

## も く じ

■開催日時：2021年3月20日（土）

■テーマ：Society 5.0に向けたオンライン学習およびAI・数理・データサイエンスと人材育成  
支援に関わる教育システム

- 1) 間食の食事内容の改善を促進する食育支援システムの開発-----1  
○櫻井浩章(東京電機大学), 中山洋(東京電機大学), 藤倉純子(女子栄養大学)
- 2) 自律的な英語多読学習を支援する Moodle プラグインの開発-----5  
ハーヴィー佳奈(松江工業高等専門学校), ○廣瀬誠(松江工業高等専門学校),  
篠村恭子(島根大学), 服部真弓(松江工業高等専門学校)
- 3) 議論の内省を促すリフレクション支援環境  
ードキュメントセマンティクスとマルチモーダル情報を活用して-----13  
○正野敦也(大阪府立大学大学院人間社会システム科学研究科),  
林佑樹(大阪府立大学大学院人間社会システム科学研究科),  
瀬田和久(大阪府立大学大学院人間社会システム科学研究科)
- 4) VR コンテンツ制作研修の実施とその効果検証 -----21  
○斎藤正武(中央大学)
- 5) 主体的な知識発見を促す観察学習支援システムの開発と評価-----25  
○松田晃佑(大阪府立大学), 林佑樹(大阪府立大学大学院), 瀬田和久(大阪府立大学大学院)
- 6) 仮想学習者参加によるオンライン学習環境「KadaMate / カダメイト」の構築とその効果-----33  
○椎木卓巳(香川大学大学院), 羅中偉(香川大学大学院), 磯山敦(香川大学),  
卯木輝彦(フォトロン), 國枝孝之(香川大学), 米谷雄介(香川大学), 後藤田中(香川大学),  
八重樫理人(香川大学)
- 7) 左官職人の技能継承支援システム構築に向けた 技能習得度判定の試み-----41  
○大江孝明(香川大学), 後藤田中(香川大学), 蟹澤宏剛(芝浦工業大学), 宮川優(芝浦工業大学),  
米谷雄介(香川大学), 神田亮(香川大学), 八重樫理人(香川大学), 林敏浩(香川大学)

- 8) 訪問看護ステーションの新任看護師の臨床経験（強み）を視覚化した人材育成ツールの検討-----49  
 ○ 杉木佐知子(大阪医科大学, 大阪府立大学人間社会システム科学研究科),  
 梶田聖子(大阪府立大学), 中村裕美子(大阪府立大学), 真嶋由貴恵(大阪府立大学)
- 9) ICTを活用した看護教育コンテンツ作成に関するプラットフォームの開発-----55  
 ○ 小池武嗣(聖隷クリストファー大学)
- 10) 総括的評価につながる学習評価の可視化と主体的な学習行動に関する考察-----59  
 ○ 近藤伸彦(東京都立大学), 畠中利治(福知山公立大学), 松田岳士(東京都立大学)
- 11) 自由記述のばらつきを考慮した学習場面ラベルによる高専学生の学習意識の定量化の試み-----67  
 ○ 田中ゆみ(東北大学, 仙台高等専門学校), 三石大(東北大学), 大河雄一(東北大学),  
 本郷哲(仙台高等専門学校)
- 12) 構造方程式モデリングによるオンライン講義における学習スタイルの分析-----75  
 ○ 中川恵輔(北陸先端科学技術大学院大学), 長谷川忍(北陸先端科学技術大学院大学)
- 13) ラーニングテクノロジー専門家養成のためのカリキュラム改訂案：技術革新と  
 社会変化への適応力を持つ教育テクノロジスト育成を目指して-----83  
 ○ 喜多敏博(熊本大学大学院), 松葉龍一(熊本大学大学院), 戸田真志(熊本大学大学院),  
 久保田真一郎(熊本大学大学院), 長岡千香子(熊本大学大学院), 中野裕司(熊本大学大学院),  
 北村士朗(熊本大学大学院), 合田美子(熊本大学大学院), 平岡斉士(熊本大学大学院),  
 江川良裕(熊本大学大学院), 都竹茂樹(熊本大学大学院), 鈴木克明(熊本大学大学院)
- 14) 久留米工業大学における全学的AIリテラシー教育-----89  
 ○ 小田まり子(久留米工業大学), 八坂亮祐(久留米工業大学), 原迅(久留米工業大学)
- 15) 社会実装に主眼をおいたAI・データサイエンス教育の実践計画-----97  
 ○ 谷岡広樹(徳島大学情報センター, 徳島大学デザイン型AI教育研究センター)
- 16) 学士課程における発話分析可視化ツールを利用した授業設計教育の実践-----103  
 ○ 大崎理乃(東京都立産業技術大学院大学), 笠井俊信(岡山大学), 山田剛史(横浜市立大学)
- 17) 非同期分散型の入学前教育における効果的なグループワークの特徴分析-----111  
 ○ 時田真美乃(信州大学), 平井佑樹(信州大学), 高野嘉寿彦(信州大学),  
 小山茂喜(信州大学), 勝木明夫(信州大学), 新村正明(信州大学), 松村宣顕(信州大学)

- 18) 鉄棒熟達過程における協調的な対話についての検討-----119  
 ○遠山紗矢香(静岡大学), 山田雅之(九州工業大学), 大海悠太(東京工芸大学)
- 19) ビデオとオンラインレポートを活用した授業の オンデマンド化による学習効果の評価-----127  
 ○仲林清(千葉工業大学, 熊本大学)
- 20) 小中高生向けプログラミング教室を対象とした対面授業とオンライン授業のケーススタディ-----135  
 ○島崎俊介(電気通信大学), 柏原昭博(電気通信大学)
- 21) オンライン型の反転授業モデルの一提案-----141  
 ○笠原広夢(公立千歳科学技術大学大学院), 高野泰臣(インフラトップ),  
 上野春毅(公立千歳科学技術大学大学院), 山川広人(公立千歳科学技術大学),  
 小松川浩(公立千歳科学技術大学大学院)
- 22) 作業時間の見積もり能力と非認知能力-----149  
 ○竹内俊彦(駿河台大学, CRET), 若山昇(帝京大学, CRET), 立野貴之(松蔭大学),  
 山本美紀(帝京大学, CRET), 草山太一(帝京大学)
- 23) オンライン学習における学習者の心理的プロセス: 2時点パネル調査に基づく分析-----155  
 ○武田将季(静岡大学), 須藤智(静岡大学), 坂本孝文(静岡大学), 滑田明暢(静岡大学),  
 小西達裕(静岡大学)
- 24) 遠隔授業履修者支援を目的とした主体的学修と自尊感情・仮想的有能感との関係分析-----163  
 ○白澤秀剛(東海大学)
- 25) WeChat のミニプログラムによる五十音学習の試みー中国人日本語学習者を対象としてー-----171  
 ○李佳憶(名古屋大学人文学研究科)
- 26) 問題解決を学ぶゲームアプリの開発・評価ー問題発見の重要性への理解に着目してー-----179  
 ○高橋徹(実践女子大学), 高橋聡(関東学院大学), 吉川厚(東京工業大学, 立教大学)

# 間食の食事内容の改善を促進する食育支援システムの開発

櫻井 浩章<sup>\*1</sup>, 中山 洋<sup>\*1</sup>, 藤倉 純子<sup>\*2</sup>

<sup>\*1</sup> 東京電機大学, <sup>\*2</sup> 女子栄養大学

## Development of Food Education Support System for Bring Improve Eating Habits of Snack

Hiroaki SAKURAI<sup>\*1</sup>, Hiroshi NAKAYAMA<sup>\*1</sup>, Junko FUJIKURA<sup>\*2</sup>

<sup>\*1</sup>Tokyo Denki University, <sup>\*2</sup>Kagawa Nutrition University

日本における食育基本法<sup>(1)</sup>により、教育関係者らはより食育を推進するようになった<sup>(2)</sup>。前提研究<sup>(3)</sup>では食育支援システムにより、4食分の食事情報を入力させ、選択した食品データの傾向を分析し、4食分の食生活の傾向を明らかにした。しかし、前提研究で使用したシステムでは、間食における栄養評価が2項目であったため、間食に対する栄養評価の項目が不足していた。そこで本研究では新たに栄養評価に項目を追加することで、間食で注目すべき点をより詳細に可視化できるようにシステムを改良した。また、データベースに保存された結果だけでなく、アンケート結果からも本機能の有用性を検証した。その結果、本機能の利用により、被験者の食育における間食の現状を調査することができ、大学生は間食で食塩を多く含むものを摂取する傾向にあり、栄養のバランスが偏った食生活であることがわかった。

キーワード: 食育支援システム, 食生活, 栄養, 間食, 意識改善

### 1. はじめに

#### 1.1 背景

平成17年7月に食育基本法<sup>(1)</sup>が施行された。この法律は、食育を生きる上での基本であるとし、様々な経験を通じ、「食」に関する知識と「食」を選択する力を習得することで、食育に関する知識と食生活を実践する力を身につけることができる人間を育てる食育を推進することを目的としている。これより、教育関係者がより活発に子どもに食育を推進するようになった<sup>(2)</sup>。さらに、平成21年3月からの学習指導要領の改訂<sup>(4)</sup>により栄養素の項目が新たに加わったため、食育に関する学習を効果的に、かつ効率的に行う必要性がより高まってきた。

前提研究<sup>(3)</sup>では被験者が選択した食事の中で、1日分の4食(朝食, 昼食, 夕食, 間食)における食品の栄養素を分析し、4食における間食の傾向を調査する実験を行った。その結果、児童の栄養不足は、間食を摂取することにより朝食, 昼食, 夕食の3食で不足して

いる栄養素を補っていることがわかった。

しかし、これまでの研究報告では、エネルギーと食塩相当量の2つから間食の栄養評価を行っていた。間食として摂取されやすい菓子類の中には、脂質や糖質を多く含んでいる食品も多く<sup>(5)</sup>、間食の栄養評価としては不十分であった。また、これまでの研究報告によると、現在の社会情勢では在宅勤務やオンライン授業などが増加しており、食生活やライフスタイルが大きく変化していることも報告されている<sup>(6)</sup>。さらに、こういった状況下において大学生の食生活が乱れていることが報告されている<sup>(7)(8)</sup>。このことから、現在の大学生の摂取している食物における間食の傾向を明らかにすることで、食生活の改善を促すことが必要であると考えられる。

以上の点を踏まえ、間食の栄養評価の項目を増やすことで間食に関してより詳細に評価する機能が必要であると考えられる。

## 1.2 目的

本研究は、被験者の選択した間食を含めた4食分の食品データを保存し、間食の栄養評価を詳細に提示する。その後被験者が自身の間食の食事内容について分析することで、4食分の食生活における間食の食事内容の変化を促すことを目的とする。

また、収集した全データを要因別に栄養素等の過不足から生じる食物の傾向と問題点を調査する。

## 2. システム概要

本研究を行う上で使用するシステム(以後、"本システム"とする)は、日本の小学校高学年を対象とした食育用ソフト「なにたべよう」<sup>(9)</sup>のシステムを前提に、間食の栄養評価提示機能における栄養評価の項目として脂質及び糖質の項目を追加した。本システムは主に5つのステージで構成されている(図1)。食物設定画面(図2)で入力した食物の内容の比率表示を可能とする4食栄養比率表示画面(図3)を、新機能として糖質と脂質の栄養評価を追加した。間食を含めた4食の栄養素の比率を可視化し、エネルギー、食塩相当量、糖質、脂質の摂取量に応じて棒グラフを表示している。



図1 ステージフローチャート



図2 食物設定画面



図3 4食栄養比率表示画面

## 3. 実験概要

### 3.1 実験手順

実験は日本の T 大学の学生 19 名(以後"対象 A"とする)を対象に実施した。事前に用意した ID を学生に振り分け、その ID を使用しコンピュータによる食育授業を行った。システムを使用した食育授業の授業直後にアンケート 1 を、授業から 1 週間後にアンケート 2 を実施し、食生活の改善が見られるかを調査した。これらのアンケートは 5 件法で実施し、数字が大きくなるほど評価が高いものとする。

### 3.2 アンケート 1 の内容

- ① あなたについて教えてください(性別)。
- ② このシステムは使いやすかったですか。
- ③ このシステムを通して食事について考えること

ができるようになると思いますか。

- ④ システムを使ったときにどのように感じましたか。
- ⑤ 1つの栄養素における4食の割合を表す画面(図3)を見て1つの栄養素で間食をどれくらい摂っているかわかりましたか。
- ⑥ 間食におけるエネルギー、食塩、脂質、糖質の摂るべき正しい量がわかりましたか。
- ⑦ 全体の栄養素を表示するグラフ(図3)において4食における間食のおおよその量は分かりやすかったか。

### 3.3 アンケート2の内容

- ① あなたについて教えてください(性別)。
- ② 1週間の内、間食は何日食べていますか。  
-授業前 -授業後
- ③ 間食におけるデータで警告表示があったものがありますか。
- ④ 間食におけるデータ画面を食卓に置きましたか。
- ⑤ 食生活(間食)に対する意識はどうですか。  
-授業前 -授業後
- ⑥ 食育授業後で食事内容に変化はありましたか。
- ⑦ 間食を摂取する時間帯について教えてください。  
-授業前 -授業後
- ⑧ 食育授業後で1日の間食の摂取する量に変化はありましたか。

## 4. 結果

表1 アンケート1の結果

	大学生	
	平均	標準偏差
質問4	4.22	0.92
質問5	4.17	0.96
質問6	4.11	0.81

表2 アンケート2の結果

	大学生	
	平均	標準偏差
質問2 (授業前)	2.95	1.79

質問2 (授業後)	2.26	1.80
質問5 (授業前)	2.00	1.03
質問5 (授業後)	3.00	1.03
質問6	2.47	1.39
質問8	2.53	0.75

## 5. 結論

本研究は、栄養比率表示機能に関して脂質と糖質の栄養評価を行う機能を追加することで、間食の栄養素において注目する点をより詳細に可視化した。さらに、収集した全データを分析し、食生活(4食)における間食の傾向と問題点を明らかにすることを試みた。その結果、新機能の栄養評価は大学生にとって間食における栄養素の正しい量を把握しやすい機能であることがわかった。しかし、間食に対する意識は向上したものの、改善するための具体的な行動は見られず、食事内容に変化はなかった。また、間食を摂取している学生は食塩を過剰に摂取している傾向があり、対象Aの食生活は栄養バランスに偏りがあることがわかった。

今後の課題として、本システムでは間食に対する意識の変化は見られたものの、実際の食生活に変化は見られなかった。そのため、間食の食事内容の変化を促す新機能の追加や実験内容の変更を検討する。また、実験における被験者を中高年の方や児童を持つ保護者、思春期の子どもなど食に対して関心を持っていると考えられる層を対象とすることを検討する。

### 参考文献

- (1) 農林水産省: “食育基本法”,  
[https://www.maff.go.jp/j/syokuiku/wpaper/h29/h29\\_h/book/part0/b0\\_c0\\_0\\_01.html](https://www.maff.go.jp/j/syokuiku/wpaper/h29/h29_h/book/part0/b0_c0_0_01.html) (2021年2月2日確認)
- (2) 文部科学省: “学校における食育の推進・学校給食の充実”,  
[https://www.mext.go.jp/a\\_menu/sports/syokuiku/](https://www.mext.go.jp/a_menu/sports/syokuiku/) (2021年2月2日確認)
- (3) 櫻井浩章, 中山洋, 藤倉純子: “食育支援システムを用いた間食の食生活への影響と調査分析”, 第45回教育システム情報学会全国大会 pp.129-130(2020)

- (4) 文部科学省: “学習指導要領「生きる力」第2章 各教科  
第8節 家庭”,  
[https://www.mext.go.jp/a\\_menu/shotou/new-cs/youryou/syo/katei.htm](https://www.mext.go.jp/a_menu/shotou/new-cs/youryou/syo/katei.htm) (2021年2月2日確認)
- (5) 文部科学省: “日本食品標準成分表 2015年版(七訂) 第2  
章 日本食品標準成分表 15 菓子類”,  
[https://www.mext.go.jp/component/a\\_menu/science/detail/\\_icsFiles/afieldfile/2016/03/01/1365343\\_1-0215r5.pdf](https://www.mext.go.jp/component/a_menu/science/detail/_icsFiles/afieldfile/2016/03/01/1365343_1-0215r5.pdf) (2021年2月2日確認)
- (6) Achraf Ammar ほか: “Effects of COVID-19 Home  
Confinement on Eating Behaviour and Physical  
Activity: Results of the ECLB-COVID19 International  
Online Survey”, *Nutrients*(2020)
- (7) 高知大学 学生支援委員会: “コロナ禍における学生生活  
実態調査 報告書”,  
[http://www.kochi-u.ac.jp/\\_files/00145169/201028b.pdf](http://www.kochi-u.ac.jp/_files/00145169/201028b.pdf)  
(2021年2月2日確認)
- (8) 静岡文化芸術大学: “2020年度緊急学生生活調査(コロナ  
禍・ハラスメントに関する状況と意識について) 集計結  
果速報”,  
[https://www.suac.ac.jp/sp/campuslife/studentlifesurvey/file/20231/2020studentlifesurvey\\_ex2.pdf](https://www.suac.ac.jp/sp/campuslife/studentlifesurvey/file/20231/2020studentlifesurvey_ex2.pdf) (2021年  
2月2日確認)
- (9) 高橋寛子, 武藤志真子, 藤倉純子, 中山洋, 千野恭平:  
“小学校高学年を対象とした食育用ソフト「なにたべよ  
う」の開発”, *日本健康科学学会誌* 27(4): 274-282(2011)

# 自律的な英語多読学習を支援する Moodle プラグインの開発

ハーヴェー 佳奈<sup>\*1</sup>, 廣瀬 誠<sup>\*1</sup>, 篠村 恭子<sup>\*2</sup>, 服部 真弓<sup>\*1</sup>

<sup>\*1</sup> 松江工業高等専門学校 <sup>\*2</sup> 島根大学

## Development of a Moodle Plugin to Support Autonomous Extensive Reading in English

Kana Harvey<sup>\*1</sup>, Makoto Hirose<sup>\*1</sup>, Kyoko Shinomura<sup>\*2</sup>, Mayumi Hattori<sup>\*1</sup>

<sup>\*1</sup> National Institute of Technology, Matsue Collage, <sup>\*2</sup> Shimane University

Extensive reading, an approach to learning English as a second language, has been reported to improve reading comprehension, build vocabulary, and enhance awareness of grammatical patterns by reading many books. When incorporating into class, educators expect students to read autonomously. However, learners often feel difficulty in maintaining motivation in reading alone. To encourage the learners' autonomy and confidence in extensive reading, we have developed a Moodle Plugin that comprehensively provides visualization of the learning process and the virtual communication space. This paper reports on the effectiveness of the system over three years of the actual operation.

キーワード: LMS, e ポートフォリオ, CMS, 英語多読, autonomy

### 1. はじめに

英語多読学習とは、多くの本を読むことにより英語の文法のパターンへの気付きやリーディング力、語彙力、文法力、読解力、文章力などの英語力全体を高める効果がある学習方法の 1 つである<sup>(1)</sup>。SSS 英語多読研究会<sup>(2)</sup>では英語多読を行う際の 3 原則として、“辞書は引かない”，“わからないところはとばす”，“進まなくなったらやめる”を提唱している。これらは、読書のリズムを崩さず英語の世界に入りより英語を定着させるためである。松江工業高等専門学校（以後、本校と呼ぶ）においても、この 3 原則に基づき第 1 学年から第 3 学年の英語授業内に英語多読を実施している。平成 30 年度までは、授業開始時に手書きの多読記録ファイルを配布し記入させ、授業後にファイルを回収して教員が記録に対するフィードバックを記入していた。しかしこの方法では、英語多読授業時間外に学習者が自身の多読記録を省察できず、また学習者同士の繋がりをもつこともできない。授業時間のみでは多読学習の効果は限定的であ

り、授業時間外に学習者が自律的に学習できることが望ましい。自律的な学習には、モチベーションの向上は不可欠であり、自分自身の成長（自身の過去との比較）または学習者同士における自分の立ち位置（他人との比較）が重要となる<sup>(3)</sup>。

そこで、高等教育機関で広く用いられている学習管理システム（Learning Management System: LMS）である Moodle に着目した。Moodle を活用した多読学習はこれまでも多く報告されている。Visgaitis ら<sup>(4)</sup>は、Moodle のフォーム機能を中心に Excel や FileMaker など他のソフトウェアで補いながら多読状況の確認、フィードバックを行い、Moodle 活用の有用性を示している。原田<sup>(5)</sup>は、Moodle のフォーラム機能によるディスカッションを利用し、授業以外の時間を有効に利用している。また、Moodle のプラグインとして Moodle Reader<sup>(6)</sup>、Statistics<sup>(7)</sup>、Dataform<sup>(8)</sup>、Ranking block<sup>(9)</sup>などがある。Moodle Reader は、多読に利用する書籍に対するクイズを無料で提供しており、およそ 6500 冊に対応している。クイズは、1 書籍あたり約 10

問であり、選択肢問題、True&False 問題、時系列並べ替え問題などがある。回答には制限時間が設けられ全問回答後に本に対する感想を4択より選びクイズが終了する流れである。終了後は、日付、書籍名、可否、総語数および受験歴を履歴画面の一覧で確認することができる。教員は学習者ごとにクイズの受講状況を確認でき多読学習状況の把握や評価を一元的に管理することができる。Statistics は、グラフ表示が可能で時系列の学習状況を把握できる。Dataform は、学習者のデータ入力画面を自由に設計できる。Ranking Block は何かしらのイベントに足してリアルタイムにランキング表示をすることができる。これら Moodle 機能およびプラグインは、英語多読学習を支援する機能として有用であることは自明であるが、これらを連動させて統合的に利用することは難しい。特に操作方法などの学習コストが多大になり学習者の自律的な多読学習の障壁になることは想像に難くない。つまりこれらの機能をワンパッケージにしたプラグインがあれば、自律的な多読学習に対して大きな支援になる。

本研究では、LMS を活用した自律的な英語多読学習支援の一步として Moodle に基づく英語多読学習に有用な機能をワンパッケージしたプラグイン（以後、多読 Moodle と呼ぶ）の開発を試みる。本報では、本校において従来利用していた手書き多読記録ファイルとの比較および多読 Moodle の機能評価について、学習者へのアンケートによりその有用性を検証する。

## 2. 従来手法

これまで英語多読授業において利用していた手書き多読記録ファイルおよび授業実践方法について述べる。

### 2.1 手書き多読記録ファイル

手書き多読記録ファイルを図1に示す。1行が1冊分に対応し10冊分入力が可能である。左から多読実施日（年月日）、YL（読みやすさレベル）、書籍タイトル、シリーズ名、語数およびこれまでの総読語数、コメントおよびおススメ度（3段階）、気分（3段階）、検印の項目順である。また、ファイル下部には、このファイル1枚に対するWPM（語数/読了時間（分））、総読破冊数、累計読後数を記入する。

## 2.2 授業等における運用

授業では学習者が図書館へ移動後、先に述べた手書き多読記録ファイルを配布する。学習者は、約10,000冊の対象英文本から1冊を選び読書する。読了後、多読記録ファイルへ多読記録を記入する。授業時間終了までこれらを繰り返す。授業終了時に多読記録ファイルを教員へ提出する。教員は、コメント欄に一言フィードバックを記入する。

Happy Reading		2018年度 後期				NO.		
NO	年月日	YL	本のタイトル	シリーズ	語数	内容についてコメント・気になった単語のメモ	今日の気分	検印
1	2018.4.5	C56	Rise and Tread	英語	1000	ーこれまで総読語数を書く	1 読書の気分	
2						この本のおススメ度 1 - 2 - 3 No Good, Okay, Good	😊 😐 😞 Tiger, Strain, Pissy 2	
3						この本のおススメ度 1 - 2 - 3 No Good, Okay, Good	😊 😐 😞 Tiger, Strain, Pissy 2	
4						この本のおススメ度 1 - 2 - 3 No Good, Okay, Good	😊 😐 😞 Tiger, Strain, Pissy 2	
5						この本のおススメ度 1 - 2 - 3 No Good, Okay, Good	😊 😐 😞 Tiger, Strain, Pissy 2	
6						この本のおススメ度 1 - 2 - 3 No Good, Okay, Good	😊 😐 😞 Tiger, Strain, Pissy 2	
7						この本のおススメ度 1 - 2 - 3 No Good, Okay, Good	😊 😐 😞 Tiger, Strain, Pissy 2	
8						この本のおススメ度 1 - 2 - 3 No Good, Okay, Good	😊 😐 😞 Tiger, Strain, Pissy 2	
9						この本のおススメ度 1 - 2 - 3 No Good, Okay, Good	😊 😐 😞 Tiger, Strain, Pissy 2	
10						この本のおススメ度 1 - 2 - 3 No Good, Okay, Good	😊 😐 😞 Tiger, Strain, Pissy 2	

多読三原則  
①辞書は使かない  
②辞書は使わない  
③辞書は使わない  
④辞書は使わない  
⑤辞書は使わない  
⑥辞書は使わない  
⑦辞書は使わない  
⑧辞書は使わない  
⑨辞書は使わない  
⑩辞書は使わない

累計  
このページのWPM  
読破冊数  
読後累計語数

出席番号 学生番号 氏名

図1 従来利用してきた手書き多読記録ファイル

## 3. 多読 Moodle プラグイン

手書き多読記録ファイルの入力項目、閲覧、フィードバックに対応する機能を全て実装した上で、さらに、自律的学習のための機能として以下の3点を追加実装しワンパッケージ化したプラグインを開発する。

- (1) いつでも学習記録が省察できる
- (2) 自分自身の成長を測ることができる
- (3) 他者と比べた自身の立ち位置がわかる

(1)は学習記録を可視化することにより実現する。(2)は理解度テストを導入し学習者が自らの学習履歴から成長を測ることを促す。(3)はランキングを導入し学習者の立ち位置を示す。

### 3.1 多読 Moodle プラグインの構成 (学習者側)

#### 3.1.1 従来手法の機能化

学習者側のトップ画面を図 2 に示す。6 つのタブメニュー (View, Input, History, Comment, Ranking, Booklist) から構成される (View が初期画面)。従来手法の機能は、Input 画面 (図 3) および History 画面 (図 4) にて実現している。図 1 における 1 行分 (1 冊分) の多読記録を Input 画面で入力する。また、これまでの多読記録の履歴は History 画面で閲覧する。WPM, 総読破冊数, 累計読語数は View 画面で確認する。残る教員のフィードバック機能は後述する。以上で従来手法の機能は満たされたことになる。



図 2 学習者側のトップ画面 (View タブ)

#### 3.1.2 自律的学習のための機能実装

3 節冒頭で述べた 3 つの自律的学習のための機能について述べる。まず、「(1) いつでも学習記録が省察できる」は、History 画面において達成しているが、これに加えて View 画面において WPM, 読後数を時系列にグラフ表示によりさらに詳しく多読学習プロセスを可視化できるようにした (図 2)。グラフ表示は月毎または積算が選択でき、WPM, 読後数, 冊数の推移を確認できる。

次に「(2) 自分自身の成長を測ることができる」は、理解度テスト (10 問) の機能を追加し、Input 画面で多読記録を入力した後すぐに実施できるようにした (図 5(a))。理解度テスト回答後すぐに結果がわかる (図 5(b))。この結果は History 画面にも表記される。また、入力直後でなくとも後日 History 画面からテストを受けることもできる。

多読 太郎 さん

本日の実績を入力してください。

必ず全ての項目に入力してください。

多読日: 2021 年 2 月 15 日

多読日の変更は要管理者許可。

書籍名を入力

※一文字入力すると候補が出ます。

本のタイトルをクリック

かかった時間: 30 分

読書状況:  読みかけ 1  完了

※読みかけの場合はページ数を入力して下さい。

コメント:

コメントを入力しないと保存できません。読みかけの場合も必ずコメントを入れてください。

この本のおすすめ度:  Good(3)  So-so(2)  No Good(1)

読書後の気分:  😊 happy(3)  😐 so-so(2)  😞 tight(1)

学年: 4年生以上

確認画面へ

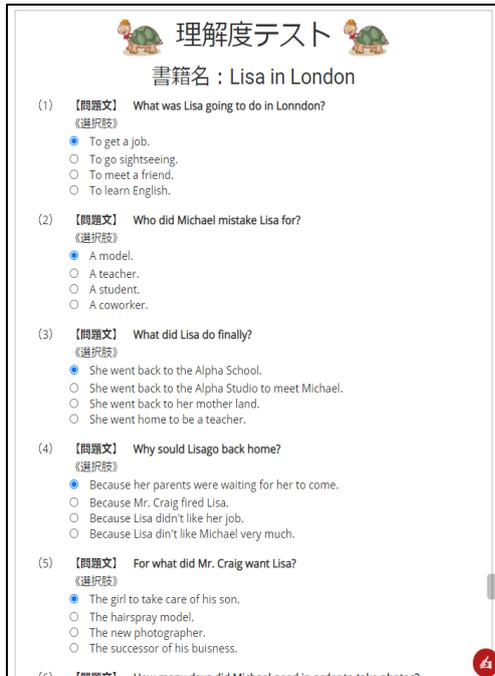
図 3 多読記録の記入画面 (Input タブ)

多読 太郎 さんの多読履歴

Date	Title		Recom mend	Comment	いいね! 0人	State
	YL Words	Series Readtime	Feel	Feedback		
2020-12-15	New York Caf?		☆☆☆	a	いいね! 0人	Finish
	0.9	OBW	😊			
	1600	30 min	So-so			
2020-11-12	New York Caf?		☆☆☆	テストです。	いいね! 0人	Finish
	0.9	OBW	😊			10点
	1600	30 min	Happy			
2020-11-09	New York Caf?		☆☆☆	te	いいね! 0人	Finish
	0.9	OBW	😊			30点
	1600	30 min	So-so			
2020-11-09	New York Caf?		☆☆☆	te	いいね! 0人	Finish
	0.9	OBW	😊			40点
	1600	30 min	So-so			

図 4 多読記録の履歴確認画面 (History タブ)

最後に「(3) 他者と比べた自身の立ち位置がわかる」は、View 画面におけるクラスまたは学年順位の表記を実装し、加えて、累計読後数などのランキングを表記する Ranking 画面を実装した (図 6)。これら教員が設定した期間 (前期, 後期など) で表示することができる。



(a) テスト画面



(b) 結果画面

図5 理解度テスト画面



図6 ランキング画面 (Ranking タブ)

Comment 画面および Book 画面は、コメント一覧および書籍リストの一覧が表記される機能であるが、当該目的とは無関係であるため割愛する。

### 3.2 多読 Moodle プラグインの構成 (教員側)

教員側のトップ画面を図7に示す。8つのタブメニュー (View, Feedback, Comment, Ranking, Booklist, User, Setting, Export, Graph)



図7 教員側のトップ画面 (View タブ)



図8 フィードバック画面 (Feedback タブ)

User, Setting, Export) から構成される (View が初期画面)。教員側が従来手法から引き継ぐ機能は、学習者コメントへのフィードバックのみである。Feedback 画面を図 8 に示す。学年学科を選択後、該当する学習者

### 3.3 授業等における運用

事前準備は、Moodle 上のコースへ多読 Moodle を設置し年度設定をするのみである。多読 Moodle は、Moodle の活動モジュールのプラグインであるため、3 ステップ程度で配置できる。配置例を図 9 に示す。年度設定は、年度または学期の更新時に 1 度実施するだけである。

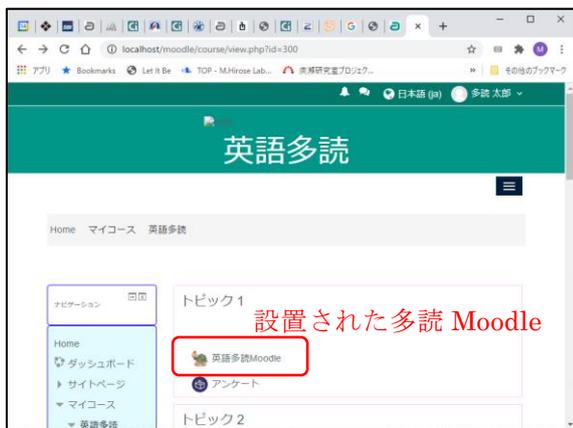


図 9 Moodle のコースへの設置

授業では、携帯端末 (スマートフォン等) を持参し、図書館へ移動後、すぐに選書し読書に入る。なお、携帯端末を忘れる学生がいる場合に備え、予備の携帯端末 (タブレット等) を用意しておく。読了後、携帯端末から Moodle にログインし、多読 Moodle にて多読記録を記入する。授業時間終了までこれらを繰り返す。多読記録ファイルの配布、回収にかかる時間がない分、読書時間を長くとることができる。教員は、授業終了後、3.2 節に従いフィードバックを入力する。

## 4. 実験

手書き多読記録ファイルと多読 Moodle の比較および多読 Moodle の機能評価について学習者へのアンケートにより評価した。被験者は、1 年目 (2018) は 2 学科の 3 年生 71 名、2 年目 (2019) は 5 学科の 2 年生 185 名、3 年目 (2020) は 5 学科の 3 年生 161 名である。2 年目、3 年目は同じ学生を追跡した結果であるが 1 年目はプラグイン稼働直後で十分な被験者を集めることができず、2 学科の 3 年生が被験者となってい

る (2 年目、3 年目の学生とは異なる)。また、理解度テストについては、2020 年度に機能追加されたため、当該年度のみ結果を示す。

### 4.1 実験方法

学習者に対するアンケート項目を以下に示す。

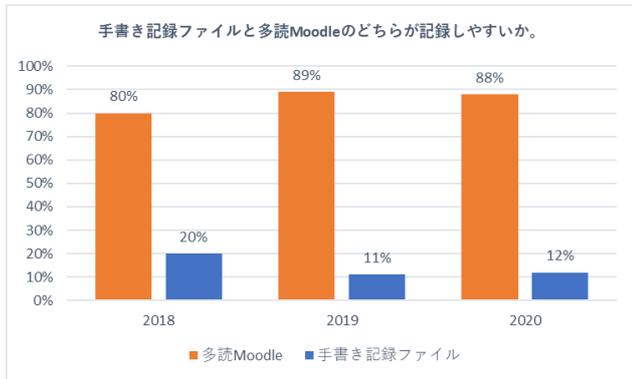
- 手書き記録ファイルと多読 Moodle のどちらが記録しやすいか。
- グラフによる可視化は自分の記録を確認しやすかったか。
- 多読 Moodle の利用により時間外に多読をしてみようと思ったか。
- ランキング閲覧はモチベーション向上に繋がるか。
- 理解度テストの点数が以前より上がったなら、多読に対するモチベーションも上がると思うか。
- 理解度テストの点が以前より上がることで、クラス順位が上がることで、どちらの方が多読に対するモチベーションがより上がると思うか。

質問(a)は、手書き多読記録ファイルに対する多読 Moodle の有用性について、質問(b)以降は多読 Moodle の機能評価についての質問である。

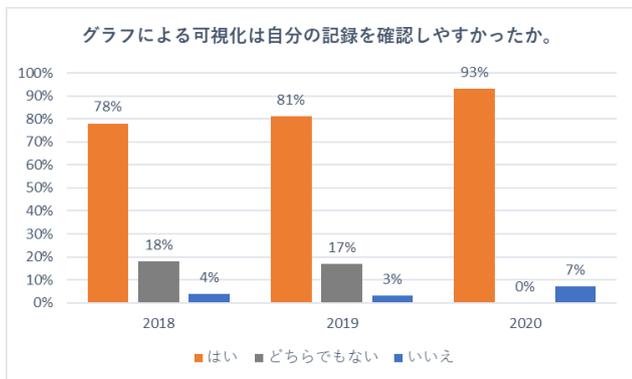
### 4.2 実験結果

実験方法のアンケート項目(a)~(g)の結果を図 10 に示す。質問(a)では、多読 Moodle の利便性が、手書き記録ファイルと比べて 4 倍以上有用である結果を示した。質問(b)では、8~9 割の学習者において、グラフによる可視化は学習記録の省察に有用である結果を示した。質問(c)では、6,7 割の学習者が授業時間外の多読には積極的ではないものの、3 年目に 4 割弱の学生が多読 Moodle の利用をきっかけに授業時間外の多読を試みようしている結果となった。なお、質問(b)(c)では、曖昧な回答を排除するため 2020 年度はアンケート選択肢から「どちらでもない」を削除している。質問(d)では、5~9 割の学習者がモチベーション向上に有用と回答している。質問(e)では、6 割以上の学習者が理解度テストはモチベーション向上に繋がると回答し、繋がらないと回答した 1 割を大きく上回っている。質問(f)では、ランキング機能、理解度テストについて 8 割強の学習者がモチベーション向上に有用であると回答している。また他者と比較するランキング機能が、自分

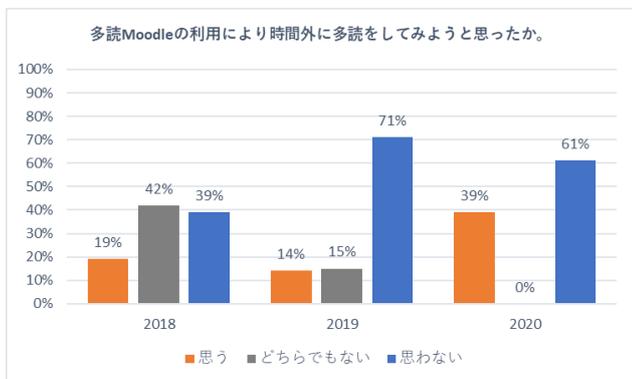
自身と比較する理解度テストよりも2倍近くモチベーション向上に有用であると回答している。他方1割強が双方の機能ともモチベーション向上には有用ではないと回答した。



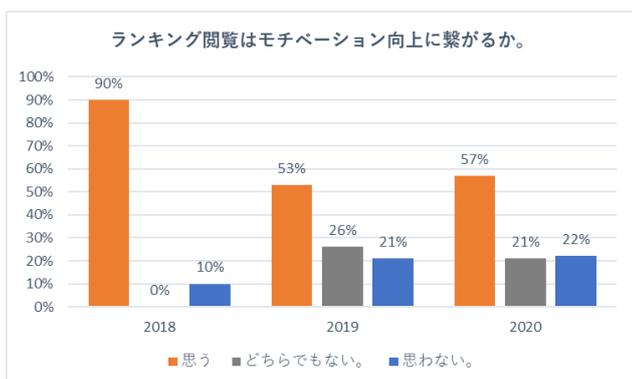
(a) 従来手法との比較



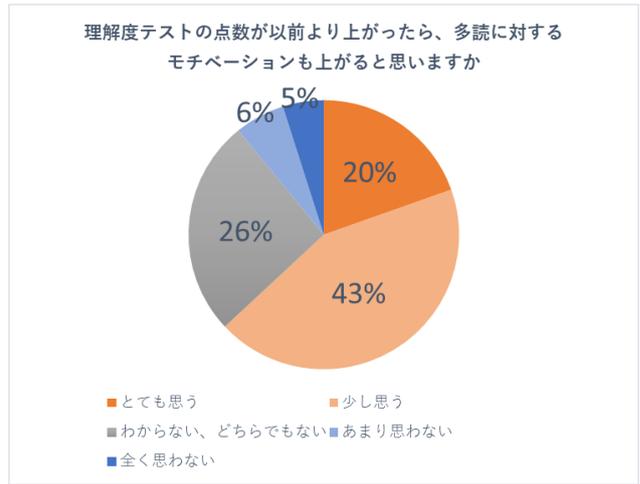
(b) グラフによる可視化の有用性



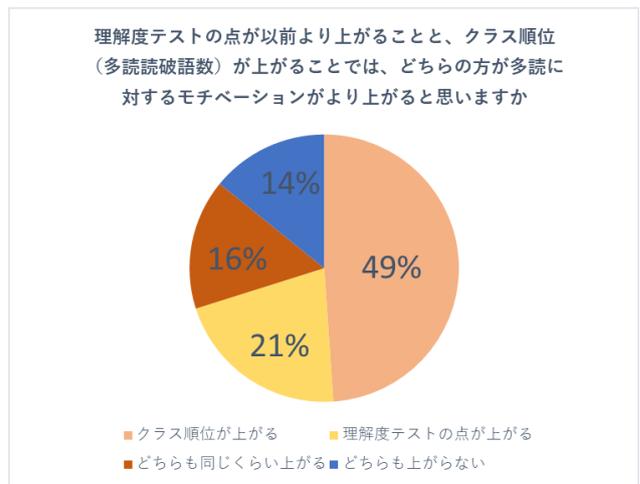
(c) 授業時間外の多読学習への効果



(d) ランキング機能の効果



(e) 理解度テストの効果



(f) 自分自身との比較, 他者との比較の効果

図 10 アンケート結果

### 4.3 考察

質問(a)の結果より、手書き多読ファイルに比べて多読 Moodle は学習記録媒体として有用であると言える。従来手法が良い学習者からは、手書きの味わい深さがなくなるなど紙独特の良さの言及が多かった。また、質問(b)では、従来手法が良い学習者からは、スマホの小さい画面では見にくいなどインターフェースに対する言及が多く、質問(a)(b)とも本来目的である「(1) いつでも学習記録が省察できる」に対する印象ではないため、目的(1)は十分に達成したと言える。

質問(c)の結果より、授業時間外における自律的な多読学習にはまだ不十分であることがわかる。3年目には4割弱まで授業時間外の多読を試みようとしているため、継続的な利用による「慣れ」が大きな要因かもしれない。自分自身の成長を測る理解度テストに対する質問(e)においても6割強の学習者がモチベーション向上に有用であると回答していることから、授業時間

外に多読を実施し理解度テストで自分自身の成長を測るという流れがモチベーション向上の要因の一つであると考えられる。これらより、「(2) 自分自身の成長を測ることができる」について機能的な役割は達成したと言える。

質問(d)の結果より、他の学習者と比べた自分の立ち位置を示すことはできたと考える。質問(f)の結果においても他者との比較は、自分自身との比較よりもモチベーション向上には 2 倍以上の効果が示されており、多読 Moodle における自律的な学習支援にはなくてはならない機能と思われる。これらより「(3) 他者と比べた自身の立ち位置がわかる」機能の実装は達成したと言える。

これら以外には、「ログインボーナスが欲しい」「最近多読をしていないことを知らせて欲しい」など、ゲーム感覚的な機能要望があった。携帯端末の操作に慣れている学習者が多いため、多読 Moodle の利用に対して否定的な意見はほとんどなく、機能の改善、要望が多かった。これらから、自律的な英語多読の学習支援として多読 Moodle は一定の評価を得たと評する。

## 5. おわりに

本研究では、LMS を活用した自律的な英語多読学習支援の一步として Moodle に基づく英語多読学習に有用な機能をワンパッケージにしたプラグインの開発を試みた。従来利用していた手書き多読記録ファイルとの比較および機能評価のアンケートの結果、授業時間以外における自律的な多読学習を支援するツールとして一定の評価を得ることができた。また、本文には掲載していないが、教員側からも授業において効果的に多読学習を進めることができる評価を得た。

しかし、学習者のアンケート結果から、画面の見にくさやインターフェースの使いづらさからモチベーションが下がっている指摘もあり、利用者目線のインターフェースの改善が必要と考える。また、約 6 割の学習者が多読 Moodle を利用しても授業時間外の多読学習に繋がらないと回答していることから、機能追加の検討も必要と思われる。

## 謝辞

本研究は、科研費(18K00902)の助成を受けたものである。

## 参考文献

- (1) 卯城雄二: “英語リーディングの化学—「読めたつもり」の謎を解く”, 研究社, pp.24-29 (2010)
- (2) SSS 英語多読研究会: “SSS 学習法”, <https://www.seg.co.jp/sss/> (2021 年 2 月 10 日確認)
- (3) 横山悟: “学習に対するモチベーション理論及びモチベーション理論に基づいた学習方略理論”, 千葉大学紀要 (12), pp105-109(2019)
- (4) Visgaitis Brand, 正木美知子, 多田昌夫: “守口キャンパスにおける Moodle を使った英語多読プログラム”, 国際研究論叢, 21(1), pp.141-149(2007)
- (5) 原田照子: “LMS (Moodle) を利用した多読の可能性—多読後のフォーラム投稿文を中心に—”, 桜美林言語教育論叢 (11), 109-125(2015)
- (6) Extensive Reading CENTRAL, ” The Moodle Reader Module”, <https://www.er-central.com/contributors/assessing-er/er-moodlereader/> (2021 年 2 月 10 日確認)
- (7) Moodle, “Plugins : Statistics”, [https://moodle.org/plugins/block\\_graph\\_stats](https://moodle.org/plugins/block_graph_stats) (2021 年 2 月 10 日確認)
- (8) Moodle, “Plugins : Dataform”, [https://moodle.org/plugins/mod\\_dataform](https://moodle.org/plugins/mod_dataform) (2021 年 2 月 10 日確認)
- (9) Moodle, “Plugins : Ranking block”, [https://moodle.org/plugins/block\\_ranking](https://moodle.org/plugins/block_ranking) (2021 年 2 月 10 日確認)



# 議論の内省を促すリフレクション支援環境

## —ドキュメントセマンティクスとマルチモーダル情報を活用して—

正野 敦也<sup>\*1</sup>, 林 佑樹<sup>\*1</sup>, 瀬田 和久<sup>\*1</sup>

<sup>\*1</sup> 大阪府立大学大学院 人間社会システム科学研究科

## Reflection Support Environment for Creative Discussion

### —Utilization of Document semantics and Multimodal Interaction Information—

Atsuya SHONO<sup>\*1</sup>, Yuki HAYASHI<sup>\*1</sup>, Kazuhisa SETA<sup>\*1</sup>

<sup>\*1</sup> Graduate School of Humanities and Sustainable System Sciences, Osaka Prefecture University

創造的な議論が期待される研究ミーティングのリフレクションを対象として、研究内容の議論文脈に立ち入った内省を促す計算機システム処理の枠組みの実現を目的とする。本稿では、議論インタラクションの意味内容の一端を捉える手立てにドキュメントセマンティクスとマルチモーダル情報を活用し、リフレクションに資する議論状況の検出および助言を生成するための宣言的ルール仕様を策定する。そして、この仕組みを具体化したルール作成支援システムとリフレクション支援システムから構成されるリフレクション支援環境を提案する。

キーワード: リフレクション支援, 創造的議論, マルチモーダル情報, ドキュメントセマンティクス

### 1. はじめに

研究室に所属する大学生が取り組む研究について、指導教員や同じ研究室員と研究内容を共有し、それに関する創造的な議論を期待する場である「学術研究ミーティング（以下、研究 MT）」は思考スキルを涵養する格好の機会である。提案者（学習者）は研究 MT に臨むにあたり、提案内容を多角的な観点から検討し（自己内対話）、その結果を議論資料としてまとめ、これを基に議論（他者対話）を行い、議論後のリフレクションにより議論内容の整理や指摘箇所の不備を吟味する。このリフレクションにおいては、議論内容の即時的な問題解決に留まらず、議論に臨む準備時の思考活動にまで目を向け内省することが望ましい。次なる研究 MT に向けた自己内対話の精緻化や、議論参加者に自身の意図を正しく伝達するための視点を得るなど、研究活動のサイクルを円滑に進め、知識共創的な議論を達成する上での重要な観点を養うものと考えられる。

本研究は、このような研究 MT を起点とした一連の研究活動の内省を促す刺激を与えるための計算機シス

テム処理の仕組みをどのように実現すればよいのか？をリサーチクエストに据えた取り組みを報告するものである。この問いに対して我々は、自己内対話の成果物となる議論資料のどこに、どのような意図で、どのような内容が掲載されているかを表す「ドキュメントセマンティクス」と、これを捉える議論時のインタラクション情報（視線や発話情報などの「マルチモーダル情報」）を手立てとし、学習者の内省を促すリフレクション区間を捉えることを検討する。

例えば、議論資料に掲載された《実験目的について提案者が説明した後、参加者全体がしばらく沈黙した》という議論状況は、この状況の一つの解釈として、実験目的の検討について不十分な箇所があり、これを議論の俎上に載せることができなかつたため沈黙が生じた可能性が想定される。実験目的の納得性を高めるためには、この目的を提案する上での合理的整合性が担保された実験評価者や評価指針などの前提を（議論準備時に）検討できていることは一般に重要である。したがって、こうしたインタラクションが生じたと解釈可能な議論区間をシステムが同定し、研究を考える上

での整合性を吟味するための助言をシステムが提示できれば、次なる研究 MT での再三の疑問を生じさせない、創造的な議論の礎となる有意味なリフレクションに繋がる可能性がある。

このような着想のもとで、本稿では、継続的に実施する研究 MT 中でのリフレクション支援の実施を想定し、ドキュメントセマンティクスとインタラクション情報を対応付けた助言提示を狙いとしたリフレクション区間を検出するルール作成支援システムと、ここで作成されたルールを適用し、議論の内省を促すリフレクション支援システムから構成されるリフレクション支援環境を提案する。

## 2. リフレクション支援環境の機能要件

### 2.1 要件定義

本研究は、継続的に実施する研究 MT を機会として、議論のみならず、議論に臨む準備時の思考整理の状況に還元して振り返ることを促すためのリフレクション支援の枠組みを検討するものである。本節では、このリフレクション支援環境に求められる計算機システム処理の仕組みに求められる機能要件を掲げる。

**[機能要件 R1] 議論インタラクションの文脈を計算機可読な形式で捉える仕組み**：研究 MT は一般的に、学習者の事前準備の成果物となる議論資料を共有し、これを確認しながら議論が進行する。研究内容の議論文脈に立ち入った助言をリフレクションの刺激として与えるためには、議論資料に記載されたコンテンツの意味内容（研究内容）や、これをどのような意図で説明を試みるのか（論理構成意図）を計算機システムが捉えられることが望ましい。こうしたセマンティクスウェアな議論資料があることを前提とした議論においては、この資料を介して展開される議論インタラクションに対して研究内容に踏み込む解釈を与えられる可能性がある。

**[機能要件 R2] 再利用性が担保された宣言的ルールによるリフレクション区間を検出する仕組み**：様々な参加者で継続的に実施される研究 MT を前提として、リフレクションに資する議論区間を各々の議論で適応的に検出するためには、特定の議論参加者から構成されるセッションに依存しない、再利用性の高い仕組みを

考える必要がある。ここでは、検出のための処理手順をブラックボックス（プログラムに埋め込む形式）とするのではなく、その意図が理解しやすく処理の説明性の高い宣言的な形式として定義できることが望ましい。

さらに、こうして定義される宣言的ルールは、階層的解釈モデルの各層（2.2 節で後述）に明示的に対応付けられて管理されていることにより、新たなルールを任意の階層に作成する場合において、その上位/下位層が捉えるデータの存在を切り分けてルールを作成できることが望ましい。ここでは、その上位層の定義に下層の概念プリミティブを提供する仕組みがあり、これを用いたルール定義が下位の処理手順と連続性を有し実行可能となることが望ましい。

**[機能要件 R3] リフレクションの注目対象に応じた助言を提示する仕組み**：議論リフレクションにおいては、この振り返りを実施する学習者の注目対象（機能要件 R1, R2 を満たしたルールにより検出されるリフレクション区間）に応じて、その議論時の状況を再認できるようにするだけでなく、準備時の思考活動への内省を目掛けた助言を提示できる必要がある。

本研究が提案するリフレクション支援環境では、機能要件 R1 を考える手立てとして、ドキュメントセマンティクス（3.1 節）とマルチモーダル情報（3.2 節）に着目し、これらを統合し機能要件 R2 を達成するためのルール作成支援の枠組み（3.3 節）を考える。そして、この仕組みを具備したルール作成支援システム（4.1 節）を開発し、ここで検出されるリフレクション区間があることを前提として、機能要件 R3 を充足するリフレクション支援システム（4.2 節）を提案する。

以下、2.2 節と 2.3 節では、本研究を遂行する上で前提とする先行研究を概説する。

### 2.2 インタラクションの階層的解釈モデル

本研究では、角ら<sup>(1)</sup>の提案するインタラクションの階層的解釈モデルをリフレクションに資する議論区間の同定するための参照モデルとする。本モデルは多人数マルチモーダルインタラクションにおいて、低次元階層に属するデータから高次元階層へと解釈を持ち上げる概念モデルである。視線座標や発話音声系列とい

った単純なデータ系列にあたる Raw Data 層, 誰が話している, 誰が誰を見ているなどの参加者個々の原始的なインタラクション要素に対応する Interaction Primitive 層, このインタラクション要素を組み合わせ, 共同注視や相互注視といったイベントとして解釈する Interaction Event 層, そして, 会話コンテキストに踏み込んだインタラクションの高次な解釈へと積み上げる Interaction Context 層から構成されている。

このモデルを基礎として, 本研究では後述するドキュメントセマンティクス (3.1 節) と, 議論参加者のマルチモーダル情報 (3.2 節) を組み合わせで解釈し, 研究 MT における議論区間を捉え, これをリフレクション対象箇所として学習者に提供することを考える。

### 2.3 マルチモーダル情報の計測環境

本研究では, 分散環境で展開される多人数インタラクションにおいて, そこで交わされる言語・非言語情報を捉えることが可能な CSCL システム開発プラットフォーム<sup>(2)</sup>を利用する (図 1)。本プラットフォームは任意の学習支援ツールを組み込める構成となっており, この図に示す例では, 3 名の参加者がビデオチャットツールと議論資料共有ツールを用いて議論している状況を表している。システム内部では, 参加者のビデオ映像や発話タイミング, 参加者映像・議論資料の各エリアに注視対象領域を付与することで捉えられる視線情報 (他者/資料箇所の注視区間) を, センシングデバイスを用いて計測できるようになっている。これらの情報は, 階層的解釈モデル (2.2 節) の Raw Data 層および Interaction Primitive 層に対応付けるものとして, 協調学習 (議論) セッション毎にデータベースに蓄積される仕様となっている。

本研究では, 先行研究で開発されたプラットフォーム上で研究 MT を実施することを想定し, ここで計測・蓄積されたマルチモーダル情報をリフレクション支援に活用することを考える。

## 3. ドキュメントセマンティクスとマルチモーダル情報に基づくルール作成の枠組み

研究 MT の議論状況から議論前に行った自己内対話時の思考活動に目を向けるリフレクション支援を実現するためには, 議論インタラクションの文脈を計算機

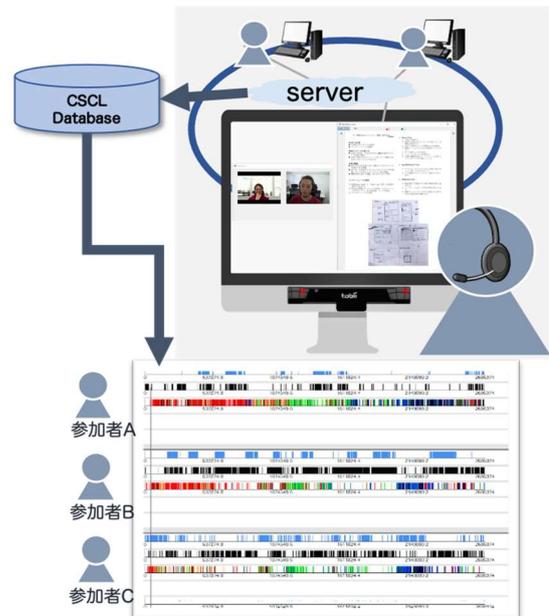


図 1 CSCL システム開発プラットフォーム<sup>(2)</sup>

可読な形式で捉える仕組みが必要となる (機能要件 R1)。

本研究では, セマンティクスアウェアな議論資料を実現するためのドキュメントセマンティクスと, これを用いた議論中のマルチモーダル情報を活用する。

### 3.1 ドキュメントセマンティクス

ドキュメントセマンティクスとは座標によって指定された議論資料上のエリアの意味内容を示す計算機可読なデータ集合である。これが資料上に付与されることにより, 例えば, [座標 (x, y) を注視している] という視線座標に対応するエリアに付与されたドキュメントセマンティクスから, [議論資料の研究目的を見ている] といった意味が付与された情報として解釈できる。

本研究では, 学習者の研究遂行活動の内容を表す意味情報 (研究内容セマンティクス) と, 議論資料に込めた論理構成の意図を表す意味情報 (論理構成意図セマンティクス) の 2 つを考える。

**研究内容セマンティクス:** 研究活動オントロジー<sup>(3)</sup>を利用する (図 2)。このオントロジーでは, 知的学習支援システム研究の遂行において求められる思考活動とその活動の成立要件 (サブ認知活動・入力・出力) が, 研究領域の一般性・固有性を踏まえた形で構造化されている。例えば, 「実践のデザインを考える」という思考活動概念は, 思考活動の達成に必要なサブタスク (サ

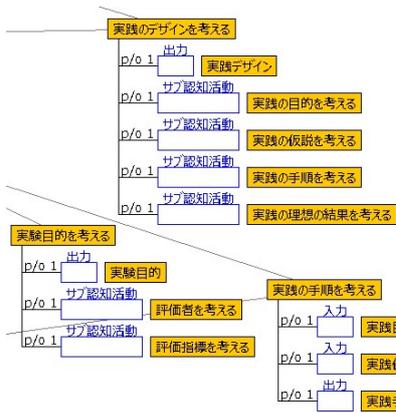


図2 研究活動オントロジー（一部）

ブ認知活動)として「実践の目的を考える」、「実践の仮説を考える」、「実践の手順を考える」、「実践の理想の結果を考える」を備えたものであることを定義している。

本研究では、この研究活動オントロジーを参照しながら議論前の自己内対話を十分に実施しているつもり学習者を前提に、オントロジーの概念（研究内容とその繋がり）が対応付けられた議論資料があることを想定する。

**論理構成意図セマンティクス：**松岡らの提案する資料作成活動を捉えるオントロジー<sup>(4)</sup>を拡張した論理構成意図オントロジーを活用する（図3）。研究内容に対して、議論目的の観点からその論理的役割を明確に表現するための概念が規定されている。例えば、「提案と前提の妥当性を考える」思考活動概念では、「提案しようとする思考結果」と「その前提と考える思考結果」を入力として、「それらの間の妥当性を判断した結果（TまたはF）」を出力することが規定されている。

研究内容セマンティクスに加え、こうした意図が付与された議論資料には、議論をデザインする学習者のプランニング活動が反映されることになる。そのため、議論に先立ちこれらのセマンティクスを学習者に課題化して付与させることは、計算機の可読性が高まることはもとより、議題提案者としての準備性を高め、振り返りの対象となる議論そのものの質を高める観点からも有意義な活動となる。

### 3.2 マルチモーダル情報

議論などの複数人から構成される複雑なコミュニケーションでは、伝達される言語内容に加え、発話タイ

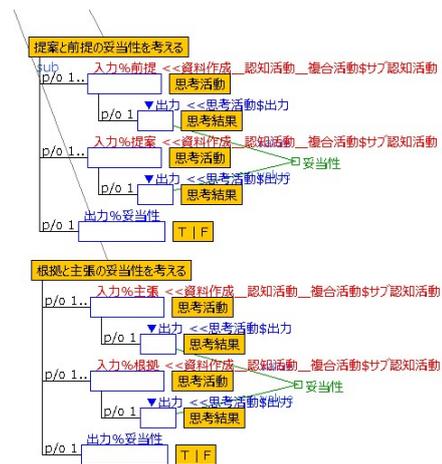


図3 議論構成意図オントロジー（一部）

ミングや相槌、視線情報といったマルチモーダル情報が重要な役割を担う<sup>(5),(6)</sup>。

本研究では、議論環境としての利用を前提としているCSCLシステム開発プラットフォーム<sup>(2)</sup>が検出できるマルチモーダル情報のなかでも、議論を進める上で重要な「発話情報」と活動主体の思考の一端を示す「視線情報」の2つのモダリティに着目する。議論で交わされるこうしたコミュニケーションシグナルは、「指導者」や「提案者」といった行為主体者の役割（ロール）を付与することにより、特定の参加者に依拠しないロールベースの汎用的で再利用性の高いインタラクション情報（例えば、学習理論に基づく協調学習インタラクション分析<sup>(7)</sup>など）として扱えることを想定する。

### 3.3 ルール作成支援の仕組み

研究内容・論理構成意図セマンティクスが付与された議論資料に対するマルチモーダル情報（ロール情報が付与された視線情報、発話情報）を手立てとし、様々な議論参加者から構成されるセッションに適用可能な、再利用性が担保されたリフレクション区間を検出する仕組み（機能要件 R2）と、議論準備時の思考活動への内省を目掛けた助言を生成する仕組み（機能要件 R3）の実現を目掛けて、以下に示す3種類の宣言的形式を採るルールを導入する。

(A) 初期設定ルール：マルチモーダル情報の計測環境（2.3節）が捉える議論インタラクションデータに対し、後述の統合ルールで利用するための初期設定を施すルールである。

計測環境のデータベースには、議論時の視線情報、

発話情報の開始・終了時点が格納されている。本ルールは、議論開始時点からの任意の時間間隔 (1s, 5s, 10s など) に等分割された区間について、捉えたいコミュニケーションシグナルが閾値で設定した割合を超えて発現していた区間を検出するためのルールであり、以下の形式を採る。

$Rule = \{type, subject, target, rate, inequality, time\} \cdots (1)$

**type** は、発話情報を扱う *Speaking*, 他の参加者への視線情報を扱う *GazingAtUser*, 議論資料への視線情報を扱う *GazingAtObject* の3つから指定できる。**subject** は **type** で指定した行為の主体者 (参加者) のロール情報を指定するパラメータであり、**type** が *GazingAtUser* / *GazingAtObject* の場合、その行為の客体としての **target** を、ロール情報 / ドキュメントセマンティクスから指定できる。指定の時間間隔 (**time**) に対して、**type, subject, target** で指定された情報が一定割合 (**rate**) 以上 / 以下 (**inequality: more/less**) 発現している区間がこのルールにより検出され、Interaction Primitive 層に該当するデータとしてワーキングメモリに保存されることとなる。

(B) **統合ルール**: 初期設定ルールで検出されたデータを基礎として、階層的解釈モデルの各層に対応付けて解釈を積み上げていくためのルールである。以下の形式を採る。

$Rule = \{layer, function, [data], [constraint]\} \cdots (2)$

**layer** は、抽出されるデータ区間のインタラクション解釈が階層的解釈モデルの4層の何れに対応するかを設定するパラメータである。Interaction Primitive 層以上であることを前提に、*Interaction-Primitive*, *Interaction-Event*, *Interaction-Context* から指定できる。**function** は、議論区間の時間的關係を考慮した関数を設定できるようになっている。現段階で想定している5つの関数を表1に示す。この関数の引数は **[data]** で (複数) 指定されることになり、他のルールにより指定されたデータ区間が抽出されている (ワーキングメモリに保存されている) ことをもって、ルールが発火することとなる。**constraint** は **[data]** で指定されたデータ区間の詳細な制約 (ロール情報に関する制約) を与えるためのパラメータであり、ここで指定された

表1 統合ルールで想定する function

function	内容
<i>Overlap (P1, P2, ...)</i>	任意の区間の積集合を検出
<i>All (P1, P2, ...)</i>	任意の区間の和集合を検出
<i>Before (P1, P2)</i>	P1 が P2 の直前に発現した区間を検出
<i>After (P1, P2)</i>	P1 が P2 の直後に発現した区間を検出
<i>Switch (P1, P2)</i>	P1 が P2 の直前に発現し、P2 が発現した区間では P1 は発現していない区間を検出

表2 統合ルールで想定する constraint

constraint	内容
<i>RoleName(X), RoleName(Y)</i>	データ間の主体・客体の同一関係・一致関係を指定 (例: <i>Presenter(X), Teacher(Y)</i> )
<i>RoleName(s)</i>	データ群の同一主体データ同士の和集合・同一客体同士の和集合を指定 (例: <i>Presenter(s)</i> )
<i>Everyone</i>	データ群の同一主体データ同士の積集合・同一客体同士の和集合を指定

制約を満たす要素を抽出可能とするため設定できるようにしている。現時点では、ロールの主体・客体関係の制約 (表2) を与えられることを想定している。

統合ルールにより検出されるデータ区間は、**function** が実行可能なことによるデータ駆動型 (前向き推論) 方式に則して検出されるようになっている。そのため、既に設定されたルールが検出するデータ区間 (ワーキングメモリに保存されている概念プリミティブとしての区間) を統合ルールで扱えることに加えて、ワーキングメモリに存在しない区間を **[data]** で指定した場合であっても、ルールベースシステム全体としての動作は保証される仕様となっている。

(C) **助言生成ルール**: 統合ルールで検出される議論区間をリフレクション対象区間とみなして助言を生成するためのルールである。以下の形式を採る。

$Rule = \{data, feedback\} \cdots (3)$

**data** は、リフレクション区間とみなすための統合ルールで検出されていることを前提とした (ワーキングメモリに保存されている) データ区間を指定できる。**feedback** では、この区間で確認すべきとルール設定者が考える助言を、ロール情報とドキュメントセマンティクスを指定するテンプレート形式で設定できるようになっている (4.1 節で後述)。

#### 4. リフレクション支援環境

研究 MT を起点とした一連の研究活動の内省を促すリフレクション支援環境を構成するシステムとして、3章で述べたルール作成の仕組みを具備したルール作



図 4 ルール作成支援システム



図 5 初期設定ルール作成画面

成支援システムと、ここで作成されるルールに基づき学習者の内省を促すリフレクション支援システムを開発した。

#### 4.1 ルール作成支援システム

図 4 にルール作成支援システムを示している。本システムは、ルール作成エリア (図 4 左) とルール確認エリア (図 4 右) から構成される。本システムは 3.3 節で示した 3 つのルールを作成する機能を備えている。

**初期設定ルール作成機能 (図 5) :** 階層的解釈モデルの Interaction Primitive 層に対応するルールであることを前提に (図 5(a)), 初期設定ルールを規定するための機能である。式(1)について、対象とするインタラクションデータの type を図 5(b)のエリアに指定し、ここで指定された内容に基づいて、subject, target, rate, time それぞれを図 5(c)のエリアに指定できる。設定されたルールは、図 5(d)のエリアに入力されたルール名とともにルール確認エリア上部に表示される。

**統合ルール作成機能 (図 6) :** 式(2)に則り統合ルールを規定する機能である。ルールが対応する階層的解釈モデルの層 (layer) を図 6(a)のエリアで指定し、適用する function を図 6(b)で指定することにより、その関数の引数となる [data] とその [constraint] を図 6(c)



図 6 統合ルール作成画面

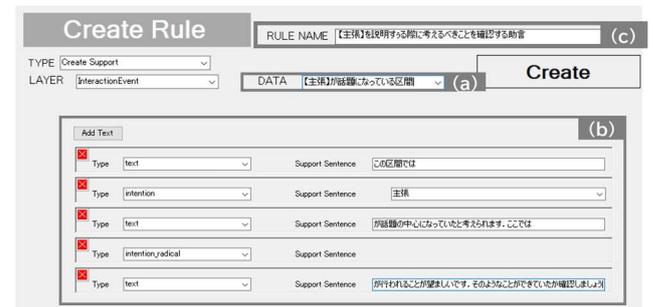


図 7 助言生成ルール作成画面

のエリアで設定できるようになっている。

この図は、function に任意の区間の積集合を検出する Overlap が設定されている様子を表している。ルール作成者は、すでに定義された概念プリミティブをルール名として引数に指定可能なことに加え、定義されていない概念プリミティブがあることを前提に引数として設定できるようになっている。設定されたルールは、図 6(d)のエリアに入力されたルール名とともにルール確認エリア下部に表示されることになる。

ここでは例えば、1 章で挙げた「実験目的を提案者が説明した後、全体がしばらく沈黙した」という議論状況を一つの解釈として捉えることを意図した初期設定ルール及び統合ルールを以下のように設定できる。

#### [初期設定ルール]

- Rule("提案者が話している")  
= {Speaking, 'Presenter', none, 40(%), 'more', 10(s)}
- Rule("提案者が研究資料の実験目的を見ている")  
= {GazingAtObject, 'Presenter', '実験目的', 60(%), 'more', 10(s)}
- Rule("提案者が話していない")  
= {Speaking, 'Presenter', none, 10(%), 'less', 10(s)}
- Rule("指導者が話していない")  
= {Speaking, 'Teacher', none, 10(%), 'less', 10(s)}

#### [統合ルール]

- Rule("実験目的を提案者が説明する")  
= {'Interaction-Event', Overlap,  
["提案者が話している", "提案者が研究資料の実験目的を見ている"],  
[data[0].subject='Presenter(X)', data[1].subject='Presenter(X)']}
- Rule("参加者全体が沈黙する")  
= {'Interaction-Event', Overlap,  
["提案者が話していない", "指導者が話していない"],  
[data[0].subject='Everyone', data[1].subject='Everyone']}
- Rule("実験目的を提案者が説明した後、全体がしばらく沈黙した")  
= {'Interaction-Event', Switch,  
["実験目的を提案者が説明する", "参加者全体が沈黙する"],  
none}

助言生成ルール作成機能 (図 7) : 式(3)の data と feedback を設定することにより、任意の統合ルールの検出区間に解釈を与え、リフレクション区間とみなす助言生成ルールを規定する機能である。対象とする data は統合ルールで設定されたルール名を、概念プリミティブとして図 7(a)のドロップダウンリストから指定できるようになっている。この区間で提示する feedback は図 7(b)のエリアで設定することができ、自由記述テキスト、ルール情報、ドキュメントセマンティクスおよび、これに規定された合理関係 (研究内容セマンティクスのサブタスク、論理構成意図セマンティクスの整合性など) を配列したテンプレート形式として設定できる。

ここでは、上述の統合ルールが検出するデータ区間 ("実験目的を提案者が説明した後、全体がしばらく沈黙した") があることを前提として、例えば議論準備時の思考活動への内省を目掛けた以下のようなテンプレートを作成できるようになっている。

この区間では、あなた (Presenter) が[実験目的] (研究内容セマンティクス概念)を説明した後で参加者全体が沈黙してしまったと考えられます。 [実験目的] (研究内容セマンティクス概念)の[提案] (論理構成意図セマンティクス概念)について[評価者を考える, 評価指標を考える] (研究内容セマンティクス概念: 実験目的のサブタスク)といったことが考えられていることが望ましいです。また、[提案と前提の妥当性を考える] (論理構成意図セマンティクス概念: 提案と前提の妥当性)ことが望ましいです。このようなことを議論前に十分に考えられていたか振り返ってみましょう。

## 4.2 リフレクション支援システム

図 8 に開発を進めているリフレクション支援システムのインタフェースを示している。本システムを起動時にリフレクション対象とする議論セッションを選択し、予め用意されたルール情報を議論参加者に割り当てることにより、この画面に遷移する。

本システムでは、議論時の参加者映像とそこで用いられた議論資料を議論映像表示エリア (図 8(a)) のスクリーン操作により確認できる基本的なビデオリフレクション機能を持つ。加えて、リフレクションの注目対象に応じた助言を提示する仕組み (機能要件 R3) を満たす、以下の機能を備えている。

**リフレクション対象区間の検出機能** : リフレクション対象セッションに対応するインタラクションデータと参加者に割り当てられたルール情報に基づき、ルール作成支援システムで定義された初期設定ルールと統合ルールが適用され、これらに該当する議論区間がワーキングメモリに保存される。これらのうち、助言生成ルールの data に合致する結果がある場合には、助言生成ルールが駆動し、4.1 節の助言生成ルール作成機能で設定されたテンプレートを満たす具体的な助言が自動生成される。こうして検出されたリフレクション対象情報は図 8(b)のエリアで選択できるようになる。

**リフレクション対象区間の可視化機能** : 学習者が注目するリフレクション対象を図 8(b)のエリアで選択することにより、その対象区間が議論時系列に沿ったチャート形式で可視化エリア (図 8(c)) に表示される。学習者は、任意の対象区間にマウスオーバーすることで、そこで生じていたインタラクションの詳細を確認でき、これをクリックすることにより、その時点から議論映像を確認できる。

加えて、各リフレクション対象に紐付けられた助言が助言提示エリア (図 8(d)) に表示される。学習者は、議論準備時の思考活動の内省を促すことを意図してルール設計者が設定した学習者自身の議論資料 (の内容と意図) と議論文脈に立ち入った助言を糸口としながら、リフレクション活動に専念できるようになっている。

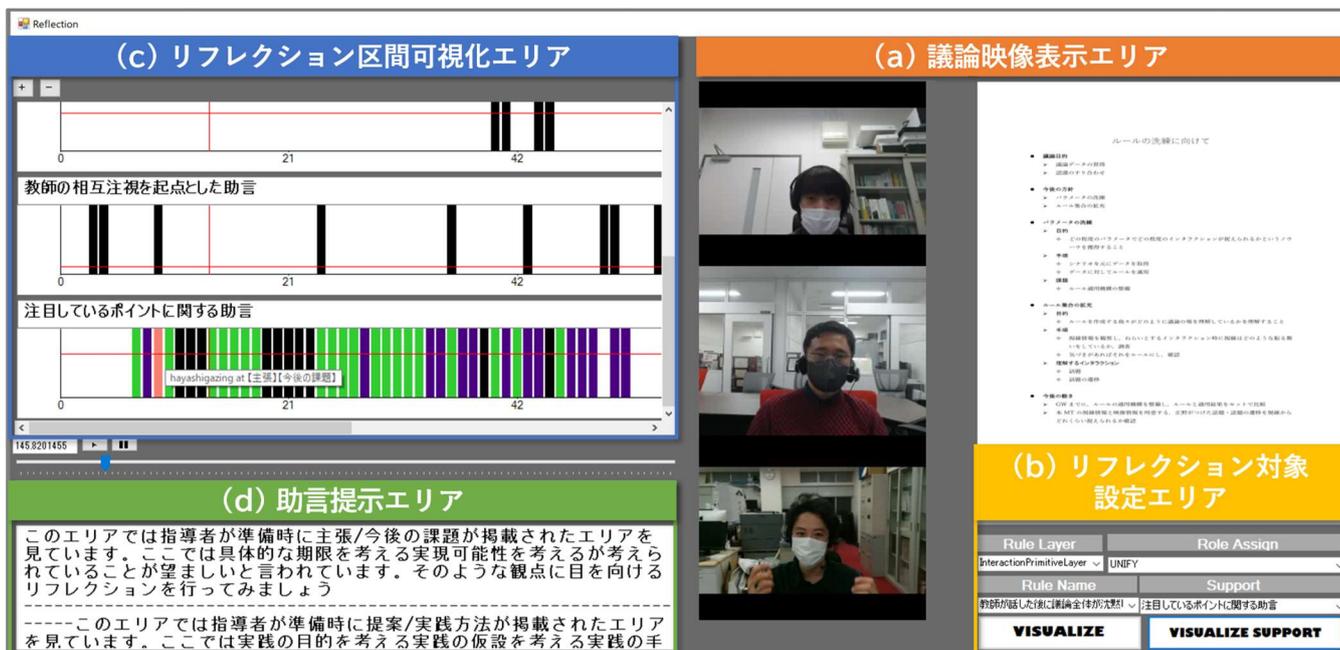


図 8 リフレクション支援システム

## 5. 議論と今後の課題

本研究では、創造的な議論が期待される研究 MT を思考スキルを高める機会と捉え、この創造的議論を目掛けた準備時の思考活動への振り返りをも対象に含む、研究内容の議論文脈に立ち入った内省を促す計算機システム処理の一つの枠組みを論じた。

計算機システムが議論インタラクションの意味内容の一端を捉える手立てとして、ドキュメントセマンティクスが埋め込まれた議論資料に対するマルチモーダル情報(ルール情報が付与された視線情報, 発話情報)を活用し(機能要件 1 の充足), リフレクション区間の検出と思考活動への内省を目掛けた助言を生成する仕組みを述べた。ここでは、その意図が理解しやすく処理の説明性の高い宣言的な形式でルールを規定できるようにした。このことにより、ルール作成者間でその設定意図を明示的に比較・検討しながら、これを持続的に活用・洗練していける再利用性が担保された仕組みとなっている(機能要件 2 の充足)。

さらに、これを具体化したリフレクション支援環境として、ルール作成支援システムとリフレクション支援システムを実装した(機能要件 3 の充足)。初期的ではあるが、数セッションの実験的データを対象とし、構築したシステムが正しく動作することを確認している段階である。そのため、実践の場での運用を通して

リフレクション支援への有効性を検証していくことは今後の課題である。

## 参考文献

- (1) 角康之, 矢野正治, 西田豊明: マルチモーダルデータに基づいた多人数会話の構造理解, 社会言語科学会誌, Vol.14, No.1, pp.82-96 (2011) .
- (2) 杉本葵, 林佑樹, 瀬田和久: 言語・非言語アウェアな CSCL システム開発プラットフォーム, 電子情報通信学会論文誌 (D), Vol. J101-D, No. 4, pp. 713-724 (2018) .
- (3) Mori, N., Hayashi, Y., and Seta, K.: Ontology-based Thought Organization Support System to Prompt Readiness of Intention Sharing and Its Long-term Practice, The Journal of Information and Systems in Education, Vol. 18, No. 1, pp. 27-39 (2019)
- (4) Matsuoka, T., Seta, K., and Hayashi, Y.: Internal Self-Conversation Support System by Iteration on Reflective Thinking and Research Documentation, Procedia Computer Science, Vol. 159, pp. 2102-2109 (2019)
- (5) 坊農真弓, 高梨克也: 多人数インタラクションの分析手法 (知の科学), オーム社 (2009)
- (6) 大野健彦: 視線から何がわかるか—視線測定に基づく高次認知処理の解明, 認知科学, Vol. 9, No. 4, pp. 565-579 (2002)
- (7) 稲葉晶子, 大久保亮二, 池田満, 溝口理一郎: 協調学習におけるインタラクション分析支援システム. 情報処理学会論文誌, 44(11), 2617-2627 (2003)



の前後で MRT を実施し空間認識力に差が出るかどうかの測定を行う。被験者については、9 歳から 12 歳の小学校高学年 13 名及び大学生 35 名の計 48 名に対して行った。本授業のテーマは「マイサファリをつくろう！」で、STYLY プラットフォーム上で独自の動物園を制作する課題とした。



図表 2 ワークショップでの授業の様子

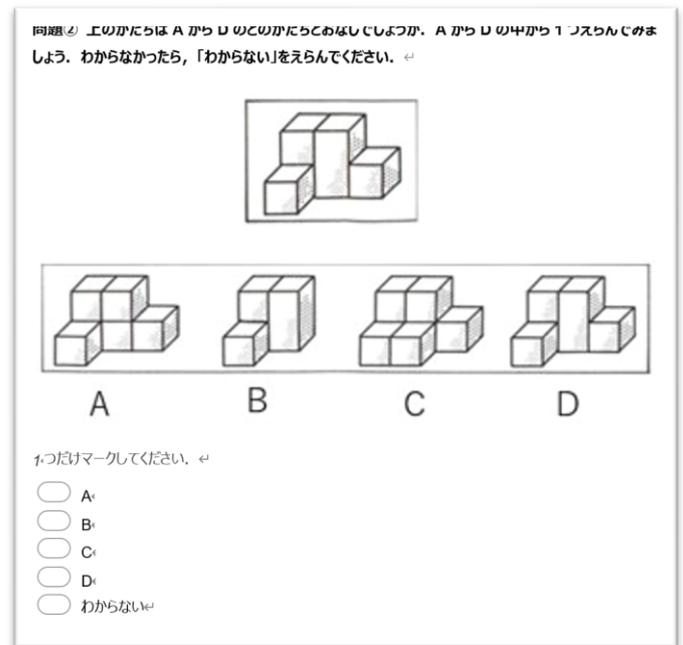
### 3. Mental Rotation Test

本研究で空間認識力を測る指標として用いる。MRT とは Vandenberg 氏らが提唱した Mental Rotation Test の略であり、このテストを各年齢向けにアレンジしたものを用いる。

MRT は元々 Vandenberg 氏と Kuse 氏が開発したペーパーテストであり、MRT の問題は与えられた基準立体と同一の立体を選択肢の中から選ぶもの<sup>6)</sup>である。私たちの研究では小学生向けから大学生向けまで幅広い年代に適用できるように各年代別で難易度（松竹梅の 3 レベル）を設け、梅を小学生向け、竹を中高生向け、松を大学生向けとした。具体的には Google Form（図表 3）を用い、PreMRT（VR 研修前）と AfterMRT（VR 研修後）を作成した。どちらも同等の難易度となるようにした。

本研究で用いる MRT の問題は梅を 8 分類に、松を 10 分類にカテゴリ分けし、それぞれ①「積木の数」・・・ある角度から積み木の数を問う、②「同一図形」・・・画像と同じ図形を選択する、③「四方の観察」・・・形を指定された角度から見ることによってどう見えるか、④「図形形成」・・・2 つの形を組み合わせた時にどう見えるか、⑤「重ね図形」・・・形を重ねた時にど

うみえるか、⑥「反転」・・・形が水面や鏡に映った時にどうみえるか、⑦「折り紙」・・・折りたたまれた紙の指定した部分を切り、紙を広げた際にどのように見えるのか、⑧「サイコロ」・・・サイコロを指定しただけ転がした際に見える面の数を問う、問題と分類化した。松に関しては問題を難化させるために、⑨同一図形難化版・・・同一図形を大学生向けにした問題でより難易にした、⑩展開図・・・展開図を組み立てた際に一致する図形 問題を追加分類した。



図表 3 MRT テストの例

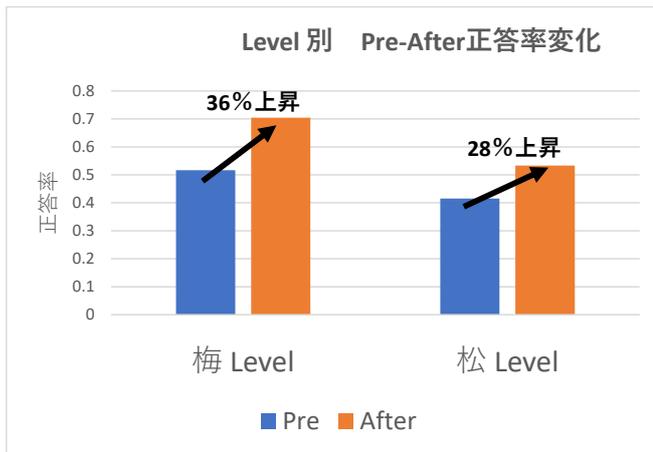
### 4. 検証結果

全体としては、小学生、大学生共に空間認識力が上昇する結果となった。詳細を見ると、小学生に対して、「積木」の問題の正答率が 14% 上昇、「同一図形」が変化なし、「四方の観察」が 35% 上昇、「図形形成」が 4% の減少、「重ね図形」が 25% 上昇、「反転」も同様に 25% 上昇、「折り紙」が最大の上昇で 42%、「サイコロ」に変動はなかった。「図形形成」の問題以外に正答率が減少した問題はみられえず、大きく上昇する結果が多くみられた。

また、大学生に対して、「積木」の問題の正答率が 12% 減少、「同一図形」が 13% 上昇、「四方」の観察が 22% 上昇、「図形形成」が 6% 上昇、「重ね図形」が 6% 減少、「反転」が 23% 上昇、「折り紙」が 21% 上昇、

「サイコロ」が 28% 上昇, 「同一図形難化版」が 7% 上昇, 「展開図」が 33% 上昇した。

問題を難化させたために梅の問題のように目立って大きな上昇は見られなかったが, 各問題で少しずつではあるが上昇がみられた。小学生の梅の得点は PreMRT と AfterMRT を比較して正答率が総計で 36% 上昇し, 各問題についても大きな上昇がみられた。大学生の松の得点は PreMRT と AfterMRT を比較して正答率が総計で 28% 上昇した (図表 4)。



図表 4 PreMRT と AfterMRT 結果

		01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	Avg	Pre	After
梅	Pre	0.67	0.67	0.40	0.71	0.50	0.42	0.50	0.00	-	-	0.52	0.44	0.58
	After	0.81	0.67	0.75	0.67	0.75	0.67	0.92	0.00	-	-	0.70		
松	Pre	0.64	0.56	0.38	0.91	0.47	0.50	0.39	0.29	0.24	0.20	0.42	0.44	0.58
	After	0.52	0.69	0.61	0.97	0.41	0.73	0.61	0.58	0.31	0.53	0.53		

図表 5 全体結果

## 5. 結論と今後の課題

本研究のような VR 教育を行うことで, 小学生と大学生で問題は違うが, 全体総計として 32% の結果の上昇がみられた (図表 5)。梅の PreMRT と AfterMRT を比較して大きく伸びている問題は「四方の観察」, 「重ね図形」, 「反転」, 「折り紙」, 松が「四方の観察」, 「反転」, 「折り紙」, 「サイコロ」, 「展開図」であった。これらの問題は他の問題に比べてより頭の中で回転させたり組み合わせたりする問題であることがわかる。教育機関における STYLY 上の VR コンテンツ制作研修は非常に有意義なものであり, VR コンテンツを作成

する過程で, モノと空間配置を認識し, 結果的に空間認識力を向上させているという結果になった。今後さらに VR コンテンツの充実や教育に特化させるなど, 発展していく教育手法として十分なポテンシャルを有していると言える。

今後の課題としては, 本研究における考察を深めるとともに, 今回比較的少なかった被験者数を増やすことや, 制作コンテンツと空間認識力との関係性についてもさらに研究を進めるべきと考える。また, 授業をする際に用いるヘッドマウントディスプレイやパソコンが必須であり, 受講生全員分の機材をそろえることが困難であることである。機材が容易に手に入るようになれば教育分野での活用も一気に浸透すると考えられる。

## 参考文献

- [1] 瀬戸崎典夫 吉富 諒 岩崎 勤 全 炳徳, “全天球パノラマ VR コンテンツを有する平和教育教材の開発,” 日本教育工学会論文誌 39(Suppl.), 85-88, 2015
- [2] 瀬戸崎典夫 中村優太郎 森田裕介, “VR 環境における制作活動による空間認識力の変容,” 日本科学教育学会研究会研究報告, 2017.
- [3] 佐々木恒 名越利幸□, “VR を用いた夜間の雲の観察に関する教材開発,” 日本科学教育学会研究会研究報告 Vol. 33 No. 1, 2018.
- [4] Styly (<https://styly.cc/ja/>) Psychic VR Lab
- [5] Mental Rotation Test : (Vandenberg, S. G. & Kuse, A. R. 1978)
- [6] 椎名久美子, 鈴木賢次郎: “メンタル・ローテーション・テストの問題解決過程に関する考察 —ペーパーテストの誤答分析を通して—”, 図学研究 31 巻 4 号 (通 巻 78 号), 1997



# 主体的な知識発見を促す観察学習支援システムの開発と評価

松田晃佑\*1, 林佑樹\*2, 瀬田和久\*2

\*1 大阪府立大学 現代システム科学域

\*2 大阪府立大学大学院 人間社会システム科学研究科

## Development and Evaluation of Learning Support System That Encourages Self-directed Knowledge Discovery

Kosuke MATSUDA\*1, Yuki HAYASHI\*2, Kazuhisa SETA\*2

\*1 College of Sustainable System Sciences, Osaka Prefecture University

\*2 Graduate School of Humanities and Sustainable System Sciences, Osaka Prefecture University

