

## も く じ

■開催日時：3月17日（土） 10:00 - 16:40

於：畿央大学（奈良県北葛城郡）

■テーマ：「初等教育とプログラミング／一般」

- 1) 図解を入力とした設計書作成とプログラミングによる文書作成教育-----1  
○藤田悠（長野工業高等専門学校）
- 2) 動画とプログラミングを活用した数学の授業について-----9  
○高木和久（高知工業高等専門学校）
- 3) プログラミング的思考の育成を目指した小学校における教科横断的なプログラミング教育の実践-----15  
○尾藤菜摘（東京学芸大学），後藤勝洋（渋谷区立西原小学校），森本康彦（東京学芸大学）
- 4) プログラミング課題自動チェック機構を活用した演習課題の分割と事前学習化の試み-----21  
○伊藤恵（公立はこだて未来大学）
- 5) 情報系ロールモデルとなる外部講師の講演を通じた学生のキャリア形成の意識調査-----29  
○山川広人，小松川浩（千歳科学技術大学）
- 6) 情報倫理教育における協調的学習の効果 —情報倫理に関わる行動・判断への影響—-----35  
○河野稔（兵庫大学）
- 7) 遠隔プレゼンテーションに対する BGM の効果とその検証-----41  
○奈良緑（早稲田大学），米谷雄介（香川大学），谷田貝雅典（共立女子大学），  
木下涼（電気通信大学），永岡慶三（早稲田大学）
- 8) コメント同期型サイト及び絵文字を利用した自己反省を促すプレゼンテーション評価方法の提案-----49  
○柏瀬理沙（早稲田大学），木下涼（電気通信大学），谷田貝雅典（共立女子大学），  
米谷雄介（香川大学），永岡慶三（早稲田大学）
- 9) バーチャルゼミにおける学び合いの効果と情意評価項目との関連性の検討-----57  
○妻鹿宏紀（早稲田大学），谷田貝雅典（共立女子大学），米谷雄介（香川大学），  
木下涼（電気通信大学），永岡慶三（早稲田大学）

10) ストーリーテリングと商品紹介のスライド作成における各種所要時間と意識の比較-----	63
○宮地功 (独立行政法人国立高等専門学校機構 富山高等専門学校)	
11) 拡張性を有する学習支援システムアーキテクチャに基づく 分散マルチプラットフォーム学習環境の検討-----	69
○仲林清 (千葉工業大学), 森本容介 (放送大学), 池田満 (北陸先端科学技術大学院大学), 瀬田和久 (大阪府立大学), 田村恭久 (上智大学)	
12) 意図共有スキルの向上を指向した思考整理支援システムの開発と評価-----	77
○森夏実, 林佑樹, 瀬田和久 (大阪府立大学大学院)	
13) 両手で行う手話動作に関する認識手法の基本検討とその評価-----	85
○岡安優奈, 小澤辰典, 西村広光, 田中博 (神奈川工科大学), 小林大輔, 岩本典夫, 加藤秀司 (株式会社ケイ・シー・シー)	
14) 統計データを含むレポート作成指導のためのシステム化への公共データの活用-----	93
○吉根勝美 (南山大学)	
15) Web 調べ学習における主体的学習プロセスの診断手法-----	99
○佐藤禎紀, 柏原昭博 (電気通信大学), 長谷川忍 (北陸先端科学技術大学), 太田光一 (日本生涯学習総合研究所), 鷹岡亮 (山口大学)	
16) スマートフォン向け卓球ゲームリアルタイム記録・分析アプリの開発-----	107
○筒井隆文, 岡崎泰久 (佐賀大学大学院)	
17) eラーニングを用いた教員免許更新講習における履修モデルの提案-----	111
○砂原悟, 大河内佳浩, 小松川浩 (千歳科学技術大学)	
18) 評価者の気づきを促進する模擬授業評価システムの開発-----	113
永富有輝, 近藤秀樹, 山口真之介, 大西淑雅, ○西野和典 (九州工業大学)	
19) ICT を活用した地域住民によるハザードマップ作成の試用-----	119
○松尾将, 小崎駿, 岡崎泰久, 三島伸雄 (佐賀大学)	
20) 社会福祉士養成課程における I C T を活用した模擬面接教材の評価分析-----	125
○坂本毅啓, 佐藤貴之 (北九州市立大学), 中原大介 (福山平成大学)	

- 21) 古都奈良の魅力を発信する AR 技術を使った観光地案内アプリ制作と ICT デザイン教育-----133  
三浦剛 (東京工芸大学), ○松下征悟 (奈良県立磯城野高等学校)

# 図解を入力とした設計書作成とプログラミングによる 文書作成教育

藤田 悠\*1

\*1 長野工業高等専門学校

## Technical Writing Education by Programing and Documentation using Diagram as Documentation Input

Yutaka FUJITA\*1

\*1 National Institute of Technology, Nagano College

システム開発に携わる学生を対象に、文書作成能力を育成するための教材を作成し、実践してきた。対象者を2つのグループに分け、異なる演習課題で設計書を作成させ、異なる設計書を作成したペアで設計書を交換してプログラミングさせ、ディスカッションさせる教材である。これにより、ソフトウェア開発における文書の役割や、文書作成能力の自覚などに関する気づきを与えることができた。従来、教材の演習課題では、設計書を作成させるための入力情報として、ソースコードを用いていた。しかし、ソースコードから設計書を作成する手順では、通常ソフトウェア開発プロセスと逆方向であるので、プロセスを把握している場合には特に、違和感を与える教材になっていた。本稿では、入力情報を図解として与え、図解のアルゴリズムについて設計書を作成する教材とした。改善を適用した教材を作成し、その教材を用いて教育を実施した。その結果、目的に合致する教育効果が確認できたことを報告する。

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

### 1. はじめに

ソフトウェア開発やシステム開発に携わる技術者にとって、ソフトウェアの実装技術だけでなく、文書作成技術も必要である。

開発プロセスにしたがって進められるプロジェクトなどでは、要求定義、アーキテクチャ設計、詳細設計などの工程の成果物として開発文書を作成して、次の工程に開発をつなげる。この開発文書による情報伝達によって開発が行われるため、文書の品質は最終的な成果物であるソフトウェアの品質に影響を与える。

開発文書は、UMLやDFDなどといった図による方法や、自然言語によって書かれる。工程によって、図や表を多く用いる場面が多いこともあるが、上流工程では自然言語を用いて表現することが多い。また、開発にかかる時間の内、実装工程以外の部分に多くの開

発時間が費やされており、それらの工程で開発文書を作成する能力が必要である。しかし、開発現場では、ライティングの教育機会は限られている。そこで、学校教育において、基礎能力としてライティング力を育成することが求められる。

このような、開発現場からの要望があるが、学校教育においては、実装に必要とするプログラミングを中心に学習しており、ライティングを学習する時間は限られている。本校では、ライティングを専門で学習する科目はなく、PBL(Project Based Learning)の形式をとって行われる総合的な活動の一部として開発文書を作成するが、そのほかに設計書などの開発文書を作成する機会はない。

ほかに文書を作成する機会として、レポートを作成する実験科目はあるが、ライティングの指導は教員によるアドバイスなどによって行われており、文書作成

に特化した時間は設けられていない。

そこで、ソフトウェア開発者に文書作成能力が必要であることに学生自身が気づき、学生それぞれが高めべき文書能力を認識することを目的とした教材を検討した。この教材で学生が自覚したことを、以降で取り組むレポート作成をはじめとした文書作成の場面で育成していくことにつなげたいと考えた。

作成した教材では、ペアで異なる演習課題を与え、その演習課題の設計書を作成させる。作成した設計書をペアで交換して、設計書をもとにC言語でプログラミングさせる。プログラミングした結果をもとにディスカッションさせる。

従来法では、演習課題の与え方が課題であった。従来、ソースコードを入力情報として与えて設計書を作成させた。この入力情報には利点もあるが、開発プロセスの方向とは逆にあたる。そこで、アルゴリズムを表現する図解を与えて、設計書作成をさせた。

本稿では、設計書作成の入力情報をソースコードから図解に変えることによって、開発プロセスに違和のない演習課題の提供方法に改善する。改善した教材にて教育を実施し、図解による入力情報にてソフトウェア作成に十分な情報が設計書に表わされているか確認する。さらに、従来法と変わることなく、学生による気づきが得られることを確認する。

## 2. 教育方法

従来実施してきた教育方法および、教材について述べる。

### 2.1 教育方法の概要

これまで、ソフトウェア開発技術者にとって文書教育の必要性と、学生自身が文書作成能力に気づくための教育として、次のステップからなる教育を検討し、実施してきた。

- (1) ソフトウェア開発における文書作成の位置づけに関する座学
  - (2) ペアで異なる演習課題について設計書作成
  - (3) ペアで設計書を交換してプログラミング
  - (4) 作成プログラムや設計書を基にペアでディスカッション
- (1)では、ソフトウェア開発におけるプロセスの知識

を踏まえて、要求分析や設計などの工程の成果物として文書を作成することや、作成した文書を次の工程の入力として開発をすすめることを説明した。文書が存在することにより、文書の品質が、ソフトウェアの品質やコスト、納期に影響を与えることを認識させた。

(2)では、演習課題として演習課題1と演習課題2の2題用意した。受講する学生を半分に分け、半分の学生には演習課題1、もう半分の学生には演習課題2に関する設計書を作成させた。

(3)では、演習課題1に取り組んだ学生と、演習課題2に取り組んだ学生をペアにした。作成した設計書をペアの相手と交換させ、受け取った設計書をもとに、C言語にてプログラミングするように指示した。

(4)では、設計書を交換したペアで、それぞれがプログラミングしたプログラムを見せあわせた。さらに、設計書作成、プログラミング、作成プログラムの確認を通して気づいた点をペアでディスカッションさせた。

### 2.2 教育方法を構成する教材

教育の各過程で用いた教材について詳しく説明する。

#### 2.2.1 演習課題

2題の演習課題は次のような内容である。

【演習課題1】指定された金額でポテトチップスとせんべいの2種類の菓子を買うときに、おつりを最も少なくする菓子の組み合わせ決定する。

【演習課題2】2科目の成績点数リストに、総合点による順位をつける。ただし、同一点数の場合には、ある1科目の順位に従う。

この演習課題を学生に提示する方法として、従来法では、印刷したソースコードを渡し、このソースコードのプログラムを相手に作成してもらえるような設計書を作成するように指示した。ソースコードを設計書の入力にすることで、実装すべきプログラムのアルゴリズムを理解したうえで、そのアルゴリズムどのように文書化して伝えればよいか考えられると想定した。

#### 2.2.2 ディスカッションシート

ディスカッションをするときには、ディスカッションしたことを記録するために、ディスカッションシートを配布して、記入させた。

ディスカッションのステップまでに、設計者として

表1 ディスカッションシートフォーマット

立場	対象	内容
プログラマ	プログラム	(プログラマの立場でプログラムに対する議論を記入する.)
	設計書	(プログラマの立場で設計書に対する議論を記入する.)
設計者	プログラム	(設計者の立場でプログラムに対する議論を記入する.)
	設計書	(設計者の立場で設計書に対する議論を記入する.)
その他		(上記以外の議論を記入する)

設計書を作成し、プログラマとしてプログラミングしたので、これら2種類の役割を体験している。そのため、得られた気づきが、いずれの立場のときに生じたものであるのかを踏まえてほしいと考えた。また、各作業での成果物として、設計書とプログラムがある。そのため、気づきがいずれの対象物に関するものであるのか区別してほしいと考えた。

そこで、立場と対象をわけて議論をメモするためのディスカッションシートを配布した。ディスカッションシートのフォーマットを表1に示す。

このディスカッションシートの「内容」以下の欄に、立場と対象を区別して記入するように指示した。

### 2.3 教育結果

従来法での教育により、目標に設定していた(1)自分の文書を客観的に見ること、(2)文書作成力が必要であることに気づくこと、(3)設計を考えること、に関する気づきを与えることができた<sup>(1)</sup>。

実施したアンケート結果で、受講者は設計書作成とディスカッションが役立ったと回答していた。設計書を作成することで、実際に自分の文書を作成し、それが、プログラミングを通して、どのように伝達できたを相手から実際に得られる意見を交わすことで、気づきが得られることにつながったと考えられる。

### 2.4 問題点

従来法における問題点は、設計書を作成させるための入力情報が、ソースコードであることである。

入力がソースコードであることによるメリットも 2

点考えられる。メリットの1点目は成果物との比較が容易であることである。ソースコードを入力とし、設計書を媒介して相手がプログラミングする。その出力としてソースコードが作成されるので、入力と出力を比較して、設計書がどのようにソースコードに影響を与えるかをとらえやすいと考えられる。メリットの2点目として、アルゴリズムを伝達するために便利であることがある。設計書に書いてほしい内容を設計者に伝えるために、演習課題の内容のみをあたえると、その課題を解く方法すなわちアルゴリズムを考案しなければならない。そのため、文書作成よりも、発想に時間がとられてしまい、演習の目的が変化する<sup>(2)</sup>。ソースコードを用いることで、文書化してほしいアルゴリズムを理解して、それを「どのように文書で表現すればよいか」を考えることに絞ることができる。

他方、入力がソースコードであることの問題点は、実際の開発プロセスに適合しない入力情報であることである。ソフトウェアの開発プロセスでは、要求定義、アーキテクチャ設計、詳細設計、実装の順番で進める。実装よりも前の段階では、ソースコードはできておらず、自然言語や図式などを用いた内容が示された文書が各工程の成果物である。ソースコードから設計書を作成する行為は、リバースエンジニアリングに該当することになり、開発プロセスの順番に逆行することになる。そのため特に、本教材を社会人の技術者に適用する場合などでは、強い違和感を与えることになる<sup>(4)</sup>。このような違和感を与えないために、入力情報を適切な形式に変えることが必要である。

## 3. 入力情報の改善

従来法の問題点に対して、設計書を作成するための入力情報として、ソースコードではなく、アルゴリズムを表わした図解にした。

### 3.1 概要

入力情報として設計者に伝えたいことは、設計書を受け取った相手に作成してもらいたいプログラムのアルゴリズムである。これまでは、そのアルゴリズムをC言語で表わしたソースコードを入力としていた。この代替として、アルゴリズムを図や表などによる図解を用いることとした。

	ポテトチップス	→	せんべい	→	おつり
(1)	0個 代金 0円		残金 8個 代金 400円		残金 20円
↓					
(2)	1個 代金 130円		残金 5個 代金 250円		残金 40円
↓					
(3)	2個 代金 260円		残金 3個 代金 150円		残金 10円
↓					
(4)	3個 代金 390円		残金 0個 代金 0円		残金 30円

図 1 演習課題 1 の図解

演習課題の内容は、主に繰り返しと条件判断による処理である。そこで、図解では、処理手順での繰り返しによって値がどのように変化していくのか、具体的な数値を用いた例を示した。文書化の際には、図解で例示している内容を一般化し、設計書としてアルゴリズムを文書で表現することを期待した。

### 3.2 演習問題

今回の演習課題として用いた 2 題の図解を示す。

#### 3.2.1 演習問題 1

演習課題 1 については、入力されたお金で、おつりが最も少なくなるように、2 種類の菓子を購入する個数を決めるものである。

アルゴリズムとしては、購入し得るパターンをすべて導出して、その中で最善のパターンを見つけ出す。そのアルゴリズムの図解を図 1 に示す。導出するパターンを少なくするために、価格が高い菓子の個数を増やしていき、その残金で価格が低い菓子を出来得る限り購入し、その残金をおつりとする手順を繰り返す。

配布した資料には、第 1 章に「目的」として、設計書を作成するプログラムで解決すべき内容を文章にて簡潔に述べている。この文章では、解決すべき内容を導出するアルゴリズムには言及していない。第 2 章には、2 種類の菓子であるポテトチップスとアメの価格を定義した。第 3 章に、図解を示した。

#### 3.2.2 演習課題 2

演習課題 2 については、2 科目の点数が与えられた 5 名の成績について、順位付けするものである。ただし、2 科目の合計が同じ時には国語の点数が高い方の順位を上にとすることとする。

アルゴリズムとしては、初期状態にて全員の順位を

初期状態					
科目	1人目	2人目	3人目	4人目	5人目
国語	68	81	83	90	65
数学	92	76	51	85	69
合計	160	157	134	175	134
順位	1	1	1	1	1

1人目を基準に、順位を下げる。

科目	1人目	2人目	3人目	4人目	5人目
国語	68	81	83	90	65
数学	92	76	51	85	69
合計	(基準) 160	(小) 157	(小) 134	(大) 175	(小) 134
順位	1	1+1	1+1	1	1+1

2人目を基準に、順位を下げる。

科目	1人目	2人目	3人目	4人目	5人目
国語	68	81	83	90	65
数学	92	76	51	85	69
合計	(大) 160	(基準) 157	(小) 134	(大) 175	(小) 134
順位	1	2	2+1	1	2+1

3人目を基準に、順位を下げる。

科目	1人目	2人目	3人目	4人目	5人目
国語	68	81	(基準) 83	90	(小) 65
数学	92	76	51	85	69
合計	(大) 160	(大) 157	(基準) 134	(大) 175	(同じ) 134
順位	1	2	3	1	3+1

4人目を基準に、順位を下げる。

科目	1人目	2人目	3人目	4人目	5人目
国語	68	81	83	90	65
数学	92	76	51	85	69
合計	(小) 160	(小) 157	(小) 134	(基準) 175	(小) 134
順位	1+1	2+1	3+1	1	4+1

5人目を基準に、順位を下げる。

科目	1人目	2人目	3人目	4人目	5人目
国語	68	81	83	90	65
数学	92	76	51	85	69
合計	(大) 160	(大) 157	(大) 134	(大) 175	(基準) 134
順位	2	3	4	1	5

図 2 演習課題 2 の図解

1 にしておき、基準とする成績と他の成績を比較して、比較対象の点数が低ければ比較対象の順位を 1 位分下げる。この処理を、基準を変えて、全員分が基準になるまで繰り返すと、順位が決定する。点数を比較するとき、総合点数で比較して同じ時には、比較相手の国語の点数が低ければ、相手の順位を下げて、国語の点数も同じであれば、順位操作は行わない。このアルゴリズムを表した図解を図 2 に示す。

配布した資料には、第 1 章に「目的」として、設計書を作成するプログラムで解決すべき内容を文章にて簡潔に説明した。この文章には、解決すべき内容を導出するアルゴリズムには言及していない。第 2 章に、図解を示した。

## 4. 教育実施結果

設計書作成のための入力情報を、図解に変更した教育方法にて教育を実施した結果を示す。

作成した設計書、プログラム、ディスカッションで記述したディスカッションシート、アンケートを実施した結果を示す。注意として、欠席や未提出などの都合から、全員の成果が含まれていないため、提出された結果のみを評価対象としている。

## 4.1 対象者

高等専門学校電子情報工学科 3 年生 41 名を対象に実施した。

文書作成に関する教育としては、設計書の作成についての教育は授業などでは行われていない。一般的なライティングに関する教育については、実験レポート作成などで、助言する形にとどまっている。

プログラミングについては、2 年次に通年で C 言語を授業にて学習し、一通りの知識を習得している。3 年次では、実験やアルゴリズムに関する授業などで、C 言語によるプログラミングをしている。

## 4.2 設計書

第 1 回の授業にて、クラスを半分に分けて、半分は演習課題 1、もう半分は演習課題 2 の設計書を、Word にて作成するように指示した。作成の際には、「1. プログラムの目的」「2. 入力」「3. 出力」「4. 定義」「5. 処理内容」「6. 注意事項」を設けたテンプレートファイルを配布した。「4. 定義」「5. 処理内容」以外は一通りの内容が記載されている。残された 2 か所の章を中心に入力することが主な実施内容である。以降にて作成した設計書の記述状態を紹介する。

### 4.2.1 箇条書き・順序リスト

「処理内容」の章では、繰り返し処理を含むアルゴリズムを表現するために、箇条書きや順序リストを用いる方法が考えられる。

学生が作成した設計書を確認すると、番号がつかない箇条書きの表現を用いた設計書は 1 件、番号を付けた順序リストを用いた設計書は 4 件であった。これら以外の 23 件の文書では、通常の文章を用いた表現であった。

通常の文章の中では、「はじめに」、「次に」、「最後に」など、順番を表す表現で、前後の文章と関連させる方法を用いている様子が見られた。一方で、図解で用いた具体的な数値をそのまま用いた文章も見られ、アルゴリズムを抽象化することや、順番で整理することなどがまだ十分でない文章である設計書が見られた。

### 4.2.2 導入文章

処理内容の手順を述べる前に、処理の概要が示されていると、詳しい内容を理解するための事前理解を促すことにつながる。特に箇条書きを用いる場合には、

表 2 文書のアルゴリズム評価

演習課題	提出件数	一致している設計書
演習課題 1	16 件	13 件 (81%)
演習課題 2	11 件	9 件 (82%)

導入のための文章があることが好ましい。そのような概要が十分かかれていた設計書は 2 件、十分ではないが導入の文章があった設計書は 3 件であった。

導入文章を書くことや、概略をまとめることが行われていない様子が見受けられる。

### 4.2.3 アルゴリズム

図解で示した内容のアルゴリズムを文書化して設計書を作成するので、文書には図解と一致したアルゴリズムが示されていることが期待される。

学生が作成した設計書の処理手順部分に書かれた文章のアルゴリズムが、図解のアルゴリズムと一致しているかどうか確認すると、アルゴリズムが一致した設計書は 22 件であった。その内訳を表 2 に示す。

アルゴリズムが一致していない設計書の様子として、演習課題 1 では、アルゴリズムに触れられていないものの、内容が混乱しているものがあつた。演習問題 2 では、分量として少ない文章であるものや、ソートのアルゴリズムを記載している設計書が見られた。

## 4.3 プログラム

学生が作成したプログラムの状態として、実行ができるか、正しい解を表示するか、により評価した。提出のあつたプログラムを分類した結果を表 3 に示す。

提出されたプログラムの様子を見ると課題内容にかかわらず、実行可能な状態であつたが、正しい結果を表示するプログラムであつたものは、演習課題 1 で 5 件 (50%)、演習課題 2 で 10 件 (83.3%) と大きな差がみられた。演習課題 1 で菓子の個数を求める課題は、内容としては難しくないのだが、求める値が 3 種類あることから、ループを複雑に考えている様子や、導出した個数の結果をすべて保持しようとして複雑な処理を実装している様子が見られた。

