で行い、被験者の好きな歌を 3 曲程度歌ってもらった。その際、通常のカラオケに近づけるために研究者が同席し、合の手を入れる等した。また、カラオケには音娛時間エンターテインメント社の Pokekara というアプリケーションを利用し、スクリーンに投影した。

(2)スマートフォン実験

カラオケと同じく 15 分間で行い、SNS、ネットサーフィン、動画の視聴など、被験者には自由にスマートフォンを利用してもらった。ただし、通話やテレビ電話などはプライバシーへの考慮などから控えてもらうようにした。またその際、カラオケ時と同様に研究者は同席したが、話しかけないようにした。

3.3.4 認知機能テスト(後)

介入前と同様のテストを実施した。

3.3.5 ヒアリング調査

2 日間にわたる実験の最後に、カラオケとスマートフォンの利用による精神面における変化についてヒアリングを行った。

4. 結果・考察

4.1 認知機能テスト

4.1.1 結果

表 1 にカラオケ実験、表 2 にスマートフォン実験の認知機能テストの結果を示す。統計分析は t 検定の両側検定で行い、優位水準は 5%とした。

表 1 と表 2 の結果を比較したところ、ICN 課題につ

いては、カラオケ実験の平均値の上昇が+5.3 であり、スマートフォン実験の+2.2 に比べて 2 倍以上となり、有意に高かった($t(9)=2.83, p<0.05$)。

一方、CN 課題や記憶テストにおいては大きな変化は見られなかった。ただし、CN 課題は両実験とも標準偏差が大きかった。特にカラオケ実験においては、実験前は最高点 100 点、最低点 53 点、標準偏差 13.89、実験後は最高点 100 点、最低点 54 点、標準偏差 13.67 となっており、前後ともにばらつきが大きくなっていた。

また、干渉率においては、平均値がカラオケ実験は-4.91、スマートフォン実験は-3.13 と両実験とも減少していたが、有意差は見られなかった。

4.1.2 考察

ICN 課題において、スマートフォン実験よりもカラオケ実験の方が得点の伸びが大きく、有意差も見られたことから、カラオケによる実行機能に対する抑制機能の改善効果があったのではないかと考えられる。ただし、ICN 課題の得点向上は CN 課題による色の認識機能向上が影響している可能性がある。今回、干渉率の低下に有意差は見られなかったことから、カラオケによって実行機能に対する抑制機能が改善されたとは言いきれない。この原因の 1 つとして、CN 課題の得点の上昇度が小さかったことが考えられた。

また、CN 課題における標準偏差からうかがえるばらつきの大きさに関しては、CN 課題が ICN 課題に比較して単純な課題であることから、被験者のポテンシャルに依るところが大きいことも一つの要因であると考えられる。

一方、記憶テストにおいて結果が出なかった点においては、人によって覚えやすい単語の種類が異なることなどから、今回の実験における記憶力の評価指標として適していなかった可能性も考えられる。

これらより、今回の実験の結果からは、カラオケによる実行機能・記憶力の改善効果は確認できなかった。これは、実験実施期間が短いことや被験者数が少ないことが原因の 1 つとして考えられた。また、実験前日の行動による疲れ具合や気持ちの安定度などによっても課題の結果が左右されている可能性もある。

表 1 認知機能テスト結果(カラオケ実験)

	カラオケ実験											
	ストループテスト									記憶テスト(点)		
	CN 課題(点)			ICN 課題(点)			干渉率(%)					
ID	前	後	変化	前	後	変化	前	後	変化	前	後	変化
01	71	72	+1	53	61	+8	25.35	15.28	-10.07	16	23	+7
02	63	58	-5	51	60	+9	19.05	-3.45	-22.50	14	17	+3
03	53	62	+9	47	53	+6	11.32	14.52	+3.20	14	19	+5
04	64	65	+1	48	51	+3	25.00	21.54	-3.46	18	18	0
05	100	100	0	58	77	+19	42.00	23.00	-19.00	15	26	+11
06	64	71	+7	42	46	+4	34.38	35.21	+0.83	24	20	-4
07	53	60	+7	47	49	+2	11.32	18.33	+7.01	15	14	-1
08	72	62	-10	48	52	+4	33.33	16.13	-17.20	19	16	-3
09	73	82	+9	62	63	+1	15.07	23.17	+8.10	11	10	-1
10	55	54	-1	48	45	-3	12.73	16.67	+3.94	12	11	-1
平均	66.8	68.6	+1.8	50.4	55.7	+5.3	22.95	18.04	-4.91	15.8	17.4	+1.6
標準偏差	13.89	13.67	-0.22	5.87	9.72	+3.85	10.87	9.69	-1.18	3.77	4.99	+1.22
統計処理	t(9)=0.90, .389			t(9)=2.83, .020			t(9)=1.36, .207			t(9)=1.06, .318		

表 2 認知機能テスト結果(スマートフォン実験)

	スマートフォン実験											
	ストループテスト									記憶テスト(点)		
	CN 課題(点)			ICN 課題(点)			干渉率(%)					
ID	前	後	変化	前	後	変化	前	後	変化	前	後	変化
01	73	68	-5	59	57	-2	19.18	16.18	-3.00	20	16	-4
02	67	63	-4	59	57	-2	11.94	9.52	-2.42	11	13	+2
03	61	69	+8	60	59	-1	1.64	14.49	+12.85	17	19	+2
04	67	71	+4	49	54	+5	26.87	23.94	-2.93	19	21	+2
05	87	88	+1	64	66	+2	26.44	25.00s	-1.44	22	20	-2
06	62	65	+3	39	43	+4	37.10	33.85	-3.25	14	18	+4
07	57	55	-2	44	46	+2	22.81	16.36	-6.45	16	16	0
08	67	69	+2	43	55	+12	35.82	20.29	-15.53	17	19	+2
09	78	71	-7	58	53	-5	25.64	25.35	-0.29	13	12	-1
10	49	52	+3	39	46	+7	20.41	11.54	-8.87	12	17	+5
平均	66.8	67.1	+0.3	51.4	53.6	+2.2	22.78	19.65	-3.13	16.1	17.1	+1
標準偏差	10.76	9.84	-0.92	9.61	6.96	-2.65	10.52	7.45	-3.07	3.60	2.92	-0.68
統計処理	t(9)=0.20, .843			t(9)=1.38, .200			t(9)=1.38, .202			t(9)=1.15, .280		

表 3 スマートフォンの 1 日平均利用時間 (分)

ID	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	平均
分/日	187	485	93	1002	270	270	595	210	540	307	395.9

表 4 実験に関する質問の回答結果(N=10)

質問内容		回答結果(まとめ)
①	カラオケ前後の気分の変化. 変わった場合はその詳細.	開放的になった, 少し晴れた, などすべて肯定的な回答.
②	スマートフォン使用前後の気分の変化. 変わった場合はその詳細.	9名が変化なしと回答. 1名のみ, 閉じた空間でリラックスしたと回答.
③	カラオケ後とスマートフォン使用後のどちらの方が, 頭がスッキリしたか. またその詳細.	全員がカラオケの方がスッキリしたと回答. 大きい声を出した時など.
④	カラオケ時とスマートフォン使用時のどちらの方が楽しいと感じたか. またその詳細.	カラオケがあまり好きでない人は両方同じ程度と回答. その方以外はカラオケと回答.
⑤	カラオケに認知機能向上の効果があるとすれば定期的に行いたいのか.	カラオケがあまり好きでない人以外は行いたいと回答.
⑥	実験全体を通しての意見や感想	カラオケの好き嫌いによって気持ちに影響するのではないか, など.

4.2 ヒアリング調査

4.2.1 結果

スマートフォンの1日平均利用時間の調査結果を表3に示す. デジタル機器の利用時間の指標としてスマートフォンのスクリーンタイム機能を参照して回答してもらった. 平均値は395.9分で, 20代の休日のモバイル機器によるインターネット平均利用時間の186.9分⁽¹⁾の2倍以上の結果となった.

また, カラオケの頻度に対する調査では, 半年に1回以下が5人, 3か月に1回程度が4人, 月に1回程度が1人, 2週間に1回以上は一人もいなかった. 今回の被験者のうちの9割が3か月に1回程度以下という低頻度でしかカラオケを行っていなかった.

次に, 実験に関する質問の回答結果を表4に示す. カラオケをすることによって気分やスッキリ度が改善し, 楽しさを感じる人が多かった. 一方, スマートフォンの利用においては, 精神面に変化が表れる人はほとんどいなかった. また, カラオケがあまり好きでない人は, カラオケによる楽しさはあまり感じられず, 定期的な実施に対しても消極的であった.

4.2.2 考察

スマートフォンの1日平均利用時間が非常に長い被験者においては, 画面をつけたまま放置していたことが原因と考えられ, 正確なデジタル機器の利用時間を計測するには限界があった. スマートフォンの1日平均利用時間が最も長い被験者と最も短い被験者において認知機能テストの改善度合いを確認したが, 利用時間との関連性はうかがえなかった. また, 被験者のカ

ラオケ頻度の少なさから, 被験者が以前からカラオケによる認知機能・精神面における効果を受けている可能性は少ないと考えられた.

両実験に関する質問においては, カラオケによって気分やスッキリ度が改善していることから, 先行研究と同様にカラオケのストレス軽減・精神面の改善効果が示唆された.

一方, スマートフォンの利用においては, 感情やスッキリ度に対する影響が小さい活動であることがわかった. また, カラオケの好き嫌いが精神面の効果に影響することもうかがえた. しかし, カラオケがあまり好きでないと回答していた被験者の認知機能テストの改善度合は良好であったため, カラオケの好き嫌いが認知機能テストに大きく影響するとは言えないと考えられる.

5. まとめ

今回の研究では, デジタル認知症に効果的な活動としてカラオケに着目し, 認知機能と精神面に対する効果の調査を行った. 精神面においてはカラオケによる改善の可能性が確認されたが, カラオケに対する好き嫌いに関して考慮する必要があると考えられた. また, 認知機能においては効果が見られなかった.

今後は, デジタル認知症の予防教育プログラム作成に向けて, 評価指標の改善や実験期間の長さ, 被験者数の増加などを検討し, さらなる調査を進めていきたい.

謝辞

本研究の調査に同意・ご協力いただいた学生の皆様に感謝する。

参 考 文 献

- (1) 総務省: “令和元年度 情報通信メディアの利用時間と情報行動に関する調査報告書〈概要〉”, p.12 (2020)
https://www.soumu.go.jp/main_content/000708015.pdf (2021 年 4 月 5 日確認)
- (2) 川島隆太: “スマホが学力を破壊する”, 集英社新書, pp.14-74, pp.170-184 (2018)
- (3) Atsuko Miyazaki, Hayato Mori: “Frequent Karaoke Training Improves Frontal Executive Cognitive Skills, Tongue Pressure, and Respiratory Function in Elderly People: Pilot Study from a Randomized Controlled Trial”, International Journal of Environmental Research and Public Health, Vol.17, Issue4, 1459 (2020)
- (4) 畑中祐子, 宮腰由紀子: “カラオケとストレス反応”, Shidax research, Vol.3, pp.14-21 (2003)
- (5) Kyeongho Byuna, Kazuki Hyodoa, Kazuya Suwabe et al.: “Positive effect of acute mild exercise on executive function via arousal-related prefrontal activations: An fNIRS study”, NeuroImage, Vol.98, pp.336-345 (2014)
- (6) Kazuya Suwabe, Kyeongho Byun, Kazuki Hyodo et al.: “Rapid stimulation of human dentate gyrus function with acute mild exercise”, PNAS, DOI: 10.1073 / pnas.1805668115 (2018)

確率分野の文章題を対象とする作問学習手法

渋間 澄子^{*1}, 仲林 清^{*2}

^{*1} 千葉工業大学大学院, ^{*2} 千葉工業大学

Learning Method by Problem Posing for Probability Word Problems

Sumiko SHIBUMA^{*1}, Kiyoshi NAKABAYASI^{*2}

^{*1} Graduate School of Chiba Institute of Technology, ^{*2} Chiba Institute of Technology

学習者自身が問題を作成する作問学習に着目し, 高校数学 A 確率分野に関する理解を深めるための学習支援を考え実験をおこなった. 作問学習では, 学習者が統合過程を意識するよう, 予め作問条件を指定した. 学習前後で内容に対応させたテストをおこない, 正答率の変化および作問の質から, 今回の学習手法が学習分野の理解度向上に有効だったか検証した.