適切にデザインされた環境で行われる学習者主体の観察学習は、経験と紐付く知識の定着と更なる学習への動機付けを学習者にもたらす。しかしながら、教師にとっては、学習者に与える環境をデザインすることや学習者の主体性を尊重したフィードバックを与えること、学習者にとっては、自ら学習目標を設定することや独力で正しく知識を構築することはそれぞれ困難である。そこで、本研究では VR 空間を用いた観察学習環境を構築するための仕組みを整え、学習者の主体的な知識発見を促す学習支援システムを開発した。学習者の構造的理解とその持続性、および学習意欲の向上に対して、能動型学習の1つである概念マップ構成学習と同程度に寄与することを確認した。

キーワード: 発見学習, 観察, 理科学習, VR, マイクロワールド

### 1. はじめに

自然科学を学習するにあたって、学習者が自ら問題を設定し、解決することは深い学びに繋がると言われている。文部科学省<sup>①</sup>は学習者が自ら問題を設定し、それを解決するための具体的な観察や実験を学習者自らの手で行うことは、世界の見え方、考え方を身につけさせ、問題を解決する姿勢を養うことに繋がると述べている。こうした学びの形態は、昨今では「アクティブ・ラーニング」として日本の教育現場にも多く取り入れられている。一方で、概念について深い理解を求めず、断片的な言葉や図表を用いて教師から学習者に知識を一方向的に教授する知識伝達型の学習形態は、未だ多くの教育現場で見られる。こうした学習形態は学習者の経験から切り離され、意味を持たない「言葉面だけの」「実感を伴っていない」理解を学習者に与えてしまう。このことを Dewey<sup>②</sup>は批判し、日常生活から切り離された場において、抽象的・記号的概念を学

習者に注入する学習形態から、日常の直接的な経験に根ざし、インフォーマルで偶発的に生起する学習へ転換することの重要性を指摘している。

具体的に、花卉の鮮やかさがミツバチを惹きつけるといった知識や、そのことが「受粉」といった生物学的システムにおいて、どのような役割を担っているかを学習者に学習させることを考えてみる。より良い学びのためには、それらの知識を日常的な経験から切り離された名称や写真のみを手掛かりに学ぶのではなく、学習者が花卉とミツバチの間の関連性を理解するための学習目標を主体的に設定し、それらの観察を行い、上記の事実や、花卉やミツバチが受粉という生物学的システムにおいてステークホルダーとなっていること、あるいは受粉における役割などの理解を観察した実態と紐付けて獲得するような、能動的な知識構築が望ましい。こうした主体的な学習は、単なる知識の獲得にとどまらず、自発的に学習する楽しさや喜びを学習者にもたらし、さらなる学びへの原動力となることが知

られている<sup>③</sup>。

統合すると、自然科学を学習するにあたって、学習者に抽象的概念を与えるのではなく、学習者が主体的に学習目標を設定し、試行錯誤的に観察に取り組み、それらの具体的経験から得た発見を紐付けることは、知識を定着させ、学習への意欲を高めるという面で重要であると言える。

このような学習者が主体となって知識の構築過程に携わる学習形態は「発見学習」とよばれる<sup>④</sup>。本研究では、この発見学習の枠組みを採用し、観察を伴う自然科学学習において、学習者の主体的な知識構築を促す観察学習支援システムの提案を目的とする。

## 2. 発見学習

### 2.1 発見学習の意義

発見学習とは、学習者が主体となって知識の生成過程に携わり、規則、法則、関連性などを学習者自ら発見し、知識を構築する学習形態である。広岡<sup>⑤</sup>は発見学習を「教材構造ができてくる過程を教育的に編成し、子どもをして、その過程を歩ませることを通じて、子ども自身の手によって教材構造を作り上げさせる学習方法である。」と定義している。

谷川<sup>⑥</sup>は主体的な学習が求められる発見学習の意義として、学習そのものに対する動機付けを高め、日常的に問題意識を持ち、知的態度を発揮するといったことが期待できる点を挙げている。

### 2.2 観察学習における困難性

#### 2.2.1 教師が学習環境を整える上での困難性

学習者を不自由なく、フィールドを学びの場とする発見学習に従事させるためには、主体的な学習が実行可能な観察環境を整える必要がある。例えば、水生昆虫の生態系を学ぶためには、観察目標の昆虫が生息する池や川といった環境が必要となる。さらに学習が進んだ状況、例えば、水の中にいるプランクトンといった微生物を観察するためには、顕微鏡を備えた理科実験室を学習者に提供する必要がある。このように学習内容の理解を促す固有の環境を教師があらかじめデザインして学習者に提供することが発見学習において必要となるが、これは教師の作業負担や、空間的・時間的制約の面でのコストが高い。

また、集団教育において発見学習を進める際には、学習者個々人の興味や前提知識、理解状態がそれぞれ異なり、それらに配慮した指導を行き届かせることは難しい。学習者が主体的に学習を進めるためには、教師は学習者の状態を個別に把握し、学習目標の設定と発見活動を適応的に誘導する必要がある。しかし、現実に発見学習をカリキュラムの中に取り入れるとなると、足並みを揃えて学習させるために学習者全体に一定の学習目標を与えてしまい、学習者それぞれの興味、関心、ペースに基づいた主体的な知識構築過程の尊重が難しいジレンマがある。

#### 2.2.2 学習者が学習する上での困難性

発見的な学習が実りあるものとするためには、その目的や必要性に目を向け、それらの学習目標を達成すべく見通しをもって実験や観察することが必要である。しかしながら、日高<sup>⑦</sup>は「見通しをもつことや学びに自己責任をもつことを求められて、子ども達は困惑している。自然を見つめるための枠組みをもたないで子どもは果たして確かな問題を発見し、見通しをもつことができるのだろうか。」と述べており、見通しをもって学習者が主体的に学習活動を遂行することへの難しさに言及している。川上<sup>⑧</sup>は目的や必要性を理解しないまま、見通しを立てないで発見的な学習をする場合には、学習効果が低下することを指摘している。

また、学習者は直接的に知識を教授されるわけではなく、観察や実験といった発見活動を主体的に遂行する必要があるため、学習者が独力で正しい知識構築に至ることは必ずしも容易ではない。

## 3. 観察学習支援システムの開発

上述の観察学習における教師と学習者の困難性を軽減するための観察学習環境の設計指針を整理し、これに基づき開発したシステムについて述べる。

### 3.1 観察学習環境の設計指針

発見学習の過程を支援する学習支援システム研究として、構成主義的な学習観に基づく ILE (Interactive Learning Environment) が挙げられる<sup>⑨</sup>。ILE では、学習者が与えられた環境のなかで、学習者が主体的に新しい知識を獲得することや、既得の知識を適用・検証して理解を深めることを目的とする。ILE には、学

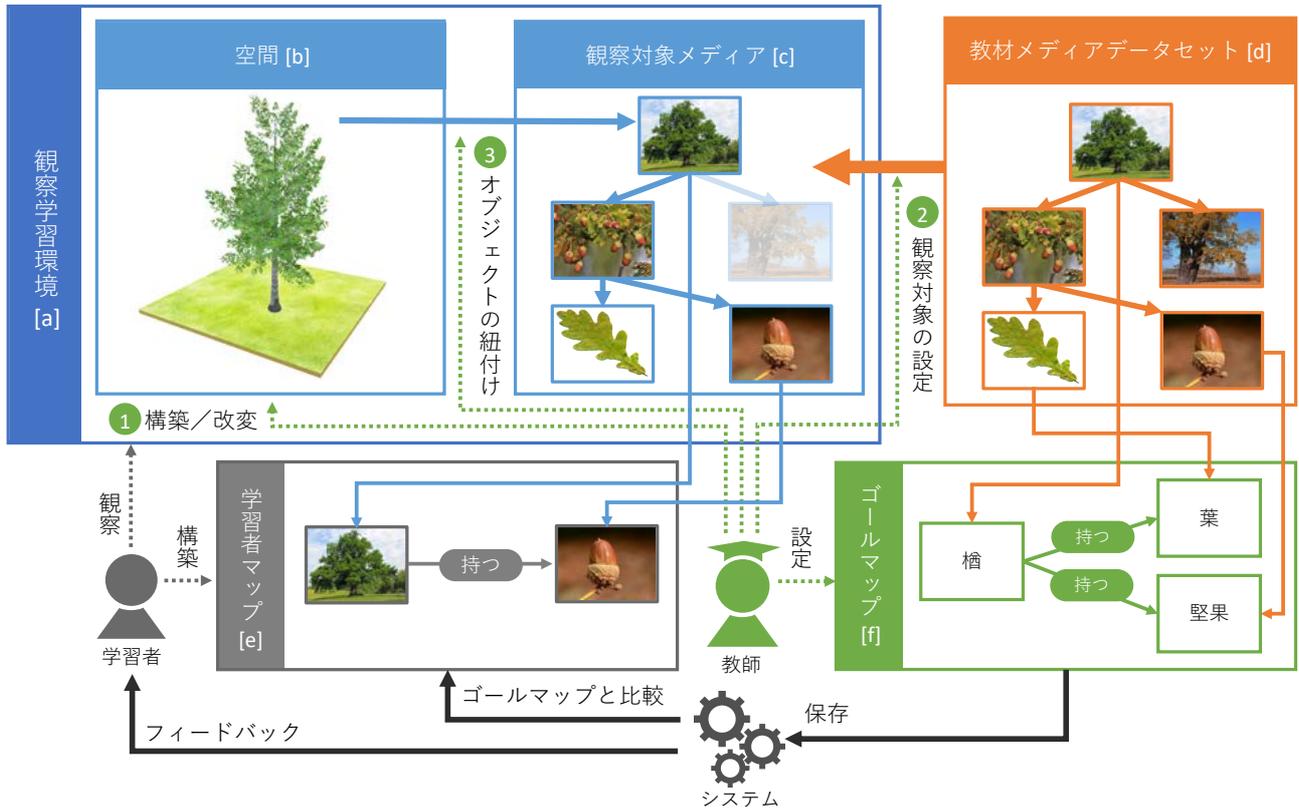


図1 提案する観察学習環境アーキテクチャ

習者との相互作用をもたらす学習環境の他に、仮説を設定し、検証した結果を整理する機能など、学習者の主体的な学習プロセスを促す機能を備えるものが多い。

本研究においても、ILE としての要素を取り入れ、前章で挙げた学習環境をデザインする上での困難性を軽減する観察学習支援システムのアーキテクチャを提案する(図1)。教師(教材作成者)は、学習活動前に観察学習環境(図1[a])のための空間(図1[b])と観察対象メディア(図1[c])をデザインする。教師は空間を一から構築したり、既に定義されているものを改変してデザインする(図1-①)。観察対象メディアはそれらがまとめられたデータセット(図1[d])から抜き出され(図1-②)、いくつかのメディアは空間内のオブジェクトに紐付けられる(図1-③)。加えて、教師は学習の達成目標にあたる概念マップ(以下、「ゴールマップ」・図1[f])をデータセットから抜き出して設定し、システムに保存する。学習者は観察学習環境で観察活動を行い、観察した教材メディアをもとに概念マップ(以下、「学習者マップ」・図1[e])を構築する。システムは保存されているゴールマップと学習者マップを比較し、学習者にフィードバックを与える。

### 3.1.1 学習環境の構築

本研究では教材作成者がデザインする、観察学習環

境における空間をVRで実現する。理科の学習においては、瀬戸崎ら<sup>9)</sup>による天体学習のためのVR教材の開発など、既に多くのVRを用いた学習支援の先行研究がある。VR空間で発見学習の環境を整える利点として、現実と同様にオブジェクトが3次的に配置されているので、学習者があたりを見渡す、探索するといった主体的な学習が可能になる点が挙げられる。

教材作成者は一から空間を構築することもできるが、既存の空間を選択して再利用し、改変することも可能である。観察学習空間には様々なオブジェクト(サボテン、針葉樹など)が配置される。教材作成者は、観察対象メディア(画像、動画)が階層的にまとめられたデータセットから学習活動に必要なものを設定する。設定教材を学習者が探索中に直接観察可能なものと設定する場合は、その教材を空間内にあるオブジェクトに紐付ける。このように空間そのもののデザインと、学習者に実際に観察してもらう教材メディアのデザインを切り分け、それらをモジュール化し再利用可能な形で教材作成者に提供することで、観察学習環境の構築に伴う負担を軽減し、次回以降の環境構築のための基盤とすることができる。

### 3.1.2 学習環境とのインタラクション

学習者に学習内容をより深く理解するためには、

個々の観察経験を関連づけて、構造的・体系的に把握することが重要である。知識の構造化のための学習法として、Novak ら<sup>(10)</sup>が開発した「概念マップ構成法」がある。概念マップは学習者の理解状態を示すだけでなく、他者がその理解状態を把握することにも役立つ。また、Hirashima ら<sup>(11)</sup>は学習者が構築した概念マップを計算機が診断することができる、Kit-Build メソッドを提案している。Kit-Build メソッドでは、教師が学習目標となる概念マップを作成し、それをノードとリンクに分解したものを Kit として学習者に提供し、学習者がそれらを学習内容に合わせて組み立て直す。

本研究では、学習者は観察活動を通して学んだことを教材メディアの画像や動画を用いて概念マップで表現することで、観察を通じた教材作成者が意図する教材構造を学習者自ら作り上げる学習活動を提案する。システムは学習者が構築した学習者マップと、教材作成者が設定したゴールマップを比較することで学習者の理解状態を把握し、教科内容の構造的な理解に至るためのフィードバックを学習者に与えることができる。

### 3.1.3 見通しをもった学びを促す仕掛け

観察学習では、学習者自らが学習目標を設定し、これを目掛けて学習を進める、見通しを持った学習活動を行うことが重要であることは、先述した通りである。一方、適切な介入なしでこのような活動を実践するには困難を伴うが、学習者のレディネスが高まっていない状況にも関わらず学習目標やその解を直接的に投げかけることでは学習者の主体的な学びには繋がらない。

そこで、本研究では学習者に対して学習内容に関連する「問い」を投げかける学習方法を提案する。例えば、「雄しべが花粉を分泌すること」を観察させるために、「雄しべは生殖活動において重要な役割を担っていますが、それはどうしてでしょうか?」といった問い

を提示する。学習者にはこの「問い」に応えることが学習目標となるので、これを刺激とした観察学習 (inquiry-based learning) を促し、学習目標の下での観察学習経験の体制化を意図している。

### 3.1.4 フィードバック

学習者の知識理解の誤りを指摘し、解を外発的に教示することと、学習者の主体性が担保された学びを両立することは、正しい知識を身につける点と観察学習の質の担保という点においてトレードオフな問題である。主体性を尊重する観察学習に重きを置く場合には、誤りを直接的には指摘せず、学習者自らが学習目標を設定するように働きかけることが望ましい。

そこで、システムが「問い」を起点として学習者にフィードバックを与えることを考える。すなわち、学習者が構築した概念マップに内包される誤りを直接指摘するのではなく、誤りへの気づきを促す「問い」を強調する。先述の具体例として挙げた「問い」の答えに間違った答えを学習者が設定してしまった場合、「雄しべと花粉の間で仮説を立てて観察してみましょ」といったように、答えとなる「雄しべが花粉を分泌すること」を観察させるため、学習者に仮説を立てさせ、観察へ向かうようにシステムは助言する。

## 3.2 観察学習支援システム

前節で述べた設計指針を具体化したシステムを開発した。そのインタフェースを図 2 に示す。

### 3.2.1 学習教材の設定

学習者は、学習活動開始時に図 2 左のログイン画面で学習教材の設定を行う。ログイン画面上の「ゴールマップ選択メニュー」には、教材作成者が設定したゴールマップのリストが提示され、学習者はそこから学習教材を選択する。



図 2 システムインタフェース

学習者はゴールマップを選択した後、「学習ノート」として学習者マップの初期設定を行う。システムはゴールマップと紐づけて学習者のマップを保持しているため、学習を再開する場合には「続きから」を選択することで、以前作成した学習者マップが表示され、選択し、再び学習を始めることも可能である。

### 3.2.2 観察エリア

観察エリアでは、キーボード操作により観察学習空間内を自由に見渡したり移動することができる。観察したいオブジェクトにマウスカーソルを重ねた際に、メディアが設定されたものであれば、観察可能であることを表すエフェクトが出現する(図3左)。学習者がオブジェクトをクリックすると、紐づけられた観察対象メディアが学習者に提示される(図3右)。

その教材メディアは学習者マップを構成するノードとして、図2右の編集エリアに投影される。

### 3.2.3 編集エリア

学習者は、図2右の編集エリアで学習した内容を概念マップとして表現する学習活動に取り組む。「関係メニュー」ではゴールマップを分解して得られるリンクが提示される。ここでは、同じリンクを何度でも使用可能としている。というのも、一度の使用に限定すると、マップ構築の進行に伴って使用できるリンクが限定されるため、リンクの選別に駆動された学習になり、発見したことをもとに教材構造を積み上げる主旨から外れるためである。反映されたノードと提供されたリンクを繋げ概念マップを構築することにより、学習者は発見した個々の内容を結びつけることで、発見活動駆動で知識構造を組み上げることができる。

ノードを選択すると、名称とともに教材作成者が設定した「問い」が提示される。学習者はそこで仮説と、答えとなるリンクを設定できる。例えば、「雄しべは生殖活動において重要な役割を担っていますが、それはどうしてでしょうか?」という問いに対しては、「雄しべ」から「花粉」ノードに接続する「分泌する」リンクを答えとして学習者は設定する。

### 3.2.4 フィードバック

学習者が選択した教科について学習を完了したと考えた場合、編集エリア左下の「振り返る」ボタンを押下する。その際、学習者主体の再観察と再考察することを促すため、ここでは、「問い」を用いて主体的学習

を促すことを考える。システムは誤りを認識すると、仮説を設定するように助言を提示する。

ゴールマップに存在し学習者マップに存在しないノードについては、接続される当該リンクの発見活動を促す「問い」を強調する。一方、「問い」の答えとして設定されていないリンクや、ゴールマップに存在しないリンクには、そのリンクを答えとする「問い」は存在しない。そこで、学習者の主体的な学習活動を行わせるため、システムは具体的な間違いは指摘せず、誤りがあることだけを伝える。どうしても誤りが修正されない場合には、観察対象を提示し観察活動を促す。

### 3.2.5 振り返り活動

観察学習を十分に行ったと考える学習者は、振り返り活動に取り組む。これは、観察を行なって得た学びをもう一度振り返り、観察学習の経験と紐づいた知識の体制化を狙いとしている。学習者は自身の学習者マップにあるリンクを一つ一つクリックし、システムが提示する学習内容を確認する(図4)。

学習者マップのリンクを全てクリックし終わると、学習内容の正解にあたるゴールマップと、「問い」に対する答えが提示される。学習者は正解と自身のマップを見比べ、学習者は再度観察を行い、自身のマップを更新し、知識の修正活動を行う。



図3 エフェクトと教材メディアの提示

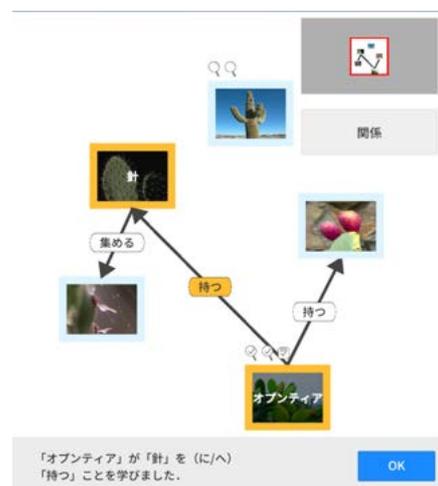


図4 振り返り活動

## 4. 評価実験

開発した観察学習支援システムとテキストを学習の基本に据える知識伝達型の受動的な学習活動とを比較することが必要ではあるが、それ以上の学習効果が様々な文脈, 対象で既に広く知られている<sup>(12)(13)(14)</sup>能動型の学習形態である概念マップ構成法と比較する。本研究における、テキストを用いず、学習者の発見に委ねる学習形態であっても、学習教材についての構造的な理解を促進し、学習意欲を高めることができるかを検証することを目的として評価実験を実施した。

本実験では、15名の学習者（大学院生7名、大学生8名）にシステムを利用してもらった。ここでは、実験参加者にとって学習する機会が少ないと考えられる「きのこ」を観察学習の教材として設定した。

### 4.1 実験設定

#### 4.1.1 事前課題による実験対象者のグループ分け

事前に、学習への意欲や積極的な学習行動を図るために光浪<sup>(15)</sup>によって開発された学習行動尺度を参考に、実験に用いる学習教材に対する興味と、学習を行ったかどうかを尋ねる項目、および学習教材に対する学習への意欲を尋ねる項目を追加したアンケート（5件法）を実施した。

学習行動点と学習教材に対する興味点に基づき実験参加者を二群に分割し（表1）、本研究で開発した観察学習支援システムを用いる実験群（n=7）と、後述する実験用のシステムを用いる統制群（n=8）とした。

実験群と統制群の学習行動点および教材の興味点について Welch の t 検定を行なった結果、両群の間で有意差は見られなかった（ $t(13)=.643, p=.532$ ;  $t(13)=.076, p=.940$ ）。このことから、二群の間で学習行動、及び学習教材への興味に差異は無く、グループ分けは妥当であると結論づけた。

#### 4.1.2 準備した学習教材

きのこに関連する書籍<sup>(16)</sup>に基づいて、両群の学習者の学習目標となるゴールマップを設定した。ノードは計16個、リンクは計31本で構成されている。この31本のリンクには、用いることを必須とはしないものを13本含めている。

	学習行動点 平均（標準偏差）	教材への興味点 平均（標準偏差）
実験群（n=7）	3.31 (0.59)	2.43 (1.29)
統制群（n=8）	3.43 (0.45)	2.57 (1.22)

表1 実験群と統制群の事前調査結果

	実験群	統制群
P0	事前アンケート（4.1.1節）	
P1	システムの操作説明と練習	
P2	発見活動による 概念マップ構成学習	教科書を参照した 概念マップ構成学習
P3	事後テスト	
P4	事後アンケート	
P5	遅延テスト	

表2 実験手順

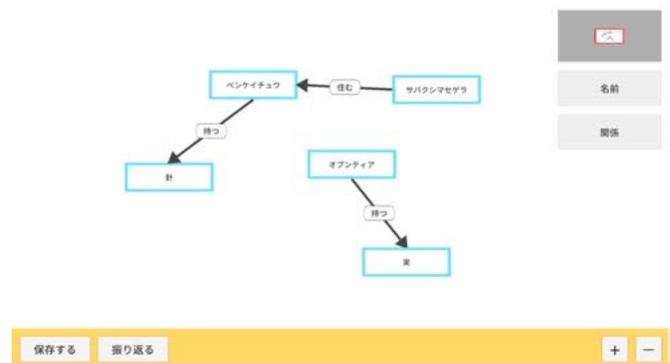


図5 統制群が用いた実験用システム

### 4.2 実験手順

表2に実験手順を示す。以下、各手順を説明する。

#### P1：システムの操作説明と練習

実験群には本研究で開発したシステムを、統制群には実験用のシステム（図5）を提供し、練習用のテキストを読みながら概念マップを構築するよう説明し、両群ともシステムに慣れるまで十分に練習させた。

#### P2：システムを用いた学習

学習者マップを構築するために必要なものとして、実験群には観察空間を、統制群には写真付きのテキストを用意した。学習活動時間は目安だけ提示し、十分学習できたと思ったら終了してもらおうように伝え、両群にシステムを用いた学習活動を行なってもらった。

#### P3：事後テスト

両群の学習者が学習内容を構造的に理解しているかどうか、テキストベースの事後テストにより調査した。両群共通で基礎的内容10問、発展的内容4問の計14

問の4択問題に制限時間を5分として解答させた。

#### P4：事後アンケート

両群の学習者に学習中と学習後の学習意欲、姿勢を測るため、後述する表5に示す4項目を5件法で問い、項目1に関してはその理由を自由記述で回答させた。

#### P5：遅延テスト

実験群7名と、都合により参加できなくなった1名を除いた統制群7名で一週間後に遅延テストを実施した。遅延テストでは、学習課題で学習目標に設定したゴールマップをノードとリンクに分解して提供した。なお、ノードには名称と写真を付与する必要がある、それらは分離して別々に提供した。参加者にはそれらを組み合わせて学習したことを表現するよう伝え、制限時間を20分として概念マップを作成させた。

### 4.3 考察

#### 4.3.1 学習活動

P2の学習活動の平均時間を表3に示す。学習にかかった時間は実験群の方が長くなり、それに伴い振り返り活動と訂正活動の時間も長くなっている。実験群の中には振り返り活動に5分以上かけた学習者も確認できた。このことから、提案システムを用いた学習活動では、より多くの時間をかけ、観察を通して経験したことと学習内容を紐付け、体制化を試みるために多くの時間を費やしていたことが示唆される。

#### 4.3.2 学習内容の理解度

事後テストの平均正答率は、実験群が0.867、統制群が0.807であった。Welchのt検定を行なった結果、有意差は見られなかった( $t(13) = 1.12, p = .283$ )。このことから、本システムが教科書を使用しないにも関わらず、教科書を参照する概念マップ構成学習と遜色ない程度に知識定着に寄与していることが示唆された。

遅延テストにおける、学習者が作成した概念マップのノードとリンクのゴールマップに対する平均の再現率、適合率を表4にそれぞれ示す。

リンクの一致に関する再現率が両群共に低いのは、リンクに接続する両端のノードの名称と写真も一致していないと正解とみなさないためである。Welchのt検定行なった結果、ノード一致およびリンク一致に関する再現率には有意差が見られなかった( $t(13) = 1.68, p = .130; t(13) = .060, p = .953$ )。このことから、実験

	実験群 (秒(SD))	統制群 (秒(SD))
総学習活動時間	3,979 (1,279)	2,065 (728)
システム利用時間	3,297 (1,325)	1,875 (718)
振り返り活動時間	122 (91)	66 (19)
訂正活動時間	561 (642)	123 (124)

表3 学習活動にかかった時間

		実験群	統制群
再現率	ノード	0.813	0.696
	リンク	0.373	0.468
適合率	ノード	0.845	0.696
	リンク	0.510	0.502

表4 遅延テストのリンクとノードの結果

	設問内容	実験群	統制群
Q1	きのこについて学んでいて楽しかった	3.86	4.13
Q2	きのこへの興味の高まりを感じながら学べた	3.71	3.88
Q3	実際にきのこを観察したいと思っている	2.86	3.13
Q4	きのこについてもっと学びたいと思っている	3.14	3.25

表5 事後アンケートの結果

群の学習者は教科内容に対する実体と結びついた構造的な理解が通常の教科書を参照した概念マップ構成活動と同程度達成され、持続することがわかった。

事後テストと遅延テストの両群の結果に大きな差が見られなかった理由として、知識の定着および持続に概念マップの構築が大きく寄与しており、観察活動と教科書を参照した概念マップ構成活動の間での学習効果の差異が見られなかった可能性がある。一方で、実験群の学習者には何を学習すべきかを明示せず、参加者が自由に学習を行なった上でこの結果を得られたことを考えると、本システムが学習者の主体的な観察活動を促し知識構築に寄与していることが示唆される。

#### 4.3.3 学習意欲の向上

学習意欲について尋ねた事後アンケートの実験群と統制群の平均点を表5に示す。

Q1, 2に対する両群の回答は「ややあてはまる」「非常にあてはまる」が過半数を占め、実験群の項目1の答えを選択した理由については「思っている以上にきのこのことを知らないことに気づけたから」といった自身の理解に目を向けようとする学習者や、「学びの中でも、きのこを探す楽しさを感じたから」といった学習活動そのものに対する楽しさを見出すコメントが多

く見られた。実験群の Q3 の平均点数はあまり高くない、「ややあてはまらない」と答えた学習者も散見されたが、Q4 と P0 における学習教材に対する学習意欲を問うアンケート項目の間で、有意水準 5% の Welch の t 検定を行ったところ、有意に点数が上昇していた ( $t(13) = 2.82, p = .030$ )。これらのことから、本システムを利用した学習者は観察を行い、主体的な学習から理解を深める体験を重ね、学習活動に対する内発的動機付けを高めており、学習への意欲が育まれていることが示唆された。

以上より、開発した観察学習支援システムの利用による主体的な知識の構築と学習意欲に対する効果について総合すると、実験群の学習者は VR 空間で主体的な発見学習活動を行うことができ、また、その知識は正解が記載された教科書を参照した、概念マップの構成学習と遜色ない程度に構造化され、持続していた。実験群の学習活動前後のアンケートの結果やコメントから、実験群の学習者は学習活動そのものに対する内発的動機付けが促され、学習教材に対する学習意欲を高めていることが示唆された。したがって、開発したシステムは学習者の主体的学習活動を支援し、学習意欲の向上に資することが示唆される。

## 5. おわりに

本研究では、観察学習環境構築のための汎用的プラットフォームを整え、学習者の観察学習活動を支援するシステムを開発し、その有効性を検証した。

本システムは、学習者が主体的に行う観察学習の難しさを、実行する学習者とデザインする教材作成者の双方の面から支援している。大学生と大学院生を対象にした初期的な評価実験では、本システムを利用した学習者が主体的に知識を構築し、教材に対する学習意欲を向上させていることが示唆された。

今後の課題として、学習者に提供される観察学習教材のオーサリング環境を整える必要がある。そのオーサリング環境と本システムを接続し、より良い学びにむけた観察学習支援システムへと改良を続けたい。

## 参 考 文 献

(1) 文部科学省：“小学校学習指導要領解説理科編”(2017)

- (2) Dewey: “The school and Society” , The University of Chicago Press (1915) (デューイ, 河村望 (訳): “デューイ=ミード著作集 7 学校と社会・経験と教育”, 人間の科学社 (2000))
- (3) 杉山成, 辻義人: “アクティブラーニングの学習効果に関する検証: グループワーク中心クラスと講義中心クラスの比較による”, 小樽商科大学人文研究, Vol.127, pp.61-74 (2014)
- (4) 谷川幸雄: “発見学習の基礎理論と実際”, 北海道浅井学園大学生涯学習システム学部研究紀要, Vol.2 (2002)
- (5) 広岡亮蔵: “学習形態論”, 明治図書(1968)
- (6) 日高晃昭: “教えることをためらわない理科授業 ～「知識伝達-事例化」学習の試み～”, ぎょうせい (2007)
- (7) 川上昭吾: “理科学習論の充実・発展”, 理科の教育, Vol.56, No.4, pp.4-7 (2007)
- (8) 大槻 説乎: “発見的学習とその支援環境”, 人工知能学会誌, Vol.8, No.4, pp.411-418 (2007)
- (9) 瀬戸崎 典夫, 森田 裕介, 竹田 仰: “天体学習における多視点型 VR 教材の効果的な活用場面に関する検討”, 電子情報通信学会研究報告. E T, 教育工学, Vol.107, No.391, pp.51-56 (2007)
- (10) Novak, J.D, Gowin, D.B: “Learning how to learn”, Cambridge University Press (1984)
- (11) T. Hirashima, K. Yamasaki, H. Fukuda, et al.: “Framework of kit-build concept map for automatic diagnosis and its preliminary use”, Research and Practice in Technology Enhanced Learning, Vol.10, No.17 (2015)
- (12) 岡直樹, 今永久美子: “小学生の理科学習に及ぼす概念地図作成の効果”, 学校教育実践学研究, Vol.18, pp.11-15 (2012)
- (13) 平嶋宗, 長田卓哉, 杉原康太, et al.: “キットビルド概念マップの小学校理科での授業ない利用の試み”, 教育システム情報学会誌, Vol.33, No.4, pp.162-175 (2016)
- (14) 皆川順, “理科の概念学習における概念地図完成法の効果に関する研究”, 教育心理学研究, Vol.45, No.4, pp.464-473 (1997)
- (15) 光浪睦美: “達成動機と目標志向性が学習行動に及ぼす影響——認知的方略の違いに着目して——”, 教育心理学研究, Vol.58, No.3, pp.348-360 (2010)
- (16) 根田仁, 伊沢正名: “楽しい自然観察 きのか博士入門”, 全国農村教育協会(2006)

# 仮想学習者参加によるオンライン学習環境

## 「KadaMate / カダメイト」の構築とその効果

椎木 卓巳<sup>\*1</sup>, 羅 中偉<sup>\*1</sup>, 磯山 敦<sup>\*2</sup>, 卯木 輝彦<sup>\*3</sup>, 國枝 孝之<sup>\*2</sup>

米谷 雄介<sup>\*2</sup>, 後藤田 中<sup>\*2</sup>, 八重樫 理人<sup>\*2</sup>

<sup>\*1</sup> 香川大学大学院工学研究科, <sup>\*2</sup> 香川大学創造工学部, <sup>\*3</sup> 株式会社フォトロン

## Construction and Effect of Online Learning Environment

## "KadaMate" with the Participation of Virtual Learners

Takumi Shiiki<sup>\*1</sup>, Zhongwei Luo <sup>\*1</sup>, Atsushi Isoyama <sup>\*2</sup>, Teruhiko Unoki <sup>\*3</sup>, Takayuki Kunieda <sup>\*2</sup>

Yusuke Kometani <sup>\*2</sup>, Naka Gotoda <sup>\*2</sup>, Rihito Yaegashi <sup>\*2</sup>

<sup>\*1</sup> Graduate School of Engineering, Kagawa University

<sup>\*2</sup> Faculty of Engineering and Design Kagawa University, <sup>\*3</sup> Photron, Ltd

質問行動は学習に必要な行動であるが、心理的ハードルがあることが報告されている。本研究では、仮想学習者参加によるオンライン学習環境「KadaMate / カダメイト」を構築する。本論文では、仮想学習者参加によるオンライン学習環境「KadaMate / カダメイト」について述べるとともに、実証実験の結果から構築したオンライン学習環境「KadaMate / カダメイト」の効果について述べる。

キーワード: 仮想学習者, オンライン学習, 主体的学習, 質問行動

### 1. はじめに

新型コロナウイルス感染症拡大の影響を受け、教育機関には、教育活動の継続性を確保する取り組みの実施が求められた。文部科学省が令和2年9月15日に発表した「大学における後期等の授業の実施方針に関する調査結果」<sup>(1)</sup>では、教育活動の継続性を確保すべく、全国の多くの大学がオンライン形式の授業(以下、オンライン授業とよぶ)を実施していることが報告された。

東京工業大学は、オンライン授業の学生の状況を調査するため、「COVID-19 対応によるオンライン授業等の受講・学習・生活状況アンケート調査」<sup>(2)</sup>を実施した。アンケート調査では、「講義映像の視聴や課題提出は問題なく実施できている」ことが明らかとなったが、「集中力の持続に苦勞する」や「他の学生との意見交換の機会が少ない」など、オンライン授業が抱える課題も報告された。香川大学は、教育活動の継続性を確保すべくオンライン授業と対面授業のハイブリッド型

授業を採用した。香川大学で実施したアンケート調査でも、「モチベーションの維持に苦勞する」や「孤独感を感じる」などのコメントが寄せられた。同アンケート調査の結果、「対面授業では無意識に獲得できていた学習の集中力やモチベーション増加につながる様々な情報(同じ授業のレポートを作成する友達がいる、公務員対策講座に通う友達がいるなど)が、オンライン授業では獲得することが難しい」との指摘もなされた。

「2040年にむけた高等教育のグランドデザイン」<sup>(3)</sup>では、2040年の展望と高等教育が目指すべき姿として、「学修者本位の教育への質的転換」を目指し、「『主体的な学び』の質を高めるシステムの構築」を求めている。質問行動は、学習の理解を深め、『主体的な学び』を実現するために重要な学習行動であるが、心理的なハードルがある(「こんな質問して馬鹿だと思われたくない」や「意識高い系と思われてしまうかもしれない」など)ことが報告されている。道田<sup>(4)</sup>は、「講義の中でさまざまな形で質問に触れる経験をすることが、『質問

に対する態度や質問を考える力』に効果がある」と述べているが、オンライン授業は「質問に触れる経験」をより一層減少させる要因となっている。

「UX (User Experience)」は、ある製品やサービスを利用・消費した際に得られる体験の総体を指し、個別の機能や使いやすさのみならず、ユーザが真にやりたいことを楽しく、心地よく実現できるかどうかを重視した概念である。「ゲーミフィケーション」は、UXを実現する手段として注目され、ゲームデザインやゲームの原則をゲーム以外に応用する活動全般を指す。

「ゲーミフィケーション」における「ソーシャルアクション」は、他のユーザとのインタラクションを発生させ、サービス利用を促す仕組みである。

本研究では、仮想学習者参加によるオンライン学習環境「KadaMate/ カダメイト」(以下、カダメイトとよぶ)を構築する。仮想学習者は、過去に同じ教育用映像コンテンツを視聴した学習者の質問回答などを再現した仮想学習者である「ゴースト学習者」と、実際に存在しない仮想学習者である「ダミー学習者」の2種類に分類する。「ダミー学習者」は、「教員が学習者グループに参加させることによって教育の質的向上が期待される学習者」であり、自由に質問回答内容や質問回答時間を設定することができる。仮想学習者(ゴースト学習者)は、ゲーミフィケーションにおけるソーシャルアクションに基づいて、学習者間のインタラクションを発生させ、「他の学習者との意見交換の場」として機能させることで、主体的な学習を促す。仮想学習者(ダミー学習者)も、ゲーミフィケーションのソーシャルアクションに基づいており、「モチベーションの維持」を目的に導入される。

カダメイトは、Microsoft社の提供するMicrosoft Power Platform<sup>5)</sup>を用いて構築された。Microsoft Power Platformは、Microsoft Power Apps、Microsoft Power Automate、Microsoft Power BI、Microsoft Power Virtual Agentsの4種類のサービスから構成され、エンドユーザコンピューティングを実現する手段として普及が広がっている。本研究では、Microsoft Power Automateを用いてMicrosoft Teams、Microsoft SharePoint、Microsoft Streamを連携させることにより、カダメイトを構築した。

本研究は、実際に多くの大学で利用されているオン

ライン学習ツール(Microsoft Teams)をベースに、仮想学習者を参加させる仕組みを構築し、実証実験を通じて構築した仕組みが実運用可能であることを明らかにした点で、汎用性の高い方法を導出している。また本研究では、ジャーニーマップ作成、インタビュー調査、アンケート調査など様々な視点から、カダメイトの効果の測定をおこなっており、「他の学習者との意見交換の場」として機能することが認められるだけでなく、学習者の「モチベーションの維持」、「孤独感の減少」についても一定の効果があることがわかった。

## 2. 関連研究

本研究で構築した仮想学習者参加によるオンライン学習環境カダメイトは、「他の学習者との意見交換の場」としての役割を担うだけでなく、学習者の「モチベーションの維持」や「孤独感の減少」が期待できる。梅村ら<sup>6)</sup>は、一人で学習していても、学習者が集団学習をしていると実感できる機能を有するe-Learning Systemを開発した。梅村らが開発したシステムは、教材ごとのコミュニケーション履歴を閲覧できる機能や、教材学習中に教材の特定ページの内容に関して他者に質問を投げかけることができる機能などを設けている。衛藤ら<sup>7)</sup>は、他の学習者の参加状況、学習進捗状況を学習者へ認知させ、自身の学習状況と比較することで学習効率を向上させるシステムを開発している。松浦ら<sup>8)</sup>は、遠隔地から学習者が非同期参加型の仮想教室を構築するとともに、教材と対話を同期させる手法を提案した。

本研究では、実際に多くの大学で利用されているオンライン学習ツール(Microsoft Teams)をベースに、仮想学習者を参加させる仕組みを構築し、実証実験を通じて構築した仕組みが実運用可能であることを明らかにしている。本研究で開発したカダメイトは、「学習者間の意見交換の場」として機能することが認められるだけでなく、学習者の「モチベーションの維持」、「孤独感の減少」についても一定の効果があることがわかった。

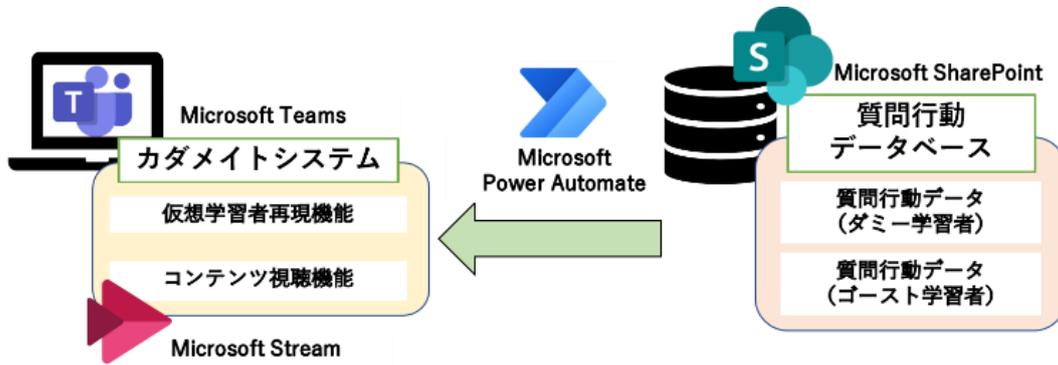


図2 カダメイト概要



図1 Microsoft Power Automate の「フロー」例

### 3. 仮想学習者参加によるオンライン学習環境「KadaMate / カダメイト」の概要

本研究における仮想学習者は、過去に同じ教育用映像コンテンツを視聴した学習者「ゴースト学習者」と、実際存在しない仮想学習者「ダミー学習者」に分類される。「ゴースト学習者」は、実在するリアルな学習者であることに対して、「ダミー学習者」は、教員が学習者グループに参加させることによって教育の質的向上が期待される学習者であり、自由に質問回答内容や質問回答時間を設定することができる。本研究では、Microsoft Power Automate を用いて Microsoft Teams, Microsoft SharePoint, Microsoft Stream を連携させることにより、カダメイトを構築した。Microsoft Power Automate は、同サービスがサポートしている「コネクタ (Microsoft 製品などを含む様々なアプリケーション)」を組み合わせ、ノーコード/ローコードでシステムやアプリケーションを開発することができるサービスである。「コネクタ」は、Microsoft

Teams, Excel などの Microsoft 製品だけでなく、Gmail や Twitter などの外部のアプリケーションに加えて、SQL Server もサポートしている。Microsoft Power Automate で様々な「コネクタ」を連携させる機能を「フロー」と呼び、「フロー」は、「トリガー」と「アクション」から構成される。「トリガー」は、「アクション」を開始する合図である。「アクション」は、自動化された個々の作業を指す。図1は、Microsoft Power Automate の「フロー」を示している。図1の「フロー」は、Teams に新しいメッセージが届くと Gmail でメールが送信されることを意味している。図1①は、この「フロー」における「トリガー」を示しており、Teams に新しいメッセージがくることを「トリガー」と定義している。図1②は、この「フロー」の「アクション」を示しており、Gmail で Microsoft Teams のメッセージ内容を送信することを「アクション」として定義している。

図2は、カダメイトの概要を示している。カダメイトは、「カダメイトシステム」と「質問行動データベース」から構成される。「カダメイトシステム」は、教育用映像コンテンツを視聴することができる「コンテンツ視聴機能」と、仮想学習者を再現する「仮想学習者再現機能」の2つの機能を有している。「質問行動データベース」は、Microsoft SharePoint を用いて開発された。「質問行動データベース」には、「仮想学習者名」、「仮想学習者種別 (ゴースト学習者, ダミー学習者)」、「仮想学習者の質問文・回答文」、「仮想学習者の質問・回答時間」、「学習者属性 (所属学部・学年)」から構成される。

「カダメイトシステム」は、Microsoft Teams を介して利用することができる。「コンテンツ視聴機能」は、Microsoft Stream を用いて開発され、Microsoft

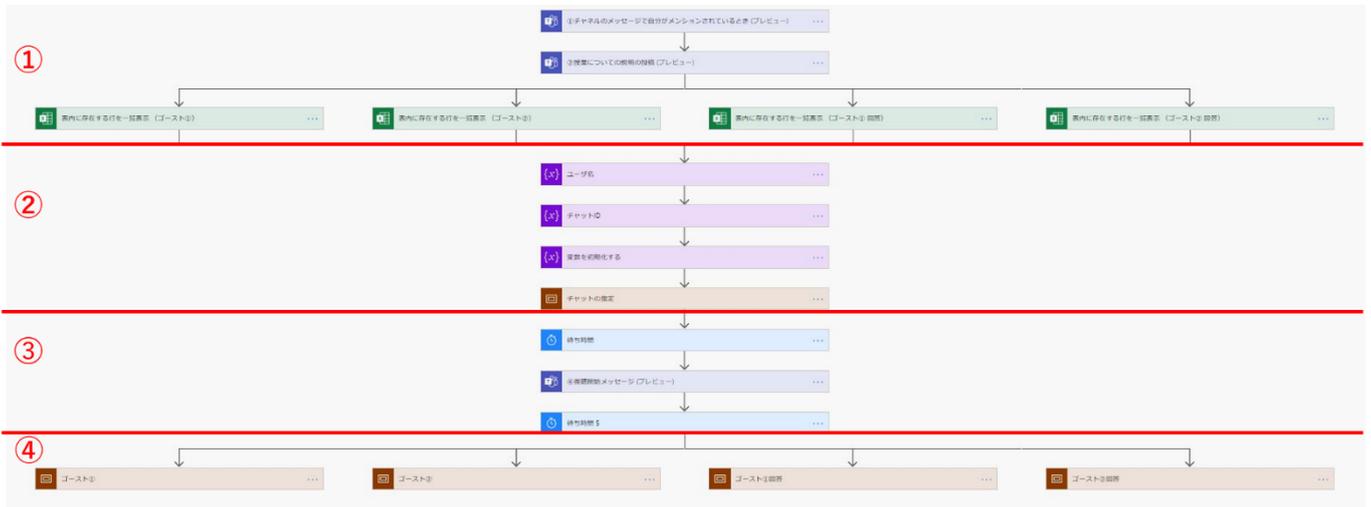


図3 Microsoft Power Automate における「仮想学習者再現機能」フロー



図4 仮想学習者再現機能の利用場面

Teams を介して、教育用映像コンテンツが視聴できる。「仮想学習者再現機能」は、質問行動データベースである Microsoft SharePoint と Microsoft Teams, Microsoft Power Automate を用いて開発され、Microsoft Teams のチャット欄に仮想学習者を参加させる機能である。図3は、Microsoft Power Automate における「仮想学習者再現機能」のフローを示している。図3①は、Microsoft SharePoint から、「質問行動データ」を取得するアクションを示している。図3③は、仮想学習者を出現させる Microsoft Teams のチームとチャンネル、チャット欄を指定するアクションを示している。図3④は、図3②で指定したチャット欄

へ、講義コンテンツ視聴を開始させるアクションを示している。図3④は、「質問行動データベース」に基づいた仮想学習者の質問や回答のアクションを示している。図4は、「仮想学習者再現機能（ゴースト学習者）」の利用場面を示している。チャット欄の「皆賀 学」、「茂木 哲平」は、ゴースト学習者で、「皆賀 学」、「茂木 哲平」の質問と回答は、質問行動データベースにもとづいて質問と回答が発信されている。

#### 4. 仮想学習者参加によるオンライン学習環境「KadaMate / カダメイト」の実証実験

本研究では、仮想学習者参加によるオンライン学習

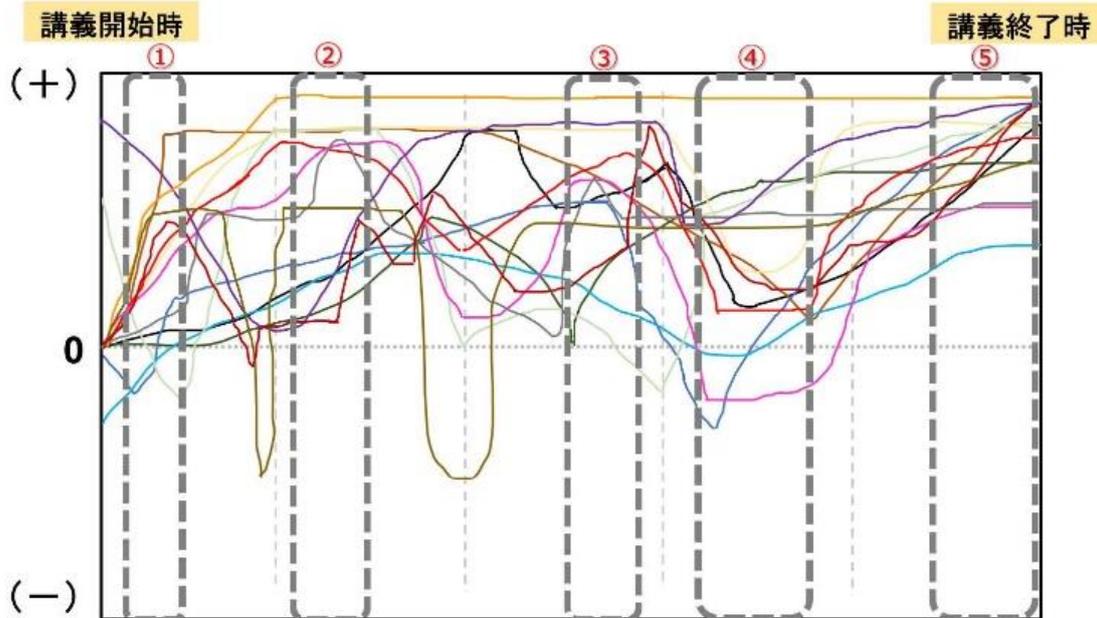


図5 被験者によって作成されたジャーニーマップ(ゴースト学習者)

環境「KadaMate / カダメイト」の効果を確認すべく実証実験を実施した。実証実験は、2021年1月17日から2021年1月22日の期間で実施された。本研究では、参加する仮想学習者の種別（ゴースト学習者とダミー学習者）に分け、2回の実験を実施した。

#### 4.1 実証実験の概要

仮想学習者（ゴースト学習者）参加による効果を測定する実証実験は、香川大学経済学部，工学部，創造工学部，大学院工学研究科の学生14名，仮想学習者（ダミー学習者）参加による効果を測定する実証実験は、香川大学経済学部，工学部，創造工学部，大学院工学研究科の学生17名を対象に，オンラインで実施された。いずれの実証実験も，(手順1)カダメイトを用いたオンライン学習，(手順2)ジャーニーマップの作成，(手順3)ジャーニーマップに基づくインタビュー調査，(手順4)アンケート調査から構成される。ジャーニーマップは，人々と製品やサービスとの関わりを時間軸で表現したものであり，特に複数のタッチポイント（ユーザとサービスの接点）をまたぐ体験の連続性に着目し，その過程で起きるさまざまな出来事について，行動，感覚，認識，思考，感情などを明らかにしている。ジャーニーマップでは，感情を表す手段として感情曲線を用いる。感情曲線は，「テンションが上がる・嬉しい・楽しい」などポジティブな感情が生まれた場合に+に振れ，「ストレス・面倒臭い」などネガティブな感情が生まれた場合にマイナスに振れる。

感情曲線を用いることで，ユーザの一連の感情の変化を文字だけではなく視覚的に表現することができる。実証実験では，ジャーニーマップを作成するとともに，ジャーニーマップの感情曲線の変化が起きたポイントに対してインタビュー調査をおこなった。

実証実験実施に際し，被験者に「チャットに仮想学習者が参加すること」，「仮想学習者が教育用映像コンテンツ視聴中に質問や回答をおこなうこと」を伝えた。実証実験では教育用映像コンテンツとして，実際に香川大学で利用されている50分程度の教育用映像コンテンツ（「観光におけるICT技術の役割」）を用いた。

#### 4.2 仮想学習者（ゴースト学習者）参加による実証実験とその結果

図5は，被験者14名が作成したジャーニーマップを示している。図5の点線の枠（①～⑤）は，ジャーニーマップにおける感情曲線の変化が大きな場面を示している。図5の①は，仮想学習者（ゴースト学習者）が初めて参加したタイミングを示しており，被験者12名のジャーニーマップが+に振れていることが分かる。このポイントに対するインタビュー調査では，「初めて仮想学習者（ゴースト学習者）からの質問があって，皆で授業を受けていると感じた」などの意見が寄せられた。図5の②も仮想学習者（ゴースト学習者）が参加した場面を示しており，こちらも被験者14名全員のジャーニーマップが+に振れていた。このポイントに対するインタビュー調査では，「仮想学習者のコメン

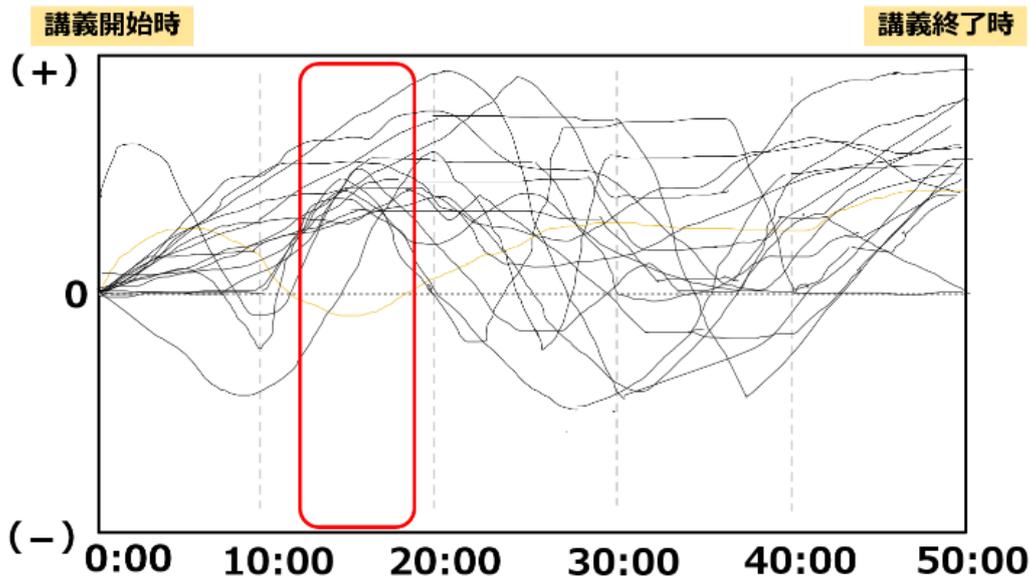


図7 被験者によって作成されたジャーニーマップ(ダミー学習者)

トに共感した」, 「仮想学習者の質問のおかげで分からなかった内容を理解することができた」などの意見が寄せられた。一方で「仮想学習者の質問が少し邪魔だった」という意見も寄せられた。図5③は, 仮想学習者が連続で質問を発信した場面を示しており, 被験者13名のジャーニーマップが+に振れていた。このポイントに対するインタビュー調査では, 「活発にコメントが動いて一緒に勉強している感じがしてよかった」などの意見が寄せられた。また「仮想学習者(ゴースト学習者)の質問を見て, 自身が授業を理解していることへの安心感を覚えた」, 「自分と同じところが分かっていない人がいて安心した」などの意見も寄せられた。図5④は, 教育用映像コンテンツ内で, 英語のレポートが紹介された場面を示しており, 被験者9名のジャーニーマップが一方向に振れていることが分かる。このポイントに対するインタビュー調査では, 「英語の内容が理解できなかった」などの意見が寄せられた。図5⑤は, 教育用映像コンテンツ内で, 開発された観光システムのデモ動画が再生された場面を示しており, 被験者全員のジャーニーマップが大きく+に振れていることが分かる。このポイントに対するインタビュー調査では, 「デモ動画に興味深かった」という意見が寄せられた。また「自分の気になっていたことを仮想学習者(ゴースト学習者)が質問してくれた」などの意見も寄せられた。

図6は, アンケート調査の「授業中の仮想学習者(ゴースト学習者)の質問は, 自身の質問行動に影響を与

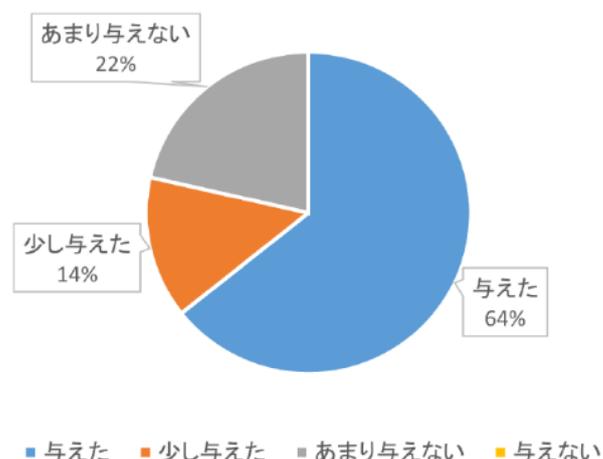


図6 アンケート調査結果(設問「授業中の仮想学習者(ゴースト学習者)の質問は, 自身の質問行動に影響を与えますか」の回答結果)

えますか?」という設問に対する回答結果を示している。この設問に対して, 被験者14名中11名が「質問行動に影響を与えた」と回答した。質問行動に影響を与えた理由を問う設問では, 「授業の雰囲気をよくし, 質問しやすい環境を作っていた」, 「たくさんの質問が来て自分も質問しやすい雰囲気になっていたから」, 「誰かと学習している気持ちになった」, 「授業の雰囲気がとても良いと感じました」などの意見が寄せられた。この結果から仮想学習者(ゴースト学習者)には, 「学習者間の意見交換の場を確保すること」, 学習者の「モチベーションの維持」や「孤独感の減少」において一定の有効性がある可能性が示された。

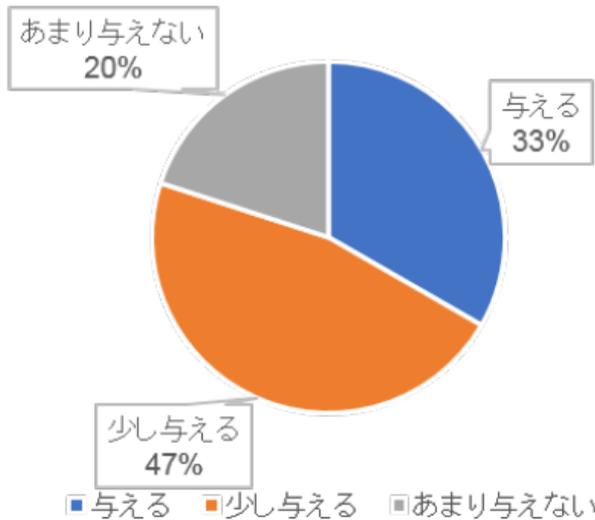


図8 アンケート調査結果（設問「茂木さん（低いレベルの質問をおこなうダミー学習者）の質問が自身の質問行動に影響を与えましたか？」の回答結果）

#### 4.3 仮想学習者（ダミー学習者）参加による実証実験とその効果

本実証実験では、低いレベルの質問をおこなうダミー学習者と高いレベルの質問をおこなうダミー学習者の2種類の属性が設定された。低いレベルの質問をおこなうダミー学習者は、「こんな質問して馬鹿だと思われたくない」と思い、恥ずかしくて質問できない学習者の心理的負担を軽減する。高いレベルの質問をおこなうダミー学習者は、教科書に載っていないようなレベルの高い質問をすることにより、講義中に目立つことを恐れ、質問ができない学習者の心理的負担を軽減する。

図7は、被験者17名が作成したジャーニーマップを示している。図7の実線の枠は、ダミー学習者が参加したタイミングを示しており、多くの被験者のジャーニーマップが+方向に振れていることが分かる。このポイントに対するインタビュー調査では、「茂木君（低いレベルの質問をおこなうダミー学習者）の質問でよく理解できた」、「わからない内容があったけどダミーが分からないことを質問してくれてポジティブになった」、「チャットに参加しながら授業を楽しんだ」などの意見が寄せられた。

図8は、アンケート調査の「茂木さん（低いレベルの質問をするダミー学習者）の質問が自身の質問行動に影響を与えましたか？」という設問に対する回答結

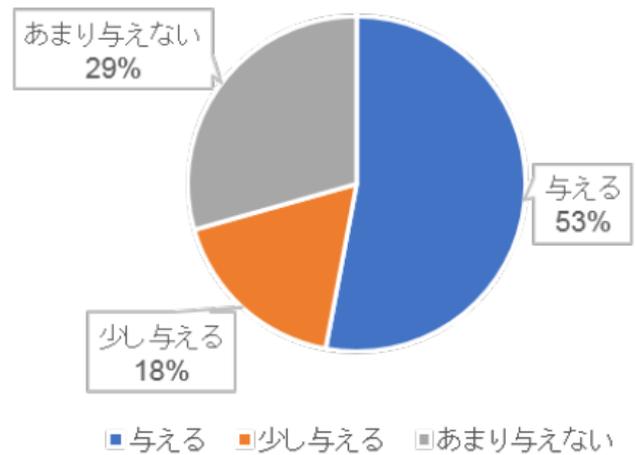


図9 アンケート調査結果（設問「皆賀さん（高いレベルの質問をおこなうダミー学習者）の質問は自身の質問行動に影響を与えましたか？」の回答結果）

果を示している。この設問に対して、被験者17名中14名が「質問行動に影響を与えた」と回答した。質問行動に影響を与えた理由を問う設問では、「単純な疑問やつぶやきをしているため、質問のハードルが下がった」、「自分も何か気づいたことがあったら質問しようと気軽に思えた」、「同じような疑問を持っていたので考えやすかった」などの意見が寄せられた。

図9は、アンケート調査の「皆賀さん（高いレベルの質問をするダミー学習者）の質問は自身の質問行動に影響を与えましたか？」という設問に対する回答結果を示している。この設問に対して、被験者17名中12名が「質問行動に影響を与えた」と回答した。質問行動に影響を与えた理由を問う設問では、「自分も質問したほうがいいのかという気になった」、「自分も気軽に質問だけでなく感想も送れるようになった」などの意見が寄せられた。この結果から、仮想学習者（ダミー学習者）には、「学習者間の意見交換の場を確保すること」、学習者の「モチベーションの維持」や「孤独感の減少」において一定の有効性がある可能性が示された。

## 5. おわりに

本研究では、仮想学習者参加によるオンライン学習環境「KadaMate / カダメイト」を構築する。本論文では、仮想学習者参加によるオンライン学習環境

「KadaMate / カダメイト」について述べるとともに、  
実証実験の結果から構築したオンライン学習環境  
「KadaMate / カダメイト」の効果について述べた。

本研究では、実際に多くの大学で利用されている  
オンライン学習ツール (Microsoft Teams) をベースに、  
仮想学習者を参加させる仕組みを構築し、実証実験を  
通じて構築した仕組みが実運用可能であることを明ら  
かにした。本研究で開発したカダメイトは、「学習者間  
の意見交換の場」として機能することが認められるだ  
けではなく、学習者の「モチベーションの維持」、  
「孤独感の減少」についても一定の効果があることがわか  
った。

実証実験の結果、同じ仮想学習者であっても、ポジ  
ティブな反応を示す学習者とネガティブな反応を示す  
学習者がいることがわかった。また、仮想学習者の参  
加のタイミングによっては、学習者に対してネガティ  
ブな反応を示す可能性があることもわかった。現在、  
学習者に応じて参加させる仮想学習者を選択する仕組  
みや、仮想学習者の最適な参加のタイミングを推定す  
る仕組みを検討している。

## 謝辞

本研究を進めるにあたり、ご支援いただいた株式会  
社フォトロンに感謝する。システム開発において、有  
益なご助言をいただいた株式会社 Global Assist, 香川  
大学情報メディアセンターの皆様感謝する。

## 参 考 文 献

- (1) 大学等における後期等の授業の実施方針等に関する調  
査結果,  
[https://www.mext.go.jp/content/20201002-mxt\\_kouhou01-000004520\\_3.pdf](https://www.mext.go.jp/content/20201002-mxt_kouhou01-000004520_3.pdf)  
(2020年2月13日確認)
- (2) 「COVID-19 対応によるオンライン授業等の受講・学  
習・生活状況アンケート調査」の結果について,  
[https://www.citl.titech.ac.jp/online\\_questionnaire/](https://www.citl.titech.ac.jp/online_questionnaire/)  
(2020年2月13日確認)
- (3) 2040年に向けた高等教育のグランドデザイン,  
[https://www.mext.go.jp/b\\_menu/shingi/chukyo/chukyoo0/toushin/1411360.htm](https://www.mext.go.jp/b_menu/shingi/chukyo/chukyoo0/toushin/1411360.htm)  
(2020年2月13日確認)
- (4) 道田泰司: “授業においてさまざまな質問経験をするこ  
とが質問態度と質問力に及ぼす効果”, 教育心理学研究,  
59, pp.193-205 (2011)
- (5) Microsoft Power Platform,  
<https://powerplatform.microsoft.com/ja-jp/>
- (6) 梅村透, 赤堀侃司, 赤倉貴子: “学習者が集団学習をして  
いると実感できる機能を有する e-Learning System の  
開発と評価”, 日本教育工学論文誌, Vol.29, pp.173-176  
(2005)
- (7) 衛藤和宏, 三好匠: “協同学習環境を実現する非同期型 e-  
Learning システムの提案とその評価”, 工学教育, 第  
54巻, 第6号, pp.92-96 (2006)
- (8) 松浦健二, 緒方広明, 矢野米雄: “非同期参加型仮想教室  
における教材・対話の同期手法”, 情報処理学会論文誌,  
Vol.42, No.11, pp.2540-2549 (2001)

# 左官職人の技能継承支援システム構築に向けた

## 技能習熟度の判定の試み

大江 孝明<sup>\*1</sup>, 後藤田 中<sup>\*1</sup>, 蟹澤 宏剛<sup>\*2</sup>, 宮川 優<sup>\*2</sup>,  
米谷 雄介<sup>\*1</sup>, 神田 亮<sup>\*1</sup>, 八重樫 理人<sup>\*1</sup>, 林 敏浩<sup>\*1</sup>

<sup>\*1</sup> 香川大学, <sup>\*2</sup> 芝浦工業大学

## A Trial Approach to judge skill proficiency aim to develop a Skill Acquisition Support System for Plasterers

Takaaki OE <sup>\*1</sup>, Naka GOTODA <sup>\*1</sup>, Hirotake KANISAWA<sup>\*2</sup>, Yu MIYAKAWA<sup>\*2</sup>, Yusuke  
KOMETANI<sup>\*1</sup>, Ryo KANDA <sup>\*1</sup>, Rihito YAEGASHI<sup>\*1+</sup>, Toshihiro HAYASHI <sup>\*1</sup>

<sup>\*1</sup> Japanese Kagawa University, <sup>\*2</sup> Shibaura Institute of Technology

In recent years, with the decrease and aging of construction skilled workers in the Japanese construction industry, securing and training the next generation of skilled workers has become an urgent issue. However, it has been carried out on-the-job training in many companies, so manuals for carrying out the training of construction skills and learning evaluation criteria for learning, and treatment according to evaluation are not unified. In the future, in order to decrease the number of leaders in the skills learning is considered, there is a need for an environment in which the learner can learn the skills even one person.

キーワード: 技能継承, 骨格推定, 動作分析, 映像解析, スキル学習

### 1. はじめに

近年, 日本の建設業界では建設技能労働者の減少と高齢化に伴い, 次世代の技能者の確保と育成が喫緊の課題となっている。しかし, 多くの企業では現場でのOJTによる技能学習が行われており, 建設技能の訓練を行うためのマニュアルや学習の評価基準, 評価に応じた処遇などが統一されていない現状にある。今後, 技能学習における指導者の数も減少していくと考えられるため, 学習者が一人でも技能を学習できる環境が必要とされている。

### 2. 先行研究

萩原らは職人歴の異なる左官職人6名に対して身体にマーカを設置し, 下塗り・上塗り作業を背面・側

面・天井の3点から撮影した映像のモーションキャプチャ技術による解析とヒアリング調査を行った。その結果, 左官職人の技能において初級者が中級者になるには身体の軸を固定した状態で技能を行う必要があり, 中級者が上級者になるには, 身体の部位を連動させて技能を行う必要があることを明らかにした。

高井らは京壁塗りの中塗作業を対象に三次元動作測定や筋活動測定と眼球運動測定を行い, 熟練者と非熟練者におけるそれぞれの測定結果の差を明らかにした。その結果をもとにしたeラーニング教材を使用することで, 作業者の作業姿勢の改善および作業者の精神的疲労解消が減少することが明らかになった。

川井らは, 左官職人の技能動作において物理的なマーカを用いない骨格検知技術を用いた内骨格の測定を行った。その結果, 骨格検知技術によるデータは物理

的なマーカーを用いた場合と比較しても遜色のない結果となり、非接触型マーカーを用いた内骨格による分析方法においても左官技能の可視化・数値化が可能であることが明らかになった。

以上の報告から、本研究では近い将来に技能継承支援システムの構築を実現するために骨格推定技術を用いた建設業界における若年入職者の技能教育支援を目的とし、学習者ごとに技能の分析を行い技能の向上を図る技能継承支援システムの構築を目指す。

### 3. 左官技能の学習プロセス

#### 3.1 左官技能における初級者と上級者の差異

先行研究では、左官職人の初級者から上級者の技能動作を背面と側面の2点から撮影し、技能動作にどのような違いがあるのかをモーションキャプチャ技術を用いて分析した。その結果、初級者から上級者の技能では身体全体の使い方や、腰、膝の連動性という点において技能動作に差異があることが判明した。

背面から撮影した動画の分析から、上級者になる程、技能動作において腰と膝が連動して移動していることが明らかになった。

さらに、作業動作を技能者の利き手方向である右側面から撮影した動画の分析から、上級者になる程、肩と腰が連動して移動しており、鏝に体重をうまく乗せて作業を行っていることが明らかになった。

#### 3.2 左官技能の向上に向けた段階的な指標

左官技能の学習者が一人で自身の技能を向上させるための方法として左官技能向上のための段階的な仮説として3段階の指標を仮定する。

まず、初級者と中級者の技能動作を背面カメラの映像から比較した結果、初級者から中級者への指標は下半身を固定させることと、肩と腰を連動させることが仮説として妥当ではないかと考えられた。また、これらの仮説より、技能動作における体の軸を固定と作業面に対する距離を一定に保つことが説明できる。

次に、初級者と中級者の技能動作を背面カメラの映像から比較した結果、中級者から上級者への指標は腰と膝を連動させることと、塗り作業中を行う際に一歩前に踏み込むことであると考えられる。これらの仮説から、体の部位を連動させた技能動作と鏝に体重を乗

せること、作業面に対して適宜距離を変化させていることが説明できる。

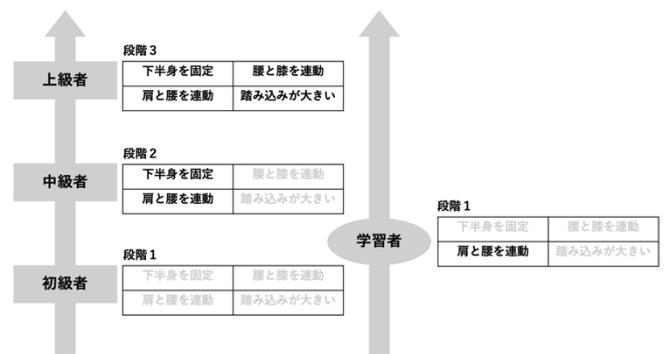


図 1 学習のステップ

#### 3.3 指標に沿って個人で技能を学べる環境の検討

著者らは、建設業界の次世代を担う若者の技能学習を行うためには、多くの学習者にとって学習を始めやすい環境が必要になると考えた。建設業界に興味を持った人や、職業訓練後の就業後においても訓練が継続可能である学習方法が求められると想定し、学習者が一人でも技能を学習できるための学習環境が理想的であると考えた。

具体的な学習方法としては、まず学習者が自身の作業の様子をカメラで撮影し、その動画をパソコン内の習熟度判定システムに入力する。習熟度判定システム内には左官技能の初級者から上級者までの技能の特徴を分析した結果が蓄積されており、学習者の技能を分析することで学習者がどれほど技能を習熟できたかの判定を行う。分析の方法は、技能動作における身体の部位の位置関係、相関係数を出力し採点を行う。最後に、採点した結果をまとめて技能習熟度を点数で評価することで、学習者に技能向上の結果を提示する。



図 2 技能学習の過程

## 4. 左官技能習得のプロセスにおける要件

### 4.1 一般的なカメラを用いた学習環境

左官技能を学習するにあたり、学習者が場所や時間を気にすることなく一人でも技能を学習するためには、特殊な機器を用いない学習環境が求められる。つまり、撮影に用いるカメラはスマートフォンやタブレットなどの一般的なカメラを用いることが理想であり、技能の分析においては、物理的なマーカーを用いない分析方法であることが望ましい。

そこで、実際に左官技能の学習者が習熟度判定システムを利用する際の環境として、スマートフォン等のカメラを学習者の全身が入る画角に三脚を用いて固定し、学習者の背面と側面の2点から撮影するものとした。

### 4.2 左官技能レベルの段階に応じた明瞭な指標

技能習熟度システムを構築するにあたり、システム内で学習者の技能を判定するための明瞭な指標を設定する必要がある。技能者のレベルごとに技能の特徴を明らかにし、仮説として指標が技能を評価するにあたって妥当なものであるかを検証する。

まず初級者から中級者への指標について、技能動作における体の軸を固定と作業面に対する距離を一定に保っていることが技能の習熟度を判定する上での指標である。そこで、初級者と中級者の技能における差異を明確にするために、それぞれの技能動作を背面と右側面の2点から撮影を行う。肩、腰、膝の連動性に注目し、先行研究にて明らかになっている初級者と中級者の技能の差を満たすための条件となりうる各座標の相関を明らかにする

次に中級者から上級者への指標について、体の部位を連動させた技能動作と鑊に体重を乗せること、作業面に対して適宜距離を変化させることが技能の習熟度を判定する上での指標である。そこで、中級者と上級者の技能における差異を明確にするために、それぞれの技能動作を背面と右側面の2点から撮影を行う。こちらも肩、腰、膝の連動性に注目し、先行研究にて明らかになっている中級者と上級者の技能の差を満たすための条件となり得る各部位の相関を明らかにする。

初級者から中級者、中級者から上級者への指標を満

たすための身体の各部位における相関を明らかにすることで、習熟度判定システムを用いて学習者の技能を判定するための段階的な指標となり得る基準を設定する。

## 5. 技能習熟度判定の方法

### 5.1 非接触型マーカーを用いた技能分析方法

被験者にマーカーを設置することなく、人物の骨格を深層学習で推定することが出来る骨格推定ライブラリ「OpenPose」を用いた技能の分析を行う。これにより、特殊な設備や環境がなくともカメラ1台から人の骨格の検出が可能となる。

OpenPoseを用いた技能の分析方法として、左官の初級者、中級者、上級者それぞれの技能を背面と側面の2点から撮影し、背面カメラと側面カメラの映像からOpenPoseを用いて左右の肩、腰の中心、左右の膝の計5点の座標のX座標とY座標をそれぞれ取得する。尚、本研究では技能動作における各部位の相関を数値化するため、周期的に繰り返される動きの2周期分の分析で十分な相関の値が得られると考えられる。各部位の座標の相関から初級者、中級者、上級者それぞれにおける技能の特徴を数値で表し、技能者のレベルごとに現れる各部位の相関の特徴を数値化することで学習者が段階的に技能を向上できるための指標を提示する。

習熟度の判定方法は、先行研究で明らかになっている下半身の安定性と肩、腰、膝の連動性の2つの指標に、考察した技能の特徴を加えて技能の習熟度判定を行うものとする。

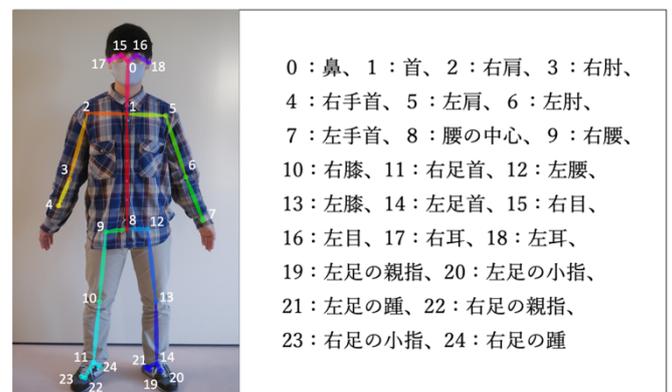


図 3 OpenPose の骨格検出位置

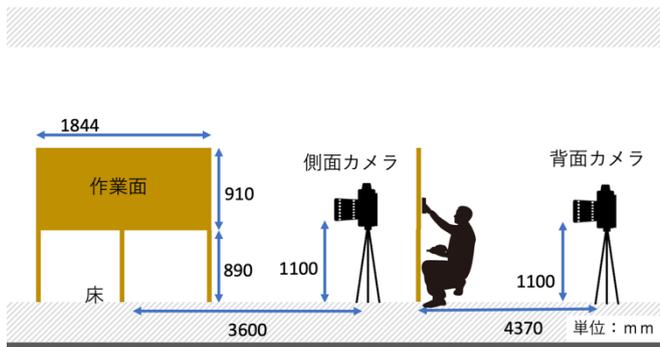


図 4 技能の測定環境

## 5.2 習熟度の判定結果の提示

習熟度の判定結果の提示するために、まず下半身の安定性の評価を行う。学習者の技能動作を背面カメラから撮影し、OpenPoseを用いた骨格座標の検出を行う。骨格座標の相関を分析した結果から、下半身の安定性について点数で評価する。

次に肩、腰、膝の連動性について評価を行う。学習者の技能動作を側面カメラから撮影し、OpenPoseを用いた骨格座標の検出を行う。骨格座標の相関関係を分析した結果から、肩、腰、膝の連動性について点数で評価する。

最後に左官技能の総合的な習熟度判定するために、背面と側面からの習熟度判定の結果を統合する。下半身の安定性を評価した点数と肩、腰、膝の連動性を評価した点数を合計し、最終的な習熟度判定の結果とする。

## 6. 技能習熟度判定にむけた評価実験

### 6.1 実験内容

本実験では左官技能の初級者、中級者の技能動作の向上を支援するために左官技能を段階的に学習できる習熟度判定システムの構築をする。初級者から中級者、中級者から上級者への指標を数値化し、学習者の技能が現在どのレベルにあるのかをシステム内で判断するための基準を定める。そのために、本実験ではOpenPoseを用いた骨格推定から左官技能における初級者、中級者、上級者の技能の差を明らかにし、身体の部位における相関を数値で表すことで学習者の習熟度を判定する基準を設定する。

実験対象は、香川県高松市で日本の若手技能者育成

の振興のため職人技能士の育成に取り組んでいる一般社団法人「職人育成塾」と左官工事会社S社から実験にご協力いただいた左官職人歴16年の男性（上級者）、左官職人歴5年の男性（中級者）、左官職人歴2か月の男性（初級者）の3名の技能動作の映像とする。尚、本研究では左官職人歴4年未満の職人を初級者、左官職人歴が5年以上10年未満の職人を中級者、左官職人歴10年以上の職人を上級者とし、分析する映像は左官技能における下塗り工程の映像とした。3名の技能動作をそれぞれ背面と右側面から技能動作を撮影した合計6つの映像から、技能において周期的に繰り返される動作の2周期分の長さの映像を切り出し、それぞれを分析する。左官技能における初級者、中級者、上級者の技能の差を明らかにする方法として、それぞれの技能動作を背面と技能者の利き手方向である右側面から撮影した動画を用いて技能の分析を行う。背面から撮影した映像と側面から撮影した映像のそれぞれにおいて、左右の肩、腰の中心、左右の膝のXY座標を、OpenPoseを用いて検出する。各点についての相関を表に表し、職人ごとの技能に現れる差を読み取ることで初級者から上級者の技能動作の特徴を考察する。

習熟度の判定を行うための指標を数値で設定するために、骨格座標の相関関係の考察により明らかになった技能の特徴と、先行研究にて明らかになっている左官技能の指標を考慮し、技能の特徴に重みを付けた加点方式による習熟度判定方法を検討する

### 6.2 骨格座標の検出結果

#### 6.2.1 身体全体の部位の相関

まず上級者における技能動作の特徴として、多くの部位において0.7以上の強い正の相関が現れていることが判明した—（結果1）。また、左右の膝と腰の相関関係に注目すると、腰と膝の腰のY座標と左膝のY座標に-0.54程の負の相関が現れていることが判明した—（結果2）。

次に中級者における技能動作の特徴として、各部位に正負どちらの相関も確認できるが、全体的には相関が0に近い値が多く相関が現れにくいこと判明した—（結果3）。また、左右の膝と腰の相関関係に注目すると、腰のY座標と左膝のY座標に-0.16程の負の相

関が現れていることが判明した—（結果 4）。

続いて初級者における技能動作の特徴としては、各部位の相関において正の相関も負の相関も現れやすいことが判明した—（結果 5）。また、左右の膝と腰の相関関係に注目をする、腰の Y 座標と左膝の Y 座標では 0.69 程の正の相関が現れていることが判明した—（結果 6）。

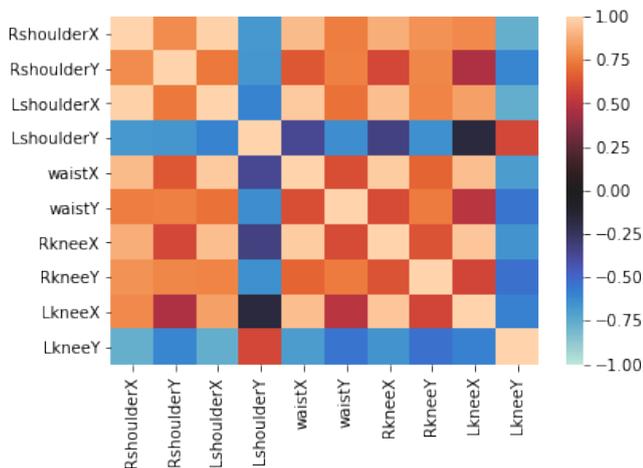


図 5 上級者の各部位の相関（背面）

表 2 上級者の腰と膝の相関（背面）

上級者	右膝X	右膝Y	左膝X	左膝Y
腰X	0.974135		0.935462	
腰Y		0.743176		-0.544787

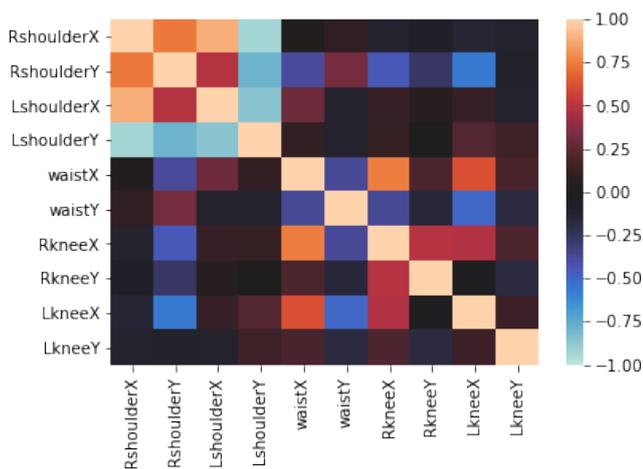


図 6 中級者の各部位の相関（背面）

表 2 中級者の腰と膝の相関（背面）

中級者	右膝X	右膝Y	左膝X	左膝Y
腰X	0.757184		0.61982	
腰Y		-0.14358		-0.166642

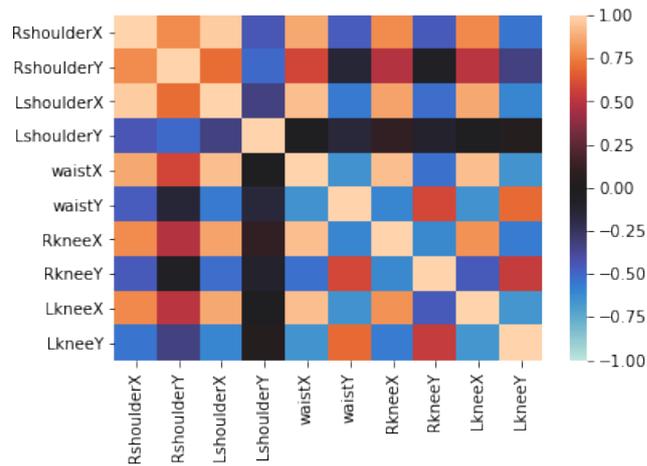


図 7 初級者の各部位の相関（背面）

表 3 初級者の腰と膝の相関（背面）

初級者	右膝X	右膝Y	左膝X	左膝Y
腰X	0.930561		0.931125	
腰Y		0.587727		0.695842

### 6.2.2 作業面に対する身体の部位の相関関係

まず上級者における作業面に対する技能動作の特徴として、多くの部位において 0.7 以上の強い正の相関が現れていることが判明した—（結果 7）。また、腰と膝の相関関係と肩と膝の相関関係に注目をする、腰の X 座標に対し、両膝の X 座標に 0.8 以上の強い相関が現れており、右肩と右膝の相関においても X 座標に強い相関が現れていることが判明した—（結果 8）。

次に中級者における作業面に対する技能動作の特徴として、作業面に対する各部位の相関に正の相関と負の相関が現れており -0.73~0.79 までの相関が確認できた。全体的には強い相関が現れる箇所は少なく、初級者や上級者に比べても相関が 0 に寄っていることが判明した—（結果 9）。また腰と膝の相関関係と肩と膝の相関関係に注目をする、腰の X 座標に対し両膝の X 座標に 0.6~0.8 程の正の相関が現れており、右肩と右膝の相関においても X 座標に 0.6 程の相関が現れていることが判明した—（結果 10）。

続いて初級者における作業面に対する技能動作の特徴として、各部位に正の相関と負の相関が現れており、-0.63~0.82 までの広い範囲で相関が現れていることが判明した。さらに中級者に比べても青色の箇所、つまり負の相関が現れている箇所が多いことも明らかになった—（結果 11）。また、腰と膝の相関関係と肩と

膝の相関関係に注目すると腰の X 座標に対し、両膝の X 座標に 0.3~0.7 程の正の相関が現れており、右肩と右膝の相関においても X 座標に 0.5 程の相関が現れていることがわかった— (結果 12)。

以上の特徴から、左官技能の初級者、中級者、上級者における技能の特徴をまとめる。まず上級者において、(結果 1)、(結果 7) の特徴より、上級者は身体全体が連動した動作をしている。続いて (結果 2) の特徴より、塗り動作において、利き手と反対側の足を一步踏み込むことで下半身の動作を安定させている。さらに (結果 8) の特徴より、塗り動作中に身体を大きく前後に動かしており、壁に対して体重を乗せた動作を行っている。

次に中級者において、(結果 3)、(結果 9) の特徴より、中級者は身体全体の連動性は見られないが、体のブレが少ない動作をしていることがわかる。さらに (結果 4) の特徴より、塗り動作において、上級者ほどではないが、利き手と反対側の足を一步踏み込むことで下半身の安定した動作を生み出している。さらに (結果 10) の特徴より、塗り動作中に上級者ほどではないが、身体を前後に動かして作業を行っており、壁に対して体重を乗せた動作を行っている。

最後に初級者において、(結果 5)、(結果 11) の特徴より、初級者は身体全体のブレが大きく、不安定な動作をしている。加えて (結果 6) の特徴より塗り動作を行う際の踏み込みが浅く、下半身の動作が安定していない。さらに (結果 12) の特徴より塗り動作中に上級者や中級者ほどではないが、壁に対して体重を乗せた動作を行っている。

### 6.2.3 習熟度判定の方法について

背面と側面の技能の分析結果から明らかになった技能の特徴をもとに、段階的な指標を用いて技能の評価をした。技能の特徴ごとに重みを付けた加点方法は表 7、表 8 のようになった。加点を行う項目として、以下の 2 つの項目を設けた。

#### 加点項目 1.

1 つの部位における他の部位の相関が正である。

$$r > 0$$

(r はある 1 つの部位の他の部位における相関の値)

#### 加点項目 2.

1 つの部位における相関係数の値が初級者<中級者<上級者となっている。

$$r_1 < r_2 < r_3$$

(r1, r2, r3 は同じ箇所における初級者、中級者、上級者の相関係数の値)

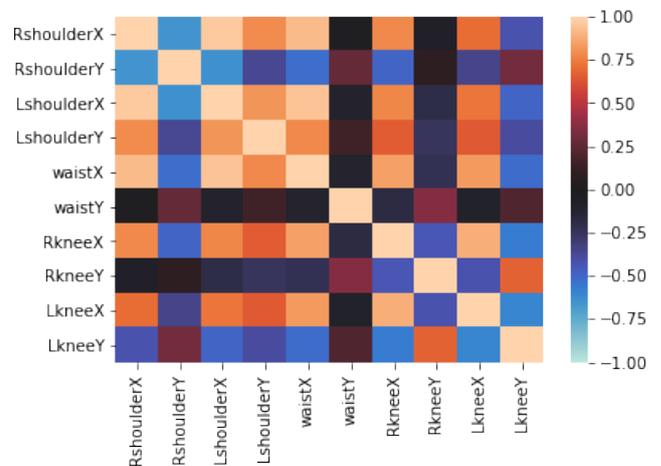


図 8 上級者の各部位の相関 (側面)

表 4 上級者の腰と膝の相関 (側面)

上級者	右肩X	右肩Y	右膝X	右膝Y
腰X	0.925516		0.849946	
腰Y		0.274404		0.360897

上級者	右膝X	右膝Y
右肩X	0.78154	
右肩Y		0.092634

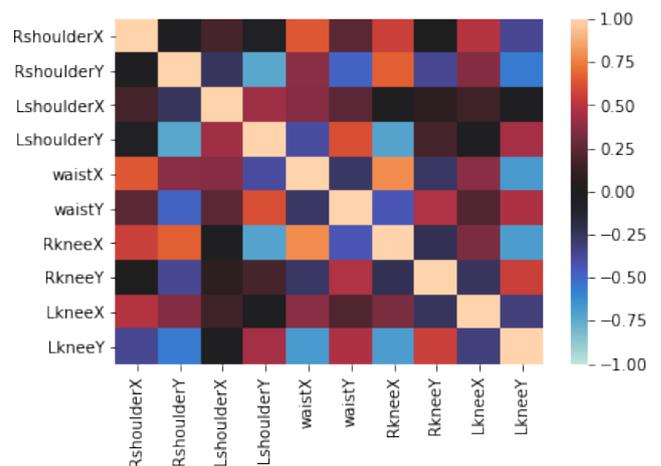


図 9 中級者の各部位の相関 (側面)

表 5 中級者の腰と膝の相関（側面）

中級者	右肩X	右肩Y	右膝X	右膝Y
腰X	0.641119		0.791851	
腰Y		-0.481835		0.481307

中級者	右膝X	右膝Y
右肩X	0.560318	
右肩Y		-0.366196

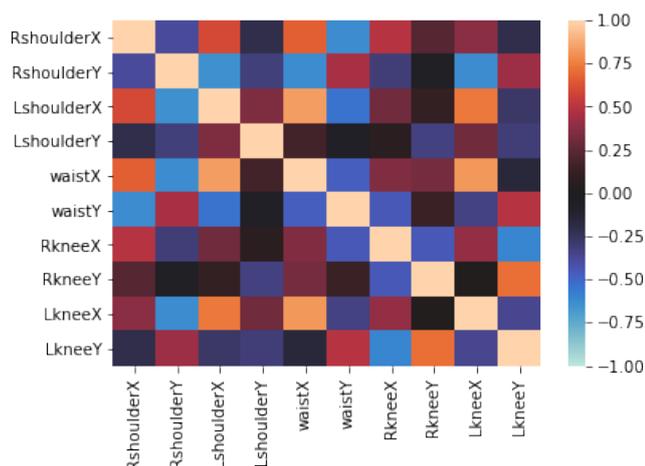


図 10 初級者の各部位の相関（側面）

表 6 初級者の腰と膝の相関（側面）

初級者	右肩X	右肩Y	右膝X	右膝Y
腰X	0.670477		0.357154	
腰Y		0.460056		0.138631

初級者	右膝X	右膝Y
右肩X	0.49277	
右肩Y		-0.059278

表 7 背面からの技能分析によるスコア表

条件（ボーナス条件）	Point（ボーナスPoint）
腰と両膝のXの段の相関が正	それぞれ+1
腰と両膝Yの段の相関が正	それぞれ+1
腰Xと右膝Xの相関が0.7以上	+1
腰Xと左膝Xの相関が0.7以上	+1
腰Yと右膝Yの相関が0.7以上	+1
腰Yと左膝Yの相関が0以下（-0.5以下）	+2（+1）

表 8 側面からの技能分析によるスコア表

条件（ボーナス条件）	Point（ボーナスPoint）
腰Xの段の相関が正	それぞれ+1
腰Xと右肩Xの相関が0.8以上	+2
腰Xと右膝Xの相関が0.7以上（0.8以上）	+2（+1）
右肩Xと右膝Xの相関が0.5以上（0.7以上）	+2（+1）

### 6.2.4 技能習熟度の判定結果

習熟度の判定方法に基づき、背面カメラからの初級者から上級者のまでの技能動作を比較し、習熟度判定の指標となるスコアを出力した結果、上級者は48点、中級者は37点、初級者は31点という採点結果が得られた。

側面カメラからの技能分析においても同様に、スコアを出力した結果と、上級者は14点、中級者は10点、初級者は7点という採点結果が得られた。

以上の結果より、総合的な習熟度を判定するためのスコアの指標は、上級者は62点、中級者は47点、初級者は38点となり、背面から技能を測定した結果と側面から技能を測定した結果の両方において、上級者、中級者、初級者の順でスコアが大きい結果となった。

表 9 技能者のレベルごとのスコア結果

	背面からの判定結果	側面からの判定結果	合計
上級者	48点	14点	62点
中級者	37点	10点	47点
初級者	31点	7点	38点

### 6.3 技能習熟度判定方法の考察

評価実験の結果から、背面と側面からの両方の分析結果において技能学習のレベルごとに現れる技能の差異を明らかにすることができ、非接触型マーカーを用いた技能動作の分析であっても技能における身体の各部位の相関関係を明らかにする方法は有用であると考えられる。よって各部位の相関関係を分析することが、技能の段階的な指標を明らかにする上で有効な方法であると言える可能性を示せた。

習熟度を判定する方法として、相関の値の差が技能者のレベルごとに顕著に現れている箇所を、左官技能を向上させるためのポイントとして与えるスコアに重みを付けた。また、相関の値による左官技能の習熟度の判定を行うことで、段階的な指標の提示と習熟度の判定が行える可能性を示せた。よって、非接触型マーカーを用いた骨格座標の分析により、学習者の技能動作が現在どのレベルにあるのかを判定し、習熟度を判定することができる可能性を示すことができた。

技能動作の採点結果ついて、習熟度判定結果の得点が職人の経験年数に伴って大きくなっているため判定

## 参 考 文 献

- (1) 川井翼：“建設技能者の技能習得に関する研究”，日本建築学会北陸 p.1(2019)
- (2) 高井由佳：“熟練職人の形式知を取り入れた京壁塗り習熟 e ラーニング教材の構築”，教育システム情報学会誌, Vol33, No.2 p84-93(2016)
- (3) 肥田竜馬：“建設技能者の技能習得に関する研究”，Human-Agent Interaction Symposium, p9(2017)
- (4) 藤白智也：“授業中の画像からの姿勢推定による集中度の評価”，一般社団法人人工知能学会第 34 回全国大会(2020)
- (5) 浅利恭美：“子どもの動作からの関心測定に向けたセンシングシステムの開発”，教育システム情報学会誌, JSiSE Research Report, Vol. 33, No. 5(2019)
- (6) 宗陽一郎, 江部宏典, 中村英夫：“技能継承活動支援システムの開発:溶接技能教育での試行導入” 導入” システム制御情報学会誌, Vol.52, No.4, pp.136-141(2008)
- (7) Nobuyasu Nakano:“Evaluation of 3D Markerless Motion Capture Accuracy Using Open-Pose With Multiple Video Cameras” Front Sports Act Living(2020).