他方、演習課題 2 の順位付けの課題は、順位付けが

表 3 プログラムの状況

課題内容	提出件数	実行可能	正しい
演習課題 1	10 件	10 件	5 件
演習課題 2	12 件	12 件	10 件

決まる原理を理解するには難しさはあるが、示された順位付けの処理方法が分かれば、それをプログラムにすることは難しくないと考えられる。そのため、正しいプログラムが完成したものが多いと考えられる。

#### 4.4 アンケート

ディスカッション後の授業終了時に実施したアンケートでの結果を示す。

##### 4.4.1 設計書を書くときに難しかったこと

「設計書を書くときに難しかったことはどのようなことですか」との質問に対して、選択肢から択一させた。その集計結果を図3に示す。「何を書くべきか考えること」が最も多かった。アルゴリズムを文書で伝えるには何を書けばよいか考えている様子が見られた。さらに、3番目に多く「文章による表現方法」が選ばれており、何をどのように書けばよいかを考えている様子であることが伺える。2番目に、「アルゴリズムを考えること」が多かった。図解からどのようなアルゴリズムであるか理解することに、一定の難しさがあるといえる。

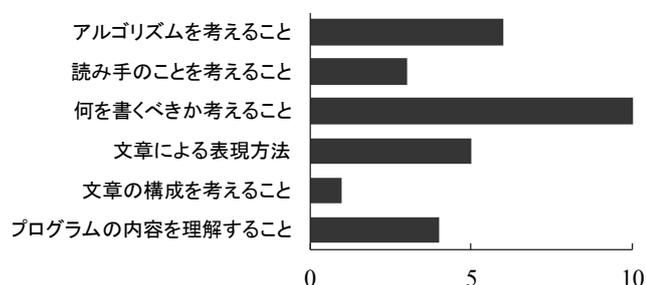


図3 設計書を書くときに難しかったこと

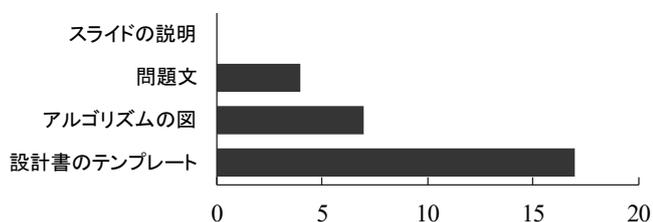


図4 設計書作成時に役立ったもの

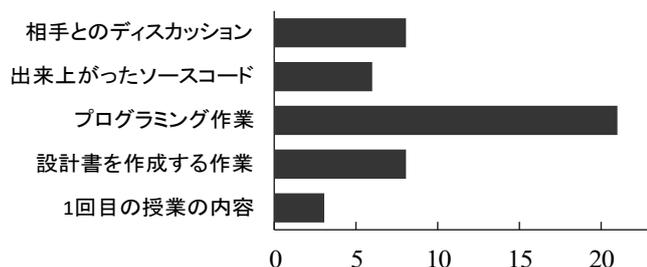


図5 ソフトウェア開発における文書の役割の理解

##### 4.4.2 設計書を作成するときに役にたったもの

「設計書を作成するときに役に立ったものは何ですか」という問いに対して、選択肢「設計書のテンプレート」、「アルゴリズムの図」、「問題文」、「スライドの説明」から一択する質問の結果を図4に示す。

「設計書のテンプレート」が最も多かった(58.6%)。「アルゴリズムの図」が多く選ばれることを想定していたが、24.1%のみであった。

このような結果になった理由として、設計書のテンプレートには、「データ構造」と「処理手順」以外の部分が入力されていたため、全体の文書を作成するうえでは、すでに入力されていることが「役立った」と判断されたのではないかと考えられる。

文書作成のための入力情報としては、図解のみが与えられているので、図解とソースコードによる入力情報を比較して、どちらが良いかどうかを本結果から判断するのは困難である。

##### 4.4.3 文書の役割を理解するきっかけ

「ソフトウェア開発における文書の役割を理解するきっかけになったことはどれでしょうか」という質問に対して、複数選択可能な選択肢を用意した。図5に集計結果を示す。

その結果、「プログラミング作業」が21件であり、「設計書を作成する作業」、「相手とのディスカッション」がそれぞれ8件であった。

設計書を読んで、プログラミングするという行為を通して、どのような内容や記述が必要であるか、実感できていることが確認できた。さらに、実際に文書を作成する作業や、相手から自分の文書について聞くことや文書について討議することが役立っている。文書やプログラムにまつわる作業を通して文書の役割を理解している様子が見える。

##### 4.4.4 この授業で得られたこと

「この授業で得られたことは何でしょうか」という自由記述の問いに対して、目標とした気づきに関連する回答があった。以降に、目標に該当する具体的な記載を示す。自由記述を分類した結果を表4に示す。

「コミュニケーション」、「理解」に分類した、文書を客観的に見ることに関する気づきとして、「相手に伝える文章を書くことが必要である」、「自分の理解と人の理解に差がある」、「相手に自分が思った通りのこと

表4 自由記述の分類

カテゴリ	件数
コミュニケーション	8
設計書	8
日本語の書き方	6
プログラミング	4
理解	3

を伝えるのが難しい」などの記載があった。

「日本語の書き方」に分類した、日本語による文書作成力に関する気づきとして、「日本語の難しさ」、「簡潔な文章を書くこと」、「何が必要か、書く順番（をどうすればよいか）」などの記載があった。

「設計書」、「プログラミング」に分類した、ソフトウェアの設計、開発における文書の役割に関する気づきとして、「プログラムを書く前に設計書を書くべきだと思った」、「設計書からプログラミングする方法」などの記載があった。

#### 4.5 ディスカッションシート

ディスカッションシートには、「立場」として「プログラマ」と「設計者」を設け、それぞれに「対象」として「プログラム」と「設計書」を設けた。

ディスカッションシートに記載されていた文の数を「立場」と「対象」ごとに計数した結果を表5に示す。プログラマの立場から、設計書に対する議論が多いことが分かる。これは、プログラマは、設計書を読んで、プログラミングという作業を行う立場であることが関係していると考えられる。プログラマは、設計書を手がかりにプログラミングするので、実際のプログラミングに十分か、設計書を精査することになる。そのため、不十分な内容やあいまいな表現などに気づきやすいと考えられる。

次に、ディスカッションシートに記載されていた内容を検討する。

##### (1) プログラマ-プログラム

プログラマの立場から、プログラムに関する記述で多く用いられていた名詞として、「設計書」、「実装」、

表5 ディスカッションシートにおける立場と対象ごとの記述件数

立場\対象	設計書	プログラム
設計者	33	27
プログラマ	44	31

表6 プログラマ-プログラムディスカッション語句

出現回数	語句
4	実装, 入力, 設計書
3	通り, 変数, プログラム

表7 プログラマ-設計書ディスカッション語句

出現回数	語句
7	処理内容
6	設計書, プログラム
5	手順
4	自分

表8 設計者-プログラム ディスカッション語句

出現回数	語句
5	自分
4	順位, プログラム, 想定
3	部分, 実装, 設計書

表9 設計者-設計書 ディスカッション語句

出現回数	語句
4	ポテトチップ
3	金額, 定義, 処理内容

「入力」、「通り」、「変数」、「プログラム」がある。出現回数の多い語句を表6に示す。

設計書通りに実装できたかどうか、入力の処理や変数名や変数の定義などに関してプログラミング時に検討した様子が見られる。

##### (2) プログラマ-設計書

プログラマの立場から、設計書に対する記述に多く含まれている名詞として「処理内容」、「設計書」、「プログラム」などがある。出現回数の多い語句を表7に示す。

設計書にある「処理内容」の章に対して、プログラムにすることを考えたときに、その手順が分かりやすかったかどうか、議論している。自分で情報を補う様子や、自分の理解力について振り返る様子が見られた。

##### (3) 設計者-プログラム

設計者の立場からプログラムに関する記述として、「自分」、「順位」、「プログラム」、「想定」などのキーワードの出現頻度が高かった。出現回数の多い語句を表8に示す。

自分の意図した設計内容がプログラムに反映されているかどうか、設計書の記述と合わせて議論している様子がうかがえる。

#### (4) 設計者-設計書

設計者の立場から設計書に関する議論として、「ポテトチップ」、「金額」、「定義」、「処理内容」などの語句の出現頻度が高かった。出現回数の高い語句を表 9 に示す。

ポテトチップスや金額など、具体的な処理内容の表現方法が適切であったか、定義や処理内容が相手にプログラミングしてもらうために十分かどうか、議論している様子が見える。

### 5. 図解への変更による影響

本稿の目的とした、入力情報を図解にしたことによる影響を考察する。

#### 5.1 入力情報としての役割

プログラムが想定したアルゴリズムで作られている割合は、演習課題 2 題の平均値は 81.5%であった。この割合から、設計書に書くべきアルゴリズムが図解を通して伝達できていると判断できる。また、アルゴリズムの一致状態は、演習課題 1 では 81.0%であり、演習課題 2 では 82.0%であることから、演習課題による差はほとんどないと見なることができると考えられる。

したがって、アルゴリズムの伝達を目的として、入力情報を図解に変更したが、変更したことによる悪影響は見受けられない。問題による差異も小さいと考えられるため、文書化するうえでは、難易度に違いはないといえる。

#### 5.2 学習目標への影響

本教材の目標は、ソフトウェア開発における文書の役割を理解することと、文書作成能力が必要であることに気づくこととした。

アンケートでの「授業で得られたこと」の回答と、ディスカッションでの議論内容から、学習目標に該当する記載が確認できた。学習目標を達成するために十分であるといえる。

### 6. まとめ

ソフトウェア開発などの技術者に必要とする文書作成能力を高めることを目的として、設計書作成とプログラミングをする教材を考案し、ソフトウェア開発に

おける文書の位置づけや文書によるコミュニケーション、日本語表現に関する気づきを目標として実施した。

従来は、設計書を作成するための入力情報として、ソースコードを用いていたので、ソフトウェア開発プロセスに沿った進め方と逆行していた。そこで、アルゴリズムを表した図解を入力情報とし、そのアルゴリズムを設計書にあらわす教材とした。

この変更した教材を用いて教育を実施した結果、目標に見合う気づきがアンケートや活動の成果物などから得られた。図解による表現による影響や、問題の差異も小さい。

図解を設計書作成の入力情報としたことで、プロセスに従って開発する技術者を対象に実施しても、違和感を与えない教材になったといえる。

今後の展開として、本教育方法での気づきをもとに、具体的な文書作成能力を高めるための演習問題を作成して実施することを検討している。さらに、今回のようにプログラミングさせることで効果はあるが、コンピュータを用意する手間や、プログラミング言語の習熟などが関与するので、コンピュータを必要とせず、同様のコミュニケーションや作業を介した教材を検討したい。

### 謝辞

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

### 参考文献

- (1) 藤田悠, 山本樹, "プログラミングを介した技術文書作成教育の改善と実践", 教育システム情報学会研究報告, vol.30, no.6, pp83-90, (2016)
- (2) 藤田悠, 山本樹, "プログラミングを利用した技術文書作成教育の実践と検討", 教育システム情報学会研究報告, 28-6, pp.51-58 (2014)
- (3) 藤田悠, "プログラミングを用いた文書作成技術育成のための導入教育教材の改善", 日本教育工学会 第 33 回全国大会, pp331-332, (2017)
- (4) 藤田悠, 山本樹, "プログラミングを用いた社会人技術者向け文書教育の実施", 日本教育工学会 第 32 回全国大会, pp.211-212, (2016)

# 動画とプログラミングを活用した 数学の授業について

高木和久  
高知工業高等専門学校

## Lessons of Mathematics with Programmable Applications

Kazuhisa TAKAGI  
National Institute of Technology, Kochi college

The author made applications for students by which they can study mathematics much better. These applications treats mathematical contents such as cycloid, cardioid, trigonometric inequalities, parabola, ellipse, and so on. Students can input a program so that they can control the application. Short movies are also available. Students can learn by watching the movies. After watching them they can try the application which they saw in the movie.

キーワード: プログラミング, 動的オブジェクト, 高大接続改革, 数学教育, ICT

### 1. はじめに

平成 32 年度より施行される次期学習指導要領では小学校や中学校においてプログラミング教育を行うこととされている。その結果、将来的には高等学校に進学する全ての生徒がプログラミングの素養を身につけていることになり、高等学校における数学教育においてもプログラミングを用いたより深い学びが可能となる。

具体的にどのような内容の授業が可能になるかを今から検討しておくことは重要である。筆者は 2017 年 10 月よりプログラミングを取り入れた数学の授業を行っている。(1)

また、現在高大接続の改革が進行中であり、「高校生のための学びの基礎診断(仮称)」を平成 31 年度から、「大学入学共通テスト」を平成 32 年度から段階的に実施される。これらのテストはコンピュータを用いた CBT 方式で行われるが、数学では動的オブジェクトの利用が想定されている。

筆者は JavaScript を用いて動的オブジェクトを作成し、2016 年より数学の授業で使用している ([3,4])。今回、プログラミングを利用した数学の授業を行うにあたって、図 1 に示すような動的オブジェクトを用意した。

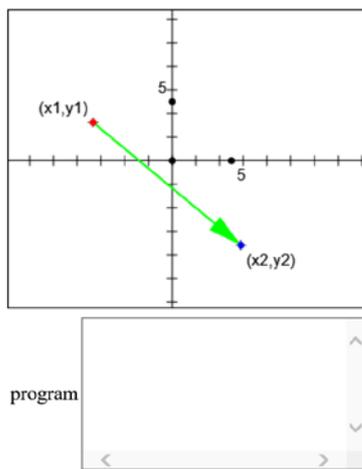


図 1. プログラム入力枠のある動的オブジェクト

この動的オブジェクトにはプログラムの入力のための枠のあることが特徴である。プログラムを入力する前は 2 点 $(x_1, y_1)$ ,  $(x_2, y_2)$ は独立して動かす（ドラッグする）ことができる。プログラム入力欄に

$$x_2 = x_1 + 10$$

$$y_2 = y_1 + 10$$

と入力すると、2 点 $(x_1, y_1)$ ,  $(x_2, y_2)$ の一方を動かすと他方もそれに連動して動くようになる。（図 2）

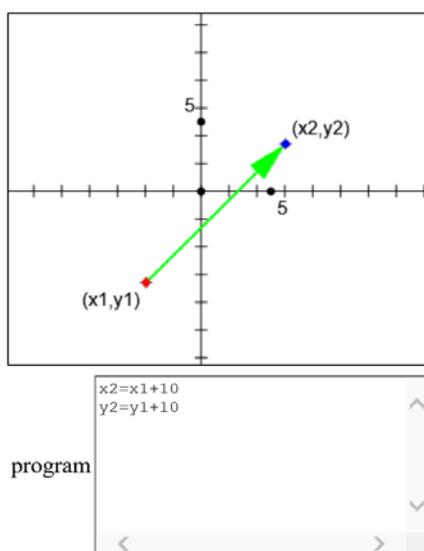


図 2. プログラムを入力したところ

授業では、一人が一台のパソコンまたはタブレット端末を利用できる環境で各自にプログラムを入力させ、その結果を見ながら数学を学習させた。本論文ではその実践例について述べる。

## 2. 数学教育におけるプログラミングの利用

以下に授業で用いた教材の例を述べる。

### 2.1 円錐曲線を描く

円、だ円、放物線、双曲線は円錐曲線と呼ばれ、高等学校の数学の重要なテーマである。数学の授業の中でプログラミングを用いることにより内容の理解を深める、という一連の授業の最初のテーマとして、パラメータを用いた円錐曲線の描画を扱った。

図 3 は 2 行のプログラム

$$x_1 = \cos(t)$$

$$y_1 = \sin(t)$$

を入力して原点中心、半径 1 の円を描いたものである。

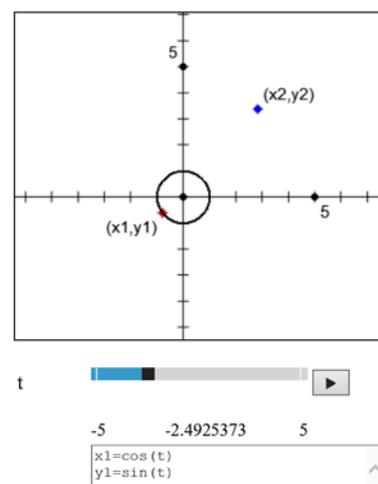


図 3. パラメータ  $t$  を用いた単位円の描画

プログラムに

$$x_2 = 2 * \cos(t)$$

$$y_2 = \sin(t)$$

を追加するとだ円が描かれる。学生の中にプログラムを間違えて

$$x_2 = \cos(2 * t)$$

$$y_2 = \sin(t)$$

と入力し、図 4 のようなグラフになった者がいた。

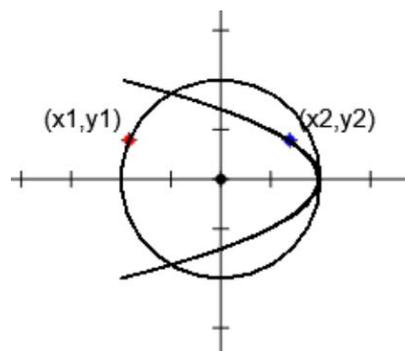


図 4. 入力ミスにより間違ったグラフが描画された

机間巡視の際にこの学生を発見し、「このグラフは放物線になっているね. なぜ (だ円ではなくて) 放物線が描かれたかを考えてみよう. 」と声をかけた.

第1学年で習う2倍角の公式という公式があり, この公式を使うと例示したプログラムで放物線が描かれることが理解できる. 今回の間違いは事前に想定したものではなかったが, 教員が用意した完全なプログラムをただ単に実行させるのではなく, 学生ひとりひとりがプログラムを入力する授業実践の中で, より深く数学を学ばせることができた貴重な体験であった.

## 2.2 サイクロイドの描画

サイクロイドは数式

$$\begin{cases} x = a(t - \sin t) \\ y = a(1 - \cos t) \end{cases}$$

によって定義される曲線で, 円が直線の上を滑らないように転がるときに円上の1点が描く軌跡であり, 1599年にガリレオ・ガリレイによって命名された. (図5)

従来の授業では黒板に図を書いて説明するが, 円が転がる様子をアニメーションで見せた方がより良く理解できる. プログラムも2行ですむ簡単なもので, 全ての学生が無理なく理解できていた.

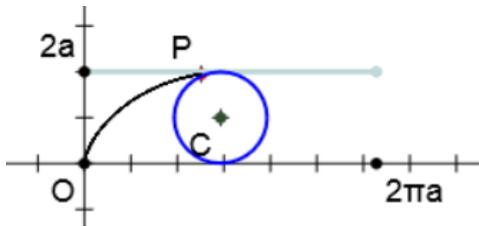


図5. サイクロイドの描画

## 2.3 カージオイドの描画

カージオイドは極座標で, 数式

$$r = a(1 + \cos \theta)$$

によって定義される曲線で, 円が同じ半径の円の回りを滑らないように回転するときの円上の1点が描く軌跡である. (図6)

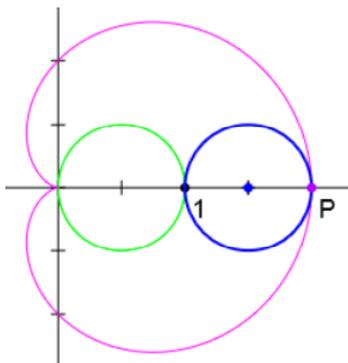


図6. カージオイドの描画

右の円が左の円の周囲を回転する時の点Pの軌跡はカージオイドになる. 右の円の中心の座標を $(x_1, y_1)$ としたとき, プログラムは

$$x1 = \cos(t) + 0.5$$

$$y1 = \sin(t)$$

である.

## 2.4 数学検定準2級の問題より

2017年の数学検定準2級で次の問題が出題された. 半径 $a$ の円が2つあり, 中心が $C$ の円が原点が中心の円の回りを回ります. 中心が $C$ の円が1周したとき, この円は何回転していますか.

先ほどのカージオイドの問題と関連があるので授業で取り上げたが, 1回転という誤答が数多く見られた. そこで円が円の回りを回転するプログラムを作成し, この問題をより深く考えさせた. 図7の点Pの座標を $(x_1, y_1)$ , 点Cの座標が $(x_2, y_2)$ とすると

$$x_1 = 2a \cos t - a \cos 2t, y_1 = 2a \sin t - a \sin 2t$$

となり,  $2t$ の項があるので外側の円が2回転することがわかる.