キーワード: 作問学習, 確率, 統合過程

1. はじめに

一般的な講義や与えられた問題に解答する演習などの学習では, 学習者は受け身になりがちである. 受け身の学習姿勢では学習内容を深く理解せずに, 解法や答えを形式的に覚えてしまう可能性がある. これに対する有効な方法として, 学習者が問題を作成する「作問学習」がある. 本研究では, この方法に目し, 問題の本質や構造を理解できる作問を促す学習支援を考え, 最終的に学習分野の理解度向上を図る.

作問学習の先行研究として以下が挙げられる. 1 つは, 小学生を対象とした算数の文章題に関する作問学習⁽¹⁾である. この研究では, 予め問題文として使えるようなキーワードや単文を用意しておき, それらを選んだり, 並べ替えたりすることで問題を作る手法をとっている. 2 つ目は, 大学生を対象とした情報メディアの問題作成および相互評価⁽²⁾である. この研究では, 学生同士で作成した問題を評価し合う手法である. 3 つ目は, プログラミング基礎に関する問題作成⁽³⁾である. この研究では, 学生が作成した問題を全員が実際に解いて利用することで学習分野の理解を深める手法である.

本研究では, 学習分野は高校数学 A 確率分野とする. 確率分野は四則演算のような基礎的計算能力の他, 順

列や組み合わせといった場合の数の知識や, 和・積の法則をはじめとする確率の法則・定義などを用いた様々な数値的処理が求められる. そのため, 確率分野の問題は問題文の情報を整理し, これらの必要な知識を判断しながら立式するため, 解法や途中式から学習者の理解度や思考過程が見えやすい. また, 文部科学省の学習指導要領⁽⁴⁾から, 確率分野を(a)事象の確率, (b)余事象の確率, (c)独立な試行の確率, (d)反復試行の確率, (e)条件付き確率の 5 分野にわけた.

2. 文章問題解決過程

文章問題解決の思考過程は, 個々の文の記述内容から数値的概念を理解する「変換過程」, 文章題全体の内容から何が求められているのかを把握する「統合過程」, 統合過程の結果を受けて目的に到達するための方略を考える「プラン化過程」, 解答へ導く「実行過程」から構成されると考えられる⁽⁵⁾. 文章問題が苦手な学習者は統合過程を飛ばす傾向がある.

確率の文章問題においては, 問題文から, 解答に必要な確率の概念が先述した(a)~(e)の 5 つのどの学習分野のものであるかを判断することが統合過程における重要な思考要素になる. しかし, この判断をせずに立式に進む学習者が多い. そこで, 本研究では, 学習者

が統合過程を意識するような作問学習手法を考え実験をおこなった。

3. 予備調査

作問学習を確率 5 分野のうちどの分野で行うか決定するために予備調査を行った。調査は、5 つの分野の中から無作為に問題を選び大学生 7 人にテストを実施した。分野ごとの平均正答率は表 1 の通りである。

表 1 予備実験結果

確率分野	平均正答率(%)
事象の確率	80.0
余事象の確率	40.0
独立な試行の確率	55.0
反復試行の確率	33.4
条件付き確率	17.1

反復試行の確率および条件付き確率は、内容や公式を忘れていた人が多く正答率が低くなっている。一方で、余事象の確率や独立な試行の確率は、全員考え方を何となく覚えており、解けた人解けなかった人が半々くらいであったため、今回この 2 分野を作問学習の対象とした。

また予備実験の記述解答から見られた、点数による思考の違いについて説明する。点数が高い人は、変換過程を十分にを行い、立式前に問題文を整理し目標を決めていた。しかし、点数の低い人は、変換過程が不十分であり、覚えている公式や問題文中の数字を無意味に使っていた。

4. 実験概要

実験の流れを説明する。学習者は、まず初めに講義動画を視聴しその後、事前テスト、作問学習、事後テストの順に実施する。事後テスト終了後、実験を通して確率の文章題に関する理解の変化につて、アンケートで自己評価してもらった。

4.1 講義動画

学習者は最初に講義動画を視聴する。講義動画は確率問題の解法過程ではなく、プラン化過程や実行過程

に必要な最低限の知識および公式のみを説明している。

4.2 事前・事後テスト

作問学習をおこなった確率分野と、おこなわなかった確率分野で、学習者の点数を比較するために、作問学習の前後でテストをおこなう。問題は前述した確率分野(a)~(e)の 5 つの分野それぞれから出題している。ただし、学習者には(a)~(e)の 5 つの確率分野について説明せず、問題文にもどの分野の問題であるかは記述していない。

4.2.1 事前・事後テスト採点基準

テストの採点は以下(ア)~(オ)の 5 項目の採点基準のもと、1 問 5 点満点でおこなった。

- (ア)問題の試行および事象を正確に捉えている
- (イ)正しい定義・法則を用いている
- (ウ)1 番簡潔な解法を選択している
- (エ)立式が合っている
- (オ)計算が合っている

4.3 作問学習

事前テスト後、学習者には作問学習をおこなう教材として、例題とその模範解答を配布する。ただし、学習者には例題が「余事象の確率」と「独立な試行の確率」であることは明示していない。また、学習者が学習として使用できる教材は、事前テスト前に視聴した講義動画と、この例題および模範解答のみである。事前テストの採点結果は学習者に公開していない。模範解答は、学習者が学習分野の「統合過程」から「プラン化過程」までの流れがわかるよう、計算式だけではなく、立式までの思考過程の説明を含む解答になっている。

次に、その例題と同じような解き方が出来る問題とその解答を 3 題作成する。しかし、ただ例題を与え、学習者が自由に作問すると、例題の数値を変えただけの無意味な学習になる可能性がある。そこで、本研究では、学習者が確率の学習分野ごとの基本的な概念を、文脈の異なる問題に適用させるために、作問する問題に条件をつけた。条件は表 2 の通りである。

4.3.1 作問評価基準

作問の質は以下(カ)~(ケ)の 4 項目の評価基準のもと、1 題 4 点満点で採点している。

- (カ)例題と同じ分野の考えを用いている
- (キ)例題と同じ分野を用いることが最も望ましい
試行および事象になっている
- (ク)作問した問題に対し、立式が合っている
- (ケ)計算が合っている

表 2 作問条件

	余事象の確率	独立な試行の確率
例題	大小2個のさいころを使う	2つの袋から玉を取り出す
条件 1	大小2個のさいころを使う	くじを引く
条件 2	トランプを使う	1個のさいころを使う
条件 3	袋から玉を取り出す	袋 A,B から玉を取り出す

5. 実験結果

高校数学 A を学習した、同一大学の大学生 8 人を対象とした。

5.1 事前・事後テスト

分野ごとの、事前・事後テストの平均正答率とその差を表 3 に示す。事象の確率分野だけが正答率が下がり、その他の分野は正答率が上がった。特に、作問学習を行った「余事象の確率」、「独立な試行の確率」分野の問題は、学習後の正答率が大幅に上がり、完答できた学習者が増えた。また、「反復試行の確率」は、今回作問学習を行なわなかったが、反復試行の確率の考えや公式を知らなくとも、独立な試行を繰り返すと考ええることも出来るため、独立な試行の確率とともに正答率が上がったと考えられる。「条件付き確率」もやや正答率は上がっているが、事前テスト、事後テスト共に解答したのは 1 人だけのため、今回の学習によって理解度が上がったとはいえない。唯一正答率が下がってしまった「事象の確率」は、余事象の確率および独立な試行の確率を学習した結果、無為やり余事象で考えたり、独立な試行で考えなくても良い問題で使ったりした間違いが目立った。実際に間違えている例を下記に示す。

F さん(事後テスト)：事象の確率

1 から 25 までの整数を 1 ずつ書いた 25 枚のカードがある。この中から 2 枚のカードを同時に引くとき、2 枚のカードに書いてある数の和が奇数である確率を求めよ。

【解答】少なくとも 1 枚奇数を引けばよいので、全部偶数の余事象を考える
偶数は 12 枚、よって、 $1 - \frac{12C2}{25C2} = \frac{11}{50}$

この問題の模範解答は、事象の確率として、25 枚のカードの 2 枚の組合せのうち、1 枚を奇数、もう 1 枚が偶数を考える。しかし、F さんは余事象を使用したため、少なくとも 1 枚奇数と問題を捉えた結果、2 枚とも奇数の場合も含め確率を計算し間違えている。

表 3 事前・事後テストの結果

分野	事前テスト 平均正答率	事後テスト 平均正答率	差
事象	80.0	61.5	-18.5
余事象	65.8	82.5	+16.7
独立な試行	77.5	100	+22.5
反復試行	26.7	50.0	+23.3
条件付き	3.33	16.5	+13.1

5.2 作問学習

5.2.1 作問評価

前章で作問の評価基準を(カ)~(ケ)の 4 項目を設定したが、項目(キ): 例題と同じ分野を用いることが最も望ましい試行および事象になっているについて、実際に学習者が作成した問題で説明する。

C さん(作問学習)：余事象の確率問題

1 から 6 と書かれた球を袋から 1 つ取る時、次の確率を求めよ
(1)1 以外を取る確率

【解答】1 を取る(1 通り)余事象 $1 - \frac{1}{6} = \frac{5}{6}$
【別解】2~6 を取る(5 通り)事象 $\frac{5}{6}$

この 1 以外を取る確率は、解答のように『1 を取る事象の余事象』として捉え確率を求められる。しかし、設問を別解のように『2 から 6 を取る事象』として捉え確率を求めることも可能である。どちらの解法を選択しても解きやすさにほとんど差はない。この場合、

余事象を使用しているが、余事象を用いることが最も望ましい問題にはなっていない。

A さん(作問学習)：余事象の確率問題

赤色の玉が 3 個，黄色の玉が 4 個，青色の玉が 4 個入った袋から玉を 1 つ取り出して色を確認した後，玉戻して混ぜ直しもう一度 1 つ取り出したとき，次の確率を求めよ。

(2)赤色が少なくとも 1 つ出る確率

【解答】赤色が 1 つも出ない余事象 $1 - \frac{8 \times 8}{11 \times 11} = \frac{64}{121}$

【別解】(i)赤が 1 つ出る，(ii)赤が 2 つ出る…

一方，この赤色が少なくとも 1 つ出る確率は、解答のように『赤色が 1 つも出ない事象の余事象』として捉えるほうが，別解の『赤が 1 つ出る，赤が 2 つ出る…』と場合分けして考えるよりも，考えるパターン数が少ないため容易に計算できる。このような問題の場合，余事象を使うことが最も望ましい問題として採点している。

5.2.2 作問条件と作問の質

作問条件と作問の質の結果を表 4，表 5 に示す。

余事象の確率では，例題と似た試行(条件 1)の問題は質が高く，例題とは異なる試行(条件 2，3)では，作問の質が下がっている。それが顕著に現れていた D さんの作問から 1 部抜粋して下記に示す。

【例題】

大小 2 個のさいころを同時に投げるとき，次の確率を求めよ。

(1)同じ目が出ない確率

【解答】同じ目が出ない出方を，(1,2)，(1,3)，(1,4)…と樹形図で考えるよりも，同じ目が出る事象の余事象と考えたほうが安易に計算できる。

同じ目が出る出方は 6 通り，よって， $1 - \frac{6}{36} = \frac{5}{6}$

D さん(作問学習)

【条件 1】

大小 2 個のさいころを同時に投げるとき，次の確率を求めよ。

(1)(1,2)，(2,1)，(2,3)のような連続した数が出ない確率

【解答】連続した数が出ない事象を，連続した数が出るという事象の余事象として考えると，連続した数が出る出方は 10 通り，よって， $1 - \frac{10}{36} = \frac{5}{18}$

【条件 2】

ジョーカー除く 52 枚のトランプから，1 枚カードを引き，戻す試行を 2 回繰り返すとき，次の確率を求めよ。

(1)2 枚とも数字札が出ない確率

【解答】全事象は $52 \times 52 = 2704$

2 枚とも数字札が出ない事象を，2 枚とも絵札が出る事象の余事象として考えると，2 枚とも絵札が出る出方は $12 \times 12 = 144$ 通り，よって， $1 - \frac{144}{2704} = \frac{160}{169}$

D さんの条件 1 の作問は，作問評価基準(カ)~(ケ)の 4 項目を全て満たしており 4 点であったのに対し，条件 2 の作問は，前節同様，余事象は使われているが，絵札 12 枚から取り出す事象の確率と捉えて考えても良いので，項目(キ)余事象を使うことが最も望ましい試行および事象の項目を満たしていない。また，解答が 2 枚とも数字札が出る確率の問題になっており立式が問題に対し間違えているため，項目(ク)，(ケ)も満たされていない。これらから条件 2 の作問は 1 点とした。

