

も く じ

■開催日時：2019年3月16日（土）10:00 - 16:40

於：武蔵野大学 有明キャンパス1号館（東京都江東区有明三丁目3番3号）

■テーマ：「プログラミング教育と情報の科学的理解／一般」

- 1) 動画による回答を可能とした SCORM 教材の開発-----1
○近藤隆司(大分大学)，後藤善友(別府大学短期大学部)
- 2) 女子学生の自画写真評価と自動卒業アルバム制作システムの開発-----3
○鬼澤愛実(共立女子大学)，永岡慶三(早稲田大学)，谷田貝雅典(共立女子大学)
- 3) 予習動画教材を用いた英語教育の実践-----7
○野本尚美(仁愛女子短期大学)，平塚紘一郎(仁愛女子短期大学)
- 4) 知識構成型ジグソー法を用いた創造力を育むプログラミング教育の実践と評価-----9
○太田雅之(倉敷市立南中学校)，笠井俊信(岡山大学大学院)
- 5) プログラミング教育必修化時代の到来に合わせた ET プログラミングの再考-----17
○石川貴彦(名寄市立大学)
- 6) プログラミング教育に向けたオンラインレポジトリを活用した英語学習用コーパスの作成-----23
○沼田哲史(大阪電気通信大学)
- 7) C#プログラミング教育における反転授業の実施-----25
○小島篤博(大阪府立大学)
- 8) 情報の科学的理解を育成するプログラミング教材の開発-----31
高橋参吉(帝塚山学院大学)，○喜家村奨(帝塚山学院大学)，稲川孝司(帝塚山学院大学)，
西野和典(九州工業大学)
- 9) 画像比較による俯瞰的プログラミング能力評価のための可視化コンテンツ組生成-----37
○清光英成(神戸大学大学院)，マルチネスディック(トラフィックス)，
孫一(神戸情報大学院大学)，大月一弘(神戸大学大学院)

10) GitHub 習熟度メトリクスの作成とシステム開発 PBL における習熟度および活動の評価 -----	45
○伊藤恵(公立はこだて未来大学), 松原克弥(公立はこだて未来大学)	
11) ポジティブ心理学における接近目標に基づく目標達成共有システムの開発 -----	51
○込山樹生(東京情報大学), 河野義広(東京情報大学)	
12) 次代保育者の ICT 教育活用実践技能の重要性 -----	57
○神谷勇毅(鈴鹿大学短期大学部)	
13) メキシコおよび周辺国在住日本語教師のスライド使用実態調査 -----	61
○田中千恵(名古屋大学大学院)	
14) 政府統計からデータ処理向け教材を生成する手法の検討 -----	65
○吉根勝美(南山大学)	
15) 説明文作成と問題演習からなる 文書力育成のための教育の検討と実践 -----	71
○藤田悠(長野工業高等専門学校)	
16) 裸眼 3D 視線一致型テレビ会議システムを用いた高校・大学間遠隔対話型学習のデザインと実践 -----	79
○藤本彩華(共立女子大学), 谷田貝雅典(共立女子大学), 永岡慶三(早稲田大学), 米谷雄介(香川大学)	
17) 裸眼 3D 視線一致型テレビ会議システムを用いた遠隔芸術系実技試験対策学習 -----	87
○山本実雨(共立女子大学), 永岡慶三(早稲田大学), 谷田貝雅典(共立女子大学)	
18) 視線一致型テレビ会議システムにおける遠隔面接試験の実用性について -----	91
○伊藤綾(共立女子大学), 永岡慶三(早稲田大学), 谷田貝雅典(共立女子大学)	
19) 電子黒板を用いた授業において「教師が見える」ことがノートテイキングに及ぼす影響 -----	93
○佐藤弘毅(名古屋大学)	
20) 成人用メタ認知尺度の改善と大学初年次学生を対象とした測定 -----	101
○丹羽量久(長崎大学), 山地弘起(大学入試センター), Peter Bernick(長崎大学)	

- 21) 和差算数文章題の言語・数式・空間表現の相互変換における
数量の役割付けとしての自己説明演習の設計・開発-----109
○津高七海(広島大学大学院), 稲村健太(広島大学大学院), 服部公祐(広島大学),
林雄介(広島大学大学院), 平嶋宗(広島大学大学院)
- 22) 代数文章題立式の概念構造操作としてのタスク化と支援システムの設計開発および実践運用-----117
○吉村穰(広島大学大学院), 犬丸拓磨(広島大学), 青谷章弘(広島大学),
林雄介(広島大学大学院), 平嶋宗(広島大学大学院)
- 23) 災害時の避難行動選択のための逆思考問題を用いた学習支援アプリの開発と評価-----125
○上郡智幸(関西大学大学院), 北川悠一(関西大学大学院), 田中孝治(金沢工業大学),
堀雅洋(関西大学大学院)
- 24) 解釈型学習による古代史系博物館における展示物への関心度向上に関する研究-----133
○池内惟真(関西大学大学院), 井上卓也(関西大学大学院), 田中孝治(金沢工業大学),
堀雅洋(関西大学大学院)
- 25) 歴史的な地方都市における ICT を活用した住民参加型地域防災マップの評価-----139
○岡崎泰久(佐賀大学), 松尾将(佐賀大学), 三島伸雄(佐賀大学)
- 26) 防災マップ作成をテーマとした ICT 活用型防災学習の実践-----145
○島山久(首都大学東京, 東京工業大学大学院), 永井正洋(首都大学東京),
室田真男(東京工業大学)
- 27) 子ども達の主体的な学びを促進する学修支援システムの検討-----153
○河野義広(東京情報大学), 河野由香(Candy)
- 28) 適切なルーブリックの作成支援機能を備えた「ルーブリックバンク」の開発-----159
○鎌田湧暉(東北学院大学), 松本章代(東北学院大学), 稲垣忠(東北学院大学),
豊田充崇(和歌山大学), 後藤康志(新潟大学)
- 29) 情報倫理をテーマとした協調的学習による望ましい判断・行動への影響-----165
○河野稔(兵庫大学)

動画による回答を可能とした SCORM 教材の開発

近藤隆司*1, 後藤善友*2

*1 大分大学工学部, *2 別府大学短期大学部

Development of SCORM Based e-learning contents Replying by Movie

Ryuji Kondo*1, Yoshitomo Goto*2

*1 Faculty of Science and Technology Oita University, *2 Beppu University Junior College

動画による回答を課す SCORM 教材の開発とその利用に関する報告である。動画の作成には WebRTC⁽¹⁾ 技術を利用した。教材作成と採点, 成績集計等の一連のツールを構築し, これを物理分野の講義で利用した。講義中に口頭で回答させる場合には時間的な制約から受講者の一部のみが対象となるが, この教材を用いれば受講生全体の, 例えば基本的な法則への理解度を知ることが可能となる。

キーワード: WEBRTC, LMS, SCORM, 動画

1. はじめに

講義において受講生の理解度を把握することは重要である。それには直接受講生に口頭で質問し回答を聞くことが有益であるが, 時間的な制約もあり全員を対象とすることは難しい。しかし現在携帯電話の普及で動画の撮影は容易になっている。これらを用いれば口頭試問に代わるものが可能ではないかと考えて, 本教材の作成を試みた。

2. 開発したコンテンツ

開発したコンテンツは, SCORM 規格対応のもので, Moodle 等の LMS 上で利用する。図 1 は Moodle で利用している場合の教材の画面キャプチャーで, その SCORM 領域のみを抜き出している。これは回答中の画面である。動画撮影用のモーダルウィンドウが左方に開いていて, その窓の中に USB カメラの映像が映し出されている。カメラの制御には WebRTC 技術を利用している。これに対応していないブラウザでは,

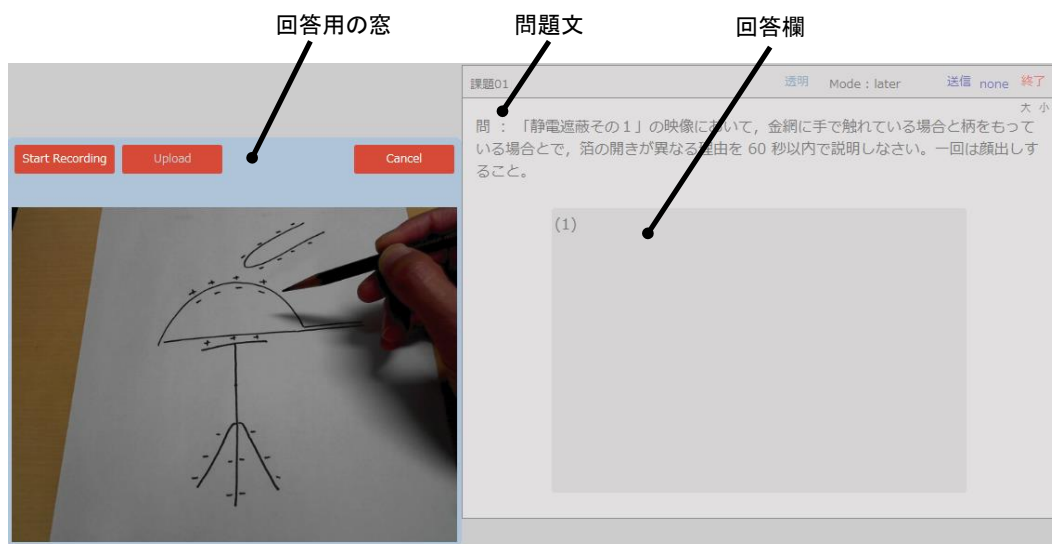


図 1 SCORM コンテンツ

予め撮影した動画を投稿することも可能である。投稿された動画は採点用のサーバーに送られて、データベース上に保存される。

図2は採点用のWebアプリである。左側には課題の一覧がツリー状に表示されていて、この中から採点する課題を選択する。中央には、各受講者の回答が表示され、右側のエリアにそれに対する点数やコメントを記入する。採点の際には、紙面をめくるように各受講者の回答を切り替えてそれぞれ点数等を記入する。

3. 講義で利用して

開発した教材を2年次に開講されている「電磁気学」という講義で5回利用した。その内容は講義中に実施した演示実験に関するもの、基本的な法則の説明、講師への質問などである。以下に課題の概要を挙げる。

- ① 静電遮蔽に関する2種類の実験動画を見て、その現象の相違を説明する
- ② 講義中のデモ（アンペールの実験）に関して、観測される電流間の力の概略値を求める
- ③ レンツの法則の解説
- ④ コイルが机上に浮遊する動画を見て、その原因を推測する
- ⑤ 講師への質問

撮影の際には、一度は顔出しをすることを義務付けた。撮影時間は、最初60秒としていたが、課題後半では3分とした。この理由は、時間が短いと受講生の説

明スタイルが限定されるのではないかと考えたためである。例えば60秒では予め紙面やホワイトボードに説明に使用する図や式を書いておくことになるが、3分であれば描きながらの説明も可能と思われる。

課題から例をあげる。②は直線電流間の力を測定する演示実験に関連したものである。数十ミリグラム程度の非常に微小な力の測定となるが、その大きさを推定させるという内容であった。課題文において「電流パスの近接している辺の長さは40cmであり、右側の回路は10回巻きで、回路に流れる電流は1.5Aとせよ。」という記述をした。この“10回巻き”とは、直線電流間の力を大きくする為に片方の電流を10回巻きの四角いループとしたという意であった。これを単位長あたり10回巻きのソレノイドとして磁場を計算した回答が在って、推測するに“10回巻き”という言葉から引きずられて、誤った推論をしたものと思われる。

上記の例では、回答が動画であることで、受講生が既に獲得している知識は何か、またその用い方に関して有益な情報が得られたと考えている。それゆえ受講生の講義内容への理解度を把握する上で、動画による回答は有効な方法ではないかと思われる。

参考文献

- (1) Ilya Grigorik: “ハイパフォーマンスブラウザネットワーキング”, オライリー・ジャパン, 東京 (2014)

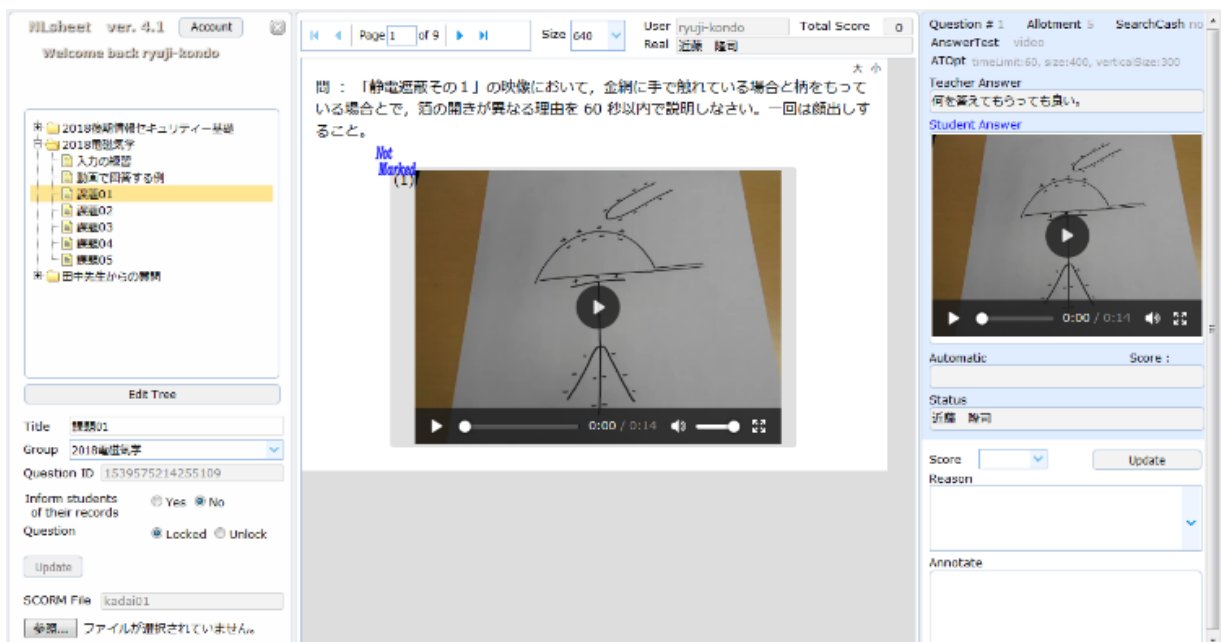


図2 採点用のアプリ

女子学生の自画写真評価と自動卒業アルバム制作システムの開発

Evaluation of self-portrait photographs of girls students and development of automatic graduation album production system

鬼澤愛実^{*1}, 永岡 慶三^{*2}, 米谷雄介^{*3}, 谷田貝雅典^{*1}

Manami Onizawa^{*1}, Keizo NAGAOKA^{*2}, Yusuke KOMETANI^{*3}, Masanori YATAGAI^{*1}

***1 共立女子大学文芸学部文芸学科**

^{*1} Kyoritsu Women's University, School of Arts & Letters

***2 早稲田大学人間科学学術院**

^{*2} Waseda University, Faculty of Human Sciences

***3 香川大学創造工学部**

^{*3} Kagawa University, Faculty of Engineering and Design

Email: 16l092mo@kyoritsu-wu.ac.jp

あらまし：本研究では、女子がよく利用している自画写真の自他による評価基準を明らかにする。また、本システムの実用目的として、教師が活用できる児童・生徒の自画写真とその自他写真評価による自動生徒プロフィール分析、および児童・生徒へのフィードバックとして個々が主役となるオーダーメイド卒業アルバムを自動制作するシステムを開発する。

キーワード：卒業アルバム、AI、教師あり機械学習

1. はじめに

近年、日本では、学校教育における教員不足が問題化している。NHK⁽¹⁾が、都道府県と政令指定都市、合わせて67の教育委員会に取材したところ、2017年4月の始業式時点で、半数近い32の教育委員会で、定数に対して、少なくとも717人もの教員が不足していることが明らかとなった。他方、学校現場では集団教育から個別対応へ変革が迫られている。

昨今の教育現場の複雑化は、これまで学校内の閉鎖空間で処理されてきた個々の諸問題が、インターネットの発達により学外へ顕在化し、明治以来150年間変わらなかった日本の集団教育システムの問題点が学校外へ露呈した結果である。しかし、教員不足の現状で、

短期間に集団教育を改め、個別教育を行うことは極めて困難である。よって、個々の児童・生徒に個別対応が可能な、教育補助システムの導入が急務であると考えられる。

本研究では、個別対応が可能な教育補助システムの一環として、女子生徒の行動に着目する。個人的な事例として、昨年秋、筆者の妹は同級生の自殺という痛ましい事件に見舞われた。同事件は、クラス内のいじめが原因で、学校行事の最中にベランダから飛び降りたものであった。本事件は、多感な女子生徒一人ひとりに寄り添う個別教育であったならば防げた問題であると考えられる。また、思春期の女子生徒は周囲との人間関係や自他の容姿等、個別のかつ多様な悩みを抱える時期である。よって、これらの悩みを整理分析す

る補助システムの1つとして、自画写真の自他評価システムの確立と、生徒一人ひとりの学校生活の最高の記録写真の自動弁別化を実現することを目的とする。

以上より、本研究では、女子学生の多様な場面における自画写真自他評価を取得し、これをもとに、教師あり機械学習手法で、学校生活における各記録写真の自動分析評価システムと、個々の生徒にとって最適なオーダーメイド自動卒業アルバム制作システムを開発する。

2. 研究計画

本研究では、女子生徒が学校生活の中で撮影した写真をもとに、表1に示す段階を経て、教師が活用できる生徒自画写真と自他写真評価による自動生徒プロフィール分析と、児童・生徒へのフィードバックとして個々の生徒が主役となるオーダーメイド卒業アルバムを自動制作するシステムを開発する。

表1 研究計画の各段階における概要

①写真データ取得	学期単位など一定期間ごとに、学校生活の自画写真を収集
②写真自己評価	収集した自画写真を自己評価
③写真プロフィール化	各生徒の写真を、自己評価とともに、行事や日時データと合わせてプロフィール化
④写真他者評価	他の生徒の写真を、行事や日時データとともに参照し、他者評価
⑤写真プロフィール分析	写真データとその自己評価および両値の乖離度から、AIにより生徒プロフィール分析
⑥自動卒業アルバム制作	自他評価を教師ありデータとし、一定期間ごとの最適な写真をAIにより弁別しアルバム化

2.1 自画写真の自己評価データ (表1②)

表1①で収集した一定期間の学校活動における自画写真を、択一式アンケートで自己評

価する。自己評価項目は先行研究^(2, 3, 4)を参考に、写真そのものの良し悪しのほか、撮影時の情景も尺度評定値として取得する。

2.2 自画写真の他者評価データ (表1④)

表1③で得られた写真プロフィールのうち、他の生徒の写真について、行事や日時データとともに参照し、2.1節で示したアンケートと同一項目で評定する。

2.3 写真プロフィール分析 (表1⑤)

2.1および2.2節で得られた、自他評価に関する尺度評定値と、両値の乖離度を算出し、多変量解析によりその写真の時期の、生徒の特性を分析する。得られた分析結果を教師データとし、教師あり機械学習とディープラーニングのアンサンブル学習⁽⁵⁾システムによりAIモデル化し、写真と自他評価から、自動で生徒プロフィール分析を行うシステムを確立する。

2.4 自動卒業アルバム制作 (表1⑥)

大量に収集した、一定期間ごとの学校生活における自画写真より、自動で卒業アルバムに最適な写真を選別するシステムを確立する。自他評価データを教師データとし、教師あり機械学習手法で、卒業アルバムに最適な自画写真を弁別する。また、選定する写真は、個々の生徒に最適なオーダーメイドアルバムとなるように、他者評価したデータから、自己のアルバムに掲載するにふさわしい級友写真も自動弁別する。

なお、卒業アルバムを自動編集することを想定しているが、現代のスタイルに合わせ、気軽にどこでもスマートフォンなどからそのアルバムが見られるよう、電子データとして

保存できるシステムの開発を行う。また、レイアウトなどは、特定の配置に抽出した画像を埋め込み形式とし、デザインは複数種類生成する。

3. おわりに

教員不足の問題とともに、集団教育から個別対応へ変革が迫られる状況から、個々の児童・生徒に個別対応が可能な、教育補助システムの導入が急務である。よって、本研究では以下の実現を目標とする。

- ・多感な女子児童・生徒の心を分析理解する補助システムの1つとして、自画写真と自他写真評価による自動生徒プロフィール分析
- ・個々の児童・生徒が主役となるオーダーメイド卒業アルバムを自動制作するシステム

謝辞

本研究は平成 28 年度 科学研究費補助金基盤研究(C) (課題番号:16K01126)の補助によるものである。

参考文献

- (1) NHK ニュース おはよう日本 2017 年 7 月 4 日 (火) 放送回
<https://www.nhk.or.jp/ohayou/digest/2017/07/0704.html>
- (2) 山本 真理子, 松井 豊, 山成 由紀子
(1982) “認知された自己の諸側面の構造”
教育心理学研究, 30 巻 1 号 p. 64-68
- (3) 原田 朋枝, 島田 修(2002) “<原著>社会的スキルの自己評価と対人不安との関連”
川崎医療福祉学会誌, 12 巻 1 号 p. 75-81
- (4) 不破 ひかり, 高橋 知音(2016) “社会的スキルの“主観的他者評価”と“実際の他者評価”のズレにおけるシャイネスの

影響の検討” 信州心理臨床紀要, 15 巻 p. 63-69

- (5) 小林 秀輔, 白山 晋(2017) “ベイジアンネットワークによる複数深層学習器からのデータ適合型学習器選択法” 人工知能学会研究会資料, 論文
ID:SIG-AGI-007-05

予習動画教材を用いた英語教育の実践

野本尚美^{*1}, 平塚紘一郎^{*1}

^{*1} 仁愛女子短期大学

Practical Research on English Education

Using Video Materials for Preparation

Naomi Nomoto^{*1}, Kouichirou Hiratsuka^{*1}

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

本研究の目的は、語学教育における学習の効率化を図るための動画活用方法について検討することである。短期大学生 84 名を対象として、英語の教科書の中で扱われている語彙や文法について解説した動画を作成し、授業前に視聴する予習動画として LMS(Moodle)上で配信した。結果として、約 70%の学生が授業前に予習動画を視聴し、視聴した学生のうち 96%が、「予習動画は英語の学習に役立った」と回答した。

キーワード: 英語教育, 予習, 動画, Moodle

1. はじめに

英語の授業においては、予習として単語や熟語の意味を自分で調べることや教科書本文の和訳をすることが課されることが多いが、英語があまり得意でない学習者にとってそれらを行うことは容易ではない。そこで本研究では、学習者が効率的に予習を行うことを目的として、語彙や基礎的な文法について教師が解説した動画を作成し、それらを予習動画として用いた授業実践を行った。学習者に対するアンケート調査を実施し、その結果をもとに動画の活用方法について検討した。

2. 動画配信の方法

2.1 動画の撮影と編集

動画は一般的なデジタルビデオカメラを用いて撮影した。解説を行う教員が背景となるホワイトボードに解説を書けるように、教員が画面中央に小さめに写るようにした。

動画の編集には Adobe Premiere Pro を用いた。スマートフォンでの視聴も考慮し、画質は 640x360 ピクセルに下げ、ファイルサイズが小さくなるようにした。

また、編集は次の 2 点に注意して行った。まず、教員が単語の意味や英文の和訳などと言う場面があるが、動画をスキップして再生しないようにするため、字幕はほとんど入れないようにした。これにより学習者は動画を最初から最後まで再生しないと答えがわからないようになっている。次に、単調な動画では学習者が飽きてしまうと思われたため、動画の一部に音楽や効果音などを入れ、興味を引くように工夫した。

2.2 動画の配信方法

動画の配信には LMS の 1 つである Moodle を利用した。Moodle を選択した理由は、対象学生が他の授業でも広く利用しているためである。Moodle は学内と学外の両方からアクセスできるため、インターネット接続環境があれば、自宅でも予習動画が視聴できるようになっている。また、スマートフォンでも視聴できるようになっている。

予習動画を学生へ提示する方法としては、レッスンモジュールを使用した。レッスンモジュールの機能により、自動的に授業直前に予習動画を視聴できなくなるようにした。予習動画を Moodle 上に掲載した例を図 1 に示す。



図 1 予習動画配信の様子

3. 手順

対象者は教養科目「英語」を履修している女子短期大学生 1 回生 84 名である。教科書として用いた『Let's Read Aloud More!音読で極める基礎英語』⁽²⁾ 中の Vocabulary Preview と Grammar Point について、それぞれ 10~20 分程度の解説をした動画を作成し、2018 年 11 月から 2019 年 1 月にかけて 5 回 Moodle 上で配信した。学生には授業前に各自視聴するよう指示した。動画で解説した内容について理解できているかどうかを確認するため、授業のはじめには簡単なテストを実施した。

4. 結果と考察

授業前に予習動画を視聴した学習者の割合は図 2 の通りである。各回平均して約 7 割の学生が視聴した。

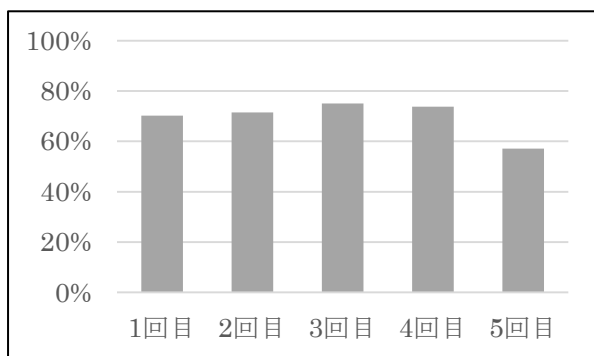


図 2 予習動画の視聴率

また、動画を視聴した学生を対象とした事後アンケートにおいて「予習動画は英語の学習に役立ったと思いますか」という問いに対し「とても役立った」「まあまあ役立った」と答えた学生がそれぞれ 48%

あった(図 3)。これらの結果から、半数以上の学生が予習動画を授業前に視聴し、多くの学生が学習に対して効果的だったと考えていることがわかった。

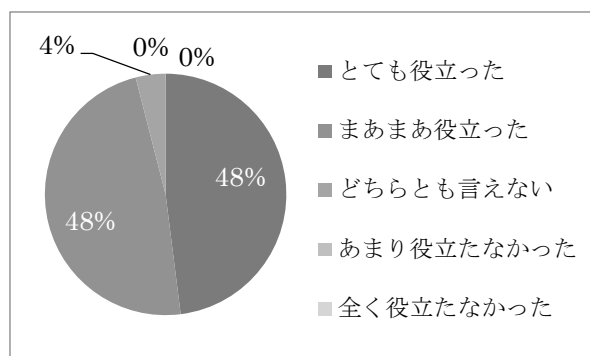


図 3 予習動画の評価

5. まとめと今後の課題

英語学習の効率化を図るため予習動画を配信した結果、半数以上の学生が事前に動画視聴して授業を受けるようになった。事後アンケートの自由記述欄においても「分かりやすかった」「好きな時間に勉強できるので良かった」などの肯定的な意見が多く見られた。

一方で、5 回とも動画を視聴した学生は 42.9% (36 名) であり、1 回も視聴しなかった学生は 10.7% (9 名) であった。学習者への周知の仕方や学習動機を高めるための方策については今後さらに検討が必要である。また、動画の内容について「もう少し時間を短くしてほしい」などの意見もあったことから、学習者の負担を軽減させるための工夫もさらに必要とされる。

参考文献

- (1) 井上博樹: “反転授業実践マニュアル”, 海文堂出版株式会社, 東京 (2014)
- (2) 角山照彦, Simon Capper: “Let's Read Aloud More!音読で極める基礎英語”, 成美堂, 東京 (2015)
- (3) 小野田公, 糸数昌史, 久保晃: “理学療法学分野への反転授業の導入時の問題と対応”, 理学療法科学, Vol31, No.4, pp.565-569 (2016)
- (4) 笹倉理子, 桑名杏奈, 浅本紀子: “Moodle を活用した授業動画の簡易配信について”, PROCEEDINGS OF MOODLE MOOT JAPAN 2014, pp.48-53 (2014)

知識構成型ジグソー法を用いた 創造力を育むプログラミング教育の実践と評価

太田雅之^{*1}, 笠井俊信^{*2}

^{*1} 倉敷市立南中学校, ^{*2} 岡山大学大学院 教育学研究科

Practice and Evaluation for Programming Education Using the Knowledge Constructive Jigsaw Method to Develop Student's Originality

Ota Masayuki^{*1}, Kasai Toshinobu^{*2}

^{*1} Kurashiki Municipal Minami Junior High School,

^{*2} Okayama University Graduate School of Education

中学校技術科の授業で、授業時数を考慮したプログラミング教育の授業方法を提案し、実践を行った。生徒に①独創的なアイデアを創造させる②主体的・自発的に活動させる③プログラミングの基礎を習得させる④プログラムの楽しさ、達成感を与える⑤知識や技術を活用させて、設計した作品を作り上げる、ことを目的とし、そのために Scratch と知識構成型ジグソー法を適用した。実践の結果、提案した授業方法によってほとんどの生徒が目的を達成できたことを確認することができた。

キーワード: プログラミング教育, 知識構成型ジグソー法, Scratch, 技術・家庭科[技術分野]

1. はじめに

中学校技術・家庭[技術分野]では、平成 20 年から「プログラムによる計測・制御」が新たに必修化された。山本ら⁽¹⁾は、初等中等教育におけるプログラミング教育の教育的意義や学習効果は、①新たなものを生み出したり、難しいものに挑戦しようとする探究力、②アルゴリズム的思考、論理的思考力、③物事や自己の知識に関する理解力、④自分の考えや感情が発信できる表現力や説得力、⑤知恵を共有したり他者の理解や協力して物事を進めたりする力、⑥プログラミングを通して情動的なものの見方や考え方を身につけることができる、であると過去の先行研究から考察した。生徒一人一人が「新たなものを生み出」せるようになるためには、多様なアイデアが出る問題提起が必要となる。また制作品を作るときは、グループで活動させることで、「自分の考えや感情を発信できる表現力や説得力」、「知恵を共有したり他者の理解や協力して物事

を進めたりする力」を向上させることができる。

2008 年告示の中学校学習指導要領における技術分野の目標の中には、「技術を適切に評価し活用する能力と態度を育てる」と記載されており、技術分野の学習を通して身に付けた基礎的・基本的な知識及び技術を主体的に活用できるようにする授業が技術分野では求められる。特に技術分野では 4 つの学習領域があり、どの領域においても設計・製作（制作）に関する指導事項が明記されており、自らで設計し、設計通りに制作品を作り上げることが望まれる。しかしながら、「プログラムによる計測・制御」の内容を指導する時間数は、5 時間以内である中学校が全体の 38.7%、10 時間以内で指導する中学校が 85.1%という現状であり⁽²⁾、様々なプログラミング教育の学習効果や中学校技術分野の目標を踏まえた授業を 10 時間以内で行うことは極めて困難である。

尾崎は、中学 2 年生を対象に中学校技術・家庭の授業を 3 時間使い、オブジェクト指向プログラミングソ

フト「プログラミン」を用いたアニメーション制作を行った⁽³⁾。これは「計測・制御」学習の導入として、プログラムの基礎を学習するために行われた実践である。多くの生徒は、思い通りに動く満足感や達成感と同時に、思い通りに動かないイライラや不満感を感じていたと報告されている。一部の生徒以外は満足感や達成感を感じることができなかつたことが読み取れる。また、森らは、小学4年生を対象に総合的な学習の時間26時間を使って、Scratchを用いたプログラミングの授業を行った⁽⁴⁾。Scratchを用いることで児童にプログラミング教育が可能であることを示唆している。一方で、授業時数を減らした実践を課題に挙げている。これらの先行研究から、適切なプログラミング環境を用いれば、小・中学生でも意欲的にプログラミング学習が可能であることが示されている。しかし適切なプログラミング学習環境を適用するだけでは、短時間に多くの成果を得ることは難しい。

そこで本研究では、中学校技術・家庭[技術分野]において授業時数を考慮したプログラミング教育の授業方法を提案し、実践する。授業を通して生徒に達成させたいことは以下の通りである。

- ① 独創的なアイデアを創造させること
- ② 主体的・自発的に活動させること
- ③ プログラミングの基礎を習得させること
- ④ プログラミングの楽しさ、達成感を与えること
- ⑤ 知識や技術を活用させて、設計した作品を作り上げること

本研究の目的はこれらを達成する授業方法を提案することである。プログラミングの基礎の習得には、アルゴリズムに集中できるプログラミング学習環境が適していると考えられる。生徒が興味を持つであろうゲームの制作を課題にすることで、独創的なアイデアを促進する。さらに、独創的なアイデアを創造させやすく、生徒に主体的・自発的に活動させるために、知識構成型ジグソー法を用いる。個人が主体的に意見を出し合うグループ活動は、独創的なアイデアを含んだゲームの構想に寄与されると考える。制作時には、ゲーム作りに必要な機能を実現させる方法を3種類のグループで分担して学習し、個人にプログラムの一部を担当させることで責任をもたせ主体的に活動させる。ゲームの完成には、グループ内での教えあい、助けあいの活

動が不可欠で、完成したときには達成感が生まれると考える。

2. 適用技術

2.1 Scratch

Scratch はマサチューセッツ工科大学メディアラボで開発された、無償で利用できるプログラミング学習環境である。ビジュアルプログラミング言語の1つで、あらかじめ用意されたブロックを組み合わせることでプログラムを作成する。スペルやプログラム言語独自の文法を気にすることなく、容易に試行錯誤ができるため、プログラミングの基礎の学習に最適である。初心者でもすぐにプログラミングをすることができるが、複雑で高度なプログラムも作成可能なため、子どもから大人まで幅広い年齢層で利用されており、多様なアイデアにも対応し、表現することができる。なお、今回の実践ではインターネット環境があれば利用できるScratch2.0を使用した。

2.2 知識構成型ジグソー法

知識構成型ジグソー法は、東京大学 CoREF が開発した学習法である。学習の過程を表1に示す。知識構成型ジグソー法の設計原理は、(1)「問い」が共有されている(2)答えを出す視点や考え方が各自異なる(3)異

表1 知識構成型ジグソー法の学習過程

手順及び概要	形態
STEP.0:「一人では十分な答えが出ない」問いを設定する	全体
STEP.1: 課題について各自が自分で考えを持つ	個人
STEP.2: エキスパート活動 〔グループごとに、異なる角度からの答えに つながる部品を学ぶ〕	エキスパート グループ
STEP.3: ジグソー活動 〔異なる部品についてエキスパート活動で 検討してきたメンバー同士のグループを 組む(ジグソーグループ)。それぞれの 持つ異なる視点からの意見を出し合い、 課題を解決していく。〕	ジグソー グループ
STEP.4: クロストーク 〔ジグソー活動で作上げた考えを教室全 体で交流する。〕	全体
STEP.5: 課題について、最後にもう一度自分で答えを出す	個人

なる考えを統合して各自が答えを作る，でこれらが満たされていることが望ましいとされている⁶⁾。自分の考えを発信したり，各自が役割を持つことで，主体的・自発的に活動することができる。

3. 授業実践の概要

3.1 過去の実践

本稿第1著者は平成28年度にScratchと知識構成型ジグソー法を適用して，全11時間の授業実践を行っている⁶⁾。実践の対象は岡山県内の公立中学校の第1学年1クラス25名であった。全11時間の授業記録を表2に示す。この実践で，生徒にプログラミングの楽しさを伝えることができた。課題は，独創的なアイデアが十分に創造されず，例題ゲームに似たゲームが多く作成されたことであった。その原因として，導入で行う例題ゲームを1つしか体験していないため，構想するゲームの幅を狭めた可能性が考えられる。また，エキスパート活動の学習内容は例題ゲームを実現するための機能を3つに分割して，「キャラクターの動かし方」「りんごの動かし方」「りんごの消え方」と題名をつけて学習させた。これらの機能は，例題ゲームの機能に依存しており，生徒の独創的な思考を制限してしまった可能性も考えられる。

表2 過去の実践の授業記録

場面	授業数	授業内容
導入	1	・例題ゲームの体験
エキスパート活動	2	・担当プログラムの理解
	3	・担当プログラムの応用
	4・5	・担当プログラムの整理
ジグソー活動	6	・オリジナルゲームの構想
	7~10	・オリジナルゲームの制作 ・仲間のプログラムを統合
クロストーク	11	・オリジナルゲームの発表・評価

3.2 本実践の概要

本実践は，平成29年度に岡山県内にある公立中学校(3.1の実践校と同一)の第1学年1クラス24名を対象に，技術分野の授業11時間をかけて授業を行った。生徒全員がプログラミング未経験であった。題材を「オリジナルゲームを作ろう」とし，3~4人班で

1つのゲームを制作させた。10時間で計画していたが，週1回の授業が行事等でとんでしまうことが二度起きたため，復習の時間を1時間追加した。全11時間の授業記録を表3に示す。

過去の実践の課題であった独創的なアイデアを創造させる手立てを3つ用意した。まず独創的なアイデアを創造するためには，エキスパート活動でプログラムを学習する前にオリジナルゲームを構想する必要があると考える。表1のSTEP.1に示したように，知識構成型ジグソー法ではエキスパート活動の前に，各自が課題について考える時間が用意されている。本実践では，さらにグループで課題について話し合わせる時間を設けることで，生徒の独創的なアイデアの創造をより促すことが期待できると考えた。そこでエキスパート活動の前にジグソー活動①として，オリジナルゲームを構想する時間を作った。エキスパート活動の前に，ジグソーグループで活動させることで，「オリジナルゲームの完成には，自分の活躍が不可欠」という責任感が生まれ，エキスパート活動の学習意欲を向上させる効果も期待できると考えた。エキスパート活動の後をジグソー活動②として，構想したゲームが実現できるように再考する時間をとった。次に導入で体験するScratchゲームの種類を3つに増やし，Scratchでは様々な機能を含むゲームが作成できることを周知させた。最後に，エキスパート活動の学習内容は，プログラミングの基礎知識を活用することによって様々な機能を実現できることを理解させるために，知識の様々な活用方法によって実現される機能を3つに分けて学ばせた。様々な知識の活用方法を分担して学ばせることで，生徒の独創的なアイデアの創造を促し，それらを含む機能を実現させる力を身に付けることを期待した。以下，表3に基づいて本実践の授業の概要を詳細に説明する。

導入では，Scratchのゲームでよく使われている機能が含まれたゲームを3つ体験させ，様々なゲームがScratchで作成可能であることを知らせた。その後，個人でどんなゲームを作りたいか大まかに考えさせた。

ジグソー活動①では導入で考えたゲームをジグソーグループ内で発表し，グループでオリジナルゲームを構想させた。この活動の目的は，独創的なアイデアが

表 3 本実践の全 11 時間の授業記録

場面	授業数	授業内容	形態
導入	1	・例題ゲームをプレイして、イメージを膨らませる。 ・個人でオリジナルゲームを考える。	全体
ジグソー活動①	2	・グループでオリジナルゲームを考える。	ジグソーグループ
エキスパート活動	3	・資料、PC を活用して、担当プログラムを理解する。 (4 は復習の時間として追加)	エキスパートグループ
	4		
ジグソー活動②	5	・練習問題を解く。	ジグソーグループ
	6	・各担当で学習した内容を共有する。 ・構想したゲームが実現できるよう改良する。	
	7~9	・構想したゲームを分担して、各自でプログラムを作成する。	
クロストーク	10	・各自で作成したプログラムを1つに統合し、不具合が起きないように調整する。	全体
	11	・各グループの独創的なアイデアを評価する。 ・自分たちのオリジナルゲームの反省をする。	

組み込まれたオリジナルゲームの構想を促すことである。エキスパート活動でゲームの機能を学習した後にオリジナルゲームを構想させると、過度に実現性を考慮して独創性に欠けてしまう可能性がある。そのためエキスパート活動の前にオリジナルゲームの構想を1時間追加した。エキスパート活動の後にもう一度構想の時間をとることを伝え、エキスパート活動前の構想では、実現できるかどうかは気にせず作りたいたいオリジナルゲームを構想させた。

エキスパート活動は3時間かけて行った。各エキスパートで学習した内容を図1に示す。エキスパート活

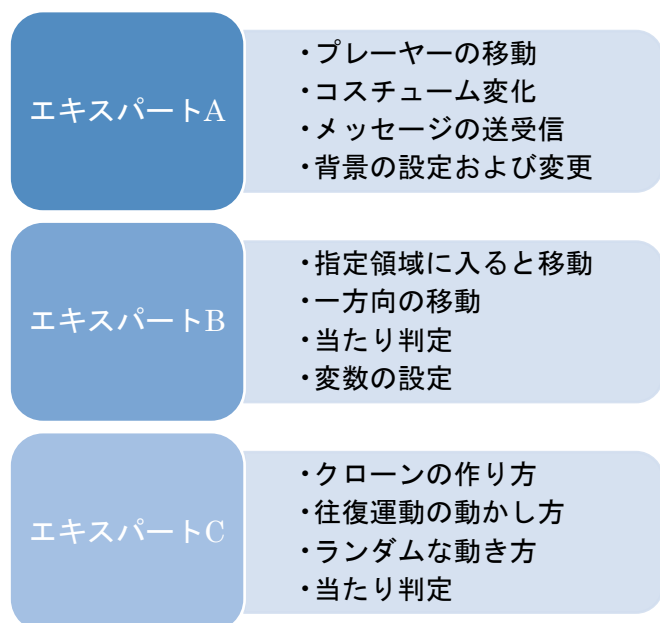


図 1 エキスパートの学習内容

動の学習内容は、導入で生徒に体験させた3つのゲームの機能を整理したものである。すべてのエキスパートグループでプログラミングの基礎である順次、反復、分岐を学習できるように、順次、反復、分岐を含んだ機能をそれぞれに組み込んだ。その上で、これらの基礎知識を活用することによって様々な機能を実現できることに着目して、学習内容を3つに分けた。生徒に様々な知識の活用方法があることを意識して構想を考えさせるようにすることで、独創的なアイデアが多く生まれることを期待した。資料を読み、PCで実際にブロックを組み合わせ、動きを確認することに2時間、学習した知識の活用方法を実現できるようにするための練習問題を解くことに1時間を費やした。

ジグソー活動②は、オリジナルゲームを構想通りに制作することが目的である。制作する前にジグソー活動①で構想したゲームが実現可能かどうかを話し合った。実現できそうにないアイデアは、実現できるように修正するとともに、ゲームの機能ごとに役割分担した。オリジナルゲームの構想の一例を図2に示す。図2は「もぐらたたき」を制作したいグループのワークシートの一部で、登場キャラクター(アイテム)とその機能の詳細を記入している。制作は一人一台のPCを使い、完成した生徒から順に制作物を組み合わせる手立てとして、授業開始時にこの時間の目標を立てさせ、授

業終了前に達成度を振り返るワークシートを記入させた。達成度が不十分だった生徒には、教師（本稿第 1 著者）がワークシートや Scratch の制作画面にあるコメント機能を使ってヒントを書き加えた。

クロストークでは、制作したオリジナルゲームの発表会を行った。発表グループは制作したゲームを説明し、他の生徒に自分たちのゲームを体験させる。体験した生徒には、「おもしろいアイデアはどこだったか、自分だったらどんなアイデアを追加するか」という独創的なアイデアの観点で評価させた。全てのグループの多様なアイデアを知った後に、「どんなアイデアを追加したら、自分たちのゲームがよりおもしろいゲームになるか」を問い、新しいアイデアを考えさせる機会を与えた。

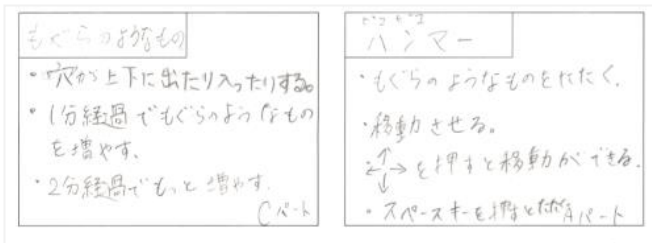


図 2 オリジナルゲームの構想（ジグソー活動②）

4. 授業実践の結果と評価

4.1 制作されたオリジナルゲームとその評価

まず、目的①独創的なアイデアを創造できたかどうかを分析する。太田剛ら⁽⁷⁾が作成した Scratch のプログラム自動評価機能の一部である「プログラム機能の一覧」を用いて、生徒が制作した Scratch の作品を評価した。「プログラム機能の一覧」は 63 種類あり、Web 上の Scratch 入門プログラムや Scratch の入門書籍内のプログラムから選び出されたものである。「プログラム機能の一覧」の一部を表 4 に示す。本研究では、2 つの観点から構想・実現された各機能を独創的なアイデアを含んでいるかどうかを評価した。1 つ目は、ど

表 4 「プログラム機能の一覧」(No5 まで)⁽⁷⁾

No	サンプルプログラム	機能
1	四角動き	方向転換と前進
2	壁反射	画面枠での反射
3	ワープ歩き A	画面枠での座標移動
4	ワープ歩き B	X 座標右端での左端への移動
5	ぼうし選択	クリック操作でメッセージ送信

のエキスパート活動の学習内容でも習っていない新しい機能（独創性①）、もう 1 つはエキスパート活動で習っている機能だがその組み合わせ方が異なる機能（独創性②）である。エキスパート活動の学習内容を「プログラム機能の一覧」に対応させた例を表 5 に示す。また、オリジナルゲームとして構想された機能を、独創的なアイデアを含んでいるかどうかを評価した例を表 7 に、構想時の機能数、制作時に変更された機能数、最終的に実現されていた機能数を表 6 に示す。ここで表 6 中の括弧内の数字は、独創的なアイデアを含む機能数を表している。表 6 に示したように、すべての班で独創的なアイデアを含む機能が構想されていた。また、すべての班で独創的なアイデアを含む機能が 1 つ以上実現されていた。この結果から、すべての班で実現可能な独創的なアイデアを創造する話し合いができていたと考えることができる。また、構想時の独創的

表 5 エキスパート A の資料のプログラム機能

エキスパート活動 A	対応する「プログラム機能の一覧」の No. と機能	
・キーボード入力による移動	40	方向キーによる左右への移動
・条件判断でのメッセージ送信	25	条件判断でのメッセージ送信
・メッセージ受信後の移動	32	メッセージ受信後の移動
・背景の設定と条件判断で背景変更	12 + 47	背景の変更 + 時間間隔指定してコスチュームを変更
・一方向の移動	1	方向転換と前進

表 6 独創的な機能数
(括弧内は独創的なアイデアを含む機能数)

	構想時の機能数	変更後の機能数	実現された機能数
1 班	11(4)	11(4)	10(4)
2 班	6(2)	6(2)	5(1)
3 班	7(2)	7(2)	5(2)
4 班	7(3)	3(1)	3(1)
5 班	5(1)	5(1)	4(1)
6 班	6(1)	6(1)	5(1)
計	42(13)	38(11)	32(10)

表 7 「プログラムの機能の一覧」に当てはめたオリジナルゲーム評価の一例

オリジナルゲーム構想の機能	対応する「プログラム機能の一覧」の No.と機能	独創性①	独創性②
①スペースキーでジャンプする（2段ジャンプ）	57 + 57 ジャンプ（1回） + ジャンプ（1回）	×	○
②右からバナナ，岩が流れてくる	3 画面枠での座標移動	×	×
③バナナに触れると1点加算	43 得点の計算（1点の加算）	×	×
④岩に8回当たるとゲームオーバー	38 タイマーの使用と変数の減算	○	×
⑤ゲームオーバーで背景が変化する	47 時間間隔指定してコスチュームを変更	×	×
⑥次のステージへ移動	47 時間間隔指定してコスチュームを変更	×	×
⑦次のステージからバナナ，岩のスピードアップ	22 変数の値による移動	×	×

な13個のアイデアのうち5つが制作中に変更され、そのうち4つの機能が実現されていた。このことは、生徒らがエキスパート活動で学んだ内容を理解し、実現可能かどうかを適切に判断して実現可能な機能に変更できていたと考えることができる。ジグソー活動で、すべての生徒が機能の一部を担当してプログラミングを行ったことを踏まえると、本研究で提案した授業方法によって、ほとんどの生徒に①独創的なアイデアを創造させること、③プログラミングの基礎を習得させること、⑤知識や技術を活用させて、設計した作品を作り上げること、を達成させることができたと考えている。

4.2 事後アンケートの結果と評価

事後アンケートは、最後の授業に出席した生徒20名を対象に実施した。アンケートの質問項目と結果を表8に示す。No.1の質問の結果からすべての生徒にプログラミングの楽しさを感じさせることができたと考えられる。また、No.2,3の質問に対して90%以上の生徒が肯定的な回答をしていることから、ほとんどの生徒にプログラミングに好意的な関心を持たせ、今回のゲーム制作に達成感を与えることができたと考えている。No.4の質問に、15%の生徒は自分一人でゲームを作成できる自信があり、75%の生徒は友達と協力すればゲームを作成できる自信があると回答している。この結果から、プログラミングの基礎を習得させることができたと考えられる。No.5の質問の結果から、ほとんどすべての生徒が独創的なアイデアを創造していたゲーム構

想の話し合いに参加していることが分かる。No.6の質問に対して、60%の生徒がいつもの授業より多く発言したと回答している。いつもの授業のほうが多く発言していたという回答も15%あったが、いつもより多く発言する生徒が増えたことで、普段から多く発言する生徒の発言数が減ったことも考えられる。変わらないと回答した25%の中には普段から多く発言する生徒も含まれることを考慮すると、ほとんどの生徒がいつもよりも主体的に話し合いに参加できていたことが推測される。No.7の質問に90%の生徒が肯定的な回答をしていることも含め、生徒にいつもより主体的・自発的な活動をさせることができたと考えている。これらの結果から、本研究で提案した授業方法によって、ほとんどの生徒に②主体的・自発的に活動させること、③プログラミングの基礎を習得させること、④プログラムの楽しさ、達成感を与えること、を達成させることができたと考えている。

5. おわりに

本研究では、中学校技術・家庭[技術分野]の授業時数を考慮して、Scratchと知識構成型ジグソー法を適用したプログラミング教育の授業方法を提案し、授業実践を行った。過去の実践で得られた課題を踏まえ、本実践ではプログラミングの基礎知識の様々な活用方法によって実現される機能ごとにエキスパート活動の学習内容を設定することで、多角的にゲームの構想を考えさせ、独創的なアイデアを期待した。また、本実践ではエキスパート活動の前にもオリジナルゲームを構

表 8 事後アンケートの結果

No.	質問項目	割合			
		1	2	3	4
1	Scratch のゲーム作りは楽しかったですか。 1.とても楽しかった 2.やや楽しかった 3.あまり楽しくなかった 4.全然楽しなかった	50%	50%	0%	0%
2	ゲームを完成させたときに、達成感がありましたか。 1.とてもあった 2.ややあった 3.あまりなかった 4.全然なかった	70%	25%	5%	0%
3	また新たにゲーム作りをしたいと思いませんか。 1.そう思う 2.ややそう思う 3.あまり思わない 4.全然思わない	55%	35%	5%	5%
4	新しいゲームを作成するとしたら、プログラムを作成する自信がどの程度ありますか。 1.自分一人で作れそう 2.友達と協力したら作れそう 3.作れそうにない	15%	75%	10%	-
5	ゲームの構想時に、自分のアイデアを言うことができましたか。 1.はい 2.いいえ	95%	5%	-	-
6	いつものグループ活動と今回のグループ活動では、どちらのほうが多く発言したと思いますか。 1.今回のほうが多いと思う 2.変わらないと思う 3.いつものほうが多いと思う	60%	25%	15%	-
7	いつもの授業に比べて、自分で考えたり、自ら進んで作業したりできましたか。 1.よくできた 2.ややできた 3.あまりできなかった 4.できなかった	50%	40%	10%	0%

想させるジグソー活動を取り入れた。本実践を行った結果、本研究で提案した授業方法によって、ほとんどの生徒に①独創的なアイデアを創造させること、②主体的・自発的に活動させること、③プログラミングの基礎を習得させること、④プログラムの楽しさ、達成感を与える⑤知識や技術を活用させて、設計した作品を作り上げること、を達成させることができた。またエキスパート活動前のジグソー活動で、「オリジナルゲームの完成には、自分の活躍が不可欠」という責任感が生まれ、エキスパート活動の学習意欲の向上にも繋がると考えられる。

今後の課題としては、家庭でプログラミング学習ができる教材づくりが挙げられる。プログラミング未経験の生徒にとって、週に1時間の技術の授業だけでは知識の定着に時間がかかる。知識を早期に定着できればより多くの独創的なアイデアの創造、実現に繋がる。家庭のPCの環境に関係なく、学習できる教材開発を進めていきたい。

謝辞

本研究の授業実践にご協力いただいた中学校の先生方及び生徒の皆様に感謝いたします。本研究の一部は、日本学術振興会科学研究費 基盤研究 (B) 16H03077 (研究代表者：笠井俊信) の助成を受けたものである。

参考文献

(1) 山本利一, 本郷健, 本村猛能, 永井克昇“初等中等教育に

- おけるプログラミング教育の教育的意義の考察”, 教育情報研究, 第32巻,第2号,pp.3-11(2016)
- (2) 全日本中学校技術・家庭科研究会研究調査部, 日本産業技術教育学会, 公益社団法人 全国中学校産業教育教材振興協会, “平成26年度中学校 技術・家庭科に関する第3回全国アンケート調査【技術分野】調査報告書”(2014)
- (3) 尾崎 誠, “アニメーション制作でプログラミングの基礎学習”, 文部科学省・プログラミング教育実践ガイド, pp.20-23,(2015)
- (4) 森 秀樹, 杉澤 学, 張 海, 前迫 孝憲, “Scratch を用いた小学校プログラミング授業の実践—小学生を対象としたプログラミング教育の再考—”, 日本教育工学会論文誌, Vol34,No.40,pp.387-394,(2011)
- (5) 白水始, 飯窪真也, 齊藤萌木, 三宅なほみ, “協調学習授業デザインハンドブック第2版—知識構成型ジグソー法を用いた授業づくり—”, 東京大学 CoREF, 自治体との連携による協調学習の授業づくりプロジェクト
- (6) 太田 雅之, 笠井 俊信, “中学校技術科における Scratch を用いた授業実践と評価—知識構成型ジグソー法を適用して—” 日本教育工学会研究報告集, Vol17,No3.pp.169-176
- (7) 太田 剛, 加藤 浩, 森本 容介, “コンピューターショナル・シンキング概念に基づくプログラム自動評価機能を持つ Scratch 用学習支援システムの開発”, 教育システム情報学会誌, Vol35,No2,pp204-214,(2018)

プログラミング教育必修化時代の到来に合わせた

ET プログラミングの再考

石川貴彦

名寄市立大学保健福祉学部

Rethinking of ET Programming Based on Early Programming Education

Takahiko Ishikawa

Faculty of Health and Welfare Science, Nayoro City University

本研究では、2020年から開始する小学校のプログラミング教育必修化に合わせて、筆者らが2002年に実践してきた宣言型言語・テキストベースのETプログラミングを再考した。ここでは、文部科学省が公表したプログラミング教育の手引で示されたビジュアル型言語によるプログラム例などを、ETプログラミングで作成・比較することで、本プログラミングが、必修化で目指しているプログラミング教育の方法として適用可能かどうかを検討した。

キーワード: 小学校プログラミング教育の手引, ETプログラミング, ルール, 置き換え, 意味

1. はじめに

2020年からの小学校におけるプログラミング教育必修化を見据えて、様々な準備が進んでいる最中である。文部科学省は、2018年11月に「小学校プログラミング教育の手引(第二版)」⁽¹⁾(以下、手引)を公表し、例示の中でSCRATCHなどのビジュアル型プログラミングを採用している。これは、コーディングを覚えるのが目的ではないことと、動きの組み合わせを論理的に考える「プログラミング的思考」を育成することの2つを満たすには、ビジュアル型が適切であるという判断から採用されたものと思われる。しかしながら、単純な動きの組み合わせならばビジュアル型は理解しやすいが、手引で示した自動販売機の例はサブルーチンなどを用いる必要があるため、プログラムが大規模かつ複雑になり、実際の指導は動きの一部を再現するプログラムの作成に留めている。ここまでの段階になるとビジュアル型の優位性は薄れてしまい、プログラムも分散して動きが追いにくくなるので、学習者は理解困難に陥りやすい。

筆者らは、このような手続き型言語・ビジュアルベ

ースのプログラミング教育に依存せず、宣言型言語・テキストベースによるプログラミング(以下、ETプログラミング⁽²⁾)教育の実践を2002年から独自展開してきた。論理的思考力の育成や問題解決を学ぶことを目的に、等価変換ルール(以下、ETルール)の記述によるアルゴリズム構築という方法で大学生対象に取り組んできたが、当時のプログラミング教育の主流がコーディング中心だったことや、C++など実用性の高い言語の教育が望まれた時代だったので、筆者らの取組以外での実践はなかった。しかしながら、このETルールが手引で言うところの「動きの組み合わせ」に相当し、さらに各ルールに意味を付与していくので、動きの正しさを1つずつ検証しながら論理的に構築することが可能である。この構築がまさに「プログラミング的思考」の育成であると考えている。

そこで本研究では、プログラミング教育必修化の時代に合わせて、過去に実践してきたETプログラミングを再考し、本プログラミングが現在求められている教育方法として適用可能かどうかを検討することを目的とした。

2. ET プログラミング

2.1 ET ルール

ET ルールは、問題の元の意味を損なわずに、別の問題に置き換えて単純化するという動きを表現したものである。例えば小学校低学年の算数では、足し算や引き算の方法として、さくらんぼ計算を用いることがある。これは $8 + 7$ を計算するときに、後の 7 の下にさくらんぼに見立てた 2 つの円を書き込み、前の 8 と左の円を足して 10 になるような数を考える。次に、後の 7 から左の円を引いた数を右の円に書き込む。そうすると $8 + 7$ は $10 + 5$ という問題を解くことと同意味になる。これが ET ルールの考え方であり、

$$8 + 7 \rightarrow 10 + 5$$

のように解く問題の意味を変えることなく、計算を単純化する。問題の置き換え関係は小学校低学年では他にもあり、

$$5 \text{ 円玉が } 50 \text{ 枚} \rightarrow 5 \text{ 円玉 } 10 \text{ 枚の塊が } 5 \text{ つ}$$

といったお金の計算でも同様である。このような関係性を踏まえ、以下に ET ルールのシンタックスを示す。

$$(\text{述語 引数}) \rightarrow (\text{述語 引数}).$$

左辺の括弧はヘッドアトムと呼び元の問題を表す。そして、右辺の括弧はボディアトムと呼び、置き換え後の問題を表している。なお、ET ルールには条件部を設けることができ、ヘッドアトムの後に中括弧で囲んだアトム (コンドアトム) を記述する。

$$(\text{述語 引数})\{(\text{述語 引数})\} \rightarrow (\text{述語 引数}).$$

述語には ET プログラミングのビルトインである B 述語と、ユーザが自由に定義できる D 述語があり、D 述語から B 述語に置き換えていくプロセスが単純化に当てはまる。引数には数や文字列、変数のほか、リストを扱うことができる。変数は * で始まるシンボルで表現し、リストは $[*A]*R$ のように表現する。

2.2 過去の ET プログラミング教育の実践

筆者らは、2002 年に大学 1 年生約 200 名を対象に ET プログラミング演習を実施した。学習内容は、テキ

ストエディタを用いてプログラムを記述したり、インタプリタにプログラムをロードし実行したりするなどのプログラミングに関する基本操作と、数値計算やリスト処理に関するプログラムの作成を中心とした。学習方法は、教師による説明と独自に作成したテキスト、e-Learning システム³⁾を併用したブレンディッドラーニングで行った。

数値計算の例では階乗を求める問題があり、

$$\left[\begin{array}{l} \textcircled{1} \quad 0! = 1 \\ \textcircled{2} \quad N! = N \times (N-1)! \end{array} \right]$$

という 2 つの式について、以下のように ET ルールで記述する。なお fact は D 述語であり、 $=$, $>$, $:=$, $-$, x は B 述語である。

$$R1: (\text{fact } 0 *X) \rightarrow (= *X 1).$$

$$R2: (\text{fact } *N *X), \{(> *N 0)\} \rightarrow (:= *N1 (- *N 1)), \\ (\text{fact } *N1 *X1), \\ (:= *X (x *N *X1)).$$

ルールを記述した後に、それぞれ意味を付与しながら置き換え関係の正しさを検証する。R1 は「0 の階乗の答 X は、 $X = 1$ に置き換える」という意味を持ち、R2 は「数 N の階乗の答 X は、N が正整数のとき、N から 1 を引いた N1 を求める問題と、数 N1 の階乗の答 X1 を求める問題と、N と X1 の積 X を求める問題の 3 つに置き換える」という意味を持つ。つまり、①から R1 を作成して意味を与え、同様に②から R2 を作成して意味を与えるというプロセスから、プログラミングを学習するという方法である。このポイントは、付与した意味の正しさと、想定される問い合わせの範囲を網羅しているかどうか (0 以上の正整数に対して、全て解を求められるか) を検証すれば良く、再帰処理の過程を学習者に追わせないことである。

次に、リスト処理における当時の学習者のプログラム例を示す。与えられたリスト $[1 \ 2 \ 3]$ の逆順のリスト $[3 \ 2 \ 1]$ を求めるプログラムの作成を取り上げる。学習者からは次のような方略が提案された。

(A) 先頭要素 1 を除いたリスト $[2 \ 3]$ を逆順にして $[3 \ 2]$ を求め、それと $[1]$ を結合する問題に置き換える。

(B) 先頭要素 1 をストック用リストの先頭に挿入し、残

りの[2 3]の先頭要素をストック用リストの先頭に挿入する問題に置き換える。

(C)末尾要素 3 を求めてリストの先頭に挿入し、残りのリスト[1 2]から末尾要素を求めて、リストの先頭に挿入する問題に置き換える。

(A)~(C)の方略は、以下の *RA*~*RC* のルールとしてそれぞれ表現された。なお、*reverse*, *append*, *restlast* は *D* 述語である。

RA (*reverse* [**A*]**R*] **X*)

→ (*reverse* **R* **X*1), (*append* **X*1 [**A*] **X*).

RB (*reverse* [**A*]**R*] **L* **X*)

→ (= **L*1 [**A*]**L*], (*reverse* **R* **L*1 **X*).

RC (*reverse* **L* **X*)

→ (*restlast* **L* **M* **R*), (*reverse* **R* **X*1),
(= **X* [**M*]**X*1]).

RA は「[**A*]**R*」の逆順のリスト**X* を求める問題は、リスト**R* の逆順のリスト**X*1 を求める問題と、**X*1 と[**A*]を結合したリスト**X*を求める問題に置き換えることができる」という意味を持つ。このルールで問題を置き換えた後に、さらに *append* を置き換えるルールを追加して、全てのアトムが *B* 述語で表された問題に置き換えられれば、逆順のリストを求めることができる。演習終了後、学習者から自由記述を求めたところ、「難解な問題を簡単な問題に直して、段階を踏んで解けるようになった」、「部分部分を構成して行って、最終的に1つのプログラムをとして機能できる楽しさを知った」、「ルールを積み重ねることでプログラムを完成させる方法によって、他の言語でプログラムを作るときにも応用できる考え方が身についた」などといった意見が得られた。このようにして、当時の ET プログラミングは、問題の置き換えを行うルールの段階的な組み合わせにより、学習者にプログラミング的思考の育成機会を提供したのである。

2.3 ET プログラミングの学習方法

前節で述べた過去の実践を踏まえ、ET プログラミングの学習プロセスを以下にまとめる。

- (1) 与えられた問題を解くための方略を考える
- (2) 方略に基づき ET ルールを記述する

- (3) 記述したルールに意味を付与する
- (4) ルールを実行し、置き換え後の問題を得る
- (5) 置き換え後の問題を単純化するルールを追加する
- (6) 追加したルールに意味を付与する
- (7) 問題が全て *B* 述語に置き換えられるまで(4)~(6)を繰り返す
- (8) *B* 述語に置き換えられたら、問題の解が得られる

この学習プロセスは、ビジュアル型のように部品を配置して直感的にプログラミングを始めるのではなく、(1)で問題を吟味してから(2)でプログラムを書き、(3)でプログラムの正しさを検証するというスモールステップで進めていく。そして、プログラムを完成させて解を得ることを目標とするのではなく、(4)でプログラムを1つ書いて途中結果を得て、解に一步近づくという単純化を目標とする。そのため、一気にまとめて作るのではなく、(7)のように置き換え関係を組み合わせていながら、徐々にプログラムを作りあげるのが ET プログラミングの学習方法である。

3. 手引の例題に対する ET ルールの記述

3.1 通電の制御

手引では、小学6年理科の電気の単元において、プログラミングを通して学習する場面を挙げている。その中で、照明を効率よく利用するための方法を考える活動が設けられ、センサーの作動設定や制御の手順について試行錯誤しながらプログラムを作成する。図1は手引で示されたプログラム例である。



図1 通電を制御するプログラム例
(手引 p. 26 の図を引用)

図1を見ると、ループ処理と分岐処理を組み合わせた1つのまとまったプログラムであり、この理解は初学者にとって1つの難関になる。ETプログラミングでは、独立した4つのルールで記述できる。

L1: (lamp) → (sensor *X),(switch *X),(lamp).

L2: (sensor *X) → (read *X).

L3: (switch *X), {(≤ *X 100)} → (wait on 10).

L4: (switch *X), {(> *X 100)} → (wait off 1).

L1には「照明のオンオフ (lamp) は、センサー (sensor) の情報 *X を受け取り、*X からスイッチ (switch) を制御して、照明のオンオフ (lamp) を受け付ける」という意味を与える。末尾で lamp アトムを呼び出しているのでループ処理になるが、意味を把握させれば、繰り返すという動きを追わずに理解を促すことができる。次に、L2は *X を読み取って sensor に返すルールである。そして、L3には「スイッチの値 *X が 100 以下のとき、スイッチを入れて 10 秒待つ」という意味を与え、L4には「スイッチの値 *X が 100 より大きいとき、スイッチを切って 1 秒待つ」という意味を与える。L3 と L4 が分岐処理に該当するが、意味を個々に確認すれば、排他的に捉えることができるので、枝分かれするという動きを意識させずに理解を促す。

3.2 自動販売機

手引に示されている総合的な学習の時間の例として、自動販売機のプログラムの作成がある。ここでは、硬貨の種類や温度管理などの判断を自動で行っていることに気付かせ、自動販売機の動きの一部を再現するプログラムを作成すると述べられている。太田⁽⁴⁾が作成した SCRATCH によるプログラム(図2)では、サブルーチンを用いて、硬貨の投入、返却、購入ボタンの3つを記述している。図2の規模であっても機能は限定的であり、商品が1種類のみだったり、100円しか投入できなかつたり、おつりの返却ができなかつたりする状況である。大規模なプログラムになると、機能別に作成することが必須になるが、これは学習者にとっても、教える教師にとっても、相当難しいプログラミングとなるだろう。他にも、自動販売機のスプライトを教師が用意する必要があり、プログラミングスキルとは別に作画スキルも要求される。

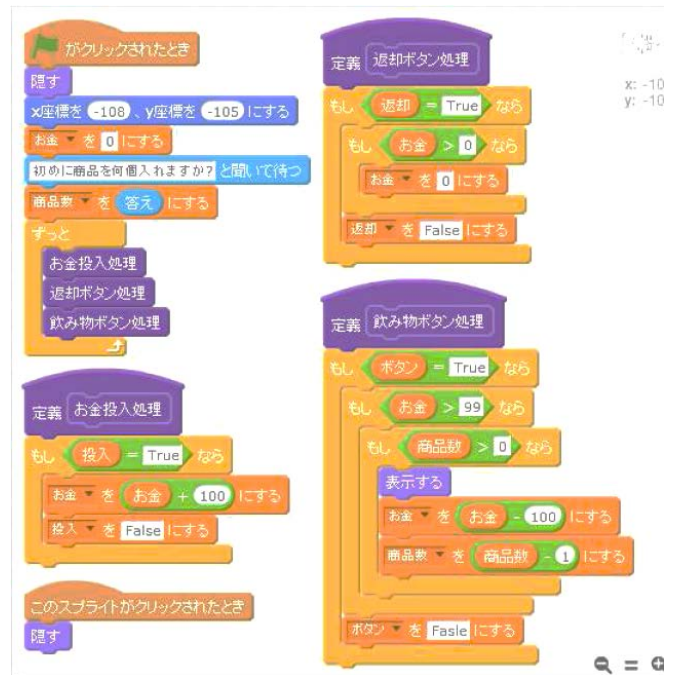


図2 太田による自動販売機のプログラム例

自動販売機のプログラムを ET ルールで作成するには、「自動販売機は、販売している商品を展示し、硬貨を受け付け、投入した金額で購入できる商品を提示し、選択した商品とおつりを返す機能を持つ機械である」ということを、最初に方略として考える。この方略に基づいて以下のルールを記述する。

V1: (jidou *X *R) → (display *D),(slot *C),(buy *D *C *D1),
(give *D1 *X *C *R).

そして、V1に「自動販売機で商品 *X とおつり *R を受け取るという問題 (jidou) は、販売している商品 *D を展示 (display) し、硬貨 *C を受け付け (slot), *D から *C の金額内で買える商品 *D1 を提示 (buy) し、*D1 から選択した商品 *X と、*C のおつり *R を渡す (give) という問題に置き換える」という意味を与える。次に V1 によって置き換えられた display アトムは、リストを使って以下のように記述できる。

V2: (display *D) → (= *D [[ジュース 130]
[コーヒー 130]
[お茶 100]]), (print *D).

V2には「展示する商品 *D は、ジュース 130 円、コーヒー 130 円、お茶 100 円を表示する」という意味を与える。展示する商品を増やすにはリストを長くし、商品や料金以外に在庫数や温度管理の区別も与えるな

らば、[ジュース 130 10 冷]のようにリストの要素を増やすことで拡張できる。以降の slot, buy, give アトムを置き換えるルールは次のように記述する。

- V3: (slot *C) → (read *C).
 V4: (buy [[*D *P]*Z] *C *D1), {(> *P *C)}
 → (buy *Z *C *D1).
 V5: (buy [[*D *P]*Z] *C *D1), {(<= *P *C)}
 → (= *D1 [[*D *P]*D2]), (buy *Z *C *D2).
 V6: (buy [] *C *D1) → (= *D1 []).
 V7: (give *D1 *X *C *R) → (print *D1), (read *A),
 (match *A *D1 *X *C *R).
 V8: (match *D [[*D *P]*Z] *X *C *R)
 → (= *X *D), (:= *R (- *C *P)).
 V9: (match *A [[*D *P]*Z] *X *C *R), {(/= *A *D)}
 → (match *A *Z *X *C *R).
 V10: (match *A [] *X *C *R) → (false).

V4~V6は、投入した金額*Cと商品の価格*Pを比較し、*Cが*Pより下回る場合は展示する商品から除外し、*Cが*P以上の場合購入可能リスト*D1に追加するという動きとなる。V7~V10は、選択した商品*Aと購入可能リスト*D1の中の商品が一致したとき、*Aを*Xとして返し、*Cから商品の代金*Pを引いた値を*Rに返すという動きとなる。どれも一致しない場合は失敗を返す。このように複数の商品を販売し、おつりを返却する機能を持つ自動販売機のプログラムは10ルールで作成でき、手引で示されている一部の作成に制限しなくとも、完成できるサイズに収まる。

3.3 プログラミングの楽しさや面白さ、達成感などを味わえる題材

手引では学校の裁量で時間を確保し、各教科等とは別にプログラミング体験を実施することも想定している。例として、キャラクターを動かしてランダムに降ってくる星を獲得するプログラムを挙げており、ゲーム性を持たせることで、楽しさや達成感を与えるように配慮している。本稿では、ゲーム性を持たせた題材として数理パズルのプログラムを扱う。前述の過去の取組で、筆者らは「パズルプログラミング」という演習を大学生対象に実施しており、覆面算の計算や数独パズルなど、元々ETルールが得意とする例題を教材

化している。教材の1つであるハノイの塔は、図3(1)のように棒Aに刺さった直径の異なる円盤を1枚ずつ移動して、(4)のように棒Cに全て移動するというパズルである。ただし、直径の小さい円盤の上に直径の大きい円盤は置けない制約がある。山田・有吉⁽⁵⁾は、ハノイの塔は小学校でのプログラミング教育が狙いとしているプログラミング的思考の育成に適した教材であると述べており、大学生対象の実践においても、興味深いという意見を得た題材である。しかしながら、解法のパターンは単純なので、ひとたび理解すると簡単でつまらないという意見も同時に得た。つまり、小学校の題材としたとき、導入で児童の興味を引きつけ、パターンがわかると簡単に解けるので、達成感を得やすいプログラミングであると言える。

ハノイの塔を解くためには、(2)のように一番下に刺さっている最も大きな円盤だけがAに残り、それ以外の円盤がBに移動している状態であれば、最も大きな円盤をCに移動することができる。そして、(3)のように最も大きい円盤をCに移動し、それからBにある残りの円盤をCに移動すればよい。この方略をETルールで記述すると以下のようになる。

- H1: (hanoi *N *A *B *C), {(> *N 0)}
 → (:= *N1 (- *N 1)), (hanoi *N1 *A *C *B),
 (format "/s --> /s" (*A *C)),
 (hanoi *N1 *B *A *C).
 H2: (hanoi 0 *P1 *P2 *P3) → .

H1には、「N枚の円盤をAからBを経由してCに移動するという問題は、N-1枚の円盤をAからCを経由してBに移動し、N枚目の円盤をAからCに移動し、N-1枚目までの円盤をBからAを経由してCに

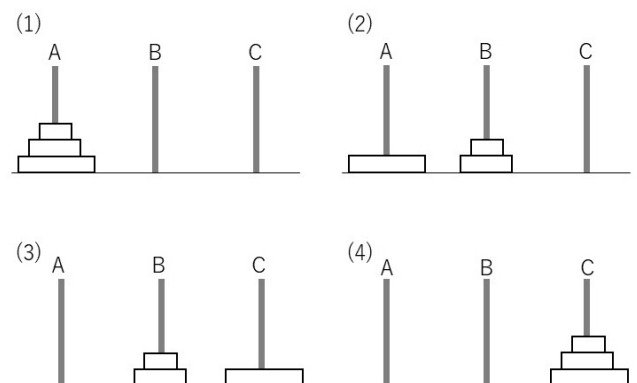


図3 ハノイの塔の解法パターン

移動するという問題に置き換えることができる」という意味を与える。H2は「円盤が0枚のときは何もしない」という意味を持つ。このように、ハノイの塔は2つのETルールだけで解くことができ、これも意味でプログラムを捉えることで、再帰計算を追わせないように配慮する。

4. 考察

SCRATCHのようなビジュアル型プログラミングは、基本は手続き型言語なので、順次処理、条件分岐、繰り返しといった動きを組み合わせ、1つのまとまりを作って問題を解く。まとまりが大きくなる場合にはサブルーチンを使って部品化し、部分問題の答を用いて大きな問題を解くというアプローチとなる。これに対しETプログラミングは、問題の解くための方略を考えてルール化し、そのルールに意味を与えて、問題の置き換えの正しさを検証するというアプローチをとる。したがって、方略を立てる、ルールを書く、意味を与えるという、それぞれの段階でプログラミング的思考を育成するので、反復的に学習できる機会を提供している。そして、ルールが他の計算に影響せず完全に独立していることと、ルールの適用による変換結果を返すので、途中の段階で実行してもエラーにはならないことが、プログラミングのしやすさをもたらしている。さらに、ハノイの塔で示した通り、プログラムのサイズが小さく、作成に時間をかけなくても済むことから、1回の授業で完結できる見込みがある。

その一方で、ETプログラミングの欠点としては、図形描画などのグラフィック面が弱く、絵や動きで児童の興味・関心を引くのが難しいことが挙げられる。図形描画に関するB述語はサポートされているが、スプライトを動かすといった直感的な操作ではないので、手引にある正多角形の作図などは、ビジュアル型プログラミングが向いている。また、D述語は全角日本語を使用できるが、括弧やカンマなどは半角小文字で記述するので、全角のまま括弧を付けるとシンタックスエラーが起こる。それを避けるためにD述語を半角小文字にし、ルールを全て半角小文字で統一しているが、D述語は英単語で名付けることが多く、児童にとっては英単語の意味の理解がネックになる。

5. おわりに

本研究では、筆者らが過去に実践したETプログラミングを再考し、プログラミング教育の手引で示された例題をETルールで記述することによって、本プログラミングが現在求められている教育方法として適用可能かどうかを検討した。

その結果、手引で示された例題は、方略を立ててETルールを導き、そのルールに意味を与えるという方法で対応できることを示し、プログラミング的思考を反復的に育成する機会をもたらした。そして、ルールの独立性やサイズの小ささがプログラム作成を容易にし、より大きなプログラムに取り組めることも、自動販売機の例から提示した。

今後は小学校教員と協力して、学習指導案の作成や授業の機会を設けるなど、ETプログラミングの実践可能性や教育上の課題について調査していきたい。

参考文献

- (1) 文部科学省: “小学校プログラミング教育の手引(第二版)”, http://www.mext.go.jp/a_menu/shotou/zyouhou/detail/1403162.htm, (2018) (2019年1月12日確認)
- (2) 石川貴彦, 赤間清, 小池英勝, 三高康嗣: “等価変換型プログラミング言語ETの導入による学習の構想”, 日本教育工学会論文誌, Vol.27, Suppl, pp.33-36, (2003)
- (3) 石川貴彦, 赤間清, 三高康嗣: “プログラミング教育のための学習支援システムの開発”, 平成15年度情報処理教育研究集会講演論文集, pp.97-100, (2003)
- (4) 太田剛: “自動販売機をプログラミングするーフローチャートやいろいろな設計ー”, http://beyondbb.jp/Materials/StudentT03_VendingMachine_170215.pdf#search=%27%E8%87%AA%E5%8B%95%E8%B2%A9%E5%A3%B2%E6%A9%9F+SCRATCH%27, (2017) (2019年1月24日確認)
- (5) 山田耕太郎, 有吉優菜: “数理パズルを使ったアルゴリズム教育の実践と評価”, 比治山大学紀要, No.24, pp.67-73, (2017)

プログラミング教育に向けたオンライン レポジトリを活用した英語学習用コーパスの作成

沼田 哲史*1

*1 大阪電気通信大学 総合情報学部

Creating English Learner's Corpus using Online Repositories for Programming Education

Satoshi Numata*1

*1 Faculty of Information Science and Arts, Osaka Electro-Communication University

In programming education, it is important to mention the importance of English, because grammars of most programming languages are based on English. For example, a function name with a verb and its object will be helpful for programmers to guess how it behaves even without any documentation comments. In this study, I propose a method to create a corpus of English words that can suggest better English words for programming entities using programming repositories published online.