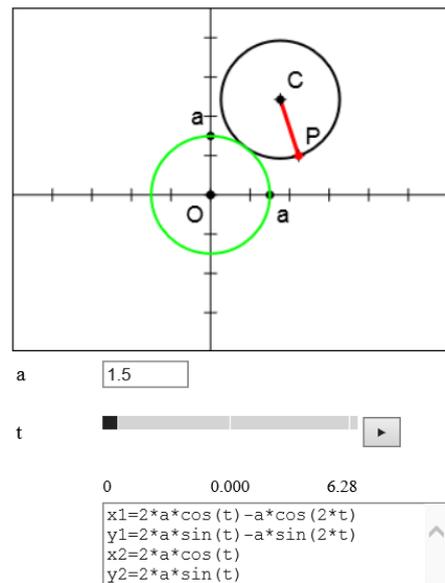


図7. 外側の円は何回転するか

## 2.5 三角不等式

三角方程式と三角不等式は高等学校の数学における重要なテーマである. しかし, 三角方程式は解けても三角不等式を苦手とする学生は多い. そこで三角不等式を解くプログラムを学生に入力させて理解を深める授業を行った. 例えば, 三角不等式  $2 \cos \theta > -\sqrt{3}$  を  $0 \leq \theta < 2\pi$  の範囲で解くと  $0 \leq \theta < \frac{5}{6}\pi, \frac{7}{6}\pi < \theta < 2\pi$  が解となる. プログラムを

```

If(2*cos(t)>-sqrt(3)){
x1=cos(t)
y1=sin(t)
}else{
x1=0
y1=0
}

```

と入力して実行すると三角不等式の解が表示される。(図 8) 不等式に応じて If 文の中を変更する必要があるが、問題なく学習できていた。

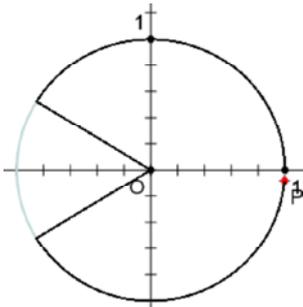


図 8. 三角不等式の解が表示された

## 2.6 逆関数のグラフ

関数  $y = f(x)$  に対して、 $f(g(x)) = g(f(x)) = x$  を満たす関数  $y = g(x)$  を  $y = f(x)$  の逆関数という。いろいろな関数について  $y = f(x)$  を数式で与え、その逆関数をプログラムで計算してグラフを描かせた。(図 9)

どの関数の場合にも、元の関数のグラフと逆関数のグラフは直線  $y = x$  に関して対称になっていることを確かめさせることができた。

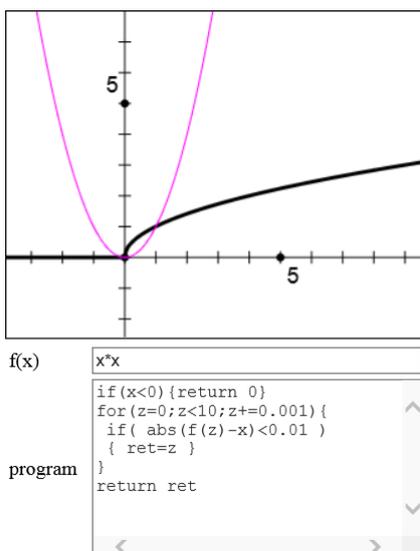


図 9. 逆関数のグラフ

## 2.7 パラボラアンテナの原理

パラボラアンテナの形状は放物面であり、衛星からの電波が反射して焦点に集まる性質を利用している。

授業では光の進む方向を逆にして、放物線  $y = 2\sqrt{x}$  の焦点  $F(1,0)$  から出発した光が放物線で反射して  $x$  軸に平行に進む様子をプログラムで表現させた。(図 10)

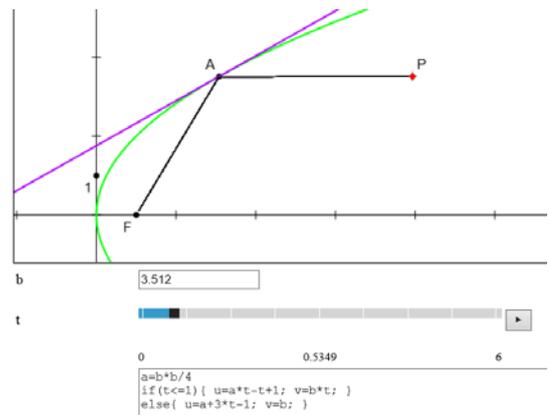


図 10. 放物面で反射する光の軌跡

## 2.8 だ円ビリヤードの原理

だ円の焦点から出た光はだ円で反射した後もう一方の焦点を通る。縁がだ円の形のビリヤードを作り、焦点の位置に球を置いて打つと縁で跳ね返ってもう一方の焦点を通る。これが だ円ビリヤードである。この反射の様子をプログラムで表現させた。(図 11)

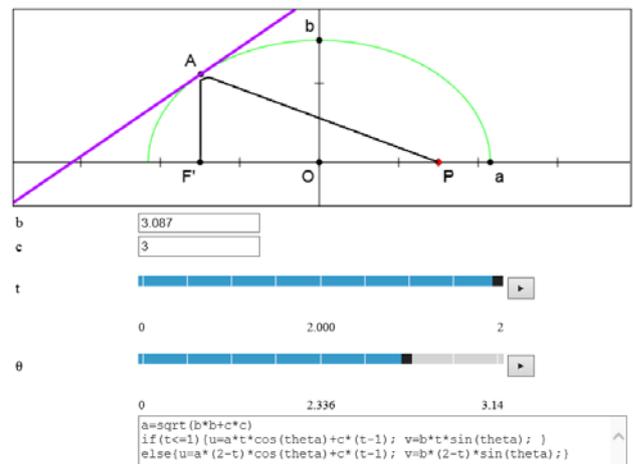


図 11. だ円で反射する光の軌跡

## 2.9 標準正規分布

標準正規分布は偏差値の根拠となる重要な分布である。これまで標準正規分布に関して学生に計算をさせる際は、紙の教科書の最後にある数表を使うか、あるいは表計算ソフトの統計関数を用いるかであった。

標準正規分布表は  $y = e^{-\frac{x^2}{2}}$  のグラフと  $x$  軸に囲まれる部分の面積の表であるから、プログラムを用いて計算することができる。(図 12)

数表は計算の根拠が不明であって、そこからより深い学びに導くことは困難である。しかしプログラムで計算過程を明らかにすることで、例えば区分求積法の

分割の数を 10000 にすれば表と同じ精度の近似値が得られることを学生に発見させることができる。

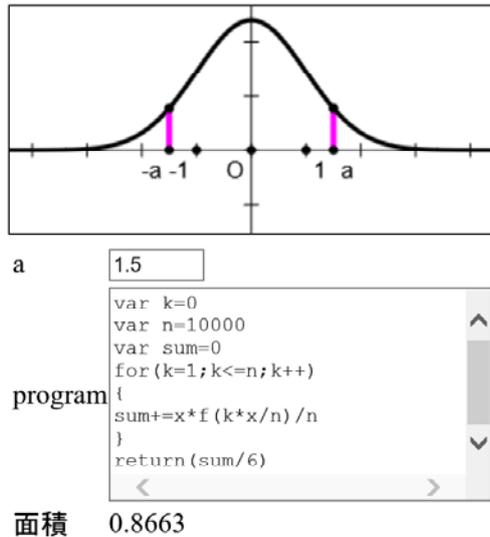


図 12. 標準正規分布

## 2.10 サイクロイドの等時性

参考文献([8])では、高等学校の3年生に対してサイクロイドの等時性を学ばせる授業の実践事例が報告されている。サイクロイドの等時性とは、サイクロイドの形をしたカーブを球が転がり、最下点まで到達するまでの時間が、出発点の高さによらず一定である事実を指す。この授業ではコンピュータは用いずに紙のプリントを見ながら力学的エネルギー保存則を用いて計算で結果を導くよう指導している。

サイクロイド曲線に沿って球が転がり落ちる様子をアニメーションで見ることができれば、より深い学びができることは間違いない。この運動の様子を図 13 に示す。

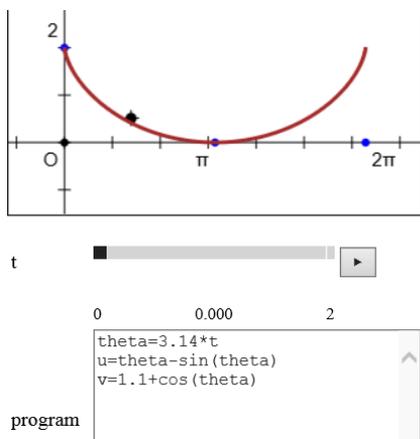


図 13. サイクロイドを転がる球の運動の様子

等時性を示すためには力学的エネルギー保存則を用いて計算をしてからプログラムを作成する必要が

あり、学生には筆者の作成したプログラムを実行することだけを指示した。(図 14)

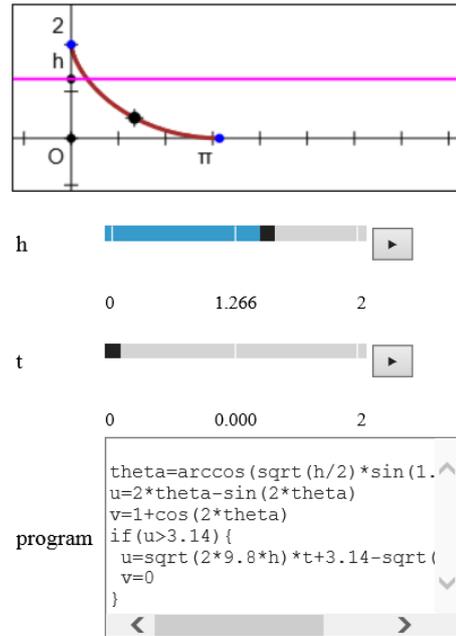


図 14. サイクロイドの等時性

## 2.11 1次変換に関する動画

1次変換の単元では動画を作成した。動画の中では、これまで説明してきたプログラミング可能な動的オブジェクトが解説のために用いられている。(図 15)

例えば、 $x$ 軸に関する対称移動は

$$\begin{cases} x_2 = x_1 \\ y_2 = -y_1 \end{cases}$$

という関係式で表わされる。プログラム欄に記述されたプログラムもこれと同じ形になっており、数式通りにプログラムを記述することで平面上の点の変換を視覚的に理解することができる。

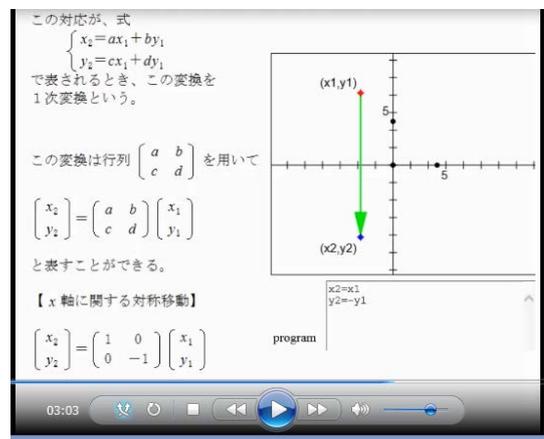
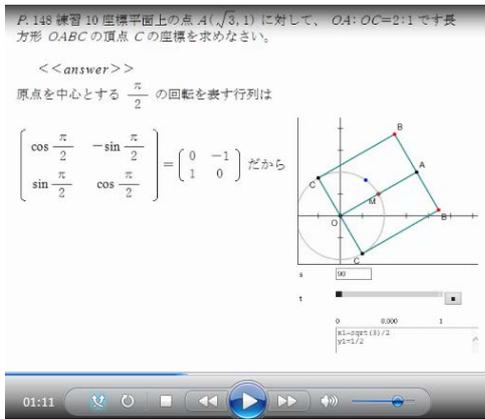
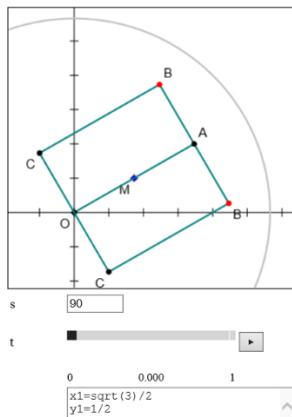


図 15.  $x$ 軸に関する対称移動の解説動画

教科書に図のある問題についても、ポイントとなる点を動かして見せることにより、より学生の理解を高めることができる。(図 16)



そして、動画の中で用いたアプリは全て学生に提供し、動画の内容を自ら確かめることができるようにしている。(図 17)



### 3. おわりに

参考文献([7])の実践例では、プログラミングの能力の高い数名の中学生に事前にプログラムを作成させ、授業ではその結果を用いてアニメーションを提示する方式をとっている。

筆者の研究では、生徒全員がそれぞれプログラムを入力し、その結果を見ながらリアルタイムでプログラムを修正するという作業を継続して行い、その過程で深い学びの実現を目指すものである。

現時点ではまだプログラミングの能力が高い生徒の数は限られているため、この授業で利用できるプログラムは数行程度の簡単なものに限定した。将来的に小学校と中学校でプログラミング教育を受けた優秀な学生が多数入学してくるようになれば、より高度なプログラミングを必要とする教材を用いた授業を行ってゆきたい。

なお、本研究は日本学術振興会の科学研究費(課題番号 16K00993)“スマートデバイスによる動画再生を活用する高専数学の実践的研究”の補助を受けて行われた。

### 参考文献

- (1) 高木和久: 学習者のプログラミングのスキルを生かした数学の授業について、日本数学教育学会第 50 回秋期研究大会発表集録 PP. 437-440 (2017)
- (2) 高木和久: ホームページ  
<http://www.ge.kochi-ct.ac.jp/~ktakagi/>  
 (2018.2.6 最終確認)
- (3) 高木和久: 動的オブジェクトを活用した数学の授業について、日本数学教育学会誌第 99 回大会特集号 P. 558 (2017)
- (4) 高木和久: 動画や動的オブジェクトを含む数学の CBT 問題の試作、教育システム情報学会研究報告 vol. 31 No. 4, PP. 7-12 (2016)
- (5) 高木和久: タートルグラフィックスを用いた双方向的なグラフ描画ソフトについて、教育システム情報学会研究報告 vol. 28, No. 2 PP. 107-112 (2013)
- (6) 高木和久: 関数のグラフの双方向的なアニメーションの作成について、日本高専学会第 19 回年会講演会講演論文集 PP. 35-36 (2013)
- (7) 上出吉則、辰巳丈夫、村上裕子: プログラミングの算数数学教育での効果と検証 - 生徒の創作した Scratch プログラム教材を授業で活かす -、情報処理学会情報教育シンポジウム 2017
- (8) 西脇康雅、柘植直樹、河崎哲嗣: サイクロイド曲線を題材とする高校数学における教材開発と実践、岐阜数学教育研究 vol.13 PP.78-100 (2014)

# プログラミング的思考の育成を目指した 小学校における教科横断的なプログラミング教育の実践

尾藤 菜摘<sup>\*1</sup>, 後藤 勝洋<sup>\*2</sup>, 森本 康彦<sup>\*1</sup>  
<sup>\*1</sup> 東京学芸大学, <sup>\*2</sup> 渋谷区立西原小学校

## Practice of Cross-curricular Programming Education to Foster Programming Thinking in Elementary School

Natsumi Bito<sup>\*1</sup>, Katsuhiko Goto<sup>\*2</sup>, Yasuhiko Morimoto<sup>\*1</sup>  
<sup>\*1</sup> Tokyo Gakugei University, <sup>\*2</sup> Nishihara Elementary School

プログラミング的思考の育成を目指した小学校におけるプログラミング教育の必修化が決定された。これに伴い、今まさにプログラミング教育の実践が学校の現場で始められているが、この実施にあたっては、特定の教科等に限らない教科横断的な指導計画を作成することが求められている。そこで、本研究では、プログラミング的思考を育成するための教科横断的な指導計画の作成方法を開発することを目的とした。具体的には、プログラミング的思考の育成を目指した教科横断的な指導計画の作成方法を開発し、それに基づき、国語、社会、算数の授業においてプログラミング教育の実践を行った。

キーワード: プログラミング教育, プログラミング的思考, 教科横断, 指導計画法

### 1. はじめに

小学校におけるプログラミング教育が、2020年から施行される学習指導要領に新たに位置づけられ、必修化されることとなった。プログラミング教育は、どの職業に就くとしても時代を超えて普遍的に求められる「プログラミング的思考」を育成することが主な目的とされている<sup>(1)</sup>。

この必修化に伴い、今まさに小学生に対するプログラミング教育の実践が学校の現場で始められている。たとえば、山本・藪田(2016)は、中学校技術科教員との連携、段階的な課題設定、一人一台のタブレット端末環境の視点に着目し、情報活用の実践力を育成することを目的としたプログラミング学習を、総合的な学習の時間において20時間設定し、実践を行っている<sup>(2)</sup>。また、山本・鳩貝ほか(2017)は、ScratchとWeDoを活用し、基本的なプログラムの知識と技能を習得させることを目的とした学習を、総合的な学習の時間において2時間で実践している<sup>(3)</sup>。このような実践が行われてきているが、プログラミング教育を実施する際

には、各教科等で育成する思考力と、プログラミング的思考との関係性を踏まえつつ、教科横断的な指導計画を作成していくことが求められている<sup>(1),(4)</sup>。

そこで、本研究では、プログラミング的思考を育成するための教科横断的な指導計画の作成方法を開発することを目的とする。具体的には、プログラミング的思考の育成を目指した教科横断的な指導計画の作成方法を開発し、それに基づき、国語、社会、算数の授業においてプログラミング教育の実践を行うこととする。

### 2. 教科横断的なプログラミング教育

プログラミング教育の実施にあたり、「小学校段階におけるプログラミング教育の在り方について(議論の取りまとめ)」では、「各教科等で育む思考力を基盤としながら『プログラミング的思考』が生まれ、『プログラミング的思考』の育成により各教科等における思考の論理性も明確になっていくという関係性を考え、(中略)教育課程全体で位置づけを考えていく必要がある」と示されている<sup>(4)</sup>。また、新学習指導要領では、情報

活用能力に含まれるプログラミング的思考を、「学習の基盤となる資質・能力」としており、育成のためには、教科等横断的な視点に基づき育成することを求めている<sup>(1)</sup>。

つまり、各教科等で育成する思考力と、プログラミング的思考との関係性を踏まえつつ、教科横断的な指導計画を作成していくことが求められているといえる。教科横断的にプログラミング教育を行うことは、複数の授業を合わせてプログラミング教育とみなすこととなり、したがって、1つの授業では容易ではなかったプログラミング的思考の育成を、各教科等の特性を活かしつつ、複数の授業全体を通して育成することができると考えられる。そこで、次章では、教科横断的なプログラミング教育の指導計画の作成方法を開発する。

### 3. 教科横断的なプログラミング教育の指導計画の作成方法の開発

#### 3.1 プログラミング的思考

指導計画の作成方法を開発するにあたり、まず、本研究において育成を目指す、プログラミング的思考について述べる。

プログラミング的思考は、「自分が意図する一連の活動を実現するために、どのような動きの組合せが必要であり、一つ一つの動きに対応した記号を、どのように組み合わせたらいいのか、記号の組合せをどのように改善していけば、より意図した活動に近づくのか、といったことを論理的に考えていく力」と示されている<sup>(1)</sup>。小泉ほか(2017)は、このプログラミング的思考がコンピューショナル・シンキングの考え方を踏まえ

ていることから、英国の教科である「Computing」におけるコンピューショナル・シンキングの考え方を基に、「動きに分ける」、「記号にする」、「一連の活動にする」、「組み合わせる」、「振り返る」、「論理的に考えを進める」の6つに分解している<sup>(5),(6)</sup>。本研究においては、これら6つをプログラミング的思考とし、育成を目指すこととした(表1)。

#### 3.2 指導計画の作成方法

プログラミング的思考を育成するためには、複数の教科等を横断することで、授業全体を合わせてプログラミング教育とみなし、各教科等の特質を活かしつつ、指導計画を作成する必要がある。したがって、教科横断的な指導計画を作成するための手順は以下のようになる。これが、本論文における作成方法である。

手順 1) 実践において育成を目指すプログラミング的思考を決定する。

手順 2) 実施する教科等や単元を複数決定する。

手順 3) 手順 2) で決定した複数の単元の中で、手順 1) で決定した育成を目指すプログラミング的思考と関係がある学習内容を抽出する。

手順 4) 手順 3) で抽出した学習内容において、プログラミング教育に置き換えられるか否かを検討し、可能であれば、その学習内容においてプログラミング的思考を育成することとする。

以上の手順を踏むことにより、複数の教科、単元において育成を目指すプログラミング的思考を児童に身に付けさせることができると考えられる。

表1 本研究で育成するプログラミング的思考<sup>(6)</sup>

プログラミング的思考	説明
動きに分ける	自分が意図する一連の活動を実現するために、大きな動き(事象)を解決可能な小さな動き(事象)に分割すること。いわゆる分割。
記号にする	分解した動き(事象)の適切な側面・性質だけを取り出して他の部分を捨てること。いわゆる抽象化。
一連の活動にする	記号(動き)の類似の部分特定して、別の場合でも利用できる内容にすること。いわゆる一般化。
組み合わせる	同様の事象に共通して利用できる明確な手順を創造すること。
振り返る	目的に応じて、必要十分な評価の観点を考え、実行したことが、意図した活動に近づいているかどうか評価すること。
論理的に考えを進める	論理的推論と分析を行うこと。

#### 4. 指導計画の作成

本実践における指導計画を、3.2 節で述べた手順に従い作成した。

具体的には、手順 1) として、「動きに分ける」、「記

号にする」、「一連の活動にする」、「組み合わせる」、「振り返る」、「論理的に考えを進める」の6つのプログラミング的思考を育成することを決定した。次に、手順 2) として、国語の「説明文」、社会の「国の政治の仕組み」、算数の「比例と反比例」、「量の単位の仕組み」

表 2 指導計画

No.	教科	単元	学習内容	プログラミング的思考	説明
1	算数	比例・反比例	比例・反比例についてとらえる	動きに分ける	条件を1つ1つ分けて(Xの値をそれぞれ試して)Yの値を考えること。
2	算数	比例・反比例	比例のグラフを作成する	一連の活動にする	示されたグラフと等しいところと異なるところを考えること。
				振り返る	作ったプログラムを確かめ、意図する動きとなっていないならば改善すること。
3	算数	比例・反比例	反比例のグラフを作成する	一連の活動にする	比例のグラフと等しいところと異なるところを考えること。
				振り返る	作ったプログラムを確かめ、意図する動きとなっていないならば改善すること。
				論理的に考えを進める	どこを変えたら反比例のグラフをプログラムできるかを見通して作成すること。
4	社会	国の政治の仕組み	憲法改正の手続きを考える	動きに分ける	「衆議院」、「参議院」、「国民」という大まかな部品に分けて考えること。
				記号にする	選択肢の中から、憲法改正に関わる最適な手続きを選ぶこと。
				組み合わせる	必要な手続きを、正しい順に並べること。
				振り返る	作成したフローチャートを見直し、間違いがないか確認すること。
5	国語	説明文	筆者の考えと自分の考えを比べる	組み合わせる	筆者の主張を裏付ける根拠として必要な資料を、適切な文と組み合わせること。
				論理的に考えを進める	どのような資料があれば、筆者の主張を強められるのか、結果を予測しながら考えること。
6	算数	量の単位の仕組み	長さや面積などの単位とその仕組みについて考える	記号にする	「k」や「m」といった単位を記号としてとらえること。
				一連の活動にする	これまでに習得した単位の知識と比べ、等しいところや異なるところを考えること。

表 3 育成を目指した資質・能力のまとめ

授業		プログラミング的思考					論理的に考えを進める
		動きに分ける	記号にする	一連の活動にする	組み合わせる	振り返る	
算数	比例・反比例についてとらえる	✓					
算数	比例のグラフを作成する			✓		✓	
算数	反比例のグラフを作成する			✓		✓	✓
社会	憲法改正の手続きを考える	✓	✓		✓	✓	
国語	筆者の考えと自分の考えを比べる				✓		✓
算数	長さや面積などの単位とその仕組みについて考える		✓	✓			

の単元を選択した。その後、手順 3) として、6つのプログラミング的思考と先に述べたそれぞれの単元との関係がある学習内容を抽出した。最後に、手順 4) として、抽出した学習内容においてプログラミング教育に置き換えることができるかを検討した。