一方で，独立な試行の確率の作問では，例題と似た試行(条件 3)の問題も，例題とは異なる試行(条件 1，2)でも，作問の質はほとんど差がなく，質が高いという結果が出た。これは，事前テストの段階で既に独立な試行の確率問題は正答率が高く，学習者の理解度が高かったためと考えられる。また，余事象の確率とは違い，独立な試行の確率では試行の条件を付けることで，設定が決めやすくなり，かえって作問することが簡単になってしまった可能性がある。

表 4 余事象の確率の作問条件と作問の質

	余事象の確率	作問の質平均
例題	大小 2 個のさいころを使う	—
条件 1	大小 2 個のさいころを使う	3.50
条件 2	トランプを使う	1.88
条件 3	袋から玉を取り出す	2.75

表 5 独立な試行の確率の作問条件と作問の質

	独立な試行の確率	作問の質平均
例題	2 つの袋から玉を取り出す	—
条件 1	くじを引く	3.63
条件 2	1 個のさいころを使う	3.88
条件 3	袋 A,B から玉を取り出す	3.75

5.3 作問の質と事後テスト

余事象の確率分野における、作問の質と事後テストの関係を図 1 に示す。

図 1 より、作問の質が高い学習者ほど、その分野に対する理解度が高いため、事後テストの正答率も高いと予想していたが、必ずしもそうではないことがわかる。その結果が特に顕著に現れているのが、学習者 H と学習者 F である。学習者 H は、余事象の確率分野における作問の質が 3.33 と高かったが、事後テストの余事象の確率分野の正答率は 40% と低く、事前テストから点数が下がっている。一方で、学習者 F は、余事象の確率分野における作問の質が 1.33 とかなり低かったが、事後テストの余事象の確率分野の正答率は 100% で、点数では事前テストから 10 点も上がっている。

5.4 事前テストと正答率の変化

事前テストの正答率と学習前後での正答率の変化の関係を図 2 に示す。

図 2 より、事前テストで既に正答率の高い学習者は、学習後の正答率の変化が小さいことがわかる。これから、本実験での作問学習手法は、学習者 F のように確率分野の習熟度が低い学習者には、今回の作問学習は有効だったことがわかる。一方で、学習者 A や B のように、もともと確率分野の理解度が高い学習者は、学習前後で同じように問題を解いているため、理解度や考え方に変化はない。そのため、習熟度がある程度高い学習者には、今回の作問学習が不十分だった可能性がある。

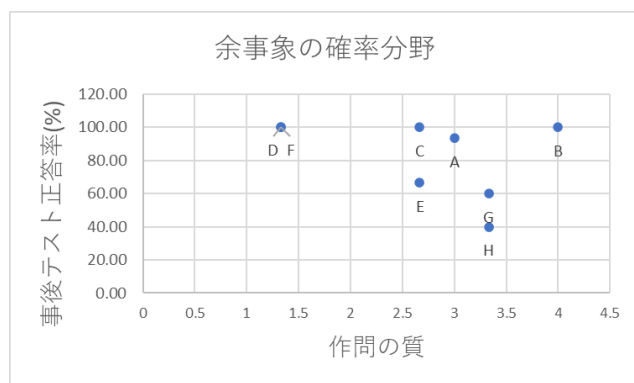


図 1 作問の質と事後テストの関係

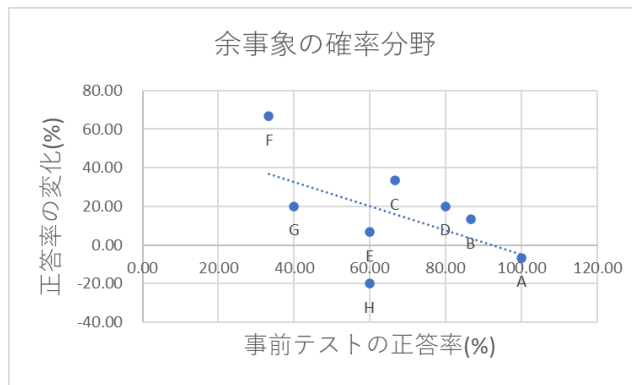


図 2 事前テストと学習前後の正答率の関係

6. 今後の課題

1 つは作問の質の評価基準の見直しである。今回の実験では、(カ)~(ケ)の 4 項目で評価したが、これでは質や学習者の理解度を計るのに不十分だった。この具体例を、実際に学習者 G と E が作成した問題で説明する。

G さん：独立な試行の確率問題

袋 A に赤玉 3 個白玉 2 個、袋 B に赤玉 2 個白玉 4 個入っている。A から B の順番で袋から玉を 1 つ取り出した時、白玉が 2 つ出る確率を求めよ。

【解答】袋 A、袋 B で白玉が取り出される確率は、それぞれ、 $\frac{2}{5}$, $\frac{2}{3}$

よって白玉 2 つが取り出される確率は

$$\frac{2}{5} \times \frac{2}{3} = \frac{4}{15}$$

E さん：独立な試行の確率問題

袋 A には白玉 3 個、赤玉 2 個、袋 B には白玉 3 個、赤玉 3 個が入っている。まず、袋 A から 1 個の玉を取り出して袋 B に入れ、よくかき混ぜて、袋 B から 1 個の玉を取り出すとき、袋 B から取り出した玉が白玉である確率を求めよ。

【解答】

(i) 袋 A から白玉を取り出し、袋 B から白玉を取り出す確率

袋 A の 5 個の玉の中から、3 個ある白玉を取り出す確率は、 $\frac{3}{5}$

袋 A の 7 個(6 個+1 個)の玉の中から、4 個(3 個+1 個)ある白玉を取り出す確率は、 $\frac{4}{7}$

よってその確率は $\frac{3}{5} \times \frac{4}{7} = \frac{12}{35}$

(ii)袋 A から赤玉を取り出し、袋 B から白玉を取り出す確率

袋 A の 5 個の玉の中から、2 個ある赤玉を取り出す確率は、 $\frac{2}{5}$

袋 A の 7 個(6 個+1 個)の玉の中から、3 個ある白玉を取り出す確率は、 $\frac{3}{7}$

よってその確率は $\frac{2}{5} \times \frac{3}{7} = \frac{6}{35}$

(i), (ii)より求める確率は $\frac{12}{35} + \frac{6}{35} = \frac{18}{35}$

(5) 高等学校指導要領解説数学編，文部科学省，
https://www.mext.go.jp/component/a_menu/education/micro_detail/_icsFiles/afieldfile/2012/06/06/1282000_5.pdf

これらの問題を(カ)~(ケ)の作問評価基準で採点すると、G さん、E さんともに 4 点満点となる。しかし、明らかに E さんの問題の方が難易度も高く、場合分けや排反事象なども考えられているが、評価に反映できていない。他にも、例題と全く同じ構成で似た問題を作成した学習者と、例題とは全く異なる問題を作成した学習者も差別化できていない。そのため、より詳しく学習者の理解度を計るためには、作問評価基準を見直す必要がある。

今回の実験で、質の高い作問ができる学習者は、その分野に対し必ずしも理解度が高くなっているわけではないことがわかった。なぜそのような結果になったのか、作問評価基準の見直しも踏まえ、様々な視点から検討し調査する必要がある。

また、今回統合過程を意識させるため、作問に条件を付けたが、表 5 のように独立な試行の確率では条件ごとにほとんど差はなく、条件を付けることで反って簡単になった可能性がある。条件ありとなしでの比較実験や、その条件の違いによる作問の質の変化で、学習の理解度および統合過程のレベルに差があるのか検証し、より有効な作問学習手法を考える。

参 考 文 献

- (1) 横山琢郎，平嶋宋、岡本真彦，竹内章:単文統合による作問を対象とした学習支援システムの長期利用とその効果，日本教育工学会論文誌，30(④)，pp.333-341(2007)
- (2) 高木正則，田中充，勅使河原可海，学生による問題作成およびその相互評価を可能とする協調学習型 WBT システム，情報処理学会論文誌，Vol.48，No.3(2007)
- (3) 山岸芳夫，「プログラミング基礎」における作問学習の実践，KIT Progress No.26(2017)
- (4) 石田 淳一，多鹿 秀継，算数文章解決における下位過程の分析，科学教育研究，Vol.17，No.1，P18-25(1993)

小学生のプログラミング思考過程の調査

財田 和季
千葉工業大学大学院

Survey of Programming Thinking Process of Elementary School Students

Kazuki Takarada
Graduate School of Chiba Institute of Technology

小学校でのプログラミング教育の狙いとして、「プログラミング的思考」を育むことなどがあげられる。(1)ピアジェの認知発達論, (2)学習方略との関係, などの観点から, 小学生のプログラミングにおける思考過程を調査した。アンケートと課題から, プログラミングができる小学生は認知的方略と柔軟的方略を使っていることがわかった。また, 必要な動きを考え、動きを命令(記号)に置き換え、そして命令を組み合わせているという, プログラミングにおける問題解決過程に沿った思考ができていると考えられる。逆にプログラミングが苦手な小学生は, 複数の制御ブロックなどが必要な問題の正答率が悪くなる傾向が見られた。

キーワード: ビジュアルプログラミング, 自己調整学習, コンピュータ操作, 初年次教育

1. はじめに

2020年度から始まった新しい学習指導要領では, 小学校におけるプログラミング教育が行われる。小学校でのプログラミング教育の狙いは, (1)「プログラミング的思考」を育むこと, (2) プログラムや情報社会の仕組みに気付き, 活用する。情報社会がコンピュータ等の情報技術によって支えられていることなどに気付くことができるようにするとともに, コンピュータ等を上手に活用して身近な問題を解決したり, よりよい社会を築いたりしようとする態度を育むこと, (3)各教科等の内容を指導する中で実施する場合には各教科等での学びをより確実なものとするものの3つとすることができる[1]。

本実験では, プログラミングがよくできる小学生とそうでない小学生の違いを見つけ, どのような思考をしているかを(1)ピアジェの認知発達論, (2)学習方略との関係, などの観点から調査した。

2. 先行研究

2.1 ピアジェの認知発達論

ピアジェの認知発達段階説 [2]では, 表1のように, 感覚的操作期, 前操作期具体的操作期, 形式的操作期の4種類の発達段階が存在する。調査の対象となる小学生は, 9歳から12歳の間であり, 「具体的操作期」と「形式的操作期」に該当する。具体的操作期は, 具体的な事物に対して物事に筋道を立て, 予測しながら考える論理的思考(具体的操作)が, 一応できるようになる年齢である。形式的操作期は, 論理的思考に加え, 抽象的思考ができるようになる年齢である。抽象的思考とは, 自分で実際に体験したものではなくても, 説明・映像などから具体的なイメージを描くことができることである。

表 1 ピアジェの認知発達段階説

年齢	特徴
0～2 歳 感覚運動期	・主に感覚と身体活動を通して、自分の働きかけたものとその結果との関係から学習していく。
2～7 歳 前操作期	・言語機能・運動機能ともに発達が著しく、物事を自分のイメージを使って区別して認識できるようになる。 教科力などは未発達で自己中心的な思考・行動になる
7～11 歳 具体的操作期	・論理的思考力が発達し、相手の気持ちを考えて発言・行動ができるようになる。 ・数的概念を理解し重さ・長さ・距離など比較可能になる。
11 歳～ 形式的操作期	・抽象的思考ができるようになる。 ・説明・映像などから具体的イメージを描くことができる。 ・知識・経験を応用し、仮説を立てて、結果を予測して行動・発言ができる。

2.2 学習方略

学習方略とは、学習を促進させる認知的な動きや行動の性質を意味する。例えば、柔軟的方略とは、学習の進め方を自分の理解度などの状態から柔軟的に変更していく方略である。プランニング方略とは、計画的に学習に取り組もうとする方略である。作業方略とは、テキストや参考書などを事前にきちんと準備したり、学習内容をノートに記入したりして覚えるといった、作業を中心として学習を進める方略である。リソース方略とは、トレーナーや友人などの人間関係を利用して学習を進める方略である。認知的方略とは、理解や集中力などといった認知的な働きを重視して学習を勧めようとする方略である。

2.3 プログラミングにおける問題解決過程

プログラミングにおける思考過程[4]を図1に示す。この過程では、問題文を理解したうえで、A)必要な動きを考える、B)動きを命令(記号)に置き換える、C)命令を組み合わせる、という操作を試行錯誤的に繰り返す。