キーワード: プログラミング教育, 名前付け, 英語

1. はじめに

プログラミング教育において、将来活躍することが期待できる人材を輩出するために、アルゴリズムの設計や応用ができるように指導することと合わせて、可読性の高いプログラムコードが記述できるように学生を指導することは重要である。可読性の高さにつながる要素は様々であるが、文献(1)によれば、その要素は大きく3つに分類できるとされている。すなわち「1. 良い名前を付けること」「2. 良いコメントを書くこと」「3. コードの書式を整えること」である。2番目のコメントを書くことに関しては、変数名や関数名が内容をよく表すものになっていればコメントを省略することができるため、その半分は1番目の名前付けが重要であるということに帰着すると言える。

そこで本稿では、学生が英語を用いた良い名前付けを学ぶことをサポートするために、オンライン・レポジトリで公開されている多数の実用的なプロジェクトで使われている名前付けの実例を自動的に取得する手法を提案する。そしてそこから得られたデータをプログラミング教育に応用する手段についても論じる。

2. プログラミング教育と英語

2.1 プログラミングにおける英語の必要性

多くのプログラミング言語が英語の文法を前提として構成されているため、プログラミングにおいて、英語の知識は重要である。例として、ゲームのキャラクターがジャンプ中のみ行う処理を書くことを考える。ジャンプしているかどうかを判定する関数名を「Func()」「Tobu()」「IsJumping()」と変えてみると、条件判定を行うコードはそれぞれ次のようになる。

```
if (Func()) { /* ジャンプ中の処理 */ }  
if (Tobu()) { /* ジャンプ中の処理 */ }  
if (IsJumping()) { /* ジャンプ中の処理 */ }
```

このように比較すると、意味のない関数名や、日本語のローマ字表記で「飛ぶ」という事象を表した関数名に対して、英語で「ジャンプ中である」ことを示すbe-動詞+現在進行形で名前を付けたものは、明らかに表現力が高く、また「if」などの予約語と合わせて、通常の英語としてもある程度読み下すことができることが分かる。プログラミング教育において、英語の知

識とその応用能力は無視することができない。

2.2 カリキュラム編成の実例

筆者の所属する大学の学科*1 では、日常的な英会話などの技能を身につけるための英語の授業は総合科目としてまとめられている。工学的な文章の読み書きができるようにすることを目的とした専門科目が 1 科目用意されているが、可読性の高いプログラムのコードを書くことを目的とした英語の授業は用意されていない。そしてプログラミングの演習授業内では、アルゴリズムの理解やファイルの入出力といった事項を理解し、あるいはネットワーク・プログラミングやバージョン管理といった技術を学ぶ時間が必要であり、プログラミングに特化した英語の知識の授受を行う時間を確保することは難しい。

そのため、プログラミングにおいて活用できる英語の知識を身につけさせるためには、本稿で提案するようなツールの準備と利用が必要となってくる。

2.3 事例研究

プログラミングに活用できる名前付けのためのツールとして、文献(2)のオンラインツールが挙げられる。これは日本語の文章を入力すると、プログラミングの要素として使いやすい簡潔な英語の文章が生成されるというものである。例として「ファイルを生成する」と入力すると「`generate_file`」という翻訳案が提示される。しかしながら、内部的な処理としては機械翻訳が使われているらしく、例えば「ジャンプ中かどうか」と入力しても「`is_during_jump`」という翻訳案が提示され、時制の正確さに欠けたり、不要な単語が交じるなどの問題がある。正確さや翻訳の速度を考えれば、学生本人が英語を勉強することがやはり必要であり、それをサポートすることが主題となる。

2.4 プログラミング用コーパスの自動生成

上述のことから、筆者は文献(3)のシステムを提案している。このシステムでは、オンラインのソースコード管理システムである GitHub で公開されていて一定数以上の評価が付けられた C# のプロジェクトに対して、変数や関数といった要素に使われている英単語を自動的に取得してコーパスを生成する。

3. プログラミング用コーパスの利用

3.1 実際の命名規則の確認

前述のコーパスを活用することで、多くのユーザーによって現在進行形でアクティブに使われているプロジェクトの中で、どのような英単語が、どのような組み合わせで使われているかを確認することができる。変数の型や関数の型などに着目して単語を分類することにより、プログラミングの授業内でそれらの概念を説明するのと同時に、合わせて勉強しておくべき英語表現を実データとともに提示できる。

3.2 プログラミング用エディタの拡張機能

広く使われているプログラミング用のエディタには、拡張機能を追加できるものが多い。前述のコーパスから、変数や関数の型と、英単語間の関係などをあらかじめ計算して保持しておくことで、エディタ上で変数宣言や関数宣言の入力が行われる際に、それらのデータを元にして、変数名や関数名を予測入力する機能を実装することが考えられる。

4. おわりに

本稿では、プログラミング教育には英語の知識が必要であることを示し、オンライン上で公開されている膨大な量のコードからプログラミング用のコーパスを作成して、それをプログラミング教育に活用する方策を示した。今後、統計データのまとめやツールを完成させた後、学部 1 年生および 2 年生の授業で活用し、その結果を報告したいと考える。

参考文献

- (1) Boswell, D., Foucher, T.(著), 角 征典(訳): “リーダブルコード—より良いコードを書くためのシンプルで実践的なテクニック”, オライリージャパン (2012)
- (2) プログラマーのためのネーミング辞書 | codic <https://codic.jp> (2019 年 2 月 1 日確認)
- (3) Satoshi Numata: “Creating C# Programming Corpus using ANTLR4 for Non-Native English-Speaking Students”, International Journal of Education and Research, Vol.6, No.11, pp.115-126 (2018)

C#プログラミング教育における反転授業の実施

小島篤博

大阪府立大学 大学院 人間社会システム科学研究科

A Practice of Flipped Classroom for Teaching C# Programming Language

Atsuhiko Kojima

Graduate School of Humanities and Sustainable System Sciences,
Osaka Prefecture University

Introducing a style of flipped classroom into a course of learning programming language bring the benefits that students can make more exercise in the class time by learning basic syntax and algorithms in advance. In this paper, a practice of flipped style education on a programming course of C# for the first-year students is reported that consists of short movies for preparation and assurance tests. An analysis and evaluation on the practice are also presented.

キーワード: プログラミング教育, 反転授業, C#, 予習ビデオ, 学習管理システム

1 はじめに

大学の情報系課程におけるプログラミング教育では、問題解決のための基本的な考え方や、それを具体化するためのプログラミング言語の文法の2つを習得することを大きな目標としている。一般にプログラミングを修得するために、自分でプログラムを作成・コンパイルし、動作を確認するという一連の過程を繰り返す演習が不可欠である。このため多くの授業では、プログラミングの考え方や文法を教師が解説し、写経型の課題を行った上で、より応用的な課題に取り組むといった方式が取られている。しかしながら、授業の時間的な制約のため、応用的な課題については個々の学生が時間外に行わざるを得ず、教師のサポートを受けにくいという問題を抱えている。

一方、近年アクティブ・ラーニングの一手法として、授業と時間外の自習との役割を逆転した反転授業の導入が試みられている⁽¹⁾⁽²⁾。反転授業の長所としては、事前に学習内容をビデオ等の自習教材で予習することで、授業では演習を中心とした能動的な活動に多くの時間を割り当てることができるという点が挙げられる。この利点は、前述のように演習の比重が大きいプログラミング教育においても効果的であると考えられ、大学のプログラ

ミング科目における実践例も報告されている⁽³⁾⁽⁴⁾。

本論文では、大阪府立大学の情報系課程（現代システム科学域 知識情報システム学類）におけるプログラミング科目として、1年次後期に担当されている「プログラミング入門」において、反転授業用の予習ビデオ教材や予習確認のための小テスト等の教材を開発し、授業実践を行なった事例について報告する。

2 プログラミング科目の概要

まず、授業実践の対象とした科目「プログラミング入門」の授業目標および授業計画について説明する。

2.1 授業目標

授業目標としては、問題解決のための手法として基礎的なアルゴリズムを理解し、C#の基本的な文法とプログラムの作成方法を習得することである。ただし、科目を担当している課程は情報系ではあるが工学系ではなく、将来的にはプログラム開発技術者と言うより、広くシステム構築の企画・運営に携わる職種を目指す学生が多い。

同科目においては、前年度（2017年度）まではC言語を使用言語として設定していた⁽⁴⁾。しかしながら、研

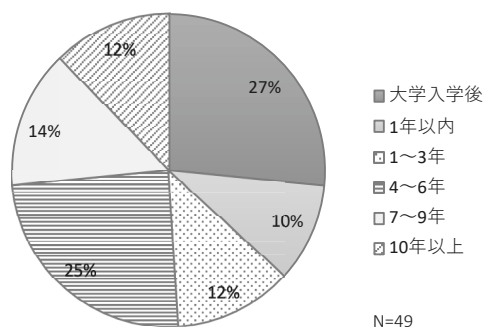


図 1: パソコン使用経験

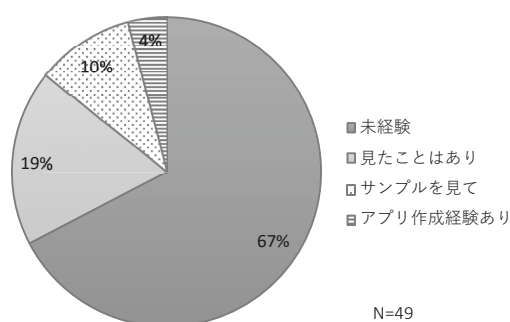


図 2: プログラミング経験

研究室配属後に実際に C 言語を使うケースは少なく、また C 言語では配列やポインタ、メモリ管理の方式が時代遅れとなってしまうこと、クラスライブラリの利用などでオブジェクト指向の基礎的な知識が不可欠になっていることなどから、新しい言語への移行を検討した結果、以下の理由から C#が最適であると判断した。

- 各研究室で主に使用するプログラミング言語を調査したところ、最も多く使用されている言語が C#と Python であった (同数)。なお、他には Java、Swift、R などがあった。
- 多くの学生にとっては、この科目で学ぶのが初めてのプログラミング言語であり、できるだけ他の言語と共通性が高いことが望ましい。C#は C++、Java、Swift と類似点が多く、一旦 C#を学んでおけば他の言語への切り替えも難しくないと考えられる。一方、Python は独特な部分が多く、他の言語への移行は苦勞が予想される。

よって 2018 年度からは C#を採用することとなり、従来の C 言語用の教材は一部を除いて再利用ができず、新たに作成し直した。

2.2 授業計画

授業計画の参考とするため、授業開始時に受講者のプロフィールを把握するためのアンケートを実施した。図 1 は、これまでのパソコン使用経験を尋ねたものであり、最も多いのが「大学入学後に初めて利用した」であり、27%であった。「1 年以内」と合わせると 37%がパソコン使用経験が 1 年以内となっている。本学では 1 年次前期

に共通教育として情報リテラシー教育を実施しており、パソコン未経験者はいない⁽⁵⁾。

また、図 2 はプログラミング経験について尋ねたものであり、「全く経験がない」(67%)、「プログラムを見たことはあるが、自分で試してみたことはない」(19%)を合わせると、86%がプログラミングの経験がないと回答している。プログラミング経験については年度によって変動はあるものの、大半の学生が未経験であり、授業としては初めてプログラミングを行う初学者であることを想定する必要がある。

これらに基づいて、初めて C#を学ぶ学生が一通りの文法を習得し、プログラムが作成できることを目標とした授業計画を表 1 に示す。教科書は桑井康孝『猫でもわかる C#プログラミング 第 3 版』⁽⁶⁾を採用した。

各回の授業は基本的に次のような手順で進める。

1. 予習ビデオの視聴
授業日の 1 週間程度前から、その回の内容を予習するためのビデオを公開する。受講者には授業開始前までに視聴することを指示する。
2. 予習確認テスト
授業の最初に、予習ビデオの内容を確認する Web 上の小テストを実施する。出題は 2~4 問程度で、問題プールからランダムに出題する。得点は成績にも反映することを通知しておく。
3. プログラム作成演習
その回の学習内容に対応したプログラムの作成を演習形式で行う。受講者は教師に質問したり、受講者同士で相談したりしながら進める。
4. 課題提出

表 1: 「プログラミング入門」の授業計画

	項目	内容
1	イントロダクション	C#の概要, プログラムの作成手順
2	C#プログラムの構造	クラス・メソッド, 基本的な文法, 変数
3	変数とデータ型	変数の宣言, 入出力, 基本的なデータ型
4	文字列と演算子	文字列の操作, 算術演算子
5	演算子と計算	型変換, 関係・論理演算子, 演算子の優先順位
6	条件分岐 (1)	if 文, 多分岐
7	条件分岐 (2)	switch 文, インデント
8	中間テスト	1~7 回の内容, エラー・デバッグ
9	反復処理 (1)	for 文, 制御変数, 1~n の和, 乱数, 数当て
10	反復処理 (2)	while 文, 多重ループ, 数値計算, break/continue 文
11	配列	配列の宣言・初期化, 多次元配列
12	反復処理と配列	ジャグ配列, foreach 文, 素数の判定, 組合せ探索
13	クラス	クラスとインスタンス, インスタンスの生成
14	期末テスト メソッドの定義	8~13 回の内容, データの授受, データ隠蔽
15	総合演習 (補講)	バブルソート

指定された課題を 1 週間後までに提出させる。課題の説明と指示は授業中に行い、取り組む時間を与える。一旦提出した課題で間違いなどがあれば指摘し、更に 1 週間の期限で再提出させる。

なお、第 1 回は初回であるため、授業の進め方についてガイダンスを行い、予習確認テストは実施しない。中間・期末テストは授業の一部として実施し、テスト終了後は通常の授業を続けるものとした。ただし、休講の関係から第 15 回が補講となり、平常とは異なる日時で実施した。このため第 15 回については予習ビデオを作成していない。

3 反転授業教材の開発

前章で説明したプログラミング科目を反転授業で実施するための教材として、予習ビデオと確認テストを開発した。大阪府立大学では、すべての開講科目で利用可能な公式サービスとしてオープンソースの LMS である Moodle を運用しており、これらの教材も Moodle 上で提供している⁽⁷⁾⁽⁸⁾⁽⁹⁾。

表 2: 予習ビデオ一覧

	形式	内容
01-1	04:28 B	ガイダンス, 導入
01-2	06:28 B	C#の概要
02-1	01:33 A	授業の概略
02-2	09:29 B	プログラムの構成
02-3	06:45 B	変数
02-4	04:15 B	変数の入出力
03-1	01:54 A	授業の概略
03-2	03:49 B	データ型
03-3	06:15 B	整数型
03-4	07:14 B	実数型・文字列型
04-1	01:51 A	授業の概略
04-2	04:02 B	文字列とは
04-3	05:13 B	文字列の操作
04-4	05:48 B	算術演算子
05-1	01:38 A	授業の概略
05-2	05:20 B	型変換, フォーマット出力
05-3	05:40 B	様々な演算子
05-4	02:58 B	演算子の優先順位
06-1	01:25 A	授業の概略
06-2	06:32 B	if 文の基本形
06-3	02:00 B	if 文による多分岐
06-4	03:53 B	コーディングスタイル
07-1	01:12 A	授業の概略
07-2	02:45 B	インデントの意味
07-3	06:18 B	switch 文
07-4	03:38 B	if 文と switch 文の違い
08-1	01:26 A	授業の概略
08-2	05:28 B	コンパイルエラー
08-3	03:52 B	実行時エラー, デバッグ
09-1	02:09 A	授業の概略
09-2	06:00 B	for 文の基本形
09-3	06:04 B	様々な繰返し条件
10-1	01:29 A	授業の概略
10-2	06:02 B	多重ループ
10-3	06:57 B	while 文, do-while 文
10-4	02:18 B	ループの中断とスキップ
11-1	01:58 A	授業の概略
11-2	06:18 B	配列
11-3	06:19 B	多次元配列
12-1	01:10 A	授業の概略
12-2	03:58 B	ジャグ配列
12-3	02:18 B	foreach 文
12-4	05:25 B	演習課題 素数の判定
12-5	02:52 B	演習課題 組合せの探索
13-1	02:31 A	授業の概略
13-2	04:50 B	オブジェクト指向
13-3	05:24 B	クラスの定義
13-4	03:14 B	new 演算子, 値型と参照型
14-1	01:52 A	授業の概略
14-2	06:35 B	メソッドの定義
14-3	02:17 B	クラス定義の例

3.1 予習ビデオ

今回予習ビデオとして作成したものの一覧を表 2 に示す。形式は A, B の 2 種類からなり、A は教師がその回の概略を実写形式で口頭で説明したもの、B は PowerPoint



インスタンスの生成

- 定義されたクラスの実体であるインスタンスを生成するためには **new 演算子** を用いる。

```
Complex a; // Complex型の変数aを宣言
a = new Complex(); // インスタンスを生成、aに代入
```

- newは、指定したクラスの新たなインスタンスを生成する働きをする。newしていない時点では、まだインスタンスは存在せず、変数は**空の状態**。

```
Complex a;           a = new Complex();
```

図 3: 予習ビデオの例

のスライドに音声のみを吹き込んだものである。それぞれ再生時間があまり長くなり過ぎないように、7分を上限の目安として作成した。図3に予習ビデオの例を示す。

反転授業では、受講者は毎回授業前にビデオを視聴し理解しておくことが求められるが、一般にスライドに音声を吹き込んだもののみでは単調となってしまうがちであり、飽きさせずに視聴を促す工夫が必要である。本研究では、香川大学の林が実践している事例に倣い⁽¹⁰⁾、予習ビデオの本編であるスライド形式のビデオに先立ち、教師がその回の概略を説明するという態で毎回異なる場所を訪問し収録を行なった。

スライド形式のビデオは、通常内容を説明する PowerPoint 形式の資料に音声を収録し、ビデオ出力したものを動画編集して作成した。音声の収録は説明用の原稿をあらかじめ用意し、スライドごとに音声を吹き込むという手順で行なった。当初は原稿を用意しない形で収録を試みたが、何度もリテイクすることになり結果として収録時間が長引いてしまうという経験に基づいている。

3.2 確認テスト

毎回の授業で予習ビデオの内容を確認するための小テストを作成した。授業のガイダンスを行なった初回、中間・期末テスト、補講の4回分を除く11回分であり、内容は予習ビデオで説明した中から出題している。問題は Moodle で作成可能な多肢選択、短文記述、穴埋め、組

配列の記述について、空欄を埋める最も適切な単語を、同じ色の選択肢からドラッグ&ドロップして埋めよ。

次のような配列を宣言したとする。

```
int[] data = new int[40];
```

この配列の要素数は から である。

一般に、要素数Nの配列では、添字の範囲は から となる。

39 41 40 0 1

N-1 1 0 N 不定

チェック

配列の各要素が以下の値になるよう、初期化せよ。

int型の配列a

1	2	4	8
0	1	2	3

解答:

チェック

図 4: 確認テストの例

合せ、正誤の中から問題ごとに選択し、それぞれ類似問題を3~5問程度用意してランダムに出題できるようにしている。図4に出題例(第11回)を示す。

また、予習確認テストとは別に、第8回と14回にそれぞれ中間・期末テストを作成した。これは、前半と後半の内容の知識定着度を判定するために実施するものであり、それぞれの範囲から出題している。問題自体は予習確認テストと同様の形式であるが、重複はしていない。出題数は、予習確認テスト34問、中間・期末テスト15問、ランダム出題のために用意した問題バンクの総数は211問である。

4 授業実践と評価

以上の教材を利用し、授業での実践を行なった。対象科目は、大阪府立大学の現代システム科学域 知識情報システム学類1年次後期配当の「プログラミング入門」であり、毎週金曜5コマ(16:15~17:45)、期間は2018年9月28日~2019年2月2日の計15回である。科目の受講者数は56名、このうち学習履歴の研究利用に同意した49名を対象に、以下の分析を行なっている。

4.1 ビデオの視聴行動

まず、予習ビデオの視聴行動について、Moodleのログから統計を取った。図5は、各回のビデオ視聴率(受講者数に対するユニーク視聴者数の割合)の推移を示す。当初、特に2~5回目までは8割の受講者が視聴した上で授業を受講していたが、6回目以降はほぼ6割程

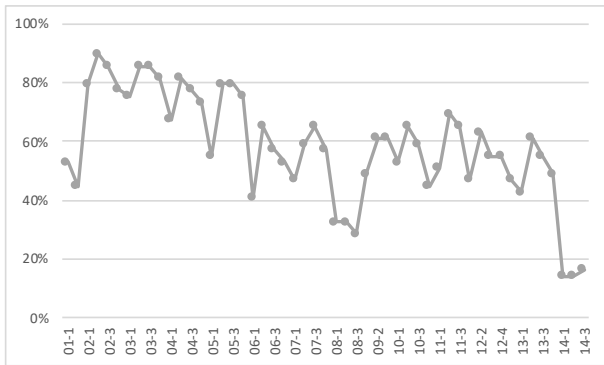


図 5: ビデオ視聴率の推移

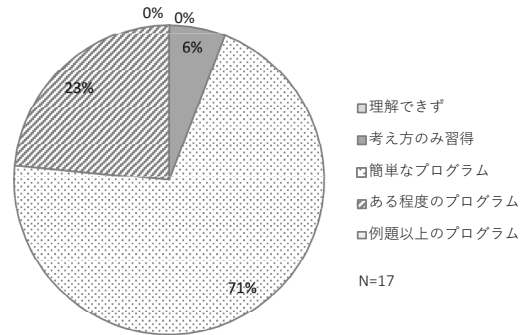


図 7: C#の習得レベル

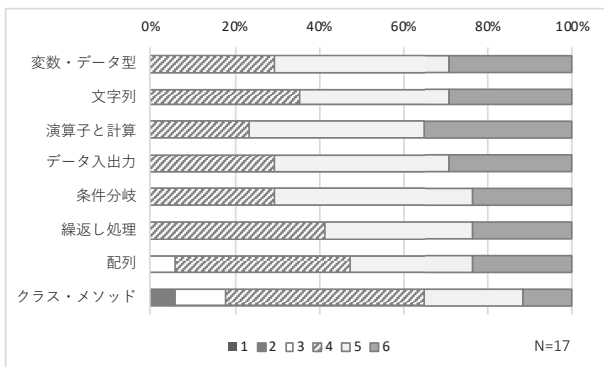


図 6: 項目ごとの達成度

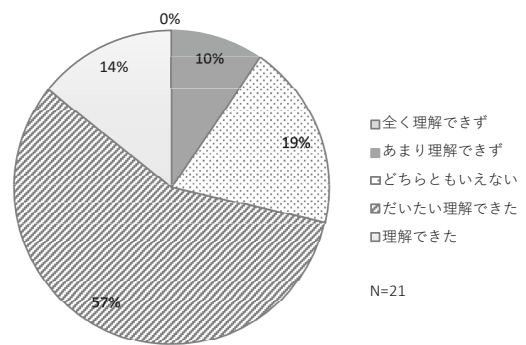


図 8: 各回の概要説明で目標が理解できたか

度で推移している。14 回目が落ち込んでいるのは、期末テストのため通例の予習確認テストを行わず、試験範囲の復習に時間が充てられたこと、他の科目の試験期間に重なったことが要因と考えられる。

また、ビデオの形式としては、各回とも実質的に内容を説明する B 形式のビデオ (PowerPoint + 音声、60.5%) に比べ、実写映像で概要を説明する A 形式の方が視聴率は低かった (52.9%)。

4.2 アンケート調査

毎回の授業後に学習項目ごとの理解度・達成度について、また初回と第 15 回には、科目受講前および受講後の全般的な目標や達成度、予習ビデオに関するアンケートを実施した。図 6 は、C#の大きな学習項目ごとに達成度を自己評価してもらった結果である。評価は「1. 全く達成できていない」から「6. 完全に達成できた」までの 6 件法で行なった。結果として、すべての項目で 80% 以上の受講者が達成できた (4~6) と回答しており、特に配列とクラス以外の項目では全員が 4 以上となっている。ただし、授業日程の関係からアンケートを実施したのは補講日であり、回答者は 17 名である。

また、授業を終えた時点での C#の習得レベルを、「ほとんど理解できず、身につかなかった」から「自分でも C#について積極的に勉強し、授業の例題以上のプログラムが作成できるようになった」の 5 段階から選んでもらったものを図 7 に示す。最も多かったのは、「C#の基本的な文法は習得し、簡単なプログラムが作成できるようになった」(70.6%)、次いで「授業の内容はほぼ理解でき、ある程度のプログラムが作成できるようになった」(23.5%) であった。

以上の結果から、基礎的なプログラミング科目としてはほぼ目標を達成していると考えている。

次に、今回反転授業の教材として導入した予習ビデオに関して、実写による概要説明で、その回の目標が理解できたか (図 8)、スライド資料の部分にも、音声だけでなく教師の実写映像があった方がよいか (図 9) を尋ねた。

各回授業の概略説明のために作成した教師による実写映像については、目標が理解できたとの回答が合わせて 71.4% であり、効果はあったと考えられるが、4.1 でも述べたように内容のビデオに比べて視聴率は低く、アンケートからはその原因はわからなかった。

今回作成した予習ビデオでは、本編は教師の映像はな

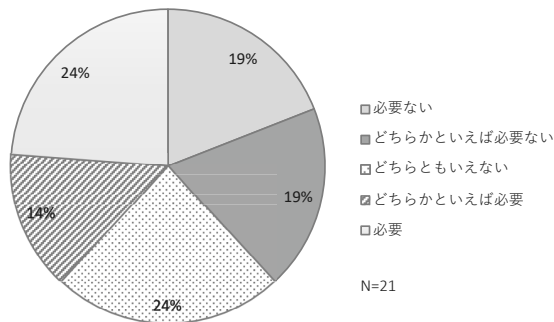


図 9: 教師の実写映像はあった方がよいか

く音声のみの説明とした。実写映像は、編集時に映像の繋ぎ目で不連続になるなど、品質の高い教材を作成するには少なくない手間と時間を要する。大学の通常の講義で継続的にビデオ教材を準備する場合、作成の手軽さと映像の品質はトレードオフの関係にあり、スライド資料に音声を取録する形式のものはコストパフォーマンスに優れていると考えられる。教材を視聴した受講者の意見では、教師の実写映像の有無は図 9 に示す通り大きく回答が分かれる結果となった。現在、実写映像の代わりに CG のキャラクタを使用して、撮影・編集の手間を抑えて映像を作成する方法を検討している。

その他、記述回答として「最初の実写の概要説明があって楽しく見れてよかったです」のように評価する感想がある一方、「頭に入れたことをなぞるだけなので授業時間中の実習がそれほど楽しくなかった」のような改善提案も見られた。

4.3 成績との相関

最後に、予習ビデオの視聴行動と成績との相関を分析した。成績としては、プログラム作成課題、予習確認テスト、中間・期末テストをそれぞれ 100 点ずつとし、合計したものを用いた。これは最終的な成績とは異なる。また、各回のビデオを 1 度でも視聴したかどうかを累積したものを視聴数とした。すべてのビデオを視聴した場合は 51 である。図 10 に、成績と視聴数の相関を示す。相関係数は 0.65 であり、視聴行動と成績との間に正の相関、すなわちより多くの予習ビデオを視聴した学生ほど成績が良かったことが示唆された。

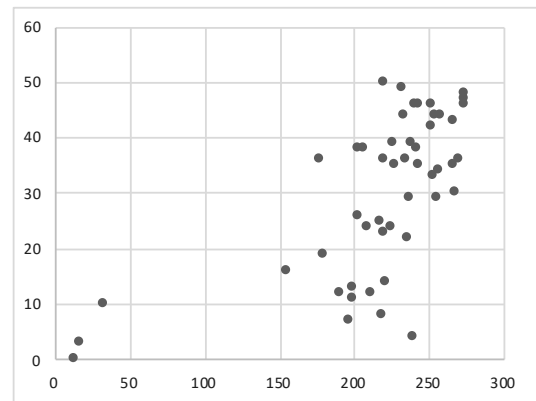


図 10: ビデオ視聴数と成績との相関

5 まとめ

大学の情報系課程におけるプログラミング科目において、反転授業のための教材として予習ビデオを開発し、授業による実践と評価を行なった。その結果、基礎的なプログラミング能力を修得するという目標についてはある程度達成することができた。一方、反転授業の効果としては、従来型の授業との比較などを含め、今後も検討して行く必要がある。

参考文献

- (1) ジョナサン・バーグマン, アーロン・サムズ, (山内祐平 訳): “反転授業”, オデッセイコミュニケーションズ (2014)
- (2) 重田勝介: “反転授業 ICT による教育改革の進展”, 情報管理 Vol.56, No.10, pp.677-684 (2013)
- (3) 喜多一, 岡本雅子: “写経型プログラミング学習と反転授業”, システム制御情報学会研究発表講演会講演論文集 60, 4p (2016)
- (4) 小島篤博: “C 言語プログラミング教育における反転授業の実践”, 教育システム情報学会 2016 年度 特集論文研究会 (2017)
- (5) 小島篤博, 真嶋由貴恵, 宮本貴朗, 青木茂樹: “e ラーニングを導入した全学情報教育における教育実践と質保証”, 教育システム情報学会研究報告 27(7), pp.213-218 (2013)
- (6) 糸井康孝: “猫でもわかる C# プログラミング 第 3 版”, SBクリエイティブ, 東京 (2017)
- (7) 小島篤博, 青木茂樹, 宮本貴朗: “大学基盤システムと連携した Moodle による授業支援システムの構築”, 日本教育工学会 第 28 回全国大会, pp.229-230 (2012)
- (8) 青木茂樹, 小島篤博, 星野聡孝, 宮本貴朗: “出席管理システムの開発・運用と利用状況解析”, 電子情報通信学会論文誌 (D), J97-D(5), pp.1053-1057 (2014)
- (9) 小島篤博, 青木茂樹, 宮本貴朗: “大阪府立大学における Moodle のバージョンアップ”, 日本 Moodle 協会全国大会 (2015) 発表論文集, pp.44-47 (2015)
- (10) 林敏浩: “e-Knowledge コンソーシアム四国の教育クラウド運用と Learning Analytics への課題”, コンピュータ & エデュケーション, Vol.38, pp.49-54 (2015)

情報の科学的理解を育成するプログラミング教材の開発

喜家村 奨^{*1} 高橋 参吉^{*1} 稲川 孝司^{*1} 西野 和典^{*2}

^{*1} 帝塚山学院大学 ^{*2} 九州工業大学

Development of Teaching Materials for Programming to Foster Scientific Understanding of Information

Susumu KIYAMURA^{*1} Sankichi TAKAHASHI^{*1} Takashi INAGAWA^{*1}

Kazunori NISHINO^{*2}

^{*1}Tezukayamagakuin University ^{*2}Kyushu Institute of Technology

Email: takahasi@tezuka-gu.ac.jp

あらまし：本研究の目的は、中学校から大学まで、「情報の科学的理解」を育成するプログラミング教材を開発し、適切な学習法を検討することである。現在、主に高校情報科の「情報の科学」における情報技術や情報科学の基礎を学ぶことができる教材をビジュアル言語を利用して開発を行い、高校情報科教員の研修を行っている。本稿では、本研究の目的や開発した教材などの紹介を行う。

キーワード：プログラミング教育, micro:bit, 情報科教育, 教材開発, 教員研修

1. はじめに

近年、学習指導要領の改訂、大学入試共通テストの変更、そして、大学の教職課程のコアカリキュラムの提示があり、これらは、将来に向けての人材育成につながる大きな改革である。

このような状況の中で、新学習指導要領において示される「プログラミング的思考」⁽¹⁾「論理的思考力」などを育成するための教育を行うためには、小学校⁽²⁾、中学校、高校のそれぞれの校種において、教材開発や効果的な指導法の検討が求められている。

本研究の目的は、大きく変わった高校新学習指導要領の情報科の内容を中心に、中学校から高校への接続、さらに、大学への接続を考慮した情報の科学的理解を深めるための教材や指導法を検討することである⁽³⁾。

なお、開発する教材のコンセプトは、「教材を見て、自分で確認して、自らが納得する」であり、教材はビジュアル言語を利用して開発する。さらに、教材モジュールの構成を理解する適切な学習法を検討し、学習テキストやガイドを作成していくことである。ここでは、主に micro:bit を利用した教材を紹介する。

2. micro:bit の特徴

micro:bit は、イギリス BBC が中学 1 年生対象に配布した手のひらサイズのコンピュータである。micro:bit のハードウェア機能としては、

- ・ 25 個の LED (表示, センサー)
 - ・ プログラムができるスイッチボタン (2 個)
 - ・ 光, 温度, 加速度計などのセンサー
 - ・ Bluetooth による無線通信
 - ・ 物理的に接続するための端子
- などがある。さらに、
- ・ ビジュアル言語で、簡単な操作で利用できる。
 - ・ シミュレータがついている。
 - ・ JavaScript に変換できる。
- などの特徴がある。

図 1 は micro:bit の開発環境 MakeCode Editor である。左に表示されているのが、シミュレータであり、右側がプログラムエリアで、ビジュアル言語を表示している状態になっている。



図 1 micro:bit の開発環境

3. 本研究の背景

近年の情報教育に関連する下記の1)~3)に示す3つの大きな変化は、本研究を始めることになった学術的な背景でもある。

1) 新学習指導要領

新学習指導要領では、情報教育の充実は大きなテーマの一つでもあるが、まとめると次のようなことがいえる。

小学校では、情報活用能力の育成のための学習活動には、「論理的に考えていく力」の重要性が指摘され、中学校技術・家庭科の技術分野では、プログラミングによる問題解決力の重要性が指摘された。高校では、必修教科目「情報Ⅰ」が新設され、プログラミング、ネットワークやデータベースの基礎等の内容が必修化された。

2) 大学入学共通テスト「情報科目」

新しい大学入学共通テストで、「情報」を出題教科に加える検討が始まり、未来投資会議⁽⁴⁾では、「国語、数学、英語のような基礎科目として必修教科「情報Ⅰ」を追加」「文系も含めて全ての大学生が一般教養として数理・データサイエンスを履修できるよう、標準的なカリキュラムや教材の作成・普及を進める」と指摘されている。

3) 教職課程におけるコアカリキュラム

教職課程のコアカリキュラムが提示され、「各教科の指導法」「教育の方法及び技術」にはICTを活用した授業設計を行い、教材を効果的に活用することや情報活用能力の育成（情報モラルを含む）のための指導法に対する理解などが指摘されている。

以上述べたように、学習指導要領、大学入学共通テスト、そして、大学の教職課程において、同時期一斉に改訂があるのは極めてまれであり、これは将来に向けての人材育成につながる大きな改革である。

それでは、新学習指導要領において求められている「プログラミング的思考」「論理的思考力」などを育成するための教育では、どのような教材や指導法が求められているのか。このことが、本研究における大きな課題である。

4. 本研究の目的および教材の特徴

本研究の目的は、「情報の見方・考え方」「プログラミング的思考」「論理的な思考力」（ここでは、「情報の科学的理解」という）を育成する教材を開発することである。

例えば、小学校では、プログラミング的思考に係わる教材、中学校においては、プログラミングと関連した問題解決力を育成する教材、そして、高校においては、小学校や中学校で学んできたことを生かせる教材であり、大学においても利用できる接続性のある教材（レベルを考えた教材）を開発することである。

また、本研究で開発する教材は、「教材を見て、自分で確認して、自らが納得する」教材であり、そして、学習者の主体的な学びにつながる教材である。すなわち、教材のコンセプトとしては、次のようにいえる。

- 1)教材を実行して、確認する（学ぶ）。
- 2)教材（プログラム）を見て、確認する（理解する）。
- 3)教材（プログラム）の変更も試みて、確認する（思考する）。

教材の開発言語として、ビジュアル言語(Scratch, micro:bit の MakeCode Editor) を利用する。ビジュアル言語を利用する理由としては、学習者がプログラムの編集や実行を画面上で簡単に行うことができるからである。テキストベースのプログラミング言語を利用した場合に学習者がよく失敗する文法によるミスを防ぎ、アルゴリズムの検討に集中することができるからである。

図2は、よく知られた高校情報科の「整列の可視化」について、ビジュアル言語(Scratch) (付録1参照) で実行した結果である。

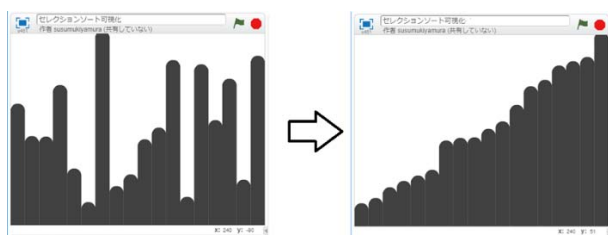


図2 整列の可視化 (Scratch)

学習者は、次の3つのステップで確認して、自ら学習できる教材である。

- 1) この可視化教材の実行結果を見て、整列について学ぶ。
- 2) この教材のブロックで示されたプログラムを見て、整列の方法について理解する。
- 3) このプログラムを変更(簡単な例は昇順を降順へ)して、整列の方法について考える。

この教材を3つのステップで利用することにより、最終的に、教材モジュールの構成やプログラムを理解できることが、情報の科学的理解の育成につながると考える。

また、教材を理解するための上記のステップのように適切な学習法を検討することも、本研究の目的である。

本研究で開発する教材は、高校の必修教科目である情報Ⅰの範囲の教材（レベル2）であり、やさしめの教材はレベル1（中学校向き）、難しめの教材はレベル3（大学向き）として、教材の難易度を考える。

なお、Scratchはグラフィック表示が可能、MakeCode Editorはブロック以外にJavaScriptによる記述が可能などの特徴を生かして教材を開発する。

5. 開発教材の内容

本研究で開発する教材の分野と内容は、表1の通りである。

表1 教材の概要

教材の分野	分類	教材の内容
プログラミング	1.1	プログラムの基本構造
	1.2	配列, 関数(引数, 戻り値)
	1.3	再帰(階乗, ハノイの塔)
	1.4	論理演算, 論理設計(数あて・じゃんけんゲーム)
情報の基礎	2.1	10進数・2進数(変換)
	2.2	数値・文字の表現
	2.3	情報のデジタル化
	2.4	コンピュータの仕組み
アルゴリズム	3.1	逐次探索・二分探索・交換法・直接選択法(数値, 文字列)
	3.2	モデル化, 状態遷移図
ネットワーク	4.1	通信の基本, エラー検出, 暗号通信
データの活用	5.1	統計データの活用
計測と制御	6.1	センサーの利用と活用

また、表2では、それぞれの教材のレベルと開発状況を表している。表2において、◎印は概ね開発済み(もしくは確認済み)の教材である。○印が今後、開発予定の教材である。さらに、ビジュアル言語で開発した表1の教材をレベルごとに分類し、各レベルの学習者が利用できるように学習テキストやガイドを作成し、学習方法を明らかにする予定である。

表2 各教材のレベル

教材の分野	分類	中学	高校	大学
		レベル 1	レベル 2	レベル 3
プログラミング	1.1	◎	◎	◎
	1.2	◎	◎	◎
	1.3		◎	◎
	1.4	◎	◎	○
情報の基礎	2.1	○	◎	
	2.2	◎	◎	
	2.3	○	◎	
	2.4	○	○	
アルゴリズム	3.1		◎	◎
	3.2		◎	○
ネットワーク	4.1	○	○	◎
データの活用	5.1	○	○	○
計測と制御	6.1	○	○	○

6. 作成した教材の例

この章では、現在までに、作成した教材のいくつかを紹介する。

6.1 整列(交換法)

整列(交換法)の教材例で、図3に整列結果、図4にJavaScriptプログラム(一部のみ)を示している。LEDで棒グラフを表示するため、データは5つで、1桁の数値を使用している。なお、グラフを描いている個所は、同じプログラムなので、関数にしている。



(a) 整列前 (b) 整列後

図3 整列結果の表示

```

1 let a: number[] = []
2 let tmp = 0
3 a[0] = 3
4 a[1] = 2
5 a[2] = 1
6 a[3] = 5
7 a[4] = 4
8 for (let x = 0; x <= 4; x++) {
9   for (let y = 5; y >= 5 - a[x]; y--) {
10    led.plot(x, y)
11    basic.pause(100)
12   }
13 }
14 basic.pause(1000)
15 for (let i = 3; i >= 0; i--) {
16   for (let j = 0; j <= i; j++) {
17     if (a[j] > a[j + 1]) {
18       tmp = a[j]
19       a[j] = a[j + 1]
20       a[j + 1] = tmp
21     }
22   }
23 }
24 basic.clearScreen()
25 for (let z = 0; z <= 4; z++) {
26   for (let b = 5; b >= 5 - a[z]; b--) {
27     led.plot(z, b)
28     basic.pause(100)
29   }
30 }

```

図4 整列(交換法)のプログラム

なお、付録2に、付録1のScratchのプログラムと比較するために、Micro:bitのプログラムを示している。

6.2 じゃんけんゲーム

図5はじゃんけんゲームのプログラムで、ボタンAを押すとAさんが、ボタンBを押すとBさんが出した「グー」「チョキ」「パー」を表示する。表示は2回使うので、「hyouji」という関数にしている。

また表3は、AさんとBさんの勝敗を判断する判定表である。この表をもとに、図5のプログラムを改造することで、勝敗の判定処理(表3)を追加した、もう1段上のレベル学習ができる。

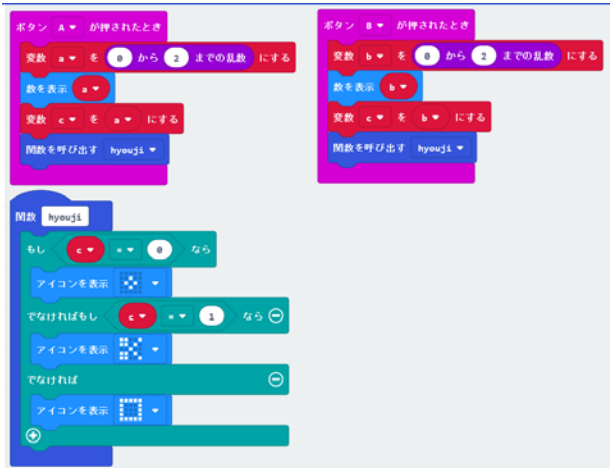


図5 じゃんけんゲーム

表3 じゃんけんゲームの判定表

種類	数値	A	B	判定	A-B
グー 	0	0	0	引き分け	0
		0	1	A	-1
		0	2	B	-2
チョキ 	1	1	0	B	1
		1	1	引き分け	0
		1	2	A	-1
パー 	2	2	0	A	2
		2	1	B	1
		2	2	引き分け	0

表3において、グー、チョキ、パーに、0,1,2の数値を割り当てているが、自分の手をチョキで考えると、相手の手が自分の手の次の数値なら勝ち、前の数値なら負けである。すなわち、 $(A-B+3)$ を3で割った余りを求めると、0は引き分け、2は勝ち、1は負けとする判定式に気づかせることも、次のレベルの学習である。

6.3 再帰アルゴリズム (hanoiの塔)

図6はhanoiの塔を再帰関数を用いて実装したプログラムである。再帰アルゴリズムは理解が難しいが、実際に模型などで、円盤を動かしながら再帰呼び出しの様子を確認することで理解が容易になる。

```

16 function hanoi(n: number, a: number, b: number) {
17   if (n > 1) {
18     hanoi(n - 1, a, 6 - a - b)
19   }
20   basic.showIcon(IconNames.Heart)
21   basic.pause(1000)
22   basic.showNumber(n) //円盤の番号1, 2, 3...
23   basic.pause(500)
24   // 移動前の棒(a)から
25   basic.showString(String.fromCharCode(64 + a))
26   basic.pause(500)
27   basic.showArrow(ArrowNames.South)// 矢印は移動の印
28   basic.pause(500)
29   // 移動後の棒(b)へ
30   basic.showString(String.fromCharCode(64 + b))
31   basic.pause(500)
32   basic.clearScreen()
33   if (n > 1) {
34     hanoi(n - 1, 6 - a - b, b)
35   }
36 }

```

図6 hanoi関数 (再帰)

6.4 ネットワーク (通信プログラム)

図7に、通信プログラムの概念図、図8に通信プログラムを示す。

図7に示すように送信、受信2つのmicro:bitを使い、さらにmicro:bitの無線 (Bluetooth) 通信機能を利用し、ネットワークにおけるアドレッシングの重要性を学習するためのプログラムである。複数のmicro:bitに別々のアドレスを割り振り、Aボタンを押して、送信先のmicro:bit (この場合は2番)を指定し、Bボタンで、メッセージ (この場合は”Hello”)を送信するプログラムである。

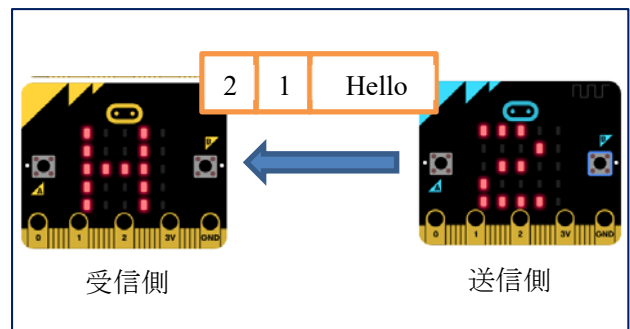


図7 通信プログラムの概念図

ネットワークについては、この他に通信において重要な概念であるハンドシェイクの必要性を理解するための教材なども作成している(図9)。

```

1 let yourAddress = ""
2 let message = ""
3 let yad = 0
4 let myAddress = ""
5 myAddress = "2"
6 yourAddress = "1"
7 input.onButtonPressed(Button.A, function () {
8   yad = (yad + 1) % 9
9   yourAddress = String.fromCharCode(yad + 48)
10  basic.showString("" + yourAddress)
11 })
12 input.onButtonPressed(Button.B, function () {
13   message = "" + yourAddress + myAddress + "Hello"
14   radio.sendString("" + message)
15 })
16 radio.onReceivedString(function (receivedString) {
17   if (myAddress == receivedString[0]) {
18     basic.showString(receivedString.substr
19       (2, receivedString.length - 2))
20   }
21 })

```

図8 通信プログラム (アドレッシング)

```

1 let sstring = ""
2 input.onButtonPressed(Button.B, function () {
3   sstring = "s" + "hello"
4   radio.sendString(sstring)
5 })
6 radio.onReceivedString(function (receivedString) {
7   if (receivedString[0] == "s") {
8     basic.showString(receivedString.substr
9       (1, receivedString.length - 1))
10    sstring = "a" + "world"
11    radio.sendString(sstring)
12   } else {
13     basic.showString(receivedString.substr
14       (1, receivedString.length - 1))
15   }
16 })

```

図9 通信プログラム (ハンドシェイク)

7. 教材を利用した教員研修

先に述べたように、プログラミングに関連する教育が重視され、中学校・高等学校においても、高度なプログラミング教育が始まろうとしており、小学校での研修だけでなく、中学校・高等学校の教員の研修講座も急務となっている。

一方、帝塚山学院大学の卒業生で情報科教員として活躍している若い教員も多い。そこで、情報科教員免許状を出してきた学科の責務として、卒業生(教員)の指導力向上のために、作成した教材を利用したプログラミングの教員研修を企画した。

2018年8月から2019年3月にかけて、卒業生(現情報科教員)と、現役の高等学校の情報科教員に対して、プログラミング教育に関する研修会を実施している。概要は以下の通りである。また、研修内容を表3に示す。

- ・実施回数：月1回(第4日曜日)、合計8回
- ・時間：90分2コマ
- ・対象：教員免許状を有している者

- ・担当：高橋参吉、喜家村奨、稲川孝司
- ・講演会：西野和典(九州工業大学)
天良和男(東京学芸大学)

表3 プログラミング教育の研修内容

回	研修内容
第1回	情報教育の動向と情報科教育、micro:bitによるプログラミング
第2回	プログラムの活用
第3回	プログラムによる計測・制御(1)
第4回	プログラムによる計測・制御(2)
第5回	アルゴリズムとプログラム
第6回	通信とプログラム
第7回	補習日
第8回	講演会(日本情報科教育学会近畿・北陸支部と共催)

8. おわりに

micro:bitはビジュアル言語でプログラミングできるため、中学校の技術・家庭科における双方向プログラミング教材も、Bluetoothの通信を利用して作成できる。さらに、ビジュアル言語で書いたプログラムをJavaScriptにも変換できることから、高等学校の情報科教育にも利用できる。

中学校から高等学校への接続という面からは、現状のmicro:bitで十分であるが、小学校でのScratchの利用も考えると、micro:bitとScratchの両方を利用することで、小学校から大学までの一貫した情報の科学的理解の育成をすることが可能である。また、Scratchとmicro:bitの両方を同時に利用することによって、ヒューマンインターフェイスやIoTについての学習にも活用が期待できる。

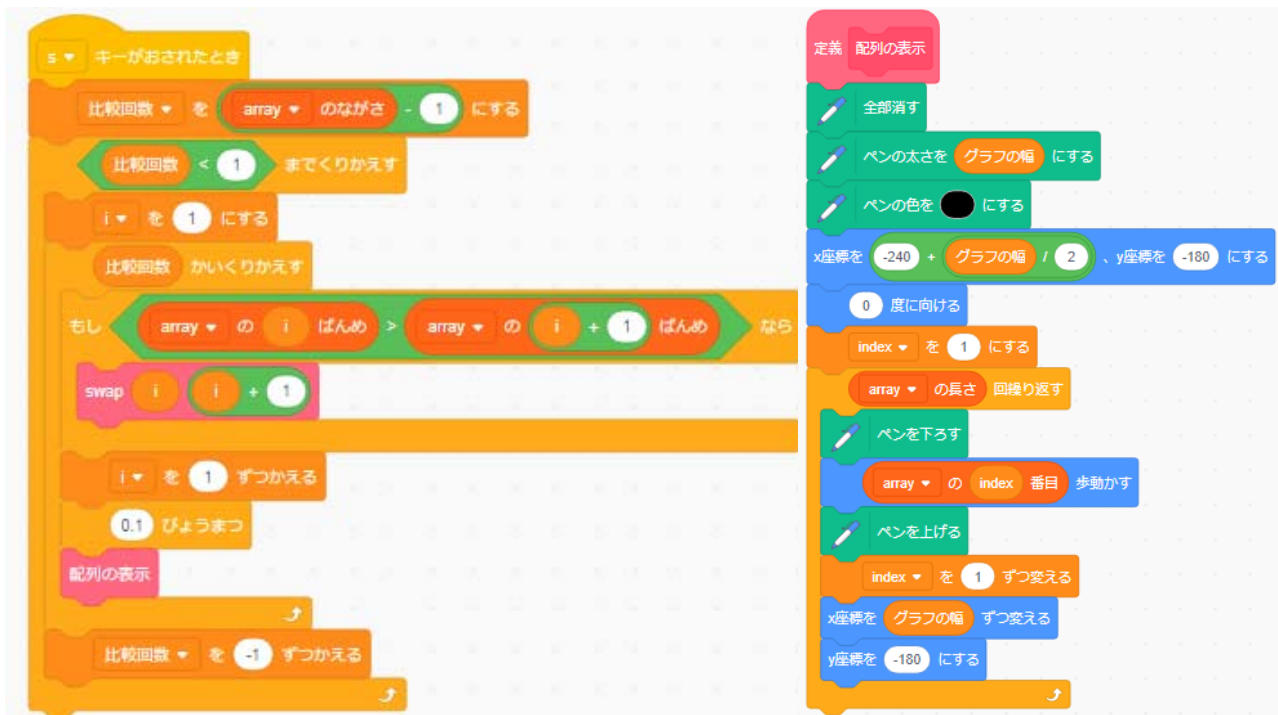
謝辞

本論文は、帝塚山学院大学学長裁量経費の助成を受けたものである。

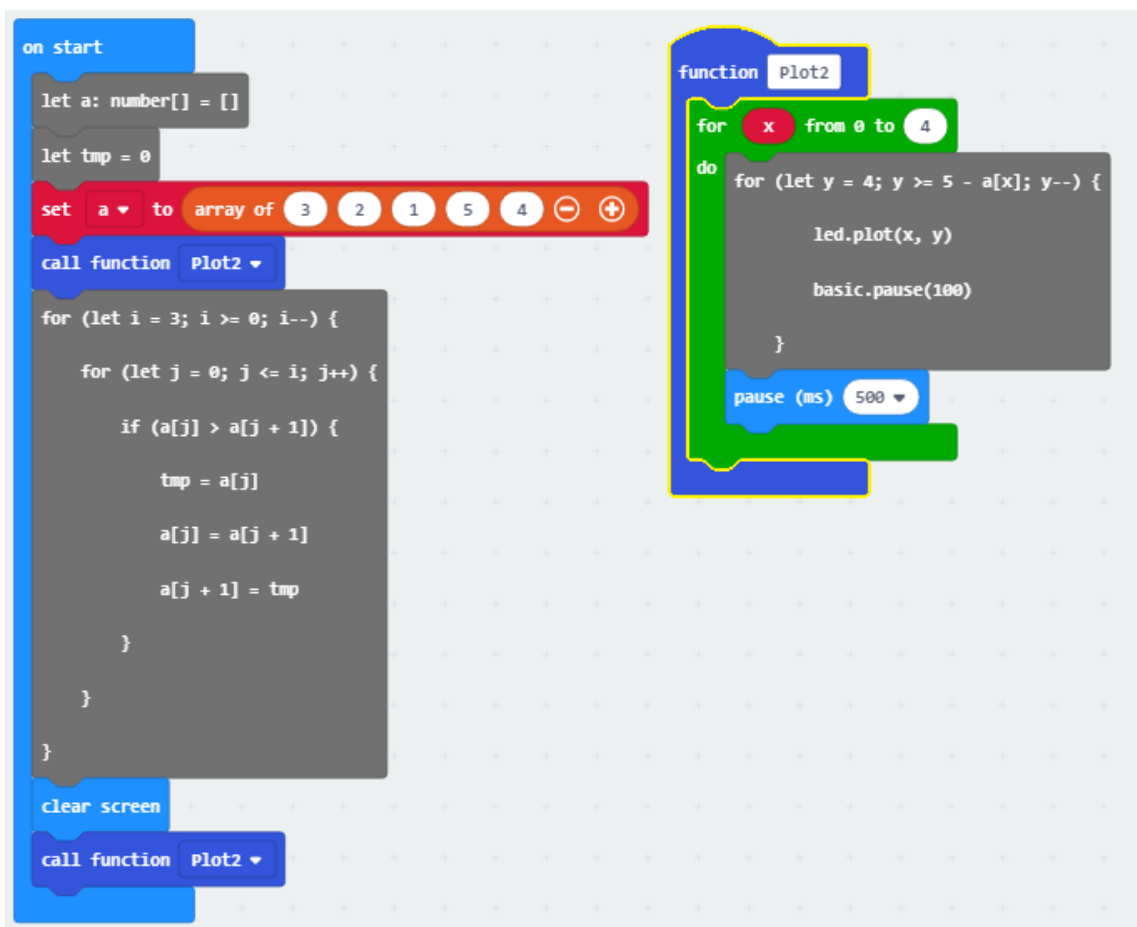
参考文献

- (1) 文部科学省：小学校プログラミング教育の手引(第一版)
http://www.mext.go.jp/a_menu/shotou/zyouhou/detail/1403162.htm
- (2) 未来の学びコンソシアム：小学校を中心としたプログラミング教育ポータル
<https://miraino-manabi.jp>
- (3) 高橋参吉,喜家村奨,稲川孝司,西野和典 :“「micro:bit」プログラミングで学ぶ情報技術の教材開発”,教育システム情報学会第43回全国大会講演論文集 pp.205-206 (2018)
- (4) 未来投資戦略2018(素案)―「Society 5.0」「データ駆動型社会」への変革―, AI時代に対応した人材育成と最適活用 (pp.14-15)
<https://www.kantei.go.jp/jp/singi/keizaisaisei/miraitoshik aigi/dai17/siryou4-1.pdf>

付録 1 Scratch のソートプログラム（選択法）



付録 2 micro:bit のソートプログラム（選択法）



画像比較による俯瞰的プログラミング能力評価のための 可視化コンテンツ組生成

清光 英成^{*1}, マルティネス ディック^{*2}, 孫 一^{*3}, 大月 一弘^{*1}

^{*1} 神戸大学大学院国際文化科学研究科, ^{*2} 株式会社 トラフィックス,

^{*3} 神戸情報大学院大学情報技術研究科

Combination of Samples for Evaluating the Panoramic Understanding of Programming by Programmed Visual Contents Comparison

Hidenari Kiyomitsu^{*1}, Dick Martinez Calderon^{*2}, Yi Sun^{*3}, Kazuhiro Ohtsuki^{*1}

^{*1} Graduate School of Intercultural Studies, Kobe University, ^{*2} Traffics Co. Ltd.,

^{*3} Graduate School of Information Technology, Kobe Institute of Computing

Abstract: This paper discusses the combination of visual samples used in the Programmed Visual Contents Comparison Method (PVCC). The PVCC is an aptitude and ability test to evaluate ability related to the Panoramic Understanding of Programming (PUP). This method is based on the comparison of two displayed images or interactive animations produced by programming. If a question is showed to a user taking the test, he/she is requested to decide which one of the samples is the more difficult to build with programming than the other, or, if the difficulty is similar for both of them. To clarify the evaluated ability of a user, we will organize the difference between visual samples in the inclusion, by difficulty and by perceivability of programming concept.

キーワード：テスト理論, 質的評価, グループワーク評価, プログラミング教育, プログラミングの俯瞰的理解

1. はじめに

ソフトウェア開発者のようなプログラミングに関する深い知識を有していなくても、いくつかの外部資源を利用して効率よく「動くものを作る」プログラマが増えつつある。近年のプログラミング環境の変化は、その特徴として、

- (1) Web 上に多数のサンプルプログラムや解説が掲載されており、プログラム開発を業務とするデベロッパーもそれをコピーペーストするなどしてプログラムを作成
- (2) 様々なプログラムが関数化され提供されるようになり、プログラム開発者はライブラリから最も適したものを探すとこの作業もプログラム作成において重要
- (3) ゲーム・3D作成などの様々なアプリケーションに特化したソフトウェア開発ツールが提供されるようになり、それらのツールを利用することにより一部分のみソースコードを自分で記述するだけでプログラムが完成

といった点があげられる。ソフトウェア開発においてプログラムの一部あるいは、大枠部分をブラックボックスと捉え、それらをうまくつなぎ合わせるのみでプログラムを完成させていると考えることができる。ここでは、このような状況を「コピペ時代のプログラミング環境」と呼ぶ。

開発環境の変化に加えて情報技術を活用する業種の多様化により、ソフトウェア作成に従事するプログラム開発者の経歴やプログラミングの学習形態も多様化している。例えば、専門学校のデザイン系・ゲーム系のコースにおいては、初期の段階でグラフィック作成ツールやゲーム作成ツールの利用を教え、そのツール上でソースコードを書くというカリキュラムを採用していることが多い。また、情報工学系のコースにおいても、その延長線上でプログラミングを行う場合が増えている。大学の情報工学系の学科においても、伝統的なボトムアップ型のプログラミング学習方法である「スクラッチからプログラムを書く」という方法以外に、サンプルプログラムを渡してそれを書き直していく方法、グラフィカルなライブラリ（オブジェクト）が既に多数準備されているようなプログラミング言語による学習方法を採用している場合も増えている。

このようなプログラミング開発環境・学習経験の変化にともない、実際のソフトウェア開発現場においてもプログラム開発従事者のプログラミング能力が変化している。文献⁽¹⁾は、マイクロソフトのような大手ソフトウェア開発企業に従事する開発者においても「他人の作成したソースコードが読めない」者が多数いることを指摘している。このことは、開発者のプログラミング能力が低下していることも一因である可能性もあるが、現在のプログラム開発に

においては必ずしもソースコードが完全に読めなくてもプログラム開発が可能であることも示している。実際に、ソフトウェア開発以外の分野を専門とする多くのプロフェッショナルがプログラムを書いて自らの問題解決に利用するようになった。著者らは、「プログラミング言語の文法などは完全には覚えていなくとも、作成すべきプログラムを俯瞰的に理解できており、他人のプログラムを参照したりすることにより高度なプログラムを作成できる」人材も増加しているのではないかと仮説を立てている。

伝統的に、プログラミング能力を評価するために筆記試験による評価、作成した作品（プログラム）の評価などを行ってきた。しかし、他人のプログラムやプログラミング・マニュアル等をうまく参照しながらプログラムを作成する人はペーパーテストが必ずしも好成績とはならないし、作品を評価する場合も出来上がった作品やソースコード見ただけでは、どのような方法でどの程度の理解の上に作成したのかの判断が難しいという課題が生じている。そこで、本研究においては、プログラミング能力を測るための新しい評価手法を確立することを目的として、可視化コンテンツ比較法の提案と評価システムを構築してきた⁽²⁾⁽³⁾。デザイナーのコンピュータ利用などに関しては、グラフィックツールとプログラミングにおけるギャップを埋めようとするシステムの提案⁽⁴⁾⁽⁵⁾はあるが、ソフトウェア開発を専門としないプログラマの俯瞰的理解を確認しようとする研究は他に存在していない。プログラミングスキルを評価する多数のオンラインプログラミングテストサイトがあり、プログラミング能力の証明書を発行するものもある⁽⁶⁾⁽⁷⁾。これらのサイトでは、コードを書くことを必要とするテスト形式か、ペーパーテストと同様なプログラミング知識についての問題に回答させている。

本稿では、可視化コンテンツ比較法に用いる可視化コンテンツの組合せの性質について、可視化コンテンツ組の差異の元となるプログラミング技術や技法（コンセプト）を、

- 包含するプログラミングコンセプトの有無
- プログラミングコンセプト間の難易比較
- 難易度の差の大きさ

に基づいて整理し、可視化コンテンツ比較法を応用したユーザ個別能力評価と協調学習に利用できる可視化コンテンツの組合せについて議論する。

2. 可視化コンテンツ比較法

可視化コンテンツ比較法は、プログラムによって描画された2つの出力画像（静止画、アニメーション、対話的畫面遷移、グラフ、テキスト等）を利用者に比較させ、どち

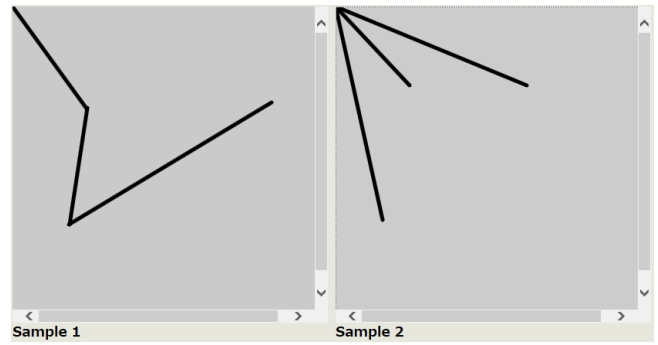


図 1: 可視化コンテンツ比較のためのコンテンツ組

らの画像を描画するプログラムを書く方が難しいかを回答させることにより、プログラミングに関する俯瞰的理解を測定する方法である。比較対象となる画像対の差異に気づき、コーディングテクニックの難易を正しく判断できるプログラミング能力を持つ利用者は、正しく回答することができる。図1は、左右のキャンバス上をそれぞれで3回クリックした結果である。便宜上、左右のキャンバス上の同様な座標をクリックした例を示している。

可視化コンテンツ比較法のテストシステムは、コンテンツ比較部・ガイダンス部・サーベイ部の三部からなる。コンテンツ比較部以外は実験の目的などにより使い分けられる。

コンテンツ比較部は可視化コンテンツ組を表示し、四肢選択（「左」、「右」、「同じ（ほぼ同じ）」、「わからない」）で回答する応答システムである。

ガイダンス部は、ヒントと操作説明の二種類の説明文からなり、可視化コンテンツ組と同時に提示する。ヒントは、被験者が問題の分析を始めるために適切な糸口を示し、正解を連想させない文章である。

サーベイ部は、正解とその解説文を被験者に見せた後に、解説文に同意あるいは理解できたか、解説文を読む前に解説内容を把握出来ていたかという、問題に対する理解と気づきについて「はい」、「いいえ」で回答を求める。さらに、可視化コンテンツ比較に使用されている効果や動作について、オフィスソフトや画像処理ツールなどプログラミングコードを書かない方法での経験、解説文内で使用されているプログラミングテクニックに関する経験についての概要と詳細を頻度（一度もない、一回か二回、たまにする、よくする）での回答を求める。

実施した実験⁽²⁾⁽³⁾⁽⁸⁾では、被験者個別能力測定において問題1問あたりの所要時間は、コンテンツ比較部の回答のみであれば10秒～30秒程度、サーベイ部が1分程度であった。協調学習観測においては、複数人で可視化コンテンツの難易を議論するため所要時間はまちまちであるが、実験後に行ったフィードバックアンケートに「楽しく、負

担と感しない」などの肯定的な回答が多くあり、簡便でストレスの少ないプログラミング能力測定方式であるといえる。

3. 可視化コンテンツ組

可視化コンテンツ比較法のコンテンツ比較部では、例えば、図1のような描線結果が異なる画像を見せ、各動作を実現するプログラミングの難易を回答させることにより、コーディングに必要な俯瞰的理解を確認する。図1左の動作を実現するためには、直前にクリックされた座標を保持する必要があるが、図1右の動作は、初期設定座標からクリックされた座標までの描線を実現できるため、直前にクリックされた座標を保持する必要がない。このようなプログラミングに関する俯瞰的理解力を持つ利用者は、図1左のプログラムを書くほうが難しいと答えることができる。

利用者のプログラミングに関する俯瞰的理解力を測る手法の1つである可視化コンテンツ比較法においては、可視化コンテンツ組が測りたい能力の有無を顕在化させる対である必要がある。図1は左右のキャンバス上で同様な座標をクリックした例であるが、図2は、図1の対話的動作を無作為に行った例である。

情報系専門学校の学生を対象とした実験⁽³⁾では、対話的動作を行う方式での回答において、全16問の成績中央までの上位の不正解は20.6%(14/68)、下位の不正解は53.0%(35/66)であった。

IT関連企業の従業員9名を対象とした実験⁽⁸⁾中の個別学習においては、ガイダンス部に

ヒント：描かれた線それぞれの末端に注目してください。
操作：

1. マウスポインタをいずれかのキャンバスの上において
2. 右クリックして
3. キャンバス上で移動してもう一度右クリックして様子を見てください。

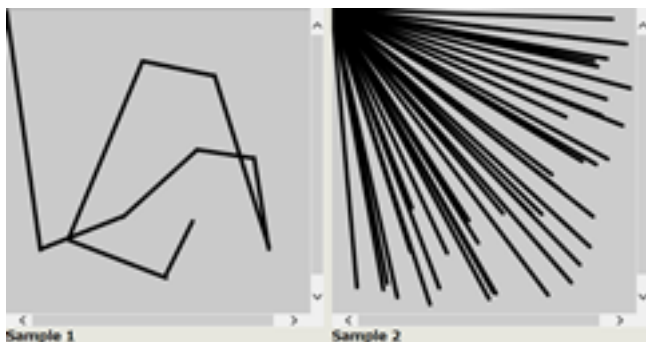


図2: 図1の無作為操作の例

表1: 回答の場合分け

ケース	正誤	理解	気づき
ケース1	○	はい	はい
ケース2	○	はい	いいえ
ケース3	○	いいえ	はい
ケース4	○	いいえ	いいえ
ケース5	×	はい	はい
ケース6	×	はい	いいえ
ケース7	×	いいえ	はい
ケース8	×	いいえ	いいえ

表2: 被験者の回答ケースと正解数

被験者	A	B	C	D	E	F	G	H	I
ケース	4	1	1	1	1	5	1	1	8
正解数	3	7	9	5	6	3	7	7	1

を設定した。サーベイ部の「理解」「気づき」と回答の正誤を表1に場合分けした。ケース1とケース8であれば、この問題に対してプログラミングに関する俯瞰的理解の有無を合理的に測定できている。ケース4であれば、偶然に正解したと考えるのが妥当である。9名の被験者の回答ケースと出題全10問の正解数を表2に示す。正解数の多い被験者はケース1で回答しており、この可視化コンテンツ組が「直前座標の記録」というコンセプトの俯瞰的理解の評価に適していることがわかる。

しかし、被験者の環境によっては、対話的動作を実装できないことも考えられる。そのような場合、可視化コンテンツ比較法では静止画対をコンテンツ比較部に表示するが、動作をイメージしやすくする工夫がある。図3は、図1の対話的動作の動作順を丸数字で表示した例である。図1では操作結果の推移が、図2を静止画として表示した場合にはどの座標をどのような順番でクリックしたのかが曖昧であるが、図3のように表示すれば、幾分かは曖昧性を排除できると考えられる。

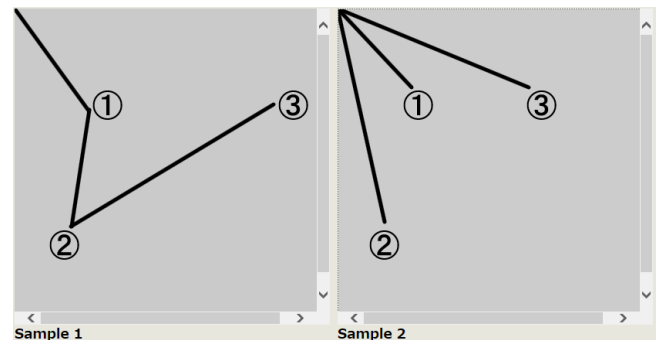


図3: 図1に動作順を表示した例

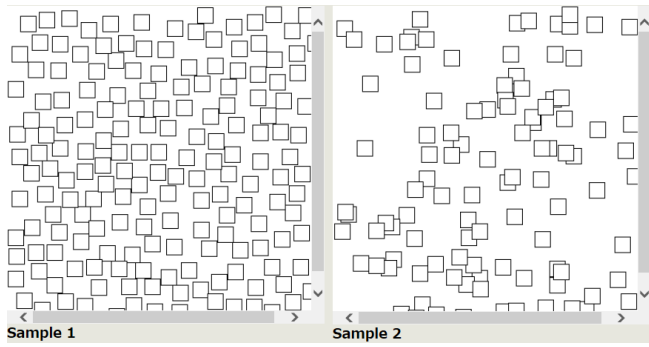


図 4: 重畳禁止コンセプトの有無によるコンテンツ組

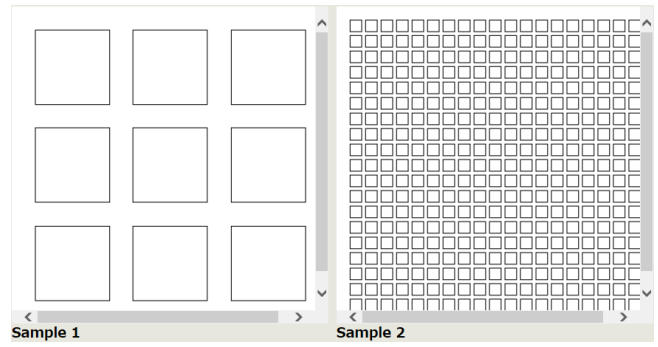


図 5: 静止画像の難易を比較するコンテンツ組

4. 可視化コンテンツ組の性質

可視化コンテンツ比較の回答は、四肢選択（「左」、「右」、「同じ（ほぼ同じ）」、「わからない」）である。本節では、可視化コンテンツ組の差異の元となるプログラミング技術や技法（コンセプト）の組合せを整理する。

4.1 コンセプトの有無

包含するプログラミングコンセプトの有無を可視化コンテンツ組の比較から見出し、他方ないプログラミングコンセプトを含むコンテンツの方が難しいという回答を正解とする問題である。図 1 が対話的動作に関するこのタイプの可視化コンテンツ組である。

図 4 は、乱数により描画する座標を決定し、正方形を描画していく可視化コンテンツ組である。図 4 左のみに重畳禁止の制約を課している。各コンテンツの動作を観察することにより、包含するプログラミングコンセプトを見つける必要がある。図 4 左は重畳禁止であるから、キャンバスが正方形で埋めつくされ易く、動作が取束するかのように見える。図 4 右は重畳が禁止されていないため、描画がいつまでも続く。図 4 左は初期の画像変化が多く、図 4 右は初期の画像変化が少ないため、図 4 右の方が重そうに見える可視化コンテンツ組である。

4.2 同一コンセプト

異なる形状や効果を包含する可視化コンテンツ組の比較から、同一のプログラミングコンセプトによるが、入力値（パラメータ）などのみの違いによりコンテンツ間の差異を実現していることを見出し、「同じ（ほぼ同じ）」という回答を正解とする問題である。

図 5 左は縦横 3 個ずつ、図 5 右は縦横 19 個ずつの正方形が規則的に描画されている。「入れ子になった繰り返し」が共通に包含するプログラミングコンセプトであるようなコンテンツ組である。これら 2 つのプログラミングによって生成された画像は、正方形の大きさと個数が異なるが、正方形を縦横同数描画するという点で同じである。プログラ

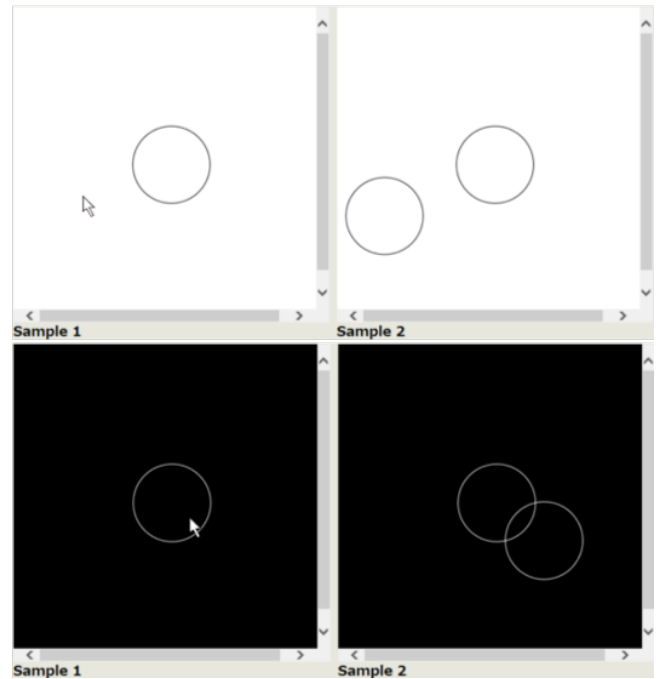


図 6: 対話的動作の難易を比較するコンテンツ組

ムを構成する事項の違いは、正方形の個数と大きさ、つまり、入力値は正方形の個数または大きさと考えられる。コーディングにおける差異は入力値のみであり、処理は同様で出力の違いは入力の差に依存する。

図 6 は対話的動作に関するこのタイプの可視化コンテンツ組である。図 6 左の可視化コンテンツは、マウスポインタと中央の円とが重なると背景が黒くなり、図 6 右の可視化コンテンツではマウスポインタの矢印と置き換えた円が中央の円に触れると背景が黒くなる。一見、衝突判定のように見え、そのように実装も可能である。しかしながら、検出されたマウス座標と中央の円の中心との距離が、図 6 左の可視化コンテンツは中央の円の中心からの距離が円の半径、図 6 右の可視化コンテンツは中央の円の中心からの距離が円の直径より近くなると背景を黒くすることでも同じ動作を実現できる。

4.3 異なるコンセプト

異なる形状や効果を包含する可視化コンテンツ組の比較から、それぞれの可視化コンテンツのプログラミングコン

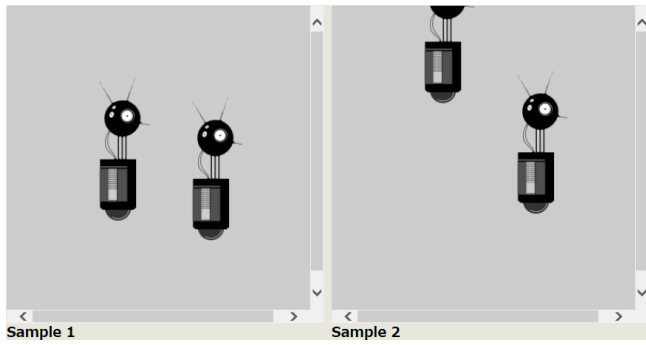


図 7: 異なるコンセプトの難易を比較するコンテンツ組 1

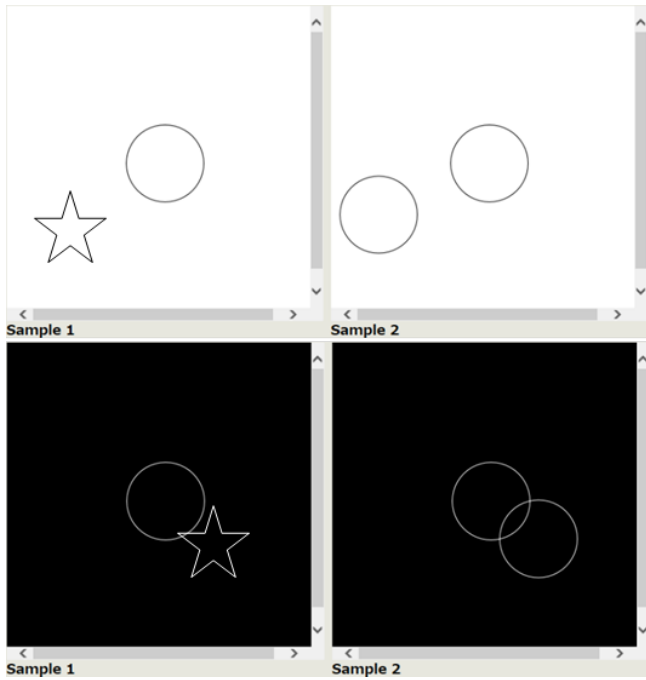


図 8: 異なるコンセプトの難易を比較するコンテンツ組 2

セプトを見出し、プログラミングコンセプト間の難易差から回答させる問題である。

図 7 は、周期的に移動するオブジェクトを描画するアニメーションの比較である。それぞれ 2 つのオブジェクトが $\pi/4$ の位相差で図 7 左は正弦関数、図 7 右は正接関数により移動する。可視化コンテンツの差異の元となるプログラミングコンセプトはサインとタンジェントである。コーディングにおいて、2 つのプログラムの違いは該当箇所を \sin と書くか \tan と書くかだけであるから、「同じ（ほぼ同じ）」という回答を正解とする問題である。しかし、図 7 左はキャンバス内での単調な移動であるのに対して、図 7 右はキャンバスを上下に通り返るため、情報系専門学校の学生を対象とした実験⁽³⁾では図 7 右の方が難しいとの回答が 53.7%(72/134)であった。成績上位者とそれ以外の回答分布に差はなかった。

図 8 は図 6 左のマウスポインタの矢印を右側の移動円に内接する大きさの星型に変更した可視化コンテンツである。図 8 左の実装に衝突判定が必要かどうかは、星型の凸

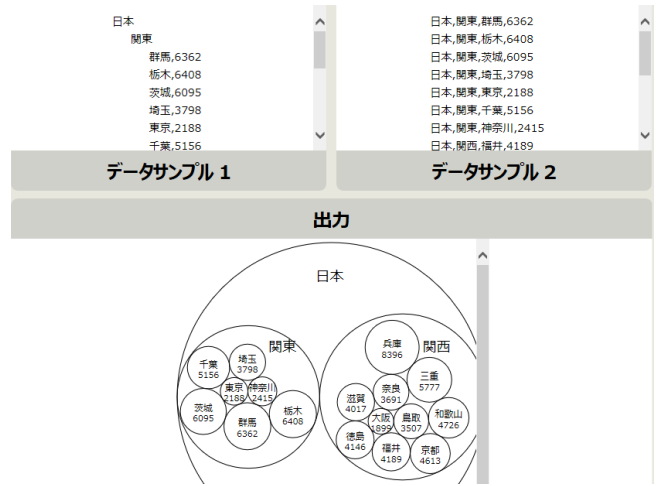


図 9: 入力データの可視化

部の接触だけでは判別できず、マウス検出座標から中央の円の中心までの距離が直径未満で星型のいずれの部分も中央の円に接触していない時に背景が黒くなるかどうかで判別する必要がある。背景が黒くなればマウスポインタとしての図形が星型か円かの違いであり、プログラミングコンセプトは同一である。この場合、「同じ（ほぼ同じ）」という回答を正解とする問題である。他方、マウス検出座標から中央の円の中心までの距離が直径未満となっただけでは背景が黒くならず、星型が接触した時のみ背景が黒くなれば、図 8 左のプログラミングコンセプトは衝突判定である。衝突判定には距離の大小比較というプログラミングコンセプトを含むため、図 8 左のプログラミングコンセプトが衝突判定であれば、図 8 右との間にプログラミングコンセプト間の難易差が存在することになる。この場合、「左」の方が難しいという回答を正解とする問題である。

4.4 入力データ

同一のデータを異なる手法で可視化する問題と、異なる形式で同じ意味を持つデータによる可視化の問題を作成している。図 9 は、図 9 左の JSON のような形式のデータと図 9 右の CSV 形式データを入力データとした時にどちらがコーディングし難いかを回答する問題である。一般に、ファイル中のデータは行毎に読み込み、データの構造を配列やリストにより模倣することで可視化フェーズへと渡される。つまり、行毎に書式やデータの表現方法が異なれば、その違いを吸収するためのコードを書く必要がある。そのため、図 9 は「左」の方が難しいという回答を正解とする問題である。プログラミングコンセプトに関する理解については上述のとおりであるが、Web サービス構築や Web API が身近なプログラマ、また d3.js を知る利用者は、図 9 右には JSON 形式にするための一手間があるため「右」の方が難しいという回答するかもしれない。他方、データ

ベースや事務系情報処理を業務とする利用者はデータの表現方法が一樣であるかどうかだけで、換言すれば、プログラミングコンセプトとは関係なく正解の「左」の方が難しいという回答をするかもしれない。これは、プログラミングに関する俯瞰的な理解に加えて、利用者のプログラミングに関わる経歴の推定に利用できる可能性を示唆している。

入力データを用いる可視化コンテンツ比較は、サーベイ部を用いた気づきと理解の確認による回答のケース分けとともに、利用者が既に持っている知識とプログラミングコンセプトとの関わりを利用者が学習できるように組み合わせ出題する。

5. 学習方法に応じたコンテンツ組

個別学習やテストシステムを用いたプログラミング能力評価においては、利用者が一人でコンテンツ比較を行う。協調学習では、複数の利用者が同じ可視化コンテンツ組を同時に見ながら正解を議論する。このように、学習方法によって利用の形態が異なる。そこで、学習方法の違いから可視化コンテンツ比較のためのコンテンツの組合せについて考察する。

5.1 個別学習

利用者が一人でコンテンツ比較を行う場合、可視化コンテンツ比較に用いられる可視化コンテンツが包含するプログラミングコンセプトについての俯瞰的理解能力をその利用者が持っていれば、可視化コンテンツ間の差異に気づくことができなければならない。能力を持つ利用者が認知可能な可視化コンテンツ組の判別に関して、統計的手法を用いた研究⁽²⁾⁽³⁾と質的調査による研究⁽⁸⁾を進めている。問題の正解についてどちらかが難しいとほぼ同じを用意したが、個別学習においては、どちらかが難しい場合は片方に使われて他方に使われていないプログラミングコンセプトが存在し、ほぼ同じ場合は同じソースコードで実現されるような可視化コンテンツ組としている。可視化コンテンツ間の差異が著しい場合、例えば、図6左と図8左とをコンテンツ組とした場合、可視化コンテンツが包含するプログラミングコンセプトについての俯瞰的理解能力をその利用者が持っていなくとも可視化コンテンツ間の差異に気づくことができってしまうため、適切なコンテンツの組合せとは言えない。可視化コンテンツが包含するプログラミングコンセプトの難しさの比較ができなくても正解を選ぶことができるからである。

可視化コンテンツの作成にあたっては、様々なプログラミングレベルに対応した問題集⁽⁹⁾⁽¹⁰⁾⁽¹¹⁾⁽¹²⁾を参考にし、それぞれの可視化コンテンツが包含するプログラミングコ

ンセプトに関して認知可能性に注意しながら組み合わせている。また、プログラミング言語や技法の違いに起因する難易度の逆転の可能性が否定できない問題は避けるようにしている。

5.2 協調学習

複数の利用者が同じ可視化コンテンツ組を同時に見ながら正解を議論する協調学習においては、個別学習の場合と同様に可視化コンテンツ比較に用いられる可視化コンテンツが包含するプログラミングコンセプトについての俯瞰的理解能力をその利用者が持っていれば、可視化コンテンツ間の差異に気づくことができなければならないが、協調学習に参加する利用者の少なくともひとりが気付けば良い。

IT関連企業の様々な部署に所属する7名を参加者とした協調学習の観察では、問題が簡単であれば、上級エンジニアは初心者回答させ、回答の理由を尋ねていた。回答が不正解であれば、上級エンジニアが初心者正解とその解説をしていた。例えば、図1にした問題に対して、事務部門の参加者が「右が難しい」と回答した。その理由は「画像作成ツールを使用して線を描画するときはマウスで次の場所をクリックするだけでよいのですが、右の図の場合は毎回マウスを開始点に移動する必要があります。特に左上の始点をクリックするのは面倒なので右の方が難しいと思いました」であった。他の多くの参加者は、図1右は初期値と入力値による描線、図1左には直前の描線の終点を新しい描線の視点にする座標値交換が必要であることが理解できていて、プログラミング初心者の参加者達に代わる代わる説明をしていた。他の問題でも同様な知識の承継を観察することができた。

プログラミングの熟練者の間でも図6の問題に関して議論があり、参加者の一人がこの問題の特殊性（衝突判定を用いない実装方の存在）に気づいた。参加者全員が問題の正解と理由に同意したとしても、各参加者の理解度は異なることができる。

他者間の議論を傍聴することによって、すでに持ち合わせている知識の再構成による知識の洗練やスキルの獲得が期待できる。

6. まとめ

可視化コンテンツ比較法におけるコンテンツの組合せについて、可視化コンテンツ組の性質と学習方法などの視点から議論した。可視化コンテンツ組の性質を、

- (1) 可視化コンテンツが包含するプログラミングコンセプトの有無

- (2) 同一のプログラミングコンセプトによる異なる可視化表現
- (3) 異なるプログラミングコンセプトの難易の差
- (4) 入力データ付き可視化コンテンツ組

に分けて整理した。

また、学習方法に応じた可視化コンテンツ組の生成について、利用者が一人でコンテンツ比較を行う場合と複数の利用者が同じ可視化コンテンツ組を同時に見ながら正解を議論する場合に分けて、可視化コンテンツ間の差異に関する認知可能性の扱いの違いを示し、それぞれの場合における、適切な可視化コンテンツ組について議論した。

個別学習とテストシステムを用いたプログラミング能力評価においては、可視化コンテンツ比較に用いられる可視化コンテンツが包含するプログラミングコンセプトに関する俯瞰的理解能力をその利用者が持っているならば、可視化コンテンツ間の差異に気づくことができる認知可能性を持たせるべきであることに言及した。

協調学習においては、プログラミング熟練者から初心者へのプログラミング技術ならびに知識の承継が観測できた。また、熟練者間でも所属部署や職種により問題の捉え方が異なり、議論や意見交換により建設的な知識流通を確認した。また、他者間の議論を傍聴することによって、すでに持ち合わせている知識の再構成による知識の洗練やスキルの獲得が期待できることもわかった。個別学習と協調学習の両方のフィードバックアンケートから被験者らは楽しい方法でテストを受けることができたとの回答を得ている。簡便でストレスの少ないプログラミング能力測定方式であるとともに、新しい学習法の提案といえる。

謝辞

本研究の一部は科研費(15K01068)「コピペ時代のプログラミング能力評価手法の開発」の支援による。ここに記して謝意を表す。

参考文献

- (1) Thomas D. LaToza and Brad A. Myers. Hard-to-answer questions about code. In *Evaluation and Usability of Programming Languages and Tools*, PLATEAU '10, pp. 8:1–8:6, New York, NY, USA, 2010. ACM.