以上のように、手順 1) ~手順 4)を踏まえて作成した指導計画として、教科、単元、学習内容、育成を目指したプログラミング的思考、及びその説明を表 2 に示す。また、表 3 にそれぞれの学習内容において育成を目指したプログラミング的思考をまとめたものを示す。これは、プログラミング教育を教科横断的に計画することにより、プログラミング的思考を複数の教科、単元によって育成を目指していることを示している。

## 5. 授業実践

### 5.1 調査対象と時期

本研究では、小学 6 年生 32 人を対象とし、2017 年 11 月から 2018 年 1 月の期間に実施した。対象とした 32 名は、2017 年 10 月に理科の「電気の利用」の単元において、プログラミング教育の授業を受けている。この授業では、ソニーが開発した IoT ブロックである MESH<sup>®</sup>を使っており、「身の回りには、温度センサーなどを使って、エネルギーを効率よく利用している道具があることに気づき、実際に目的に合わせてセンサーを使いモーターの動きや発光ダイオードの点灯を制御するプログラミングを体験することを通して、その仕組みを体験的に学習する」ことをねらいとしている。

### 5.2 実施環境

本実践における一部の授業で使用した環境について述べる。本実践では、児童は Windows10 が動作している着脱式のキーボードを有するタブレット端末を一人一台活用した。また、プログラミング言語として、MIT メディアラボが開発した Scratch を用いた<sup>9)</sup>。筆者らがあらかじめ準備した Scratch で作成された教材を Web 上に公開し、児童はその URL にアクセスすることで、教材を活用できるようにした。また、文書ソフトで作成された教材を使用する授業では、配布したファイルを児童がダウンロードすることで使用できるようにした。

### 5.3 実践の内容

前章で述べた指導計画に沿ったそれぞれの実践を以下に示す。

#### 5.3.1 算数：比例・反比例についてとらえる

単元「比例と反比例」(全 16 時間)の導入として、Scratch で作成したいくつかの教材を使用し、プログラムの繰り返しの回数を変えることで、X と Y の関係の動きをシミュレーションする活動を行った。シミュレーションをすることで、X と Y が比例関係にあるか否かを気づかせることができるようにした。教材のひとつを図 1 に示す。

授業の際には、X の値を 1 つずつ分けてシミュレーションすることで Y の値を考えさせ、比例関係にあるか否かを考えやすくなるようにした。



図 1 シミュレーション教材

#### 5.3.2 算数：比例のグラフを作成する

単元「比例と反比例」(全 16 時間)において、比例のグラフについて一通り学習したのちの第 4 時に、Scratch を用いて、図 2 に示された準備された比例のグラフのプログラムを見ながら、式の異なる比例のグラフをプログラミングする活動を行った。

授業の際には、準備されたグラフのプログラムと比較し、どこは同じでどこは異なるのかを考えさせるこ

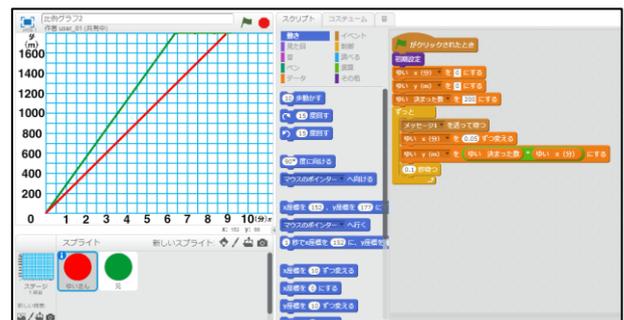


図 2 比例のグラフの作成

と、作成したプログラムが正しく動作しているか、またできていなければどこを改善すればよいのかを考えさせることに留意した。

### 5.3.3 算数：反比例のグラフを作成する

単元「比例と反比例」(全16時間)の第14時において、反比例のグラフについて、まずノートにグラフを書いたのちに、Scratchを使って、比例のグラフとの違いを考えながらプログラムを作成する活動を行った(図3)。

授業の際には、どうしたら反比例のグラフをプログラムすることができるのか、見通しを立ててからプログラムを作るようにすること、比例のグラフと等しいところと異なるところを考えながら作成すること、作ったプログラムが正しい実行結果となるか、また正しくなければ、どうすれば正しいプログラムとなるかを考えさせるようにした。

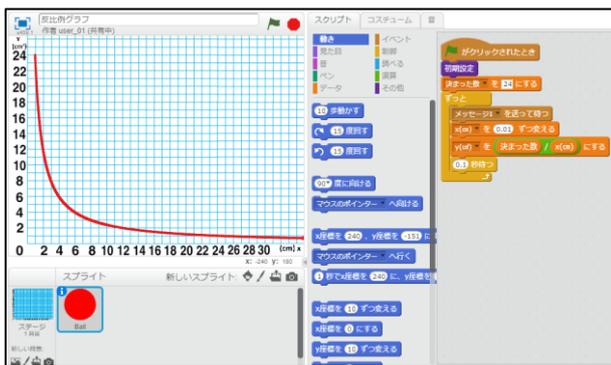


図3 反比例のグラフの作成

### 5.3.4 社会：憲法改正の手続きを考える

単元「国の政治の仕組み」(全3時間)の学習後、1単位時間を使い、憲法改正の手続きが、どのような流れで「公布」、または「廃案」となるのかについて、フローチャートを活用してあらかず活動を行った。具体的には、文書ソフトを活用し、図4左に示すフローチャートの枠に、図4右の選択肢からあてはまるものを選び、並べることで憲法改正の手続きについて、理解を深められるようにした。

授業の際には、憲法改正の手続きは、「衆議院」、「参議院」、「国民」の順で行われることを示し、おおまかな部品に分けてから考えられるようにすること、どの手続きを選択肢から選び、並べればよいのかを試行錯誤しながら考えさせること、また、一通りフローチャートの穴埋めが終わった児童は、上から順に、フロー

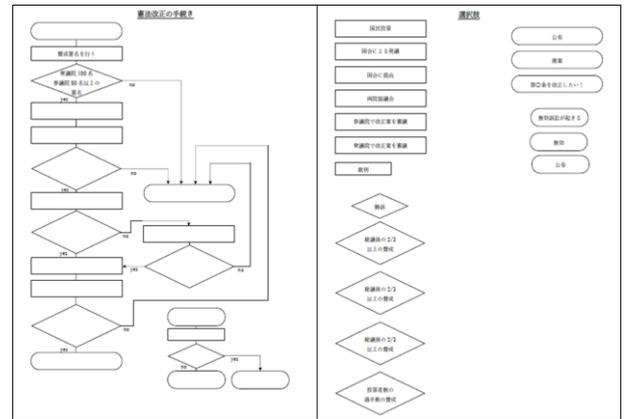


図4 憲法改正の手続きのフローチャートと選択肢



図5 社会における実践の様子

チャートにあらわされた手続きを一つ一つ見直し、間違いがないかを確認させることに留意した。図5は、授業において、児童が各々でフローチャートを作成している様子である。

### 5.3.5 国語：筆者の考えと自分の考えとを比べる

説明文の1単元(全6時間)の最後の1単位時間において、児童が初めて目にする教材を用い、筆者の説明を裏付ける根拠としての資料を、どの文と組み合わせればよいのか考える活動を行った。具体的には、まず、説明文の中でどのような資料があれば、筆者の主張を強められるのか、結果を予測しながら考え、次に、自分の予測と、実際に使われた資料とを比較した。その後、グラフ、表、地図、写真といった実際の資料を、文に合った資料と組み合わせる活動を行った。

授業の際には、活動全体を通して、どのような資料を説明文と組み合わせることが好ましいのかを筋道を立てて考えるようにすることを意識させた。

### 5.3.6 算数：長さや面積などの単位とその仕組みについて考える

単元「量の単位の仕組み」(全6時間)の全時間において、1000倍を意味する単位の「k」、2乗をあらわす単位の「<sup>2</sup>」などについて、考える活動を行った。

授業の際には、単位を記号としてとらえられるようにすること、また、たとえば、「kg」と「km」ではどこが等しく、どこが異なるのかを考えるといったように、これまでに習得した単位の知識と比べさせることで、それぞれの記号にどのような意味があるのかを考えさせた。

## 6. おわりに

本研究では、プログラミング的思考の育成を目指した教科横断的な指導計画の作成方法を開発し、それに基づき、国語、社会、算数の授業においてプログラミング教育を計画し、実践を行った。

今後は、開発した指導計画の作成方法の評価を行っていく予定である。

## 参 考 文 献

- (1) 文部科学省：“小学校学習指導要領（総則編）”  
[http://www.mext.go.jp/component/a\\_menu/education/micro\\_detail/\\_icsFiles/fieldfile/2017/07/12/1387017\\_1\\_1.pdf](http://www.mext.go.jp/component/a_menu/education/micro_detail/_icsFiles/fieldfile/2017/07/12/1387017_1_1.pdf) (2018年2月5日確認)
- (2) 山本明弘, 藪田拳美：“小学校でのプログラミング学習における中学校技術教員との共同指導による段階的な課題設定の一考察”, 日本教育工学会論文誌, 第40巻, 第3号, pp.175-185 (2016)
- (3) 山本利一, 鳩貝拓也, 弘中一誠, 佐藤正直：“Scratch と WeDo を活用した小学校におけるプログラム学習の提案”, 教育情報研究, 第30巻, 第2号, pp.21-29 (2017)
- (4) 文部科学省：“小学校段階におけるプログラミング教育の在り方について（議論の取りまとめ）”  
[http://www.mext.go.jp/b\\_menu/shingi/chousa/shotou/122/attach/1372525.htm](http://www.mext.go.jp/b_menu/shingi/chousa/shotou/122/attach/1372525.htm) (2018年2月5日確認)
- (5) 小泉力一, 小田理代, 後藤義雄, 星千枝, 永田衣代：“小学校段階におけるプログラミングで育成する資質・能力の評価規準開発”, 第42回教育システム情報学会全国大会講演論文集, pp.435-436 (2017)
- (6) (株)ベネッセコーポレーション：“プログラミングで育成

する資質・能力の評価規準”,

<http://benes.se/keyc> (2018年2月5日確認)

- (7) MESH: <http://meshprj.com/jp/> (2018年2月5日確認)
- (8) Scratch: <https://scratch.mit.edu/> (2018年2月5日確認)

# プログラミング課題自動チェック機構を活用した 演習課題の分割と事前学習化の試み

伊藤 恵\*1

\*1 公立はこだて未来大学

## An Attempt to Divide Questions and Change Them into Preparation Quizzes Using Automatic Check Mechanism for Programing Exercises

Kei Ito\*1

\*1 Future University Hakodate

情報系大学の初年次教育として実施している Java プログラミング科目において、事前学習を前提とした演習授業を実施している。事前学習の定着のため予習クイズ等を導入しているが、事前学習から演習課題への移行がうまく進まない受講者が後を絶たない。そこで、事前学習から演習への円滑な移行のため、従来より導入しているプログラミング課題の自動チェック機構を活用し、演習課題の分割と一部事前学習化を試みた。その実践結果を報告する。

キーワード: プログラミング学習, 演習課題, 自動チェック

### 1. はじめに

情報系大学・学部において初年次教育の一つとしてプログラミング学習が導入されていることが多い。必修の演習科目として開講されることが多いが、演習であるため実践力が付く一方で、大学入学者の平均学力の低下<sup>(1)</sup>などもあり、必修であることもあいまって十分理解が進まないまま、単に課題をこなすだけで終わってしまう学習者が目立ってきている<sup>(2)</sup>。

著者の所属大学では、事前学習を前提としたプログラミング演習科目が開講されている。授業時間だけで十分な理解が難しい学習者が多いため、事前学習を強化し、事前学習教材に含まれる予習クイズに正解しないと次の教材へ進めない仕組みを導入した。また、演習時には担当教員と Teaching Assistant (以下 TA)とで学習者の質問に対応するが、学習者の理解度に応じた多種多様な質問に効果的に対応できない場合もあることから、演習時の質問対応の質向上のためにプログラミング課題自動チェック機構<sup>(3)</sup>を導入した。この機

構により、学習者がプログラミング課題を提出すると、提出されたプログラムが課題に対して不十分な点をメッセージ表示するほか、自動採点された点数が表示される。これにより担当教員と TA は自動チェックでは分からない質問への対応に注力することができるようになった。

このプログラミング演習科目では、事前学習教材に学習項目の導入資料やそれに関する予習クイズを設定し、演習時には事前学習で扱ったものを応用した課題を課しているが、学習者の学習意欲維持と実践力向上の両立を意図した課題とするため、事前学習と演習課題の難易度調整が難しくなっている。実際に、事前学習はすんなり出来ていても演習課題でつまづいて進まない学習者や、約 3 時間の演習時間内にその日の課題を完成し終わらない学習者が後を絶たない。

そこで事前学習教材や演習課題自体の改善と並行して、演習課題を複数に分割し、さらにその一部を事前学習に含めることを試みたため、その実践結果を報告する。

## 2. 対象科目

### 2.1 対象科目と学習者

著者所属大学で学部2年生向けに開講されている主にJava言語を対象としたプログラミング演習科目「情報処理演習I」を本実践の対象とする。この科目の受講者は1年次にProcessingとC言語による演習科目を受講しているが、プログラミング自体の理解度は必ずしも高いとは言えない。

この科目は学生の所属に応じて前期(4月～7月)に受講する者と、後期(10月～翌1月)に受講する者がいる。また、前期に受講する者は演習用教室のサイズの都合により、学内の所属コースに応じて5クラスに分かれて受講している。受講者は毎年度異なるため厳に公正な比較はできないが、経験的に同じコースの所属であれば年度が異なっても受講者の傾向がよく似ていることから、本報告では毎年度前期に著者が担当している同一所属コースの1クラスのデータを扱う。

### 2.2 演習教材と支援システム

対象とする演習科目の教材は基本的にこれまでの担当教員が作成または更新してきたものである。演習の各回に応じて、予習クイズを含む事前学習用教材と一つ以上の演習課題が用意されている。各回に二つの演習課題を標準としているが、課題の難易度等に応じて課題が一つの回や三つ以上の回もある。課題の題材は受講者の興味を引きそうなものとなるよう設定しつつ、難易度調整のために作るべきプログラムの一部を雛形として与えて、残りを作らせるようにしている。教材の提供等を含め演習科目はすべてオープンソースのコース管理システム Moodle を用いて運用されている。ただし、その一部は著者所属大学用に独自に開発された機能を利用している。

#### 2.2.1 予習クイズ

事前学習教材を単に読み物として提供すると、何も事前学習をしないで、いきなり演習課題に取り組む学習者が増えることから、事前学習を強制するための方策の一つとして予習クイズを導入している。演習一回分の事前学習教材の中に予習クイズを一つ以上設置し、予習クイズに正解しないと次の教材に進むことができ

ず、また、その回のすべての予習クイズに正解していないと演習課題も見ることができない。このため完全自動採点できる問題のみが予習クイズとして使うことができる。

#### 2.2.2 プログラミング課題の自動チェック機構

30～40名程度の受講者に対して、通常、担当教員1名とTA2名が演習中の質問対応を行っているが、受講者の理解度の幅が広く、質問も多岐に渡ることから、プログラミング課題の自動チェック機構を導入している<sup>3)</sup>。

これは個々の演習課題に応じたチェックプログラムを事前に用意しておき、受講者が課題のプログラムを提出すると、即座にチェックプログラムによるチェックを行い、課題を満たせていない点をメッセージ表示するほか、自動チェックできる範囲内で採点も行ってその点数も表示する。この結果表示により受講者は課題をどの程度までこなしているかを随時確認することができる。また、この自動採点の点数は演習課題の点数評価にも利用される。

## 3. 課題の分割と一部事前学習化の試み

対象とする演習科目において、演習課題のプログラムをどこから作り進めるべきかが分からずに作り間違え、それによって演習時間を無駄にする受講者が例年見受けられたことから、演習課題の中に進め方を誘導する説明などを記載していた。しかし、進め方を間違えるタイプの受講者は誘導された箇所すら作り間違え、作ったものが適切かどうか確かめないうまに進んでしまうことで、結果としてはやはり演習時間を無駄にする傾向にあった。そのため、課題の進め方を誘導し、かつ、そこまで進めた分を自動チェックによって確認させるために、演習課題をある程度分割し、複数の課題を通して一つのプログラムを完成させるように、一部課題を更新することとした。

また、対象科目の教授側としては事前学習教材を応用する形で設定してあるはずの演習課題であっても、受講者にとっては大きく乖離して感じられることもしばしばある。そこで演習課題で取り組むべき最初の部分を演習課題から事前学習教材中の予習クイズに移行

させることとした。予習クイズは授業時間外に実施することと、2.2.1 で述べたように予習クイズに正解しないと次の教材に進めないことから、完全に自動採点可能なものである必要があるが、2.2.2 で述べた自動チェック機構による自動採点によって、演習課題の一部であってもそれが可能となった。

### 3.1 2016～2017 年度演習課題の分割と事前学習化

ここでは 2016 年度前期と 2017 年度前期に扱った演習課題の概要を述べる。表 1 は 2016 年度前期と後期および 2017 年度前期を対象の演習科目で扱った課題の一覧である。第一回演習が課題 1-1 と課題 1-2、第二回演習が課題 2-1 と課題 2-2 のように扱っており、2017 年度前期に演習課題の一部を事前学習の予習クイズとした箇所はクイズとしてある。2016 年度後期は対象クラスが異なるため、実践結果の比較には用いないが、2016 年度から 2017 年度への演習課題の段階的更新の途中経過となるため、併載した。

2016 年度前期から 2016 年度後期に課題内容もかなり変更しているが、それと同時にひとまとまりの課題を複数に分割し、受講者が取り組みやすくしている。さらに 2016 年度後期から 2017 年度前期に掛けて、課題内容を一部調整しながら、一部の課題の事前学習化を行っている。

例えば、第四回演習の課題 4-1、課題 4-2 は 2016 年度後期時点で課題を前半課題 4-1 と後半課題 4-2 に分けていたが、2017 年度前期にはその前半の内容をほぼそのまま予習クイズとし、後半だった内容を課題 4-1 に繰り上げた上で、より発展した内容を新たに課題 4-2 として追加した。また、第六回演習の課題 6-1～課題 6-2 については、2016 年度後期時点の課題 6-1、6-2 の内容を共に予習クイズとした上で、課題 6-3、6-4 だった内容を 2017 年度前期には課題 6-1、6-2 にスライドさせた。以降、第 7 回は一部予習クイズ化した上でより発展的な課題を追加、第 8 回は一部予習クイズ化した上で課題の一部省略と発展的内容追加、第 9 回は一部予習クイズ化した上で課題を前にスライド、第 11 回は一部予習クイズ化し、課題を前にスライドさせた上で課題内容の入れ替えも行った。

## 3.2 実践結果

ここでは 2016 年度前期と 2017 年度前期に著者がそれぞれ演習担当したクラスの演習結果を述べる。

### 3.2.1 最初の課題を終えるまでの時間

図 1 は 2016 年度前期に著者が担当したクラスにおいて、その日の最初の課題を完了した者の人数の推移を示したグラフである。横軸が時間で 13:10 が演習開始時間、16:20 が演習終了時間である。縦軸はその時点で最初の課題を終えていた人数であり、受講者全体は 41 名であった。回によって演習課題の難易度が異なるが、比較的進行が早かった回は演習開始から 1 時間程度で多くの受講者が最初の課題を終えているが、課題の難易度が高く、演習課題を一つしか設定されていなかった第 8、9、10 回や最終課題のある第 12 回は完了者数の増加が遅く、演習終了時間になっても半数以上は終えていなかった。

図 2 は 2017 年度前期に著者が担当したクラスの同じグラフである。横軸の時間は図 1 と同様、縦軸の人数も同様だが、受講者全体が 42 名である。課題も受講者も異なるほか、課題一つの粒度が平均的には小さくなっているため、単純に比較することはできないが、最初の課題を完了するまでの時間が大きく短縮されている。

### 3.2.2 最後の課題を終えるまでの時間

図 3 と図 4 は逆にその日の最後の課題を終えた者の人数推移である。その日のすべての課題を終えた人数と同義であるため、課題一つの粒度には影響されない。2016 年度前期は演習終了時間にほとんどの受講者が課題を終えていたのは一回のみで、約半数の回は課題をすべて終えていた受講者は半数以下である。一方、2017 年度前期は約半数の回は演習開始から 2 時間後にはほとんどの受講者がすべての課題を終えている。

### 3.2.3 実践結果の考察

2016 年度と 2017 年度は受講者が異なるため、当然、厳に公正な比較はできない。が、この演習科目を長年担当してきた経験上、同じクラスであれば年度が異なっても受講者の傾向は大きくは変わらず、その影響は少ないと考えられる。

一方、課題が異なることによる影響は相応にある。実際、各クラスの担当教員やこの2年度継続してTAを担当した学生の感触としても、2016年度前期と比べて2017年度前期の課題の難易度は全体としてやや簡単になったと感じている。

対象科目の成績は演習課題の点数とペーパーテストの点数から評価される。演習課題の難易度に直接影響されないペーパーテストの点数は、2016年度前期が100点満点で平均51.0点、2017年度前期が平均51.6点とあまり差がないことから、演習課題の難易度に違いがあったにしろ、同程度の学びが得られていると考えられる。

#### 4. おわりに

事前学習を前提として行っているプログラミング演習科目において、事前学習から演習への円滑な移行のため、従来より導入しているプログラミング課題自動チェック機構を活用し、演習課題の分割と一部事前学習化を試みた。演習課題の内容自体も変わっているため、一概には比較できないが、授業当日の演習課題への取り組み易さが改善される傾向にあることが分かっ

た。今後は、適度な課題分割と事前学習化をしつつ、課題内容をさらに精査し、取り組み易い演習課題でありつつ、多くの受講者がより深く学べる演習教材を目指したい。

#### 謝辞

本研究はJSPS 科研 16K04798 の助成を受けたものである。

#### 参考文献

- (1) 国立教育政策研究所: “OECD 生徒の学習到達度調査 (PISA)”, <http://www.nier.go.jp/kokusai/pisa/> (2018年1月アクセス)
- (2) 伊藤恵, 椿本弥生, 白石陽, 奥野拓: “プログラミング教育のためのメモ用紙活用における電子ペーパー利用の試み”, 教育システム情報学会, 2016年度第5回研究会, (2017)
- (3) 伊藤恵, 美馬義亮, 大西昭夫: “コース管理システムと授業固有の課題チェック機能のWebサービスによる連携”, 情報処理学会論文誌, Vol.52, No.12, pp.3121-3134 (2011)