す。A)は、問題の抽象化(どのよ B)は、処理(プロセス)の表現である C)は、プログラミング言語による記述である。

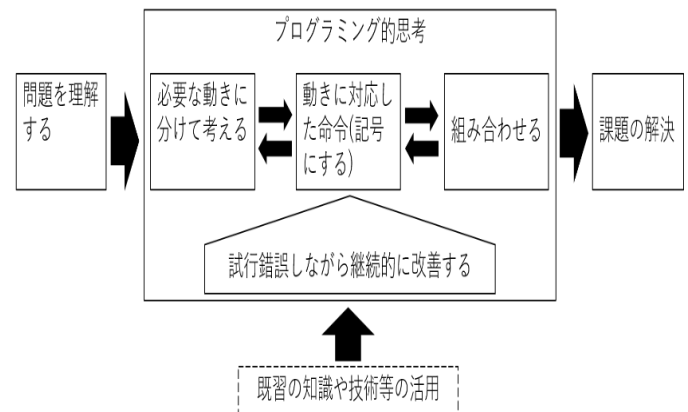


図 1 プログラミングにおける問題解決過程

3. 実験概要

3.1 調査概要

小学生8名を対象としてジュニア・プログラミング検定の課題とアンケート調査を行った。ジュニア・プログラミング検定の課題[5]と学習方略質問紙[3]を参考にプログラミングの際にどのようなことを行っているかやどの学習方略を多く使っているかなどについてアンケート調査を行った。

3.2 評価方法

ジュニア・プログラミング検定の課題では、「犬がコースを3周まわる」と「魔法使いとドラゴンの戦い」のテーマの問題を使う。問題では、ブロックの繋げ方やプログラムで使うブロックを問う問題を回答してもらい正答率から評価する。

学習方略については、5つの学習方略から合計33種類のアンケート調査を行い評価する。各方略について「よく使う(4)」、「少し使う(3)」、「あまり使わない(2)」、「全く使わない(1)」の4段階で回答してもらう。

3.3 実験の流れ

まず、ジュニア・プログラミング検定の課題を解いてもらう。次に、普段のプログラムでどのような学習方略を使っているかについて回答を行った。

ジュニア・プログラミング検定の課題は図2のようにプログラミングしたいブロックを上からどの順番に組み合わせるかを問う組み合わせ問題に回答してもらう。

【大】 旗がクリックされた時、右矢印キーの操作で犬を動かすとき、どの順番でブロックをつなげますか？上から順番にチェックしてください。
 図解方法がわからないとき、下に図解例があります。



図 2 ジュニア・プログラミング検定の課題例

4. 実験結果

4.1 ジュニア・プログラミング検定の課題の結果

ジュニア・プログラミング検定の課題の結果と各被験者の正答率を表 2 に示す。ジュニア・プログラミング検定の課題は、問題 4 までが「犬がコースを 3 周まわる」というテーマの問題である。このテーマでは、犬のスプライトに十字キーで移動できるようにするや背景の色によって移動するスピードを変えるプログラムをする問題を出題した。

問題 5 からは「魔法使いとドラゴンの戦い」のテーマの問題である。このテーマでは、魔法使いとドラゴンと魔法のスプライトにプログラムを行う。魔法のスプライトには、魔法使いのスプライトから魔法を発射させるプログラムを行う問題を出題した。ドラゴンにプログラムする問題は、数秒ごとに表示させ魔法のスプライトに当たったら音を出して消える問題を出題した。

表 2 ジュニア・プログラミング検定の課題の結果

	問題1	問題2	問題3	問題4	問題5	問題6	問題7	問題8	正答率
被験者A	○	○	×	×	×	○	×	×	38%
被験者B	○	○	○	○	×	○	○	×	75%
被験者C	○	○	○	×	○	×	×	○	63%
被験者D	○	○	×	○	×	○	○	×	63%
被験者E	○	○	×	○	×	○	×	○	63%
被験者F	○	○	×	×	○	×	○	×	50%
被験者G	○	×	○	×	○	○	×	×	50%
被験者H	○	○	×	○	○	○	○	○	88%
問題ごとの正答率	100%	88%	38%	50%	50%	75%	50%	38%	

表からジュニア・プログラミング検定の課題は、問題 1 や問題 2 のようによくできている問題と問題 3 や問題 8 のように多くの被験者が間違っている問題があることが分かる。

全体的に正答率の悪い問題では、ブロックを置く順番を考える子同士で間違い方が似ている。もし〜ならブロックとずっとブロックは一緒にするなどのしっかりと置くブロックの規則性をおぼえておらず順番が逆になったりしてしまっている。また、正答率が被験者 A は問題を読む際に、キーワードに着目しすぎ、テキストの例文や覚えていたお手本の文章をそのまま書き写してしまっている。

4.2 各学習方略アンケートの結果

4.2.1 柔軟的方略

柔軟的方略では、プログラミングする際に、まず頭の中で作るプログラムがどんなブロックを使う内容なのかを考える。アンケート結果の図 3 から、柔軟的方略はばらつきが大きく被験者の間で差がみられる。

4.2.2 プランニング方略

図 3 から、他の方略に比べて被験者に差はあまり見られなかった。また、普段の授業から設計書などを描いていることから平均数値が高い。

4.2.3 作業方略

各被験者の差が大きいことが分かった。アンケート項目から作業的方略の数値が低い被験者は、問題の見直しや間違った問題のチェックなどを行っていないことが多い。

4.2.4 リソース方略

アンケート結果から、リソース方略は全体的に平均が高く被験者の多くがリソース方略を使用できていることが分かる。授業中に多くのトレーナーが巡回し理解できていないと思われる生徒に積極的に声をかけるためこの数値が高くなると考える。

4.2.5 認知的方略

認知的方略は、作業的方略の次に数値が低く、ばらつきも大きい。被験者 H を除いて、アンケート項目 2 「プログラミングするときは、集中できるような工夫をする」と、項目 6 「新しいプログラムと今までのプログラムの関係を考えている」は数値が低い。

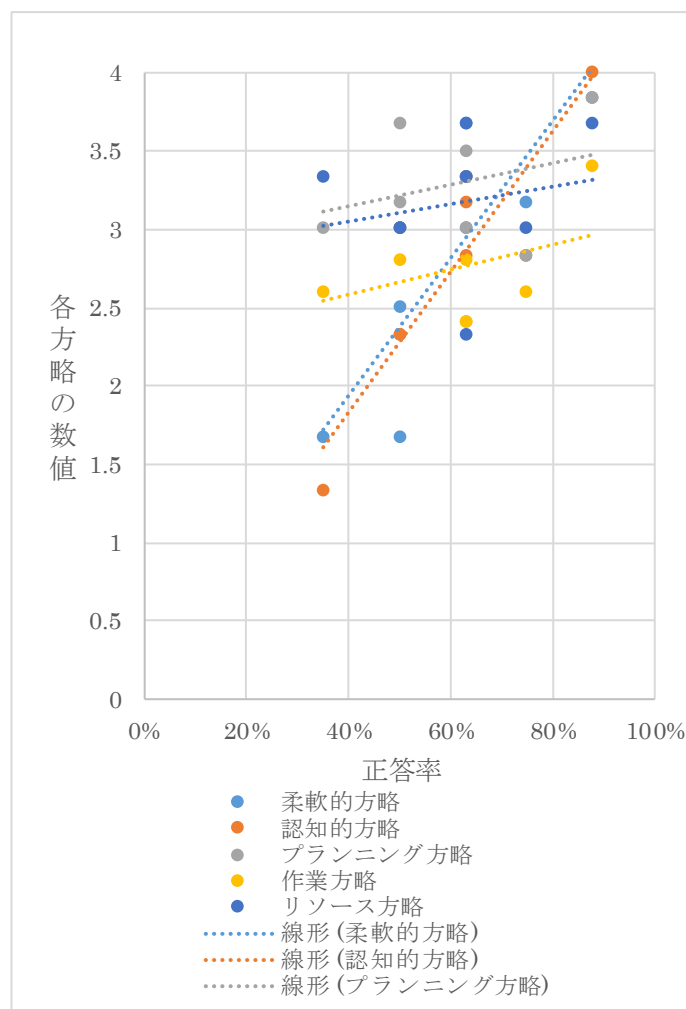


図 3 学習方略と正答率の表

5. 考察

表 3 は、被験者を課題全体の正答率で二群にわけ、使うブロックの数で分類した課題ごとの正答率を示した表である。表から、2つの制御ブロックと1つの変数ブロックを使う問題で正答率に差がみられた。

正答率が低い被験者は、複数の制御ブロックを用いる課題で、プログラムの動きが想像できず、ブロックの組み合わせ方を間違えてしまうのではないかと考えられる。

図3のアンケート結果では、各方略の数値と課題の正答率には関係はあり。特に、柔軟的方略と認知的方略では正答率と方略の数値に相関がみられる。

プログラミングができる小学生は問題文を理解したうえで、必要な動きを考え、動きを命令(記号)に置き換え、そして命令を組み合わせるプログラミングにおける問題解決過程に沿った思考ができていると考えられる。逆にプログラミングが苦手な小学生は、複数の制

御ブロックを持ちる複雑な問題で、動きを想像できず正答率が悪くなると考えられる。

表 3 問題の種類ごとの正答率

	1つの変数 ブロック	1つの制御 ブロックと 1つの変数 ブロック	2つの制御 ブロックと 1つの変数 ブロック
正 答 率 50%以下	100%	55.6%	25%
正 答 率 50%以上	100%	60%	70%

参 考 文 献

- (1) 小学校プログラミング教育の手引き(第三版), (閲覧日: 2021年1月20日)
https://www.mext.go.jp/a_menu/shotou/zvouhou/detail/1403162.htm
- (2) 滝沢武久: ピアジェ理論からみた思考の発達と心の教育, 幼年教育出版(2011)
- (3) 堀洋道: 心理測定尺度IV 子どもの発達を支える<対人関係・適応>, サイエンス社(2016)
- (4) 加藤直樹, 北澤武, 南葉宗弘, 樋山淳雄, 宮寺庸造: 小学校におけるプログラミング教育の理論と実践, 学分社(2019)
- (5) ジュニア・プログラミング検定, (閲覧日: 2021年1月20日)
<https://www.sikaku.gr.jp/is/ks/sample/>

ハイフレックス型授業における出席管理の1例

讃岐 勝^{*1}, 柳川信^{*2}, 片山京子^{*2}

^{*1} 筑波大学医学医療系, ^{*2} 筑波大学医学医療エリア支援室

A Case of Attendance Management in HyFlex Courses

Masaru SANUKI^{*1}, Makoto YANAGAWA^{*1}, Kyoko Katayama^{*1}

^{*1} Faculty of Medicine, University of Tsukuba,

^{*2} Academic Service Office for Faculty of Medicine, University of Tsukuba,

In this paper, we describe an attendance management system for hyflex (hybrid-flexible) courses/classes. We propose a unified method for managing attendance in different types of classes, such as face-to-face, live-streamed, and on-demand courses/classes.

キーワード: ログ解析, ハイフレックス型授業

1. はじめに: 出席管理について

COVID-19 の影響により, 2020 年度の上半期は日本のほとんどの大学でオンデマンドによるオンライン授業が実施された. 下半期については, 対面授業の一部再開, オンデマンド授業の継続, ライブ配信によるオンライン授業と様々な方法で授業が行われ, 多くの実践的な報告が行われている. 視聴ログを用いたユーザ全体の分析も行われているが, ユーザの個々の行動分析や個々のユーザが本当に視聴しているのかについての解析に関する報告はあまりない (遠隔授業における出席確認).

一方, 対面講義に関する出席確認に関する報告は医学部に関するものが非常に多い. カードリーダー, 生体認証²⁾, respon など LMS と連携するものなど多数あるが, 講義室に設置されて接触型のシステムを用いている学校が多い (対面授業における出席確認).

筑波大学医学類 (医学部医学科に相当, 以下では医学類と表記) では, 2020 年度の上半期はオンデマンドによる授業の主, 下半期については対面講義+オンライン授業のハイブリッド型授業, または, 対面講義+ライブ+オンデマンドによるハイフレックス型授業と対面による実習によって授業を展開した. ネットワークを利用した授業を展開するうえで実際に授業はどの程度視聴されているのか, 調査を行っている.

2021 年度, 医学類では実習以外の講義についてハイ

フレックス型の授業を展開し, その出席状況も把握することとなった. ハイフレックス型の授業のため, 対面講義とライブ配信による遠隔授業による出席確認をとり, 加えて, 外部の講師による授業の一部はオンデマンド配信による授業によって実施されるので, まったく異なる授業形態における出席管理を行う必要がある. 本稿では, 異なる状況下における出席を一元的に管理するシステムの1例について紹介したい.

1.1 出席管理システム

本稿では, 大学で契約している LMS および認証システムと連携する配信システムを利用してライブ配信・オンデマンド配信の視聴履歴を取得する仕組みと, 対面講義による出席ログを合わせる方法によって出席確認システムを構築した. LMS はコンテンツにアクセスする窓口であるため, LMS に合わせた形でシステムを構築する (本学では朝日ネット社の manaba を利用. 詳細は 3.2 を参照).