- (2) Dick Martinez Calderon, Kin Man, Hidenari Kiyomitsu, Kazuhiro Ohtsuki, Yukinobu Miyamoto, Yi Sun, and Masami Hirabayashi. Measurement range increment in a method for evaluating panoramic understanding of programming. In *2016 IEEE Frontiers in Education Conference, FIE 2015, Eire, PA, USA, October 12-15, 2016*, pp. 1–8, 2016.
- (3) Dick Martinez Calderon, Kin Man, Hidenari Kiyomitsu, Kazuhiro Ohtsuki, Yukinobu Miyamoto, and Yi Sun. An evaluation method for panoramic understanding of programming by comparison with visual examples. In *2015 IEEE Frontiers in Education Conference, FIE 2015, El Paso, TX, USA, October 21-24, 2015*, pp. 1–8, 2015.
- (4) Fatih Kursat Ozenc, Miso Kim, John Zimmerman, Stephen Oney, and Brad Myers. How to support designers in getting hold of the immaterial material of software. In *Proceedings of the SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems, CHI '10*, pp. 2513–2522, New York, NY, USA, 2010. ACM.
- (5) B. Myers, S. Y. Park, Y. Nakano, G. Mueller, and A. Ko. How designers design and program interactive behaviors. In *2008 IEEE Symposium on Visual Languages and Human-Centric Computing*, pp. 177–184, Sep. 2008.
- (6) Hackerrank. <https://www.hackerrank.com/>. Accessed on 2019-2-5.
- (7) Microsoft. Microsoft Certification Exam List - Microsoft Learning. <https://www.microsoft.com/en-us/learning/exam-list.aspx>. Accessed on 2019-2-5.
- (8) Hidenari Kiyomitsu, Dick Martinez Calderon, Kazuhiro Ohtsuki, Sun Yi, Toshiharu Samura, Yukinobu Miyamoto, and Masami Hirabayashi. An approach for evaluating it employees' programming ability using the programed visual contents comparison method. In *2018 IEEE 7th International Conference on Teaching, Assessment, and Learning for Engineering, TALE 2018, Wollongong, Australia, December 4-6, 2018*, pp. 747–754, 2018.
- (9) Daniel Shiffman. *Learning Processing: A Beginner's Guide to Programming Images, Animation, and Interaction*. Morgan Kaufmann, Burlington, MA, 2008.

- (10) Daniel Shiffman. The nature of code. Self-published, 2012.
- (11) Kostas Terzidis. *Algorithms for Visual Design Using the Processing Language*. Wiley Publishing Inc., Indianapolis, IN, 2009.
- (12) Bonedikt Gross Hartmut Bohnacker and Julia Laub. *Generative Design: Visualize, Program and Create with Processing*. Princeton Architectural Press, New York, NY, 2012.

GitHub 習熟度チェックリストの作成と

システム開発 PBL における習熟度および活動の評価

伊藤 恵^{*1}, 松原 克弥^{*1}

^{*1} 公立はこだて未来大学

Creating a Checklist to Evaluate Learning Level of GitHub and Evaluating System Development PBL

Kei Ito^{*1}, Katsuya Matsubara^{*1}

^{*1} Future University Hakodate

In system development PBLs, many student teams use several standard tools, such as GitHub. By usage history data of such tools, we aim to evaluate objectively and quantitatively students' activities in PBL. However, evaluation using usage history data of such tools is greatly affected by proficiency level of students. So, it is also needed to evaluate of proficiency level of students. For that reason, we create a checklist for proficiency level of GitHub and try to evaluate proficiency level by the checklist in a certain GitHub workshop and an on-campus Hackathon event. In this article, we report the checklist and the evaluation results by the checklist.

キーワード: 習熟度チェックリスト, システム開発 PBL, GitHub, 習熟度評価

1. はじめに

さまざまな教育分野において実践的な教育方法の一つとして Project Based Learning(以下 PBL)が行われており, 情報系の学部や学科においても, 実践的な IT 教育の一つとしてシステム開発 PBL が広く実施されるようになってきている⁽¹⁾⁽²⁾. このようなシステム開発 PBL における成績評価は発表会や最終成果物に対する評価が中心的である. しかし, 学習対象には発表や最終成果物だけでなく, そこに至るまでのプロセスも含まれていることが多い. システム開発 PBL において開発プロセスの評価方法は確立されているとは言えない⁽³⁾.

システム開発 PBL では GitHub などの定番ツールがよく使われる. GitHub¹はシステム開発等で使われるバージョン管理ツールの一つ Git を基にした Web 上のサービスであり, 開発プロセスに紐づけられる利用履歴情報が相応に残される. 我々はその情報に着目

し, GitHub を使用するシステム開発 PBL を対象に, 利用履歴情報を用いた PBL プロセス評価手法の確立を目指している⁽⁴⁾. しかし, Git/GitHub はまあまあ使えるレベル, かなり使いこなしているレベルなど, 使用者の習熟度合の幅が広く, システム開発 PBL においてもチーム間やチーム内で習熟度合の差が大きくなることも多く, それが利用履歴を用いたプロセス評価に大きく影響してしまう.

そこで我々は, システム開発 PBL のプロセス評価に活用することを前提として GitHub の習熟度チェックリストを作成し, 実際にこれを用いた習熟度とプロセスの評価実験を行うこととした.

2. GitHub 習熟度チェックリストの作成

2.1 Git/GitHub とは

GitHub とは, ソフトウェア開発その他の活動の際にバージョン管理のために用いられる Git を活用し,

¹ <https://github.com>

インターネットを通じた共同開発や開発したソフトウェアの公開などを行うことができる Web 上のサービスである。

GitHub の習熟度は、Git の基本的なコマンドが使えるレベル、円滑な共同開発のためにブランチという仕組みを適切に使えるレベル、Git Flow や GitHub Flow などの共同開発のワークフローを活用できるレベルなど様々あり、習熟度の表現や計測方法は確立されていない。

2.2 習熟項目のリストアップ

習熟度チェックリストの作成に先立って、GitHub に関する参考書籍⁽⁵⁾や関連する Web ページ⁽⁶⁾、GitHub にある程度習熟している教員や学生複数の知見を参考に、GitHub の習熟度合の参考となる項目をリストアップし、大まかに基本操作に関するもの、円滑な共同開発のために重要となるブランチに関するものに分類した。その他に共同開発のワークフローに関するものを検討したが、ワークフローについては個人単位での評価が難しいことなどから、今回は項目化の対象から除外した。各分類の習熟項目は以下の通りである。

● 基本操作

コミットができる
コミット間の diff がみれる
リモートのリポジトリにプッシュができる
リモートのリポジトリから pull ができる
リモートのリポジトリのクローンができる
git commit --amend ときいて使い方がわかる
.gitignore が何のためにあるファイルか知っている
コミットをどの程度の粒度にすべきか分かる
コミットメッセージにはどんな内容を書くべきか分かる

● ブランチ

ブランチの作成ができる
ブランチの削除ができる
あるブランチとあるブランチ 2 の差分がすぐに出せることを知っている
あるブランチ A とあるブランチ B を比較して、A のみに加えられた差分をすぐに出せることを知っている

merge ができる
merge に失敗した後、merge 前に戻るやりかたを知っている
rebase ができる
rebase に失敗した後、merge 前に戻るやり方を知っている
merge 中のコンフリクトを解消できる
どんな名前がブランチ名として適しているか分かる
どのくらいの頻度(単位)でマージするのがよいか分かる

2.3 習熟度判定基準の作成

この時点では、GitHub にある程度習熟している複数の教員と学生の知見を踏まえて、GitHub の習熟度を基本操作もままならない「入門者」、基本操作は一通りできる「初級者」、ブランチについてもある程度精通した「中級者」、ブランチについてはほぼすべて把握している「上級者」の 4 段階とし、各項目の習熟度合を計測することで、対象者の習熟度を算定できるものとした。

3. 学内ハッカソンと GitHub 勉強会

本研究で目指すのはシステム開発 PBL におけるプロセス評価であるが、評価実験として 2019 年 2 月 16、17 日に著者ら所属大学で行われる教育目的の学内ハッカソン P2HACKS⁽⁷⁾と、それに先立って 2018 年 12 月に行われた Git/GitHub 勉強会を対象とした評価実験を行うこととした。

ハッカソンはシステム開発 PBL に比べて極端に期間が短いなどの違いはあるが、チームで開発を行う点ではシステム開発 PBL と同様であること、今回対象としたハッカソンは学部 1,2 年生のスキルアップを主眼とした育成型ハッカソンであったことから評価実験の対象として十分有効であると判断した。

また、短期集中の活動であるため、収集するデータへの他活動からの影響がほとんどないことや、事前に Git/GitHub に関する勉強会が開催されることも実験対象として有用であった。

このハッカソンには、1,2 年生のみ 4~5 名からなる

チームが 10 チーム計 48 名参加し、そのうち Git/GitHub 勉強会に参加したのは 20 名であった。勉強会にメンバ全員が参加したチームもあったが、メンバが 1 人も参加しないチームもあった。Git や GitHub は著者ら所属大学の授業等で明に扱っていないが、学内の何らかの活動で利用している学生もいる可能性があることから、勉強会に参加した学生は Git 等の使用経験がほとんどなく、ハッカソンには参加するが勉強会には参加しない学生は使用経験が相応にある学生が多いのではないかと考えられる。

4. チェックリストを用いた評価実験

4.1 習熟度評価：勉強会前

ハッカソン参加学生全員を対象として勉強会前の時点で、2.2 節で挙げた習熟項目のうち、基本操作に関する 9 項目とブランチに関する 11 項目の計 20 項目に対して、「何のことも分からない」「コマンドは分かる/使ったことはある」「分かる/使っている」「使いこなしている/十分理解している」の 4 択でアンケート調査を行った。アンケート回答者は 20 名で、そのうち勉強会参加者は 9 名、残り 11 名は勉強会不参加者であった。

アンケート結果を「何のことも分からない」を 0 点、「コマンドは分かる/使ったことはある」を 1 点、「分かる/使っている」を 2 点、「使いこなしている/十分理解している」を 3 点として集計したところ、回答した学生別の全項目および分類別の平均は表 1 のようになった。全項目平均の降順に並べており、各列の意味は、学生の通し番号、全項目の平均値、基本操作に関する項目の平均値、ブランチに関する項目の平均値、勉強会参加の有無となっている。全体の傾向としては勉強会不参加の方が数値が高く、勉強会参加者の方が低いと言えるが、勉強会不参加者の中でも数値が低い者もあり、逆に勉強会参加者の中でもある程度は数値が高いものもいることが分かる。

また、2.3 節で述べたように初級者は基本操作が分かり、中級者になるとブランチも分かってくると想定しており、例えば、表の学生 1 は基本操作の数値もブランチの数値も高いので上級者、学生 2,3 は基本操作の数値は高いがブランチの数値やそれよりもやや低いため中級者などと判断できると考えた。しかし、学生

4 以降もすべて見ていくと基本操作とブランチの数値が逆転している学生がいるほか、どちらの数値も揃って下がっていく傾向が見られるため、習熟の流れとして基本操作の数値が十分上がってからブランチの数値が上がるとは言えないことが分かる。

表 1 アンケート結果(勉強会前学生別)

	全体	基本操作	ブランチ	勉強会参加
学生 1	3.00	3.00	3.00	0
学生 2	2.20	2.56	1.91	0
学生 3	1.90	2.22	1.64	1
学生 4	1.55	0.67	2.27	0
学生 5	1.35	1.56	1.18	1
学生 6	1.15	1.44	0.91	0
学生 7	1.15	1.33	1.00	0
学生 8	1.00	1.44	0.64	0
学生 9	0.75	0.78	0.73	0
学生 10	0.40	0.67	0.18	1
学生 11	0.40	0.56	0.27	0
学生 12	0.40	0.56	0.27	1
学生 13	0.20	0.11	0.27	0
学生 14	0.00	0.00	0.00	1
学生 15	0.00	0.00	0.00	1
学生 16	0.00	0.00	0.00	1
学生 17	0.00	0.00	0.00	0
学生 18	0.00	0.00	0.00	0
学生 19	0.00	0.00	0.00	1
学生 20	0.00	0.00	0.00	1

項目間の傾向や勉強会参加者/不参加者の傾向の違いを見るために、同じく勉強会前のアンケート結果から項目別の回答者平均値を出したものが表 4 である。回答者全員の平均では「コミットができる」「リモートのリポジトリのクローンができる」などの Git の使い始めに使用する操作が 0.89 点と他の項目よりやや高い結果であり、分類別では基本操作に関する項目の数値よりもブランチに関する項目の数値の方がやや低い傾向であった。Git/GitHub 勉強会に参加した学生と参加していない学生に分けて集計した平均値が表 4 の 3,4 列目である。見て明らかな通り、すべての項目において勉強会に参加していない学生の数値が高く、勉強

会に参加しなかった学生は、この時点である程度 Git/GitHub の使用経験があったのではないかと推測される。また、相対的に習熟度が高いと推測される勉強会不参加者でも数値が低い基本操作に関する項目がある一方で、習熟度が低いと推測される勉強会参加者でも数値が高いブランチに関する項目があることが分かる。

これらの結果を踏まえ、2.2 節で挙げた項目の分類のままではなく、分類も参考にしつつ各項目の習熟し易さや習熟に掛かる時間を考慮して習熟度判定基準を再設計する必要があると言える。

4.2 習熟度評価：ハッカソン前

Git/GitHub 勉強会開催後、ハッカソン実施前にも同様にアンケート調査を行った。回答者のうち、勉強会参加者のみの回答者別平均値をまとめたものが表 2 である。勉強会後に数値が上がっている箇所にはセルの背景色を薄灰色にした。この結果から該当者のほとんどは勉強会前後で数値が向上しているが、勉強会で比較的容易に上がると考えられる基本操作の数値が全く上がっていない学生や、むしろブランチの数値の方が上がっている学生、また、数値が下がっている学生がいることも見て取れる。

表 2 アンケート結果(勉強会前後学生別)

	勉強会前			勉強会後		
	全体	基本操作	ブランチ	全体	基本操作	ブランチ
学生 3	1.90	2.22	1.64	2.05	2.33	1.82
学生 5	1.35	1.56	1.18	1.75	1.89	1.64
学生 10	0.40	0.67	0.18	0.50	0.67	0.36
学生 12	0.40	0.56	0.27	0.35	0.56	0.18
学生 14	0.00	0.00	0.00	0.65	0.89	0.45
学生 15	0.00	0.00	0.00	0.25	0.00	0.45
学生 16	0.00	0.00	0.00	0.60	0.67	0.55
学生 19	0.00	0.00	0.00	1.00	1.00	1.00
学生 20	0.00	0.00	0.00	0.85	1.44	0.36

4.3 習熟度判定基準の調整とハッカソン時の評価

4.1 節および 4.2 節の結果を踏まえ、習熟度判定基準の評価方法について再検討を行った。具体的には基

本操作とブランチのそれぞれの分類の中で、比較的早く習得できると思われる項目とそうでない項目を再分類し、基本操作 1、基本操作 2、ブランチ 1、ブランチ 2 の 4 分類に分け、新しい分類に基づいて勉強会前後のアンケート結果を再度学生別に集計した。その結果が表 3 である。この結果から各学生の 4 分類それぞれの平均数値が 1 未満のもの、1 以上 2 未満のもの、2 以上のものがそれぞれ何個あったかで判定基準を再検討した。具体的には、4 分類すべて 1 未満ならば「入門者」、4 分類中半分以上が 1 未満ならば「初級者」、半分以上が 1 以上ならば「中級者」、半分以上が 2 以上ならば「上級者」などといったものである。表 3 では学生 1,2 が上級者、学生 3,6,7,8 が中級者、学生 4,5,9,11,12 が初級者、それ以外が入門者となる。ただし、まだデータ数も十分ではないため網羅的な基準として整備しておらず、習熟度判定の仮基準としている。

表 3 再分類後の結果(勉強会前学生別)

	全体	基本操作 1	基本操作 2	ブランチ 1	ブランチ 2
学生 1	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00
学生 2	2.20	3.00	2.00	2.40	1.83
学生 3	1.90	2.60	1.75	2.00	1.17
学生 4	1.55	0.60	0.75	2.00	2.50
学生 5	1.35	2.60	0.25	2.20	0.17
学生 6	1.15	1.80	1.00	1.00	0.67
学生 7	1.15	1.60	1.00	1.00	1.00
学生 8	1.00	1.80	1.00	1.20	0.17
学生 9	0.75	1.00	0.50	0.80	0.67
学生 10	0.40	0.80	0.50	0.40	0.00
学生 11	0.40	1.00	0.00	0.60	0.00
学生 12	0.40	1.00	0.00	0.60	0.00
学生 13	0.20	0.20	0.00	0.60	0.00
学生 14	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
学生 15	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
学生 16	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
学生 17	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
学生 18	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
学生 19	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
学生 20	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

また、ハッカソン終了後にも同様に習熟度評価のためのアンケート調査を行う予定であるが、本稿の執筆時点ではハッカソン実施前のため、結果を示せない。

さらに、ハッカソン時には参加チームごとのGitHub 利用履歴情報を収集し、先に行っているPBL チーム活動評価⁽⁴⁾を踏まえ、ハッカソン参加各チームの評価を行う予定である。

5. おわりに

システム開発 PBL の定量的なプロセス評価方法の一つとして、システム開発で標準的に使われるGitHub の利用履歴情報を用いた評価手法の作成を進めている。その前段階としてPBL 参加学生および参加チームのGitHub 習熟度を測定するため、GitHub 習熟度チェックリストを作成した。その評価実験として、教育目的の学内ハッカソンに向けて実施されたGitHub 勉強会の前後でアンケートによる主観評価からの習熟度測定を行った。習熟度判定の基準として不十分な点もあり、評価実験を継続しながら判定基準の改善を図っている。

参 考 文 献

- (1) enPiT 事務局: “高度 IT 人材を育成する産学協働の実践教育ネットワーク”, <http://www.enpit.jp>, (2017)
- (2) 福田晃, 鶴林尚靖ほか: “情報工学系大学教員のためのPBL 実践ガイド”, 九州大学大学院システム情報科学府情報知能工学専攻社会情報システム工学コース (2012)
- (3) 日戸直紘, 伊藤恵, 大場みち子: 能力成熟度モデル統合に基づいた PBL における定量的学習評価手法の提案, 日本ソフトウェア科学会第 34 回大会 (2017)
- (4) 松原克弥, 伊藤恵, 木塚あゆみ: “コード更新履歴の可視化による分散 PBL でのチーム活動評価の試み”, 第 4 回実践的 IT 教育シンポジウム(rePiT2018), pp.49-55 (2018)
- (5) 大塚弘記: “GitHub 実践入門”, 技術評論社 (2014)
- (6) @kyanro@github: “git 理解度 チェックリスト”, <https://qiita.com/kyanro@github/items/3f0d4303882e668e1e85> (2019 年 2 月 6 日アクセス)
- (7) P2HACKS 実行委員会: “P2HACKS – プレ PBL としての育成型ハッカソン”, <https://p2hacks.c.fun.ac.jp/> (2019 年 2 月 6 日アクセス)

表 4 アンケート結果（勉強会前項目別）

	回答者 平均	勉強会 参加者	勉強会不 参加者
コミットができる	1.15	0.89	1.36
コミット間の diff がみれる	0.55	0.22	0.82
リモートのリポジトリにプッシュができる	1.10	0.89	1.27
リモートのリポジトリから pull ができる	1.05	0.67	1.36
リモートのリポジトリのクローンができる	1.10	0.89	1.27
git commit --amend ときいて使い方がわかる	0.50	0.22	0.73
.gitignore が何のためにあるファイルか知っている	0.65	0.44	0.82
コミットをどの程度の粒度にすべきか分かる	0.65	0.22	1.00
コミットメッセージにはどんな内容を書くべきか分かる	0.85	0.56	1.09
ブランチの作成ができる	1.05	0.89	1.18
ブランチの削除ができる	0.85	0.44	1.18
あるブランチとあるブランチ 2 の差分がすぐに出せることを知っている	0.60	0.22	0.91
あるブランチ A とあるブランチ B を比較して、A のみに加えられた差分をすぐに出せることを知っている	0.50	0.11	0.82
merge ができる	1.05	0.67	1.36
merge に失敗した後、merge 前に戻るやりかたを知っている	0.50	0.11	0.82
rebase ができる	0.75	0.44	1.00
rebase に失敗した後、merge 前に戻るやり方を知っている	0.55	0.22	0.82
merge 中のコンフリクトを解消できる	0.60	0.11	1.00
どんな名前がブランチ名として適しているか分かる	0.75	0.44	1.00
どのくらいの頻度(単位)でマージするのがよいか分かる	0.65	0.33	0.91

ポジティブ心理学における

接近目標に基づく目標達成共有システムの開発

In Positive Psychology Development of target achievement
sharing system based on approach targets

込山 樹生^{*1}, 河野 義広^{*1}

^{*1} 東京情報大学

あらまし：近年、国や地方自治体の政策目標として「国民総幸福度」が重視されている。ポジティブ心理学では、目標に向かい行動するとき幸福を感じるものとされる。加えて、目標は接近目標と回避目標に分類され、接近目標を定めることが目標達成に効果的であると知られる。そこで本研究では、接近目標や回避目標を他者と共有できるソーシャルメディアを開発し、共有される目標の種別による目標達成率や幸福度の変化を調査した。

キーワード: SNS, ポジティブ心理学, 幸福

1. はじめに

近年、国や地方自治体の政策目標として「幸福」が掲げられており、それを測定し政策に活かす試みが見られる⁽¹⁾。「幸福」を測定しようと試みたのは、1972年にブータン王国の国王ジグミ・シンゲ・ワンチュクの提唱で調査が始まった国民総幸福度 (GNH) である⁽²⁾。GNH とは、経済成長を重視せず、伝統的な社会・文化や環境に配慮した「国民の幸福」を目指す考え方である。先進国を始め多くの国で GNH を調査する動きがあり、国独自の調査方法も出ている。フランスでは経済パフォーマンスと社会発展の計測委員会 (CMEPSP) を発足し、経済と社会の進歩から適切に測定し、生活の質の評価・測定、持続可能な開発と環境をテーマに研究している⁽³⁾。日本では、幸福度を社会指数に加え、地方自治体における幸福度及び社会指数の測定、活用の取り組みについて把握している⁽⁴⁾。このように先進国をはじめ多くの国では、人々は幸福を追い求めており、「幸福」に関する研究が盛んである。

「幸福」の定義は文化、宗教、哲学によって異なるため、本研究ではポジティブ心理学における定義を元にする。ポジティブ心理学とは、米国心理学会会長であったペンシルベニア大学の心理学部教授のマーティン・E・P・セリグマン博士によっては 1998 年に創設された学問である⁽⁵⁾。ポジティブ心理学は、あるべき

正しい方向に向かう状態に注目し、諸要素を科学的に検証・実験を試みる心理学のことである。ポジティブ心理学において幸福とは「心の状態」を表し、自分や住んでいる世界がどのように感じるかによって変化すると定義され、目標を達成したときよりも目標に向かって行動している時に幸福を感じるものとされる⁽⁶⁾。目標は人生の目標であり、「接近目標」と「回避目標」の2つに分類される。接近目標とは、夢や理想を追い求める目標であり、自ら設定する目標である。一方で、回避目標とは、ストレスを感じないよう好ましくない結果を避ける目標である⁽⁷⁾。先行研究ではアンケート調査を行い、接近目標・回避目標を定めることで目標達成率の変化を調査した⁽⁶⁾。その結果、接近目標の割合が高いほど目標達成率が高くなることが分かった⁽⁶⁾。先行研究では紙媒体による調査のみであったため、他者と目標を共有しているとは考えられず、他者の接近目標や回避目標の影響は受けていないものとする⁽⁶⁾。

そこで本研究では、接近目標や回避目標を他者と共有することにより、目標達成率の変化を調査するためのシステムを開発する。具体的には、他者の接近目標や回避目標目標が提示される。SNS (Social Networking Service) を開発し、共有される目標の多寡および種別と目標達成率や幸福度の関係を調査する。本研究では、事前に被験者の幸福度を測定し、その平均値が等しくなるよう2つグループに分けた、両グル

ープに対して、接近目標のみが共有される期間、回避目標が表示される期間、接近目標と回避目標の両方が表示される期間に分けることで、共有される目標の種別による目標達成率や幸福度の変化を調査する。

第2章では関連研究、第3章では提案手法、第5章では評価実験について述べる。

2. 関連研究

2.1 関連サービス

1. Check4Life

Check4Lifeとは毎日の活動を、ミッション達成のためにリンクさせるタスク管理システムのことである。自分自身が日々大切に思っていることや価値観、目標、ミッション、タスクを扱っており価値観を元にミッションを決めることができる。ミッション発見から達成までサポートできる。ログイン後、ミッション、価値観、目標、プロジェクトを設定できるフォームが存在する。また、価値観設定の際は、ヒントとなるキーワードが提示される⁽⁷⁾。

2. チアラン

チアランとは株式会社 NTT レゾナントが開発した目標達成応援サービスである。Twitterとの連携によって、フォロワーから応援や励ましをもらいながら目標達成を目指すサービスである。目標を達成したことをTwitterで共有でき、目標に対してフォロワーから応援コメントを受け取れるサービスとなっており、ログイン後に自分自身のゴールを設定できる。目標を投稿するとツイッターのタイムライン上に表示される。タイムライン上に表示された内容は、自分自身が設定した目標とチアランのURLが転記されている。応援コメントには、自分自身が回答することもできる⁽⁸⁾。

3. 自分ルールポイントプログラム

日常生活の行動をポイント化して、ポイントがたまったら自分へのご褒美を与えていくスマートフォンアプリである⁽⁹⁾。日常生活で達成しやすい目標を定め、

タスクをこなしていく。また、目標達成につながる行動をすると、1日にした行動がアプリ内に自動で表示される。そのため、目標達成のモチベーションが維持でき、やるべきことのリストアップが容易である。

2.2 比較した新規性

Check4Lifeは目標達成から共有までサポートできる強みがあり、ユーザーが決めたミッションに対するタスクを管理できる。また価値観を自分自身で決定することが難しい内容に対してヒントを与えて、ユーザーにわかりやすい使用となっている。しかし、目標を他者と共有することが目的ではなく自分自身で達成に前進することが前提となっている。また、ユーザーインターフェースが整えられていないため少し使いづらい仕様となっている。

チアランはTwitterのフォロワーから応援を受け取り、目標を共有できる強みがある。ユーザーインターフェースもシンプルでアイコンから推測できる場所が多くある。しかし、目標達成したと宣言できても実際に何を達成したのか成果物の把握ができない。

自分ルールは、独自のポイントを導入し、目標達成につながる行動をカレンダーに登録できることに強みがある。しかしながら、現状把握およびスタートからゴールまでの道りが把握し難い点があり、ユーザーが目標達成できたか不明である。加えて、3者とも接近目標、回避目標の宣言はできない。

本システムは、スマートフォンを使用するユーザーに対して適切なユーザーインターフェースを提供し、他者と接近目標を共有することで目標達成に近づけ、目標達成後に成果物や実績を投稿できるシステムを開発する。

3. 提案システム

3.1 目的

本研究は前述のとおり、接近目標や回避目標を他者と共有することにより、目標達成率の変化を調査することである。具体的には、他者の接近目標や回避目標が提示されるSNSを開発し、共有される目標の多寡および種別と目標達成率や幸福度の関係性を評価する。

3.2 機能

本システムの機能は以下の通りである。

1. ログイン

本システムのログイン機能は Ruby のライブラリを用いて実装した。図 1 のように、ログインには、Twitter アカウントを使用する。ログイン直後は、自身のプロフィールを記載するまで投稿は制限される。プロフィールの記載箇所は、名前、画像、目標の 3 項目である (図 2)。



図 1 ログイン画面



図 2 プロフィール設定

2. 投稿

図 3 は、目標の投稿画面である。投稿では、自分自身で接近目標、回避目標を設定し投稿する。例えば、「課題を明日まで終える」と目標を書き、接近目標、回避目標のタグを付与し投稿する。他者からは、掲げた目標および接近/回避目標が確認できる。



図 3 投稿画面

3. 実績

図 4 は、実績の投稿画面である。実績投稿では、自身が設定した目標が達成した場合に、その成果物を記録する。実績を投稿する際は、タイトル、説明、画像を貼り付け登録する。他者からは、実績と合わせて当該ユーザーが設定した目標を確認することができる。



図 4 実績投稿

4. マイページ

図 5 は、マイページの画面である。マイページでは自分自身が設定した目標と接近目標、回避目標の割合を確認することができる。



図 5 マイページ

5. 全体傾向

図 6 は、全体傾向の画面である。システム利用者全体の接近目標、回避目標を確認することができる。また全体の傾向に加え、自分自身の傾向も確認することができる。

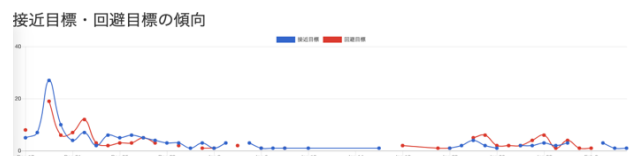


図 6 全体傾向

4. 被験者実験

4.1 目的

本研究の目的は、接近目標や回避目標を他者と共有することにより、目標達成率の変化を調査することである。具体的には、他者の接近目標や回避目標が提示される SNS を開発し、共有される目標の多寡および種別と目標達成率や幸福度の関係を評価する。

4.2 実験概要

本研究の試験期間、評価項目については以下の通りである。評価は事前にソニア・リュボミアスキー氏が考案した「幸福度スケール」を行い平均値が等しくなるよう 2 つのグループに分けた⁽⁶⁾。両グループに対して、接近目標のみ表示される期間、回避目標のみが表示される期間、接近目標と回避目標の両方が表示される期間に分けた。調査では、アンジェラ・ダックワース氏が考案した「グリッドスコア⁽¹⁰⁾」と「幸福度スケール」を一周間ごとに測定した。この結果から、投稿数とグリッドスコアの相関関係、投稿者と幸福度スケールの相関関係を調べた。また、事後アンケートを実施し、各ユーザーの目標達成度を調べた。

- 被験者：大学 3, 4 年生の計 22 名
- 実験期間：2018 年 12 月 17 日～2019 年 1 月 10 日
- 方法：
実験期間中、開発した SNS を利用してもらい一週間ごとに幸福度スケール、グリッドスコアに回答してもらう。

以下は、実験後アンケートの質問項目である。

<実験後アンケート>

1. 設定した目標を達成することはできましたか？
2. 投稿頻度について教えてください。
3. 投稿しなかった理由について回答してください。
4. 他者に影響された投稿になりましたか？
5. 影響された投稿は接近目標ですか？回避目標ですか？
6. 影響を受けた人は誰ですか？

4.3 結果と考察

システムログの分析結果を表 1 に示す。表 1 のシステムログを見ると、そうユーザー数 22 人中 30%のユーザーが登録後、継続的に利用していることがわかる。また「いいね」数は投稿数 188 件中 11%と低い数値だった。これは、各ユーザーが「いいね」した投稿の一覧を見ることができなかったためである。多くのユーザーが「いいね」した投稿の接近目標、回避目標の割合を図 7 に示す。図 7 より回避目標を設定した投稿の「いいね」数が多いことがわかる。このことからユーザーは回避目標について、興味関心を持ったためと考えられる。

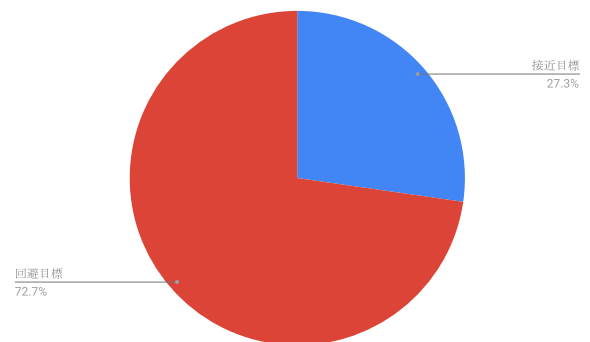


図 7 「いいね」をされた投稿の目標の割合

表 1 システムログ

項	数
総ユーザー数	22
アクセスユーザー数	7
投稿数	188
「いいね」の数	22
実績投稿数	7

1. 他者と接近目標を共有し、自身の定めた目標を達成することができたか

実験開始から終了までの接近目標、回避目標の割合を図 8 に示す。図 8 より、接近目標のみ表示される期間、回避目標のみが表示される期間、接近目標と回避目標の両方が表示される期間ごとに接近目標の割合が増加していることがわかる。このことから、ユーザーは接近目標のみ表示期間に影響を受け、回避目標のみ

表示期間に前週で影響を受けた接近目標を継続的に投稿するようになったと考えられる。

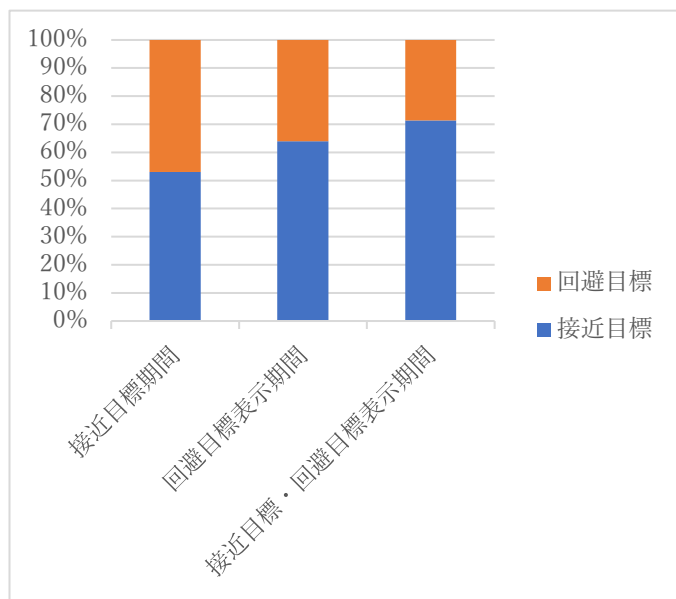


図8 接近目標、回避目標の割合

また、実験終了後実施したアンケートの結果を図9に示す。図9より目標を達成できた人は57.1%であった。また、図10より多くの人々が接近目標に影響された投稿になったと回答した。結果より、他者と接近目標を共有することで目標達成したと考えられる。

Rabitで設定した目標を達成することはできましたか？

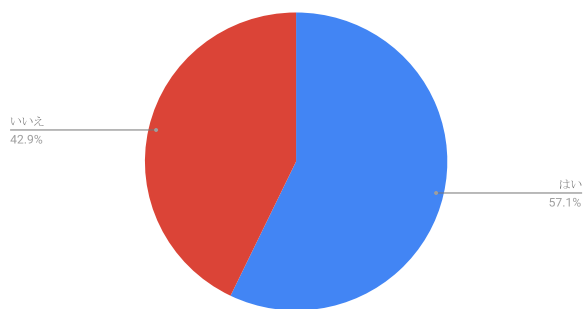


図9 目標達成について

影響された投稿は接近目標ですか？回避目標ですか？

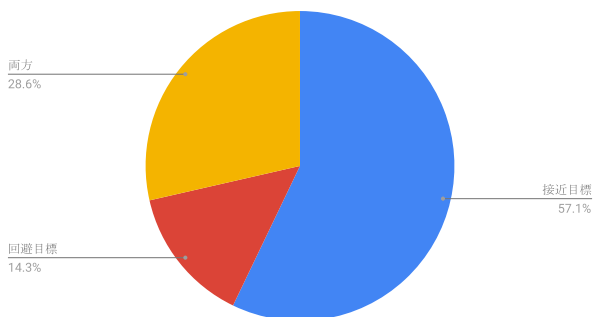


図10 影響された目標について

2. 投稿数と幸福度スケール、グリッドスコアの相関関係

投稿数と幸福度スケールの相関関係、投稿数とグリッドスコアの相関関係を表2に示す。前述で記載した通り投稿数が10件以上のユーザーを対象としている。投稿数数の平均は22.43件であり、幸福度スケールとの相関は0.9となった。投稿数と幸福度スケールでは強い相関関係を示した。

また、投稿数とグリッドスコアの相関関係は0.8と強い相関を示した。このことから、投稿数が多いユーザーほど幸福度スケール、グリッドスコアが高い傾向となった。

表2 投稿数と幸福度スケール、グリッドスコアの相関関係

	投稿数	グリッドスコア	幸福度スケール
投稿数		0.90	0.88
グリッドスコア	0.90		
幸福度スケール	0.88		

実験の結果より相関関係がみられたのは、投稿数とグリッドスコア、投稿数と幸福度スケールだけだった。また被験者の投稿数の平均は22.4と平均以上投稿しているユーザーが2名だった。しかし、グリッドスコアの平均値を超えている被験者は5名であり、ユーザー全体でやり抜く力があつたとわかった。評価観点1より、実験後アンケートより投稿者の多くが目標を達成できたと回答した。しかし、実績投稿は7件と少なく投稿ユーザーが実験期間中に目標を変更したと考えた。評価観点2では、投稿数と幸福度スケールの相関関係を調べた。投稿数と幸福度スケールは強い相関を示したが、ユーザー数が少なく詳しい評価ができていないと考える。評価観点3では、投稿数とグリッドスコアの相関を調べた。投稿数とグリッドスコアは強い相関を示したが、評価観点2と同様にユーザー数が少

なく評価できていないと考える。上記を踏まえて、幸福度スケール、グリッドスコア、投稿数共に評価に値する標本を集めることができなかつたと考える。したがって、今後継続的な観測が必要となる。

5. まとめ

本研究では、ポジティブ心理学における接近目標に基づく目標達成共有システム開発した。これは、ポジティブ心理学に基づき、接近目標と回避目標を共有することで、目標達成に近づけることを目的としたシステムである。先行研究での紙媒体とは異なり、開発したSNSを用いて調査した。実験では、総被験者22名に対して10件以上の投稿を行った被験者が7名と少数であり、導入やUI設計の時点で精査する必要があったと考える。特に、利用していないユーザーに対するヒアリングが必要だったと考える。次に、実験後アンケートで目標達成できたと回答した被験者が4名、投稿の際に他者の影響を受けたと回答した人は7名だったことから、自身で設定した目標を途中で変更した被験者が存在したと考えられる。なお、他者の影響を受けた投稿では接近目標が多かった。影響を受けたユーザーは複数人いたことから、他者の影響を受けた投稿になったものと考えられる。投稿数とグリッドスコア、幸福度スケールの相関関係は強い相関を出していた。しかしながら、有効となる投稿者数が少ないため、有意差を確認することはできなかった。今後は、被験者に対する適切な説明、システムの利便性を備えた簡易なUI設計、スマートフォンアプリの開発が必要と考える。また、複数の実験環境で同時に検証するため、本システムの機能を提供するAPIサーバーの開発を進める。その際は、並列処理に優れるGo言語を用いることで、多数のユーザーに要求に応答できるようにする。

参 考 文 献

- (1) 原田伸一郎, “幸福管理社会”, 静岡大学情報学研究, 20/86-90, 2015.3.
- (2) 外務省, “プータン〜国民総幸福量(GNH)を尊重する”, <https://www.mofa.go.jp/mofaj/press/pr/wakaru/topics/vol79/index.html>, 2018.11.15 参照.
- (3) 矢口克也: “「持続可能な発展」理念の論点と持続可能性指標”, レファレンス 60(4)/3-27, 国立国会図書館調査

及び立法考査局, 2010.04.

- (4) 石田絢子, 市川恭子, “社会指標に関する自治体の取組”, 2017.3.
- (5) 一般社団法人 日本ポジティブ心理学協会, “ポジティブ心理学とは”, <https://www.jpnetwork.org/what-is-positivopsychology>, 2018.11.13 参照.
- (6) ソニア・リュボミアスキー, “幸せがずっと続く 12 の行動習慣”, 日本実業出版社, 2012.2.
- (7) Check4Life, “Check4Life”, <http://check4life.jp/index.html>, 2018.11.13 参照.
- (8) NTT Resonant, “チアラン”, <https://cheerrun.oshiete.goo.ne.jp>, 2018.11.13 参照.
- (9) Naoki Oguch, “自分ルール”, <http://ur0.work/PBxH>, 2019.01.23 参照.
- (10) アンジェラ・ダックワース, “やり抜く力 GRIT(グリット)”, ダイヤモンド社, 2016.9.

次代保育者の ICT 教育活用実践技能の重要性

神谷 勇毅^{*1}

^{*1} 鈴鹿大学短期大学部

The Importance of ICT Teaching Application Skills for Next-Generation Caregivers

Yuki Kamiya^{*1}

^{*1} Suzuka Junior College

2020年、小学校でのプログラミング教育、プログラムの思考を養う教育の開始に備え、小学校の教育現場では、どのように取り組んでいくかの試行錯誤が続いている。この教育の変化は、初等教育に大きな転換をもたらす事になるであろう。その一方で筆者は、2020年の「先」を考える。初等教育という枠組みで見た時、幼児教育も該当する。教育におけるICT活用の波は、2020年の小学校で止まるのだろうか。2020年の先には、幼児教育現場もICT教育活用について考えるべき時代が到来する、と筆者は予測する。幼稚園教諭免許状取得にあたって、情報学が必修となっている事を考えても、その流れは何ら不自然では無い。その一方で、幼児教育におけるICT教育活用の事例は未だ少なく、保育者養成校として、その技能を持つ保育者を教育する事が重要であると考え。本稿は、初等教育の転換点である2020年の先に対応する技能を持つ保育者養成として、保育者養成校で筆者が行う取り組みについて報告する。

キーワード: 2020年、プログラミング教育、初等教育、ICT活用、保育者養成校

1. はじめに

保育者養成校の多くは、保育士証、幼稚園教諭免許状の双方の資格取得にむけた教育機関であり、そこに在籍する学生らの大多数は卒業後、保育者として社会に貢献する。現在、幼稚園教諭免許状をはじめとする教員免許状の取得には、情報学(情報機器の操作)が必修単位の1つとされる¹⁾。教員免許を取得するにあたって、情報学、情報機器の操作といった単位が必修とされる事は、教職としてICT教育活用技能が必要とされる事の裏返しでもあろう。

現在、教科「情報」では無く、他教科においてICTを活用した教育が広く行われている。従来の授業にICTの力を加える事で、理解の深化が進み、一層の教育効果が期待出来る、興味関心を引き出し、学習効果を高める等の試行についての事例が広く報告されている^{2) 3)}。しかし、それら報告事例の大多数が小学校以上の教育機関で展開されているものである。教育面で

のICT活用について、幼児教育においてはどうかだろうか。日本再興戦略⁴⁾、第2期教育振興基本計画⁵⁾、世界最先端IT国家創造宣言⁶⁾など、国家戦略においても教育におけるICTの活用とその方向性、教科指導におけるICTの効果的な活用による主体的、協働的な学びが示され、活発かつ効果的なICTの教育活用法が日々模索されている。その中で、幼児教育においては、ICTの教育導入、教育活用について、積極的な活用事例の報告はあまり見られない。しかし、2020年からの小学校でのプログラミング教育開始を目前に控えた現在、2020年の更に先には、幼児教育において、必須とまでは行かずとも、活用努力のような形でICT教育活用が要望される時代が到来すると筆者は予測する。保育者養成校においては、来る時代に対応出来る技能、知識を持つ、新時代に対応出来る保育者の養成を今より行う必要があると考える。本稿は、筆者が保育者養成校で取り組むICT教育活用実践技能を持つ次代保育者養成のための取り組みについて報告する。

2. 幼児教育における ICT

2.1 保育者養成校における情報学

筆者が勤務する保育者養成校において、情報学は幼稚園教諭免許状必修科目および卒業必修科目とされる。筆者は、担当する情報学の到達目標技能として、前期開講科目では「保育用務、園務に必要な情報処理技能(おたより制作技能、名簿作成技能など)の獲得」を、後期開講科目では「ICT 教材作成技能」と「ICT 教材、教育活用法技能」の獲得を定めている。1年を通して保育用務、園務に必要なると予測する情報処理知識、技能および ICT 教育活用理解と教育方法に関わる知識、技能の獲得を目指す。この取り組みにより筆者の狙いとするところは、「ICT 教育が出来る保育者養成」では無く、「ICT 教育活用技能を持つ保育者養成」を行うことにある。

幼児教育の現場においては、今日の情報社会の中でも未だアナログの要素が色濃く残る面もある。その一方で現場の声としてデジタルに置き換えることによる保育者の負担軽減と、ICT を使いこなせる保育人材が望まれている事が筆者のこれまでの調査で明らかになっている⁷⁾。これまでの「教育」における「情報」の導入経緯を見返すと、大学においては言うまでも無く、2003年より高等学校において科目「情報」が設置されたことに始まり、2012年からの新学習指導要領に基づき中学校の技術家庭科において「プログラムによる計測・制御」が必修化された流れを経ての2020年、小学校でのプログラミング必修化を見ると、次の教育における ICT の波及先は幼児教育とも感じられる。教育利用必須にまで届かなくとも、ICT に慣れ親しむなど、幼児教育において ICT を活用する努力が求められるようになって何ら不自然では無いと考える。この動向を見定めた情報学の教育展開こそ、ICT 教育活用実践技能を持つ保育者養成へと繋がると確信する。

2.2 幼児教育+ICT

幼児教育の現場においても、僅かではあるが ICT 活用の足音が聞こえるようになってきている⁸⁾。多忙な保育者の業務軽減という点で大いに評価出来るシステムである。しかし、それらは、教育面では無く、事務的な面での活用であるものが目立つ。教育面での活用

においては、保育者自身が積極的に使用をしない傾向にある。筆者が2017年、2018年に行った現職保育者への聞き取り調査から、多くの保育者が、幼児期は ICT に触れるよりも戸外で自然に親しむ事が望ましい、各家庭で日常的にスマートフォンやタブレット、パソコンなどに触れる機会があるため、あえて園で使わなくても良い、と考えていることが分かった。しかしその一方で、日常的な保育においても映像を見せることはされている。情報機器活用にあと一步のところで立ち止まっている状態なのである。聞き取りを進める中で、幼児教育で活用出来る ICT 教材が不足している点と、活用技能を持つ保育者の不足が明らかになってきた。保育者養成校として、養成する次代保育者に対する教育として、ICT 教材活用技能の教育充実と、ICT 教材の提案が重要である事を再認識した。

幼児教育において ICT は言わば“異文化”とも捉えられがちである。しかし、これまでの保育、教育を尊重しながら、それに+ (プラス) をする形での教材提案は、導入にあたってのハードルも低く、現場の理解、活用にも繋がるのではないだろうか。そのために、保育者養成校で蓄積されている教育知を基とし、新たな時代に対応出来る保育者を養成する事が、保育者養成校に課せられる使命である。

2.3 保育者の ICT 教育活用実践技能

養成課程において、保育技術を取り扱う授業で、絵本、紙芝居の読み聞かせ技能を獲得するための内容が展開される。また、実習の機会でも、園児と接する実践的機会を得て、自己技能を見つめなおし、更に技能を伸ばす。幼児教育における ICT 教育活用実践技能の獲得も、基本的にはそれらと何ら変わりはない。問題は、その教具、教材である。現在の教育現場には、様々な ICT 教材が潤沢に用意されている。しかしながら、幼児教育のみに限定した場合、どの程度の ICT 教材が用意されているだろうか。また、私立園の場合、様々な保育方針が多様にあるため、その部分で教育、保育に対しての ICT 活用を行うとなった場合、保育者自身が教材を制作出来る技能を身に付けておくべきである。筆者の考える保育者の ICT 教育活用実践技能とは、単純に、教材が使える、だけでは無く、教材を自らが作成出来る事も重要であると認識する。

3. 幼児教育における ICT 教材

3.1 これまでの取り組み

筆者が担当する授業では、後期開講科目において、「電子紙しばい（図 1 参照）」をテーマとした展開を 2015 年後期より行っている。授業の目的は、自身で教材を創り出す ICT 教材制作技能の習得と、作成した教材を活用する教育方法に関わる技能を身に付けるところにある。幼児教育の現場において、使用する教材は、園それぞれの保育方針によっても変化する。この傾向は、私立園において特に顕著である。保育者は、子どもの発達、所属する園の保育方針の双方に合わせた教材を用意する必要がある。用意すべき教材を自ら創り出す事が出来る技能は、ICT 教育活用をする上で重要になると同時に、幼児教育において ICT 教育活用を普及させる鍵になると考える。作成には、一般的に広く使用されている Microsoft PowerPoint を用いる。PowerPoint は、保育現場でも広く使用されており、何ら特殊なソフトウェアでは無いため、入職後も継続的に使う事が出来る点に留意した内容としている。学生にとっても、これまでに使用経験があるため、基礎的な使用法の講義は確認程度で進行が出来る。また、教材制作だけではなく、教材活用技能も不可欠である。教育方法に関わる教材活用の点では、他に開講される保育技術などの授業において、絵本、紙芝居の読み聞かせなどの技法について講義され、学生らは技能獲得に向けて修練を積む。基本的な教育活用実践技能は、他の保育技術系の科目で獲得するもので補える。しかし、ICT 教材は、時として既存の絵本、紙芝居とは違う挙動をするため、ICT 教材の特性を理解し、これまでの読み聞かせとは違う視点、間の取り方で進行する追加知識、技能が必要となる。これらの教材活用技能も合わせて教育するため、作成ファイルを用いた模擬保育、読み聞かせに関わる演習も課している。



図 1 学生の電子紙しばい作品例

3.2 AR を用いた ICT 教材

前節で述べた、電子紙しばいの取り組みを開始して 5 年が経とうとしている。毎年、授業内容の見直し、改善に努めているが、現状、幼児教育に提案出来る教材としては、電子紙しばい一択である。一方で、教材の選択肢が 1 つだけでは、長期で見た時に行き詰まる時が来る事も十分に予測された。同時に、ICT 教育活用技能の養成という点においても、教材 1 つのみでは応用力の養成に不安もある。電子紙しばいに続く第 2、第 3 の幼児教育 ICT 教材の提案として 2018 年度より、AR (Augmented Reality : 拡張現実) を用いた新たな教材開発に着手した。この提案は、未だ授業で取り扱うまでに十分成熟しておらず、筆者のゼミ内での小規模な取り組みでの試行を繰り返している。

開発においては、電子紙しばいと比較して、より学習要素の強いものとして、ひらがな、カタカナの 50 音の学習教材を考えた。図 2 に示すような、50 音のマーカー（図 2 においては、ひらがなの「あ」）をスマートフォンやタブレットに搭載されているカメラで映す事で、その音（おん）から連想される物体が浮かび上がる教材（図 2 においては「あ」から連想される「あいくりーむ」が AR として浮かび上がる）を開発した。この開発した教材を実際の園で幼児相手に活用し、試行すると共に、教材改善のため現職保育者の意見を広く求めたところ、音のマーカーから連想される物体が浮かび上がるのではなく、その逆、物体をマーカーとして映し、音が表示される教材の方が、幼児にとって良い学習となる、というアドバイスを得た。合わせて、開発をしてきた教材は、AR として静止画像を浮かび上がらせるものであったが、動画など動きがあった方が、子どもらの興味関心を惹き、一層の教育効果が期待出来る、という意見も聞かれた。この貴重な意見を基にして、目下、教材の改変に取り組んでいる。



図 2 AR を用いた 50 音学習教材

4. 今後の展望

開発を進める教材について、電子紙しばい、AR を用いた ICT 教材共に幼児教育向けの教材であり、導入にあたってハードルは決して高くないものであると自負している。その一方で、現場で幼児を対象とした活用に不安も覚えている。具体的には、幼児期の学習においては「体験」が重要であるとされる⁹⁾。電子紙しばい、AR 教材共に主に視聴する教材であり、「体験」の実現を備えていないのである。AR 教材は、マーカーを園内に隠し、子どもらが探すという体験を付加する事は可能であると考えますが、それに教育効果を見出せるか、については疑問が残る。ICT 教材の多くが主に視聴、座学での活用である。この特徴を理解しながら、幼児教育における「体験」を ICT 教材にどのように融合させていくかが今後の課題であると同時に、幼児教育において ICT 教育活用を進めるための重要事項であると認識する。合わせて、ICT 教材を効果的に活用出来る新技能を持つ保育者養成、教育に ICT を活用する際に、「使えない」のでは無く、時によって「使わない」選択肢を選ぶことが出来る技能、幼児教育において ICT 教育活用の是非を考える事が出来る人材養成にも注力する必要があると考える。

5. おわりに

教育面における ICT との融合、活用は、将来的にますます進むはずである。ICT 教育は、小学校にまでその波が押し寄せて来ている現在、やがては幼児教育においても教育に ICT を活用する、活用努力という形で求められるようになってもお不思議では無い。幼小・保小連携、接続が盛んに言われる現在を考えても、2020 年、小学校におけるプログラミング教育開始が教育における情報 (ICT) 活用の導入の終点では無く、幼児教育にもその波は必ずや押し寄せる。その時が間近に迫ってから養成校として舵を切るのでは無く、今より ICT 教育活用実践技能を身に付けるための教育展開が重要になると考える。

保育者として一番の関心事である子どもの発達の面から考えた時、情報化社会が進んでいる中で、幼児期から情報機器を使うことで、その使用に慣れることは重要なことであろう。しかし、幼児期には五感を使

って思考力や想像力を育てることが一番大切であり、情報機器の使用によってその機会を減らしてはいけなとも考える。幼児教育における ICT 教育活用の成功は、これまでの保育を尊重し、効果的かつバランス良く ICT を導入、活用出来る技能、時に使わないという選択が出来る技能を持つ保育者の養成こそが新時代には重要となり、今後求められる人材となるであろう。

本研究は、平成 30 年度三重県私立大学高専協会の教育助成金 (平成 30 年 8 月～平成 31 年 3 月) を受け実施した。

参 考 文 献

- (1) 文部科学省: “教員免許状取得に必要な科目の単位数・内訳”
http://www.mext.go.jp/b_menu/shingi/chukyo/chukyo0/toushin/attach/1337063.htm (2019 年 1 月 11 日確認)
- (2) 齊藤勝, 河村明和: “初等教育における ICT を活用した授業改善 : 協働学習を取り入れた体育科の実践から”, 学級経営心理学研究 6 (2), pp174-182 (2017)
- (3) 中村好則: “学習指導要領とその解説及び教科書から見る中学校数学指導における ICT 活用の方向性”, 岩手大学教育学部附属教育実践総合センター研究紀要 (15), pp69-78 (2016)
- (4) 首相官邸: “日本再興戦略 JAPAN is BACK”
http://www.kantei.go.jp/jp/singi/keizaisaisei/pdf/saiko_u_jpn.pdf (2019 年 1 月 11 日確認)
- (5) 文部科学省: “第 2 期教育振興基本計画 (本文)”
http://www.mext.go.jp/a_menu/keikaku/detail/_icsFiles/afieldfile/2013/06/14/1336379_02_1.pdf (2019 年 1 月 11 日確認)
- (6) 首相官邸: “世界最先端 IT 国家創造宣言”
<https://www.kantei.go.jp/jp/singi/it2/kettei/pdf/20180615/siryoku5.pdf> (2019 年 1 月 11 日確認)
- (7) 神谷勇毅: “ICT 活用技能を備える保育者養成 : 保育者養成校における情報学演習授業の取り組み”, 日本教育工学会研究報告集 18(3), pp77-80 (2018)
- (8) 事業構想: “ICT で保育士の働き方に革新 NTT 西日本の登陸園管理システム”
<https://www.projectdesign.jp/201609/childcare/003134.php> (2019 年 1 月 11 日確認)
- (9) 江良愛子: “幼児期における絵本体験の重要性”, 司書課程年報 (10), pp21-26 (2007)

メキシコおよび周辺国在住日本語教師のスライド使用実態調査

田中千恵^{*1}

^{*1} 名古屋大学大学院

Survey on slide usage of Japanese teachers living in Mexico and neighboring countries

TANAKA Chie^{*1}

^{*1} Graduate School of Nagoya University

メキシコやその周辺の中米国在住の日本語教師を対象に、教師自身が日本語の授業においてスライドをどの程度用いているか、用いている場合はどのような表示の仕方を使用しているかを調べるため、メキシコ日本語教師会のシンポジウムにて質問紙によるアンケート調査を行った。調査の結果、スライドを使用する教師はやや多いこと、学習項目によってスライドの表示の仕方が異なることが明らかになった。

キーワード: スライド, 日本語教育, メキシコ, 順次表示, 全体表示

1. はじめに

近年、外国人日本語学習者に対しても既存の絵教材や文字カードのみならず、スライドを用いて日本語の授業を行う機関や教師が増加している。

スライドの提示について、本間(2007)はスライド上の情報を順番に提示することに着目し、大学の教養科目の講義において聾学校出身者と普通高校出身者を対象にスライドの資料提示のし方を分けアンケート調査を行った。また、岡崎ほか(2016)数学の図形問題や物理の解説の授業の分析から、「逐次的な構成的理解を助ける板書型の動的な情報提示は、課題が難しい場合には有効な提示手法であり、一方、最終結果をまとめて示す静的提示は、情報の解釈の自由度を与えるもので、課題が難しくない場合には、有効な手法となり得る」(岡崎ほか2016:13)としている。本稿では岡崎ほか(2016)を参考に、スライドの表示方法を以下の表1の2種類とする。

- ・順次表示: 一枚のスライド上の要素(絵など)を、アニメーション機能を用いて徐々に提示
- ・全体表示: 一枚のスライド上の要素を一度にすべて提示

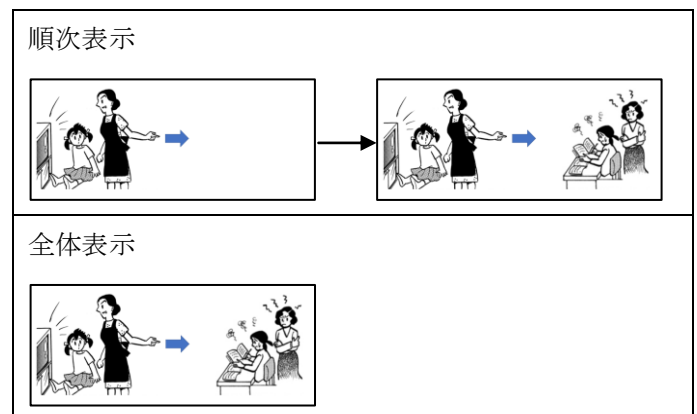


図1 スライドの見せ方

2. 研究の目的

まず、メキシコの日本語教師が自身の日本語の授業においてどの程度スライドを使用しているかの状況を把握する。また、スライドを使用する際に教師はどのように順次および全体表示の使い分けをしているかをいくつかの学習項目から探り、メキシコにおける日本語の授業でのスライド使用実態を明らかにすることを目的とする。

3. 研究の方法

メキシコ全国およびその周辺の中米諸国に在住する日本語教師が集まるシンポジウムにて、質問紙調査

を行った。

日時：2018年3月

対象：メキシコおよびその周辺の中米諸国在住の日本語教師（母語話者／非母語話者）計79名

質問項目：

①-1. 日本語の授業においてどの程度スライドを使用しているか（5段階評価「1いつも使う、2よく使う、3ときどき使う、4あまり使わない、5まったく使わない」）

①-2. どのような内容・場面でスライドを使用しているか（自由記述）

②-1. 「んです」、敬語、自動詞／他動詞（以下、自他）、受身、使役の各項目において、順次表示／全体表示のどちらが適していると思うか（「A 順次表示、B 全体表示、X どちらともいえない」の三つから選択）

②-2. 選んだ理由（自由記述）

質問項目②における上記5つの学習項目は、市川（2014）を参考に、日本語学習者にとって難しいと思われる項目のうち、メキシコのある大学の日本語クラスの各レベルにおける既習文法を一つずつ選択した。

4. 結果および考察

4.1 スライド自体の使用について

質問①-1の5段階評価の結果は以下のとおりである。なお、質問紙では1をいつも使う、5をまったく使わない、として調査を実施したが、数値が高いほうが使用頻度が高いことが判別しやすいよう、5をいつも使う、1をまったく使わない、にして分析した。

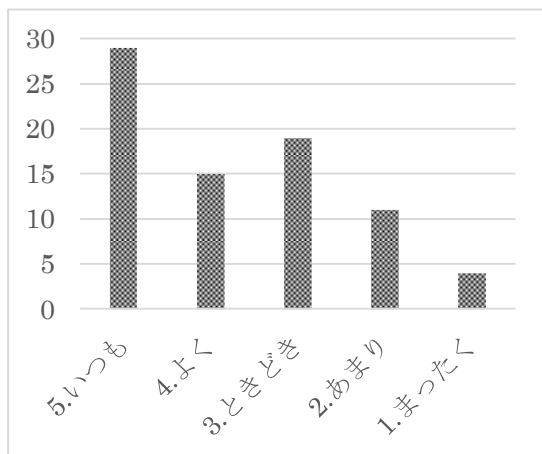


図2 5段階評価結果

「いつも」使っているのが29名、「よく」使うのが15名、「ときどき」使うのが19名、「あまり」使わないのが11名、「まったく」使わないのが4名であった。なお、「まったく使わない」を選択した4名のうち3名は日本語教授歴3年未満である（1名は教授歴不明）。平均値は3.7となっており、スライドを使用するメキシコ在住教師はやや多いことが窺える。これは、メキシコにおいては生教材やレアリアの確保、保管が難しいことと、インターネットが普及した昨今では情報の伝達、更新が早く、一から作り直すよりはスライドで画像を変えたり加減したりするほうが容易であるということが理由として考えられる。

質問①-2の自由記述においては、質問①-1でスライドの使用頻度を評価した理由が述べられていたものもみられた。スライドを「いつも」「よく」使っている教師からは「クラスを魅力的なものにするため」「学習者に容易に理解させるため」「場面をたくさん出すことでわかりやすくするため」「思うようなイメージを出すため」「板書時間の節約」「視覚的にダイナミックにするため」「指示しやすいから」「楽しく覚えられるから」「わかりやすく学習者の注意をひきやすいから」といった回答がみられた。反対に「あまり」「まったく」使わない教師からは「設備がない」という回答が複数あり、他に「学習者の顔を見て授業がしたいから」「作成に時間がかかる」「すべての授業で必要なものではないから」といった回答がみられた。この記述から、

質問①-2の自由記述から抽出した実際のスライドの使用場面は、以下の表1である。これは、自由記述から内容と場面に分け、それぞれ6つずつカテゴリーを設定したものである。

表1 スライド使用場面

	内容						場面					
	文法	語彙	会話	漢字	文化	ゲーム	説明	導入	練習	例示	応用	復習
1	19	5	11	4	2	0	15	14	9	9	5	0
2	10	6	3	0	1	0	8	5	4	5	1	0
3	11	8	3	3	2	1	6	8	2	2	3	2
4	1	0	0	0	0	0	1	2	1	0	0	0
5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
計	41	19	17	7	5	1	30	29	16	16	9	2

スライドの使用場面として多くみられたのは、内容では文法が際立ち、次いで語彙、会話の順であった。場面では説明、導入が主で、次いで練習および例示が多くみられた。このことから、スライドを用いた授業においても、初級では文法や説明、導入が重要視されていることがいえる。

4.2 各学習項目におけるスライドの表示について

次に、質問項目②-1の各学習項目における結果をグラフに示す。

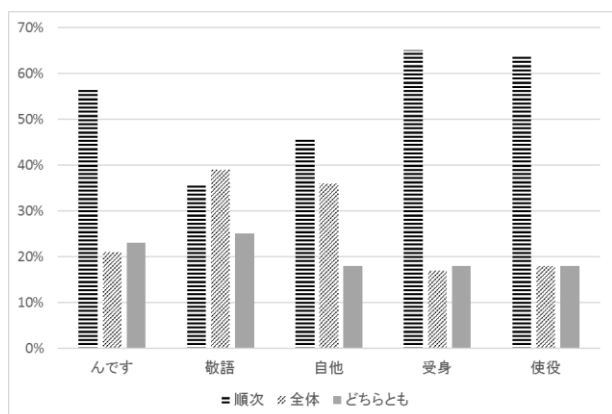


図 3 学習項目別表示結果

図中の「順次」は順次表示、「全体」は全体表示、「どちらとも」はどちらともいえない、を示している。

学習項目別にみると、「んです」は順次表示が 56%、全体表示が 21%となった。敬語は順次表示が 36%、全体表示が 39%である。自他は順次表示が 46%、全体表示が 36%、受身は順次表示が 65%、全体表示が 17%、使役は順次表示が 64%、全体表示が 18%という結果になった。

差が出たのが「んです」、受身、使役で、順次表示のほうが多く選ばれた。対して、自他はそこまで顕著な差はみられず、敬語に至っては僅かとはいえ全体表示のほうが多く選ばれた。

質問②-2の自由記述から得られた回答を内容に応じて分類したものが以下の表 2 になる。ここでは回答者一人 1 項目につき 1 つのみ回答があり、理由の後ろに付加した数字は回答数、付加されていないのは一人のみの回答であったことを意味する。無回答および項目別に分類できない回答は除外した。

表 2 項目別表示選択理由

	順次表示	全体表示
んです	場面提示 (4人) 説明 (3人) 会話の流れ (3人) 考える時間の付与 (3人) 文字量	シンプルな構造 (2人) シチュエーション テーマが簡単

	練習できる 状況を段階的に提示 細かいやりとり 状況のリアリティ テンポよく練習 経過の理解が必要 状況や背景が重要 状況説明が難しい	
敬語	細かいやりとり 形の比較 状況を段階的に提示	状態が一気に見せられる T と S のイメージのみで十分 動きがなくてもわかる 流れは重要ではない 背景の詳しい説明は必要ない 場面を予め知る必要がある 考える時間の付与
自他	動きがわかる (2人) 他の介入の説明が必要 他の動作に影響されにくい 状況を想像させる 状況の変化を見せる 学習者にとって難しい項目	比較 (5人) 一度にコンセプトを理解 考える時間の付与
受身	場面提示 (5人) 状況を段階的に提示 (3人) 動きが見せられる (2人) 比較 少しずつ提示 細かいやりとり 変化 アニメーション	考える時間の付与 場面を予め知る必要がある
使役	場面提示 (5人)	場面ありき

役	状況を段階的に提示 (2人) 考える時間の付与 細かいやりとり 変化 情報量が調整できる	シチュエーション 場面を予め知る必要 がある 考える時間の付与
---	---	--

表 2 から、順次表示にしる全体表示にしる「場面」を重要視している可能性が示されている。その場面を、順次および全体表示のどちらで示すかについては、順次表示では「段階的」「動き」「変化」とあるように、その一場面の中での状況の変化と、変化が起こった後もそのスライドに時間経過前の一部分が示されていることが学習者の理解を助ける役割をもつものに該当するのではないかと考えられる。全体表示では場面を一度に見せたほうが効果が表れるであろうという期待が載せられた。また、ごく一部ではあるが順次表示では「難しいから」、逆に全体表示では「簡単だから」といった理由もあげられている。これは岡崎ほか (2016) の結果とも共通している。どちらにもみられるのが「(学習者の) 考える時間の付与」であるが、これは順次表示の場合は段階的に考えていくこと、全体表示では一度で得た情報をもとに考えること、といった違いがあるのではないかと考えられる。

田中 (2016) では学習者を対象に、同じく順次および全体表示に関するアンケート調査を行った。その自由記述から、順次表示については「前後の関係、時間的流れがわかりやすい」「インターアクションが多く活発」、全体表示については「状況把握が容易」「比較が容易」との記述がみられた。教師、学習者ともに、順次表示では時間的経過、全体表示では比較の容易さについて言及があり、各々の共通した特徴であるといえる。

市川 (2005) によると、「んです」は説明が必要な状況がある場合に用いることに留意させる、「敬語」は誰の動作か理解したうえで形を覚える、「自他」は目的語の有無の理解し語彙として覚える、「受身」は常に人間関係を確認させながら練習する、「使役」は常に「誰が誰に」といった人間関係を確認させながら練習する、といったことが学習者に教える際のポイントだとしている。「んです」「受身」「使役」で順次表示のほうが多

かったのは、「説明が必要」「関係を確認させながら」といったポイントが、全体表示で一度に見せるよりは順次表示で少しずつ考えさせたり発言させたりしながら進めたほうが学習者にとってわかりやすいからなのではないかと考えられる。また、「自他」に差がみられなかったのは、「語彙として覚える」やり方の差によるものではないかと考えられる。たとえば、現象の変化や動きを見せる場合は順次表示、語彙リストで覚えさせようとすると全体表示に近くなるといったことが考えられる。「敬語」で若干全体表示のほうが多かったのは、「誰の動作か理解」するのに、スライド上で動きを見せる必要はあまりなく、また一度に情報を提示しても然程難しくないのでないかと考えられる。

5. 今後の課題

以上、メキシコおよびその周辺国に在住の日本語教師が、日本語の授業においてスライドをどの程度、どの表示の仕方を用いているかをみてきた。今後は、他の学習項目でのスライド使用の実態や、学習者側がスライド表示の違いによってどのような受け取り方をしているのか等について調査を行い、スライドの効果的な表示とはどのようなものであるのかを明らかにする必要があると考えている。

参考文献

- (1) 本間巖: “パワーポイントによる資料提示方法と効果に関する研究”, 筑波技術大学テクノレポート, 第 14 号, pp.195-199 (2007)
- (2) 岡崎泰久、西村康平、古川厚: “手書きとアニメーションによる情報提示の比較評価実験”, 電子情報通信学会技術研究報告, 第 116 巻, 第 228 号, pp.13-18 (2016)
- (3) 市川保子: “初級日本語文法と教え方のポイント”, スリーエーネットワーク (2005)
- (4) ———: “外国人学習者は日本語文法の何が知りたいか: 日本事情クラスを通して”, 日本語と日本語教育, 第 42 巻, pp.83-112 (2014)
- (5) 田中千恵: “スライドの見せ方が学習者の理解や思考に与える影響”, 日本語教育方法研究会誌, 第 23 巻, 第 1 号, pp. 58-59 (2016)

政府統計からデータ処理向け教材を生成する手法の検討

吉根 勝美^{*1}

^{*1} 南山大学

Generating Data Processing Teaching Materials from Government Statistics

Katsumi Yoshine^{*1}

^{*1} Nanzan University

社会科学系の大学新生には、問題発見・解決能力の向上のため、政府統計の収集と分析のスキルを獲得させたいので、新生対象の情報教育の一環としての表計算ソフトウェア指導では、実際のデータを教材として使用したい。政府統計は、調査方法やデータの読み方のコツなどがそれぞれに異なるが、新生には多数の政府統計に接触させたい。本稿では、データ処理向けの教材作成に目的を特化して、教材生成の手法を検討する。