表 1 2016～2017 年度演習課題一覧

	2017 前期	2016 後期	2016 前期
課題 1-1	関数の実装(平方根の近似値)	C から Java への書き換え	C から Java への書き換え
課題 1-2	関数の実装と動作確認(1-1 の続き)	数列	数列
課題 2-1	ルーレットホイールセレクション	ルーレットホイールセレクション	C から Java への書き換え
課題 2-2			素数列
課題 3-1	都市のデータを格納するクラス(その1)	都市のデータを格納するクラス(その1)	直方体
課題 3-2	都市のデータを格納するクラス(その2)	都市のデータを格納するクラス(その2)	直方体クラスの利用
クイズ	都市の人口流入シミュレーション(準備)		
課題 4-1	都市の人口流入シミュレーション1	都市の人口流入シミュレーション1	非 static メソッドの作成
課題 4-2	都市の人口流入シミュレーション2	都市の人口流入シミュレーション2	データ格納クラスの作成
課題 5-1	会員カードの機能の実現	会員カードの機能の実現	インスタンスとメソッドの復習
課題 5-2			NVector クラスの拡張
クイズ	簡易データベース(準備)		
課題 6-1	簡易データベース(1/2)	簡易データベース(その1)	継承によるクラス作成
課題 6-2	簡易データベース(2/2)	簡易データベース(その2)	データ格納クラスの拡張
課題 6-3		簡易データベース(その3)	
課題 6-4		簡易データベース(その4)	
クイズ	自治体のオープンデータから統計情報を求める(準備)		
課題 7-1	自治体のオープンデータから統計情報を求める(その1)	自治体のオープンデータから統計情報を求める(その1)	ArrayList クラスの活用
課題 7-2	自治体のオープンデータから統計情報を求める(その2)	自治体のオープンデータから統計情報を求める(その2)	逆ポーランド記法による電卓プログラム
クイズ	簡易テキストマイニング(準備)		
課題 8-1	簡易テキストマイニング(その1)	簡易テキストマイニング(その1)	国別メダル取得数のランキング表示
課題 8-2	簡易テキストマイニング(その2)	簡易テキストマイニング(その2)	
課題 8-3		簡易テキストマイニング(その3)	
課題 8-4		簡易テキストマイニング(その4)	
クイズ	簡易レコメンデーション(準備)		
課題 9-1	簡易レコメンデーション(1)	簡易レコメンデーション(1)	テキスト中の語の出現回数の集計
課題 9-2	簡易レコメンデーション(2)	簡易レコメンデーション(2)	
課題 9-3	簡易レコメンデーション(3)	簡易レコメンデーション(3)	

課題 9-4		簡易レコメンデーション(4)	
課題 10-1	簡易レコメンデーションの完成1	簡易レコメンデーションの完成1	ファイル版 Unigram
課題 10-2	簡易レコメンデーションの完成2	簡易レコメンデーションの完成2	
クイズ	スコアリスト		
課題 11-1	奇数の最大値・最小値	スコアリスト	Web 版 Unigram
課題 11-2	約数さがし	trimmean	Web 版 Unigram の拡張
課題 11-3	距離の総和	距離の総和	
課題 11-4		frameprint	
課題 12-1			サーブレット版 Unigram
課題 12-2			ファイルアップロード対応版 Unigram

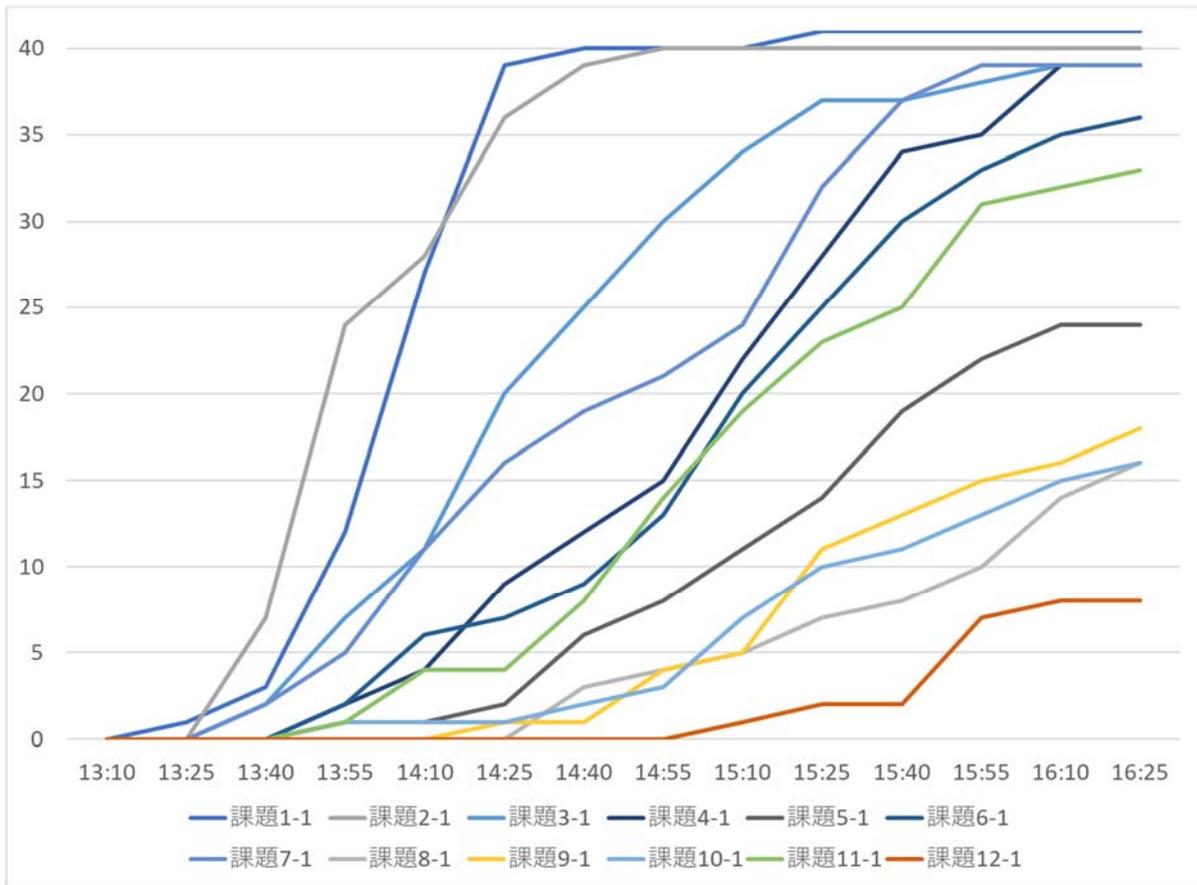


図 1 最初の課題を終えた人数の推移(2016年度)

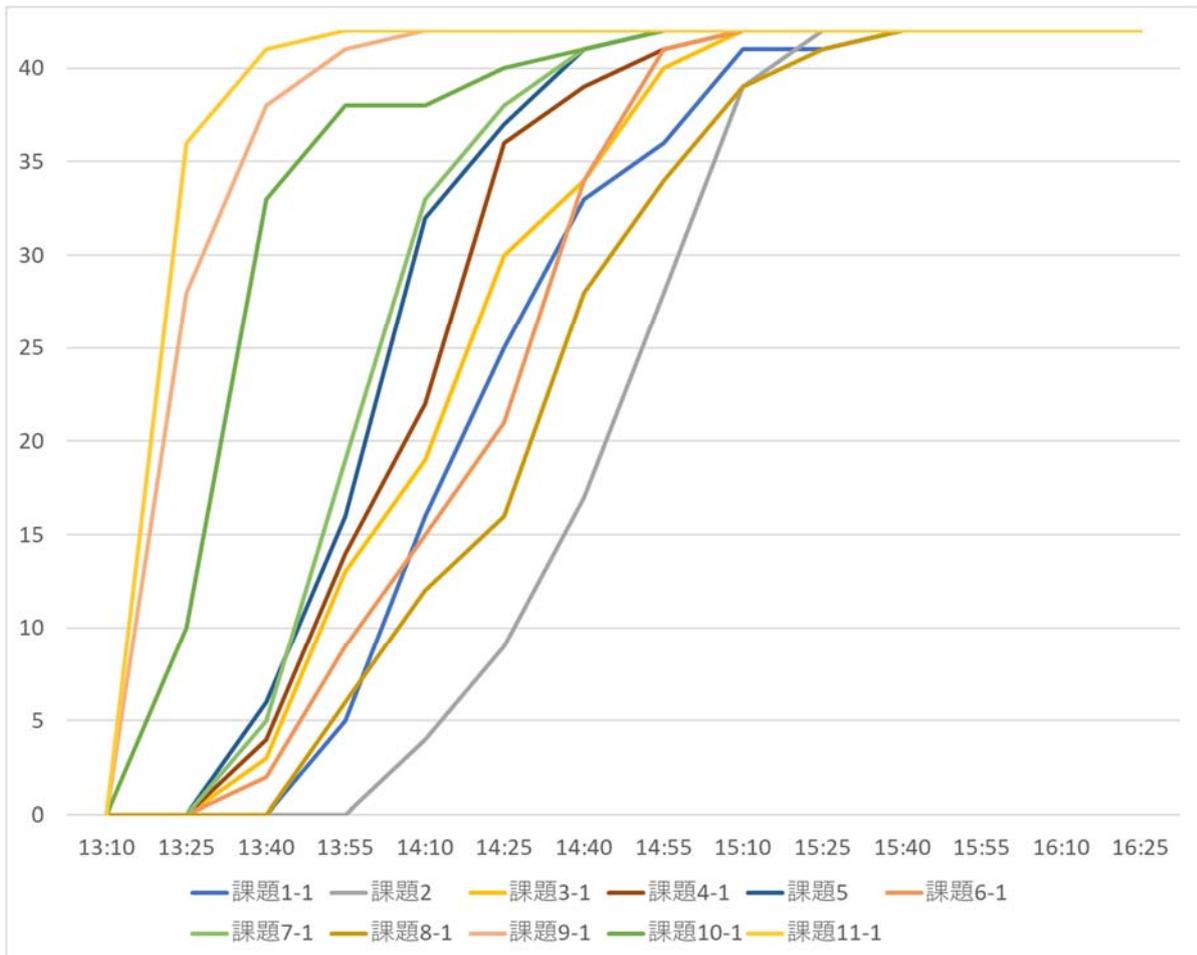


図 2 最初の課題を終えた人数の推移(2017年度)

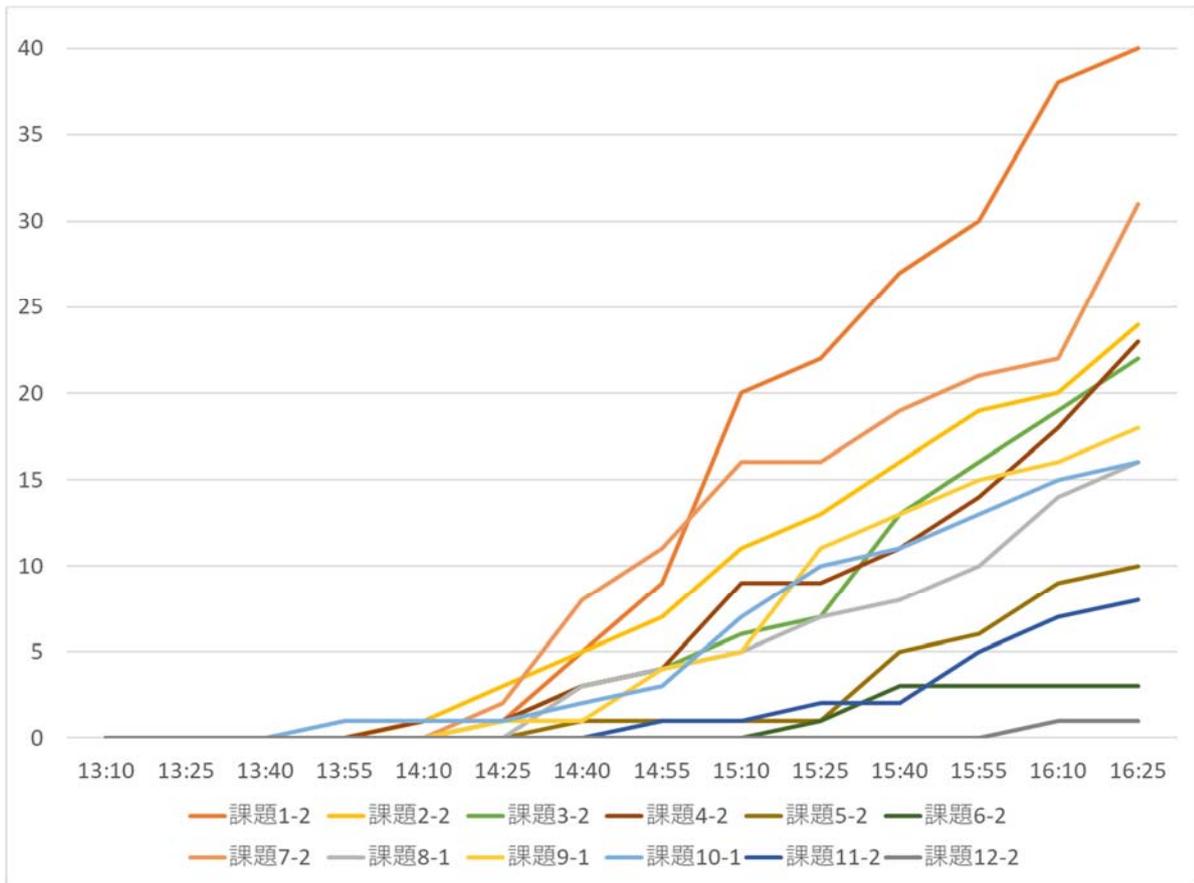


図 3 最後の課題を終えた人数の推移(2016 年度)

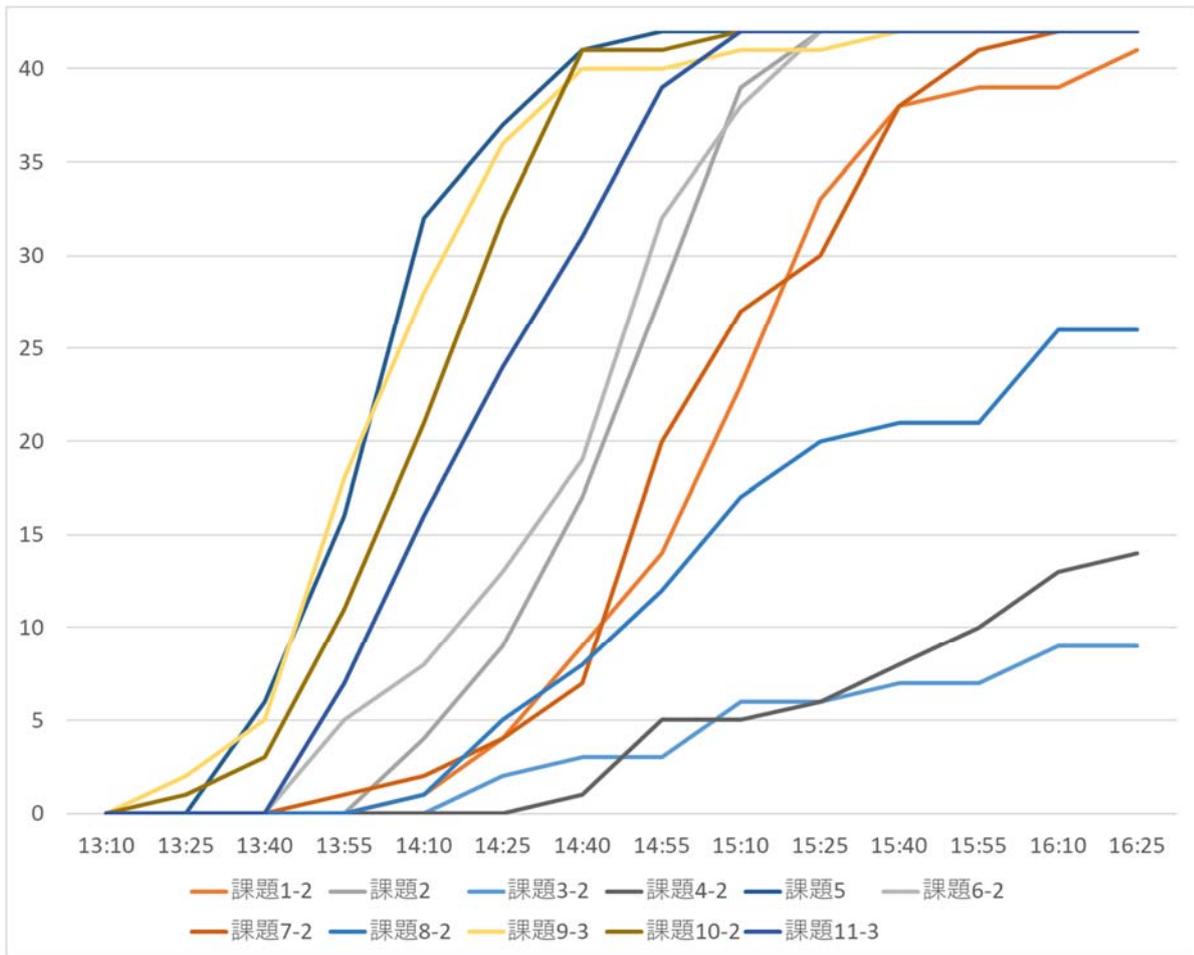


図 4 最後の課題の終えた人数の推移(2017 年度)

# 情報系ロールモデルとなる外部講師の講演を通じた 学生のキャリア形成の意識調査

山川広人<sup>\*1</sup>, 小松川浩<sup>\*1</sup>

<sup>\*1</sup> 千歳科学技術大学

## Awareness Survey of Students' Career Formation Through Discourse of Guest Speaker as IT Engineer Role Model

Hiroto Yamakawa<sup>\*1</sup>, Hiroshi Komatsugawa<sup>\*1</sup>

<sup>\*1</sup> Chitose Institute of Science and Technology

地域や社会で活躍できる実践的な IT 人材の育成にむけ、学生の業界研究やキャリア形成の意識に繋がる情報系カリキュラムの整備は重要な観点のひとつであろう。代表的な教育内容には、学生が、地域や社会でロールモデルとして活躍する人材の体験や知見について講義・講話を受けられる機会を設ける方法がある。本研究はこうした機会を通じて学生が得られる意識に着目し、学生の反応を調査する。

キーワード: 意識調査, キャリア形成, 授業評価, 外部講師

### 1. はじめに

社会への出口となる高等教育は、カリキュラムを通じて社会人基礎力や専門性を身につけるだけでなく、学生が進路として目指す分野や業界について意識し意欲を持ちながら学ぶ機会となる。機会や教育環境作りの一環として社会で活躍しロールモデルとなりうる人材を外部講師として招き、講演や講話などを通じて学生に刺激を与えるための授業や講座を開催する手法も、一般的に行われている。

他方、超高齢化社会を迎えた日本では、地方部の過疎化や若い世代の人口流出といった問題を抱えている。地域産業の発展や活性化、ひいては地域存続のため、産学官による様々な取り組みも行われている。こうした中で千歳科学技術大学（以下、本学）は文部科学省地（知）の拠点大学による地方創生推進事業<sup>①</sup>の参加校<sup>1</sup>として、主に情報系を中心に、学生が首都圏はもちろん、地方（北海道）も選択肢として視野を広げて進路選択やキャリア形成を促せるよう、また実践的な人

材を送り出せるよう狙った工夫を行っている。

こうした背景の中で本稿は、情報系ロールモデルとなる外部講師の講演を通じて、学生が情報系領域や地方への進路もふまえて、自身のキャリア形成をどのように意識するかを調査する。本稿はその一環として、外部講師の講演後に学生が回答したアンケートや自身への振り返りによる意識調査にどういった特徴が見られたかを報告する。

### 2. 調査対象とする講演

本稿では、情報系ロールモデルとなる外部講師が行った講演を調査対象にする。講演は、学部1年生、学部3年生にそれぞれ異なる内容を行っている。

#### 2.1 学部1年生むけの講演

この講演は、学科選択前<sup>2</sup>の学部1年生秋学期に開催される、情報系領域について企業での実例や社会への応用事例を学ぶ必修授業のうち1コマを使って行われた。外部講師には、OSやクラウドサービスを手がける

<sup>1</sup> 平成27年度選定事業「ものづくり・人材」が拓く「まち・ひと・しごとづくり」。代表校は室蘭工業大学。

<sup>2</sup> 本学では2年次に学科配属を行う。1年次には情報系も含めた複数の学科（領域）に繋がることを狙ったカリキュラムが用意されている。

企業で、テクノロジーエバンジェリストとして活躍するエンジニアを招いた。講演内容は、企業が展開するリアルタイム翻訳製品を事例とした情報領域で用いられるクラウド・AI等の先進的な技術の紹介や、外部講師がその経歴・経験を元に考えるエンジニアとしての働き方、若い世代に期待することをテーマとした。これにより、専門としたい領域や進路が定まっていない学生が、情報領域や情報系エンジニアへのイメージを膨らませることを期待した。講演ののち、学生には授業への感想やコメントを自由記述のアンケートとして提出させた。このアンケートの分析は3.1で述べる。

## 2.2 学部3年生むけの講演

この講演は、情報系学科の学部3年生秋学期に開催される、AIをテーマとした選択授業のうちの1コマを使って行われた。学科や選択授業のテーマともに、情報系の就職・進学を控えた学生が多く集まっていることが仮定できる。外部講師には、北海道内（以下、道内と記載）のIT系企業が多く参加する北海道IT推進協会から、道内IT企業の経営に関わる立場の方々を招いた。この講演では道内企業を実例として、道内のIT系企業の業種や、SE・プログラマといった職種と仕事の内容、AI・ロボットといった流行技術分野、企業がもつめる人材像やスキルをテーマとした。これにより学生が自身の状況を鑑みつつ、情報系の産業や企業について新たな知識や気づきを得ることや、道内企業の進路へ視野を広げる効果を期待した。講演ののち、

学生には講演内容のまとめをレポートとして提出させ、これを授業の担当教員が添削し学生に返却を行った。その上で、添削された内容ももとに、授業の内容を思い出しながら、自身について以下の項目で振り返り、Webフォームに記述するように指示した。

- Q1. 外部講師の講演により、自分の進路にどのようなヒント・知識・新たな考え方を得られたか
- Q2. 現在の進路先として考えている領域
- Q3. 道内就職を考えている学生は、その理由
- Q4. 外部講師の講演に求めるテーマ