2 章では, 出席管理システムを構築するうえで必要となる時間割の電子化について述べる. 3 章では, 各種授業形態における出席の確認方法・システムについて述べる. 4 章では, 実際に発生したトラブルについて述べる. 5 章では, 出席管理システムについて概要を紹介する (実際のシステムは当日示す). 6 章では本稿におけるまとめについて述べる.

2. WEB 時間割の作成

医学類の授業は、定まった曜日と時限で実施されず、図 1 で示す通りテーマごとに集中した時間割であり、各コマでの出席確認をするには時間割を電子化する必要がある。

図 1 WEB 時間割（2 年生の 2021 年 4 月の時間割）

医師による授業が多いため時間割変更が多いことから、2018 年度から WEB にて時間割変更を伝えるシステムが HTML ベースで構築された。しかし時間割変更のみを伝える仕組みであったため学生からの評判は良くなかった。そこで、著者らは、2019 年度より WEB に時間割そのものを掲載する仕組みを markdown 形式でメンテナンスできるよう再構築した。2020 年度からは Microsoft Excel の VBA によって時間割のデータを授業変更の履歴含めて管理および WEB に掲載する仕組みを構築し³⁾、2021 年度は継続してシステムを運用している。

表 1 は Excel で管理する項目であり、入力した内容が WEB にそのまま反映される。

表 1 WEB 時間割の管理項目

管理項目	備考
月	
日	
曜日	
注釈	授業の曜日変わった時など
時限	
コマ数	連続した授業の場合に使用

形式	実習，試験などを明示 (該当コマの色の変更)
タイトル	
講師	

上記まで管理をしているため、各授業について出席確認（ログの取得）ができれば、出席について入力することができると考えられる。

3. 出席確認の方法

3.1 対面講義の場合

医学類では、2011 年度より教室にカードリーダーを設置し学生証をかざすことで出席を管理できるシステム（カードリーダー）を導入している。導入当時は学生証をかざすと氏名が出るような専用システムを利用していたが（図 2）、維持・管理に費用が掛かることから、2020 年度からは医学類関係の建物の入退室のためのセキュリティドアのシステムに相乗りすることにした（図 3）。



図 2 対面授業における出席管理システム（2019 年度まで）



図 3 対面授業における出席管理システム（2020 年度から）

変更によって、確認画面はなくなり、確認音だけとなるシステムになっている。ログについては、システムが変わっても次の項目が取得できるため、出席確認は可能である。

表 2 対面授業における出席確認

管理項目	備考
学籍番号	学生名も含む
読み取り時間	
読み取り場所	教室には 2 台の端末が設置

学生は授業の始まる直前の休憩時間である 15 分間の間に学生証をかざすことで出席したと判定される。同室で授業が連続して行われる場合には、休憩時間のたびに学生証をかざして出席確認を行う。

3.2 ライブ配信における視聴

筑波大学（以下、本学）では、LMS としてアサヒネット社の manaba を利用している。動画配信システムとして Mediasite 社のメディアサイトサーバを学内にオンプレミス環境で利用しており、ブラウザを経由したストリーミング配信によるライブ視聴ができる。それぞれの認証は shibboleth 認証で行っており Single-Sign On (SSO) による認証が可能である。ライブ配信情報の URL を manaba に掲載しても、配信サーバの URL に直接アクセスしても、視聴ログは配信サーバに統一的に保存される。

表 3 ライブ配信における取得項目

管理項目	備考
学籍番号	認証システムから取得
アクセス 開始時間	接続した時間
アクセス 終了時間	セッションが切れる時間。サーバとクライアントは約 10 秒に 1 度セッションが貼られているか確認する。
接続環境	IP アドレス、FQDN
端末情報	OS、ブラウザなど

出席の確認については、対面講義の場合に即した形で次のように行うことにした。

- 授業の開始前までに視聴 URL にアクセスする。
- 実際に実施された時間を計測する。ライブ配信された授業は、復習のためオンデマンド配信されるため、オンデマンド配信のコンテンツの長さから計測可能である。

- アクセス終了時間と開始時間の差から視聴時間を計算し、実際の視聴時間との割合から出席したか否かを判定する（80%程度で出席したと判定する）。

3.3 オンデマンド配信における視聴

オンデマンド配信はライブ配信と同じ配信システムを利用して行う。外部講師から事前に取得した動画ファイルを配信サーバにアップロードし、それを配信する。そのため、表 3 と同様の項目に関するログが取得でき、ライブ配信と同じロジックで出席確認ができる。1 つ違うのは倍速再生ができることであり、視聴時間に少しあいまいさが残る。ただし、視聴割合を 80%程度としていることから、あいまいさについては問題になっていないことが確認できている。

4. 改善点について

2020 年度に実際に運用をしたところ、多くの改善点があることが判明した。実際の改善点・改良案について紹介する。

4.1 対面授業における改善点

4.1.1 システムの変更に関して

確認画面が出ない点に関しては、確認音がなること・周知を十分にしたから大きな問題は起きなかった。

4.1.2 判定時間前の出席の可否

授業の始まる直前の休憩時間の前に学生証をかざしてしまった場合の出席の可否について、問い合わせがあった。WEB 時間割の構築およびライブ配信されたコンテンツのオンデマンド化によって、学生はいつから教室に入ることができるのか、対象となる授業の前の授業がいつ終わったのか判定できるようになったため、15 分間のうちというルールは若干緩和することにし、教室に入れるようになった時点から出席扱いにするように一部判定を変更した（数時間前に認証したのは取り除く）。

4.2 ライブ配信における改善点

4.2.1 ネットワークトラブルに関して

ライブ配信において、ネットワークに不具合があると配信が遅くなったり、止まったりすることがある。

また、ブラウザによる再読み込みをした場合、出席の判定（ログ）はどのようになるのか、という問い合わせが多かった。本システムにおいては、約 10 秒ごとにセッションが張られているか確認するため、ブラウザの再読み込みをしても視聴は継続されるため、ログには何も残らない。同様に配信が遅くなってもセッションは張られたままのため、出席に関して学生に不利になることはなかった。

4.2.2 端末の交換

端末のバッテリーの問題や、ネットワークを切り替えるために視聴中に端末を交換する事例があった。子の場合、ログとしては交換前と交換後の 2 つのログが記録される。そのため、出席は 2 つのログを合わせることで判定を行った。端末交換に要する時間が数分であれば、欠席扱いにならないようになっている。

4.2.3 対面授業との併用

学生証での出席登録をしたうえで、ライブ配信による視聴（再生）をする学生がいた。確認をすると、カードリーダーにかざしたか定かではないので、ライブ配信による再生を行っていた。本ケースの場合、対面講義に出席したと判定している。

4.2.4 ブラウザによるライブ配信による問題

視聴のためには URL を事前にクリックして、配信されるのを待つことで本人がいなくとも出席したとみなされるということがログから判明した。この場合、視聴していないとは判断できない。現時点では出席したと判定しているが、今後の課題である。

4.2.5 なぜブラウザベースのシステムの可否

本学では、双方向型のライブ配信（同期型授業）をするツールとして、Microsoft Teams や Zoom の WEB 会議システムが利用され医学類では TBL 教育などで利用されている¹⁾。Microsoft Teams の録画機能を利用すると Microsoft Stream で動画配信でき、こちらも学内にて利用されている。

医学類においては、少なからず臨床情報を用いて講義がなされるため、外部のサーバにコンテンツが保存されるのは危険という認識があったため学内のオンプレミス環境を利用している。学生からは Single-Sign On 認証によって LMS 経由で再ログインすることなく視聴できることから外部のサービスを利用してほしいという声は上がっていない。

5. 出席管理システムの概要

対面授業、ライブ配信、オンデマンド配信のログを統合することによって、出席管理システムが構成される。本稿では取得されたデータがどのように連携されるのかについて、図 4 で示す。

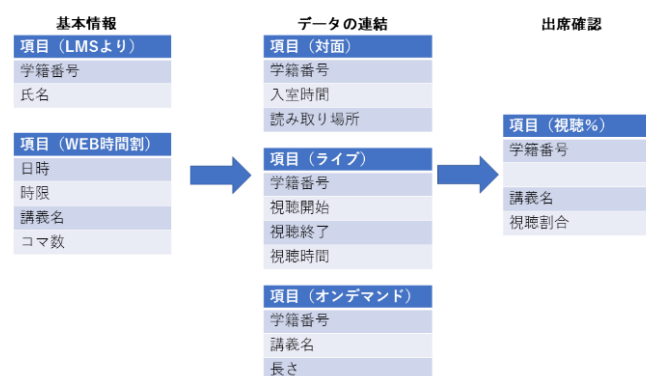


図 4 出席管理システム

LMS と WEB 時間割から学生情報と時間割の情報を取得して、各種授業の出席ログを統合して、出席割合を計算しパーセンテージで出席したかを判定する。

6. まとめ

本稿では、Single-Sign On 認証できる LMS、配信システムを用いたハイフレックス型の授業における出席確認システムについて紹介した。しかし、ネットワークや視聴する学生の環境によって様々なログが取得できるため、1 つに統合するためには運用を重ねて、状況を 1 つずつ整理する必要がある。

参 考 文 献

- (1) 木村 友和ほか: 筑波大学におけるオンラインテュートリアル経験, 医学教育 Vol.51, No.3, pp.258-359 (2020)
- (2) 中木敏夫, 松村喜一郎, 古井滋: 生体認証を用いた医学生の出欠管理の試み, 医学教育 Vol.35, No.5, pp.299-304 (2006)
- (3) 筑波大学医学群医学類 WEB 時間割, <http://www.md.tsukuba.ac.jp/mdtt/> (2021 年 4 月 14 日確認)

グループディスカッション遠隔指導支援のための SHAP 値による特徴量重要度の分析

小松眞子^{*1}, 高田知裕^{*1}, 根子稚絢^{*2}, 卯木輝彦^{*3}, 敷田幹文^{*1}

^{*1} 高知工科大学, ^{*2} NRI システムテクノ, ^{*3} フォトロン

An Analysis of Student Behavior by SHAP Values for Remote Teaching of Group Discussion

Mako Komatsu^{*1}, Chihiro Takada^{*1}, Chihiro Neshi^{*2}, Teruhiko Unoki^{*3}, Mikifumi Shikida^{*1}

^{*1} Kochi University of Technology, ^{*2} NRI System Techno, Ltd., ^{*3} Photron Limited

近年、採用試験の一部としてグループディスカッションが実施されており、大学では就職担当の教員がグループディスカッションの指導を行うことがある。遠隔での指導が多い現在、教員が複数グループを指導する場合、対面時のように部屋全体を見回すことが難しく、指導機会を見逃してしまうといった課題がある。このような課題に対して、我々は各グループの指導が必要な場면을教員に提示する遠隔指導支援システムの実現を目指している。本論文では、実現計画の一部として、映像から得られる特徴量を用いて学生の評価を3段階に分類するモデルを作成し、分類に影響が大きく、支援システムに利用可能な特徴量を SHAP 値分析によって明らかにする。

キーワード: グループディスカッション, 遠隔指導, 映像分析, 機械学習

1. はじめに

近年、日本では企業の採用試験の一部として、グループディスカッションが実施されている⁽¹⁾。グループディスカッションは、コミュニケーション力や積極性など、書類や面接からは分からない能力を図ることができるため、重要視されている。

大学では、学生を対象に就職担当の教員がグループディスカッションの指導を行うことがある。ディスカッションを行うグループが1つの場合、指導者が十分な指導を行うことが可能である。しかし、複数グループが同時にディスカッションを行う場合、遠隔指導では対面時のように部屋全体を見回すことが難しく、1グループを指導している間に他のグループの指導機会を見逃してしまうといった課題がある。これらの背景から、我々はグループディスカッションに着目した研究を行っている。現在、遠隔での指導機会が増加していることから⁽²⁾、本研究計画では、複数グループのグ

ループディスカッションの遠隔指導を対象とする。

これらの課題を解決するために、本計画ではセンサーなどの特殊なデバイスや大掛かりな設備を使用せず、指導教員に対して各グループの指導が必要な場면을提示する支援システムの実現を目指す。この計画の一部として、本論文ではカメラ映像のみから得られる特徴量を用いて、学生の評価を合格、ボーダーライン、不合格の3つに分類するモデルを作成し、分類に影響の大きい特徴量を SHAP 値分析によって明らかにする。

2. 関連研究

Aran らは、グループの会話の中の参加者の非言語行動から特徴量を抽出し、性格を推定するモデルを構築評価している⁽³⁾。このモデルでは、音声情報など外部デバイスを使用して取得した情報を使用し、高い精度での推定に成功している。また、我々の想定する状況と似た研究として、Muralidhar らは就職面接での評価と非言語特徴量の相関関係を分析している⁽⁴⁾。こ