方法についても妥当な結果を得られたと言える。これにより、左官技能の習熟度の目安となる、初級者、中級者、上級者それぞれのスコアの得点を得ることができた。よって、学習者が技能習熟度判定システムを利用するうえで、自身の習熟度を認識できる可能性を示せた。

## 7. 結論

本研究では、左官技能の学習者を対象に、技能教育を一人で行える技能継承支援システムの構築にむけた技能習熟度の判定を試みた。評価実験では、左官職人の初級者から上級者までの技能動作を、非接触型マーカーを用いた骨格検出技術により左官技能の習熟度を判定するための基準を設定し、左官技能における学習者の習熟度を段階的に評価できる可能性を示すことができた。

また、技能の分析において骨格検出技術を用いることで、学習者が特殊な機器を用いることなく、スマートフォンなどの身近にあるカメラのみを用いて技能学習を行える環境を構築できる可能性を示せた。これにより、技能の習熟度判定システムが建設業界を志望する若者や、建設業界に興味を持った人たちにとって利用しやすいシステムとなる可能性も示せた。

今後の展望として、技能習熟度判定システムを実際の技能学習に用いることで対象者を広げた本システムの有用性を検証する必要がある。さらに、今回の実験では技能者の身体の部位における連動性を中心に、技能の習熟度判定を試みたが、より精密に習熟度を判定するための方法として身体の部位の相関だけの判定でなく、技能動作の周期性や、塗り作業以外の動作も考慮する必要があると考えられる。よって、技能継承支援システムを構築する上では、対象者を広げた本研究の有用性の検証と、より細かな判定結果を出力する必要があると考えられる。

## 謝辞

本研究は JSPS 科研費 JP19K12270, JP18H03344 の助成を受けたものです。また、新日本建工株式会社との共同研究による。

# 訪問看護ステーションの新任看護師の臨床経験（強み）を 視覚化した人材育成ツールの検討

杉木佐知子<sup>\*1\*</sup>, 真嶋由貴恵<sup>\*2</sup>, 榎田聖子<sup>\*2</sup>, 中村裕美子<sup>\*3</sup>

<sup>\*1</sup> 大阪医科大学看護学部, <sup>\*2</sup> 大阪府立大学大学院人間社会システム科学研究科,

<sup>\*3</sup> 大阪府立大学看護システム先端技術研究所

## Examination of human resources development tools that visualization of clinical experience (strength) of new nurses at home-visit nursing stations

Sachiko Somaki<sup>\*1\*</sup>, Yukie Majima<sup>\*2</sup>, Seiko Masuda<sup>\*2</sup>, Yumiko Nakamura<sup>\*3</sup>

<sup>\*1</sup> Faculty of nursing, Osaka Medical College, <sup>\*2</sup> Graduate School of Humanities and Sustainable System Sciences, Osaka Prefecture University, <sup>\*4</sup> Research Institute for Advanced Nursing Technology, Osaka Prefecture University

臨床経験を有し初めて訪問看護ステーションに就労する「新任看護師」の教育のための、Slack と Google スプレッドシートを活用した人材育成ツールの検討を行った。臨床経験で習得済のスキル（知識・技術・態度）の情報を新任看護師と教育担当者が共有することで、新任期に不足しているスキルを明確化させて学習設計する。新たに習得したスキルはイラスト上に表示する事で、新任看護師の強みと成長を把握することが可能になると考える。

キーワード: 人材育成ツール, 訪問看護ステーション, 新任看護師, 強み, 視覚化

### 1. はじめに

#### 1.1 訪問看護ステーションと訪問看護師の数

我が国の 65 歳以上人口は増加し続け、2018 年の統計では 65 歳以上人口が 28.1% となり、0~14 歳人口（12.2%）の 2.3 倍に膨らんでいる<sup>(1)</sup>。今後、さらに増加し、2040 年頃にピークを迎えると試算されており、地域包括ケアシステムの構築を中心とした在宅医療・介護サービスの充実が求められている<sup>(2)</sup>。

このような背景から、地域の在宅医療を支える訪問看護ステーション（以下、ステーション）数は、2010 年の 5731 ヶ所から年々増加し続け、2020 年には 11,931 ヶ所に達している<sup>(3)</sup>。それに伴い、就労する訪問看護師数も増加し、2019 年の調査では、新規採用を行ったステーションは 66.4% にのぼる。一方で、退職のあったステーションは 51.3% と高く、1 ヶ所あたりの平均採用

者数は 2.22 人、平均退職者数は 1.18 人という実態<sup>(4)</sup>から、定着が難しいことが伺える。また、ステーションの規模は、常勤換算看護職員数 5 人以下のステーションが約 7 割を占める<sup>(7)</sup>。

#### 1.2 新規採用訪問看護師の特徴

新規採用者の大半は、臨床経験を有し初めてステーションに就職する新任看護師（以下、新任看護師）であり、入職時の状況は個々に異なる。また、訪問看護の場では、一人で訪問し、その場に応じた臨機応変な対応を任せられる環境であるが、病院では、いつでもスタッフと連携や相談ができ、薬剤や医療機器が揃っている環境であることからギャップが大きい。さらに、介護保険を中心とした各種保険制度や提供できるサービスの知識、地域の多職種との連携や介護者との調整も求められ、ステーションに初めて入職する際の戸惑

いは大きいことが予測される。

### 1.3 新規採用訪問看護師の教育

近年、訪問看護師の人材不足解消のため、新卒新人看護師の育成の取り組みがなされ、教育プログラムは出版や Web 上に公開されている。しかし、育成には 2～3 年を要し、即戦力になるまでに時間と費用がかかり、採用数は極めて少ない。

一方、臨床経験を有する新任看護師に特化した教育プログラムが少なく、新任看護師の一人ひとりの個別性に合わせて、どこからどのように教育を行うかは示されていない。実態では、新規採用時の研修日数は 5 日未満、同行訪問回数は 5 回未満と極めて少ない<sup>(5)</sup>。そのため、新規採用看護師は即戦力として期待され、十分な教育を受けないまま一人訪問している可能性が高い。

## 2. 研究目的

新任看護師のひとり一人の個別性に合わせた教育は、ICT を有効活用し、時間や場所を特定せずに効率よく情報を共有しながら進めていく必要があると考える。しかし、ICT を活用した看護師の教育プログラムの取り組みに関する研究は、国内外でも少なく、1 項目の特定の疾患や技術に関する学習が大半であり、対象者に必要なスキル全体を学習するための人材育成を行ったものは見当たらない。

そのため、本研究では、訪問看護ステーションの新任看護師の臨床経験（強み）を視覚化した人材育成ツールの開発に向けて、内容を検討する。

## 3. 用語の操作的定義

本研究における言葉の定義は下記の通りに設定した。  
[新任看護師]: 臨床経験を有し初めてステーションに就職する看護師

[臨床経験（強み）]: ステーションへの就労以前に、看護師としての経験で習得しているスキル（知識・技術・態度）

## 4. 人材育成ツールの設計方法

### 4.1 学習すべき項目の明確化

新任看護師が学習すべき項目の目標と目標達成に対して必要とされるスキルは、あらかじめデータベースにセットし、新任看護師の設定目標の条件に合うスキルだけを自動で表示させるようにする。

訪問看護師が学習すべきスキルの抽出は、国内で出版されている新卒・新任看護師育成プログラムから、目標や習得内容<sup>(6)(8)(9)(10)</sup>を参考に抽出し、成人学習者の教育目的として獲得する必要があるとされる、知識・技術・態度<sup>(11)</sup>に振り分けて作成した。求められるスキルは、訪問看護師の基本的能力 7 項目と専門的能力 11 項目に分け、全 18 の目標の内、知識 52 項目・技術 77 項目・態度 33 項目の内容で構成した（表 1）。

### 4.2 ユビキタスな学習環境の設定

新任看護師の教育担当者は、Slack を使用し情報共有を行う。Slack とは、チャンネル内でチームメンバーがメッセージを送信しあい、ファイルを共有できるコミュニケーションツールである。

チャンネルは新任看護師と教育担当者、ステーションのスタッフ全体の 2 つの環境を設定する。

新任看護師は、Slack 内で教育担当者や指導を直接受けるスタッフとコミュニケーションを図りながら、学習を進めていく。

学習は、Google スプレッドシートを活用し、臨床経験で習得しているスキル（図中①）と訪問看護師に求められるスキル（図中②）のギャップを新任看護師と教育担当者が双方で確認しながら、弱みと強みを視覚化させて学習設計を行い（表 2）、実施の評価はイラストで視覚的に把握できるようにする（図 2）。

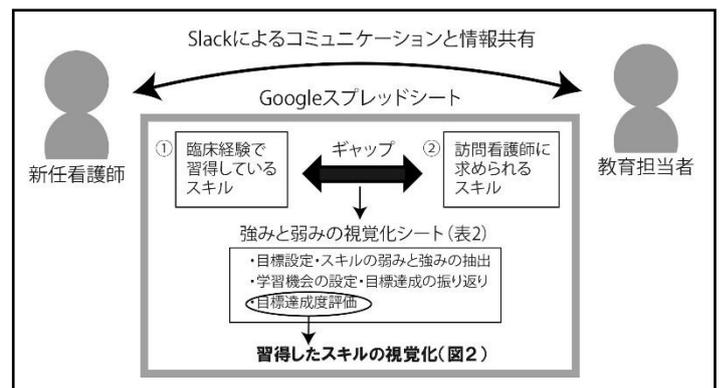


図1 人材育成ツールの概要

表 1 訪問看護師に求められるスキルの例(一部抜粋)

	目標	知識	☑	技術	☑	態度	☑						
訪問看護師の基本的能力	訪問看護ステーションの一員として働くことができる	就業上のルール	<input type="checkbox"/>			就業上のルールを守る	<input checked="" type="checkbox"/>						
		訪問看護の目的・サービス内容	<input type="checkbox"/>			事業所の理念や活動目標に沿った対応をする	<input checked="" type="checkbox"/>						
		事業所の理念の理解	<input type="checkbox"/>			同僚・管理者との円滑なコミュニケーションをとる	<input checked="" type="checkbox"/>						
		基本的な医療保険、介護保険の制度の仕組み	<input type="checkbox"/>			日々の看護活動について、同僚・管理者に常に報告・連絡・相談する	<input checked="" type="checkbox"/>						
		訪問看護の報酬体系、利用者負担についての理解	<input type="checkbox"/>			一人で判断が困難な問題に対して、同僚・管理者に速やかに相談する	<input checked="" type="checkbox"/>						
		地域の交通機関の利用方法、道路事情、訪問先の目印などを把握	<input type="checkbox"/>			利用者・家族の問題に気付いた場合には、同僚・管理者に速やかに相談する	<input checked="" type="checkbox"/>						
		訪問看護ステーション内の必要物品・補充方法理解	<input type="checkbox"/>			訪問看護ステーション内の必要物品の準備と補充	<input type="checkbox"/>						
		災害時対応マニュアルを理解	<input type="checkbox"/>			災害発生時は指示に従い適切に行動する	<input type="checkbox"/>						
訪問看護師としてふさわしい態度・姿勢をとることができる				コミュニケーションを通して、利用者・家族との良好な関係をつくる	<input checked="" type="checkbox"/>	その場にふさわしい態度で挨拶する	<input checked="" type="checkbox"/>						
						礼儀正しい態度や言葉遣いで家族・利用者に対応する	<input checked="" type="checkbox"/>						
						来客・電話に適切に対応する	<input checked="" type="checkbox"/>						
						訪問予定時間通りに訪問する	<input type="checkbox"/>						
						知識・技術・態度などの不足を補うために自己学習する	<input type="checkbox"/>						
						日頃の学歴管理に努める	<input checked="" type="checkbox"/>						
						訪問看護師の専門的能力	在宅療養者に合わせた与薬を行うことができる	与薬に関する知識	<input checked="" type="checkbox"/>	座薬挿入	<input checked="" type="checkbox"/>	座薬挿入や注射による苦痛への理解・声かけ	<input checked="" type="checkbox"/>
								輸液ポンプの準備と管理	<input checked="" type="checkbox"/>	注射（皮下・皮内・静脈・筋肉）、点滴実施	<input checked="" type="checkbox"/>	座薬挿入時のプライバシーへの配慮	<input checked="" type="checkbox"/>
中心静脈注射の管理	<input checked="" type="checkbox"/>	輸液ポンプ・シリンジポンプの使用・管理	<input checked="" type="checkbox"/>										
抗生物質の用法と副作用	<input checked="" type="checkbox"/>		アナフィラキシーショック等の副作用観察	<input checked="" type="checkbox"/>	副作用に対する対応			<input checked="" type="checkbox"/>					
インシュリン製剤の種類・用法・副作用の観察	<input checked="" type="checkbox"/>	血糖測定	<input checked="" type="checkbox"/>	低血糖・高血糖症状				<input checked="" type="checkbox"/>					
低血糖・高血糖症状	<input checked="" type="checkbox"/>	血糖コントロール	<input checked="" type="checkbox"/>		麻薬の主作用・副作用			<input type="checkbox"/>					
麻薬の主作用・副作用	<input type="checkbox"/>	疼痛コントロール	<input type="checkbox"/>	特殊薬剤の管理（毒薬・劇薬・麻薬・血液製剤）	<input type="checkbox"/>								

### 4.3 学習方法と強みと弱みの視覚化

新任看護師は、教育担当者と共に、学習時のステーションの利用者（患者の看護内容）を考慮しながら、目標を選択する。目標は、新任看護師が学習すべき18項目の目標から選択し、目標達成に対して必要とされるスキルの中から、臨床経験により既に習得しているスキルをチェックし記録することで、逆に不足しているスキル（弱み）のみを自動で抽出させ視覚化する（表2）。また、新任看護師は、不足しているスキル（弱み）を習得するために、これまでの経験から活かすことのできる（強み）をシートに記載し内省する。次いでその情報を参考に、教育担当者が学習を設計する（表2）。

新任看護師は、主に教育担当者や他のスタッフとのOn-the-Job Training(OJT)を中心とした同行訪問により学習を進める。指導時は、新任看護師の経験上の強みを確認しながら、訪問看護の実践の場でできるだけその強みを活かせるように支援する。

新任看護師は、学習の振り返りを行い、習得できたスキルをチェックする。また、目標に対する振り返り

を記述し、目標の達成度は5段階で、目標の達成に活かすことができた自分の経験は%で、それぞれ自己評価により表記する（表2）。

新任看護師が習得したスキルは、Excelの拡張機能アプリケーションであるE2D3(Excel to D3.js)を、JavaScriptによりテンプレートを作成し使用することで、イラストで視覚化させる（図2）。E2D3は、Microsoft Office Excelのスプレッドシート上のデータを可視化することができるアプリケーションである。

図2は、訪問看護の実践の習得状況を木に見立てており、学習した知識・技術・態度は、葉のイラスト上で異なる色で表示する。訪問看護師の基本的能力は土の上に葉を配置し、色は茶色ベースとする。専門的能力は木の上に葉を配置し、色は緑色ベースとする。また、葉の大きさは、目標達成評価の5段階に合わせてサイズを変えて表示する。この目標達成に生かした経験スキルは、実（赤色）のイラストで表示し、目標達成に活かすことができた自己評価（%）に合わせて、サイズを変えて表示する。

表 2 強みと弱みの視覚化シート(記入例)

目標：在宅療養者に合わせた与薬を行うことができる								
弱み：不足しているスキル				強み：経験から活かすことができるスキル				
知識	<input checked="" type="checkbox"/>	技術	<input checked="" type="checkbox"/>	態度	<input checked="" type="checkbox"/>	知識	技術	態度
麻薬の副作用・副作用	<input checked="" type="checkbox"/>	疼痛コントロール	<input checked="" type="checkbox"/>			・整形外科の手術後の疼痛コントロールで、硬膜外麻酔を使用した患者を看護したことがある		
		特殊薬剤の管理(毒薬・劇薬・麻薬・血液製剤)	<input type="checkbox"/>			・手術後の患者に輸血とアルブミン製剤の投与を行ったことがある		・痛みのスケールでフェイス・フェイススケールで評価してことがある
学習機会								
1. 緩和療法を行うAさんの同行訪問 2. 麻薬の種類・副作用・取り扱いについての研修(動画視聴)								
目標達成の振り返り(臨床での強みはどのように活かすことができるかを中心に記述する)								
指導者と同行訪問を行い、Aさんの、吸収型貼付剤(デュロテップパッチ)1枚/日とオキノーム(レスキュードーズ)での疼痛コントロールや薬剤の取り扱い方法について学んだ。Aさんは、副作用として、便秘と眠気があり、副作用としての排便コントロールの大切さを学んだ。眠気に関しては、適宜かかりつけ医に連絡をとり、往診時にオキノームの使用頻度と量の調整を行ってもらった。その際に、臨床経験で使用したことのあるフェイスシートを取り入れて痛みの評価を行ったことは有効であったと考える。在宅における緩和ケアは常にかかりつけ医との連携が必要であるため、共通の評価方法を今後も取り入れていく必要があると感じた。また、モニターを随時装着していないことから、看護師の訪問時以外の状況の変化については、家族に、起こりうる症状とどんな時に連絡を入れてもらうかをわかりやすく伝えることが必要であることを学んだ。オピオイドだけでは鎮痛できない症例に関し、在宅でも、皮下埋込式のCVポートを使用して硬膜外麻酔を使用し疼痛コントロールを図る例があることを知り、今後、そのような場面があれば、臨床での使用経験を活かすことができるのではないかと考える。								
【この目標の達成度評価(5段階評価)】				★★★★☆		指導者	管理者	
【この目標の達成に活かすことができた自分の経験(%)】				15%				
【評価理由】 今回は、血液製剤を扱っていないこと、常に指導者との同行訪問で助言を受けながら実施したことから、達成度は3段階といえる。目標達成に痛みの評価スケールを生かすことができた。								

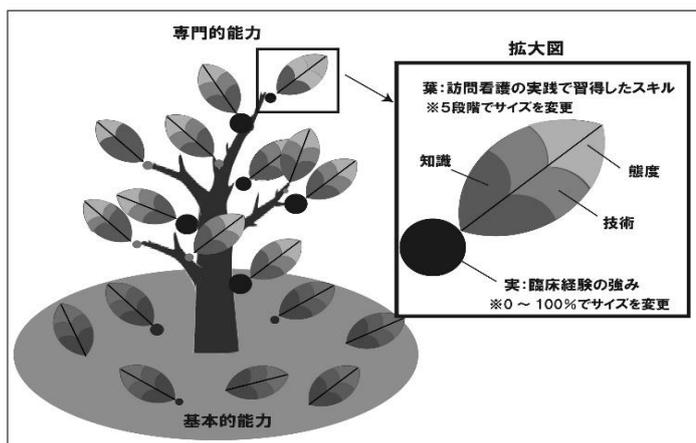


図2 習得したスキルの視覚化

## 5. 人材育成ツールの使用で期待される効果

イラストへの表示は、目標到達評価を行う毎に反映する。視覚的に学習の進捗状況が確認できるようにすることで、新任看護師と教育担当者が、適宜 Slack を利用してコミュニケーションを図ったり、面談を取り入れたり、学習設計の見直しを行うきっかけとなり、教育の充実が期待できる。また、イラストの木が、たくさんの葉と実を付け、視覚的に新任看護師が習得したスキルと活かすことのできた経験スキルを確認することが可能になることで、新任看護師の自己効力感を高める効果が期待できる。

新任看護師の教育の充実、職業と自己との一体感である職業的アイデンティティの向上と関連する<sup>(7)</sup>こと

からも、このツールの使用により新任看護師の教育を充実させることができれば、就労継続につながることを期待できると考える。

また、新任看護師の臨床経験の強みをステーションのスタッフと共有することができれば、スタッフが、新任看護師の強みを活かせる場面で協力をあおぐことができ、ステーション全体の看護の質の向上を高め、ステーションの強みに繋がっていく可能性があると考えられる。

## 6. まとめ

本研究では、新任看護師の臨床経験(強み)を視覚化した人材育成ツールの開発に向けて内容の検討を行った。その結果、不足しているスキルを習得するために臨床経験から活かすことができるスキルを取り入れた学習設計を行い、目標達成評価結果を木に茂る葉のイラストで視覚化させることで本研究の目的を実現することができる可能性が高い。

今後は、新任看護師用と教育担当者用の画面を作成する予定である。それぞれの立場にとって必要な情報を整理して表示できるようにプログラムし、データは、イラストと連動させ、リアルタイムに視覚化できるようにシステムを開発する予定である。

## 参考文献

- (1) 総務省統計局ホームページ：“平成 31 年統計トピックス”，<https://www.stat.go.jp/data/topics/topi1191.html>（2021 年 2 月 4 日確認）
- (2) 厚生労働省ホームページ：“2040 年を見据えた社会保障の将来見通し”，<https://www.mhlw.go.jp/file/06-Seisakujouhou-12600000-Seisakutoukatsukan/0000207398.pdf>（2021 年 2 月 4 日確認）
- (3) 一般社団法人全国訪問看護事業協会：“訪問看護ステーション基本情報”，<https://www.zenhokan.or.jp/new/topic/basic/>，(2021 年 2 月 2 日確認)
- (4) 大阪府ホームページ：“平成 30 年度大阪府訪問看護ステーション事態調査報告書”，<http://www.pref.osaka.lg.jp/attach/24770/00336184/houkokusyo.pdf>（2021 年 2 月 4 日確認）
- (5) 日本看護協会ホームページ：“平成 28 年地域における訪問看護人材の確保・育成・活用策に関する調査研究事業報告書”，<https://www.nurse.or.jp/home/publication/pdf/report/2016/houmonkangojinzai.pdf>（2021 年 2 月 4 日確認）。
- (6) 公益財団法人日本訪問看護財団：“平成 28 年度訪問看護人材育成教育カリキュラムに関する検討委員会報告書訪問看護人材養成基礎カリキュラム”，<https://www.jvnf.or.jp/home/wp-content/uploads/2017/05/kisokarikyuramu.pdf>（2021 年 2 月 15 日確認）
- (7) 柚木佐知子,中村裕美子：“訪問看護ステーションにおける新任看護師の教育ニーズと職業的アイデンティティの関連とその要因”，日本在宅看護学会誌 Vol.9, No.2 採択済み（2021）
- (8) 東京都福祉保健局：“訪問看護 OJT マニュアル”，<http://www.fukushihoken.metro.tokyo.lg.jp/kourei/hoken/houkan/ojtmanyual.html>（2021 年 2 月 15 日確認）
- (9) 熊本県健康福祉部長寿社会局：“熊本県版新卒訪問看護師のための教育プログラム”，<https://www.pref.kumamoto.jp/uploaded/attachment/7117.pdf>（2021 年 2 月 15 日確認）
- (10) 公益社団法人 埼玉県看護協会：“新卒者等訪問看護師育成プログラム”，[https://www.sai-houkan.com/wp-content/uploads/2017/11/training\\_program.pdf](https://www.sai-houkan.com/wp-content/uploads/2017/11/training_program.pdf)（2021 年 2 月 15 日確認）
- (11) Atwood, H.M. & Ellis, J. : “The Concept of Need: An Analysis for Adult Education, Adult Leadership” (1971)



# 「ICT を活用した看護教育プログラムのプラットフォーム構築」

小池武嗣

聖隷クリストファー大学看護学部

## Report on Development of A Platform for Nursing Education Programs Utilizing ICT

Takeshi KOIKE  
Seirei Christopher University

This research is to develop a platform for nursing education programs that utilize ICT technology. In order to examine how to build a platform for creating a nursing education program using ICT equipment, we considered the actual production process, necessary procedures and related items, and the creation of related organizations. This report has become a meaningful basic material for building a platform for nursing education programs that utilize ICT equipment in the future.

キーワード:看護教育、オンラインコンテンツ、バーチャルリアリティ、プラットフォーム

### 1. はじめに

現在、看護系学校で活用されているオンライン教材は、基本的に看護教育系の業者から購入したものがほとんどであり、各学校で、その事例や環境に合わせた、手作り(内製)のオンライン教材を開発及び制作する体制はまだ整っていない。

日本において、デジタル系の教材、いわゆる ICT を活用した看護教育プログラムやオンラインコンテンツが、欧米に比べると、圧倒的に不足しており、今回、コロナ禍となったことで、その状況が顕在化され、その必要性を再認識することとなった。

そのような背景のある、新しい看護教育プログラムやオンラインコンテンツの今後の課題について、実際の開発や制作を行いながら、その過程を調査するとともに、今後の ICT を活用した看護教育プログラムの発展に必要なプラットフォームの構築について研究を進めていった。

新しい映像技術や ICT は年々、高性能化および利便化されてきており、様々な分野での活用が期待されている。特に医療系の養成学校では、より効果的な技術習得などのため、次々と新しい映像技術や ICT の活用が行われてきている。

本研究は、ICT 技術を活用した看護教育プログラムに関するプラットフォームを開発していくための基礎的研究である。ICT 機器を活用した看護教育プ

ログラムの作成に関するプラットフォームの構築方法を検討するために、実際の制作過程を考察し、必要な手順や関連物品、そしてそれに関わるづくりについて、検討を行った。

今後、看護の教育現場において、新しい映像技術や ICT の活用は、必要不可欠であり、新しい看護教育プログラムが、より有意義な教育方法のひとつとして、選択されるのではないかと考えている。

筆者はすでに ICT を活用した看護教育プログラムの開発に着手しており(写真 1)、いくつかの実証実験も行っている。今回の報告により、看護教育の関わる教員だけでなく、様々な教育機関の関係者との情報共有も可能となるため、ICT を活用した看護教育プログラムのプラットフォーム構築をより現実的なものにできるように努めていきたい。



写真1 ICT を活用した看護教育プログラムの例

## 2. 研究方法

まず、ICT を活用した看護教育プログラムの開発時におけるプロセスを、プログラムの内容に応じた再検討を行った。看護教育プログラムの開発する段階における判断材料または制作における必要備品、環境などを評価した。

そして、ICT を活用した看護教育プログラムの開発におけるプラットフォームの構築のため、プログラムの種類および開発プロセスおよびレイアウトを検証した。同時にプログラム開発において重要なファクターである「予算」「技術」「時間」による分析を行った。次に ICT を活用した看護教育プログラムの開発におけるプラットフォームに必要な関連要素を検討した。

ここまでの検証で明らかになった結果をもと、ICT を活用した看護教育プログラムの開発におけるプラットフォームの最終的なイメージを明らかにした。

## 3. 研究結果

ICT を活用した看護教育プログラムの開発時におけるプロセスを (図 1) のようにまとめた。



図 1 ICT 看護教育プログラムの開発プロセス

ICT を活用した看護教育プログラムの開発におけるプラットフォームの構築のため、プログラムの種類およびレイアウトを検証した結果、(図 2)および(図 3)のようにまとめることができた。

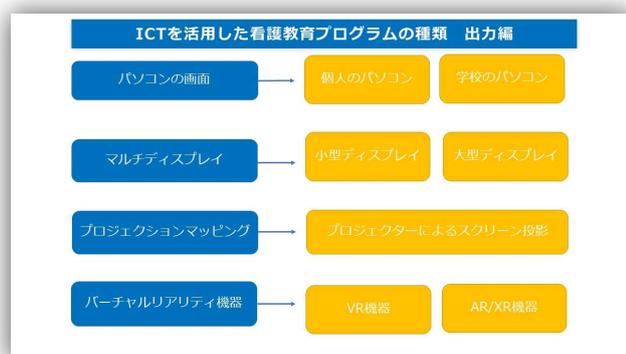


図 2 ICT 看護教育プログラムの分類



図 3 ICT 看護教育プログラムのレイアウト

プログラム開発において重要なファクターである「予算」「技術」「時間」による分析を行った結果、(図 4)のようにまとめることができた。

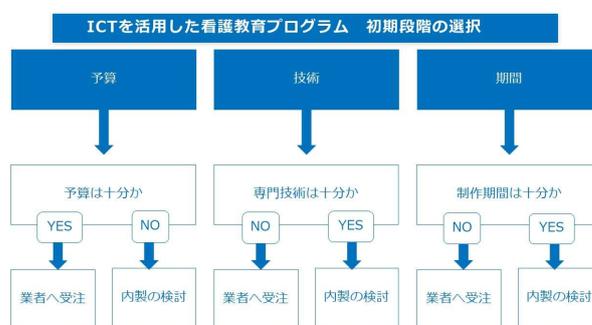


図 4 ICT 看護教育プログラムのファクター

ICT を活用した看護教育プログラムの開発におけるプラットフォームに必要な関連要素を検討した結果、(図 5) のように、1～6のステップで表現することで、プラットフォームの素案をまとめることができた。



図 5 ICT 看護教育プログラムのプラットフォーム案

ここまでの結果を統合して、ICT を活用した看護教育プログラムの開発におけるプラットフォーム最終的なイメージを (図 6) および (図 7) のよう

に明らかにした。

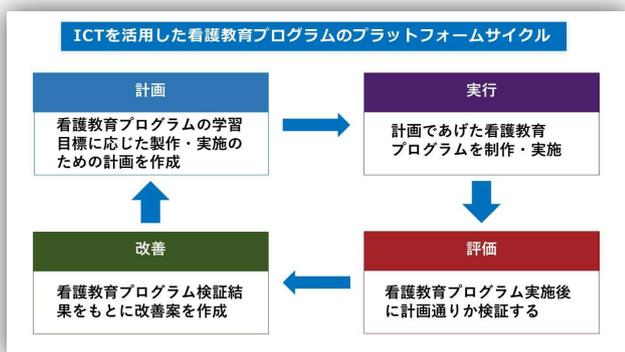


図6 ICT看護教育プログラムのプラットフォームサイクル

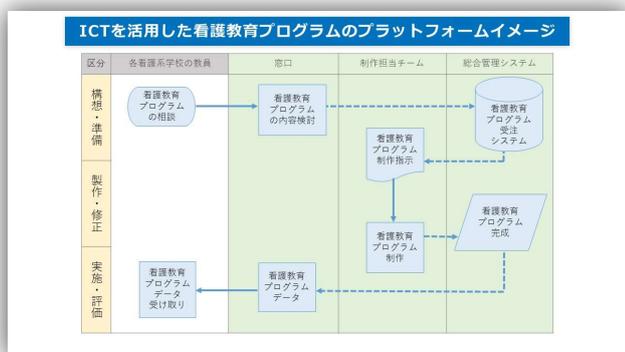


図7 ICT看護教育プログラムのプラットフォーム最終イメージ

#### 4. 考察

ICTを活用した看護教育プログラムの開発時におけるプロセスを(図1)のようにまとめた結果より、関連する映像表現とともに、事例検討から、事例の編集、そして事例の評価という一連の流れがあり、それぞれの段階でのコーディネートが必要であることが分かった。このプロセスを軸に、ICTを活用した看護教育プログラムの開発におけるプラットフォームの構築を検討する必要があることも分かった。

次にICTを活用した看護教育プログラムの開発におけるプラットフォームの構築のため、プログラムの種類およびレイアウトを検証した結果である(図2)および(図3)より、様々な状況下で、多種多様な映像表現が可能であり、学生のパソコン環境および学校の設備の状況、そして、それぞれの学習目的に応じて、プログラムの内容を決めていく必要があることが明らかになった。

そして、プログラム開発において重要なファクターである「予算」「技術」「時間」による分析を行った結果、(図4)のようにまとめることができたが、実はこのファクターが一番やっかいであり、多くの看護

系学校の教員は、この3つのファクターに敏感であることは、筆者も身をもって経験している。

「予算」に関しては、教材などに使用できる予算に余裕がある場合は、もう迷うことなく、大手の医療系業者に相談して、ICTを活用した看護教育プログラムの開発を丸投げしてもよいかもしれない。というも、2番目のファクターである「技術」に関して、もし、内製でプログラムを開発していく場合、学校にICT関連の専門知識を持つ教員、具体的には、コンピューターグラフィックスなどの映像製作や、バーチャルリアリティ機器などの操作ができるレベルの教員が必要であり、その条件を満たす学校は少ないと思われるからである。

「時間」もプログラム開発においては、大切なファクターであり、今回、急遽、コロナ禍となり、もう少し時間があれば…という後悔を筆者は強く感じた。

以上のことにより、「予算」もなく、「技術」もない看護系学校は、内製によるプログラム開発が困難なため、ほかの看護系学校に頼らざるを得ない。しかし、現実的には、頼れるような看護系学校もなく、今回のようなコロナ禍において、既存の教材で何とかしのいで、あきらめてしまっている教員も多いことだろう。

本研究の趣旨は、そういった看護系学校でも、プログラム開発のためのプラットフォームを活用することで、共同開発を行うことができるようになる環境を整えることである。そうすることで、一部分を内製できたり、すでに存在するICTを活用した看護教育プログラムを学校ごとにアレンジして共有していくことができるようになるだろう。

では具体的に、どのようなプラットフォームが必要なのかを述べる。ICTを活用した看護教育プログラムの開発におけるプラットフォームに必要な関連要素を検討した結果、(図5)のように、1~6のステップで表現することで、プラットフォームの段階的な状態が明らかになった。どの段階でのプラットフォームが必要であるのかを判断する場合、この1~6のステップによる区分が役に立つと思われる。

ここまでの結果を統合して、ICTを活用した看護教育プログラムの開発におけるプラットフォーム最終的なイメージを(図6)および(図7)のように明らかにしたが、これは、プログラムを開発して、それで終わりということではなく、開発→実施→評価→修正というサイクルにより、ここでもベースとなるプログラム開発のためのプラットフォームの存在が重要となってくるだろうということを示している。同じプラットフォームという環境下での、開発および実施、評価そして修正というサイクルが、次のICTを活用した看護教育プログラムの開発につながって

いくものと思われる。

最後に ICT を活用した看護教育プログラムの開発におけるプラットフォームイメージが明らかになったことで、どのような指示系統および関連する組織が必要であるかを表現することができた。ICT を活用した看護教育プログラムの開発を必要とする教員は、構想および準備段階で、プラットフォームにアクセスを行い、プラットフォームの組織と協同で、プログラムの製作・修正を行っていくことになる。もちろん、状況に合わせて、プラットフォームに開発を任せたり、プラットフォーム内の専門家チームからアドバイスをもらいながら、ICT を活用した看護教育プログラムの開発を行うこともできる仕組みが理想である。課題としては、どのような機関あるいは学校が、このようなプラットフォームの役割を担うことができるのかという部分であるが、筆者を中心とした、ICT を活用した看護教育プログラムの開発チームを設立して、そのチームを母体として、プラットフォーム化ができるかどうか、現在、検討を進めている段階にあるため、今回のような研究を継続しながら、具体的に実現していけるように努めていきたいと考えている。

ICT を活用した看護教育プログラムは、使用用途、使用人数によっても様々な調整が必要である。海外に比べ、日本における ICT を活用した看護教育プログラムの種類もまだ不十分であるため、様々な専門家との連携をはかり、より効果的に ICT を活用した看護教育プログラムの充実を急ぐ必要があるだろう。

現在の ICT を活用した看護教育プログラムは、とてもリアリティ（現実感）があるため、それを用いた教育は、実際の現場での看護の質の向上にどのくらい影響があるのかについては、引き続き ICT を活用した看護教育プログラムの開発とともに調査を行っていく予定である。

現在、筆者は、実際の経験が重要とされている、病院などの現場での実習コンテンツを、ICT を活用した看護教育プログラムの目玉として、開発を進めている。ICT を活用して、どのように、実習などのリアリティを表現していけるのか、そして、その ICT を活用した看護教育プログラムの教育効果の検証も同時に行っていく必要があるだろう。

現在、コロナ禍において、オンライン演習や、シミュレーションや新しい映像技術や ICT を活用した教育方法のニーズは高まっており、すぐに実践で活用できるような看護教育プログラムの誕生が望まれているため、ICT を活用した看護教育プログラムの開発を行っていくとともに、たくさんの看護系学校の教員との連携をはかり、学校の垣根を越えた、皆で共有できる新しい教材作成のためのプラットフォームを実現しながら、ICT を活用した看護教育プロ

グラムに関する研究を継続していく予定である。今回の報告は、それらの研究活動をさらに推し進めていくための基礎資料となった。

#### 参考文献

- [1] Valerie Swigart, Zhan Liang  
Digital resources for nursing education: Open courseware and massive open online courses.  
International Journal of Nursing Sciences  
Volume3, Issue3, September 2016, Pages 307-313
- [2] Jody A. Wozar, Paul C. Worona  
The use of online information resources by nurses. J Med Libr Assoc. 2003 Apr;91(2):216-221.
- [3] Chang-Yen LIAO; Wen-I LIU  
Current Status and Prospects for Information Communication Technology (ICT) in Allied Health Education.  
Journal of Nursing (J NURS (ROC)), Oct2020; 67(5): 6-11. (6p)
- [3] Petit dit Dariel, Odessa J.; Raby, Thibaud; Ravaut, Rothan-Tondeur, Monique  
Developing the Serious Games potential in nursing education.  
Nurse Education Today (NURSE EDUC TODAY), Dec2013; 33(12): 1569-1575. (7p)
- [4] Liaw, Sok Ying; Wu, Ling Ting; Soh, Shawn Leng Hsien; Ringsted, Charlotte; Lau, Tang Ching; Lim, Wee Shiong;  
Virtual Reality Simulation in Interprofessional Round Training for Health Care Students: A Qualitative Evaluation  
Study, Clinical Simulation in Nursing Aug2020; 45: 42-46.

# 総括的評価につながる学習評価の可視化と 主体的な学習行動に関する考察

近藤伸彦<sup>\*1</sup>, 畠中利治<sup>\*2</sup>, 松田岳士<sup>\*1</sup>

<sup>\*1</sup> 東京都立大学, <sup>\*2</sup> 福知山公立大学

## A Study on Visualization of Learning Assessment leading to Summative Evaluation and Active Learning Behavior

Nobuhiko Kondo<sup>\*1</sup>, Toshiharu Hatanaka<sup>\*2</sup>, Takeshi Matsuda<sup>\*1</sup>

<sup>\*1</sup> Tokyo Metropolitan University, <sup>\*2</sup> The University of Fukuchiyama

In this study, we analyze how the visualization and sharing of learning assessments affect active learning behaviors based on the author's classroom practice. In particular, we focus on the visualization and sharing of the assessment of learning behavior and learning outcomes that directly lead to the summative evaluation of the class. In this study, we designed and implemented a class based on a system in which all students' evaluations can be always checked online. In this paper, we analyze the effects of visualization and sharing on learning behavior based on the various types of data.

キーワード: 主体的学び, 学習評価, 総括的評価, 評価の可視化と共有, 自己調整学習

### 1. はじめに

平成 29・30 年改訂の新学習指導要領において「主体的・対話的で深い学び」が重視され、「主体的に学習に取り組む態度」の測定・評価が求められていること、また高大接続改革においても「主体性」の評価が注目されていることなど、「主体性」や「主体的学び」に対する関心が高まっている<sup>(1)</sup>。とくに、主体的に学ぶ学習者を育成するという観点から、自己調整学習の重要性があらためて認識され、この能力を涵養する教育のしくみが初等中等教育から高等教育までさまざまなレベルで求められているといえる。

一方、サイバー・フィジカルを高度に融合させたシステムにより課題解決や価値創造を行う Society 5.0 の構想が第 5 期科学技術基本計画により提唱されている<sup>(2)</sup>。教育や学習の領域においても、昨今は教育ビッグデータに基づく分析を人間にフィードバックし効果的な学習を促進するラーニングアナリティクスが盛んに研究されている。またこれに関連して、感染症対策

としての必要性にも駆動されるかたちで、オンライン学習に対する関心と需要、およびその質の向上が急速に求められるようになってきている。他の学習者のようすを物理的に知ることができないオンライン学習では、学習行動や学習成果に対する適切なフィードバックを行うことで、学習へのモチベーションを維持し効果的な学習を継続させることが重要となる。

これらの「主体的学び」と学習評価にまつわる諸問題をふまえ、本研究では、『学習評価の可視化と共有が、主体的な学習行動へどのように影響を与えるか』という問いを立て、著者の担当する授業の実践をもとにこれを分析する。とくに、授業の総括的評価（成績）に直接つながるような学習行動・学習成果の評価の可視化と共有に着目する。本研究の対象とする授業では、受講生全員の評価の結果をオンラインで常時確認できるシステムを設計し、これを実践した。本稿では、その多面的なデータをもとに、評価の可視化と共有による学習行動への影響を分析する。

## 2. 関連する理論および先行研究

### 2.1 主体性または主体的学び

学びにおける「主体性」の育成および評価についての重要性がさまざまに指摘されていることは第1章にて述べた通りである。心理学における「主体性」は、「アイデンティティ」と「動機づけ」を代表的な概念として検討されている<sup>(1)</sup>。とくに、動機づけは「内発的動機づけ」「外発的動機づけ」に区別され、両者は「目的－手段」と「自律－他律」の2つの観点から分類される。現在は「自律－他律」の重視から、内発的・外発的動機づけを段階的に捉える「自己決定理論」が定着している。

近年では、学習への積極的な取り組みやその態度を表わす「エンゲージメント」の概念が注目されており、主体性や主体的学びの育成や評価においてこの概念から整理することが提唱されている<sup>(2)</sup>。ここでは、「自ら学ぶ意欲」との関係でエンゲージメントが捉えられ、育成と評価の統合的な整理が試みられている。

### 2.2 自己調整学習と先延ばし行動

「主体的に学習に取り組む態度」を含む「学びに向かう力」や「学ぶ力」のさまざまな側面を統合的に説明する理論に自己調整学習があるとされる<sup>(1)</sup>。自己調整学習は、学習者が自分の学習プロセスを能動的に調整していくことをさし、予見段階、遂行段階、自己内省段階の3段階が循環する自己調整フィードバックの循環的段階モデル<sup>(4)</sup>が広く知られている。自己調整学習に関連する学習方略は、認知的方略、メタ認知的方略、リソース管理方略の3つに分類される<sup>(5)</sup>。

自己調整学習に関連する現象として、課題の先延ばし行動（procrastination）についての研究も散見される。Goda et al. (2015) は、課題提出までの学習プロセスから、学習タイプを7つに分類し、これが成績に影響することを報告している<sup>(6)</sup>。その他、先延ばし傾向に対する学習動機の影響の検討<sup>(7)</sup> などもある。

## 3. 対象とする授業

本研究は、筆頭著者が東京都立大学にて担当する「教養としてのデータサイエンス(以下、「本授業」とよぶ)」の授業実践を対象とする。本章では本授業の概要およ

び本研究に関連する授業設計の詳細について述べる。

### 3.1 授業の概要

本授業は、東京都立大学において例年後期に開講される教養科目であり、文理を問わないデータサイエンスの基盤的知識としてデータリテラシーを習得することを目的としている。学習内容は以下の4つのテーマに分かれ、およそ3週で1つのテーマに取り組む。

- ・ テーマ1：グラフ等によるデータの可視化
- ・ テーマ2：データの分布
- ・ テーマ3：データの相関
- ・ テーマ4：機械学習の基礎

全体を通して、確率的思考に基づく「データの見かた」を習得し、現実のデータに対する基礎的な可視化と記述統計、またその妥当な読み方を身につけることに主眼をおき、データサイエンスの手法を実際に使ったり結果を見たりするときの重要な観点を現代的教養として涵養することが目的である。

### 3.2 学習活動の特徴

本授業は、以下の2つの学習活動を中心に構成される。学生はテーマごとに3週をかけてこの2つの学習活動を行うことになる。

#### 3.2.1 Scrapbox によるオンラインノートの作成

Nota 社の制作による情報管理のためのクラウドツール「Scrapbox<sup>(8)</sup>」を用いて、学生一人ひとりがオンラインで調べ学習の結果をまとめる「オンラインノート」を作成する。Scrapbox は簡易 Wiki であり、知識を関連づけながら情報整理を行うことに長けた知的生産ツールである。受講生は3.1で述べた各テーマについて、講義を受ける前に自ら調べ学習を行って Scrapbox のオンラインノートにまとめる。

#### 3.2.2 授業外課題への取り組みと相互閲覧・相互評価

テーマごとに以下の2種類の課題を出題する。

- ・ 「ベーシック課題」：受講生全員が最低限おさえるべき知識・スキルを修得する課題。各テーマに1つ出題する。
- ・ 「スペシャル課題」：正解が1つに定まらないような真正の課題に取り組むレポート課題。各テーマに2つ出題する。

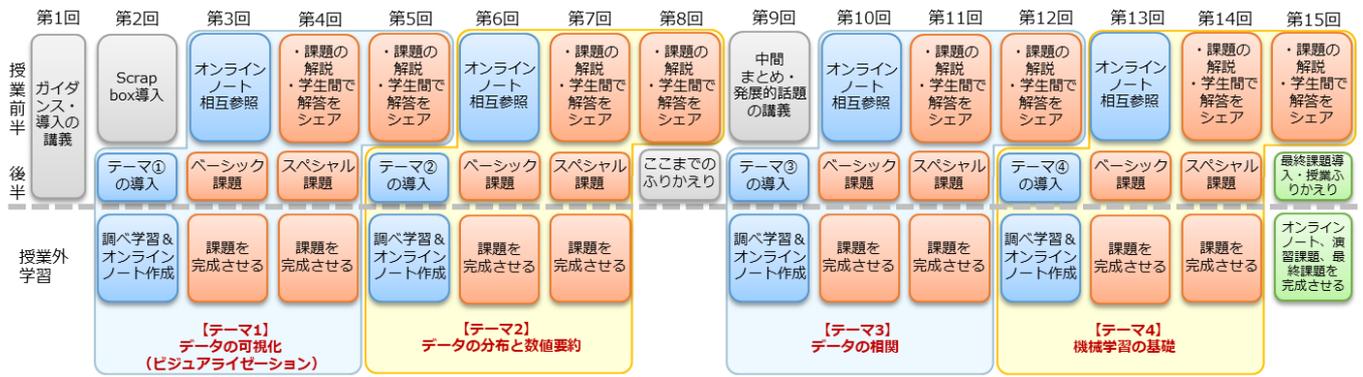


図 1 本授業の 15 回の流れ

これらは、あらかじめ調べ学習を行いオンラインノートにまとめた学習内容を活用するものとなり、知識の定着や現実的な活用ができるようになることをねらったものである。いずれも Google フォームで課題を提出する。提出された課題は受講生間で相互閲覧し、ルーブリックに基づく相互評価とコメントをオンラインで行う。それと同時に、ティーチング・アシスタントによる採点補助に基づいて 1 週間以内に厳密に採点を行い、これを 3.3 で述べるようにオンラインでフィードバックする。

### 3.2.3 授業の 15 回の流れ

本授業の 15 回の流れを図 1 に示す。テーマごとに、およそ 3 週をかけて、オンラインノートの作成、ベーシック課題への取り組み、スペシャル課題への取り組み、という流れの学習活動を行い、これを 4 テーマ繰り返すことになる。授業の最後には、各テーマを総合した最終課題レポートを課し、本授業で学んだことの総合的な活用能力をみる。

### 3.3 「ポイント制」による学習評価の可視化

本授業の大きな特徴であり本研究の主たる分析対象となる点が、「ポイント制」による学習評価の可視化のしくみである。本授業では、学習活動に対応した「ポイント」を設定し、獲得ポイントと成績評価を対応づけている。ポイントは、以下の 4 つの評価項目に分けて設定している。

- 1) 「課題内容ポイント」: 授業外課題の内容の採点結果に応じて付与するもの。
- 2) 「期限内提出ポイント」: 授業外課題を提出期限内に提出すると与えられるもの。
- 3) 「オンラインノートポイント」: オンラインノ

トの作成量に応じて付与するもの。

- 4) 「最終課題ポイント」: 最終課題の内容を採点した結果に応じて付与するもの。

1)~4)の各ポイントの合計は最大 100 ポイントとなる。ポイントと成績（評定）の関係は以下の通りであり、一般に成績評価に用いられることが多い「素点」と評定の関係と同様である。

- ・ 「秀」: 90~100 ポイント
- ・ 「優」: 80~89 ポイント
- ・ 「良」: 70~79 ポイント
- ・ 「可」: 60~69 ポイント
- ・ 「不可」 0~59 ポイント

このポイントの定義、およびポイントと成績の関係は初回授業で公開し、成績評価基準をオープンにしたうえで履修登録を決定してもらっている。

同一の課題を複数回提出した場合は最新のものに対する評価がポイントに反映される。課題は第 15 回授業の 1 週間後に設定した最終締切まで何度も提出することができ、2)以外のポイントにその結果が反映される。

各種のポイント、およびオンラインノートの作成状況は図 2 のように Google スプレッドシートでまとめ、全受講生の状況が一覧できるようにしている。また図 3 のように学生個別の状況も一画面で把握できるものを用意し、課題提出状況とポイント取得状況を細かく確認できる。個別の課題の採点結果は、図 4 のように受講生ごとに確認できるようにしている。図 4 の例のように、採点結果をもとに再提出されたものは再度採点され同様にフィードバックされる。



行った日時が記録されている。

## (2) 授業外課題提出の記録

授業外課題の提出状況を示すデータを用いた。ここでは、ID、提出日時、提出した課題の種類、課題作成に要した時間（自己申告）が記録されている。

## (3) 主体的学びに関連する各種の心理尺度

主体的学びに関連する心理尺度として、大学生の主体的な学習態度に対する尺度、大学生の自己調整学習方略尺度の2種類について、Google フォームによる質問紙調査を行い、この結果を用いた。以下これらの尺度について簡単に述べる。

### 《大学生の主体的な学習態度に対する尺度》

畑野・溝上<sup>(9)</sup>による、授業に対する主体的な授業態度を表わす項目からなる尺度である。

### 《大学生の自己調整学習方略尺度》

畑野ら<sup>(10)</sup>による、自己調整学習方略を測定する尺度である。この尺度では、動機づけ調整方略、認知調整方略、行動調整方略、情動調整方略の4因子が確認されている。

## 4.2 ポイントの分布

3.3 で述べた4種類のポイントについて、表1に示す方法でポイントを算出した。最終的なポイントの分布は以下のようになった。

- ・ 「秀」(90~100ポイント) 30名(55.6%)
- ・ 「優」(80~89ポイント) 10名(18.5%)
- ・ 「良」(70~79ポイント) 6名(11.1%)
- ・ 「可」(60~69ポイント) 8名(14.8%)
- ・ 「不可」(0~59ポイント) 0名(0%)

## 4.3 ポイントの推移とタイプ分類

図1に示すように、ポイントに反映される授業外課題は、第2回終了後のオンラインノート作成以降である。図2、図3のようにポイント獲得状況を受講生に公開したのは第3週終了時点(第3回に出題されたテーマ1ベーシック課題が提出され最初の採点が終わった時点)以降である。各受講生の獲得ポイントの推移は図5のようになった。各回終了時点での満点(獲得可能な最大ポイント)に対してばらつきをもって獲得ポイントが分布し、週を追うごとにばらつきが大きくなり、最終締切間際に単位修得ラインである60ポイ

表1 ポイントの算出方法

種別	ポイント算出方法
課題内容ポイント	最大56ポイント (4テーマそれぞれについて、採点結果に基づいて、ベーシック課題最大6ポイント、スペシャル課題(2種類)最大4ポイントの計最大14ポイント)
期限内提出ポイント	最大16ポイント (4テーマそれぞれについて、ベーシック課題2ポイント、スペシャル課題(2種類)1ポイントの計最大4ポイント)
オンラインノートポイント	最大12ポイント (4テーマそれぞれについて、600字ごとに1ポイント、最大3ポイント。)
最終課題ポイント	最大16ポイント (採点結果に基づいてポイント化)

ント以上に向かって調整されているようすがわかる。

理論上の「最も望ましいポイント獲得軌跡」として各週の満点を獲得し続ける状態を想定し、これに対する到達度の変化のようすを分析するため、「各週の時点でのポイント満点に対する獲得ポイントの割合」を「ポイント得点率」と呼ぶものとする。このポイント得点率の推移を図6に示す。理論上の満点に対して週ごとにポイント得点率が上下動するようすがわかる。

ここで、このポイント得点率の推移のパターンを捉えることで、受講生の自己調整タイプを分類することを考える。図6のもととなるポイント得点率の推移データを注意深くみると、序盤(第3週~第7週)、中盤(第8週~第12週)、終盤(第13週~最終週)のそれぞれにおける推移のパターンがいくつか分類できることが推測されたため、序盤・中盤・終盤それぞれの回帰直線の傾き、および第3週~最終週の得点率の平均の4変数に対して、k-means法でクラスタリングを行った。いくつかの予備実験から、クラスタ数10としたときのクラスタをもとに、異なる自己調整タイプとして解釈できそうな5つのクラスタに人為的に統合した。本論文ではこれをタイプ1~タイプ5と呼ぶ。それぞれのタイプのポイント得点率の推移を図7~図11に示す。さらに、各週のポイント得点率のタイプ別平均を図12に示し、表2に各タイプの特徴をまとめる。タイプ1は常にその時点で獲得できる最大ポイントを取得しようとするタイプである。次いでタイプ2, 3, 4と順に、調整する目標が下がっていく。タイプ5は終盤に「巻き返し」を行う点で特徴がある。

表 2 自己調整タイプの特徴

タイプ	自己調整の特徴
タイプ 1	中盤までに得点率 0.9~1.0 程度の高水準に達し、そのまま維持する
タイプ 2	中盤までに得点率 0.8~0.9 程度の水準に達し、徐々に高成績まで上昇する
タイプ 3	中盤までに得点率 0.6~0.8 程度の中程度水準に達し、徐々に中~高成績まで上昇する
タイプ 4	中盤までに得点率 0.4~0.6 程度の最低限の水準に達し、徐々に単位修得の最低ラインまで上昇する
タイプ 5	序盤から中盤に徐々に得点率を下げ、終盤で短期間に低~中成績まで巻き返す

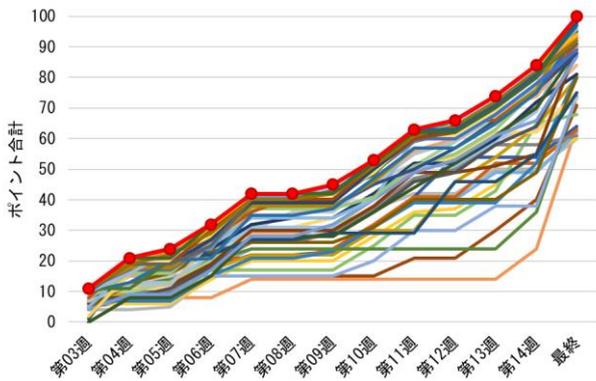


図 5 ポイント合計の推移（各週の赤丸・赤線は理論上の満点）

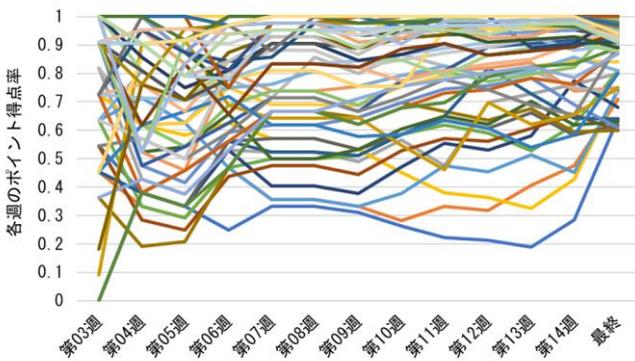


図 6 各週のポイント得点率（各週の時点でのポイント満点に対する獲得ポイントの割合）の推移

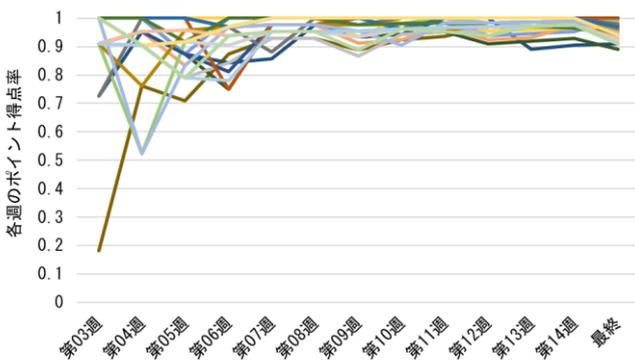


図 7 各週のポイント得点率の推移（タイプ 1）

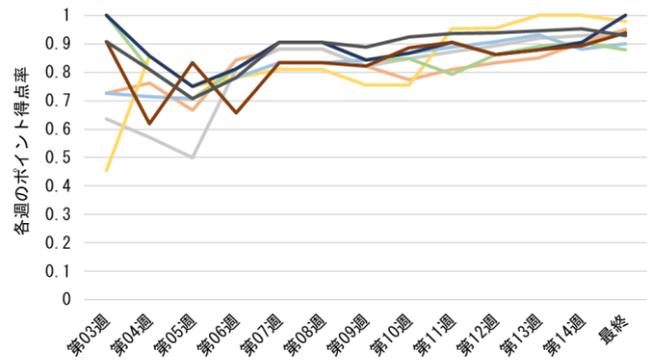


図 8 各週のポイント得点率の推移（タイプ 2）

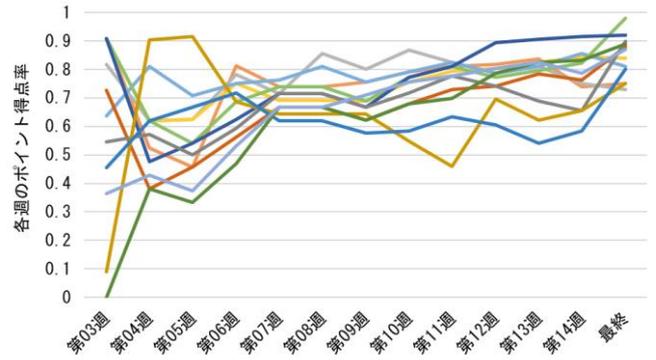


図 9 各週のポイント得点率の推移（タイプ 3）

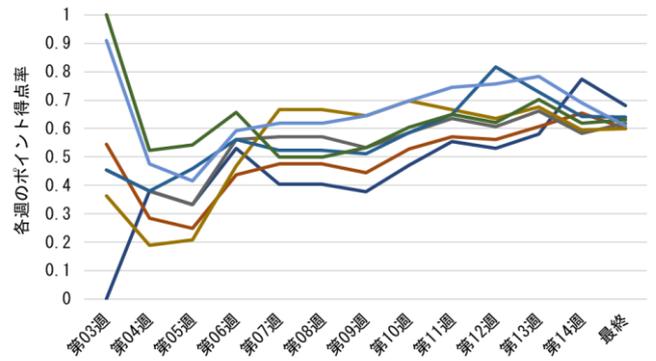


図 10 各週のポイント得点率の推移（タイプ 4）

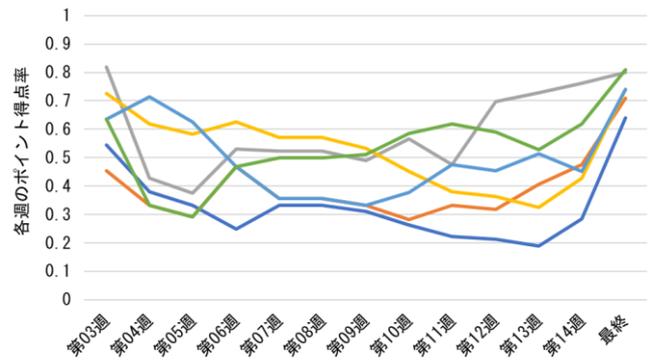


図 11 各週のポイント得点率の推移（タイプ 5）

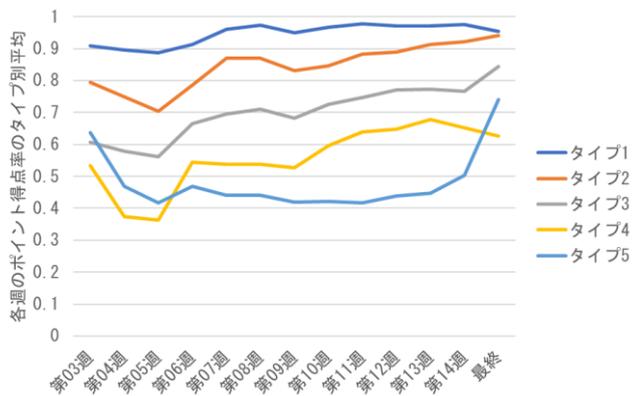


図 12 各週のポイント得点率のタイプ別平均

以下、これら 5 種類の自己調整タイプに対して、さまざまな観点から学習行動の差異について考察する。

#### 4.3.1 課題の先延ばし傾向との関係

3.2.1 で述べたオンラインノートの作成、3.2.2 で述べた授業外課題の提出のそれぞれについて、課題の先延ばし傾向の指標を次のように算出した。

まず、Scrapbox のログデータから、オンラインノートの作成に要した時間を曜日ごとに合計し、情報エントロピー  $-\sum(P \log 2P)$  を正規化して 1 から減じた指標を「曜日集中度」と定義して算出した。ここでの P は、作成時間合計の曜日ごとの割合とした。この指標は、1 に近いほど特定の曜日に偏った学習、0 に近いほどまんべんなく学習していることを示すものとなる。「曜日集中度」が高い学生は、授業日の直前に集中していることが多く、先延ばしタイプが多いと推察できる。

続いて、授業外課題の提出時間データから、テーマ 1 から 4 まで計 12 種類の授業外課題について「提出期限の 1 日以上前に提出した割合」を計算し、この指標を「早期提出率」と定義した。

各タイプの「曜日集中度」の分布を図 13 に、「早期提出率」の分布を図 14 にそれぞれ示す。目標の高い自己調整を行うタイプほど、特定の曜日に課題の取り組みを集中させず、提出期限にも余裕をもって課題に取り組み、課題の先延ばしをしない傾向がみられる。

#### 4.3.2 学習量との関係

各タイプのオンラインノートの総文字数の分布を図 15 にそれぞれ示す。目標の高い自己調整を行うタイプほどオンラインノートの文字数も多い。オンラインノートは各テーマ 1,800 文字、計 7,200 文字で最大のポイントが獲得できるため、これよりも大幅に文字数が

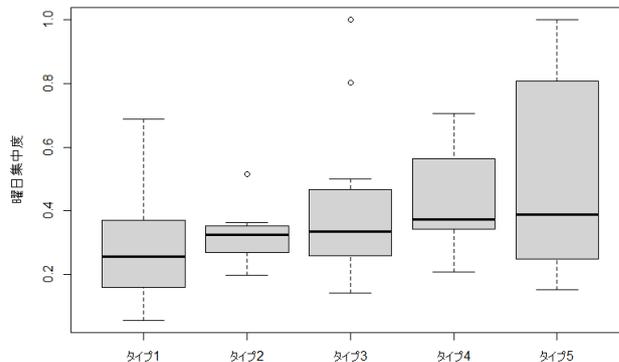


図 13 タイプ別の「曜日集中度」の分布

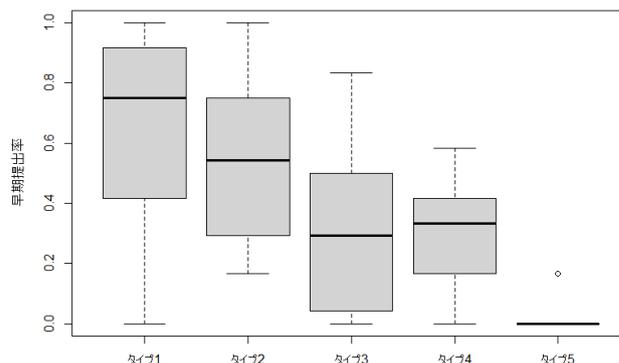


図 14 タイプ別の「早期提出率（課題を提出期限の 1 日以上前に提出した割合）」の分布

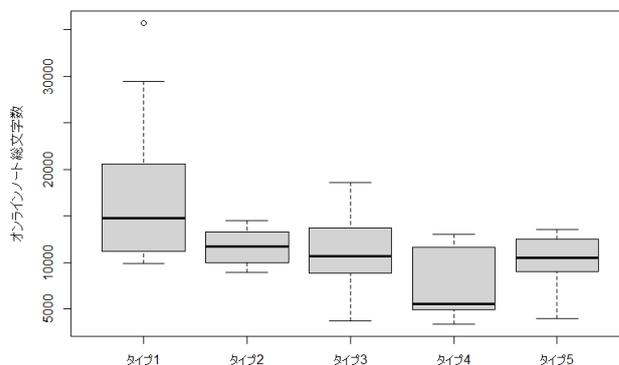


図 15 タイプ別のオンラインノート総文字数の分布

多い場合は、成績に影響のある評価にとらわれず、自主的に要求以上の学習を行ったものと考えられ、とくにタイプ 1 の受講生はそのほとんどがこのケースであったと推察される。

#### 4.3.3 心理尺度との関係

各タイプの「主体的な授業態度」尺度の得点分布を図 16 に、自己調整学習方略尺度の得点分布を図 17 にそれぞれ示す。「主体的な授業態度」に関しては目標の高い自己調整を行うタイプほど尺度の得点が高い傾向にあるが、自己調整学習方略尺度に関してはそのような傾向はみられなかった。因子別にみたときにも、「計画立てて学習をする」「一週間の学習の予定を立てて行

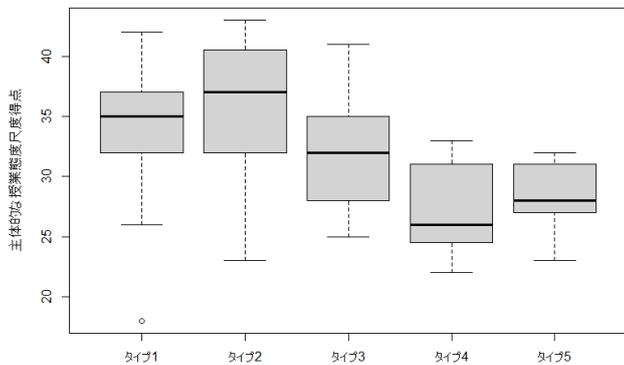


図 16 タイプ別の「主体的な授業態度」尺度得点分布

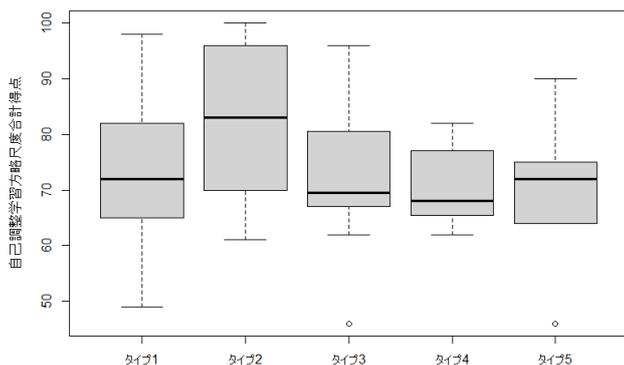


図 17 タイプ別の自己調整学習方略尺度得点分布

動する」などの質問からなる「行動調整方略」因子のように本研究に関連の深そうなものについても同様であった。この結果から、本研究のような評価の可視化と共有が、自己調整学習のレディネスの高低に関わらず自己調整に寄与する可能性が考えられる。

## 5. おわりに

本研究では、総括的評価につながる学習評価を細かな時間粒度でフィードバックし、他の受講生の状況も含めて共有するとき、どのような学習行動が現れるか、またそれが主体的学びや自己調整学習とどのような関係があるかを多様な学習履歴データから分析した。

本研究で用いたデータからは、受講生の学習行動が受講生の目標や学びの志向により特徴づけられることが示された。また、自己調整学習のための方略をもたない学習者にも一定の自己調整を促し得る可能性が示唆された。ただし、データを使用していない受講生には低成績や単位修得できていない者も含まれ、本授業のしくみが自己調整に十分に結びつかなかった受講者も一定程度存在することに留意する必要がある。

本稿の結果を教育改善につなげるためには、どのような場合に学びの動機を高め、自己調整を持続させる

かについて、学習行動履歴や学習者特性のデータのみならず、学習者の主観的なリフレクションデータからも分析する必要がある、これが今後の課題である。

## 謝辞

本研究は JSPS 科研費 JP19K03005 の助成を受けたものである。また、東京都立大学 2020 年度「教養としてのデータサイエンス」履修者のみなさまに謝意を表す。

## 参考文献

- (1) 東北大学高度教養教育・学生支援機構(編): “大学入試における「主体性」の評価 —その理念と現実—”, 東北大学出版会 (2019)
- (2) 内閣府: “Society 5.0”, 内閣府 Web サイト, [https://www8.cao.go.jp/cstp/society5\\_0/](https://www8.cao.go.jp/cstp/society5_0/) (2021/2/24 参照)
- (3) 櫻井茂男: “学びの「エンゲージメント」 —主体的に学習に取り組む態度の評価と育て方—”, 図書文化社, (2020)
- (4) Zimmerman, B. J. and Moylan, A. R.: “Self-Regulation: Where metacognition and motivation intersect”, In Handbook of metacognition in education, New York: Routledge, pp. 300-305 (2009)
- (5) Pintrich, P. R. and De Groot, E. V.: “Motivational and self-regulated learning components of classroom academic performance”, Journal of Educational Psychology, Vol. 82, pp. 33-40 (1990)
- (6) Goda, Y., Yamada, M., Kato, H., Matsuda, T., Saito, Y., and Miyagawa, H.: “Procrastination and other learning behavioral types in e-learning and their relationship with learning outcomes”, Learning and Individual Difference, Vol. 37, pp. 72–80 (2015)
- (7) 小野洋平: “課題の先延ばし傾向に及ぼす学習動機の影響”, 日本体育大学紀要, Vol. 49, pp. 1001-1008 (2020)
- (8) Nota Inc: “Scrapbox”, <https://scrapbox.io/product/> (2021/2/24 参照)
- (9) 畑野快, 溝上慎一: “大学生の主体的な授業態度と学習時間に基づく学生タイプの検討”, 日本教育工学会論文誌, Vol. 37, No. 1, pp.13-21 (2013)
- (10) 畑野快, 及川恵, 半澤礼之: “大学生を対象とした自己調整学習方略尺度作成の試み”, 日本教育心理学会第 53 回総会発表論文集, p.325 (2011)

# 自由記述のばらつきを考慮した学習場面ラベルによる

## 高専学生の学習意識の定量化の試み

田中 ゆみ<sup>\*1,\*2</sup>, 三石 大<sup>\*1</sup>, 大河 雄一<sup>\*1</sup>, 本郷 哲<sup>\*2</sup>

<sup>\*1</sup> 東北大学

<sup>\*2</sup> 仙台高等専門学校

## An attempt to quantify the awareness of learning of the “KOSEN” students by using “learning scene labels” considering varying free descriptions

Yumi TANAKA<sup>\*1,\*2</sup>, Takashi MITSUSHI<sup>\*1</sup>, Yuichi OHKAWA<sup>\*1</sup>, Satoshi HONGO<sup>\*2</sup>,

<sup>\*1</sup> Tohoku University

<sup>\*2</sup> National Institute of Technology, Sendai College

本研究では, 高等専門学校 1 キャンパスの本科全学生を対象に実施した意識調査の自由記述回答から, 専門学習で楽しさや苦手意識等を感じた場面の分析手法の構築を試みる. 自由記述による回答は, 授業や課外活動等, 概ね言及対象の推定まではできるものの, 言及対象とする範囲の粒度や視点の違いが大きく, そのままでは回答どうしの比較や件数の確認が難しい. そこで, どのような場面でどのような印象を抱いていたのかを定量的に確認できるよう, 想定される学習場面を網羅的かつ統一的な基準で分類した「学習場面ラベル」を新たに提案し, 楽しさに関する設問への回答に提案ラベルを適用した. その結果, 学科ごと傾向の確認や, 学科どうしでの比較ができることを確認できた.

キーワード: 定量的分析, 自由記述回答分析, ラベル付け, 高等専門学校, 学生意識調査

### 1. はじめに

筆者らは高等専門学校(高専)において, 学生の学習動機づけにつながるとされる, 専門学習に対して学生が抱く楽しさや苦手意識等を知るべく, 実際に学ばれている専門学習に対する学生の意識調査を平成24年7月末に行った. そして, 個々の学生の詳細な意識を確認するため, 本調査の自由記述から, 楽しさや苦手意識等を専門学習のどのような場面と感じたかを示す「学習場面」を分析することにした. しかしその過程で, 授業科目名を記述していたり授業科目の中の細かい学習活動を記述していたり, さらになんらかの学習場面で楽しさや苦手意識等を感じた理由を記述していたりと, 自由記述の様々な粒度や視点での記述によって, そのままでは, 回答どうしを比較したり, 言

及の頻度を正しく数え上げたりできない問題が明らかとなった.

そこで本研究では, 想定される「学習場面」を網羅的かつ統一的な基準で分類することで粒度や視点揃えられたラベルを新たに定義し, 自由記述回答に適用し, 分析を行うこととした. また, 授業科目や, さらにその内の実験実習等の学習活動も考慮して, 階層化した「学習場面ラベル」を検討することとした.

### 2. 高専の専門教育と意識調査

#### 2.1 高専における学習動機づけの意義と現状

高専とは, 高度な技術者を養成することを目的とした高等教育機関であり, 中学校卒業後という早い年齢段階から 5 年間の一貫した専門教育が行われている.