この振り返り内容の分析は、3.2で述べる。

## 3. 学生の反応の分析

2章で述べたそれぞれの講演について、学生の反応として取得したアンケートおよび自身への振り返り内容の分析を試みた。テキストマイニングは自由記述文章の代表的な分析手法の1つであり、授業評価等の分析<sup>2)</sup>にも用いられている。本研究ではこのうち、頻出語と共起ネットワークの分析を行った。分析ツールにはKH Coder<sup>3)</sup>を用いた。

### 3.1 学部1年生むけ講演への反応

2.1で学生に課したアンケートの記述例を表1に示す。アンケートの提出人数は188名である。KH Coderで分析の前処理をおこなった結果、478文、181段落と集計された。総抽出語数は10,797（うち使用対象は4,141）、異なり語数は1,244（うち使用対象は1,001）

表1 学部1年生のアンケート記述例（原文より個人名は伏せ、代表的なものを抜粋）

学生	アンケートの記述
ア	今回の講義をきいて、AIが発展することによって、言語の壁がなくせることに興味を持ちました。スカイプを使って海外の人でも話せるようになると、日本だけではなく海外の人の意見もきけることになるので、くわしく知りたいと思う。私は英語が苦手ですが、少しずつでも努力していきたいとあらためて感じました。私は将来、理科の先生になることが夢です。エンジニアとは少し違う職業ですが、学び続けるべき職業にはかわりがないと思うので、夢に近づくために今後も多くの事に興味をもって学んでいきたいと思いました。
イ	今の社会で技術者が絶対不可欠であると再確認できた。英語の必要性は前々から感じていて最近勉強を始めたが、いまいちモチベーションが上がっていなかった。しかし、《講師名》さんの講義を聴いてモチベーションが上がった感覚がある。これから勉強し、ある程度話せるようになりたいと改めて思った。
ウ	情報技術について、今まで全く興味がなかったが、聞いているうちに興味が出てきました。今までなかった事、想像でしかなかった事を現実に創り上げていくことのすばらしさを知りました。



表 3 学部 3 年生の振り返り記述例（原文のまま、代表的なものを抜粋）

学生	Q1	Q2	Q3	Q4
A	就職するときは、技術的なことが最重視されると思っていたが、IT 企業の方の話を聞いて、コミュニケーション能力、責任感、チャレンジ精神といった技術的以外の能力も必要だということを初めて知りました。就職活動まで時間がないので、現状よりも少し自分を成長させたいと思います。	IT 関連	もしも実家から通えたら、一人暮らしの必要がなく、お金があまりかからないから。	福利厚生の話、IT に対しての真実（ブラックなのか）など
B	IT 系企業の方の話を聞いて、必ずしも皆が皆プログラミングばかりやっているわけではないということがわかった。	天然ガスなど、エネルギーを扱う業界	生まれてから育ってきた慣れ親しんだ土地で、その土地の役に立つ仕事をしたいため。	IT 企業のここが厳しいなと思うところ。
C	私は、今回の講演を聴くまで、道外の企業や道外に本社のある企業ばかりに目を向けており、当然就職は道外と考えていました。しかし、今回の講演を聴いて変わった事は道内にもたくさんの企業があることや、道外と北海道での仕事の違いなどを聞いて、自分のやりたい領域をもう一度見つめなおし、考える幅を広げていき、また、インターンシップなどに積極的に参加し、学生時代にしかできないことをやっていきたいです。	情報処理業	今回の講演を聴いて、特に東京周辺の企業では、大企業のサポートが多く、自分のやりたい事ができないため、道内で自分のやりたい職に就職したいと思ったからです。	IT 系企業で実際に製作した商品を講演で見たり、IT 系企業の OJT 研修についての講演も聴いてみたいです

表 4 進路希望領域(Q2)の大別

目指す領域	人数
情報処理・ソフト	28
技術系サービス	7
通信システム・設備	4
デバイス・部品	1
その他（教職、接客業など）	11

注：領域名の分類は、筆者が記載内容を本学の就職先分類に当てはめた。記述が複数の領域に当てはまる場合、別に集計した。Q2 の有効回答者数は 43 名であった。

析を試みた。Q1 記述中の頻出語を表 6 に、共起ネットワークを図 2 に示す。図 2 は分析対象となる語数が少ないため、3 回以上出現していた上位 60 位の語を分析に用いる設定とし、他は 3.1 と同じセッティングとした。まず、「企業」ノードを中心に「自分」「就職」「IT」「話」「道内」「活動」のノードにまとまりがある。

表 5 道内への就職希望理由(Q3)の大別

希望理由	人数
住みやすさ・通勤しやすさ	7
家庭・家族	6
地元への貢献	3
その他（明確に目指す企業があるなど）	3

注：希望理由の分類は、筆者が記載内容から判断し作成した。記述が複数の領域に当てはまる場合、別に集計した。Q3 の有効記述者数は 18 名であった。

これは、道内 IT 企業をテーマに就職等の進路も見据えた講演内容に対する振り返りを課していることから頻出することは当然といえよう。これに関連し、特に講演テーマで意識をした、学生が道内企業へ目を向ける部分の評価につながる「道内に就職する利点、関東に就職する利点について理解できた」「就職は道外と

表 6 Q1 の記述内容に現れた頻出語（名詞）

順位	名詞	回数	順位	名詞	回数
1	企業	34	11	人材	10
2	就職	31	12	道内	10
3	自分	22	13	話	9
4	IT	21	14	活動	7
5	技術	16	15	知識	7
6	業界	15	16	スキル	6
7	コミュニケーション	14	17	情報	6
8	仕事	14	18	責任	6
9	人	12	19	AI	5
10	能力	11	20	プログラマー	5

注：上位 20 位までのものを抜粋している。

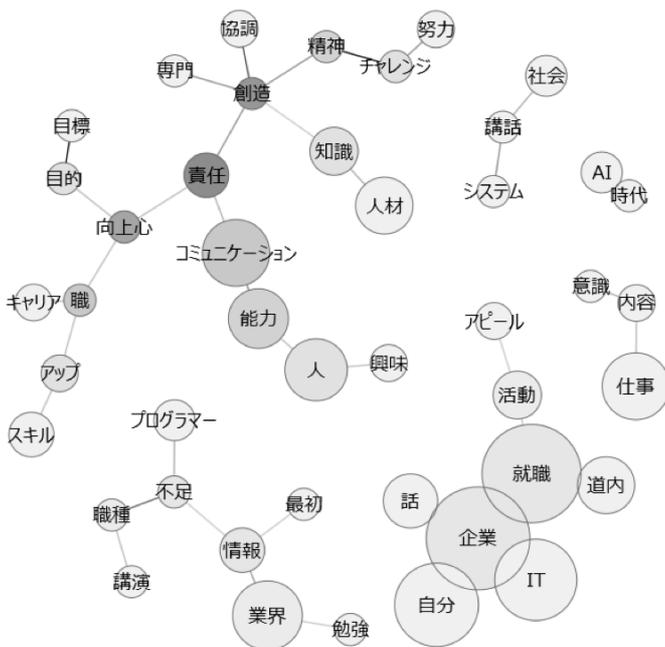


図 2 学部 3 年生振り返りの共起ネットワーク

考えていました。しかし、今回の講演を聴いて変わった事は道内にもたくさんの企業があることや（後略）」といった振り返りの記述例も見受けられた。次に、媒介中心性が高いものは「責任」「創造」「向上心」を中心とするノードだった（用例：コミュニケーション能力や責任感，向上心が最も大事だと知ることができた／コミュニケーション能力や責任感，協調性，創造力が大事なので、自分はコミュニケーション能力を向上させる必要がある）。これも 3.1 と同様に、外部講師

表 7 外部講師の講演に求めるテーマ（Q4）の大別

テーマ	人数
働き方	7
業務内容	5
道外や国外との差	4
求められるスキル	4
福利厚生	3
研修内容	3
業界の将来	3
社員の入社動機	2
転職の経験	1
その他（製品紹介、アドバイスなど）	4

注：テーマの分類は、筆者が記載内容から判断し作成した。記述が複数のテーマに当てはまる場合、別に集計した。

Q4 の有効記述者数は 27 名であった。

が公演中に特に強調していたキーワードであり、複数名の学生がこれらのノードの語を使って、自分に足りない・習得を目指すスキルとして記述をしていた。「業界」「情報」「不足」（用例：IT 業界は未曾有の人材不足であるという情報には、自ずと目が光った）といったノードの関係からは、近年の IT 人材が不足している現状について書かれた名詞と判断でき、講演を通じてこうした情報領域や業界の現状についても改めて理解をした学生がいることも推測できる。

最後に表 7 について述べる。表 7 は、Q4 の記述についてまとめた物である。上げられたテーマが授業や外部講師による講演として行うことが最適かは一考の余地があるが、より修飾語の具体的なイメージがわく内容についても聴講したい思いが学生のニーズとしてあることがわかる。

#### 4. 分析結果からの考察

3.1, 3.2 の分析結果を元に、外部講師の講演後の学生の反応について考察する。3.1 と 3.2 の結果両方において、特に外部講師が強調していたキーワードが頻出度および共起関係に現れている。また文例からは、学生がこうしたキーワードについて将来の目標や身につけるべきスキルや達成すべき目標として捉えようとしている例が見受けられた。特に 1 年生のアンケート

の頻出語には「社会」「世界」「英語」といった名詞も多くあげられており、強調されたキーワードを手がかりとして用いて、これまで知らなかった分野や領域により視野を広げたイメージを持っている記述例や、3年生の振り返り結果からは地元の情報領域の業者や企業について気づきを得られた旨の記述例もみられた。このようにテーマを明らかにした形で外部講師の講演を行い、これをアンケートや振り返りの中で学生自身にも反復させることで、学生の進路や将来にむけたキャリア形成への意識づけにつなげられる可能性がある。こうした意味で、本稿で題材とした外部講師の講演は、学生に意識を得て欲しい内容と実際の講演内容が一致していたことも推測できる。しかしながら、本稿はアンケート・振り返り結果の表面的な調査を試みたに過ぎない。学生が視野を広げられる機会として、通常のカリキュラムと比較した優位性などは検証できていない。意識付けとその実質的な効果（例として、その後の学生の学習活動や学生生活への反映）の効果については、別の観点での評価が必要である。学生の属性や背景の違いに伴う詳細な記述傾向の分析や、学生からの否定的・肯定的意見の検討、外部講師の講演内容自体の第三者評価も行えていない。学生が進路や自身のキャリア形成に向けてより広い視野を得ることができカリキュラムや外部講師の講演のあり方にむけて、こうした課題の追求を進めていく必要がある。

## 5. おわりに

本稿では、ロールモデルとして活躍する情報系の外部講師の体験や知見について講義・講話を受けられる機会を通じて、学生が回答したアンケートや自身への振り返りによる意識調査にどういった特徴が見られたかを調査した。名詞の頻出度および共起ネットワークの手法を使って分析を試みたところ、特に学生が外部講師の講演の中で強調されたキーワードを手がかりとして、自身の将来や進路（キャリア形成）にむけて身につけるべきスキルや達成すべき目標を捉えようとしている例がうかがえた。

## 謝辞

本稿の内容は、地（知）の拠点大学による地方創生

推進事業（COC+）「ものづくり・人材」が拓く「まち・ひと・しごとづくり」（代表校：室蘭工業大学）の一環として行われた。

## 参考文献

- (1) 日本学術振興会「地（知）の拠点大学による地方創生推進事業（COC+）」、<https://www.jsps.go.jp/j-coc/>（2018年2月1日確認）
- (2) 越中康治, 高田淑子, 木下英俊, 安藤明伸, 高橋潔, 高橋潔, 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：COMMUE (22), pp.67-74, 2015
- (3) 「KH Coder」, <http://khc.sourceforge.net/>（2018年2月1日確認）

# 情報倫理教育における協調的学習の効果

## —情報倫理に関わる判断・行動への影響—

河野 稔<sup>\*1</sup>

<sup>\*1</sup> 兵庫大学

### The Effect of Collaborative Learning on Information Ethics Education: Influence on Judgmental and Behavioral Aspects of Information Ethics

Minoru KAWANO<sup>\*1</sup>

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

大学の一般情報教育科目での情報倫理教育において、情報倫理の特定のテーマの啓発を目的としたプレゼンテーションを制作し、学習者間の相互評価を行う協調学習を実践した。学習効果として、実践前後の情報倫理への主観的理解度と情報倫理に関する判断と行動について検討したところ、情報倫理全般についての理解を深められたことがわかった。また実践後には情報倫理に関する倫理的な判断と行動が促進されたことも明らかとなった。さらに、実践を通じて、主観的理解度が高いほど、とくに自己都合優先行為に対して良くない判断して行わない傾向になることが示された。

キーワード: 情報倫理, 情報倫理教育, 一般情報教育, 相互評価, 協調学習

#### 1. はじめに

情報社会の高度化に伴って、スマートフォンやタブレット端末などの小型情報端末が普及にし、ソーシャルメディアの利用が拡大することにより、誰もが情報を手軽に収集・発信・共有できる環境が整備された。その一方で、インターネット上に不適切な言動を発信したり、安易な利用をすることで生じるトラブルが多発している。また、近年のインターネット利用者の低年齢化に伴って、子どもが被害者になるだけでなく加害者にもなってしまう問題が指摘されている。

そのため、小・中・高等学校を通じた情報モラル教育の充実が図られており、大学や短大においても初年次での情報倫理教育の重要性が増している。多くの大学では、全学生が履修する一般情報教育科目において情報倫理教育が行われているが、アプリケーションソフトの利活用を中心とした情報リテラシーやアカデミ

ックスキルの修得が主目的であるため、情報倫理については概説に止まったり扱うテーマを絞ったりするなど、十分な時間が割かれていない現状がある。

本研究では、一般情報教育科目における実習や演習に情報倫理教育を効果的かつ円滑に組み込むことを目指して、プレゼンテーション演習の題材として情報倫理を扱う授業実践をこれまでにやってきた<sup>(1)(2)</sup>。ルーブリックを活用した相互評価による協調的な学習活動によって、実践全体を通して情報倫理全般への主観的な理解が深められること<sup>(3)</sup>、また、課題制作が相互評価活動よりも主観的理解度を深めることに効果的であることが明らかとなった<sup>(4)</sup>。

しかし、情報倫理教育では、関連する知識や理解を習得させるだけではなく、インターネット上での不正行為や不適切な利用を行わせないようにするために望ましい判断や行動を引き出すことも重要である。深田

らは、インターネットなどでの反倫理的行為例への回答を求めることで情報倫理に関して判断と行動の2側面から測定する質問紙を開発し、大学生を対象とした調査から、授業経験が多いほど情報倫理の判断・行動が倫理的であることを明らかにしている<sup>5)</sup>。

これまでの実践では情報倫理に関する知識や理解を身につけることには効果的であったものの、情報倫理に関する適切な判断力が身についたか、適切な行動がとれるようになったかは確かめられていなかった。そこで本稿では、2017年度の授業実践から、主観的理解度および情報倫理に関する判断・行動の変容と協動的な学習との関連性を明らかにすることで、実践の学習効果について考察する。

## 2. 実践方法

### 2.1 実践した授業科目

関西圏のA大学とB短大で1年次に開講された、情報リテラシー全般の修得を目指す、必修科目の一般情報教育科目を対象とした。2017年度に筆者が担当したクラスにおいて、全15週のうち、アプリケーションソフトの利活用の実習をひと通り終えた後、残りの4週分の授業(第12週～第15週)にて、全体のまとめとして演習形式で実践を行った。

### 2.2 実践のねらいと概要

一般情報教育科目でのプレゼンテーションを制作する演習では、授業時間の制約があるため、受講生全員が成果物を口頭発表する機会を設けることは難しい。そこで、アプリケーションソフトが持つ自動再生機能を活用して、テレビCMのように短時間で視聴できる動画として作品を制作する演習課題を設定した。

制作する作品のテーマには、情報倫理に関する特定のトピックを扱った。作品の内容は、受講生と同世代の若者への情報倫理の啓発を目的に、特定のトピックについて被害者や加害者になる事例を「起承転結」のストーリー形式でまとめ、その対処方法や解決策を解説することとした。

さらに、情報倫理全般への理解を深めることをねらい、作品を学習支援システム(Moodle)上に掲載して公開した後、相互評価を実施して、評価結果をもとに作品を改善することとした。

### 2.3 実践のながれ

実践は、以下の(1)～(6)の順に展開した。授業コマ数は、(1)で0.5コマ、(2)で1.5コマ、(3)～(5)で1コマ、(6)で1コマとした。

- (1) 教員が提示した情報倫理に関するテーマ(8つ)から自由に1つ選択する。その際、特定のテーマにあまり偏らないよう、テーマごとに選択できる人数の上限(クラス人数の約2割を目安)を設けた。
- (2) アプリケーションソフト(Microsoft PowerPoint 2016)を用いて作品を制作する。ソフトの機能を利用して、約1分間で自動再生するように設定して、MP4形式の動画ファイルに出力する。
- (3) 作品の動画ファイルをMoodleに設置されたテーマごとの掲示板に記事(記名あり)として投稿して、クラス全体に公開する。
- (4) 制作時に提示されたループリックに従い、自分の作品を自己評価する。次に、8つのテーマそれぞれについて、他の受講生の作品を1つ自由に選び、自己評価と同じループリックを用いて他己評価を行うことで、8つの作品を鑑賞する。

なお、評価項目は以下の6項目で、基準は4段階(1点～4点)とし、合計点(24点満点)を作品の評価点とした。

項目1: フォントや配色などデザインの統一

項目2: 文字や図形のレイアウトの見やすさ

項目3: アニメーション効果の適切さ

項目4: 事例の内容とテーマの一致性

項目5: 解説部分のわかりやすさ

項目6: 視聴者に対する全体的な役立ち度

- (5) 自己評価と他己評価の詳細を、Moodleのfeedbackモジュールを利用した報告用フォームに報告する。
- (6) (5)で集約された結果をもとにした、個人ごとの評価結果を参考に、作品を改善して提出する。

## 3. 調査方法

### 3.1 対象者

筆者が担当した、2017年度の一般情報教育科目を履修した、A大学(2学科2クラス)とB短大の1年生(1学科2クラス)の計123名を調査対象とした。

表 1 情報倫理のテーマと関連する用語

情報倫理のテーマ	関連する用語
個人情報の漏えい	個人情報やクレジットカードの情報の漏えい、破棄されたパソコンや携帯電話からの情報漏えい、パスワードの使い回し
嫌がらせ・誹謗・中傷	掲示板や SNS などでの荒らし行為、掲示板やブログ・SNS での論争（フレーミング、炎上）、ネット上での犯行・犯罪予告
迷惑メール	ダイレクトメール（宣伝メール）、スパムメール、チェーンメール
売買のトラブル	ネットショッピングでのトラブル、ネットオークションでのトラブル、違法物・危険物の販売
コンピュータウイルス	コンピュータウイルスによる被害、セキュリティホール、不正アプリによる感染
著作権の侵害	著作物の違法コピー、キャラクターなどの無断使用、引用と剽窃（ひょうせつ）
ネット詐欺	架空請求、ワンクリック詐欺、フィッシング詐欺
情報の信ぴょう性	ロコミサイト（レビューサイト）、うわさ・デマの拡散、ネット上での風評被害

### 3.2 調査時期と調査方法

各クラスとも、事前調査は実践のはじめの授業（第 12 週）に実施し、事後調査は実践の終わりの授業（第 15 週）で改善した作品を提出した後に実施した。

調査は記名式で、Moodle の feedback モジュールおよび questionnaire モジュールを利用して実施した。受講生には回答は成績評価とは無関係であるが授業進行と授業改善に必要である旨を口頭説明し同意を得たうえで、授業時間中に回答を求めた。

### 3.3 調査内容

#### 3.3.1 主観的理解度

作品のテーマである、情報倫理の 8 つのテーマに関連する用語を 3 つずつ、計 24 用語を設定し（表 1）、その内容や原因・対策をどの程度説明できるのかを「全然説明できない（1 点）」「あまり説明できない（2 点）」「ある程度なら説明できる（3 点）」「問題なく説明できる（4 点）」の 4 件法で回答を求めた。

各テーマの用語の合計点をテーマの主観的理解度の得点（12 点満点）とし、全用語の合計点（96 点満点）を情報倫理全般の主観的理解度の得点とした。

#### 3.3.2 情報倫理に関する判断と行動

情報倫理に対する判断と行動については、深田らが開発した、情報倫理に関する判断と測定する尺度の 18 項目<sup>⑤</sup>を用いた。なお、質問項目として挙げられている、インターネット上での反倫理的行為例については、「デジカメ」を「カメラ」に、「ブログ」を「ブログや SNS」に、「プロフ」を「SNS」と改変して、現在の状

況に合うようにした。

情報倫理に関する倫理的判断の程度（以降、情報倫理判断）については、18 項目の反倫理的行為例を問題があることだと思いかどうかについて、「非常に問題がある（4 点）」「かなり問題がある（3 点）」「少し問題がある（2 点）」「問題があるとは言えない（1 点）」の 4 件法で回答を求めた。

また、情報倫理に関する倫理的行動の程度（以降、情報倫理行動）については、判断と同じ 18 項目の反倫理的行為例に対して、どの程度抵抗を感じずにする、あるいは抵抗を感じてしないかについて、「非常に抵抗がある／絶対にしない（4 点）」「かなり抵抗がある／まずしない（3 点）」「あまり抵抗がない／するかもしれない（2 点）」「まったく抵抗がない／する（1 点）」の 4 件法で回答を求めた。

得点化は先行研究に従って、情報倫理判断と情報倫理行動それぞれについて、下位尺度である「自己都合優先行為（8 項目）」「他者迷惑行為（6 項目）」「マナー違反行為（4 項目）」のそれぞれに該当する項目の得点の算術平均を求めて各下位尺度の得点とした。

## 4. 結果

### 4.1 有効回答

本稿では、作品制作から相互評価までの一連の学習活動における学習効果について、主観的理解度と情報倫理判断・情報倫理行動との関連性について検討することを目的としている。

このため、作品の公開や相互評価が行えていない、

表 2 主観的理解度と情報倫理判断・情報倫理行動の実践前後での得点差

	実践前		実践後		有意差	
	平均値	標準偏差	平均値	標準偏差		
主観的理解度	43.16	12.37	58.61	11.82	**	
情報倫理判断	自己都合優先行為	2.68	.63	2.94	.64	**
	他者迷惑行為	3.53	.49	3.54	.52	
	マナー違反行為	3.12	.66	3.26	.68	†
情報倫理行動	自己都合優先行為	2.74	.65	2.94	.69	**
	他者迷惑行為	3.48	.51	3.49	.55	
	マナー違反行為	3.37	.67	3.26	.60	†