の研究は一対一での面接を対象としており、特徴量の分析にはセンサーなどのデバイスを使用している。このように、分類モデルや特徴量計測に関連した研究は数多くあり、それらの多くはセンサーなどのデバイスを用いている。本計画では、教育現場での実際の運用を想定し、専用のデバイスや設備が不要な支援を目指すため、参加者の上半身が映った対面グループディスカッションの映像を使用し、映像から得られる特徴量によって分類推定が可能であるかを検討する。

3. 実験

3.1 実験概要

本実験では、グループディスカッション中の映像から特徴量を計測し、採用試験の結果として学生を合格、ボーダーライン、不合格の3つに分類するモデルの作成を行う。また、SHAP 値分析を行い、分類モデルの分類に影響度の大きい特徴量は何かを明らかにする。

3.2 グループディスカッション映像

本実験では、男性2名、女性2名の4名を1グループとして、30分間決められたテーマについてディスカッションを行い、グループ内で意見をまとめて発表の様子を撮影した映像を使用する。ディスカッション参加者は、男性4人女性4人の20代の大学生計8名で、2つのグループのディスカッションをiPadで撮影

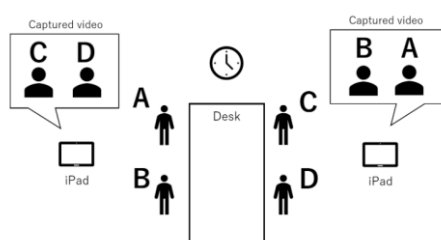


図 1 グループディスカッションの様子



図 2 使用した映像の一部

している。図1はディスカッションの様子を表した図である。実際に使用した映像の一部が図2である。

3.3 特徴量の計測と学生評価

グループディスカッションの30分の動画を10秒間のスロットに分割し、スロット毎に実験参加者の特徴量の計測と学習者としての評価を行う。このとき、スロット毎に「発言者」と「非発言者」に分類して、それぞれの項目で計測、評価を行う。これらの工程は全て人手により行う。

特徴量の計測では、映像から分かる特徴量を計測する。X+数字と特徴量の対応を表1に示す。各特徴量の計測項目は表2に示す。この特徴量は、映像と音声のみから計測可能な客観的指標とする。表1より、発言者に12項目(X1~X12)、非発言者に18項目(X1~X10, X13~X20)の指標を設定し、5段階でスロット毎に発言者1名、非発言者3名を対象に各項目を計測する。

学習者としての評価では、それぞれの実験参加者を表3の項目により評価する。これは指導者の視点から見た、協調性や他者への配慮などコミュニケーション能力についての評価である。「他の人に伝えようと努力しているか」など発言者に10項目、非発言者に5項目の評価を設定し、「非常にあてはまる」を5、「当てはまらない」を1とする5段階でスロット毎に発言者1人と非発言者3人の各項目を評価する。

表 1 特徴量

発言者	非発言者	番号	特徴量
✓	✓	X1	笑顔の度合い
✓	✓	X2	笑顔の時間
✓	✓	X3	片方の肘をついている時間
✓	✓	X4	両方の肘をついている時間
✓	✓	X5	顔や髪を手で触っている時間
✓	✓	X6	腕を組んでいる時間
✓	✓	X7	ペンを両手で持っている時間
✓	✓	X8	ペンを回している時間
✓	✓	X9	手を動かしている時間
✓	✓	X10	発言者以外とのアイコンタクトの回数
✓		X11	発言の音量
✓		X12	発言の時間
	✓	X13	顔の左右の向き（発言者を0度）
	✓	X14	顔の上下の向き（発言者を0度）
	✓	X15	うなずきの回数
	✓	X16	首を傾けた回数
	✓	X17	何らかの意思表示以外の顔の向きの度合い
	✓	X18	メモをしている時間
	✓	X19	メモ中に顔を挙げて発言者を見た回数
	✓	X20	口を閉じている時間

表 2 特徴量の計測項目

対象者	項目	数字の意味				
		1	2	3	4	5
全体	X1	真顔（笑顔でない）	口角が若干上がっている	口角が少し上がっている	口角が上がっている	歯が見える
	X2	0 秒	0～2 秒	2～4 秒	4～6 秒	6 秒超過
	X3	0 秒	0～2 秒	2～4 秒	4～6 秒	6 秒超過
	X4	0 秒	0～2 秒	2～4 秒	4～6 秒	6 秒超過
	X5	0 秒	0～2 秒	2～4 秒	4～6 秒	6 秒超過
	X6	0 秒	0～2 秒	2～4 秒	4～6 秒	6 秒超過
	X7	0 秒	0～2 秒	2～4 秒	4～6 秒	6 秒超過
	X8	0 秒	0～2 秒	2～4 秒	4～6 秒	6 秒超過
	X9	0 秒	0～2 秒	2～4 秒	4～6 秒	6 秒超過
	X10	0 回	1 回	2 回	3 回	4 回以上
発言者	X11	注意しないと聞こえない	少し聞き取りづらい	普通（日常会話程度）	少し大きめに話している	はっきりと聞こえる
	X12	0 秒	0～2 秒	2～4 秒	4～6 秒	6 秒超過
非発言者	X13	それ以上または発言者不在	約+90 度	約+60 度	約+30 度	約 0 度
	X14	約+60 度または発言者不在		約+30 度		約 0 度
	X15	0 回	1 回	2 回	3 回	4 回以上
	X16	0 回	1 回	2 回	3 回	4 回以上
	X17	あまり動いてない	少し動いている	動いている	大きく動いている	激しく動いている
	X18	0 秒	0～2 秒	2～4 秒	4～6 秒	6 秒超過
	X19	0 回	1 回	2 回	3 回	4 回以上
	X20	0～2 秒	2～4 秒	4～6 秒	6～8 秒	8 秒超過

表 3 学習者としての評価項目

対象者	項目
発言者	他の人に伝えようと努力しているか
	論理的であるか
	話の内容が理解しやすいか
	話の流れを無視していないか
	議論を推し進めるような発言ができたか
	周囲に意見を求めるなど議論の展開に貢献できたか
	様々な意見をまとめて整理できたか
	議論の修正ができたか
	場を和ませるなどして、話しやすい雰囲気を作り出せたか
	頭ごなしに人の意見を否定していないか
非発言者	会議に積極的に参加しようとしているか
	注意力が散漫でないか
	協調性があるか
	自身の意思を主張していたか
	好感が持てるか

3.4 分類モデルと SHAP 値分析

本論文では、3.3 節で得た特徴量と評価を用いて、採用試験の結果として学生を「合格」、「ボーダーライン」、「不合格」の 3 段階に分類するモデルを作成する。まず、発言者と非発言者のそれぞれで合計値の分布図を作成する。この時の合計値とは、表 2 に示したスロット毎の特徴量計測項目の点数の合計である。この分布図を 3 段階に分け、分類推定をする機械学習モデルを作成する。このとき、合計値のデータの 75% をトレーニングデータ、25% をテスト用データとして XGboost を用いて作成する。XGboost は、機械学習アルゴリズムの 1 つである勾配ブースティングのライブラリであ

る^⑤。その後、SHAP 値を用いて、特徴量重要度の評価を行う。SHAP (SHapley Additive exPlanations) 値とは、ゲーム理論を応用した、機械学習の推定結果の理由を説明する方法の 1 つである^⑥。SHAP 値を用いることによって、分類モデルの分類結果に各特徴量がどの程度影響しているかを表す特徴量重要度を求めることができる。

4. 結果

4.1 分類モデル

XGboost で作成したモデルの Confusion Matrix を表 4、表 5 に示す。A が合格、B がボーダーライン、C が不合格を示している。横軸の Predicted の A, B, C が作成モデルの予測した 3 分類であり、縦軸の Actual の A, B, C が実際の 3 分類である。表 4 を例とすると、横軸 Predicted A、縦軸 Actual A のマスに

表 4 発言者の Confusion Matrix

		Predicted		
		A	B	C
Actual	A	3	10	0
	B	2	48	4
	C	1	6	4

表 5 非発言者の Confusion Matrix

		Predicted		
		A	B	C
Actual	A	62	40	1
	B	30	62	6
	C	1	19	60

ある 3 という数字は、分類モデルが学生を合格と分類して、実際に正解した個数である。分類モデルの正解率は発言者が 71%、非発言者が 65%と、支援システムの実現に有用な精度で分類できているといえる。

4.2 特徴量重要度

各特徴量が分類モデルの分類にどれほど影響しているのか、SHAP 値を用いて分析した結果を図 3、図 4 に示す。図の上部、横軸の値が大きいほど分類への影響度が高く、重要な特徴量であるといえる。各棒グラフの色は特徴量が 3 段階の分類にどの程度影響したかを示している。図 3 を例とすると、最も特徴量重要度が大きい X9「手を動かしている時間」は A の分類に最も大きく影響しており、B と C の分類には同程度影響しているということが分かる。発言者、非発言者どちらにおいても、A、C のいずれかに特に影響している項目はなく、どちらも同等な項目が多い。このことから、良い評価のみに影響する特徴量、悪い評価のみに影響するといった特徴量はないということがいえる。

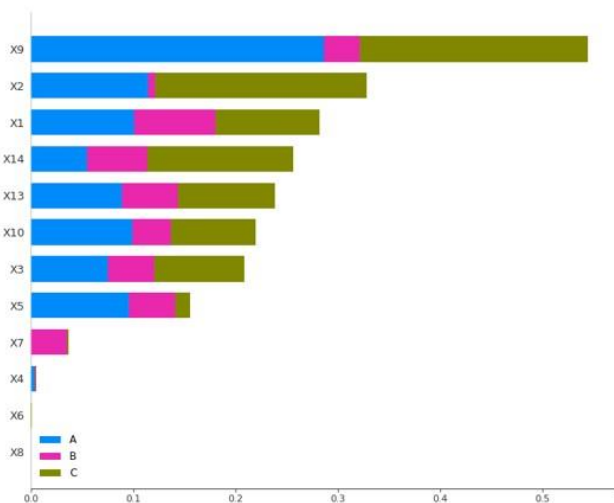


図 3 発言者の SHAP 値

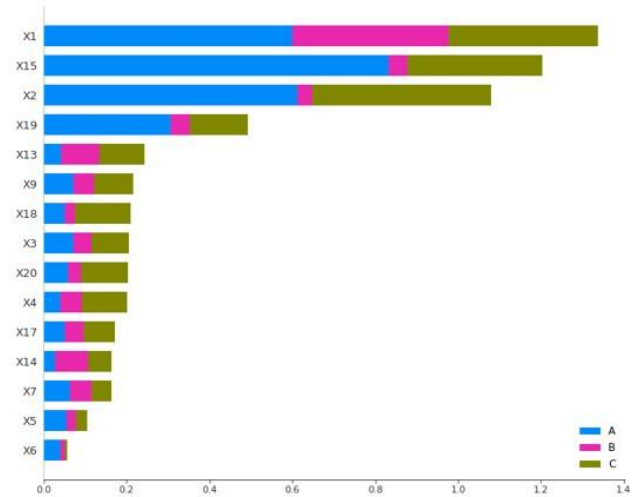


図 4 非発言者の SHAP 値

5. 考察

5.1 発言者

図 3 より、「手を動かしている時間」が発言者の分類推定に最も影響している特徴量であり、「笑顔の時間」、「笑顔の度合い」などの項目も分類に影響を与えていることが分かる。この結果から、グループディスカッションにおいて、発言者が手振りをを使って意見を伝えようとしているか、他の参加者に対して笑いかけているかといった特徴量が重要であるといえる。これらの特徴量が計測できた場면을指導教員に知らせることで、評価を行う際の支援として役立てることができると考える。

その一方で、「ペンを両手で持っている時間」、「両方の肘をついている時間割合」、「腕を組んでいる時間」、「ペンを回している時間」の項目は、分類に対する影響が低いという結果になった。このことから、影響の低い項目は支援システムに利用する必要がないといえる。

5.2 非発言者

図 4 より、「笑顔の度合い」、「うなずきの回数」、「笑顔の時間」が非発言者の分類推定に大きく影響している特徴量であることが分かる。この結果から、非発言者が発言者のほうを向いて話を聞いているか、うなずきながら話を聞いているかといった特徴量が重要であるといえる。これらの非発言者の特徴量が計測できた場면을指導教員に知らせることで、評価の支援として

役立てることができる。

一方で、「ペンを両手で持っている時間」、「顔や髪を手で触っている時間」、「腕を組んでいる時間」は分類に対する影響が低い特徴量であることが分かった。これらの特徴量は、支援システムには利用する必要がないといえる。