教育カリキュラムは進級するごとに専門科目の比率が大きくなるよう、くさび形に教育課程が組み立てられている<sup>(1)</sup>。

一般に、高専を含む工学系の専門学習は、数学、物理等を基盤とした抽象的、論理的思考力が要求され、専門分野における習得すべき学習内容も体系化されている。そして、高専の学生は、技術者が備えるべき能力を習得するための専門分野の学習が、学年が上がって増えるのに合わせて、それまでに学んだ内容を消化し積み上げていく必要がある。また、5年分のカリキュラムを修了するためには、すべての学習内容を継続してこなしていくことが求められる。

一方で、入学時には専門分野に関心を抱いていても、何らかの授業科目や学習内容をきっかけに興味関心を抱けなくなる学生も少なくない。そのような場合、学生は高度な専門学習を継続して積上げていくことに苦悩したり、惑ったりと、困難を伴う可能性がある。

そのため学生が、高専における高度な専門教育の学習を継続できるような学習動機づけやその維持を支援する取り組みが求められている。

## 2.2 高専専門学習に対する意識調査

筆者らは、高専の学生の専門学習に対する楽しさや苦手意識等を調べることで、学習動機づけにつながるカリキュラム設計の一助とすべく、実際の専門学習に対する学生の意識調査を平成24年7月末に行った。本意識調査は、仙台高専名取キャンパスの機械、建築、材料、電気、情報デザインの5学科5学年（組織再編により情報デザインは4、5年の2学年のみ）から構成される準学士課程（本科）の全学生902名を対象として実施した<sup>(2)</sup>。質問紙では高専専門学習に対する楽しさ、苦手意識等について「専門の学習に対して楽しい」「手ごたえがあったと」「苦手意識を」感じたことがあるかを尋ねた。回答形式は選択式と自由記述形式とし、選択式で「ある」「ややある」を選択した場合に、続けて「どんなことで（楽しさ等を）感じたか」を尋ねた。設問ごとに836～845名の回答を得た。なお、設問はいずれも時間をかけず簡単に回答できるよう、一行文による端的な問いとし、自由記述回答に関しても「簡単に」記入するよう促した。

選択式の回答からは、専門学習に対する楽しさや苦

手意識の有無や程度について知ることができた。一方、自由記述形式の回答を目視により概観したところ、回答の中には専門の学習における具体的な授業科目名や科目内の座学や実験等の学習活動、また専門学習で学んだ内容を活用する場面、さらに学生が楽しさや苦手意識を感じた様々な理由について等、粒度や視点の異なる記述があることが確認できた。

## 3. 自由記述分析の既存手法

今回の意識調査により得られた楽しさや苦手等の意識に関する自由記述形式の回答を学科・学年などにより定量比較できれば、高専の専門学習の各場面が学習動機づけに与える傾向を分析できる可能性がある。ここではそのための分析手法の一つとして、自由記述回答から頻出する単語を取り出して数え上げる、ソフトウェア処理を用いたテキストマイニングの既往研究について述べる。

例えば、越中らは大学での授業評価アンケートの大規模で複雑な自由記述データにおいて、3000件超のデータに対しKH Coderにより頻出語の抽出や出現頻度を求め、また共起関係を可視化している<sup>(3)</sup>。松河らは約6万件のデータに対しトピックモデルによる分析を行い、170のトピックを抽出している<sup>(4)</sup>。中村らは62名分の66科目180件のデータを基にした構造学習結果による“階層型アイテムバンク”を用いた授業改善支援システムを開発している<sup>(5)</sup>。

これらの研究のように、複雑な自由記述データを扱う場合、テキストマイニングにより出現頻度の高いテキスト部の抽出や、その抽出データからより高度な分析を行うといったことがなされている。

しかし、2.2で述べたように、自由記述の回答における「学習場面」には授業科目や学習活動等、粒度の異なる様々な表現が混在している上、なんらかの学習場面でも楽しさや苦手意識等を感じた理由も記述されている。このため、このような粒度や視点の異なる語句をそのまま数え上げて数量を比較しても、今後の学習動機づけの参考とできる有用な結果が得られない可能性が予想される。また、テキストマイニングにより抽出されたテキストがそれぞれどのような意味を持って生じたのかを読み解くには、人間の解釈が不可欠であ

り、実際に松河ら<sup>(4)</sup>も、ラベルを作成し人間の感覚にとって自然であるか妥当性を検証した上で、抽出したトピックの分析に用いている。

以上のことから本研究では、自由記述の定量化分析にはテキストマイニングをそのまま適用するのではなく、まず手作業によるラベル付けを行うこととした。

## 4. 学習場面ラベル定義による定量化の試み

### 4.1 ラベル付けの課題

前述のように意味のある比較や計数が行えるようにするためには、ラベル付けにおいて、自由記述から何を学習動機づけの参考とできる有用なものとして捉えて、何を同じレベルの項目として抽出し評価したいのかといった“粒度や視点を揃えた評価軸”によってラベルを付与する必要がある。ラベル付けの評価軸の有無により生じると考えられる影響の例を図1に示す。例えば、「専門の学習で楽しいと感じたこと」という設問への実際の回答から単純にキーワードの抽出を試みた場合を考えると、評価軸を揃えない場合、図1(a)上部のように「工作実習」、「工作実習で物を作ること」という2つの回答に対し、それぞれ【科目「工作実習」】【製作活動】とラベルが付けられる可能性がある。【科目「工作実習」】は授業科目名を示しているのに対し、【製作活動】は授業の中で行われる具体的な学習活動を示し

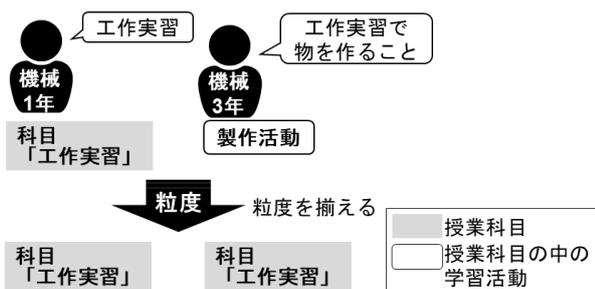
ており、これらは学習対象の“粒度”が異なるラベル付けとなっていると言える。また、図1(b)上部のように「金属加工」、「実習で1つのものを完成させたとき」という2つの回答にはそれぞれ【製作活動】【完成させた】とラベルが付けられたとすると、学習活動（外面的）および楽しいと感じた理由（内面的）、といったように解釈の方向性の“視点”が異なると言える。粒度の異なる学習場面や、学習場面とは視点の異なる楽しさ等を感じた理由を定量的に知りたくとも、これらのように捉えるべき項目の粒度や視点を揃えずにラベルを付与してしまうと比較や意味のある集計は困難である。よって、図1(a)(b)両下部のように粒度や視点が揃った評価軸によりラベルの付与を行うことが必要である。

### 4.2 提案する学習場面ラベルの構成と定義

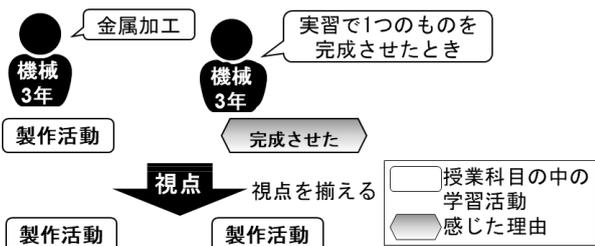
4.1を踏まえ、筆者らは図1に示したような専門の学習への楽しさに対する実際の回答に「学習場面」を推定しラベルを付与することとした。本稿ではこれを“学習場面ラベル”と記述する。2.2で述べたように、自由記述形式の回答から、学生が感じた専門の学習における様々な場面での楽しさや苦手意識を概観して確認できている。よって、これらの場面の傾向を確認することで、高専カリキュラムの中でのどのような学習活動が、学習動機づけに影響を与えるのかを確認できると予想するためである。

#### 4.2.1 階層構造を有する学習場面ラベル

学習場面ラベルは階層構成を取ることとする。高専学生が専門教育に接する場面を表すのに、単に講義科目名や実験科目などの授業の種別をラベルとして付与するだけでは不十分である。例として講義科目「電磁気学」を挙げると、講義の時間内で電磁気現象の説明が行われるだけでなく、磁界の積分計算等の演習を行うこともあり、また実験を行うこともあり得る。このように、一つの授業科目内には、様々な学習活動が内包される一方、授業科目も、講義科目や実習科目といった上位の分類に内包される関係を持っている。つまり、学習活動や内容には階層が存在すると言える。そのため、学習場面ラベルがこれらの学習活動を網羅しつつ捉えられる階層構造を持たせることで、高専専門教育において“どのような学習場面で楽しさ/手ごた



(a)粒度を揃える必要のある例



(b)視点を揃える必要のある例

図1 多様な自由記述回答へのラベル付与

え/苦手意識を感じたか”を自由記述回答から、定量的に分析可能となると考えられる。

以上のことから、高専専門教育における場面は、図2のような階層構成を取ることとした。

加えて、前述したように、一つの授業科目内には、様々な学習活動が内包されていることから、回答内で複数の学習活動について言及することも考えられる。その場合には、該当する学習活動について併記してラベル付けすることとした。

また、長谷川が示すように高専は工学系大学に比べ、演習や実習、実験の授業が多く<sup>6)</sup>、これらの実践的教育は高専教育における主要な科目となっている。ラベル付け前の自由記述回答の概観からも、実践的学習に関する回答が全体的に多く、さらにそれらの学習活動に関するより具体的な記述がしばしば見られた。

そのため、実践的学習に関する具体的な記述がある回答においてはさらに詳細な分析が必要と考えられることから、演習や実習、実験の学習活動については階層を1段深くし、その詳細についてラベル付けするものとした。これにより、階層ごとの比較や、他の階層との組合せによる比較が可能となると考えられる。

よって、学習場面ラベルの階層は以下の4つとし、図3および図4の構成をとることとした。

- ・レベル1 (学内外の別) : 学内授業またはそれ以外の活動の区分。
- ・レベル2 (授業形式等の主たる区分) : 学内授業の内訳は講義科目、実験科目等の授業科目の種別であり、高専シラバス (仙台高専, 2010) の記載内容を基に決定する。また校外研修や課外活動等の学内授業以外での学習の場についても含まれる。

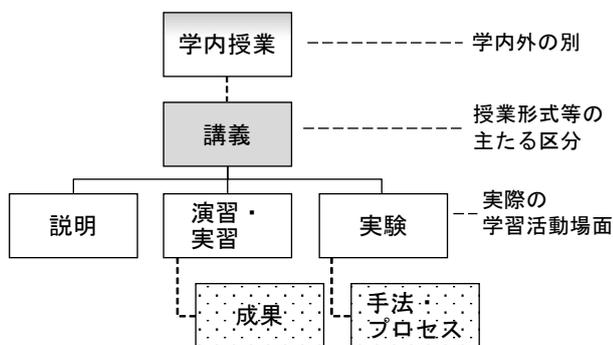


図2 講義科目の学習場面の構成例

・レベル3 (実際の学習活動場面) : 説明を受ける、演習する等の実際の学習活動を示し、レベル2のラベル内容に因らず、実際に行われたと推定される学習活動に基づきラベルを付与する。

・レベル4 (実践的教育活動の詳細) : 前述した実践的教育である演習・実習や実験が、何らかを成し遂げるための手法や過程、および成し遂げた状況といったさらに詳細な場面に分けられると考えられる。

また、学習場面ラベルの定義を表1に示す。この学習場面ラベルの定義は、平成20~24年度の仙台高専シラバスを参考に著者間で協議の上、作成した。

## 5. 提案学習場面ラベルの適用結果と考察

### 5.1 提案学習場面ラベルの付与

ラベルの付与に際しては、まず、意識調査の対象校における学習場面の構成および自由記述回答で言及されていると考えられる科目から、第一著者がラベル案を作成するとともに、シラバスと照らし合わせながら、作成ラベルと同じ意味と思われる他の自由記述回答に同じラベルを貼付した。そして著者らの間で協議を行い修正が必要と思われるラベル案に対して、項目の追加や修正を行い、意見が一致するまで繰り返した。付与の際には、記述の文言だけではどの授業科目でどんな学習活動か等の学習場面の判断が付かない場合にも、回答者の入学年度からアンケート実施時点までのシラバスを参照し文言と照らし合わせて推測して付与した。

### 5.2 ラベルの付与例

ここでは、4.1でも例示した意識調査での設問“専門の学習で楽しいと感じたこと”の自由記述回答に学習場面ラベルを適用した例を示す。自由記述回答は518件あり、654組のラベルを付与した。なおこれは、著者らが2016年度に行ったラベル付与<sup>7)</sup>をさらに修正したものである。図5が場面ラベルの付与例である。なお、レベル2が決まればレベル1のラベルは決まるためレベル1については省略した。また、レベル4のラベルは、4.2.1で示したように上位のレベル3のラベルが実践的学習活動である【演習・実習】または【実験】であり、かつ自由記述回答からレベル4の内容が

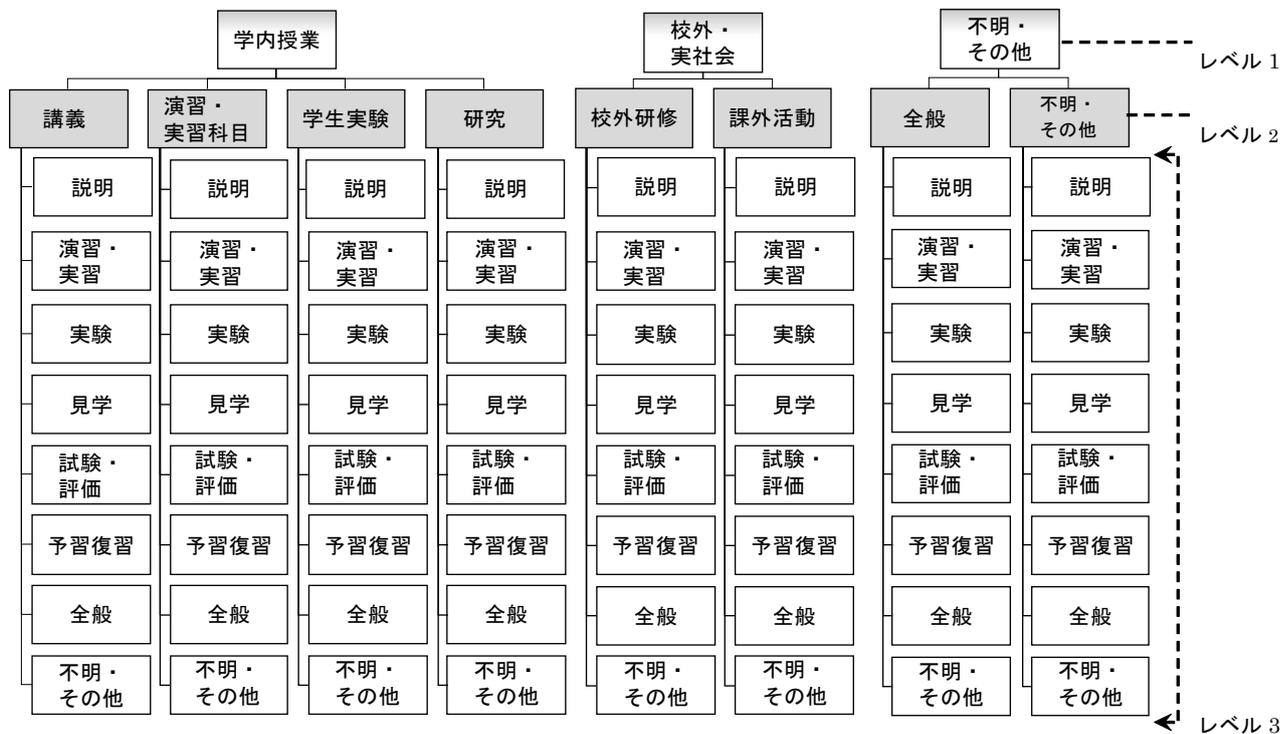


図 3 学習場面ラベル内訳(レベル1~3)

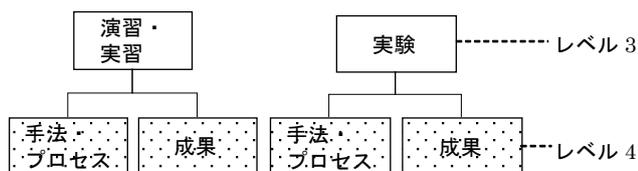


図 4 学習場面ラベル内訳(レベル4)

読み取れる場合のみ付与している。

図5の例を補足すると、例1は回答内容から、本校教員や上級生の実験を見学する1年次の実験見学が実施される科目ではなく、自ら実験し成功したものと考えられ、2年前期の実験科目を回答したと推測した。

例2は、建築系学科の1~3年前期までの設計製図科目のいずれかと、建築系学科でしばしば実施される校外研修の2件の回答と推測した。また、レベル3【演習・実習】下のレベル4ラベルについては、分類できるような具体的な記述がなく、他の設問回答やシラバスを参照する等してもレベル4に該当する特徴が読み取れないため付与しなかった。このほか、レベル2【校外研修】下にはレベル3【見学】だけでなく【説明】も付与しているが、これは見学活動が目にして知識をつけるだけでなく、例えば現場の係員から解説を受ける等も考えられたためである。

例3は、言及されている当該教員が担当した科目は、

シラバスより二つの科目が考えられた。それぞれ仮に科目A、Bとすると、科目Bにおいて、シラバス上の授業内容からは説明を受ける学習活動と演習活動が半々と記載されていたが、開講形態が講義と記されているので、レベル2には講義ラベルを付与した。

### 5.3 階層構造の効果

次に、付与したラベルから、提案する学習場面ラベルの持つ階層構造の効果について検討を行う。

図6(a)に示す機械学生の自由記述回答は、ともに演習・実習の学習活動に関するものと推定され、階層構造を考慮せずラベルを付与したとすれば、この二つは同じものとして扱われる可能性が高い。しかし、これらの記述が言及している授業科目は「演習・実習科目」と「講義科目」であり、異なるものとして扱う必要があると考えられる。本稿で提案するラベル付け手法では、どのような授業種別の中で行われた活動なのかについても、ラベルを付与することで双方を区別することができる。また、同じ演習・実習の学習活動であっても、活動の過程に関するものなのか、活動の結果に対する言及かを区別して扱うこともできている。

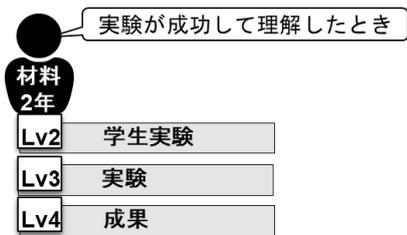
図6(b)に示す材料学生の自由記述回答は、(a)同様に、ともに実験の学習活動に関するものと推定され、階層構造の考慮のないラベル付与であれば、この二つも同

表 1 学習場面ラベル内訳と定義(レベル 1, 2)

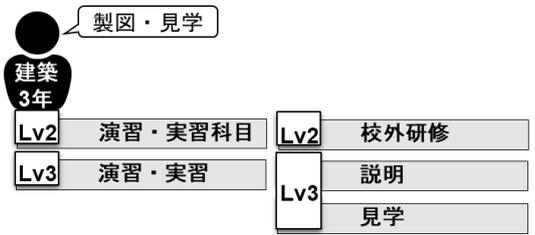
レベル 1	レベル 2	レベル 2 定義		
学内授業	講義	事柄についてよくわかるように述べてもらったり、ときあかして教えてもらったり等の説明を受けることを主とした科目		
	演習・実習科目	手法や知識、技能、解法を会得・体得するための練習や実践的課題への取り組みを主たる活動としている科目		
	学生実験	何らかの手順の実施で起こされる事象を観察・考察し、仮説検証を行うことを主たる活動としている科目		
	研究	以下の段階を踏む活動全般を示す。 ① 導入として調べ学習(調査)や学術論文の講読、実験・解析手法の習得や提案等を総合的に行う。 ② ①を基盤として、研究計画を立案して遂行し、理論的な考察による問題解決の手段を習得したり、解決法を提案したりする。 ③ ①②と並行して、日頃より研究進捗の口頭発表や討議を進める。		
校外・実社会	校外研修	企業等の法人による工場や研究・研修施設、現場において、見学や実務の経験を主たる活動としている。		
	課外活動	学校の正規の科目における学習以外の教育活動全般を示す。自主的に外部の講習会に参加したり、書籍等を参照して独自で演習や実験を行ったりする。		
不明・その他	全般	当該学科で開講されている専門の授業科目全般について言及しているもの。		
	不明・その他	専門の学習活動における授業形式等どの“主たる区分”を示しているのか特定できなかつたり、区分外の事柄について述べていたりするもの。		
レベル 1	レベル 2	レベル 3	レベル 3 定義	
		説明	事柄についてよくわかるように述べてもらったり、ときあかして教えてもらったり等の説明を受けたこと	
		演習・実習	手法や知識、技能、解法を会得・体得するために、練習したり実践的課題に取り組んだりすること。専門の学習が活かせる課外活動における自主的活動も含まれる。	
		実験	何らかの手順の実施で起こされる事象を観察・考察し、仮説検証を行っていること	
		見学	実際に見て知識をつけること	
		試験・評価	知識技術の到達を測る試験や与えられた課題の成果により得られた得点、評語、評点等が得られたこと	
		予習復習	次に学ぶところを前もって学習する・学んだところを繰り返し習う等の予習復習したこと	
		全般	説明を受けることや演習・実習、実験を行ったこと等の、学習場面について多岐に渡り言及しているもの	
		レベル 3	レベル 4	レベル 4 定義
		演習・実習または実験(実践的学習)	手法・プロセス	目的を達成したり成果を出したりするための、物事のやり方(手法)および過程
			成果	目的達成にいたった状況や、成果(物)が得られた状況

じものとして扱われる可能性が高い。しかし、これらの記述が言及している授業科目は「講義科目」と「学生実験」と、(a)の場合と同様に異なるものとして扱う必要があると考えられる。これらも提案ラベル付け手

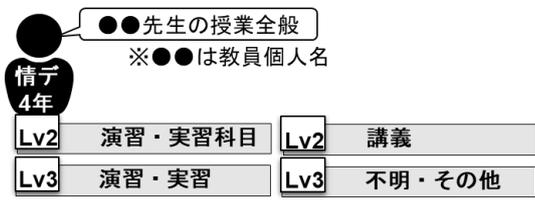
法であれば、どのような授業種別の中で行われた活動なのかについて双方を区別することができている。また、図中の 1 年生の回答文中にある、「見せられながら」や「説明された」といった複数の学習活動への言



(a)例 1



(b)例 2



(c)例 3

図 5 学習場面ラベル貼付例

及についても、【実験】【見学】【説明】と、必要に応じて同じレベルに複数の学習活動を付与する本手法によって捉えることができている。

### 5.4 計数および比較の試行

提案する学習場面ラベルの適用で計数や比較が可能になるのかを検証する。学科の傾向の確認や、学科どうしの比較が可能か確認するべく、同学科学生の自由記述回答に付与したラベルの内、レベル 2, およびレベル 3 を集計した。集計結果を図 7 に示す。

レベル 2 ラベルでは、機械は【演習・実習科目】(76%) が他のラベル項目より突出して高く、材料は【講義】(33%)の割合が高い他、【学生実験】(22%)や【演習・実習科目】(11%)も一定の割合見られている。よって、機械では演習・実習科目について主に楽しいと感じており、一方材料では、講義科目だけでなく、学生実験や演習・実習科目等、複数の科目で楽しさを感じていることが確認できた。

レベル 3 ラベルでは、機械は【演習・実習】(77%)が突出して高く、材料は【実験】(26%)の割合が高い他、



(a)機械系学生回答



(b)材料系学生回答

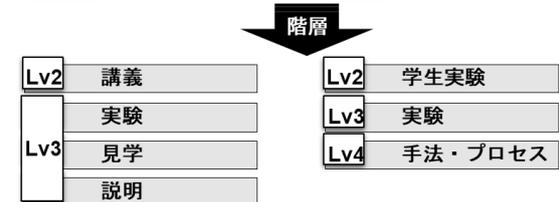
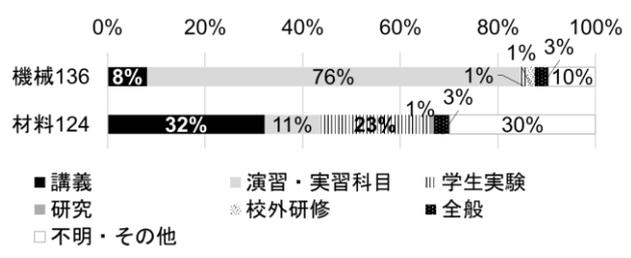
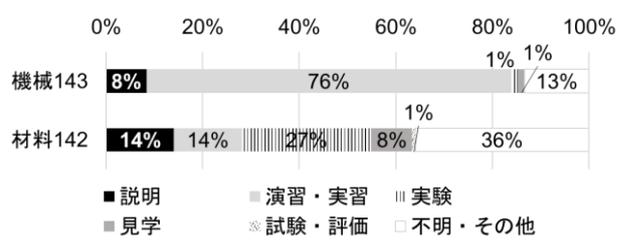


図 6 階層構造を用いる前と用いた後のラベル付与例



(a)レベル 2



(b)レベル 3

図 7 学習場面ラベル集計の例(機械, 材料系学科)「専門の学習で楽しいと感じたこと」についての結果

【説明】【見学】(15%)も一定の割合が見られている。よって、機械は演習・実習の学習活動を主に楽しいと感じており、一方材料では、実験だけでなく、説明を聞くことや見学をすること等、複数の学習活動で楽し

さを感じているというように、学科間の傾向の違いが確認できた。

以上のことから、学習場面ラベル付与による計数および学科間の大まかな傾向や比較を行えることが確認できた。

## 6. おわりに

本報告では、高専学生を対象とした専門学習への意識調査の自由記述回答において、楽しさや苦手意識等を感じた学習場面を学科・学年ごとに定量比較可能にすべく、想定される学習場面を網羅的かつ統一的な基準での分類のもと階層化した学習場面ラベルを提案した。そして自由記述回答に適用し、結果として、専門学習での楽しさをどのような授業や学習活動等で感じるのかの学科の大まかな傾向を確認でき、比較も行えた。

今後は、提案した学習場面ラベルの有効性の確認および、付与したラベルを元に詳細な分析を行っていく。

## 参 考 文 献

- (1) 独立行政法人国立高等専門学校機構: “国立高等専門学校の学校制度上の特色”, [https://www.kosen-k.go.jp/nationwide/feature/hj\\_1-12tokushoku.html](https://www.kosen-k.go.jp/nationwide/feature/hj_1-12tokushoku.html) (2021年2月1日確認)
- (2) 田中ゆみ: “高専学生を対象とした工学・技術教育における学習動機付けに関する研究”, 東北大学大学院教育情報学教育部修士論文, pp.1-191 (2013)
- (3) 越中康治, 高田淑子, 木下英俊, 安藤明伸, 高橋潔, 田幡憲一, 岡正明, 石澤公明: “テキストマイニングによる授業評価アンケートの分析: 共起ネットワークによる自由記述の可視化の試み”, 宮城教育大学情報処理センター研究紀要, No.22, pp.67-74 (2015)
- (4) 松河秀哉, 大山牧子, 根岸千悠, 新居佳子, 岩崎千晶, 堀田博史: “トピックモデルを用いた授業評価アンケートの自由記述の分析”, 日本教育工学会論文誌, No.41, Vol3, pp.233-244 (2018)
- (5) 中村修也, 赤倉貴子: “階層型アイテムバンクを利用した授業改善支援システムの開発と評価”, 電子情報通信学会論文誌 No.6, Vol.J101-D, pp.820-829 (2018)
- (6) 長谷川淳: “高等専門学校におけるキャリア教育”, 工学教育, No.60, Vol1, pp.18-22 (2012)

- (7) 田中ゆみ, 三石大, 大河雄一, 本郷哲: “高専専門教育に対する学生意識調査における自由記述を対象とした定量的分析のための学習場面ラベルの定義”, 教育システム情報学会全国大会講演論文集, pp337-338 (2016)

# 構造方程式モデリングによるオンライン講義における 学習スタイルの分析

中川 恵輔<sup>\*1</sup>, 長谷川 忍<sup>\*2</sup>

<sup>\*1</sup> 北陸先端科学技術大学院大学 先端科学技術研究科

<sup>\*2</sup> 北陸先端科学技術大学院大学 情報社会基盤研究センター

## Analysis of Learning Styles in Online Lectures by Structural Equation Modeling

Nakagawa Keisuke<sup>\*1</sup>, Hasegawa Shinobu<sup>\*2</sup>

<sup>\*1</sup> Graduate School of Advanced Science and Technology, JAIST

<sup>\*2</sup> Research Center for Advanced Computing Infrastructure, JAIST

In this study, we analyze online lectures based on the flipped classroom style. First, we clarify the definition of the learning style and then create a structural equation model of the learning style based on the definition. Finally, we compare the characteristics of each group in the viewpoint of language ability, prior knowledge, and learning motivation.

キーワード: オンライン講義, 反転授業, 学習スタイル, 構造方程式モデリング

### 1. はじめに

2020年度は新型コロナウイルスへの対応に伴い, 多くの教育機関で遠隔教育が実施された. とりわけ大学等においては2020年7月時点で, 全面遠隔23.8%(254校), 併用60.1%(642校), 全面対面16.2%(173校), となっており約8割の大学で遠隔教育が実施されている<sup>(1)</sup>.

本学においても2020年度は, 既存の講義アーカイブシステムを活用したオンライン講義が行われた. この講義アーカイブシステムは教室に常設してあるカメラ・マイクを用いて講義内容をスケジュールに沿って収録し, その内容を JAIST-LMS(Learning Management System)(以降 LMS)経由で自動的に配信する.

本学のオンライン講義は主に次の4つの形態で行われている. A) 講義アーカイブによる教室講義の非同期配信, B) 教室講義の Webex 同期配信と講義アーカイブによる非同期配信, C) Webex 同期配信と Webex の録画配信, D) Webex 同期配信のみ(非同期配信なし), である.

LMS で配信された講義は, 2019年度の合計1,215コマ

に対し, 2020年度の合計2,489コマ(2021年1月20日時点)となっており遠隔教育の活用が急速に進んでいると言える.

このように, 遠隔教育が益々加速し学生の多様性が増大する教育現場においては, 学習者の特性に応じた指導を行い, 学習者のモチベーションやバイタリティを高める必要がある.

そこで本研究では, 本学で開講された講義「i239機械学習」(分類 C)を対象とし, 学習者が学習に対してどのように認知しているかを表す学習スタイルが学習行動や学習成果にどのような影響を与えるかを分析する.

### 2. 学習スタイルの定義

Vermunt<sup>(2)</sup>は, 学習スタイルを「性格のように変化の少ないものとは異なり, 状況に応じて変化するものである」とし, 意義中心的 (meaning-directed), 応用中心的 (application-directed), 模倣中心的 (reproduction-directed), 無目的 (undirected) の4つの分類を提唱している.

ここでは、学習内容の知覚処理、学習動機、感情変化、精神的モデル(学習をどうみなすか)、学習規制(計画・実行化)の5つの特性が示されている。

日本における学習スタイルの研究においては、平山ら<sup>(3)</sup>の研究では学習動機が高い学生ほど学習への参加率が高い、宮本<sup>(4)</sup>の研究では学習動機が低い(関係志向)学生と成績には負の相関がある、赤松<sup>(5)</sup>の研究では学習成績を伸ばすにはその科目に適した学習方法が必要、宗村・鹿住・小俣ら<sup>(6)</sup>の研究では講義ビデオを数日前から視聴する学生には得点の平均点が高い傾向がある、などの可能性が示されている。

そこで本研究では、授業に対する認知(理解度・難易度)、学習者自身の学習規則(学習の計画性と実際の行動)を学習スタイルと定義し、成績との関連性について明らかにすることを旨とする。

### 3. 方法

#### 3.1 研究概要

本研究では学生の言語能力、事前知識、学習動機に着目し学習スタイルの傾向を明らかにする。言語能力については日本人学生と留学生での違い、事前知識については機械学習に対する事前知識の有無による違い、学習動機については意義中心的な学生と応用中心的な学生に基づく学習スタイルの違いを考察する。

初めに、認知(理解度・難易度)と学習者自身の学習規則(学習の計画性と実際の行動)と成績の関連性より構造方程式モデルを作成する。そして、各学習者の集団に対し構造方程式モデリングを適用し、差がみられた箇所について考察を行う。

#### 3.2 構造方程式モデリング

構造方程式モデリングとは図1に示すように、観測されたデータの背後に因子・潜在変数が存在し、それらが観測データや他の因子・潜在変数に影響を与えている様子をモデル化したものである<sup>(7)</sup>。

このモデルは、過去の経験、理論に基づいて設定することができ、設定したモデルの方程式を解くことにより変数間の因果関係、相関関係を明らかにできる。

また、適合度(実際のデータとモデルとの当てはまりを示す指標)としては、 $\chi^2$ 乗値、GFI、CFI、RMSEA、AICなどが挙げられる。

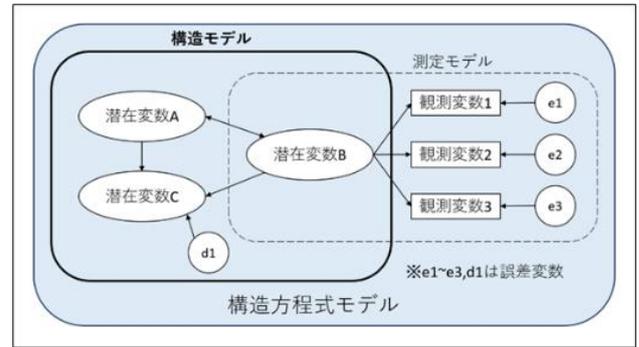


図1 構造方程式モデリング

#### 3.3 分析講義

本研究で分析する講義は、本学で2020年度1-2期に開講された「i239 機械学習」である。本講義は二人の担当教授が前半・後半に分かれて講義するため、前半と後半では多少授業の進め方が異なる。そこで本研究では前半部分のみ分析する。前半部分の講義内容を表1に示す。

表1 講義回ごとの授業内容

Lecture	Contents
1	Introduction
2	Version Space
3	Basic Statistics
4	Decision Tree
TH	Python for ML
5	Support Vector Machine
6	Naïve Bayes
TH	Python for ML
7	Online & Batch learning

第一回は講義の進め方、導入知識となっているため、分析には含めない。TH(Tutorial Hour)とは講義で学んだ内容を実践的に学ぶ時間である。本講義では、オンライン上で手軽に機械学習を実装できる Google Colaboratory を用いて機械学習の動作の確認を行った。また、THの出席は任意であるが、学習の違いを見るためにこのデータは除外しない。

#### 3.4 分析対象者

分析対象とする学生は、「i239 機械学習」を履修して

いる学生の内、初回アンケートに回答した学生を対象とし、有効回答は94名である。学生の言語能力、事前知識、学習動機の内訳を表2に示す。

表2 学生の言語、事前知識、学習動機

学生の特徴			学習動機			合計
			活かしたい	学んだことを興味・関心に機械学習に	その他	
日本人	事前知識	有り	14	11	2	27
		無し	13	13	-	26
	合計		27	24	2	53
留学生	事前知識	有り	4	2	-	6
		無し	14	18	3	35
	合計		18	20	3	41
合計	事前知識	有り	18	13	2	33
		無し	27	31	3	61
	合計		45	44	5	94

### 3.5 講義形式について

本講義は、反転授業をベースとした構成となっており、図2に示す通り、事前学習(LMS上にアップロードした講義資料・事前学習ビデオを用いた学習)+リアルタイム型オンライン講義(Webexでの講義)+小テストの形式であった。事前学習は各Webex講義の1週間前より行うことができ、小テストは各Webex講義開講後1週間以内に受験する形とした。



図2 講義形式とその様子

また、Webex講義開講後、Webex講義のアーカイブ視聴や確認テスト(Webex講義内で出題された問題を

LMSで解答できる)を自由に行うことができた。

反転授業の効果としては、インプット型からアウトプット型への学びの転換の促進、学生の学修行動の見える化の推進、時間外学習時間の増加、全体的な学習の向上と学生間の学力差の解消、時間の有効活用などが挙げられている<sup>(8)</sup>。本研究で対象とする反転授業をベースとしたオンライン講義においてもそのような学習効果が期待される。

### 3.6 分析データについて

本研究では、事前学習、Webex講義、事後学習における学習ログと初回講義・各小テスト内で実施するアンケート結果を用いる。アンケートを実施する際、アンケート結果と成績に関係が無いこと、アンケート結果は本研究以外では使用せず個人を特定する事は行わないことを明記した。また各データは、個人が特定できないようIDをランダムに振り分けて管理し、その上でデータ処理を行っている。

### 3.7 仮説モデルの作成

第2章で示した学習スタイルを基に、本研究では図3に示す構造方程式モデルを作成した。

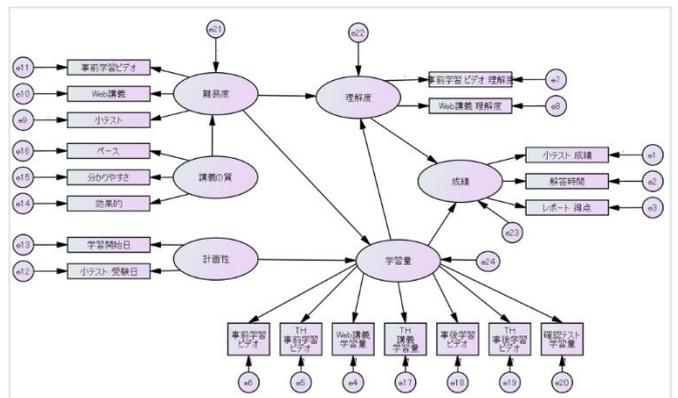


図2 学習スタイルの仮説モデル

潜在変数として、「講義の質」、「難易度」、「理解度」、「計画性」、「学習量」、「成績」を設定した。「講義の質」、「難易度」、「理解度」は第2~7回講義のアンケート結果の平均値を基にした観測変数から構成した。また、「計画性」は第2~7回講義における学習日の値を平均した観測変数から構成し、「学習量」、「成績」は第2~7回講義における学習量、成績の割合を基にした観測変数から構成した。

「講義の質」については、Webex 講義におけるペース、分かりやすさ、講義時間の効果的な利用に関するアンケート結果(5.遅い, 分かりやすい, 効果的~1.速い, 分かりにくい, 非効果的+0.講義を視聴していない)から構成した。

「難易度」については、事前学習ビデオ視聴時、Webex 講義時、小テスト時における学生の主観的難易度(5.簡単~1.難しい+0.視聴していない・無回答)から構成した。

「理解度」については、事前学習ビデオ視聴時、Webex 講義視聴時における学生の主観的理解度(5.理解できた~1.理解できなかった+0.視聴していない)から構成した。

「計画性」については、Webex 講義の何日前に事前学習ビデオを視聴開始したのかを示す「学習開始日」と、小テストの締め切り何日前に受験したのかを示す「小テスト受験日」(0 以上: 講義の当日・テスト締め切り日より前に学習, 0 未満: 講義の終了後に学習)から構成した。

「学習量」については、2~7 回講義における事前学習ビデオ、Webex 講義、Web 講義アーカイブの学習時間と、TH 講義における事前学習ビデオ、Webex 講義、Web 講義アーカイブの学習時間と確認テストの学習時間から構成し、個人の総学習時間を想定される学習時間で割った値で構成した。

「成績」については、小テストの解答時間の割合、小テストの得点率、レポート(各自興味のあるデータに対し、複数の機械学習の手法を用いその結果を考察する)の得点率から構成した。

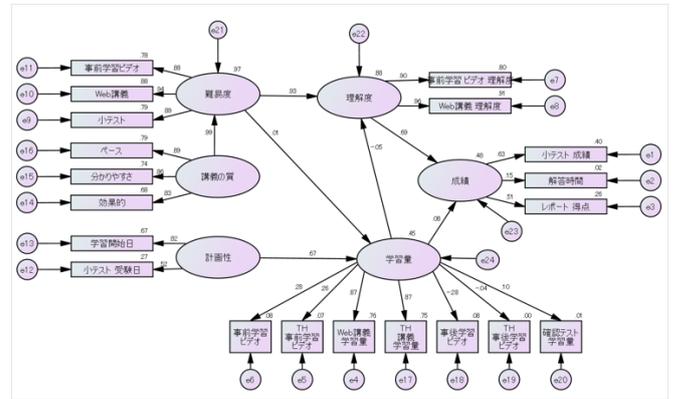


図 3 全学習者における学習スタイルモデリング

次に、因子間の標準化係数が 0.6 以上のパスにおける散布図(各因子において標準化係数の値が一番大きい観測変数同士の変数)と相関係数を示す。

「講義の質」→「難易度」に関して、「Webex 講義のペース」と「Webex 講義の難易度」の散布図を図 4 に示す。相関係数は  $r=0.873$  となった。

「難易度」→「理解度」に関して、「Webex 講義の難易度」と「Webex 講義の理解度」の散布図を図 5 に示す。相関係数は  $r=0.823$  となった。

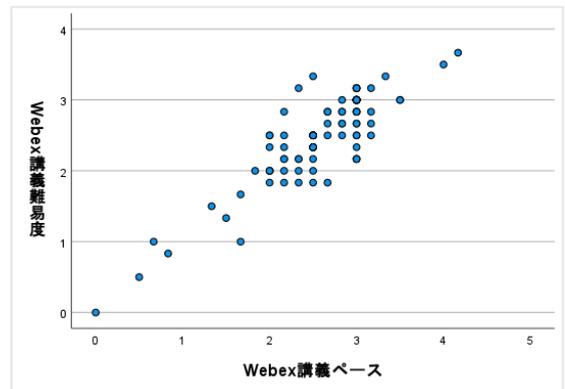


図 4 Webex 講義ペースと Webex 講義難易度

## 4. 結果

### 4.1 全学習者における学習スタイル

全学習者に対し、仮説モデルを適用した結果を図 3 に示す。適合度を調べたところ、 $\chi^2=442.3$ (自由度 163)  $p=0.00$ , RMSEA=0.136, GFI=0.703, CFI=0.780 となった。 $\chi^2$  検定の p 値が  $0(<0.05)$ なので帰無仮説(学習スタイルの仮説モデル=実際のデータ)が棄却される。また一般的に RMSEA は 0.05 以下, GFI は 0.9 以上, CFI は 0.95 以上の場合に当てはまりのよいモデルと判断されることから、当てはまりがよいとまでは言えない。

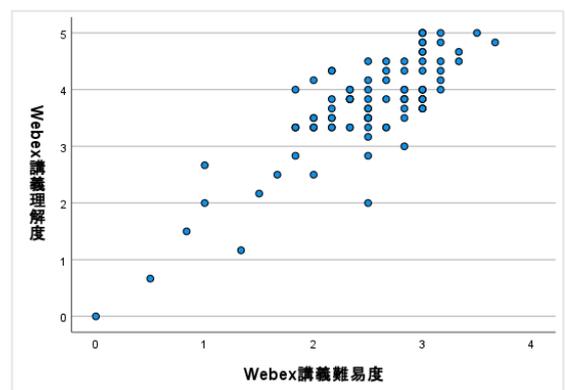


図 5 Webex 講義難易度と Webex 講義理解度

「理解度」→「成績」に関して、「Webex 講義の理解度」と「小テストの成績」の散布図を図 6 に示す。相関係数は  $r=0.598$  となった。

「計画性」→「学習量」に関して、「学習開始日」と「Webex 講義学習量」の散布図を図 7 に示す。相関係数は  $r=0.427$  となった。

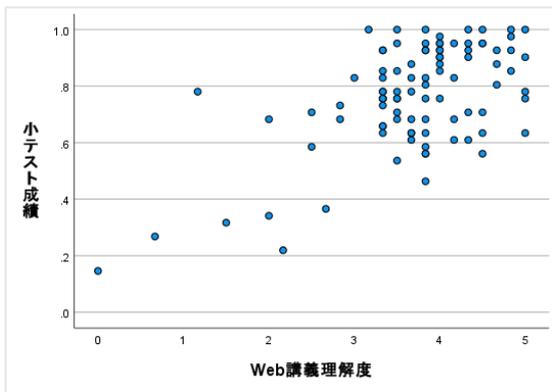


図 6 Webex 講義理解度と小テスト成績

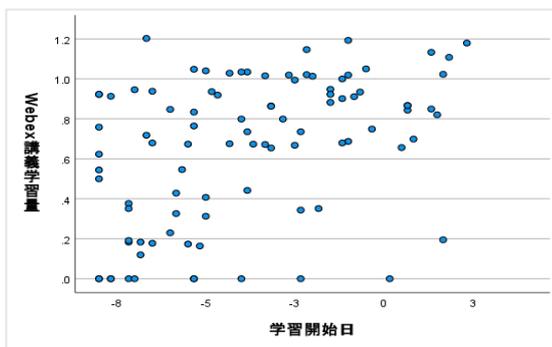


図 7 学習開始日と Webex 講義学習量

次に集団間の特徴について結果を示す。各因子・観測変数にどれくらい影響を及ぼすのかを示す標準化係数(パス係数)の値を見比べ、一方の標準化係数が 0.7 以上あり、2 つの集団での差がみられるパス(標準化係数の差の検定の結果有意水準 10% 以上)について結果を述べる。さらに、因子間(潜在変数間)のパスに有意差がある場合は散布図と相関係数を用いた比較、因子(潜在変数)から観測変数へのパスに有意差がある場合はヒストグラムとウィルコクソン順位和検定(観測したデータに対してのノンパラメトリック検定)を用いた比較を行う。

#### 4.2 日本人学生と留学生における学習スタイル

「学習量」に関して、「学習量」→「事前学習ビデオ学習量」に対する標準化係数は、日本人学生 0.26、留学生

0.94(標準化係数の差の検定の結果 5%有意)となった。

「事前学習ビデオ学習量」のヒストグラムを図 10 日本人学生と留学生における Webex 講義(TH)学習量

に示す。ウィルコクソン順位和検定の結果  $p=0.009$  となり、日本人学生と留学生の事前学習ビデオ学習時間の分布が等しいという帰無仮説は棄却された。

「学習量」→「Webex 講義学習量」に対する標準化係数は、日本人学生 0.93、留学生 0.27(標準化係数の差の検定の結果 5%有意)となった。「Webex 講義学習量」のヒストグラムをに示す。ウィルコクソン順位和検定の結果  $p=0.237$  となり、日本人学生と留学生の Webex 講義学習量の分布が等しいという帰無仮説は支持された。

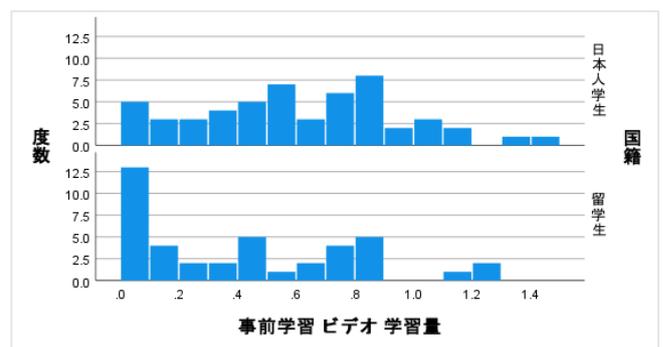


図 8 日本人学生と留学生事前学習ビデオ学習量

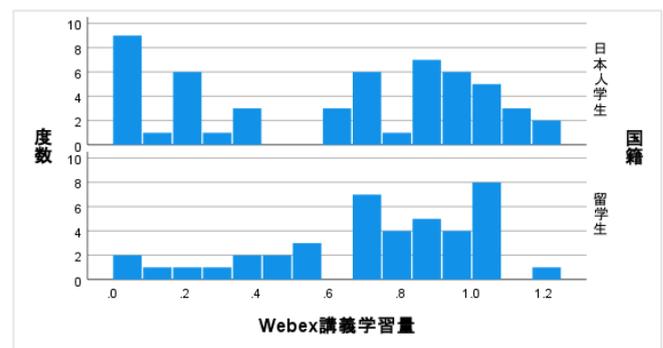


図 9 日本人学生と留学生の Webex 講義学習量

「学習量」→「Webex 講義(TH)学習量」に対する標準化係数は、日本人学生 0.91、留学生 0.36(標準化係数の差の検定の結果 5%有意)となった。「Webex 講義(TH)学習量」のヒストグラムをに示す。ウィルコクソン順位和検定の結果、 $p=0.863$  となり、日本人学生と留学生の Webex 講義(TH)学習量の分布が等しいという帰無仮説は支持された。

「理解度」→「成績」に対する標準化係数は、日本人学生 0.88、留学生 0.29(標準化係数の差の検定の結果 1% 有意)となった。「Webex 講義の理解度」と「小テストの

成績」の散布図を図 11 に示す。日本人学生と留学生の相関係数はそれぞれ  $r=0.740$ ,  $r=0.256$  となった。相関係数の差の検定を行ったところ  $p=0.0014$  となり 1% 有意で差がみられた。

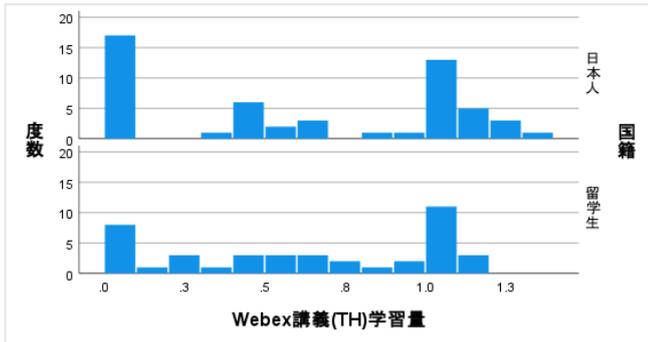


図 10 日本人学生と留学生における Webex 講義 (TH)学習量

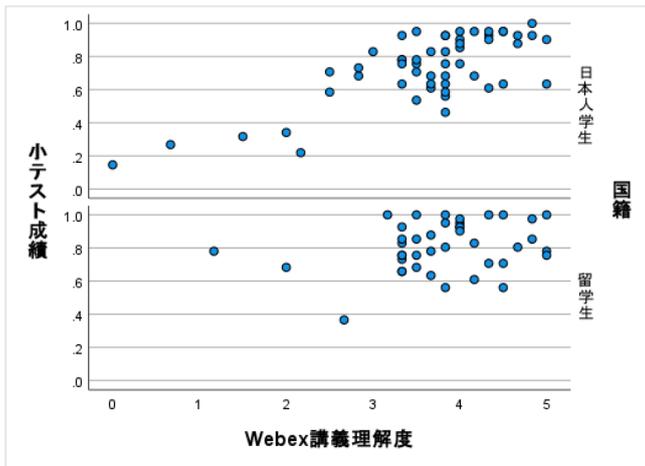


図 11 日本人学生と留学生における Webex 講義理解度と小テスト成績

### 4.3 事前知識の有無による学習スタイル

「理解度」→「成績」に対する標準化係数は、機械学習に対する事前知識あり 0.86, なし 0.59(標準化係数の差の検定の結果 5%有意)となった。「Webex 講義の理解度」と「小テストの成績」の散布図をエラー! 参照元が見つかりません。に示す。事前知識のある学生と無い学生の相関係数はそれぞれ  $r=0.801$ ,  $r=0.333$  となった。相関係数の差の検定を行ったところ  $p=0.0008$  となり 1%有意で差がみられた。

### 4.4 学習動機の違いによる学習スタイル

「成績」→「レポート得点」に対する標準化係数は、意義中心的な学生(機械学習に興味・関心がある学生)0.71,

応用中心的な学生(学んだことを研究や仕事に活かしたい)0.28(標準化係数の差の検定の結果 10%有意)となった。「レポート得点」のヒストグラムを図 13 に示す。ウィルコクソン順位和検定の結果  $p=0.655$  となり、意義中心的な学生と応用中心的な学生におけるレポート得点が等しいという帰無仮説が支持された。

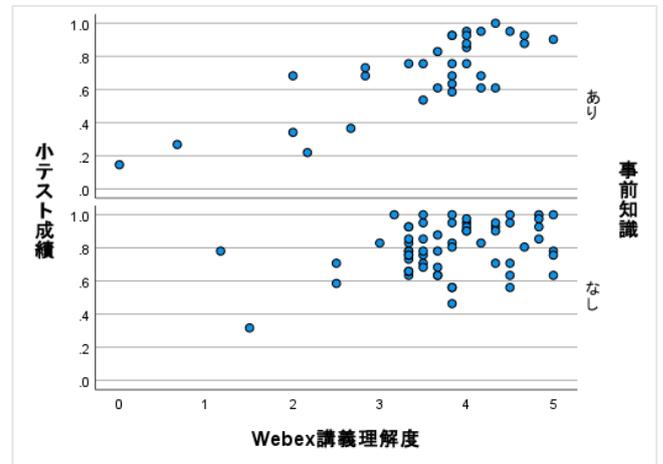


図 12 事前知識のある学生と無い学生の Webex 講義理解度と小テスト成績

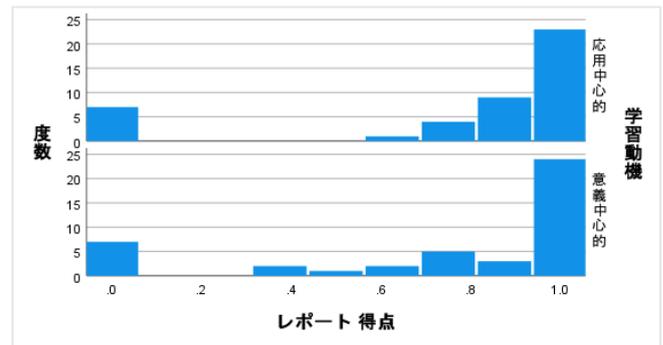


図 13 意義中心的な学生と応用中心的な学生におけるレポート得点

## 5. 考察

### 5.1 全学習者における学習スタイル

全学習者における学習スタイルモデルの適合度は良くない事が明らかになった。その原因としては、今回提案したモデルはデータ数に対して複雑な構造であること、観測変数には取り入れてはいないが学習スタイルを定義づける重要な変数が他にも存在する可能性があることが考えられる。

例えば、今回は各学習時間の合計を「学習量」としたが、どのように視聴しているのかといった指標が重要になる可能性がある。具体的には、繰り返し視聴回数

や視聴箇所などといった指標などが考えられる。

「講義の質」→「難易度」, 「難易度」→「理解度」に関しては高い相関関係がみられた。また, 「理解度」→「成績」に関しては相関係数がみられる。この結果より, アンケート等により講義を難しく感じる, 講義が難しい理解度できていないと認識している学生を早期的に発見し, 学習の手助けを行うことにより成績の低下を緩和できる可能性がある。

「計画性」→「学習量」に関しては, 事前学習ビデオを Webex 講義当日より前に視聴している学生, Webex 講義後 4 日以内に事前学習ビデオ用いて学習している学生の大多数は, Webex 講義を 6 割以上視聴(参加)している。一方, Webex 講義後 4 日以降に事前学習ビデオ用いて学習を開始している学生においては, Web 講義の視聴(参加)が 5 割以下の学生が増えている。その理由としては, 授業についていけなくなり学習が全体的に遅れているや Webex 講義に積極的に参加していないけれどテスト直前に事前学習ビデオを用いて学習するといった学生が存在することが考えられる。

## 5.2 日本人学生と留学生における学習スタイル

「学習量」→「事前学習ビデオ学習量」において留学生は, 事前学習ビデオを視聴しない学生が多くなっている。また, 「学習量」→「Webex 講義学習量」においては, 学習時間が 6 割以下の学生が少なくなっている。このことより, 日本人学生は事前学習ビデオを視聴するが, Webex 講義は積極的に視聴(参加)せず, 留学生は事前学習ビデオをあまり視聴しないが, Webex 講義には, 積極的に参加する傾向がみられた。

「学習量」→「Webex 講義(TH)学習量」においては, 日本人学生と留学生において統計的有意な差がみられなかった。

「理解度」→「成績」においては, 日本人学生は強い相関があるが, 理解度の高い学生においては小テストの得点が 9 割程度の高得点を取得する学生と 6 割程度のみ取得する学生に二極化している。留学生は理解度が高くても成績の割合が 1~0.6 にばらついている。このことより日本人学生は主観的理解度と客観的理解度(実際の成績)が比較的一致する傾向がみられるが, 留学生は主観的理解度と客観的理解度が必ずしも一致するわけではない。この講義は日本語で開講されていた

ので, 授業内の細かなニュアンスが理解しづらく結果としてこのような差が生じたのではないかと考えられる。

## 5.3 事前知識の有無による学習スタイル

「理解度」→「成績」において, 事前知識のある学生は理解度と成績に強い相関がみられるが, 事前知識のない学生においては弱い相関がみられた。事前知識のある学生は自分自身がどれだけ理解できているのかを客観的に判断することができるのに対し, 事前知識のない学生は理解しているつもりの学習になっている事が考えられる。

## 5.4 学習動機の違いによる学習スタイル

構造方程式モデリングにおいては, 「成績」→「レポート得点」へのパスに対し 10%有意な差がみられたが, ウィルコクソン順位和検定の結果やヒストグラムより学習動機の違いによる有意な差を見つけることができなかった。

## 6. まとめ

本研究では, 反転授業をベースとしたオンライン講義において, 言語能力, 事前知識, 学習動機の観点から集団ごとの特性を明らかにするため, 基準となる学習スタイルの構造方程式モデルを作成し, 各観測変数や潜在変数がどれくらいモデルに影響を及ぼすのかを示す標準化係数を比較し, その違いについて考察を行った。その結果, 全学習者における学習スタイルモデリングの適合度が良くないため, 再度検定を行い有意な差を明らかにした。今回は, 学習動機においては有意な差が見られなかった。というのも本講義では, 学んだことを研究や仕事に活かしたい, 機械学習に対する興味関心があるといった学習動機の高い学生が大多数を占めているため有意な差が得られなかったと考えられる。言語の違いでは, 日本人学生と留学生では「学習量」において差が見られたが, なぜそのような結果になったのかさらなる検討を行う必要がある。

## 参考文献

- (1) 文部科学省, 大学等における新型コロナウイルス感染症への対応状況について, <https://www.mext.go.jp/content/2>

0200917-mxt\_koutou01-00009971\_14.pdf (2020 年 1 月 3  
0 日確認)

- (2) Vermunt, J.D.: "Learning Styles and Directed Learning Processes in Higher Education: Towards a Process-Oriented Instruction in Independent Thinking", Swets and Zeitlinger, Lisse (1992)
- (3) 平山祐一郎, 平山祥子: “大学生における学習動機の 2 要因モデルの検討”, 東京家政大学研究紀要 1 人文社会科学, Vol.41, pp.101-105 (2001)
- (4) 宮本孝子: “学習動機の 2 要因モデルからみた教職課程学生の動機づけ: 志向性の特徴と成績との関連”, 城西大学教職課程センター紀要, Vol.4, pp.47-51 (2020)
- (5) 赤松大輔: “高校生の英語の学習観と学習方略, 学業成績との関連”, 教育心理学研究, Vol.65, No.2, pp.265-280 (2017)
- (6) 宗村広昭, 鹿住大助, 小俣光司: “反転授業における講義ビデオの視聴行動と成績との関係性”, 日本教育工学会論文誌, Vol.40, pp.009-012 (2016)
- (7) 筈井俊輔: “構造方程式モデリングの基礎 - 教育認知心理学講座”, <http://cogpsy.educ.kyoto-u.ac.jp/personal/Kusumi/datasem09/090708.pdf> (2020 年 1 月 30 日確認)
- (8) 小川勤: “反転授業の有効性と課題に関する研究 : 大学における反転授業の可能性と課題”, 山口大学大学教育機構, Vol.12, pp.1-9 (2015)

# ラーニングテクノロジー専門家養成のためのカリキュラム改訂案： 技術革新と社会変化への適応力を持つ教育テクノロジスト育成を目指 して

喜多 敏博<sup>\*1</sup>, 松葉 龍一<sup>\*1</sup>, 戸田 真志<sup>\*1</sup>, 久保田 真一郎<sup>\*1</sup>, 長岡 千香子<sup>\*1</sup>, 中野 裕司<sup>\*1</sup>,  
北村 士朗<sup>\*1</sup>, 合田 美子<sup>\*1</sup>, 平岡 齊士<sup>\*1</sup>, 江川 良裕<sup>\*1</sup>, 都竹 茂樹<sup>\*1</sup>, 鈴木 克明<sup>\*1</sup>

<sup>\*1</sup> 熊本大学大学院教授システム学専攻

## Curriculum revision planning for training learning technology professionals: Aiming to develop educational technologists who are adaptable to technological innovation and social change

Kita Toshihiro<sup>\*1</sup>, Matsuba Ryuichi<sup>\*1</sup>, Toda Masashi<sup>\*1</sup>, Kubota Shinichiro<sup>\*1</sup>, Nagaoka Chikako<sup>\*1</sup>,  
Nakano Hiroshi<sup>\*1</sup>, Kitamura Shirou<sup>\*1</sup>, Goda Yoshiko<sup>\*1</sup>, Hiraoka Naoshi<sup>\*1</sup>, Ekawa Yoshihiro<sup>\*1</sup>,  
Tsuzuku Shigeki<sup>\*1</sup>, Suzuki Katsuaki<sup>\*1</sup>

<sup>\*1</sup> Graduate School of Instructional Systems, Kumamoto University

The education system in Society 5.0, which creates new value by connecting all people and things and sharing knowledge and information, requires human resources with skills to practically employ technologies such as AI, LA, VR, and AR. This report describes the revision planning of the curriculum of Graduate School of Instructional Systems, Kumamoto University, which aims to train learning technology specialists.

キーワード: ラーニングテクノロジー, データサイエンス, カリキュラム設計, 教育工学

### 1. はじめに

これまでの情報社会における情報偏在や分野横断的連携の不足などの問題を解決するため、Society 5.0<sup>(1)(2)</sup>と呼ばれる社会では、全ての人や物がつながり、様々な知識や情報が共有される。また、今後益々発展が期待される人工知能等の技術により、必要な情報が必要な時に提供され、ロボットや自動走行車などの技術により、少子高齢化、地方の過疎化、貧富の格差などの課題も克服可能だと期待されている。

教育システム分野でも、近年発展著しいデータサイエンス関連、人工知能関連、仮想現実関連等の技術を利用・活用しようとする教育実践や研究が多く見られるようになってきている。本論文では、学習支援に応用されるこれらの諸技術の総称として、「ラーニングテクノロジー」(LT)を用いる。

「ラーニングテクノロジー」は、「学習、教育、評価を支援するために使用される幅広いコミュニケーション、情報、および関連テクノロジー」<sup>(3)</sup>を指す語として、2000年代初頭から国内でも用いられている用語<sup>(4)</sup>

であり、2020年12月に改訂された、日本イーラーニングコンソシアムのeLP「ラーニングテクノロジー」コース<sup>(5)</sup>では、近年、新たに広く用いられるようになったテクノロジーも多く取り上げられている。

また、2020年度は、COVID-19の影響での大きな社会変化があり、教育分野でも技術利用による課題解決が求められる場面も多く見られたが、技術者と教育者が噛み合わないとの確に課題解決が行われない。インストラクショナルデザイナー等と協働しつつ、教育上のニーズや妥当性を理解して社会の変化に対応できる適応力を備えた技術者を育成することが社会的に求められていると筆者らは考えている。

熊本大学大学院教授システム学専攻では、1年以内にカリキュラムを大幅改訂し、ラーニングテクノロジーの専門家を養成することを目的とした新たなトラックを新設することを計画している。特に、近年、革新的な発展を遂げているウェブ、アナリティクス、機械学習、仮想現実、拡張現実技術などに関するリテラシーやシステム開発能力を修得することにフォーカスしたカリキュラム改訂を検討中である。

本稿では、現時点のその方向性や改訂の概要について述べる。

## 2. 現行カリキュラムについて

熊本大学大学院社会文化科学教育部 教授システム学専攻<sup>(6)(7)</sup>は、2006年に創設され、教育・学習活動やeラーニングコース・教材等をシステムとして捉え科学的・工学的にアプローチする「教授システム学（Instructional Systems）」を修めるため、教育設計に必要な不可欠な知識である「ID」（インストラクショナルデザイン）を中核として、「IT」（情報通信）スキル、「IP」（知的財産権）、「IM」（Instructional Management：教育活動マネジメント）を加えた「4つのI」を柱と定め、これらを体系的に学習できるカリキュラムを提供している。

本専攻は成人に関する教育、すなわち企業内教育、社会人教育、高等教育の専門家を養成し、企業内の人材育成部門、eラーニングベンダーを含む教育サービス事業者、高等教育機関、研究分野（博士課程等）に人材を輩出することを目的としている。100%オンラインで、フルタイムで働きながら学習する社会人大学院生に適した設計となっている。

また、IDを学ぶことができる大学院であり、それ自体がIDを適用した実例の1つとなることを意図した大学院でもある。そのため、カリキュラムの出口、アウトカムが明確になっていることが必須であり、教授システム学専攻の修了生として修了時点で発揮できるようになるべき能力が「コンピテンシーリスト」として明示されている。それは、12のコアコンピテンシー（必修科目で身につくコンピテンシー）と7つのオプションコンピテンシー（選択科目で身につくコンピテンシー）で構成されたものである。以下に、教授システム学専攻コアコンピテンシーならびにオプションコンピテンシーの一覧を示す。

### <コアコンピテンシー>

1. 教育・研修の現状を分析し、教授システム学の基礎的知見に照らし合わせて課題を抽出できる。
2. さまざまな分野・領域におけるさまざまな形のeラーニング成功事例や失敗事例を紹介・解説できる。

3. コース開発計画書を作成し、ステークホルダごとの着眼点に即した説得力ある提案を行うことができる。
4. LMSなどの機能を活かして効果・効率・魅力を兼ね備えた学習コンテンツが設計できる。
5. Webブラウザ上で実行可能なプログラミング言語による動的な教材のプロトタイプが開発できる。
6. 開発チームのリーダーとして、コース開発プロジェクトを遂行できる。
7. 実施したプロジェクトや開発したコースを評価し、改善のための知見をまとめることができる。
8. 人事戦略やマーケットニーズに基づいて教育サービス・教育ビジネスの戦略を提案できる。
9. ネットワーク利用に関わる法律的・倫理的な問題を認識し、解決できる。
10. 教授システム学の最新動向を把握し、専門家としての業務に応用できる。
11. 実践から得られた成果を学会や業界団体等を通じて普及し、社会に貢献できる。
12. 教授システム学専攻の同窓生として、専門性を生かして専攻の発展・向上に寄与できる。

### <オプションコンピテンシー>

1. eラーニングサーバの導入、構築、管理、運営が行え、サーバサイドアプリケーションを用いた動的な教材のプロトタイプが開発できる。
2. コンテンツの標準化や相互運用性の要件を満たしたeラーニングコース開発やシステム運用ができる。
3. ネットワークセキュリティ上、安全なeラーニング環境を構築できる。
4. 知識・情報・学習の視点から経営課題について提言ができる。
5. eラーニングの特定応用分野について、その領域独自の特徴を踏まえて内容の専門家と協議できる。
6. コンサルティングの視点から、教育サービス・教育ビジネスのプロジェクト内容を提案でき、その実施をサポートできる。
7. 所属機関・顧客機関等のeラーニングポリシーの確立・改善・変革を提案できる

### 3. カリキュラムの変更点

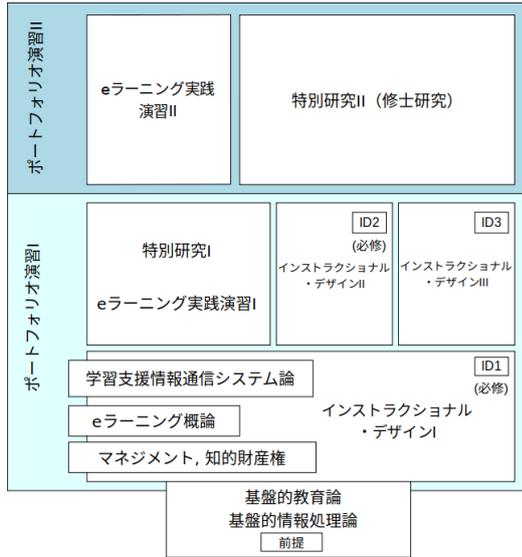


図 1: 現在のカリキュラムにおける必修科目等



図 2: 改定後のカリキュラムにおける必修科目等 (検討中)

図 1 に示す必修科目を中心とする現在のカリキュラムに対し、図 2 に示すようなインストラクショナルデザイン (ID) トラック (右半分) とラーニングテクノロジー (LT) トラック (左半分) からなる 2 トラック制を導入することを予定している。それに伴い、ID1 と LT1 を両トラック共通の必修科目とするが、ID2, LT2 については、ID トラック, LT トラックのそれぞれだけで必修科目とする。

ラーニングテクノロジー (LT) トラックの新設に伴い、LT1, LT2, LT3, LT4 という科目を新規開講する。

ID トラックと LT トラックの前提となるスキルを学ぶことができる新たな基盤的科目 2 科目も新設を検討している。また現在は、eラーニング実践演習は、教材

のプロトタイプ開発と教材開発プロジェクトマネジメントについて実習で学ぶ科目であるが、それを LT チームと ID チームの共同プロジェクトを通じて学ぶ科目とし、修士論文研究においても、一部の学生については、LT トラックと ID トラックのそれぞれの強みを活かした共同研究プロジェクトを実施することを予定している (図 2)。

### 4. いくつかの新科目の内容の概要

既に対外的に発表していた<sup>(8)</sup>ように、本カリキュラム改訂に伴い、新たな科目を開設することを検討している。その中でも LT トラックの中心となる科目は、図 2 に示す LT1, LT2, LT3, LT4 である。それらの概要と 15 回分の内容案、学習成果を評価するための課題の案について述べる。なお、どの科目についても、単位取得の最低条件として、各回のタスク (演習等) を全て行い合格することと、すべての課題について 6 割以上の得点を得ることが求められる。

#### 4.1 LT1

LT1 は、「ラーニングテクノロジーの基盤としてのウェブ技術 (ブラウザ・スマホアプリ) を用いた eラーニングの実装を、LMS を中心として行うことができる」ようになることを目指す科目である。

LT1 の内容は、既存の科目である「学習支援情報通信システム論」をベースとして、一部の事項を変更・更新するものである。

第 1 回: LMS(1) eラーニング等 IT による教育支援のための各種ソフトウェアの選択

第 2 回: LMS(2) Learning Management System の概要と学習者としての LMS

第 3 回: LMS(3) インストラクタとしての LMS

第 4 回: LMS(4) コンテンツクリエイターとしての LMS

第 5 回: LMS(5) LMS 管理者としての LMS

第 6 回: コンテンツ(1) CMS と動画配信

第 7 回: コンテンツ(2) JavaScript と CSS の導入

第 8 回: コンテンツ(3) モバイル対応

第 9 回: コンテンツ(4) jQuery と HTML5

第 10 回: コンテンツ(5) 学習用スマートフォンアプリの試作

第 11 回 : LMS における LOG 解析と管理

第 12 回 : 他の e ラーニング関連システムと LMS との連携

第 13 回 : e ラーニング標準規格 SCORM 入門

第 14 回 : 学習ポータルとダッシュボード

第 15 回 : 電子書籍・メタデータ

課題 1: 学習者、インストラクタ、コンテンツクリエイター、LMS 管理者、各々の立場として、LMS の e ラーニングにおける効果的利用方法についてまとめ公開する。

課題 2: HTML(V5)、JavaScript、CSS、VOD 等を利用したコンテンツを設計し、レポートする。コンテンツの目的、対象者等を明示し、利用する技術ごとにその必要性、優位性、実装方法等について解説する。

課題 3: 自分で理想とする e ラーニングシステムを LMS を中心に仮想的に構築し、その主な目的と特長、管理の方法、セキュリティ対策、必要とする帯域幅等を示すという内容でレポートを公開する。

## 4.2 LT2

ラーニングテクノロジーを利用して何が実現可能なかの理解・把握でき、実用的なシステムを設計して、ラーニングテクノロジー利用システムの開発者に発注できることを目指す。

第 1 回 : AI(1) 現時点の AI はどのようなものか (AI 概論の Mooc を利用)

第 2 回 : AI(2) 深層学習の基本的なしくみ

第 3 回 : AI(3) CNN による画像認識の基礎

第 4 回 : AI(4) Moodle アナリティクスの基礎

第 5 回 : AI(5) 自然言語処理ツールの利用

第 6 回 : AI(5) チャットボットとは

第 7 回 : AI(6) VUI (音声ユーザインターフェイス)とは

第 8 回 : ML(1) 機械学習における分類問題(SVM)

第 9 回 : ML : (2) 機械学習におけるクラスタリング(k-means)

第 10 回 : LA(1) 学習履歴分析の基礎

第 11 回 : LA(2) 可視化の体験(Visual Journalism)

第 12 回 : VR(1) VR を利用した教育事例 1

第 13 回 : VR(2) VR を利用した教育事例 2

第 14 回 : AR(1) AR を利用した教育事例 1

第 15 回 : AR(2) AR を利用した教育事例 2

課題 1: 教育実践上で問題となっていることの一例を挙げ、それを解決するための AI 関連の諸技術を利用した学習支援システムや教材を設計する。現時点での AI 技術の限界も論じつつ、具体的な実装方法も示して提案する。

課題 2: 教育実践上で問題となっていることの一例を挙げ、それを解決するための LA や機械学習関連の諸技術を利用した学習支援システムや教材を設計する。現時点での LA や機械学習の限界も論じつつ、具体的な実装方法も示して提案する。

## 4.3 LT3

学習アナリティクスにより、自分のフィールドでの教育上の改善案を提案できることを目指す。

第 1 回 : LA(1) 機械学習における分類問題(SVM)

第 2 回 : LA(2) 機械学習におけるクラスタリング(k-means)

第 3 回 : LA(3) 機械学習における回帰問題(回帰分析)

第 4 回 : LA(4) 機械学習における次元削減(PCA)

第 5 回 : LA(5) 分析データの可視化方法

第 6 回 : LA(6) 学習ログデータの仕様(Moodle)

第 7 回 : LA(7) 学習ログデータの仕様(xAPI、Caliper)

第 8 回 : LA(8) CSV、WebAPI、SQL 等によるデータの読込

第 9 回 : LA(9) データのチェックとクレンジング

第 10 回 : LA(10) 学習履歴の分析(自身のデータで始める)

第 11 回 : LA(11) 学習履歴の分析(指定された分析)

第 12 回 : LA(12) 学習履歴の分析(学習推定に必要な分析の設計)

第 13 回 : LA(13) 学習履歴の分析(分析と結果の評価)

第 14 回 : LA(14) 学習履歴の分析(分析手法の見直しと改善)

第 15 回 : LA(15) 学習履歴の分析(フィードバックの設計)

課題 1: LA に応用可能な機械学習に関して、分類問題(SVM)、クラスタリング(k-means)、回帰問題(回

帰分析)、次元削減(PCA)、可視化方法を、具体的な事例とともに示せること。

課題 2: LA で使用する学習ログデータの仕様に関して、LMS(Moodle)と標準化(xAPI, Caliper)について、また、そのデータ収集および欠損データ等に対するクレンジング手法についても、具体的な事例を挙げて示すこと。

課題 3: 具体的な学習ログデータに対して、学習推定に必要な分析の設計から分析、評価、見直し、改善を、実データの分析と共に示すこと。LA による予測をどうフィードバックするかも併せて設計する。

#### 4.4 LT4

LT4 は、「人工知能技術、仮想・拡張現実の技術を利用して、教育実践上の問題を解決するシステムのプロトタイプを開発できる」ようになる科目である。

第 1 回: AI(1) CNN による画像認識の応用

第 2 回: AI(2) python によるロジスティック回帰・単純パーセプトロン

第 3 回: AI(3) python での CNN の実行と連携

第 4 回: AI(4) Moodle アナリティクスの独自モデル開発 1

第 5 回: AI(5) Moodle アナリティクスの独自モデル開発 2

第 6 回: AI(6) 自然言語処理ツールの開発 1

第 7 回: AI(7) 自然言語処理ツールの開発 2

第 8 回: AI(8) 自然言語処理ツールの開発 3

第 9 回: AI(9) 学習支援チャットボットの開発 1

第 10 回: AI(10) 学習支援チャットボットの開発 2

第 11 回: AI(11) VUI を用いた学習支援システム開発

第 12 回: VR(1) VR を利用した教材開発 1

第 13 回: VR(2) VR を利用した教材開発 2

第 14 回: AR(1) AR を利用した教材開発 1

第 15 回: AR(2) AR を利用した教材開発 2

課題 1: 教育実践上で問題となっていることの一例を挙げ、それを解決するための AI,VR,AR 関連の諸技術を利用した学習支援システムや教材のプロトタイプを開発する。

課題 2: 課題 1 で開発した学習支援システムや教材のプロトタイプの形成的評価を行い、改善策を提案す

る。

## 5. 教育業界の動向への対応

エンプロイアビリティの観点からも、当専攻において、どのような人材を育成すべきであるかの検討を進めている。正式な聞き取り調査などを行う前の段階として、ラーニングテクノロジーの専門家を養成することが eラーニング業界や EdTech 業界においてニーズとして感じられるか、どのような事項を修得した人材が望まれるか等の感触を聞いてみたところ、

- ラーニングテクノロジーの専門家のニーズは高い、特に、テクノロジーを利用したシステムの開発者と、講師などの教育実践者との橋渡しができる人材が必要。
- COVID-19 のため、研修等の教育活動がほとんどリモート実施となり、対面で実施していた時よりも、学習データを分析するラーニングアナリティクスの重要度が増している。
- 学習データのとり方や処理の仕方について、システム管理者が行っていることと、教育実践者としての希望とが、必ずしも噛み合っていないことがあり、この状況を改善することが必要。
- UI/UX についての知識やスキルは必須。少なくともウェブアクセシビリティについてツールを用いてチェックできることは必要。

などの意見が得られている。今後、eラーニング業界、EdTech 業界、高等教育機関での教学 IR 担当者などへの聞き取り調査を行い、カリキュラム改訂の内容に反映させたいと考えている。

## 6. おわりに

データサイエンス・人工知能技術のリテラシーを持つ人材やその専門家を養成するためのカリキュラムの標準的なモデルを策定する動きは近年幾つか見受けられる<sup>(9)(10)</sup>。本稿で述べたカリキュラム改定案は、教育学習支援分野でのテクノロジー利用のスキルに特化したものであるが、妥当性を確かめる意味でも、それら

の標準的なカリキュラムで想定される学習項目とも比較しつつ、カリキュラム改訂を実施する予定である。

## 参 考 文 献

- (1) Society 5.0 - 科学技術政策 - 内閣府,  
[https://www8.cao.go.jp/cstp/society5\\_0/](https://www8.cao.go.jp/cstp/society5_0/) (2021年2月24日確認)
- (2) ソサエティ-5.0 - Wikipedia,  
<https://ja.wikipedia.org/wiki/ソサエティ-5.0> (2021年2月24日確認)
- (3) Association for Learning Technology,  
<https://www.alt.ac.uk/> (2021年2月24日確認)
- (4) 帝京大学 ラーニングテクノロジー開発室,  
<http://www.lt-lab.teikyo-u.ac.jp/> (2021年2月24日確認)
- (5) 日本イーラーニングコンソシアム eLP「ラーニングテクノロジー」コース開講のご案内,  
<https://www.elc.or.jp/topics/detail/id=3011> (2021年2月24日確認)
- (6) 北村士朗・鈴木克明・中野裕司・宇佐川毅・大森不二雄・入口紀男・喜多敏博・江川良裕・高橋幸・根本淳子・松葉龍一・右田雅裕：「eラーニング専門家養成のためのeラーニング大学院における質保証への取組：熊本大学大学院教授システム学専攻の事例」『メディア教育研究』第3巻2号（特集：e-Learningにおける高等教育の質保証への取組み） 25-35 (2007)
- (7) Suzuki, K. : From Competency List to Curriculum Implementation: A Case Study of Japan's First Online Master's Program for E-Learning Specialists Training. *International Journal on E-Learning*, 8(4), 469-478 (2009)
- (8) 喜多 敏博, 戸田 真志, 久保田 真一郎, 長岡 千香子: AI, LA, AR 活用教育と事例について学ぶオンライン教材, 第44回 教育システム情報学会全国大会 プレカンファレンス 5 (2019年9月11日)
- (9) 数理・データサイエンス教育強化拠点コンソーシアム,  
<http://www.mi.u-tokyo.ac.jp/consortium/> (2021年2月24日確認)
- (10) データサイエンス・カリキュラム標準案（専門教育レベル）の公開とご意見募集,  
[https://www.ipsj.or.jp/annai/committee/education/public\\_comment/kyoiku20210215.htm](https://www.ipsj.or.jp/annai/committee/education/public_comment/kyoiku20210215.htm) (2021年2月24日確認)

# 久留米工業大学における全学的 AI リテラシー教育

小田まり子<sup>\*1\*3</sup>, 八坂 亮祐<sup>\*2</sup>, 原 迅<sup>\*3</sup>

\*1 久留米工業大学 AI 応用研究所 \*2 久留米工業大学 PC サポートセンター

\*3 久留米工業大学 IR 推進センター

## University-wide AI Literacy Education at Kurume Institute of Technology

Mariko Oda <sup>\*1\*3</sup>, Ryosuke Yasaka <sup>\*2</sup>, Jin Hara <sup>\*3</sup>

\*1 Kurume Institute of Technology, Applied AI-Research Laboratory

\*2 Kurume Institute of Technology, PC Support Center

\*3 Kurume Institute of Technology, Center for the Promotion of Institutional Research

AI Strategy 2019 aims that AI, data science literacy and related abilities should be acquired by all university students regardless of their majors. AI Education Support Department of the Applied AI-Research Laboratory, which was established in April 2020, is in charge of the development and promotion of university-wide AI education programs. A compulsory common education course entitled “Introduction to Artificial Intelligence (AI Gairon)” was initiated in 2020 to provide all the freshmen AI literacy and related abilities. This paper overviews the practical AI literacy education offered in the course above mentioned. We also analyzed the relationship between students' computer operation skills, their scores on the placement test for mathematics, the writing test for programming and their motivation to take the course.

キーワード: 人工知能, AI リテラシー教育, PC スキル, データサイエンス教育, チャットボット, eラーニング

### 1. はじめに

近年, 大量のデータや計算能力の向上を背景として, 機械学習や深層学習が飛躍的な進化を遂げ, あらゆる分野で人工知能 (AI: Artificial Intelligence) 技術が応用されるようになった. 内閣府は未来の超スマート社会 Society5.0<sup>(1)</sup>の実現を通じて世界に貢献し, 日本における課題をも解決するために, AI をとりまく教育改革あるいは研究開発, 社会実装などの総合的な政策として AI 戦略 2019<sup>(2)</sup>を策定した. AI 戦略 2019 では, 2025 年を目標年度として, 「文理を問わず全ての大学・高専生 (50 万人卒/年) が数理・データサイエンス (DS)・AI の初級レベルの能力を習得すること」という人材育成に関する具体的な数値目標を掲げており, AI 時代に対応した人材育成が全ての大学に課せられることとなった<sup>(3)</sup>. 文部科学省では, これらの人材育成目標を実現するために, リテラシーレベルの数理・DS・AI 教育の基本的考え方, 学修目標・スキルセット, 教育方

法などを体系化したモデルカリキュラムを策定し, 全国の大学などへの普及・展開を推進している<sup>(4)</sup>. また, 大学・高専における数理・DS・AI 教育プログラムを政府が認定する制度が構築され, 2021 年度に初回の認定・選定が行われる<sup>(5)</sup>ため, 近年, DS・AI 教育の全学的な導入を検討する大学が拡大している状況にある<sup>(6)</sup>.