注：†  $p < .10$  , \*  $p < .05$  , \*\*  $p < .01$

表 3 作品制作したテーマと相互評価だけしたテーマの主観的理解度の得点差

	作品制作したテーマ		相互評価だけしたテーマ		有意差
	平均値	標準偏差	平均値	標準偏差	
実践前	5.57	1.98	5.37	1.56	
実践後	7.68	1.82	7.28	1.52	**

注：\*\*  $p < .01$

事前調査と事後調査のいずれかに回答しなかった、あるいは無効な回答があった調査対象者は分析から除外した。最終的には、97名を有効回答として分析対象とした。

#### 4.2 実践前後での主観的理解度および情報倫理判断・情報倫理行動の変容

情報倫理全般への主観的理解度と情報倫理判断および情報倫理行動の実践前後の得点を表 2 に示す。情報倫理全般への主観的理解度の変容について、Wilcoxon の符号付順位和検定で検討した。その結果、実践前と実践後の主観的理解度得点に有意差が見られたことから、実践後に主観的理解度は向上した ( $p < .01$ )。また、相関について検討したところ、中程度の正の相関を示した。

情報倫理判断と情報倫理行動についても、下位尺度ごとに Wilcoxon の符号付順位和検定で検討した。情報倫理判断では、自己都合優先行為で有意差がみられ ( $p < .01$ )、実践後の方が反倫理的な行為例をより悪いと判断していた。マナー違反行為については、実践後により悪いと判断する傾向が示された ( $p < .10$ )。情報倫理行動でも自己都合優先行為で有意差 ( $p < .01$ ) が

示されたことから、実践後の方が自己都合優先行為をしないことがわかった。マナー違反行為も実践後にはない傾向が認められた ( $p < .10$ )。また、相関については、情報倫理判断では 3 因子とも中程度の正の相関が、情報倫理行動では自己都合優先行為とマナー違反行為で中程度の正の相関がみられ、他者迷惑行為で弱い正の相関が示された。

#### 4.3 作品制作と相互評価ごとの学習効果

作品の制作と相互評価のそれぞれの学習効果を検討するため、作品を制作したテーマと作品を相互評価しただけのテーマについて、それぞれの主観的理解度を比較した。なお、他の受講生の作品を相互評価しただけのテーマの主観的理解度は、分析対象者ごとに評価だけを行ったテーマの作品への評価点の平均値を算出した。

Wilcoxon の符号付順位和で検討したところ、表 3 に示したように、作品制作したテーマへの主観的理解度と相互評価で鑑賞しただけのテーマへの主観的理解度は、実践前には差はなかったが、実践後には有意な差が認められた ( $p < .01$ )。つまり、作品制作の方が相互評価よりも主観的理解度が高かったことが示された。

表 4 実践後の情報倫理への主観的理解度と教員の評価との相関係数

		主観的理解度（実践後）	
		作品制作したテーマ	相互評価だけしたテーマ
教員の評価	制作した作品	.179	—
	相互評価した作品	—	-.168

表 5 実践後の情報倫理への主観的理解度と情報倫理判断・情報倫理行動との相関係数

	情報倫理判断			情報倫理行動		
	自己都合優先行為	他者迷惑行為	マナー違反行為	自己都合優先行為	他者迷惑行為	マナー違反行為
主観的理解度	.237 *	.022	.006	.238 **	.092 **	.060 **

注：\*  $p < .05$  , \*\*  $p < .01$

表 6 実践後の主観的理解度の高さによる情報倫理判断・情報倫理行動の得点差

		理解度が平均以上 (n=49)		理解度が平均未満 (n=48)		有意差
		平均値	標準偏差	平均値	標準偏差	
情報倫理判断	自己都合優先行為	3.17	0.54	2.70	0.67	**
	他者迷惑行為	3.60	0.43	3.48	0.60	
	マナー違反行為	3.39	0.68	3.11	0.67	*
情報倫理行動	自己都合優先行為	3.17	0.63	2.70	0.68	**
	他者迷惑行為	3.64	0.50	3.45	0.60	
	マナー違反行為	3.59	0.61	3.39	0.60	†

注：†  $p < .10$  , \*  $p < .05$  , \*\*  $p < .01$

さらに、相互評価において評価をした作品の影響について検討した。作品への客観的な評価指標として、受講生が用いたルーブリックを用いた教員の評価に着目した。制作した作品のテーマへの実践後の主観的理解度と教員の作品への評価、相互評価しただけテーマへの実践後の主観的理解度と受講生が評価した作品への教員の評価について、それぞれ相関を検討した結果を表 4 に示す。その結果、いずれも有意な相関はみられなかった。

#### 4.4 主観的理解度と情報倫理判断・情報倫理行動との関連

情報倫理の主観的理解度が情報倫理判断と情報倫理行動と実践を通じてどのように関連するかを検討した。実践後の情報倫理全般への主観的理解度得点と実践後の情報倫理判断と情報倫理行動の各下位尺度の得点と

の相関について検討した。その結果、情報倫理判断の自己都合優先行為と弱い正の相関 ( $r = .237, p < .05$ )、情報倫理行動の自己都合優先行為と弱い正の相関 ( $r = .238, p < .01$ ) が見られた (表 5)。

さらに、情報倫理全般への主観的理解度の高さによって、情報倫理判断と情報倫理行動が異なるかを検討した。実践後の主観的理解度が、平均点 (58.61 点) 以上の受講生と平均点未満の受講生の 2 群に分けて、実践後の情報倫理判断と情報倫理行動の各下位尺度の得点について、Mann-Whitney の U 検定で検討した。その結果を表 6 に示す。その結果、情報倫理判断の自己都合優先行為 ( $p < .01$ ) とマナー違反行為 ( $p < .05$ )、情報倫理行動の自己都合優先行為 ( $p < .01$ ) で有意な差が認められた。また、情報倫理行動のマナー違反行為に差がある傾向が示された。

## 5. 考察とまとめ

本稿では、一般情報教育科目において情報倫理教育を組み込んだ協調的学習の学習効果について、情報倫理の主観的理解度に加えて、新たに情報倫理に関する判断・行動との関連性を検討した。

学習効果全体について、これまでの実践と同様に、実践により主観的理解度が向上したことから、一連の学習活動を通じて情報倫理全般への理解を深めることができたといえる。また、情報倫理判断・行動については、全体的に自己都合優先行為を良くない行為だと判断し、そのような行為を行わないことがわかった。他者迷惑行為とマナー違反行為については、深田らの結果と比べて尺度得点が高かったことから、実践前からこれらの行為に対して倫理的に判断・行動できる可能性が考えられる。

学習活動ごとに見ると、作品評価は相互評価よりも主観的理解度の向上に寄与していることがわかった。その一方で、理解度の客観的指標と考えられる作品への教員評価と作品のテーマへの理解度に関連性が認められなかった。つまり、単純に作品の質や完成度が理解を促すわけではなく、制作過程での情報収集や創意工夫が理解につながる可能性が考えられる。また、相互評価については、作品制作ほどではないが理解度の向上に効果があるが、評価した作品の良さが理解度とは関連がないことが明らかとなった。相互評価の際には被評価数が少ない作品を評価するように指示していたために多様な作品を評価したが、必ずしも質の高くない作品であっても一定の啓発効果があることがこの結果から示唆される。

情報倫理全般の主観的理解度と情報倫理判断・行動との関連性については、学習効果全体と同様に、主観的理解度が高いほど、反倫理的行為のうち自己都合優先行為を悪い行為だとより判断し、自己都合優先行為を行わない傾向にあることが明らかとなった。しかしながら、全体的には高い関連性は示されなかった。実践で制作したり評価のために鑑賞したりした作品の多くは、被害者になる事例を紹介して解説や対策を説明しているが、加害者になってしまった事例を扱ったものは多くない。質問項目で用いられた反倫理的行為例は加害者の立場での事例であるため、反倫理的行為に

対する倫理的な判断や行動を促進するには、被害者だけで説明するのではなく、俯瞰的な視点で事例を解説するような作品を制作したり評価したりする必要があるのではないだろうか。

また、深田らの結果では、情報倫理教育を受けたもののほど自己都合優先行為だけでなく他者迷惑行為を良くない行為だと判断し、他者迷惑行為を行わないことが示されたが、本実践では他者迷惑行為への効果が確かめられなかった。他者迷惑行為にある反倫理的行為は身近でありそうな行為ばかりだが、作品のテーマでは扱われなかった内容であったり制作された作品ではあまり扱われなかった行為ということもあり、本実践では効果が認められなかった可能性が考えられる。

以上から、本実践における協調的学習により、情報倫理全般への理解を深められたこと、情報倫理に関する倫理的な判断と行動が促進されたことが明らかとなった。とくに、主観的理解度が高いほど、とくに自己都合優先行為に対して良くない判断して行わない傾向になることが示された。今後は、扱うテーマを実態に合わせて見直し、作品制作の指針となるルーブリックを改善することなどにより、情報倫理に対する意識や行動の変容を促すような、より学習効果の高い情報倫理教育を目指したい。

## 参 考 文 献

- (1) 河野稔：“プレゼンテーション制作と相互評価を通じた情報倫理教育”，教育システム情報学会第38回全国大会講演論文集，pp.89-90 (2013)
- (2) 河野稔：“プレゼンテーション制作と相互評価を通じた情報倫理教育 (2)”，教育システム情報学会第39回全国大会講演論文集，pp.31-32 (2014)
- (3) 河野稔：“プレゼンテーション制作を通じた情報倫理教育における協調学習の有効性”，教育システム情報学会第40回全国大会講演論文集，pp.177-188 (2015)
- (4) 河野稔：“協調学習を取り入れた情報倫理教育における主観的理解度に影響を及ぼす諸要因”，日本情報科教育学会第9回全国大会講演論文集，pp.57-58 (2016)
- (5) 深田昭三，中村純，岡部成玄，布施泉，上原哲太郎，村田育也，山田恒夫，辰己丈夫，中西通雄，多川孝央，山之上卓：“大学生の情報倫理にかかわる判断と行動”，日本教育工学会論文誌，37(2)，pp.97-105 (2013)

# 遠隔プレゼンテーションに対する BGM の効果とその検証

奈良緑<sup>\*1</sup>, 谷田貝雅典<sup>\*2</sup>, 米谷雄介<sup>\*3</sup>, 木下涼<sup>\*4</sup>, 永岡慶三<sup>\*5</sup>

<sup>\*1</sup> 早稲田大学 人間科学学術院, <sup>\*2</sup> 共立女子大学 文芸学部, <sup>\*3</sup> 香川大学 工学部,

<sup>\*4</sup> 電気通信大学 情報理工学研究科, <sup>\*5</sup> 早稲田大学 人間科学学術院

## Effect of BGM on Distance Presentation

Midori Nara<sup>\*1</sup>, Masanori Yatagai<sup>\*2</sup>, Yusuke Kometani<sup>\*3</sup>, Ryou Kinoshita<sup>\*4</sup>, Keizo Nagaoka<sup>\*5</sup>

<sup>\*1</sup> School of Human Sciences, Waseda University, <sup>\*2</sup> Faculty of Arts and Letters, Kyoritsu Women's University, <sup>\*3</sup> Faculty of Engineering, Kagawa University, <sup>\*4</sup> Graduate School of Informatics and Engineering, The University of Electro-Communications, <sup>\*5</sup> Faculty of Human Sciences, Waseda University

複雑化する現代社会において、様々なコミュニティが互いを巻き込みあいながら協力して問題解決に取り組むことが重要となっており、遠隔地間でのコミュニケーションに対するニーズは高まると予想される。本研究では、遠隔地間での交流を促進する手段の一つとして BGM を活用したアプローチを提案し、遠隔地間でのプレゼンテーションを対象に、「プレゼンテーションに対する印象」「プレゼンターのプレゼンテーションのしやすさに与える影響」を検証した。結果、BGM がプレゼンターに対して、リラックス効果などを与えて、プレゼンテーションを行いやすくすることを示すことができた。しかし、誰にでも等しく効果を与え、そしてプレゼンテーションに対する印象を高めるためには、課題があり、再設計をする必要があることが分かった。

キーワード: BGM, 遠隔プレゼンテーション, テレビ会議システム, リラックス, 印象

### 1. はじめに

今後、様々な場面で、遠隔プレゼンテーションをする機会が増えることが予想される。理由として2点挙げる。第一に、近年、プレゼンテーション能力が社会から求められていることである。就職活動の場で、仕事場で、日常の場といった様々な場面で必要とされている。第二に、遠隔コミュニケーションや遠隔教育の広がりである。ICT技術の発展が、教育分野やビジネスの場に多大な影響を与えている。インターネットやスマートフォンなど遠隔コミュニケーションを可能とする技術の登場により、どこの場所でも自由に人と交流をすることが出来るようになった。これを受け、双方向の遠隔教育や遠隔交流はすでに実用段階となった。しかし、遠隔環境での活動には問題点があることも指摘されている。米谷ほか(2017)によると、遠隔地にある他大学のゼミ生とテレビ会議システムを通して、遠隔スピーチを行った際、対面環境に比べ遠隔環境の評

価が相対的に低く、学習環境の改善の必要性が述べられている。例えば、表情認知や身体動作の認知が対面環境と遠隔環境の差として大きく現れている。そこで本研究では、BGM を活用するアプローチに注目した。音楽は、人々の気持ちを盛り上げることや、リラックスさせる効果があるとされ、様々な研究が行われている。カラジェオーヒス博士(2010)は、音楽は活動力と興奮を高め、緊張や疲労を軽減する効果があると述べている。また、近江政雄(2011)は、ストレス課題後にネガティブな音楽を聴取すると、ネガティブな気分が減少することを明らかにした。また、心理療法として音楽療法や人の行動を無意識に変化させる環境音楽があることも示されている。福田ほか(2011)は、音楽療法は、リラックス感情を高め、快感情の高揚に効果をもち、高齢者の QOL 向上に有効であると述べている。ミリマン(1986)は、テンポに焦点を当て、高級レストランで週末の夜に楽器演奏の

BGMを流す実験を行ったことから、テンポの違い  
BGMは速いBGMよりも、顧客の滞在時間を延長でき、アルコール飲料の消費量を多くすることを明らかにした。以上を踏まえて、音楽という聴覚からのアプローチによって、プレゼンテーションを行うプレゼンターに対して、リラックス効果など心理的な影響を与えて精神的負担を軽減させ、プレゼンテーションを行いやすくする。他方、聴衆に対しては、遠隔地にある複数のコミュニティと関わる時に生じる、対面と遠隔での環境の差を埋め、プレゼンターとプレゼンテーションに対する印象を高める以上2点の役割を果たすのではないかと考え、効果を検証することを目的とした。

## 2. 実験計画

### 2.1 実験概要

本研究では、まず、本実験を行うための事前準備として予備実験を行った。結果を分析し、反省点をもとに実験計画を再設計し、下記に示す本実験を行った。プレゼンテーションの内容は、教育やビジネスの場など様々な場面で応用することができるように、日常生活に隣接した題材である商品紹介に設定をした。プレゼンテーションと遠隔交流の向上と実用化を図るために、遠隔地にいる人々に、リアルタイムで、テレビ会議システムを通して、プレゼンテーションで商品を紹介する。その際、BGM（2曲を用意）がある環境を実験群、BGMがない環境を統制群に設定した。以上より、BGM有無とBGMの種類によって、比較をし、検証することとした。

### 2.2 実験方法

被験者であるプレゼンターと聴衆は、テレビ会議システム利用した遠隔環境で、実験を行った。プレゼンターは計12名（早稲田大学生）、聴衆は計43名（共立女子大学生41名と助手2名/19～24歳の女性）である。プレゼンテーションで紹介する商品は、早稲田大学オフィシャルグッズによる早稲田マップマグカップ3色を選定した。（図1参照）色は、通常のグレー×エンジ（図1）とグリーン×ピンク、季節限定カラーであるライトブルー×イエローグリーンの計

3色である。これら全ての紹介を5分間のプレゼンテーションで計3回行う。  
プレゼンテーションの環境は、統制群とする『BGMなし』の環境と、内藤（2006）の実験で使われ、音楽聴取後、抑うつ的な気分が減り、非活動的な気分が増えたとされるクラシックの『モーツァルトピアノソナタK448』を聴く環境、カラジェオーヒス博士（2010）が、トレーニング時に聴くことで、持久力を15%ほど上昇させることが出来ると述べられていたロック『Beat It』（Michael Jackson）を聴く環境の3環境である。以降本研究では、実験群となる2曲を聴く環境を、それぞれ「クラシック」「ロック」と呼称する。プレゼンターの3環境の試行順番は、順序効果を相殺するために、完全カウンターバランスをとっている。プレゼンテーション1回ごとの聴衆の人数は2～6名である。聴衆は、1人当たり3環境のプレゼンテーションを見る。よって、その際、訓練効果を防ぐため、3環境とも異なるプレゼンターのプレゼンテーションを設定した。プレゼンテーションの評価は、各回に、プレゼンター用（14項目と自由記述）と、聴衆用（31項目と自由記述）に分けて5段階評定尺度の事後アンケートにより取得した。表1にプレゼンテーション1回分のタイムテーブルを示す。



図1. グレー×エンジの早稲田マップマグカップ

表1 各回のプレゼンテーション手順

0分～5分：プレゼンターは商品についてテレビに向かってプレゼンテーションを行う。この時間帯は、質問時間はなく一方的に聴衆に聞いてもらう。
5分～6分：質疑応答
6分～9分：聴衆は聴衆対象の質問紙に評価を記入してもらう。同時にプレゼンターもプレゼンター対象の質問紙に記入する。
9分～11分：プレゼンターは次のプレゼンテーションの準備をする。聴衆の入れ替えを行う。
（上記の手順をプレゼンター一人当たり3セット行う。）

### 3. 実験結果

#### 3.1 プレゼンターの事後質問紙の因子分析

プレゼンターの事後質問紙調査結果を因子分析した。自由記述と2段階評定の項目を抜いた計14項目に対し最尤法、プロマックス回転を用いて因子分析を行った。その結果を表2に示す。

各因子の項目を判断し、それぞれの因子は、「プレゼンテーションの行いやすさ」(因子番号:F5)「聴衆の商品やプレゼンテーションに対する興味」(因子番号:F6)「聴衆の態度」(因子番号:F7)「音楽に対する好み」(因子番号:F8)と解釈することが出来る。

また、4因子の抽出後の負荷量平方和の累積率は62.343%である。

#### 3.2 聴衆事後質問紙の因子分析

聴衆の事後質問紙調査結果を因子分析した。自由記述と2段階評定の項目を抜いた計31項目に対し最尤法、プロマックス回転を用いて因子分析を行った。構造が不安定であったため、初期の固有値が0.3以下であった「5.音楽は好きだ」「7.音楽を普段聞いている

る」「8.提示音楽は好きだ」の3項目を省いて再度因子分析を行った。その結果を表3に示す。各因子の項目を判断し、それぞれの因子は、「プレゼンテーションの上手さ 総合評価」(因子番号:F9)「プレゼンターの話し方の良さ」(因子番号:F10)「聴衆の商品への興味 購買意欲」(因子番号:F11)「リラックスして集中して聞けたか」(因子番号:F12)「声の良さ」(因子番号:F13)と解釈することが出来る。また、5因子の抽出後の負荷量平方和の累積率は63.650%である。

#### 3.3 各環境における因子代表値の比較

得られた因子より、プレゼンター事後質問紙の因子分析では因子負荷量が0.6以上のものを、聴衆事後質問紙因子分析では因子負荷量が0.5以上のものを、各因子を代表する値と定め、各因子を構成する項目回答値の平均を求め、各因子の代表値と定めた。3環境を比較するため、各環境の各因子代表値に対し、分散分析を行い、有意であった因子に対し、その後の検定として多重比較(TukeyHSD)を行った。図2にプレゼンターの各環境における因子代表値と、図3に聴衆の各環境における因子代表値を示す。

多重比較の結果から、図2に示すプレゼンターの「プレゼンテーションの行いやすさ」に関しては、ロックが有意に最も有意に高く( $p<0.01$ )、次いでクラシックが有意に高い値を示し( $p<0.01$ )、BGMなしが最も低い値となった。

図3に示す聴衆の「リラックスして集中して聞けたか」に関しては、BGMなしが最も高い値で、ロックが有意に低い値( $p<0.01$ )となった。「声の良さ」に関しては、BGMなしが最も高い値で、クラシックが有意に低い値( $p<0.01$ )となった。

#### 3.4 総合評価への規定因を探る重回帰分析

聴衆を対象とした質問紙において、「プレゼンテーションの上手さ 総合評価」が、他の因子からどの程度規定されているのかを明らかにするために、「プレゼンテーションの上手さ 総合評価」を目的変数、「聴衆の商品への興味 購買意欲」「リラックスして集中して聞けたか」「声の良さ」、および因子分析の際に省いた「8.提示音楽は好きだ」を加えて、説明変数とし、

表2. プレゼンター事後質問紙因子分析結果  
(最尤法、プロマックス回転解)

	因子			
	F5	F6	F7	F8
Q9:プレゼンテーションがやりやすくなった	0.897	0.297	0.291	0.033
Q11:プレゼンテーションをするやる気が高まった	0.826	0.065	-0.15	0.014
Q10:楽しくプレゼンテーションをすることが出来た	0.759	0.168	-0.06	0.172
Q12:リラックスしてプレゼンテーションをすることが出来た	0.589	0.075	-0.22	0.235
Q8:提示音楽は好きか	0.465	0.017	-0.13	0.06
Q17:聴衆は商品に興味を湧いたと思う	-0.02	0.9	-0.13	0.111
Q19:聴衆は商品を購入したいと思った	-0.17	0.84	0.113	0.062
Q18:聴衆は商品に好印象を抱いたと思う	0.141	0.595	0.174	0.133
Q14:聴衆はプレゼンテーションに興味を持っていた	0.217	0.473	0.116	0.074
Q13:聴衆は集中してプレゼンテーションを聞いていた	0.304	0.361	0.196	0.187
Q16:聴衆の聞く態度のおかげで話しやすかった	-0.11	0.079	0.839	0.048
Q15:聴衆はプレゼンテーションに対して相槌をうっていた	-0.09	0.084	0.812	0.019
Q7:音楽を普段聞いている	-0.02	0.035	-0.03	1.005
Q5:音楽は好きだ	0.051	0.111	0.08	0.67
因子相関行列	F5	F6	F7	F8
F5	—	0.351	0.225	0.254
F6	0.351	—	0.513	0.087
F7	0.225	0.513	—	0.077
F8	0.254	0.087	-0.08	—