キーワード: 政府統計, 教材開発, データ処理

1. はじめに

大学生に対する問題発見・解決能力の育成の重要性がうたわれる中⁽¹⁾, そのための教材開発では、学生の学年ばかりではなく、学問分野も考慮する必要がある。すなわち、学生の成長過程に応じて教材の難易度を上げていくことは当然として、学生が所属する学部専門性に合わせた教材開発が求められる。

社会科学系の大学新生には、問題発見・解決能力の基礎的なスキルとして、政府統計の収集と分析のスキルを獲得させたい。例えば、私情協の分野別「学士力考察」によると、経済学教育における到達目標のひとつとして、「経済データを活用して経済の状態を正しく理解するために、経済指標の背景を理解し、自ら適切なデータの収集、加工ができるようにさせなければならない。そのため、経済指標が生成される背景を理解し、経済データを種々のデータベースから取得し、それを統計理論に基づいて実証分析できることを目指す」と示している⁽²⁾。

また、大学生に対する統計教育において実際のデータを使用することの重要性は、アメリカ統計学会による「統計教育における評価と指導のガイドライン」の College Report 2016 で示されている⁽³⁾。同ガイドライ

ンでは 6 項目の推奨事項が提示されており、その中のひとつ Recommendation 3: Integrate real data with a context and a purpose. の前提となるのが“Use real data”である。データの“reality”についても、まったく文脈を持たないデータ(Naked data)から始まり、適当な意味付けをして現実のように見えるデータ(Realistic data)、小テストと試験の成績のように実際のデータ(Real data)ではあるが、特に応用が見込めないデータを経て、実際の研究から得られたデータ(Real Data, from a Real Study)に至るまで、“reality”のスペクトルを、同ガイドラインの中で説明している。

新生対象の情報教育の一環として、表計算ソフトウェアの指導が行われることが多く、その中で使用するデータに“reality”を求めるには、社会科学系の学生が対象ならば、行政機関や地方自治体が発表している公的な統計データを使用することが効果的である。実際、南山大学経済学部の 1 年次必修科目「データ処理入門」における表計算ソフトウェアの実習においては、愛知県統計年鑑のうち「百貨店・スーパーの事業所数、従業者数及び販売額等」や、賃金構造基本統計調査のうち「企業規模別新規学卒者の初任給の推移」などを利用して教材を作成している。

統計教育の及ぶ範囲は大変広い上に、個別の統計に依存する部分が多い。例えば、表 1 に示した大学基礎統計学の知識と問題解決力を測る統計検定 2 級の出題範囲は、記述統計から推計統計までの統計学の内容に加え、統計ソフトウェアの活用も含む広範囲にわたる⁽⁴⁾。さらに、実際の統計表を読み取る能力（統計リテラシー）も求められ⁽⁵⁾、経済統計というジャンルでは、個別の統計ごとに、その目的、調査方法、作成方法があることを理解し、データが持っているクセやデータの読み方のコツも個別に学ぶ必要がある⁽⁶⁾。

表 1 統計検定 2 級の出題範囲

大項目	小項目
データソース	身近な統計
データの分布	データの分布の記述
1変数データ	中心傾向の指標
	散らばりなどの指標
	中心と散らばりの活用
2変数以上のデータ	散布図と相関
	カテゴリカルデータ
データの活用	単回帰と予測
	時系列データの処理
推測のためのデータ収集法	観察研究と実験研究
	標本調査と無作為抽出
	実験
確率モデルの導入	確率
	確率変数
	確率分布
推測	標本分布
	推定
	仮説検定
線形モデル	回帰分析
	実験計画の概念の理解
活用	統計ソフトウェアの活用

広範囲に及ぶ統計教育を大学新生対象に実施するには教育内容を絞る必要があるが、表計算ソフトウェアを使えるようにすることは、適切な目標設定の一つである。なぜなら、高校数学で記述統計を学習はしているものの、表計算ソフトウェアを利用する統計計算を経験しているとは限らないからである。また、大学初年次終了までに表計算ソフトウェアが使える状態に

なっていれば、その後の大学における学習や研究においてデータ分析を行う必要が生じても直ちに実行できるという利点もある。

実際の公的な統計データから表計算ソフトウェア実習のための教材を作成する際、インターネットを通じてダウンロードした公的な統計データのファイルをそのまま使用することはできないので、何らかの加工を施す必要がある。実際、愛知県統計年鑑のうち「百貨店・スーパーの事業所数、従業者数及び販売額等」の統計表から、百貨店の欄から紳士服・洋品、婦人・子供服・洋品、その他の衣料品、身の回り品、飲食料品、その他の販売額について、1月～12月のデータを抽出したものを、表計算ソフトウェアの基本的な操作方法を学ぶための教材とした。また、賃金構造基本統計調査のうち企業規模別に作られている「企業規模別新規学卒者の初任給の推移」の統計表から、昭和 51 年以降の男女別大卒初任給額を、企業規模 1,000 人以上、100～999 人、10～99 人それぞれの統計表から抽出して、ひとつの表にまとめたものを、表計算ソフトウェアにおける時系列データ処理を学ぶための教材とした。

公的な統計データから教材を作成するときは、統計データが更新されるたびに教材も再作成するべきであり、教材作成のために使用する公的な統計データ自体も常に見直すべきであるが、これらは教材作成者には大変な負担である。統計データが更新されるたびに統計データのファイルをダウンロードし、ファイルを加工する必要があるが、フォーマットが同じである保証はないため、手作業で教材を作成しているのが実情である。また、教材作成に使用する公的な統計データをひとつに決めたとしても、その中には複数の統計表が含まれ、ひとつの統計表にも多数の調査項目があることが多いので、実習にふさわしいデータを見つけ出すには多くの時間を割く必要がある。

本稿では、教材作成者の負担軽減もひとつの目的としつつ、大変幅広い統計教育のうち、社会科学系新生を対象とする表計算ソフトウェアにおけるデータ処理の指導に特化して、政府統計からデータ処理向け教材を簡便に開発する手法を明らかにすることを目的としている。ここでは、データ分布の可視化実習を想定して、実際のデータとして総務省統計局による小売物価統計調査年報 平成 29 年のうち「調査品目の月別価

格及び年平均価格【県庁所在市及び人口 15 万以上の市】」を用いて、ヒストグラム作成と散布図作成のそれぞれにふさわしいデータを見つけるためのインターフェースを試作し、この試作を通じて、教材開発の簡便な手法を検討する。

2. 前処理

本章では、実際の公的な統計データから教材開発に至る過程における最初の段階の具体例として、小売物価統計調査（動向編）から、教材開発のための元ファイルを作成する手順を説明する。この調査は総務省統計局が実施しており、消費者物価指数やその他物価に関する基礎資料を得ることを目的として、国民の消費生活上重要な財 700 以上の品目の小売価格を、1950 年 6 月から毎月調査している⁷⁾。

本稿では、データ分布の可視化実習を仮定して、同調査の年報のうち「調査品目の月別価格及び年平均価格【県庁所在市及び人口 15 万以上の市】」の統計表を使用して、特定の品目の年平均価格について 81 都市ごとの価格の分布を可視化するための教材を作成する状況を想定する。データ分布の可視化実習の具体例として、ヒストグラム作成と散布図作成の 2 つを想定し、それぞれにふさわしいデータを 700 以上ある品目から見つけやすくするインターフェースを試作する。

この統計表を総務省統計局ウェブサイトからダウンロードするには、エクセルファイルをダウンロードする方法と、データベースにアクセスして検索条件を指定して得られた結果をダウンロードする方法があるが、ここでは後者の方法でデータを入手する。前者の場合、県庁所在市及び人口 15 万以上の市にて調査対象となっている品目の月別価格及び年平均価格が 32 個のファイルに分割されて格納されているので、これらをすべてダウンロードしなければならない。後者の場合、データベースにアクセスして、表示項目選択で時間軸（年・月）に「2017 年」だけを指定し、レイアウト設定で、行に「地域」、列に「銘柄（H27 年基準）」をそれぞれ指定すると、調査対象となっている品目の年平均価格の地域別一覧表が得られるので、これをダウンロードする。

ダウンロードした得られたデータに含まれる欠損値

はすべて空欄とする。この統計では、“***”（数字が得られないもの）、“-”（調査銘柄の出回りがなかったもの）、“...”（当該市町村で調査を行わないもの、又は調査期間の定めがあるため調査を行わないもの）の 3 種類の欠損値があり、これらを置換機能で空欄にした。

これまでの処理を施した結果をエクセルファイルとして保存し、その一部を図 1 に示す。1 行目は各列の名称であり、1 列目以外は調査品目を表しており、調査品目ごとに 4 桁のコードがついている。例えば、2 列目の調査品目は「1001 うるち米(単一品種, 「コシヒカリ）」である。このように品目によっては銘柄まで指定されることがある。2 行目～82 行目は、県庁所在市及び人口 15 万以上の市の 81 都市を表している。空欄は欠損値を表している。

	A	B	C	D	E	F	G	H
1	地域	1001 うる	1002 うる	1011 もち	1021 倉バ	1022 あん	1023 カレ	1031 ゆで
2	札幌市	2408	2092	513	473	78	126	377
3	函館市	2261	2270	497	299	75	97	
4	旭川市	2211	1915	503	443	75	116	
5	青森市	2344	2052	607	424	89	94	380
6	盛岡市	2330	2032	580	378	78	98	323
7	仙台市	2126	1921	623	386	80	92	406
8	石巻市	2291	1897	624	421	78	105	
9	秋田市	2440	1969	515	326	80	98	322
10	山形市	2224	2000	610	442	82	95	384
11	福島市	2328	2147	627	399	86	104	298
12	郡山市	1968	1972	638	240	78	90	
13	水戸市	2073	2069	570	518	81	88	365
14	日立市	1952	1932	524	414	76	86	
15	宇都宮市	2230	1996	537	337	90	111	342
16	足利市	2171	1969	512	430	84	109	
17	前橋市	2233	1993	476	238	76	92	469
18	さいたま市	2504	2184	625	344	94	101	358

図 1 前処理済みのデータファイル

3. インターフェースの試作

本章では、前章で作成した前処理済みのデータファイルから、ヒストグラム作成と散布図作成のそれぞれの実習にふさわしい品目を見つけやすくするためのインターフェースを試作し、検討する。試作環境は Windows 10 Home で動作する RStudio Desktop Open Source Edition (Version 1.1.456) であり、使用言語は R (version 3.5.1) である。

3.1 R 言語によるインターフェース試作

インターフェースの試作は、合わせて 100 行未満の R 言語のプログラムで実現した。エクセルファイルを読み込むパッケージ `readxl` とインタラクティブな Web アプリケーションを容易に構築することができ

るパッケージ `shiny` を使用している。

インターフェースのプログラムは、2 つのファイル `ui.R` と `server.R` からなる。`ui.R` では、インターフェースの画面を以下のように定義する。

```
shinyUI(  
  navbarPage("小売物価統計調査(2017年平均)",  
    tabPanel("ヒストグラム表示", fluidPage(  
      titlePanel("～",  
        fluidRow(  
          sidebarLayout(  
            sidebarPanel(selectInput(~)),  
            mainPanel(plotOutput("distPlot1"))  
          )  
        ),  
        fluidRow(  
          ~  
        )  
      )),  
    tabPanel("散布図表示", fluidPage(  
      ~  
    ))  
))
```

選択した調査品目に対するヒストグラム、散布図、相関係数の値を表示する機能を記述する `server.R` の一部を以下に示す。

```
shinyServer(function(input, output) {  
  df <- read_excel("retail_price_survey_2017.xlsx")  
  output$distPlot1 <- renderPlot({  
    item1 = input$select1  
    hist(as.matrix(df[c(item1)]), main="", xlab="")  
  })  
  output$distPlot3 <- renderPlot({  
    item3 = input$select3  
    item4 = input$select4  
    plot(as.matrix(df[c(item3)]),  
         as.matrix(df[c(item4)]), main="", xlab="", ylab="")  
  })  
  output$distText1 <- renderText({  
    item3 = input$select3  
    item4 = input$select4  
    paste("相関係数 ", cor(as.matrix(df[c(item3)]),
```

```
as.matrix(df[c(item4)])), sep="")  
  })  
})
```

3.2 ヒストグラム

表計算ソフトウェアの実習においてヒストグラムを作成させる場合、操作手順を教えるばかりではなく、ヒストグラムの特徴の読み取り方を指導する必要がある。例えば、ヒストグラムの単峰性、多峰性、対称性（左右対称、右裾が長い、左裾が長い）、外れ値の存在を観察させる必要がある。

ヒストグラムの特徴を見つける指導をするには、さまざまなパターンのヒストグラムを実例として見せる必要がある。教科書的な指導法は、特定の特徴を持つように作られた架空のデータによるヒストグラムをいくつか見せることである（例えば(8)の18～21ページ）。

本稿では、架空のデータではなく、多数のデータが含まれる実際の統計表から、さまざまな分布の特徴を持つデータを見つけやすくするインターフェースを試作する。そのため、ひとつの画面に複数のヒストグラムを描画し、教材作成者がデータを切り替えると、ヒストグラムも再描画されるようにする。このインターフェースは、複数のヒストグラムを比較しながら、教材作成者がさまざまなデータのヒストグラムを次々と閲覧して、教材にふさわしいものを見つけ出すことを想定したものである。

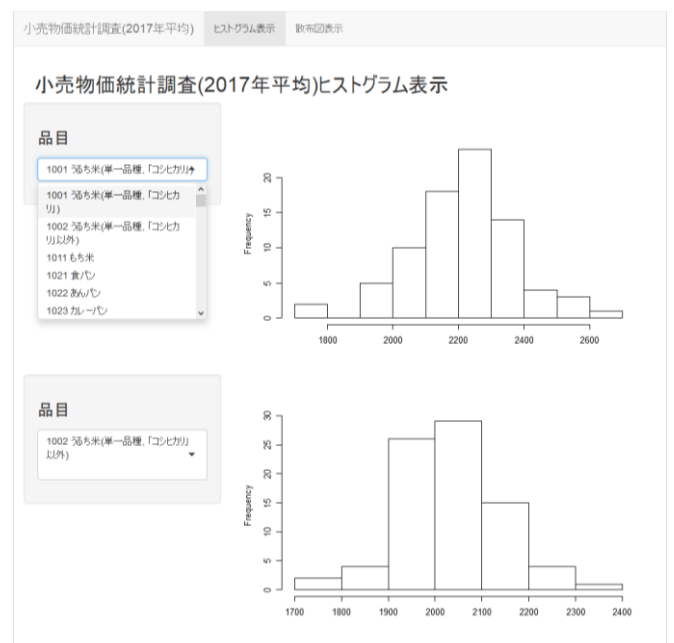


図 2 ヒストグラムを描画するインターフェース

図1の調査品目の年平均価格のデータファイルを読み込んで、2つの調査品目を選択するとヒストグラムが描画されるようなインターフェース画面を図2のように試作した。画面左側の品目欄で調査品目を切り替えると、連動してヒストグラムが再描画される。

3.3 散布図

表計算ソフトウェアの実習において散布図を作成させる場合、操作手順を教えるばかりではなく、散布図の特徴の読み取り方を指導する必要がある。例えば、正の相関関係、負の相関関係、無相関、強い相関関係、弱い相関関係を観察させるとともに、相関係数の値との関連を理解させる必要がある。

散布図の特徴を見つける指導をするには、さまざまなパターンの散布図を実例として見せる必要がある。教科書的な指導法は、特定の相関関係を持つように作られた架空のデータによる散布図をいくつか見せることである（例えば(9)の16ページ）。

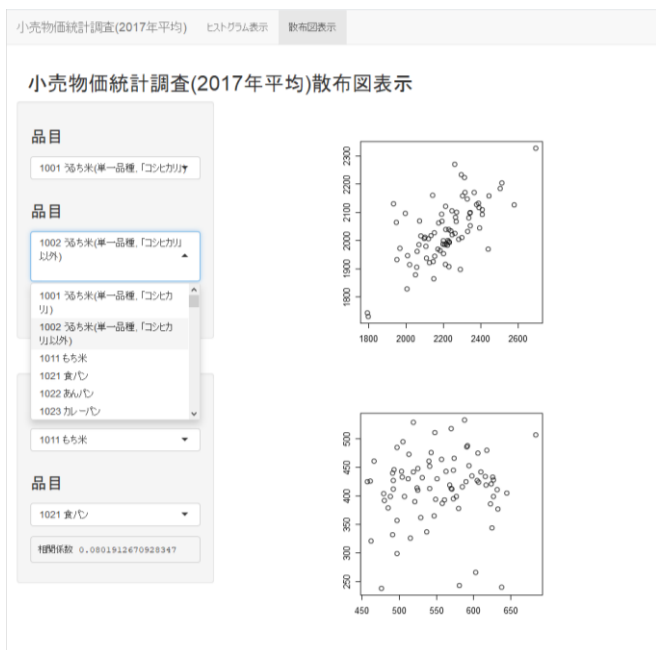


図3 散布図を描画するインターフェース

本稿では、架空のデータではなく、多数のデータが含まれる実際の統計表から、さまざまな特徴を持つような散布図となるデータを見つけやすくするインターフェースを試作する。そのため、ひとつの画面に複数の散布図を描画し、教材作成者がデータを切り替えると、散布図も再描画されるようにする。合わせて相関係数の値も再計算される。このインターフェースは、複数の散布図を比較しながら、教材作成者がさまざま

なデータの散布図を次々と閲覧して、教材にふさわしいものを見つけ出すことを想定したものである。

図1の調査品目の年平均価格のデータファイルを読み込んで、調査品目を選択すると散布図が描画されるとともに相関係数の値が表示されるようなインターフェース画面を図3のように試作した。画面左側の品目欄で調査品目を切り替えると、連動して散布図と相関係数の値が再表示される。

3.4 試作プログラムの検討

R言語を用いて簡潔にプログラムが記述されていることは、教材作成者が求めるデータが得られるようにプログラムの改変が容易にできるという利点がある。例えば、図2において、上段のヒストグラムは右裾が長いものに限定されるようにプログラムを改変するには、調査品目ごとにデータの歪度を算出し、それが一定値より大きいものだけに絞ればよい。そのために、歪度を算出するためにパッケージ `e1071` を使用して以下のようなプログラムをファイル `ui.R` に追加すると、変数 `sk` に調査品目ごとの歪度の計算結果が得られる。ただし、データ不足のため歪度が算出できない場合があるので、計算結果が非数値である場合を除外して `sk1` としている。

```
library(e1071)
sk <- apply(df[c(-1)],2,
  function(x){skewness(x,na.rm = TRUE)})
sk1 <- sk[!is.nan(sk)]
```

そして、図2の上段の品目欄について、歪度の値が1より大きい調査品目だけが選択肢に表れるようにするには、次のようにプログラムを書き換えると実現できる。

```
selectInput("select1", label = h3("品目"),
  choices = names(sk1)[sk1 > 1])
```

このようにプログラムを改変した結果の画面を図4に示す。

さらに、教材作成者自身によりプログラムを部分的に修正することが容易であることも、R言語による簡潔なプログラムの有用性である。例えば、図4の右裾が長いヒストグラムを、左裾が長いものに変更するには、`sk1 > 1`の部分を変更すればよいことは容易に想像がつくはずである。また、数値の大きさ

を変えることで、裾を引く程度の調整ができることも、教材作成者自ら気付くだろう。

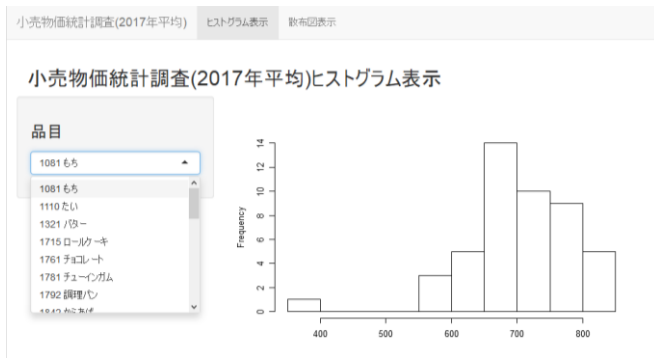


図 4 右裾が長いヒストグラムに限定したもの

4. おわりに

本稿では、総務省統計局による小売物価統計調査年報 平成 29 年のうち「調査品目の月別価格及び年平均価格【県庁所在地及び人口 15 万以上の市】」を政府統計の具体例として、実際のデータから、ヒストグラム作成と散布図作成のそれぞれにふさわしいデータを見つけるためのインターフェースを開発し、その開発過程を通じて検討した。この開発には R 言語を用い、インタラクティブな Web アプリケーションを容易に構築することができるパッケージ shiny を使用することにより、簡潔なプログラムで実現することができた。プログラムの簡潔さは、教材作成者が求めるデータが得られるようにプログラムを改変することが容易にできるという利点をもたらすと同時に、プログラミングの経験が少ない教材作成者が、自らプログラムの修正を試みようとすることに対する障壁の高さを下げている。

本稿で取り上げている表計算ソフトウェアの使い方の指導は、大変広範囲に及ぶ統計教育のごく一部に過ぎないが、表計算ソフトウェア実習用の教材に、実際の公的な統計データを用いることは、個別の統計に対する理解の一助になっている。政府統計は、調査方法やデータの読み方のコツなどがそれぞれに異なるが、新生生には多数の政府統計に接触できるという利点もある。

今回試作したインターフェースは、教材作成者がさまざまなデータに対するグラフを次々と閲覧しながら、教材にふさわしいものを見つけるということを想定して作られたインターフェースである。今後の検討課題

として、例えば、特徴が類似しているデータ、まったく特徴が異なるデータ、対照的な特徴をもつ 2 群に分けられるデータのように、教材作成者の要求に沿うデータを探索する手法の開発が挙げられる。

参 考 文 献

- (1) 中央教育審議会：“第 3 期教育振興基本計画の策定に向けた基本的な考え方”，
http://www.mext.go.jp/component/b_menu/shingi/toushin/_icsFiles/afieldfile/2017/02/06/1381849_01_1.pdf (2017)
- (2) 私立大学情報教育協会：“「大学教育への提言」－未知の時代を切り拓く教育と ICT 活用－”，
<http://www.juce.jp/LINK/teigen.html> (2012)
- (3) GAISE College Report ASA Revision Committee :
“Guidelines for Assessment and Instruction in Statistics Education College Report 2016”，
<http://www.amstat.org/education/gaise> (2016)
- (4) 統計質保証推進協会：“統計検定 2 級出題範囲表”，
http://www.toukei-kentei.jp/wp-content/uploads/grade2_hani_181214.pdf (2018)
- (5) 佐藤朋彦：“数字を追うな 統計を読め”，日本経済新聞出版社 (2013)
- (6) 梅田雅信, 宇都宮浄人：“経済統計の活用と論点 第 3 版”，東洋経済新報社 (2009)
- (7) 総務省統計局：“小売物価統計調査（動向編）について（2018 年 4 月現在）”，<http://www.stat.go.jp/data/kouridoukou/1.html> (2018)
- (8) 総務省統計局：“データサイエンス・スクール あなたの統計力・初級テキスト”，<http://www.stat.go.jp/dss/getting/pdf/index.html> (2014)
- (9) 総務省統計局：“データサイエンス・スクール あなたの統計力・中級テキスト”，<http://www.stat.go.jp/dss/getting/pdf/mid.html> (2014)

説明文作成と問題演習からなる 文書力育成のための教育の検討と実践

藤田 悠*1

*1 長野工業高等専門学校

Consideration and Practice of Writing Education by Description Writing and Exercise

Yutaka FUJITA*1

*1 National Institute of Technology, Nagano College

情報技術を学ぶ学生にとって、要求定義や設計の結果を表すための文書力が必要である。従来、文書力の必要性を認識して、自己の文書力を認識するために、設計書を作成させ、それをペアで交換してプログラミングさせる演習を通して気づきを得る教育を実施してきた。この教育にて、気づきを与えることができたが、プログラミングスキルが必要であるので受講者を選ぶことや、気づき後に具体的な文書力育成ができていない問題があった。そこで、説明文を作成する導入教育として、従来と同じペアでの演習にて気づきを与え、その気づきから問題演習による具体的な文書力育成につなげたいと考えた。この教育カリキュラムを実施した結果、導入教育で目的とした気づきを与えることができ、演習問題で得た知識が役立ちそうだと認識させる結果が得られた。本稿では、導入教育と問題演習を検討し、検討した教材を用いて教育を実施する。さらに、教育を評価するために、気づきに関するモデルを与え、今回の教育で得られた結果を評価する。

キーワード: ドキュメンテーション, テクニカルライティング, 説明文, ソフトウェア開発文書

1. はじめに

ソフトウェア開発など、システム開発の職種に将来携わる学生にとって、プログラミングなどの実装技術の他に、要求定義や設計にかかわる技術が求められる。要求定義や設計にかかわる技術として、要求分析や設計手法などといった、ソフトウェア工学に関わる技能の他、要求定義や設計の結果を設計書などの文書としてあらわすためのドキュメンテーションの技能も必要である。しかし、我々が属する教育機関では、ドキュメンテーション専門の授業は設けられておらず、テクニカルライティングなどの情報伝達のための文書作成に関する取り組みも十分であるとは言えない。

そこで、我々は従来、テクニカルライティングの技能が必要あることを認識する気づきのために、「プログ

ラミングを介した導入教育」を検討して、実施してきた⁽¹⁾。この教育では、情報系の学生には、プログラミングだけでなく、ライティングのスキルも必要であることを、プログラミングを通して認識させる利点がある。しかし、プログラミングを介すので、受講者のプログラミングスキルのバラつきが支障になることがあり、受講者を選ぶ導入教育となっていた。また、これまでは、気づきのための導入教育のみで、具体的なライティングスキルを育成する機会を提供できていなかった。

そこで、「プログラミングを介した導入教育」については、プログラミングを学ぶ情報系学生を対象にした応用教育として位置づける。その前に、気づきのための受講者を選ばない導入教育と、学生が作成する機会が多いレポートを題材としたライティングスキルのための問題演習を実施することとした。

本稿では、作成した教材を紹介し、その教材を用いて実施した結果を報告する。

2. 従来の教育

従来の、プログラミングを介した導入教育の目的は、「ソフトウェア開発における文書の役割を理解する」、「文書作成能力が必要であることに気づく」の2点とした。これらことに気づき、普段の授業などでプログラミングだけでなく、設計や設計書について考えることにつなげ、作成するレポートなどの文書作成で、ライティングスキルを向上させることにつなげてほしいと考えた。そのために、プログラミングの活動を含めた教育を通して、気づきを与えたいと考えた。

従来の教育は、次の4段階からなる。

- (1)ソフトウェア開発での文書に関する座学
 - (2)ペアで異なる演習課題について設計書作成
 - (3)ペアで設計書を交換してプログラミング
 - (4)プログラムや設計書にてペアディスカッション
- この教育にて、目的の気づきを与えることができた^②。

しかし、プログラミングの過程を含むことから、対象者が限られるという問題点があった。さらに、気づき後のフォローを用意していない問題点もあった。

本来、設計書を作成して、その設計書を相手がどのように解釈して、解釈した結果がどのようにプログラムに反映されるかを体験することで、文書を介した情報伝達を考えてほしかった。しかし、「設計書を読んでプログラミングする過程がうまくできなかった理由」を聞いたアンケートでは、「自分のプログラミング能力が十分でなかった」などの意見があった。プログラミングの習熟度や、プログラミング言語の経験など、受講者のプログラミングスキルが強く影響していた。

また、設計書作成における気づきから、普段のプログラミングの学習で設計を考えたり、プログラミングなどの実験レポートに生かしたりすることを期待していた。しかし、学生の自助努力のみに委ねるだけでは、実際にライティングのスキルを向上させるのは難しい。

これらの課題を解決するために、これまでのプログラミングを用いた気づきの演習は、応用演習と位置づける。その前に、基礎演習として、受講者を選ばない、気づきのカリキュラムと、具体的な問題演習からなる

カリキュラムを構成することとした。

3. 新しいカリキュラム

ペアでの演習形式を導入教育に活用して、従来の問題点を解消するカリキュラムを構築する。

3.1 導入教育

ペアで異なる課題の設計書を作成して、設計書を交換してプログラミングするとき用いた形式を活用して、「空間配置」と「時系列」に関する演習を検討した。

書いた文書の内容を、読者が理解した形であらわすことで、文書を介した情報伝達を確かめる形式は、受講者にとってわかりやすい。この形式を用いて、受講者を選ばない演習課題を考えた。

三森ゆりか^③は、説明の種類を「空間配置」と「時系列」に分類し、空間配置では国旗デザインを例に用いて、段階的な情報の整理手順やパラグラフでのまとめ方を紹介している。そこで紹介されている題材を用いて、情報のまとめ方を学んだうえで、情報系の学生に関わるようなデザインを用いて演習することとした。

3.1.1 空間配置

「空間配置」は、空間的に提示された情報を整理して、大きい情報から小さい情報に向かって並べて表現する、説明の種類である。空間配置に関する情報の整理方法について、例題を用いて学んでから、演習に取り組む形式で実施した。

はじめに、空間配置の基本的なルールとして、「概要から詳細」「全体から部分」などの大原則、「左から右」「上から下」などの小原則があることをスライドの資料で学ぶ。次に、フランスの国旗を題材にして、例示したフランス国旗デザインの説明文における問題点を指摘する課題を行う。それに続いて、情報整理の仕方として、「必要な項目を発想する」「項目の優先順位を考える」「項目ごとの説明方法を考える」からなる3段階の方法を紹介して、これらの段階で進めるワークシートでの演習にて、最終的にフランスの国旗の説明文をパラグラフ形式でまとめた。

次に、家庭用電気製品の操作パネルデザインを題材に、説明文を作成する演習をさせた。ペアを組めるように受講者を配置し、ペアの片方には温水便座のボタンパネルデザイン、もう片方には風呂沸しのボタンパ

ネルデザインを印刷した用紙を配布した。この情報を整理して、パラグラフ形式で記載するように指示した。その後、パラグラフ形式で書いた文章を交換して、文書が説明するデザインを図示させた。図示した結果を相互に示して、ディスカッションさせた。

3.1.2 時系列

「時系列」は、時間の順序に従い、一般的には古いものから順に情報を並べて表現する説明の種類である。基本的な考え方は空間配置と同じであるので、情報の整理方法を簡単に振り返る程度にとどめ、例題を用いてワークシートに取り組んでから、説明文を作成して交換する演習をした。

はじめに、駅周辺を示した地図をもとに、ある目的地までの道案内を考える例題を行った。「必要な項目を発想する」「項目の優先順位を考える」「項目ごとの説明方法を考える」に沿って情報をまとめる手順をワークシートに沿って行った。

次に、先ほど別の地図に、ペアを組んだそれぞれに異なる目的地をマークして配布し、それぞれの目的地までの道案内を情報の整理方法に沿ってまとめ、まとめた結果を順序リストの文章で表現する演習を行った。作成した説明文を交換し、文書の説明文をもとにたどり着く場所を決定し、互いにその結果を確認しあい、ディスカッションさせた。

3.2 具体的な演習問題

導入教育の演習やディスカッションを通して得られた気づきに対する具体的な演習として、レポート作成を題材とした演習問題を進める講習を行った。

本校のカリキュラムの中で、設計書を書く機会は、機会は限られている。学生が作成する機会が多いのは、実験等のレポートである。そのため、テクニカルライティングとして共通するスキルを養成するために、レポート作成を題材にした。

3.2.1 レポートの書き方の概要

はじめに、レポートの構成要素や各構成要素に書くべき内容を解説する。これらの解説においては、レポートがもつべき性質に関連する、レポートの書き方について簡単に解説する。レポートが持つべき性質として、システム開発文書品質研究会 (ASDoQ) が提供しているシステム開発文書品質モデルで示している 5 特

性「完全性」「論理性」「可読性」「理解容易性」「規範適合性」に即して解説するテキストを作成した。

文書の目的を決める「完全性」としては、読み手を決めることや、文書であらわすべきこととしてレポート作成の V 字モデル、実験レポートの構成要素を説明した。文書の構成に関する「論理性」として、示す順番、章・節・項の立て方、段落と段落の関係に関して説明した。文・文章の書き方に関する「可読性」「理解容易性」としては、段落の書き方、文の書き方、図表の書き方、リストの書き方、語の選び方、文字の書き方について説明した。

3.2.2 演習問題

レポートの書き方の概要を説明した後、概要で示した項目に対応する具体的な演習問題を行う。レポートを構成する要素や、各項目で書くことなどに関して、演習形式で構成する。問題ごとに説明を示してから演習問題に取り組む形式とした。演習問題の全体の構成としては、ASDoQ が提供しているシステム開発文書品質モデルで示している 5 特性に沿って構築した。

完全性については、「1.1 読み手を決める」「1.2 文書の目的」「1.3 原理・予備知識」「1.4 実験内容」「1.5 実験結果」「1.6 考察」、それぞれに関して、例文などをもとに取り組む演習問題を構成した。例えば、「1.2 文書の目的」では、実験テキストに示した実験の指示内容を提示し、その内容から、レポートに示すべき目的に該当する文章をまとめる演習とした。

論理性については、「2.1 対応すべき項目や内容において、対応がとれているか」「2.2 理由や根拠を必要とする箇所に、その記述があるか」「2.3 見出しの付け方、記述組立てが適切か」「2.4 各記述単位 (章・節・項・段落・図・表) の見出しと記述内容が合致しているか」

「2.5 抽象から具体へ、全体から細部へ」「2.6 段落と段落、文と文の関係」について設けた。例えば、「2.3 見出しの付け方、記述組立てが適切か」では、レポートに示すべき項目をリストで示し、これらの項目を構成する章、節の立て方を考える演習とした。

理解容易性については、「3.1 多くの解釈にされうる表現がないか?」「3.2 表内に空欄がないか、あっても『なぜ空欄か』は明確か?」「3.3 主語、動詞、目的語が特定できるか?」「3.4 値や範囲が特定できるか?」「3.5 参照先、引用先を正しく明示しているか?」「3.6

事実と意見を書き分けているか？」について設けた。例えば、「3.1 多くの解釈にされうる表現がないか？」については、読み手が複数に解釈される可能性のある文章を示し、その問題点を指摘し、複数の解釈が生じない文書に直す演習とした。

可読性については、「4.1 短文で、一文一義で書いているか？」「4.2 係り受けの関係が明確になるように語順を考えているか？」「4.3 意味が明確になるように助詞をつかっているか？」「4.4 受け身表現を多用していないか？二重否定は用いていないか？」「4.5 重複した表現を用いていないか？」「4.6 文体（だ・である）、用語は統一されているか？」「4.7 箇条書きや図表を適切に使用しているか？」「4.8 略語や専門用語は説明したうえで使っているか？」「4.9 句読点は適切に使われているか？」「4.10 口語表現を用いていないか？」について設けた。例えば、「4.1 短文で、一文一義で書いているか？」については、一文に複数の内容が含まれている文章を示して、問題点を指摘して、適切な文章に直す演習とした。

3.2.3 進め方

作成した演習問題を用いた講座の進め方としては、演習問題を印刷したテキストを配布して、各演習問題を受講者と一緒に取り組んでいく形とした。

はじめに、教員が各問題の趣旨を説明し、例文の問題点の指摘や代替文を学生に考えさせる。そののち、解答を参照するほか、学生が考えた答えを述べてもらい、共有する。

4. 教育における気づきのモデル

導入教育として気づきを与え、その気づきから次の段階に進めたい。その教育を評価するために、受講者が得てほしい気づきの過程のモデルを検討した。ディスカッションシートに記入された受講者の考えやディスカッションを経て得られた気づきにおいて、「観察」「伝達」「自己」「対策」とラベル付けした4種類があると考えた。4種類の項目のつながりを図1に示す。

「観察」は、説明文に書いた文章に対する見解や感じたことに関する言及を指す。「伝達」は、文書を介した情報伝達に関する言及を指す。「自己」は、文書に対する自分のスキルに関する振り返りに関する言及を指す。

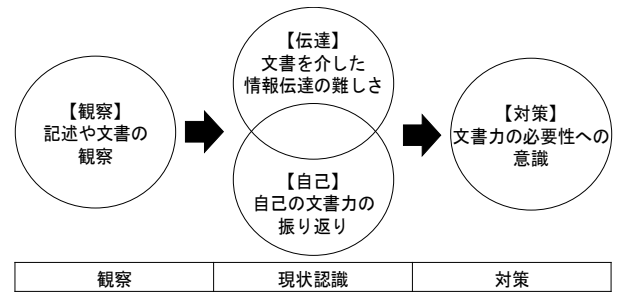


図1 文書を介した演習による気づきのモデル

す。「対策」は、活動を通じた気づきから、今後の対策や展開に関する言及を指す。

これらの4種類は、3段階に分けられると考えた。まずの自分や相手が書いた文書に関して気づいたことや、読むときや書いたときに感じたことを「観察」して表現する。

観察から、展開して2種類の気づきを期待している。第1に「自己」として、自分が書いた文書を振り返ることや、相手から受け取った文書を読解するなどにより、自己の文書力を考えることである。第2に、「伝達」として、自分の文書が相手にどう伝わったか、相手の文書を読んでどう解釈できたかなど、文書を介したやりとりを考えることである。この2つは、重なる部分もあり、全体として「現状認識」に気づくことである。

現状認識として、自己の現状を踏まえて、「対策」として高めるべき文書力や、ライティングに必要とする知識の必要性など、次の発展につなげる。

「観察」と「自己」、「伝達」については、演習での文書作成と文書読解、ディスカッションを通して、ディスカッションシートなどで気づきとして確認できると考えられる。しかし、「対策」については、活動の中で自然発生的に生じることは多くないと考えられる。得られた気づきを踏まえて、次のことを考えるきっかけを外的に与えることで、現状の対策として、文書力の向上が必要であることなど出てくると考えられる。

演習やディスカッションによる活動を通して、これらの種類に該当する言及が現れることを期待する。

5. 実施結果

導入教育については、高等専門学校 電子情報工学科3年生38名を対象の実施した。1回目に空間配置、2回目に時系列の演習を行った。各90分程度にて実施した。実施には、特別活動の時間を用いた。

導入教育後の問題演習については、レポート作成の概要は導入教育対象者全員に実施し、その後の具体的な問題演習は希望者のみを対象とした。第1・2回は連続で実施したが、計5回、各45分程度実施した。

5.1 導入教育の実施結果

5.1.1 ディスカッションシート

ペア演習では、説明文の書き手と読み手の2種類の立場から文書を扱うので、ディスカッションシートに、「説明文を書いた立場」「説明文を読んだ立場」の2項目を設けた。ディスカッションシートを書く際には「各立場から、気づいたことや、問題だと思ったこと、苦労したことなどを詳しく説明する」ように指示した。

ディスカッションシートに書かれた文言を一文ごとに分けて、件数を算出した結果を表1に示す。空間配置での件数が多く、「書く」立場からの記述が多い。

5.1.1.1 空間配置

空間配置の演習におけるディスカッションにて、ディスカッションシートに記入された文を気づきのモデルに分類した件数を表2に示す。

書く立場からは、「観察」として「大きさの説明がなかった」「文字の位置を書いていなかった」などの記述があった。「自己」として「語彙力がなさすぎて辛かった。」「位置や形の情報を書くのを忘れてしまっていた。」などの記述があった。「伝達」として「具体的に言葉にして相手に伝えるのがとても難しかった」「実は思った以上に眠っている情報が多いこと」などの記述があった。「対策」として「語彙力が必要だと思った」「ちゃんと書きたい」などの記述があった。

読む立場からは、「観察」として、「説明が2つの言葉のどちらにかかっているのか迷うところがあった」

表1 ディスカッションシートの記述件数

		立場	
		書く	読む
演習	空間配置	116	76
	時系列	53	44

表2 空間配置のディスカッション内容の分類

		立場	
		書く	読む
段階	観察	30	35
	自己	51	15
	伝達	32	18
	対策	3	3

「似たような語句があってわかりにくかった」などの記述があった。「自己」として、「大小関係が不足していた」「全体的に言葉が足りなかった」などの記述があった。「伝達」として「本当に書けるのか不安だった」「相手の文章を読み取るのが難しかった」などの記述があった。「対策」として「知識の量や記憶が大切だと感じた」「書き方は文じゃなく、文字にも気を配りたい」などの記述があった。

5.1.1.2 時系列

時系列の演習におけるディスカッションにて、ディスカッションシートに記入された記述があった文を気づきのモデルに分類した件数を表3に示す。

書く立場からは、「観察」として、「分かりやすい道を探していたら、遠回りになった」「あまり関係ないことまで書いてしまった」などの記述があった。「自己」として、「もっと簡潔に書けたと思う」「微妙に曲がったところの表現が難しかった」などの記述があった。

「伝達」として「どの程度詳しく書けば伝わりやすいか」「相手との捉え方の違いが怖かった」などの記述があった。

読む立場からは、「観察」として「建物があることで、とても分かりやすかった」「最後、右か左側かわからなかった」などの記述があった。「伝達」として「相手が思っていることを読み取るのは難しいと思った」「過度の情報があると逆に混乱する」などの記述があった。

「対策」として「一文一文が短いと混乱しにくい」「統一した方がいいと思った」などがあつた。

5.1.2 アンケート

空間配置と時系列の演習を行った後、受講者を対象に行ったアンケートの結果を紹介する。

「ボタンデザインの説明文を書くときに難しかったことは何か」を聞いた結果を図2に示す。難しい順位の1番が「文書での表現」、2番が「項目ごとの説明」、3番目が「項目の優先順位付け」であつた。説明したいことはおおそ把握しているが、それを文書に表す

表3 時系列のディスカッション内容の分類

		立場	
		書く	読む
段階	観察	27	35
	自己	17	0
	伝達	10	7
	対策	0	3

表4 目標に関連する気づきの分類

目標	件数
自分の文書作成力	8
文書作成の難しさ	11
文書作成力の必要性	4

ことが難しいという様子が分かる。

「ボタンデザインの伝達状況」は図3のように、約47%がおおよそ想定した通り相手が図示していたととらえている。半数程度がうまく伝達できていない。

「地図の案内文を書くときに難しかったこと」について、その順番を聞いた結果を図4に示す。難しい順位の1番が「文書での表現」、2番が「項目ごとの説明」、3番目が「項目の優先順位付け」であった。空間配置のボタンデザインの時とおおよそ同様の傾向である。

「案内文の伝達状況」は図5のように、「想定していたとおり」、「ほぼ想定していた通り」が84%と、ボタンデザインの演習よりも多くの受講者が、与えられた場所に説明文を頼りにたどり着くことができています。

5.1.2.1 演習で得られたこと

「演習で学んだこと、気づいたこと、得られたことは何でしょうか？」の質問への自由記述から、目標とした、「自分の文書作成力」、「文書作成の難しさ」、「文書作成力の必要性」に関連する気づきの記述件数を集

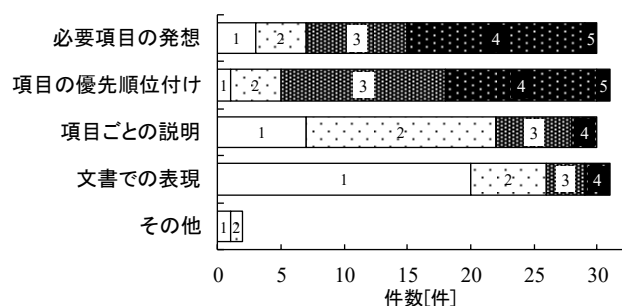


図2 ボタンデザインの説明文を書くときに難しかったこと

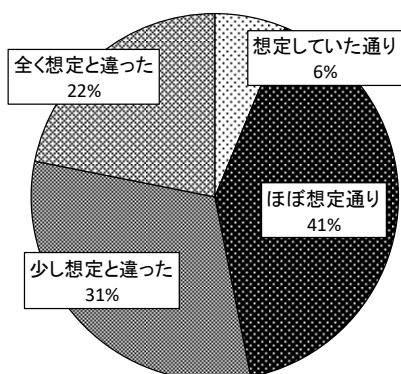


図3 ボタンデザインの伝達状況

表5 必要であると認識したスキルの種類

種類	件数
相手・読み手	7
語彙力	4
詳細	4

計した結果を表4に示す。

「自分の文書作成力」に関して、「自分の説明には足りないものが多い」などの記述があった。「文書作成の難しさ」に関して、「相手に正確に伝えるのは難しい」などの記述があった。「文書作成力の必要性」に関して、「まだまだ日本語を勉強しなければ」などの記述があった。文書作成力の必要性に関する記述が少ないが、難しさに関して、特に認識している様子がみられる。

5.1.2.2 必要なスキル

「文書で正確に情報を伝達するために自分に必要なスキルは何ですか？」という問いに対する自由記述を類似した内容で分類した結果、当てはまる記述が多かった種類と件数を表5に示す。

「相手・読み手」では、読み手の理解や解釈を考える必要があることを認識していた。次に多かった「語彙力」では、語彙を広げる必要があると認識していた。「詳細」では、細かい点の伝達や読み取りが必要であると認識していた。

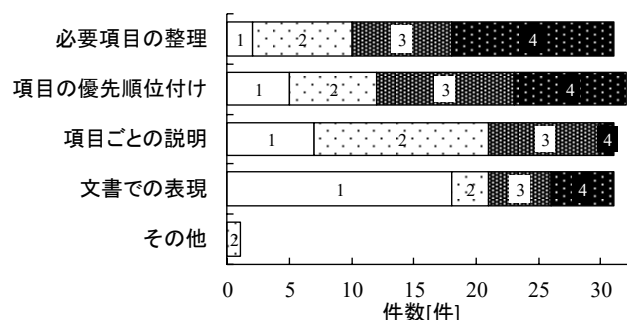


図4 地図の案内文を書く時に難しかったこと

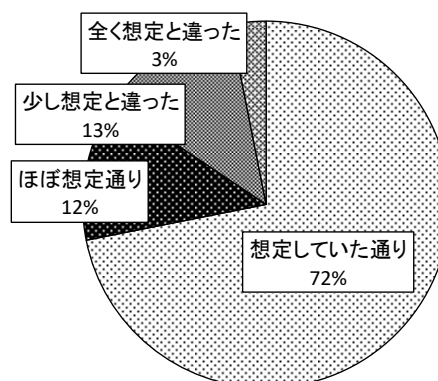


図5 案内文の伝達状況

表 6 問題演習の内容と参加人数

回	内容	参加人数
第 1 回	レポートの書き方概要	33
第 2 回	完全性の演習	14
第 3 回	論理性の演習	12
第 4 回	理解容易性の演習	9
第 5 回	可読性・規範適合性の演習	8

5.2 演習問題の実施結果

5.2.1 受講者

はじめに行った「レポートの書き方」の概要は、全員を対象に、テキストを配布して、その説明を聞く形で実施した。その後、演習問題集を使った講習については、希望者を対象とした。各回の受講者人数は表 6 の通りである。

5.2.2 受講後アンケート

演習問題の講習に参加した学生を対象に実施したアンケートの結果を示す。

5.2.2.1 印象に残っている・役に立ちそうな演習問題

印象に残っている演習問題と役に立ちそうな演習問題を問題番号で回答させた結果、図 6 のようになった。

役立つと感じた上位の演習問題は、「2.3 見出しの付け方、記述組立てが適切か」、「1.2 文書の目的」、「4.1 短文中、一文一義で書いているか?」であった。2.3 は、レポートに書くべき項目を列挙して与え、その項目を含む章・節・項を立てる問題である。解答例には、2 種類の章・節・項の立て方を例示した。1.2 は、実験テキストの指示文書を提示し、その内容から、レポートの「目的」に書く内容を答えさせる問題である。4.1 は、3 文程度に分けられる内容を 1 文につなげた文章を与え、与えられた文の問題点を指摘して、改善例を示す問題である。

印象に残った上位の演習問題は、「2.3 見出しの付け方、記述組立てが適切か」、「4.2 係り受けの関係が明

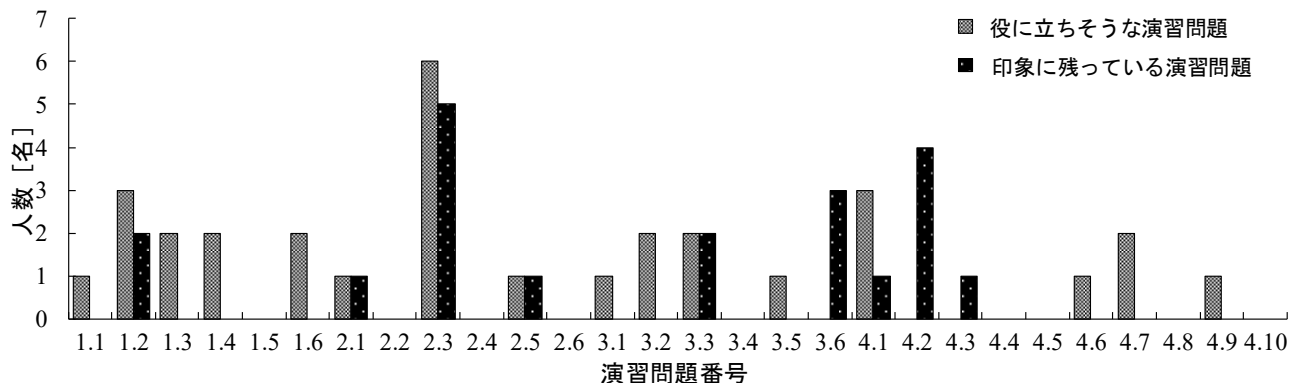


図 6 印象に残っている演習問題・役に立ちそうな演習問題

表 7 気づきの学習としての役立ち状況

選択肢	件数
大変役立った	2
やや役立った	6
あまり役立たない	1
全く役立たない	0

確になるように語順を考えているか?」、「3.6 事実と意見を書き分けているか?」であった。4.2 は、「黒い髪の子が美しい女の子」という一文が表しうる解釈に何通りあるか考える問題である。3.6 は、300 字程度からなる文章を示し、その文章に含む 6 文について、それぞれ事実か、意見か分類する問題である。

5.2.2.2 気づきの学習としての役立ち

「空間配置・時系列の演習で気づいたことの学習として役立ちましたか?」の問いへの結果を表 7 に示す。その理由として、「空間配置でうまく説明できないことがあって、演習問題で直し方がわかるところがあった」「読み手がどう解釈するか考えることに共通する点があったこと」などの記述があった。導入教育から問題演習を通して、具体的な知識を得ている様子が伺える。

6. 考察

実施した教育で得られた、アンケートやディスカッションシートをもとに、教育の効果について分析する。

6.1 導入教育での気づき

空間配置と時系列の演習課題に取り組んだとき、ディスカッションにてディスカッションシートに記載があった記述を「気づきのモデル」の各段階に分類した結果に注目する。

「観察」に関する記述は多い。活動の成果物から気づく記述があるといえる。現状認識の「自己」と「伝達」については、書く時に多く検出されている。自己

の能力に関する記述が多く、自己の振り返りができている。「空間配置」と比較して、「時系列」での記述が1/3程度に減っている。伝達する内容が簡単すぎたことで、記述に対する気づきに踏み込めていないと思われる。この結果から、「観察」から「現状認識」においては、説明文作成とディスカッションの活動から自然に生じることが期待できるといえるが、演習内容の難易度が易しすぎない必要があると思われる。

「対策」については、記述が非常に少ない。「観察」と「現状認識」から、次の段階として、不足しているスキル向上などの「対策」を考える段階に進めるためには、ファシリテーションなどによるきっかけを与える必要があると考えられる。

6.2 演習問題でのスキル向上

章立ての方法や見出しのつけ方、文書の目的については、非常に多くの関心が寄せられていた。実際にレポートを書く時に悩んだことや、気づいた内容に関する演習として、実感したと考えられる。

役に立ちそう・印象に残った件数の傾向を見ると、全般にわたって選択されている。しかし、4.1~4.10の「可読性」では、演習問題の件数が他の特性の演習問題数よりも多いにも関わらず、選択された件数は少ない。「可読性」の演習問題については、ルールとして決まっている「表記」に関する項目が多いので、確認する程度にして、演習はしない運用も考えられる。

6.3 導入教育から演習問題への展開

説明文を作成して、相手への伝達の体験を通して、文書力を高める必要性を認識し、問題演習に自ら参加するきっかけになることを期待していた。しかし、参加人数から、問題演習に参加させるきっかけになっているとはいえない。参加した学生が記入した「参加した理由」を見ても、導入教育での気づきを理由にした学生はいない。受講した主な理由は、レポートの書き方を学びたいことや、時間の都合などが主であった。

結果として、気づきが問題演習に参加するモチベーションになっていることは確認できなかった。しかし、受講者からは、導入教育で取り組んだことと共通する部分があったことや、読み手のことを考える気づきと共通する点があったことなどがあげられている。

これらの結果から、授業などで全員が受ける機会が設けられた場合には、導入教育と問題演習をセットで実施することで、気づきとその具体的なスキルを与えられると考えられる。他方、導入教育で与えた気づきを、自主的な学習モチベーションに任せてしまえば、具体的な学びにつなげられないことが確認できた。

7. むすび

ソフトウェア開発において、成果物を表すために文書技術が必要である。文書スキルを育成するために、自分の文書力と文書伝達の難しさを確認し、文書力を育成するカリキュラムを検討した。

空間配置と時系列の説明文を作成して、説明文を交換して、交換した相手が解釈した結果を確認して、ディスカッションさせる演習をした。これにより、自己の文書力や情報伝達の難しさを認識していることが確認できた。この気づきから、レポート作成を題材にした、具体的な問題演習に取り組みさせた。演習問題は、システム開発文書品質モデル特性に基づいて作成した。演習を通して、導入教育での気づきに関連する具体的な問題に取り組み、レポート作成への活用が期待できる反応が受講者から得られた。

今後、導入教材と問題演習に加えて、応用教材を連続して実施して、段階ごとの目的が満たされることを確認する。そのために必要な、教材の更新や、ファシリテーションの工夫などを検討していく。

謝辞

本研究は JSPS 科研費 JP 17K12937 の助成を受けたものである。

参考文献

- (1) 藤田 悠, 図解を入力とした設計書作成とプログラミングによる文書作成教育, 教育システム情報学会 2017年度 第6回研究会, pp.1-8, 2018.
- (2) 藤田 悠, ソフトウェア開発文書作成力養成のための気づきから展開する教育カリキュラムの検討, 日本教育工学会 第34回全国大会, p215-216, 2018.
- (3) 三森ゆりか, 大学生・社会人のための言語技術トレーニング, 大修館書店, 2013

裸眼 3D 視線一致型テレビ会議システムを用いた 高校・大学間遠隔対話型学習のデザインと実践

Design and Practice of Active Distance Learning between High school and University using the Autostereoscopic Eye-contactable video conference system

藤本彩華^{*1}, 永岡 慶三^{*2}, 米谷雄介^{*3}, 谷田貝雅典^{*1}
Ayaka FUJIMOTO^{*1}, Keizo NAGAOKA^{*2}, Yusuke KOMETANI^{*3}, Masanori YATAGAI^{*4}

^{*1} 共立女子大学文芸学部文芸学科

^{*1} Kyoritsu Women's University, School of Arts & Letters

^{*2} 早稲田大学人間科学学術院

^{*2} Waseda University, Faculty of Human Sciences

^{*3} 香川大学創造工学部

^{*3} Kagawa University, Faculty of Engineering and Design

Email: 15l297af@kyoritsu-wu.ac.jp

あらまし：本研究では女子教育の特徴を活かした異校種異年齢が混在する高大連携授業において、裸眼 3D 視線一致型テレビ会議システムを用いた双方向遠隔学習環境による多様な対話型学習を試行し、双方向遠隔学習環境における向き不向きな学習を個々に検証した。結果「競争型学習」(ディベート)、「協調型学習」(討論)は 2D 視線一致テレビ会議システムが最も適しており、「交流型学習」(コミュニケーションゲーム)は 2D 視線不一致テレビ会議システムが最も適しており、「協働型学習」(華道)は 3D 視線一致テレビ会議システムが最も適したものとなった。

キーワード：視線一致、テレビ会議システム、遠隔教育、対話型学習、学習効果測定、女子教育

1. はじめに

近年、高校大学双方ともアクティブラーニングにおける学習活動が推奨されている。アクティブラーニングとは学習者が主体となる学習方法で、本研究では、特に遠隔環境における対話型学習を中心に、高大連携授業をデザインする。また、学習内容は、女子高校と女子大学が連携することから女子教育の特徴を生かした内容を検討した。

近年、高大連携授業の事例が多く上げられるようになった。しかし、継続的に実施することは、物理的距離が近い高校と大学間に限られていることがほとんどである。本研究では、物理的距離を克服できるテレビ会議システムにおける双方向遠隔授業環境を活用した。

また、現行のテレビ会議システムは対話する双方の視線が一致しないことから不自然な対話環境であり、対話型学習の実現は困難である。よって、本研究では視線一致を可能とするテレビ会議システムを用いて遠隔による対話型学習環境を実現した。

なお、先行研究⁽¹⁾では、視線一致型テレビ会議システムを用いた遠隔学習環境による教育ディベートにおいて、直接対面して議論することへの遠慮が軽減され、対面時よりも、むしろ視線が一致する遠隔環境の方が効果的であることが明らかにされている。よって、本研究における異校種異年齢による対話型学習においても予想される遠慮が、視線が一致する

遠隔環境では和らぎ対話型学習の効果が向上するのではないかと考えた。

他方、現行のテレビ会議システムは全て 2 次元平面画像(以降 2D と称す)で、動作や所作の伝達など空間を必要とする場合には不向きである。よって、一定の空間を表現でき、かつ視線一致が可能な、裸眼立体映像(以降 3D と称す)による映像通信を行う。

以上により、本研究では女子教育の特徴を生かした異校種異年齢が混在する高大連携授業において、3D 提示が可能で視線が一致した双方向遠隔学習環境による多様な対話型学習を試行し、向き不向きな学習などを個々に検証し明らかにすることを目的とする。

2. 裸眼 3D 視線一致型テレビ会議システム

本研究では、3D 眼鏡が不要な 3D 映像と 2D 映像に適宜切り替えが可能となる、裸眼 3D 視線一致型テレビ会議システムを用いて遠隔教育に関連する実験を行った。従来までの視線が合わないテレビ会議システムは液晶モニターとカメラが離れた位置に取り付けられているため通信者の視線が一致せず不自然な環境になっていた。そのため下記の条件(1)~(4)を満たさぬ不自然な環境であった⁽¹⁾。

(1)撮られる意識の軽減：カメラが見えないことにより撮影されていることを意識しない環境

(2)視線一致環境：アイコンタクトが可能で表情が

理解できる対話環境

(3)ゲイズアウェアネス環境：相手の視線がどこを見ているかを認識できる対話環境

(4)空間認知環境：多人数の空間配置や、立体動作の理解が可能な環境

谷田貝ら⁽²⁾はすでに眼鏡が不要な 3D 映像で、遠隔によって対峙するお互いが視線を合わせることでできるテレビ会議システムを開発している。図 1 に本研究で利用する裸眼 3D 視線一致型テレビ会議システムを示す。

図 1 のシステムは先行研究⁽¹⁾において使用されているものと同一である。

3. 研究方法について

本研究では、蒲田女子高等学校と共立女子大学文芸学部において、遠隔環境で表 1 に示す対話型学習を実施する。学校間の特性として、女子高と女子大であることから、授業として取り入れられている華道や幼児教育などの学習内容についても盛り込んだ。

また表 1 に関して本研究で今回行った実験は「競争型学習」の中から討論(ディベート)、「協調型学習」の中から討論、「協働型学習」の中から伝統文化における華道、「交流型学習」の中から自由会話とコミュニケーションゲーム(山手線ゲーム・しりとり)である。今回この学習を選択したのは先行研究の追認実験の意を含め、女子どうし・異年齢間であっても同じ結果を得られるかを確認するために討論(ディベート)・討論・自由会話とコミュニケーションゲームを行った

学習環境は、裸眼 3D 視線一致型テレビ会議システムと 2D 視線一致型テレビ会議システムを使用し、多様な高大連携遠隔対話型学習を実施し、その効果を質問紙調査(学習者の主観評価)により取得し、多変量解析手法により比較分析する。備考として高校側は校則により携帯電話・スマートフォンの使用が禁止されているため紙媒体でのアンケート、大学側はオンライン上で同一質問項目によるアンケートを行った。被験者は一回の実験につき高校側 3 名・大学側 3 名の計 6 名で、被験者数はのべ 376 名である。

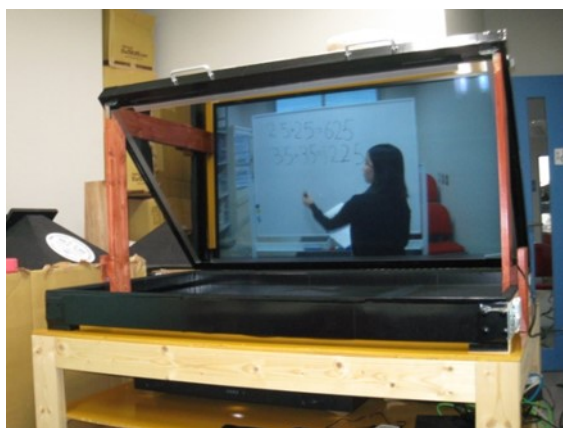


図 1 裸眼 3D 視線一致型テレビ会議システム

表 1 対話型学習内容

競争型学習	討論(ディベート)【本研究にて実施】 高大対抗または高大混成チームで、教育ディベート ⁽³⁾ を行う。
	競争課題 高大対抗または高大混成チームで、競争課題解答や競争フェルミ推定の競技を行う。
協調型学習	討論【本研究にて実施】 高大共通テーマに関しディスカッションする。
	調べ学習 高大混成チームにより、特定課題に対する協議・調査・発表を行う。
	課題研究 高大混成チームを結成し、共同研究と発表を行う。
協働型学習	伝統文化【本研究にて実施】 華道や茶道などの伝統文化に関する協働活動。
	制作 絵本、人形劇、手芸、調理などの協働制作。
交流型学習	自由会話【本研究にて実施】 自己紹介やお互いを知るために自由に会話する。
	コミュニケーションゲーム【本研究にて実施】 言葉遊びや対話ゲームなど行い懇親を深める。

実験実施場所は高校側が蒲田女子高校・進路指導室(8月7日～8月8日、9月21日～10月26日)で行い、大学側が共立女子大学・研修センター軽井沢寮(8月7日～8月8日)と共立女子大学・谷田貝研究室(9月21日～10月26日)で行った。

表 1 より、本研究では対話型学習を 4 つに区分し、同一区分内および異区分間において、学習者の主観・客観評価の違いを明らかにし、裸眼 3D 視線一致型テレビ会議システムを利用した遠隔学習環境の向き不向きを明らかにする。

3-1. 競争型学習について

競争型学習の実験では高校・大学対抗で以下 a. b. c の 3 つのテーマで 10 分間の教育ディベートを行った。なお下記のテーマはディベート甲子園⁽⁸⁾を参考にし、高校生にとっても大学生にとっても話しやすく身近に起こりうるであろう情報教育に関するテーマを選択した。賛成派、反対派においては直前まで知らせず開始とともに通達をした。

- ネット上で知り合った人物と会うのは賛成か反対か
- ネット上の情報は信頼できるか否か
- 中学生以下にケータイを持たせることに賛成か反対か

【ディベートの流れ】

1. 高校側から1人ずつ賛成意見を述べる
2. 大学側の反対意見を1人ずつ述べる
3. 双方の意見が出そろったところで反論を重ねる
4. 残り一分の段階で多数決を取りより多い意見のほうを勝ちとする

3-2. 協調型学習について

協調型学習においては討論を行い、高校チーム・大学チーム双方の意見を10分間討論してもらった。なお今回のテーマはこの後行う華道実験に関連を持たせるため、花に関するテーマを設定し以下 a. b. c. について表2のように実施した。

- a. どんな時に花を買いたいか
- b. 花をどんなところに飾りたいか
- c. 花を貰ってうれしいか

なお、次の点に留意し実施した。1人ずつ意見が出せる人から発言をする形式とした。遠隔でタイムラグの発生が多少あるため、発言者は手を挙げてから発言する。a. どんな時に花を買いたいか、b. 花をもらってうれしいかに関しては花のみでは10分の会話が困難な為、花モチーフのアクセサリ等花に関する小物についても話し合った。また、c. 花をもらってうれしいかにおいても、誰にどんな状態で貰うかについても話しあった。

3-3. 協働型学習について

協働型学習においては、学校教育上、女子教育特有である華道を行った。今回は高校側に花を活けてもらい、大学側に向けて「花材の名称の説明」「なぜそのような形(構成)にしたのか」「活けてみた感想」などを説明してもらった。また大学側からは各説明についての質問をしてもらい、ディスカッション形式で10分間実験を行った。9チームともに花材は共通で雪柳・ガーベラ・スターチスの3種類を使用した。この実験では、対話のしやすさはもちろんのこと画面越しでも花の色や形、華道では重要になってくる葉の裏と表、作品の構成が立体的に認識できる事も重要な確認事項となる。

今回の協働型学習で行った華道は筆者が所有する資格の流派が池坊であり、蒲田女子高校の授業で行われている華道授業の流派が池坊のため、池坊の形式を取り実験を進めた。学習者の中には全く華道をやったことのない被験者も含まれているため、事前に6パターンの構成(求心体3構成・遠心体3構成)をホワイトボードに提示し、その中からチームで話し合い選択してもらった。また、この構成6パターンの作成と花材の選択には池坊文和会支部 近藤聡光氏にご助力いただいた。

3-4. 交流型学習について

交流型学習においては学習者間におけるコミュニケーションゲームと自由会話を主とし、以下の表2に示す内容を各5分間実施した。またこの学習はア

イスブレイクの役割のために、競争型学習と協調型学習の間に行った。

表2 実施コミュニケーションゲーム一覧

山 手 線 ゲ ー ム	お題としてテーマを一つ提示し、そのお題に沿った単語を一人ずつ順に解答していくゲームである。単語が重複したり5秒以上止まったりしてしまった場合はテーマを変える。この時テーマは徐々に難しくしていく。使用したテーマは、果物・動物・植物・国名・都道府県・歴史上の人物。
フ リ ー ト ー ク	被験者内で好きな内容を話し合ってもらった。本研究で一番多かった話題は「大学はどのような場所でどのような内容な勉強をするところなのか(高校側質問)」、「入試に向けてどのような勉強をしていたのか(高校側質問)」、「どのような部活に所属しているのか(大学側質問)」であった。形式はどちらかの質問に対し順に解答していく形式であった。
し り と り	はじめの人が言った物の名の語尾の一音を、次の者が頭字として別の物の名を言いこれを順につづけてゆく遊戯。「いす・すずめ・めじろ…」など(広辞苑から引用)。本研究では、最終文字が「ん」である単語と解答単語が重複した場合その回答者の所属チームの負けポイントを加算した。スピーカーによっては単語語尾が曖昧で違う単語に聞こえたり聞き取りにくかったりする場合があるので一音一音をゆっくりと発音することを心掛ける。

4. 分析及び結果

4-1. 高校・大学間遠隔交流実験アンケートの因子分析

事後アンケートによる学習者の主観評価を取得し、その結果をもとに因子分析を行った。遠隔交流学習における質問紙(46項目5段階評定尺度)の自由記述11項目を除外した35項に対して、SPSSで最尤法・プロマックス回転(斜交回転)を用いて、固有値が1以下になることを基準とし因子分析を行った。その結果5因子を抽出した。表3に示す。各因子ごとの項目を判断しそれぞれの因子を第一因子「満足感」、第二因子「疲労・違和感」、第三因子「動作・視線伝達」、第四因子「立体感」、第五因子「継続欲求」と命名した。また5因子抽出後の不荷量平方和の累積率は53.849%であった。得られた結果より因子を構成する各項目の内、因子負荷量が0.5以上のものを因子代表値と定めた。

4-2. 各学習と環境における重回帰分析

高校・大学間遠隔交流アンケートにおいて、視線一致がどの学習において有効か各学習・各環境ごとに重回帰分析を行う。従属変数を第一因子「満足感」、独立変数を第二因子「疲労・違和感」、第三因子「動作・視線伝達」、第四因子「立体感」、第五因

表 3 高校・大学間遠隔交流アンケート因子分析

	I	II	III	IV	V
10_今回の交流は気軽に話すことができた	.873	-.055	-.176	0.146	-.006
9_今回の交流では自分は参加していると感じた	.792	.066	.068	-.050	-.071
13_発言しやすかった	.771	-.078	-.049	.136	-.013
1_今回の交流は楽しめた	.739	.029	.082	-.117	.084
4_今回の交流の内容を理解できた	.675	.039	.057	.035	.037
34_今回の交流に積極的に参加することができた	.648	.006	.165	-.040	.015
3_今回の交流はコミュニケーションはうまくいった	.621	.024	.167	-.016	.076
7_今回の交流は親近感を感じた	.563	.057	.038	.075	.103
25_今回の交流のポイントが理解できた	.527	.098	.223	.064	.150
2_今回の交流は緊張した	-.449	.207	.204	-.008	.318
12_自分の考えなどを伝えられた	.272	-.090	.096	.026	-.156
32_今回の交流は全身に疲労感を感じた	.068	.848	.080	.006	-.129
20_今回の交流は目が疲れた	-.019	.833	.036	-.018	.049
35_今回の交流では目に痛みを感じた	.040	.826	.149	.031	-.031
5_今回の交流では目に違和感を感じた	-.001	.719	-.089	.053	-.007
8_今回の交流は疲れた	.001	.690	-.143	.024	-.060
29_今回の交流は相手との視線に違和感を感じた	.118	.684	-.124	-.102	-.028
21_交流相手に違和感を感じた	-.016	.554	-.071	.036	-.047
27_相手のしぐさなど動きが見えにくかった	.089	.451	-.309	-.028	.185
6_今回の交流は退屈だった	-.275	.377	-.081	.118	-.064
26_今回の交流は疎外感を感じた	-.350	.353	.217	-.062	.117
33_相手の身振り手振りが伝わった	.223	.063	.737	-.103	-.077
24_発言をしている時、聴いている人たちがどこを見ているのかよくわかった	.100	-.004	.727	.060	-.057
28_相手から見られていると感じた	-.087	.031	.693	.110	.086
16_相手と視線があった	-.126	-.149	.693	.140	.090
17_話している相手が自分を見たと思う	.055	-.025	.682	.104	.010
18_表情がよくわかった	.181	-.089	.661	.001	-.140
23_発言をしている時、聞いている人の状態を把握できた	.324	-.006	.567	-.048	-.022
30_今回の交流は相手の発言を集中して聞いた	.438	-.009	.457	-.176	.062
11_見ている相手に立体感を感じた	.051	-.019	.025	.809	-.088
15_臨場感を感じた	.115	.027	.100	.571	.125
22_相手との距離感がつかめた	.062	-.040	.264	.490	.003
19_見ている相手に奥行を感じた	-.131	.134	.363	.421	.010
14_今後も交流を続けたい	.313	-.059	-.233	-.007	.783
31_今後、交流をするなら今日の形態がよい	.023	-.068	.146	.000	.707
因子間相関	満足感	疲労 違和感	動作 視線伝達	立体感	継続欲求
満足感	-	-.499	.567	.231	.519
疲労・違和感		-	-.206	.052	-.304
動作・視線伝達			-	.531	.476
立体感				-	.291
継続欲求					-

子「継続欲求」とし、強制投入法で重回帰分析を行った結果(標準偏回帰係数 = β ・非標準化係数 = B)を表 4~8 に示す。

4-2-1.ディベート学習「満足感」の各環境別比較

表 4 2D 視線不一致においては、「満足感」因子に対し、有意で高い規定力があつた因子は「継続欲求」(β : 0.362, $p < 0.01$)であり次いで、「疲労・違和感」(β : -0.273, $p < 0.01$)であつた。なお、「疲労・

違和感」因子のみ負の規定因となり、「満足感」を下げる要因であつた。

2D 視線一致においては、「満足感」因子に対し、有意で高い規定力があつた因子は「継続欲求」(β : 0.440, $p < 0.01$)であり次いで、「疲労・違和感」(β : -0.341, $p < 0.001$)、であつた。なお、視線一致においても「疲労・違和感」因子のみ負の規定因となり、「満足感」を下げる要因であつた。

3D 視線一致は予測式の決定係数となる R^2 が有意

ではなかったため、規定因の比較ができない。

非標準化係数でディベートの環境ごとに比較する。「疲労・違和感」では、高い規定力があつたのは2D視線一致(B: -0.329, $p < 0.05$)であり、低いものは2D視線不一致(B: -0.273, $p < 0.01$)であつた。なお、「疲労・違和感」因子のみ負の規定因となり、「満足感」を下げる要因であつた。有意ではなかつたが「動作・視線伝達」においては、高いのは2D視線不一致(B: 0.227, $p > 0.1$)、低いのが2D視線一致(B: 0.076, $p > 0.1$)であつた。有意ではなかつたが「立体感」では、高いのは2D視線一致(B: 0.081, $p > 0.1$)、低いのが2D視線不一致(B: 0.054, $p > 0.1$)であつた。「継続欲求」では、高い規定力があつたのは2D視線一致(B: 0.339, $p < 0.01$)であり、低いのは2D視線不一致(B: 0.240, $p < 0.01$)であつた。

4-2-2. 討論学習「満足感」の各環境別比較

表5より2D視線不一致においては、「満足感」因子に対し、有意で高い規定力があつた因子は「動作・視線伝達」($\beta: 0.446$, $p < 0.05$)であり次いで、「継続欲求」($\beta: -0.375$, $p < 0.001$)、その次が「疲労・違和感」($\beta: -0.283$, $p < 0.05$)であつた。

2D視線一致においては、「満足感」因子に対し、有意で高い規定力があつた因子は「動作・視線伝達」($\beta: 0.487$, $p < 0.01$)であり次いで、「疲労・違和感」($\beta: -0.334$, $p < 0.05$)その次が、「継続欲求」($\beta: 0.150$, $p < 0.01$)であつた。なお、「疲労・違和感」因子のみ

負の規定因となり、「満足感」を下げる要因であつた。

3D視線一致においては、「満足感」因子に対し、規定力があつた因子は「動作・視線伝達」($\beta: 0.787$, $p < 0.01$)だけであつた。

非標準化係数で全体の環境ごとに比較する。「疲労・違和感」では、最も高い規定力があつたのは2D視線一致(B: -0.285, $p < 0.05$)であり、次いで2D視線不一致(B: -0.243, $p < 0.05$)、最も低いのは3D視線一致(B: -0.190, $p > 0.1$)であつた。なお、「疲労・違和感」因子のみ負の規定因となり、「満足感」を下げる要因であつた。「動作・視線伝達」において、最も高い規定力があつたのは3D視線一致(B: 0.512, $p < 0.01$)であり次いで2D視線一致(B: 0.465, $p < 0.01$)、最も低いのは2D視線不一致(B: 0.338, $p < 0.05$)であつた。有意ではなかつたが「立体感」では、最も高いのは3D視線一致(B: 0.163, $p > 0.1$)であり次いで2D視線不一致(B: 0.085, $p > 0.1$)、最も低いのが2D視線一致(B: 0.010, $p > 0.1$)であつた。「継続欲求」では、最も高い規定力があつたのは2D視線不一致(B: 0.221, $p < 0.01$)であり、次いで2D視線一致(B: 0.150, $p < 0.01$)、最も低い規定因であつたのは3D視線一致(B: 0.020, $p > 0.1$)であつた。

4-2-3. コミュニケーションゲーム学習「満足感」の各環境別比較

表6より2D視線不一致においては、「満足感」因子に対し、有意で高い規定力があつた因子は「継続

表4 ディベート環境別

	ディベート-強制投入法					
	満足感					
	2D視線不一致		2D視線一致		3D視線一致	
	β	B	β	B	β	B
疲労・違和感	-.273**	(-.273**)	-.341*	(-.329*)	-.009	(-.006)
動作・視線伝達	.283	(.227)	.084	(.076)	.319	(.288)
立体感	.077	(.054)	.117	(.081)	.134	(.096)
継続欲求	.362**	(.240**)	.440**	(.339**)	.414†	(.257†)
自由度調整済みR ²	0.554***		.478***		0.279	

† 10%有意傾向, *5%有意, **1%有意, ***0.1%有意

β = 標準化係数, B = 非標準化係数

表5 討論環境別

	討論-強制投入法					
	満足感					
	2D視線不一致		2D視線一致		3D視線一致	
	β	B	β	B	β	B
疲労・違和感	-.283*	(-.243*)	-.334*	(-.285*)	-.300	(-.190)
動作・視線伝達	.446*	(.338*)	.487**	(.465**)	.787**	(.512**)
立体感	-.153	(-.085)	-.015	(-.010)	.325	(.163)
継続欲求	.375**	(.221**)	.150**	(.150**)	-.034	(-.020)
自由度調整済みR ²	.561***		.726***		.633**	

† 10%有意傾向, *5%有意, **1%有意, ***0.1%有意

β = 標準化係数, B = 非標準化係数

欲求」($\beta : 0.375, p < 0.05$)であり次いで、「疲労・違和感」($\beta : -0.321, p < 0.05$)であった。なお、「疲労・違和感」因子のみ負の規定因となり、「満足感」を下げる要因であった。

2D 視線一致においては、「満足感」因子に対し、高い規定力があつた因子は「動作・視線伝達」($\beta : 0.442, p < 0.01$)であり次いで、「継続欲求」($\beta : 0.264, p < 0.1$)であった。

3D 視線一致においては、「満足感」因子に対し、有意で高い規定力があつた因子は「動作・視線伝達」($\beta : 0.849, p < 0.05$)のみであった。

非標準化係数で全体の環境ごとに比較する。「疲労・違和感」では最も高い規定力があつたのは 2D 視線不一致($B : -0.282, p < 0.05$)であり、次いで 2D 視線一致($B : -0.216, p > 0.1$)、最も低い規定因であつたのは 3D 視線一致($B : -0.004, p > 0.1$)であった。なお、「疲労・違和感」因子のみ負の規定因となり、「満足感」を下げる要因であつた。「動作・視線伝達」

$0.339, p < 0.05$)、最も低い規定因であつたのは 2D 視線不一致($B : 0.022, p > 0.1$)であつた。有意ではなかつたが「立体感」では、最も高いのは 3D 視線一致($B : -0.171, p > 0.1$)であり次いで 2D 視線不一致($B : 0.156, p > 0.1$)、最も低いのが 2D 視線一致($B : 0.025, p > 0.1$)であつた。またこの時 3D 視線一致のみが負となり満足感を下げていた。「継続欲求」では最も高い規定力があつたのは 2D 視線不一致($B : 0.213, p < 0.05$)であり、次いで 2D 視線一致($B : 0.161, p < 0.1$)、最も低い規定因であつたのは 3D 視線一致($B : 0.152, p > 0.1$)であつた。

4-2-4. 華道学習「満足感」の各環境別比較

表 7 より 2D 視線不一致においては、「満足感」因子に対し、有意で高い規定力があつた因子は「動作・視線伝達」($\beta : 0.686, p < 0.01$)であつた。

2D 視線一致は予測式の決定係数となる R^2 が有意ではなかつたため、規定因の比較ができない。

表 6 コミュニケーションゲーム環境別

	コミュニケーションゲーム-強制投入法					
	満足感					
	2D視線不一致		2D視線一致		3D視線一致	
	β	B	β	B	β	B
疲労・違和感	-.321*	(-.282*)	.231	(-.216)	-.007	(-.004)
動作・視線伝達	.031	(.022)	.442*	(.339*)	.849*	(.619*)
立体感	.293	(.156)	.039	(.025)	-.297	(-.171)
継続欲求	.375*	(.213*)	.264 †	(.161 †)	.280	(.152)
自由度調整済み R^2	.418**		.559***		.446*	

† 10%有意傾向, *5%有意, **1%有意, ***0.1%有意

β = 標準化係数, B = 非標準化係数

表 7 華道環境別

	華道-強制投入法					
	満足感					
	2D視線不一致		2D視線一致		3D視線一致	
	β	B	β	B	β	B
疲労・違和感	-.209	(-.264)	-.457	(-.284)	.038	(.027)
動作・視線伝達	.686**	(.659**)	.482	(.397)	.776***	(.702***)
立体感	.073	(.056)	-.297	(-.221)	-.059	(-.049)
継続欲求	.097	(.072)	.358	(.198)	.005	(.004)
自由度調整済み R^2	.874***		.495		.513**	

† 10%有意傾向, *5%有意, **1%有意, ***0.1%有意

β = 標準化係数, B = 非標準化係数

において最も高い規定力があつたのは 3D 視線一致 ($B : 0.619, p < 0.05$)であり、次いで 2D 視線一致($B :$

3D 視線一致において、「満足感」因子に対し、有意で高い規定力があつた因子は「動作・視線伝達」

($\beta : 0.776, p < 0.01$)であった。

非標準化係数で 2D 視線一致をはぶく各環境ごとの比較をする。有意ではなかったが「疲労・違和感」では、高いのは 2D 視線不一致($B : 0.264, p > 0.1$)で、低いのが 3D 視線一致($B : 0.027, p > 0.1$)であった。この時 2D 視線不一致は負となり満足感を下げていた。「動作・視線伝達」において高い規定力があつたのは 3D 視線一致($B : 0.702, p < 0.001$)、低い規定因であつたのは 2D 視線一致($B : 0.397, p > 0.1$)であった。「立体感」では有意ではなかったが、高いのは 2D 視線不一致($B : 0.072, p > 0.1$)、低いのが 3D 視線一致($B : -0.049, p > 0.1$)であった。有意ではなかったが「継続欲求」では、高いのは 2D 視線不一致($B : 0.072, p > 0.1$)、低いのが 3D 視線一致($B : 0.004, p > 0.1$)であった。

5. 考察

前章の分析結果をもとに、「満足感」に対して正負の大きな規定因を示した、「継続欲求」「疲労・違和感」を中心に、各学習における各環境の向き不向きを表 9 に示す。

5-1. ディベートについて

ディベートにおいて 2D 視線一致が最も向いていると考えられる理由は、満足感に対する疲労・違和感の負の規定力が低いことから、相対的に満足感の阻害要因が最も軽減された環境である。また同環境においては、満足感に対する継続欲求の正の規定力も最も高く、高大両学習者から本学習環境が最適であることが示された。以上より、表 9 における同環境を◎と定めた。

3D 視線一致に関しては、 R^2 が有意ではなかったため、表 9 において評価不能で n.s. となったが、これはシステムの都合上満足はいく立体感を得られなかったことに起因していると考えられる。本研究において立体感は 3D 視線一致において最も高い値を示すものと予想されたが、本研究のモニターで 3D 視聴をする際にはモニターから約 5m の距離が必要なのに対し共立女子大学の環境では 1~1.5m しか距離が取れなかったため、満足に立体感を感じることができなかつたのではないかと考えられる。

5-2. 討論について

討論においては、2D 視線不一致が満足感に対する継続欲求の正の規定力が最も高く適した環境に見受けられるが、自由記述も参照すると、うまく視線が合わないことなど環境不備が指摘されていることから表 9 における評価を△と定めた。3D 視線一致において動作・視線伝達の規定力が最も高く、満足感を大きく向上すると考えられるが、同様な理由で画面の見づらさ等が自由記述にあつたため表 9 における同環境の評価は△と定めた。よって相対的に 2D 視線一致を○と定めた。

5-3. コミュニケーションゲームについて

コミュニケーションゲームにおいては、2D 視線不一致が最も満足感に対する疲労・違和感と継続欲求が高かつたため、表 9 における評価を◎と定めた。2D 視線不一致◎となつたのは、高く落ちていてコミュニケーションゲームが行えたからではないかと考えられる。また、満足感に対する疲労・違和感と継続欲求が近い値であつた 2D 視線一致は表 9 における評価を○と定めた。他方、満足感に対する継続欲求の規定力は大差がなかつたものの、疲労・違和感による満足感への規定力が極端に低かつた、3D 視線一致に関しては、表 9 における評価を△と定めた。

以上より、楽しみながら対話するコミュニケーションゲームでは、視線が一致することや、3D であることは満足感向上へあまり影響がないものと考えられる。

5-4. 華道について

華道においては、他の学習と異なり、動作が伴う活動であるので、全環境において満足感に対する規定力が最も高い因子は動作・視線伝達であつた。従つて、動作・視線伝達因子を中心に考察する。

3D 視線一致は満足感に対する動作・視線伝達因子の規定力が最も高かつた。これは立体感を感じられたことにより制作過程や作品を説明が伝わつたためと考えられる。よつて、表 9 における同環境を◎と定めた。

2D 視線不一致も、次いで満足感に対する動作・視線伝達因子の規定力が高かつた。華道では視線が合う・合わないよりも作品がどう伝わるかと、動作を伴う活動なので、空間認知が重要であつたため、本結果になつたものと考えられる。よつて、同環境を○と定めた。

2D 視線一致に関しては、 R^2 が有意ではなかったため、表 9 において評価不能で n.s. となったが、原因は不明である。

表 9 各学習における各環境の向き不向き

	2D 視線一致	2D 視線不一致	3D 視線一致
ディベート	◎	○	n.s.
討論	○	△	△
コミュニケーションゲーム	○	◎	△
華道	n.s.	○	◎

5-5. アンケート自由記述内容について

自由記述欄より、4 つの学習とも 2D 視線一致と 2D 視線不一致環境では、楽しさや新鮮さを得られるという記述が多かつた。3D 視線一致環境では、映像の違和感やシステム面に関する不満が多かつた。他方、3 つの環境ともコミュニケーションゲームに関しては「短すぎる」「もう一度やりたい」等の記述が散見された。なおこれらは高校生の意見であること

が多く、特に遠隔学習で大学生と交流を図り様々な学習を共に行うことを積極的に望んでいることがうかがえる。

またシステム面については、3D 視線一致に関して「画像が見にくい」、「ピントがぼやけている」などの記述が散見されたことから、システム上の問題点が考えられる。5-1 で述べたように 3D 視線一致の適切な視聴距離が確保できなかったことから、3D 映像の像がぼやけ、焦点が合わせにくくなったものと考えられる。また、一度違和感を感じてしまうとそればかりに目が行きがちになり、学習の妨げ等にも繋がってしてしまうのではないかと考えられる。

6. 今後の課題

今回の実験の実施に関して、高校生は学習内容が楽しいと感じられないものについては、実験に消極的になってしまうことが確認された。実験実施の所見として難しいと感じてしまうと、10 分間であっても苦痛に感じ飽きのような行動が見られた。よって、被学習者に飽きを感じさせず楽しいと感じることのできる学習コンテンツ作りが重要と考えられる。3D 視線一致は華道の実施で真価を発揮するものと期待したが、「画像が見にくい」、「ピントがぼやけている」などの記述から、システム上適切とされる画面距離 5m を確保する環境を整えなくてはならない。また、本研究では、時間的制約から、計画した 9 種すべての学習を行うことが出来なかった。よって一概に 3D 視線一致型テレビ会議システムに向いている学習は華道のみと断言できる結果ではないため、未実施の学習についても検証が必要であると考えられる。

本研究では女子校間の対話型学習に焦点を当てているが、所属研究室では、共学の他大学等との交流学习も計画されている。よって、今後は、女子教育と共学教育で差異が認められるのかについても比較検討する必要があるものと考えられる。

謝辞

本研究では、蒲田女子高校の簡野裕一郎先生をはじめとする先生方・生徒の皆さん、池坊文和会支部近藤聡光先生、白保花店様、共立女子大学の学生及び谷田貝ゼミの学生に多大なご協力をしていただきましたこと、心より御礼申し上げます。

また、本研究は平成 28 年度 科学研究費補助金 基盤研究(C)(課題番号:16K01126)の補助によるものです。

参考文献

- (1) 谷田貝雅典, 永岡慶三, 坂井滋和, 安田孝美: “視線一致型および従来型 TV システムを利用した 2 大学間遠隔交流学習” 情報文化学会誌, 18 (1), 34-41, July.2011
- (2) 谷田貝雅典, 根来民子, 永岡慶三: “裸眼 3D 視線一致型テレビ会議システムを利用した遠隔学習の効果と身体負荷について” 教育システム情報学会研究報告,

vol130, no.6, pp.69-76, March.2016.