5.3 支援システム実現に向けて

本論文では、映像から得られる特徴量から作成したモデルを使って、3段階評価の分類推定ができることが明らかになった。評価の分類結果や重要度の高い特徴量を計測した場面を指導教員に知らせることで、教員がグループディスカッションの映像を見て学生の評価を行う際に、指導機会を見逃してしまうといった課題への支援に役立てられると考える。

支援システムが実現した場合、指導教員はグループディスカッションを撮影した映像全体から、システムによって指導が必要な場面を知ることができるため、通知された場面の前後を含めた映像を見ることによって、すべての映像を見て指導機会を探すことや学生を評価する負担が低減できると考える。また、リアルタイムの支援が実現できると、学生と同じ教室に補助教員がいた場合、指導すべき場面があったという通知を受け取り、遠隔から指導教員が補助教員へグループの様子を見るように伝えるなど、支援システムによってより指導しやすくすることが可能ではないかと考える。

4.1 節より、本稿で作成した分類モデルは指導機会が必要な場面を通知するような支援システムの実現に利用可能であるといえる精度で分類できていることが分かる。また、計測した特徴量は、映像から手や顔の検出、音声認識などを用いることで自動的に計測することが可能であると考えられる。このことから、分類モデルと合わせることで、自動的な支援、リアルタイムでの支援を実現できる可能性があるといえる。また、さらなる精度向上のために、その他の特徴量項目も検討すべきであると考えられる。

6. おわりに

本論文では、グループディスカッションの映像から得られる特徴量を用いて分類モデルを作成し、学生の評価の分類推定が可能であるか、分類に影響の大きい

特徴量はなにかについて明らかにした。実験結果より、映像から得られる特徴量を用いて作成した分類モデルは、システムに利用可能と言える精度の分類推定が可能であることと、分類に影響の高い特徴量が何かを明らかにすることができた。これらの結果は、指導者のグループディスカッションに対する遠隔指導を支援するシステムの実現において、映像から得られる特徴量に有用性がある事を示している。また、本実験では大学生のグループディスカッションを対象としたが、今後は他の場面への適用も視野に入れ、データ数を増加させた分析や支援システムの実現を目指す。

参 考 文 献

- (1) マイナビ 2020 年卒学生就職モニター調査 5 月の活動状況, https://saponet.mynavi.jp/wp/wp-content/uploads/2019/06/monitor2020_4.pdf (2021 年 4 月 14 日確認)
- (2) 大学等における後期授業の実施方針の調査について, https://www.mext.go.jp/content/20200915_mxt_kouhou01-000004520_1.pdf (2021 年 4 月 14 日確認)
- (3) O.Aran and D.Gatica-Perez: “One of a kind: Inferring personality impressions in meetings”, Proceedings of the 15th ACM on International Conference on Multimodal Interaction, pp.11–18(2013).
- (4) S.Muralidhar, L.S.Nguyen, D.Frauendorfer, J.-M.Odobez, et al.: “Training on the job: Behavioral analysis of job interviews in hospitality”, Proceedings of the 18th ACM International Conference on Multimodal Interaction, pp.84–91 (2016)
- (5) Tianqi Chen, Carlos Guestrin: “XGBoost: A Scalable Tree Boosting System”, the 22nd ACM SIGKDD International Conference (2016)
- (6) Scott Lundberg and Su-In Lee: “A Unified Approach to Interpreting Model Predictions”, Advances in Neural Information Processing Systems 30 (NIPS 2017)

観点を反映した深層学習および強化学習による 学術論文の自動要約生成

Li Jinghong ^{*1}, 太田 光一 ^{*1}, 長谷川 忍 ^{*1}

^{*1} 北陸先端科学技術大学院大学

Automatic Summarization for Academic Articles using Deep Learning and Reinforcement Learning with Viewpoints

Li Jinghong ^{*1}, Koichi Ota ^{*1}, Shinobu Hasegawa ^{*1}

^{*1} Japan Advanced Institute of Science and Technology

The purpose of this research is to develop an automatic summarization system for research articles that reflects the viewpoints such as the research background, purpose, method, and evaluation to support surveys by researchers and students. Since there are limited datasets on the summary reflecting the viewpoints, we adopt supervised machine learning, reinforcement learning, and dynamic programming to extract the critical sentences in each viewpoint. The agent automatically extracts summary sentences based on the reward function to test the potentials of improving summarization accuracy.

キーワード: 学術論文要約, 自動要約, 観点, 深層学習, 強化学習, 動的計画法

1. はじめに

研究者や学生が新たな研究を始める際には、関連研究のサーベイを通じて当該研究分野の最前線を理解することが不可欠である。特に近年では、膨大な量の学術論文がオンラインまたはオープン化されており、それらの中から必要な情報を収集・整理することは、研究活動の初期段階において重要な役割を果たす。また、研究の進捗状況によって関連研究で注目すべき箇所が異なることもしばしばあり、学術論文を構成する背景や目的、方法、実験、評価などといったサーベイの観点を反映する情報を収集することは、効果的に研究を進めるうえで重要である⁽¹⁾。

一方で、インターネットの普及によって膨大なテキストデータから重要な情報を把握するための技術として自動要約が注目されている。従来の学術論文に対する自動要約に関する研究では、主にアブストラクトの生成が対象となってきた⁽²⁾。しかしながら、関連研究に基づく背景や、研究方法として利用される技術等といった観点に基づいて要約を行う場合には、アブストラ

クトにそれらの情報が十分に含まれておらず、対応する要約文が既知でないため、自動生成は容易ではない。

これらの問題に対し、本稿では観点を反映した深層学習の分類タスクをベースとし、強化学習により抽出要約文を作成するアプローチを提案する。これを実現するために、研究者や学生の学術論文サーベイに対する観点を反映した自動抽出要約を生成するシステムを開発することを目指す。

Cheng らは抽出要約のための教師あり機械学習の手法を提案している⁽³⁾。しかしながら、観点を反映した自動要約を実現する際には、あらかじめ十分な規模のデータセットを準備することが困難である。そこで本研究では、少数のデータセットを用意し、深層学習による分類手法と強化学習による重要文抽出手法を組み合わせることで、小規模な教師データによる自動要約抽出タスクにおける精度向上を目指す。

2. 関連研究

単一文書に対する自動要約の研究は、文書全体の内容を代表する文章や語を抽出する抽出要約(Extract

Summarization)と、文書全体の内容を表す文章を新たに生成する抽象要約(Abstract Summarization)に大別される⁽⁴⁾。本研究では学術論文の情報量をサーベイの観点を反映しながら削減することで、研究者や学生がより多くの関連研究を把握できるようにすることを目的としているため、主に学術論文および抽出要約を対象とする関連研究について述べる。

2.1 学術論文に対する自動要約

学術論文に対する自動要約の関連研究としては、Contractor らによる論文構造に注目した分類器を用いた抽出要約の生成が挙げられる⁽²⁾。ここでは、文章情報を分類器でクラスタリングすることで冗長性の緩和を達成している点に特徴がある。中須賀らは談話構造を利用した特徴量を利用して、学術論文要約において談話構造が精度の向上に有用であるかどうかについて検証している⁽⁵⁾。平井らは、論文の構成要素を Conditional Random Field (CRF)により、実験の図、表、段落に分類することで、実験情報を論文構成要素に基づいて抽出する手法を提案した⁽⁶⁾。

2.2 抽出要約に関する最近の手法

神谷らは、レビューから重要語を抽出し、深層学習の LSTM 時系列ネットワークを利用して要約を生成する実験を行っている⁽⁷⁾。文書量に頼らず重要な内容を含む要約の生成が期待できるが、本研究で対象としている学術論文とは文章構造や観点が異なっている。梁らは自動要約問題を文圧縮に関する強化学習問題として定式化し、報酬に要約長を用いて新聞記事要約を生成できることを示した⁽⁸⁾。しかしながら、要約長の制御のみを扱っており、要約の内容と可読性は保証されていない。また、Lee らは、文章の内容と位置をベクトル化し、候補文の選択を行動として学習することにより、深層強化学習による自動抽出要約を提案している⁽⁹⁾。しかしながら、本研究で対象とするサーベイの観点は扱われておらず、アブストラクトのような Gold Standard が存在していないため、そのまま適用することは困難である。富田らは、整数計画法を用いた重要文抽出と文圧縮の両方を同時に行う抽出要約モデルを提案し、文中の冗長な表現を削除できることを示した

⁽¹⁰⁾。しかしながら、本研究で要求される観点を代表するような重要文が無視される可能性がある。泉田らは制約付き線形強化学習の最適化問題として抽出要約を定式化した⁽¹¹⁾。しかしながら、複雑で大規模な文章要約の環境で報酬関数を設定することが困難であり、自動要約に適用するには課題がある。

3. 提案手法

本研究では、学術論文におけるサーベイの観点を反映した自動抽出要約というタスクに対し、まず深層学習を適用することにより、論文の本文を観点到分類する。そして、観点ごとの重要文を抽出するため、熟練者が付けた各文章の重要度情報を利用して、要約長制御の最適化手法を組み合わせた強化学習を行う。

3.1 前処理

対象となる学術論文のファイルフォーマットは PDF とする。まず、Java ベースのドキュメント分析・抽出ツールである Apache Tika を利用して PDF から未正規化テキストを抽出した。

次に、Python の自然言語処理モジュールである re を利用して、テキストを文章単位に分割し、表 1 に示す正規化処理を行った。なお、完全に削除できない固有表現については手作業で処理した。

表 1 テキスト正規処理

Step	説明
1	アブストラクト以前を削除
2	参考文献以降を削除
3	章節の番号を削除
4	固有表現(メール, URL など)を削除
5	日本語を含まない行を削除
6	図と表を削除

正規化後の各文章に対して、熟練者が背景、目的、方法、実験、結果評価、知見、関連研究、その他からなる論文内の観点を定義した観点クラスを付与した。また、文章の論文内における位置情報は要約に重要であると考えられるため、各論文の文章を m 等分にし、

各文章の先頭部分に文字列フォーマットの pos 1, pos 2, ..., pos m まで番号を付与して位置情報とした。また、熟練者により、以下の基準により重要度ラベルを設定した。

- (1) 観点クラス内で重要な文章に 1～m のランク
- (2) 同程度に重要な文章には同じランク
- (3) 最大で m=4, 観点クラスの文章数の 2/3 以内

3.2 深層学習による観点クラス分類

ここでは、図 1 に示すような手順で深層学習を利用して文章を観点クラスに分類する。本研究では形態素解析ツール mecab を利用して形態素解析を行い、Python ライブラリである gensim を利用して Skip-Gram ベースの Word2vec(単語埋め込み)⁽¹²⁾と PV-DM(文書埋め込み)⁽¹³⁾によるベクトル化を行い、分類器への入力として利用する。単語ベースの Word2vec に対しては系列情報を反映可能な LSTM を、文章ベースの PV-DM に対しては汎化性能の高い SVM を分類器として、各文章に対するそれぞれの観点の予測確率を出力する。さらに、単語ベースと文章ベースの異なる特徴を反映させるため、双方のモデルの出力の最大値により分類結果を決定する Combined-method モデルを構築する。

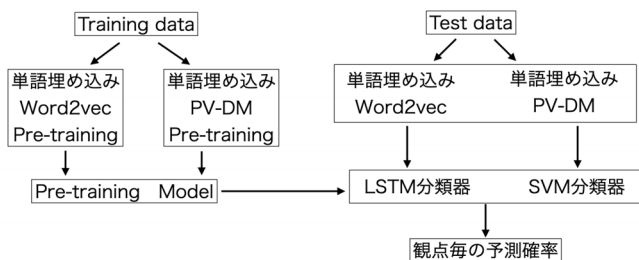


図 1 深層学習モデル

3.3 強化学習による重要文抽出

本研究では、3.2 節により分類された観点クラス毎の文章群を重要文抽出要約の対象として扱う。具体的には、3.1 節で熟練者により付与されたアノテーションを利用することで、強化学習に必要なエージェントの状態遷移方策と報酬期待値を設定する。

提案する強化学習モデルでは、5 つのメモリを以下のように設定する。

- (1) 候補文メモリ：深層学習で分類された文章群。
- (2) 要約メモリ：状態 s の時刻で抽出された要約。
- (3) 価値メモリ：状態 s の時刻の各文章の価値の保存。
- (4) ペナルティメモリ：冗長性を解消するための文章遷移のペナルティ情報の保存。
- (5) Q メモリ：熟練者が重要度ラベルを付与した文章の各単語を重要度とみなしたときの目的関数。