このような背景のもと, 久留米工業大学 (以下, 本学) は, AI 人材の育成と AI 技術による地域課題の解決を目的とし, 2020 年 4 月に AI 応用研究所を設立した. AI 応用研究所の AI 教育支援部門が本学における全学的 AI 教育プログラムの開発・推進を担っており, 2020 年度後期からは全 1 年生を対象に全学必修共通教育科目「AI 概論」を開始した. 本学は福岡県久留米市にある工学部 5 学科 (機械システム工学科, 交通機械工学科, 建築・設備工学科, 情報ネットワーク工学科, 教育創造工学科), 大学院工学研究科修士課程 3 専攻 (エネルギーシステム工学専攻, 自動車システム工学専攻, 電子情報システム工学専攻) で構成される工

学系大学であり、1966年の建学以来、「人間味豊かな産業人の育成」を建学の精神としており、「知・情・意」の調和のとれた実践的教育を行うことを教育理念としている。本学では全学的AI教育により、地域課題の解決ができるAI応用力を持つ人材の育成を目指す。

本論文では、本学における実践的AI教育プログラムの概要について述べる。次に、後期から始まった「AI概論」におけるプログラミングを重視した教育内容、教育方法について紹介する。最後に、我々が実施した学生のコンピュータ操作能力や「AI概論」を学ぶ動機についてのアンケート調査結果と、数学のプレースメントテストやプログラミング筆記テストの得点との関係からAI教育の内容・方法について考察する。

## 2. 本学におけるAI・DS全学教育プログラム

### 2.1 地域連携課題解決型AI・DS教育プログラム

本学では2020年度から次世代技術者にとって必須となるAI・DS教育のための全学共通教育科目「AI概論」（1年後期2単位）と「AI活用演習」（2年前期2単位）を新規科目に加え、図1のような地域連携課題解決型AI・DS全学教育プログラムを導入した。本教育プログラムの講義・演習は正規の教育課程において、学生の所属学科を問わず、全学生が履修可能な科目群として設置している。AIリテラシー科目「AI概論」とAI応用基礎科目「AI活用演習」の新規2科目はと

もに全学必修科目である。1年次に共通の全学AIリテラシー教育を実施することにより、AIが身近で必須の技術であることを、学科を問わず早い段階で学生は理解する。本学は工学系大学であるので、「AI概論」でも知識の獲得だけを目指した講義のみとせず、演習形式にて課題に取り組み、最終的には機械学習の一連の流れをプログラミングにより体験する。その後、2年次にAI応用基礎力を「AI活用演習」で修得したのち、高学年の社会実装プロジェクトを通して、段階的にステップアップしながらAIの応用技術を学び続ける。

図1に示すように「AI概論」と「AI活用演習」は全学共通教育科目「地域連携I・II」などのAIによる地域課題解決を行う産学連携のプロジェクト型学習やインターンシップにつながる仕組みを用意している。「地域連携I・II」では、他学科の学生や社会人と交流しながらAIやDSの知識・技術を生かした地域課題解決に取り組む。全学科の専門的なゼミ「就業力育成セミナー」においても、地域社会に実在する課題の解決に取り組む社会実装型の教育手法を導入する。同様に、各学科の卒業研究においてもAI基礎力を生かした社会実装を奨励しており、例えば、AI応用研究所に寄せられた技術相談の中から学生が解決できそうな地域課題を選択して与え、課題解決に向けた卒業研究に取り組む学生をAI応用研究所所員が支援する体制も構築していく。

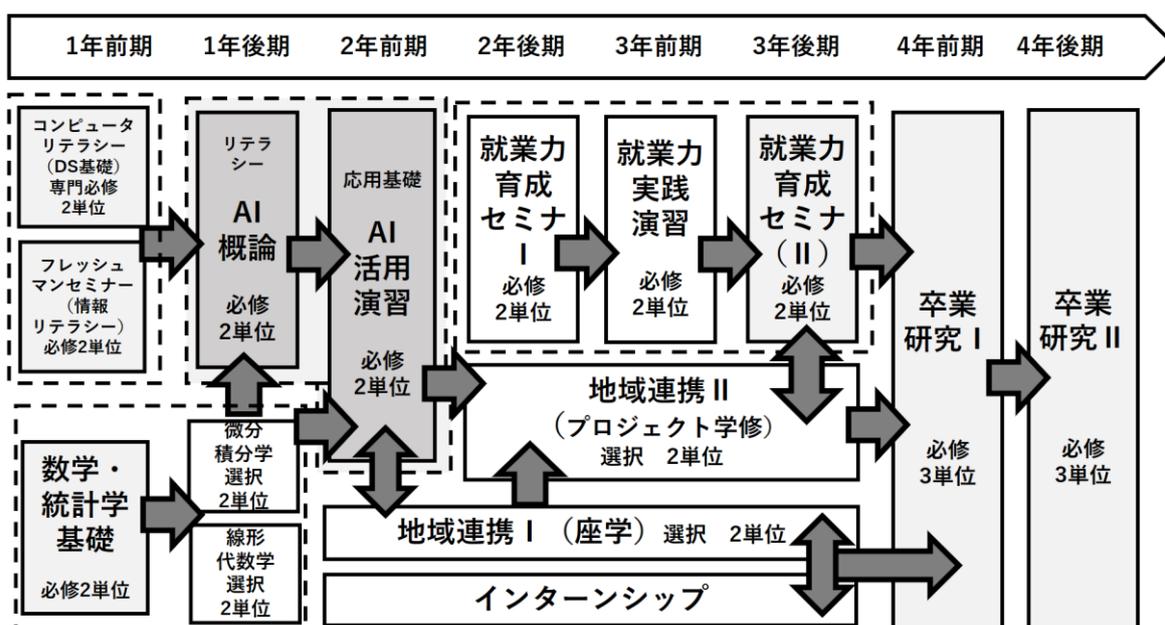


図1 地域連携課題解決型AI・DS教育プログラム

最終的には、学士としての専門技術に加え、AI 時代に対応できる AI・DS 基礎力、産学連携による地域課題解決活動を通して培った AI 応用力、実社会で必要な知識・技能・思考力・判断力・表現力・発信力を併せ持つ人材の育成を目指す。

## 2.2 「AI 概論」のカリキュラムと教育方針

「AI 概論」は 2020 年度から導入された 1 年生後期開講の必修共通教育科目である。対象となる受講者は 5 学科の 1 年生全員であり、ICT スキルもモチベーションも大きく異なる学生 400 人に対し、一様に AI 教育を施す必要がある。「AI 概論」のシラバスは、数理・データサイエンス教育強化拠点コンソーシアムが定める数理・DS・AI（リテラシーレベル）モデルカリキュラムに準拠したカリキュラム構成とした。しかしながら、モデルプログラムではメインに割り当てられている【導入】【基礎】【心得】からなる必須項目は押さえつつも、15 回の講義の半分程度にとどめ、残りは【オプション】に含まれる工学系学生にとって重要と考えられる内容を重視した実践的プログラミング教育（演習・実技）とする（図 2）。また、「AI 概論」では【基礎】に挙げられたデータ解析、統計量の算出、データの可視化についても全てプログラミングで実装する。

「AI 概論」は AI リテラシー科目であるとともに全学共通の一般教育科目・初年次教育であることを鑑み、以下の教育方針を掲げ、実践することとしている。

### 1. 全学的プログラミング教育という位置づけ

初等中等教育におけるプログラミング教育の必修化が決まり、小学校は 2020 年、中学校は 2021 年、高等学校では 2022 年から新しい学習指導要領が実施される<sup>(6)</sup>。また、総務省でも「若年層に対するプログラミング教育の普及推進事業」<sup>(9)</sup>が 2016 年度から

展開されており、小中高を含む全ての若年層を対象として、プログラミング教育を通じた ICT に関する基礎知識・スキルの定着が図られている。政府はプログラミング教育の充実を IT 戦略の一つとして位置づけており、今後ますます推進されることが予想される。本学は工業系大学であることから、「AI 概論」ではプログラミングを重視した教育を実践する。

### 2. 必携 PC の有効活用

プログラミング重視の教育を行うにあたり、対面講義ではまず、自宅でいつでもプログラミングや AI（機械学習）の勉強ができるように、学生各々のパソコン（必携 PC）に Python プログラミングの実行環境（Anaconda<sup>(10)</sup>）をインストールするところから始めた。通常、「情報」を専門とする学科ではプログラミングの演習は 2 コマ連続で設計され、正規授業（演習）の時間内で課題のプログラムを作成し、理解を深める。「AI 概論」は 1 コマ開講であるため演習時間の確保が難しく、課題演習の不足を自己学習で補う必要がある。特に今年度はコロナ禍での開講となり、遠隔講義と対面講義を隔週で実施する講義形態をとったこともあり、必携 PC を用いた自宅での予習・復習なしでは講義・演習は成立しない。

### 3. ICT スキルの向上に向けた支援

政府が AI 教育やプログラミング教育の充実を推進する一方、高校までの学習履歴により、本学にも PC の基本操作スキルが不十分な学生が多数存在する。学習履歴（中等教育までの基礎力・操作スキル）や専門分野（学生の数理的なレベルや関心事項）が多様な学生への対応が必要であるため、前期期間中に情報ネットワーク工学科 3 年生（AI 教育に興味があり GPA が高い学生）7 名に対して「AI 概論」での学習内容を学ぶ研修を実施し、SA（スチューデント

【導入】	◆人工知能とは何か ◆社会におけるデータ・AI 活用（グループワーク） ◆AI 利活用における最新動向（ビジネス・テクノロジー）
【心得】	◆データリテラシー・AI 利活用における留意事項 ◆データを守る上での留意事項 ◆グループ発表
【基礎】	◆データリテラシー（データ解析）・統計量 ◆プログラミングの基礎 ◆Matplotlib（ヒストグラム、箱ひげ図、相関関係・データの可視化）
【オプション】	◆Python プログラミング ◆AI のための基礎数学（統計の基礎、微分、線形代数の基礎 等） ◆単回帰分析の実装 ◆Python による機械学習の実装（画像の分類、回帰予測等）

図 2 「AI 概論」カリキュラム

ト・アシスタント)として育成した。演習中はSAが演習を支援し、講義時間外はAI応用研究所とPCサポートセンターが連携して学生の質問に対応した。

#### 4. 実践力の育成・機械学習の実装

本学は工業系の大学であり、AIの基礎的な知識だけでなく高学年次専門教育段階での学びに活かせる技能を修得してほしいと考える。そのために、「データ活用実践」を重視し、「AI概論」の後半では機械学習の実装に取り組む。最終的に、機械学習(教師あり学習:画像分類・近未来予測)のプログラミング実装を通してAIを体感してもらい、2年前期の「AI活用演習」につなげる。

#### 5. プログラミング経験者を考慮した教育内容

現状では高等学校までにプログラミングを授業で教える高等学校の割合は高くない<sup>(11)</sup>。本学は工業大学であり、工業高校からの入学者には高校時代に既にプログラミングを経験している学生が15%程度いる。また、情報ネットワーク工学科(全員)や交通機械工学科(一部)の学生は、大学1年次にプログラミングの講義を受講している。従って、初学者にもわかりやすい内容に終始すると、プログラミング経験者やICTスキルの高い学生にとっては既知の内容ばかりとなるおそれがある。そこで、PCスキルが不十分な学生にはSAが支援をする一方、対面講義における演習内容はスキルの高い学生に合わせ、難易度、授業スピードは下げない方針とした。

### 3. コロナ禍における「AI概論」教育方法

2020年度は新型コロナウイルス感染症の流行に伴い、全1年生を30人規模の14クラスに分けた少人数教育による対面講義(AIプログラミング演習)と遠隔

ビデオ講義(オンライン動画学習)を隔週で実施した。

2週間に一回(隔週)、大学で行う対面講義では、初回にプログラミング実行環境をインストールした必携PCを用いてプログラミングの演習を行う(図3(左))。プログラミング(Python)の基礎を学んだ後、ライブラリを用いたデータ解析、データの可視化、機械学習の前処理、行列計算などについて勉強し、最後の2回で機械学習の実装(教師あり学習:画像分類・近未来予測)を行う。全学科を対象としており、プログラミング初学者も多いため、学生がスムーズに学べるように先輩学生SAが演習をサポートしている(図3(中)(右))。学生自身の必携パソコンを用いた演習講義を通して全学的なICT能力、ならびにプログラミング基礎力の向上をも目指した。また、1年生がいつでも「AI概論」の講義やプログラミングに関する質問できるように「AI概論」用LINE<sup>(12)</sup>チャットボット<sup>(13)</sup>も開発し、受講生に公開した。PCサポートセンターとAI応用研究所が協働し、「AI概論」の演習の質問にもできる限り対応するようにした。

遠隔ビデオ講義では「人工知能の歴史」「機械学習とは何か」など、AI時代に必須の基礎知識について学ぶ。図4のように、遠隔講義動画は、黒板に板書しながら説明するような手書き・音声解説動画、パワーポイント・音声解説動画、プログラミング画面と解説音声の画面キャプチャー動画の3種類を用意した。遠隔講義動画は本学eラーニング(Moodle)から視聴できる。当初は座学的内容の講義動画のみを予定していたが、課題提出状況や学生から寄せられるコメント、質問内容から演習についていけない学生がいると判断した場合には、対面講義での演習を解説する動画を追加作成し、復習や自己学習をしやすい学習環境を構築した。



(左) 実行画面投影と白板での説明

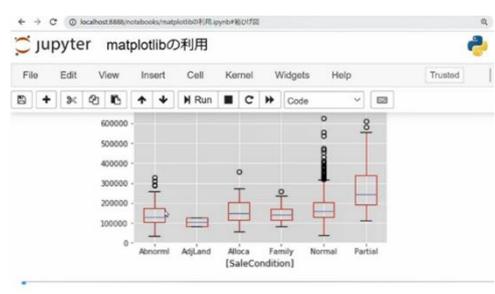
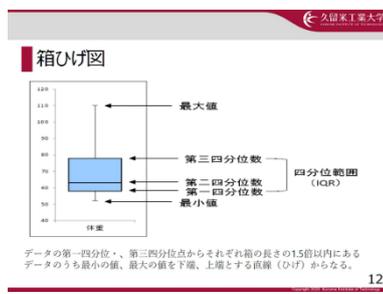


(中) SAの教室巡回



(右) SAのプログラミン個別指導

図3 必携PCを用いた「AI概論」の対面講義風景



(左) 手書き解説動画

(中) パワーポイント解説動画

(右) プログラミング実行画面解説動画

図 4 3 種類の遠隔講義動画 (VOD) (Moodle からのリンク・ダウンロード視聴)

また、久留米・筑後地域の社会人の協力により、地元企業における AI 応用技術について紹介する動画教材を作成し、Moodle から視聴できるようにしている (図 5)。この動画教材は、学生に AI 技術を身近に感じてもらう、AI 学習へのモチベーションを高めること、AI ビジネスについての興味・関心を喚起することを目的に制作した。「AI 概論」の最終課題は、AI を用いたビジネスのアイデアを学生ビジネスプランコンテスト様式にまとめたビジネス企画書の提出とした。



図 5 久留米・筑後地域企業の AI 活用紹介動画例

## 4. LINE チャットボットによる学生支援

### 4.1 チャットボットの概要・導入の背景

「AI 概論」では講義形式の座学だけでなく、本学で必携化している学生自身のノートパソコンを用いた Python プログラミングによる体験学習 (ハンズオン) 形式で学習する。1 年生後期の段階では、多くの受講生が 1) プログラミングの基礎を学んで (理解して) いない、2) コンピュータリテラシーとして習得しておくべきコンピュータの扱いに慣れていない、3) 大学の講義システム自体に慣れていない上に講義に必要な情報を自分で得ることができない、4) 対面授業と遠隔授業が混在した複雑な講義形態への対応が困難、などの理由から、AI 応用研究所や PC サポートセンター訪問による質問、メールでの問い合わせが数多く寄せられ

た。ハンズオン学習の性質上、プログラミング初学者はプログラムの実行時エラーが発生するたびに戸惑うことになる。講義中であれば教員やスチューデント・アシスタント (SA) にエラーの原因を尋ねることが可能であるが、予習や課題に取り組む際にはプログラムエラーの自己解決が求められる。プログラミングやパソコン操作を苦手とする受講生の中には、毎回、課題プログラムの作成に苦勞し、プログラムのエラーが発生するたびに自分で解決できず、AI 応用研究所や PC サポートセンターを訪問するリピーター学生も増えた。そこで、我々は「いつでも」、「すぐに」そして「気軽に」「AI 概論」の講義・演習に関する問い合わせができるチャットボット (人からのメッセージに対し、アプリケーションプログラムである「ボット」が自動的に返答・対話を行うプログラム) を導入することとした。

### 4.2 LINE チャットボットの導入

本チャットボットは、多くの受講生が日頃慣れ親しんでいる LINE 上に組込んだ。チャットボットには AI による学習機能を設け、問い合わせと回答のデータを蓄積すれば、回答の精度が上がるようにしている。チャットボットに AI を搭載したのには、学生に AI の応用例であるチャットボットを実際に体験し、「AI 概論」の講義内容の理解を深める一助とするとともに AI を身近に感じてほしいという理由がある。AI を導入することにより、ユーザの言葉の揺らぎを吸収し、メッセージの意図を汲んだ精度の高い返答・対話が可能となっている。

AI を搭載するにあたり、IBM Cloud が提供するクラウドサービスである IBM Watson® の Watson Assistant および Node-RED を利用した。Watson Assistant とは機

機械学習が可能なチャットボット開発を主な目的として利用される Application Programming Interface (API) である。また、Node-RED は Node.js 上に構築されたフローベースのプログラミング開発ツールである。本 LINE チャットボットのシステム構成の全体図を図 6 に示す。

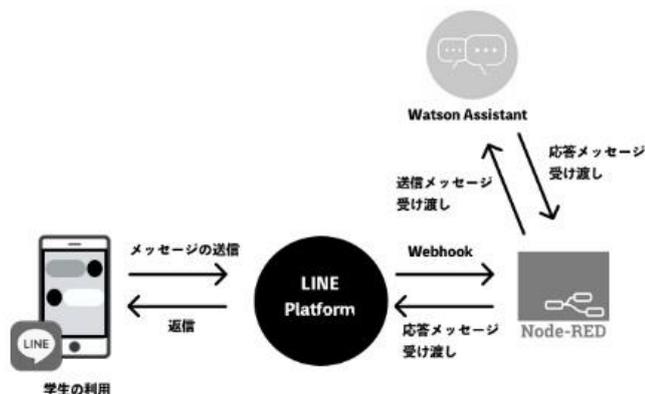


図 6 チャットボットのシステム概要

本チャットボットでは、最初に受講生が LINE でメッセージを送信すると、LINE プラットフォームがメッセージを受け取る。LINE プラットフォームと Node-RED は Webhook で紐付けされ、LINE のメッセージを Watson Assistant に受け渡しする。Watson Assistant はメッセージの意図を汲み、Node-RED 上で適切な応答メッセージを LINE プラットフォームに受け渡す。最後に LINE プラットフォームは受講生の LINE に応答メッセージを送信する。

学生が本チャットボットを利用するためには、スマートフォン、タブレット端末あるいはパソコンで LINE を起動し、「久留米工業大学 AI 概論」の公式 LINE アカウントの友だち登録を行う。学生は講義や課題などで疑問に思ったことを当該アカウントにメッセージ送信にて尋ねる。そうすると、24 時間いつでも、すぐにチャットボットから回答が得られる。

### 4.3 チャットボットの運用と評価

本チャットボットで応答可能なメッセージ例を表 1 に、実際に利用している様子を図 7 に示す。想定通り、送信したメッセージの言葉の揺らぎを吸収し、応答可能なメッセージの自由度が高いことを確認した。また回答の最後に問題が解決したかを尋ね、受講生からフィードバックを受けることでチャットボットが適切な回答を行えたかどうかを判断した。適切な回答を

行えていなかった場合、設定の見直しを適宜行った。

表 1 チャットボットが応答可能なメッセージ例

チャットボットが応答可能なメッセージ例
「使い方を教えて」
「次回講義をお休みさせていただきたいです」
「課題のプリントを提出し忘れました」
「Python のプログラミング中にエラーが出て困っています」
「Python って何？」



図 7 チャットボットの利用画面

講義にチャットボットを導入した11月中旬から12月初旬までの期間で「AI 概論」公式 LINE アカウントの友だち登録人数は 161 人（受講生全体の約 35%）であり、チャットボットへの問い合わせメッセージの総数は 107 件であった。内容としては、「プログラムのエラー」、「プログラミング用語の意味」、「アプリケーションの使用方法」に関する問い合わせが多かった。

## 5. アンケート評価と成績

「AI 概論」では、機械学習を実装する際に最低限必要となるプログラミングの基礎概念(アルゴリズム(順次構造, 分岐, 繰り返し), データ(変数・配列), 流れ図, 関数)について対面講義(1コマ90分)4回で解説し, 1コマの講義内でプログラミングの演習も行った。従来の初年次プログラミング教育では「演習込み2コマ」で設計する講義内容を1コマで実施したため, プログラミング初学者にはスピードが速く, 難易度が高いであろうことは予想できた。そこで, 学生の評価・反応を確認するため, 機械学習実践前のプログ

プログラミング基礎教育(対面講義)4回が終了した時点で、「AI 概論」の難易度、分量、負担感など、「AI 概論」に関する主観評価を行う多選択肢式アンケートを実施した。アンケートは Google Forms で実施し、集計・分析を行った。アンケート実施の際、学生には回答結果は成績とは一切関係しないことを伝えた。

図8は、「AI 概論」の難易度、負担感、学習の分量に関する質問への回答結果である。難易度と負担感の相関は 0.63, 分量と負担感の相関は 0.55 で中程度の相関がみられた。難易度については、やはり高め(難しすぎるとやや難しいとの回答を合わせて 54%)であるが、それと比較すると、負担(34%), 分量の多さ(45%)を感じる割合は低い。

図9は「AI 概論で新しいことを学んだか?」「この科目が必修でなかったら受講するか?」の質問への回答結果である。学生は「AI 概論」におけるプログラミング教育(4回)から多くのことを学んだと考えており、必修でなかったら受講しないと回答する否定派の学生は 15% (絶対受講しない 4%, 多分受講しない 11%) 程度であった。

次に、受講学生のパソコン操作スキルに関する同様のアンケート(主観評価・多肢選択式)を実施した。

アンケート内容は、PC 操作の基本スキル(コンピュータリテラシーレベルの簡単な操作)に関する 79 の質問(例「ファイルを USB メモリに保存できる」「SUM 関数を使って合計の計算ができる」など)とし、受講者は質問に対して「はい」/「いいえ」で回答する形式とする。この PC スキル(79 点満点)は学科により標準偏差、平均得点(PC スキル)に顕著な差がみられた。また、PC スキル調査の得点のレベル(A 群・B 群)により、図9に示した「AI 概論が必修でなくても受講するか」に対する回答得点(5 点:絶対受講する, 4 点:多分受講する, 3 点:迷う, 2 点:多分受講しない, 1 点:絶対受講しない)に有意差があるかどうかを調べた。その結果、PC スキルが高い学生は PC スキルが低い学生に比べ「AI 概論」への受講意欲が有意に高く、PC スキルは「AI 概論」の受講意欲に影響を与えていることが分かった。しかし、「AI 概論」の期末試験におけるプログラミングテストの成績は、PC スキルとの間には相関が見られず(相関 0.21), 1 年後期の GPA (相関 0.77) や入学時に実施した数学や物理のプレースメントテスト成績(相関 0.51)との間には相関がみられた。従って、PC スキルが高くても数学的な基礎学力が低ければ AI プログラミングを理解することは困難であることが示唆された。

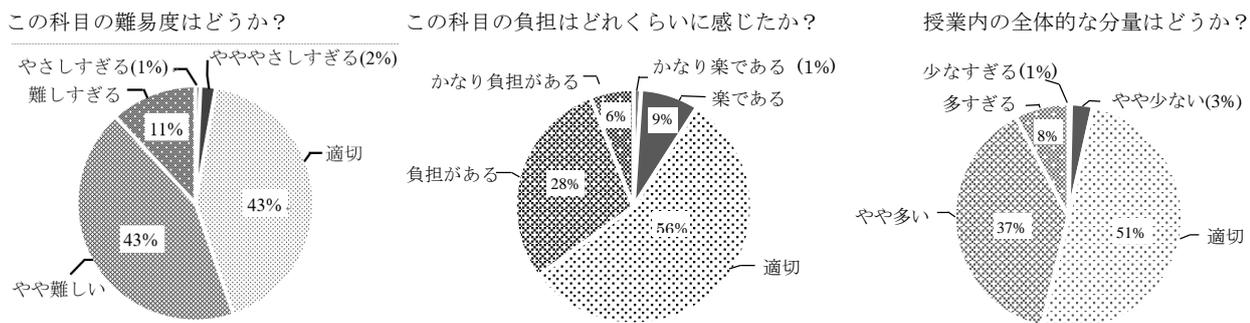


図8 「AI 概論」に関する質問への回答 1 (難易度・負担感・分量; 回答数: 288 件)

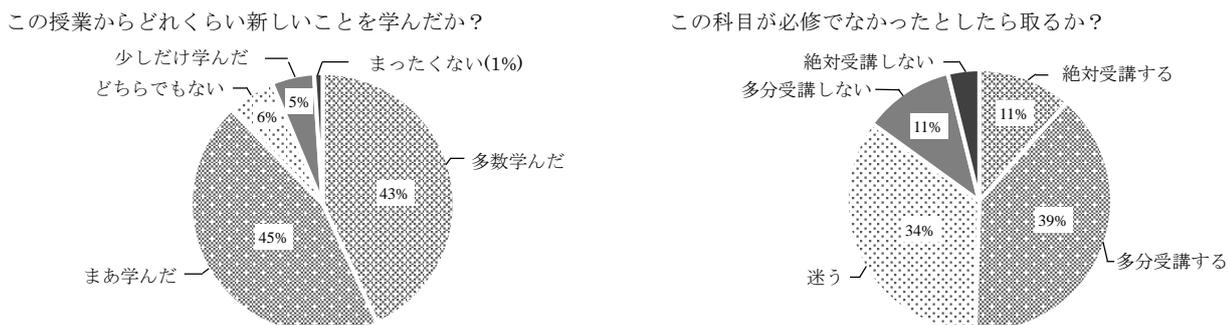


図9 「AI 概論」に関する質問への回答 2 (新しく学んだこと・必修でなかった場合の受講意欲; 回答数: 287 件)

## 6. おわりに

本年度開講した「AI 概論」は、アンケート調査の結果、その講義内容は比較的難しく負担を大きく感じる受講生も多かったが、結果的に多くのことを学び、AI やプログラミングの必要性の認識から必修でなくても「AI 概論」を受講したいと考える学生が多くいるとわかった。自由記述欄に書かれた感想や意見を見ても「難しいけれど役に立つと思うので頑張って習得したい」「授業スピードが上がりましたが振り落とされないよう食らいつきます」「内容がよくかみ砕けないことが多いので Moodle 上に課題の詳細を載せる対応をとってもらいたい」「今回の授業の分量が多かったので復習をして、次回に備えたいと思います」等のように「速い」「難しい」「分量が多い」と書きながらも学習意欲の高さがうかがえる前向きなコメントが多くみられた。一方で、AI に興味・関心がないと回答する学生に対する学習の動機付けが今後一番の課題であり、工夫を要する。

PC スキルのアンケート調査結果からは、本学にも基本的 PC スキルが修得できていない学生が少なからず存在することが明らかとなった。近年、スマートフォンの普及に伴い、PC を使えない大学生が増えたという報告<sup>(14)</sup>が散見されるが、本学も例外ではない。「AI 概論」に続く必修科目「AI 活用演習」は、より難易度が高くなるので、PC スキルやプログラミング能力、数学の基礎学力の差が、より問題になると考えられる。今後も講義中には SA が教育を支援する体制を整えるとともに、コンピュータリテラシーや数学の基礎教育との連携・教育内容の見直しを行う。また、AI リテラシー教育の講義・演習をサポートするオンライン動画や学生の疑問に答えられるチャットボットの充実を図り、学生の自主的な学修を支援していく。

## 謝辞

授業の運営を支援してくれた SA 諸氏に感謝いたします。

## 参 考 文 献

(1) Society 5.0・科学技術政策・内閣府,

- [https://www8.cao.go.jp/cstp/society5\\_0/index.html](https://www8.cao.go.jp/cstp/society5_0/index.html)
- (2) 統合イノベーション戦略推進会議決定、『AI 戦略 2019 ～人・産業・地域・政府全てに AI～』, 統合イノベーション戦略推進会議,  
<https://www.kantei.go.jp/jp/singi/tougouinnovation/pdf/aisenryaku2019.pdf> (2019 年 6 月)
- (3) 文部科学省 2016 「大学の数理・データサイエンス教育強化方策について」,  
[https://www.mext.go.jp/b\\_menu/shingi/chousa/koutou/080/gaiyou/\\_icsFiles/afiedfile/2016/12/21/1380788\\_01.pdf](https://www.mext.go.jp/b_menu/shingi/chousa/koutou/080/gaiyou/_icsFiles/afiedfile/2016/12/21/1380788_01.pdf)
- (4) 数理・データサイエンス・AI (リテラシーレベル) モデルカリキュラム ～ データ思考の涵養 ～,  
[http://www.mi.u-tokyo.ac.jp/consortium/pdf/model\\_literacy.pdf](http://www.mi.u-tokyo.ac.jp/consortium/pdf/model_literacy.pdf) (2020 年 4 月)
- (5) 数理・データサイエンス・AI 教育プログラム認定制度について(数理・データサイエンス教育強化拠点コンソーシアム・特別企画ワークショップ・スライド資料),  
[http://www.mi.u-tokyo.ac.jp/consortium/pdf/wssp1\\_lecturenote.pdf](http://www.mi.u-tokyo.ac.jp/consortium/pdf/wssp1_lecturenote.pdf) (2020 年 12 月 8 日)
- (6) 数理・データサイエンス・AI 教育 現状調査 (第 2 回) の概要,  
<http://www.mi.utokyo.ac.jp/consortium/pdf/report03.pdf>
- (7) 数理・データサイエンス・AI コンソーシアム,  
<http://www.mi.u-tokyo.ac.jp/consortium/>
- (8) 新学習指導要領のポイント (情報活用能力の育成・ICT 活用),  
[https://www.mext.go.jp/component/a\\_menu/education/micro\\_detail/\\_icsFiles/afiedfile/2019/05/21/1416331\\_001.pdf](https://www.mext.go.jp/component/a_menu/education/micro_detail/_icsFiles/afiedfile/2019/05/21/1416331_001.pdf)
- (9) 若年層に対するプログラミング教育の普及推進事業(総務省), <https://www.soumu.go.jp/programming/>
- (10) Anaconda,  
<https://www.anaconda.com/products/individual>
- (11) LINE, <https://line.me/ja/>
- (12) 八坂, 小田, 原, “講義における疑問を自己解決するための AI チャットボット-「AI 概論」での試験的利用-”, 久留米工業大学研究報告 no.43 (2021)
- (13) 高橋尚子, “国内 750 大学の調査から見えてきた情報学教育の現状: - (3) 一般情報教育編”, 情報処理学会 Vol.58 No.6 (2017)
- (14) 木村修平, 近藤雪絵, “パソコンが使えない大学生”問題はなぜ起こるか -立命館大学大規模調査から考える-, 2018 PC Conference, pp.179-182

# 社会実装に主眼をおいた AI・データサイエンス教育の 実践計画

谷岡 広樹<sup>\*1\*2</sup>

\*1 徳島大学 情報センター

\*2 徳島大学デザイン型 AI 教育研究センター

## Practical Plan for AI / Data Science Education with a Focus on Social Implementation

Hiroki Tanioka <sup>\*1\*2</sup>

\*1 Tokushima University, Center for Administration of Information Technology

\*2 Tokushima University, Center for Design-Oriented AI Education and Research

In order to transform a new society, there is an urgent need to develop human resources who have acquired knowledge and skills related to AI / data science, and there is an urgent need to build an education system related to this. AI / data has the ability to design social implementations. There is a need for educational methods and systems that can develop human resources who can carry out using all knowledge and skills including science. Therefore, we decided to open a cram school (open lecture) for practicing AI / data science education for elementary school students to high school students. In this paper, we describe the curriculum proposal, the correspondence with AI 5 Big Idea, the questionnaire for measuring the effect, the breakdown of the participants, and the future prospects.

キーワード: AI, データサイエンス, 社会実装

### 1. はじめに

新しい社会の転換には、AI・データサイエンスに関する知識とスキルを身に付けた人材の育成が急務であり、それに関わる教育システムの構築が急務であるといわれている<sup>①</sup>。即ち、従来型の受動的な教育方法や教育システムでは困難な社会実装をデザインできる能力を、AI・データサイエンスを含むあらゆる知識とスキルを用いて実行できる人材を育成できる教育方法や教育システムが求められている。

そこで我々は、小学生から高校生を対象に、AI・データサイエンス教育を実践するための塾(とくぼん AI 塾<sup>②</sup>)を開講することとなった。この塾では、AI やデータサイエンスに対する理解と、それを活用しようとする意欲の向上を狙う。本稿では、2章でカリキュラ

ム案、3章でAIのFive Big Ideasとの対応関係、4章で効果測定のためのアンケート、5章で参加者の内訳、6章でまとめと今後の展望について述べる。

### 2. カリキュラム案

#### 2.1 デザイン思考入門

デザイン思考入門では、油井らが実践しているカリキュラム<sup>③</sup>を元に、小中高生がAIを用いて実社会における価値を見出す手段の習得を目指す。デザイン思考は、デザイン思考では、「観察」「定義」「概念化」「試作」「テスト」の一連のプロセスを経ることで、サービスや商品の問題解決や新しい価値を創造する考え方であり、サービスや商品の見方を通して、AIやデータサイエンスを学ぶ上での動機付けの役割を果たす。

表 1 カリキュラムと Five Big Ideas の対応関係

時間	カリキュラム	テーマ	Five Big Ideas
180 分	デザイン思考入門	目標設定・方向づけ	<u>Big Idea 1</u>
90 分	プログラミング入門	ICT リテラシーの確保	Perception (認知)
180 分	3D 仮想空間プログラミング	イメージの共有	<u>Big Idea 2</u>
90 分	ビジュアルプログラミング	インターフェースの理解	Representation & Reasoning (表現と推論)
90 分	テキストプログラミング	内部処理の理解	<u>Big Idea 3</u> Learning (学習)
90 分	Web/Chat プログラミング	社会とのつながり	<u>Big Idea 4</u> Natural Interaction (自然な相互作用)
90 分	データ分析	社会の理解	<u>Big Idea 5</u>
90 分	AI 開発	AI による課題解決	Societal Impact (社会的影響)

## 2.2 プログラミング入門

プログラミング入門では、参加者に小学校低学年が含まれることを考慮して、タイピングを必要としないビジュアルプログラミング言語 Viscuit<sup>(4)</sup>を用いる。AI やデータサイエンスの基本となるコンピュータサイエンスの素養を身につけるために、中学生のプログラミング教育の教育課程に含まれる双方向通信の概念や並列処理の仕組み、2022 年から高等学校で導入予定の情報科目<sup>(5)</sup>に含まれる問題解決やコミュニケーションについて学ぶ。

## 2.3 3D 仮想空間プログラミング

3D 仮想空間プログラミングでは、Minecraft<sup>(7)</sup>を用いて、自分のアイデアを仮想空間で形にしたり、共同作業したりすることにチャレンジする。この活動を通じて、自分のイメージを形にし、共有すること。さらには、他人のイメージを理解することの重要性や、エージェント思考での考え方を身につけることで、AI やデータサイエンスで求められる客観的な考え方について学ぶ。

## 2.4 ビジュアルプログラミング

ビジュアルプログラミングでは、Scratch<sup>(8)</sup>を用いてより実践に近い形で、コンピュータ内でエージェントを実現する方法について学ぶ。この活動を通じて、見

た目のイメージを実現することに加えて、プロセスやアルゴリズムを実現する方法論や考え方についても身につける。

## 2.5 テキストプログラミング

テキストプログラミングでは、JavaScript を用いて、ビジュアルプログラミングで実装したプログラムが、テキストプログラミングでも同様に実現できることを体験する。また、AI の実現に不可欠な機械学習の利用方法について学ぶことで、AI の学習方法やその仕組みについて理解を深める。

## 2.6 Web /Chat プログラミング

Web /Chat プログラミングでは、HTML, JavaScript, CSS 等を用いて、提案したプログラムを用いたサービスや商品を第 3 者に伝える方法について学ぶ。情報技術や AI が、社会とつながることで価値を生み出すことの理解を深める。

## 2.7 データ分析

データ分析では、表計算ソフト、R 言語、Python を用いて、実際にデータ分析を行うことで、サービスや商品の改善が可能であることについて学ぶ。データ活用の重要性について理解を深める。

## 2.8 AI 開発

AI 開発では、Python を用いて本格的な機械学習プログラミングにチャレンジする。実際に自分で考えたサービスや商品に利用する AI を設計、プログラミングする体験を通じて、データを活用して社会問題を解決する方法を理解する。

## 3. AI の Five Big Ideas

この章では、AI の Five Big Ideas について説明し、カリキュラム案との対応関係について説明する。

### 3.1 Five Big Ideas

AAAI と CSTA が 2019 年に開催したスペシャルセッション “AI for K-12” で提案された Five “Big Ideas”<sup>(6)</sup>は、小中高生のための AI 教育のためのガイドラインに含まれる 5 つの重要な考え方である。

1. Perception (認知)
2. Representation & Reasoning (表現と推論)
3. Learning (学習)
4. Natural Interaction (自然な相互作用)
5. Societal Impact (社会的影響)

Perception (認知) は、AI が IoT などでも収集された信号やデータから状況を認識していることについて学ぶ。デザイン型思考入門とプログラミング入門の講座で対応する。

Representation & Reasoning (表現と推論) は、AI の表現形態の 1 つとしてのエージェントや、データを動作や見た目で表現することにより、知的な活動の表現方法について学ぶ。3D 仮想空間プログラミングやビジュアルプログラミングの講座で対応する。

Learning (学習) は、AI がデータを学習し改善されていくことや様々な学習方法があることを学ぶ。テキストプログラミングの講座で対応する。

Natural Interaction (自然な相互作用) は、AI が人や環境と自然なやりとりをすることで利用価値が高まることについて学ぶ。Web/Chat プログラミングの講座で対応する。

Societal Impact (社会的影響) は、具体的な事例を元に実践し、AI が社会に与える影響や社会から受ける影響について学ぶ。データ分析と AI 開発の講座で対応する。

## 4. 効果測定のためのアンケート

本研究では、AI・データサイエンスに対する教育効果を測るためにアンケートを用いる。アンケートの内容は、対象となる講座自体のふりかえり (図 1)、講座の内容についてのふりかえり (図 2)、AI やデータサイエンスについての質問に大別する (図 3)。また、各アンケート項目は 5 段階のリッカート尺度の選択式と、自由記述を設ける。

### 4.1 ふりかえりアンケート

アンケートは、講座の終了後にふりかえりとして毎回実施し、その際に講座自体と講座の内容について質問する。これは、効果測定よりも参加者の理解度を測る意味が大きい。

### 4.2 効果測定の方法

効果測定には、Five Big Ideas で示された課題を達成できているか基準に確認する。講座後に、ふりかえりのアンケートと共に AI やデータサイエンスについての質問をする。この内容は、参加者の AI やデータサイエンスに対しての感情や理解の変化を把握するため、各講座を通してできる限り同じ内容とする。

4. デザイン思考入門の講座についての質問です。\*

	とてもそう思う	そう思う	どちらでもない	そう思わない	とても思わない
たのしかったですか?	<input type="radio"/>				
むずかしかったですか?	<input type="radio"/>				
あたらしいことを学びましたか?	<input type="radio"/>				
またやってみたいですか?	<input type="radio"/>				
時間はちょうどよかったですか?	<input type="radio"/>				
場所や環境はよかったですか?	<input type="radio"/>				
先生はよかったですか?	<input type="radio"/>				
つだってくれた学生さんはよかったですか?	<input type="radio"/>				
新しいもだちができましたか?	<input type="radio"/>				
参加してよかったと思いますか?	<input type="radio"/>				

5. デザイン思考入門の講座について自由に感想を書いてください。

回答を入力してください

図 1 講座自体へのふりかえりの質問

6. デザイン思考の内容についての質問です。\*

	とてもそう思う	そう思う	どちらでもない	そう思わない	とても思わない
よくわかりましたか？	<input type="radio"/>				
ペルソナについてわかりましたか？	<input type="radio"/>				
デザイン思考についてわかりましたか？	<input type="radio"/>				
問題解決（もんだいかけつ）の方法についてわかりましたか？	<input type="radio"/>				
ケーキ屋さんの課題はわかりましたか？	<input type="radio"/>				
ケーキ屋さんの課題は解決できましたか？	<input type="radio"/>				
自分の意見はいえましたか？	<input type="radio"/>				
他の人の考えはわかりましたか？	<input type="radio"/>				
デザイン思考をつかおうと思いますか？	<input type="radio"/>				

7. デザイン思考入門の内容について自由に感想を書いてください。

回答を入力してください

図2 講座内容へのふりかえりの質問

8. AI（人工知能）についての質問です。\*

	とてもそう思う	そう思う	どちらでもない	そう思わない	とても思わない
よくわかりましたか？	<input type="radio"/>				
人工知能についてわかりましたか？	<input type="radio"/>				
人工知能のつくり方はわかりましたか？	<input type="radio"/>				
人工知能のつかい方はわかりましたか？	<input type="radio"/>				
人工知能をつかってみたいと思いましたか？	<input type="radio"/>				
人工知能の課題はわかりましたか？	<input type="radio"/>				
人工知能の課題は解決できましたか？	<input type="radio"/>				
自分の意見はいえましたか？	<input type="radio"/>				
他の人の考えはわかりましたか？	<input type="radio"/>				
人工知能をつかおうと思いますか？	<input type="radio"/>				

9. どんなAI（人工知能）があると良いと思いますか？また、それはなぜですか？

回答を入力してください

図3 AI・データサイエンスについての質問

## 5. 参加者の属性と今後の展望

2021年1月上旬の申し込み締め切り時点での参加申込者41名の学年と性別について、その内訳を図4と図5に示す。小学校1～3年生は12名、小学校3～6年生は16名、中学校1～3年生は11名、高校1～3年生は2名であった。また、男性は28名、女性は13名であった。

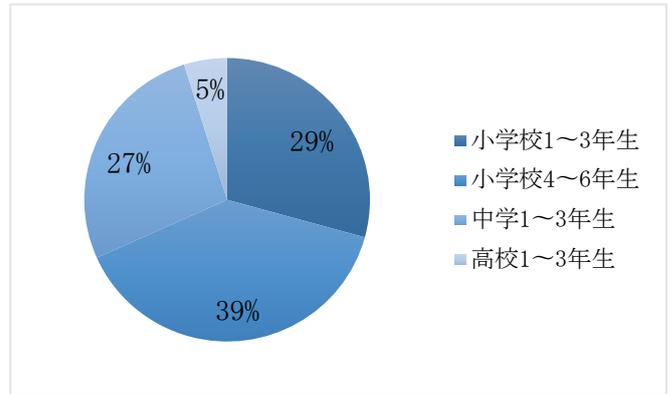


図4 参加者の学年分布

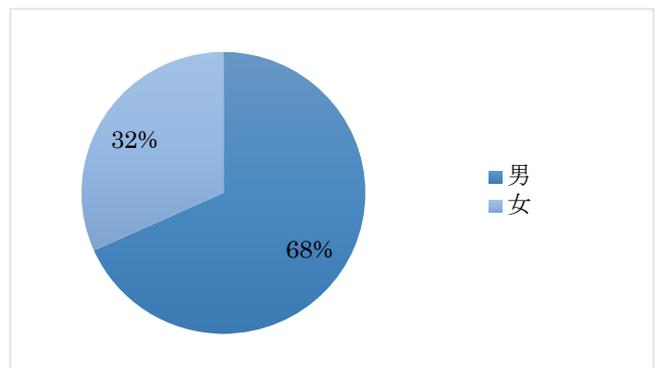


図5 参加者の男女比

## 6. おわりに

本稿では、地域貢献の一環として、社会実装を実現できる人材を育成することを視野に入れた教育の取り組みであるとくぼんAI塾について説明した。また、その中で実施する小学生から高校生を対象としたAI・データサイエンス教育活動についての概要と、その効果測定の方法について説明し、今後の展望についても述べた。今後は、2021年2月から6月までで予定されている各講座の状況とアンケート結果を集計していきたい。さらにAIやデータサイエンス教育のどのようなことに留意すべきかについても、現場からのフィードバックを積極的に行っていききたい。

## 謝辞

とくぼんAI塾の開塾する機会を与えてくださった高石喜久センター長に御礼申し上げます。また、各講座の講師を快く受け入れてくださったデザイン型AIセンターの先生方に心より感謝いたします。

## 参 考 文 献

- (1) 文部科学省: “A I 戦略等を踏まえたA I 人材の育成について”, [https://www5.cao.go.jp/keizai-shimon/kaigi/special/reform/wg7/20191101/shiryoku2\\_1.pdf](https://www5.cao.go.jp/keizai-shimon/kaigi/special/reform/wg7/20191101/shiryoku2_1.pdf) (2021年2月17日確認)
- (2) とくぽん AI 塾, <https://www.tokushima-u.ac.jp/ai/tokupon/> (2021年2月17日確認)
- (3) 油井毅, 竹島雅之, 高井真志穂, 松本崇: “現役学生と共に起業した大学発ベンチャー: 四国・徳島をフィールドにしたデザイン思考教育を通じて (小特集 産学連携による大学発ベンチャー)”, 経営システム, 日本経営工学会, Vol.30, No.1, pp.1-8 (2020)
- (4) 原田康徳: “子供向けビジュアル言語 Viscuit とそのインタフェース”, NTT CS 研, No. 114(2005-HI-116) (2005)
- (5) 文部科学省: “高等学校情報科「情報 I」教員研修用教材 (本編)”, [https://www.mext.go.jp/a\\_menu/shotou/zyouhou/detail/1416756.htm](https://www.mext.go.jp/a_menu/shotou/zyouhou/detail/1416756.htm) (2021年2月17日確認)
- (6) David T., Fred M., Deborah S., Cynthia B., and Tess P., “Special Session: AI for K-12 Guidelines Initiative”, Proceedings of the 50th ACM Technical Symposium on Computer Science Education, Association for Computing Machinery, No.2, pp.492-493 (2019)
- (7) Minecraft, <https://www.minecraft.net/> (2021年2月17日確認)
- (8) Scratch, <https://scratch.mit.edu/> (2021年2月17日確認)



# 学士課程における発話分析可視化ツールを利用した 授業設計教育の実践

大崎理乃<sup>\*1</sup>, 笠井俊信<sup>\*2</sup>, 山田剛史<sup>\*3</sup>

<sup>\*1</sup> 東京都立産業技術大学院大学, <sup>\*2</sup> 岡山大学, <sup>\*3</sup> 横浜市立大学

## Case study of Educational Program for Class Design with Discourse Analysis Visualization Tool in Undergraduate Course

Ayano Ohsaki<sup>\*1</sup>, Toshinobu Kasai<sup>\*2</sup>, Tsuyoshi Yamada<sup>\*3</sup>

<sup>\*1</sup> Advanced Institute of Industrial Technology, <sup>\*2</sup> Okayama University,

<sup>\*3</sup> Yokohama City University

初等中等教育課程での学習に対する評価観点の一つとして、学習者の思考や判断、表現が重視されるようになって久しい。しかし、授業の型や知識・技能だけでなく、学習者の思考に焦点をあてて授業設計と改善を行うことは容易ではない。本研究では、学習者の思考に注目した授業設計の指導を目的に、学部生が発話分析可視化ツールを利用して授業を検討する授業を2期にわたって実施した。本稿では、第1期の成果と反省および第2期の改善点と成果について報告する。

キーワード: 授業デザイン, 授業実践, 研修設計, 協調学習, オンライン授業, ジグソー法

### 1. はじめに

近年、初等中等教育課程では、評価観点の一つとして学習者の思考や判断、表現が重視されるようになってきている<sup>(1)</sup>。しかし、これまでに主な評価対象とされてきた知識・技能だけでなく、学習者の思考に焦点をあてて授業設計と改善を行うことは容易ではなく、新たな観点での学習支援のために提案された授業の型を重視してしまう危険性も指摘されている<sup>(1)</sup>。

これらの問題解決のために、著者らはこれまで初学者を対象とした、授業デザイン方法に関する研修や授業(以下、教育プログラム)、学習者発話の分析ツールを提案してきた<sup>(2,3)</sup>。しかし、集合型の教育プログラムでは、参加者が集まることのできる場所の準備や、参加者の移動時間などに課題があり、実施回数や実施日程に制約が発生していた。また、近年のインターネットを利用したオンライン授業の普及状況や、各種学校でのインターネットを含むICTインフラの整備状況を鑑みると、これまでに検討してきた内容をふまえて、オンライン環境で実施可能な教育プログラムの開発が

求められる。

そこで本研究では、学習者の思考に注目した協調学習をデザインできることを目的とした、遠隔地から参加可能な初学者向け教育プログラムの開発を目指す。そして、発話分析可視化ツールを利用した授業検討を取り入れた、学習体験および授業の設計・実践・評価・改善といった活動で構成されたオンライン授業を提案する。本稿では、協調学習をデザインした経験の少ない初学者としての学部生を対象として、提案方法による授業を2期にわたって実施した結果について報告する。

### 2. 背景

学習状況の評価対象として学習者の思考が含まれるようになり、授業で学習者が何を学ぶかだけでなく、学習者が授業中にどのように学ぶかも授業検討の視点となった。例えば、学習プロセスの評価フレームワークであるICAPは、学習活動と学習者の思考を関連付けて整理されている<sup>(4)</sup>。ICAPでは学習者の学習活動

への関与を(1)情報を聞くなどの受動的モード (Passive), (2)重要な箇所の下線を引くなどの能動的モード (Active), (3)事例を比較するなどの建設的モード (Constructive), (4)お互いに質疑応答をするなどの対話的モード (Interactive) の順に, より望ましい状態として評価することが提案された。しかし, 建設的モードや対話的モードを実現させる授業を設計することの困難さも指摘されている<sup>(5)</sup>。

そこで本研究では, 学習者の思考に焦点をあてて授業設計や改善ができるようになることを目的として, 授業の設計から実践, 評価, 改善検討まで (以下, 授業デザインプロセス) を含む教育プログラムを提案する。学習者の思考を考慮した授業設計については, 先行研究にて, ICAP の建設的モードまたは対話的モードの質問が学習者へできることを目指した現職教師向け研修の効果が報告されている<sup>(6)</sup>。当該研究で実施された 11 時間の研修では, 参加教師は, 評価フレームワークの理論的説明とベストプラクティスを知った上で, 評価フレームワークに基づいて授業動画を分析し, 最終的に自分の授業を検討するという活動に従事していた。この先行研究成果は対象人数が少ないながらも, 現職教師が教師自身の経験から学習するという検討<sup>(7)</sup>と合致する。さらに, 学部生を対象とした先行研究でも, 教育実習経験が授業の問題点指摘や改善提案の能力向上に影響することが示されている<sup>(8)</sup>。つまり, 教育プログラム参加者の教授経験の有無や長さに関わらず, 実際に授業活動や分析・評価などの経験をすることは, 授業デザインに関する知識や能力の向上に重要な要素の一つであると言える。さらに, 本研究で提案する教育プログラムの対象者が, 協調学習の初学者であることをふまえて, 提案する教育プログラムは, 参加者が学習者として関わる体験的活動と, 授業者として関わる授業デザインプロセスの 2 部構成とした。

本研究が提案する方法は, 参加者が学習者として関わる (1) 学習体験, (2) 授業分析・評価体験から始まる。その後, 参加者が授業者として関わる (3) 授業設計, (4) 設計した授業の実践, (5) 設計した授業の分析・評価, (6) 設計した授業の評価・改善検討の 6 活動で構成される。これまで, オンライン環境での教師教育は, 一部をオンライン環境で実施するハイブリット型実践<sup>(9)</sup>やオンライン上でテキストベースの議論とビ

デオベースの議論の効果を比較するもの<sup>(10)</sup>などに限られてきた。また, 協調学習の研究では, オンライン上で協調学習を実現させるためのシステム開発<sup>(11)</sup>や学習環境デザインに関する研究<sup>(12)</sup>はあるものの, オンラインで協調学習のデザインを指導するための取り組みは着目されてこなかった。つまり, 授業活動や分析・評価などの活動を, 全てオンラインで実施するための検討は十分に行われていない。

これらの背景をふまえて, 本研究では次の 3 点を研究課題として設定した。

1. 体験的活動と授業デザインプロセスを含む教育プログラムは, 授業デザインの知識・能力向上に対して効果があるのか?
2. インターネットを利用したオンライン環境で, 協調学習の体験的活動と授業デザインプロセスを含む活動は実現できるのか?
3. 協調学習デザインの初学者を対象とした教育プログラムにおいて, 発話分析可視化ツールは学習者の思考に着目した授業デザインに有効か?

第 1 の研究課題については, 各授業回で受講生から提出される振り返りレポートから, 授業の各内容が授業設計者としての視点の獲得や学習者の思考に着目した授業検討の支援として有用であるかを評価した。第 2 の研究課題の検討には, オンライン環境における各授業回での成果物作成有無を確認した。第 3 の研究課題は, 振り返りレポートと受講生が設計した授業の評価結果資料における, 発話分析可視化ツールや学習者の発話・思考に関連する記述の有無を用いて検討した。

なお, 本研究は先行研究<sup>(9)</sup>にならい, 協調学習を実現させる授業の型としてジグソー法<sup>(13)</sup>を採用した。ジグソー法は, グループで一つの教材資料 (以下, 部品) の理解を目指すエキスパート活動と, 異なる部品を担当したメンバーが集まって授業の主課題を解くジグソー活動の, 2 種類のグループ活動を行う授業の型である。笠井ら<sup>(14)</sup>は, ジグソー法を組み込んだ授業において, 最終的な授業目標のほかに, 授業内の各活動目標を中間目標として設定し, 中間目標と最終的な授業目標の段階的な達成を目指す形で授業を検討する方法を提案した。さらに, 設計された授業の評価のために学習者の思考に着目した発話分析可視化ツール (以下, 可視化ツール) を開発しており, 本研究でも当該ツ

ルを利用した。本研究で利用した可視化ツールでは、各部品に書かれた情報の利用に焦点をあて、情報同士の比較や関連性の検討、情報の主課題への適用などの学習者の思考を表現する。可視化ツールによる可視化の例である図1では、グループ活動において部品Aの情報（図1中の上）と部品Bの情報（図1中の左下）の関連に関する対話が比較的少なかったこと、3名のグループメンバーのうち学習者①の発言が最も多かったことが確認できる。

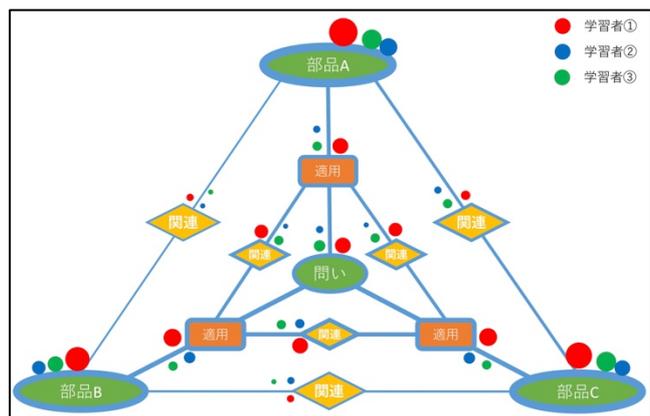


図1 発話分析可視化ツールによる可視化の例

### 3. 研究方法

#### 3.1 分析対象データ

本研究が分析対象とするデータは、学士課程における教職科目である「教育心理学」の一部、授業デザインに関する授業にて収集された。授業のテーマは「アクティブラーニング型授業を実践する」であった。授業の実践校は4学期制を採用しており、授業は2学期と4学期に行われた。各授業回の時間は90分で、2学期実践（以下、実践1）は全6回、4学期実践（以下、実践2）は全7回の構成であった。実践1の分析対象者は、研究協力の同意を得た11名と、同意を得た受講生のみで構成される3グループとした。実践2における分析対象者は、研究協力の同意を得た15名5グループであった。受講生の一部は、カリキュラム変更の関係で、単位取得を目的としない自主的学習として参加した。

本研究では、各授業回の振り返りレポート分析、各授業回における成果物の作成有無のほか、学習者が設計した授業の評価結果資料を利用して研究課題を検討した。振り返りレポートは、実践1と実践2での共通

テーマとして「授業内容に関する質問、感想や考えたことなどを自由に記述して下さい」が設定され、各回の授業後に受講生が回答した。さらに実践1では追加テーマとして、受講生が設計した授業実践回の第5回では「自分達で授業をやってみて気づいたこと（授業の進め方・エキスパート資料の改善点）、ジグソー活動の発話を（簡易的に）分析して考えたことなど、を自由に記述して下さい」が、最終回授業の第6回では「2学期全体の授業についての感想や考えたこと、教員のメッセージ、今後の抱負など、自由に記述して下さい」が設定された。実践2の追加テーマは、受講生が設計した授業実践回である第5回授業に「ジグソー法の授業を実践してみてどう思いましたか（授業者、教師としての立場を経験して）」と「ジグソー法の授業を受けてみてどう思いましたか（学習者、生徒としての立場を経験して）」の2問が、最終回授業である第7回授業には「今日で4学期の授業も最後です。これまでの教育心理学の授業を振り返って、感想やコメントを自由に記述して下さい。」の1問が設定された。

各授業回の成果物の分析では、授業中に使用されるワークシートを分析対象とした。受講生は、各授業回で学習活動の一環としてワークシートへの記入が求められた。つまり、ワークシートの記述は、受講生が学習活動に関与したことを示す。ワークシートのテーマは授業毎に異なり、「設計した授業の分析・評価」および、「設計した授業の評価・改善検討」では、受講生が設計した授業の評価結果を記入するためのワークシートが提供された。このワークシートでは、受講生が実践した授業の評価として、設計時に想定どおりだったことと想定どおりではなかったことの2観点で(1)確認できたこと、(2)理由、(3)改善提案を書くためのスペースが設けられた。実践1では、授業設計時の想定どおりだったところについては、改善提案を書く必要がないことが授業中に教師から受講生へ伝えられた。なお、「設計した授業の評価・改善検討」で作成されたワークシートの提出版を、学習者が設計した授業の評価結果資料として研究課題3のための分析に利用した。

#### 3.2 同時双方向オンライン授業としてのクラスデザイン

本研究の目的である遠隔地から参加可能な教育プロ

グラムの開発のため、本研究の実践はインターネットを利用した同時双方向オンライン授業として設計された。本項では授業を支えるシステムについて述べる。本研究では、同期環境として Zoom<sup>(14)</sup>を、同期・非同期環境として Slack<sup>(15)</sup>を使用した。さらに、遠隔地からの協調作業環境として G Suite for Education<sup>(16)</sup>の Docs, Sheets, Slides, Jamboard を使用した。振り返りレポートの提出先には、先行科目に準じて Microsoft Forms<sup>(17)</sup>を使用した。各ツールの使用用途と使用方法は、次のように設定した。

- (1) 同期環境: 授業時間中に、教師からの説明やグループ活動、発表などのために使用する。
- (2) 同期・非同期環境: クラス全体を対象とした授業用チャンネルと、グループメンバーのみが対象となるグループチャンネルを設け、授業時間と授業時間以外の連絡手段として使用する。授業チャンネルでは、提出物の案内など、クラス全体に関わる情報共有を目的として使用する。授業時間中には受講生作業の進捗確認のほか、質問有無の確認にも使用する。グループチャンネルは、受講生がグループ内での相談に使うほか、教師から特定のグループへの連絡がある場合に使用する。なお、受講生からの質問や連絡は、授業チャンネル、グループチャンネルのほか、教師への個別メッセージでも受け付ける。
- (3) 協調作業環境: グループ活動の際に、作成物に合わせて利用する。例えば、教材設計の際は、グループメンバーで一つのドキュメントファイルを作成する必要があるため Docs を使用する。

また、授業の事前準備として、オンライン活動に関するアンケートへの回答と Slack の設定を受講生へ依

頼した。アンケートは、授業設計のための情報収集を目的として、授業開始の約 1 週間前に実施した。アンケートの内容は、授業参加時に受講生が利用予定の機器、インターネットを利用したオンラインの授業や会議への参加経験、オンラインでの授業参加に向けた提案や心配を問うものであった。アンケートの結果では、実践 1、実践 2 の両方で、参加者がオンライン形式の活動に従事できることが確認された。Slack の設定は、受講生のメールアドレスに招待リンクを送付し、初回授業開始までに受講生全員が授業用チャンネルに参加していることを確認した。

### 3.3 分析方法

本研究では、振り返りレポート、各授業回における成果物、受講生が設計した授業の評価結果資料の 3 点を分析対象とした。振り返りレポートの分析は、表 1 のカテゴリを利用した。カテゴリ「授業の型」は、本授業で扱った型であるジグソー法の活動形式について書かれている振り返りレポートの記述を集計する。「アクティブラーニング」は、授業のテーマであるアクティブラーニングの視点に関する記述が表出している場合に集計する。さらに、教師としての作業や協調学習デザインにかかる記述が認められた際に「協調学習の授業者視点」、部品同士の関連などの学習者の思考についての記述が認められた際に「学習者の思考」、学習者の対話など授業設計時に想定したことに関連する記述は「想定する学習者の活動」として集計する。

各授業回における成果物の評価は、設定した活動を受講生が実施したかどうかを評価することが目的であった。そこで、各授業回で受講生が用意された活動に従事し、授業の成果物を作成したかどうかを確認した。

授業評価結果資料の分析では、各グループが作成し

表 1 振り返りレポートの分析カテゴリ

カテゴリ	定義	例
授業の型	ジグソー法の活動形式に関連する記述	エキスパート活動の三つのグループのトピックスが過不足ないようにするのは難しい
アクティブラーニング	主体的・対話的・深い学び、またはアクティブラーニングの視点に関する記述	対話的な学びは自身の考えを言語化することだと聞き
協調学習の授業者視点	協調学習の授業者、設計者としての視点からの記述	実際に教材を考えることの難しさもわかってきた
学習者の思考	情報の比較や関連など、授業中の学習者の思考に関する記述	エキスパート資料を使って生徒に思考させるためには
想定する学習者の活動	授業設計時に想定する学習者の対話や回答など、学習課程における学習者活動に関する記述	学習者の会話は予想した会話とは異なっていました

た資料への、授業での学習内容の表出有無を観点とした。つまり、学習者の発話や思考に着目して、受講生が授業を評価、改善できているかどうかを判断するため、可視化ツールや学習者の思考に関する記述の有無を確認した。

## 4. 実践結果

### 4.1 実践1

実践1のスケジュールは表2に示す通り、受講生が学習者としてジグソー法の実践を体験する「学習体験」、自分たちが体験した授業での学習者発話を分析する「授業分析・評価体験」から始めた。授業分析・評価体験では、文字起こしされた学習者発話のひとつひとつに対して、どのような学習者の思考が確認できるかをグループで検討した。分析結果は、可視化ツールを使用して可視化し、発話分析と可視化の効果を確認するとともに、学習者の思考を想定することの重要性を学習した。その後、実際にジグソー教材とその教材を使う授業を設計する「授業設計」、受講生が設計した授業実践を行う「設計した授業の実践」を設定した。授業の設計時には、実践での学習者の対話や思考を想定し、ワークシートに記録する活動も行った。「設計した授業の実践」では、受講生は2グループでペアを組み、片方のグループが授業者を担当するときにはもう一方

は学習者を担当するというように、役割を交代して実施した。なお、エキスパート活動では、個人で資料の内容を確認した。さらにその後、授業における学習者発話を授業設計者として分析し、可視化ツールを利用して分析結果を確認する「設計した授業の分析・評価」、分析結果をふまえて教材や授業の評価と改善点検討を行う「設計した授業の評価・改善」を実施した。「設計した授業の分析・評価」と「設計した授業の評価・改善」は、最終回授業である第6回に実施した。第6回授業では、受講生はグループ毎に、文字起こしされた発話を約20分間の活動で分析した後、約25分の時間を使って評価と改善の検討を行った。

本研究の評価では、振り返りレポートを分析した結果、授業の型や授業者視点での記述が比較的多かったことが確認された(表3)。このことから、実践1では一定数の受講生が、授業の型としてのジグソー法について学習し、授業者視点を獲得していたことが考えられる。しかし、授業全体のテーマであるアクティブラーニングの視点に関する記述や学習者の思考に関する記述は少なく、授業の型だけでなく学習者の思考やアクティブラーニングの視点からの授業検討を支援するためには、更なる工夫が必要であることが確認された。また、可視化ツールを使用した授業設計や評価に関する記述は全体で1件のみにとどまり、発話の予測や評

表2 実践1と実践2の授業スケジュール

活動	概要	実践1		実践2	
		授業回	活動時間	授業回	活動時間
学習体験	学習者として、ジグソー法での学習活動を体験する。	1	90分	1	90分
授業分析・評価体験	評価方法について説明を聞き、第1回授業で体験したジグソー活動での学習者発話を発話分析可視化ツールを利用して分析する。	2	25分	2	25分
授業設計	実践1：1学期に学習したテーマ一つについて、授業者としてジグソー法教材と授業を設計する。発話分析可視化ツールを利用して、授業中に想定される学習者の対話を可視化する。 実践2：教師から提供された資料の内容について学習するためのジグソー法教材と授業を、授業者として設計する。発話分析可視化ツールを利用して、授業中に想定される学習者の対話を可視化する。	3・4	90分 ・ 90分	3・4	90分 ・ 90分
設計した授業の実践	第3・4回授業で設計した授業を授業者として実践する。	5	40分	5	40分
設計した授業の分析・評価	実践1：第5回授業実践の文字起こしされた発話を、発話分析可視化ツールを利用して分析し評価する。 実践2：第5回授業実践の動画と文字起こしされた発話を、発話分析可視化ツールを利用して分析し評価する。	6	20分	6	50分
設計した授業の評価・改善	第5回授業実践の発話分析結果に基づき、設計した授業の評価および改善検討を行う。	6	25分	7	20分

表 3 実践 1 における振り返りレポートの分析結果

授業回	1	2	3	4	5		6	
					問 1	問 2	問 1	問 2
回答数	10	10	9	7	11	11	11	11
授業の型	50%	70%	78%	71%	55%	36%	55%	27%
アクティブラーニング	20%	10%	0%	0%	9%	9%	9%	9%
協調学習の授業者視点	0%	30%	100%	86%	100%	91%	91%	36%
学習者の思考	0%	20%	33%	29%	36%	18%	18%	0%
想定する学習者の活動	0%	0%	11%	14%	36%	9%	55%	9%

価、可視化の効果については受講生に十分認識されていない可能性も示唆された。なお、第 5 回および第 6 回授業では、振り返りレポートに追加設問が準備されたため、分析対象データが 2 問となった。第 5 回授業の問 1 が授業実践経験について問う追加設問、第 6 回授業の問 2 が学期全体の感想について問う追加設問であった。

続いて、体験的活動と授業デザインプロセスのオンライン環境での実現有無を評価するため、各授業回の成果物が全て提出されたことを確認した。さらに、受講生からもオンライン形式での問題に関する問い合わせはなく、学期全体の振り返りでは「(前略) オンライン上でも(多少の問題はあれど)概ね円滑に授業を進行することができ(後略)」という、オンライン形式に比較的ポジティブなフィードバックを得た。これらのことから、実践 1 はオンライン形式の実践として成功したと判断した。ただし、授業中の説明や進め方の案内に関する問い合わせが授業後に寄せられるなど、情報共有方法に改善の見込みがあることも確認された。また、受講生が授業者として授業実践する際に、学習者の発話を分析することは困難だと確認された。今後、本授業での学習事項を教室での評価につなげやすくするため、文字データがない状況での授業分析・評価を体験できるように改善が期待された。

最後に、3 グループを対象とした授業評価結果資料の分析では、計 15 件の評価結果が報告され、うち授業設計時の想定どおりと評価された結果が 6 件、想定どおりではなかったと評価された結果が 9 件であった。資料中、確認できたことや評価の理由に、学習者の発話や思考に関するものをあげていたのは 15 件中 6 件であり、全てのグループが何らかの形で発話や学習者の思考に言及していた。なお、授業評価結果資料には、

1 学期の授業内容を教材テーマとしたことで、学習者役が全部品の内容を知った状態であったという課題も確認された。受講生が自分たちの設計した授業の評価や検討に専念できるよう、受講生が設計する授業の選択肢に改善が求められた。

#### 4.2 実践 2

実践 1 の反省をふまえて、実践 2 では次の 4 点を主に変更した。

- (1) 各授業回での授業目的の提示:ジグソー法の型ではなく、アクティブラーニングの視点に基づく授業検討がテーマであることを明確にするため、各回授業の冒頭に授業目的を提示した。
- (2) 受講生が設計する教材テーマの変更:学習者役が受講生の設計した授業内容を知っている状態を回避するため、教材設計に利用可能な新資料を教師から各グループへ提供した。
- (3) 授業実践についての説明追加:第 5 回授業での授業実践に向けて、受講生が授業を実施するときに必要な可能性のあるものをリストとして示した。
- (4) 設計した授業の分析・評価・改善検討の充実:分析、評価、改善の検討時間を増やし、文字起こしされたデータを利用した分析のほかに、授業中の観察分析をイメージできるよう授業中の学習者動画を利用した分析を追加した。
- (5) 授業全体の振り返り:最終回授業で、学習した事項を振り返り、自分にとってどのような学びがあったかを考える個人ワークを追加した。

実践 2 のスケジュールは実践 1 を基本として、第 6 回と第 7 回の授業を変更した(表 2)。第 6 回授業では、実践 1 の反省をふまえて、授業動画をを用いた発話分析と、文字起こしデータを用いた発話分析の 2 種類

を設定した。受講生は、約 15 分間動画を見ながらワークシートへ発話分析結果を記入した後、その分析結果に基づいて授業を評価した（10 分）。この活動は実践 2 での新しい取り組みであった。さらにその後、実践 1 と同様に、文字起こしされた発話をグループで 15 分間分析し、可視化ツールによって可視化した結果に基づいて授業を評価した（15 分）。表 2 では、実践 2 での変更点を下線で示した。

実践 2 の振り返りレポートの分析では、実践 1 と同様に授業の型と授業者視点の記述が多いものの、アクティブラーニングの視点からの記述の割合が少し増えたことが確認された（表 4）。アクティブラーニングに関する記述の割合が、実践 1 に比べて増加したことには、実践 2 での変更点である各授業回での授業目的の提示が寄与している可能性が考えられる。なお、振り返りレポートに追加設問が準備された第 5 回および第 7 回授業では、分析対象データが複数となった。第 5 回授業の間 1 が授業者としての実践について問う追加設問、問 2 が学習者としての実践について問う追加設問であった。第 7 回授業の間 2 は、学期全体の感想について問う追加設問であった。実践 2 の分析で最も特徴的なのは、第 5 回授業の間 2 が学習者としての実践を問われているにも関わらず、授業者視点での記述が 38% 確認されていることである。同じく学習者として授業を体験した第 1 回では授業者視点の記述が 0% であることを考慮すると、この結果は授業設計の経験を経て、学習者として参加した実践でも授業者として物事を考えるように受講生が変容したことを示している可能性がある。さらに、実践 1 では 1 件しか確認されなかった発話分析や可視化ツールに関連する記述が、第 3 回授業にて 1 件、第 6 回授業にて 6 件の計 7 件確認された。その記述内容も「三角図を見たとき、関連

よりも部品に対する言及が多く、それはより分かりやすい資料を提供しなければならないという反省点に繋がりました」というように、具体的に授業や教材設計と発話分析を紐付けている様子が確認された。

オンライン環境での活動実現有無を評価するための、各授業回における成果物の評価では、各授業回の成果物が全て提出されたため、実践 1 同様に成功と判断した。最終回授業での感想では「オンラインだからこそ、こういった授業が必要であると思います」といったフィードバックを得ることができた。これは、実践当時、大学の授業の多くがオンラインで実施されていた中でも当該授業の評価が高く、活動に大きな支障がなかったものと解釈した。

そして、受講生が設計した授業の評価結果資料では、5 グループの成果物として、計 39 件の評価結果が報告された。これらのうち、授業設計時の想定どおりと評価された結果が 14 件、想定どおりではなかったと評価された結果が 25 件であった。資料中、確認できたことや評価の理由に、学習者の発話や思考に関するものをあげていたのは 39 件中 16 件、4 グループであった。評価結果の内容も「部品 C はすべての学習者が同じぐらい触れていたのに対し（後略）」というように、実践 1 に比べて具体的な記述が増加していた。この理由として、実践 2 での変更点である「設計した授業の分析・改善検討の充実」が寄与していると考えられる。

## 5. まとめ

本研究では、学習者の思考に注目した協調学習をデザインするための初学者向けオンライン教育プログラムの開発を目指し、学習体験および発話分析可視化ツールを利用した授業の設計・実践・評価・改善といった活動で構成されたオンライン授業を提案した。第 1

表 4 実践 2 における振り返りレポートの分析結果

授業回	1	2	3	4	5			6	7	
					問 1	問 2	問 3		問 1	問 2
回答数	15	12	13	13	13	13	13	13	14	14
授業の型	33%	33%	38%	23%	23%	77%	31%	15%	14%	7%
アクティブラーニング	0%	25%	8%	0%	0%	31%	8%	23%	14%	0%
協調学習の授業者視点	0%	42%	54%	62%	69%	38%	69%	54%	50%	29%
学習者の思考	0%	17%	23%	38%	8%	23%	8%	15%	7%	7%
想定する学習者の活動	0%	0%	23%	38%	46%	0%	15%	15%	14%	0%

の研究課題では、本研究にて提案した教育プログラムが授業者の視点の獲得へ寄与したことが示唆された。第2の研究課題では、オンライン環境において、協調学習の体験的活動と授業デザインプロセスを含む全ての活動が実現可能であることを確認した。第3の研究課題の検討では、学部生という協調学習デザインの初学者を対象とした教育プログラムにて、受講生が学習者の思考に着目した授業設計と評価に従事したことが確認された。

しかし、発話可視化ツールの影響検討には課題がある。本研究にて主に行った振り返りレポートや授業の成果物の分析だけでは、受講生の学習プロセスを評価するには不十分である。今後、受講生がどのように授業を検討していたのか、活動中の受講生発話やインタビューのデータなども用いて、より詳細に検討していく必要がある。

## 謝辞

本研究にご協力いただいた受講生、TA、教員の皆さんに感謝いたします。本研究の一部は JSPS 科研費 JP18K13238, JP19H01715 の支援を受けたものです。

## 参考文献

- (1) 文部科学省, 新しい学習指導要領の考え方—中央鶴教育審議会における議論から改訂そして実施へ—, [https://www.mext.go.jp/a\\_menu/shotou/new-cs/\\_icsFiles/afiel\\_dfile/2017/09/28/1396716\\_1.pdf](https://www.mext.go.jp/a_menu/shotou/new-cs/_icsFiles/afiel_dfile/2017/09/28/1396716_1.pdf) (2021年2月15日確認)
- (2) 笠井俊信, 大崎理乃, 林雄介, 益川弘如: “発話分析可視化ツールを活用した授業振り返り研修の実践—知識構成型ジグソー法を対象にした発話分析手法の提案—”, 教育システム情報学会研究報告, Vol.34, No.4, pp.41-48, (2019)
- (3) 大崎理乃, 笠井俊信, 林雄介, 益川弘如: “学びの構成原理に基づく授業デザインと評価方法の提案—小学校におけるジグソー法を組み込んだ算数授業を対象とした実践—”, 教育システム情報学会研究報告, Vol.34, No.5, pp.21-26 (2020)
- (4) Chi, M. T., & Wylie. R.: “The ICAP framework: Linking cognitive engagement to active learning outcomes”, *Educational psychologist*, Vol. 49, No. 4, pp.

- 219-243 (2014)
- (5) Chi, M. T., Adams, J., Bogusch, E. B. et al.: “Translating the ICAP theory of cognitive engagement into practice”, *Cognitive science*, Vol. 42, No. 6, pp.1777-1832 (2018)
- (6) Morris, J. & Chi. M. T.: “Improving teacher questioning in science using ICAP theory”, *The Journal of Educational Research*, Vol. 113, No. 1, pp.1-12 (2020)
- (7) 坂本篤史: “現職教師は授業経験から如何に学ぶか”, *教育心理学研究*, Vol. 55, No. 4, pp.584-596 (2007)
- (8) 三島知剛: “教育実習生の実習前後の授業観察力の変容”, *教育心理学研究*, Vol. 56, No. 3, pp.341-352 (2008)
- (9) King K. P.: “Identifying success in online teacher education and professional development”, *The Internet and Higher Education*, Vol. 5, No. 3, pp.231-246 (2002)
- (10) Clark, C., Strudler, N., & Grove, K.: “Comparing asynchronous and synchronous video vs. text based discussions in an online teacher education course”, *Online Learning*, Vol. 19, No. 3, pp.48-69 (2015)
- (11) 高木正則, 田中充, 勅使河原可海: “学生による問題作成およびその相互評価を可能とする協調学習型 WBT システム”, *情報処理学会論文誌*, Vol. 48, No. 3 pp.1532-1545 (2007)
- (12) Scardamalia, M., Bereiter, C.: “Knowledge building and knowledge creation: Theory, pedagogy, and technology”, In: Sawyer, K. (Ed.) *The Cambridge handbook of the learning sciences*, 2nd ed (pp.397-417), Cambridge Univ. Press, NY (2014)
- (13) Miyake, N., & Kirschner, P. A.: “The social and interactive dimensions of collaborative learning”, In: Sawyer, K. (Ed.) *The Cambridge handbook of the learning sciences*, 2nd ed (pp.418-438), Cambridge Univ. Press, NY (2014)
- (14) Zoom, <https://zoom.us/> (2021年2月14日確認)
- (15) Slack, <https://slack.com/intl/ja-jp/> (2021年2月14日確認)
- (16) Google: “G Suite for Education”, <https://edu.google.com/products/gsuite-for-education/> (2021年2月15日確認)
- (17) Microsoft Forms, <https://www.microsoft.com/ja-jp/microsoft-365/online-surveys-polls-quizzes> (2021年2月23日確認)

# 非同期分散型の入学前教育における効果的なグループワークの 特徴分析

時田真美乃<sup>\*1</sup>, 平井佑樹<sup>\*1</sup>, 高野嘉寿彦<sup>\*1</sup>, 小山茂喜<sup>\*1</sup>, 勝木明夫<sup>\*1</sup>, 新村正明<sup>\*2</sup>, 松村宣顕<sup>\*1</sup>

<sup>\*1</sup> 信州大学学術研究院総合人間科学系 <sup>\*2</sup> 信州大学学術研究院工学系

## Characteristic Analysis of Effective Group Work in Distributed Asynchronous Pre-University Education

Mamino TOKITA<sup>\*1</sup>, Yuki HIRAI<sup>\*1</sup>, Kazuhiko TAKANO<sup>\*1</sup>, Shigeki KOYAMA<sup>\*1</sup>, Akio KATSUKI<sup>\*1</sup>,  
Masaaki NIIMURA<sup>\*2</sup>, Noriaki MATSUMURA<sup>\*1</sup>

As a part of the pre-university education for the students who were early accepted to enter the faculty of engineering in Shinshu University, we conducted the group work using Moodle. In this paper, we will examine characteristics of effective group work using cluster analysis with parameters such as the number of times each group member views and posts, and the posting interval. As a result, it was revealed that ‘start time of discussion or posting’ and ‘posting interval’ are good parameters in characteristic analysis of effective distributed asynchronous group work.

キーワード: 入学前教育, 非同期分散, グループワーク, 行動分析, SOM

### 1. はじめに

文部科学省では学生の生きる力を伸ばすための高大接続改革が進められている。その一環として信州大学では、2020年度工学部推薦入試合格者に対する入学前教育を実施し、その結果を本会2020年度全国大会で発表した<sup>(1)(2)</sup>。本稿で述べる入学前教育におけるグループワークは、大学入学後とは異なり、対面で会うことのない合格者が、完全な非同期分散型で行う。このグループワークの結果については、アンケート結果やグループワーク課題の成績から、非同期分散型であっても、他者のコメントを積極的に取り入れることや、他グループの解答も閲覧可能にすることで、課題解決が達成できる可能性が示された。一方で、グループ間で課題解決結果の差も見られたため、この非同期分散型のグループワークに見られる成果の差は、何によるものであるかについて、非同期の環境で実施されることを考慮して調査することとした。

### 2. 研究目的

#### 2.1 背景

非同期分散型でのグループワークについては、対面で行うグループワークと比較して、工夫が必要であることを示す先行研究がある。非同期で行うグループワークは物理的な存在感が欠如する。そのためコミュニケーションを強化するために、他のSNSを併用すること<sup>(3)</sup>や、調整活動を強化<sup>(4)</sup>するなどが効果的だとする内容の研究である。これらの研究から、非同期でも行える効果的な活動を実施することが望ましいと考えられる。一方で、例えば前者のSNSの併用等は、本入学前教育もそうであったが、個人情報保護の観点から実施できない場合もあり、非同期分散のグループワークではこれらが取り入れられない場合は、他にその環境内での工夫の余地はないのだろうかと考えた。

ここで筆者らが参考にしたのは、対面の学習において“パーソナルテンポ”に注目した研究である。一般にパーソナルテンポが二者間で類似していると、会話

時の二者間の同調が促進されてコミュニケーションが円滑になるという研究<sup>(6)</sup>や、タッピックテンポを指標にした二者間の同調される様子を示す研究<sup>(6)</sup>がある。これらの研究における“パーソナルテンポ”の定義は異なるが、非同期のオンライングループワークを実施する場合にも、いつそのサイトを見るか、どのくらいの頻度でコメントするかなど、グループワーク活動に対するテンポが存在するため、そのパーソナルテンポの近さがグループワークの成果にもつながっているのではないかと考えた。

新型コロナウイルスの影響で、現状では必ずしも入学前教育を対面で実施できないケースも増えた。グループワークは非同期であっても、グループによって時間の使い方などのバラツキが存在する。その程度によってグループワークの効果が変わる可能性があり、また、もし非同期分散型でも良い時間の使い方があれば、良くないパターンで課題解決を進めているグループに対して早めに手立てを打つなどの支援や、良いスケジュールを考慮したカリキュラムの提案などにつながると考えられる。完全な分散非同期でも、閲覧や投稿間隔などのパーソナルテンポの類似度によっては、グループワークが効果的に実施できる可能性がある。このような研究を入学前教育の文脈で実施した例は著者が知る限りなく、知見を積み重ねていく必要がある。

## 2.2 本研究の目的

本研究の目的は、非同期分散型のグループワークであっても、効果的に議論等を実施し、良い成果が提出されるにはどのような項目に注目すれば良いかを明らかにすることである。それを大きな目的とした上で、次の2つを実施する。

- (1) グループワーク課題の実施状態(本研究ではこれをパーソナルテンポとし、以降「実施テンポ」と呼ぶ)を、よりの確に示すパラメータを発見し、それを注目すべき項目として定義する。
- (2) 上記(1)で定義した項目を用いて、グループワーク課題の成績が比較的高い/低いグループの特徴がどのように現れているかを確認する。

現状では、教員の資源は無限ではない。そのため、本研究で実施テンポを的確に示すパラメータを発見できれば、非同期分散型グループワークで特に何に気を

付けて学生を指導していけば良いかを明らかにできる。

## 3. 研究方法

### 3.1 学習環境

本グループワークでは、本学で使用している Moodle (以下、e\_ALPS) を利用した。参加者は35名(最後まででの参加者は28名)であり、2020年1月から3月までの約3ヶ月間、毎月1題ずつ課して実施した。1グループは合格者3-4名で、必要に応じて教員やSA(Student Assistant)も連絡しながら課題解決する。初めにグループ内で自己紹介し実践を開始した。1ヶ月のフローを図1に、課題の概要を表1と図2に示す。

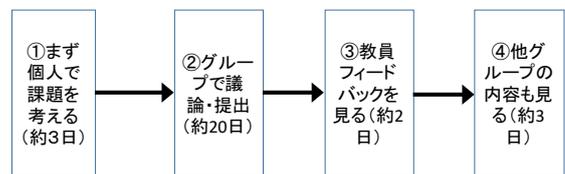


図1 グループワークの課題のフロー

表1 課題1-3の内容と実施月

	実施内容	実施月
自己紹介	①名前 ②学科 ③出身 ④大学に入って楽しみなことをグループ内で紹介する	1月
課題1	二分探索法で該当者を見つける課題	1月
課題2	モンティ・ホール問題の応用の確率課題	2月
課題3	疑似相関である可能性を見抜く課題	3月

#### グループ課題1: 「先生」を探せ の課題内容

15人の大学生の中に、実は1人だけ「先生」がいます。



#### グループ課題2: どちらのドアが当たる可能性高い? の課題内容

4つのドアがある。1つは当たりで、3つは外れ(はずれ) \*当たりは景品がもらえる、とします



#### グループ課題3: 調査は十分? の課題内容

Aさんは、算数テストの点数と身長について、Bさんは留学と就職の関係について、調査を実施しました。次の(1)および(2)にその結果が書かれています。これを読んで、Q1~3に教えてください。

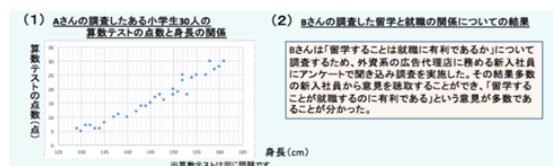


図2 課題1-3の説明の一部

### 3.2 分析方法

本研究では、学習ログの取得については、e\_ALPSにおける学習ログのうち、全参加者におけるグループワーク行動履歴を対象とした。また、グループワークの特徴を分析するために自己組織化マップ（Self-Organizing Map, 以下 SOM）を活用した。SOMでは、多次元の特徴量を可視化でき、本研究では、上記のパラメータを様々な組み合わせで入力した上で、グループワークの実施テンポを的確に示すパラメータ群を探索した。SOMの作成にはR studio ver1.3.1093を使用した。

## 4. 結果

### 4.1 グループワーク実施テンポの項目

ここでは、3.2節で述べた探索の結果、最終的に実施テンポを的確に示すと筆者らが判断した5つのパラメータについて説明する。取得したグループワーク行動履歴の学習ログから、“閲覧回数（議論）”、“閲覧時間（議論）”、“閲覧時間（投稿）”、“投稿間隔（他者）”、“投稿間隔（自分）”の5つの項目をデータ整形した。それぞれの詳細内容とデータ整形の基準を次に述べる。

- ・閲覧回数（議論）：グループの議論のページを開いた回数である。20分以上間隔が空いていないものは一回1回として数えた。
- ・開始時間（議論）：そのページがオープンされてから閲覧までにかかる時間（分）である。ページのオープン時刻は教員が予め周知し設定した。閲覧していない場合は50000の数値とした。この数値は一ヶ月の時間（分）の近似値として採用した。
- ・開始時間（投稿）：そのページがオープンされてから最初の投稿までにかかる時間（分）である。ページのオープン時刻は教員が予め周知し設定した。投稿していない場合は50000の数値とした。
- ・投稿間隔（他者）：グループ内の最初の投稿者に対して自身が最初に投稿するまでにかかった時間（分）である。最初の投稿の人は0であり、投稿していない場合は50000の数値とした。
- ・投稿間隔（自分）：自身の投稿に対して、その次に投稿するまでにかかった時間（分）である。2回以上投稿

していない場合は50000とした。

入学前教育の学習ログは、議論以外のページ閲覧も、例えば教員からの回答のフィードバックのページや個人ワーク学習のページ等も存在するが、グループワーク活動として特に示すものとしてこの5つを選定した。グループワーク課題1-3の前の自己紹介については、議論のページは自己紹介についてのページとし、この場合は、2回の投稿はないので、“投稿間隔（自分）”の指標は取り扱わないこととした。

取得ログの内容について2名を例に表2に示す。

表2 グループワーク実施パラメータ項目表

	閲覧回数 (議論)	閲覧時間 (議論)	閲覧時間 (投稿)	投稿間隔 (他者)	投稿間隔 (自分)
参加者1	22	30	27053	10757	8754
参加者2	13	1307	18174	0	6116

これらはグループワーク活動における各個人の実施テンポを表す。これらの5つの指標により、グループワークの実施テンポが示されると定義した。閲覧回数（議論）は回数の多さ/少なさが、閲覧時間（議論）はその時間の速さ/遅さが、閲覧時間（投稿）はその時間の速さ/遅さが、投稿間隔（他者）はグループメンバとの投稿間隔の長さが、投稿間隔（自分）は、自分の投稿間隔によってグループメンバとの投稿間隔のテンポがそれぞれ示される。

これにより閲覧回数（議論）では、その参加者がどのくらいの頻度でグループワークのメンバで議論する場を見ているか、閲覧時間（議論）では、どのくらい早くグループワーク議論のページを見に行っているかという、グループワークへの参加への積極性が活動のパターンとして示される。また、閲覧時間（投稿）、投稿間隔（他者）、投稿間隔（自分）については、その参加者がグループメンバとの議論に積極的に関わろうとし続けているかの活動のパターンとして示される。

次に、目的（2）に関連するSOMの結果を示す。グループは9つあり、各図において数値で示す。

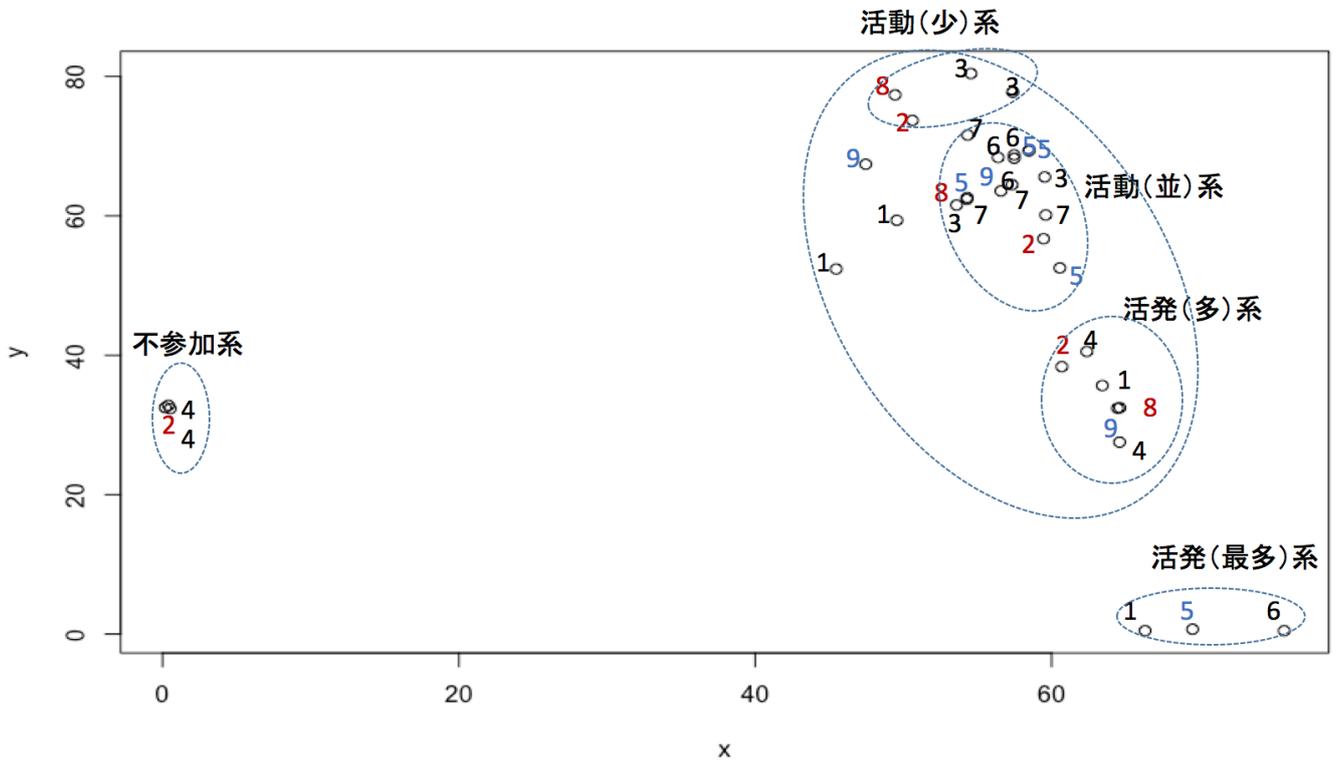


図3 自己紹介における参加者の SOM (数字はグループ番号を表す)

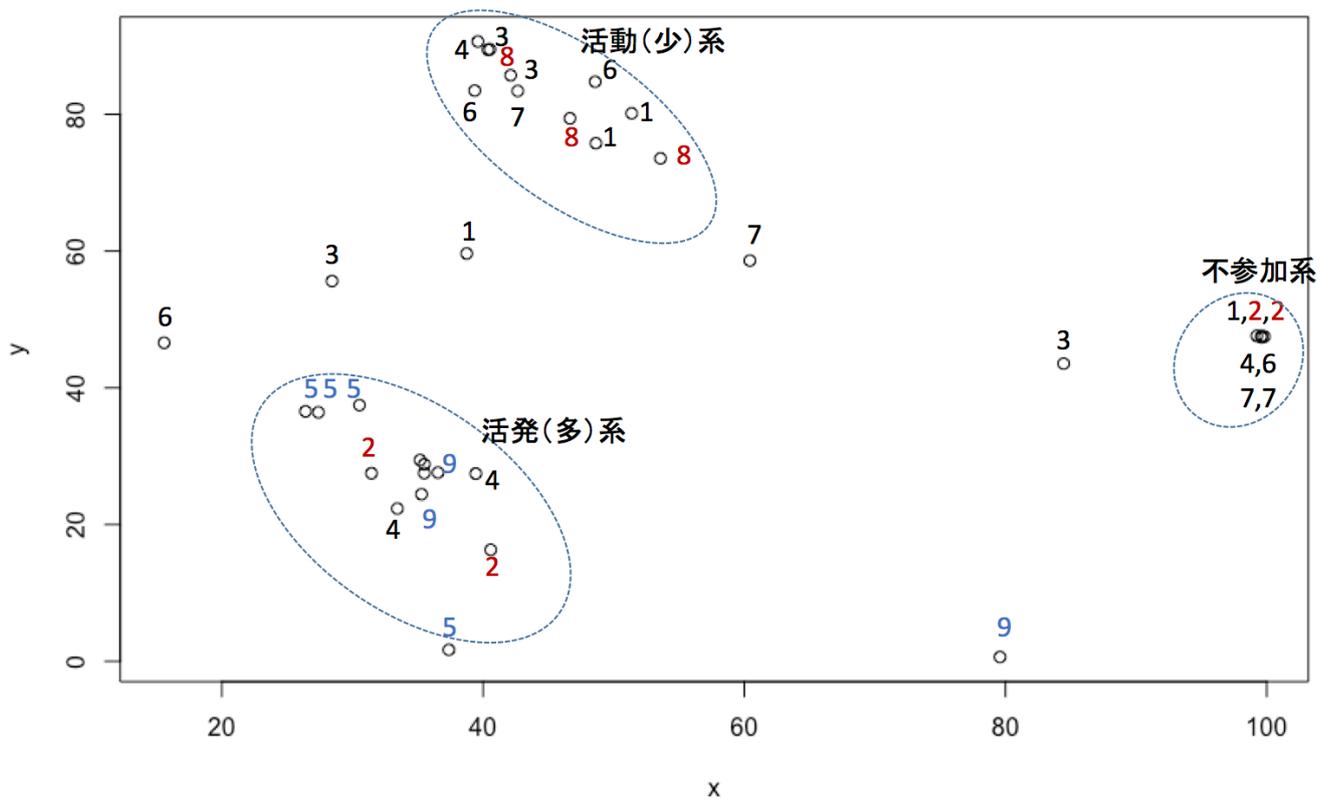


図4 グループ課題1における参加者の SOM (数字はグループ番号を示す)