- (3) 「2018 事例でわかる情報モラル」実教出版
- (4) 日本マイクロソフト株式会社 公式ホームページ
<https://www.microsoft.com/ja-jp/surface>
2018.12.2 最終閲覧

裸眼 3D 視線一致型テレビ会議システムを用いた 遠隔芸術系実技試験対策学習

山本実雨*¹, 永岡慶三*², 米谷雄介*³, 谷田貝雅典*¹

*1 共立女子大学文芸学部, *2 早稲田大学人間科学学術院, *3 香川大学創造工学部

Distance Learning Art-related practical exam measure using the Autostereoscopic Eye-contactable video conference system

Miu YAMAMOTO*¹, Keizo NAGAOKA*², Yusuke KOMETANI*³, Masanori
YATAGAI*¹

*1Kyoritsu Women's University, School of Arts & Letters

*2 Waseda University, Faculty of Human Sciences

*3 Kagawa University, Faculty of Engineering and Design

あらまし：本研究では、美術大学や音楽大学等の芸術系大学で課される実技試験の対策として遠隔による指導が可能か、すでに長年の実績がある芸術系学部の多様な実技試験対策指導をモデルとし、芸術系予備校に協力を仰ぎ評価実践し、学習効果測定を行い明らかにすることを目的とする。

キーワード：研究会報告，書式，執筆要領

1. はじめに

昨今、文部科学省主導のもと各大学において大学入試改革⁽¹⁾が進行し、これまでの学力筆記試験から、試験方法の多様化が進みつつある。一方、美術大学や音楽大学に代表される、芸術系学部では、筆記試験のみならず、伝統的に各専攻に応じた多様な実技試験が実施されてきた。

他方、テレビ会議システムが登場し半世紀以上がたち、現代では、同システムを介した多様な双方向遠隔教育が実践されている。特に大学入試における筆記試験対策指導においては、在宅で双方向遠隔指導⁽²⁾が受けられ、地域間格差や病気等身体的格差を緩和でき

る時代となった。しかし、現行のテレビ会議システムは、指導者と学習者の視線が合わないこと、映像が2次元であることなど、対面指導と比較し劣る環境である⁽³⁾。よって、知識を伝達する筆記試験の指導はこれまでの実績からも可能であるが、実技試験等多様な試験方法の指導は困難であると考えられる。

以上の背景より、今後予想される多様な入試方法への双方向遠隔指導に対応すべく、すでに長年の実績がある芸術系学部の多様な実技試験対策指導をモデルとし、現行のテレビ会議システムの欠点を克服した、裸眼 3D 視線一致型テレビ会議システム⁽⁴⁾を介した双方向遠隔実技試験対策指導の有効性を明らかにすることを目的とする。

2. 裸眼 3D 視線一致型テレビ会議システム

谷田貝らはすでに眼鏡が不要な 3D 映像で、遠隔で対峙するお互いが視線を合わせることができるテレビ会議システムを開発している⁽⁴⁾。本研究では、図 1 に示す裸眼 3D 視線一致型テレビ会議システム⁽⁴⁾を利用する。



図 1 裸眼 3D 視線一致型テレビ会議システム

3. 研究方法

本研究では、美術大学や音楽大学で実施されている実技試験を想定し、対面および 2 つの遠隔環境で受験指導と実際の模擬試験を行う。実施予定の受験指導内容の一部を表 1 まとめる。遠隔環境は、比較のために裸眼 3D 視線一致型テレビ会議システムを利用した環境と、現行の 2D 画像で視線が合わないテレビ会議システムを利用した 2 環境を設定する。以上の 3 環境により、同一の受験指導を実施し、主観評価として受講者より指導内容の習得度をアンケートし、客観評価として、受講した内容に関する実技試験を行う。

得られた習得度アンケートと実技試験の値を多変量解析手法により、比較分析し、実施した実技試験に対し、対面環境、視線が一致しない 2D テレビ会議システムを利用した遠隔環境、裸眼 3D 視線一致型テレビ会議システムを利用した遠隔環境のそれぞれの有効性を比較評価し、有効性を明らかにする。

4. おわりに

本研究の目的は裸眼 3D 視線一致型テレビ会議システムを介した双方向遠隔実技試験対策指導の有効性を明らかにすることであるが、有効と認められた場合、芸実系試験対策に限らず、多様な実技授業が遠隔環境で行える可能性が見いだされるため、今後、多様な実技・技能に関しても研究する価値が見出されるものと考えられる。

謝辞

本研究は平成 28 年度 科学研究費補助金 基盤研究(C)(課題番号:16K01126)の補助によるものである。

表 1 芸術系学部受験指導内の例

美術大学	<p><u>彫刻学科</u></p> <ul style="list-style-type: none"> ・素描（石膏、人物、動物、静物、構成） →素描技術および課題のとらえ方を専門家より学ぶ <p><u>絵画学科</u></p> <ul style="list-style-type: none"> ・デッサン（静物、空間） →デッサン技術および課題のとらえ方を専門家より学ぶ
音楽大学	<p><u>ピアノ科</u></p> <ul style="list-style-type: none"> ・ピアノ演奏 →課題曲の演奏を通して、専門家から指や体の使い方や表現方法を学ぶ <p><u>声楽科</u></p> <ul style="list-style-type: none"> ・歌唱 →課題曲の演奏を通して、専門家から声や体の使い方や表現方法を学ぶ

参考文献

- (1) 西岡加名恵：“大学入試改革の現状と課題—パフォーマンス評価の視点から—” 名古屋高等教育研究 第 17 号, pp.197 - 217, 2017
- (2) 久保田裕美：“大人数講義にスマートフォンを活用した双方向性授業の展望と課題（特集 モバイル等を活用したアクティブ・ラーニング）” 大学教育と情報, pp.14-16, 2017
- (3) 谷田貝雅典、永岡慶三、坂井滋和、安田孝美：“視線一致型および従来型 TV システムを利用した 2 大学間遠隔交流学习” 情報文化学会誌, 18（1）,

pp.34-41, 2011

(4) 谷田貝雅典、根来民子、永岡慶三：“裸眼 3D 視線一致型テレビ会議システムを利用した遠隔学習の効果と身体負荷について” 教育システム情報学会研究報告, vol130, no.6, pp.69-76, 2016.

視線一致型テレビ会議システムにおける遠隔面接試験の実用性について

伊藤綾*1, 永岡 慶三*2, 米谷雄介*3, 谷田貝雅典*1

*1 共立女子大学文芸学部, *2 早稲田大学人間科学学術院, *3 香川大学創造工学部

About the utility of remote oral examination in Eye-contactable Video Conferencing System

Aya ITO*1, Keizo NAGAOKA*2, Yusuke KOMETANI*3, Masanori YATAGAI*4

*1 Kyoritsu Women's University, School of Arts & Letters

*2 Waseda University, Faculty of Human Sciences

*3 Kagawa University, Faculty of Engineering and Design

あらまし：本研究では、対面環境、視線が一致しないテレビ会議システムを利用した遠隔環境、視線一致型テレビ会議システムを利用した遠隔環境の3環境について、一般的に実施されてる9つの面接試験を試行し、面接試験に関する客観評定と主観評定を取得する。得られた評定値を多変量解析手法により、比較分析し、9形式の面接試験に対し、3環境の有効性をそれぞれ評価し、遠隔面接試験の実用性を明らかにする。

キーワード：視線一致、テレビ会議システム、遠隔教育、面接試験

1. はじめに

近年、企業が人材採用にインターネットを活用することはごく一般的になっている。例えば、パソコンやスマートフォンなどを活用し、動画選考やリアルタイムによるテレビ電話選考など、文字だけでは伝わりにくい学生の人柄や熱意を、対面し面接する前にくみ取ろうという試みがなされている。例えば、採用面接においてテレビ会議システムを利用することで、これまで書類選考で絞り込んでいた海外在住の学生に対して、表情を見ながら会話する面接が可能となった⁽¹⁾。しかし、現行のテレビ会議システムは、対話者同士の視線が一致しないことから、対面し面接する場合と比べ、不自然な面接環境である。よって、本研究では、普及しつつあるテレビ会議システムによる遠隔面接の実施に際して、視線が一致しない問題点を解決した視線一致型テレビ会議システム⁽²⁾を導入し、視線が一致する双方向遠隔面接環境による多様な対話型面接を施行し、そのメリットやデメリットを検証し明らかにすることを目的とする。

2. 視線一致型テレビ会議システムについて

図1に、本研究で利用する谷田貝ら⁽²⁾の開発した視線一致型テレビ会議システムの構成を示す。本システムは、カメラの撮影光軸及びモニタ面は床に対して水

平であり、ハーフミラーはモニタ面から斜め45度に傾け設置されている。カメラの位置は、映像の中心に撮影光軸がくるようにハーフミラー裏側に設置されている。本システムは、映像の中心に対話者の顔がくると映像と撮影光軸の視差が0度に近づき、視線が良く一致するものである。

3. 研究方法について

本研究では、共立女子大学において対面環境および2つの遠隔環境をととのえ、表1に示す代表的な対話型模擬面接を実施する。2つの遠隔環境は、現行の視線が一致しないテレビ会議システムを利用する環境と、図1に示す視線一致型テレビ会議システムを利用する環境である。以上の3つの環境により、表1に示す各対話型模擬面接を実施し、先行研究⁽³⁾を参考にした試験官による面接採点（これを客観評定とする）と、先行研究⁽⁴⁾を参考にした受験者へ面接のやりやすさ

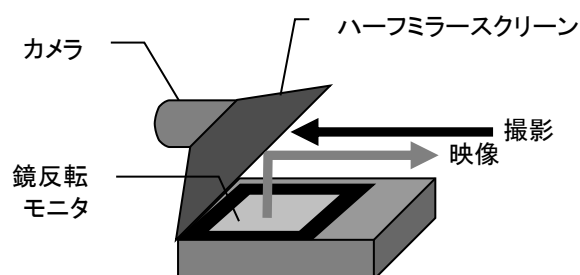


図1：視線一致型テレビ会議システムの構成⁽²⁾

表1 対話型面接試験実施内容

個人面接	<p><u>一問一答形式</u></p> <p>あらかじめ用意した同一質問を、試問し、回答を評価する。</p>
	<p><u>雑談型形式</u></p> <p>あらかじめ用意した共通話題から対話を開始し、会話のキャッチボールにより人物評価を行う。</p>
プレゼンテーション	<p><u>自己PR型</u></p> <p>試験官から試問するのではなく、受験者から自由な表現方法で自己PRを行い、その内容に対して人物評価を行う。</p>
	<p><u>テーマ事前発表型</u></p> <p>事前に設定された共通テーマに沿って、準備をした上で自分の考えを試験官に発表し、その内容に対して人物評価を行う。</p>
	<p><u>テーマ未発表型</u></p> <p>受験者にその場で共通テーマを伝え、事前準備無しで、自分の考えを試験官に発表し、その内容に対して人物評価を行う。</p>
グループ面接	<p><u>一問一答形式</u></p> <p>あらかじめ用意した同一質問を、順に試問し、回答を評価する。</p>
	<p><u>自己PR型</u></p> <p>試験官から試問するのではなく、順に指名し、受験者から自由な表現方法で自己PRを行い、その内容に対して人物評価を行う。</p>
	<p><u>ディスカッション形式</u></p> <p>あらかじめ用意した議論テーマを提示し、受験者同士でディスカッションを行い、その内容により人物評価を行う。</p>

に関するアンケート（これを主観評定とする）を実施し、面接試験に関する客観評定と主観評定を取得する。得られた客観評定と主観評定を多変量解析手法により、比較分析し、各形式の面接試験に対し、対面環境、視線が一致しないテレビ会議システムを利用した遠隔環境、視線一致型テレビ会議システムを利用した遠隔環境の有効性を評価し、その実用性を明らかにする。

4. おわりに

本研究では、共立女子大学の学生に研究協力を依頼する計画であるが、学外（他大学や高校など）との交流も複数あることから、これを通じて広く被験者を検討する。

謝 辞

本研究は平成 28 年度科学研究費補助金基盤研究(C) (課題番号:16K01126)の補助によるものである。

参 考 文 献

- (1) 高橋秀和 “会議の枠を超えるビデオ会議 製品・サービスも多様化”，日経コンピュータ，PP. 64-71, 2001
- (2) 谷田貝雅典，坂井滋和 “視線一致型及び従来型テレビ会議システムを利用した遠隔授業と対面授業の教育効果測定” 日本教育工学会論文誌，vol30, no. 6, pp. 69-76, 2006.
- (3) 今城 志保 “就職面接の評価内容整理のための概念的枠組みの提案と検討” 東京大学 博士論文，12601 甲第 29794 号，2013
- (4) “入札時のヒアリング 棒読みでなく自分の言葉で技術をアピール”，日経コンストラクション，PP. 36-40, 2011
- (5) “遠距離シューカツ、秋大がテレビで支援”，『朝日新聞』2014. 4. 18 朝刊

電子黒板を用いた授業において 「教師が見える」ことがノートテイキングに及ぼす影響

佐藤弘毅

名古屋大学国際機構国際言語センター

Effects of the Teacher's Presence in Lectures Using the Interactive Blackboard for the Learner's Note-taking

Kouki SATO

International Language Center, Nagoya University

電子黒板を用いた授業の利点の一つであると考えられる視線集中の効果について、主に「電子黒板の前または近くに教師の姿が見えること」による影響を検討する。本稿ではその中から、ノートテイキングの効果に影響する要因に着目して分析する。教師の位置として、①画面の前で電子黒板を操作、②画面の横で手元のタッチパネルを操作、③画面の後ろで手元のタッチパネルを操作、の3通りによる授業を実験的に行い、各授業後に行ったノートテイキングに関するアンケートを分析する。

<キーワード> 電子黒板 視線集中 存在感 ノートテイキング 教育メディア

1. 研究の背景

1.1 電子黒板

授業において伝統的に用いられている教育メディアである黒板は、速記性や柔軟性に富み教材を提示するための装置として最も適している、受講者がノートを取る（ノートテイキング）による学習が期待できる、受講者の視線集中が行われる等の利点がある⁽¹⁾。電子黒板（interactive blackboard）は、この機能を拡張し、PC やネットワークに接続された巨大なタッチパネルディスプレイに置き換えたものである。本研究では、装置とソフトウェアの基本的な機能として、以下の3点が備わっているものを示す。

- (1) 操作：Web ブラウザなどの各種 PC アプリケーションを板面に表示し、操作できる。これにより、画像や動画等のマルチメディアも表示できる。
- (2) 書き込み：画面上に文字や図・線を描画できる。
- (3) 保存：描画された情報を保存でき、後から再生できる。

上記の(1)および(3)は、PC に接続されたからこそ実現できる機能である。一方で、(2)のように黒板としての特徴を併せ持つため、PC ということを感じさせず⁽²⁾、

抵抗感が少なく自然に教室に導入できるものと考えられる。近年、この電子黒板は徐々にその有効性が認められ、教育現場に普及しはじめてきている⁽³⁾。

ところで、上記要件を満たす電子黒板には、装置の構成に応じていくつかの種類がある。電子黒板活用効果研究協議会⁽⁴⁾は、プラズマディスプレイまたは短焦点プロジェクタとタッチパネルが一体となった「一体型」、タッチパネル装置のついた専用の白板に前面からプロジェクタで投影する「ボード型」、プロジェクタで投影したスクリーンに専用のペン入力装置を取り付けて使う「ユニット型」の3種類を示している。清水⁽⁵⁾はこれに加えて、手元のタッチパネルディスプレイまたはタブレット PC の画面をプロジェクタで投影する「タブレット型」を示している。これは、「一体型」では板面が小さすぎて支障がある大講義室での授業や、画面を遠隔に配信する e-ラーニングでの活用が考えられる。

しかし、画面を直接指し示すことができその位置が操作や書き込みの位置である「一体型」に対し、「タブレット型」は操作の位置と表示される位置が異なるため、画面の見やすさや内容理解の面で差が出てくると考えられる。また、受講者の視線がタブレットを操作

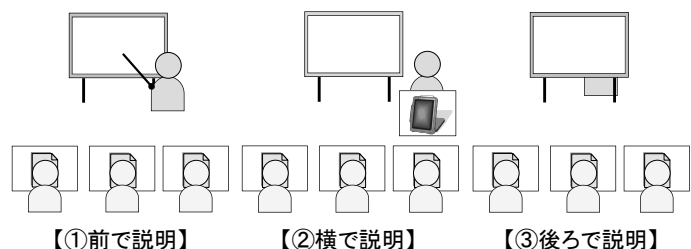


図1 実験的授業の3条件

する教師と投影画面に分かれるため、従来の黒板を用いた授業と比べると不自然な状況であることが危惧される。このような状況では、受講者が教師や他の受講者を意識することが難しい。この「他者を意識する」感覚は存在感 (social presence) として知られており、近年学習効果との関係が指摘されている⁽⁵⁾⁽⁶⁾。

1.2 「教師が見える」ことによる影響

以上の点をふまえ、先行研究⁽⁷⁾では「電子黒板の前または近くに教師の姿が見えること」による影響を調べるために、図1に示したように①「一体型」の電子黒板を用いて画面の前で教師が板書・説明する授業、②「タブレット型」の電子黒板を用いて画面の横で教師が板書・説明する授業、③「タブレット型」の電子黒板を用いて画面の後ろで受講者から教師の姿が見えない状態で板書・説明する授業の3つを実験的に行った。

各授業後に行った受講者に対するアンケートを比較した結果、総じて受講者から評価が高かったのは①の授業であり、次いで②の授業の評価が高く、③の授業の評価が最も低いという結果であった。特にこの3条件に顕著な差が見られたのは教師の存在感についての項目であり、「教師が見える」ことによる影響が大きかったことがわかった。

1.3 ノートテイキングへの影響

電子黒板を用いた授業において、受講者のノートテイキングもまた学習に効果的な活動の1つであると考えられる。これは受講者がノートやワークシート、教科書等にメモしたり下線を引いたりする行為⁽⁸⁾であり、学習効果との関係も示唆されている⁽⁹⁾。

「教師が見える」ことがノートテイキングに及ぼす影響について、前述の先行研究⁽⁷⁾では①～③の差は明

らかにならなかった。唯一「ノートは内容理解に役に立った」か聞いた項目のみ、①と②、①と③の間に有意な差が見られ、いずれも①の評価が高かった。ノートテイキング内容について分析した別の先行研究⁽¹⁰⁾⁽¹¹⁾では、①と同様「一体型」の電子黒板を用いた授業で教師が指し示した先の情報や板書した内容をノートする受講者が多く、アンケートではノートテイキングしやすかったと評価する傾向が見られた。しかし、前述の内容理解への有用性との因果関係や、教師の説明のわかりやすさや授業の満足度といった他の学習効果との関連は明らかになっていない。

2. 目的

そこで本研究では、先行研究⁽⁷⁾で行った実験的授業後のアンケートの分析をさらに進めることで、「教師が見える」ことがノートテイキングに及ぼす影響を明らかにすることを目的とする。具体的には、①～③の授業の間で評価に差が見られた「ノートが内容理解に役に立った」か聞いた項目を、ノートテイキングの効果を示す変数として着目し、以下の分析を行う。

- (1) この変数に影響を与えると考えられる項目として、実際にノートしたか、ノートは取りやすかったかの2点を取り上げ、これらとの因果関係を①～③の授業別に重回帰分析により調べる。
- (2) この変数が影響を与えると考えられる項目として、教師の説明はわかりやすかったか、実際に授業内容は理解できたか、教師の説明には満足できたかの3点を取り上げ、これらとの相関を①～③の授業別に調べる。

3. 方法

3.1 被験者

受講者は大学生27名(男11名、女16名)であった。平均年齢は19.4歳で、標準偏差は1.34であった。

3.2 実験デザイン

これらの受講者を3グループに分けて、9名ずつ実験的授業を行った。教師は実験者が担当したが、授業はあらかじめ用意していた3.4で述べる内容のシナリ

表 1 ラテン方格法による実験デザイン例

	グループ		
	1	2	3
1. A 市	①	②	③
2. C 市	②	③	①
3. D 市	③	①	②

オにしたがって進め、3 グループとも同一の内容になるように心がけた。

授業環境は、1.2 で述べた通り教師と画面の位置に応じて、①前で説明、②横で説明、③後ろで説明の 3 条件である。条件の順序や授業内容が評価に影響する危険が考えられるため、被験者のグループの間で条件の順序の入れ替えを行い、その影響を相殺するラテン方格法による実験デザインを採用した。これは、被験者のグループの間で同じ順序・内容を同じ条件で行わないように、条件の順序を入れ替えながら試行を繰り返す実験計画である。具体的なデザインの例を表 1 に示す。表の列はグループを、行は順序・内容を表す。例えば、はじめのグループで 1 回目に①前で説明をした場合、以後のグループでは 1 回目に二度と同じ条件をやらないようにする。このように配置していくと、全部で 3 条件×3 グループの試行でラテン方格が完成

する。これにより、被験者間計画、すなわち 3 条件の授業をすべて異なる被験者のグループで行った場合の、個人特性やグループダイナミクスの評価への影響も、回避できると考えた。また、授業内容による評価への影響を相殺するため、順序と内容に対応させた。すなわち、全グループが同じ内容を同じ順序で受講した。

3.3 授業環境

電子黒板は、タッチパネルに約 70 インチの SMART Technologies 製のスマートボードを用いた。上部に取り付けられた EPSON 製の短焦点プロジェクタから画面を投影する方式で、背面にノート PC が設置してあり、一体となっている。条件①の授業では、教師による板書、指示、スライド送りは全て指もしくは専用のペンによるタッチ操作で行った。条件②および③の授業では、Wacom 製の 21 インチのタッチパネルディスプレイを教師の手元に置き、同じ画面を上記の電子黒板に映した。操作は手元のタッチパネルで専用のペンを用いて行った。

説明・板書用のソフトウェアとして SMART Notebook を使用し、ソフトウェア上に説明・板書のためのスライドを用意した。

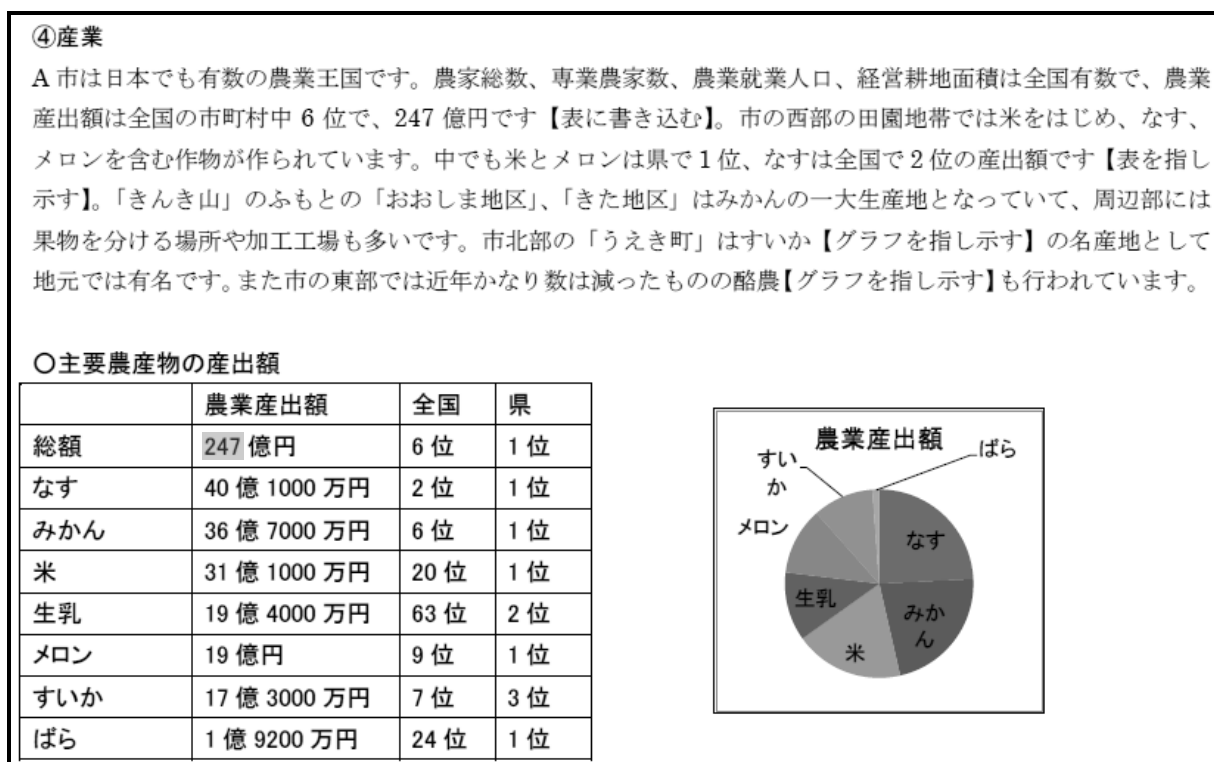


図 2 説明資料の例（抜粋）

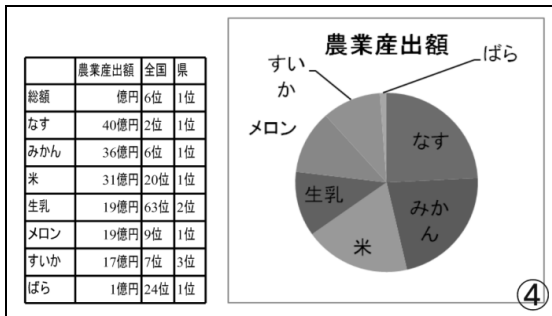


図3 スライドの例（抜粋）

3.4 授業内容と方法

授業内容は、日本に実在する市をモデルに設定された架空の市1つを、教師が受講者に紹介するものである。あらかじめ3つの市（A市、C市、D市）を説明するための資料とスライドを用意しておき、教師は資料に従って授業を行った。なお、受講者の既有知識による影響を避けるため、固有名詞等は全て架空のもの（ひらがなに統一）に変更してある。スライドの内容は全ての市で①概要、②地理、③人口、④産業、⑤その他、⑥まとめの6枚で同じ構成になっている。①には人口、面積、人口密度の情報が、②には市の地図が、③には人口の変化を示す棒グラフが、④には産業を示す表と円グラフが、⑤には説明文が、⑥には箇条書きによるまとめが含まれている。説明資料には、教師が話す台詞、板書する項目と箇所と板書例、スライドを指し示す項目と箇所の全てが記されている。スライドの②では白地図に記号と文字を書き入れる動作と指示動作、③ではグラフに線を書く動作、④では表中に文字を書き入れる動作と指示動作があり、①と⑤と⑥では特に動作はなくスライドを映して説明するのみとなっている。資料の例（スライド④説明部分の抜粋）を図2に、スライド④の例を図3に示す。資料通りに説明すると、授業時間は1回約10分となる。

3.5 実験の手続き

各授業の開始時にノート用のワークシートを配布した。ワークシートは①～⑥のスライド別にノートが取れるように区切られている白紙のものである。授業の終わりには内容に関する理解度テストを行うことを予告し、そのためにノートを取るように指示した。内容や分量は特に指定せず、ワークシートの区切りをはみ出さない限り自由とした。

授業中は教師の説明のみとし、受講者には質問を認めなかった。

授業の後には、3.6で述べる評価アンケートに回答させた。その後、2分間のノート見直し時間を設けた後、ワークシートを回収し、理解度テストを実施した。今回の研究では、アンケートのみを分析対象とする。

3.6 評価方法

各授業の終わりに、受講者に対する評価アンケートを行った。画面や板書の見やすさ、教師の存在感、内容理解、説明のわかりやすさ、ノートの取りやすさ、学習の情意面に関して、全23項目を「1. そう思わない」から「7. そう思う」の7段階で評価させた。本研究ではこのうち、以下に示すノートテイキングに関する5項目と授業全体の評価に関する3項目を用いる。なお、※印で示した項目は、肯定的な評価と否定的な評価のスケールが逆になっている項目（逆転項目）である。アンケートは項目に振られている番号順に聞いたが、以下では便宜上内容別に並び替えて示す。

(a)実際にノートしたか

16) 教師の指し示した先の情報をノートした

17) 教師が書いた文字や線、図をノートした

(b)ノートは取りやすかったか

18) 教師の説明が早くてノートが取りにくかった※

20) 全体的にノートは取りやすかった

(c)ノートは役に立ったか

19) ノートは内容理解に役に立った

(d)授業全体の評価

21) 全体的に説明はわかりやすかった

22) 全体的に内容は理解できた

23) 全体的に説明に満足している

3.7 分析方法

先行研究⁷⁾より抜粋した、上記のアンケート結果を条件①～③の授業別に集計し各項目の平均値を算出した結果が図4のグラフである。有効回答数 N=27である。なお、(18)については、「7. そう思わない」から「1. そう思う」と肯定的な回答の数値が高くなるように補正してある。全ての項目において、①教師が画面の前で説明した授業の評価が最も高く、次いで②教師が画面の横で説明した授業、③教師が画面の後ろで説

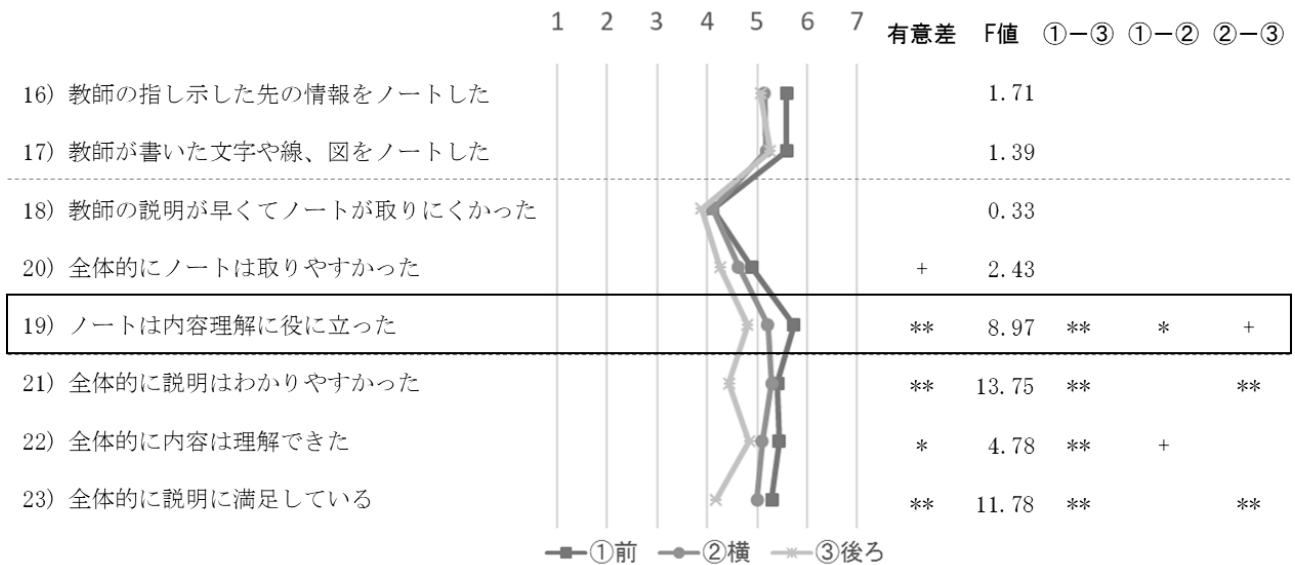


図4 アンケート結果と分散分析の結果（抜粋）

表2 授業①におけるノートテイキングに関する項目の相関

	(16)	(17)	(18)	(20)	(19)
16) 教師の指し示した先の情報をノートした	1				
17) 教師が書いた文字や線、図をノートした	.632	1			
18) 教師の説明が早くてノートが取りにくかった	.178	.300	1		
20) 全体的にノートは取りやすかった	.140	.270	.570	1	
19) ノートは内容理解に役に立った	.504	.520	.220	.235	1

表3 授業②におけるノートテイキングに関する項目の相関

	(16)	(17)	(18)	(20)	(19)
16) 教師の指し示した先の情報をノートした	1				
17) 教師が書いた文字や線、図をノートした	.542	1			
18) 教師の説明が早くてノートが取りにくかった	.104	-.104	1		
20) 全体的にノートは取りやすかった	.501	.106	.695	1	
19) ノートは内容理解に役に立った	.571	.481	.295	.579	1

表4 授業③におけるノートテイキングに関する項目の相関

	(16)	(17)	(18)	(20)	(19)
16) 教師の指し示した先の情報をノートした	1				
17) 教師が書いた文字や線、図をノートした	.584	1			
18) 教師の説明が早くてノートが取りにくかった	.320	.417	1		
20) 全体的にノートは取りやすかった	.427	.323	.658	1	
19) ノートは内容理解に役に立った	.041	.093	-.078	.267	1

明した授業の評価が最も低かったが、分散分析の結果、その間に有意な差が見られたのはノートが内容理解に

役に立ったかを聞いた項目(19)と(d)授業全体の評価に関する3項目(21)~(23)のみであった。

一方で、ノートテイキングに関する5項目の間にはいくつか有意な相関が見られた。表2~4は①~③の授業ごとに算出した項目の間の相関(r, Pearsonの積率相関係数)を示している。これらの相関関係から、(a)実際にノートしたか聞いた項目(16)と(17)、(b)ノートが取りやすかったか聞いた項目(18)と(20)を説明変数、(c)ノートは内容理解に役に立ったか聞いた項目(19)を従属変数とする因果関係モデル(図5~7を参照)を考え、①~③の授業ごとにその当てはまりを検証するために重回帰分析を行う。なお、項目(16)と(17)の間、項目(18)と(20)の間には①~③いずれの授業においても高い相関(p<.01)が見られたため、多重共線性の可能性を考慮し、これらの2変数をそれぞれまとめた平均値を説明変数として用いることにする。

最後にノートが役に立つことで授業全体の評価にどのような影響があったのか、その関連を検討するために、項目(19)と(d)授業全体の評価に関する3項目(21)~(23)の間の相関を①~③の授業ごとに調べる。

4. 結果

4.1 ノートが役に立つ要因の分析結果

重回帰分析の結果を図5~7のパス図に示す。図中のパスの上の数値は標準偏回帰係数(β)と有意水準(* p<.05, ** p<.01)を表している。従属変数の下には重決定係数(R²)とモデル全体の有意水準を示している。

教師が前で説明した授業①では、(a)ノートしたことから(c)役に立ったことへのパスのみが有意であった。(b)ノートが取りやすいことは(c)役に立つことを予測しなかった。

教師が横で説明した授業②では、(a)ノートしたことから(c)役に立ったこと、(b)ノートが取りやすいことから(c)役に立つことの両方のパスが有意であった。

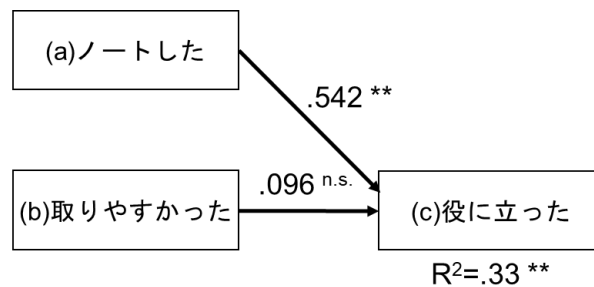


図5 授業①における重回帰分析の結果

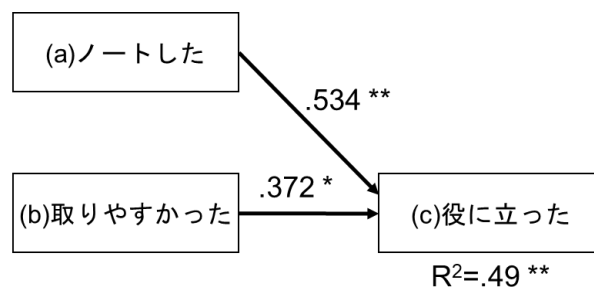


図6 授業②における重回帰分析の結果

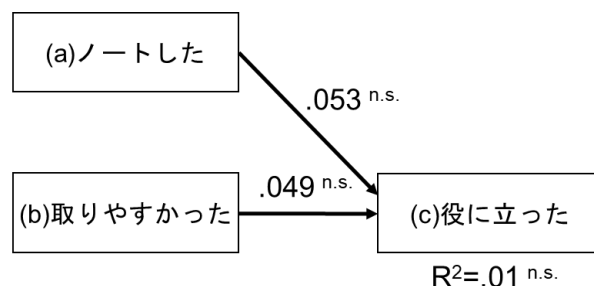


図7 授業③における重回帰分析の結果

教師が後ろで説明した授業③では、(a)ノートしたことから(c)役に立ったこと、(b)ノートが取りやすいことから(c)役に立つことのいずれのパスも有意ではなく、モデル全体も有意ではなかった。

4.2 ノートが役に立つ効果の分析結果

(c)ノートは内容理解に役に立ったか聞いた項目(19)

表5 「ノートは内容理解に役に立った」評価と授業全体の評価との間の相関

	①前で説明	②横で説明	③後ろで説明
21) 全体的に説明はわかりやすかった	.480 *	.682 **	.152 n.s.
22) 全体的に内容は理解できた	.540 **	.559 **	.512 **
23) 全体的に説明に満足している	.258 n.s.	.686 **	.346 n.s.

と、(d)授業全体の評価に関する3項目(21)～(23)の間の相関(r , Pearsonの積率相関係数)とその有意水準(* $p<.05$, ** $p<.01$)を、①～③の授業ごとに算出した結果を表5に示す。

教師が前で説明した授業①では、(21)説明のわかりやすさおよび(22)内容の理解との間に有意な相関が見られた。(23)説明の満足度との相関は見られなかった。

教師が横で説明した授業②では、(21)説明のわかりやすさ、(22)内容の理解、(23)説明の満足度のすべてと有意な相関が見られた。

教師が後ろで説明した授業③では、(22)内容の理解のみ有意な相関が見られ、他の2項目との相関は見られなかった。

5. 考察とまとめ

5.1 示唆される知見

重回帰分析の結果から、「教師が見える」ことがノートテイキングに及ぼす影響として、授業①と②では実際にノートすることによって内容理解に役に立ったという因果関係が示された。また、授業全体の評価との間の相関の分析から、このことが説明のわかりやすさや内容の理解につながっていたことも示唆された。先行研究⁷⁾の分析結果と合わせると、教師の姿が見える授業①と②では教師がノートテイキングを促すために板書した内容に意識が向きやすいため、ノートすることが内容理解に直結していたのではないかと考えられる。

また授業②では、ノートの取りやすさを実感することも内容理解に役に立つためには必要であったという因果関係が示された。また、相関の分析から、このことが説明の満足度とも関連していることが示唆された。これは、電子黒板に表示された内容を教師が直接は指し示せる授業①ではノートの取りやすさを実感させることは特に必要ないものの、教師からの視覚的な手掛かりの少ない授業②では重要になり、さらには受講者の満足感という感情面にまで関わってくるのではないかと考えられる。

一方、教師の姿が全く見えない授業③では、ノートすることやノートの取りやすさと内容理解に役に立つことは直接の因果関係は見いだせなかった。また相関

の分析からは説明のわかりやすさにもつながらないことが示唆された。授業③は教師からの視覚的な手掛かりがない大講義室や遠隔での授業を想定しており、こうした授業ではノートテイキングの効果を活かすことが難しいと示唆される。

5.2 今後の課題

まず、実際に受講者がノートした内容という客観的資料の分析を行い、本研究で得られた受講者の主観的な評価の知見と照合する作業が必要になってくる。

次に、今回分析対象としなかった画面や板書の見やすさや教師の存在感を含めた因果関係の解明を進めていきたい。例えば、教師の存在感が内容理解に与える影響について、今回の分析結果も含めた大きな因果関係モデルを作成し、共分散構造分析により妥当性を検証していくといった方法が考えられる。

また、理解度テストの結果とアンケートの結果を照らし合わせることで、実際の内容理解に与える影響についても検証していきたい。

謝辞

本研究は日本学術振興会科学研究費助成事業(挑戦的萌芽研究, 課題番号16K12555)の援助を受けています。ここに感謝の意を表します。

参考文献

- (1) 石川實:「黒板の文化史」, 白順社, 東京(1998)
- (2) 清水康隆:「電子黒板で授業が変わる」, 高陵社書店, 東京(2006)
- (3) 赤堀侃司(編):「電子黒板・デジタル教材活用事例集」, 教育開発研究所, 東京(2011)
- (4) 電子黒板活用効果研究協議会:「電子黒板活用ガイド」, 電子黒板活用効果研究協議会, 東京(2008)
- (5) Garrison, D. R. and Anderson, T.:「E-Learning in the 21st Century」, London and New York, Routledge Falmer(2003)
- (6) 佐藤弘毅, 赤堀侃司:「電子化黒板に共有された情報への視線集中が受講者の存在感および学習の情意面に与える影響」, 日本教育工学会論文誌, 第29巻, 第4号, pp.501-513(2005)
- (7) 佐藤弘毅:「電子黒板を使用した授業において「教師が

- 見える」ことによる効果に関する実験的検討”，教育システム情報学会研究報告，第 31 巻，第 6 号，pp.75-82 (2017)
- (8) 小林敬一：“共同作成の場におけるノートテイキング・ノート見直し”，教育心理学研究，第 48 巻，第 2 号，pp.154-164 (2000)
- (9) 岸俊行，塚田裕恵，野嶋栄一郎：“ノートテイキングの有無と事後テストの得点との関連分析”，日本教育工学会論文誌，第 28 巻（増刊号），pp.265-268 (2004)
- (10) 佐藤弘毅：“電子黒板のインタフェースの違いがノートテイキングに与える影響に関する分析”，教育システム情報学会研究報告，第 28 巻，第 5 号，pp.43-48 (2014)
- (11) 佐藤弘毅：“電子黒板を用いた実験的授業におけるノートテイキング内容に関する分析”，教育システム情報学会研究報告，第 29 巻，第 6 号，pp.103-110 (2015)

成人用メタ認知尺度の改善と大学初年次学生を対象とした測定

丹羽量久^{*1}, 山地弘起^{*2}, Bernick, Peter John^{*1}

^{*1} 長崎大学 ^{*2} 大学入試センター

Revising a Metacognitive Awareness Scale with a First-year University Student Sample

Kazuhiisa Niwa^{*1}, Hiroki Yamaji^{*2}, Peter Bernick John^{*1}

^{*1} Nagasaki University ^{*2} National Center for University Entrance Examinations

著者らは、Schraw & Dennison (1994) が成人向けに開発した Metacognitive Awareness Inventory (MAI)を基にして、日本の大学における学びの場面を想定したメタ認知尺度の開発に取り組んでいる。これまでは、MAIを仮訳した尺度によるメタ認知の測定データを使って検討を続けてきた。本研究では、蓄積してきた分析結果および原著者へのヒヤリング結果を踏まえ、尺度項目を改善した MAI 改訳版を作成した。この MAI 改訳版を使って大学初年次学生のメタ認知を測定し、改訳前の測定データと比較して、改善の影響を調べた。

キーワード: メタ認知, メタ認知尺度, 高等教育

1. はじめに

メタ認知とは、認知心理学において人間の高次的な能力を捉えるために提案された概念で、自分の知的な働きを一段上から理解したり調整したりすることを意味することから、自分自身の思考や学習のマネジメント能力とも言える⁽¹⁾。学習過程において、このメタ認知はきわめて重要な能力であり、ある程度領域を越えたメタ認知技能の向上は、学修成果として卒後の主体的学習を促進するためにも不可欠である。

学習場面での一般的メタ認知測度の著名なものとして、Schraw & Dennison が成人向けに開発した Metacognitive Awareness Inventory (MAI)⁽²⁾がある。この MAI は、知識面（宣言的知識・手続きの知識・条件の知識）と行動面（プランニング・情報管理方略・モニタリング・修正方略・学習評価）の 8 下位尺度、計 52 項目からなる。著者らはこの MAI について、日本の大学における授業内外の学びの場面を想定して解釈し、かつ下位尺度の分類が変わらないように注意を払って邦訳し、MAI 仮訳版⁽³⁾を作成した。そして、この尺度⁽³⁾を使って大学初年次学生のメタ認知を測定し、測定結果の分析と考察を繰り返して、日本語版の成人

用メタ認知尺度に洗練していくための基礎データを蓄積してきた⁽³⁻⁶⁾。

本研究では、MAI 仮訳版によるメタ認知の測定データの分析結果⁽³⁻⁶⁾および原著者へのヒヤリング結果を参考にして、尺度項目の改善に取り組み、MAI 改訳版を作成した。この尺度を使って長崎大学の 2018 年度初年次学生のメタ認知を測定し、これまでの研究成果と比較する等、基礎的な分析を行った。

2. 尺度項目の改善

日本の学生の学習観や学習習慣は欧米とは異なるため、原項目の英語表現をそのまま日本語に翻訳すると不自然になってしまうことがある。邦訳にあたってはその解釈に十分注意を払って熟慮を重ねたが、原項目の意図が不明瞭であったために、MAI 仮訳版⁽³⁻⁶⁾には腑に落ちない日本語表現を採用せざるを得ない項目がいくつか残った。そこで、MAI 原著者 Sperling 氏(旧姓:Dennison)に本邦訳についての協力を要請して、原項目設定の意図を確認するとともに日本語表現として許容される範囲を探った。Sperling 氏から得られた助言を反映させることにより、邦訳確度を向上させ、さ

らにじっくりくるような日本語表現となるように努めて、計 11 項目の設問表現を見直した。

一方、これまでの分析結果⁽³⁻⁶⁾から、MAI 仮訳版⁽³⁾では下位尺度「条件の知識」と「修正の方略」のメタ認知項目が不足すると考えられた。項目数を増加させると回答者の負担増となってしまうが、尺度を洗練する目的を優先させ、両下位尺度にそれぞれ 3 項目ずつ追加して、MAI 改訳版を計 58 項目で構成することとした。各項目の設問を表 1 に示す。新たに追加した項目の番号には 1b~6b のように” b” を付加して原項目と区別してある。また、設問文の末尾に付加している() 内の記号は当該項目が属する下位尺度を表しており、知識面では、DK：宣言的知識、PK：手続きの知識、CK：条件の知識、行動面では、P：プランニング、IMS：

情報管理方略、M：モニタリング、DS：修正方略、E：学習評価である。

3. MAI 改訳版によるメタ認知の測定

2018 年 8 月、第一著者が担当する初年次必修の情報基礎科目の受講生 245 名の協力を得て、紙面上の MAI 改訳版 58 項目について 6 件法（とてもよくあてはまる；だいたいあてはまる；ややあてはまる；ややあてはまらない；あまりあてはまらない；まったくあてはまらない）により自己評価した測定データを得た。この測定データの分析を進めるにあたって、学習活動との関連性に着目する計画があるため、記名式で回答させた。

表 1 MAI 改訳版の尺度と測定結果(1)

質問項目	Max /Min	M	SD	95%CI
1 自分の目標達成状況について時々振り返る (M)	6 1	4.06	1.00	3.92, 4.18
2 問題に答えるとき、答の候補をいくつか検討する (M)	6 2	4.47	0.95	4.34, 4.59
3 過去にうまくいったやり方を用いるようにしている (PK)	6 1	4.93	0.90	4.81, 5.06
4 学習しているとき、時間が足りなくならないようにペースを調整する (P)	6 1	4.01	1.12	3.85, 4.16
5 知的な活動における自分の強みと弱みが分かっている (DK)	6 1	4.27	1.04	4.13, 4.42
6 課題に取り組む前に、何を本当に学ぶ必要があるのか考えておく (P)	6 1	3.86	1.07	3.72, 4.01
7 テストが終わった時点で自分の出来具合が分かる (E)	6 1	4.37	1.07	4.23, 4.52
8 課題に取り組む前に具体的な目標を設定する (P)	6 1	4.00	1.08	3.86, 4.13
9 重要な事柄が出てきたときはペースを落とす (IMS)	6 2	4.49	1.00	4.35, 4.61
10 学習の対象として、どのような情報が最も重要なのか分かる (DK)	6 2	4.20	0.93	4.06, 4.33
1b 何か分からないことがあるときには、自分で調べる (DS)	6 1	4.60	0.97	4.46, 4.72
11 問題を解いているとき、思いつく全ての可能性を考慮したかどうか自問する (M)	6 1	3.75	1.15	3.60, 3.90
12 情報を整理するのは得意だ (DK)	6 1	3.56	1.13	3.40, 3.71
13 重要な情報には注意を向けるように意識している (IMS)	6 2	4.52	0.92	4.39, 4.65
14 自分が用いる手法は、それぞれ特定の目的をもって使っている (PK)	6 1	4.04	0.90	3.92, 4.16
15 内容について何か自分の知っていることがあると、学習はよりよく進む (CK)	6 2	4.97	0.83	4.85, 5.08
16 教員が自分に何を学んで欲しいのか、分かっている (DK)	6 1	3.91	0.94	3.77, 4.03
17 情報を記憶するのは得意だ (DK)	6 1	3.67	1.24	3.50, 3.84
18 状況に応じて学習の仕方を使い分けている (CK)	6 1	4.18	1.05	4.04, 4.32
19 課題を終えた後、もっと簡単なやり方がなかったかどうか振り返る (E)	6 2	4.05	1.07	3.90, 4.20
20 自分がうまく学べるかどうかは自分次第である (DK)	6 2	4.88	0.91	4.75, 5.00
2b 頭が混乱したときは、何か思い違いをしていないか確かめる (DS)	6 1	4.48	1.04	4.33, 4.61
21 重要な関係の理解が深まるように、時々見直したり読み直したりする (M)	6 2	4.36	1.00	4.22, 4.48

※ DK：Declarative knowledge, PK：Procedural knowledge, CK：Conditional knowledge, P：Planning, IMS：Information management strategies, M：Comprehension monitoring, DS：Debugging strategies, E：Evaluation

表 1 MAI 改訳版の尺度と測定結果(2)

質問項目	Max / Min	M	SD	95%CI
22 資料や教材に取り組む際、あらかじめ内容について問いをもっておく (P)	6 1	3.60	1.02	3.45 , 3.74
23 問題を解くとき、いくつかのやり方を考えて最適なものを選ぶ (P)	6 1	4.02	1.00	3.89 , 4.16
24 学習した後は、学んだ内容のまとめを作る (E)	6 1	3.40	1.15	3.24 , 3.56
25 何か分からないことがあるときには、誰かに手助けを求める (DS)	6 2	4.82	0.92	4.71 , 4.96
26 勉強しなければならないとき、自分自身をやる気にさせることができる (CK)	6 1	3.69	1.23	3.51 , 3.86
27 自分がどんなやり方で勉強しているのか、自分で分かっている (PK)	6 1	4.19	1.04	4.04 , 4.32
28 勉強しているとき、自分のやり方が有用なのかどうか考えている自分に気づくことがある (M)	6 1	4.16	1.01	4.03 , 4.32
29 知的な活動において、自分の強みを使って苦手な部分をカバーしている (CK)	6 1	4.03	0.93	3.91 , 4.16
30 新しい情報が出てきたとき、その意味と重要性に注意を向ける (IMS)	6 2	4.18	0.80	4.07 , 4.29
3b うまく問題が解けないときは、最初からていねいにやり直す (DS)	6 1	4.38	1.11	4.21 , 4.53
31 情報をより意味のあるものにするために、自分で考えて例をつくる (IMS)	6 1	3.73	1.05	3.58 , 3.86
32 自分がどの程度理解できているか、自分できちんと評価できる (DK)	6 1	4.03	0.99	3.88 , 4.16
33 意識しなくとも学習に役立つ方法を使っていることに、気づくことがある (PK)	6 1	3.81	1.09	3.66 , 3.95
34 自分の理解をたびたび立ち止まって確かめていることに、気づくことがある (M)	6 1	3.99	0.99	3.85 , 4.12
35 自分が用いる手法それぞれについて、最も有効に働く場面が分かっている (CK)	6 1	3.81	1.00	3.67 , 3.94
36 学習が終わった時点で、どの程度自分の目標を達成できたか自問する (E)	6 1	3.86	1.06	3.71 , 4.00
37 学習しているとき、理解を助けるために絵や図表を描く (IMS)	6 1	4.07	1.25	3.91 , 4.24
38 問題を解いた後、思いつく全ての可能性を考慮したかどうか自問する (E)	6 1	3.67	1.10	3.52 , 3.81
39 新しく出てきた事柄は、自分の言葉に置き換えるようにする (IMS)	6 1	4.33	0.92	4.20 , 4.45
40 あるやり方でうまく理解できないときは、別のやり方を使う (DS)	6 3	4.60	0.86	4.48 , 4.71
4b 学習の際に自分の目標がはっきりしていると、効率よく学習が進む (CK)	6 2	4.71	0.95	4.58 , 4.83
41 教材の見出しや構成などを学習の助けに用いる (IMS)	6 1	4.48	0.98	4.34 , 4.61
42 課題に取り組む前に指示をよく読む (P)	6 2	4.53	1.03	4.39 , 4.66
43 いま読んでいるものが、自分の知っていることと関連していないかどうか自問する (IMS)	6 2	4.23	0.99	4.10 , 4.36
44 うまく理解できないときは、自分の持っている前提を問い直す (DS)	6 1	4.08	0.93	3.95 , 4.20
45 目標をうまく達成するために、時間を計画的に使う (P)	6 1	3.78	1.21	3.61 , 3.94
46 内容に関心があるときの方が、自分の学習は深まる (CK)	6 2	5.14	0.89	5.02 , 5.26
47 勉強するときには、小さいステップに分けて取り組むようにする (IMS)	6 1	4.12	1.09	3.96 , 4.26
48 細かい内容よりも全体の意味に注意を向ける (IMS)	6 2	4.19	0.97	4.05 , 4.32
49 新しいことを学習している最中には、どの程度理解が深まっているか自問する (M)	6 1	3.98	0.98	3.84 , 4.10
50 課題が終わった時点で、最大限の学びができたかどうか自問する (E)	6 1	3.65	1.03	3.51 , 3.78
5b 自分の経験と結びつくところがあると、内容の理解はより深まる (CK)	6 1	4.89	0.94	4.76 , 5.02
51 新しく出てきた事柄がよく理解できない場合には、一旦止まって見直す (DS)	6 2	4.61	0.92	4.49 , 4.74
52 うまく理解できないときは、一旦止まって読み直す (DS)	6 2	4.73	0.88	4.60 , 4.85
6b 事前に問いをもっているときの方が、自分の学びは深まる (CK)	6 2	4.63	1.02	4.49 , 4.77

※ DK : Declarative knowledge, PK : Procedural knowledge, CK : Conditional knowledge, P : Planning,

IMS : Information management strategies, M : Comprehension monitoring, DS : Debugging strategies, E : Evaluation

本研究では、58項目すべてに有効に回答した初年次学生 204 名を分析対象とした。その内訳は、教育学部 108 名(男性 29 名, 女性 79 名), 経済学部 58 名(同 32 名と 26 名), 薬学部薬科学科 38 名(同 21 名と 17 名)である。対象者の年齢は範囲: 18 歳~21 歳, 平均値: 18.53 歳, 標準偏差: 0.65 歳である。58 項目全体の Cronbach の α 係数が 0.95 であったことから, まず合計点をみてる。各選択肢に 6(肯定)~1(否定)を割り当てると, 合計は 165~334 の範囲で図 1 に示すような分布であった。合計の平均値: 243.7, 標準偏差: 30.43, 歪度: 0.29, 平均値の 95%信頼区間: [239.5, 247.8]であった。次に, 表 1 に 58 項目それぞれの回答範囲 (Max/Min), 平均値 (M), 標準偏差 (SD), 平均値の 95%信頼区間 (95%CI) を示す。

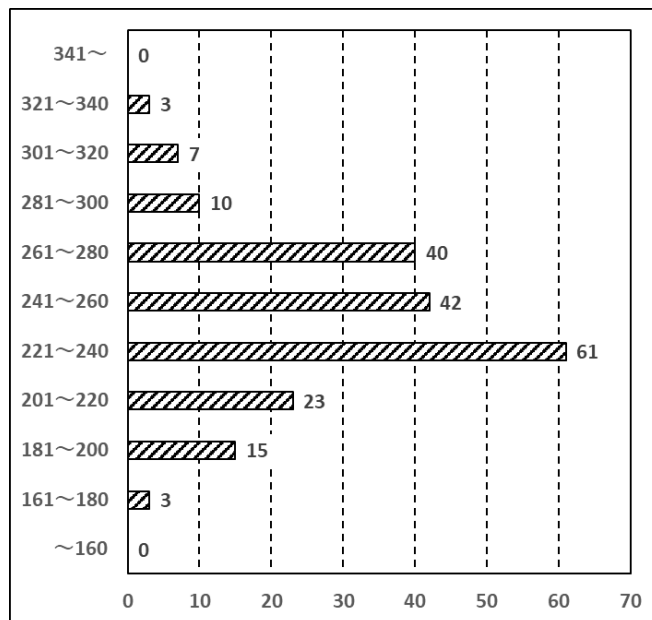


図 1 MAI 改訳版 58 項目の合計点の分布

4. 2017 年の測定結果との比較

これまでの研究成果として, MAI 仮訳版⁽³⁻⁶⁾の尺度を使って 2017 年 8 月に長崎大学の学生 253 名のメタ認知を測定した結果⁽³⁻⁶⁾がある。ここでは, 文献(3)~(6)において分析対象とした 209 名の初年次学生の測定結果を取り出して, 本研究で改善した MAI 改訳版による測定結果と比較する。その理由は, 改訳項目の影響を検討するにあたって, 共通項目での年度差を確認しておくことが必要だからである。

4.1 共通の 41 項目

ここでは, 前述の改訳 11 項目と追加 6 項目を MAI 改訳版 58 項目から除いた 41 項目を取り上げる。これら 41 項目は 2017 年と 2018 年の両測定で設問が共通しているので, 分析対象者の属性(専攻, 学年, 年齢, 性別)に着目した検討を行える。ここで, 2017 年に対象とした初年次学生 209 名の内訳は, 教育学部 97 名(男性 15 名, 女性 82 名), 経済学部 112 名(同 66 名と 46 名)である⁽³⁻⁶⁾。彼らの年齢は範囲: 18 歳~20 歳, 平均値: 18.55 歳, 標準偏差: 0.55 歳であり, 2018 年の対象者と比べると, 学年と年齢分布がほぼ同じであるため, 以下では専攻と性別に着目する。

4.1.1 測定年による合計点の比較

2017 年と 2018 年の 41 項目全体の Cronbach の α 係数はそれぞれ 0.91 と 0.93 であったことから, まず

合計点で両測定結果を比較してみる。合計点の平均値はそれぞれ 165.27 と 172.74 であり, t 検定により両者の差 7.47**が有意であることが認められた。なお, ** $p < .01$ である。

4.1.2 測定年と専攻・性別による合計点の比較

両測定年と専攻を使って対象者を分類すると五つのグループに分けることができる。これらのグループについて性別を考慮して 41 項目の合計点の分布を比較すると表 2 が得られる。表 2 には, グループ別に, 回答範囲, 平均値, 標準偏差, 平均値の 95%信頼区間を性別ごとにまとめている。

4.1.1 で確認できた 2017 年と 2018 年の測定データについて, グループと性別の効果を検討するために, 二要因分散分析を行ったところ, 表 3 が得られた。表 3 から, グループの主効果のみ有意 ($p < .01$) であり, 性別の主効果およびこれらの交互作用は有意ではないことがわかった。

表 3 合計点(41 項目)の分散分析の結果

変動要因	自由度	F 値	有意確率
グループ	4	4.768	.001
性別	1	.266	.606
グループ×性別	4	.700	.592

表 2 測定年・学部別の合計点(41 項目)

測定	専攻(グループ)	性別	人数	Max/Min	M	SD	Mの 95%CI	
							下限	上限
2018 年	経済学部(E-2018)	男性	32	207 134	164.8	19.54	158.22	171.50
		女性	26	233 131	168.3	25.1	159.00	177.80
		全体	58	233 131	166.3	22.05	160.75	172.00
	薬学部(P-2018)	男性	21	232 149	180.5	22.51	171.50	190.41
		女性	17	221 125	173.2	23.67	161.94	184.82
		全体	38	232 125	177.2	23.02	169.98	184.57
	教育学部(L-2018)	男性	29	208 134	172.6	18.17	166.11	179.55
		女性	79	232 120	175.3	20.34	171.12	179.84
		全体	108	232 120	174.6	19.73	171.10	178.57
2017 年	経済学部(E-2017)	男性	66	214 118	165.9	18.83	161.08	170.31
		女性	46	206 126	162.5	20.36	157.00	168.80
		全体	112	214 118	164.5	19.45	160.94	168.05
	教育学部(L-2017)	男性	15	194 137	167.4	18.87	158.10	177.67
		女性	82	213 113	165.9	17.33	162.01	169.63
		全体	97	213 113	166.2	17.48	162.66	169.63

表 4 測定年・専攻間の合計点(41 項目)の差

a b	P-2018	L-2018	E-2017	L-2017
E-2018	-10.89	-8.25	1.85	0.18
P-2018		2.64	12.75**	11.07*
L-2018			10.10**	8.43*
E-2017				-1.67

※ 差 : b-a, * $p < .05$, ** $p < .01$

そこで、5 グループの間でテューキー法による多重比較を行ったところ表 4 が得られた。なお、* $p < .05$, ** $p < .01$ である。

表 2 と合わせて分析すると、経済学部については測定年による差はなくいずれの年でも低め、教育学部については 2018 年の方が高く、2018 年に加わった薬学部については同年の教育学部と同程度に高いことがわかる。すなわち、2017 年に比べて 2018 年の値が高くなっているのは、教育学部と薬学部の学生が 2018 年の平均値を引き上げているためと考えられる。

4.1.3 測定年による項目ごとの比較

次に、項目ごとに 2017 年 209 名と 2018 年 204 名

の平均値を比較すると表 5 が得られる。この表 5 には質問項目、2018 年の平均値から 2017 年を減じた差 (M_a)、この差の標準誤差 (SE_a) を示している。項目ごとに検定を実施して、全体で 5%水準に収まるようにボンフェローニ補正を施した。すなわち、有意確率(両側)が 0.122% (5%を項目数 41 で除した)を下回る項目を両測定年の差が有意である項目群とした。表 5 からわかるように、項目 19 と項目 22 において両測定年の差 0.49**と 0.42**が有意であることが認められた。なお、** $p < .01$ である。

4.2 改訳した項目

本研究で改訳した 11 項目について、質問項目、項目ごとに 2018 年の平均値から 2017 年を減じた差、この差の標準誤差を表 6 に示す。ただし、ここでは改訳の効果を各項目で検討するため、有意水準にボンフェローニ補正を施さずに判定を行う。また、表 6 には、質問項目の下段[]内に改訳前の設問を記してある。なお、* $p < .05$, ** $p < .01$ である。

共通項目において 41 項目の合計点には 7.47 (1 項目あたり 0.18 程度) の伸びがあったことを鑑みると、

表 5 共通する項目の平均値(41項目)の比較

質問項目	Md	SEd
2 問題に答えるとき、答の候補をいくつか検討する (M)	0.05	0.093
3 過去にうまくいったやり方を用いるようにしている (PK)	0.19	0.089
4 学習しているとき、時間が足りなくならないようにペースを調整する (P)	0.07	0.110
5 知的な活動における自分の強みと弱みが分かっている (DK)	0.05	0.098
7 テストが終わった時点で自分の出来具合が分かる (E)	0.13	0.098
8 課題に取り組む前に具体的な目標を設定する (P)	0.25	0.106
9 重要な事柄が出てきたときはペースを落とす (IMS)	0.21	0.097
10 学習の対象として、どのような情報が最も重要なのか分かる (DK)	0.17	0.090
12 情報を整理するのは得意だ (DK)	0.31	0.109
13 重要な情報には注意を向けるように意識している (IMS)	0.17	0.085
14 自分が用いる手法は、それぞれ特定の目的をもって使っている (PK)	0.20	0.090
15 内容について何か自分の知っていることがあると、学習はよりよく進む (CK)	0.08	0.084
16 教員が自分に何を学んで欲しいのか、分かっている (DK)	0.09	0.090
17 情報を記憶するのは得意だ (DK)	0.32	0.121
18 状況に応じて学習の仕方を使い分けている (CK)	0.02	0.094
19 課題を終えた後、もっと簡単なやり方がなかったかどうか振り返る (E)	0.49**	0.108
20 自分がうまく学べるかどうかは自分次第である (DK)	0.16	0.092
22 資料や教材に取り組む際、あらかじめ内容について問いをもっておく (P)	0.42**	0.094
23 問題を解くとき、いくつかのやり方を考えて最適なものを選ぶ (P)	0.15	0.096
27 自分がどんなやり方で勉強しているのか、自分で分かっている (PK)	0.05	0.096
29 知的な活動において、自分の強みを使って苦手な部分をカバーしている (CK)	0.27	0.092
30 新しい情報が出てきたとき、その意味と重要性に注意を向ける (IMS)	0.24	0.083
31 情報をより意味のあるものにするために、自分で考えて例をつくる (IMS)	0.18	0.102
32 自分がどの程度理解できているか、自分できちんと評価できる (DK)	0.10	0.089
35 自分が用いる手法それぞれについて、最も有効に働く場面が分かっている (CK)	0.18	0.093
36 学習が終わった時点で、どの程度自分の目標を達成できたか自問する (E)	0.15	0.100
37 学習しているとき、理解を助けるために絵や図表を描く (IMS)	0.26	0.123
39 新しく出てきた事柄は、自分の言葉に置き換えるようにする (IMS)	0.23	0.097
40 あるやり方でうまく理解できないときは、別のやり方を使う (DS)	0.21	0.082
42 課題に取り組む前に指示をよく読む (P)	0.27	0.103
43 いま読んでいるものが、自分の知っていることと関連していないかどうか自問する (IMS)	0.28	0.098
44 うまく理解できないときは、自分の持っている前提を問い直す (DS)	0.28	0.096
46 内容に関心があるときの方が、自分の学習は深まる (CK)	0.14	0.090
47 勉強するときには、小さいステップに分けて取り組むようにする (IMS)	0.19	0.100
48 細かい内容よりも全体の意味に注意を向ける (IMS)	0.19	0.092
49 新しいことを学習している最中には、どの程度理解が深まっているか自問する (M)	0.20	0.093
50 課題が終わった時点で、最大限の学びができたかどうか自問する (E)	0.28	0.101
51 新しく出てきた事柄がよく理解できない場合には、一旦止まって見直す (DS)	0.13	0.091
52 うまく理解できないときは、一旦止まって読み直す (DS)	0.00	0.090

※ ** $p < .01$

表 6 改訳した項目それぞれの平均値の差

質問項目	Md	SEd
1 自分の目標達成状況について時々振り返る (M) [自分の目標達成状況について定期的に振り返る]	0.28**	0.098
6 課題に取り組む前に、何を本当に学ぶ必要があるのか考えておく (P) [課題に取り組む前に、何を本当に学ぶ必要があるのか考える]	0.05	0.107
11 問題を解いているとき、思いつく全ての可能性を考慮したかどうか自問する (M) [問題を解いているとき、全ての可能性を考慮したかどうか自問する]	0.32**	0.110
21 重要な関係の理解が深まるように、時々見直したり読み直したりする (M) [重要な関係をよく理解するために、定期的に復習する]	1.10**	0.096
24 学習した後は、学んだ内容のまとめを作る (E) [学習した後は、学んだ内容の要約を作る]	0.72**	0.112
28 勉強しているとき、自分のやり方が有用なのかどうか考えている自分に気づくことがある (M) [勉強しているとき、自分のやり方が有用なのかどうか考えている自分にふと気づくことがある]	0.01	0.097
33 意識しなくとも学習に役立つ方法を使っていることに、気づくことがある (PK) [意識しなくとも学習に役立つ方法を使っていることに、ふと気づくことがある]	0.36**	0.102
34 自分の理解をたびたび立ち止まって確かめていることに、気づくことがある (M) [時々立ち止まって自分の理解を確かめていることに、ふと気づくことがある]	0.22*	0.098
38 問題を解いた後、思いつく全ての可能性を考慮したかどうか自問する (E) [問題を解いた後、全ての可能性を考慮したかどうか自問する]	0.25*	0.107
41 教材の見出しや構成などを学習の助けに用いる (IMS) [文章を読むときには、構成や体裁を理解の助けに用いる]	0.60**	0.096
45 目標をうまく達成するために、時間を計画的に使う (P) [自分の目標を達成するために、予定をしっかりと組む]	0.04	0.119

※ * $p < .05$, ** $p < .01$

この値と対比して、改訳項目における両測定値の差、項目 21 : 1.10**, 項目 24 : 0.72**, 項目 41 : 0.60** は特に大きいとみることができる。これら項目 21, 項目 24, 項目 41 を取り上げて、改訳の背景等を述べる。

まず、差(Md)の最大値 1.10**を示した項目 21 「I periodically review to help me understand important relationships.」では、次の2点について勘案した。一つは副詞「periodically」の解釈に Sperling 氏からの助言を反映させることで、一般的な邦訳「定期的に」を頻度の程度を表す「時々」に見直した。もう一方は、設問の意図を明確にすることで、下位尺度「モニタリング」に分類される項目であることを明確に読み取れるような表現に変更した。なお、この副詞「periodically」については項目 1 の改訳にも反映させている。

次に、差(Md):0.72**を示した項目 24 「I summarize what I've learned after I finish.」では、「summarize」の邦訳を見直した。「要約」という以前の訳語では文章化が求められる印象があったため、このような差にな

ったと思われる。

最後に、差(Md) : 0.60**を示した項目 41 「I use the organizational structure of the text to help me learn.」では、「organizational structure」の仮訳版に残っていた腑に落ちない点を払拭した。Sperling 氏の解説により、「organizational structure」と表現した意図に二つの要素、すなわち、目次内容や章のタイトルなどのラベルに関するもの、および文章（議論）のマクロ構造（構成）に関するものがあつたことがわかった。これらを熟慮するとともに、誰でも学習の場面を想起できるように配慮した設問となるように全訂した。

5. 追加した 6 項目の傾向

本研究では、下位尺度「条件の知識(CK)」と「修正の方略(DS)」にそれぞれ 3 項目を追加した。表 1 の平均値に着目すると、これら 6 項目(項目 1b~項目 6b)は 1b(DS):4.60, 2b(DS):4.48, 3b(DS):4.38, 4b(CK):4.71, 5b(CK):4.89, 6b(CK):4.63 であった。