3.3.1 文章類似度に基づくペナルティの設定

TF-IDF とは、文書に含まれる単語の重要度から文書の特徴を判別する手法である。TF(Term Frequency)は単語の出現頻度、IDF(Inverse Document Frequency)は各単語のレア度を示し、次式により表現される。

$$TF-IDF = TF * IDF \quad (1)$$

TF-IDF ベクトルを利用して文章間の Cos 類似度を計算することにより、文章間の類似度を算出できる。本研究では、冗長な要約が生成されることを防止するため、要約候補文中の類似度を計算し、類似度が高ければ高いほどそれに対応したペナルティをペナルティメモリに保存する。

3.3.2 文章価値の推定

文章価値の推定フローを図 2 に示す。トレーニング用データセットから対象となる観点クラスの文章群を収集し、その中で重要度ラベルが付与された文章を抽出する。これらの文章から固有表現を削除し、名詞・動詞・形容詞を取り出したものを重要語とする。

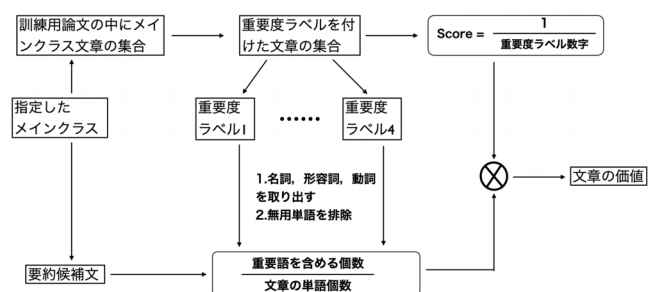


図 2 文章価値の推定フロー

要約の候補文に含まれる重要語と単語総数の割合を求め、これに重要度ラベルの逆数を乗じたものを当該候補文の文章価値として取り扱う。

3.3.3 報酬の期待値

強化学習の基本的なアルゴリズムは、ある時刻 t の状態 s がその時刻 t の動作 a により遷移先 s' に到達し、報酬 R を獲得するといった流れで表現できる。本研究においては、状態 s は時刻 t における重要文、動作 a は候補文からの文章の選択、遷移先 s' は追加後の重要文とみなすことができる。遷移先 s' の文章価値を $V_{s'}$ 、 s の文章価値の平均値を $avg(V_s)$ 、 sim_s を遷移先に移動した際のペナルティとすると、報酬期待値 $R_{s'}$ は以下の式で表現される。

$$R_{s'} = V_{s'} - avg(V_s) * sim_s \quad (2)$$

3.3.4 要約長の制限

抽出要約の文章数を制御するため、トレーニングデータから重要度が付与された文章数と観点クラスの文章総数との割合を求め、要約の抽出率を決定する。こうして得られた観点クラス毎の重要文の平均抽出率を要約対象文の文章数に乘じ、マージンを設定することで、文章数の許容範囲を制約条件として設定した。

3.3.5 組み合わせナップサック動的計画法

要約の対象となる価値を付与した文章群は組み合わせ最適化の要素群とみなすことができ、一定な要約長の範囲を超えないという制約条件を加え、最も適切な組み合わせ結果を要約として抽出する。本研究では、要約の短縮化をしながら重要な情報を保留することを目的として、強化学習と組み合わせ最適化ナップサック DP(Dynamic Programming)を結合した動的計画法を提案する。

n 個の文章 $x_0, x_1, x_2, \dots, x_n$ が与えられ、それぞれの価値が $v_0, v_1, v_2, \dots, v_n$ であるとき、これらの文章から何個かの文章を選択して総価値の最大値を求めることが目的となる。各文章の長さをそれぞれ $w_0, w_1, w_2, \dots, w_n$ としたとき、以下の制約条件を超えない範囲で文章を選択する。

$$Max. f(x) = \sum_{i=0}^n v_i x_i \quad (3)$$

$$Subject\ to. \sum_{i=1}^n w_i x_i \leq num \quad (4)$$

$$Subject\ to. \sum_{i=1}^n x_i \leq m \quad (5)$$

$$x \in [0, 1] \quad (i = 0, 1, 2, \dots, n) \quad (6)$$

(6)式において、文章 x_i が選択されている場合は'1'、

選択されていない場合は'0'とする。このように、選択した文章の価値の総和を目的関数として最大化したものを、強化学習の方策 π として使用する。

3.3.6 重要文抽出の流れ

本研究で提案する強化学習の流れを図 3 に示す。まず、観点クラスの中で最も文章価値が高い候補文は必ず抽出するものとする。次は候補文のうち i 番目の文章を選出し、各行動の報酬期待値を更新する。そして、ナップサック DP システムにその文章を追加して、最適化調整により得られた目的関数を Q メモリに保存し、組み合わせの結果を方策 π として要約メモリに保存する。文章数の許容範囲に到達するまで動的計画法を繰り返す。文章数が許容範囲を超える場合は、文章価値を初期化し、状態 $i+1$ 番目から次のループとなる。候補文メモリにある文章を全て走査したら、Q メモリと要約メモリの状態更新が終了し、Q メモリにある最大 Q 値に対応する組み合わせ結果を最終要約の抽出とする。

4. 実験

4.1 データセット

本研究で準備したデータセットは、日本語で記述された 100 編の学術論文であり、分野の内訳は表 2 に示す通りである。また、3.1 節の前処理の手続きに従って論文を文章に分解し、熟練者によりラベルを付与した。各ラベルの文章数は表 3 に示すとおりである。なお、本研究では 8 つの観点を設定したが、関連研究については論文毎に位置が大きく異なっていることが観測された。そこで、分割数 $m=6$ と設定し、各論文を 6 等分して文章の位置番号を割り振った。

4.2 観点クラス分類

4.2.1 実験タスク

本稿では、Word2vec/LSTM と PV-DV/SVM による分類に加えて、これらを混合した Combined-method による分類精度について比較する。

論文の観点として、背景、目的、方法、実験、結果評価、知見、関連研究の 7 つを設定した。100 編の論文の各文章をランダムに 8 割を Training データ、2 割

表 2. データセット内の論文の研究分野分布

研究分野	論文数
深層学習	28
強化学習	25
画像認識	20
自然言語処理	15
音声認識	10
教育工学	2
合計	100

表 3. データセット内の観点クラスの分布

観点クラス	文章数
背景	820
目的	347
方法	3,856
実験	1,755
結果評価	1,798
知見	553
関連研究	1,021
その他	161
合計	10,311

を Validation データとして利用した。

最終的な検証は上記に含まれない論文を対象とした。結果の安定性を保証するため、データを 10 回ランダムに取得して得られた再現率、適合率、F1 スコアにより評価を行った。

$$Acc = \frac{True\ positive}{Total\ positive} \quad (7)$$

4.2.2 学習パラメータ

Word2vec と PV-DM の事前学習の単語埋め込み次元数は 300 次元とした。LSTM の出力層の活性化関数は softmax を使用し、batch size は 512, epochs は 40, 過学習を抑制する dropout は 0.3 とした。SVM の kernel は linear とし、マージン C=0.1, 境界線の複雑性を表す gamma を 1 と設定した。

4.2.3 結果

表 4 に Word2vec/LSTM, PV-DV/SVM, Combined-method による再現率、適合率、F1 スコアの 10 回の試行の平均値を示す。全体として、Combined-method によりやや精度が向上した。

表 4 観点クラス分類の結果

手法	適合率	再現率	F1
Word2vec/LSTM	0.709	0.714	0.710
PV-DV/SVM	0.666	0.671	0.669
Combined-method	0.713	0.723	0.717

4.3 重要文抽出

4.3.1 実験タスク

データセットの 100 編の論文のうち、90 編を Training データとし、Combined-method で観点クラス分類のトレーニングを行い、残りの 10 編に対して観点クラス分類を実行し、その分類結果を要約の対象文として強化学習による重要文抽出を行った。表 5 に熟練者が付与した重要度ラベルに基づく観点クラス毎の文章および文字列の抽出率を示す。

表 5 観点クラス毎の重要文抽出率

観点	文章抽出率	文字列抽出率
背景	0.314	0.341
目的	0.440	0.494
方法	0.084	0.101
実験	0.142	0.174
結果評価	0.143	0.169
知見	0.425	0.457
関連研究	0.200	0.224

上記の抽出率に従い、文章数制限のマージンを設定する。研究方法と実験は候補文章数が多いため、2 個以上抽出することを必要条件として加えた上で「抽出率*候補文章数」とした。他の観点クラスでは「(抽出率*候補文章数)+1」と設定した。なお、候補文の個数が 1 文のみの場合は強化学習の計算を行わず抽出した。

4.3.2 結果

表 6 に観点クラス毎の重要文抽出の結果を示す．全体としては，重要文抽出率は 30.4%であったが，第一段階の観点クラスへの分類の時点で誤ったクラスに分類された重要文が 29%を閉めており，その影響を差し引くと 40%強の精度となった．

表 6 重要文抽出の結果

観点	分類精度	抽出精度	ROUGE-1
背景	0.651	0.423	0.580
目的	0.526	0.562	0.677
方法	0.803	0.172	0.472
実験	0.619	0.368	0.513
結果評価	0.760	0.210	0.362
知見	0.761	0.300	0.535
関連研究	0.499	0.083	0.407

特に観点クラス分類の誤認識率が高い論文の分野は音声認識と教育工学であり，訓練用データの数が少ないことによる学習不足が原因であると考えられる．

また，強化学習にはペナルティ設定を加えたため，重要度のある程度保障しながら短い文章を選択する傾向があると考えられる．背景や実験の重要文は比較的那ういった特徴を持っていたため認識率が比較的良好だったと考えられる．

5. おわりに

本稿では日本語の学術論文を対象として，観点を反映した要約を生成するため，小規模なデータセットを利用して深層学習による分類タスクを行った．加えて，深層学習により分類された観点クラスの内容を反映した重要文を抽出するために，強化学習および動的計画法に基づく重要文抽出手法を提案した．結果としては，全体の重要文抽出率は約 30%であり，観点クラス分類の誤認識を考慮しない場合の認識率は約 40%であった．

今後の課題としては，特定の分野のデータセットに対して適用するとともに，重要文の価値把握の手法について改善を行いたい．

参 考 文 献

- (1) 長谷川忍，柏原昭博：“研究活動を支援するポータルサイトの構築”，教育システム情報学会第 31 回全国大会講演論文集，pp.325-326, (2006)
- (2) Contractor, D., Guo, Y., and Korhonen, A.: “Using Argumentative Zones for Extractive Summarization of Scientific Articles”, Proceedings of COLING 2012, pp. 638-678, (2012).
- (3) Cheng, J. and Lapata M.: “Neural summarization by extracting sentences and words”, Proceedings of the 54th Annual Meeting of the Association for Computational Linguistics, Vol. 1, pp.484-494, (2016)
- (4) 石垣達也，高村大也，奥村学: “複数文質問を対象とした抽出型および生成型要約”，自然言語処理, Vol.26, No.1, pp.37-58, (2019)
- (5) 中須賀謙吾，鶴岡慶雅: “談話構造を利用した学術論文の自動要約生成”，言語処理学会 21 回年次大会発表論文集, pp.569-572, (2015)
- (6) 平井久貴，新妻弘崇，太田学，高須淳宏: “学術論文からの実験情報抽出の一手法”，第 7 回データ工学と情報マネジメントに関するフォーラム, F3-1, (2015)
- (7) 神谷賢太郎，原寛紀，青山幹雄: “深層学習によるレビュー内の重要語に着目した要約方法の提案と評価”，情報処理学会第 82 回全国大会講演論文集，pp.463-464, (2020)
- (8) 梁成基，阿部川武: “強化学習によるテキスト自動要約手法の提案”，言語処理学会第 18 回年次大会発表論文集，pp.1067-1070, (2012)
- (9) Lee, G. and Lee, K.: “Automatic Text Summarization Using Reinforcement Learning with Embedding Features”, Proceedings of the Eighth International Joint Conference on Natural Language Processing, Vol. 2, pp. 193-197, (2017)
- (10) 富田紘平，高村大也，奥村学: “重要文抽出と文圧縮を組み合わせた新たな抽出的要約手法”，情報処理学会研究報告, NL-189-3, pp.13-20, (2009)
- (11) 泉田啓，天野恒佑: “強化学習における線形計画法を用いた効率的解法”，計測自動制御学会論文集, Vol.52, No.10, pp.566-572, (2016)
- (12) 福田清人，森直樹，松本啓之亮: “LSTM を用いた文の分散表現の獲得手法に関する一考察”，言語処理学会第 24 回年次大会発表論文集, pp.1195-1198, (2018)
- (13) 赤石雅典，江澤美保: 現場で使える Python 自然言語処理入門．