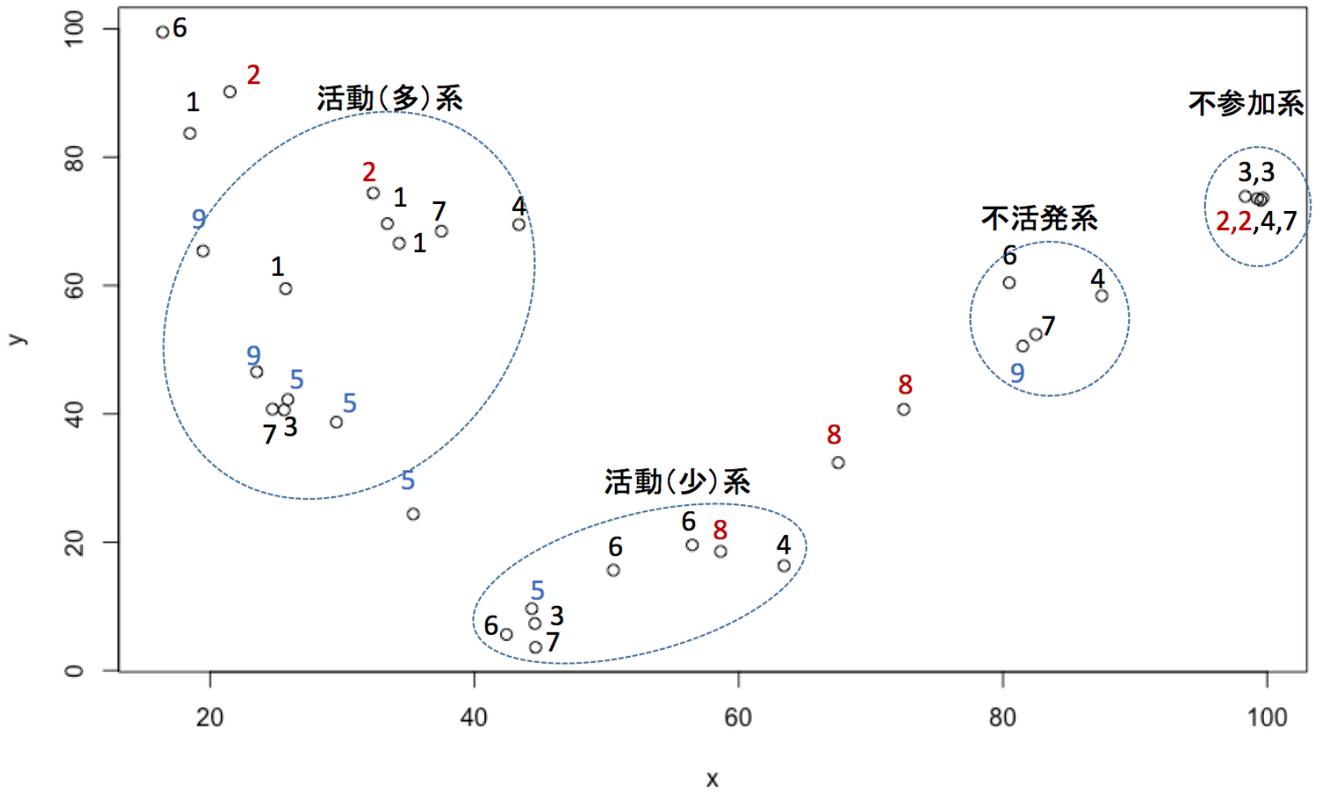


図5 グループ課題2における参加者の SOM (数字はグループ番号を示す)

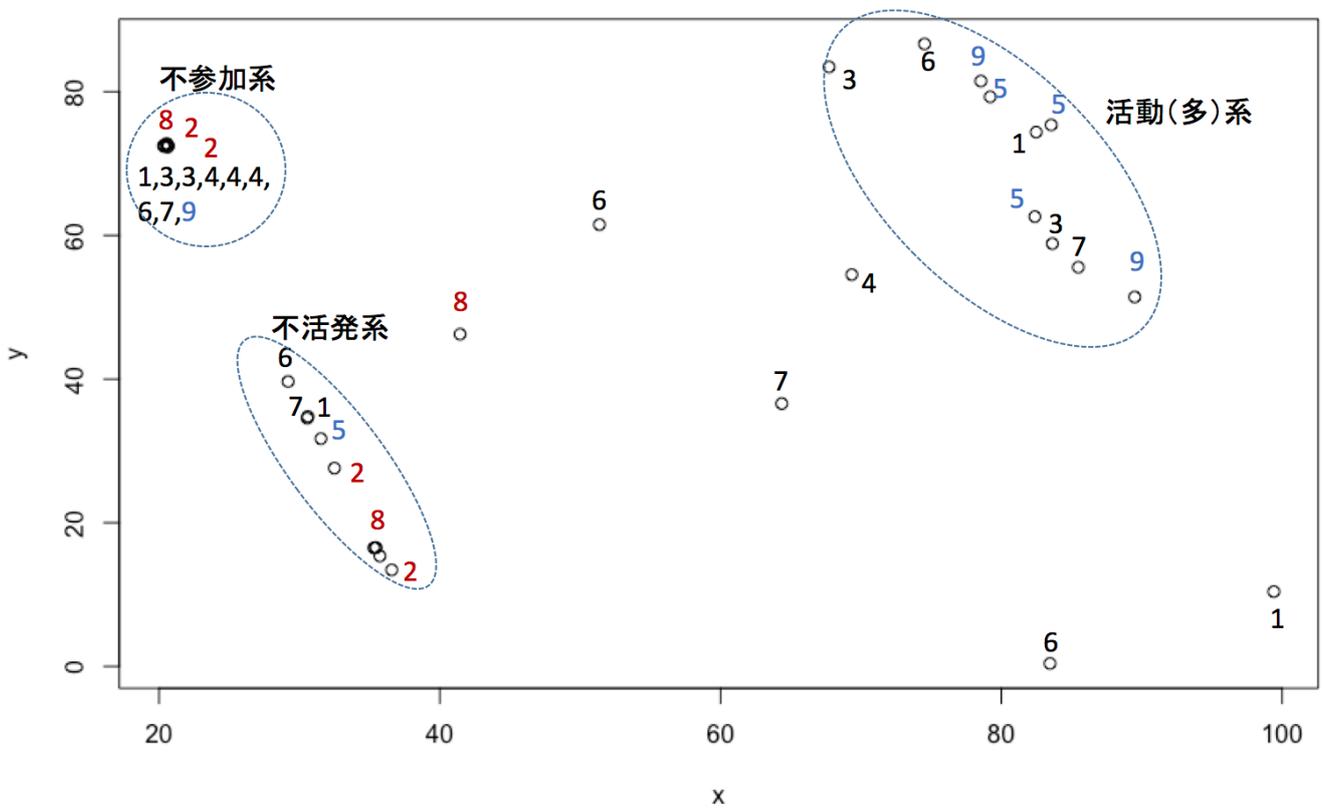


図6 グループ課題3における参加者の SOM (数字はグループ番号を示す)

自己紹介における参加者の SOM を図 3，グループ課題 1 における参加者の SOM を図 4，グループ課題 2 における参加者の SOM を図 5，グループ課題 3 における参加者の SOM を図 6 に示す。いずれの図においても，“o” で示されるマーカーは 35 名の参加者 1 人 1 人を表す。また SOM では X 軸 Y 軸に名称はなく，マーカーの距離の程度が 5 項目全体の差を表し，筆者が，近いマーカー同士をクラスターとして丸枠で囲んだ。クラスターにはそのカテゴリーに相応しい名称として”活動（最多）系”，”活動（多）系”，”活動（普通）系”，”活動（少）系”，”不活発系”，”不参加系”を付した。

#### 4.2 グループにおける実施テンポの特徴

次に 2.2 節で述べた目的（2）に対して，グループワーク課題の成績が比較的高い/低いグループがこの SOM でどのように現れているかを確認する。グループワーク課題の結果については，表 3 の通りになった。後に比較する，グループ単位でのコメント全総数および調整コメント数の数値も含めて示す。課題 1-3 の点数は，0 点から 3 点の 4 段階評価とした。評価基準は，課題が提出されたか否かで，1 点/0 点，解答が模範解答の内容をほぼ含んでいるものを 2 点，一部含んでいるものを 1 点，含んでいないものを 0 点とした。コメント全総数は各グループの全ての課題におけるメンバ全員の合計のコメント数である。また調整コメント数とは，コメントのうち，数学の議論そのものの内容でなく，ワークの進行やメンバへの労い，メンバの投稿に対するポジティブなコメント等のグループワークが円滑に行われるための調整に関わるコメントが入っていた個数となる。

表 3 グループ課題の成績およびコメント数

	課題1	課題2	課題3	全体	コメント全総数	調整コメント数
グループ1	3	2	2	7	35	7
グループ2	2	2	0	4	21	3
グループ3	3	2	1	6	17	11
グループ4	2	3	3	8	26	4
グループ5	2	3	2	7	41	23
グループ6	3	1	3	7	31	8
グループ7	2	2	2	6	26	8
グループ8	2	0	1	3	14	1
グループ9	2	3	2	7	23	12

表 3 に示されるように，グループ課題点（全体）が

特に低かったのは，グループ 2 とグループ 8 であった。これらはコメント全総数や調整コメント数も低く，コミュニケーションがよくとれていないこともわかる。また点数が高くコメント全総数や調整コメント数が多かったのは，グループ 5 とグループ 9 であり，これらもクラスターの中でどのようなクラスターに配置されているのかを合わせて確認する。グループ 4 については課題 2 からほぼ参加が 1 人になり高頻度で SA と対話をして課題を進めたため，本検討からグループ 4 は除外して考える。また，グループ課題点に対して，コメント全総数、調整コメント数は相関があった。（ $r=0.72$ ， $r=0.69$ ）

まず自己紹介の SOM である図 3 を確認すると，全体として”不参加系”クラスターと，”活動系”クラスターに分かれた。”不参加系”クラスターには，グループ 2 が 1 名含まれていた。また”活動系”クラスター “の中で，投稿はするが遅く，閲覧数も多くない”活動（少）系”，閲覧数や投稿タイミングが中程度の”活動（普通）系”クラスター，閲覧数や投稿タイミングが活発な”活動（多）系”の 3 つの小クラスターが形成され，それぞれにグループ 2，8 が 1 名ずつ含まれていた。閲覧数が多く投稿の早い”活発（最多）系”には，2 グループいずれも含まれていなかった。

この自己紹介のクラスターを確認されたことは，自己紹介の段階で，ある程度のグループワーク行動ログに特徴が見出されているという点がある。そして，成功したグループに比べ，成績不振の 2 グループの各メンバは，最初から分かれたクラスターにおいて，”活発（最多）系”には誰も所属せず，”不参加系”にすでに属しているものがあるという特徴があった。また，比較的グループの成績の低いグループ 3，グループ 7 も含めて確認すると，自己紹介の段階で”活発（少）系”に属している人数が多いという特徴があった。

次にグループワーク課題 1 の SOM である図 4 を確認すると，全体として”不参加系”クラスターと，”活動（少）系”クラスターと，”活動（多）系”クラスターに分かれた。”不参加系”クラスターには，グループ 2 が 2 名含まれていて，”活動（少）系”クラスターにはグループ 8 の全員である 3 名、また”活動（多）系”クラスターにはグループ 2 の 2 名が含まれていた。このグループ課題 1 のクラスターで確認されたことは，成績

不振グループいずれも過半数が、“不参加系”もしくは“活動（少）系”クラスターに属しているという点である。反対に一方で“活動（多）系”については過半数が“活動（多）系”に属しているという傾向が確認された。

次にグループ課題2の SOM である図5を確認すると、全体として“不参加系”クラスターと、“活動（少）系”クラスターと、“不活発系”クラスター、そして、“不参加系”クラスターに分かれた。まず成績不振グループの方に注目すると、“不参加系”クラスターには、グループ2が2名含まれていて、“活動（少）系”クラスターにはグループ8の1名、“活動（多）系”クラスターにはグループ2の1名が含まれていた。またクラスターには属さないが、“活動（少）系”から“不活発系”の中間付近の距離にグループ8の2名が点在した。グループ2の1名は活動の活発な場所に点在した。このことから、過半数が“活動（少）系”、“不活発系”、“不参加系”に属しているという傾向が見られた。一方成績良好グループに注目すると、“活動（多）系”クラスターには、グループ5が3名、グループ9が2名含まれていて、“活動（少）系”にはグループ5が1名、“不活発系”にはグループ9が1名含まれていた。このことから、過半数が活動（多）系に属しているという傾向が見られた。

次にグループワーク課題3の SOM である図6を確認すると、全体として“不参加系”クラスターと、“不活発系”クラスターと、“活動（多）系”クラスターに分かれた。まず成績不振グループの方に注目すると、不参加系にグループ2が2名、グループ8が1名含まれていて、不活発系にグループ2が2名、グループ8が1名含まれていた。このことから、過半数が“不参加系”“不活発系”に属しているという傾向が見られた。一方成績良好グループに注目すると、“活動（多）系”クラスターにグループ5が3名、グループ9が2名属しており、過半数が“活動（多）系”に属していることがわかった。これらの SOM についていずれの課題でもクラスターに分かれたということは、この指標がある程度表していることを示している。その上で、開催時期の早い課題1と比較して、課題3はかなり分かれるという結果も確認された。

## 5. 考察

結果に示されたように、グループワークを効果的に行うことを確認する項目として、5つのパラメータを基にした SOM を分析した。また、グループワークが効果的に行われなかったグループについては、自己紹介など初期の段階から異なるクラスターに属する、グループ課題においても活発でないクラスターに属するメンバが多い、等の特徴が確認された。例えば“不活性なグループ”にグループの中の1名が属していたり、グループメンバ全員が異なるクラスターに所属していても、特に積極的な活動をするメンバがいたりすればグループワークの成果が良い場合もあることがわかった。また同期的でも、“調整活動”をしていないとグループワークは効果的に行われず、また不活発系で同期していても結果に繋がらないことも確認された。前者はグループ2の例で、後者はグループ8の例であった。

これらの結果から、本研究で定義した5つのパラメータを使って実施テンポを的確に表現でき、教員がこれらの状況に特に注意してグループワークを観察すれば良さそうであることを確認した。

またグループ活動が開始された初期の段階でこれらの項目が不活発または同期していないグループには注意を促す等、初期にグループワーク課題の結果が不振になるグループを予測できる可能性がある。さらに、先行研究にもあった“調整活動”の実施は重要であり、顔が見えない中で動きにくいことも考慮し、特に非同期分散型ではグループワークで調整活動を積極的に行う、あるいはその役割を担当する学生を決める、それを決められない場合は教員がその役をフォローするなどの取り組みが重要であることがわかった。その上で実施テンポが“同期的な”非同期なグループワーク状況が、成果につながるということがわかった。

## 6. おわりに

本研究により、非同期分散型のグループワークにも、よりの確にその実施テンポの状況を示す指標があり、グループの成果につながるパターンがあることが確認された。今後の課題については、異なる集団においても、本研究で定義したパラメータが有効かについての確認等が必要である。2021年度もこの入学前教育の取

り組みが行われており、同じパラメータで同様の結果が見られるかを確認することを予定する。

他にこのような非同期分散型のグループワークを行う環境として、同期を取りやすくする仕組みや機能は優先的に取り入れる価値がある等の、システムの改修にも有用な知見として繋がる可能性がある。例えば初期の段階でのグループワークの実施テンポを確認しやすい機能を作成し、情報を習得して検出する仕組みを機能として持つ、などの発展も考えられる。

コロナ禍が過ぎても今後は多くの学習スタイルで授業が併用されて行われて行くこととなり、その中で非同期分散型のグループワークは今後も継続して多くの授業で取り入れられることが考えられる。非同期分散型の学習は、学習の経緯や結果が視覚的に残るメリットもある。物理的、地理的に離れていても共に学習できる場となることは入学前教育において良い方法でもある。その良さも活かした上で、できる限り効果的に行われる”同期”に近い非同期にする工夫も積極的に取り入れて、効果的なグループワークの実現に向けられるような検証をしていきたい。

## 謝辞

本入学前教育に関わった教職員や学生の皆様、また、SOM を用いた分析にご協力いただいた本学総合人間科学系の鈴木彦文准教授に厚く御礼申し上げます。

## 参 考 文 献

- (1) 平井佑樹, 時田真美乃, 高野嘉寿彦, 小山茂喜, 勝木明夫, 新村正明, 松村宣顕: “2020 年度工学部推薦入試合格者に対する入学前教育の結果報告”, 第 45 回教育システム情報学会全国大会予稿集, pp.227-228 (2020)
- (2) 時田真美乃, 平井佑樹, 高野嘉寿彦, 小山茂喜, 勝木明夫, 新村正明, 松村宣顕: “入学前教育における Moodle を使用したグループワーク実践”, 第 45 回教育システム情報学会全国大会予稿集, pp.177-178 (2020)
- (3) Chang, Bo; Kang, Haijun : “Challenges Facing Group Work Online” , Distance Education (2016)
- (4) Qi, Cong: “Social Media Usage of Students, Role of Tie Strength, and Perceived Task Performance”, Journal of Educational Computing Research (2019)
- (5) 大石周平・尾田政巨: “話者間の精神テンポ の差がコミ

ュニケーションの円滑化に及ぼす影響-交替潜時を指標として”, 電子情報通信学会技術研究報告, 105(536),31-36 (2006)

- (6) 森原佳歩, 正田悠: “対人間相互作用における生理的シンクロニーに二者のパーソナルテンポ の類似度が及ぼす影響”, 日本認知科学会第 37 回大会,p1 (2020)

# 鉄棒熟達過程における協調的な対話についての検討

遠山紗矢香<sup>\*1</sup>, 山田雅之<sup>\*2</sup>, 大海悠太<sup>\*3</sup>

<sup>\*1</sup> 静岡大学, <sup>\*2</sup> 九州工業大学, <sup>\*3</sup> 東京工芸大学

## A Case Study of Collaborative Discussion about Expertise in Horizontal Bar Practices

TOHYAMA Sayaka<sup>\*1</sup>, YAMADA Masayuki<sup>\*2</sup>, OGAI Yuta<sup>\*3</sup>

<sup>\*1</sup> Shizuoka University, <sup>\*2</sup> Kyushu Institute of Technology, <sup>\*3</sup> Tokyo Polytechnic University

The purpose of this research is to study about the function of collaborative discussion through analyzing two elementary-school children's collaborative expertise process of forward roll and backward roll on the horizontal bars. We provided a collaborative practice field for forward roll and backward roll to children of six-year old and ten-year old and videotaped the children's practices. In the practices, the children were provided "HDMi" which showed the children's horizontal bar practices. We analyzed the children's subjective evaluation of each practice, the number of utterances, and the contents of the collaborative discussion on the series of five practices. The results suggested that each child had different idea and feeling with the other child about forward roll and backward roll. Throughout the five practices, the children gradually became paying attentions to the other children's physical actions. These observational results suggested that collaborative discussion is also effective for improvement of physical expertise.

キーワード: 協調的な対話, 熟達化, 鉄棒, 前回り, 逆上がり, 児童

### 1. 目的と背景

本研究の目的は、小学生児童 2 名が鉄棒の「前回り」・「逆上がり」の動作に熟達していく過程における練習中の発話を分析し、協調的な対話がどのような機能を果たすのかについて検討することである。協調的な対話の特徴として、1 人では困難な課題を解決するうえで建設的に作用することが知られている<sup>(1)</sup>。建設的な協調過程では、対話だけでなくジェスチャーも見られる<sup>(2)</sup>ことから、鉄棒の熟達過程のように身体を用いる場面でも協調的な対話が有効に作用すると期待できる。

スポーツのように、主に身体を用いて高いパフォーマンスを発揮することが求められる場合、練習は個人、またはコーチによる個人指導の形式が取られることがよく知られている。これに対して、パフォーマンスが同程度の者同士が共に練習する協調的な環境を設けることは、参加者のパフォーマンス向上に対して建設的

な影響を及ぼす可能性が考えられる<sup>(3)</sup>。

そこで本研究では、参加者の動作や、動作に対する感想・所感といった言語情報を共有するための実験環境を設け、そこでの協調的な対話が参加者のパフォーマンスを高めるうえでどのように影響を与えているのかを検討する。そのために、少数の実験協力者について詳細な分析を行う事例研究の方法を採用する。事例研究は、熟達化研究において用いられてきた経緯がある<sup>(4)(5)</sup>。また、この実験では協調過程を支援するために「HDMi」<sup>(6)</sup>を導入した。HDMi は実験協力者のパフォーマンスや言語情報を可視化するためのシステムである。

### 2. 実験方法

#### 2.1 概要

実験協力者は、男子児童のきょうだい 2 名（実験開

始時点でそれぞれ 6 才と 10 才) である。以降では 6 才の児童を A, 10 才の児童を B と呼ぶ。実験はこれまでに 5 回実施された。実験場所は児童らの自宅であり、自宅に設置された子ども用の鉄棒 1 台を用いて行われた。鉄棒は 1 名用であり、並んで 2 名が同時に使用することはできなかった。実験は、定期的に行うことよりも、児童が鉄棒練習に前向きになったタイミング、かつ実験者と児童の都合が良い日時に実施されたため、表 1 に示すように不定期で行われた (2 回目以降は 1 回目を実施した翌年に行った)。実験者は男子児童の保護者である第二著者が務めた。

表 1 実験スケジュール

実験回数	実験日
1 回目	11 月 17 日
2 回目	1 月 2 日
3 回目	1 月 5 日
4 回目	1 月 9 日
5 回目	1 月 13 日

実験開始時点において児童 A, 児童 B, とともに、逆上がりはできない状態だった。前回は児童 B だけできた。2 名とも実験開始前に、小学校の授業等で鉄棒の練習をしたり、保護者ととも鉄棒を用いたスイング遊び<sup>(7)</sup>を行いながら前回り・逆上がりに対して有

効に作用すると考えられる身体感覚を養ったりする機会が同程度あった。ただし児童 B は小学校在籍期間が児童 A よりも長いため、定量的に示すことは困難なものの、学校での鉄棒との接触機会と接触時間は、児童 A よりも豊富だと推測される。

実験は 1 回あたりおよそ 20 分で構成された。流れを図 1 に示す。最初に実験者が事前インタビューを行い、児童はそれぞれ前回り・逆上がりについて自由なフォーマットで話をした。続く 10 分程度のトレーニングでは、児童が 1 台の鉄棒を使って前回り・逆上りを自由に練習した。この際、児童は必要に応じて HDMi を自由に使用できた。児童同士の話し合いも可能であった。トレーニングの後は、児童それぞれが前回り・逆上りの実技を見せた。また、実験者が事後インタビューを行い、児童はそれぞれ前回り・逆上がりについて自由なフォーマットで話をした。この際、「あと何回くらい練習したらできそうか」と、5 段階の自己評価も問い、児童に回答させた。なお、2 回目以降の実験では、冒頭の事前インタビューの前に、前回の実験を自由なフォーマットで振り返り、できたことや感じたこと、これからやること等を児童同士が話し合う時間が設けられた。振り返りでは、児童は必要に応じて HDMi を使用することができた。トレーニング時間は 10 分と定めたが、それ以外は児童の発話が続く間は継続して聞き取ることにした。



図 1 各実験の流れ

実験風景は動画で全景を撮影した。また、児童が HDMi を使用した場合には画面の録画を行い、児童が何を閲覧していたのかを分析できるようにした。分析の一助となるよう各回にて実験者が所感を記録した。

## 2.2 HDMi

HDMi は、参加者のパフォーマンス動画、パフォーマンスを OpenPose<sup>(8)</sup>によって定量的に解析した結果、練習の目標や振り返りなどの言語データ、社会ネットワーク分析を用いて言語データを可視化した結果など

を掲載するシステムで、web ブラウザで閲覧可能である。HDMi では、各参加者について、練習回数が増えるたびに新しいページが作成される。HDMi ではブラウザ画面が左右に二分割され、任意の参加者の任意の練習回を左右の画面で比較することができる (図 2)。

### 3. 分析方法

実験で録画したデータのうち、本研究では、協調的な話し合いが生じる振り返りとトレーニングの 2 つに焦点化した。これら 2 つの活動における発話は、実験者の発話も含めて全て書き起こしを行った。この際、児童 2 名の身体動作も発話とあわせて書き起こした。さらに、事前インタビューと事後インタビューの発話内容についても書き起こした。これらの書き起こした結果と、事後インタビューにおける「あと何回くらい練習したらできそうか」という質問に対する回答を照らし合わせながら、パフォーマンスと話し合いの変化から特徴を見出そうとした。

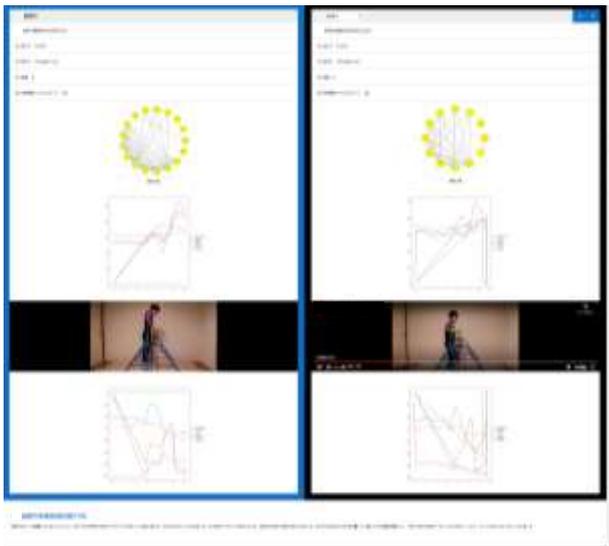


図 2 HDMi の画面  
(左と右で異なる練習日を表示している)

## 4. 結果

### 4.1 前回り・逆上がりの成否と発話数

5 回の実験終了後の前回り・逆上がりの成否は、実験開始前と比べて変化しなかった。つまり、児童 B は前回りができるが逆上がりはできない、児童 A は前回り・逆上がりの両方ができない状態を維持していた。また、児童は互いの前回り・逆上がりの成否を全ての回において把握していた。発話については、話者交代

のタイミングで改行を挿入した結果、書き起こし行数は振り返りでは平均 47.2 行 ( $SD=8.8$ )、トレーニングでは平均 113.2 行 ( $SD=28.7$ ) となった。各回の発話行数を表 2 に示す。表 2 より、振り返りは各回で大きな違いがなかったが、トレーニングは 1 回目と 2 回目の発話が他の 3 回よりも多かった。

表 2 発話の書き起こし行数

	振り返り	トレーニング
1 回目		153
2 回目	39	142
3 回目	62	98
4 回目	43	81
5 回目	45	92

### 4.2 児童の自己評価

事前・事後インタビュー書き起こしデータの文字数平均は、児童 A の事前・事後でそれぞれ 45.8 文字、35.4 文字となった。児童 B では事前で 57.8 文字、事後で 54.2 文字となった。いずれも児童 B のほうが児童 A よりも 10 文字~15 文字程度多かった。また、児童の自己評価と「あと何回くらい練習したらできそうか」に対する各児童の主観評価を表 3 に示す。表 3 より、児童 A の自己評価は 2 回目以降で一貫して低く、あと何回練習したらできそうかの回数も 2 回目以降では 99 回以上であった。また、児童 B は回を重ねるごとに自己評価が低くなり、あと何回練習したらできそうかの見積り回数も増加傾向にあった。

表 3 児童の主観評価

	自己評価 (5 段階)		「あと何回の練習でできそうか」への回答	
	児童 A	児童 B	児童 A	児童 B
1 回目	4	3	10	5
2 回目	1	3	100	20
3 回目	1	3	1,000	50
4 回目	1	4	99	50
5 回目	1	2	100	90

#### 4.3 前回り・逆上がりに対する児童の考え

1回目の練習において、児童Aは「逆上がりの方が前回りより簡単」、その理由として「前回は頭を下げるのが怖い」という発言をしており、児童Bは「前回りの方が逆上がりより簡単」という発言をしていた。また、これらの各児童の発言は、5回目までの各回で継続的に観察された。

#### 4.4 トレーニングの発話分析

各実験における振り返りとトレーニングの各場面での発話について、以下の分類基準に基づいて発話を分析した。分類基準はM-GTAにおける「概念生成」の過程<sup>9)</sup>を参考にして、本研究で得られた発話から生成した。発話1行に対して1種類の分類基準を同定し、複数カウントは認めないこととした。また、いずれの分類基準にも該当しない発話があることを認めた。

- ・ a: 自身の考えについての発話（例：逆上がりより前回りのほうが簡単）
- ・ b: 感情・気持ちについての発話（例：前回は頭を下げるのが怖い）
- ・ c: 身体動作についての発話（例：もっと膝を上げたほうがいいよ）
- ・ d: 児童AまたはBが命名した特定の身体動作についての発話（例：「コウモリ」を練習すると逆上がりができそう）
- ・ e: HDMiを用いた振り返りを希望したり、振り返りを行ったりしている際の発話（例：前に練習したやつを見たい）
- ・ f: 相手の身体動作に対して質問したり興味を示したりしている発話（例：Aくん、逆上がり見せてよ）

さらに、a～eについては上記の発話が自分の考えを表出したものなのか、相手に向けて発言されたものなのかを分類した（fは相手への発言のみとした）。例えばaの場合、児童Aが「逆上がりよりも前回りの方が簡単だ」と発言した場合は自分の考えを表出したものだと分類し、児童Aが児童Bに対して「前回りのほう

がかんたんだから前回りを先に練習すれば？」と発言した場合は相手に向けた発言と分類した。

分析結果を図3～図6に示す。縦軸は、当該児童の各回の総発話数を分母としたときの、各発言が占める割合である。

図3～図6にて示された傾向を手掛かりとして発話を参照した結果、以下の傾向が見出された。

- (1) 児童A,Bともに、1回目と2回目では身体動作に関する発話(c)が多数を占めた。ただし、児童Aは自身の身体動作、児童Bは児童Aの身体動作についての発話が多数を占めていた。(図3,図6)
- (2) 児童Bは全ての回で、児童Aの身体動作(c)について観察したことを児童Aに伝えていた。これら発言は、どのようにすれば児童Aが前回りを成功させられるかを示すものだった。ただし、発言数は回を重ねるたびに減少傾向にあった。(図6)
- (3) 児童Aは全ての回で自身の感情(a)について発言していた。主としてこの発言は、前回りをする際に頭を下げることを恐がる発言だった。ただし、発言数は回を重ねるたびに減少傾向であった。(図3)
- (4) 児童Bは1回目から4回目で、児童Aに対して児童Aの感情に関する発話をしていった。これらの発言は主として、児童Aが前回りでも頭を下げるのが怖い、ということに対して「恐くない」という趣旨を伝える内容だった。(図6)
- (5) 児童Aは1回目から4回目で、自身の考えに関する発言(a)をしていた。これらの発言は主として、逆上がりの方が前回りよりも簡単だという児童A自身の考えの表明であり、1回目から4回目までこの考えは変化しなかった。(図3)
- (6) 児童Aは1回目から4回目で、自身が命名した特定の身体動作に関する発言(d)をしていた。これらの発言は主として、逆上がりや前回りを行う際に、足を上げる動作や、鉄棒にぐるりと自分の体を寄せて巻き付ける動作を表すものだった。(図3,図4)一方で児童Bは(d)についてほとんど発言していなかった。(図5,図6)
- (7) 児童A,児童Bともに、互いに相手の身体動作へ質問したり興味を示したりする発話(f)が、回を重ねるごとに増加傾向にあった。(図4,図6)

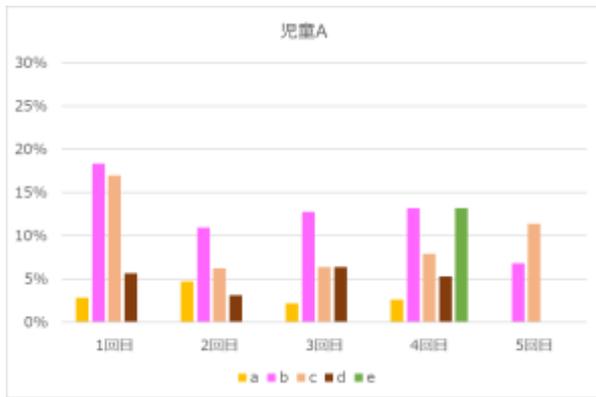


図3 児童Aの自分の考えに関する発言

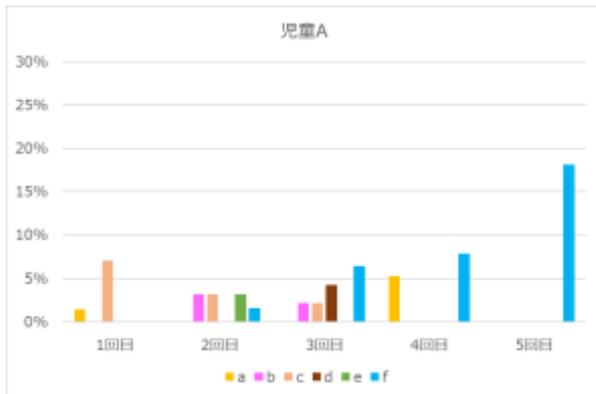


図4 児童Aの児童Bに対する発言

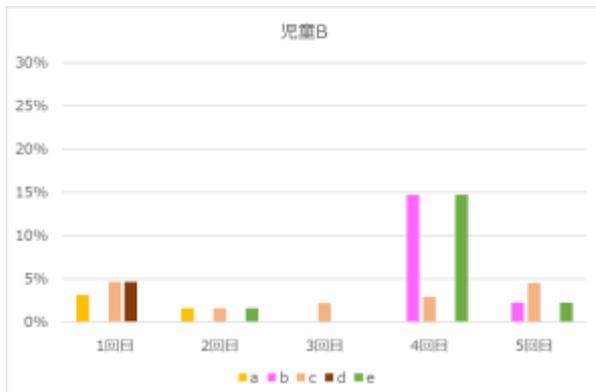


図5 児童Bの自分の考えに関する発言

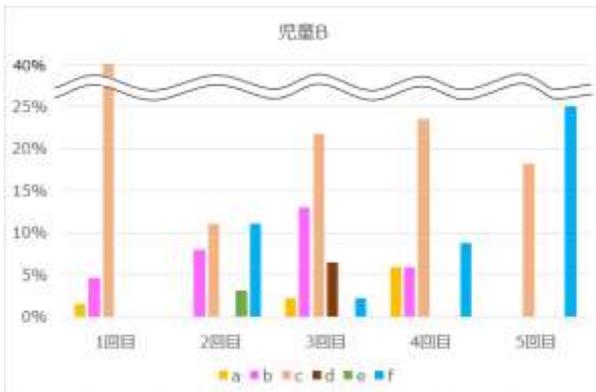


図6 児童Bの児童Aに対する発言

- (8) 児童A、児童Bともに、5回目では、自身の考え(a)や特定の身体動作(d)に関する発言が一切表れなかった。一方で、互いに質問する発話(f)が各児童の発話の18%以上を占めた。(図3~6)
- (9) 児童Aと児童Bの2名がHDMIを用いて行った振り返りについて発言していたのは2回目と4回目であった。これに加えて児童Bは3回目でも同内容の発言をしていた。(図3~6)

## 5. 考察

### 5.1 前回り・逆上がりの成否と発話数

トレーニングにおける1回目と2回目は、3回目~5回目よりも児童間の対話が盛んだことが示唆された。児童Bはトレーニング開始前から前回りのできたため、前回り・逆上がり両方ができなかった児童Aとはスタート地点が異なっていた一方で、児童Bが児童Aへ知識や技術を一方的に伝える形式の交流ではなかった可能性が示された。

### 5.2 児童の自己評価

ことばを用いて自身の考えを表現したり、ことばを用いてコミュニケーションを行ったりすることについては、児童Bの方が児童Aよりも長けていたことが示された。この言語運用における差は、児童Bが児童Aよりも3才年上である影響が大きいと考えられる。また、この差は、児童間のコミュニケーションにおける発話量の差だけでなく、ことばで表現可能な内容の差としても表れる可能性が考えられる。

さらに、児童Aは前回り・逆上がり両方について、児童Bは逆上がりについて、5回のトレーニングを通じて難しいという自己評価を維持したり強めたりしていたことが示された。このことから、児童らは5回のトレーニングで前回り・逆上がりを成功させるための明確な手がかりを得たわけではなかったと考えられる。

### 5.3 前回り・逆上がりに対する児童の考え

児童AとBでは、前回りと逆上がりの難易度に対して異なった考えを持っていたことが示唆される。また、1回目から5回目までこれら各児童の考えは変化しなかったことも示唆された。一方で、トレーニングを通じて児童らは互いの行動を観察し意見を述べる機会が

あったため、自身の考えを見直したり、変更したりする機会があったと考えられる。

#### 5.4 トレーニングの発話分析

(1), (2)より、身体動作は児童らが互いに観察できることから、話題に取り上げられやすいことが示された。また、児童 B はきょうだいの年上として、児童 A へ助言を行っていたことが示された。児童 A は児童 B からの助言を受けて自身の身体動作を見直しながら練習を繰り返していた。

一方で(3), (4), (5), (6)の結果からは、児童 A が前回りに対して恐怖心を持っていたが、児童 B はその恐怖心を理解できない様子を示していた。児童 A は、児童 B のこの姿勢に対して自身の感情を示すだけでなく、「前回りよりも逆上がりの方が簡単」という自身の考えを発言していた。このことから、同じ動作に対して児童 A は児童 B とは異なる感情を抱いていることに気付いていたと考えられる。また、この感じ方の違いを補強するために、児童 A は「前回りよりも逆上がりの方が簡単」という自身の考えを示していた可能性も考えられる。5.2 で考察した年齢差も踏まえると、児童 A はことばで自身の考えを十分に説明することが児童 B よりも困難だった可能性が考えられる一方で、児童 B と意見が異なることを指摘できていたと考えられる。さらに児童 A は、自身が命名した動作を繰り返して示しており、これは児童 B ではほとんど見られなかったことから、自分のやり方を示すために言葉だけでなく身体動作も用いていた可能性が考えられる。

(7), (8)からは、前回り・逆上りの難易度に対して異なる考えや異なる感情を持っている児童 2 名のインタラクションが繰り返された結果、児童が互いの身体動作について興味を持つようになっていった可能性が示された。特に 5 回目では、2 名とも前回り・逆上がりに対する自身の考えを発言していなかったため、4 回目までの練習で知った互いの考えの違いを踏まえたうえで 5 回目に臨んだ可能性が考えられる。児童 B が児童 A に対して前回りを教えようとしたり、児童 A が自分なりのやり方で逆上がりができるようになると練習したりするだけでなく、互いのやり方に興味を示した様子が見られたことは、今後のトレーニングでも継続される可能性がある。ある問題を解く際に、異な

る視点を持った参加者が互いに異なる意見を述べ合うことが、問題解決を前進させるために機能するという先行研究の結果②に照らせば、上記の傾向が今後 2 人の前回り・逆上りを成功に導く可能性にも期待できる。

(9)の結果からは、HDMi がインタラクションへどのように寄与していたかを知るためにはさらなる分析が必要であることが示された。

## 6. まとめと展望

本研究では小学生児童 2 名が鉄棒の「前回り」と「逆上がり」に熟達していく過程における練習中の発話を分析し、協調的な対話がどのような機能を果たすのかについて検討することを目的とした。全 5 回に亘る練習機会を対象として、児童の主観評価・発話数・発話内容を対象に分析を行った結果、児童 2 名は前回り・逆上りの難易度に対してそれぞれ異なる考えや異なる感情を持っていたことが示された。一方で、練習場面においてインタラクションを積み重ねた結果、児童は互いの身体動作について興味を持つようになっていった可能性が示された。このことから、身体動作の熟達過程にも、協調的な対話が有効である可能性が示された。

協調問題解決における参加者同士の視点の違いが問題解決を前進させる先行研究の知見に照らせば、今後の練習において児童それぞれの身体的なパフォーマンスを向上させる可能性がある。一方で本研究では 5 回の練習場面のみを対象とした分析に留まっているため、今後は分析対象の練習回を増加させることが求められる。また、発話分析は筆頭著者 1 名のみが行ったため、今後は評定者間一致度を求めるなどの信頼性を向上させるための手続きを追加する必要がある。さらに、身体的熟達化における先行研究サーベイを追加し、本研究の成果と比較しながら考察を深めることも求められる。

### 謝辞

本研究は JSPS 科研費 19K12254, 20K14079 の助成を受けて実施されました。

## 参 考 文 献

- (1) Miyake, N.: “Constructive Interaction and the Iterative Process of Understanding”, *Cognitive Science*, vol.10, no.2, pp.151-177 (1986)
- (2) Shirouzu, H., Miyake, N. and Masukawa, H.: “Cognitively Active Externalization for Situated Reflection”, vol.26, no.4, pp. 469-501 (2002)
- (3) 山田雅之, 大海悠太, 遠山紗矢香: “身体知の共有を目指した学習環境の検討”, 人工知能学会 身体知研究会 (2020)
- (4) Bransford, J. D., Brown, A. L. and Cocking, R. R. (Eds.): “How People Learn: Brain, Mind, Experience and School (expanded edition)”, National Academy Press (2000)
- (5) Roy, D.: “The Birth of a Word”, [https://www.ted.com/talks/deb\\_roy\\_the\\_birth\\_of\\_a\\_word](https://www.ted.com/talks/deb_roy_the_birth_of_a_word) (2021.02.15 参照)
- (6) 山田雅之, 大海悠太, 遠山紗矢香: “スポーツスキル熟達過程可視化システム HDMi の開発 “, 日本教育工学会 2020 年春季全国大会発表論文集 (2020)
- (7) 山田雅之, 大海悠太, 遠山紗矢香, 梅田梨絵: “スイング遊びによる鉄棒逆上がりスキル獲得過程の分析”, 日本認知科学会第 37 回大会講演論文集, pp.703-704 (2020)
- (8) OpenPose: <https://github.com/CMU-Perceptual-Computing-Lab/openpose> (2021/02/18 参照)
- (9) 木下康仁: “定本 M-GTA 実践の理論化をめざす質的研究方法論”, 医学書院 (2020)



# ビデオとオンラインレポートを活用した授業の オンデマンド化による学習効果の評価

仲林 清<sup>\*1,2</sup>

\*1 千葉工業大学

\*2 熊本大学

## Analysis on Learning Effects of Course with Video Content and Online Report Submission Conducted in On-demand Lecture Environment

Kiyoshi Nakabayashi <sup>\*1,2</sup>

\*1 Chiba Institute of Technology

\*2 Kumamoto University

自己調整学習の概念や方略に関する内省・概念化を促し、学習者がこれらを意識して活用することをねらいとした授業のオンデマンド化を行った。この授業では、大学1年生を対象に、自己調整学習に関する知識を与えたのち、この理論の観点から、中学生の学習の様子を描いたドキュメンタリービデオを視聴させる。その後、自らの学習経験とビデオの内容を対比したレポートを提出させ、自他の考えを吟味させて理解を深めさせる。従来は、教室内でビデオ視聴、他者レポート配布・閲覧を行っていたが、今回はすべてをオンデマンドのビデオ講義で実施した。学習者の授業評価などから、対面型とオンデマンド型で実施した場合の授業設計の効果を比較した。

キーワード: 自己調整学習, ドキュメンタリービデオ, 学び方の学習, 既有知識の活用, オンデマンド授業

### 1. はじめに

インターネットなどの普及に伴い、2000年代以降、情報通信技術の教育研修への応用が盛んにおこなわれてきた<sup>(1),(2)</sup>。これらは一般にeラーニングと呼ばれるが<sup>(3)</sup>、中でも対面講義をオンラインコンテンツに置き換えて実施するオンデマンド型の形態は、場所・時間の制約がなくなり、理解できるまでコンテンツを繰り返し視聴できるといった学習者にとってのメリットや、学習者の進捗状況を学習履歴で把握できるといった教育者側のメリットから着目されてきた。

しかし、一方的に配信されるコンテンツを視聴する形態では、学習者は受動的になりやすく、知識付与以上の学習効果が得られなかったり、学習を放棄するドロップアウトが起きやすくなるなどの問題点も指摘されている<sup>(4)</sup>。対面講義とeラーニングの比較評価も種々行われており、テストの結果という意味での学習効果には差が見られないが<sup>(5),(6)</sup>、学習者の主観評価はeラーニングの方が劣る、という研究もある<sup>(7)</sup>。これに対し、対面授業とコンテンツ配信を組み合わせたブレンデッドラーニング<sup>(8)</sup>や、オンラインディスカッション、メンタリング<sup>(9)</sup>の導入なども提案されている。

このように様々な取り組みが見られる一方で、2020

年初頭からの新型コロナウイルスの感染拡大により、日本の多くの大学は2020年度前期授業のオンライン化を余儀なくされ<sup>(10)</sup>、5月時点で9割以上の大学がオンライン授業を導入した<sup>(11)</sup>。筆者の所属する大学でも、対面が必須の演習系授業を除いて、ほとんどすべての授業がオンライン実施となった。

本稿ではこのような状況を受けて、2020年度前期に、従来の対面講義をオンデマンド化した授業の実践事例を示す。この授業は、自己調整学習(以下SRL: Self-regulated Learning)に関する学術的・体系的知識と自らの学習経験とを結びつけて内省・概念化させ、以後の学習活動におけるメタ認知や学習方略の活用促進を意図したものである<sup>(12)-(14)</sup>。この授業では、従来からビデオ視聴・自他レポート吟味で能動的な学習の促進を図っていたが、ブレンデッドラーニングやディスカッションなどは行っていない。今回も授業設計は変更せず、ディスカッションやメンタリングなどは導入していない。本稿では、この授業設計の効果について、学習者の授業評価などから、対面講義型とオンデマンド型の2つの実施形態での比較を行う。

以下、第2章で科目の概要、第3章で主な評価対象とした部分の授業設計を示す。第4章で授業評価結果を示し、第5章で考察を行う。

## 2. 科目概要

本科目は「情報社会とビジネス」という名称で、情報系学科の1年生前期に実施する専門科目である。専門科目であるが、技術的な内容ではなく、情報通信技術が社会や企業でどのように活用されているか、どのような影響を与えているか、また、その中でどのような人材が求められているか、などを学習主題としている。新入生が大学で情報通信技術を学ぶ意義や卒業後の進路を考える契機を提供を意図している。

科目の構成・内容を表1に示す。2019年度までは90分×15週の構成であったが、2020年度は東京オリンピックが予定されていたために期間中の学生ボランティア対応を勘案して13週とし、さらに新型コロナによる授業期間短縮で120分×12週となった。それに伴って、いくつかの内容の順序変更・同一週への統合を行った<sup>(15)</sup>。

本科目では、後述する調査対象の内容をはじめ、ほとんどすべての週でビデオ視聴とレポート提出・閲覧を行っている。ビデオはテレビ放映されたドキュメンタリーやニュースを用いている。これらのビデオは、従来は著作権法の規定で講義時間中の視聴しかできなかったが、2020年度は改正著作権法の特例処置でオンデマンド視聴が可能となった<sup>(16),(17)</sup>。

表1 科目構成

内容	年度	
	~2019	2020
イントロダクション	1	
社会基盤としての情報システム	2	1
企業での情報技術活用：流通業 1~3	3~5	2~4
企業での情報技術活用：インターネットビジネス 1~3	6~8	5~7
情報化と法制度	9	11⇒
情報化時代の人材育成と学び 1~3	10~12	8~10
情報システムの開発	13	12⇒
情報化とリスク	14	11
最終レポート課題説明	15	12

⇒は当該週へ移動・統合したことを示す

## 3. 授業設計

### 3.1 授業設計の枠組み

本稿で比較対象とするのは、表1の8~10週で実施した「情報化時代の人材育成と学び」、および、科目全体の授業評価アンケートである。「情報化時代の人材育成と学び」は、SRLに関する学術的・体系的知識と自らの学習経験とを結びつけて内省・概念化させ、以後

の学習活動におけるメタ認知や学習方略の活用促進を意図したものである。この授業は、「企業での情報技術活用：流通業」<sup>(15),(18)</sup>と共通の、図1に示す枠組みの授業設計を行っている。この枠組みでは、(1) 学習者の既有知識・経験の活用、(2) 主題に関する真正な状況・文脈の提示、(3) 他者と自らの考えを対比する機会の提供、という構成主義的な方針<sup>(19),(20)</sup>をとる。

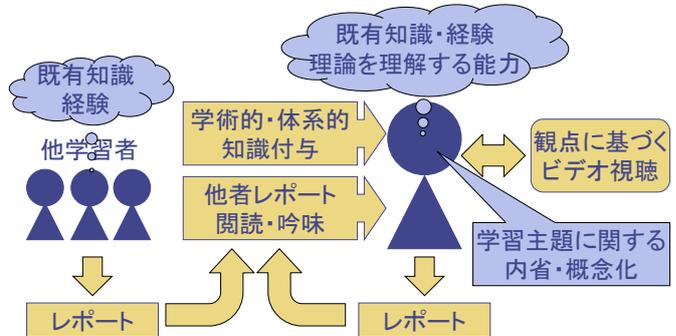


図1 授業設計の枠組み

(1)は、学習者の学習経験が該当する。SRLや学習理論という抽象的な概念を、学習者が過去・現在に日常的に実感していると思われる経験・既有知識と関連付けて理解させることが狙いである。

(2)は、学習の主題に即したドキュメンタリービデオ視聴とレポート提出が該当する。ドキュメンタリービデオは学習主題を直接解説したものではないので、学習者は、現実の状況・文脈で生じている事象や登場人物の言動を、背景にある学習主題や講義内容に能動的に結び付けてレポートを作成する必要がある。これによって、学習主題を単なる知識としてではなく、文脈を含めて理解し、さらに自身の既有知識と結び付けさせることを意図している。

(3)は、オンライン集約したレポートの次の授業での配布・紹介によって具体化する。上記のように、ビデオは学習主題を直接的に解説したものではないので、レポートの内容は学習者の着目点や既有知識によって、多様なものになる。授業でレポートを紹介する際には、できるだけ着眼点が異なり、かつ、次回のビデオ視聴の観点に関連するものを選択する。このように、レポートの提出・配布で自他の意見を対比させたいうで、ビデオの再視聴、レポート作成をさせることで、学習主題についての理解を深化させる狙いがある。

## 3.2 授業の構成

本節では、授業の概要構成を示す。詳細は文献<sup>(12)~(14)</sup>を参照されたい。

### 3.2.1 学習主題

本授業では、SRL<sup>(21)~(23)</sup>を中心に学習理論や学習の動機づけを取り上げる。また、SRLに関連して、学習の意味を考えない暗記中心の学習の弊害を説いた「ごまかし勉強」<sup>(24)</sup>について取り上げる。SRLは、図1に示す予見・遂行・自己内省の段階からなるサイクルでモデル化される<sup>(21)</sup>。

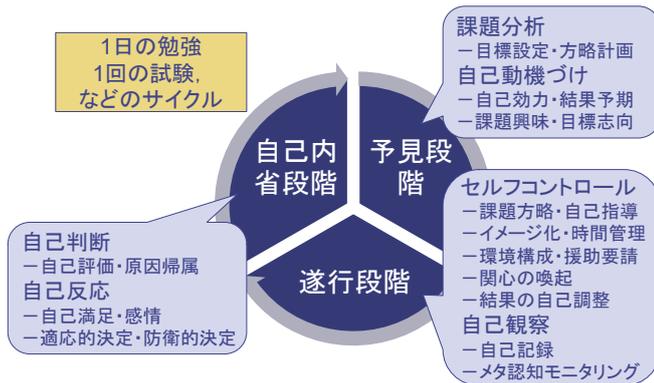


図2 自己調整学習のサイクル

予見段階は、学習に先立って、学習を自己調整する準備と自己動機付けを行う段階である。課題の目標設定や課題を解くための方略の計画立て、これに基づく、自己効力、結果予期、課題興味などの動機付けを行う。SRLのできる学習者は、明確で具体的な目標設定や方略の計画を立て、これによって、自己効力や結果予期に起因する高い学習動機を得ることができる。

遂行段階は、実際の学習や課題解決に対応していて、セルフ・コントロールと自己観察の要素からなっている。セルフ・コントロールは、抽象的な情報を適切な心的イメージで捉えるイメージ化、先生や親に適切な支援を求める援助要請、などが含まれる。自己観察は、メタ認知モニタリング（セルフ・モニタリング）と自己記録が含まれる。SRLに上達した学習者は、セルフ・モニタリングを行い、これに基づいてセルフ・コントロールを行って方略を修正していくことができる。

自己内省段階は、学習や課題解決の結果に関わる段階で、自己判断と自己反応が含まれる。自己判断は、遂行結果を目標基準と比較する自己評価、および、遂行結果の原因を能力・努力・方略使用などの原因と結びつける原因帰属からなる。自己反応は、自己満足／

感情と適応的／防衛的決定に分類される。前者は自己判断に対する情動的な決定で、学習者はマイナスの感情を生じる学習活動を避ける傾向がある。適応的決定は、使用した方略が良くなかったという原因帰属を行った場合に、次回は方略を修正する、といった決定を行うことである。逆に、防衛的決定は、能力に原因を帰属させ、マイナスの感情から逃れるために遅延や課題回避を行うことである。SRLに上達した学習者は、自己評価を行い、努力や方略に原因を帰属し、これらを修正する適応的決定を行うことができる。

本授業設計では、SRLを主要な学習主題とするが、特に後述するドキュメンタリービデオの内容との関連から、以下を具体的な学習主題とした。

- 1) 予見段階における目標設定・動機付け・自己効力感
- 2) 遂行過程のセルフ・モニタリング
- 3) 自己内省段階における自己評価や原因帰属、それによる適応的／防衛的反応
- 4) SRLを促進するための教師の介入<sup>(25)</sup>

### 3.2.2 ビデオの内容

授業では、NHKの「あしたをつかめ」というシリーズの「#33 塾講師」<sup>(26)</sup>（以下、塾講師）と「負けて強くなれ 愛媛・将棋道場の日々」<sup>(27)</sup>（以下、将棋道場）のビデオを用いた。前者は数学が苦手な女子中学生に対して、塾講師が自律的な学習目標設定を促し、中学生が明確な目標を持って適応的に学習するようになるまでの様子を描いている。後者は、将棋の実力はあるが、棋譜を付けて自局を振り返ろうとしない中学生を、将棋道場の指導者が厳しく指導し、全国大会での負けをきっかけに、自発的に棋譜を付けるようにさせる様子を描いている。いずれも視聴時間は25分程度である。詳しい内容・解釈については先の報告<sup>(12)~(14)</sup>を参照されたい。

### 3.2.3 授業の進め方

授業は全体で4コマの構成である。1コマ目で、メタ認知、動機づけ、等を概説する。塾講師を視聴させ、授業内容の観点から指導者が女子生徒の学習を促進するために行っていることを、自身の学習経験と結びつけて300字程度で説明させるレポート課題を課す。

2コマ目で全員のレポートを配布して、特徴的なものを紹介した後、SRLの解説をする。将棋道場を視聴させ、300字程度のレポートで、主人公の中学生と指

導者の行動・やりとりをまとめさせる。このとき、自身の経験、および、「失敗の振り返り」、「思考過程の重視 対 結果の重視」、「適応的決定 対 防衛的決定」など SRL の促進・阻害の観点を踏まえるよう指示する。

3 コマ目で全員のレポートを配布して、特徴的なものを紹介する。SRL・ごまかし勉強の説明をし、二本のビデオを再視聴させて、A4 一枚程度のレポートを課す。レポート課題は、「双方の学習者の学習が促進されていなかった要因の共通点・相違点」、「それに対する指導者の働きかけの意図」、「働きかけの効果」、「今後の学習者の成長の可能性」に関するものである。

4 コマ目で全員のレポートを配布して、特徴的なものを紹介し、学習主題と関係付けてビデオの要点を解説する。4 コマ目終了後、翌週までに事後アンケートを提出させる。

## 4. 授業評価比較

### 4.1 対面形式とオンデマンド形式の差異

ここまで説明した授業設計、授業構成は 2019 年度までの対面形式と、2020 年度のオンデマンド形式ですべて共通である。対面形式では、前述のように著作権法の制約があり、各週の授業中にビデオ視聴を行った。レポート提出はオンラインで実施しており、次回授業前々日を〆切として提出されたレポートを匿名で集約し、次回授業冒頭で内容を適宜紹介している。集約したレポートと講義資料は印刷して配布している。

オンデマンド形式では、ドキュメンタリービデオなど、すべてのコンテンツを LMS に掲示している。解説は、従来から用いていたパワーポイントの講義スライド資料に音声を録音してビデオ化した。レポートも PDF 化して LMS に掲示するとともに、従来の授業中の紹介と同様の内容をビデオ化した。これらのコンテンツは、もともとの時間割の授業日に公開し、次回授業日前々日を〆切としてレポート提出を課した。

従って、学習者に対して提供する情報や授業の進め方は、対面型とオンデマンド型で同一である。違いは、対面型では、ドキュメンタリービデオ視聴やレポートの紹介などが授業時間中の 1 回だけに限られるのに対し、オンデマンド型では、都合のいい時間に必要なら繰り返し視聴できる、という点である。

## 4.2 授業評価アンケート

3.2.3 で述べたように授業終了後に、SRL の授業に関する事後アンケートを行った。アンケートは 7 件法の回答項目および自由記述項目からなる。2020 年度にはオンライン授業に関する質問も行った。表 1 の最終レポート提出時には科目全体のアンケートも行った。毎回のレポート提出時にも、授業に関する任意の簡単なコメントを記述させた。

3 回のレポートをすべて提出し、事後アンケートに回答した学生は 2019 年度 97 名、2020 年度 128 名であった。表 3 に事後アンケートを因子分析した結果の比較を示す。下位尺度は先の授業評価<sup>(14)</sup>を踏襲し、「内容は役に立った」、など 11 項目からなる「授業内容」、「他の人のレポートを読んで、様々なものの見方が重要だと感じた」、など 8 項目からなる「授業形態」、「ビデオは余分な情報が多く何が言いたいのかよくわからなかった」、など 8 項目からなる「否定」とした。クロンバックの  $\alpha$  係数は、それぞれ 0.871, .882, .723 であった。表 4 はオンライン授業と事後アンケートの相関である。表 5 に科目全体のアンケート結果を示す。回答数は 2019 年度 141 名、2020 年度 140 名であった。

表 3 授業全体アンケートの比較 (7 件法)

	平均 (S.D.)		
	2019 年度 n=97	2020 年度 n=128	
授業内容	60.0 (7.49)	62.4 (7.12)	*
授業形態	44.0 (6.77)	45.9 (5.40)	*
否定	41.3 (5.60)	41.2 (6.33)	ns

\*  $p < 0.05$

表 4 オンライン授業と授業全体アンケートの相関 (7 件法, 2020 年度のみ)

質問	平均 (S.D.)	相関係数		
		授業内容	授業形態	否定
オンライン授業は自由な時間に学習できてよい	6.09 (1.20)	.071	.176*	.187*
オンライン授業はわからないところを繰り返し確認…	6.20 (1.05)	.260**	.207*	.232**
ドキュメンタリービデオを止めたり戻して見直した…	5.54 (1.58)	.296**	.387**	.104
オンライン授業は集中できて良い	4.30 (1.44)	.240**	.201*	.270**
オンライン授業でも、教室の授業と同様に理解できた	4.39 (1.29)	.329**	.337**	.337**
オンライン授業は講義ビデオを見るのが大変だ	4.08 (1.75)	.148	.070	.412**
オンライン授業は友人に質問・相談ができない	5.40 (1.37)	.022	-.009	.119

\*  $p < 0.05$ , \*\*  $p < 0.01$

表5 科目全体のアンケート比較（7件法）

質問	平均 (S.D.)		有意差
	2019 n=141	2020 n=140	
授業を通じて文章を書く力がついた	5.78 (0.83)	5.70 (0.88)	
授業を通じて考えをまとめるコツがつかめた	5.64 (0.76)	5.60 (0.83)	
これまでに学んだ(あるいはこれから学ぶ)情報技術の意義について考えが深まった	5.70 (1.03)	5.94 (0.92)	
知識を覚えるだけでなく、自分でいろいろと考えることが大事だと感じた	5.96 (0.94)	6.13 (0.88)	
世の中のさまざまなことが、互いに関係していると感じた	5.88 (0.96)	6.09 (0.87)	+
世の中の問題には、正解が明確に決まらないものが多いと感じた	5.78 (1.06)	5.81 (0.95)	
学習したことを身の回りのことや自分の経験に結びつけて考えるようになった	5.36 (1.09)	5.69 (0.88)	**
いろいろな人の考えを参考にすることが大事だと思った	5.99 (0.91)	6.26 (0.82)	**

+  $p < 0.1$ , \*\*  $p < 0.01$

表7 分類ごとの記述数  
(上段：2019年度97名，下段：2020年128名)

分類	コマ			
	1	2	3	4
メタ認知	3	8	6	8
	15	24	32	59
視聴観点	2	0	9	12
	1	0	18	32
他者レポート	0	0	1	10
	0	1	18	40
実感的理解	6	3	0	9
	29	11	2	30
おもしろさ	2	2	0	1
	2	0	1	6
SRL/学習理論	8	3	2	1
	17	12	10	51
その他	5	2	5	22
	13	27	8	59
全記述数 <sup>注1</sup>	26	18	18	53
	61	66	63	220
記述者数 <sup>注2</sup>	1名1記述なので			31
	全記述数と同じ			92

注1) 一つの記述を内容により複数の分類に計上している場合があるので、合計は全記述数に一致しない

注2) 4コマ目は事後アンケートで1名が最大2つ(2019年度)ないし3つ(2020年度)記述している

表3では、「授業内容」,「授業形態」で有意差があった。表5でも、オンラインが全体に値が高い傾向があり、「学習したことを身の回りのことや自分の経験に結びつけて考えるようになった」,など有意差が見られる項目もある。表4のオンライン授業に関しては、「自由な時間に学習できる」,「繰り返し視聴できる」が高い値となっているが、「授業へ集中できて良い」,「教室の授業と同様に理解できた」などは評価が分かれている。

表6 記述分類例(下線筆者)

<p><b>自身の思考・理解に関するメタ認知</b></p> <p>●授業内容に関連している内容に加えて、自分の経験と結びつく部分が多かったので、とても理解しやすかった。特に今回のビデオは、中学時代の自分を振り返りながら見る事ができたので、「苦手だからやらない」といった、当時の自分と同じ様な考えを持って伸び悩んでいる姿に共感できた。</p> <p>●自分が何かしようとした時に「自分は出来ないな」とか「自分には才能が無い」と思って毎回したくないと思ってしまうのは自分のメタ認知モニタリングが働いている事がよくわかりました。</p>
<p><b>ビデオ視聴の観点・2回視聴</b></p> <p>●普段のドキュメンタリービデオに見る観点が加わると、とても深く考えさせられる内容だと気づくことができる。</p> <p>●同じビデオだが、新しく学んだ観点到注意して再度視聴することで一回目視聴したとき以外の事柄に気付くことが出来たためこの方法はよいと思った。</p>
<p><b>他者レポート</b></p> <p>●他人のレポートを見ることで、書き表せなかったものの上手いまとめ方の例となり自身の成長機会になると感じた。また、自分と同じような考えでも多少の要素の違いで文章構成の変化が見えて興味深い。</p> <p>●自分のレポートがたまに紹介されると嬉しかったので、レポートを書く事のモチベーションの一部になっていた。自分より上手な書き方をしている人が多くて少し落ち込んだが、技を盗もうと思えた。</p>
<p><b>内容の実感的理解</b></p> <p>●過去に自分の体験したと重ね合わせながらビデオを見ることが出来たので、失敗を振り返ることの大切さが、イメージしやすかったです。また、ビデオが二本あったので比較しながら学習することが出来たので良かったです。</p> <p>●ドキュメンタリービデオを視聴することで、授業で学んだことを実際の現場でも使われていると実感できる点がすごく良かったと思う。</p>
<p><b>ビデオのおもしろさ</b></p> <p>●単純に内容が面白く、自然と聞き入ることができた。また、いつものようにわかりやすい具体例があったから。</p> <p>●情報が余計に多かったなんてことはなく、普通に内容がおもしろいので楽に見ることが出来た。</p>
<p><b>SRL/学習理論</b></p> <p>●自分の心という一番自分ではモニタリングできない領域を学ぶことが自分にとって一番得られたものだと思います。特に、私は、自己調整のセルフハンディキャップに陥りやすく何らかの理由をつけて、勉強から逃げていたので今回学べたことから、対策として自己モニタリングや自己動機付けをすればいいと理解したので、今後は効率よく高いモチベーション生かして、勉強したいと思います。</p> <p>●自己調整学習に関して最初は難しいと感じたが、ビデオを繰り返し見て照らし合わせたり、授業回数が重なるにつれ少しずつ理解が深まっていくのを感じた。また、自分が無意識にやっていたこと、できていなかったことなど自分の経験と照らし合わせる事ができて、できていたことを知ると嬉しくなったり、逆にできていなかったことはこれからやろう！と未来に活かすことができたと思う。</p>
<p><b>その他</b></p> <p>●今回は講義内容とぴったりという内容の番組だったので、余計なことを考えずにしっかりと授業内容の観点で見ることができた。ここまで、ぴったりな内容のものを見つけるのは大変だろうと感じました。</p>

次に、事後アンケートの自由記述および毎回のレポート提出時のコメントの記述内容の分類を行った。対象は、表 3 と同じ全レポート提出者である。表 6 に記述分類例、表 7 に分類ごとの記述数を示す。表 6 の最初の記述のように、一つで 2 つ以上の分類に関わるものもあり、それらはそれぞれの分類に計上している。なお、事後アンケートでは、ビデオ、レポート、および授業全体（2020 年度のみ）に関する自由記述欄があり、一人の学習者が 2019 年度は最大 2 つ、2020 年度は最大 3 つのコメント記述を行っている。

表 7 の記述数について、いくつかの傾向が見られる。2019 年度は、毎週の記述者数は学習者の 2~3 割に留まっているが、2020 年度は半数程度と大幅に増加し、4 コマ目の事後アンケートでは大半が記述している。各分類についてみると、2020 年度は「メタ認知」が多く、3 コマ目では、「ビデオの視聴観点」、「他者レポート」に言及した記述も多くなっている。2019 年度は全般に記述が少なく顕著な傾向は見られない。なお 2020 年度は、「SRL/学習理論」が事後アンケートで大幅に多くなっているが、これは、2020 年度の授業全体の自由記述欄にこの分類の記述が多く見られたためである。

## 5. 考察

以上の結果から、従来の授業設計をそのままオンライン化した本授業実践では、学習者の評価が向上する傾向が見られた。表 3 の事後アンケートでは「授業内容」、「授業形態」に関して、表 5 の授業全体の評価では、「学習したことと経験の結び付け」、「他者の考えを参考にすること」といった項目に有意な差が見られた、また、表 6、表 7 の自由記述の分析では、全体の記述数が大幅に増加し、特に、「自身の理解・思考に関するメタ認知」、「ビデオの視聴観点」、「他者レポート」などの記述数が増加していた。これらから、オンライン形式では、本授業の「自身の経験や観点を意識してビデオを複数回視聴し、自他の考えを比較してレポートに自分の考えをまとめる」という設計意図がより有効に機能していることが伺える。

表 7 に示したコメントの記述数について、同様のデータは、同じ授業設計の枠組みで表 1 の第 2~4 週（2019 年度は第 3~5 週）に実施した「企業での情報

技術活用：流通業 1~3」でも取得している<sup>(15)</sup>。このときには、両年度とも半数程度の学生が記述していた。2020 年度の方が記述数はやや多く、「メタ認知」、「ビデオの視聴観点」、「他者レポート」についても 2020 年度の方が多い傾向が見られたものの、今回のような大幅な差異は見られなかった。この理由として、前回報告の対象は実施時期が新入生の入学直後で、学習意欲や授業に対する集中力が高かったことが考えられる。今回の授業は、科目の後半以降のパートのため、対面型では授業に対する慣れが生じ、集中力が低下したことが想定される。本授業は、ドキュメンタリービデオの活用が授業設計のひとつの核となっているが、従来は著作権法の制約で、授業時間中の一斉視聴しかできず、他者レポートの紹介も対面授業中のみであった。従って、授業中に集中力を保ってビデオや他者レポートに関するメモなどを取らなければ、これらの具体的な内容をレポート作成に反映することは難しいと考えられる。特に、対面形式でレポートが切が近くなつてから、一週間近く前に受講した内容を思い出すことは非常に困難と思われる。これはレポート作成の負担感増加につながり、対面型の科目後半での意欲低下によって、記入が必須でないコメントの書き込み数が減少した可能性がある。

一方、2020 年度は、コメント数の大幅な減少は無く、授業に対する意欲が保たれていることが伺える。この要因として、表 4 のアンケートで高評価となった「自由な時間に繰り返し学習できる」というオンライン授業の特性が挙げられる。オンデマンド形式では、ドキュメンタリービデオ、他者レポート紹介ともコンテンツ化されており「自由な時間に繰り返し視聴できる」ため、レポートを作成しながらでもこれらのコンテンツを確認することが可能となる。これが、ディスカッションなどを行わない本授業設計が、オンデマンド形式で対面授業を上回って有効に機能した要因と考えられる。表 4 に示すように、表 3 の項目と「オンライン授業はわからないところを繰り返し確認できてよい」、「ドキュメンタリービデオを止めたり戻して見直した」、「オンライン授業でも、教室の授業と同様に理解できた」、「オンライン授業は集中できて良い」といった項目の間には有意な相関があった。ドキュメンタリービデオや他者レポートを繰り返し視聴してレポート

を作成することで理解が深まった実感が得られ、これが、学習意欲の維持、ひいては、コメント数の増加につながったと考えられる。

なお、これらのオンライン授業の印象については、表8のように様々な自由記述コメントが見られた。アンケート結果と同様、「自由な時間に繰り返し視聴できる」という点については肯定的な記述が多いが、「授業への集中」、「友人とのやり取り」については、肯定・否定双方のコメントが見られる。

表8 オンライン授業に関する自由記述コメント

オンラインは自分のペースで進められ、ほかの人にも影響されずに講義を受けられるため、自分なりのノート取りや理解ができてとても良い。
オンライン授業はメリットデメリットがそれぞれあるが、ビデオを多用するこの科目に至ってはオンライン授業と相性が良いのではないかと思います。
私はオンライン授業のほうが集中できて理解しやすいのでオンライン授業でできるものは今後もオンラインでしてほしい。
オンライン授業で集中力が続かない場合は、オンデマンドであることを活かして、少し時間を開け休憩するようにしている。これが出来るのがオンライン授業の強みだと感じた。
オンラインなのでこのような複雑な内容だと繰り返し見れるのが大きく響いてくると感じました。仮に、何回見たとしても講義資料の質が悪ければ理解は難しいが、しっかりと資料も作ってくださっていたので、しっかりと理解ができました。
好きな時間に取り組める反面、集中力が持続しない というのが私の意見ですが、集中力は自分の気持ちの問題であってそれはただの言い訳なため、すぐに改善できると思う。後期が引き続きオンラインになってもそんなに嫌ではない。
オンライン授業は、何回も繰り返し視聴が出来て内容をまとめるのに良いが、友人に質問・相談がしづらいのは不便だと思った。
オンライン授業は、繰り返し閲覧ができるため良いと思ったが、緊張感がなく、友達もいないため、微妙に感じた。しかし、繰り返し閲覧可能なところは非常に助かったため、来年になって対面での講義が始まったとき、きちんと授業に出席した後輩の学生に対してのみ、今年の講義ビデオをLMSに公開して復習しやすくするなどすればいいかもしれないと思った。ノートを取らない学生が出そうだが、それが実現されたとすれば、もちろん我々も先輩が閲覧した講義ビデオを使って復習が可能になる。
オンライン授業は嫌だ。先生が目前にいないから集中も続かず、また質問もあまり気軽にできないので理解が深まりにくい。自由な時間に見れることはメリットとしてよく挙げられるが、だからこそスケジュールの管理がより大変で、授業時間内に課題を終わらせられないと次に行けずどんどん課題がたまっていき、毎日追われているような気分になる。大学での友達もできず(会えず)、家で1人で黙々と課題をこなす毎日がとても憂鬱。

## 6. まとめと今後の課題

既存のビデオとオンラインレポートを活用した授業のオンデマンド化を行い、対面型との比較を行った。ディスカッションなどを行わない授業設計でも、オン

デマンド型で対面型授業を上回る学習効果が確認できた。「自他の考えの比較」、「観点の意識」といった授業設計の意図がオンデマンド形式で、より有効に機能した結果と考えられる。従来から、eラーニングでの受講意欲低下やドロップアウトが課題とされ、ブレンデッドラーニングやオンラインディスカッションが提案されてきたが<sup>(4)</sup>、本実践の知見はこれらとは形態の異なるフルオンデマンド型授業で学習効果を高める学習設計が可能であることを示唆している。

今後の課題として、レポートの品質や、以前の授業評価<sup>(14)</sup>で行った学習の工夫の記述の変化についての変化を調べることが挙げられる。また、2020年度後期に、同様の授業設計を取り入れた3年生向けの科目も、同様のオンデマンド形式で実施しており、これに対する同様の評価も必要である。

## 謝辞

本研究はJSPS 科研費 26560127 の助成を受けた。

## 参考文献

- (1) 先進学習基盤協議会(ALIC)：“eラーニング白書〈2001/2002年版〉”
- (2) 野嶋 栄一郎, 鈴木 克明, 吉田 文(編著), “人間情報科学とeラーニング”, 放送大学教育振興会(2006)
- (3) 青木 久美子(編著)：“eラーニングの理論と実践”, 放送大学教育振興会(2012)
- (4) 富永 敦子, 向後 千春：“eラーニングに関する実践的研究の進展と課題”, 教育心理学年報, 53, pp. 156-165 (2014)
- (5) 光原 弘幸, 他：“徳島大学におけるe-Learningのシステム開発・運用・実践”, 日本教育工学会論文誌, 29(3), pp. 425-434 (2006)
- (6) 宮川 裕之, 中條安芸子, 佐久間拓也, “オンデマンド型遠隔授業の実現と評価”, 教育システム情報学会誌, 20(2), pp.143-150 (2003)
- (7) 富永 敦子, 向後 千春, 岡田 安人：“eラーニング・対面講義・グループワークに対する学習者の認知と成績との関連性”, 教育システム情報学会誌, 28(3), pp. 247-252 (2011)
- (8) 向後 千春, 富永 敦子, 石川 奈保子, “大学におけるeラーニングとグループワークを組み合わせたブレンド

- 型授業の設計と実践”, 日本教育工学会論文誌, 36(3), pp. 281-290 (2012)
- (9) 松田 岳士, 本名 信行, 加藤 浩, “e メンタリングガイドラインの形成とその評価”, 日本教育工学会論文誌, 29 (3), pp. 239-250 (2006)
- (10) 教育システム情報学会: “解説特集: 「レジリエントな学びを支える実践的取り組み -新型コロナウイルスへのオンライン授業対応-」”, 教育システム情報学会誌, 37(4) (2020)
- (11) 文部科学省: “新型コロナウイルス感染症の状況を踏まえた大学等の授業の実施状況”, [https://www.mext.go.jp/content/20200527-mxt\\_kouhou01-000004520\\_3.pdf](https://www.mext.go.jp/content/20200527-mxt_kouhou01-000004520_3.pdf) (2021.2.12 参照)
- (12) 仲林 清: “自己調整学習を主題とするビデオとオンラインレポートを活用した授業の試行と評価”, 教育システム情報学会研究報告, 30(5), pp.33-40 (2016)
- (13) Nakabayashi, K.: “Course design investigation and trial on the subject of self-regulated learning using video content and online report submission”, *Interactive Technology and Smart Education*, 15(2), pp. 104-118 (2018)
- (14) 仲林 清: “自己調整学習を主題とする授業実践の学習効果分析”, 教育システム情報学会研究報告, 35(5), pp.53-60 (2021)
- (15) 仲林 清: “ビデオとオンラインレポートを活用した授業のオンデマンド化の評価”, 教育システム情報学会研究報告, 35(3), pp.25-32 (2020)
- (16) 文化庁: “授業目的公衆送信補償金制度の早期施行について”, <https://www.bunka.go.jp/seisaku/chosakuken/92169601.html> (2020.8.23 参照)
- (17) (一社) 授業目的公衆送信補償金等管理協会: “授業目的公衆送信補償金制度とは”, <https://sartras.or.jp/seido/> (2020.8.23 参照)
- (18) 仲林 清: “ビジネスモデルにおける IT の活用を主題とするビデオとオンラインレポートを活用した授業実践 -コンビニエンスストアの事例を題材に-”, 教育システム情報学会誌, 34(2), pp.131-143 (2017)
- (19) 米国学術研究推進会議: “授業を変える - 認知心理学のさらなる挑戦”, 北大路書房, 京都 (2002)
- (20) 鈴木克明: “教育・学習のモデルと ICT 利用の展望: 教授設計理論の視座から”, 教育システム情報学会誌, Vol.22, No.1, pp.42-53 (2005)
- (21) Schunk, D. H. and Zimmerman, B. J.: “Self-Regulated Learning: From Teaching to Self-Reflective Practice”, Guilford Press (1998)
- (22) 伊藤崇達: “自己調整学習の成立過程”, 北大路書房 (2009)
- (23) 自己調整学習研究会 (編): “自己調整学習 - 理論と実践の新たな展開へ -”, 北大路書房 (2012)
- (24) 藤澤伸介: “ごまかし勉強”, 新曜社(2002)
- (25) Sierens, E., Vansteenkiste, M., Goossens, L., Soenens, B. and Dochy, F.: “The synergistic relationship of perceived autonomy support and structure in the prediction of self-regulated learning”, *British Journal of Educational Psychology*, Vol. 79, No. 1, pp. 57-68 (2009)
- (26) NHK: “あしたをつかめ - しごとともくらしも #033”, <http://www.nhk.or.jp/u29design/ashitsuka/033/> (2014)
- (27) NHK: “負けて強くなれ ~ 名門将棋道場の日々 ~”, <http://tvtopic.goo.ne.jp/kansai/program/nhk/25825/138725/> (2012)

# 小中高生向けプログラミング教室を対象とした 対面授業とオンライン授業のケーススタディ

島崎 俊介<sup>\*1</sup>, 柏原 昭博<sup>\*1</sup>

<sup>\*1</sup> 電気通信大学

## A Case Study of Face-to-Face and Online Programming Classes for Elementary, Middle and High School Students

Toshiyuki Shimazaki<sup>\*1</sup>, Akihiro Kashihara<sup>\*1</sup>

<sup>\*1</sup> The University of Electro-Communications

本稿では、小中高生向けプログラミング学習において、オンライン授業でどのような学習支援が必要なのか？を明らかにすること目的とし、小中高向けプログラミング教室の生徒 136 名を対象とした 2019 年 10 月から 2021 年 2 月の対面授業とオンライン授業のケーススタディを報告する。結果、本研究独自の評価指標の 1)Python 学習コンテンツの修了率, 2)生徒の感想, 3)学生講師の指導記録(SOAP), 3つを考察し、以下のオンラインにおける学習支援を検討した。オンラインでは、①分岐・反復のプログラミング学習支援, ②生徒の自宅でのプログラミング学習支援, ③生徒同士や生徒と講師の関係を築くコミュニケーション支援, ④マイク, カメラ, チャット, 画面共有機能を併用した生徒の学習状況把握支援, ⑤多くの生徒とのプログラミング学習を促進する支援, ⑥講師間で連携した学習支援が必要である。

キーワード: プログラミング教室, 対面授業, オンライン授業, Python, ケーススタディ

### 1. はじめに

#### 1.1 研究の背景

近年、初等中等教育におけるプログラミング教育必修化, GIGA スクール構想, STEAM 教育など小中高生の学習環境は Society 5.0 時代に向け高度化している。これらの背景より、小中高生向けプログラミング教室の需要が高まっている。筆者らは、電気通信大学プログラミング教室(以下、当教室)における小中高生向けプログラミング学習の実践を報告している<sup>(1)</sup>。

しかし、COVID-19 の影響により、当教室では 2020 年 3 月以降、急遽、オンライン授業を開始した<sup>(2)(3)</sup>。小中高生向けプログラミング学習の実践の多くは、対面授業による報告が中心であり、オンライン授業による報告は少なく、その学習支援が確立されていないのが現状である。COVID-19 は、小中高生のオンライン授業を加速し、Society 5.0 時代における学習支援のあり方へ大きく転換するきっかけとなっている。オンライ

ンにおける小中高生向けプログラミング学習支援を確立することで、場所や時間にとらわれず、個々の生徒に応じたプログラミング学習が可能になる。また、日本において 2020 年から小中高で段階的にプログラミングが必修化される点においても、オンラインでのプログラミング学習支援の確立は意義があると考えられる。

#### 1.2 研究の目的とリサーチクエスチョン

本研究の最終目的は、オンラインにおける小中高生向けプログラミング学習支援の確立である。

そこで本稿では、リサーチクエスチョン(以下、RQ): 小中高生向けプログラミング学習において、オンラインでどのような学習支援が必要なのか？を設定し、対面授業とオンライン授業のケーススタディから明らかにすることを試みる。ケーススタディの評価指標は、本研究独自の評価指標の 1)Python 学習コンテンツの修了率, 2)生徒の感想, 3)学生講師の指導記録(SOAP), 3つを用いることとする。

## 2. 先行研究

### 2.1 小中高生向けプログラミング学習に関する研究

小中高生を対象としたプログラミング学習の多くは、対面授業で行われており、ビジュアルプログラミング言語 Scratch を用いた Computational Thinking(以下、CT)<sup>(4)</sup>の育成や、CS アンプラグド教材を用いたコンピュータサイエンス学習に関する研究が代表的である。

小学生を対象とした研究の 1 例として、太田ほか(2019)は、小学校 4~6 年生を対象としたプログラミング能力獲得の定量的分析を行なっている<sup>(5)</sup>。この研究では、小学校 4 年生は分岐・ループ・変数などのプログラミングができ、小学校 6 年生は分岐・ループの入れ子がことを示し、小学校 4・5 年生と 6 年生の間にプログラミング能力が向上することを明らかにした。

中学生を対象とした研究の 1 例として、伊藤ほか(2018)は、中学生技術科におけるビジュアルプログラミング言語からテキストプログラミングに移行する実践を行なっている<sup>(6)</sup>。この研究では、Scratch から Java プログラミングの移行を通じて、小学校プログラミングから中学校プログラミングの連携の重要性を指摘している。学習支援としては、前提として小学校でプログラミング的思考の学習を行なっているので、生活の中でプログラミングがどのように役立っているか理解できる支援を行っている。

高校生を対象とした研究の 1 例として、島袋ほか(2020)は、スマートスピーカーを題材にした高等学校におけるプログラミング学習環境を提案している<sup>(7)</sup>。この研究では、高校生がスマートスピーカーを題材にしたアプリを開発できること、アプリ開発を通して、生徒が仕組みや Web API について学ぶことが可能であることを確認している。

以上の先行研究では、小学生でビジュアルプログラミング言語を活用した学習を行い、中学生段階でビジュアルプログラミング言語からテキストプログラミング言語に移行する学習を試みており、高校段階ではテキストプログラミング言語による学習が行われている。また、これらの先行研究は対面授業で行われており、オンライン授業で同様に実施することは容易でない。

### 2.2 本研究の位置付け

上記の先行研究と本研究の位置付けを述べる。先行研究と本研究の同じ点は、小中高生を対象とする点、順次・分岐・反復の CT の概念を学習する点である。

先行研究と本研究の相違点は、1)Python を用いたプログラミング学習、2)ケーススタディの期間、3)被験者数を当教室独自の評価指標で分析する点である。

1)に関して本研究では、小学 5 年生から高校 3 年生を対象に Python を用いたテキストプログラミング言語による実践を行なっているのが新規性と言える。Python を用いる理由として、他のテキストプログラミング言語と比較し、比較的少ない行数でプログラムを記述できるため、久野ほか(2015)や小田ほか(2020)の指摘する、小中高で一貫したプログラミング学習<sup>(8)(9)</sup>に適していると考えられるからである。また Python は環境構築が容易であり、1 行入力してすぐ実行できるインタラクティブモードや、複数行を実行できるスク립トモードにも対応している。更に、ビジュアルプログラミング言語では実現できないより自由度の高いプログラミング学習が可能となり、小中高生のプログラミング学習の可能性は広がると考える。

2)に関して本研究では、2019 年 10 月 9 日から 2021 年 2 月 14 日の毎週日曜日に行った 90 分授業 63 回分を対象にしている。先行研究の調査結果、1 年以上継続的に実践を行なっている研究は存在しなかった。CT の概念は、短期的な実践だけで学習し、育成するのは困難である。本稿のケーススタディの知見は、他の実践者が長期的な CT の学習における研究の有用性の担保を目指している。

3)に関して本研究では、退室した生徒を含む 163 名の被験者数に基づくケーススタディである。先行研究と比較し被験者数が多く、COVID-19 禍において退室した生徒もいるが、毎月 70 名以上が在籍しており、研究の信頼性の担保を目指している。

## 3. 電気通信大学プログラミング教室

### 3.1 教室の概要

図 1 に当教室の枠組みを示す。電気通信大学プログラミング教室は、毎週日曜日に 1 限クラス(9:00-10:30)と 2 限クラス(9:00-10:30)で開講されている。

表1 対面授業の流れ

時間	活動	方法
5分	1) 情報提供	学生講師がプロジェクターを用いて説明
15分	2) グループコミュニケーション	同じテーブルに着席する生徒5~6名と学生講師で行う
10分	3) コンピュータサイエンス解説	生徒が教室のLMSにアクセスし各自で学習
60分	4) プログラミングの時間	講師が同じテーブルの生徒のPCモニターを見ながら学習支援, 場合によっては隣の学生講師と連携して学習支援を行う

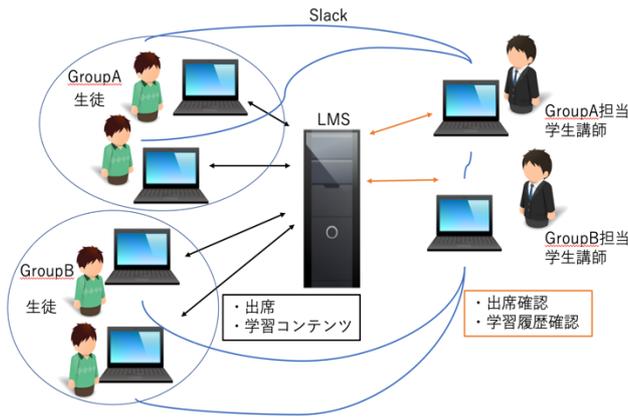


図1 当教室の枠組み

両クラスとも同一内容であり1クラス90分で開講している。講師は、電気通信大学の学部・大学院生と当教室OBの大学生12名が勤めている（以下、学生講師）。学生講師1名あたり、4~5名の小中高生が混合したグループを担当している。COVID-19の影響で、2019年10月から2020年2月まで対面で19回実施し、2020年3月から2021年2月現在、オンラインで46回実施している。

生徒は、自分のPCから教室のLMSにアクセスし出席を報告する。その後対面授業では、教室で授業を行い、オンライン授業ではZoomを用いて授業を行う。生徒は、授業中にリアルタイムで学生講師に質問できるだけでなく、教室専用Slackを用いて、授業外に学生講師に質問できる。

### 3.2 対象生徒

本研究で対象とする生徒は、2019年10月から2020年12月までにプログラミング教室に在籍経験のある小中高生163名である。2021年2月現在は、76名の小中高生が在籍している。生徒によってプログラミング経験は異なり、ゲーム作りに興味を持っている生徒、目標はないが勧められて入会した生徒が在籍している。