参 考 文 献

一方、残りの 52 項目（項目 1～項目 52）の 2018 年の測定結果から、平均値は 3.40～5.14 に分布していることがわかる。また、両下位尺度に分類される 11 項目それぞれの平均値は「条件の知識」が 15(CK) : 4.97, 18(CK) : 4.18, 26(CK) : 3.69, 29(CK) : 4.03, 35(CK) : 3.81, 46(CK) : 5.14 であり、「修正の方略」が 25(DS) : 4.82, 40(DS) : 4.60, 44(DS) : 4.08, 51(DS) : 4.61, 52(DS) : 4.73 であった。

以上より、追加の 6 項目はいずれも特に相対的に高い値あるいは低い値ではない。今後、因子的妥当性を確認したうえで尺度に含めることができるかどうか検討する必要がある。

6. おわりに

著者らは、Schraw らによる成人向けメタ認知尺度 Metacognitive Awareness Inventory (MAI)を基にして、日本の大学における学習場面に適用するメタ認知尺度の開発に取り組んでいる。本研究では、MAI 仮訳版による種々の検討結果および原著者の助言を参考に、必要に応じて項目を見直して MAI 改訳版に改善した。この MAI 改訳版を使って大学初年次学生のメタ認知を 2018 年 8 月に測定した。この測定データと MAI 仮訳版による 2017 年 8 月の測定データについて、設問表現が共通する 41 項目を取り上げて比較を行う等、基礎的な分析を行った。その結果、2018 年の測定結果は 2017 年よりも高く、2018 年の薬学部と教育学部の学生が引き上げていることがわかった。

今後は、今回の分析により明らかになった 2017 年と 2018 年の差あるいはグループ間の差が実際の学習活動や成績に反映されていたのか等を含め、尺度の妥当性を確認するための検討が必要である。また、測定の負担を考慮すると、できるだけ少ない項目数の尺度であることが望ましい。測定精度を維持した実用的な尺度短縮化についても検討していく予定である。

謝辞

本研究は、JSPS 科研費 JP16K01119（研究代表者：丹羽量久）の助成を受けたものである。

- (1) 三宮真智子編著：“メタ認知”，北大路書房，京都（2008）
- (2) Schraw, G. and Dennison, R. S.: "Assessing Metacognitive Awareness", *Contemporary Educational Psychology*, Vol.19, pp.460-475 (1994)
- (3) 丹羽量久，山地弘起，Bernick, P.: “成人用メタ認知に関する検討”，京都大学高等教育研究開発推進センター，第 24 回大学教育研究フォーラム発表論文集，p.202 (2018)
- (4) 丹羽量久，山地弘起，Bernick, P.: “MAI 仮訳版による大学初年次学生のメタ認知測定の試み”，教育システム情報学会第 43 回全国大会講演論文集，pp.461-462 (2018)
- (5) 丹羽量久，山地弘起：“大学初年次学生のメタ認知と学習活動 —情報基礎科目における探索的検討—”，日本生産管理学会第 48 回全国大会予稿集，pp.136-137 (2018)
- (6) 丹羽量久，山地弘起，バーニック ピーター ジョン：“成人用メタ認知尺度 Metacognitive Awareness Inventory の邦訳と活用 —大学初年次学生のメタ認知と情報基礎科目における学習活動との関係—”，情報コミュニケーション学会研究報告，Vol.15, No.3, pp.39-46 (2018)

和差算数文章題の言語・数式・空間表現の相互変換における 数量の役割付けとしての自己説明演習の設計・開発

津高七海*1, 岩井健吾*1, 稲村健太*1, 服部公祐*2, 林雄介*1, 平嶋宗*1

*1 広島大学工学研究科, *2 広島大学工学部

Design of Self-explanation Task as Role Assignment of Quantities in Process of Linguistic·Formula·Spatial Expression Mutual Conversion in Sum Difference Arithmetic Word Problem

Natsumi TSUDAKA*1, Kengo IWAI*1, Kenta INAMURA*1, Kosuke HATTORI*2,
Yusuke HAYASHI*1, Tsukasa HIRASHIMA*1

*1 Graduate School of Engineering, Hiroshima University,

*2 Faculty of Engineering, Hiroshima University

小学生が学習する和差算数文章題は、問題文・全体部分図・数式のそれぞれに相互変換可能であり、この相互変換可能であることが学習者の理解を表す指標となっているとされている。本研究ではこの相互変換に対する自己説明の実現を目指し、各表現形式における各部分に対して、三文構成モデルに基づく「数量の役割」を対応付ける活動を行わせることで、相互変換の理由づけを行わせるタスクを設計・実装し、小学校での実践的利用を通して有効性を示す。

キーワード: 算数文章題, 全体部分図, 空間表現, 数量の役割, 自己説明活動

1. はじめに

算数文章題を解くということは、問題文という言語表現から数量関係を取り出し、それを数式表現で表すことを通じて、既知の数量から未知の数量を求めることであると考えられる⁽¹⁾。しかし、子どもはしばしば問題の表層的な特徴に基づいて問題を解くために誤ってしまうということ、表層的ではなく構造的に理解することが必要であることが報告されている⁽¹⁾。そして、文章題を構造的に理解するためには、図の利用が有効であることが示されている⁽³⁾。

筆者らはこれまで、単位算数文章題に関する三文構成モデル⁽⁴⁾に基づき、和差の算数文章題における、言語表見から数式表現への変換を図的な空間表現で媒介させ、即時的に正誤フィードバックを行うソフトウェ

アを設計・開発し、タブレット上で運営してきた⁽⁵⁾⁽⁶⁾。

本研究では、これを発展させ、各表現間での変換の理由付けとして「数量の役割」を整理し、表現の変換演習の後に、変換が行えた理由の自己説明として、各表現と「数量の役割」の対応付けを行う演習環境を設計・開発した。そして、そのシステムの効果を実際の学校での実践的利用を通じて検証する。

2. 研究背景

2.1 算数文章題

算数文章題を解くということは、問題文という「言語表現」から数量関係を取り出し、それを「数式表現」で表して、未知の数量を求めることであると考えられる。

2.1.1 順思考問題と逆思考問題

二項演算の算数文章題は、大きく順思考問題と逆思考問題に分けることができる⁽⁴⁾。このことについて、具体的にどう違うのかを説明する。そのために、未知数を含む文章題に登場する数量を文章題に沿った形で関係づけられた式を、以降では”物語式”，文章題で求められている数量を求める式を”計算式”と呼ぶことにする。順思考問題とは、物語式と計算式が一致する問題であり、逆思考問題とは、それらが一致しない問題のことを言う。つまり、例として増加（ふえるといくつ）の問題では、加算を連想させるにもかかわらず、計算式が減算となるために、児童には困難であると考えられる。一般的に順思考問題に比べ、逆思考問題の方が困難であることが知られており、このことは、算数文章題の正答率からも示されている⁽⁴⁾。

2.1.2 全体部分図

算数文章題を解く際に、「言語表現」と「数式表現」の間の変換作業過程が困難であると一般的に言われている。そのため、小学校ではその変換過程を支援する方法として、テープ図や数直線等の「空間表現」を用いることによる視覚的な支援方法をとっている。

算数文章題における全体部分数量関係とは、算数文章題に現れる少なくとも3つの数量(数量1, 数量2, 数量3)が”部分(数量1) + 部分(数量2) = 全体(数量3)”という関係になることを言い、問題中に現れる数量間の関係の把握が出来ていなければ導くことは出来ない。その概念図である全体部分図と合わせると、図1のような関係を得ることができる。本研究では、空間表現として、この全体部分図を用いる。全体部分図は、全体と部分がそれぞれ大きさを持ったテープとして表されており、全体1つと部分2つの計3つのテープから成り立っている。この全体部分図を用いることで、視覚的にも全体部分関係を捉えやすく、システムにすることで全体量と部分量を操作が可能となる⁽⁶⁾。

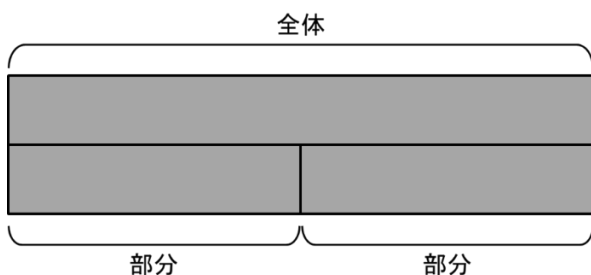


図1 全体部分スキーマの概念図(全体部分図)

3. 先行研究

3.1 単文統合型作問学習支援環境「モンサクン」

3.1.1 三文構成モデル

算数文章題には、問題のベースとなっている「物語」（問題場面）が存在し、その物語が示唆する演算によって、大きく「加算、減算、乗算、除算」の4種類の物語に分類できる。これらの二項演算の物語は、3つの数量の間に成り立つ数量関係を表したものであるため、それぞれ1つの数量を表す3つの文章に分けて考えることができるとされている。これを三文構成モデル⁽⁴⁾と呼び、二項演算の物語は、ある数量の存在を表す文（存在文）2つと、その2つの数量の関係を表す文（関係文）の3つの文（単文）で構成されることができると考えられる。単文とは、「みかん」「男の子」といった対象（オブジェクト）、「5個」「8人」といった数量、「あります」「います」といった述語によって構成される文章である。

3.1.2 「モンサクン」

算数文章題の構造的理解を深めるために、問題を解くよりも問題を作ることが有効であることが示されており、教科書などにも取り入れられているが学習者、教授者共に時間がかかり、すぐにフィードバックを返せないために十分な時間を使って実施することができていないのが現状である。このように実施が難しい作問の演習を可能にするための学習支援システムとして「モンサクン」が開発されている⁽⁸⁾。モンサクンの演習は三文構成モデルを用いたものとなっている。三文構成モデルでは、単文はオブジェクト、数量、述語から構成されているとし、さらに単文の種類をオブジェクトの存在を示す「存在文」とオブジェクトの関係を表す「関係文」に定義することで、2項演算で計算可能な算数文章題を存在文2つと関係文1つで作成可能としている。このモデルを用いて単文カードの組み合わせによる作問演習を構成している。このシステムの有効性は、小学校での授業での実践利用を通じて示されているが、このシステムで明示的に学習者が行うことは数量関係である「数式表現」から「言語表現」への変換であり、その変換の中で考えることを期待する数量関係は暗黙的に学習者の頭の中でのみ行われている。

3.2 3 表現の相互変換課題演習環境「モンサクン・テープブロック」

3.2.1 モンサクン・テープブロック

本研究では「言語表現」と「数式表現」をつなぐ数量関係を明示的に考える演習を提案する。数量関係を表すものとして、「空間表現」である「全体部分図」を導入している。これを「言語表現」と「数式表現」の間に介在する数量関係の「空間表現」として利用するタスクを定義することで、「言語表現」と「数式表現」の相互変換関係が成立することを明示的に思考することができる。さらに、この変換構造において双方向の変換作業ができるようになることが重要であると考え、その変換作業を実際に演習化したシステムが「モンサクン・テープブロック」^⑥である。このシステムは、小学校において実践的利用を行っており、プレテスト、ポストテストでの評価で児童の成績が向上したと、児童へのシステムについてのアンケートにより、有用性が示された。

3.2.2 表現変換における難しさの分析

モンサクン・テープブロックでの回答状況を分析することで「言語表現」→「空間表現」(図2)と「数式表現」→「空間表現」(図3)の演習のどちらが学習者にとって難しいのかを調査した。

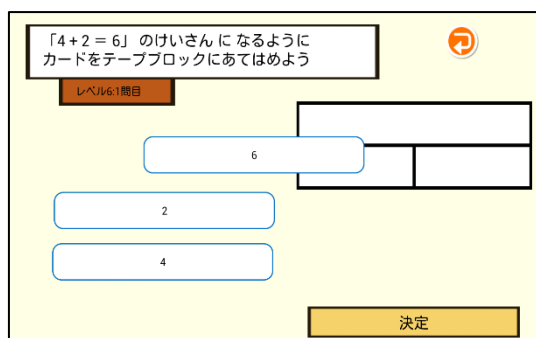


図2 「数式表現」→「空間表現」の課題

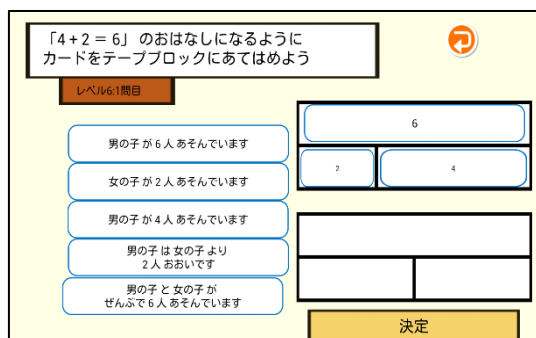


図3 「言語表現」→「空間表現」の課題

この二つの課題の正解数と不正解数を表1に示す。この結果をフィッシャーの正確確率検定で比較すると「数式表現」→「空間表現」より「言語表現」→「空間表現」が不正解の割合が多く難しいことが分かる。さらに「言語表現」→「空間表現」においてどのような間違いが多いのかを正確二項検定で調べると、表2に示すように数字の位置は合っているが、意味的に違う文を当てはめている回答が多くなっている。この結果から、なぜその単文を全体部分図に当てはめたのかということを学習者は考えられていないと考えられる。

表1 正解数の比較

数式表現→空間表現	言語表現→空間表現	p値
882	86	<.01

表2 「言語表現」→「空間表現」での誤答

数字位置はあっている	数字位置も間違っている	p値
579	41	<.01

4. 自己説明としての「数量の役割」の対応付け

4.1 自己説明活動

自己説明とは、自分自身の行った内的な活動について言語的に記述したり説明したりする行為であり、問題解決における自己説明は、学習者はあらかじめ問題を解いておき、その問題の解法を、他の学習者や教師に向かって説明することである^{⑨⑩}。

4.2 3表現に対する「数量の役割」

本研究では、学習者に理解してもらいたいこととして、「数量の役割」を定義する。例えば、「問題文(物語)」→「全体部分図」の変換について説明する。増加(ふえるといくつ)に関する物語(問題)であれば、その物語に現れる各数量に「初期量」「増加量」「結果量」といった「数量の役割」がある。そして、それは増加に関する物語の全体部分図においても同じように各部分に「初期量」「増加量」「結果量」といった役割が共通して存在する。このため、単文を全体部分図へ当てはめることができるということが出来る。このことが理解できていないと、「問題文(物語)」→「全体部分図」の変換はできないといえる。また、数式についても、物語の種類がわかれば、各数値に対してそれぞれ役割が存在するということがいえる。した

がって、この「数量の役割」を「空間表現」である「全体部分図」と「言語表現」である「問題文」、「数式表現」である「式」をそれぞれ対応づけたときに各要素に当てはめさせることによる自己説明活動のタスク化を提案する。

5. 「数量の役割」の対応付け演習

5.1 追加演習概要

5.1.1 「言語表現」 → 「数式表現」

「言語表現」である「問題文」から「数式表現」である「式」への変換は、「問題文」から作ることのできる3つの「式」を5つの「式」の中から選択する。その後その物語に合った「役割カード」を学習者に提供し、「問題文」、「式」の各要素にラベル付けさせることで実現する。その役割当てはめの様子を図4に示す。

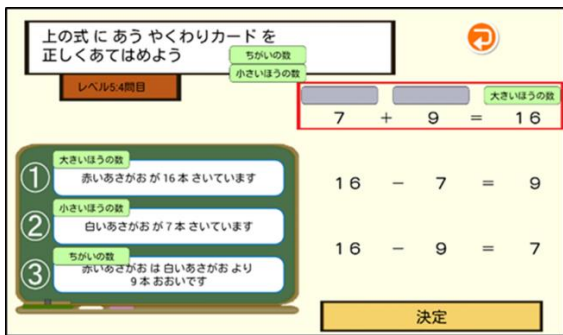


図4 「言語表現」⇔「数式表現」 役割付け演習

5.1.2 「言語表現」 → 「空間表現」

「言語表現」である「問題文」から、「空間表現」である「全体部分図」への変換は、「問題文」から「全体部分図」への当てはめを行い、その後その物語に合った「役割カード」を学習者に提供し、「全体部分図」の各要素にラベル付けさせることで実現する。その役割当てはめの様子を図5に示す。

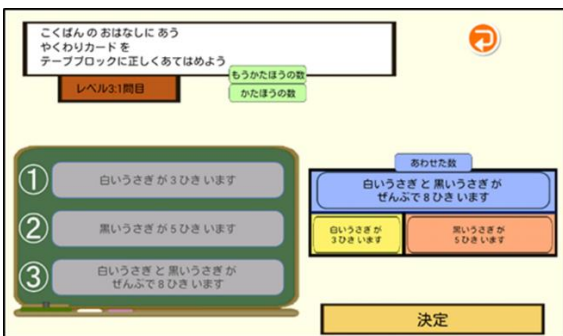


図5 「言語表現」⇔「空間表現」 役割付け演習

5.1.3 「数式表現」 → 「空間表現」

「数式表現」である「式」から「空間表現」である「全体部分図」への変換は、「式」と「物語種類」から提供された3枚の数値のみが書かれたカードを「全体部分図」へ当てはめる。その後その物語に合った「役割カード」を学習者に提供し、「全体部分図」の各要素にラベル付けさせることで実現する。その役割当てはめの様子を図6に示す。

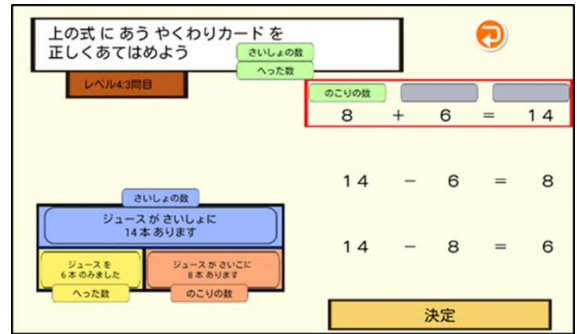


図6 「数式表現」⇔「空間表現」 役割付け演習

これらの追加した「数量の役割」を対応付けさせる変換演習は、表現変換演習が「数式表現」→「空間表現」→「言語表現」のようにになっている部分もあり、表現の変換課題が個別では存在しない表現変換も存在するが、元の「モンサクン・テープブロック」を基にして実装しているため、「言語表現」・「数式表現」・「空間表現」の3表現の表現変換に対する「数量の役割」を対応付けはすべて網羅しているといえる。また、「数量の役割」の対応付けは、変換する表現の前後両方について行うため、追加演習概要を載せていない他の表現変換に関しても、順番は異なるが同じ演習の図となる。

6. システムの実践的利用とその評価

6.1 実践的利用1

提案したタスクが学習者に利用可能であるかどうか検証するために実践的利用を行った。本実践のシステムの利用については、役割の当てはめタスクの追加されていない、元の「モンサクン・テープブロック」を行い、その後、本研究の提案タスクが実装されたシステムである「数量の役割」の対応付けが追加された「モンサクン・テープブロック」を行うという流れで行った。この実践において、本研究で設計・開発したシステムのみを用いなかったのは、担当教諭が最初から本

システムの利用を行うと、作業量が多く学習者がついていけないが、元の「モンサクン・テープブロック」の課題演習の確認という位置づけでなら本システムが利用可能であると判断したためである。

6.1.1 検証内容

実践的利用の検証内容は、以下の3つである。

- 1: システムが学習者にとって受け入れ可能なものであるか
- 2: システムの演習(数量の役割付け)が妥当なものであるか
- 3: システムの利用により学習効果が得られるか

6.1.2 構造把握テスト

プレテストとポストテストについては、構造把握テストと呼ばれる構造把握テスト⁽¹¹⁾を用いた。このテストは、物語を与えられたときに文章題が成立するかどうかを「はい」「いいえ」の2択で選択させ、その正答率と回答速度を測る課題である。物語の成立を問う課題となっているため、単純に出てくる数値に演習を行うだけでなく、どのような物語が構成されているかも考慮する必要がある。よってこのテストにおいて実践参加者は問題の成立条件、つまり問題構造について把握していなければ正確かつ早く回答することができず、学習者の文章題の持つ物語の構造の洗練度を問う課題となっている。この構造把握テストの演習例を図7に示す。したがって、プレテストとポストテストの結果から、システム利用における問題構造の理解度の上昇を図れるのではないかと考えた。

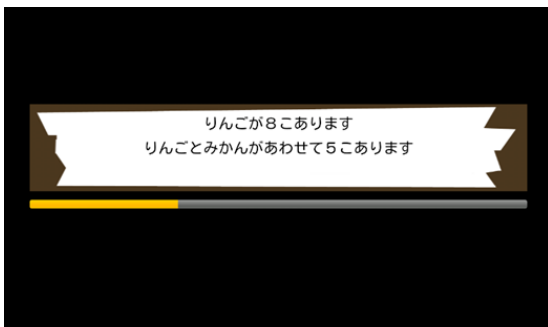


図7 構造把握テスト

6.1.3 実践概要

実践の対象者は広島市内の公立小学校3年生3クラス73名であり、1クラス4時限を2日間に分けて合計180分の実践を行った。実践の流れとしては、1日目は初めにプレテスト(構造把握テスト)を15分で行い、

その後システムの利用を75分行った。このシステムの利用は、まず元の「モンサクン・テープブロック」のレベル1~6までを使用し、解き終わった学習者から本システムのレベル1~6までを行った。2日目は、初めに小学校の先生の授業を40分で行い、その後システム利用を25分行った。このシステム利用は、まず元の「モンサクン・テープブロック」のレベル7~10までを使用し、終わった学習者から本システムのレベル7~10までを行った。その後ポストテスト(構造把握テスト)を15分、アンケートを5分という内訳で行った。用いたアンケートの内容は、図8に示す。

6.1.4 実践結果

アンケートの集計結果を図9に示す。アンケート内容の1~8は元の「モンサクン・テープブロック」について、9~11は本システムについての質問となっている。9~11の質問について未回答者が多いのは、授業のシステム利用において時間的に元の「モンサクン・テープブロック」までしか取り組むことができず、本システムまでたどり着かなかった学習者が存在しているためである。このアンケート結果より、本システムを含めた、テープブロックのシステムが好意的に受け止められているということが出来る。したがって、本システムに取り組んだ学習者にとって受け入れ可能なものであったといえる。

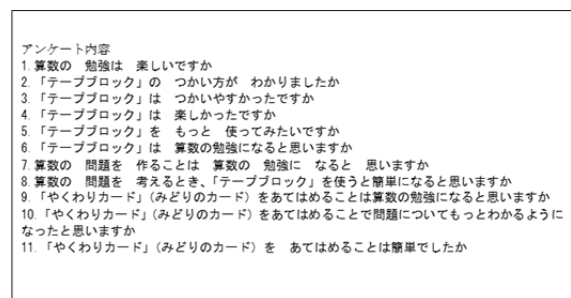


図8 実践利用1 アンケート内容

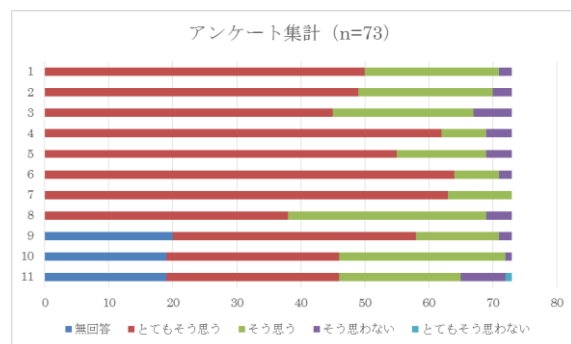


図9 実践利用1 アンケート集計結果

本システムは前述した通り、元の「モンサクン・テ

ープブロック」を行った後に利用しているため、ある程度的人数が解ききっているのはレベル2までである。そのため、レベル2においてログデータの分析を行った。レベル2の「数量の役割」の当てはめとしては、「言語表現」である「問題文」から「空間表現」である「全体部分図」への表現変換過程への自己説明タスクとなっている。したがって、「全体部分図」への単文の当てはめの正解までのステップ数の中央値で上位群と下位群に分け、その後の役割当てはめの正解までのステップ数と比較した。その結果を表3に示す。

表3 役割当てはめでのステップ数の比較

単文当てはめでの群	人数	ステップ数	p値
上位	18	1.38	0.023
下位	18	1.71	

検定方法は、Wilcoxonの順位和検定を用い、効果量小の有意な差があった。このことから、「全体部分図」への「単文」の当てはめがうまくできている学習者は、「数量の役割」の当てはめもうまくできているということが言える。したがって、「数量の役割」の当てはめができるようになれば、「全体部分図」もできるようになると考えられる。

また、プレテスト（構造把握テスト）の得点・ポストテスト（構造把握テスト）の得点・本システムのレベル2における数量の役割付けの正解までのステップ数の3つの相関についての分析を行った。ここで使用したデータは、本システムに取り組めた学習者(n=36)の中からさらにレベル2に十分に取り組むことができた(全12問中6問以上取り組んだ学習者)のものを用いている(n=28)。その結果を表4に示す。

表4 役割付け、プレ・ポストテスト相関

	役割付け	プレ	ポスト
役割付け		-0.47**	-0.19
プレ			0.39
ポスト			

その結果、数量の役割付けの正解までのステップ数とプレテスト（構造把握テスト）の得点の間のみ多重検定で有意な負の相関が現れた。プレテストの成績が高いということは構造の理解度が高いことを示しており、そのような学習者は適切に数量の役割付けができることを示している。

6.1.5 考察

アンケートや本システムのログデータ、事前事後の

構造把握テストの結果から、算数文章題の構造を理解している、テープブロックへの単文の割り当てができる学習者は数量の役割を理解していることが示唆され、本システムで提供する演習の妥当性を示すことができた。

6.2 実践的利用2

6.2.1 検証内容

前節におけるシステム利用の結果から、算数文章題の「数量の役割」を理解できている学習者は、問題構造を理解できているということがいうことができた。したがって学習者に「数量の役割」を理解させるため、本システムを用いた実践的利用を行った。前節におけるシステム利用では、本システム単体の利用が行えず、本システムを利用することができなかつた学習者も存在したため、実践的利用の検証内容として、前章と同じ以下の3つを挙げる。

- 1: システムが学習者にとって受け入れ可能なものであるか
- 2: システムの利用により学習効果が得られるか
- 3: システムの演習（数量の役割付け）が妥当なものであるか

6.2.2 構造把握テスト

本実践においてもシステムによる効果を測るために、プレテストとポストテストとして構造把握テストを実施した。

6.2.3 実践概要

実践の対象者は広島市内の公立小学校3年生3クラス95名であり、1クラス2時限、合計90分の実践を行った。実践の流れとしては、初めに担当教諭の授業を5分行い、プレテスト（構造把握テスト、物語式選択問題）を15分で行い、その後システムの利用を50分行った。その後ポストテスト（構造把握テスト、物語式選択問題）を15分、アンケートを5分という内訳で行った。用いたアンケートの内容は、表5に示す。

表5 実践利用2 アンケート内容

1. 算数の勉強は楽しいですか
2. 「テープブロック」は使いやすかったですか
3. 「テープブロック」は 楽しかったですか
4. 「テープブロック」で算数の問題を作ることは算数の勉強になると感じますか
5. 「テープブロック」で「役割カード」を当てはめることは算数の勉強に なると思いますか
6. 「役割カード」を当てはめることは簡単でしたか

6.2.4 実践結果

本実践利用のアンケート結果を図10に示す。

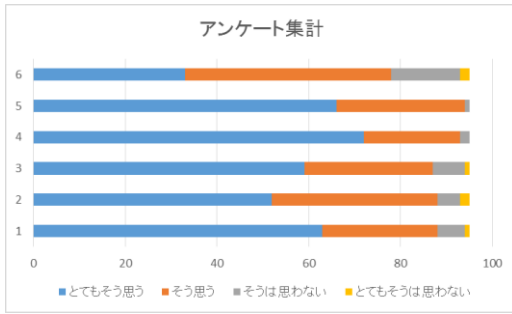


図 10 実践利用 2 アンケート集計結果

アンケートの評価は、概ね高評価であった。このことより、本システムが好意的に受け止められたといえる。したがって、本システムが学習者にとって受け入れ可能であることが示された。

プレテスト・ポストテスト（構造把握テスト）の結果を表 6 に示す。Wilcoxon の符号順位検定を行い、得点においては、多くの学習者が 13 点満点中 10 点以上と高得点を取っており、優位な差はなかった一方、時間においては、効果量小で有意な差があった。このことから、得点は変わらないが回答時間が有意に短くなっていることがわかり、本システムの利用により予測可能問題の回答をより予測することができるようになっている。したがって、本システムの利用により学習効果が得られたといえる。

表 6 構造把握テストの結果

	プレ	ポスト	p 値
点数	10.33 (2.32)	10.30 (2.16)	0.94
時間(秒)	5767.3 (3380.7)	4621.4 (2650.3)	0.00

本システムで提供する課題が妥当であるかを調べるために、構造把握テストのプレテスト・ポストテストの両方で得点も時間も良い学習者（構造を理解している学習者）とそれ以外の学習者において、本システムの課題毎の平均回答数を比較した結果を表 7 に示す。Wilcoxon の符号順位検定を行った結果、課題毎の平均回答数に有意な差が存在し、構造を理解している学習者はほとんど間違わないことが分かった。

表 7 2 群間の平均回答数の比較

群	平均回答数	p 値
理解している	4.46	0.00
それ以外	5.81	

さらに、システムの利用中の学習者の変化を調べる為に解答のログデータを分析した。対象としたのは学習者が取り組んだ最初のレベルであり、本システムを利用した学習者全員が解ききったレベルである。

このレベルの課題は全部で 12 問であり、「合併」、「増加」、「減少」、「比較」の 4 つの物語種類で 1 セットとして、3 セット分の課題を用意している。さらに各課題は 4 ステップに分かれており、ステップ 1 において数字のみが書かれた数字カードの全体部分図への当てはめを行い、ステップ 2 でその全体部分図に「数量の役割」の対応付けを行わせる。その後、ステップ 3 では単文カードのもう 1 つの全体部分図への当てはめを行い、ステップ 4 ではそのもう 1 つの全体部分図へ行く「数量の役割」の対応付けを行わせる演習となっている。

最初に、各セットでの各学習者の答え合わせ回数の平均を比較した。その結果を表 8 に示す。Holm の方法で補正して Wilcoxon の符号順位検で多重検定したところ、第 2 セットと第 3 セットで有意な差があった。このことからこのレベルの最初と終わりで答え合わせ回数が減少していることが分かる。

表 8 課題セット毎の平均解答数

課題セット	平均解答数
1	22.6
2	22.8
3	21.1

さらに、この減少に関してどのステップの変化が影響しているかを調べた。課題セット毎の各ステップの平均解答数を表 9 に示す。ステップ毎に課題セット間を多重比較したところ、ステップ 1 の課題セット 2, 3 間でのみ有意さがあった。また、課題セット毎にステップ間の多重比較としたところ、課題セット 1 では有意差は無かったが、第 2 セットでステップ 3 とそれ以外、第 3 セットでステップ 1, 4 とステップ 2, 3 間で有意さがあった。

表 9 課題セット毎ステップ別平均回答数

課題セット \ ステップ	1	2	3	4
	1	1.27557	1.46307	1.59375
2	1.21023	1.32102	1.88352	1.28977
3	1.10796	1.39773	1.67046	1.14489

6.2.5 考察

実践的利用の結果から本システムの有効性および妥当性が示された。プレテスト・ポストテスト（構造把握テスト）において回答時間が減少していること、構造を理解している学習者はそうではない学習者より解

答回数平均が少ないこと、学習者全体で課題セット間の平均解答数の差に有意傾向があること、ステップ間の平均解答数のバランスが変化していることから、「数量の役割」の対応付けによる自己説明活動がスムーズに行えていることが挙げられる。

7. まとめと今後の課題

7.1 まとめ

本研究では、3表現の対応関係をより具体的に学習者に示させる演習を追加し、その理解を深めることを目指し「言語表現」・「数式表現」・「空間表現」の3表現の相互変換課題演習環境に「数量の役割」の対応付けを行う演習を追加し、学習者に相互変換の理由を自己説明させることでその理解を深めることを目指し、そのシステムの効果を実際の学校での実践的利用を通じて検証を行い、有用性を示した。

7.2 今後の課題

前章で述べたように、学習者が、本研究において設計・開発を行ったシステムでの演習をさらに重ねていくことができれば、次はステップ3の単文カードを全体部分図に当てはめる変換活動についてより考えることができるのではないかとすることができ、ひいては本システムの演習を積み重ねることにより、算数文章題における「数量の役割」をより意識した活動が見込めるのではないかと考える。したがって、本システムの更なる実践的利用を通じてシステム利用のプロセスについて分析し、学習者の回答の変化について考えていく必要があるのではないかと考える。

参考文献

- (1) R.E. Mayer, *Thinking, problem solving, cognition*. Second ed., pp.455-489, W.H. Freeman, New York, 1992.
- (2) 栗山和広：“小学校2年生の算数文章題における意味構造の影響”，愛知教育大研究報告 pp67-72 (2009)
- (3) 宮崎 仁志,宮本 正一：“算数・数学の文章題解決における図の生成と提示の効果”，岐阜大学教育学部研究報告. 人文科学 61(2), pp. 153-162, 2013
- (4) T. Hirashima, Y. Hayashi, and S. Yamamoto, “Triplet structure, model of arithmetical word problems for

- learning by problem-posing,” Proc. HCI2014 (LNCS 8522), pp.42-50, 2014.
- (5) 山元翔, 神戸健寛, 吉田祐太, 前田一誠, 平嶋宗：“教室授業との融合を目的とした単文統合型作問学習支援システムモンサクン Touch の開発と実践利用”，電子情報通信学会論文誌 D, Vol.J96-D, No.10, pp. 2440-2451, 2013
- (6) 岩井健吾, 合田将治, 林雄介, 平嶋宗, 図的中間表現としての部分全体図を用いた和差の算数文章題演習環境の設計・開発とその試験的評価, Vol.J101-D, No.6, pp.1-11, Jun. 2018.
- (7) 清野佳子：加法・減法の意味理解を深める図的表現の指導, 新潟大学教育学部数学教室, 「数学教育研究」, 第44巻, 第2号, 36-43, 2009
- (8) 山元翔, 神戸健寛, 吉田祐太, 前田一誠, 平嶋宗：“教室授業との融合を目的とした単文統合型作問学習支援システムモンサクン Touch の開発と実践利用”，電子情報通信学会論文誌 D, Vol.J96-D, No.10, pp. 2440-2451, 2013
- (9) 伊藤貴昭：“自己説明効果の理論と実践”，慶應義塾大学大学院社会学研究科紀要 (59), pp. 36 (2004)
- (10) 金西計英, 矢野米雄：“説明洗練による自己説明を用いた地理の知的学習環境の構築”，電子情報通信学会論文誌 A, 基礎・境界 J79-A(2), pp. 227-240 (1996)
- (11) 神戸健寛, 山元翔, 吉田祐太, 林雄介, 平嶋宗：単文統合型作問学習支援システムの利用効果の問題構造把握の観点からの評価, 電子情報通信学会論文誌 D, J98-D No.1, pp.153-162(2015.1)

代数文章題立式の概念構造操作としての タスク化と支援システムの設計開発および実践運用

吉村 穰^{*1}, 犬丸 拓磨^{*2}, 青谷 章弘^{*3}, 林 雄介^{*1}, 平嶋 宗^{*1}

広島大学大学院工学研究科^{*1} 広島大学工学部^{*2} 広島大学附属東雲中学校³

System Design and Development and Practical Use of Making Tasks and Support for Formulation of Equations for Algebra Word Problems

Minoru YOSHIMURA^{*1}, Takuma INUMARU^{*2}, Akihiro AOTANI^{*3}, Yusuke HAYASHI^{*1},
Tsukasa HIRASHIMA^{*1}

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

^{*2} Faculty of Engineering, Hiroshima University

^{*3} Hiroshima University affiliated Shinonome Junior High School

算数文章題を対象とした問題構造の外化支援として三角ブロックモデルの提案とそのモデルに基づいた三角ブロック構造組立演習システム（三角ブロックシステム）の開発がすでに行われており、小学校での実践的利用を通してその有効性が確認されている。しかしながら、従来の三角ブロックシステムでは、代数を用いて解く問題を取り扱っていなかった。代数の文章題指導においては、わからない数を x とおいて考えるというような手続き的な指導よりも、読み替えの段階に力点を置く指導が必要とされている。そこで本研究では、代数文章題における立式支援を目標に三角ブロックシステムを代数文章題への適用を行い、中学校での実践的利用を行った。そこから得られた課題より「中間数量推定演習」と「式の組み換え演習」といった演習の設計・開発を行った。またこれらを加えたシステムも中学校での実践的利用を行い、その結果について分析したので報告する。

キーワード：代数文章題，三角ブロックモデル，方程式立式支援，中間数量概念，式の組み換え

1 はじめに

中学校の代数文章題において、方程式を代数的に処理して解を導くことができるにも関わらず、文章題から方程式を立てる過程で躓く学習者が多くいる。この文章題から方程式を立てる段階を支援する方法として、言語的表現を数量関係の表現に変換するための中間表現の可視化・計算可能化中間表現として提案されている三角ブロックの適用を試みたのが本研究である。三角ブロックは算数文章題においては実践的な適用が行われているが、代数文章題に対してはこれまで適用されていなかった。算数では、文章題における問題解決は理解過程と解決過程の2つの過程に分けられ、さらに、理解過程は変換過程と統合過程に、解決過程はプラン化過程と実行過程に分かれている。変換過程は、問題文の構成要素一文

毎の意味を理解する過程である。統合過程は、変換過程で得た様々な事柄を統合し、意味のある問題表象を構成する過程である。プラン化過程は、統合過程で得られた問題表象から正解を得るための演算式を導く過程である。実行過程とは、プラン化過程で得られた演算式を実際に適用して答えを得る過程である。この中で統合過程が最も困難であると言われている⁽¹⁾。この統合過程の外化支援として、三角ブロックが提案されている。さらに、三角ブロックのモデルに基づいた三角ブロック演習システムの開発がすでに行われており、小学校での実践的利用を通してその有効性が確認されている⁽²⁾。

本研究では、算数と代数とでは、立式後の解き方は異なるが、立式するまでの過程は同様のモデルで支援できると考え、三角ブロックを代数文章題へ適用し、三年間に渡って中学校での実践的利用を行った。実践的利用の

結果を分析しシステム改良を行うことで、初学者の立式支援から「中間数量概念の推定演習」、「式の組み換え」といった発展的な演習まで同一の三角ブロックモデルによる支援システム的设计・開発をしたので、その詳細について述べていく。

2 統合過程の外化支援モデル

統合過程は学習者の頭の中で行われているため、最も困難であるとされている。そこでこの統合過程を支援するための三角ブロックモデルについて述べる。

2.1 三角ブロック

統合過程の外化モデルとして言葉の式表現を用いた単一の二項演算を基本とした三つ組構造（以下では算数三角ブロック、もしくは単に三角ブロックと呼ぶ）が提案されている⁽²⁾⁽³⁾。単一の三角ブロックは底辺に和差乗除いずれかの演算子を持っており、底辺の両端の数量とその演算子によって、底辺の対頂点にある数量が導くことができる。（図 1）複数の二項演算も複数の三角ブロックを階層的に用いることで表現することができる。（図 2）

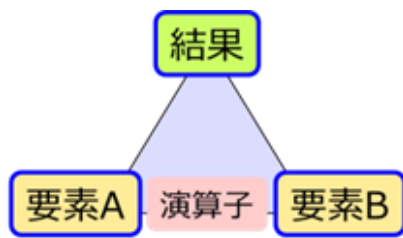


図 1 三角ブロックでの二項演算表現

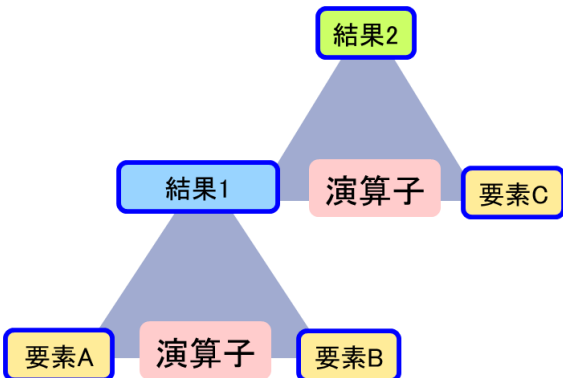


図 2 三角ブロックでの階層的表現

2.2 代数文章題における三角ブロック

算数と代数では、立式後の解法は異なるが、文章題を読んで立式するためには、代数文章題においても算数同様の問題の整理が行われていると考えられる。代数文章題における方程式の立式は、言語的統合を行うことで可能になり、言語的に整理された問題構造（図 3）の中か

ら未知数を作り、言語的な関係をそのまま数で表現することで方程式を立式することができる。三角ブロックシステム上では、三角ブロックの底辺から段階的に概念の数量をまとめ上げていくことで方程式が立式可能である。また、一つの三角ブロックを複数作成することでも、最終的につなげることで、立式可能である。ここで、結果 1 のような既知の概念の組み合わせで得られる概念を中間数量概念と呼ぶ。

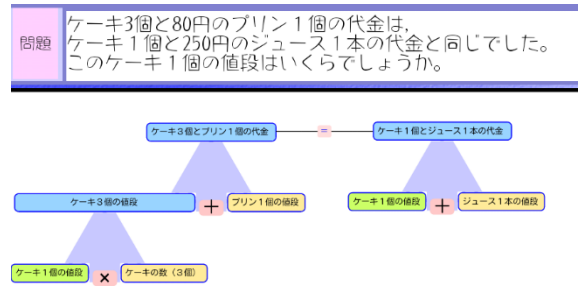


図 3 三角ブロックでの方程式表現（一部）

3 中学校での実践的利用

3.1 実践的利用 1 の概要

広島大学附属中学校の数学科教員に対して三角ブロックモデルを用いた方程式立式支援の考え方を説明したところ、賛同が得られ実践的利用を行うことができた。中学 1 年生 2 クラスのうち 1 クラス（40 名）には三角ブロックシステムを導入して方程式の授業を行ってもらい（実験群）、もう 1 クラス（37 名）には、システムを用いず三角ブロックモデルを用いた方程式の授業を行ってもらった（統制群）。両群とも 1 限（50 分）の授業を 3 回行った。実践的利用の目的は代数文章題に適用を行った三角ブロックシステムが(1)中学校での方程式の指導に利用可能かであるか、(2)方程式立式のための統合過程の支援になっているか、である。

実践手順としては、それぞれのクラスで授業を行い、その後、実験群は学習者（生徒）と指導を行った教員に対して 20 分間のシステムに関するアンケートを行い、17 分間の方程式に関するテストを行った。統制群は、同様のテストのみ行った。テストの内容は、方程式に対する概念的理解を測る記述テストであり、具体的な代数文章題についての方程式が与えられ、未知数や右辺、左辺がそれぞれ何を表しているか自由記述で回答するものになっている。本テストは事後のみで行われているが、両群とも数学の成績に差がないことは教師によって確認されている。

3.2 結果と考察

アンケート内容と結果をそれぞれ表 1, 図 4 に示す。システムアンケートの結果から三角ブロックを用いて方程式を立式することに対する肯定的な意見を得ることができた。「これまでしていたか。」は低く出ているため学習者たちに新しい考え方を提供したことがわかる。「役に立つか。」という項目は他より低く出ているため、改善が必要である。具体的な内容は次節で述べる。テストの結果、概念的理解度はどちらのクラスも同程度の成績であった。教員に対するアンケートでは、三角ブロックを用いたことで自分の指導法が改善されたという意見が得られた。この際、統制群の授業においても三角ブロックのように段階的に数量関係を繋いでいくといった立式までの過程に対する考え方を取り入れており、今回の授業は昨年までに比べて非常にうまく言ったとのコメントを得ている。また、統制群の授業は三角ブロックの考え方を取り入れることにより従来に比べて改善されたが、三角ブロックシステムを用いた授業は、教師としてシステムの使い方に不慣れであったため、不満の残る結果であったとのことであった。さらに、三角ブロックを用いた授業をさらに改善することができると考えており、来年度の同様な対象について再度利用したいとのコメントを得ている。これらの結果から、現時点においても三角ブロックシステムは有効性があるものであるとともに、更に効果的な活用の可能性が示されたといえる。

表 1 システムアンケート内容

質問 1	三角ブロックから方程式を作ることは、簡単だった
質問 2	三角ブロックを作ることは、立式の助けになった
質問 3	三角ブロックのように関係で考えることを自分はこれまでもしていた
質問 4	三角ブロックは自分にとって役に立つ考え方だ

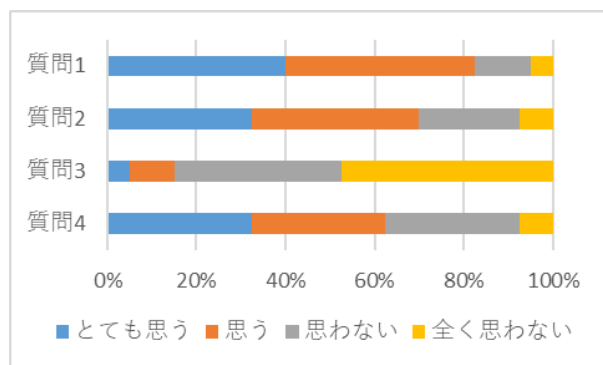


図 4 システムアンケート結果 1

3.3 実践的利用 1 からの課題

実践的利用 1 の結果から立式できる生徒は多くなったが、式の説明ができていない学習者が多かった。文章題指導においては、わからない数を x とおいて考えるというような手続き的な指導よりも、読み替えの段階に力点を置く指導が必要とされている。⁽⁴⁾ 現在のシステムでは、必要な概念（ノード）を予め用意しており、それらを全て使うことで演習を行っている。そのため、問題文に現れない概念についても提供していた。しかし、一般的に文章中に現れない概念を補完する問題は難しいとされている。また補完する概念のほとんどが中間数量概念である。立式の過程を説明することは方程式の立式に必要な中間数量概念を答えることである。したがって中間数量概念が何であるか考えさせる活動は、立式の過程を説明させる上で役立つと考えられる。そこで、発展課題として文章中に現れない概念を空白ノードとして提供し、空白にどのような概念が入るか考えさせる演習（中間数量概念推定演習）を追加する。これにより、学習者が既知の概念の組み合わせからどのような概念が表れるか、また、立式のためにはどのような概念が必要であるか、ということを考えさせることができる。今までの演習では与えられた部品を見るだけでも組み立てることができ、成績上位群は問題を読まずに組み立てることができた。しかし、この演習を加えることによって、きちんと文章を読み、関係を見つけなければ三角ブロックを組み立てることが困難となり、今までより文章から関係を見つけることを意識させている。実際に「中間数量概念推定演習」のシステム画面を図 5 に示す。

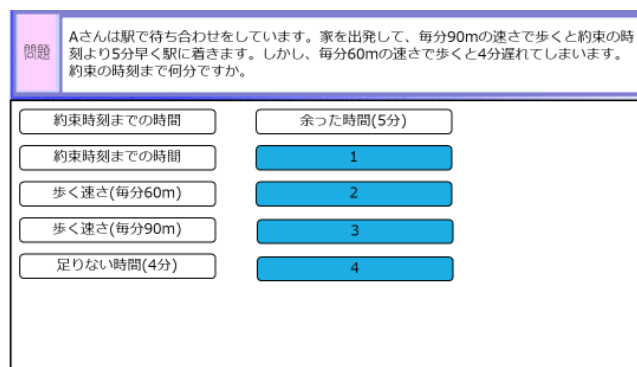


図 5 「中間数量概念推定演習」のシステム画面

4 実践的利用 2

実践的利用 1 と同様の中学校 1 年生の生徒 78 名を対象に、実践的利用を行ったので、以下よりその詳細について述べる。

4.1 実践的利用 2 の概要

実施的利用 1 と同様の中学校で中学 1 年生 2 クラス計 78 名に対して、実践的利用を行った。また今回は、実践的利用 1 より高い効果を得る方法を探るため、新しく実装した中間数量推定演習の利用可能性を示すため、実験群統制群の区別をせず、1 限 (50 分) の授業を 3 回行った。ただし、最終日については少し異なる部分がある。1 組は、システムを使わず、紙による演習を行った。2 組は、式の組み換えの時間を多く取った点である。

式の組み換えとは、未知数 x の位置を変えたときに他のノードにどのような文字式が当てはまるかである。先ほどの図 3 を使って説明すると、「ケーキ 1 個の値段」を x とすると「ケーキ 3 個の値段」は $3x$ となる。しかし、「ケーキ 3 個の値段」を x とすると、「ケーキ 1 個の値段」は $x/3$ となる。このように、 x の位置を変えることで、他のノードの文字式がどのように変わるかの問いかけの授業を行った。実際の式の組み換えを図 6 で示す。

実践的利用の目的は代数文章題に適用を行った三角ブロックシステムが (1) 中学校での方程式の指導に利用可能かであるか、(2) 方程式立式のための統合過程の支援になっているか、(3) 「中間数量推定演習」が方程式立式過程の説明に役立つかである。

実践手順は、以下のとおりである。

*3 日目まで 1, 2 組共通内容

1 日目：操作説明、システム利用 (2 問)

2 日目：式の説明の確認、システム利用 (2 問)

3 日目：1 組

システム利用 (2 問、うち空白ノード：1 問)

紙による三角ブロック演習

2 組

システム利用 (2 問、うち空白ノード：1 問)

式の組み換え演習

(三角ブロックを用いて黒板での授業)

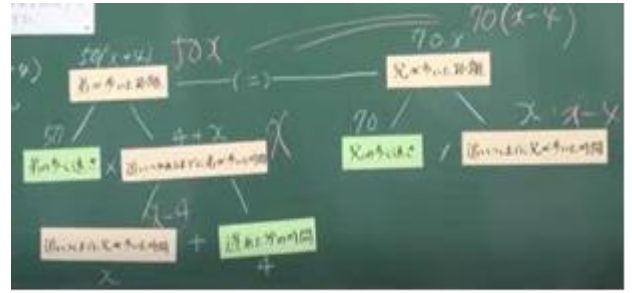


図 6 実際の黒板の様子

4.2 アンケートの結果と考察

アンケート内容と結果をそれぞれ表 2、図 7 に示す。図 7 から前回同様に三角ブロックを用いて方程式を立式することに対して肯定的な意見を得ることができた。特に「式の説明をする上で役に立つ。」についても多くの肯定的意見を得ることができた。「簡単であった」については「中間数量概念推定演習」という発展的演習の追加を行ったので少し下がった。さらに、図 4 の前回のアンケート結果と比べて「三角ブロックは自分にとって役に立つ考え方だ」については、8 割を超える高い評価があり、前回の実践よりもうまくいき、生徒たちにより受け入れられたことがわかる。

また、数学の自己申告による得意群と苦手群に分けての分析も行った。全体的には差が見られなかったが、クラス別に集計を行うと、質問 4 「三角ブロック演習は、方程式を直接立てるよりも、問題の意味を考えやすくなった」について、1 組では、苦手群の評価が高く、得意群の評価が低いのにに対し、2 組では、苦手群よりも得意群の方が高い傾向がみられた。これは、4.1 で述べた「式の組み換え」の有無によるものであると考えられる。1 組と 2 組の授業の違いとして、2 組は最後に未知数の位置を変える組み換えの時間を多く取ったというところがある。1 組の授業は苦手群にとって、三角ブロックは立式支援になったのに対し、得意群にとっては面倒に感じられる部分があった。この傾向は、前回の実践でもみられ、1 つの課題でもあった。しかし、2 組の授業は「式の組み換え」という普段の授業では行いきにくい高度な学習を行ったので、得意群も方程式について新しい発見ができ満足できたのではないかと考えられる。しかしながら、苦手群には高度であったので、ついていけない学習者が低い評価としたようだ。

表 2 アンケートの内容

質問 1	三角ブロックの演習は、簡単だった
質問 2	三角ブロックを作ることは、立式の助けになった
質問 3	直接立てるより、問題を理解しやすい
質問 4	立式の過程を説明するのに役に立つ
質問 5	三角ブロックは役に立つ考え方だ

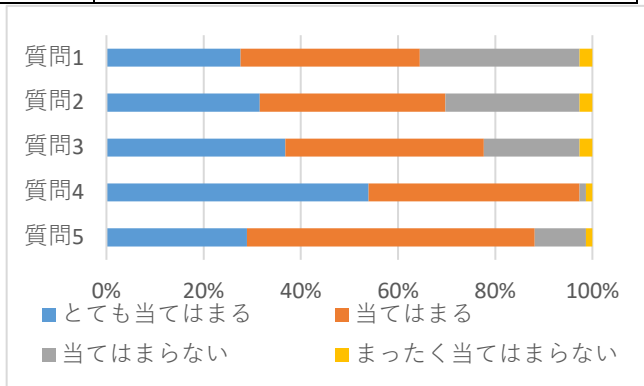


図 7 アンケートの結果 2

4.3 実践的利用 2 からの課題

実践的利用 2 の結果から大きく 2 つのシステム改良が必要であることがわかった。1 つ目は、フィードバックの改良である。具体的には、ケアレスミスから不正解のループに陥る学習者が多かった。これを防ぐために、「未使用・未接続」部品がある旨を伝えるフィードバックを追加する。2 つ目は「式の組み換え」演習機能の追加である。これに関しては次の節で詳しく説明する。

4.4 文字式入力による「式の組み換え演習」

三角ブロックの特徴として、構造を可視化・操作可能化がある。また、方程式には図 8 のような 1 つの文章題から複数の方程式を得ることができるという特徴がある。実際の問題に対して三角ブロックを組み立てた様子を図 9 に示す。実践的利用 1 では、三角ブロックのつなぎ方を変えることで他の三角ブロックを作らせる活動を行っていたが、実際にどう変化したかわかりにくく、またそれをする理由がなく、上位群には物足りないものとなっていた。そこで、三角ブロックの文字式入力機能を追加し、「式の組み換え」という発展的な学習に対して三角ブロックシステムを使うことで学習しやすくする。具体的な活動としては、まず、問題から三角ブロックを組み立てる。その後、文字式入力の画面に移り文字式入力作業を行う。入力を完了すると図 9 のようにノードの下に表示される。これを繰り返すことによって、すべてのノードに文字式を入力する。フィードバ

ックとしては正誤判定を返す。この時に「正解です(1/4)」とし、括弧内の数は残りどれだけの位置を変えることができるかを示している。この残りの数を示すことで学習者はゴールが明確になり、達成しようと試行錯誤を繰り返すと考えられる。また、すべての「式の組み換え」を行わなくても、次の問題へ進むことができる。

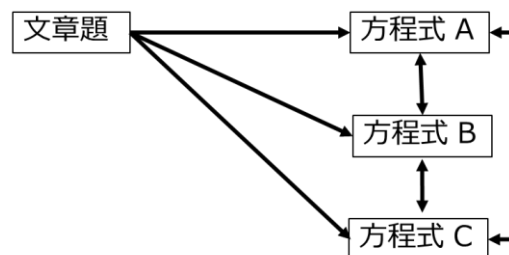


図 8 文章題から複数の方程式が得られる様子

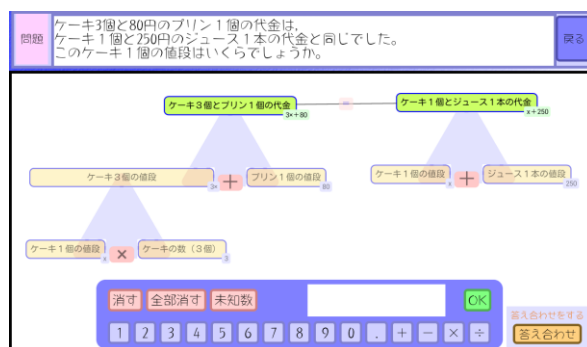


図 9 実際に数値を当てはめた例 (システム画面)

5 中学校での実践的利用 3

2018 年度も実践的利用 1, 2 と同様の中学校で本システムの実践的利用を行うことができたので、その詳細について述べていく。

5.1 実践的利用 3 の概要

中学 1 年生 2 クラスを対象にした、本システムの実践的利用を行った。なお生徒たちは方程式の前の単元である関係式において三角ブロックを使用しており、方程式については現在学習中である。実践の目的は本システムが(1)中学校での方程式の指導に利用可能かであるか、(2)方程式立式のための統合過程の支援になっているか、(3)文字式入力演習により式の組み換えの理解に役立つか、(4)空白ノード演習により中間数量概念の理解に役立つかである。

実践手順としては、

1 日目：事前ペーパーテスト(15 分)、

システム利用(35分)

2日目：システム利用(50分)

3日目：システム利用(50分)

4日目：事後ペーパーテスト(15分)・アンケート(5分)・インタビューテスト(1人5分)

といった内容で行った。また1日目のシステム利用は問題1・問題2について必須課題とし、2日目のシステム利用では問題3について必須課題とし、3日目のシステム利用では問題4(空白ノードを含む問題)を必須課題とした。

5.2 アンケート結果と考察

アンケート内容と結果をそれぞれ表3、図10に示す。質問1の「文字式入力」機能に対して高い評価であることから追加機能に対してこちらの意図通りに生徒たちが取り組めたことがわかる。質問4は実践的利用2よりも低くなっているが十分高い水準であると言える。それ以外は前回、前々回の実践的利用の結果より高い評価であることから、生徒たちにシステムが受け入れられ、実践的利用が上手くいったと言える。また、質問3の「直接立てるよりも問題を理解しやすい」に対して前回まではどうしても成績上位群が低く出ている。今回は「文字式入力」機能を追加することで成績上位群にも新しい発見があり、問題の意味を考える上で成績下位群だけでなく成績上位群にも役に立ったことがわかる。

表3 システムアンケート内容

質問1	文字式入力によって、様々な方程式を立てられることがわかった
質問2	三角ブロックを作ることは、立式の助けになった
質問3	直接立てるより、問題を理解しやすい
質問4	式の過程を説明するのに役に立つ
質問5	三角ブロックは役に立つ考え方だ

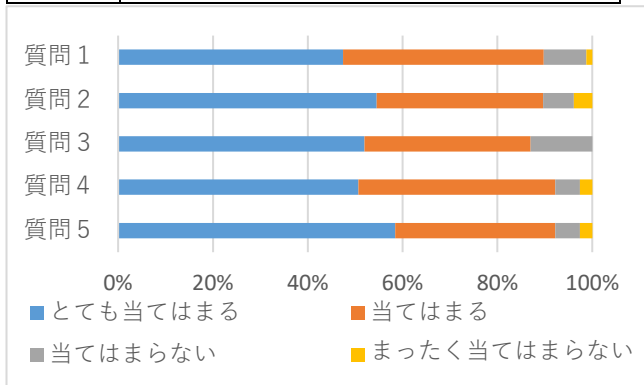


図10 アンケートの結果3

5.3 事前・事後のペーパーテスト

この実践的利用で実施した、事前テスト・事後テスト(各7点満点)の結果を表4に示す。テスト内容は、

- ①1次方程式の解を求める計算問題(2題)
- ②方程式の立式までの文章問題(2題:代金, 速さ)
- ③文章問題から得られた式の間接数量概念を問う問題(2題)
- ④③の問題から式の組み換えを問う問題(1題)

であり、これらを1題1点で採点を行った。事前テストは平均3.93点、標準偏差は1.70となり、事後テストは平均5.09点、標準偏差は1.52となった。各テスト結果から事前テストは正規性があったが、事後テストでは満点の生徒が多く正規性は認められなかったため、ノンパラメトリック検定であるWilcoxonの符号付順位和検定を用いて、テスト間に差があるのか検定を行った。

その結果を表4に示す。この結果から、事前・事後のテスト間に有意に差があり学習者にとって意味のある活動であったと言える。また詳しい分析を行うために、ペーパーテストの各分野別の平均点の推移を、検定結果を表5に示す。この結果から計算問題は事前テストから平均点が高く事後テストでも維持している。また文章問題で平均点が大きく上昇していることがわかる。システムでは立式の支援を行っているため、予想通りの良い結果と言える。中でも、速さの問題について出来なかった生徒ができるようになっており、システムを使うことで「速さ」「距離」「時間」をきちんと関係的に理解できた(整理できた)からだと言える。さらに事前テストの5点以上獲得者を成績上位群とし、3点以下の生徒を成績下位群とし、この時の各群の点数に差があるか検定を行い表5に示す。表5は成績群の別の平均点の推移を表しており、成績下位群が大きく成績が上昇していることがわかる。また上位群は事前テストの時点で満点の生徒もいるため少し下がっているがここには有意差がなく上位群は成績を維持できていることがわかる。本来ならば、実験群(システムを使った授業)と統制群(通常授業)と分け効果比較を行わなければならないが、事前・事後テストの成績上昇から、三角ブロックは方程式を整理する活動・立式を支援する活動として、特に下位群においては意味があった活動と言える。また最後の問題である④「他の方程式で解くとしたらどのような式がありますか」という問いに対して上位群下位群の点数の変化

についての検定結果を表 6 に示す。この結果から分野別検定結果からは有意差がなかったが成績別にみると、成績下位群には有意差がなく、成績上位群には有意に差があった。これは、成績上位群は三角ブロックの組み立てが速く、多くの文字式入力を行っていたからである。また、下位群は三角ブロックを作るだけで精一杯の生徒が多く、「式の組み換え」を十分に行えていないため、上昇しなかったと考えられる。したがって、文字式の入力による「式の組み換え」演習を追加したことで、普段は「式の組み換え」は難しい活動であるが三角ブロックの特徴である“思考の外在化”により取り組む道具を与え、普段の授業では取り組むことのできない活動に取り組むことができた。その結果、上位群は「ただ問題を解く」だけでは得られない発展的な演習に取り組むことができ、その結果が表 6 に現れていると言える。

表 4 合計点の検定結果と分野別の検定結果(平均点)

	事前	事後	検定結果
合計	3.935	5.091	p=5.607E-06
①	1.429	1.623	p=0.04
②	1.013	1.474	p=0.0000155
③	1.041	1.438	p=0.000787
④	0.429	0.600	p=0.07

表 5 成績別の検定結果(平均点)

	事前	事後	検定結果
上位	6.158	5.947	p=0.207
下位	1.467	3.933	p=0.00208

表 6 ④複数の方程式作成問題への検定結果(平均点)

	事前	事後	検定結果
上位	0.563	0.879	p=0.005
下位	0.091	0.091	p=1.000

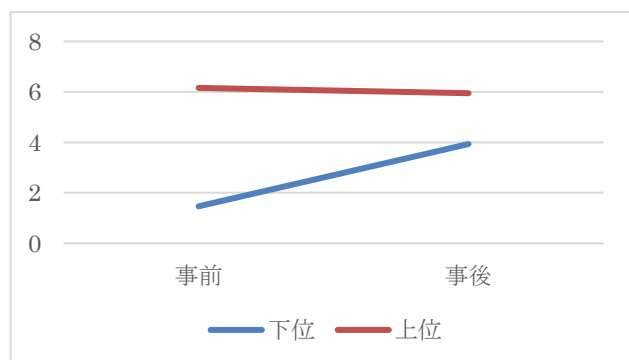


図 11 成績別平均点の推移

5.4 インタビューテストの結果

ペーパーテストに追加して、システム利用を行った生徒に対してインタビューテストを行った。内容は生徒にシステムで用いた問題の三角ブロックが組み上げられた状態の紙を一枚裏表に印刷し、表 7 の内容の質問を行った。その結果を表 8 に示す。なお、正解の判定は担当の教員の基準で行った。また成績上位群、下位群はペーパーテストによるものである。三角ブロックを使いながらのテストではあるが、正答率は 84.4%であり、事後テストの類題(速さの問題)の 62.8%よりも高かった。また質問 2 に対して 6 割を超える生徒が自分の言葉で説明できており、6 割程度ではあるが、昨年度の同様の問いかけには 3 割も答えることができていなかったため、十分高い数字と言える。

また、回答内訳を表 9 に示す。この結果からほとんどの生徒が自分の言葉で説明しようとしていたことがわかる。間違いとした中で最も多かったのは「三角ブロックの底辺をxとした方が楽」という回答である。これは文字式入力演習の中で生徒が未知数xの位置を様々な場所へ試行錯誤していく中で経験的に実感したものであると考えられる。また「既知のもの」を組み合わせることで「未知のもの」を導き出す中で、三角形の性質的に底辺のものを既知とし、頂点を未知とした方が考えやすいからである。内訳では最も少ないが、三角ブロックシステムの授業を行わなかったら、「求めるものだから」という回答が一番多かったと予想する。

表 7 インタビュー内容

質問 1	方程式を作ってください
質問 2	どうしてそこをxとしましたか？
質問 3	他の方程式を立ててください

表 8 インタビューの結果

合計: 77 人	質問 1	質問 2	質問 3
全体	84.4%	62.3%	59.7%
成績上位	90.9%	72.7%	77.2%
成績下位	76.1%	42.8%	47.6%
テストの類題	62.8%		

表 9 質問 2 の回答内訳

正解	効率的になるから(正解)	36人
	すべての概念を表現できるから(正解)	17人
	上記両方回答者	4人
不正解	三角ブロックの底辺を x とした方が楽. 複雑にならない.	14人
	答えられない	3人
	求めるものだから	4人
	その他(大きく間違い)	7人

5.5 担当教員による授業分析

まず、今回の内容を通常授業で行うと同じ時間ではできないことが大きく2つある。1つ目が「どのように方程式を作ったか。」と立式の過程を説明させることができない。その理由として、説明に必要な道具がないからである。その道具とは、三角ブロックモデルでいうところの中間数量概念である。三角ブロックモデルには説明に必要な部品が揃っており、与えられた部品を使えば説明できる。そして2つ目が「どの数量を未知数として置くか」という問いに対しても「十分な用具がないため生徒たちに質問の意図が伝わらない可能性がある。そのためできる子しかできず、できない子はいいてくることのできない」とのことであった。このように三角ブロックでは説明の対象を可視化しているため、教師からの発問が可能となる。また、本システムの利用を保護者や生徒に対して責任を持つことができる根拠となっている。

さらに、「それでは黒板に三角ブロックの部品を貼り付け授業をすればよいのでは」という問いに対しても、確かにそうすることで今までできなかった授業ができる。しかし、やはり生徒たち一人ひとりが手を動かすことが大切で、また、そこに正誤判定があった方がよい。とのことであった。システム化による支援は必要であり、更なるシステム改良の必要性を感じた。また、「式の組み換え」機能については、方程式を立てる見直しになるかわからないが、方程式を立てる上で「式の組み換え」ができることは、選択肢が増え、他でも x と置くことができるということを知るだけでなく、他を x としてもできるのではという推測できるようになるとのことであった。「式の組み換え」演習は、文字式を変化させていく中で、1つの三角ブロックの関係がどのように変わっているか吟味し、理解する必要があるととても大切な活動であるとのことであった。

6 まとめと今後の課題

本研究では、三角ブロックモデルの代数文章題への適用を行った。中学校で3年間に渡って3度の実践的利用を行うことができた。また、公開授業において多くの現場教員からも賛同が得られたこと、および最終年度においてはテストスコアとして学習効果を測定できたことから、本システムの中学校数学代数文章題における有効性は示すことができたと判断している。

今後の課題としては、三角ブロックモデルについて意識していない通常授業と三角ブロックシステムを用いた授業との効果比較を行うことである。また、アンケートの結果から文章中からノードを自由に生成する分節化や部分的理解による段階的に方程式の立式を支援することが挙げられる。

参考文献

- (1) 多鹿秀継: “算数問題解決過程の分析”, 愛知教育大学研究報告, 44, pp. 157-167, (1995).
- (2) 尾土井健太郎, 山元翔, 平嶋宗: “算数文章題の統合過程のモデル化とシステムによる外化支援の実現”, 2012年度 JSiSE 第6回研究会, (2013).
- (3) T Hirashima, Y Hayashi, S Yamamoto, K Maeda (2015), Bridging model between problem and solution representations in arithmetic/mathematics word problem, Proc. of ICCE2015, pp. 9-18.
- (4) 柿田真紀: 方程式文章題の問題解決過程における生徒の理解特性の解析(1), 日本科学教育学会研究報告, 17-22, 1990.
- (5) 古久保和仁, 小田拳太, 室津光貴, 山元翔, 前田一誠, 林雄介, 平嶋宗, “算数文章題を対象とした問題構造の組み立て演習の実現”, 2015年度人工知能学会第29回全国大会(JSiSE2015).
- (6) Tsukasa Hirashima, Kazutoshi Furukubo, Sho Yamamoto, Yusuke Hayashi and Kazushige Maeda : Practical Use of Triangle Block Model for Bridging between Problem and Solution in Arithmetic Word Problems, Proc. of ICCE2016, pp. 36-45(2016).
- (7) 吉村穰, 山本晏宏, 林 雄介, 平嶋宗: “代数文章題を対象とした三角ブロックによる方程式立式支援”, 2016年度 JSiSE 学生発表会, (2016)

災害時の避難行動選択のための逆思考問題を用いた 学習支援アプリの開発と評価

上郡 智幸^{*1}, 北川 悠一^{*1}, 田中 孝治^{*2}, 堀 雅洋^{*1}

^{*1} 関西大学大学院総合情報学研究科

^{*2} 金沢工業大学情報フロンティア学部

Development and evaluation of a learning support application using reverse-thinking problems to select safe action in case of disaster evacuation

Tomoyuki KAMIGORI^{*1}, Yuichi KITAGAWA^{*1}, Koji TANAKA^{*2}, Masahiro HORI^{*1}

^{*1} Graduate School of Informatics, Kansai University

^{*2} College of Informatics and Human Communication,
Kanazawa Institute of Technology

災害時の避難行動は災害状況や所在地の階数など様々な条件を考慮して選択する必要があるため、とるべき避難行動として立退き避難または屋内安全確保を簡便に導き出せるようにする行動指南型ハザードマップ（行動選択フロー）が提案されている。しかし、災害時にとるべき避難行動を主体的に判断できる素養を身につけるには、行動選択フローを避難行動選択のためだけでなく、個人が利用できる学習支援環境として活用することが求められる。逆思考問題を用いた学習支援方式を提案した前報では、紙媒体の選択フローを用いた評価を行い、発話内容から避難行動選択時の情報解釈能力が向上することを確認した。本研究では、紙媒体で提示されていた行動選択フローを、ブラウザで利用可能なアプリとして実装し、逆思考問題を取り入れた学習支援環境としての有用性を評価実験によって検証した。

キーワード: 防災学習, 行動選択フロー, 逆思考問題, 学習支援アプリ

1. はじめに

災害時の避難行動（安全確保行動）には、「立退き避難」と「屋内安全確保」の2種類あり、災害状況や所在地の階数など様々な条件を考慮して選択する必要がある。このような避難行動の選択を支援するツールとして、前提条件の確認手順をフローチャート形式で表現した行動指南型ハザードマップ（以下、選択フロー）が提案されている⁽¹⁾。選択フローは所与の状況でとるべき避難行動を簡便に選択するもので、それ以外の行動をとることによってどのような危険に遭遇する可能性があるかを利用者に考えさせることは想定されていない。しかし、自然災害への対応では自治体による避

難指示の発令を待つだけでなく、住民自らの判断で行動することが必要とされている⁽²⁾。そのため、避難行動の選択に必要な情報を災害状況から読み取り、適切な避難行動を見極める情報解釈能力を高めることが重要となる⁽¹⁾。

先行研究⁽³⁾では、逆思考問題に取り組むことで選択フローを的確に解釈できると捉え、避難行動選択のための逆思考問題を用いた学習支援方式を提案している。フローチャート全体を俯瞰できるようにA3用紙に印刷した選択フローを用いて、提案方式の効果を確かめていた。その際、評価手法としては、行動選択の過程で災害関連情報がどのように解釈されていたかを、学

習者自身が選択フロー使用中に考えたことを発話してもらって発話思考法⁽⁴⁾が用いられ、発話内容の分析を中心とした評価が行われた。そのため、評価協力者数が少なく（実験群と統制群各6名）、評価のための発話を伴わない実際の状況において、その効果を定量的に検証することが必要と考えられる。

紙媒体による学習支援では、個人で利用できる環境としては適さないため、同じ所在地でも状況によってとるべき行動が異なることを一人ひとりが事前学習で学べるようにするには、個人が利用できる学習支援環境を提供する必要がある。そのような学習支援環境を提供するためには、提案方式による学習支援環境を、ブラウザなどで利用可能とすることが課題となる。学習支援アプリとして実現する場合、紙媒体でA3サイズとなる選択フロー全体を画面上に表示すると細部が読み取りにくくなる。一方、フローの一部を適度な大きさで表示すると、フローに沿ってどのような選択を行ったか一覧することが難しくなる。よって、アプリで選択フローを表現する場合は、限られた表示スペースで選択フローの機能が利用できるインタフェースを

提供する必要がある。

本研究では、選択フロー利用時に過剰な情報を表示することなく、選択状況を適宜確認できるトレース表示を用いた学習支援アプリを開発し、紙媒体と同等の学習効果を保てるかを、評価実験によって検証した。

2. 逆思考問題による検討／解釈

先行研究⁽⁵⁾⁽⁶⁾は、算数文章題において問題文が表す事象構造と答えを求める計算構造が一致する場合を順思考問題、一致しない場合を逆思考問題としており、逆思考問題に取り組むことで、問題の背後にある算数的・数学的知識を様々な観点から解釈したり、既知でない情報を推定したりできるようになることを報告している。この研究では、算数文章題に関わる領域固有知識の生成が中心的な課題となり、学習者自身が算数の文章題を作る作問学習をベースとしたアプローチを採用している。それに対して、選択フローに逆思考問題を適用した先行研究⁽³⁾では、選択フローを領域固有の知識として捉えており、前提条件の一つについてそ

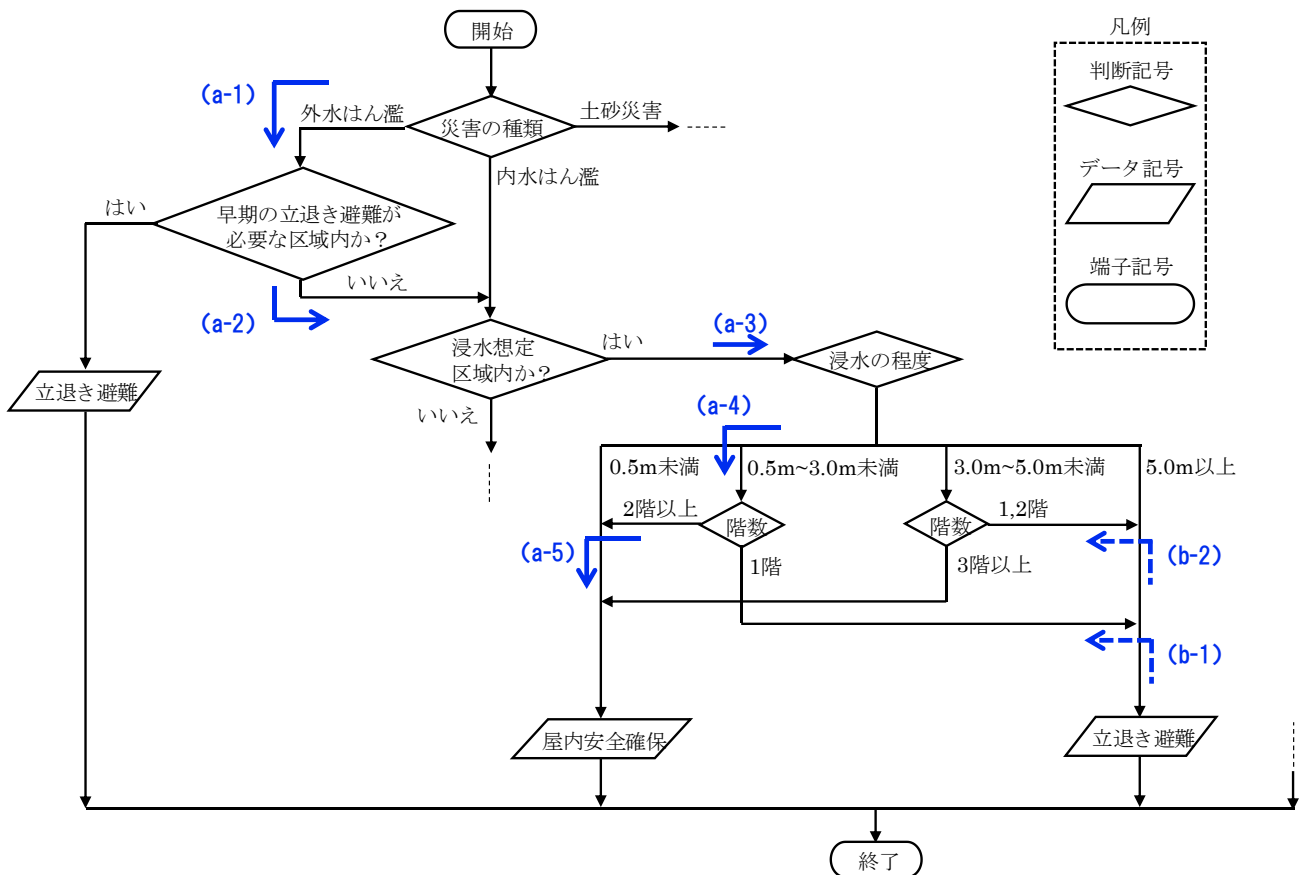


図1 避難行動の選択フロー

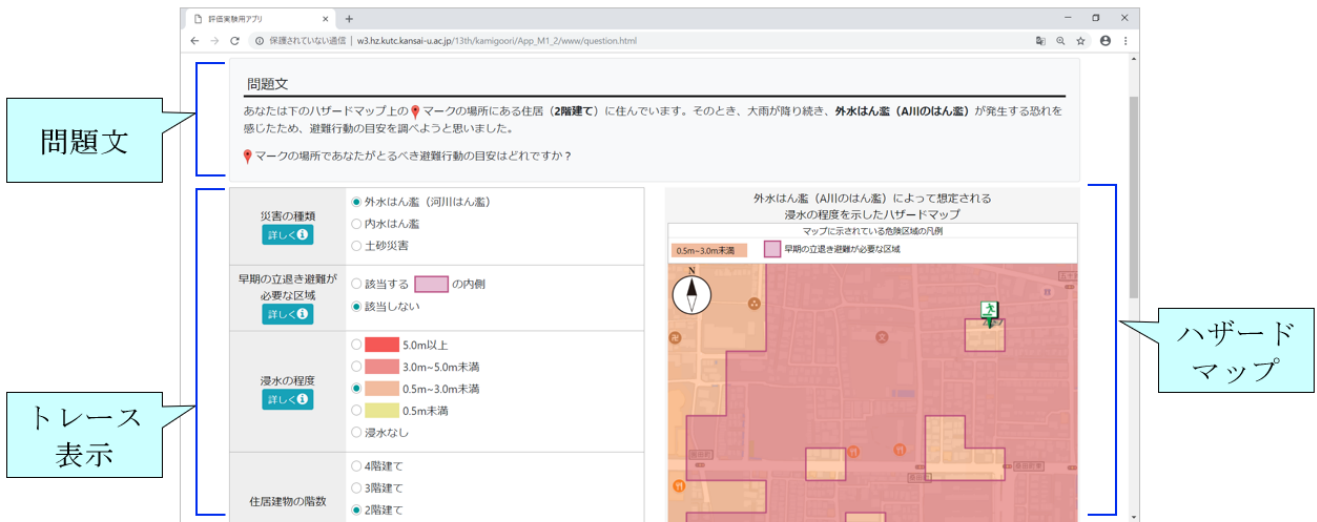


図2 学習支援アプリの画面

の値を未知とした上で、それ以外の前提条件と避難行動を所与として未知の前提条件を推測する設問構成を逆思考問題としている。

JIS 規格の情報処理用流れ図記号に基づいて表現された選択フロー³⁾の一部を図1に示す。順思考問題では開始記号から所与の前提条件をあてはめながら流れ線をたどり、適切な避難行動を選択する。それに対して、前提条件の一つについてその値を未知としたうえで未知の前提条件を推測する逆思考問題では、流れ線で結ばれた要素間を任意の向きに参照することとなる。