## 4. ケーススタディ

### 4.1 対面授業

表1に対面授業の流れを示し、図2に対面授業の様子を示す。対面授業は、電気通信大学の教室で行い、生徒は全員、自分のノートPCを持参して授業に参加した。



図2 対面授業の様子

情報提供は、学生講師がプログラミング学習に関する動向やモチベーション向上につながる話をする。

グループコミュニケーションは、生徒と学生講師が情報提供に関連する意見交換を通じて、生徒同士のコミュニケーションを促し、お互いの目標を共有する。

コンピュータサイエンス解説は、アルゴリズムやハードウェアなど基本情報処理技術者試験に出題される内容を生徒がLMSにアクセスして学習する。

プログラミングの時間は、生徒が当教室で独自に作成したPython学習コンテンツや、HTML・CSS・JavaScript学習コンテンツを学習する。これらの学習コンテンツを修了した生徒は、学生講師と相談し、プロジェクトを始める。プロジェクトは、生徒の希望に応じて学生講師の専門に特化したソフトウェアやハードウェアの開発を行う。

## 4.2 オンライン授業

表2にオンライン授業の流れを示し、図3に対面授業の様子を示す。オンライン授業は、Zoomで行った。

表2 オンライン授業の流れ

時間	活動	方法
5分	1) 情報提供	講師がマイクとカメラをONでZoomの画面共有機能を用いて説明
15分	2) グループコミュニケーション	Zoomブレイクアウトルーム機能を用いて毎週異なる学生講師と生徒の組み合わせで行う
10分	3) コンピュータサイエンス解説	生徒が教室のLMSにアクセスし各自で学習
60分	4) プログラミングの時間	講師がマイクとカメラをONでZoomの画面共有機能、チャット機能、Slackを併用してグループ別に学習支援を行う



図3 オンライン授業の様子

情報提供、グループコミュニケーション、コンピュータサイエンス解説、プログラミングの時間、成果発表会をZoomの様々な機能を併用対面授業と同様に実施した。ただ対面授業と異なりオンライン授業では、対面授業と異なり、教室の生徒全員と同じ環境で学習している学習環境を作るのが容易ではない。そこでグループコミュニケーションでは、毎週異なる学生講師と生徒の組み合わせで行うことで、できるだけ多くの生徒とコミュニケーションを促す学習支援を行った。

## 5. 結果と考察

### 5.1 Python学習コンテンツの修了率

表3と表4にPython学習コンテンツの修了率を示す。Python学習コンテンツは、順次・分岐・反復のCTの概念をturtleを用いた図形作成や、簡単なゲーム作成を通じてLMS上で何時でも学習できる教材である。修了率は、以下の式で計算され、LMS上で生徒と講師に提示される。表3と表4にPython学習コンテンツを学習した46名(2019年10月から2020年12月に入学した生徒)の修了率を示す。

$$\text{修了率} = \frac{\text{全問正解したPython学習コンテンツ数}}{\text{Python学習コンテンツの総数}}$$

表3 Python学習コンテンツの修了率(順次)

	小学生平均	中学生平均	高校生平均
対面	97.5%	90.3%	87%
オンライン	100%	90.3%	100%

表4 Python学習コンテンツの修了率(分岐・反復)

	小学生平均	中学生平均	高校生平均
対面	96%	72.7%	該当なし
オンライン	92.5%	60.9%	55.8%

表3より、Python学習コンテンツの修了率(順次)の平均は、対面授業とオンライン授業で近い値を取り、オンライン授業の方が高い値ことがわかった。また表4より、Python学習コンテンツの修了率(分岐・反復)の平均は、対面授業の方がオンライン授業よりも高いことがわかった。これらの理由として、生徒は分岐・反復になるにつれ概念が難しくなるが、オンライン授業では学生講師が生徒の学習状況を把握が不十分なため、適切な学習支援ができていないことが考えられる。

また、修了率を下げる原因として、途中で教室を退室した生徒と、教室以外でほとんど学習していない生徒であることがLMSの学習履歴データより確認できた。ケーススタディ中に当教室を退室した生徒は、受験による休学、自宅のPCやネットワーク環境不足が大半を占めている。これらの結果より、PythonによるCTの学習においては、分岐・反復の学習支援と、自宅での学習支援が必要であることが示唆された。

## 5.2 生徒の感想

図6に授業65回分のオンライン授業に関する代表的な生徒の感想を示す。生徒の感想は、生徒毎に対面授業とオンライン授業の65回分を取得している。

### 【グループコミュニケーションに関する感想】

・ズームの使い方がまだよくわからないが、毎週大勢で顔合わせをすると、またプログラミング教室に戻ってきた気分になる。

・Zoomでせっかくグループコミュニケーションをしているに話している人の顔を見ることができなかったのは少し寂しかったです。

### 【プログラミングの時間に関する感想】

・普段の授業とは違い、先生が誰に向かって指導をしているのかわからないことが多かった。

・普段の授業と違い、自分以外の人やどのくらいのペースで進めているのかなどが分かりにくかった。

・オンライン授業だけでPython勉強している人たち(新入生)はすごい。

・カメラ関係でトラブルがあり、プログラミングに集中できず、同じグループの人や学生講師の方々に多大なる迷惑をかけてしまった

図6 生徒の感想の一部

授業65回分の生徒の感想を分析した結果、グループコミュニケーションでは、生徒同士で顔を合わせたコミュニケーションの必要性を裏付ける感想があった。生徒によっては、オンライン授業で顔を出したくないという感想もあり、強制はしていないが、生徒の表情は学習状況把握の1つでもある。今後は生徒のカメラがOFFの場合を考慮し、マイク、チャット、画面共有機能を併用した学習状況把握支援の検討が必要である。

プログラミングの時間の感想では、生徒が講師の学習支援が誰に対して行っているかわからない、他の生徒がどこまで進んでいるかわからない、オンライン授業のみの学習が大変である感想があった。これらの理由として、オンライン授業では生徒が自宅にて1名で受講しており、ブレイクアウトルーム機能を用いても、対面授業と同じグループで学習している感覚を得られないことが考えられる。これらの結果より、オンライン授業では、同じグループの生徒同士で学習状況

を共有するだけでなく、生徒同士でのプログラミング学習を促進する支援が必要であることが示唆された。

## 5.3 学生講師の指導記録(SOAP)

図5に学生講師の指導記録(以下、SOAP)を示す。

SOAPとは、医療従事者が対象者の経過をカルテに記録する方法であり、医療従事者間での情報共有や連携した対象者への支援に活用できる。SOAPを用いた理由は、RQを検討する際、生徒の視点と学生講師の視点の両方で学習支援を検討する必要があると考えたからである。そこで本研究では、生徒の視点は生徒の感想から収集し、学生講師の視点は、SOAPから収集することを試みた。SOAPは、生徒毎に対面授業とオンライン授業の65回分を取得している。

S (subjective) : 「inputで複数の値を受け取って、コードを短くできるようにしたい」

O (objective) : inputで複数の値を受け取ることができるように改良した。絵を描く範囲を指定できると良いと他の生徒からアドバイスをもらった。

A (assessment) : 積極的に、関数の使い方やその応用を調べ始めており、最近はよりプログラミングを楽しんでいるように感じる。

P (plan) : アドバイスをもとに、改良を進める。

図5 学生講師の指導記録(SOAP)の一例

授業65回分のSOAPを分析した結果、対面授業では、SOAPのPに記載したことを次回の授業で改善することができているが、オンライン授業では直ぐには改善できず、Pが数回の授業で同じ場合がみられた。この理由として、対面授業において学生講師が1名で対応できない場合は、直ぐに他の学生講師と連携して解決していたが、オンライン授業だと、生徒の様子を直接把握できないだけでなく、学生講師間の連携も容易でないため、生徒への学習支援に時間がかかることが考えられる。

また、生徒のカメラやマイクの状況によっては、生徒と話すことができず、Sを記述することができなかった場合もみられた。この理由として、生徒が質問せずに学習する場合や、生徒の感想にもある通り、生徒のマイク、カメラ、ネットワークの不調などが考えら

れる。SOAP は、学生講師にとってオンライン授業は、対面授業に比べて生徒の学習状況把握が困難であることや、オンラインでの生徒とのコミュニケーションが困難であることを裏付けており、オンラインでのコミュニケーション支援の必要性を裏付ける結果となった。

## 6. おわりに

### 6.1 小中高生向けプログラミング学習におけるオンライン学習支援の検討

本稿では、小中高生向けプログラミング学習において、オンラインでどのような学習支援が必要なのか？を明らかにするために、2019年10月から2021年2月の対面授業とオンライン授業のケーススタディを報告した。その結果、本研究独自の評価指標の1)Python学習コンテンツの修了率、2)生徒の感想、3)学生講師の指導記録、3つを考察し、オンライン授業における6つの学習支援を検討した。

- ① 分岐・反復のプログラミング学習支援 (Python 学習コンテンツの修了率より)
- ② 生徒の自宅でのプログラミング学習支援 (Python 学習コンテンツの修了率より)
- ③ 生徒同士や生徒と講師の関係を築くコミュニケーション支援 (生徒の感想より)
- ④ マイク、カメラ、チャット、画面共有機能を併用した生徒の学習状況把握支援 (生徒の感想、講師の指導記録より)
- ⑤ 多くの生徒とのプログラミング学習を促進する支援 (生徒の感想より)
- ⑥ 講師間で連携した学習支援 (講師の指導記録より)

### 6.2 今後の課題

今後の課題は、6.1 節で検討した①から⑥の支援を学生講師が行うのか、学習支援システムが行うかを整理する。また、本稿で用いた3つの評価指標に加え、他にもLMSに蓄積されている、生徒がプロジェクトで作成したソースコード、生徒別の学習時間等も考慮した学習支援の検討が必要であると考えられる。今後は、これらを踏まえ、小中高生向けプログラミング学習支援のモデルデザインを行う。

## 謝辞

本研究にご協力頂きました電気通信大学認定ベンチャーNPO 法人 uec サポート安部博文理事長はじめ社員の皆様、電気通信大学プログラミング教室の生徒と学生講師の皆様に感謝申し上げます。

## 参考文献

- (1) 島崎俊介, 宮澤修, 安部博文: “電気通信大学プログラミング教室におけるCPUの仕組みを学ぶ夏季集中講座の実践”, 教育システム情報学会 2019年度第6回研究会, pp.29-36 (2020)
- (2) 島崎俊介, 朝尾直樹, 宮澤修, 安部博文: “電気通信大学プログラミング教室におけるオンライン学習システムの開発と試行”, 教育システム情報学会 2020年度第1回研究会, pp.7-13 (2020)
- (3) 島崎俊介, 郭恩孚, 宮澤修, 安部博文, 柏原昭博: “生徒のプログラミング学習履歴データを講師間で共有できる小中高生向けプログラミング教室管理システム”, 教育システム情報学会第45回全国大会, pp.1-2 (2020).
- (4) Wing, J.: “Computational Thinking”, *Communications of the ACM*, 49(3), pp.33-36 (2006)
- (5) 太田剛, 加藤浩, 森本容介: “子供のプログラミング能力の獲得段階に関する定量的分析: 小学校4~6年生のScratchプログラミングを対象として”, *情報処理学会論文誌, 教育とコンピュータ (TCE)*, 5(3), pp.35-43 (2019)
- (6) 伊藤伸一, 原田信一: “中学校技術科のプログラミング教育におけるビジュアル型プログラミングからテキスト型プログラミングへの移行について”, *京都教育大学紀要 (137)*, pp.99-108 (2020)
- (7) 島袋舞子, 兼宗進: “スマートスピーカーを題材にした高等学校におけるプログラミング学習環境の提案”, *情報処理学会論文誌, 教育とコンピュータ (TCE)*, 6(3), pp.21-30 (2020)
- (8) 久野靖, 和田勉, 中山泰一: “初等中等段階を通じた情報教育の必要性とカリキュラム体系の提案”, *情報処理学会論文誌, 教育とコンピュータ (TCE)*, 1(3), pp.48-61 (2015)
- (9) 小田理代, 登本洋子, 堀田龍也: “小学校から大学・社会人までのコンピュータサイエンスの体系的な指導に向けての考察”, *教育情報研究* 第36巻, 第2号, pp.15-27

# オンライン型の反転授業モデルの一提案

笠原広夢<sup>\*1</sup>, 高野泰臣<sup>\*2</sup>, 上野春毅<sup>\*1</sup>, 山川広人<sup>\*3</sup>, 小松川浩<sup>\*1</sup>,

<sup>\*1</sup> 公立千歳科学技術大学大学院光科学研究科, <sup>\*2</sup> 株式会社インフラトップ,

<sup>\*3</sup> 公立千歳科学技術大学理工学部,

## A Proposal of Flipped Classroom under Online Education

Hiromu KASAHARA<sup>\*1</sup>, Yasuomi TAKANO<sup>\*2</sup>, Haruki UENO<sup>\*1</sup>, Hiroto YAMAKAWA<sup>\*3</sup>,

Hiroshi KOMATUGAWA<sup>\*1</sup>

<sup>\*1</sup> Graduate School of Photonics Science, Chitose Institute of Science and Technology,

<sup>\*2</sup> Infracorp Inc.,

<sup>\*3</sup> Faculty of Science and Technology, Chitose Institute of Science and Technology

本研究チームでは、これまでに適応型学習支援システムを活用した反転学習モデルを提案して実証評価を行ってきた。本稿では、自律的な学びをより一層促すことを狙い、反転学習モデルをオンライン化した授業モデルを提案する。プログラミング系科目の授業に適用し、検証結果をもとに提案する授業モデルの評価を行う。

キーワード: オンライン授業, 自己調整学習, 反転学習

### 1. はじめに

Society 5.0 時代に向けた人材育成においては、学習者自身がサイバースペースを積極的に活用しながら、自律的な学びを進められる能力の養成が重要となる<sup>(1)</sup>。高等教育における自律的な学びの観点においては、学習者自ら目標を設定し、学びを振り返りながら、主体的に目標を達成する自己調整学習を行える事が重要とされており、それらを誘引する授業設計が注目されている<sup>(2)</sup>。その一つに反転型の授業モデル(以下、反転学習モデル)がある。反転学習モデルの予習段階においては、学習の内容や取り組むタイミングなどの選択や決定の権限を学習者に委ねる事で、学習者の自律性を高めることに繋がるとされている。今後、サイバースペースを利用して授業時間内で実施している学習活動を予習段階に預けることで、さらに自律性を高められることが期待できる。

本研究チームの先行研究では、知識の体系性を前提とする高等教育において、知識の定着・活用・応用を複数週の期間を用いて段階的に達成するための反転学習モデルの提案している<sup>(3)</sup>。先行研究では、予習段階

において、学習者自身が自律的に授業に向けた準備を行う事が可能となった。また、一単元を複数週かけて扱っていく授業設計としており、初期段階は各学習者の理解度が異なる状態であったとしても、各学習者が複数週の期間の中で、自己調整的に学びを進め、学習目標を達成していくことが可能となった。一方、これらの先行研究では、授業時間内に実施されている学習活動に関しては、教員の介在・指示のもとで時間制約を受けた中で学びが進められており、この点について各学習者が自律的な学びを行う環境とはなっていない。

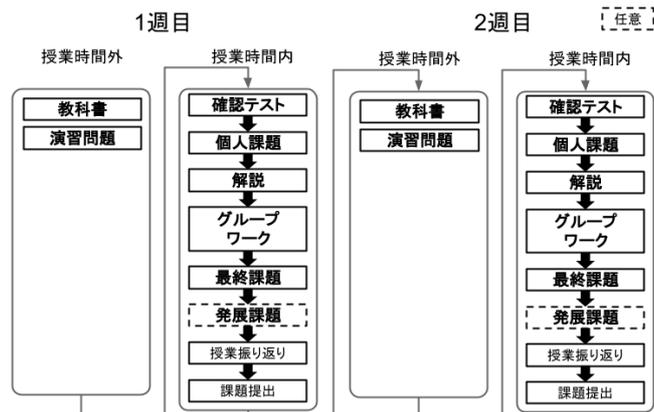
そこで本研究では、サイバースペースを積極的に活用し、先行研究の反転学習モデルをオンライン型に拡張して、より学習者が自律的に学習を進められる授業モデルを提案し、それらの評価を行うことを目的とする。具体的には、グループワーク以外の学習活動を、LMS などを用いて非同期型で授業時間外に取り組む課題として課し、授業形式も対面型からビデオ会議ツールを用いたオンライン型に切り替え、授業時間内ではグループワークのみを実施する授業モデルである。これらを2020年度の授業に適用し、オンライン授業に対する学習者の意識調査や学習活動の多様化、及びそれらと

の成績の関係性などを分析し、提案する授業モデルの評価を行う。

## 2. 授業モデル

### 2.1 先行研究の授業モデル

先行研究では、知識の定着・活用・応用を複数週の期間を用いて段階的に達成するための反転学習モデルを提案し対面形式で授業を実施した。反転学習モデルを図1に示す。



※画像サイズの関係上、省略しているが、3週目も同様の授業モデルとなる

図 1 先行研究の反転学習モデル

反転学習モデルでは各週の学習目標を設定し、3週で1つの単元の習得を目指す。単元の学習目標は3段階のルーブリックで規定され、それぞれが各週の学習目標に呼応している。1週目の学習目標に呼応するルーブリックは「単元全体の基本的な知識と概要を理解する」とした。2週目は1週目の基本的な知識と既習知識の関係性を意識して、ルーブリックは「知識を組み合わせて課題を解く」とした。3週目は知識の応用力の養成を目的に、ルーブリックは「発展的な課題の解決を図る」とした。また、予習教材として展開している「演習問題」は7段階のレベル別に整備しており(以下、レベル別教材)、各レベルは規定した3段階のルーブリックに対応している。ルーブリック・授業週・レベル別教材の対応を表1に示す。レベル1~2の内容が知識の定着(第1週目の授業内容)、レベル3~5の内容が知識の活用(第2週目の授業内容)、レベル6~7の内容が知識の応用(第3週目の授業内容)を意識した内容となっている。また、先行研究で開発した適応型学習支援システムにはレベル別教材を活用した適応型のテスト機能(以下、CAT: Computer adaptive testing)を

有している。本研究で扱うCATは、教師が日頃作成している演習問題を予習の理解度テストとして流用する利便性を優先して、IRT(Item Response Theory)に基づく精緻な形式ではなく、簡便化したものを採用している<sup>(3)</sup>。具体的には、教師が設定したルーブリックに沿って分類された7段階の難易度の問題群を活用し、この難易度を持つ問題群の正否情報から得られる7段階の能力値を予習の理解度として定義している。

表 1 ルーブリック・授業週・レベル別教材の対応

ルーブリック	知識の定着	授業週	レベル別教材
ルーブリック 1	知識の定着	1 週目	レベル 1 レベル 2
ルーブリック 2	知識の活用	2 週目	レベル 3 レベル 4 レベル 5
ルーブリック 3	知識の応用	3 週目	レベル 5 レベル 6

反転学習モデルの各学習活動について説明する。まず学習者は授業時間外で予習教材に取り組む。予習教材はLMSを用いて「教科書」と「演習問題」を提供している。授業の開始時にCATを活用した「確認テスト」を実施し予習段階の理解度を確認する。次にワークシートを配布し「個人課題」に取り組む。その後「グループワーク」を行い、知識の共有を図る。グループワーク終了後は各個人で「最終課題」に取り組み、任意で「発展課題」も行う。最後に、予習を含む授業内外での学びの振り返りを行う。これらのサイクルを繰り返す事によって、知識の定着・活用・応用を目指す。尚、中には「個人課題」の解決に苦戦する学習者が一定数いるため、グループワーク前に教員による課題の解説および教員やTAによる教室内の机間巡視をすることでサポートを行っている。

### 2.2 提案する授業モデル

提案する授業モデルでは、先行研究の反転学習モデルをオンライン型に拡張し、より学習者の自律的な学習を促すことを狙っている。本研究で提案する授業モデルを図2に示す。先行研究の反転学習モデルとの主な変更点は以下の6点である。

1. 「個人課題」「最終課題」「発展課題」を非同期型で授業時間外に取り組む課題として公開した。
2. CAT による確認テストを非同期型で授業時間外に取り組む学習活動とした。
3. 教員による解説動画を LMS 上に用意し、非同期型で授業時間外に取り組む教材として公開した。尚、内容としては個人課題の解説を中心に、必要となる知識や考え方を説明した動画である。
4. 授業時間外での学習状況を把握させるために「予習の振り返り」を行わせた。
5. TA に対してメールで課題の質問を行うことができる非同期型の質問形式を新たに設置した。
6. グループワークは Zoom を用いた同期型のオンライン授業で実施。

な学習を行うことが求められることを意味する。つまり、提案する授業モデルは学習者の自律的な学習を促すことを狙った授業モデルとなっている。また、自律的な学習では自己の学習状況を把握することも重要である。そのため、学習者自身に授業時間外での学習活動の状況を把握させるために、予習の振り返りを行わせた。

次に、質問形式について述べる。先行研究の反転授業モデルでは、ワークシートなどの課題は授業時間内に教室内で取り組んでいた。教員や TA による教室内の机間巡視をすることでサポートを行っており、学習者はその場で質問ができ、疑問の解消を行っていた。一方、提案する授業モデルでは非同期型で学習活動の多くを展開しており、学習者によって課題に取り組むタイミングも様々であり、それにより、疑問が発生するタイミングも様々である。そのため、学習者がいつでも質問を行えるよう、TA に対してメールで課題の質問を行うことができる非同期型の質問形式を新たに設置した。

次に、授業時間内で行うグループワークに関して説明する。グループワークはビデオ会議ツールである Zoom を用いて、同期型のオンライン授業を実施した。具体的には、学習者を 1 グループあたり 3~4 人のグループに振り分ける。その後、TA の人数に応じて作成したグループをいくつかの群に分ける。群ごとに指定された時刻に集まり、Zoom のブレイクアウトルーム機能を用いてグループメンバー(3~4 人)と TA(1 人)でグループワークを行う。グループワークでは、進行役やタイムキーパーなどの役割を設定する。その後、進行役を中心に、画面共有などを用いて最終課題の知識の共有や疑問の解決を行う。TA は進行に支障が出た場合や学習者間で解決しなかった問題の解説をする他、学習者の理解度を記録することとした。



※画像サイズの関係上、省略しているが、3週目も同様の授業モデルとなる

図 2 提案する授業モデル

先ず、授業時間外で取り組む学習活動に関して説明する。従来、「個人課題」「最終課題」「発展課題」は授業時間内で取り組む課題として提示していたが、それを授業時間外に取り組む学習活動として事前に公開した。また、教員による解説も動画化して LMS 上で展開し、CAT による「確認テスト」に関しても授業時間外に取り組む学習活動とした。これらにより、先行研究の反転授業モデルと比較して、授業時間外に非同期型で取り組める学習活動が増加したこととなる。このような学習環境を提供することで、学習者は授業時間外で学習活動と取り組むタイミングを自由に選択することができる。これは同時に、各学習活動に対して教員による介在が減少し、学習者は今まで以上に自律的

### 3. 検証と評価

本研究で提案する授業モデルを公立千歳科学技術大学の情報科の授業に適用し、授業モデルの検証と評価を行った。検証は 2020 年度前期に行われた C プログラミング、2020 年度後期に行われた Java プログラミングとアルゴリズムとプログラミングの 3 つの授業で

ある。各授業は全 15 週で構成された 2 年次必修科目であり、それぞれプログラミング言語についての基礎や、アルゴリズムについて学習を行う。各授業の最終週では、オンライン型の授業に対する意識や提案した授業モデルに関して質問紙による調査を実施した。2020 年度後期に行われた期末試験の成績と質問紙調査から得られた結果の関連性なども分析した。尚、期末試験に関しては知識の定着と活用能力を問うものとなっている。

### 3.1 オンライン授業に対する意識調査

#### 3.1.1 前期授業と後期授業の比較と傾向

まずは検証科目に関わらずオンライン授業全般に対する学習者の意識調査を行った。調査は対面形式の授業とオンライン形式の授業を比較してどちらが良いかという質問を選んだ形式の理由とともに記述させることで行った。調査は前期授業(n=87)と後期授業(n=74)のそれぞれで実施した。調査結果を図 3 に示す。前期では、オンライン授業を支持する層の割合が 5 割程度であることがわかった。後期は前期と比較して、オンライン・対面のどちらも支持しない層の割合が減少し、オンラインを支持する層の割合が増加したことを確認した。

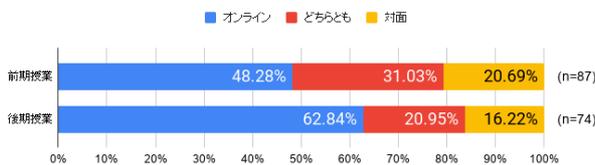


図 3 2020 年度の前期と後期に実施した授業形式に対する各支持層の割合

次に、2020 年度における各支持層の理由の分析を行った。オンライン授業を支持する層の理由としては、「通学が不要であり、時間に余裕ができる」や「大学に通学する分の時間で学習ができるため」などの通学時間の削減に関する理由が最も多かった。次に多かった理由としては、「オンラインで特に不便を感じなかったため」や「対面授業と同じクオリティの授業が受けられるから」といった対面授業の形式と遜色なくオンラインで授業が受けられるためという理由であった。次に多かった理由としては、「自分の好きなタイミングで課題にじっくり取り組むことができるから」や「難しいところを何度も見直して理解することができたか

ら」といったオンライン授業特有の学習スタイルに関する理由であった。また、サイバー空間の活用の観点においては「ビデオ会議の画面共有機能を用いたソースコードの共有が、紙媒体と比べて便利だと感じたため」や「授業が動画として残っているため、何回も見返すことができるから。」といった理由も確認された。

対面授業を支持する層の理由としては、「友達にも聞きやすく TA (Teaching Assistant) さんにも質問しやすいため」や「オンラインだと分からないところを気軽に聞きづらいというのが個人的にはありました」といったオンライン形式における質問のしづらさに関する理由が最も多かった。

### 3.2 提案する授業モデルの評価

#### 3.2.1 提案する授業モデルに関して

先行研究の反転学習モデルとの比較を通して、本研究で提案する授業モデルの評価を行った。提案モデルを適用した授業を受講した学習者は、1 年次に先行研究の反転学習モデルを適用した情報科 1 年必修科目である情報技術概論を受講している。そのため、本稿で提案する授業モデルを「今年度の授業形式」とし、先行研究のモデルを「昨年度の授業形式」とした上で、どちらの授業形式を支持するかとその理由に関して、質問紙による調査を行った。調査は Java プログラミング(n=66)とアルゴリズムとプログラミング(n=78)の授業それぞれで実施した。調査結果を図 4 に示す。今年度の授業形式を支持する回答が 8 割以上を占めており、多くの学習者が提案する授業モデルを肯定的に捉えていることが確認された。

今年度の授業形式を支持した理由としては「課題に取り組める時間が増えた」などの課題の取り組み時間の増加に関する内容や「授業内の時間だけより、自分のタイミングで学習して理解したほうが定着しやすいから」といった自律的な学びに関する内容が多く見られた。これは、グループワーク以外の学習活動を非同期型で予習段階に取り組む課題として課すことで学習者が各課題を自らの裁量で取り組めるような授業形式を学習者が肯定的に捉えて学習を進められていると考えられる。

一方、昨年度の授業形式を支持した理由としては「今年度の形式では理解が進まなかった」や「質問が

しにくい」などの意見が見られた。今回の授業ではメールで質問を受け付ける形式とした。対面とは異なって教員や TA による教室内の机間巡視などの接触する機会が得られなく、メールでの質問対応を受け付けてはいたものの、対面と比べると教員や TA に質問するハードルが上がっている可能性が伺える。

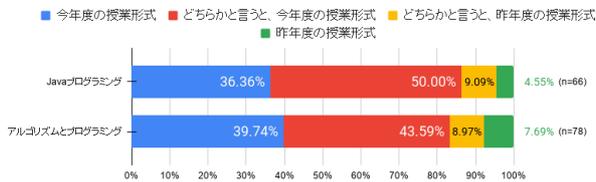


図4 授業別の昨年度と今年度の授業形式の支持層の割合

次に、今年度の授業形式の満足度と最終的な成績の関係性を調べた。アルゴリズムとプログラミングにおける各支持層と期末試験の成績を用いて分析を行った。今年度の授業形式を支持すると回答した学習者と昨年度の授業形式を支持すると回答した学習者の2群に分けた。各群の成績の分布を図5に示す。また、各群の成績の平均値を算出したところ、今年度の授業形式を支持する群で62.46、今年度の授業形式を支持する群で48.00となった。この2つの平均の差に関してt検定を行ったところ、有意な差が見いだされた( $t=0.0157, df=73, p<0.05$ )。検定結果を表2に示す。これより、今年度の授業形式を支持した学習者のほうが、成績が有意に高いことが分かった。

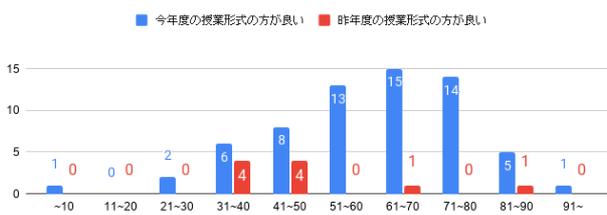


図5 授業形式支持別の学習者の成績分布 (アルゴリズムとプログラミング)

表2 授業形式支持別の成績に関する統計情報 (アルゴリズムとプログラミング)

授業形式	人数	平均点	標準偏差
今年度を支持	65	62.46	17.26
昨年度を支持	10	48.00	15.03

$t=0.0157, df=73, p<0.05$

次に、アルゴリズムとプログラミングの授業の今年度と昨年度の期末試験の成績に関する比較を行った。成績の分布を図6に、統計情報を表3に示す。これらの結果より、今年度の成績に関しては昨年度と分布が近いものになっており、平均と標準偏差も昨年度と大差ないことが確認された。尚、今年度と昨年度で授業内の扱っている内容が一部異なる部分があったため、共通の知識領域の試験結果のみを抽出して比較している。これらより、授業形式をオンライン型に変更しても、対面型の授業形式と同程度の知識の定着と活用能力を担保できることが分かった。

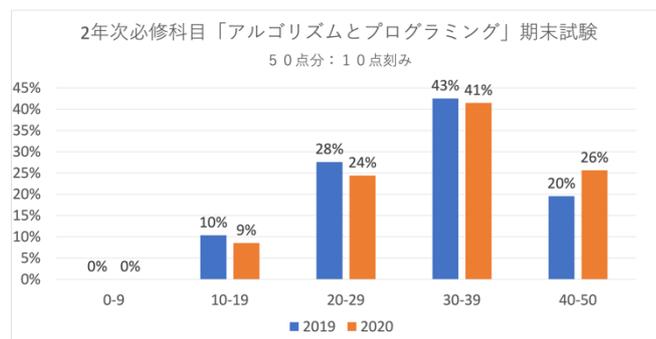


図6 今年度と昨年度の期末試験の成績分布 (アルゴリズムとプログラミング)

表3 今年度と昨年度の期末試験の成績に関する統計情報(アルゴリズムとプログラミング)

年度	人数	平均点	標準偏差
今年度	82	31.0	9.6
昨年度	87	29.7	9.3

## 2.2 予習段階の学びの多様化に関して

予習段階において学びがどの程度多様化されたかについて調べた。グループワーク以外の学習活動を非同期型で授業時間外に取り組む課題として課したことによる学習活動の取組順序のパターンの変化を調査した。具体的には「教科書」「演習問題」「解説動画」「確認テスト」「ワークシート」「発展課題」の6つの学習活動に関して、予習段階でどのような取組順序であったかを質問紙で調査した(n=78)。尚、「ワークシート」に関しては、「個人課題」と「最終課題」の2つ指し、「発展課題」に関してはワークシート上に載っているものであったが任意で取り組む課題としていたため、別の

項目として取組順序を調査した。取組順序のパターンを調べた後、昨年度の授業時間内と同様の順序で行ったものと、異なる順序で行ったものの2つの群に分類した。アルゴリズムとプログラミングの授業に関して分類した結果を表4に示す。分類結果から約6割の層が昨年度とは異なった順序で学習に取り組んでいたことが分かった。これらの結果より、学習者が自律的に学習を進めており、学習者毎に異なる学びが行われていることが確認できた。

表4 学習活動の取り組み順序に関する分類結果  
(アルゴリズムとプログラミング)

順序	人数	割合
昨年度と同様の順序	31	39.74%
昨年度と異なる順序	47	60.26%

### 3.2.3 グループワークのオンライン化に関して

グループワークの実施形式について、先行研究の反転学習モデルで行われた対面形式と提案する授業モデルで行われたオンライン形式のどちらを支持するかとその理由を質問紙で調査した。調査はJavaプログラミング(n=66)とアルゴリズムとプログラミング(n=78)の授業それぞれで実施した。調査結果を図7に示す。調査結果から約6割の層が今年度行ったオンラインでのグループワークを支持していることがわかった。オンライン形式のグループワークを支持している理由として「画面共有でお互いのコードは見やすかったから」「データの共有がしやすい」などプログラミングの授業とサイバー空間の相性を活かすことができている内容や「オンライン上でのやりとりの方が気兼ねなく話せるため」「グループワークでいえばオンラインの形式のほうが話しやすく、理解しやすかったため」など対面形式に比べて、Zoom上でのやり取りの方がグループワークを行いやすい層が一定数いたことが分かった。一方、昨年度行った対面のグループワークを支持している理由としては「顔を直接見た方が距離感をつかみやすく、グループワークが円滑に進むため」「人の顔が見えるため」など顔や表情に言及している内容や「相手が話そうとしているかどうかのタイミングがつかみにくいから」「Zoomでは一方的に話してしまうため。」などZoomでのグループワークでは話

しにくいという内容の理由が一定数存在した。各学習者はそれぞれ異なる環境でグループワークを行っているため、各学習者の事情を考慮し、ビデオの表示は任意としていた。そのため、学習者によってはカメラを非表示することで表情が相手に見えない状況が発生し、学習者同士で表情や話すタイミングなどが把握しにくいなどの課題が明らかになった。



図7 授業別のグループワークの支持層の割合

## 4. 考察

まず、オンライン授業に対する意識への考察を述べる。傾向としてはオンライン授業の支持層が前期に関しては48.28%であり、後期に至っては6割を超えていた。このことから、オンライン授業は学習者に徐々に受け入れられつつあることが分かる。オンライン授業を支持した層の中には、サイバー空間を積極的に活用して学習を進めている学習者も一定数確認できた。一方、対面授業を支持する層も2割程度存在した。理由を確認すると、質問のしづらさへの指摘が多数を占め、オンライン授業に対する課題が明らかとなった。

次に、提案する授業モデルへの考察を述べる。質問紙調査により、提案する授業モデルを支持する回答が8割以上を占めた。支持する理由の中には、課題の取り組み時間が増加したことや自分のペースで学習を進められることを肯定的に捉えている学習者が多く見られた。また、質問紙調査により、予習段階における学習活動の取り組み順序に複数のパターンが現れ、学習者の学びが多様化されたことが確認された。これらより、予習段階における学習活動の選択肢を増やした事によって、自律的な学習が誘引されることが示唆された。成績の比較においては、今年度と昨年度で大きな差がないことが確認された。これは、予習段階で学習者に預けられている学習活動が昨年度に比べて多いにも関わらず、昨年度と同程度の知識の定着と活用能力を担保できたと考えられる。一方、非同期型の質問形式に関しては、主に昨年度の授業形式を支持した層

より質問のしづらさに対する指摘が目立った。そのため、オンライン授業において、学習者の疑問の解消をどのような形式で行うかを今後検討していく必要があると考える。

グループワークのオンライン化に関しては、質問紙調査により、約 6 割の層がオンライン形式を支持していることが確認された。支持する理由の中には、サイバー空間をうまく活用しながらグループワークを進めている学習者も見られた。一方、グループワークにおける学習者同士で表情や話すタイミングなどが把握しにくいなどの課題も明らかとなった。

## 5. まとめ

本研究では、サイバー空間を積極的に活用し、先行研究の反転学習モデルをオンライン型に拡張して、より学習者が自律的に学習を進められる授業モデルを提案し、それらの評価を行った。その結果、提案した授業モデルは、学習者がサイバー空間を活用しながら学習を進めることができ、自律的な学びを誘引するような授業モデルである可能性が示唆された。一方、非同期型の質問形式による質問のしづらさやグループワークにおける学習者同士で表情や話すタイミングなどが把握しにくいなどの課題も明らかとなった。今後、これらの課題の解決策を検討する必要がある。

また、今後は学習の振り返りのデータに関して、自己調整学習の観点より分析を進め、課題感を整理した上で、より自律的な学びを促進し、それらを支援できるような授業モデルを検討していきたいと考えている。

## 謝辞

本研究は JSPS 科研費基盤研究(C)20K12111 の助成を受けたものである。

## 参 考 文 献

- (1) Society 5.0 に向けた人材育成～社会が変わる、学びが変わる～ (本文),  
[https://www.mext.go.jp/component/a\\_menu/other/detail/\\_icsFiles/afieldfile/2018/06/06/1405844\\_002.pdf](https://www.mext.go.jp/component/a_menu/other/detail/_icsFiles/afieldfile/2018/06/06/1405844_002.pdf)  
(2021 年 2 月 16 日確認)
- (2) 自己調整学習研究会, 塚野 州一, 伊藤 崇達, 中谷 素之, 岡田 涼, 瀬尾 美紀子, 秋場 大輔, 犬塚 美輪, 植

阪 友理, 進藤 聡彦, 岡田 いずみ, 佐藤 礼子, 伊藤 秀子, 篠ヶ谷 圭太, "自己調整学習 -理論と実践の新たな展開へ-", 北大路書房 (2012)

- (3) 上野春毅, 光永悠彦, 山川広人, 小松川浩:"段階的な学習目標を持つ反転学習モデルのための適応型学習システムの開発", 教育システム情報学会誌, Vol. 37, No. 3, pp. 1-6 (2020)



# 作業時間の見積もり能力と非認知能力

竹内俊彦<sup>\*1 \*4</sup>, 若山昇<sup>\*2 \*4</sup>, 立野貴之<sup>\*3</sup>, 山本美紀<sup>\*2 \*4</sup>, 草山太一<sup>\*2</sup>

\*1 駿河台大学 \*2 帝京大学 \*3 松蔭大学 \*4 教育テスト研究センター

## Ability in estimate working hours of a task and Non-Cognitive Skill ability

Toshihiko Takeuchi<sup>\*1 \*4</sup>, Noboru Wakayama<sup>\*2 \*4</sup>, Takashi Tachino<sup>\*3</sup>,  
Miki Yamamoto<sup>\*2 \*4</sup>, Taichi Kusayama<sup>\*2</sup>

\*1 Surugadai University, \*2 Teikyo University, \*3 Shoin University,  
\*4 Center for Research on Educational Testing

We conducted an experiment on 71 students to estimate the time it would take to solve simple calculations. We then investigated the correlation between their ability to estimate, critical thinking scores and their answers on a questionnaire regarding their personalities. We found a significant positive correlation between reasoning power, tenacity, and empathy, as well as a significant negative correlation with weaker intentions, slower work, and lower self-motivation. It was also found that the degree of optimism in the estimates was strongly correlated with tenacity, empathy, self-confidence, and willpower, and negatively correlated with weakness, lack of self-confidence.

キーワード: 非認知能力, 見積もり能力, 測定, 評価, アンケート

### 1. はじめに

我々は非認知能力を評価する方法を研究している。非認知的能力とは従来のテストでは測りにくいが社会で生きていくために必要な力のことである(池迫, 宮本 2015)。たとえば「目標に向かって頑張る力, 他の人とうまく関わる力, 感情をコントロールする力」などがその代表とされている。

非認知能力を計測する手法は確立されていない。定義からしても非認知能力を従来型の筆記テストで測定するのは難しいと予想される。

そこで我々は, 非認知能力を測定する手法を過去に提案した。たとえば短時間に多数回のクリックをしてお神輿を担ぐ単純なゲームをさせる方法を提案し(竹内ら 2020), その結果とクリティカル・シンキング能力など他のテストとの相関を調べ分析を行った(山本ら 2020)。また, 同じシチュエーションを2つの立場から描いたマンガについて, それぞれ自分だったら相

手の行動をどう評価するかを多数の人に回答していただく方法(竹内ら 2020)も発表している。これは多数のデータから, 考え方の偏りや, どんな場合にトラブルがどれくらいの確率で起きやすいかを回答者に示すことで「他の人とうまく関わる力」を測る試みである。

一連の研究が最終的に目指すのは「受験者を現実を模したシミュレーション世界に置き, その世界での行動を記録する」「多数の受験者に行ってデータを蓄え, その集合知から非認知的能力を計る。つまり, 望ましい行動を事前に仮定するのではなく, 集合知の結果によって望ましいとされる行動を決め, シミュレーションである受験者の他者からの評価を予測する」ことである。

今回は研究のスタートとして, ある作業の完成までにかかる時間を事前に見積もらせ, その後に実際に作業してもらい, 見積もりの正確さを測定し, その値と他の能力との相関を調べた。

非認知的能力のうち、特に作業時間の見積もり能力に注目したのは、エビデンス・ベース・スケジューリングというシミュレーション方法と合わせると、会社に入ったときの仕事遂行の局面を、非常に抽象化された形ではあるが、コンピュータ・シミュレーションできると考えたからである。エビデンス・ベース・スケジューリングについては次章で述べる。

## 2. エビデンス・ベース・スケジューリング

エビデンス・ベース・スケジューリング(以下 EBS と記す)は Joel Spolsky がその著書「More Joel On Software」20 章で提案した、作業時間を見積もる手法である(Joel Spolsky 2009)。概要は以下である。

[1] ある大きな仕事 P を複数の工程  $p_1 \sim p_n$  に分け、また、その仕事の完成に必要な時間  $pe_1 \sim pe_n$  を見積もらせる。

[2]  $p_1 \sim p_n$  の各工程それぞれに似た仕事  $q_1 \sim q_n$  を与え、完了に必要な時間  $qe_1 \sim qe_n$  を予想させた後で、実際に  $q_1 \sim q_n$  を行わせ、かかった時間  $qr_1 \sim qr_n$  を測定する。

[3]  $qr_k/qe_k$  の比率  $r_1 \sim r_n$  を計算する。つまり、予想の何倍だったかの比率を計算する。

[4] その人の仕事における見積もり時間  $pe_1 \sim pe_n$  に、 $r_1 \sim r_n$  が等確率  $1/n$  で現れる乱数を掛け、その総和を取って 1 回のシミュレーションとする。そのシミュレーションを 100 回行って、その人が仕事を終了させる確率の度数分布表を得る。

EBS の概要を図 1、EBS で得られる度数分布表の例を図 2 に示す。

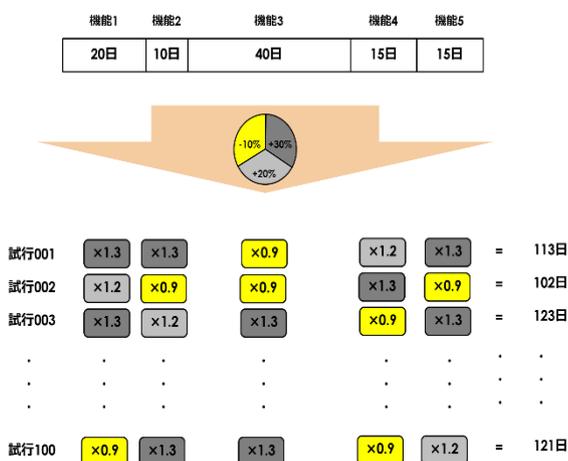


図 1 EBS の概要

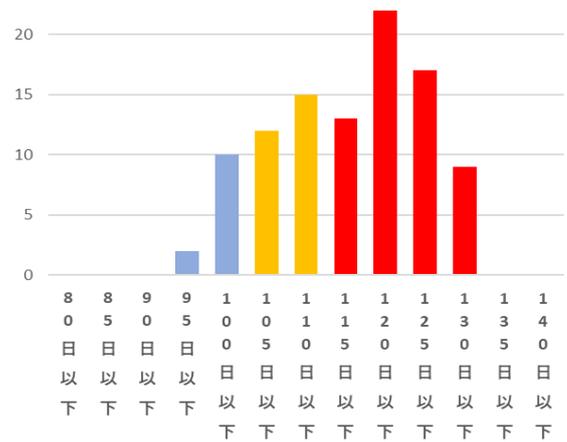


図 2 EBS で得られる度数分布表の例

将来的な構想では、各人の見積もり能力のデータを基礎にして、会社の業務遂行をシミュレーションし、そのシミュレーション内で各人がどう行動するかを記録し分析する。

たとえば上司から割り振られた仕事の締め切りが 1 週間後に迫っているのに進捗が思わしくないときどう行動するか、締め切りに間に合わないときどう解決するかなど、主要な場面を想定し回答することで、ある人がどんな困難に陥りやすく、それをどのように切り抜けるかのデータを得る。また立場を逆にして、自分が上司なら、部下が締め切りを破ったときどのように評価するか、といったデータにも回答してもらう。それらのデータを多数、集めてデータベース化する。すると、ある人の行動について、架空の会社における確率的なシミュレーションを多数回行うことができ、他人からどのように評価されるかがわかる。多数回のシミュレーション結果から、組織内で行動する能力、つまり非認知能力の測定ができるようになる、というのが我々の目指すところである。

## 3. 実験

作業時間の見積もり正確さ能力を測定するためのサイトを開発し、実験を行った。実験は 2020 年 11 月 22 日の 15:10-16:10 に、実験参加者を日本全国の各大学から募り、オンライン(Zoom)で行った。実験参加者は 75 名であったが、中途脱落者のデータを除くと、有効なデータは 71 名だった。分析に利用した実験参加者 71 名の属性を表 1 に示す。

表 1 実験参加者の属性

大学	45校
性別	男性 34人
	女性 37人
文理	文系 43人
	理系 28人
学年	1年 11人
	2年 16人
	3年 23人
	4年 21人

なお本実験は、他の研究者との共同実験の一部として実施した。つまり実験参加者に謝金を払って 1 日、拘束し、9:00-17:30 まで、約 1 時間×6 種類の実験を行ったうちの 5 番目の実験である。ゆえに実験参加者は疲れていた可能性がある。また 5 番目の実験では仕事の見積もり正確度だけを測定したが、本研究の分析では、クリティカル・シンキングの能力や自分の性格に関するアンケートとの相関を示している。クリティカル・シンキングの能力や自分の性格に関するアンケートのデータは 4 番目の実験で取得したものである。

### 3.1 実験手順

実験の手順を以下に示す。

手順 1. 実験用に作ったサイトにアクセスし、実験 ID、性別、所属大学、学年を入力する

手順 2. 1 桁+1 桁の足し算を 10 問、22 秒で解く動画を見せた後に、実験参加者は 30 問を何秒で解けそうか予測させる。図 3 にステップ 02 の画面を示す。

ステップ02 事前・所要時間予想アンケート

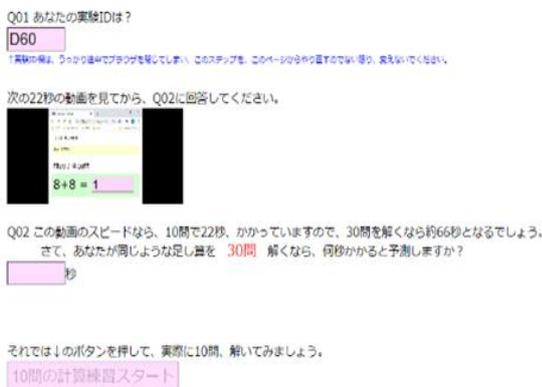


図 3 ステップ 02 の画面

手順 3. 練習として足し算を 10 問、実際に練習させる。なお正解を入力しない限り、次の問題に進まない。

図 4 にステップ 03 の画面を示す。

### ステップ03 【練習】足し算問題

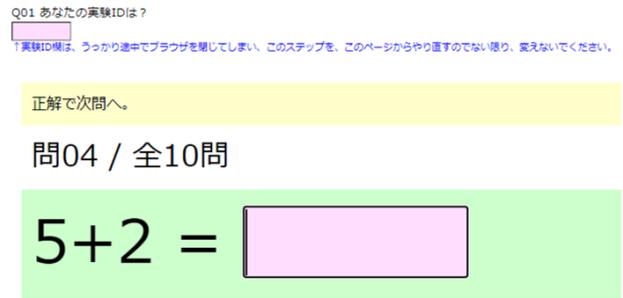


図 4 ステップ 03 の画面

手順 4. 実際に 10 問を解く練習をした後に、再度、30 問を解くとした時の予想時間を入力する。ステップ 04 の予想時間入力画面を図 5 に示す。

ステップ04 事後・所要時間予想アンケート

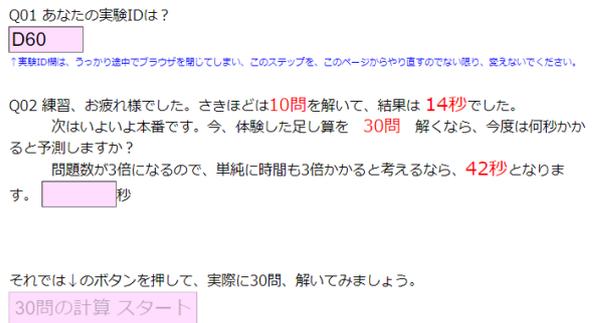
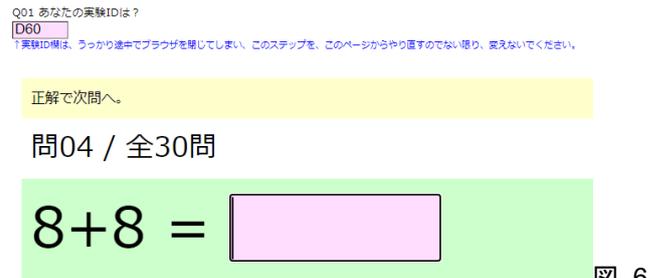


図 5 ステップ 04 の画面

手順 5.1 桁+1 桁の足し算を 30 問、実行する。画面を図 6 に示す。

ステップ05 【本番】足し算問題



ステップ 05 の画面

手順 6.2 桁+2 桁の問題を 30 問、解くときの時間を予想してもらう。ステップ 06 の画面を図 7 に示す。

ステップ07 【本番】足し算問題

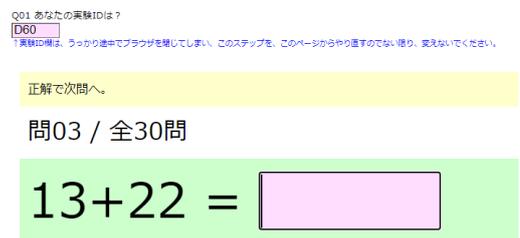


図 7 ステップ 06 の画面

手順 7.2 桁+2 桁の足し算を 30 問、実行する。画面を図 8 に示す。

ステップ06 事後・所要時間予想アンケート

Q01 あなたの実験IDは？

D60

1 実験ID欄は、うっかり途中でブラブラを離してしまい、このステップを、このページからやり直さずのでない限り、変えなくてください。

Q02 さきほどは30問の足し算を解いて、結果は 35秒でした。

次は2桁と2桁の足し算です。2桁と2桁の足し算を 30問 解くなら、今度は何秒かかると予測しますか？

だいたい3倍くらいかな、と考えるなら、106秒となります。

それでは↓のボタンを押して、実際に30問、解いてみましょう。

30問の計算 スタート

図 8 ステップ 07 の画面

手順 8. 2 桁×1 桁の足し算を 30 問、30 問を解くとした時の予想時間を入力する。画面を図 9 に示す。

ステップ08 事後・所要時間予想アンケート

Q01 あなたの実験IDは？

D60

1 実験ID欄は、うっかり途中でブラブラを離してしまい、このステップを、このページからやり直さずのでない限り、変えなくてください。

Q02 さきほどは30問の足し算を解いて、結果は 82秒でした。

次は2桁と1桁の掛け算です。2桁と1桁の掛け算を 30問 解くなら、今度は何秒かかると予測しますか？

だいたい2倍くらいかな、と考えるなら、164秒となります。

それでは↓のボタンを押して、実際に30問、解いてみましょう。

30問の計算 スタート

図 9 ステップ 08 の画面

手順 9. 2 桁×1 桁の足し算を 30 問、実行する。画面を図 10 に示す。

ステップ09 【本番】足し算問題

Q01 あなたの実験IDは？

D60

1 実験ID欄は、うっかり途中でブラブラを離してしまい、このステップを、このページからやり直さずのでない限り、変えなくてください。

正解で次問へ。

問01 / 全30問

12×3 =

図 10 ステップ 09 の画面

## 4. 分析結果

本実験では「1 桁+1 桁の足し算」「2 桁+2 桁の足し算」「2 桁×1 桁の掛け算」を、それぞれ 30 問ずつ解くときの見積もりを各実験参加者に行っていたいただいた後、実際に作業をしていただいた。

### 4.1 クリティカル・シンキングのテスト内容

本実験では、作業完了に必要な時間の見積もり能力

と、認知的能力の代表としてクリティカル・シンキングの能力の相関を調べた。

クリティカル・シンキング能力を測定する問題には、前の時間の実験で 15 問、出題し、回答いただいたデータをを用いた。分析に関する問題、推論に関する問題 5 問、読解に関する問題を 5 問ずつである。

### 4.2 アンケート内容

本実験で参照したアンケートの質問項目は全 68 問である。各質問文にどの程度同意できるかを、全くあてはまらない 1～非常にあてはまる 5 の 5 点法で質問した。質問項目は、目標に向かって頑張る力(「18. 数年にわたる努力を要する目標を達成したことがある。」等)、他の人とうまく関わる力(「31. 人が頑張っているのを見たり聞いたりすると、自分には関係なくても応援したくなる。」等)、感情をコントロールする力(「26. 私には、自分の感情を適切にコントロールする力が、とてもある。」等)である。詳細については先行研究(山本ら 2020)で述べたので割愛する。

### 4.3 見積もりの正確度

見積もりの正確度は「実際にかかった時間/見積もった時間-1」の絶対値とした。つまり、見積もった時間が 100 秒ならば、実際にかかった時間が 120 秒でも 80 秒でも、どちらも 0.2 となる。「1 桁+1 桁」「2 桁+2 桁」「2 桁×1 桁」という 3 種類の見積もりの正確度が得られるが、その平均値を 71 名それぞれについて計算した。3 種類の見積もりの正確度の平均値を、4.2 で説明したクリティカル・シンキングのテスト得点、4.3 で説明した全 68 問のアンケートと相関を調べた。

### 4.4 作業時間の予測の正確さとの相関

作業時間の予測の正確さと、クリティカル・シンキング能力、アンケートとの相関が高い項目を調べた。表 2 に相関が高かった(p 値が 10%以下の)項目を示す。

作業時間の見積もり能力と正の相関が高かったのは、クリティカル・シンキング能力のうち特に推論力、ねばり強さ、共感力といった項目だった。また負の相関が高かったのは、自分への満足度、意志の弱さ、30 問の問題を解く所要時間だった。全般的に、作業時間の見積もり能力は、他の「望ましい」と思われる性質と

相関が高い。作業時間の見積もり能力は、非認知能力の良い指標の候補となりそうである。

表 2 作業時間の予測の正確さと相関の高い項目

「作業時間の予測の正確さ」との相関係数	意味	p値(%)
Q06～Q10合計 クリティカル・シンキング推論力	0.286 推論力がある	1.5%
Q08(推論力の問題)	0.278 推論力がある	1.8%
51. 始めたことは、どんなことでも最後までやりとげる。	0.273 ねばり強い	2.0%
31. 人が頑張っているのを見たり聞いたりすると、自分には関係なくても応援したくなる。	0.238 共感力がある	4.4%
20. 悲しんでいる人を見ると、なぐさめてあげたい。	0.225 共感力がある	5.7%
クリティカル・シンキング総合点	0.216 賢い	6.9%
62. 誘惑に負けない。	0.213 ねばり強い	7.3%
Q01～Q05合計 クリティカル・シンキング分析力	0.204 分析力がある	8.5%
10. 趣味や娯楽のせいで、やるべきことがそっこのけになることがある。	-0.205 意思が弱い	8.4%
Q12 所要時間	-0.212 仕事が遅い	7.4%
55. 目標を決めても、後から変えてしまうことがよくある。	-0.245 意思が弱い	3.8%
32. だいたいにおいて、自分に満足している。	-0.270 自分に甘い	2.2%

#### 4.5 見積もりの楽観度

見積もりの楽観度は「実際にかかった時間/見積もった時間-1」とした。つまり、見積もった時間が100秒ならば、実際にかかった時間が120秒なら+0.2, 80秒なら-0.2となる。「1桁+1桁」「2桁+2桁」「2桁×1桁」という3種類の見積もりの楽観度が得られるので、その平均値を71名それぞれについて計算した。3種類の見積もりの楽観度の平均値を4.2で説明したクリティカル・シンキングのテスト内容得点, 4.3で説明した全68問のアンケートとの関係を調べた。

#### 4.6 楽観度の分布

71名の楽観度の分布は図11のようになった。なお最大値は1.307(見積もり時間の1.307倍かかる), 最小値は0.662(見積もり時間の0.662倍で済む), 平均値は0.910であった。つまり平均的には、実際にかかった時間より1割ほど多めに見積もっていた。本当にそう思ったのか、真に「この時間でできる」と思った値に少し余裕を持たせて回答したかは不明である。

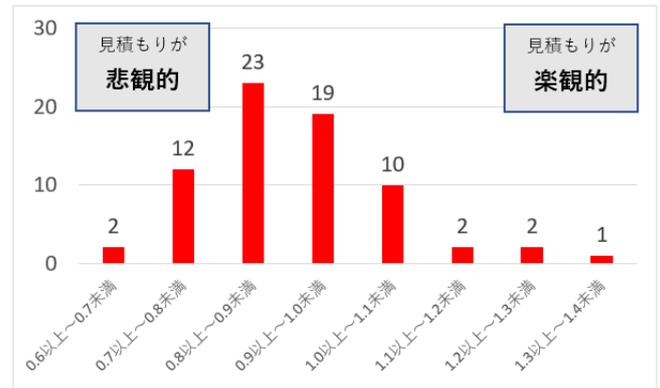


図 11 楽観度の分布

楽観度に性差, 学年と関係があるか調べたが, 強い関係はなかった。文系/理系については, カイ事情検定でp値=0.087とやや低かった。つまり理系の方が自分の計算速度について正確な見積もりを出す傾向があったのかもしれない。楽観度と文系/理系のクロス集計表を表3に示す。

表 3 楽観度と文系/理系のクロス集計表

楽観度	文系	理系	総計
楽観的 (0.95以上)	11	4	15
普通 (0.8以上0.95未満)	21	21	42
悲観的 (0.8未満)	11	3	14
総計	43	28	71

楽観度と性別のクロス集計表を表3に示す。

表 4 楽観度と性別のクロス集計表

楽観度	男性	女性	総計
楽観的 (0.95以上)	7	8	15
普通 (0.8以上0.95未満)	19	23	42
悲観的 (0.8未満)	8	6	14
総計	34	37	71

楽観度と学年のクロス集計表を表5に示す。

表 5 楽観度と学年のクロス集計表

楽観度	1年	2年	3年	4年	総計
楽観的 (0.95以上)	2	4	5	4	15
普通 (0.8以上0.95未満)	5	9	13	15	42
悲観的 (0.8未満)	4	3	5	2	14
総計	11	16	23	21	71

#### 4.7 作業時間の予測の楽観度との相関

作業時間の予測の楽観度と, クリティカル・シンキング能力, アンケートとの相関が高い項目を調べた。表6に相関が高かった(p値が10%以下)項目を示す。

表 6 作業時間の予測の楽観度と相関の高い項目

	「作業時間の予測の正確さ」との相関係数	意味	p値(%)
正の相関	18. 数年にわたる努力を要する目標を達成したことがある。	0.287 ねばり強い	1.5%
	31. 人が頑張っているのを見たり聞いたりすると、自分には関係なくても応援したくなる。	0.270 共感力がある	2.2%
	30. いろいろな良い素質を持っている。	0.267 自信がある	2.4%
	35. 私は頑張る屋だ。	0.263 ねばり強い	2.5%
	62. 誘惑に負けない。	0.255 意思が強い	3.1%
	64. 物事を人並みには、うまくやれる。	0.227 自信がある	5.5%
	53. 少なくとも人並みには、価値のある人間である。	0.214 自信がある	7.1%
負の相関	60. 他人の成功を見聞きしているうちに、焦りを感じることが多い。	-0.214 自信がない	7.2%
	63. 新しいアイデアや計画によって、それまで取り組んでいたことから注意がそれることがある。	-0.220 意思が弱い	6.3%
	21. 自分には、自慢できることがあまりない。	-0.224 自信がない	5.8%
	Q06所要時間	-0.225 仕事が遅い	5.8%
	45. だらけてしまう。	-0.228 意思が弱い	5.4%
	47. 相手を批判するときは、相手の立場を考慮することができない。	-0.230 共感力がない	5.2%
	Q07所要時間	-0.231 仕事が遅い	5.1%
	56. 何かにつけて、自分は役に立たない人間だと思う。	-0.232 自信がない	5.0%
	34. あるアイデアや計画に一時的に夢中になっても、あとで興味を失うことがある。	-0.234 意思が弱い	4.8%
	27. 自分は全くだめな人間だと思うことがある。	-0.237 自信がない	4.5%
15. 自分にとってよくない誘いは、断る。	-0.242 意思が強い	4.1%	
7. 数ヶ月以上かかるような計画に集中して取り組み続けることは難しい。	-0.251 意思が弱い	3.3%	

作業時間の予測の楽観度と正の相関が高かったのは、「数年にわたる努力を要する目標を達成したことがある.」「人が頑張っているのを見たり聞いたりすると、自分には関係なくても応援したくなる.」等、ねばり強さ、共感力、自信、意思の固さなどであった。また負の相関が高かったのは、「自分にとってよくない誘いは、断る.」という例外を除いては、「数ヶ月以上かかるような計画に集中して取り組み続けることは難しい.」「自分は全くだめな人間だと思うことがある.」など、おおむね意志の弱さ、自信のなさ、仕事の遅さ、共感力のなさを意味する項目だった。

## 5. おわりに

単純な計算問題を解く時間を、事前に見積もらせる実験を71名の大学生に対して行った。その後、見積もる能力と、クリティカル・シンキングの得点や自分の性格に関するアンケートとの相関を調べた。その結果、それほど相関係数は高くないが、推論力、ねばり強さ、共感力とは有意な正の相関が、意思の弱さ、仕事が遅い、自分に甘い、と有意な負の相関があるとわかった。また見積もりの楽観度とは、ねばり強さ、共感力、自信、意思の固さと有意な正の相関が、意志の弱さ、自信のなさ、と有意な負の相関があることがわかった。仕事時間の見積もり能力は、非認知能力をEBSでシミュレーションし測定するとき、基礎データの候補になると結論した。

### 謝辞

本研究は科研費（課題番号19K03013）と教育テスト研究センター(CRET)の助成を得た。

### 参考文献

- (1) 池迫浩子, 宮本晃司: “家庭, 学校, 地域社会における社会情動的スキルの育成”, ベネッセ教育総合研究所, pp.40-50 (2015)
- (2) 竹内俊彦, 草山太一, 立野貴之, 山本美紀, 若山昇: “大学生の非認知的能力の計測を試みるゲーム開発”, JSiSE 第45回全国大会予稿集, pp.3-4 (2020)
- (3) 山本美紀, 草山太一, 竹内俊彦, 立野貴之, 若山昇: “非認知的能力に関する計測データの分析”, JSET 2020年秋季全国大会予稿集, pp.173-174 (2020)
- (4) 竹内俊彦, 若山昇, 草山太一, 山本美紀, 立野貴之: “人間関係トラブル予測能力を測定する方法の提案”, 日本教育メディア学会研究会論集49, pp.68-72 (2020)
- (5) Joel Spolsky: “Joel On Software”, pp.155-166, 翔泳社, pp.68-72 (2009)

# オンライン学習における学習者の心理的プロセス： 2 時点パネル調査に基づく分析

武田将季\*<sup>1</sup>, 須藤智\*<sup>1</sup>, 坂本孝丈\*<sup>1</sup>, 滑田明暢\*<sup>1</sup>, 小西達裕\*<sup>1</sup>  
\*<sup>1</sup> 静岡大学

## Learner's Psychological Process in Online Learning: Analysis Based on Panel Survey Data

Masaki Takeda\*<sup>1</sup>, Satoru Suto\*<sup>1</sup>, Takafumi Sakamoto\*<sup>1</sup>, Akinobu Nameda\*<sup>1</sup>, Tatsuhiro Konishi\*<sup>1</sup>  
\*<sup>1</sup> Shizuoka University

We analyzed changes of active class attitude and anxiety during learning, deep information processing in online learning. In this study, considering that psychological state of learner changes dynamically as learning progresses, we use two-time panel data. As a result, it was shown that the higher learner's anxiety during learning at beginning of semester, the lower active class attitude and deep information processing at end of semester. It is expected that anxiety will decrease by becoming accustomed to environment of online. In the future, but, it is necessary to measures to reduce anxiety during learning at beginning of semester.

キーワード: オンライン学習, 主体的な授業態度, 学習時の不安感, 深い情報処理, 学習行動

### 1. はじめに

今後、高等教育において、インターネット上で動画教材を活用したオンライン学習の導入が、より一層加速すると予想される。これまでも、文部科学省は、中央教育審議会の答申を受けて、高等教育の質の保証をする主体的な学習を促す取り組みとして、オンライン学習の展開を掲げきた<sup>(1)</sup>。これに加えて、新型コロナウイルス感染症対策を契機に、オンライン学習への注目が高まっている。なお、本研究では、オンライン学習として、学習者が講義形式の授業動画を一人で視聴し、小テストを受験する形式の授業を想定する。

一方で、オンライン学習における教育の質が十分に検討されているとは言えない。従来の研究では、オンライン学習で利用する各種学習システムのトランザクションログ等に基づいて、画面遷移や教材閲覧(視聴)時間や課題の所要時間等から講義への参画度や集中度等を分析することで教育の質を論じてきた<sup>(2)</sup>。これらの学習行動ログは時系列で得られることに利点がある

ものの、得られたログから学習行動を一定の仮定の下で解釈し、教育の質を推定しなければならない。しかし、学習行動ログを用いた分析だけでは、学習行動における心理的プロセスに対する部分的な理解に止まる。オンライン学習における教育の質を明らかにするためには、学習行動を支える心理的プロセスをより多面的に理解することが必要である。

学習行動を支える心理的プロセスとして注目される心理的要因は多々あるが、学習者にとって新奇な学習環境であるオンライン学習においては、特に、学習者の主体的な授業態度および学習時の不安感、深い情報処理による影響が考えられる。主体的な授業態度とは、単位や卒業のためだけでなく、自らの成長のために授業、授業で出される課題に主体的に取り組もうとする態度で、授業内学習時間や授業外学習時間、授業とは関連のない勉強を自主的に行う学習の時間と有意な正の相関があると説明されている<sup>(3)</sup>。学習時の不安感は、学業達成に対して促進的な影響を与えるというよりは、何ら影響を与えないか、抑制的な影響を指摘する研究

が多い。また、学習の持続性に対しては阻害的な影響を示すことがわかっている<sup>(4)</sup>。オンライン学習では、オンライン上で提示された学習課題を学習者が主体的に一人で学習することが求められるため、これらの心理的要因による影響があると考えられる。

深い情報処理とは、学習内容を既知の情報と関連づけたり、学習内容同士を関連付けたりして覚える方略であると説明されている<sup>(5)</sup>。オンライン学習では、授業での授業者の説明が固定化され、授業者によるその都度のガイドが不足する可能性が考えられる。そのため、学習者自身の学習方略を最適化することが必要である。以上を踏まえても、主体的な授業態度および学習時の不安感、深い情報処理といった心理的要因は、いずれも、オンライン学習において学習者が適切に学習できているかを評価すること、教育の質を評価・向上することに対して欠かせないものであると言える。

これまでに、著者らは、静岡大学のオンライン学習科目「数理・データサイエンス入門」(2.1 参照)において調査を実施し、オンライン学習における学習行動や興味・関心、科目に対する評価、さらに、学習者の主体的な授業態度および学習時の不安感について、全体および学部毎の傾向を明らかにした。その中では、履修終了直前において学習時の不安感が低下する傾向にあることが示された。さらに、オンライン学習にあたっての行動様式である学習方法や、オンライン学習の受講スケジュールを管理するための行動である学習管理が、主体的な授業態度や学習時の不安感を予測する変数であることが示された。オンライン学習における学習行動、心理的プロセスは学習の進行に併せてダイナミックに変化することが示されている一方で、それぞれの学習者個人の中で、履修学期を通して、如何に変化するかは明らかにされていない。加えて、心理的要因を独立なものとして扱っているため、心理的要因間のオンライン学習過程における相互関係性は明らかになっていない<sup>(6)</sup>。

以上を総合し、本研究では、オンライン学習における学習過程での主体的な授業態度および学習時の不安感、深い情報処理が、ある程度長い学習期間の中で、個人内でどのようにダイナミックに変化し学習行動に影響を与えているのか明らかにする。このような個人内でのダイナミックな変化を理解することは、オンラ

イン学習の教材設計や学習支援体制など、学習者の心理的過程を踏まえた教育改善に有効であり、教育の質保証の観点からも重要である。

加えて、オンライン学習の学習行動として学習方法および学習管理を取り上げ、それぞれの時点における学習行動の特徴を検討する。本研究では、個人内での変化を検討するために、履修開始直後および履修終了直前の2時点パネルデータを用いる。

## 2. 研究方法

### 2.1 調査対象科目と調査対象者

静岡大学における全学教育科目「数理・データサイエンス入門」の受講者 2,032 人を対象に調査を実施した。本科目は、全学部（人文社会科学部、理学部、農学部、教育学部、農学部、地域創造学環、工学部、情報学部）の1年生を対象とした必修科目である。調査対象科目では、対面講義は実施せず、受講者が学習管理システム（以下、LMS）からオンデマンド形式の動画教材を視聴し、小テストに解答する形式で実施した。連絡や課題の催促、質疑応答も全て LMS を通じて行った。なお、調査対象科目は、新型コロナウイルス感染症の流行をうけたオンライン学習とは異なり、当初よりフルオンライン科目として構想、設計されている。

講義は、関連する単元をまとめて「節」としている。節は第1節から第8節までであり、各節は5本から8本の授業動画および1回から3回の小テストから構成されている。例えば、第1節は、「ビックデータとAI」、「医療診断1」、「医療診断2」、「画像認識」、「音声認識」の単元（動画）から構成され、小テストは第1回が割り当てられている。受講生は、受講スケジュールに従い、期間内に各節の動画教材の視聴および小テストの受験を終える必要がある。なお、動画視聴および小テストの解答は、一時保存等を行うことによって複数回に分けて行うことが可能である。

調査対象科目では、各節の視聴開始日および小テストの解答締切日を事前に提示し、加えて、学習管理表の配布、視聴および小テストの開始通知の送付、小テスト提出期限の6日前および3日前の提出督促通知の送付を行った。受講生は、これらをもとに各自でスケジュール管理を実施する必要がある。

## 2.2 調査手続きと調査項目

調査はオンラインで行った。調査時点は、本科目の履修開始直後として第1節の受講後（以下、T1）、履修終了直前として第8節の受講後（以下、T2）の2時点で実施した。各時点の調査時期は、T1が2020年5月25日から同年6月18日、T2が2020年7月6日から同年7月22日であった。なお、静岡大学では、2020年6月より、一部の科目で対面講義を再開した。

調査では、プロフィールに関する項目として、回答者の学部・学科および性別、年齢に加えて、パソコンおよびスマートフォンの操作レベルを尋ねた。心理的プロセスに関する項目（表1から表3）では、主体的な授業態度は「主体的な授業態度（授業プロセス・パフォーマンス）尺度」<sup>(3)</sup>を用いた。学習時の不安感、学習時の不安尺度<sup>(4)</sup>を用いた。深い情報処理は、「深い情報処理尺度」<sup>(5)</sup>を援用した。学習方法および学習管理に関する項目（表4、表5）では、当てはまるものをすべて選択するよう求めた。

## 3. 結果と考察

### 3.1 回答者

学習に取り組む学習時間の違いを考慮し、夜間主コース所属の学生は分析対象から除外した。その上で、T1とT2に共通して回答したのは243人であった。そのうち、回答に不備や矛盾のある11人を除外し、最終的に232人（有効回答率11.42%）を分析対象とした。内訳は、男性137人、女性93人、その他1人、不明1名で、平均年齢18.35歳（SD=0.62）であった。回答者が同時期に受講している科目のうち、オンライン学習は平均13.0科目（SD=2.96）であった。

### 3.2 学習者の心理的プロセス

主体的な授業態度と学習時の不安感、深い情報処理に探索的因子分析を行った（表1から表3）。いずれも第1固有値が第2固有値に比べて十分に大きく、1因子解が妥当であると確認した。説明率は、主体的な授業態度が53.97%、学習時の不安感が70.72%、深い情報処理が57.05%であった。いずれの尺度も先行研究と同様の因子構造を示したため、それぞれ主体的な授業態度、学習時の不安感、深い情報処理と定義した。

信頼性を $\omega$ 係数から検討したところ、主体的な授業態度が.877、学習時の不安感が.913、深い情報処理が.845であり、一定の信頼性が確認された。

表1 主体的な授業態度（最尤法、Promax回転）

項目番号, 項目内容	F1	共通性
5.この講義の課題はただ提出すればいいという気分で仕上げることが多い*	.757	.573
1.この講義はただぼうっと聞いている*	.753	.568
3.視聴さえすればよいという気持ちで視聴している*	.728	.529
2.この講義には意欲的に参加している	.717	.514
7.この講義の課題は納得いくまで取り組んでいる	.667	.444
4.この講義の課題は満足がいくように仕上げています	.647	.419
8.この授業で課された課題を少しでも良いものに仕上げようと努力している	.616	.380
6.この講義の課題には最小限の努力で取り組んでいる*	.611	.373

\* 逆転項目

表2 学習時の不安感（最尤法、Promax回転）

項目番号, 項目内容	F1	共通性
5.勉強のとき、平気な気持ちでいる*	.857	.735
4.安心して勉強ができる*	.836	.699
6.楽な気持ちで勉強が出来る*	.827	.684
2.勉強しているとき、何か心配になる	.814	.662
1.勉強しているとき、不安になる	.803	.645
3.勉強しているとき、不安でどきどきする	.686	.471

\* 逆転項目

表 3 深い情報処理（最尤法，Promax 回転）

項目番号, 項目内容	F1	共通性
5.勉強するときは,内容を関連付けて覚える	<b>.812</b>	.660
3.勉強をするとき,その内容を頭に思い浮かべながら学習を進める	<b>.798</b>	.637
6.勉強するときは,新しい内容と今まで習ってきたことを頭の中で結びつける	<b>.729</b>	.532
4.用語などを覚えるとき,似たようなものをまとめて覚える	<b>.652</b>	.425
2.勉強するときは,同じ内容はまとめて覚える	<b>.630</b>	.397
1.前に学習したことを思い出しながら,勉強を進める	<b>.532</b>	.283

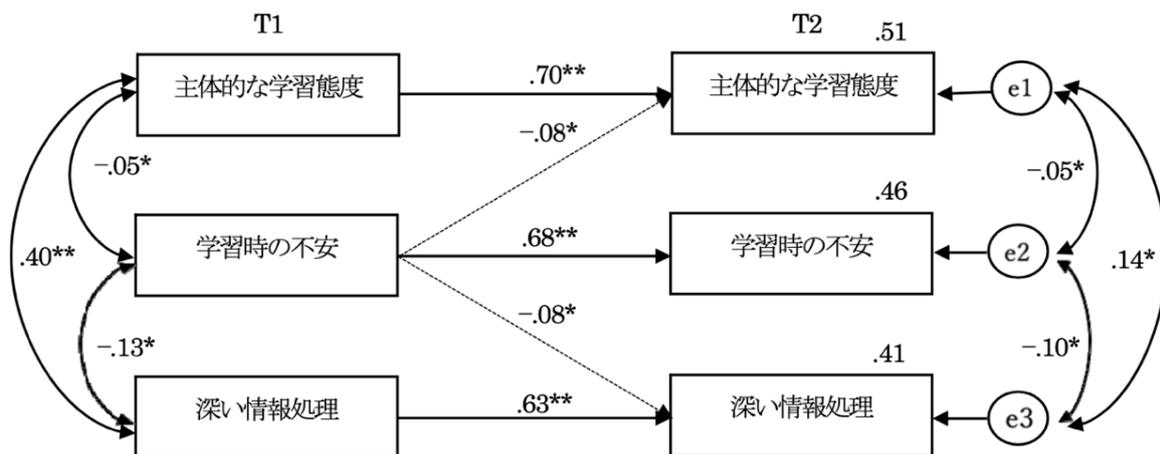
T1すなわち履修開始直後とT2すなわち履修終了直前における主体的な授業態度,学習時の不安感,深い情報処理の因果関係を確認するために,交差遅延効果モデルによる共分散構造分析を行なった.交差遅延効果モデルは1時点目と2時点目における各変数間の因

果関係を検証することができると言われており,採用実績も十分にある.

分析の結果,以下の図1で示したモデルが導かれた.モデルの適合度は,GFI=.992,AGFI=.960,CFI=.997,RMSEA=.038であった.よって,モデルには十分な説明力があり,妥当であると判断される.

主体的な授業態度と学習時の不安感,深い情報の処理について,T1とT2の間はすべて有意な正の影響を示した( $\beta=.70, p<.01$ ;  $\beta=.68, p<.01$ ,  $\beta=.63, p<.01$ ).T1の学習時の不安感, T2の主体的な授業態度と深い情報の処理に負の影響を示した( $\beta=-.08, p<.05$ ,  $\beta=-.08, p<.05$ )

これらをまとめると,主体的な授業態度および学習時の不安感,深い情報処理は,履修開始直後にその程度が高いほど,履修終了直前にもそれぞれ高くなると言える.さらに,履修開始直後における学習時の不安感が高いほど,履修終了直前における主体的な授業態度および深い情報処理が低くなると言える.ここから,履修開始直後において主体的な授業態度および深い情報処理を高め,学習時の不安感を低くすることで,履修終了直前における主体的な授業態度および深い情報処理を高めることが可能であると判断される.