例えば、所在地の階数を未知の前提条件とした場合、浸水の程度が“0.5m～3.0m 未満”で、適切な避難行動が“立退き避難”であるなら、建物の何階に居ると考えられるかという設問構成となり、この条件に当てはまる値は“1階”〔図1 (b-1)〕となる。その際、浸水の程度が“3.0m～5.0m 未満”ならば、“1階”と“2階”では立退き避難が必要〔図1 (b-2)〕で、3階以上の場合には屋内安全確保が可能であることを確認する必要がある。このように、逆思考問題では、未知の前提条件項目について妥当な値を求めるために、その項目についてとり得る値のうち妥当な値とそうでない値を見極める必要がある。

3. 学習支援アプリの設計目標

本研究では、逆思考問題を取り入れた学習支援環境をブラウザで利用可能なウェブアプリとして実現した。ブラウザを利用するため、パソコンやタブレット端末等での利用が想定されるが、紙媒体で A3 サイズとな

る選択フロー全体を画面上に表示すると細部が読み取りにくくなる。一方、フローの一部を適度な大きさで表示すると、フローに沿ってどのような選択を行ったか一覧することが難しくなる。筆者らが開発した学習支援アプリでは、所与の問題において考慮すべき前提条件を限られたスペースで表示するために、確認済の項目と次に考慮すべき項目を選択経過のトレースとして表示する。トレース表示の詳細は後述するが、考慮すべき前提条件項目を順番に表示していくため、それに合わせて参照すべき前提知識へのリンクを設置することができる。

アプリ画面には上部に災害状況を記述した問題文、左側に選択フローのトレース、右側にハザードマップ画像が表示される(図2)。問題文とハザードマップから想定される災害の前提条件を確認し、選択フローのトレース表示から該当するものを選択していく。選択フローのトレース表示には、前提条件の入力欄が操作中に順次追加され、入力された内容に基づいてとるべき避難行動が提示される。例えば、トレース表示の初期状態(図3の①)で災害の種類として“外水はん濫”を選択すると、選択フローにおいて次に確認すべき前提条件(図3の②)が提示される。この段階は、図1の選択フローにおいて(a-1)で示された流れに対応する。ここで、図3の②の設問に対して“該当しない”と回答すると、次に確認すべき前提条件として浸水の程度が提示される(図3の③、図1ではa-2)。同様に、

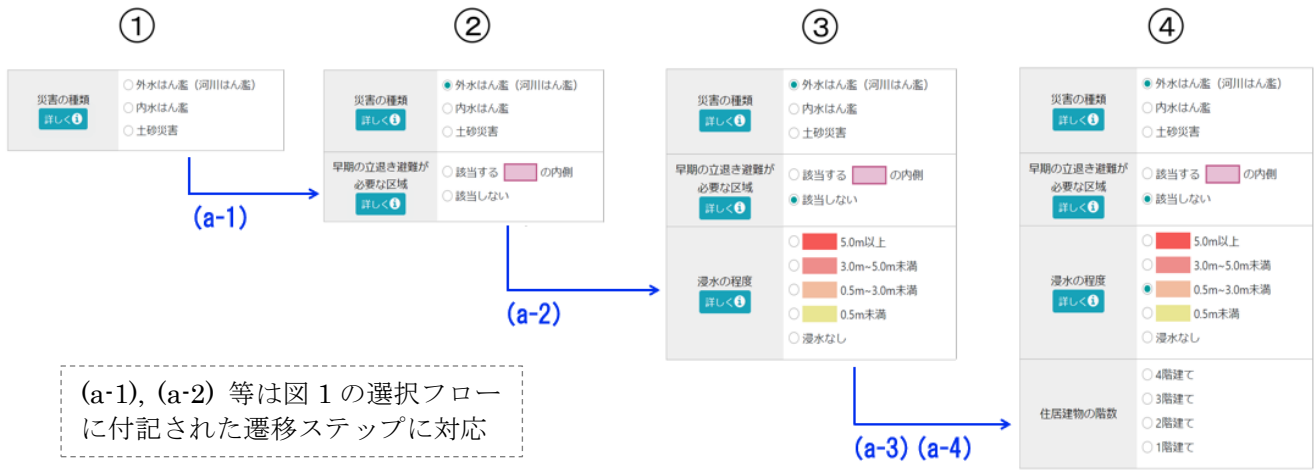


図3 選択経過のトレース表示

図3の④は図1の(a-3)と(a-4)に対応する。このように、追加で表示される前提条件をすべて選択すると、最後にとるべき避難行動が提示され、図4の状態が図1の(a-5)に対応する。

本アプリでは、選択フローに基づく入力に対して結果を提示するだけでなく、関連項目間の関係性について確認を促すことによって逆思考問題の設問形式を実現している。提示された避難行動と所与の前提条件を関連付けて改めて確認する機会を与えるために、浸水の程度・住居建物の階数・とるべき避難行動の原則的な関係を図示したイラストが提示される(図4, 図5)。それによって、入力を求められた前提条件だけでなく、とるべき行動として示された避難行動に該当しない条件(住居建物の階数や浸水の程度)について学習者が考えを深めることができるようにしている。最後に、提示された避難行動とその前提条件の相互関係についてイラストに基づいた補足説明が示される(図5)。

4. 評価実験

4.1 実験目的

学習支援アプリでは、前提条件ととるべき避難行動の関係性の確認を促すように、逆思考問題の設問形式を工夫している。それにより、紙媒体による評価と比較して、評価課題の平均正答率が同等かそれ以上になるかを検証する。

4.2 評価方法

本研究で開発した学習支援アプリの有用性を検証するために、紙媒体と比較しながら評価した。そのため、

災害の種類 詳しく①	<input checked="" type="radio"/> 外水はん濫 (河川はん濫) <input type="radio"/> 内水はん濫 <input type="radio"/> 土砂災害
早期の立退き避難が必要な区域 詳しく①	<input type="radio"/> 該当する の内側 <input checked="" type="radio"/> 該当しない
浸水の程度 詳しく①	<input type="radio"/> 5.0m以上 <input type="radio"/> 3.0m~5.0m未満 <input checked="" type="radio"/> 0.5m~3.0m未満 <input type="radio"/> 0.5m未満 <input type="radio"/> 浸水なし
住居建物の階数	<input type="radio"/> 4階建て <input type="radio"/> 3階建て <input checked="" type="radio"/> 2階建て <input type="radio"/> 1階建て
避難行動	<p>とるべき避難行動は</p> <div style="background-color: #4CAF50; color: white; padding: 5px; display: inline-block;"> 屋内安全確保 </div> です。 <p>現在地の建物で最低でも何階に移動しなければなりませんか？</p> <input type="radio"/> 5階以上 <input type="radio"/> 4階 <input type="radio"/> 3階 <input type="radio"/> 2階 <input type="radio"/> 1階 <input type="radio"/> 該当なし

現在地の状況

図4 選択フローのトレース表示 (全体)

紙媒体を用いて評価課題に取り組む群を統制群とし、学習支援アプリを用いて評価課題に取り組む群を実験群として評価実験を実施した。

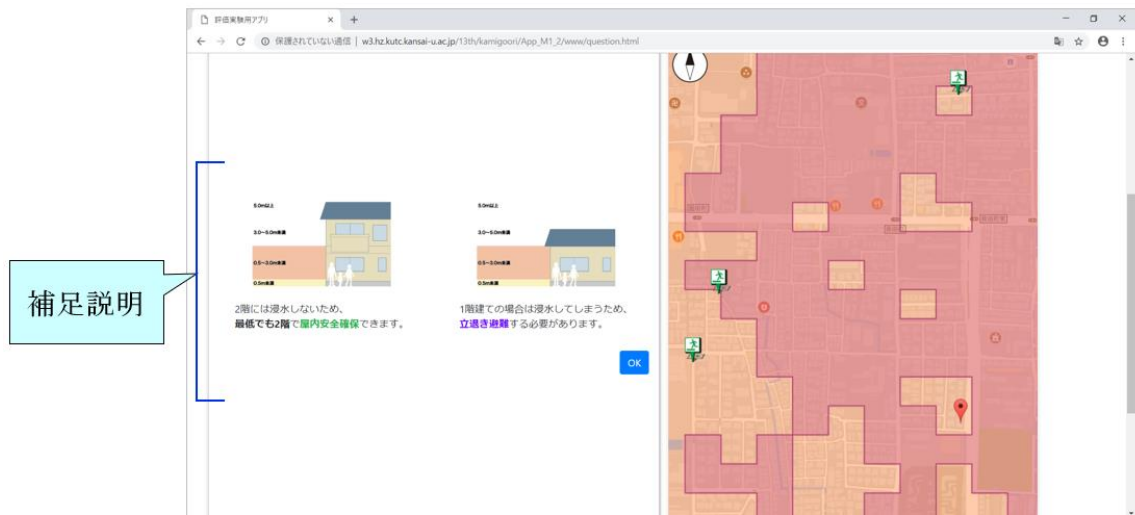


図5 補足説明（前提条件ととるべき避難行動の関係性の比較を含む）

4.3 評価協力者

評価実験には情報学および理工学を専攻する大学生および大学院生 24 名（平均年齢：22.4 歳，うち女性 3 名）が参加した。このうち統制群に 12 名，実験群に 12 名を割り当てた。評価協力者は先行研究^③で行った評価実験の参加経験がない者に限定した。また，評価協力者 24 名のうち，ハザードマップについて熟知している者はいなかった。

4.4 評価課題

評価実験で用いた学習課題と確認課題は，先行研究^③と同じ問題を用いた。学習課題では 3 種類の前提条件項目（危険区域の種類，浸水の程度，住居建物の階数）についてそれぞれの値を未知とした問題 2 問ずつ（計 6 問）の他に，選択フローを順方向に辿る経験を与えるための順思考問題 1 問を加えた合計 7 問を提示した。

確認課題は学習課題に取り組んだことによる学習効果を測るためのものである。両条件群とも同一の順思考問題（4 問）を提示した。確認課題は単一災害課題と複数災害課題から構成され，単一災害課題には外水はん濫による浸水を前提とした問題（2 問），複数災害課題には 3 種類の災害の中から二つの異なる災害が同時に発生した場合を想定した問題（2 問）を用いた。

4.5 実施手順

最初に事前アンケートに回答してもらい，評価課題取り組み時の実施要領を説明した。その後は学習課題

として，実験群は評価協力者の前に学習支援アプリを起動したノートパソコン（15.6 インチの解像度 1920 × 1080）を設置し，マウスを用いて課題に取り組んでもらった。統制群は紙媒体の選択フローとハザードマップ説明資料を配布し，それらを用いて問題用紙に解答を記入してもらった。

学習課題終了後，学習課題による直後再生効果が確認課題の解答に影響しないようにするために，5 分間の遅延課題を実施した。その後，確認課題を提示した。確認課題終了後は，事後アンケートに回答してもらった。

5. 結果と考察

5.1 平均正答率

各条件群の学習課題と確認課題の平均正答率の 1 要因 2 水準の分散分析の結果を表 1 に示す。学習課題の平均正答率を比較すると，両条件群の間で明確な差がないのに対し，確認課題の平均正答率を比較すると，約 20% の差が生じており，有意差が見られた ($p=.03$)。

実験群では，入力した前提条件ととるべき避難行動の関係性だけでなく，とるべき避難行動が異なる際の前提条件の差異についても説明し，前提条件ととるべき避難行動の関係性の確認を促していた。それにより，統制群と比較し実験群では，学習課題の限られた問題数の中で関連項目間の関係性を理解でき，確認課題の平均正答率向上につながったと考えられる。

表 1 平均正答率 (%)

	統制群 [n=12]	実験群 [n=12]	有意差
学習課題	71.42 (16.11)	70.23 (14.23)	<i>n. s.</i>
確認課題	62.50 (25.00)	83.33 (19.46)	*

丸括弧内の値は標準偏差, * $p < .05$, *n. s.* 非有意

表 2 平均解答時間 (分:秒)

	統制群 [n=12]	実験群 [n=12]	有意差
学習課題 (7 問)	21:08 (625.90)	11:32 (133.38)	**
確認課題 (4 問)	05:33 (156.44)	02:56 (37.62)	**
全体	25:41 (696.17)	14:28 (153.48)	**

丸括弧内の値は標準偏差 (秒), * $p < .05$, ** $p < .01$

表 3 事後アンケートの結果

質問番号	質問文	7 件法の平均値		有意差
		統制群 [n=12]	実験群 [n=12]	
1	問題に取り組んだことで、水害・土砂災害時の安全を確保する行動は変わると思いますか？	4.08 (1.31)	5.83 (0.84)	**
2	問題はどの程度難しかったですか？	5.00 (1.13)	4.67 (0.89)	<i>n. s.</i>
3	避難行動の判断基準に関する理解が、問題に取り組んだことで深まったと思いますか？	5.67 (0.78)	6.33 (0.49)	*
4	問題に取り組んだことで、想定される浸水の程度が浅くても、避難を視野に入れて行動できると思いますか？	4.08 (1.24)	5.00 (1.41)	<i>n. s.</i>

括弧内の値は標準偏差, * $p < .05$, ** $p < .01$, *n. s.* 非有意

5.2 平均解答時間

各条件群の学習課題と確認課題の平均解答時間の 1 要因 2 水準の分散分析の結果を表 2 に示す。平均解答時間については、学習課題の平均解答時間には有意な差が見られ ($p = .005$)、確認課題の平均解答時間にも有意な差が見られた ($p = .003$)。また、統制群と実験群の結果の標準偏差を確認すると、統制群の結果はばらつきがあり個人差が大きいと解釈できるのに対し、実験群の結果は個人差が小さいと解釈できる。

実験群の学習課題の平均解答時間が短くなった要因としては、トレース表示の中で参照すべき前提知識をどのタイミングで参照すべきかが分かり、それが余計な時間をかけずに課題に取り組めた要因になっていると考えられる。確認課題の平均解答時間が短くなった

要因としては、前述のとおり、実験群の方が前提条件ととるべき避難行動の関係性を理解できており、時間をかけずにとるべき避難行動を導き出せたと考えられる。

5.3 事後アンケート

各条件群の事後アンケートの回答内容の 1 要因 2 水準の分散分析の結果を表 3 に示す。事後アンケートは質問項目について 7 段階 (1:まったくそう思わない～7:非常にそう思う) で回答を求めた (7 件法)。質問 1 については有意な差が見られた ($p = .001$)。よって、学習支援アプリを利用することで、前提条件ととるべき避難行動の関係性を考慮しながら、避難行動を選択することができるようになって考えられる。質問 2 については有意な差は見られなかった ($p = .43$)。よって、

学習支援アプリから課題に取り組んだとしても、個人が感じる難しさは紙媒体とあまり差がないと考えられる。質問3については有意な差が見られた($p=.02$)。よって、学習支援アプリから課題に取り組む方が、学習効果の向上に伴い、個人が感じる理解度が高くなったと考えられる。質問4については有意な差は見られなかった($p=.105$)。しかし、7件法の平均値を確認すると、両条件群ともに高めの値になっている。よって、媒体は問わず逆思考問題に取り組むことで、想定される浸水の程度が浅くても、避難所への立退き避難を視野に入れることができおり、災害イメージの固定化の問題に関する意識改善の効果があったと考えられる。

6. おわりに

本稿ではトレース表示を用いた学習支援アプリを開発し、紙媒体のものと比較し学習効果が同等かそれ以上になるかを評価実験によって検証した。評価の結果、確認課題では平均正答率には明確な差が生じたことから、学習効果の向上が確認された。また、平均解答時間についても紙媒体と比較してアプリでは短くなっていったことも合わせ、学習支援アプリが有用であることが確認された。

災害イメージの固定化の問題に関しては逆思考問題に取り組むことで一定の効果が確認されたが、学習支援アプリを利用することによってさらに高い効果を期待するためには、そのための工夫を施すことが必要である。また、利用者の意識についての質問項目を増やす等、より詳細な調査をする必要がある。

個人で利用できる学習支援環境の展望を考えた際に、ユーザの解答状況に応じて、次に出題する問題を操作する案が挙げられる。正解した場合は災害状況が異なる問題を出題し、間違えた場合は災害状況が類似する問題を出題する等、ユーザの理解度に応じて出題する問題を操作することで、学習意欲の低下を引き起こすことなく問題に取り組んでもらえるのではないかと考えられる。また、本稿では問題数を固定して評価実験を行ったが、理解度に応じて出題する問題を操作する他に、出題する問題数を操作することで、さらに個人に適した学習所要時間で学習効果の向上が期待できる学習支援環境を構築できるのではないかと考えられる。

参考文献

- (1) 片田敏孝, 及川 康, 児玉 真: “行動指南型ハザードマップの開発”, 土木学会論文集, Vol. 67, No. 4, pp. 528-541 (2011)
- (2) 内閣府 (防災担当): “避難勧告等に関するガイドライン ① (避難行動・情報伝達編)”平成 29 年 1 月, http://www.bousai.go.jp/oukyu/hinankankoku/h28_hinankankoku_guideline/pdf/hinankankokugaidorain_01.pdf (参照年月: 2019 年 2 月 5 日)
- (3) 北川悠一, 久山勝生, 池内惟真, 田中孝治, 池田 満, 堀雅洋: “災害時の避難行動選択に関わる情報解釈能力向上のための逆思考問題による学習支援方式の検討”, 教育システム情報学会誌, Vol. 35, No. 2, pp. 122-133 (2018)
- (4) Ericsson, K. A. and Simon, H. A: “Protocol Analysis: Verbal Reports as Data”, Cambridge, MA: MIT Press (1993)
- (5) 倉山めぐみ, 平嶋 宗: “逆思考型を対象とした算数文章題の作問学習支援システム設計開発と実践的利用”, 人工知能学会論文誌, Vol.27, No.2, pp.82-91 (2012)
- (6) 平嶋 宗, 林 雄介: “問題作りによる学習を指向した算数文章題の三文構成モデル”, 第 28 回人工知能学会全国大会, 1B4-OS-12a-3 (2014)

解釈型学習による古代史系博物館における 展示物への関心度向上に関する研究

池内惟真^{*1}, 井上卓也^{*1}, 田中孝治^{*2}, 堀雅洋^{*1}

^{*1} 関西大学大学院総合情報学研究科

^{*2} 金沢工業大学情報フロンティア学部

Study of Raising the Interest of Exhibits in Ancient History Museums by means of Interpretive Learning

Tadamasa IKEUCHI^{*1}, Takuya INOUE^{*1}, Koji TANAKA^{*2}, Masahiro HORI^{*1}

^{*1} Graduate School of Informatics, Kansai University

^{*2} College of Informatics and Human Communication,
Kanazawa Institute of Technology

博物館学習では、展示内容の意味を解釈し、来館者の持つ個人的経験と展示物に関する知識を関連付けることによって知識を再構成する必要がある。博物館学習は来館が前提になっているものの古代史系博物館への来館動機は他の博物館より低いことが確認されている。そのため、内発的動機が高くない学習者に展示物に対する素朴な疑問を抱かせることで、展示内容の価値を実感できる博物館体験へのレディネスを高めていくことが重要となる。本研究では、古代史系博物館を対象として、着目点が示された展示物に対して自身の持つ疑問点を明確化することが、展示物への関心度に及ぼす影響について検討した結果について報告する。

キーワード: 博物館, 学習支援, 解釈型学習

1. はじめに

博物館は有形及び無形遺産に関する資料を収集・保管し、教育的配慮のもとに展示・伝達する社会教育施設である。近年、文化や自然における多様性保護・促進の観点から、博物館の責務として遺産の重要性に関する意識や理解を啓発する教育的側面が一層重視されつつある⁽¹⁾。展示物を介して知識を伝達する役割を担う博物館では、学習者自身が展示内容の意味を解釈し、来館者の持つ個人的経験と展示物に関する知識を関連付けることによって知識を再構成する主体的な学びが求められる。

博物館体験では実際に来館することが前提となるが、博物館の対象分野によって来館動機の程度は異なり、特に古代史系博物館への来館動機が他の施設に比べて

特に低いことが確認されている⁽²⁾。このような来館動機の低い博物館では、展示物への素朴な興味やその背景に関する前提知識を潜在的な来館者に伝え、内発的動機を高めることが重要となる。博物館学習の段階には、関心を持つことから始まる事前学習、来館時に行われる博物館体験、来館後に行われる事後学習という段階が考えられる。特に事前学習の段階で、来館意向の低い潜在的来館者を想定した場合、一連の流れをストーリーとして伝える館内展示と異なり、個別の展示内容に関心を持たせる工夫が必要と考えられる。本研究では古代史系博物館を対象として、主体的な学びを支援する提示内容について検討するにあたり、来館動機が形成される前段階に着目して実験的検討を行った。

以下、2章では博物館における解釈型学習の意義について概説する。3章では解釈型学習の効果を検証す

るにあたって、学習前に展示物に対する疑問点を列挙させる課題が学習後の同様の課題へ与える影響について検討した。4章では、展示物への着目の仕方が示された後、展示物に対する疑問点を列挙することが博物館学習の契機となる展示物への関心度に及ぼす影響について検討した結果について述べる。

2. 解釈型学習

2.1 解釈型学習に関する先行研究

歴史学を、過去を解釈する学問とみなし、学習者自身がその解釈を構成する経験を通して歴史解釈能力を高める学習法として、解釈型歴史学習が提案されている⁽³⁾。この学習方法では、史料について意見を出し合い、根拠を明確にして自身の考えをまとめることが重視され、史料への関心を高めることは考慮されていない。

2.2 着目点提示による解釈型学習

本研究では解釈の前提として根拠を有するかどうかに関わらず、対象に対して素朴な疑問を抱くことを重視する。また、初学者には、展示品の特徴把握が難しい⁽⁴⁾とされていることから、対象において着目すべき点を明示した上で疑問点を列挙させる方式を提案する。

大人は関心を持った際に、見たものを既有知識と関連付けることで解釈する傾向がある⁽⁵⁾。したがって、たとえ展示対象を目の前にしても、対象物またはその一部を既有知識と関連付けることができなければ、対象への関心が高まるとは考えにくい。このことから、展示対象に関する前提知識が不足している初学者には、対象物における着目点とその意味を教示することで、対象について考える契機を与えることができる。また、展示対象を関連知識と結び付けながら考えることによって、さらなる解釈や疑問を誘発し、展示対象に対する関心と質問欲求が高まることが期待できる。

本研究では、展示対象の写真画像および着目点、課題文、解答選択肢を1つの画面に表示し、解答者に対して正誤を即時に表示できるクイズアプリを開発した。以下の各章では、来館動機が他の施設に比べて特に低いとされる古代史系博物館⁽²⁾で展示される須恵器を題材として、着目点提示を取り入れたクイズ形式の教示方法の効果を検証するために行った実験的検討につい

て述べる。

3. 実験的検討 1

展示対象物について疑問点を列挙する場合、学習者自身があらかじめ有していた問題意識から生じた疑問点と、本方式によって提示された着目点を考慮した結果として生じた疑問点は区別して考える必要がある。しかし、あらかじめ有していた疑問点を確認するために、着目点提示前に疑問点の列挙を求めることは、先行刺激として着目点の提示効果に何らかの影響を及ぼす恐れもある。そのような影響について確認するため、着目点提示前の疑問点列挙の有無によって、事前列挙あり群／なし群に分けて、着目点提示前の疑問点列挙が着目点提示後に列挙される疑問点に及ぼす影響を調査した。

3.1 実験協力者

実験協力には、大学生および大学院生 48 名（平均年齢 20.1 歳）が参加した（実施期間 2018.7.2 - 2018.7.25）。

3.2 実施手順

実験 1 の実施手順を図 1 に示す。実験ではまず、協力者の古代史系博物館への来館意向を確認するために、社会教育施設への来館動機および来館経験を確認するアンケートを行った。本調査では、4 種類の社会教育施設に娯楽施設（遊園地）を加えた 5 種類の施設について、異なる所在地域（関西圏・関東圏）から 2 施設ずつ計 20 施設を選定した（表 1）。対象施設は、認知

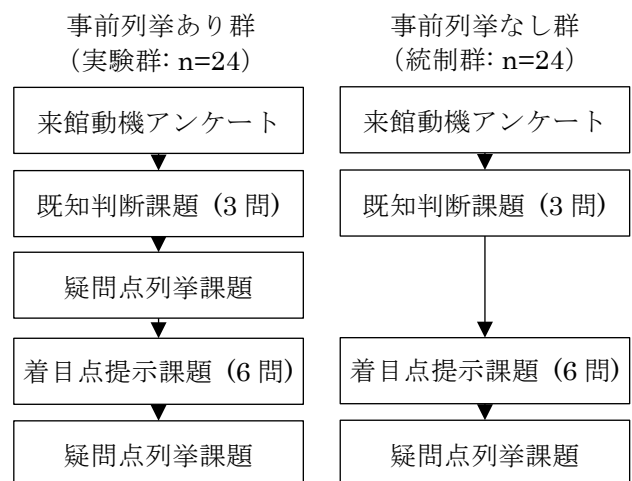


図 1 実験 1 の実施手順

表 1 実験 1 における来館動機の調査結果 (N=48)

施設種別	対象施設		平均値	古代史系との比較 (z)
	関西圏	関東圏		
古代史系博物館	堺市博物館 (大阪府) 兵庫県立考古博物館 (兵庫県)	さいたま市立博物館 (埼玉県) 群馬県立歴史博物館 (群馬県)	3.34 (1.36)	—
博物館 (古代史系以外)	京都鉄道博物館 (京都府) 神戸海洋博物館 (兵庫県)	郵政博物館 (東京都) NHK 放送博物館 (東京都)	3.65 (1.20)	2.86
科学館	大阪市立科学館 (大阪府) 明石市天文科学館 (大阪府)	日本科学未来館 (東京都) 多摩六都科学館 (東京都)	5.33 (1.34)	5.83
動物園	天王寺動物園 (大阪府) 京都市動物園 (京都府)	恩賜上野動物園 (東京都) 多摩動物公園 (東京都)	4.55 (1.41)	4.74
遊園地	ユニバーサルスタジオジャパン (大阪府) 東映太秦映画村 (京都府)	東京ディズニーランド (千葉県) 日光江戸村 (栃木県)	5.16 (1.10)	5.30

平均値に付記された括弧内の値は標準偏差

度に偏りが生じないように、観光レビューサイトで評価が上位にあるものを採用した。施設の所在地域については、評価協力者が関西在住のため、距離的な理由から容易に訪問できないことが来館意向に影響する可能性を考慮して設定した。評価対象 20 施設について施設名と施設の概要説明を付記した質問紙を全ての参加者に提示し、来館動機を 7 段階 (1: 全く行きたくない ~ 7: 非常にいきたい) で評価するように求めた。対象施設はランダムな順序で提示され、全ての参加者に全 20 施設について回答を求めた。

次に、展示対象である須恵器を全く知らない状態を避ける目的で、須恵器の写真画像とともに既知判断課題を 3 問出題した。既知判断課題の内容は、堺市博物館で開催されていた須恵器に関する特別展のパンフレット⁽⁶⁾に記載された基礎的な説明を用い、「知っていた」「知らなかった」の 2 択で解答するように求めた。

その後、事前列举あり群のみ、疑問点列举課題に取り組むよう求め、須恵器の写真画像 6 点を提示した上で、土器などの焼き物について気になることや疑問に思うことを記述するよう求めた。その際、無記入回答を避けるために、アンケート用紙には「できるだけ 1 つ以上記入してください」と記載した。

続く着目点提示課題では、疑問点列举課題で提示した画像から各問 1 枚ずつ画像を表示した上で、提示画像に関連する問題を出題した。各問題は、対象についての着目点と、解釈 (理由) を回答させる課題文、解答選択肢で構成されていた。

着目点提示課題終了後、両群とも、事前列举あり群

で最初に行ったものと同じ疑問点列举課題を提示した

3.3 結果と考察

3.1.1. 来館動機アンケート

アンケート結果を表 1 に示す。施設種別 (5 種別) それぞれについて Wilcoxon の符号付き順位検定 (Bonferroni 法を適用) を行ったところ、古代史系博物館への来館動機 (3.21) は、他の社会教育施設に比べて有意に低かった (いずれも $p < .001$)。また、関西圏と関東圏の地域差による有意差は認められなかった。

3.1.2. 疑問点の分析

疑問点列举課題の結果を表 2 に示す。事前列举あり群については、着目点提示課題の前後で実施した 2 回の疑問点列举課題で記述された疑問点の合計となっている。列举された疑問点のうち、一文に複数の疑問点が含まれていた場合は、それぞれ個別の疑問点として扱った。

回答結果として得られた疑問点は、King の「思考を刺激する質問リスト」⁽⁷⁾を参考に分類した。King の分類では、「事実を問う質問」と、質問者と回答者両方の

表 2 実験 1 で列举された疑問点の件数

	事前列举あり群 (n=24)	事前列举なし群 (n=24)
中央値	2	1
平均値 (標準偏差)	1.96 (1.16)	1.00 (0.78)
U	148.50	
z	3.02	
r	0.44	

批判的思考を活性化するような「思考を刺激する質問」を区別している。本研究ではこの区分に従って、筆者が疑問点を分類し、思考を刺激する質問をカウントした。その際、既知判断課題や着目点提示課題で教示された内容をそのまま疑問点として記述したものは除外し、事前／事後の疑問点列挙課題で疑問点として同等と判断されたものについては重複カウントしないようにした。疑問点の件数について Mann-Whitney U 検定を適用した結果、有意差 ($p<.01$) が認められ、事前列挙あり群で列挙された疑問点の方が事前列挙なし群より多かった。

4. 実験的検討 2

提示された着目点を解釈する観点が、展示対象への関心度を高めることに寄与する可能性について検討するために、着目点提示課題を理由回答群（実験群）と名称回答群（統制群）に区分して実験を行った。

4.1 実験協力者

実験協力には、大学生および大学院生 52 名（平均年齢 21.2 歳）が参加した（実施期間 2018.11.22 - 2018.12.12）。

4.2 実験素材

疑問点列挙課題は、実験的検討 1 と同じものを用いた。着目点提示に用いるクイズアプリについて、実験群（理由回答群）では実験的検討 1 と同じく、理由を回答させる課題文を用いた。統制群（名称回答群）には、入学試験や歴史検定等で問題として用いられるこ

とが多い、名称を回答させる問題を用いた。なお、各群における課題文の出題形式の違いによって、協力者に教示される情報量に著しい差が生じないように、提示する着目点および課題文と選択肢の記述内容については配慮した。

関心度アンケートでは、自律的学習動機尺度⁽⁸⁾を参考に、問 1, 2「須恵器」問 3, 4「土器や陶磁器などの焼き物」、問 5, 6「古代の歴史」について、「考えることがおもしろい(問 1, 3, 5)」問 2, 4, 6「質問できる機会があればしてみたい」の計 6 問(3×2=6 問)について、それぞれ 7 段階(1:まったくあてはまらない ~ 7:とてもあてはまる)から 1 つ選択するアンケートを用いた。

4.3 実施手順

実験 2 の実施手順を図 2 に示す。実験的検討 1 と同様、社会教育施設への来館動機および来館経験を確認するアンケートを行った。次に、展示対象である須恵器を全く知らない状態を避ける目的で、学校などで行われる学習を想定した事前学習課題(3 問)、疑問点列挙課題を提示した。提示内容は実験 1 と同様であるが、事前学習課題の説明内容を覚えるよう求めた。

その後、疑問点列挙課題で土器などの焼き物について気になることや疑問に思うことを記述するよう求めた。事前学習課題終了後、着目点提示課題として、理由回答群（実験群）には理由を回答するクイズアプリを、名称回答群（統制群）には名称を回答するクイズアプリを提示した。着目点提示課題終了後、疑問点列挙課題と関心度アンケートに回答するように求めた。

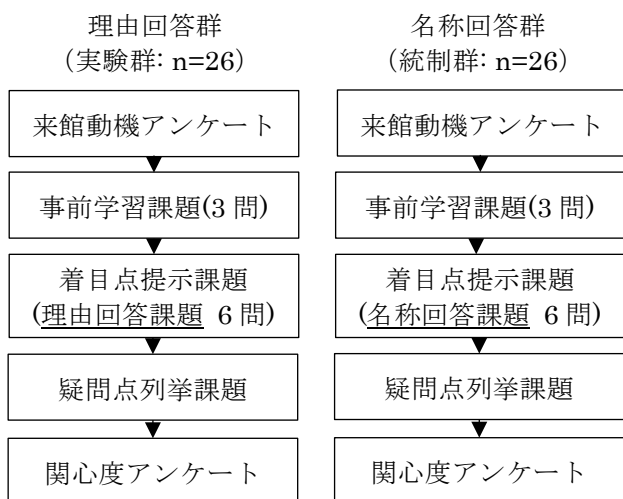


図 2 実験 2 の実施手順

表 3 実験 2 における来館動機の調査結果 (N=52)

施設種別	平均値	古代史系との比較(z)
古代史系博物館	3.45 (1.69)	—
博物館(古代史系以外)	3.93 (1.30)	2.59
科学館	5.41 (1.16)	5.38
動物園	4.89 (1.38)	4.74
遊園地	5.27 (1.30)	5.03

平均値に付記された括弧内の値は標準偏差（施設種別ごとの対象施設は表 1 参照）

表 4 思考を刺激する疑問点の件数

	理由回答群 (n=26)	名称回答群 (n=26)
中央値	1	0
平均値 (標準偏差)	1.12 (0.86)	0.65 (0.94)
<i>U</i>	225.00	
<i>z</i>	2.21	
<i>r</i>	0.31	

表 5 須恵器についての高関心度群における須恵器への質問欲求

	理由回答群 (n=10)	名称回答群 (n=9)
中央値	5	3
平均値 (標準偏差)	5.00 (1.05)	3.33 (1.80)
<i>U</i>	20.00	
<i>z</i>	2.09	
<i>r</i>	0.48	

4.4 結果と考察

4.4.1 来館動機アンケート

アンケート結果を表 3 に示す。施設種別（5 種別）それぞれについて Wilcoxon の符号付き順位検定（Bonferroni 法を適用）を行ったところ、古代史系博物館への来館動機（3.45）は、科学館、動物園、遊園地に比べて有意に低かった（いずれも $p<.001$ ）。また、関西圏と関東圏の地域差による有意差は確認できなかった。

4.4.2 疑問点の分析

列挙された疑問点の分析には、3 章と同じ方法を用いて、質問者と回答者両者の思考を刺激する、思考を刺激する質問の数をカウントした。その際、クイズアプリより前に行う記述課題は両群が同条件で記述しているため、クイズアプリ解答後の疑問点のみを対象とした。理由回答群と名称回答群間に Mann-Whitney U 検定を適用し比較した（表 4）。その結果、理由回答群は名称回答群を有意に上回った（ $p<.05$ ）。このことから、理由を考える問題に回答することにより、その後質問者と回答者の思考を刺激するような質問を明確化できることが分かった。

表 6 正答率の違いで区分した関心度アンケートの結果（中央値）

	高正答率群		低正答率群	
	理由回答群 (n=10)	名称回答群 (n=19)	理由回答群 (n=16)	名称回答群 (n=7)
問 1	3.5	4.0	4.5	3.0
問 2	3.0	3.0	4.0	2.0
問 3	3.0	4.0	4.5	2.0
問 4	3.0	3.0	4.0	2.0
問 5	3.5	5.0	4.5	5.0
問 6	3.0	4.0	4.5	3.0

4.4.3 関心度アンケートの分析

関心度アンケートの各項目を、関心度アンケートの問 1「須恵器について考えることがおもしろい」の回答における高群（5～7）について分析した結果を表 5 に示す。「須恵器について質問できる機会があればしてみたい」について実験群と統制群の間に有意差（ $p<.05$ ）がみられた。このことから、理由を回答するクイズを経験することで対象への関心を高めた人は、実際に質問するという形で行動を起こしたい欲求が生まれると考えられる。

関心度アンケートの各項目を、着目点提示課題における正答率高群と低群に分けて分析した結果を表 6 に示す。高群と低群の分岐点は、各群の平均値（実験群：52.6%，統制群：64.7%）および中央値（実験群：50%，統制群：66.7%）を同時に満たす 6 問中 3 問正解とした。Mann-Whitney U 検定の結果、正答率低群において実験群と統制群の間に「土器や陶磁器などの焼き物について考えることがおもしろい」項目について有意差（ $p<.05$ ）が、「須恵器について考えることがおもしろい」「須恵器について博物館の人に質問できる機会があればしてみたい」の 2 項目について有意傾向（いずれも $p<0.1$ ）が確認され、実験群が統制群を上回った。また、統制群内において、正答率高群と低群の間には「土器や陶磁器などの焼き物について考えることがおもしろい」項目で有意傾向（ $p<0.1$ ）がみられた。これらの結果から、名称を回答するクイズアプリでは、うまく正答できないと考える意欲が上がらない可能性があるが、理由を考える実験群では正答/不正答に関わらず一定の効果があるか、あるいは不正答時には、正答できなかったという、理想とする正答状態とのギ

ャップを認識し、その差を埋めようとする動機が生まれたことが考えられる。

5. おわりに

来館動機が高くない古代史系博物館を対象とした実験的検討によって、着目点が示された展示物に対して自身の持つ疑問点を明確化することで、対象への関心および質問欲求を向上させることが確認された。

本研究では、来館動機が特に低い古代史系博物館を対象に検討を行ったが、他の分野を扱う博物館を対象として実施することで、他分野への適用可能性についても検討する必要がある。また、本研究では既有知識とその場で得た知識を組み合わせることを重視したために、理由回答課題の直後に疑問点列挙課題への回答を求めたが、一定期間を空けた際の関心や質問欲求、質問の質の変容については調査していない。今後は、着目点が示された展示物に対して自身の持つ疑問点を明確化することの、長期的な効果の測定も必要と考えられる。

参 考 文 献

- (1) UNESCO (日本ユネスコ国内委員会 訳)：博物館及びその収集品並びにこれらの多様性及び社会における役割の保護及び促進に関する勧告 (2015)
<http://www.mext.go.jp/unesco/009/1393875.htm>
- (2) 井上卓也, 田中孝治, 池田満, 堀 雅洋: 展示解説におけるストーリー性が来館動機に及ぼす影響について—古代史系博物館での学習支援を目指して—。知識共創フォーラム (2017)
- (3) 土屋武志: アジア共通歴史学習の可能性。梓出版社 (2013)
- (4) ロバート・L・ソルツ: 脳は絵をどのように理解するか: 絵画の認知科学。新曜社 (1997)
- (5) 並木美砂子: 動物園における親子コミュニケーション。風間書房 (2005)
- (6) 堺市博物館: 堺に窯がやってきた!—古墳時代・やきもの技術革新— (2018)
- (7) Alison King: Designing the instructional process to enhance critical thinking across the curriculum: Inquiring minds really do want to know: Using questioning to teach critical thinking. *Teaching of Psychology*, 22(1), 13-17 (1995).

- (8) 西村多久磨, 川村茂雄, 桜井茂男: 自律的な学習動機付けとメタ認知的方略が学習成績を予測するプロセス—内発的な学習動機付けは学業成績を予測することができるのか?—。教育心理学研究, 59, 77-87 (2011)

歴史的な地方都市における ICT を活用した 住民参加型地域防災マップの評価

岡崎泰久*1, 松尾将*1, 三島伸雄*1

*1 佐賀大学

Evaluation of Community Participation Type Regional Security Map Utilizing ICT in a Historical Local Town

Yasuhisa Okazaki*1, Sho Matsuo*1, Nobuo Mishima*1

*1 Saga University

本研究では、歴史的町並みの残る地方都市を対象に、我々が開発してきた住民参加型防災マップ作成支援システムを用いて作成した地域防災マップの評価を行った。このシステムは、地域の住民がタブレット端末を持って地域を回り、日ごろ危険と感じる情報を投稿し、それをサーバのデータベースで保存・共有することにより、そうした情報を住民全体で共有することで、地域住民による防災マップの作成を支援するものである。今回、住民の代表の方に、これまでの活動により作成した地域防災マップを実際に使いながら避難計画を検討してもらうことにより、作成した防災マップの有用性や情報の独自性・妥当性、見やすさや使いやすさの観点から評価を行った。その結果、従来の防災マップには記載されない地域の危険情報を収集して共有でき、地域の危険性の認知や防災ワークショップの資料として有用であることを明らかにした。

キーワード: 防災, 地域防災, 防災マップ, 歴史的な地方都市, 住民参加

1. はじめに

自然災害により多くの被害を受けてきた日本では、こうした被害を最小限にするための研究⁽¹⁾や、さまざまな取り組みが行われている。こうした中で、災害に強いまちづくりが進んでいる地域がある一方で、歴史的な町並みを有する地方都市(以下、歴史的な地方都市)では、地域特有の問題から災害に対して脆弱である。歴史的な地方都市は、宿場町や城下町等の伝統的な景観を有している。こうした伝統的な景観を保全するために、建物の耐震化や道路の工事等のインフラ整備が難しい。また、若年層が都市部へ流出することにより、歴史的な地方都市では人口の過疎化・高齢化が進んでいるため、災害時に若年層からの支援を受けることができる高齢者が限られている。こうした空間的あるいは人的制約の厳しい状況の中で災害に備えるために、歴

史的な地方都市に住む人々は、日頃から災害の危険性について考え、事前の災害対策を行う必要がある⁽²⁾。

東日本大震災以降、災害対策としてハザードマップが注目されるようになってきている。しかし、通常ハザードマップは、細かい地域特性までは考慮しておらず、古い町並みを有する歴史的な地方都市では、狭い道や小さな水路など、ハザードマップ作成の際に基準として浮かび上がらないところに実際の課題があることも多い。また、住民が日常生活の中で感じる不安は、実際にその地域に住んでいる住民でなければ気づかない課題であり、これらの課題を地域住民の目線で浮き彫りにする必要がある。従来の防災マップを作成段階から見直し、現地住民自身で情報を収集することで、住民目線での情報を掲載した、地域固有の防災マップを作成することが可能となる。

我々は、江戸時代からの古い町並みが残る佐賀県鹿

島市肥前浜宿をモデル地区として、町の特性を踏まえた地域に根差す防災を目標に掲げて、ICT を活用した地域防災マップ作成支援システムの開発研究を行っている⁽³⁾⁽⁴⁾⁽⁵⁾。このシステムは、タブレット端末を用いて実際に地区を回りながら、危険箇所になり得る地点の情報（危険の種類、写真、コメント、位置）を住民が登録し、集めた情報を統合して地図上に情報を表示させることで、地域防災マップを作成する。住民参加型にすることにより、地域のきめ細かな情報の収集と共有による地域の危険性の認知と、住民の防災意識向上を期待している⁽⁶⁾。

本研究では、モデル地区として選定した肥前浜宿において、我々が開発してきた住民参加型防災マップ作成支援システムを用いて、作成した地域防災マップの評価を行う。今回、住民の代表の方に、これまでの活動により作成した地域防災マップを、実際にタブレット端末を操作して利用していただき、災害を想定した避難計画を検討してもらうことにより、我々のシステムを用いて作成した防災マップの有用性や情報の妥当性、掲載している情報の見やすさや、防災マップの使いやすさの観点から評価を行った。

2. 地域防災マップの評価実験

2.1 実験の概要

今回の実験は、本システムを用いて作成した防災マップが、住民が期待する役割や目的を備えており実用的であるかどうかの評価を行う。実際に防災マップを利用する現地の有志の方に集まっていただき、本システムを用いて作成した地域防災マップを試用して、災害を想定した避難計画を検討していただき、本防災マップの実用性、情報の独自性と妥当性、防災マップの見やすさ・使いやすさについて調査を行った。

2018年12月20日に肥前浜宿の浜公民館で午前10時から約2時間行った。参加者は、8名の現地住民と1名の市役所職員、5名の佐賀大学関係者(教員1名、学生4名)であった。実験手順は、学生1名に対して、地域住民2名のグループを4つ編成し、そのうちの一つに市役所職員の方にも加わっていただいた。約20分間学生が実際の機器を用いて、現地住民の方に防災マップの見方や操作の説明を行った後、それぞ



図 1 配布した肥前浜宿の地図

水害時の避難計画

◆身の回りの危険性はどのようなものがあるか?
自宅の周り、よく通る道などに潜む危険性

◆水害時の避難のタイミング

◆水害時の避難所・避難経路の確認(別紙地図に書き込み)

◆水害が起きた場合の避難時の留意点・避難の妨げとなる課題
浸水で通れなくなりそうな道など

◆その他検討すること

図 2 避難計画用紙

れのグループで約70分間かけて、掲載されている情報の確認や避難計画の検討を行った。避難計画の検討は、肥前浜宿を印刷した地図(図1)と、自作した避難計画検討用紙(図2)を配布し、身の回りの危険性や避難経路の確認等を行った。最後に、約10分間システムや防災マップに関するアンケート調査を行った。

浜あどまっぷ利用に関するアンケート

年齢：50歳未満・50代・60代・70代・80歳以上

性別：男性・女性

利用したハザードマップ：iPad・紙地図

防災組織での役割：()

質問 1: 普段から利用する電子機器を教えてください。

◆スマートフォン

1. よく利用する 2. たまに利用する 3. あまり利用しない 4. 利用しない

◆パソコン

1. よく利用する 2. たまに利用する 3. あまり利用しない 4. 利用しない

◆タブレット端末

1. よく利用する 2. たまに利用する 3. あまり利用しない 4. 利用しない

質問 2: このハザードマップは見やすいと思いますか?

1. そう思う 2. やや思う 3. どちらともいえない 4. やや思わない 5. 思わない

質問 3: 災害のアイコンは適切だと思いますか?

火災のアイコンについて

1. そう思う 2. やや思う 3. どちらともいえない 4. やや思わない 5. 思わない

水害のアイコンについて

1. そう思う 2. やや思う 3. どちらともいえない 4. やや思わない 5. 思わない

地震のアイコンについて

1. そう思う 2. やや思う 3. どちらともいえない 4. やや思わない 5. 思わない

犯罪のアイコンについて

1. そう思う 2. やや思う 3. どちらともいえない 4. やや思わない 5. 思わない

質問 4: このハザードマップの掲載情報は分かりやすいと思いますか?

1. そう思う 2. やや思う 3. どちらともいえない 4. やや思わない 5. 思わない

質問 5: このハザードマップの掲載情報は信頼できると思いますか?

1. そう思う 2. やや思う 3. どちらともいえない 4. やや思わない 5. 思わない

質問 6: 日頃から不安に思う地域の危険情報を掲載できていると思いますか?

1. そう思う 2. やや思う 3. どちらともいえない 4. やや思わない 5. 思わない

質問 7: 行政が配布しているハザードマップには掲載されていない浜宿特有の危険情報を掲載できていると思いますか?

1. そう思う 2. やや思う 3. どちらともいえない 4. やや思わない 5. 思わない

質問 8: あなたがハザードマップに期待する役割・目的と、このハザードマップはその役割・目的に効果的かお答えください。

◆日常的に居住区の危険を認知

1. 効果的である 2. やや効果的である 3. どちらともいえない

4. あまり効果的ではない 5. 効果的ではない

◆避難所、避難経路を認知

1. 効果的である 2. やや効果的である 3. どちらともいえない

4. あまり効果的ではない 5. 効果的ではない

◆日常的に利用することによる防災意識の向上

1. 効果的である 2. やや効果的である 3. どちらともいえない

4. あまり効果的ではない 5. 効果的ではない

◆話し合いや防災ワークショップに用いるための資料

1. 効果的である 2. やや効果的である 3. どちらともいえない

4. あまり効果的ではない 5. 効果的ではない

◆災害時に避難するための資料

1. 効果的である 2. やや効果的である 3. どちらともいえない

4. あまり効果的ではない 5. 効果的ではない

◆その他 ()

1. 効果的である 2. やや効果的である 3. どちらともいえない

4. あまり効果的ではない 5. 効果的ではない

質問 9: 地域の危険箇所を自ら収集することで、防災意識の向上に繋がると考えますか?

1. そう思う 2. やや思う 3. どちらともいえない 4. やや思わない 5. 思わない

(質問 10・11 は iPad を使用した方のみ回答をお願いします)

質問 10: このハザードマップは操作しやすいと思いますか?

1. そう思う 2. やや思う 3. どちらともいえない 4. やや思わない 5. 思わない

質問 11: このハザードマップは紙地図としてもあった方がいいと思いますか?

1. そう思う 2. やや思う 3. どちらともいえない 4. やや思わない 5. 思わない

質問 12: このハザードマップを利用して、難しい・分からないと感じた点や改善してほしい点があれば教えてください。

質問 13: このハザードマップに追加してほしい機能・情報があれば教えてください。

ご協力いただき誠にありがとうございました!

図 3 アンケート用紙

2.2 アンケート項目

今回実施したアンケートを図 3 に示す。全部で 13 項目あり、質問 2 から質問 11 は 5 段階の選択式の質問である。アンケートの評価項目は、防災マップの実用性の評価 (質問 8, 9)、情報の独自性と妥当性の評価 (質問 5~7)、防災マップの見やすさ・使いやすさの評価 (質問 2~4, 10~13)、および、回答者の電子機器の使用経験を尋ねるもの (質問 1) である。

3. 実験結果と考察

3.1 地域防災マップの実用性

図 4 に、防災マップに期待する役割・目的を達成できるかについて、本システムの目的である日常的に地域の危険性を認知できるかという質問に対する回答結果を示す。肯定的な評価を得ることができ、概ね達成することができたと考えられる。やや効果的であるという意見の方が多く、これはアンケートの自由記述欄である防災マップの改善点や追加してほしい機能・情

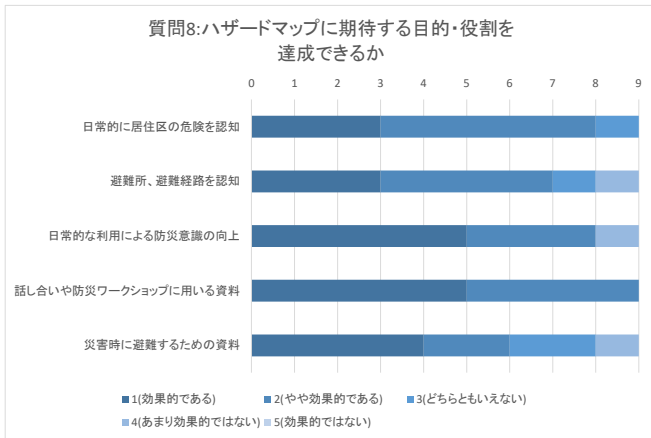


図 4 防災マップに期待する目的・役割の達成度

報に、情報量の追加や危険度の改善，高潮被害の追加など，情報に関しての要望が多くあったことも踏まえ，登録する情報の追加や改善を行うことで，より良い評価を得ることができると考える．登録する情報の追加・改善案として，危険度の基準をある程度定めてそれを可視化する，災害の原因項目だけではなく被害予想も登録できるようにする，写真を複数枚登録できるようにする等が挙げられる．日常的な利用による防災意識の向上に役立つかという質問と，話し合いや防災ワークショップに用いることができるかという質問には，肯定的な意見が多くあった．話し合いや防災ワークショップに用いることができるかという質問に対しては，否定的な意見が 1 人もいなかった．これは，今回の防災マップの評価方法に，グループによる避難計画の検討という手法を用いたからであると考えられる．地域の災害や避難に関することや，防災マップの良し悪しについて，どのグループも活発に議論を行っており，防災マップにはいくつかの課題があったが，結果的に話し合いが有意義だったと参加者が感じたため，このように良い評価を得ることができたと考えられる．

防災意識の向上については，肯定的な意見が多かったものの，実際に防災マップを用いたことによる防災意識の向上を示すことが難しく，どのような評価手法を用いればよいかまだ検討していない．今回，図 4 に示すように，本防災マップを利用することによる防災意識の向上で肯定的な意見が多く得られたので，今後は防災意識の向上にも目を向けて，具体的な評価手法を提案して評価を行っていきたいと考える．

良い評価が伸び悩んだ項目は，避難所・避難経路を

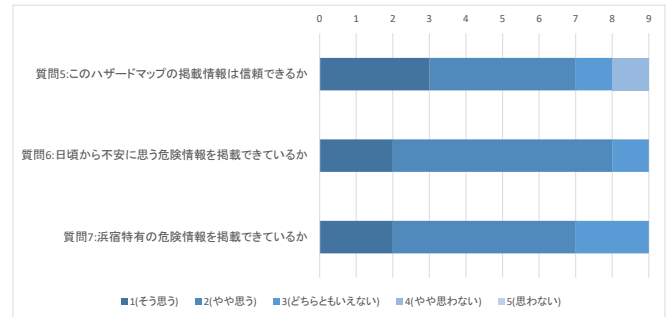


図 5 情報の妥当性と独自性

認知できるかということと，災害時に避難するための資料として用いることができるか，という質問の二つがあり，どちらも避難に関する質問である．これらの項目が伸び悩んだ原因として，本システムが災害発生前の利用を想定したシステム設計になっていることが考えられる．避難経路を登録できる機能を実装することで，避難時にもシステムを使うことができるようになると考えられる．

これらの結果から，本防災マップを利用することで，日常的に地域の危険性を認知できるということ，地域の防災活動を行う際の資料として，本防災マップが効果的であることが明らかとなった．地域住民による防災活動の一環として地域の危険性について理解を深める際に，本防災マップを用いることは有用であると考ええる．

3.2 情報の妥当性と独自性

情報の妥当性と独自性に関するアンケート結果を図 5 に示す．質問 5 の情報の妥当性に関する質問への回答は，文献(6)の場合と異なり，否定的な意見が少なかった．これは，避難計画の検討では，自分が住んでいる地区の情報を重点的に確認するため，参加者は全ての情報を確認したわけではないということと，それぞれのグループの現地住民の方は 2 名だったため，情報を評価する視点が少なかった可能性が考えられる．こうしたことから，情報の信頼性を評価する場合，複数の住民による評価が重要となってくると思われる．質問 6 と質問 7 は，掲載情報の独自性に関する項目である．本システムで防災マップを作成することで地域固有の情報と日頃から不安に思う情報を収集できているかという質問については，否定的な意見がなく，概ね達成できた．これまでの研究結果とあわせると，他の

防災マップには掲載されない情報を、本防災マップは掲載できていると考える。

これらの結果から、地域に住む住民がまち歩きによって危険個所の情報収集を行い、自ら防災マップを作成することで、地域固有の防災マップの作成が可能となることが明らかになった。本システムを用いて防災マップを作成することで、狭い道や小さな水路など、防災マップ作成の際に基準として浮かび上がらない課題や、地域住民が生活の中で感じる不安を反映できる。更に、過去の災害経験を活かし、実際の被害状況から学んだことをシステムに登録できる。これらの結果は、歴史的な地方都市など地域特有の課題を持った地域が防災マップを作成する際に有意義であると考えられる。

3.3 地域防災マップの見やすさ・使いやすさ

普段の電子機器の利用状況に関するアンケート結果を図6に、防災マップの見やすさ・使いやすさに関するアンケート結果を図7に示す。図6に示す通り、実験の参加者の中には、スマートフォンやタブレット端末を使ったことがほとんどなく、パソコンをたまに使ったことがあるくらいという方が3名いた。図7の項目にあるこのシステムは操作しやすいかという質問に対するこの3名の方の回答結果を確認したところ、1名は記入漏れがあり評価を得ることができなかったが、2名はそう思うと肯定的な評価を得ることができた。これは、学生が参加者に対して使い方を指導したことで、電子機器をほとんど使ったことがない参加者でもすぐに慣れることができ、システムを扱えたからと考える。これにより、操作方法をきちんと指導することで、電子機器を扱った経験が少ない高齢者の方でも、システムを扱うことができると考える。今回は学生の指導を得ることができたが、1人では操作に不安という意見があり、実際の運用を考える場合、操作マニュアルの作成が必要である。

災害のアイコンの妥当性については、図8のように火災と水害のアイコンは概ね良い評価を得ることができ、地震と犯罪のアイコンはどちらも3名の方が、良い悪いの判断に迷うか、やや思わないと回答していた。地震のアイコンで良い評価が得られなかった原因として、アイコンの小ささが原因と考えられる。地震のアイコンは、家の周りに波線を付けることで家が揺れる

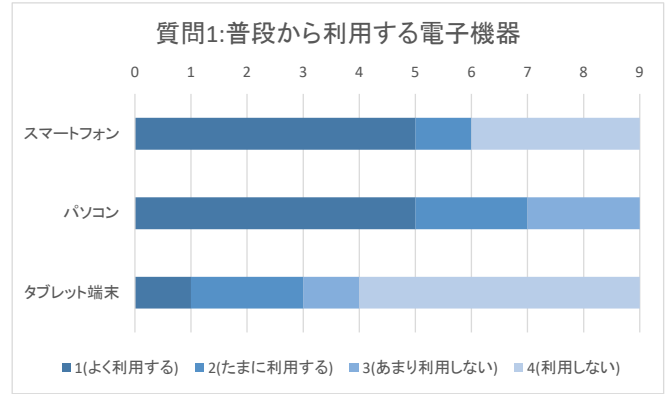


図 6 普段の電子機器の利用状況

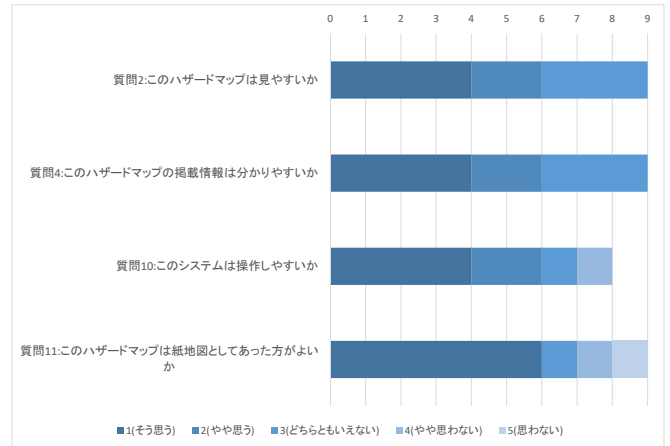


図 7 防災マップの見やすさ・使いやすさ

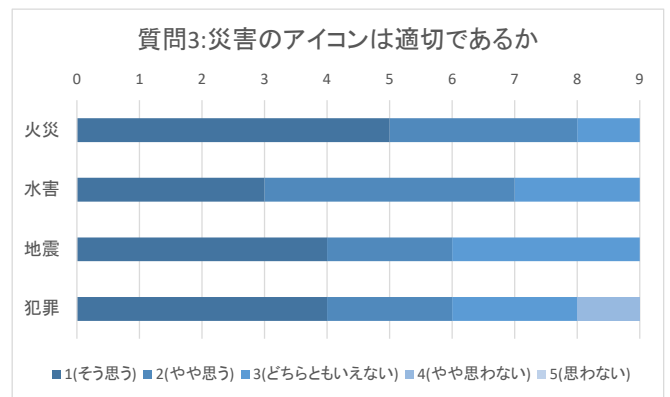


図 8 災害を示すアイコンの適切性

様子や、地面に亀裂を入れることで地震の様子を表現しているが、表示するアイコンが小さいため、こういった線が何を表現しているか分かりにくかったと思われる。犯罪のアイコンは、以前は不気味な不審者を表現したアイコンにしていたが、犯罪のアイコンだけ過度に目立ってしまうために、犯罪ハザードマップを参考に警察を表現したアイコンで実験を行ったが、3名の方から肯定的な評価を得ることができなかった。犯罪は種類が豊富にあり、1つのイラストで全てを表現することが難しく、犯罪のアイコンについては再検討

が必要である。また、現在は災害種別毎に4種類のアイコンを設定しているが、更にそれぞれの災害種別の項目毎にアイコンを作成することで、分かりやすさが向上するのではないかと考える。

図7に示す使いやすさ・分かりやすさの質問に対する回答結果のうち、質問2はUIに関する評価であり、この項目で良い評価が伸び悩んだのは、UIに関する課題があったためであると考えられる。写真や文字が小さいという意見や、フィルタリング時に文字が重なって見にくいという意見があり、フィルタリング画面を半透明ではなく見やすい背景に設定したり、文字の色・大きさなどを再検討する必要がある。また、質問4は掲載情報の分かりやすさの評価であり、この項目で良い評価が伸び悩んだのは、前述したアイコンや危険度の分かりにくさ、情報量の少なさが原因であると考えられる。今後は、もう一度高齢者向けを意識したUI設計と、掲載している情報をより分かりやすくし、地域住民が必要だと感じる情報を掲載する必要がある。

4. まとめと今後の課題

本研究では、歴史的町並みの残る地方都市のモデル地区として佐賀県鹿島市肥前浜宿を選定し、我々が開発してきた住民参加型防災マップ作成支援システムを用いて作成した地域防災マップの、現地住民による評価を行った。地域住民の方に、これまでの活動により作成した地域防災マップを実際に使ってもらいながら、災害を想定した避難計画を検討してもらうことにより、作成した防災マップの有用性や情報の独自性・妥当性、見やすさ・使いやすさの観点から評価を行った。その結果、従来の防災マップには記載されない、住民が日常生活において不安に思う地域の危険情報を収集して共有することにより日常的な地域の危険を認知でき、防災ワークショップの資料として有用であることを明らかにした。

今後の課題として、投稿された情報に対する検討を行う場を継続して情報の信頼性を担保する仕組みづくりを行うこと、高齢者でも戸惑わずに必要な情報を閲覧できるようユーザーインターフェースの改善を行い、システムを継続的に利用していくことがあげられる。

謝辞

本研究は、JSPS 科研費 JP16H04478 の支援を受けたものである。研究の遂行にあたり、ご協力いただきました肥前浜宿の皆様、和久屋准教授、林田名誉教授、岡崎研究室の皆さんに感謝いたします。

参考文献

- (1) 光原弘幸：“特集：安心・安全な社会に貢献する教育システム”，教育システム情報学会誌 Vol. 35, No. 2, pp.66-103, (2018)
- (2) Nobuo Mishima, Naomi Miyamoto, Yoko Taguchi, Keiko Kitagawa：“Analysis of current two-way evacuation routes based on residents' perceptions in a historic preservation area”，International Journal of Disaster Risk Reduction (8), pp.10-19 (2014)
- (3) 岡崎泰久，森聖菜，三島伸雄：“歴史的な地方都市における住民意識調査に基づく地域ハザードマップ作成支援システムの開発”，第40回教育システム情報学会全国大会講演論文集 pp.75-76 (2015)
- (4) Yasuhisa Okazaki, Seina Mori, Hiroshi Wakuya, Nobuo Mishima, Yukuo Hayashida, Byung-Won Min：“Development of a Sustainable Community-based Hazard Map Creation Support System for Traditional Towns with Local Heritage”，International Journal of Contents, Vol.12, No.2, pp. 58-65 (2016)
- (5) 松尾将，小崎駿，岡崎泰久，三島伸雄：“ICTを活用した地域住民によるハザードマップ作成の試用”，教育システム情報学会研究報告 vol.32 no.6, pp.119-124 (2018)
- (6) 松尾将，岡崎泰久，三島伸雄：“歴史的な地方都市におけるハザード情報の地域住民による検討”，信学技報, vol. 118, no. 261, ET2018-52, pp. 83-88 (2018)

防災マップ作成をテーマとした ICT 活用型防災学習の実践

畠山 久^{*1,2}, 永井正洋^{*3,1}, 室田真男^{*4}

*1 首都大学東京 学術情報基盤センター

*2 東京工業大学 大学院社会理工学研究科

*3 首都大学東京 大学教育センター

*4 東京工業大学 リベラルアーツ研究教育院

A Practice of ICT-Based Disaster Prevention Learning on Making Disaster Prevention Map

Hisashi Hatakeyama^{*1,2}, Masahiro Nagai^{*3,1}, Masao Murota^{*4}

*1 Library and Academic Information Center, Tokyo Metropolitan University

*2 Graduate School of Decision Science and Technology, Tokyo Institute of Technology

*3 University Education Center, Tokyo Metropolitan University

*4 Institute for Liberal Arts, Tokyo Institute of Technology

学校現場においては様々な防災教育の取り組みが行われている。本論では、体験的な活動を通じて学習者の災害に備える意識を向上させるため、タブレット端末を用いた防災マップ作成をテーマとした授業を高等学校で実践した。授業では、グループごとに学校周辺地域を移動し、危険箇所や地域の避難場所、災害時に役立つ施設・物品などを防災学習支援システムに記録する野外学習を実施した。その後に、教室において集約した情報を用いて振り返る活動を通じて、地域の特徴や災害への備えを学ぶ学習活動とした。学習記録からは、学習者が学習範囲内の様々な地点で自由に記録したことが確認された。主観調査からは、学習活動の前後で学習者の防災意識や地域理解の意識の向上が明らかとなった。学習前の防災意識が高い群では防災意識の頭打ちが見られる一方で、自己効力感や想像力といった意識は学習前の防災意識が低い群での向上が認められなかった。

キーワード: 防災教育, 防災マップ, 野外学習, 授業実践

1. はじめに

災害が多発する日本においては、日頃から災害に備えることが重要である。このため、学校現場をはじめ様々な環境で防災教育の取り組みが行われている。しかし、文部科学省の有識者会議の報告⁽¹⁾によれば、現在の学校教育においては防災を含めた安全教育の時間数が限られており、主体的に行動する態度の育成には不十分であると指摘されている。今後の方向性としては指導時間の確保を検討した上で、発達の段階に応じて、必要な知識を身につけ主体的に行動する態度を育成することが必要と述べられている。このために、児

童・生徒の防災意識を高めると共に、自分たちのこととして考える意識、「わがこと意識」の醸成が必要となる。

ここで、児童・生徒が積極的に防災学習に参加する方法として体験的な活動が挙げられる。体験的な活動の多くは、防災教育の GLI モデル⁽²⁾によれば Local 層・Individual 層に分類される。しかし、学校現場においては災害に関する基礎的な内容を学ぶ Global 層の取り組みが多いと考えられる。例として、静岡県教育委員会による実態調査⁽³⁾によれば、避難訓練の他に防災教育として実施している取り組みの多くは防災講話であり、これに比べると防災マップ作成や防災ゲームと

いった体験的な活動の実施状況は芳しくない。

体験的な活動の一つとして、防災マップ作成に着目する。前述の Local 層にあたる学習であり、全般的な災害の知識を地域に応じた具体的な知識となるようにする目的で実施される。防災マップの作成は地域コミュニティに限らず学校でも取り入れられており、近年は ICT 活用型防災教育としての取り組みや環境も一般化しつつある⁴⁾。しかし、その学習に着目し効果を検討している事例は多くない。

2. 目的

本研究における防災学習では、地域に即した防災知識を学ぶことを通じて、地域理解を深めると共に学習者の災害に備える意識、即ち防災意識を高めることを目指す。

具体的な学習内容として、地震災害を想定した防災マップ作成をテーマとした授業を設計した。野外において気づいた情報を防災マップとして集約し、その記録や体験に基づいた振り返りを行う。この過程で情報の集約や共有が必要となる。そこで、学習者が多くの情報をより自由に記録できるよう防災マップ作成支援システムを改良した。実践を踏まえ、学習活動を通じた防災意識や地域理解度の変化から、学習効果を検討する。

3. 方法

3.1 学習活動の検討

本稿における防災マップとは、地域における防災情報を地図に集約したものを指す。防災マップに記載する情報の決まりはないが、多くの場合は危険箇所や地域の避難場所、災害時に役立つ施設・物品などが挙げられる。今回の授業では、防災マップの作成を通じて地域理解や防災意識の向上を目指す。

防災マップの作成では机上で完結する手法もある。しかし、授業の一環として実施する場合、児童・生徒が学校周辺地域をどの程度理解しているかは学校の特性によって異なる。例えば、公立の小中学校であれば多くの場合は通学区域が指定されており、学校周辺地域が児童・生徒の自宅周辺となっている場合が多い。一方で、私立学校や高等学校の場合は通学区域が広い

ため、児童・生徒によっては自宅から大きく離れていることが考えられる。いわゆる「土地勘」の差がある状態であるが、通学している以上は学校を含む周辺地域も生活圏であり、地域理解は必要となる。このため、土地勘を養うためにも、防災マップ作成にタウンウォッチング活動を取り入れ、野外活動を通じて防災マップに記録することとする。

また、授業として野外で学習活動を行うとした場合、クラスの全員で行動するのは難しい。野外活動時の安全確保の観点も踏まえると、少人数でのグループ活動が望ましいと考える。この場合、各グループがそれぞれで収集・記録した情報を集約・共有する必要がある。そこで、防災マップ作成を通じた学習を支援するシステムを用いて記録の集約と共有をスムーズに行う。集約した防災マップを用いることで、教室では地域理解を促すための振り返り学習活動が行える。

3.2 学習支援システムの準備

前述の学習活動を実現するために求められる学習支援システムの要件は以下の2点である。

- ① 野外で収集した情報を記録できる
- ② 複数の学習者が収集した情報を集約できる

これらの機能を実現するため、著者らが開発した防災マップ作成支援システム“FaLAS”⁵⁾を改良したシステム“ソナエル”を利用した。ソナエルは Android 端末で動作するクライアントアプリケーションで、記録された情報はインターネット回線を通じて専用サーバに集約される。集約された情報はクライアントアプリケーションのほか、ブラウザからも閲覧できる。

今回の実践にあたり、学習者が多くの情報をより自由に記録できるよう、FaLAS のミッションエリア・チェックポイント機能を廃止する改良を加えた。この機能はオリエンテーリングのようなゲーム性を取り入れることで地域の回遊を促すと共にフィードバックを与え学習意欲を向上させる目的で実装していた⁶⁾。学習者全体の記録を防災マップとして整理した際には、記録されている情報がチェックポイント付近に偏ってしまう。今回の学習にあたっては学校周辺地域をできる限り網羅した防災マップを作成するため、この機能を廃止することで情報の重複を起りにくくした。代わりに、学習意欲を高めるために記録数に応じたメダル

が表示される簡易な機能を実装した。

4. 授業実践

千葉県内の県立高等学校において、2018年9月から11月にかけて、計5回の授業実践を行った。授業は高校一年生(4クラス96名)を対象に、総合的な学習の時間の一単位として実施した。学習者を3人前後の計34グループに分け、クラスごとに担任が授業を行う形式とした。実施の概要を表1に示す。

4.1 基礎的知識の学習

Global層にあたる学習として、一連の学習の最初に地震災害に関する基礎的な知識を整理する時間を設けた。はじめに、地震によって引き起こされる被害と、地域の特徴について整理した映像教材を教室で視聴した。その後、地域における過去の災害事例や行政発行のハザードマップといった情報をまとめた独自の小冊子を用いて、担任から学校周辺地域における災害について概説した。

4.2 野外調査学習(1)

学校を中心とした地域において、グループごとに野外調査学習を行った。各グループにはソナエルが屋外で利用できるよう、Android端末とポータブルWi-Fiを各1台貸与した。学校を出発し、端末を携帯しグループごとに行動して再び学校に戻ってくることにした。

実践校は千葉県内房地域にあり、海から近いものの学校周辺は起伏に富んでいる。授業時間内に戻れるよう、学校を中心とし東西2.5km・南北1.5kmほどの学習範囲を設定し学習者に提示した。ソナエルでは、情報は「災害時に危険な場所」「災害時に役立つ場所」「その他」の3種類に区分して入力できる。学習者には、

範囲内を自由に移動し、地震災害を想定して気づいたことを3つの区分に分けて記録するよう指示した。区分ごとの記録された数に応じてメダルが表示され、数によってその色が変わる。

4.3 振り返り学習(1)

野外調査学習の記録をクラスごとに集約し、担任主導で振り返り学習を行った。各グループにはAndroid端末を貸与し、ソナエルで集約した記録を閲覧できる環境を提供した。グループごとにワークシートを用いて、記録と野外活動体験から分かる地域の特徴の整理を促した。この上で、情報が不足している場所や整理した特徴を検証したい場所を優先し、次の調査学習で向かう範囲を検討させた。

4.4 野外調査学習(2)

野外調査学習(1)と同様に、グループごとに野外調査学習を行った。ただし、学習範囲が野外調査学習(1)と同じ場所とならないよう、振り返り学習(1)で設定した範囲に向かい、情報を記録するよう指示した。

4.5 振り返り学習(2)

2回の野外調査学習の記録をクラスごとに集約し、ソナエルが利用できるAndroid端末を各グループに貸与した。全体の記録を閲覧した上で、DIG(Disaster Imagination Game)⁽⁷⁾を参考としたIndividual層にあたる個人ワークを実施した。通学路上で被災した想定で、地域の特徴を踏まえ学習者自身がどのような行動をとるべきかを検討させた。学習にはワークシートを用い、紙上で考え記入するよう指示した。その後、グループ内で議論させ、グループごとに発表を行った。

5. 結果

5.1 調査学習記録

2回の野外調査学習での記録数は364件であった。内訳としては、災害時に危険な場所が163件、災害時に役に立つ場所が138件、そしてその他が63件である。分布を図1に示す。

5.2 主観調査

初回にあたる9月20日の授業冒頭(学習前)と。

表1 授業実践の実施概要

回	実施日	時間	学習内容
1	9月20日	45分	基礎的知識の学習
2	10月11日	100分	野外調査学習(1)
3	11月5日	45分	振り返り学習(1)
4	11月15日	110分	野外調査学習(2)
5	11月29日	45分	振り返り学習(2)

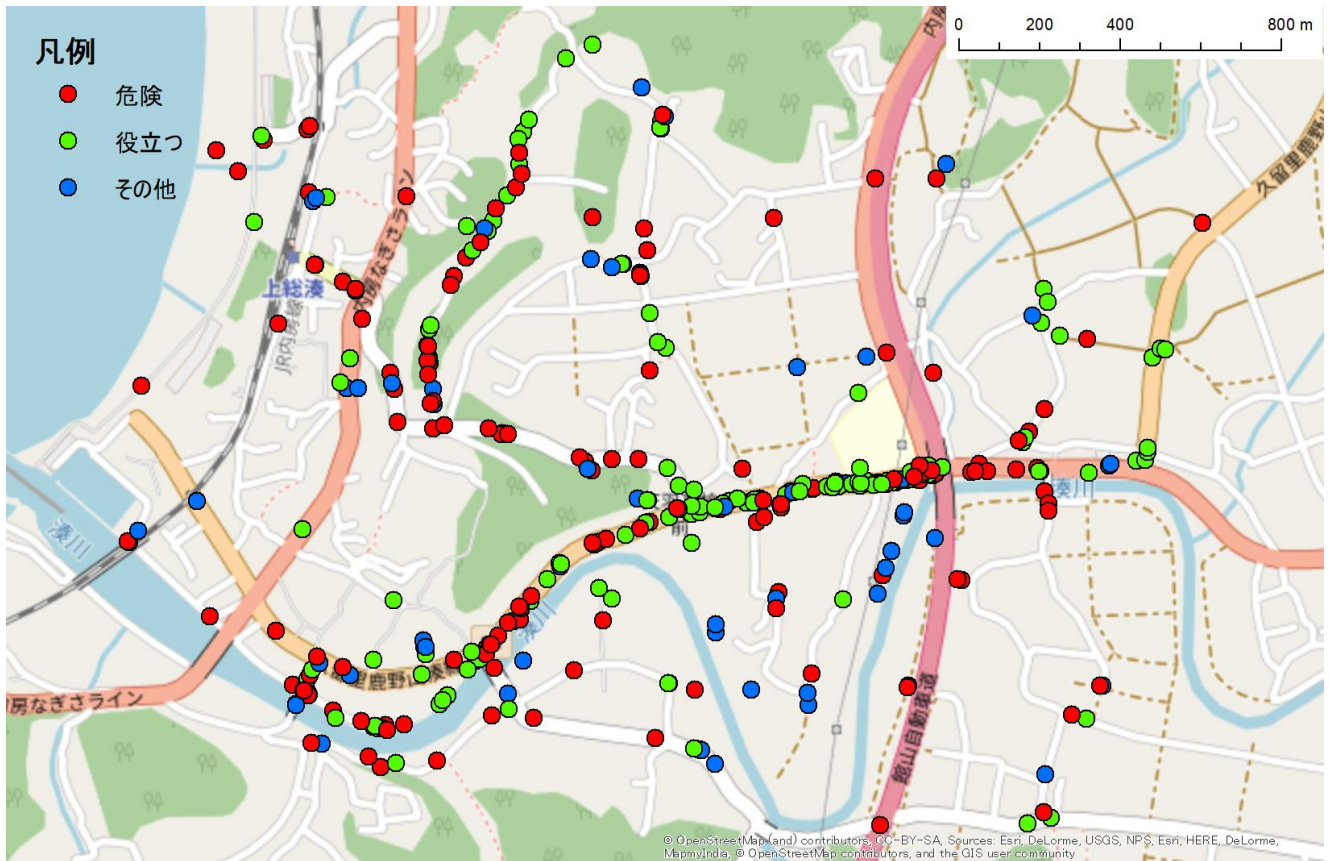


図 1 学習範囲における記録の分布

表 2 主観調査の学習前後比較 (** : $p < .01$)

	N	学習前		学習後	
		M	SD	M	SD
防災意識に関する項目					
合計得点**	81	3.33	2.608	4.28	2.972
学習内容に関する項目					
A. 学校の周辺地域の地理的特徴を具体的に説明できる**	84	2.48	1.357	3.85	1.256
B. 地震によって学校の周辺地域で発生する可能性のある被害を具体的に説明できる**	83	2.66	1.337	3.90	1.144
C. 学校の周辺地域における災害への備えを具体的に説明できる**	84	2.21	1.152	3.81	1.146
D. 大きな地震が発生した時に、周囲を観察して危険な場所を判断できると思う**	82	3.26	1.225	3.95	1.121
E. 災害発生時に自分がどのような対応をすれば良いか具体的なイメージがある**	83	3.22	1.105	3.93	1.187
F. 災害発生時に町がどうなるかの具体的なイメージがある**	82	2.95	1.304	3.82	1.287

11月29日の授業終了後（学習後）にアンケートを実施した。結果を表2に示す。アンケートでは、東京都教育委員会発行の防災教育副読本⁽⁸⁾を参考に防災意識に関する項目（表3）を設定し、はい・いいえの2択回答とした。はい：1点、いいえ：0点とし、合計得点（10点満点）で比較した。t検定の結果、学習前後で有意差が認められた。また、学習内容に関する項目では、地域理解・災害時の自己効力感に関する項目を独自に設定すると共に、島崎・尾関(2017)⁽⁹⁾より災害時