有意なパスのみ表示  
 実線は正の影響,破線は負の影響を示す  
 \*\*  $p<.01$ , \*  $p<.05$

図 1 因果関係を検討した交差遅延効果モデル (標準化解)

### 3.3 オンライン学習における学習行動

以下の表4では、学習方法に関する項目の集計結果を示している。「曜日や時間を決めて受講した」では、T1すなわち履修開始直後では選択した回答者が少なく、T2すなわち履修終了直前では選択した回答者が多いことが確認された ( $\chi^2=5.78, p<.05$ )。当該項目において、T1およびT2に共通している回答者は7人であった。これは、T1の35.00%、回答者全体の3.02%に相当する。

表4 学習方法に関する項目

	度数 (割合%)		
	T1	T2	共通
曜日や時間を決めて受講した*	20 (8.62)	37 (15.95)	7 (3.02)
小テストの範囲を少しずつ受講した	67 (28.88)	62 (26.72)	28 (12.07)
小テストの範囲をまとめて受講した**	121 (52.16)	151 (65.09)	89 (38.36)
メモやノートを取りつつ受講した	136 (58.62)	115 (49.57)	93 (40.09)
動画を視聴するだけであった**	67 (28.88)	101 (43.53)	49 (21.12)
その他	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)

\*\*  $p<.01, * p<.05$

「小テストの範囲を少しずつ受講した」を選択した回答者について、T1とT2での有意な差異が確認されなかった。当該項目において、T1およびT2に共通している回答者は28人 (T1 41.79% ; 全体 12.07%) であった。一方、「小テストの範囲をまとめて受講した」は、T1では選択した回答者は少なく、T2では選択した回答者が多いことが確認された ( $\chi^2=8.00, p<.01$ ) T1およびT2に共通している回答者は89人 (T1 73.55% ; 全体 38.36%) であった。

「メモやノートを取りつつ受講した」についてはT1とT2での有意な差異が確認されなかった。この項目にお

いて、T1およびT2に共通している回答者は93人 (T1 68.38% ; 全体 40.09%) であった。他方、「動画を視聴するだけであった」では、T1において選択した回答者が少なく、T2において選択した回答者が多いことが確認された ( $\chi^2=10.79, p<.01$ )。この項目について、T1およびT2に共通している回答者は49人 (T1 73.13% ; 全体 21.12%) であった。

以上をまとめると、学習方法について、回答者の過半数が「小テストの範囲をまとめて受講した」および「メモやノートを取りつつ受講した」を選択することがわかった。次に、2時点間の変化について、上記2項目に「動画を視聴するだけであった」を加えた3項目は、約70%程度の回答者が2時点に共通して選択していることがわかった。一方、「曜日や時間を決めて受講した」や「小テストの範囲を少しずつ受講した」は35%から42%の回答者が継続するのみであった。

すなわち、オンライン学習では、約半数の学習者が、メモやノートを取りつつ学習を行い、所定の受講範囲にまとめて取り組んでいると言える。そして、多くの学習者はこれらの行動について、履修学期を通して継続していると言える。それに対して、曜日や時間を決める、小テストの範囲を少しずつ受講する等の行動は、定着しにくいものであると言える。

表5 学習管理に関する項目

	度数 (割合%)		
	T1	T2	共通
配布された学習管理表で管理した	98 (42.24)	97 (41.81)	64 (27.59)
カレンダーや手帳 (アプリ等を含む) で管理した**	52 (22.41)	27 (11.64)	17 (7.33)
リマインダを設定して管理した	9 (3.88)	11 (4.74)	2 (0.86)
管理しなかった	94 (40.52)	103 (44.40)	68 (29.31)
その他	2 (0.86)	2 (0.86)	0 (0.00)

\*\*  $p<.01$

表5では、学習管理に関する項目の集計結果を示している。「カレンダーや手帳（アプリ等を含む）で管理した」では、T1において選択した回答者が多く、T2では選択した回答者が少ないことが確認された（ $\chi^2=9.67, p<.01$ ）。当該項目において、T1およびT2に共通している回答者は17人（T1 32.69%；全体 7.33%）であった。その他の項目では、有意な差異は確認されなかった。T1およびT2に共通している回答者は、「配布された学習管理表で管理した」64人（T1 65.31%；全体 27.59%）、「リマインダを設定して管理した」2人（T1 22.22%；全体 0.86%）、「管理しなかった」68人（T1 72.34%；全体 29.31%）であった。

以上の結果をまとめると、学習管理については、「配布された学習管理表で管理した」および「管理しなかった」が両時点ともに拮抗しており、約40%の回答者によって選択されていることがわかった。加えて、これら2項目は、T1で選択した回答者の約70%がT2においても同様に選択していることもわかった。

すなわち、オンライン学習においては、学習管理を行う学生と学習管理を行わない学生に分かれ、それぞれ40%程度であると言える。また、学習管理の有無は、履修開始当初から固定的であり、学習管理の有無、学習管理の方法が変化することは少ない。そして、今回の調査では、学習管理を行なった学生の多くが、配布された学習管理表を利用していた。ここから、学習管理に対して消極的あるいは能動的であると示唆される。

#### 4. まとめと今後の課題

本研究では、オンライン学習過程における主体的な授業態度および学習時の不安感、深い情報処理が、ある程度長い学習期間の中で、個人内でどのように変化しているのか、また、オンライン学習の学習行動として学習方法および学習管理を取り上げ、それぞれの特徴を検討することを目的とした。以下では、本研究から明らかになった内容を整理し、総合的な考察を行う。

まず、オンライン学習において学習者の履修開始直後における学習時の不安感が高いほど、その後の主体的な授業態度ならびに深い情報処理を低減させることが示された。オンライン学習は、提示された教材を一人で視聴し、期間内にテストへの解答、レポートの提

出が求められる。また、オンライン学習では、学習者自身の理解度に応じて自らのペースで繰り返し説明を聞くことや、場合によっては、その場で他の情報源にあたって発展的な学習を行い、学習内容と関連づけるなどすることができる。しかし、学習時に不安感を抱えてしまうことによって、これらの行動が阻害される可能性がある。もちろん、オンライン学習における学習に慣熟することで学習時の不安感の一端は低下することが予想されるが、今後、履修開始における学習時の不安感を抑える取り組みを推進する必要がある。

オンライン学習における学習方法については、半数の学生が、メモやノートを取りつつ学習を行い、所定の受講範囲にまとめて取り組んでいることがわかった。これらの行動様式は学期中を通して継続していることが示唆された。学習管理については、学習管理を行う学生と学習管理を行わない学生がほぼ同数ずつ分かれた。これらも学期を通して固定的であり、学習管理の有無、その方法が変化することは少数であった。

オンライン学習では、受講範囲にまとめて取り組んでいること、受講スケジュールの管理に対して消極的であることが示唆されたが、一方で、実際の学習に際してはノート等を取るなど積極的に学習しようとする姿勢も窺える。この背景には、本研究における調査が実施された2020年度前期は新型コロナウイルス感染症対策としてのオンライン学習が同時・多数の科目で行われていたことが影響していると思われる。回答者は平均13科目のオンライン学習科目を受講しており、かつ、オンライン学習環境に不慣れであったこともあり、このような状況下においては、オンライン学習の受講スケジュール管理が困難であったと推測される。

今回、オンライン学習における学習方法および学習管理にはいくつかのパターンがあることが示唆された。今後は、このパターンに基づいて主体的な授業態度および学習時の不安感、深い情報処理を分析することで、それぞれの学修様式に応じたオンライン学習の教材設計や学習支援体制構築等に应用できる。

#### 参考文献

- (1) 中央教育審議会：“新たな未来を築くための大学教育の質的転換に向けて～生涯学び続け、主体的に考える力を

- 育成する大学へ～（答申）”, (2012)
- (2) 山田政寛: “ラーニング・アナリティクス研究の現状と今後の方向性”, 日本教育工学会論文誌, 第 41 巻, 第 3 号, pp.189-197(2018)
- (3) 畑野快, 溝上慎一: “大学生の主體的な授業態度と学習時間に基づく学生タイプの検討”, 日本教育工学会論文誌, 第 37 巻, 第 1 号, pp.13-21(2013)
- (4) 伊藤崇達, 神藤貴昭: “自己効力感, 不安, 自己調整学習方略, 学習の持続性に関する因果モデルの検証: 認知的側面と動機づけの側面の自己調整学習方略に着目して”, 日本教育工学雑誌, 第 27 巻, 第 4 号, pp.377-385(2004)
- (5) 梅本貴豊: “メタ認知的方略, 動機づけ調整方略が認知的方略, 学習の持続性に与える影響”, 日本教育工学会論文誌, 第 37 巻, 第 1 号, pp.79-87(2013)
- (6) 武田将季, 坂本孝丈, 須藤智, 滑田明暢, 小西達裕: “フルオンライン形式のオンライン学習における学習: 静岡大学「数理・データサイエンス入門」における 2 時点調査に基づいて”, 静岡大学教育研究, 第 16 巻, pp.157-167(2021)



# 遠隔授業履修者支援を目的とした主体的学修と

## 自尊感情・仮想的有能感との関係分析

白澤秀剛\*1

\*1 東海大学情報教育センター

### Analyzing the Relationships between Learning and Assumed-Competence in Distance Learning

Hidetaka Shirasawa\*1

\*1 Tokai University ICT Education Center

遠隔授業において主体的学修を実現するには履修学生自身が自らを律して学習行動を行っていく必要がある。この自らを律して学習行動を行ったり、学習時に困った場合に自ら教員に援助を要請したりするという行動と有能感との間に関連があると仮説を立て、学習自己評価の結果と仮想的有能感尺度との間  
の関係を分析した。自尊感情の高いと、主体的学修が実現できている様子が見られる一方で、困難な状況にあっても援助要請しないことがわかった。他者軽視が高くても援助要請をしない傾向が見られた。遠隔授業での学生フォローでは、単に相談窓口を設けるだけでなく、有能感を測定した上でその特性を踏まえた教員側のフォローが必要になることがわかった。

キーワード: 仮想的有能感, 自尊感情, 主体的学修, 遠隔授業

#### 1. はじめに

コロナ禍の影響を受け、日本の多くの大学で遠隔授業または対面と遠隔の併用授業が実施されることとなった。文部科学省の2020年度後期等従業の実施方針に関する調査<sup>①</sup>によれば、2020年度後期授業では8割の大学が対面と遠隔の併用授業を実施するとあり、併用ではあるがほとんど遠隔で実施する大学が約2割程度となっている。また、同調査では、約4割の大学で学生の不安の払しょくに取り組んだり、9割の大学で学生の相談窓口などを設置したりといった対策を行なっている。これは、遠隔授業において学生サポートの重要性を大学が認識していることを示している。

一方、学生側から遠隔授業の履修を考えた場合、自宅というプライベートな環境の中にいながら自らを律して学習を行わなければいけないことになる。2018年の全国大学生調査<sup>②</sup>によれば1週間の自宅学習時間の平均は1~5時間程度との調査結果があり、自宅が集中して遠隔授業を受講する学習環境として整っている、

または整った学習環境と認識している学生は少ないのではないかと思われる。加えて、Web会議システムを用いた遠隔授業では、通信容量節約やプライバシー保護を目的として学生のカメラをオフにするケースが多いため、他の学生の様子を把握することが難しいと予想される。そのため、自分の学習態度が適切か、自分の学習方法が適切かを自己で判断する必要がある。すなわち、他者との比較ではなく、自分自身を省みて、また授業や課題における教員からのフィードバックを頼りに自己の学習を律していかなければならないということである。

このように自らを律して学習を継続するためには、自分の学習行動を自己で評価していくことが求められる。内田ら<sup>③</sup>はRosenbergの自尊感情を「自らの基準に照らして、たとえ欠点があったとしても『これでよい』と自分を受容することから生じる」と紹介している。また内田ら<sup>③</sup>は中学生での調査結果で「教師に対する信頼感の高い生徒の方が、教師に対する信頼感の

低い生徒に比べ、自尊感情が高く、身近な教師がいると答えた生徒の方が、いないと答えた生徒に比べ、自尊感情が高かった」と報告している。中学生と大学生を単純比較することはできないが、遠隔授業によって大学教員のフィードバックが減少することで、自尊感情が低下し、自己の学習に対して不安を感じる事が考えられる。これらのことから、遠隔授業において他者と比較することが難しい状況で自己を律して学習を継続することができるかどうかが自尊感情と密接に結びついているのではないかと仮説を立てた。

先に述べたように、学習に対して不安を感じる学生のために大学は相談窓口を用意しているが、橋本<sup>4)</sup>によれば「他者軽視は予想通り、友人及び家族への援助要請と有意な負の相関を示した」とある。他者軽視は速水<sup>6)</sup>によって開発された仮想的有能感尺度の一要素で、自尊感情とともに測定して比較することで有能感を分類するものである。この仮想的有能感は速水<sup>6)</sup>の調査により学習動機付けとの関連も報告されている。遠隔授業では対面授業と比べ教員の働きかけによる外発的動機付けが減少すると予想され、主体的に学びを継続するには内発的動機付けがより一層重要になると思われる。加えて、対面授業の場合は教員側が生徒の様子を見て気が付く様子の学生に声がけをすることが可能だが、遠隔授業の場合には、基本的に学生側からの相談窓口を開いて待っていることになる。もし橋本の報告にあるように他者軽視が高いと援助要請をしない、またはできないのであるとするならば、他者軽視が高いと相談を諦めたり、学習を諦めたりするのではないかと仮説も立てた。

以上のことを踏まえて、本研究は遠隔授業における主体的学修と、自尊感情と他者軽視で構成される仮想的有能感尺度の関連を調査することで、今後の遠隔授業実施において履修者支援方法を見出そうとするものである。加えて、履修者の仮想的有能感尺度測定が遠隔授業履修者のサポート情報として有益かどうかについて検証する。

## 2. 方法

### 2.1 調査対象授業

調査は 2020 年度秋学期の全学年対象の自由選択科

目 4 科目で実施し、履修した学生計 159 名（複数科目履修者は重複カウント）に回答を依頼した。これら 4 科目は全て遠隔で実施した科目で、対面授業は 1 回も行なっていない。実施形態は 3 種類に分類される。予習のレポート課題を実施して授業時間に遠隔のライブ授業でディスカッションを行う科目（以降 PL 型）、予習動画で学習した後に授業時間に遠隔のライブ授業でディスカッションを行う、いわゆる反転授業を遠隔授業で実施した形式の科目（以降 FL 型）、授業時間にライブ授業で講義を行った後、演習課題を課す、いわゆる通常授業を遠隔実施した形式の科目（以降 LA 型）の 3 種類である。4 科目の内、2 科目が PL 型、1 科目が FL 型、1 科目が LA 型である。

### 2.2 仮想的有能感尺度

調査に使用した仮想的有能感尺度は廣瀬<sup>7)</sup>の著書に掲載されている自己肯定感（自尊感情）チェックリスト 10 項目と他者軽視感チェックリスト 10 項目を用いた。両チェックリストとも 5 件法で回答値の合計で判定を行う。自己肯定感チェックリストの平均値は 30 点で 35 点以上ならば OK、25 点以下は要注意との記述がある。また、他者軽視感チェックリストも平均値は 30 点で 25 点以下ならば OK、35 点以上は要注意との記述がある。速水<sup>6)</sup>は図 1 に示すように平均値で分けて 4 分類しているが、本研究では、A 群 25 点以下、B 群 26 点～34 点、C 群 35 点以上と 3 つに分類して分析を行った。加えて、本研究は履修者のサポートが目的であるため、図 2 に示すように、要注意ラインで 4 分類して分析を行った。

なお、仮想的有能感尺度の回答時には研究利用の可否を併せて回答してもらい、研究利用の許可を得たデータのみを使用している。

表 1 学修自己評価質問項目概要

質問番号	質問項目 (概要)	選択方法
Q1	予習にかけた時間	6 件法
Q2	授業前は積極的に学習できる気がしたか	5 件法
Q3	授業前は今週の内容が理解できる気がしたか	5 件法
Q4	授業外の課題実施にかけた時間	5 件法
Q5	課題は積極的に学習できたか	5 件法
Q6	課題はどう感じたか	5 件法
Q7	今週の学習内容は理解できたか	5 件法
Q8	本調査に回答している時点での気分	5 件法
Q9	自由回答	自由記述
Q10	教員に個別に相談したい悩みがあるか	3 件法

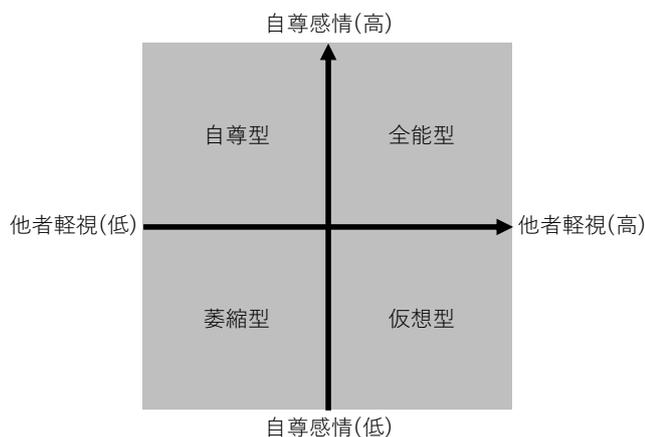


図 1 速水<sup>(8)</sup>の有能感類型

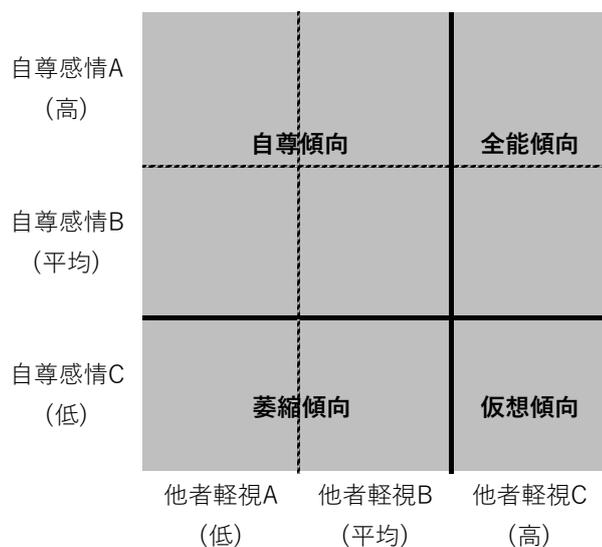


図 2 本研究における有能感類型

### 2.3 学修自己評価

主体的学修は毎週の授業において、表 1 に示す 10 項目の内容を自己評価で回答してもらった。回答は成績には無関係であることを説明し、教員から学生に対してフォローの声がけやサポートの声がけに利用する旨は伝えた。全ての履修者が全ての回に回答しているわけではなく、また、各回の回答欄末尾には研究利用可否のチェック欄を儲けており、今回の分析では研究利用の許可を得たデータのみを使用しているため、履修者毎に回答数にバラツキがある。

本研究では、履修者が確定した第 2 回授業から期末試験の影響のない第 13 回授業までの回答を集計して分析に使用している。

## 3. 結果

### 3.1 履修者の有能感分析結果

以下の表 2、表 4、表 6 は自尊感情と他者軽視の分布の様子を示したものである。また、表 3、表 5、表 7 は本研究における有能感類型に沿って分類した際の割合を示している。これらの結果を見ると、授業形態の違いによらず分布は概ね同様となっていることから、有能感類型が授業形態による履修科目選択に影響を与えていないと言える。また、有能感類型を見ると、どの科目でも全能傾向と仮想傾向の学生が極めて少ない。そのため、以後の有能感類型による比較分析では自尊傾向と萎縮傾向についてのみの分析結果を示すこととする。なお、表中の構成比は小数点以下第 2 位を四捨五入している。

表 2 PL 型授業履修者の自尊感情と他者軽視

	人数	構成比
自尊感情 A(高)	12 人	36.4%
自尊感情 B(平均)	15 人	45.5%
自尊感情 C(低)	6 人	18.2%
他者軽視 A(高)	2 人	6.1%
他者軽視 B(平均)	12 人	36.4%
他者軽視 C(低)	19 人	57.6%

表 3 PL 型授業履修者の有能感類型

	人数	構成比
全能傾向	2 人	6.1%
自尊傾向	25 人	75.8%
仮想傾向	0 人	0.0%
萎縮傾向	6 人	18.2%

表 4 FL 型授業履修者の自尊感情と他者軽視

	人数	構成比
自尊感情 A(高)	10 人	40.0%
自尊感情 B(平均)	9 人	36.0%
自尊感情 C(低)	6 人	24.0%
他者軽視 A(高)	0 人	0.0%
他者軽視 B(平均)	10 人	40.0%
他者軽視 C(低)	15 人	60.0%

表 5 FL 型授業履修者の有能感類型

	人数	構成比
全能傾向	0 人	0.0%
自尊傾向	19 人	76.0%
仮想傾向	0 人	0.0%
萎縮傾向	6 人	24.0%

表 6 LA 型授業履修者の自尊感情と他者軽視

	人数	構成比
自尊感情 A(高)	13 人	35.1%
自尊感情 B(平均)	15 人	40.5%
自尊感情 C(低)	9 人	24.3%
他者軽視 A(高)	2 人	5.4%
他者軽視 B(平均)	5 人	13.5%
他者軽視 C(低)	30 人	81.1%

表 7 LA 型授業履修者の有能感類型

	人数	構成比
全能傾向	2 人	5.4%
自尊傾向	26 人	70.3%
仮想傾向	0 人	0.0%
萎縮傾向	9 人	24.3%

### 3.2 予習時間の分析

予習時間についてはどの授業形態においても自尊感情や他者軽視による差は見られなかった。PL 型と FL 型は課題が予習課題となっているため予習時間の回答に迷った様子も窺えるため、LA 型授業の結果のみを表 8 に示す。なお、表 8 の数字は回答数の累計である。

表 8 LA 型授業の予習時間分析

	自尊感情			他者軽視		
	A	B	C	A	B	C
0 分	46	11	20	1	3	73
10 分程度	22	48	32	5	8	89
30 分程度	23	49	14	6	21	59
60 分程度	10	17	9	1	11	24
120 分程度	2	3	4	0	1	8
180 分以上	1	1	4	0	0	6

### 3.3 授業前の学習気分の分析

授業前の学習気分について質問した Q2 と Q3 ではいずれの授業形態でも同様の傾向が見られた。代表例として FL 型授業の結果を表 9、表 10 に示す。自尊感情の高いと学習前に積極的に学習できそうと感じたり、学習内容が理解できそうと感じたりしていることがわかる。マン・ホイットニーの U 検定でも自尊感情 A 群と B 群 C 群の間には有意水準 1% で有意差があり、自尊感情が高いと学習前に学習に向かう姿勢が保たれていることがわかる。一方で、他者軽視は学習前の気分には影響を与えていない。授業前の学習気分はこの科目の学習に対する自己効力感を問うものであり、自尊感情が高いほど学習に対する自己効力感が高くなる傾向があることを示している。

表 9 FL 型授業前の積極的学習気分

	自尊感情			他者軽視		
	A	B	C	A	B	C
全くそう思わない	0	0	1	0	0	1
あまりそう思わない	1	9	7	0	2	15
どちらともいえない	7	36	16	0	24	35
ややそう思う	55	33	13	0	43	58
とてもそう思う	18	4	2	0	11	13

表 10 FL 型授業前の学習内容理解予想

	自尊感情			他者軽視		
	A	B	C	A	B	C
全くそう思わない	0	0	0	0	0	0
あまりそう思わない	0	7	4	0	1	10
どちらともいえない	12	31	14	0	23	34
ややそう思う	48	36	18	0	40	62
とてもそう思う	21	8	3	0	16	16

### 3.4 課題実施時間の分析

課題実施時間については自尊感情や他者軽視による差異は認められなかった。回答分布の差が最も大きい FL 型の分析結果を表 11 に示すが、FL 型でも統計的に有意な差は見られなかった。学習前に感じた学習に対する予期は課題実施時間には影響を与えていないことがわかる。

表 11 FL 型授業における課題実施時間の分析結果

	自尊感情			他者軽視		
	A	B	C	A	B	C
やらなかった	0	0	1	0	0	1
30 分程度	8	7	6	0	6	15
60 分程度	39	47	21	0	43	64
120 分程度	22	22	9	0	24	29
180 分以上	12	6	2	0	7	13

### 3.5 課題学習に対する体感の分析

課題に積極的に取り組めたかどうかを示す Q5 は予習型である PL 型と FL 型では自尊感情や他者軽視による差異が見られるのに対し、復習型である LA 型では差異が見られない。一方で、課題体感を示す Q6 では PL 型と FL 型には自尊感情や他者軽視による差異

が見られないのに対して LA 型では差異が見られる。課題積極度は、自尊感情 A 群は B 群 C 群に対してマン・ホイットニーの U 検定でも有意水準 1% で有意差ありとなった。また他者軽視でも B 群と C 群は有意水準 1% で有意差ありとなっている。このことから、予習課題に積極的に取り組む姿勢には自尊感情が影響していることがわかる。他者軽視による差異は積極性に差があるということではなく、FL 型授業の履修者は萎縮傾向の学生が多いことから C 群の学生が自己評価で低めに回答していると考えの方が妥当性がある。LA 型授業における課題体感でも、自尊感情 A 群は B 群 C 群に対してマン・ホイットニーの U 検定でも有意水準 1% で有意差ありとなった。加えて、表 14 を見ると、大変さを感じている場合には課題実施時間が長くかかっている様子が見られる。LA 型では自尊感情による課題積極度に差がないことから、課題に取り組む集中度に自尊感情が影響し、結果として課題実施時間が長くなり大変さを感じるようになっていくと予想される。

表 12 FL 型授業における課題積極度の分析結果

	自尊感情			他者軽視		
	A	B	C	A	B	C
全くそう思わない	0	0	0	0	0	0
あまりそう思わない	1	9	4	0	1	13
どちらともいえない	5	25	12	0	15	27
ややそう思う	54	43	22	0	48	71
とてもそう思う	21	5	1	0	16	11

表 13 LA 型授業における課題体感の分析結果

	自尊感情			他者軽視		
	A	B	C	A	B	C
非常に大変	6	18	17	0	5	36
やや大変	22	37	24	3	10	70
普通	40	57	32	6	25	98
やや楽	24	10	5	2	2	35
非常に楽	12	7	5	2	2	20

表 14 LA 型授業での課題実施時間と体感

	やらなかった	30分程度	60分程度	120分程度	180分以上
非常に大変	2	3	6	12	18
やや大変	0	3	39	31	10
普通	7	28	50	31	13
やや楽	0	16	17	5	1
非常に楽	2	13	5	3	1

### 3.6 学習内容理解の分析

今週の学習内容が理解できたと感じる度合いを回答する Q7 の分析結果を表 15、表 16 に示す。PL 型と FL 型の予習型授業は同様の傾向を示したため表 15 には FL 型の分析結果を示す。自尊感情 A 群は B 群 C 群に対してマン・ホイットニーの U 検定で有意水準 5% で有意差ありとなった。一方で LA 型では自尊感情の高低による差が見られない。すなわち予習型授業と復習型授業による差が生まれている。予習が十分でないリアルタイム授業のディスカッションが上手く進まず苦勞するということが外発的動機付けとして作用していないと予想され、予習型授業では内発的動機付けと関連する自尊感情の高低が学習の質に影響を与えていると言える。一方で、復習型の授業では未提出が評価低下につながるということが意識しやすく外発的動機付けとして働くため自尊感情の高低にかかわらず学習を行うこととなり、理解度の差が生じていないと考えられる。対面授業では学習効果が高いとされる反転型授業であるが、遠隔授業の場合には必ずしも学習効果が高いとは言えないとの結果が得られた。

表 15 FL 型授業における学習内容理解の分析結果

	自尊感情			他者軽視		
	A	B	C	A	B	C
全くそう思わない	0	0	0	0	0	0
あまりそう思わない	0	10	3	0	0	13
どちらともいえない	10	22	6	0	19	19
ややそう思う	51	44	27	0	45	77
とてもそう思う	20	6	3	0	16	13

表 16 LA 型授業における学習内容理解の分析結果

	自尊感情			他者軽視		
	A	B	C	A	B	C
全くそう思わない	0	1	0	0	1	0
あまりそう思わない	8	10	4	0	5	17
どちらともいえない	23	27	8	0	28	30
ややそう思う	85	63	18	2	75	89
とてもそう思う	12	15	2	0	12	17

### 3.7 今の気分と相談の分析

Q8 は授業や課題とは切り離して今の気分に関して回答する設問になっている。また、Q10 は授業に関する質問ということではなく、大学生生活全般に関する相談の有無を尋ねている設問となっている。例として LA 型の分析結果を表 17～19 に示す。表 19 から相談の有無では個別相談したいと回答している履修者は萎縮傾向のある学生のみになっており、自尊感情も他者軽視も低い学生だけであることがわかる。表 17 を見るとわかるように、つらいと感じる状況には自尊感情や他者軽視による差がないにもかかわらず相談の有無に差がある。他者軽視が高い学生が援助要請を避けるという先行研究の結果も踏まえると、他者軽視が平均及びやや高い学生が相談できないことを示していると考えられる。また、自尊感情が高い学生も相談があると回答していない、これは相談したいことがないのではなく、自分で解決できると考えるためと予想される。ただし、表 17 を見れば自尊感情が高くても実際に一部の学生はつらい状況になっているわけであるから、頑張っ自分自身の力で耐えているわけであり、教員側からアプローチをしてフォローする必要性があると言える。

表 17 LA 型授業履修者の今の気分分析結果

	自尊感情			他者軽視		
	A	B	C	A	B	C
非常につらい	13	10	16	0	6	33
ややつらい	5	13	27	2	3	40
普通	47	80	37	10	27	127
やや元気	26	15	2	1	2	40
とても元気	13	11	1	0	6	19

表 18 LA 型授業履修者の個別相談したい悩みの有無

	自尊感情			他者軽視		
	A	B	C	A	B	C
ある	0	0	9	0	0	9
あるが今は大丈夫	2	4	8	0	2	12
ない	102	125	66	13	42	238

表 19 LA 型授業履修者の有能感類型別相談の有無

	自尊傾向	萎縮傾向
ある	0	9
あるが今は大丈夫	6	8
ない	214	66

#### 4. 討論

遠隔授業の科目選択時においては、有能感類型による授業形式の選択に変化は見られない。しかしながら、実際に受講中に回答した学習に対する自己効力感や自尊感情の高低で差がある。このことから、学生は学習内容で履修科目を選択しており、自分に合った授業形式かどうかでは履修科目を選択していないことがわかる。学習前の自己効力感が低いと、リアルタイム授業に接続することをためらうことが予想される。特にアクティブラーニング的な予習型授業では授業後の理解でも自尊感情の高低で差が見られる。本来、アクティブラーニングは積極的に学習行動を取れない学生を積極的に学習させる仕掛けであるが、遠隔授業の場合は接続しない、接続しても聞いていないなどの行動が可能になるため、授業形式の効果が上手く発揮されていないことが示唆される。自尊感情の低い学生に対する新たな学習方法を見つけるか、あらかじめ自尊感情の高低を測定しておき、該当学生を適宜教員がフォローしていく必要があると言える。加えて、予習型の遠隔授業では授業時間のディスカッションに向けて学習するという動機付けがあまり働かず、自尊感情の低い学生の授業外学習が短いという結果を示している。一方で従来のように講義を行なって講義に関連した課題を課す復習型の授業では、課題提出という外発的動機付けによって自尊感情の高低にかかわらず学習行動を行って理解しようとする様子が見られる。遠隔授業の場

合の学習動機付けについてはまだ研究の余地が多いが、課題が学習の動機付けとして自尊感情の高低に関わらず機能することはわかった。ただし、非常に短時間で課題を終え、かつ楽しかったと回答している学生も一定数おり、提出だけが動機付けになっていて、課題の理解に興味がない学生に対する対応方法は検討する必要がある。

辛い状況や困った状況になった場合に教員に援助を求めかどうかについては、先行研究と同様に他者軽視の高い学生が相談しない傾向にあることが明らかになった。加えて、自尊感情が高い学生も実際には辛い状況にあったとしても相談しないこともわかった。対面授業では生徒の様子を細かに観察して気になる学生に対して授業前後に雑談の形式で声をかけるということができたが、遠隔授業ではこのような声かけはゼミナールのような少人数授業でない限り難しい。相談窓口を設けても、学生側が援助要請の行動を起こさなければフォローができない。有能感類型をあらかじめ把握した上で、相談しない傾向のある学生には、LMS やチャットツールを活用して教員側から最近の様子を尋ねることや、相談したいことがないかを尋ねるなどのアクションを起こす必要がある。

#### 5. 今後に向けて

2021 年度は対面授業の割合は増えると思われるが、引き続き遠隔授業も実施されることが予想される。2020 年度入学生の中にはほとんどキャンパスに通学していない学生もおり、教員とのコミュニケーション不足から困ったときの援助要請に躊躇してしまうことが予想される。これは 2021 年度入学生も引き続き同じような状態になる可能性も高い。志望大学に向けて学習をして合格し自尊感情が高い状態になった学生が返って相談しにくくなるというのは皮肉な話である。また、これまで他者との比較で自尊感情を維持してきた他者軽視の高い学生は今回の調査対象者には少なかったが悩みがあっても相談できない状況に追い込まれることになると予想される。仮想的有能感尺度は 20 問と比較的短時間で回答できる尺度であるため、遠隔授業履修者フォローのための 1 つの有益な情報として活用できることを示唆する結果が得られており、履修者

単位だけでなく、学科単位、学部単位、大学単位で測定をして傾向を把握しておくことも有効と思われる。

## 倫理承認

本研究は東海大学「人を対象とする研究」に関する倫理委員会の承認を得て実施している。

## 参 考 文 献

- (1) 文部科学省: “大学における後期等の授業の実施方針に関する調査結果” (2020年9月15日)
- (2) 東京大学大学院教育学研究科 大学経営・政策研究センター(CRUMP): “第2回全国大学生調査(2018)第1次報告書”(2019)
- (3) 内田利広, 吉岡美和: “中学生の自尊感情と教師への信頼感との関連”, 京都教育大学紀要, No.137, pp.125-139 (2020)
- (4) 橋本剛: “援助要請と仮想的有能感の関連”, 日本心理学会, 日本心理学会第77回発表論文集, p.153(2013)
- (5) 速水敏彦, 木野和代, 高木邦子: “他者軽視に基づく仮想的有能感-自尊感情との比較から-”, 感情心理学研究, 第12巻, 第2号, pp.43-55 (2005)
- (6) 速水敏彦, 小平英志: “他者軽視に基づく仮想的有能感-自尊感情との比較から-”, パーソナリティ研究, 第14巻, 第2号, pp.171-180 (2006)
- (7) 廣瀬泰幸: “新卒採用基準 面接官はここを見ている”, 東洋経済新報社, pp.58-71 (2015)
- (8) 速水敏彦: “仮想的有能感の心理学”, 北大路書房, pp.8-12 (2012)

# WeChat のミニプログラムによる五十音学習の試み —中国人日本語学習者を対象として—

李佳憶  
名古屋大学

## Experimental Study on Learning Japanese Syllabary by WeChat Mini-program: Focusing on Chinese Learners of Japanese

LI JIAYI  
Nagoya University

### 概要

本研究は中国人日本語学習者が五十音を学習する際に、WeChat のミニプログラムを利用することによって学習意欲と学習効果に及ぼす影響について論じるものである。現在、中国では日本語自律学習者に関して学習意欲の低下や学習効果の低さといった問題が存在している。また、WeChat の拡張機能としてミニプログラムが設定されており、言語学習において頻繁に利用され、教育分野ではミニプログラムを活用した実践の試みがなされている。

そこで本研究では、中国人日本語学習者が五十音を学習する際、このミニプログラムの機能を利用することを考えた。そのための教材を開発し、ミニプログラムとして実装し、実際に学習者に利用してもらい、有効性を検討することを目的とする。

**キーワード:** 自律学習者、五十音学習、ミニプログラム、学習意欲、学習効果

## 1. 序論

### 1.1. 研究背景

情報化の発展に伴い、新しい情報メディアが各面で活用されている。特に、インターネットは急速に発展し、中国においてはインターネットの利用が教育を変貌させている。日本語教育の分野においても、SNS の利点を活かした様々な実践が行われている。

近年、中国では WeChat という SNS アプリケーションが広く使用されるようになった。WeChat は、多様なプラットフォームで使用可能であり、テキストメッセージや音声メッセージ、写真、動画などを用いた個人およびグループチャットの機能が提供されている。中国産業信息网（2018）は中国における WeChat のユーザー数は 10.4 億人に達していると述べている。特に若者の利用率は高いといえる。WeChat の拡張機能としてはミニプログラムが設定されており、言語学習において頻繁に利用されている。ミニプログラムとは、WeChat アプリケーションの傘下にあるインストール不要の軽量アプリケーションである。それは管理、配信、レビュー、賞罰機能を搭載している。

黎（2017）は、五十音は簡単に見えるが実は内容が雑多で学習負担が重く、また五十音の勉強は以後の日本語学習につながるため重要であると述べている。中国

では日本語自律学習者に関して学習意欲の低下や学習効果の低さといった問題が存在している。

近年 WeChat という LINE と類似の SNS アプリケーションが現れた。WeChat の拡張機能としてミニプログラムが設定されており、言語学習において頻繁に利用されている。ミニプログラムとは、WeChat アプリケーションの傘下にあるインストール不要の軽量アプリケーションである。それは管理、配信、レビュー、賞罰機能を搭載している。そのため、教育分野ではミニプログラムを活用した実践の試みがなされている。

そこで本研究では、中国人日本語学習者が五十音を学習する際、このミニプログラムの機能を利用することを考えた。そのための教材を開発し、ミニプログラムとして実装し、実際に学習者に利用してもらい、有効性を検討することを目的とする。

### 1.2. 言葉の定義

自律学習の定義について、研究者によって様々な見解が見られる。国立国語研究所（1998）の『日本語教育重要語 1000』では、「自律学習」が以下のように定義されている。

自律学習（autonomous learning）とは、「学習者自身が自己の学習に主体的に関わり学習を孤立化せず、教

授者や教材や教育機関などといったリソースを利用して行う学習」を言う。

(『日本語教育重要用語 1000』1998)

Holec (1981) の定義について、具体的に「学習の目的、目標、内容、順序、リソースとその利用法、ペース、場所、評価方法を自分で選べる」と述べている。すなわち自律学習とは、Plan (学習計画を立てる)、Do (実行する)、See (判断・評価する) といった PDS の学習プロセスを自分の意志で決めて実行し、管理することであると考える。

## 2. 先行研究

黎 (2017) は中国の大学における第二外国語とする日本語の授業の現状を報告して、日本語教育の問題を言及している。その結果、現在中国の大学における五十音学習の問題点に関することがわかった。五十音は簡単に見えるが、実は内容が雑多で、学習負担が大きいこと、授業時間以外にも学習者が学習できる学習手段を提供すべきであることを指摘している。また、WeChat グループを利用し、教師と交流できる環境、教師が学習リソースや学習課題などを配信できる学習環境づくりが必要であると述べている。さらに、新しい情報メディアを活用することで、日本語学習のコンテンツを拡充することが可能であり、豊富な学習リソースの提供することで、言語知識のみならず、日本文化や社会制度、食生活に関する理解を深め、学習者の学習意欲を促進させることが可能であるという。さらに、五十音の勉強は、それ以降の日本語学習につながるため重要であるという。

高木他 (2007) は学習者による問題作成およびその相互評価を可能とする協調型 WBT システムを利用することで、学習者同士のインタラクティブが向上し、その結果学習者の学習に対する姿勢や意欲に変化をもたらすことができることを明らかにした。試験の結果によると、WBT システムは学習者の学習効果が向上できることが分かった。

伊達他 (2018) は日本語教育において LMS を導入することで、学習者の自律学習が促進され、相互交流により学習者の学習効果が高められたことを示した。

李 (2018) は WeChat のミニプログラムを利用し、中学校の英語授業で反転授業を行った。そして、ミニプログラムの優位性に関して以下のように述べている。学習者はミニプログラムにより英語を学習する際に、ポートフォリオに類似で学習過程が記録できる。学習者のみならず、教師も学習者の宿題提出状況が把握できる。そのため、フィードバックするのも可能である。ミニプログラムの賞罰機能により、学習者は満足感が感じられ、内的動機付けが促進させ、学習者に

積極的に授業に参加させることが可能であると判明した。さらに、ミニプログラムを通じ、即時的に教師と交流できるため、学習者の不安な気持ちを抑えられる。

以上の先行研究から、LMS と WBT は日本語教育に使用され、学習効果を向上させることができ、自律学習が促進できることがわかった。しかし、筆者から見ると、このようなインタラクティブ性のあるシステムを五十音学習で利用した報告は少ないと思われる。そこで、本研究では WeChat のミニプログラムを五十音の学習に活用し、ミニプログラムのどのような機能が自律学習を促進できるのか、そしてそれが日本語学習にどのような影響を及ぼすのかに注目する。

## 3. ミニプログラムについて

### 3.1. 提供されている機能と期待される効果

ミニプログラムとは、WeChat アプリケーションの傘下にあるインストール不要の軽量アプリケーションである。インストール不要にも関わらず、機能面はアプリに劣らない。端末データの容量を気にせずに利用できるため、ユーザーは気軽に使用することが可能で、非常に高いユーザー体験を得ることができる。そのため数多くの人に利用されている。ミニプログラムを使えば、ID の申請と登録の必要がなく、WeChat の ID を直接登録することが可能である。

このミニプログラムでは主に管理、配信、レビュー、賞罰機能という 4 つの機能を利用することができる。

#### (1) グループ管理機能

ミニプログラムにより、学習者のグループを編成することができる。グループ管理機能はグループの編成や編集、削除などの機能が提供されている。編成内容は参加要求、人数、有効時間、賞罰制度や教授内容・流れなどの項目を含んでいる。この機能は、言語学習はもとより、ほかの分野にも利用できる。本研究ではこの機能により被験者でグループを編成し、五十音の学習を行わせる。

この機能を活用することで、学習者はすきま時間が活用することができる。教授者は有効時間を設定できるので、学習者に時間を意識させ、制限時間内に学習タスクを完成させることを促すことができる。それにより学習効率が高められると思われる。

#### (2) 配信機能

教師が提供、設定したコンテンツを配信することができる。文字、ビデオ、音声やリンクなど多くの種類のメディアが配信でき、豊富なコンテンツが提供できる。配信された内容は学習者側でポートフォリオの

ように利用できる。教授ビデオや宿題を容易に閲覧することができ、自身の学習過程を容易に振り返ることができるため、学習の達成感を感じやすく、学習意欲への効果が期待できる。

### (3) レビュー機能

教師は学習者が提出した宿題とコメントを閲覧でき、コメントを付けることができる。学習者は即時に教師のフィードバックがもらえるため、双方向のコミュニケーションが高められ、学習意欲への効果が期待できる。なお、教師のフィードバックを通じ、学習者は自分の発音を修正することができ、自分の発音は正しいかどうかを心配しなくなり、学習内容の定着を促進することが可能である。したがって、学習者の不安の感情を取り除くことができる。さらに、学習者間で交流できれば、1人だけで学習しているという感じがせず、クラスでクラスメートとともに学習する雰囲気を感じさせるのではないかと考える。学習者にとっては適量の拘束性により自律学習が促進させることができる。また「いいね」をすることにより学習者の満足感と自信を高める効果も期待できる。

### (4) 賞罰機能

教師は学習者の宿題に採点を付けることができる。この採点に基づき、グループメンバーがだれでも閲覧できるランキングが表示される。学習者は自分がグループメンバーの中でどの位置にいるのか確認できる。ランキングを気にする学習者にとっては学習目標を明確することが期待できる。またミニプログラムに参加する際に、無料または有料の参加方式が設定できる。有料の参加方式であればすべての学習タスクを達成できたら参加費が返却されるという設定ができる。逆に達成できなければ参加費が返却されないということである。また、返却されなかった部分の参加費は学習タスクを達成した学習者で分け合えることができる。学習活動の最後には終了証書を取得できる機能も提供されている。終了証書により、学習者は達成感と満足感を感じやすく、さらに努力し学習し続けようという気持ちを持つことが期待できる。

## 3.2. 五十音学習の概要

五十音学習の学習期間は8日に設定する。毎日2行ずつの仮名を学習し、濁音、拗音などの特別な発音も行う。学習者は連続した7日間、教師が配信した学習ビデオで学習し、宿題を完成し、提出する。図1の「3.実施」の「③学習内容、宿題の配信」～「⑥教師レビュー確認、学習者間レビュー利用」の手順は連続7日間の学習活動期間に毎日繰り返す。そして最後の8日目にテストを実施する。

宿題の内容は発音、書く練習の二つの内容が含まれている。提出物は発音練習の録音及び書く練習の成果を写した写真である。宿題の提出することで、学習者は学習内容を記録することができる。また、学習者に学習内容を練習させ、定着させることができる。そうすることで、学習者は短期間に五十音が把握でき、達成感を感じるため、学習意欲が維持できると考える。宿題について以下のような指示を学習者に提示した。

- ・教師によって配信された学習ビデオの内容を把握し、必要があれば、ノートにメモしてもいい。
- ・配信された録音を聞いてリピートする。単語を見てから、読んで録音する。録音はレビューにアップロードする。
- ・ノートに当日学習する仮名及び単語を書く練習する。書いたものを写真にとり、レビューにアップロードする。

## 3.3. 実施の流れ

本研究では、インストラクショナルデザインの「ニーズの評価と分析」「デザイン」「開発」「実装」「導入後の評価」の、5つの手順をもとに設計する。図1は五十音学習活動の流れを示したものである。図1の「3.実施」の部分はミニプログラムの提供機能により実施する。左側の部分は教師がミニプログラムにより実施する手順で、右側の部分は学生によって実施される。まず、①教師はミニプログラムを設置し、②学生はミニプログラムに登録する。学生が登録したら、五十音授業が始まる。また、③教師は当日の学習内容と宿題を配信する。④学生は配信された学習内容を確認し学習内容が把握できたら、宿題を完成させ提出する。そして、⑤教師は学生が提出した宿題を確認しフィードバックを行う。⑥学生は教師のフィードバックを確認し、必要なら返信する。ほかのグループメンバーの宿題にコメントをつけたり、「いいね」を押したりすることも可能である。連続7日間の学習活動期間に「③学習内容、宿題の配信」～「⑥教師レビュー確認、学習者間レビュー利用」の手順を毎日繰り返す。最後に、すべての五十音学習内容を終えてから、⑦～⑨テストを実施し、採点を行う。

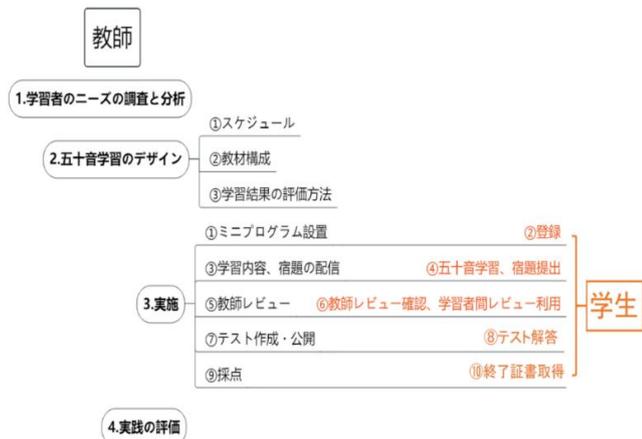


図 1. 五十音学習活動の設計

### 3.4. 開発した教材

本研究で使用する学習ビデオは筆者と同専門の姉とともにゼロ初級レベルの中国人日本語学習者を対象に自ら制作したものである。コンテンツには仮名の読み方、書き方、特殊発音、アクセントが含まれている。仮名 1 行あたり 1 つのビデオを作成し、それぞれの特発音の内容を合わせ、合計 16 個のビデオが用意されている。1 つのビデオは 5 分ほどで、短時間で簡単に五十音を把握することが狙いである。ここで、あ行、特殊発音の濁音を例として、学習ビデオの内容を詳しく説明する。図 2 に示す。

### 4. 検証方法

インターネットで初めて日本語を学ぶ中国人被験者を募集する。ミニプログラムを利用する学習グループ(以下 G1 とする)と、ミニプログラムを利用せず WeChat のグループトーク機能を利用するグループ(以下 G2 とする)に分ける。ミニプログラムを実施し、同じ期間に五十音を学習させる。学習終了後、アンケート調査、テストを行い、そのデータを収集し分析する。学習効果を検証するために G1 と G2 のテスト結果を比較する。G1 のテスト結果が G2 のテスト結果よりよければ、学習効果の有効性が示されるといえる。

アンケート調査は質問紙を用いて行った。質問紙は、学習期間中の被験者によるミニプログラム/WeChat の各機能の使用状況および使用による学習意欲に与えた影響に関してそれぞれ 27 項目で構成されている。それらの項目は ARCS-V モデルを参考にして、筆者が考えたものである。質問紙は以下のように設け、1. 非常に同意、2. 同意、3. どちらとも言えない、4. あまり同意しない、5. 全然同意しないの 5 段階で評価させた。

1. 一行の内容をすべて示す。注意すべきところを中国語で説明する。	2. 仮名の書き方を GIF で紹介する。
3. 絵または音を連結した連想法で仮名を導入する。	4. 片仮名を紹介する。(ほかの仮名も「あ」と同じ方法で説明する)
5. 仮名を一つずつ学習した後で、すべての仮名を再び展示する。発音を復習する。	6. 既習仮名が含まれている言葉を説明する。
7. 説明した言葉をすべて展示し、復習する。	8. 終わり

図 2. 仮名の説明方法

### 5. 第一期実験について

2020 年 2 月 21 日から 23 日まで、インターネットでゼロ初級レベルの中国人日本語学習者を募集した。合計 23 名の被験者が集まった。23 名の被験者には自由に G1 または G2 を選択させた。G1 は 10 名で、G2 は 13 名になった。

第一期実験の結果、ミニプログラムによって学習意欲が促進される可能性は示唆されたが学習効果に及ぼす影響については明らかにされなかった。また 2 つのグループの参加者は少なく、有効なデータも足りな

い状況になってしまい、実験結果の信頼性と妥当性が欠けている。さらに被験者に自由にグループを選択してもらったので、G1を選択した学習者が最初からG2の学習者より学習意欲が強いのではないかという疑問がある。最後、テストは学習者自身で解答したので、きちんとテストのルールを守ったか判断しにくく、既習者がいることによる影響、テストの結果の信頼性が低い恐れがある。以上の問題点と改善点を踏まえ、第二期実験を実施した。

## 6. 第二期実験について

### 6.1. 実験の流れ

2020年10月16日から第二期実験を実施した。今回はランダムにグループ分けを行うこととした。あらかじめ被験者にグループ分けの方法を説明し、許可を得たうえで、56名の被験者をG1とG2に分けた。その結果、G1は29名で、G2は27名の参加者となった。アンケート調査とテストの結果から、以下のことが明らかになった。

### 6.2. 実験の結果

#### 6.2.1. 学習意欲を引き出せる機能

アンケートに「どの機能が学習意欲を引き出せると思うか」という項目を設問し、被験者に回答させた。「先生のフィードバック」という機能を選んだ被験者は19人で、最も多い。つまり、ミニプログラムの機能の中で、被験者は先生にフィードバックをもらえることが学習意欲を高めるために最も役に立つと考えていることがわかる。また、約半数の被験者は宿題提出、採点、参加費返却の機能に対し、学習意欲の向上という側面で肯定的に捉えている。その一方で、「いいね」を選択した被験者は最も少なく、1人しかいなかった。

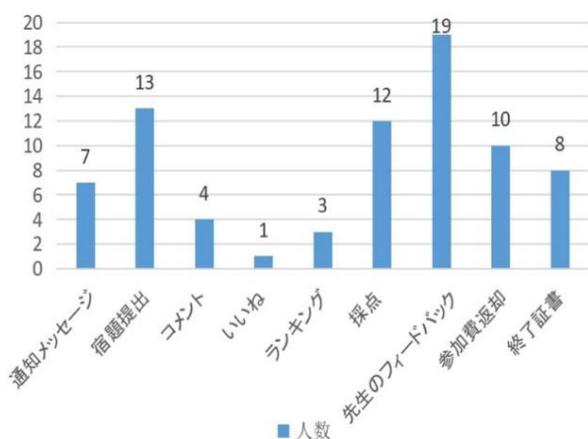


図3. 学習意欲を引き出せる機能

図4に第一期実験と第二期実験の「どの機能が学習

意欲を引き出せるかと思うか」という質問項目の結果の比較を示す。第一期G2の被験者にとって、5つの機能の結果に大きな差は見られない。そのうち、最も多く選択された機能は「先生のフィードバック」である。次に、「宿題提出」、「コメント」、「学習討論」の順になっている。図4が示すように両期とも「先生のフィードバック」を選択した被験者が最も多い。これは「先生のフィードバック」により、さらに勉強しようと感じた被験者が多いことを意味している。それゆえ、どのグループであっても、中国人日本語学習者は五十音を学習する際に、先生のフィードバックをもらうことで学習意欲が向上するといえる。特に、自律学習者にとっては先生のフィードバックを得ることで自身の発音が直すことができ、不安感を解消しやすくなり、徐々に学習意欲を引き出せてくるといえる。また、自律学習の過程での教師のファシリテーターの役割の重要性が強調するべきではないかと考える。

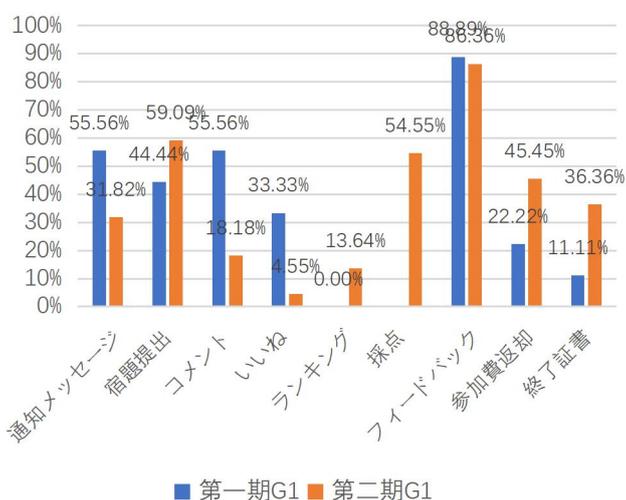


図4. 第一期と第二期G1の機能比較

つまり、ミニプログラムの機能の中で、被験者は先生にフィードバックをもらえることが学習意欲を高めるために最も役に立つと考えていることがわかる。自律学習者にとっては先生のフィードバックを得ることで自身の発音が直すことができ、不安感を解消しやすくなり、徐々に学習意欲を引き出せてくるといえる。自律学習者にとって、教師の指導が極めて重要であることがわかった。

#### 6.2.2. 配信機能について

被験者にミニプログラム/WeChat グループトークにより五十音を学習する際の、配信機能の使用状況、使用感および学習意欲への影響について評価してもらった。調査方法はアンケート調査と宿題完成度の調査に分けられている。

表1にG1の配信機能についての結果を示す。平均

値が最も高いのは項目「通知メッセージを非通知に設定した。」(平均値 4.77、標準偏差 0.53)である。ミニプログラムの被験者は五十音を学習する際に、ミニプログラムの通知メッセージをあまり非通知に設定していなかったことがわかった。2番目は項目「宿題を提出するときに、録音と写真まとめて提出するのは便利だと思う。」(平均値 4.68、標準偏差 0.48)つまり、ミニプログラムで宿題提出するのは非常に便利だと認識されていることがわかる。

表 1. G1 配信機能の結果

数値	項目番号						
	4	5	6	7	8	9	10
平均値	4.36	3.95	4.55	4.50	4.77	4.68	2.05
標準偏差	0.73	0.95	0.74	0.67	0.53	0.48	0.79

配信機能について G1 と G2 の間に差が見られる。この差が有意なものかどうかを確認するため t 検定を行った。

項目「通知メッセージを非通知に設定した。」G1 のほうが G2 より平均値が高かった。これは G1 の被験者のほうが G2 より通知メッセージを非通知に設定した人が少ないこと意味をしている。グループトークで誰でもメッセージを配信することができ、グループメンバーが多ければ多いほど通知メッセージが多くなる。そのため、多量の通知メッセージを受信することによって困っている被験者は非通知に設定すると考えられる。そうすると、教師によって配信された教授ビデオと宿題を見逃す可能性がある。そのことが、G2 の被験者の宿題の完成率に影響した可能性がある。さらに、学習意欲および学習効果に悪い影響を与えたと考えられる。

項目「宿題を提出するときに、録音と写真まとめて提出するのは便利だと思う。」は、G1 の平均値は G2 より高い。宿題の提出方法として、ミニプログラムの配信機能はグループトークより便利だということを意味している。

項目「宿題を投稿するときに、恥ずかしいと思ってあまり出したくなかった。」の平均値から見ると、両グループとも被験者は宿題を投稿する抵抗感を感じていなかったことがわかるが、両者の間には有意な差が見られ、G1 より G2 のほうが高かった。つまり、宿題を投稿する際に、ミニプログラムを用いることで、より被験者の抵抗感を減らすことができると考えられる。ミニプログラムで宿題を投稿する際に、被験者は自分のホームページに投稿するような感覚で投稿することができるため、抵抗感が抑えられたのではな

いだろうか。確かに、学習活動の一日目に、G2 に 2 名の被験者はグループトークで宿題を提出するのは恥ずかしいと思って、直接に教師個人に宿題を提出した。2 名の被験者にできるだけグループトークで宿題を提出すると説明した後、改めてグループトークで宿題を提出してくれた。

以上の結果から、ミニプログラムと WeChat グループトークの配信機能の間に相違が見られた。次に、配信機能の宿題完成度への影響を確認するため、両グループの宿題提出状況を調査する。

G1 は最後の宿題提出率は全体の 59% に達している。つまり、22 名の被験者のうち、半数が 7 日間に連続で宿題を提出し、すべての学習タスクを完成したのは半分あまり達している。G2 は G1 の提出率と同じく、次第に現象している。ただし、一日目から二日目に著しい減少を見せている。二日目以降、学習活動が進むにつれて、提出率は徐々に低下しており、最後の宿題提出率は全体の 42% にとどまっている。すなわち、連続 7 日間の学習活動に 19 名の被験者のうち、宿題を完成した人数は全体のわずか 42% である。

G1 と G2 の宿題提出率を比較すると、G1 の方は提出率が高い。このことからミニプログラムにより五十音を学習する際に、被験者の学習意欲が維持できる可能性があるといえるのではないだろうか。

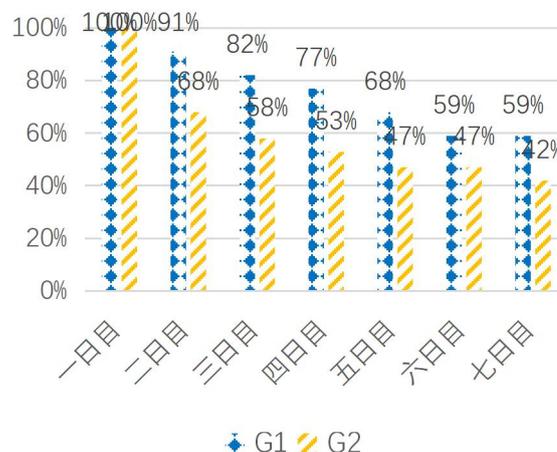


図 5. 宿題提出率

### 6.2.3. レビュー機能について

レビュー機能の調査方法は「コメント」、「いいね」の集計である。また G1 と G2 のアンケート結果も比較する。

#### (一)「コメント」の数

「コメント」の数を集計し、G1 と G2 の投稿回数を比較した。集計した結果を表 2 に示す。第一期実験の被験者はほとんど「コメント」を利用しなかったため、学習活動の一日目に「コメント」を使用するように呼

びかけた。

表 2. コメント数の投稿数

投稿時間	G1 の投稿回数	G2 の投稿回数
1 日目	4	1
2 日目	6	1
3 日目	3	2
4 日目	4	1
5 日目	6	1
6 日目	6	0
7 日目	5	0
合計	34	6

表 2 に G1 と G2 の被験者のコメントの時間と回数を示す。コメントの数のみ見ると、G1 のほうが圧倒的に多かった。コメントの投稿時間を見ると、G1 は 1 日目から 7 日目まで毎日投稿していたが、G2 は最後の 2 日間にひとつも投稿されなかった。G2 の被験者はどんどんコメントしなくなっていくことがわかる。このことから G2 の被験者の学習意欲が徐々に減っていった可能性があるのではないかとと思われる。

### (二) 「いいね」の数

「いいね」の使用状況を調査した。G1 には「いいね」の数を「いいね」を押した回数と「いいね」をもらった回数両方集計した。G2 には「いいね」機能がないため、「いいね」機能の代わりに褒め言葉、気に入る意味を表す表現を集計した。

G1 の 22 名の被験者のうち、9 名「いいね」機能を利用したことがある。また、22 名の被験者のうち、6 名の被験者は「いいね」を押したこともない、もらったこともないことがわかった。さらに、この 6 名のうち最後まで学習し続けテストに参加した被験者はわずか 1 名である。その他の 5 名の被験者は最後まで五十音を勉強できなかった。学習活動にあまり積極的ではなかったと言える。「いいね」機能の使用頻度によって被験者の学習意欲が高いかどうかを判断できるのではないだろうか。

G2 のグループトークでは、気に入る表現は一つしかなかった。それは一日目にある被験者が宿題を早く提出したことに対して他の被験者が「すごいな、はや」といったコメントである。

### (三) アンケート

被験者はミニプログラムにより五十音を学習する際、レビュー機能をどのぐらい使用しているか、レビュー機能は学習意欲へどのような影響を及ぼしたか、5 段階で評価してもらった。

レビュー機能についての全ての項目の平均値は 4.07 になっている。それによって、G1 の被験者は肯

定的に捉えていることがわかる。レビュー機能に項目「優れている宿題に「いいね」を押した。」、項目「ほかのグループメンバーの宿題にコメントをつけた。」は平均値より低い項目である。つまり、レビュー機能の「コメント」と「いいね」機能は被験者にあまり利用されていない考えられる。しかし、あまり利用されないが、項目「先生とグループメンバーに「いいね」を押してもらったり、ほめて認めてもらったり、やってよかったと思っている」の平均値は 4.33 である。そのため、被験者は「コメント」と「いいね」機能をあまり利用したくないが、コメントまたは「いいね」をもらうことで、被験者の満足感と自信感強化になると考えられる。平均値が最も高いのは項目「先生に即時的にフィードバックをもらうことによって、安心して自信を持つようになってきた。」であった。このことは、自律学習者にとって教師の指導が極めて重要であることを意味している。

### 6.2.4. 賞罰機能について

G1 の賞罰機能についてのアンケート結果を分析した。賞罰機能についての全体の項目の平均値は 4.42 であり、賞罰機能がよく利用され、学習意欲が引き出せたことがわかった。「参加費がもらえるようにもっと勉強しようと思った。」の平均値は最も低く、3.95 である。また、標準偏差は最も大きい。つまり、参加費に対する被験者の評価は大きな差がある。一部分の被験者は参加費が返還されるようにもっと頑張ろうと思ったが、一部の被験者はあまり参加費のことを気にしていないと言える。平均値が最も高いのは「先生の採点を確認した」(平均値 4.73、標準偏差 0.46) と、項「先生の採点により、もっと勉強しようと思った。」(平均値 4.73、標準偏差 0.46) であった。つまり、G1 の被験者にとって、教師の採点が学習意欲を高めることにつながったことが明らかになった。

賞罰機能のアンケート結果を見ると、第一期と第二期で同じアンケート項目の結果に差が見られたため、その差が有意なものかどうかを確認するため t 検定を行った。項目「先生の採点により、もっと勉強しようと思った。」は、第二期のほうが第一期より平均値が高い。これは第二期 G1 の被験者がミニプログラムの採点により、さらに勉強しようと感じたということの意味する。第二期の被験者には採点機能について紹介したことから、第一期の被験者よりさらに意識したことが考えられる。このことから、採点機能について確認することで、学習意欲の促進につながるのではないか。また、項目「自分のランキングの位置を確認した。」および項目「採点により表示されたランキングを見て、もっと頑張ろうと思った。」

は第二期のほうが第一期より平均値が高い。これは第二期の被験者は第一期よりきちんとグループ内の自らの位置を確認し、それを見てさらに頑張ろうと感じたことを意味する。第二期の被験者の人数は第一期より多いため、より競争を感じしやすと考えられる。そのため、ランキングにより学習意欲が高められたのではないだろうか。以上の結果から、賞罰機能を上手く利用することで、学習意欲が高められると言える。

## 7. テスト結果

7日間の学習活動が終了した後で、テストを行った。しかし、テストに参加するかどうかは被験者の自由であったため、参加した被験者は非常に少なかった。一部の被験者は最後まで学習できず、一部の被験者は「五十音の内容がまだ把握できていないため、テストに参加する自信がない」という理由でテストに参加しなかった。テストに参加した被験者は合計 15 名である。そのうち、G1 は 9 名で、G2 は 6 名である。

最後、テストの正答率の比較結果、G1 の三つのカテゴリーの正答率がいれず G2 のものよりも高いことがわかる。特に「聞く」では G1 の結果が G2 よりはるかに高い。そのため、ミニプログラムを利用した被験者は WeChat グループトークを利用した被験者のより高いことが明らかになった。学習効果を高めたと見える。

表 3. G1 と G2 テスト結果の比較

項目	書く		聞く		読む		合計	
	平均値	標準偏差	平均値	標準偏差	平均値	標準偏差	平均値	標準偏差
G1	83.13	10.89	91.8	6.2	95	9.26	89.98	6.9
G2	72.78	20.88	55.33	31.91	83.67	34.31	70.59	25.51

以上の結果、中国人日本語自律学習者は五十音を学習する際に、ミニプログラムを用いることで、学習意

欲と学習効果を高めることができることが示唆された。したがって、ミニプログラムの有効性を検証できた。

## 8. 今後の課題

本研究で中国人日本語自律学習者が五十音を学習する際、ミニプログラムを利用することによって学習意欲と学習効果を高められることがわかった。それにより、ミニプログラムの有効性が明らかになった。しかし、最後まで五十音学習を続けた被験者の人数は応募した被験者の人数より少ないことがわかった。つまり、途中で諦めた被験者も少なくないということである。このような被験者に対して、どのような方法で継続的な学習意欲を促進させることができるのかについてはまだ明らかにされていない。またアンケート調査から被験者は「コメント」、「いいね」をもらうことで自信感と満足感をもたらしたことがわかった。被験者に「コメント」、「いいね」機能を活用させる方法を考えるのは必要がある。

## 参考文献

- (1) 黎燕：“浅析二外日语教学现状与对策”、科教文汇（下旬刊）、2017年04期、pp.176-177（2017）
- (2) 国立国語研究所監修：“日本語教育重要用語 1000”バベル・プレス（1998）
- (3) Holec, H: “Autonomy and foreign language learning. Oxford, Pergamon Press. (1981)
- (4) 高木正則、田中充、勅使河原可海：“学生による問題作成およびその相互評価を可能とする協調学習型 WBT システム”、情報処理学会論文誌、Vol.48、No.3、pp. 1532-1545（2007）
- (5) 伊達宏子、渋谷博子、伊東克洋：“学習者の自律学習と相互交流を目的とした LMS の導入と実践”、東京外国語大学論集、No.96、pp. 267-280（2018）
- (6) 李子嫣：“基于微信小程序的翻转课堂的应用模式探究-以初中英语学科为例”（2018）

# 問題解決を学ぶゲームアプリの開発・評価

## —問題発見の重要性への理解に着目して—

高橋 B. 徹<sup>\*1</sup>, 高橋 聡<sup>\*2</sup>, 吉川 厚<sup>\*3\*4</sup>

\*1 実践女子大学, \*2 関東学院大学, \*3 東京工業大学, \*4 立教大学

## Developing and Evaluation of Game to Learn Importance for Problem Findings

Toru B. Takahashi<sup>\*1</sup>, Satoshi Takahashi<sup>\*2</sup>, Atsushi Yoshikawa<sup>\*3\*4</sup>

\*1 Jissen Women's University, \*2 Kanto Gakuin University, \*3 Tokyo Institute of Technology,  
\*4 Rikkyo University

Problem findings is important process on problem solving. However, novice learners do not understand it. We propose the game application to learn it. As an experiment result, the game application enables novice learners to learn importance on problem analysis. On the other hand, it cannot enable them to learn importance on evaluation.

キーワード: 問題解決, 問題発見, ゲームアプリ

### 1. はじめに

問題解決能力は社会で生きる上で重要なスキルである。問題解決能力の学習方法として代表的な方法は PBL (Project/Problem Based Learning) である。PBL は何らかの問題解決を実践することにより問題解決能力を身に着ける方法であり, 中央教育審議会でも PBL の導入が推進されている<sup>(1)</sup>。

本研究であつかう問題は正しいアプローチや正答が決められていない Ill-defined problems である<sup>(2)</sup>。また, 問題を解くために必要な情報が最初から十分には示されていない非明示的な状態である。我々は先行研究を基に 1) 目標を設定する; 2) 問題を分析する; 3) 解決策を決定する; 4) 解決策を評価する, という流れで問題解決のプロセスを整理した<sup>(3)</sup>。以上の問題解決のプロセスは多少の違いはあるが, 「問題発見」という問題は何であるかを特定することが重要視されている。

本稿ではこの問題発見をすることを中心に問題解決を考えることを『問題発見中心思考』と呼ぶ。問題発見は, 問題が非明示的であるがゆえに問題が何である

かを特定する必要があるため重要なプロセスである。適切に問題発見していない状態では効果的な解決策を考えることは難しい。問題発見のためには, 問題を分析することと, 解決策を評価することが重要である。表層的に見える問題を分析して構成する要素を理解することが問題発見に結び付く。ただし, 一度の問題分析では完全に問題の発見をすることは難しい。そのため, 発見した問題に基づく解決策をとりあえず実施し, それを評価し, その結果を問題発見の手掛かりにする。

しかしながら, 問題解決の初学者は解決策を中心に考えてしまう, いわば『解決策中心思考』であることが多い。先行研究<sup>(3)</sup>では座学で問題発見の重要性も含めた問題解決の講義を行ってから問題解決の課題を行わせたが, 解決策中心思考的なつまずきが多かった。例えば問題発見のために問題を分析する必要であるが, 十分に問題を掘り下げて考えることができていなかった。中には問題分析することなく解決策を決めてしまい, 目標にその解決策の実施を上げてしまっているものもあった。これが解決策の実施ありきで進めてしまう解決策中心思考的な考えである。また, 問題の分析はしたものの解決策に活かされていないパターンもあ

った。これは問題の分析をやるように言われたものの、その重要性を理解していないためと考えられる。中には問題の分析結果をひっくり返しただけのコインの裏表の関係の解決策を考えてしまっており、問題発見を軽視してしまっていると言える。PBLに関する報告<sup>4)</sup>でも、一部の問題のみを取り上げた解決策を立ててしまうという、十分に問題発見をされていない場合があることが指摘されている。

問題発見中心思考で考えられない原因の一つは問題発見を怠ると問題解決がうまくいかないことが十分に理解されていないためだと考えられる。PBLなどで問題発見を十分に行えば、ほかにより良い解決策が見つかって、より良い効果が得られる可能性はある。しかし、解決策中心思考的な考えで問題解決に取り組んだとしても、何らかの結果が得られてしまうため、問題発見することの重要性が理解できない。そこで、問題発見を怠ったために問題解決が明確に失敗したという経験をさせる必要がある。

ただし、問題解決学習の代表であるPBLは時間的なコストがかかるという問題がある。ゆえに、くり返し実施することは難しく、問題発見を怠って問題解決が失敗するという経験を何度も積むことは難しく、それにPBLの機会を使ってしまうのももったいない。また、近年はオンライン授業が注目されているが、PBLはオンラインではコミュニケーションがとりづらく議論が深まりづらく、初学者が問題発見中心思考で議論を深めることは難しいと考えられる。これらを解決するためには、それぞれのPBLを実施する前に各々が問題発見中心思考になっていることが望ましい。

そこで、本研究ではゲームにした問題解決ゲームアプリを提案する。このゲームアプリは問題発見の重要な工程を含んでおり、ここを怠るとゲームをクリアできず、十分にそれを行うとゲームをクリアできるという仕組みになっている。これを問題解決の初学者が一人でくり返し取り組むことによって、問題発見の重要性を理解し、問題発見中心思考になると考えられる。

本稿では問題解決ゲームの要件をいかに策定し実装したかを示し、実験にて問題解決ゲームの評価を行う。

## 2. 関連研究

ゲームを使った学習方法の分野としては、ゲーミングと呼ばれるものやシリアスゲームが挙げられる。これらは講義や本だけでは理解や修得が難しい学習対象への学習方法として利用される。特にビジネス分野のような、特定の文脈の中での意思決定の方法や難しさを学ぶ方法として多くの研究がされている。問題解決もある文脈の中でどのように進めるかの意思決定を行うので、ゲーム上で問題解決の文脈を再現することで学習することが可能であると考えられる。

ゲーム用に学習対象をモデリングする際には必ずしもすべてをモデリングする必要はなく、学習がしやすいように単純化してモデリングする必要がある。例えば、数値分析を含めた必要なスキルを身につけるには定量的ゲームを行い、経営戦略策定やプロジェクトマネジメントの意思決定のスキルを身につけるのであれば言語的定性的ゲームを行う<sup>5)</sup>。定量的ゲームでは数値的なレベルまでモデリングを行っており、ゲームには数値分析が要されるため、プレイヤーはそのようなスキルを身につけることができる。一方で、言語的定性的ゲームでは数値的なモデリングは行わず（少なくともプレイヤーからは数値的な要素は見えづらくなっている）、プレイヤーは「〇〇をする」といった選択のみを行う。こうすることで数値的な問題ではなく意思決定の問題に焦点が向くため、それに関連するスキルを身につけることができる。

本研究でも、問題解決のなかでも今回は問題発見の重要性の理解であるため、具体的に解決策を考える点などは簡単なモデリングを行い、問題発見の流れに学習者の注目が向くようにする。

## 3. 問題解決ゲーム

本章ではまず問題発見の方法を概観することで問題発見思考にはどういった視点が必要であることを示す。そのうえで、問題発見の学習に必要な要素を決定し、問題解決ゲームの要件について説明する。

そして、要件に基づき問題解決ゲームをいかに実装したかを示す。

### 3.1 問題解決ゲームの要件

問題解決ゲームは疑似的に問題解決を実施することで問題発見の重要性を理解するためのものとする。そのため、問題解決ゲームの要件として以下の仕組みを入れる必要があると考える：1)目標を大きくとる必要がある、2)問題をタテに分析する必要がある、3)問題をヨコに分析する必要がある、4)問題をひっくり返しただけの解決策では解決に結び付かない、5)解決する問題と対応した解決策を実施する必要がある、6)解決策を評価することで問題発見を効率的に行える、7)具体的な評価方法を行う事でより具体的な評価結果を得る。

1)は目標を最初から解決策の実施で考えてしまうと、分析範囲が狭まり十分な問題解決が行えなくなるというものである。分析範囲が狭まり、十分な問題発見ができなくなるという経験をさせることで、目標を最初は大きく見ることが重要であることを学ばせる。

2)と3)は、タテとヨコの分析が問題発見に必要であることを学ばせるためのものである。これらの分析を十分に行わないと問題発見も不十分となり、結果として問題解決できないという経験をさせることで、これらの必要性を理解させる。問題の分析では『問題のタテの分析』と『問題のヨコの分析』という考え方が重要である。問題のタテの分析とは問題の原因を掘り下げる考え方である。掘り下げることによって根本的な解くべき問題を見つける必要がある。タテの分析の代表的な手法になぜなぜ分析がある。対して、問題のヨコの分析とは問題の原因を網羅的に考える方法である。問題を引き起こしている原因は一つではなく複数存在する場合がある。そういった複数の原因の可能性を探り、それらをすべて解決しないことには問題解決には結び付かない。このタテとヨコの分析を組み合わせた方法としてイシューツリーがある。これは問題をツリー状にタテとヨコに分析する手法である。2)と3)はこのツリー状に分析する考え方を理解させるものである。

4)は問題をひっくり返しただけの解決策では問題が解決できなくなっているというものである。ひっくり返した解決策は有効ではなく、問題を分析してひっくり返しただけの解決策が有効でない理由に気づかせることで必要性を理解させる。この問題をひっくり返

しただけの解決策というのは解決策中心思考の初学者がつかずきやすい問題の一つである。

5)は問題を発見するだけでなくそれに基づいた解決策を選ばなくてはならない。問題が何を意味しているかを理解しないと、必要な解決策を選ぶことができない経験から、問題発見と解決策の関係を理解させる。解決策中心思考の初学者は問題を発見しても、結局それを活かさずに解決策を考えてしまうことがあるため、この要件も必要である。

6)は、解決策を評価することが問題発見をするための糸口となり効率的に進めることができるというものである。プロジェクトの改善方法として有名なPDCAにおいても評価は重要な位置づけとなっている。実施したものに対して評価を行い、その結果に基づき改善を行うという事を繰り返すことでより良い結果を目指す。ゲームアプリにおいても評価の結果が問題発見に役に立つような仕掛けを入れることで、評価の重要性を理解させる。

7)は、評価は具体的に行うことで、より具体的な評価結果が分かり、それに合わせた問題発見が可能になるというものである。これは具体的な評価のほうがより具体的な評価を得られるようにすることで、抽象的な評価方法と具体的な評価方法の差について理解させるものである。

### 3.2 問題解決ゲームの実装

問題解決ゲームは、ある問題を含むシナリオが与えられ、その問題を解決していくものである。問題解決ゲームはターン制で進むゲームであり、各ターン内で「目標設定」「問題分析」「解決策決定」、「評価方法設定」を行い、さらに「問題解決実施」を行うことで、そのターンが終了する。有効な解決策の組み合わせを選んで「問題解決実施」を行えばゲームクリアとなる。

「目標設定」では与えられた目標の中から一つを選ぶ。これは各ターンで1回しか変更することができない。設定した目標によって次の問題分析を行える範囲が変わる。「問題分析」では、ツリー状に表現された問題を分析していく。「分析」を行うことで以下のいずれかが行われることになる:「問題がタテに分析され新たな問題が発見される」、「問題がヨコに分析され新たな問題が発見される」、「問題が複数の側面で分類される」

「何も問題が発見されない」。

最初のターンでは問題分析の前に必ず目標設定を行い、それに対応した問題が一つだけ表示されている。

それを選択して「分析」を行うことで、その問題が起きた原因が新たな問題として発見される。この分析はタテの分析を行ったことになる。また、一度分析した問題を再びもう一度分析すると、すでに発見している問題とは別の原因が発見されることがある。この分析はヨコの分析を行ったことになる。ほかに問題を分析した時には、問題を複数の側面で分析できるようにする「食事」を「朝食」、「昼食」、「夕食」に分ける「分類」が行われることがある。それ以上、その部分に問題がなければ何も問題が発見されない。問題が発見されると、それに関連した解決策や評価方法が思いつくことがあるという設定になっている。1ターンに可能な分析の回数は限られており、学習者は問題があるような部分を見極めて進めないと、ターン数が多くかかってしまう。

「解決策決定」では、問題分析で発見された解決策を選択する。選択された解決策は「問題解決実施」を行うことで実行されることになる。選択できる解決策は  $n$  個であり、最終的に選択しなければならない正解の解決策の数も  $n$  個である。選択した解決策の組み合わせが正しいかは「問題解決実施」を行うことで判定されるが、分かるのはゲームクリアなのか、そうでないのかのみである。

そこで重要なのが評価方法である。「評価方法設定」では、問題分析で発見された評価方法を選択する。選択された評価方法は、「問題解決実施」を行った時に解決策によって解決されているかの評価に使われる。抽象的な評価方法は広い範囲の問題を評価することができるが、具体的な評価範囲は狭い範囲の問題しか評価することができない。一方で、評価からわかるのは問題が解決されているかのみで、どの解決策が良いのか悪いのかは分からない。例えば体重を減らすために「ランニングをする」という解決に対して、「消費カロリーが多いかを評価する」の評価結果から問題が解決されていないということが分かっても、それがランニングに問題が残っているのか、別のところに問題に残っているかは分からない。「ランニングを続けているかを評価する」は評価できる範囲は狭いが、ランニングに問

題が残されているかをはっきり評価するためには良い。

このゲームが先に挙げた7つの要件をいかに実装しているかを述べる。

「1)目標を大きくとる必要がある」については、目標設定と問題分析の仕組みにて実現する。例えば、大きい目標として「体重を減らす」と、小さい目標として「消費カロリーを増やす」を考える。目標設定で「消費カロリーを増やす」を選択すると、問題分析は「消費カロリーが多い」から始まる。一方で、「体重を減らす」を選択すると、問題分析は「消費カロリーが多い」を内包する「体重が多い」から始まる。

「2)問題をタテに分析する必要がある」、「3)問題をヨコに分析する必要がある」は問題分析の仕組みで実現する。このゲームの問題分析はツリー状に進むため、タテの分析とヨコの分析から構成されている。

「4)問題をひっくり返しただけの解決策では解決に結び付かない」は問題分析の早い段階と解決策の仕組みにて実現する。問題分析の浅いうちに思いつく解決策は問題がひっくり返しただけの解決策になっており、すべて正解の解決策ではないように設定されている。

「5)解決する問題と対応した解決策を実施する必要がある」は問題分析と解決策の仕組みにて実現する。解決策は1ターンで実施できるものには限りがあり、適当に選択することはできないため、問題分析結果をよく読んで、どの解決策が有効であるかを考える必要がある。

「6)解決策を評価することで問題発見を効率的に行える」は評価方法の仕組みにて実現する。解決策は実施するだけでなく評価をしないと選択した解決策が正しいのかが分からないようになっている。また、どの範囲に未解決の問題が残っているかなどもわかるため、評価結果を読み解くことで、問題解決を効率よく進められるようになっている。

「7)具体的な評価方法を行う事でより具体的な評価結果を得る」も評価方法の仕組みにて実現する。これは先にも述べた通り、具体的な評価方法を選択することにより、より具体的な部分に注目した評価結果を得られるようになっている。問題の所在を探るには抽象的な評価方法だけでなく、このような具体的な評価方法も選択しないと効率的に問題が発見できないようになっている。

## 4. 実験

実験にて問題解決ゲームの効果について評価を行う。評価については以下の3つの観点で考える：i) 問題解決ゲームの仕組みを理解できたか、ii) 問題発見の重要性を理解できたか；iii) 問題発見を実践に移すことができたか。

まず、問題解決ゲームの仕組みを理解できていないと学習には結び付かないと考えられるため、仕組み自体が理解できたかを評価する。次に、問題解決ゲームの理解だけでなく、実際の問題解決の問題発見の重要性について理解できたかを評価する。最後に、問題発見の重要性を理解できたかだけでなく、問題解決を行う際の行動にまで反映することができたかを評価する。

### 4.1 実験方法

実験は以下の手順で行う：(1) 問題解決に関する座学、(2) 問題解決の実践(1回目)、(3) 事前アンケート、(4) 問題解決ゲームの実施、(5) 問題解決の実践(2回目)、(6) 事後アンケート。

(1)の座学では基本的な問題解決の考え方やツリー状に分析する方法について説明を行う。(2)では問題解決の実践として、目標、問題の分析、解決策の決定、評価方法の決定を行わせる。問題解決のテーマは自身で決めさせる。問題の分析ではツリーを使って分析を行わせる。(3)では座学で学んだことや問題解決の実践を行ったうえでの、問題解決への意識についてアンケートを行う。(4)では評価対象となる問題解決ゲームを実施させる。問題解決ゲームの課題として3つを出題する。(5)では2回目の問題解決の実践として、1回目の問題解決で実施した内容の修正を行わせる。(6)では問題解決ゲームのことや、問題解決への意識についてアンケートを行う。

「i) 問題解決ゲームの仕組みを理解できたか」の観点については、(6)事後アンケートにて評価を行う。評価は、問題解決ゲームの要件として挙げた1)から7)の仕組みについて気付いたかで評価を行う。また、問題解決ゲームが難しかったかについても7段階で評価する。これは仕組みの理解を直接評価するものではないが、ゲームとして難しすぎることで、問題解決の理解を妨げる可能性があるため評価を行う。

「ii) 問題発見の重要性を理解できたか」については(3)事前アンケートと(6)事後アンケートで評価する。まず、「問題解決のゲームで問題解決について学べましたか？」を7段階で答えさせる。これは本人の意識として問題解決ゲームから問題解決のことが学べたという実感があるかという基本的な確認を行う。次に、事前アンケートと事後アンケートの両方で、問題解決の6つの要素として「目標を考える」、「問題をタテに考える」、「問題をヨコに考える」、「解決策を考える」、「評価方法を考える」、「評価結果を読み解く」を挙げて、これらに対して重視するものを順位付けさせる。この問いについて、事前アンケートと事後アンケートを比較したときに「解決策を考える」が相対的に下がっていれば解決策中心思考から問題発見中心思考になったと考えられる。最後に事後アンケートの自由記述で「問題解決について重要なのはどうすることか？できるだけ具体的に説明してください。」と尋ねている。ここで書かれた内容を分類して、解決策のことよりも問題発見に関することが多く書かれていたら、これも問題発見中心思考になっていると考えられる。

「iii) 問題発見を実践に移すことができたか」については(6)事後アンケートと、(2)問題解決の実践とそれを修正する(5)2回目の問題解決の実践の結果で評価を行う。事後アンケートにおいて2つの自由記述の質問「あなたが作成した問題解決を修正する前に、あなたが行った問題解決のやり方についてどのような部分に問題があった、あるいは改善ができると考えたかを説明してください。」と「あなたが作成した問題解決を修正するときに検討したことを記述してください(実際には修正を行わなかったものも含め)。なぜ、そのような検討を行ったかも説明してください」を尋ねる。この記述で問題発見について多ければ1回目の実践よりも2回目の実践を行うときに問題発見中心思考になっていると考えられる。また、実際に2回目の問題解決の実践で行った内容を評価し、問題発見中心思考的な取り組みができているかも評価する。

### 4.2 実験条件

実験参加者は学部3年生、4年生、修士1年の大学生11名である。いずれの実験参加者も問題解決については多少学んだことがある程度である。

### 4.3 実験結果

「i) 問題解決ゲームの仕組みを理解できたか」の観点に関する結果を表1, 図1に示す. 表1には, 事後アンケートにて尋ねた, 問題解決ゲームの要件として実装した仕組みについてどれほどの実験参加者が気づいたかを示す. 図1には, 実験参加者に事後アンケートで難易度について尋ねた結果を示す.

次に「ii) 問題発見の重要性を理解できたか」についての観点に関する結果を示す. 図2に「問題解決のゲームで問題解決について学べましたか?」の回答の平均を示す. 図3には問題解決の6つの要素の順位付けの事前アンケートと事後アンケートの平均を示す. 「解決策を考える」の順位の下がり方に対して, 評価に関する「評価方法を考える」と「評価結果を読み解く」が順位を上げていることが分かる. 解決策に対する評価に関する二つの項目についてその順位の変動差をウィルコクソンの順位和検定を行ったところ有意差が確認された. つまり, 問題解決ゲームを実施した結果, 相対的に解決策を決めることの重要度は下がり, 評価方法の重要度は上がっているといえる. 問題分析に関する2つについては事前アンケートも事後アンケートも順位が高いため, 変動は確認することができなかった.

表1. 要件に基づくゲームの仕組みの理解の割合

1. 目標は大きくとる必要がある	72.7%
2. 問題をタテに分析する必要がある	90.9%
3. 問題をヨコに分析する必要がある	90.9%
4. 問題をひっくり返しただけの解決策では解決に結び付かない	54.5%
5. 解決する問題と対応した解決策を実施する必要がある	90.9%
6. 解決策を評価することで問題発見を効率的に行える	81.8%
7. 具体的な評価方法を行うことでより具体的な評価結果を得る	81.8%

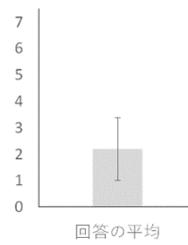


図1 問題解決ゲームの難易度の評価 (数値が低いほど難しい)

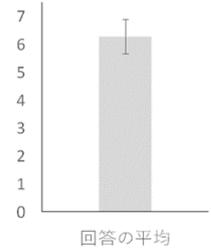


図2 「問題解決のゲームで問題解決について学べましたか?」の回答の平均

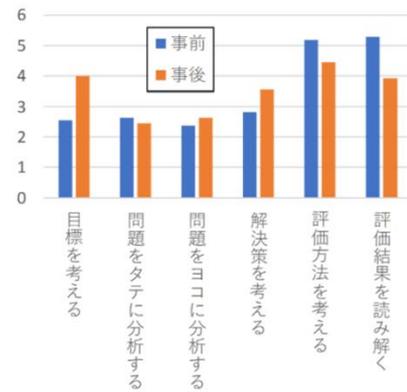


図3 問題解決の要素の順位付けの変動 (順位なので低い方が重視しているということになる)

表2 事後アンケート「問題解決において重要なのはどうすることか?できるだけ具体的に説明してください。」でそれぞれの項目に言及のあった実験参加者の割合

目標	0.0%
問題分析	90.9%
解決策	0.0%
評価	36.4%
問題と解決策の対応関係	27.3%

表3 修正に関する2つの自由記述でそれぞれの項目について言及があった実験参加者の割合

目標	27.3%
問題分析	81.8%
解決策	45.5%
評価	27.3%

表 4 修正した実験参加者の割合

目標	27.27%
問題分析	72.73%
解決策	90.91%
評価	36.36%

「iii) 問題発見を実践に移すことができたか」に関する結果を示す。表 3 に問題解決の実践についての 2 つの自由記述の質問、自身の 1 回目の問題解決に関する問題と改善に関する質問と修正を検討した内容に関する質問についてそれぞれの問題解決の項目について言及内容を分類し、実験参加者が答えた割合を示した。

そして、表 4 には修正内容を確認して、実際に修正を行われていた割合を示す。目標は 3 人が修正を行っているがうち 2 名は目標を増やしている、結果的に意味が分からなくなってしまっている。問題分析は 72.73% の実験参加者が修正を行っている。修正の仕方はツリー分析を整理したり、タテやヨコの分析を増やしたり、1 名についてはほぼ一から作り直したのものもいた。特に問題分析の修正を行ったすべての実験参加者がその修正内容に合わせて解決策も修正を行っている。評価については、修正した実験参加者は多くはないが修正したものの中には増やした解決策に合わせて評価方法を増やしている。一方、27.27% の実験参加者は初めの時点で評価方法を捉え間違えており、それは問題解決ゲームを行った後でも改善が見られなかった。

## 4.4 考察

### 4.4.1 問題解決ゲームの仕組みを理解できたか

目標を大きくとることに 대해서는 やや低い結果となっている。これは事前に目標を大きくとることが必要という教示を行ったため、最初から正解の目標を選び取ることができている。仕組み自体に気づけなかったためだと考えられる。目標の仕組みに気づかせるには紛らわしいものも含めて難易度を上げる必要があると考えられる。

問題をひっくり返しただけの解決策では解決に結び付かないという仕組みは最も気づかれなかった。この原因は、こういった解決策が出てくるのは問題分析

の最初期の間だけであるため、多くの実験参加者はあまり意識しなかったためだと考えられる。

問題解決ゲームの難易度はかなり難しいという評価になった。実際に実験参加者はかなりの時間がかかり、課題が解けないというケースもあった。実験参加者は最後まで取り組もうとしたが、実際の学習の場合は高い難易度が原因でモチベーションが続かなくなる可能性もある。そのため、段階的に難易度を上げていく必要があると考えられる。

以上より、概ね問題解決ゲームの仕組みについては理解されたと考えられる。ただし、目標の難易度や、全体の難易度については改善する余地があるものと考ええる。

### 4.4.2 問題発見の重要性を理解できたか

問題解決への理解できたという実感は得られたことは選択式のアンケートの結果からわかる。また、各工程の重要度の評価は、評価方法に対して解決策が相対的に下がっていることが分かる。これは問題解決ゲームの前よりも、後の方が問題発見中心思考に近づいたことを示している。ただし、問題分析に関しては、事前の教示でも重要という説明をしたため元から高い値になっていたため、変化は確認できていない。一方で、問題解決において重要なことを自由記述で書いてもらったものでは、ほとんどの実験参加者が問題分析の重要性に触れている。逆に解決策が重要であると記述した実験参加者は一人もいなかった。この点においても問題発見中心思考になっていることが確認できる。

一方で、重要度では評価方法は相対的に上昇がみられたものの、記述では 36.4% に留まっている。これは評価が重要であるという実感は得たものの、その効果などをうまく説明できないからという可能性が考えられる。

つまり、問題解決ゲームは問題解決への理解を深め問題解決発見思考の重要性が理解できるようになった一方で、評価方法についての理解は不十分である可能性がある。

### 4.4.3 問題発見を実践に移すことができたか

目標について修正を考えた実験参加者は少なく、修正しても内容に誤りがあるものがあつた。先の問題解決ゲームの仕組みの理解と合わせて考えると目標に関しては、このゲームでは十分に学べていない。

問題分析については多くの実験参加者が修正の対象として考えており、割合はやや下がるものの実際に修正が行われていることが確認できている。このことから、問題分析については理解だけではなく、実践を行う事もできているといえる。

解決策については、修正をするという記述は半数ほどである一方で、実際の修正はほとんどの実験参加者が行っている。この原因は解決策の修正については触れていないものの、問題分析を修正したすべての実験参加者が解決策も修正しているためである。これは問題の分析をただそれ単独のものと考えず、問題解決の過程の中で、問題分析の結果を活かして解決策を考えるということができているためであると考えられる。

評価方法については、修正しようとしたものも実際に修正したものも少なかった。そのうえ、修正したものの中には誤ったものもあった。つまり、評価方法は実践に移すほどの効果はなかったと考えられる。

問題分析やそれに基づく解決策の変更などの問題発見中心思考的な行動を実践することができた一方で、目標や評価については実践では十分な効果が確認できなかったといえる。

#### 4.4.4 まとめ

問題解決ゲームによる問題発見中心思考的な学習効果として、問題分析には効果があったと考えられる。問題分析はこのゲームの中心でもあるため、ゲームの仕組みは理解された。そのうえに問題解決においても問題分析が重要であることも理解された。そして、実践においても問題分析に関する行動をとり、それに基づいて解決策を考えるなど問題解決の中で活かすこともできるようになっている。

一方で、重要な要素である評価方法については、重要であることは理解されつつも、それを問題解決の中でどのように重要であるかはあまり説明されなかった。そのうえ、実践においても検討したものは少なく、誤った記述をしたものもいた。以上から、評価方法については問題解決ゲームでは十分な効果を上げることができなかつたと考えられる。また、目標については、今回のゲームの中ではあまり影響があった実験参加者が少なかったこともあり、理解や実践においても効果は確認できなかった。

つまり、問題解決ゲームは問題発見中心思考になる

ためのものとして考えると、問題分析については効果があったが、それ以外の評価方法や目標については不十分であったといえる。

## 5. おわりに

本稿では、問題解決の初学者を問題発見中心思考にするための方法として問題解決ゲームアプリを提案した。実験結果として、問題分析については重要さの理解や実践での実施が確認できたが、同様に問題発見において重要な評価や目標については十分な理解に結び付かなかった。

今後は、評価方法についてはこの問題解決ゲームとは別に、評価を中心に据えたような問題解決ゲームの開発も検討する。また、本稿は問題発見中心思考にすることを目的としており、その実践での質については対象としなかった。今後は実践での質の向上を目指す学習方法についても検討していく。

## 参考文献

- (1) 文部科学省：“学士課程教育の構築に向けて（審議のまとめ）”，  
[http://www.mext.go.jp/component/b\\_menu/shingi/tou shin/\\_icsFiles/afiedfile/2013/05/13/1212958\\_001.pdf](http://www.mext.go.jp/component/b_menu/shingi/tou shin/_icsFiles/afiedfile/2013/05/13/1212958_001.pdf)  
(2008) (2021年2月確認)
- (2) Holyoak, Keith J.: "Problem solving", *Thinking: An invitation to cognitive science 3*, MIT Press, pp. 117-146 (1990)
- (3) Takahashi, Toru B.: "Analysis of Problem-Solving Processes", *Innovative Approaches in Agent-Based Modelling and Business Intelligence*, Springer, pp. 221-235 (2018)
- (4) 東海Aチーム：“アクティブラーニング失敗事例ハンドブック”，<https://www.hedc.mie-u.ac.jp/pdf/ALShippaiJireiHandbook.pdf>, (2014)  
(2021年2月確認)。
- (5) 白井宏明：“ビジネスゲームの最前線 (<特集> ビジネスが創発する人工知能と人工社会).”，*人工知能*, 30(4), pp.409-416(2015)