の想像力にあたる項目を引用し、6件法での回答とした。こちらも全ての項目で有意差が認められた。

6. 考察

6.1 システム改良の効果

今回の実践で用いたソナエルでは、多くの情報をより自由に記録できるような改修を加えている。図1からは、記録が実践校を中心に学習範囲全体に広がっていることが読み取れ、特に大通り沿いに多く分布する

表 3 防災意識に関する項目

1	家族で安否を確認する方法を決めている
2	家族で災害時の集合場所を決めている
3	自分が今いる建物内の非常口等を確認する
4	避難袋を用意し、中身の確認を行っている
5	NTT 災害用伝言ダイヤルを利用できる
6	携帯電話災害用伝言板を利用できる
7	学校から家まで徒歩で帰る経路を知っている
8	一時集合場所までの経路を知っている
9	避難場所までの経路を知っている
10	避難所までの経路を知っている

傾向が認められる。これを踏まえ、実際に自由に記録する学習活動が行えていたかを検討する。

FaLAS を用いた授業実践⁶⁾における実践校は今回と同じ場所である。この時の記録数は全体で 240 件であった。分布を図 2 に示す。図 1 に比べると、偏って記録されていることが読み取れる。記録が集まっている地点は、FaLAS においてミッションエリアを設定した場所である。この際の実践は本研究における実践と

同規模・類似する形式で行ったが、グループ数（端末台数）が 20 と少なかったため、グループ数あたりの記録数として考えると今回の記録の方が少ない。振り返り学習 (1) において調査計画を立案していることや、FaLAS の入力区分（危険な場所・安全な場所・その他の情報がある場所）とソナエルの入力区分が異なることなどもあるため単純な比較で結論づけることは難しいが、学習者に多様な記録を促すという観点では、ミッションエリア・チェックポイント機能の廃止に一定の効果があったと推察される。

6.2 防災意識と自己効力感・想像力の変化

主観調査の結果から、本研究における防災学習を通じて学習者の防災意識の向上が認められた。また、地域理解や、災害発生時の自己効力感・想像力に変化が認められた。この変化を検討するため、学習者を 2 群に分けて比較分析を行った。学習前の防災意識に関する項目の学習得点を用いて、学習前上位群（平均以上：43 名）と学習前下位群（平均以下：46 名）のそれぞれで t 検定を行った（表 4）。

この結果、防災意識に関する項目では学習前上位群

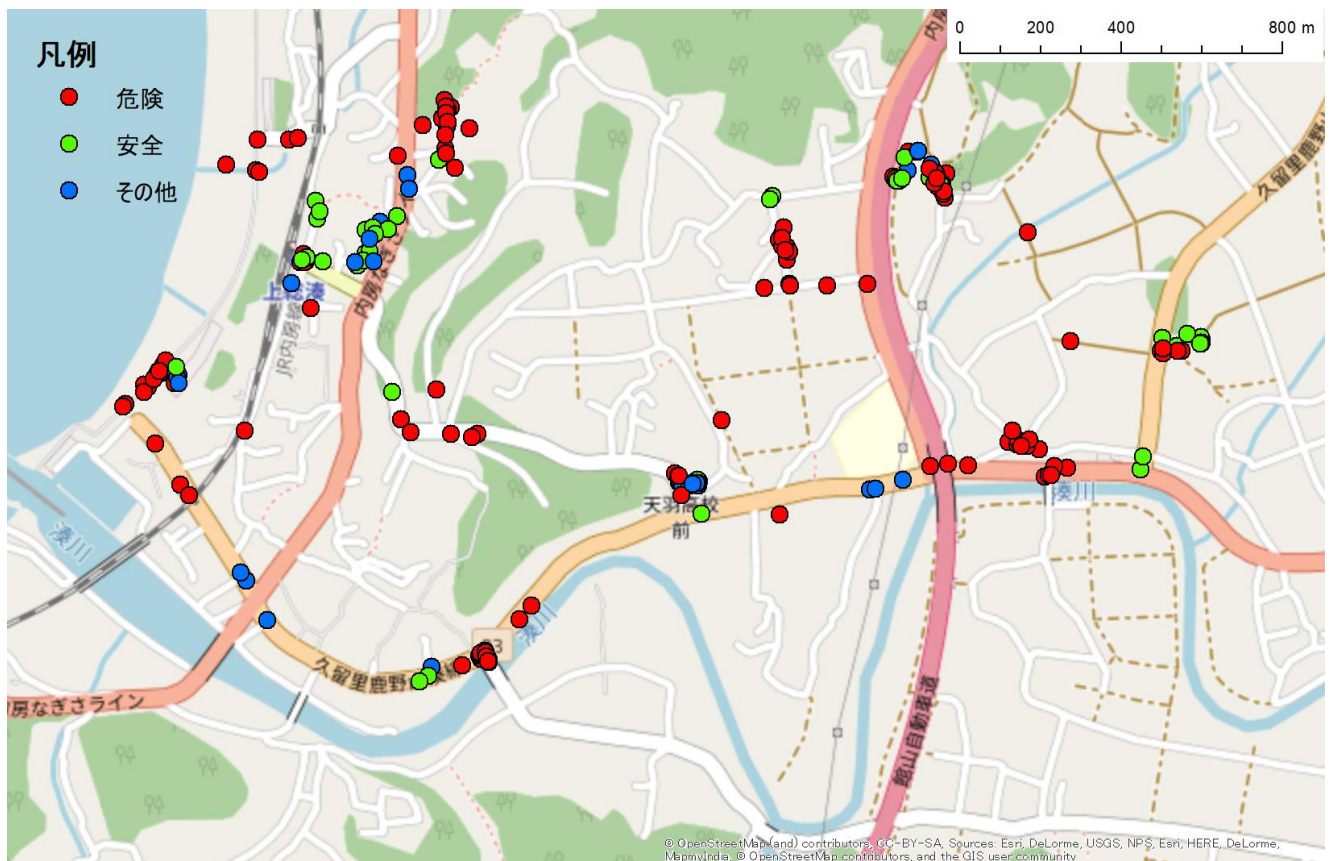


図 2 FaLAS を用いた実践における記録の分布

表 4 群ごとの学習前後比較 (* : $p < .05$, ** : $p < .01$)

	学習前上位群						学習前下位群					
	N	学習前		学習後		ρ	N	学習前		学習後		ρ
		M	SD	M	SD			M	SD	M	SD	
防災意識に関する項目												
合計得点	40	5.65	1.331	5.98	2.423	0.403	41	1.07	1.127	2.63	2.508	0.000**
学習内容に関する項目												
項目 A	38	2.95	1.524	4.18	1.205	0.000**	44	2.07	1.043	3.50	1.210	0.000**
項目 B	37	3.08	1.422	4.24	1.011	0.000**	44	2.32	1.157	3.57	1.149	0.000**
項目 C	37	2.35	1.160	4.24	1.116	0.000**	44	2.02	1.000	3.61	1.166	0.000**
項目 D	37	3.30	1.357	4.32	1.029	0.002**	44	3.23	1.065	3.56	1.053	0.104
項目 E	37	3.41	1.066	4.24	1.116	0.002**	44	3.11	1.104	3.61	1.166	0.053
項目 F	37	3.11	1.308	4.30	1.222	0.000**	43	2.81	1.258	3.35	1.173	0.045*

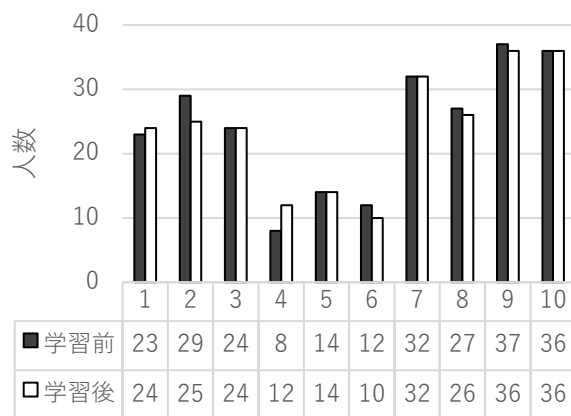


図 3 学習前上位群の防災意識項目比較

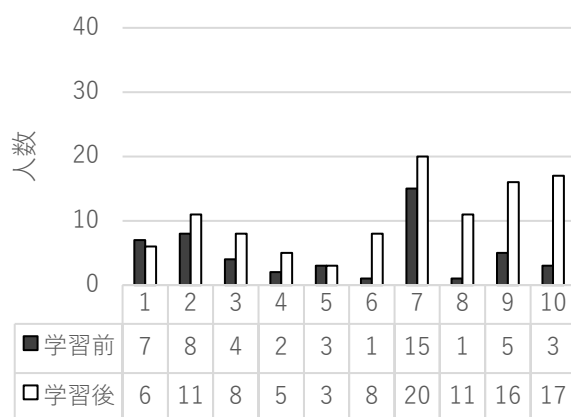


図 4 学習前下位群の防災意識項目比較

に有意差が認められなかった。防災意識に関する項目の変化について、その内訳を図 3 および図 4 に示す。学習前下位群で大きく変化が認められた項目 8~10 について、学習前上位群ではほとんど変化していない。これらの項目は、防災意識に関する項目のうち特に今回の防災学習に関係が深い。学習前上位群では、学習

前の段階で既に項目 8~10 は達成できている項目であったため頭打ちとなってしまった可能性がある。一方で、学習前低位群の防災意識の底上げとしては、一定の効果があったと考えられる。

学習内容に関する項目では、いずれの群においても項目 A~C で有意差が認められたことから、野外学習活動を通じて地域理解が深まったと考えられる。しかし、項目 D および項目 E については、学習前下位群で有意差が認められなかった。災害発生時の自己効力感・想像力に関する項目であり、学習前下位群では学習を通じて地域理解は深まったものの、自分たちのこととして考える意識、「わがこと意識」の醸成には至らなかった可能性が示唆される。木村(2015)では、わがこと意識を高めるために「現実性」・「地域性」・「人間性」の 3 つを提示することが大切とされている⁽¹⁰⁾。本研究における学習活動でも、基礎的な知識の学習の際に過去の災害事例を紹介し「現実性」に触れ、野外調査における防災マップ作成では「地域性」を扱っていた。防災意識を「わがこと意識」へと繋げていくためには学習活動に更なる工夫が必要と考えられる。

7. まとめ

学校現場においては様々な防災教育の取り組みが行われているが、Local 層・Individual 層に相当する体験的な学習活動について実践し検討した事例は多くない。そこで本論では、ICT 活用型防災教育の一例として、タブレット端末を用いて地震防災をテーマとした

防災学習実践を高等学校で実施した。学習の目的は、地域に即した防災知識を学ぶことを通じて、地域理解を深め防災意識を高めることである。防災マップ作成支援システム“ソナエル”を利用し、野外において気づいた情報を記録・集約し、その記録や野外活動体験に基づいた振り返りを行った。

学習記録からは、学習者が学習範囲内の様々な地点で自由に記録したことが確認された。主観調査からは、学習活動の前後で学習者の防災意識や地域の理解度の向上が明らかとなった。学習前の防災意識得点を用いて学習者を2群に分け比較分析を行ったところ、学習者の防災意識が高い群では防災意識の頭打ちが見られる一方で、学習前の防災意識が低い学習者群では災害時の自己効力感や想像力の向上が認められなかった。

本実践の結果を踏まえ、より効果的な学習活動に繋げるための授業設計やシステム面での工夫が今後の課題である。

謝辞

本研究における授業実践の実施にあたり、ご協力いただいた千葉県立天羽高等学校の先生・生徒・関係の皆様へ深謝いたします。

本研究はJSPS 科研費（15H02933, 16K21262）の助成を受けたものです。

参考文献

- (1) 「東日本大震災を受けた防災教育・防災管理等に関する有識者会議」最終報告, http://www.mext.go.jp/b_menu/shingi/chousa/sports/012/toushin/_icsFiles/afieldfile/2012/07/31/1324017_01.pdf (2019年2月5日確認)
- (2) 光原弘幸: “ICT活用型防災教育システムの現状と展望”, 教育システム情報学会誌, Vol. 35, No.2, pp.66-80 (2018)
- (3) 平成29年度 学校防災における実態調査, <https://www.pref.shizuoka.jp/kyouiku/kk-120/bousai/documents/jittaityousa29.pdf> (2019年2月5日確認)
- (4) NHK ぼうさいマップを作ろう, <http://www2.nhk.or.jp/bousaimap/> (2019年2月5日確認)
- (5) 畠山久, 永井正洋, 室田真男: “モバイル端末を用いた防災マップ作成システムの開発”, 日本教育工学会第30回全国大会 大会講演論文集, pp.653-654 (2014)
- (6) 畠山久, 永井正洋, 室田真男: “防災マップ作成支援システム "FaLAS" を利用した授業実践とその評価”, 日本教育工学会研究報告集, Vol.15, No.1, pp.1-6 (2015)
- (7) 小村隆史, 平野昌: “凶上訓練 DIG (Disaster Imagination Game)について”, 地域安全学会論文報告集, Vol.7, pp.136-139 (1997)
- (8) 地震と安全 東京が震える前に (高等学校), http://www.kyoiku.metro.tokyo.jp/school/study_material/safety/files/jishin_and_anzen/kou.pdf (2019年2月5日確認)
- (9) 島崎敢, 尾関美: “防災意識尺度の作成(1)”, 日本心理学会第81回大会発表論文集 (2017)
- (10) 木村玲欧: “災害・防災の心理学”, 北樹出版, 東京 (2015)

子ども達の主体的な学びを促進する学修支援システムの検討

河野 義広*1, 河野 由香*2

*1 東京情報大学, *2 プログラミング教室 Candy

Consideration of the e-learning System for Children to Promote Proactive Learning

Yoshihiro KAWANO*1, Yuka KAWANO*2

*1 Tokyo University of Information Sciences, *2 Candy

子ども達の主体的な学びを促進するには、学修とフィードバックを繰り返す経験学習が効果的である。そこで本研究では、子ども達の主体的な学修の促進を目的とし、それに必要な能力要素を「プログラミング的思考」「ICTリテラシー」「社会的な見方や考え方」の3つに分類・定義する。上記能力要素を育成するため、筆者らが活動を推進するプログラミング教育や地域活動の事例を紹介し、子ども向け学修支援システムを検討する。

キーワード: ルーブリック, 体験学習, プログラミング教育, 地域活動

1. はじめに

国連の予測によれば、2055年に世界人口が100億人を突破すると推定されている⁽¹⁾。地球規模での気候変動や食料・水・エネルギー問題、貧困や教育格差、雇用やイノベーションなど、多くの課題が山積している。国連が提唱する2030年までの持続可能な開発目標を達成するには、全人類が一丸となり一人ひとりがどの分野で自身が貢献できるかを見出せることが不可欠である。主として30年後の世界を担う今の子ども達に対し、可能性の種を蒔き主体性を育むことは、我々人類の未来を切り拓くことに他ならない。

一方、世界各国では子ども達に対しプログラミングをはじめとするコンピュータサイエンス教育が盛んであり、特にエストニアや英国ではいち早く導入し、アルゴリズムやプログラミング言語の学習が取り入れられている⁽²⁾。我が国では、2020年から小学校でのプログラミング教育の必修化が決まり⁽³⁾、総合的な学習の時間においてプログラミングを通じ論理的思考を養い、社会課題に対応する横断的・総合的な探求型学習が期待されている⁽⁴⁾。単なるプログラミング言語の習得ではなく、我々が直面する現代社会の諸問題に対し、「問

題の発見」「課題の抽出・整理」「解決策の実行」の一連の流れを体験することに意義がある。

筆者らは、千葉市、四街道市、佐倉市、香取市での地域活動を通じ、ソーシャルメディアを活用した情報発信体制の構築⁽⁵⁾、地域活動に参画する学生の主体性開発⁽⁶⁾に取り組んだ。加えて、2016年より子ども向けプログラミング教室の運営にも携わっており、教育や運営に関する議論を重ねてきた⁽⁷⁾。活動の中で子ども達は多様な学習機会があるにも関わらず、それらが主体的な学修課題の選択にどのように寄与するか、子どもの志向に適した学修課題は何であるかが明らかではなかった。そこで子ども達の学修活動を収集・分析し、本人の志向に適した主体的な学修課題の選択を促す学修成果物共有基盤を開発する。

2. 子ども達の主体的な学び

2.1 主体的な学びを促す能力要素

子ども達が主体的に学修課題を選択するためには、自身の志向および社会における役割を理解する必要がある。子ども達自身が何に対して興味を抱くか、他者との関わりにおいて貢献できるかことは何であるかを

知るには、学修とフィードバックを繰り返す経験学習により視野を広げることが効果的である。そこで本研究では、子ども達の主体的な学修課題の選択を目的とし、それに必要な能力要素を「プログラミング的思考」「ICTリテラシー」「社会的な見方や考え方」の3つに分類し定義する(図1)。社会課題に対して子ども達自身が貢献できる分野を見出せることを目指し、自らが意図したものを実現するための要素に分解して論理的に組み上げるためのプログラミング的思考、コンピュータの扱いとともに他者との協調作業やオンラインでの情報収集/情報発信に必要なICTリテラシー、社会の仕組みや経済活動の流れを知る社会的な見方や考え方、以上3点が必要と判断し能力要素として定めた。加えて、これら学修活動を繰り返し実行することで、社会課題に対応できる学修成果物の創出が期待される。



図1 主体的な学修課題の選択
に必要な能力要素

2.2 能力要素に対応する諸活動

図1では、プログラミング的思考、ICTリテラシー、社会的な見方や考え方の最初の段階として我々が活動を推進するプログラミング教室、IT大学、こどものまちの3点を提示した。

2.2.1 プログラミング教室

プログラミング教室 Candy (以下 Candy) は、コンピュータサイエンスの分野で博士号を持つ共著者がカリキュラム策定、教材作成、教室運営を行うことで、プログラミング的思考の本質を捉えた実践教育が可能である。図2のCandyのWebサイトでは、教室の案内や講師の紹介、Facebook ページやブログのお知らせ・記事が閲覧できるようになっている⁽⁸⁾。

Candy は、市川市・浦安市を中心とした出張型のプ

ログラミング教室であり、毎週・隔週・毎月の3つのコースから子ども達の希望や保護者の要望に応じて柔軟に学習課題を選択できる方式を採用している。導入時の教育では、MITメディアラボが開発したビジュアルプログラミングツールである Scratch を用いた課題学習に取り組む。その後、ある程度子ども達がプログラミングに慣れた段階で、本人の希望をもとに自ら設計書を書いて自由課題に取り組んだり、Scratch を卒業し JavaScript や Python を用いたドローン操縦、チャットプログラム、独自のロールプレイングゲームの開発に挑戦したりしている。

教室での子ども達の様子を観察した結果、与えられた課題を黙々とこなす子、キャラクタや背景の描画に注力する子、自由な発想で取り組むものの興味が移ろいやすい子、作成したゲームの改良を重ね自分で楽しむ子など、子ども達の行動特性や興味は多種多様である。導入時期では、与えられた課題に取り組みながらプログラムの仕組みや問題解決の考え方を養うことが重要となるが、ある程度理解が進んだ段階では、自由な発想のもとに自身の行動特性や興味などの志向に沿った課題に取り組むことが望ましい。



図2 Candy の公式 Web サイト

2.2.2 IT 大学

IT 大学は、地域活動の際に PC・タブレットを用いたプログラミング体験や子ども向け情報リテラシー教育を行う本研究室独自の教育コンテンツである⁽⁹⁾。

図3は、2018年7月に植草学園大学にて開催された「わかば CBT こどものまち」での IT 大学の様子である。Scratch によるプログラミング体験の他、保護者向けにこどものまち会場の様子をライブ配信した。各地域活動と合わせて IT 大学を実施する機会は多く、千葉県若葉区での「みつわ台夏祭り」、本学学園祭の「翔風祭」、千葉市花見川区での「花見川団地 100 円商店街」など、各地に出向いて精力的に活動している。



図 3 IT 大学の様子

2.2.3 こどものまち

こどものまちは、子ども達の自治のもとで子ども達のみが利用できる行政機関や商店などを企画・運営するまちづくり体験イベントである。学生達は、参加する小学生との関わりやそれを支援する大人達との連携を通じて、地域活動における社会課題の発見・開発を体験する。筆者の研究室では、大学近隣の四街道市を中心とした「四街道こどものまち」の他、千葉市若葉区での「わかば CBT こどものまち」、千葉市中央区での「こどものまち CBT」、「幕張こどものまち」などに参加している。

図 4 は、四街道こどものまちな様子である。毎年夏季休業期間の 2 日間に、四街道市の吉岡小学校と鷹の台公園の 2 箇所です 1 日ずつ開催されている。四街道こどもまちづくりプロジェクトを母体として活動しており、こどものまち、プレーパーク（外遊び主体の体験学習）、大人カフェ（会場に併設される飲食・物販用のスペース）の 3 本柱で構成される。



図 4 四街道こどものまちな様子

図 5 は、筆者の研究室にて設計・構築した本プロジェクトの公式 Web サイトである⁽¹⁰⁾。3 本柱であるこどものまち、プレーパーク、大人カフェの紹介とともに、当日の様子を撮影した写真や動画、エントリーシート、公式 LINE アカウントなどの情報が掲載されている。



図 5 四街道こどもまちづくりプロジェクト

3. 子ども向け学修支援システム

3.1 システム概要

上記理念に基づく子ども向け学修支援システムの概要を図 6 に示す。各能力要素に対応する学修活動を記録する学修成果物共有基盤を開発する。毎回の学修活動の際に、振り返りの機会を設け活動内容の達成度や満足度などを記録・収集し、子ども達の行動特性や興味などの志向の類似度を算出する。学修課題の選択時に、本人と志向の類似度が高い子ども達が取り組んだ学修課題を提示することで、学びたいことを主体的に選択する訓練を行う。少年期は将来の可能性を広げる時期であることから、学修課題の推薦機能には単純なデータマイニングアルゴリズムを採用し、推薦結果の精度よりも振り返りの機会を多く持つことを重視する。子ども達が学修課題の選択を繰り返すことで、ゲームやアプリ、映像コンテンツなどの学修成果物が創出されるようになる。それら学修成果物の作成意図や過程、展望などをブログ形式で発信することで、一般の方々からのフィードバックも得られるようにする。これにより、子ども達に対する他者からの承認や称賛、情報リテラシー能力の育成、学修に対するモチベーションの向上などが期待できる。

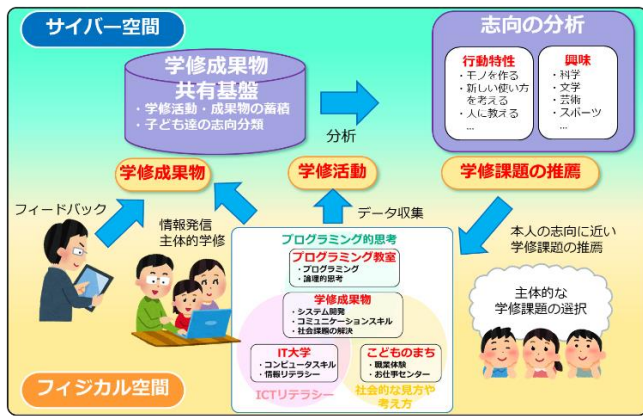


図 6 子ども向け学修支援システムの概要

3.2 学修コンテンツ

本システムの主な構成要素として、学修活動を記録・収集するための「学修コンテンツ」、収集した学修活動から志向を分析する「学修課題推薦システム」、学修の結果創出された「学修成果物共有基盤」の3点が必要と考える。そこでまず、構成要素として最初の段階で必要となる学修コンテンツについて、プログラミング的思考、ITCリテラシー、社会的な見方や考え方の観点で説明する。

3.2.1 プログラミング的思考を促す学修コンテンツ

プログラミング的思考を促す学修コンテンツとして、本研究室ではブラインドコミュニケーションによる子ども向けプログラミング的思考認識システム「ブラインドローイング」を開発した。ブラインドコミュニケーションとは、言葉のみで相手に意図を伝える手法であり、プログラミング的思考の必須要素である目的達成のための「要素分解」、および分解した要素から具現化するための「組み立て」の能力を養うことができる。

ブラインドローイングの子ども向け解説動画を図7に示す。このシステムでは、出題者と回答者に分かれ、出題者が表示された図形を口頭で回答者に説明する(要素分解)。回答者は、出題者の意図を理解しその図形を描画する(組み立て)。ブラインドコミュニケーションを用いることにより、実際のコミュニケーションをモデル化し、他者との認識の差異を明確化できる利点がある。ブラインドローイングの体験終了後に、出題者と回答者それぞれに対して、要素分解と組み立てに関する認識の差異を確認する質問を行う。その結果をデータベース(以下DB)に記録し、子ども達の志向の分析に活用する。

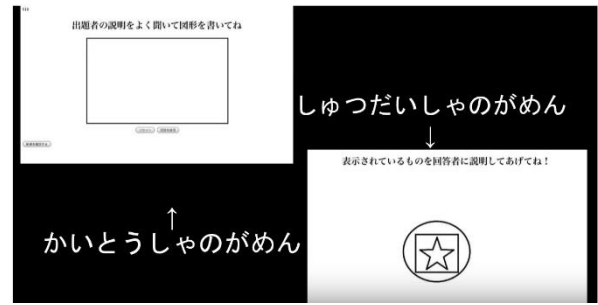


図 7 ブラインドローイングの解説動画

3.2.2 ICTリテラシーを促す学修コンテンツ

ITCリテラシーを促す学修コンテンツとして、本研究室ではすごろくゲーム形式で子ども達にICTリテラシーを伝える「ITすごろく」を開発した(図8)。

ITすごろくの実行画面を図8に示す。このシステムでは、パスワードの管理やチェーンメール対策など、ICTリテラシーに関する問題に解答しながらすごろくを楽しむことができる。前述のシステムと同様に、解答した問題の正答率や体験後の感想、意識の変化などをDBに記録し、子ども達の志向の分析に活用する。



図 8 ITすごろくの実行画面

3.2.3 社会的な見方や考え方を促す学修コンテンツ

社会的な見方や考え方を促す学修コンテンツとして、本研究室ではこどものまちにおける銀行とハローワークの機能を備えた「お仕事センターシステム」を開発した(図9)。このシステムを用いることで、子ども達自身が働く場所を選ぶとともに労働の報酬を確認することができる。体験後の報酬支払い時に、体験した仕事の満足度や次の仕事に対する希望などを活動記録としてDBに記録し、子ども達の志向分析に活用する。

↓のじかんでおしごとをえらんでね

12:00 ~ 12:30

※おしごとセンター、ぎんこうは12:15~12:45



図 9 お仕事センターシステムの実行画面

3.3 学修活動収集システムの検討

前節の議論を踏まえ、本研究の具体的な研究項目は、

- 1) 子ども達の発達段階に応じた学修活動の収集方法、
- 2) 子ども達の志向の類似度に基づく学修課題の推薦、
- 3) 主体的な学修課題の選択を促進する学修成果物共有基盤の開発・評価の3点である。

上記 1) について、学修活動として収集する項目を決定し、学修の振り返り時に記録できるよう入力インタフェースと DB を設計する。収集項目は、活動内容の達成度や満足度などについて、子ども達の発達段階に合わせ内容の深さや聞き方を調整できるようにする。今後、アクティブ・ラーニングや発達心理学などに関する文献を調査し、学修活動における適切なデータ収集項目を検討する。

上記 2) について、収集した学修活動に対しデータマイニングにより子ども達の行動特性や興味などの志向の類似度を算出し、学修課題の選択時に本人と志向の類似度が高い子ども達が取り組んだ学修課題を提示するシステムを開発する。上記 1) および 2) より、発達段階が進むに連れてより精度の高い学修課題が推薦できるようになり、幅広い可能性の中から自身が学びたい分野に集中し、その分野に関する理解を深化できると考える。システムより推薦された学修課題に対する満足度とともに、学修課題を自ら創造できたかの意識変化も調査する。

上記 3) について、子ども達が作り上げたゲームやア

プリ、映像コンテンツなどの学修成果物を共有・発信できるシステムを開発する。学修成果物の作成意図や過程、展望などを簡易な入力インタフェースを用いたブログ形式で発信し、一般の方々からフィードバックを得られるようにする。子ども達が自身の成果物に対して外部からの評価を受けることで、学修成果物のブラッシュアップおよび主体的な学修課題の選択が期待される。学修成果物の発信頻度の変化、学修活動の振り返り時に収集する学修課題の選択理由をもとに、子ども達の主体的な学修課題の選択の多寡を評価する。加えて、学修成果物の質に関するルーブリックを策定し、各能力要素における学修到達度も評価する。なお、学修成果物に対するフィードバックは、インターネットからの参照とコメントが可能であるため、子ども達の個人情報の保護やコメントの内容承認、Web サイトのリンク検閲などのセキュリティ対策が必須となる。

4. 関連研究

子どもが関わる地域活動の研究事例としては、地域社会の課題を教材化する研究、地域の祭りに参加する子ども達が地域の誇りを語れるかの調査研究⁽¹¹⁾、地域福祉の観点から子どもの主体性を育てるための地域連携に関する研究⁽¹²⁾などが報告されている。こどものまちに着目した研究も数件報告があり、子ども達の多様な学びの場の必要性を説く研究⁽¹³⁾、子どもの主体性に関して考察する研究⁽¹⁴⁾が見られた。また、子どもの主体性開発については、人生の長期的視点を見据えた人生哲学であるスティーブン・コヴィー著の「7つの習慣⁽¹⁵⁾」を小学校の特別活動に導入し、子ども達の自治活動を調査した事例がある⁽¹⁶⁾。

一方、プログラミング教育に関しては、2020年の小学校でのプログラミング教育の必修化を踏まえ、ロボット制御を題材にモノづくりの観点でプログラミングに取り組んだ事例⁽¹⁷⁾、プログラミング的思考の観点から教材作成と小学校での実践教育の事例⁽¹⁸⁾、ビジュアルプログラミングツールを用いた協同作業のワークショップ報告、小学校でのプログラミング教育推進における課題調査などが報告されている。しかしながら、社会課題に対して子ども達自身が貢献できる分野を見出せることを目指し、それに必要な能力要素として、

プログラミング的思考に加え、ICT リテラシーと社会的な見方や考え方の必要性を論じた研究は報告がない。

本研究では、子ども達が社会課題に取り組むための素地となる主体的な学修課題の選択を目的とし、そのために必要な能力要素を「プログラミング的思考」「ICT リテラシー」「社会的な見方や考え方」の3つに分類・定義し研究を進める。これら3つの観点に着目し、学修活動の収集・分析・推薦および学修成果物を共有する学修支援システムを開発する。

5. まとめ

本研究では、子ども達の主体的な学びの促進を目的とし、それに必要な能力要素を「プログラミング的思考」「ICT リテラシー」「社会的な見方や考え方」の3つに分類・定義した。上記能力要素を育成するため、筆者らが活動を推進するプログラミング教育や地域活動の事例を紹介した上で、子ども向け学修支援システムの検討を行った。

今後は、学修活動を収集するためのデータ項目の検討、実際の諸活動実施に伴う学修活動のデータ収集、学修課題の分析・推薦アルゴリズム設計、学修成果物共有基盤のプロトタイプ開発を行う予定である。

参 考 文 献

- (1) Newsweek 2018年7/10号: “2055年危機 100億人の世界”, CCCメディアハウス (2018)
- (2) 文部科学省: “情報教育指導力向上支援事業 (諸外国におけるプログラミング教育に関する調査研究)”, 平成26年度文部科学省委託事業,
http://jouhouka.mext.go.jp/school/pdf/programming_syogaikoku_houkokusyo.pdf (2019年2月7日確認)
- (3) 文部科学省: “小学校段階におけるプログラミング教育の在り方について (議論の取りまとめ)”,
http://www.mext.go.jp/b_menu/shingi/chousa/shotou/122/attach/1372525.htm (2019年2月7日確認)
- (4) 渋谷一典: “小学校総合的な学習の時間におけるプログラミング教育”, 未来の学びコンソーシアム, 小学校を中心としたプログラミング教育ポータル,
<https://miraino-manabi.jp/content/260> (2019年2月7日確認)
- (5) 河野義広: “千葉市花見川区魅力発信プロジェクト「花見

川どっと com!” の運用体制作りと今後の展望”, 東京情報大学研究論集, Vol.18, No.1, pp.35-44 (2014)

- (6) Y. Kawano, N. Shingyoji: “Evaluation of Active Learning Method for Students by Community Activities with Children”, 22nd International Symposium on Artificial Life and Robotics (AROB 22nd) (Oita, Japan) (2017)
- (7) 河野由香, 河野義広: “プログラミング教室 Candy の運営と課題”, 電子情報通信学会2種研究会サイバーワールド (CW) 第38回研究会報告, (2018)
- (8) プログラミング教室 Candy,
<https://www.candy-cs.com/> (2019年2月7日確認)
- (9) 東京情報大学 河野ゼミ: “ちば Active!”,
<https://chiba-active.tuis.ac.jp/> (2019年2月7日確認)
- (10) 東京情報大学 河野ゼミ: “四街道こどもまちづくりプロジェクト”,
<https://yct-project.tuis.ac.jp/> (2019年2月7日確認)
- (11) 伊藤雅一: “地域活動における教育観と地域社会の維持機能の検討—地域の祭りをめぐる「子ども」語り注目して—”, 千葉大学大学院人文社会科学部研究プロジェクト報告書 第293集『社会とつながる学校教育に関する研究 (3)』 (2015)
- (12) 後山恵理子: “子どもの主体性を育てる福祉教育—地域の連携のあり方—”, 東海学院大学紀要, 2, 43-46 (2008)
- (13) 田村光子: “大学—地域連携による「わかばこどものまち CBT」の取り組み— 多様な子どもの学びの場の必要性についての検討—”, 植草学園短期大学研究紀要, 第18号, 1-7 (2017)
- (14) 坪井敏純, 松元直美: “子どもの主体的な活動を生み出す環境をつくる—子どものつぶやきを手がかりとして—”, 南九州地域科学研究所所報, 第33号, 53-63 (2017)
- (15) スティーブン・R・コヴィー: “7つの習慣—成功には原則があった!”, キングベア出版 (1996)
- (16) 高橋健一: “子どもたちが自治的活動を行う姿を求めて: 「7つの習慣」を意識した取組を柱にして”, 上越教育大学学校教育実践研究センター, 教育実践研究, Vol.20, pp217-222 (2010)
- (17) 松田孝: “低学年プログラミング教育の必然性とその実際—Cutlery Appsの活用を通して—”, 日本デジタル教科書学会 発表予稿集, Vol.7 (2018)
- (18) 豊田充崇, “小学校プログラミング授業の推進における実践上の課題”, 和歌山大学教職大学院紀要 学校教育実践研究, No.2, 83-90 (2017)

適切なルーブリックの作成支援機能を備えた 「ルーブリックバンク」の開発

鎌田 湧暉[†] 松本 章代[†] 豊田 充崇^{††} 後藤 康志[‡] 稲垣 忠[†]
[†] 東北学院大学 ^{††} 和歌山大学 [‡] 新潟大学

Development of “Rubric Bank” with support function for creating appropriate rubrics

Yuuki KAMATA[†] Akiyo MATSUMOTO[†] Michitaka TOYODA^{††}
Yasushi GOTOH[‡] Tadashi INAGAKI[†]
[†] Tohoku Gakuin University ^{††} Wakayama University [‡] Niigata University

我々の目的は、ルーブリックを教師や児童生徒が Web 上で作成、編集、共有できる環境を「ルーブリックバンク」として公開することで、それを活用した授業設計、学習支援モデルの開発をすることである。本稿では、適切なルーブリックを作るための支援機能を備えた「ルーブリックバンク」の開発について報告する。本システムを稲垣が行うセミナーにて利用し、アンケートを実施して評価を行ったので、その結果についても述べる。

キーワード：ルーブリック、情報活用型授業、プロジェクト学習、Ruby on Rails

1. はじめに

学習者にとって解決したい課題を設定し、探究するプロジェクト型学習 (Project-Based Learning) は、アクティブラーニングのひとつとして広く取り組まれている。「情報活用型プロジェクト学習」は、プロジェクト型学習の考え方をベースに、探究活動を支える情報活用能力の伸長を組み込んだ授業設計手法である⁽¹⁾。情報活用型プロジェクト学習では、その授業設計段階において学習成果物に関するルーブリックを作成することを提案している。ルーブリックとは、学習者の学習到達度を観点ごとにレベル分けし、レベルごとの記述に従って評価するものである。このルーブリックを Web サイト上で扱えるようにしたものを「ルーブリックバンク」として公開している。

我々は、2 年前からルーブリックの作成・編集・検索・共有ができる基本的な機能を有した Web サイト「ルーブリックバンク」を開発している⁽²⁾⁽³⁾。本研究ではこれまでに開発された「他のルーブリックバンクを参考にする機能」を元に適切なルーブリックを作成

するための支援機能の開発を行い、共著者の稲垣が行うセミナーにてアンケートを実施し、評価を行った。我々の目的はルーブリックを教師や児童生徒が Web 上で作成、編集、共有できる環境を「ルーブリックバンク」として公開することで、それを活用した授業設計、学習支援モデルの開発をすることである。本研究の到達目標は教師や児童生徒にも操作しやすい「ルーブリックバンク」を開発することである。

2. 基礎的考察

2.1 ルーブリックとは

ルーブリックは 4 つの基本的な要素でできている。課題、評価尺度 (達成レベル・成績評価点)、評価観点 (課題が求める具体的なスキルや知識)、評価基準 (具体的なフィードバック内容) である。これらすべてを表形式で配置する⁽⁴⁾。表 1 がルーブリックの表の例である。ルーブリックを用いて、学習者のプレゼンテーションやレポートなど、成果物あるいはパフォーマンスを評価する手法をルーブリック評価という⁽⁵⁾。

表1 ルーブリックの表

	評価尺度1	評価尺度2	評価尺度3
評価観点1	評価基準	評価基準	評価基準
評価観点2	評価基準	評価基準	評価基準

2.2 ルーブリックバンクとは

本研究では「ルーブリックバンク」を、「ルーブリックを作成、検索、共有、編集、蓄積することが可能なデータベースのこと」としている。近年は、Web サイトを通してこのようなデータベースを扱うようになっている。

2.3 関連研究

2.3.1 ルーブリックに関する研究

適切なルーブリックを作成するのは容易ではないと言われている⁽⁵⁾。そのため、ルーブリック作成に関する研究が行われている⁽⁶⁾。山口(2013)は、「ルーブリック作成にあたって、三人以上の教員による合議によって「記述語(評価基準)」や「尺度」を練り上げていくことは、それが可能ならばルーブリックの信頼性と妥当性の向上のために、大変望ましいことであるが、現実的にはかなり難しいだろう。」と述べており、複数人でのルーブリック作成を推奨している。

2.3.2 既存の類似システム

我々は、アメリカのルーブリックバンク「Rubistar」⁽⁷⁾を参考に開発を進めた。「Rubistar」の主な機能は「ルーブリックの作成」と「ルーブリックの検索」である。また、日本では「日本高等教育開発協会」が同様の取り組みを行っている⁽⁸⁾。先生方が実際に授業で用いたルーブリックをPDFもしくはWord, Excel形式でダウンロードして使用できるようになっている。投稿は、PDFもしくはWord, Excel形式で作成したものを運営者にメールで行うことができる。Webサイト上でルーブリックを作成、編集することはできない。

3. システム概要

3.1 動作環境

以下は、運用しているサーバーの環境である。

- OS : CentOS 7.2
- 開発言語 : Ruby 2.1.5
- フレームワーク : Ruby on Rails 4.2.1

- データベース : MySQL 15.1
- Web サーバー : Apache 2.4.6

3.2 主な機能

ルーブリックバンクの利用対象者は主に教師と児童を想定している。難しい操作を極力避けるために、基本的な機能はトップページ(図1)から一通り行えるようになっている。上部にはルーブリックバンクの説明書き、ログインフォーム、ヘルプページおよびお問い合わせページのリンクを設置している。中部にはルーブリック検索機能を集約し、下部には直近に投稿されたルーブリックが最大8件表示される。

3.2.1 ルーブリックの検索、閲覧

現在公開されているルーブリックを検索し、投稿日時順に一覧表示する(図2)。そのルーブリックの詳細を閲覧することができる(図3)。フリーワード、学年、教科、学習活動の4つの項目から検索をすることが可能である。学年、教科、学習活動については同時検索をすることが可能である。

3.2.2 ログイン機能

「ユーザー名」と「パスワード」を設定することでアカウントを作成することができる。現在はアカウント管理のため、管理者のみがアカウントを作成することができる。作成したアカウントを使用してログインすることで、ルーブリックの作成、編集が可能になる。

3.2.3 ルーブリックの作成、編集

タイトル・学年・教科・学習活動・評価表・コメント・画像、の7項目からルーブリックを新規作成することができる(図4)。そして自分の作成したルーブリックを編集、更新することができる。さらに、公開されている他人のルーブリックを複製し、自分のルーブリックとしてアレンジすることも可能である。



図 1 ルーブリックバンク トップページ



図 2 検索結果一覧ページ



図 3 ルーブリック詳細ページ



図 4 ルーブリック新規作成ページ

3.3 今回追加した機能について

3.3.1 「ニックネーム」の追加

アカウント情報に「ニックネーム」の項目を追加した。以前は英数字のみのIDが表示されていたが、ニックネームを追加することで誰がルーブリックを投稿したのかが分かりやすくなった。ニックネームの追加に伴い、これまでIDで表示されていた部分を全てニックネームで置き換え見やすさの向上を図った。

3.3.2 管理者用ページの実装

管理者権限を持つアカウントのみが閲覧できる「管理者用ページ」を追加した。管理者用ページは「会員管理」と「ルーブリック管理」がある。「会員管理」では会員情報の編集と会員の削除、会員の新規登録が行える。会員を削除する際には間違えて意図していない会員を削除してしまわないように画面上に確認画面を表示する。「ルーブリック管理」ではルーブリックの削除が行える。こちらも会員削除と同様確認画面を表示する。

3.3.3 学習活動カードによるカテゴリ分けの追加

学習活動カードとは、稲垣のセミナーでルーブリック作りを行う際に使用しているものである。全部で21種類のカードがあり、適したものを並べることで短時間で単元をデザインすることができる。この学習活動をルーブリックバンクにも登録をできるようにした。ルーブリック作成、編集する際に該当するカテゴリにチェックを入れることで登録できる。また、登録したカテゴリはルーブリックを閲覧する際にも確認するこ

とができる (図 5)。

収集	編集(整理・分析)	編集(表紙)	評価
<input type="checkbox"/> ①図表 <input type="checkbox"/> ②ウェブアンケート <input type="checkbox"/> ③インタビュー <input type="checkbox"/> ④観察・実験 <input type="checkbox"/> ⑤体験 <input type="checkbox"/> ⑥表・グラフ <input type="checkbox"/> ⑦映像	<input type="checkbox"/> ①集約 <input type="checkbox"/> ②比較 <input type="checkbox"/> ③関連付け <input type="checkbox"/> ④整理	<input type="checkbox"/> ①表・グラフ <input type="checkbox"/> ②レポート <input type="checkbox"/> ③新聞 <input type="checkbox"/> ④ポスター <input type="checkbox"/> ⑤プレゼンテーション <input type="checkbox"/> ⑥動画	<input type="checkbox"/> ①発表 <input type="checkbox"/> ②質疑応答 <input type="checkbox"/> ③ふりかえり

図 5 登録されたカテゴリー一覧

3.3.4 検索機能の拡張

学習活動カードによるカテゴリ分けの追加に伴い、学習活動カテゴリでの検索をできるようにした。それぞれのカテゴリにチェックを入れることで、該当するカテゴリが登録されているループリックを表示する。

3.3.5 下書き機能の追加

ループリックを下書きとして保存する下書き機能を追加した。ループリック作成、編集ページ下部にある「下書きとして保存する。」にチェックを入れループリックを登録すると下書きとして投稿できる。下書きとして投稿されたループリックはループリック一覧に表示されないようになっている。マイアカウントページでは自分が投稿したループリック一覧と投稿したループリックが下書きかどうかを確認することができる。

3.3.6 いいね機能の追加

ループリックに対していいねを押すことができるいいね機能を追加した。ループリック詳細ページ下部にあるいいねボタンを押すといいねをすることができる。現在は会員しかいいねを押すことができないので今後誰でもいいねを押せるように変更する予定である。

3.4 作成支援機能

2.3.1 にもあるとおり、山口 (2013) はループリックの信頼性と妥当性の向上のために、複数人でのループリック作成を推奨している。そこで、昨年度の研究で実装された「他のループリックを参考にする機能」を元に適切なループリックを作成するための機能を追加した。ループリックを作成する際に参考にしたループリックと作成したループリックを紐付け可視化して表示するというものである。参考にして作ったループリックが参考元のループリックよりも優れているとは限らない。なので、参考元のループリックが参考にしたループリックも見てそれぞれの良い部分を参考にすれば擬似的に「記述語」や「尺度」を練り上げることができるのではないかと考えた。ループリック作成時、他のループリックの ID を入力することで参考にしたループリックを 2 つまで登録することができる。ループリックの詳細画面で先ほど登録した参考にしたループリックを確認することができる。他のループリック

参考にしたループリック

(A) 図表 1 年生 国語 Taroro

評価基準	S評価	A評価	B評価	C評価
<探す> 図表の種類、分類 <データ> データベース <読む> 図表の構成、表紙、読み方	定義、最新情報、意見など課題の種類 図表にあわせて異なる図表の種類を提示する	課題にあわせて本、事例、雑誌、紙 図表にあわせて異なる図表の種類を提示する	分類法を手がかりに探す、データベースを利用する	図表の配置を手がかりにする 図表の種類を参考に探す

(B) ウェブ 1 年生 国語 Taroro

評価基準	S評価	A評価	B評価	C評価
<検索> キーワード、検索機能 <判断> サイトの種類、信頼性	課題にあわせて複数の検索サービスを組み合わせる	期間、種類など検索方法を工夫する	キーワードの組み合わせを 考え直す	思いついたキーワード を入力する

派生したループリック

該当するループリックはありません。

図 6 ループリック詳細画面

に参照されてループリックが作成された場合、派生したループリックとしてループリックが表示される (図 6)。

4. 評価実験

4.1 実験目的

作成支援機能として追加した機能について、参照関係を表示することは有意義かどうかを確認するため、アンケートを実施した。

4.2 実験手法

2019 年 1 月 26 日に和歌山県立文化会館で行った「教育の情報化」授業研究会に参加した 19 名に本システムを利用していただき、アンケートを実施した。アンケートは Google フォームを用いて行った。質問項目は以下のとおりである。

- (1) 他人が作成したループリックは見やすかったか。(5 段階評価)
- (2) ループリック検索・閲覧画面に対する改善点や要望について。(自由記述)
- (3) ループリック作成画面は使いやすかったか。(5 段階評価)
- (4) ループリック作成画面に対する改善点や要望について。(自由記述)
- (5) ループリックの参照関係を表示することについてどう思ったか。(5 段階評価)
- (6) (5) を選択した理由。(自由記述)
- (7) ループリックの参照関係を表示することは、より良いループリック作りにつながると思うか。(5 段階評価)
- (8) サイト全体に対する要望や改善点などについて。(自由記述)

4.3 実験結果

アンケートの結果を表 2 に示す。

表 2 アンケート結果

段階	1	2	3	4	5
(1)	0	0	6	11	2
(3)	0	2	4	10	3
(5)	0	0	2	11	6
(7)	0	0	2	8	9

4.4 考察

ループリックの参照関係を表示することについては、(5) のとおり 4 や 5 が大半を占め、高評価を得ることができた。評価の理由として、「関連するループリックが見られるから。」や「関連付けが分かり、調べやすくなる。」といったものがあった。また (7) でも大半の方から 4, 5 の高評価を得ることができた。改善案として「参照される率がわかると有用度の指標になるのでは」という意見をいただいた。今回のアンケートはループリック同士の参照関係のデータが少ない状態での実施だったので、今後も機能を利用していただきデータを蓄積していけばより良いループリックを作れるサイトにできるのではないかと考えた。

5. おわりに

5.1 成果

本研究では、一昨年度から開発されてきた「ループリックバンク」により良いループリックを作成するための機能を検討し追加した。さらに、稲垣が行うセミナーで追加した機能を使用し評価をおこない、高評価を得ることができた。また、システムをより使い易くするためにさまざまな機能改善をおこなった。今後はデータが蓄積した状態でのシステムの使われ方などを調査し、新機能や機能の改善をおこなっていく。

5.2 今後の課題

今後の課題と考えられる点を挙げる。

- 「いいね機能」の改善をおこなう

今年度、「いいね機能」の追加をおこなった。しかし、現在は会員のみが「いいね」ボタンを押すことができる。本システムは1つのアカウントを複数人が利用していることがほとんどなので、現在の仕様ではあまり機能していない状況である。これを改善し、非会員でも「いいね」ボタンを押せるようにすることで、「いいね」の数を正確に測

れるようになり、閲覧するときの目安になると考えている。

- ループリックの表示件数を任意変更できるようにする

アンケートの際に、1 ページに表示されるループリックの件数が多いと良いというご意見をいただいた。現在は1 ページに表示されるループリックの件数は15 件となっている。これを改善し、15 件・30 件・50 件と1 ページに表示されるループリックの件数をユーザーが任意で選択できるようにすることで、個人の好みに合わせて表示し、見やすさが向上すると考えている。

謝辞

本研究は文部科学省科学研究費補助金（基盤 C，課題番号 16K01123）の交付を受けている。

参考文献

- (1) 情報活用型プロジェクト学習：<http://ina-lab.net/special/joker/pbl/>
- (2) 佐藤翼，松本章代，豊田充崇，後藤康志，稲垣忠：Web 上で編集・共有できる「ループリックバンク」のプロトタイプの開発，情報処理学会東北支部研究報告 (2017.2)
- (3) 高橋一貴，松本章代，豊田充崇，後藤康志，稲垣忠：ループリックを Web サイト上で作成・共有できる環境「ループリックバンク」の開発，情報処理学会コンピュータと教育研究会 144 回研究発表会 (2018.3)
- (4) ダネル・スティーブンス，アントニア・レビ：大学教員のためのループリック評価入門，玉川大学出版部 (2014.3)
- (5) 稲垣忠，松本章代，豊田充崇，後藤康志：ループリック作成・共有オンラインデータベースに関する調査，日本教育工学会 第 32 回全国大会，pp.301-302 (2016.9)
- (6) 山口陽弘：教育評価におけるループリック作成のためのいくつかのヒントの提案 -パフォーマンス評価とポートフォリオ評価に着目して-，群馬大学教育学部紀要 人文・社会科学編 第 62 巻 (2013)：https://gair.media.gunma-u.ac.jp/dspace/bitstream/10087/7419/1/11_YAMAGUCHI.pdf
- (7) Rubistar: <http://rubistar.4teachers.org/index.php>
- (8) ループリックバンク | 日本高等教育開発協会: <https://www.jaedweb.org/blank-3>

情報倫理をテーマとした協調的学習による 望ましい判断・行動への影響

河野 稔*1

*1 兵庫大学

Influence on Judgmental and Behavioral Aspects of Information Ethics Based on Collaborative Learning on Information Ethics

Minoru KAWANO*1

*1 Hyogo University

大学の一般情報教育科目において、情報倫理の特定のテーマの啓発を目的としたプレゼンテーションの制作と相互評価を行うことにより、情報倫理全般への理解を深めることを目的とする、協調的学習による情報倫理教育をこれまで実践してきた。そこで、主観的理解度に加えて、情報倫理に関して望ましい判断・行動も学習効果のひとつとして着目し、制作物のスライド構成と相互評価での用いるループリックを従来までの実践から改善した。実践の結果として、従来と同様に情報倫理全般への主観的理解が深まったとともに、従来までの実践結果と比較して、自己都合優先行為だけでなくマナー違反行為に対しても適切に判断し行動できるようになったことが示唆された。

キーワード: 情報倫理教育, 協調的学習, 相互評価, ループリック, 望ましい行動・判断

1. はじめに

スマートフォンや SNS の利用拡大によるコミュニケーション様式の変容, 電子マネーやバーコード決済などの電子決済の利用拡大といった情報社会の進展は社会生活を豊かにしている。一方で, ネット詐欺や SNS 上での誹謗中傷といった情報社会特有の犯罪やトラブルの被害に遭ったり, 著作物の違法アップロードや不適切な言動の発信のような, 安易な行動によって加害者にもなり得ることが問題視されている。

そのため, 近年のインターネット利用者の低年齢化に伴い, 学校教育における情報モラルあるいは情報倫理教育の重要性を増している。大学や短大では, 初年次段階で全入学生を対象として, 一般情報教育科目が中心となって情報倫理教育が実践されることが多い。しかし, 一般情報教育科目の授業内容は, 依然として, アプリケーションソフトの利活用を中心とした情報リテラシーやアカデミックスキル (学びの技法) の修得

が主目的であるために, 情報倫理教育としては概説や SNS 利用上の注意のような即時性が求められる限定的な内容しか扱うことができない状況にある。

本研究では, これまでに, 一般情報教育科目での演習・実習の題材として情報倫理を円滑に組み込むことで, 一般情報教育への効果的な情報倫理教育の導入を目指し, そのひとつとして, 情報倫理を啓発するプレゼンテーションの制作とループリックを用いた相互評価による協調的学習に取り組んできた⁽¹⁾⁽²⁾。その成果として, 実践全体を通して情報倫理全般への主観的理解が深まり⁽³⁾, 相互評価に比べ制作活動がとくに効果的であることが明らかとなった⁽⁴⁾。また, 情報倫理に関する知識や理解を身につけるだけでなく, 不適切や利用のしかたや不正行為を行わないための, 情報倫理的に望ましい判断と行動⁽⁵⁾を引き出すことも重要である。そこで, 学習成果として情報倫理に関する判断と行動を検討したところ, 自己都合を優先するような行

為に対しては情報倫理的な判断や行動をとることが促進されたが、他者への迷惑行為やマナー違反行為を抑える効果は認められなかった⁶⁾。

従来までの実践では、ルーブリックではデザインやレイアウトなどのスライド作成の技術、スライド全体の構成を主に評価しており、情報倫理については注意点などの解説といった項目でしか評価できていなかった。また、制作されたプレゼンテーションでは、情報倫理に関連する被害や加害の深刻さや影響の説明が曖昧であったり、被害あるいは加害につながる判断・行動への説明が不十分であるという課題があった

そこで本稿では、情報倫理に関する判断と行動の促進を目指して 2018 年度に取り組んだ、制作物の変更点とルーブリックの改善点について述べる。また、実践の改善による効果として、情報倫理への主観的理解度、および、情報倫理に関する判断と行動について 2017 年度の授業実践と比較した結果を報告する。

2. 情報倫理をテーマとした協調的学習

2.1 実践のねらい

一般情報教育科目でのプレゼンテーションの演習では、授業計画など時間的な制約があり、学習者全員が成果物を口頭発表する機会を設けることは難しい。

そこで、制作するアプリケーションソフトの機能を活用し、自動再生するプレゼンテーションを映像作品と捉えて、テレビ CM のような短時間で視聴できる動画として制作し、学習管理システム (Moodle) 上に公開して授業クラスの誰もが視聴できるようにした。

2.2 実践の概要

A 大学と B 短大の 1 年次必修科目の一般情報教育科目において、筆者が担当したクラスで実践した。半期全 15 週のうち、アプリケーションソフトの利活用の実習をひと通り終えた後の残り 4 週分(第 12~15 週)で、全体のまとめの演習として行った。

情報倫理の啓発を目的として、情報倫理の特定のトピックに関するプレゼンテーションを映像作品として制作した。学習者と同世代の若者を対象に、被害者または加害者になる事例を「起承転結」のストーリー形式で紹介し、関連する注意点や対処法を解説する構成とした。

さらに、情報倫理全般への理解を深めることを目指し、Moodle 上に公開された作品の相互評価を実施し、その結果をもとに作品を改善することとした。

2.3 実践のながれ

表 1 に示すような順で実践を展開した。第 12 週から第 13 週の間には、授業時間外学習として作品の制作に取り組んだ。

表 1 実践の展開 (4 週分)

週	内容
第 12 週	情報倫理に関するトピック (8 つ) について、教員から概要を説明された後、自由に 1 つ選択する。 プレゼンテーションソフト (Microsoft PowerPoint 2016) を用いて、指定されたスライド構成にしたがい、約 1 分間で自動再生する映像作品として制作する。
第 13 週	引き続き、作品を制作する。 制作できたら、作品から動画ファイル (MP4 形式) を出力し、Moodle 上に設置された各トピックの掲示板に記事として投稿し、クラス内に公開する。
第 14 週	提示されたルーブリックをもとに、自分の作品の自己評価する。さらに、8 つのトピックから各 1 作品ずつ自由に視聴して他己評価を行う。自己評価と他己評価それぞれの評価内容を Moodle 上の報告フォームで報告する。
第 15 週	集約した評価結果をもとに、個人ごとにフィードバックされた評価結果を踏まえて、作品を改善して再提出する。

3. 実践の改善

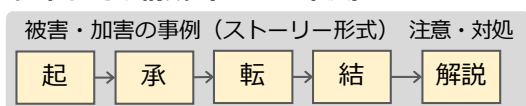
3.1 作品の構成の変更

従来までの実践では、作品は大きくわけて「事例紹介」と「注意点や対処法の解説」で構成されており、事例での登場人物が被害を未然に防いだり加害行為を起こしたりしないためにとるべき判断や行動を指摘する必要がなかった。そのため、実践後の学生の感想からは「インターネットは怖い」「使うことを控えたい」など、情報社会に対してネガティブなイメージを抱いたようなものが多かった。

情報通信技術の活用や情報社会への参画に対して前

向きに捉えるには、情報倫理的に望ましい判断や行動ができたり代替案を自ら考え出せたりすることが重要といえる。そこで、登場人物が被害を避けたり加害行為を起こしたりしないためにどのような対策をとれば良いかを示す「別ルート」をプレゼンテーションの最後に提示させることとした（図 1）。

従来までの構成（～2017年度）



変更後の構成（2018年度）

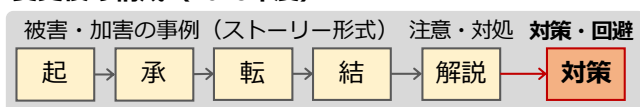


図 1 作品のスライド構成の変更

3.2 ルーブリックの改善

相互評価で用いたルーブリックについて、従来までの実践では以下の 6 つの評価項目で評価した。なお、各項目での評価基準は 4 段階（1 点～4 点）とした。

- 項目 1：フォントや配色などデザインの統一
- 項目 2：文字や図形のレイアウトの見やすさ
- 項目 3：アニメーション効果の適切さ
- 項目 4：事例の内容とテーマの一致性
- 項目 5：解説部分のわかりやすさ
- 項目 6：視聴者に対する全体的な役立ち度

つまり、スライド作成の技術（項目 1～3）や全体的な構成と内容（項目 4～5）といったプレゼンテーションの出来栄の評価をしていたが、情報倫理に関する評価は 1 項目だけしなかった。さらに、項目 4～6 に対しては評価しづらいという、ルーブリックに対する実践後の学生からの意見があった。

作品の事例紹介の部分では、原因となる何らかの判断や行動によって被害あるいは加害という結果が生じることになる。さらに、被害や加害の深刻さや影響の範囲を知っておくことも判断や行動の結果を予想するためには必要である。そこで、情報モラル指導法の「3 種の知識」における合理的判断の知識⁽⁷⁾を参考に、項目 4 と項目 6 に替えて、被害・加害の原因や生じる結果が明確に示されているか評価させることとした。また、前節で示した作品の構成に追加された対策の提示も評価させることとした。その結果、2018 年度のルーブリックでの評価項目は 7 項目となった。

以上のルーブリックの改善部分を表 2 に示す。

4. 学習効果の検証

4.1 対象者

授業実践による学習効果を検討するため、筆者が担当した一般情報教育科目のクラスの受講者を対象に、調査を実施した。

2017 年度は、A 大学 2 学科 59 名（各学科 1 クラス）と B 短大 1 学科 65 名（2 クラス）の 1 年生 123 名を

表 2 ルーブリックの改善部分

評価項目	ほとんどできていない (1 点)	あまりできていない (2 点)	ほぼできている (3 点)	よくできている (4 点)
被害や加害につながる行動・判断がストーリー上で表現されているか？ (被害・加害の原因)	どのような行動や判断をしたことで被害や加害が生じたのか、わかりづらい。	どのような行動や判断をしたことで被害や加害が生じたのか、あまりはっきりと表現されていない。	どのような行動や判断をしたことで被害や加害が生じたのか、はっきりと表現されている。	どのような行動や判断をしたことで被害や加害が生じたのか、具体的でわかりやすく表現されている。
被害の深刻さや加害による影響がストーリー上で示されているか？ (被害・加害の影響)	誰がどのような被害を受けたか、誰にどのような加害を加えたか、わかりづらい。	誰がどのような被害を受けたか、誰にどのような加害を加えたか、あまりはっきりと示されていない。	誰がどのような被害を受けたか、誰にどのような加害を加えたか、はっきりと示されている。	誰がどのような被害を受けたか、誰にどのような加害を加えたか、深刻さがわかりやすく示されている。
被害にあわない・加害を起こさないための行動や手段が示されているか？ (対策の提示)	被害を避けたり加害を起こさないための行動や手段が、ほとんど示されていない。	被害を避けたり加害を起こさないための行動や手段が示されているが、少しわかりづらい。	被害を避けたり加害を起こさないための行動や手段が、ストーリーの内容に沿って示されている。	被害を避けたり加害を起こさないための行動や手段が、具体的にわかりやすく 2 つ以上示されている。

表 3 情報倫理の 8 つのトピックと関連する用語

トピック	関連する用語
個人情報の漏えい	個人情報やクレジットカードの情報の漏えい、 破棄されたパソコンや携帯電話からの情報漏えい、パスワードの使い回し
嫌がらせ・誹謗・中傷	掲示板や SNS などでの荒らし行為、 掲示板やブログ・SNS での論争（フレーミング、炎上）、ネット上での犯行・犯罪予告
迷惑メール	ダイレクトメール（宣伝メール）、スパムメール、チェーンメール
売買のトラブル	ネットショッピングでのトラブル、ネットオークションでのトラブル、 違法物・危険物の販売
コンピュータウイルス	コンピュータウイルスによる被害、セキュリティホール、不正アプリによる感染
著作権の侵害	著作物の違法コピー、キャラクターなどの無断使用、引用と剽窃（ひょうせつ）
ネット詐欺	架空請求、ワンクリック詐欺、フィッシング詐欺
情報の信ぴょう性	口コミサイト（レビューサイト）、うわさ・デマの拡散、ネット上での風評被害

対象とした。また、2018 年度は A 大学 2 学科 70 名（各学科 1 クラス）と B 短大 1 学科 67 名（2 クラス）の 137 名を対象とした。なお、A 大学については、2017 年度と 2018 年度で 1 学科が異なる学科であった。

4.2 時期と方法

いずれの年度も、実践のはじめの授業（第 12 週）に事前調査を行い、実践の終わりの授業（第 15 週）で改善した作品を提出した後に事後調査を行った。

Moodle の feedback および questionnaire モジュールを用いた Web 形式によるアンケート調査を実施した。記名式で行ったため、受講者には、回答と成績評価とは無関係であるが授業進行と授業改善に必要な旨を口頭説明し同意を得たうえで、授業時間中に回答を求めた。

4.3 学修効果

4.3.1 情報倫理への主観的理解度

情報倫理の 8 つのトピックについて、1 トピックあたり関連する用語を 3 つずつ検討し、全体で 24 用語を設定した（表 3）。各用語の内容や原因・対策をどの程度説明できるのかを「全然説明できない（1 点）」「あまり説明できない（2 点）」「ある程度なら説明できる（3 点）」「問題なく説明できる（4 点）」の 4 件法で回答を求めた。

得点化は、トピックごとの合計点をそのトピックへの主観的理解度の得点（12 点満点）とし、全用語の合計点（96 点満点）を情報倫理全般の主観的理解度の得点とした。

4.3.2 情報倫理に関する判断と行動

情報倫理に関する判断と行動については、深田らによる、情報倫理に関する判断と測定する尺度の 18 項目⁶⁾を用いた。なお、質問項目で挙げられている、インターネット上での反倫理的行為例については、現在の状況に合うように、「デジカメ」は「カメラ」、「ブログ」は「ブログや SNS」に、「プロフ」は「SNS」と変更して用いた。

情報倫理に関する倫理的判断の程度（以降、情報倫理判断）は、18 項目の反倫理的行為例それぞれについて問題があることだと思いかどうか尋ね、「非常に問題がある（4 点）」「かなり問題がある（3 点）」「少し問題がある（2 点）」「問題があるとは言えない（1 点）」の 4 件法で回答を求めた。

また、情報倫理に関する倫理的行動の程度（以降、情報倫理行動）は、判断と同じ 18 項目の反倫理的行為例に対して、どの程度抵抗を感じずにする、あるいは抵抗を感じてしないと思うか尋ね、「非常に抵抗がある／絶対にしない（4 点）」「かなり抵抗がある／まずしない（3 点）」「あまり抵抗がない／するかもしれない（2 点）」「まったく抵抗がない／する（1 点）」の 4 件法で回答を求めた。

得点化は、情報倫理判断と情報倫理行動それぞれについて、「自己都合優先行為（8 項目）」「他者迷惑行為（6 項目）」「マナー違反行為（4 項目）」の下位尺度に該当する項目の得点の算術平均を求めて、下位尺度ごとの得点とした。

表 4 情報倫理への主観的理解度と情報倫理判断・行動の年度による比較

	年度	実践前		実践後		差	有意性		
		平均値	標準偏差	平均値	標準偏差				
情報倫理への主観的理解度		2018	49.25	12.06	64.59	10.00	15.34	**	
		2017	43.16	12.37	58.61	11.82	15.45	**	
情報倫理 判断	自己都合優先行為	2018	2.63	.51	3.12	.62	.51	**	
		2017	2.68	.63	2.94	.64	.26	**	
	他者迷惑行為	2018	3.53	.52	3.63	.47	.11	†	
		2017	3.53	.49	3.54	.52	.01		
	マナー違反行為	2018	3.07	.69	3.45	.58	.38	**	
		2017	3.12	.66	3.26	.68	.13	†	
	情報倫理 行動	自己都合優先行為	2018	2.75	.54	3.02	.57	.27	**
			2017	2.74	.65	2.94	.69	.20	**
他者迷惑行為		2018	3.58	.41	3.57	.47	-.01		
		2017	3.48	.51	3.49	.55	.07		
マナー違反行為		2018	3.51	.50	3.63	.47	.12	*	
		2017	3.37	.67	3.26	.60	-.11	†	

注：† $p < .10$, * $p < .05$, ** $p < .01$

5. 結果

5.1 分析対象

本稿では、作品制作から相互評価までの協調的学習の学習効果についての検証を目的としている。そのため、作品公開と相互評価が行えていない、および、事前調査と事後調査の両方に回答しなかったり無効な回答があったりした対象者は、分析対象から除外した。

最終的には、2017年度は97名、2018年度は108名を分析対象とした。

5.2 情報倫理への主観的理解度および情報倫理判断・情報倫理行動の変容

情報倫理全般への主観的理解度と情報倫理判断および情報倫理行動の実践前後での得点について、2017年度の実践と2018年度の実践の比較を表4に示す。

まず、情報倫理全般への主観的理解度の変化について、Wilcoxonの符号付順位和検定で検討したところ、2017年度も2018年度も実践前後の主観的理解度得点に有意性が認められた。つまり、いずれの年度とも実践後に主観的理解度は向上した。また、2018年度のほうが実践後の得点が、2017年度と比べて6点ほど高

いが、差に注目すると両年度とも約15点と同じ傾向であった。

次に、情報倫理判断と情報倫理行動について、下位尺度ごとにWilcoxonの符号付順位和検定を用いて、それぞれの変容を検討した。情報倫理判断は、2017年度は自己都合優先行為で有意性がみられマナー違反行為は有意な傾向がみられたが、2018年度では自己都合優先行為とマナー違反行為に有意性が認められた上に他者迷惑行為の有意な傾向が示された。つまり、2017年度は自己都合優先行為への判断が向上しただけであったが、2018年度では自己都合優先行為とマナー違反行為を反倫理的行為として判断できるようになったことがわかった。また、情報倫理行動については、2017年度は自己都合優先行為では有意性が示されてマナー違反行為では有意な傾向が示唆された。しかし、2018年度は自己都合優先行為とマナー違反行為での有意性がみられたため、2018年度については自己都合優先行為とマナー違反行為のような反倫理的行為を行わないことがわかった。得点差に着目すると、情報倫理行動よりも情報倫理判断のほうが2017年度に比べて2018年度の得点差が大きいことがわかった。

表 5 情報倫理への主観的理解度と情報倫理判断・情報倫理行動との相関（2018 年度・実践前）

	情報倫理判断			情報倫理行動		
	自己都合 優先行為	他者迷惑 行為	マナー 違反行為	自己都合 優先行為	他者迷惑 行為	マナー 違反行為
情報倫理への主観的理解度	.059	.166 †	-.006	-.001	.175 †	-.053 **
情報倫理						
判断	自己都合優先行為	—	—	.621 **	—	—
	他者迷惑行為	.475 **	—	.185 †	.450 **	—
	マナー違反行為	.429 **	.657 **	—	.343 **	.590 **

注：† $p < .10$, * $p < .05$, ** $p < .01$

表 6 情報倫理への主観的理解度と情報倫理判断・情報倫理行動との相関（2018 年度・実践後）

	情報倫理判断			情報倫理行動		
	自己都合 優先行為	他者迷惑 行為	マナー 違反行為	自己都合 優先行為	他者迷惑 行為	マナー 違反行為
情報倫理への主観的理解度	.291 **	.234 *	.085	.332 **	.347 **	.195 *
(参考) 2017 年度	.237 *	.022	.006	.238 **	.092 **	.060 **
情報倫理						
判断	自己都合優先行為	—	—	.638 **	—	—
	他者迷惑行為	.519 **	—	.302 **	.703 **	—
	マナー違反行為	.586 **	.741 **	—	.404 **	.720 **

注：* $p < .05$, ** $p < .01$

5.3 情報倫理への主観的理解度と情報倫理判断・情報倫理行動との関連

実践において情報倫理全般への主観的理解度と情報倫理判断・情報倫理行動がどのように関連していたかを検討した。情報倫理全般への主観的理解度得点と情報倫理判断・情報倫理行動の下位尺度ごとの得点との Pearson の相関係数について、実践前は表 5 に、実践後は表 6 にまとめた。

実践前では、情報倫理全般への主観的理解度と情報倫理判断・情報倫理行動のいずれとも相関はみられなかった。また、情報倫理判断と情報倫理行動との関連については、同じ下位尺度で中程度の正の相関がみられた。したがって、実践前の時点では、情報倫理への主観的理解度は情報倫理判断や情報倫理行動とは関連がないといえる。

実践後については、情報倫理全般への主観的理解度と情報倫理判断の自己都合優先行為および他者迷惑行為とで弱い正の相関がみられた。また、主観的理解度と情報倫理行動との関連については、情報倫理判断と

同様に、自己都合優先行為と他者迷惑行為と弱い正の相関が示された。つまり、実践を通じて、主観的理解が深まるとともに、自己都合優先行為と他者迷惑行為を反倫理的行為として判断するようになったり行動しないようになったりする傾向にあることがわかった。なお、2017 年度の結果と比較すると、2018 年度は情報倫理判断と情報倫理行動との両方において他者迷惑行為で有意な相関がみられるようになった。

また、実践後の情報倫理判断と情報倫理との下位尺度同士の間連について検討したところ、自己都合優先行為で中程度の正の相関が、他者迷惑行為とマナー違反行為では強い正の相関が示されたことから、実践前よりも情報倫理判断と情報倫理行動との関連が強くなったことがわかった。

5.4 ルーブリックによる自己評価と情報倫理判断・情報倫理行動との関連

ルーブリックを用いた自己評価において、改善した評価項目が実践後の情報倫理判断および情報倫理行動にどのように影響しているかを検討した。評価項目ご

表 7 評価項目ごとの自己評価と実践後の情報倫理判断・情報倫理行動との関連

評価項目	情報倫理判断			情報倫理行動		
	自己都合 優先行為	他者迷惑 行為	マナー 違反行為	自己都合 優先行為	他者迷惑 行為	マナー 違反行為
1. フォントや配色などデザイン	.049	.070	.042	-.026	-.004	.102
2. 文字や図形のレイアウト	.033	.095	.090	-.067	.014	.021
3. アニメーション効果の適切さ	-.016	.086	.039	.036	-.010	-.060
<u>4. 被害・加害につながる原因</u>	<u>.001</u>	<u>-.057</u>	<u>-.015</u>	<u>-.038</u>	<u>-.073</u>	<u>.003</u>
<u>5. 被害・加害の深刻さや影響</u>	<u>-.036</u>	<u>.026</u>	<u>-.044</u>	<u>-.072</u>	<u>-.025</u>	<u>-.080</u>
6. 解説部分のわかりやすさ	.118	.029	-.012	.005	-.008	.005
<u>7. 被害・加害を回避する対策</u>	<u>-.012</u>	<u>.062</u>	<u>-.069</u>	<u>-.122</u>	<u>.028</u>	<u>.071</u>

注：下線部は改善された評価項目

との自己評価の点数と実践後の情報倫理判断・情報倫理行動の各下位尺度の得点との Pearson の相関係数を表 7 に示す。

2018 年度の実践では、表 7 の下線部にある、「4. 被害・加害につながる原因」「3. 被害・加害の深刻さや影響」「7. 被害・加害を回避する対策」の被害や加害に関する 3 項目を改善・追加したが、これらの 3 項目の自己評価と情報倫理判断、あるいは、情報倫理行動との間にはほとんど相関がみられなかった。また、「フォントや配色などのデザイン」「文字や図形のレイアウト」「アニメーション効果の適切さ」「解説部分のわかりやすさ」といったスライド作成の技術や特定のスライドの内容に関する評価項目についても、情報倫理判断と情報倫理行動のいずれとも相関が認められなかった。つまり、ループリックを用いた作品の評価は、情報倫理に関する反倫理的行為をしないと判断したり行動しないようにしたりすることには、直接的に影響しなかったことが示された。

6. 考察とまとめ

本稿では、一般情報教育科目における情報倫理教育として、情報倫理の特定のトピックを啓発するプレゼンテーション制作と相互評価による協調的学習について、プレゼンテーションの構成の変更と評価に用いるループリックの改善といった実践の改善点について述べ、改善された実践の学習効果として情報倫理への主観的理解度や情報倫理に関する判断・行動への影響について検討した。

実践全体を通じた学習効果として、情報倫理への主観的理解はこれまでの実践⁽³⁾⁽⁴⁾と同様に深まったことが確かめられた。しかし、2017 年度よりも実践後の主観的理解度は高かった一方で、理解度の伸びはほぼ同じであったことから、実践の改善による影響は良くも悪くもあまりなかったと考えられる。また、情報倫理に関する判断と行動については、これまでの実践と比較して、自己都合優先行為だけでなくマナー違反行為に対しても良くない行為だとより適切に判断するようになり、より行わないようになったことが明らかとなった。とくに、情報倫理判断のほうが実践前後での伸びが大きかったが、プレゼンテーションの構成で被害を避けたり加害を起こさないための対策を追加したことが情報倫理として望ましい判断に影響したと考えられる。ただし、他者迷惑行為については実践前後で伸びがないが高いという 2017 年度と同様の傾向⁽⁶⁾にあり、相手や周囲の人たちに迷惑をかける行為は控えるように普段から心がけていることが示唆される結果となった。

次に、情報倫理への主観的理解度が情報倫理に関する判断と行動にどのように関連するかを検討したところ、実践によって情報倫理への主観的理解と情報倫理に関する望ましい判断と行動が関連付けられ、主観的理解が深まることで自分の都合を優先したり他者へ迷惑をかけるような反倫理的行為に対して望ましい判断や行動をとれるようになる傾向が示された。また、情報倫理判断と情報倫理行動との関連が強くなることから、望ましい判断力を身につけることで行動の変容が

促される可能性があることが示唆された。一方で、主観的理解度とマナー違反行為との関連はみられなかった。先に述べたように、実践後にマナー違反行為に対して適切な判断ができるようになってきていることから、マナーやルールのような決まりごとは情報倫理に関するトピックへの理解とは別に理解しているのではないかと考えられる。

最後に、改善したルーブリックを用いた評価活動が情報倫理に関する判断と行動へ影響を及ぼしたかを検討したが、改善・追加した評価項目との関連はみられなかったことから、直接的な影響はなかったことがわかった。ルーブリックは作品を制作しはじめる時点から提示をしていたが、制作段階において適切に活用されていなかった可能性が原因として挙げられる。つまり、作品が完成してから総括的評価として用いられており、作品を高めるための形成的評価として活用はされなかったことが指摘できる。したがって、実践の展開を見直すなどして、ルーブリックを活用して段階的に制作するような工夫が必要といえる。

以上のことから、情報倫理をテーマとした協調的学習において、情報倫理に関する判断と行動の促進を目指した制作物やルーブリックの改善した実践全体により、これまでの実践よりも望ましい判断や行動を促すことができたことが明らかとなった。しかし、当初意図していような、改善による直接的な情報倫理に関する判断と行動への変容は確認できなかった。今後は、ルーブリックの評価項目や基準を簡潔にして受講者にわかりやすくすると、ルーブリックを作品制作の過程で積極的に活用した形成的評価を段階的に行うなど授業展開の改善に取り組みたい。

本稿は、教育システム情報学会第 43 回全国大会（2018 年 9 月 6 日、於北星学園大学）の講演論文集の内容⁽⁸⁾を修正加筆したものである。

参 考 文 献

- (1) 河野稔：“プレゼンテーション制作と相互評価を通じた情報倫理教育”，教育システム情報学会第 38 回全国大会講演論文集，pp.89-90 (2013)
- (2) 河野稔：“プレゼンテーション制作と相互評価を通じた情報倫理教育 (2)”，教育システム情報学会第 39 回全国大会講演論文集，pp.31-32 (2014)
- (3) 河野稔：“プレゼンテーション制作を通じた情報倫理教育における協調学習の有効性”，教育システム情報学会第 40 回全国大会講演論文集，pp.177-188 (2015)
- (4) 河野稔：“協調学習を取り入れた情報倫理教育における主観的理解度に影響を及ぼす諸要因”，日本情報科教育学会第 9 回全国大会講演論文集，pp.57-58 (2016)
- (5) 深田昭三，中村純，岡部成玄，布施泉，上原哲太郎，村田育也，山田恒夫，辰己丈夫，中西通雄，多川孝央，山之上卓：“大学生の情報倫理にかかわる判断と行動”，日本教育工学会論文誌，37(2)，pp.97-105 (2013)
- (6) 河野稔：“情報倫理教育における協調的学習の効果—情報倫理に関わる行動・判断への影響—”，教育システム情報学会研究報告，32(6)，pp.35-40 (2018)
- (7) 玉田和恵，松田稔樹：“「3種の知識」による情報モラル指導法の開発”，日本教育工学会論文誌，28(2)，pp.79-88 (2004)
- (8) 河野稔：“情報倫理をテーマとした協調的学習によるルーブリックの改善”，教育システム情報学会第 43 回全国大会講演論文集，pp.395-396 (2018)