表 3. 聴衆事後質問紙因子分析結果  
(最尤法、プロマックス回転解)

	因子				
	F 9	F 1 0	F 1 1	F 1 2	F 1 3
Q35: スライドが見やすかった。	0.963	-0.23	-0.12	-0.06	0.144
Q36: 飽きないスライドであった。	0.838	0.023	0.041	-0.11	0.031
Q21: プレゼンターは聴衆に語りかけるように話せていた。	0.743	0.003	-0.06	0.068	-0.01
Q22: プレゼンターは聴衆を巻き込むような発表ができていた。	0.675	0.127	0.247	-0.12	-0.1
Q34: プレゼンターは、十分な準備がされているように感じた。	0.593	0.492	-0.23	-0.04	-0.1
Q30: プレゼンターはきちんと聴衆に視線を配っていた。	0.487	0.308	-0.07	-0.08	0.14
Q33: プレゼンターは、スライドだけでなく自分の考えを述べていた。	0.427	0.328	-0.1	0.128	-0.05
Q24: プレゼンターはリラックスして話していた。	-0.28	1.119	0.065	0.065	-0.14
Q23: プレゼンターは自然にプレゼンを行うことができていた。	0.146	0.724	0.04	0.042	-0.04
Q32: プレゼンターは、発表内容に興味を持っていたように感じた。	0.36	0.578	-0.01	-0.03	0.003
Q29: プレゼンターの間取り方は、適切だった。	0.008	0.56	-0.05	0.101	0.301
Q25: プレゼンターの話はわかりやすかった。	0.003	0.559	0.073	0.084	0.206
Q31: プレゼンターは、内容を簡潔にまとめられた。	0.169	0.497	-0.05	-0.02	0.217
Q20: プレゼンターは生き生きとプレゼンテーションを行っているように感じた	0.364	0.42	0.121	-0.01	-0.08
Q26: プレゼンターは体をつかって表現していた。	0.297	0.333	0.188	-0.29	0.083
Q9: 商品に興味を湧いた	-0.11	-0.09	0.989	-0.08	-0.03
Q11: 商品を購入したいと思う	-0.19	0.021	0.863	-0.07	0.126
Q10: 商品に好印象を抱いた	-0.17	0.203	0.726	-0.14	0.122
Q17: プレゼンテーションをもっと聞きたいと思った。	0.062	0.067	0.599	0.283	-0.1
Q14: プレゼンテーションの内容は面白かった。	0.329	-0.02	0.583	-0.01	0.056
Q18: プレゼンテーションの内容をもっと詳しく知りたかった	0.267	0.005	0.512	0.215	-0.14
Q13: プレゼンテーションに興味を持つことが出来た。	0.349	-0.03	0.39	0.173	-0.01
Q15: プレゼンテーションを集中して聞くことができた。	-0.04	-0.04	-0.05	0.905	0.101
Q16: プレゼンテーションをリラックスして聞くことが出来た。	-0.18	0.121	-0.03	0.84	-0
Q19: プレゼンテーションを理解しようというモチベーションが高かった。	0.327	-0.1	0.328	0.368	0.021
Q12: プレゼンテーションの内容は理解できた	0.099	0.206	-0.04	0.314	0.27
Q28: プレゼンターの話スピードは適切だった。	0.02	0.116	0.078	-0.07	0.826
Q27: プレゼンターの声の大きさは聞き取りやすかった。	0.085	-0.11	0.024	0.173	0.623
因子相関行列	F 9	F 1 0	F 1 1	F 1 2	F 1 3
F 9	—	0.738	0.699	0.513	0.488
F 1 0	0.738	—	0.599	0.453	0.619
F 1 1	0.699	0.599	—	0.602	0.34
F 1 2	0.513	0.453	0.602	—	0.294
F 1 3	0.488	0.619	0.34	0.294	—

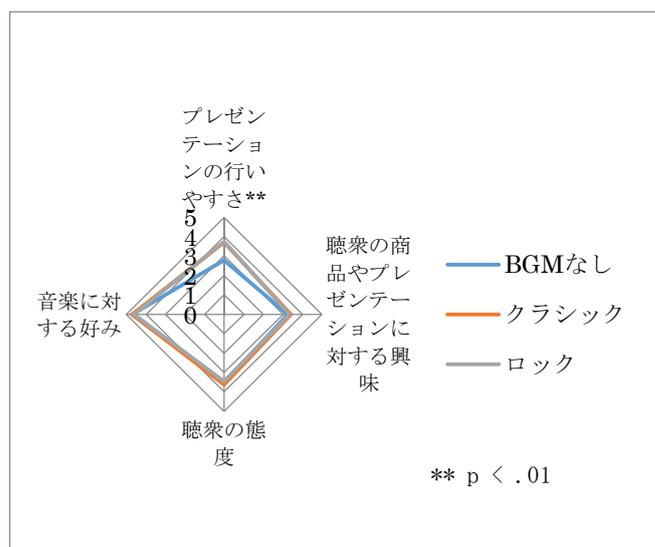


図 2. プレゼンターの各環境における  
因子代表値の比較

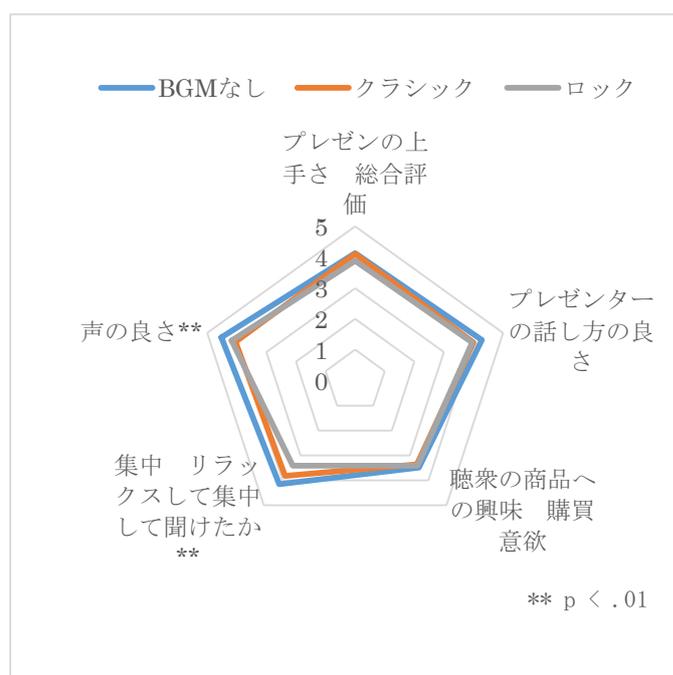


図 3. 聴衆の各環境における因子代表値の比較

重回帰分析（強制投入法）を行った。結果を表4に示す。

3つのプレゼン環境とも「聴衆の商品の興味 購買意欲」と「プレゼンターの話し方の良さ」が「プレゼンテーションの上手さ 総合評価」に高い規定力を示す結果となった。

また、「プレゼンターの話し方の良さ」は、ロックのプレゼン環境の時に、プレゼンテーションの上手さ 総合評価に最も高い規定力を示す結果となり、次いで、クラシック、BGMなしと高い規定力を示す結果になった。「聴衆の商品への興味 購買意欲」は、BGMなしのプレゼン環境の時に、「プレゼンテーションの上手さ 総合評価」に最も高い規定力を示す結果となり、次いで、クラシック、ロックと高い規定力を示す結果になった。

表4 「プレゼンテーションの上手さ 総合評価」への規定因を探る重回帰分析結果

	BGMなし		クラシック		ロック	
	$\beta$	B	$\beta$	B	$\beta$	B
プレゼンターの話し方の良さ	0.405*	0.405*	0.582**	0.544**	0.557**	0.594*
聴衆の商品への興味 購買意欲	0.468**	0.405**	0.440**	0.402**	0.336**	0.326**
リラックス集中して聞けたか	0.209	0.191	0.262*	0.193*	0.040	0.031
声の良さ	0.107	0.143	0.050	0.047	0.048	0.058
提示音楽は好きだ	0.175	0.121	0.058	0.046	0.112	0.100
自由度調整済みR <sup>2</sup>	0.567**	0.567**	0.619**	0.619**	0.569**	0.569**

\*p<.05, \*\*p<.01,

$\beta$  :標準偏回帰係数 B :非標準化係数

#### 4. 総合考察

3.3の結果より、プレゼンターは、BGMなしのプレゼンテーション環境に対して、ロックのプレゼン環境の時に、最もプレゼンテーションが行いやすくなり、次いでクラシックのプレゼン環境の時に高まること分かった。因子「プレゼンテーションの行いやすさ」に含まれているのは、「9. プレゼンテーションがやりやすくなった」「10. 楽しくプレゼンテーションをすることが出来た」「11. プレゼンテーションをするやる気が高まった」である。故に、プレゼンター

は、BGMが無い時より、BGMがある時の方が、やる気が高まり、楽しく、そしてリラックスしてプレゼンテーションをすることが出来ると考えられる。そして自由記述欄より「ロックは、リズムがあって楽しかった/アップテンポの曲なので、プレゼンテーションがしやすかった/テンションを高くもつことができた」「クラシックは、ロックに比べてリラックスしてプレゼンテーションをすることが出来た/1番リラックスできた」という回答から、ロックの時は、開始直後の気分を高揚し、アップテンポの曲であることから、楽しくテンションを高く持ちながらプレゼンテーションをすることができる。クラシックの時は、同様に、開始直後の気分を高揚し、その後、緊張がほぐれリラックスしながらプレゼンテーションをすることができることが分かる。

しかし、3.3の結果より聴衆は、BGMなしのプレゼンテーション環境に対して、ロックのプレゼンテーション環境の時に、最もリラックスして集中することが出来なくなることが分かった。また、BGMなしのプレゼンテーション環境に対して、クラシックのプレゼンテーション環境では、「プレゼンターの声の良さ」がマイナスになっていることが分かった。故に、聴衆にとっては、BGMが遠隔プレゼンテーションに対する印象を低くする影響を与えている可能性があることが分かる。自由記述欄より、「画質があまりよくなく、プレゼンテーション資料がぼやけて見えること」や、

「時々電波が悪くなるために、BGMの音が割れて、聴衆にとって耳障りになっていた」という回答から、まだ整っていない遠隔環境が、悪い影響を与えていることが一因として考えられる。また、ロックは、聴衆に対して、リラックス効果を与えず、寧ろ逆効果があるということがわかる。

そして、3.4の結果より、BGMなしのプレゼンテーション環境の時に、「聴衆の商品への興味 購買意欲」は「プレゼンテーションの上手さ 総合評価」を高める影響を与えていることと、最もロックのプレゼンテーション環境の時に、次いでクラシックのプレゼンテーション環境の時に、「プレゼンターの話し方の良さ」は「プレゼンテーションの上手さ 総合評価」を高める影響を与えていることが分かった。このことと、自由記述欄より「プレゼンターとBGMの雰囲気があって

いて良かった」という回答から、聴衆にとって、プレゼンターの話し方や雰囲気はBGMの雰囲気と合っていると感じることによって、プレゼンテーションが上手くみえる、つまり総合評価が高まる可能性があると考えられる。例えば、2017年のミス日本ファイナリストであり、アナウンサーを目指しているプレゼンターにとっては、先に述べた自由記述の回答がクラシックのプレゼンテーション環境時であったことより、クラシックが適切であったと考える。故に、定義づけると、見込みが清楚であり、落ち着いてゆっくり話す傾向がある人がプレゼンターの場合、聴衆にとって好印象なクラシックをBGMとして用いることが効果的と考えられる。

このように、BGMが誰にでも等しく効果を与えるとは言いきれないことが分かる。そこで、自由記述欄より「入りに音楽があることは、プレゼンに対するやる気高め、行いやすくなる。しかし途中から聞いていなかった、邪魔になる」というプレゼンターの意見や、「音楽がプレゼン中にあると話に集中できなくなるので、部分的に流したものが良かった」「途中から音楽が耳に入ってなかった」という聴衆の意見から、BGMはプレゼンテーションの開始直前から直後にかけて流し、その後は、強調したい時や、内容が次にうつる時など、印象を与えたい時に、その都度部分的にBGMを流すことが、誰にでも等しく効果を与えることが出来るアプローチ方法ではないかと考えられる。

## 5. おわりに

BGMは、プレゼンテーションを行うプレゼンターに対して、プレゼンテーションを行いやすくする効果を与える。特に開始直後の気分を高揚させる。ロック時は、楽しくテンションを高く持ちながらプレゼンテーションをすることができる。クラシック時は、その後、緊張がほぐれリラックスしながらプレゼンテーションをすることができることが分かった。

・BGMは、聴衆に対しては、遠隔地にある複数のコミュニティと関わる時に生じる、対面と遠隔での環境の差を埋め、プレゼンターとプレゼンテーションに対する印象を高める効果はないことが分かった。

故に、BGMはプレゼンターに対しては効果を与えるが、遠隔プレゼンテーションにおけるBGMの実用化は、難

しいことが明らかになった。そこで、実用化に向けて、BGMはプレゼンテーション開始直前から開始直後にかけて流し、その後は、強調したい時や、内容が次にうつる時など、印象を与えたい時に、その都度部分的にBGMを流す方法を検証すべきである。また、プレゼンターとBGMが合っていることによって、プレゼンテーションの印象を高めることができる可能性があることにより、どのタイプのBGMがどのような人に適しているのかといったパターンを見出す検証もする。その際、本実験の反省点である商品設定は聴衆にとって需要のあるものになるように、慎重に考えるべきである。そして、各環境の比較における評価の違いではなく、プレゼンテーション自体の評価の違いになることを防ぐために、3つの環境とも同一のプレゼンターで評価し、BGMだけが異なる条件で比較することによって、より正確な検証が行えるものと考えられる。

## ・謝辞

本研究を進めるにあたって、多くの方にご協力いただきました。携わってくださった皆様、心より御礼申し上げます。なお、本研究の一部は平成26年度科学研究費補助金 基盤研究(C) (課題番号:26350288)ならびに平成28年度科学研究費補助金 基盤研究(C) (課題番号:16K01126)の補助により行いました

## 参考文献

- (1) 「YES-プログラム」の概要 (=若年者就職基礎能力支援事業 Youth Employability Support Program)  
[http://www.mhlw.go.jp/houdou/2008/03/d1/h0321-1a.pdf#search=%27Yes プログラム+プレゼン%27](http://www.mhlw.go.jp/houdou/2008/03/d1/h0321-1a.pdf#search=%27Yes%20プログラム+プレゼン%27) (訪問日 2018.1.03)
- (2) 谷口政男 (2006) プレゼンテーションの実施 および能力育成について  
<https://apps.v.main.teikyo-u.ac.jp/tosho/mtaniguchi26.pdf#search=%27プレゼンテーション能力+必要性%27> (訪問日 2018.1.03)
- (3) 日本経済新聞 2017年3月2日  
<https://www.nikkei.com/article/DGXLZ013614650S7A300C1T15000/> (訪問日 2018.1.03)

- (4) 谷田貝雅典・永岡慶三・坂井滋和・安田孝美 (2011) 視線一致及び従来型 TV 会議システムを利用した 2 大学間遠隔交流学习 情報文化学会 情報文化学会誌 18(1):34-41
- (5) 米谷雄介・谷田貝雅典・永岡慶三 (2017) ゼミ活動の FD に向けた 2 大学間におけるバーチャルゼミの試行と評価 信学技報, vol. 117, no. 119, ET2017-22:13-18
- (6) Costas Karageorghis・Peter Terry (2010) *Inside Sport Psychology* Human Kinetics Publishers
- (7) Alexandra Sifferlin (2012) The Perfect Playlist: How Your iPod Can Help You Run Faster and Harder <http://healthland.time.com/2012/08/06/the-perfect-playlist-how-your-ipod-can-help-you-run-faster-and-harder/> (訪問日 2018.1.03)
- (8) 近江政雄 (2011) ストレス課題後の音楽聴取の気分の影響 日心第 75 回大会
- (9) 日本音楽療法学会 <http://www.jmta.jp> (訪問日 2018.1.03)
- (10) 福田道代・澤田悦子・新川貴紀・武田秀勝 (2011) 異なる専門領域研究者の協働による音楽療法活動の試み 北翔大学北方圏学術情報センター年報 3:61-68
- (11) 山下優希 (2016) 音楽が柔軟性に及ぼす影響 九州理学療法士・作業療法士合同学会誌 2016(0):220-220
- (12) 店内にクラシック音楽を流すと客の購入額増? BGM、客の購買行動を大きく左右 <http://news.livedoor.com/article/detail/11604303/> (訪問日 2018.1.03)
- (13) 菅千索・岩本陽介 (2003) 計算課題の遂行に及ぼす BGM の影響について—認知的側面と情意的側面からの検討— 和歌山大学教育学部教育実践総合センター紀要 No. 12
- (14) 菅千索・後藤順子 (2008) 計算および記憶課題に及ぼす BGM の影響について—被験者の「ながら」習慣の違いに関する検討— 和歌山大学教育学部教育実践総合センター紀要 No. 18
- (15) 内藤正智 (2006) 音楽聴取後の感情変化についての研究—テンポとメロディと曲に対する好みと感情尺度と癒し感情に与える影響— 日本大学大学院総合社会情報研究科紀要 No. 7:441-450
- (16) 新井良彦・柏倉健一 (2012) BGM 聴取時の作業効率に関する脳部位の検討 群馬県立県民健康科学大学紀要 第 7 巻:45~53



# コメント同期型サイト及び絵文字を利用した 自己反省を促すプレゼンテーション評価方法の提案

柏瀬 理沙<sup>\*1</sup>, 谷田貝雅典<sup>\*2</sup>, 米谷雄介<sup>\*3</sup>, 木下涼<sup>\*4</sup>, 永岡慶三<sup>\*5</sup>

\*1 早稲田大学 人間科学学術院, \*2 共立女子大学 文芸学部, \*3 香川大学 工学部, \*4 電気通信  
大学 情報理工学研究科, \*5 早稲田大学 人間科学学術院

## Proposal of Presentation Evaluation Method Supporting Reflection using Time-line Pictographs

Kashiwase Risa<sup>\*1</sup>, Yatagai Masanori<sup>\*2</sup>, Kometani Yusuke<sup>\*3</sup>, Kinoshita Ryo<sup>\*4</sup>,  
Nagaoka Keizo<sup>\*5</sup>

\*1 School of Human Sciences, Waseda University, \*2 Faculty of Arts and Letters, Kyoritsu  
Women's University, \*3 Faculty of Engineering, Kagawa University, \*4 Graduate School of  
Informatics and Engineering, The University of Electro-Communications, \*5 Faculty of Human  
Sciences, Waseda University

本研究はゼミ活動において学生同士によるプレゼンテーションの相互評価とその振り返りを通して、プレゼンテーション能力を向上させるシステムを構築している。本研究では複数のゼミ間での交流を想定し、コメント同期型サイトを介して絵文字を用いた評価を活用した自己反省を促すシステムを提案する。実践の結果、プレゼンテーション改善効果および絵文字評価を足場かけとした内省支援の可能性が示唆された。

キーワード: プレゼンテーション, 絵文字, 自己反省, 振り返り, ニコニコ動画

### 1. 研究目的

近年、アクティブ・ラーニングの一種として考えられる「プレゼンテーション」は教育現場や社会人基礎力養成において非常に注目されている。しかし、プレゼンテーション能力を伸ばすことに主眼を置いた教育はまだ不十分である。その原因として、教員の負担増やカリキュラム上の問題が考えられる。そこで、筆者らはプレゼンテーションの方法について教授するのではなく、プレゼンテーションの相互評価とその振り返りによって自分の強みと弱みを把握し、効果的に能力を向上させることができないかと考えた。

さらに、本研究では、既存の相互評価の課題を解決するために、コメント同期型サイトによる絵文字のフィードバックを活用した自己反省を促すシステムを提案する。このシステムによって、教員や評価者の負担

を減らしつつ、プレゼンテーション能力を向上させることが可能であるか検証することが本研究の目的である。

### 2. システム概要

#### 2.1 コメント同期型サイト

本実験では、プレゼンテーションに対する評価をリアルタイムで反映させることができるツールとして、コメント同期型サイトを使用する。今回使用したのは、株式会社ドワンゴが提供している動画共有サービス「ニコニコ動画」(<http://www.nicovideo.jp>)である。ニコニコ動画は、会員がサイトにアップロードした動画に対して視聴とコメント投稿を行うことができるサービスである。大きな特徴は、アップロードされた動画に対して任意の時点の画面上にコメントを投稿でき

ることである。プレゼンテーションに対する具体的な評価を任意の時点の画面上で行うことができれば、振り返りの際に自分の長所や改善点を視覚的に理解することが可能である。本実験では「卒業研究コミュニティ」という名前のコミュニティを作成した。このコミュニティは筆者と実験対象者の20名、評価者である教員2名の合計23名が参加するグループである。本実験では、実験参加者のプレゼンテーションをスマートフォンで撮影し、それを筆者がニコニコ動画「卒業研究コミュニティ」内に投稿する。実験参加者は投稿された動画を視聴・評価する、という流れで実施した。

## 2.2 コメントでの絵文字利用

本実験では、動画内のプレゼンテーションへの評価指標に絵文字を利用する。これは動画像に評価指標へのテキスト入力の負荷を軽減する試みのためである。今回使用する絵文字は😄, 😐, 😞の3種類であり、表情と個数で7段階評価ができる。7段階評価の方法を表1に示す。本実験ではプレゼンターと評価者(聴衆)は対面ではなく、プレゼンテーション動画を録画したのちニコニコ動画に投稿して映像を評価する

表1 絵文字7段階評価

評価	絵文字
まだ足りない	😞😞😞
	😞😞
	😞
普通	😐
	😐
	😄😄
すばらしい	😄😄😄😄

## 2.3 撮影環境

本実験では、プレゼンテーションを一人につき二回行う。プレゼンテーションはPowerPointで作成したスライドを映すスクリーンを使用し、スライドとプレゼンターが大きく画面に映る状態で撮影を行った。一回目の撮影は筆者が行い、二回目の撮影に関してはプレゼンター自身が各自で撮影をした。ニコニコ動画は撮影したデータをスマートフォンからアップロード可

能なため、撮影は各自のスマートフォンで実施した。

以上のように、プレゼンテーションの撮影は一回目の実施で簡単に撮影方法の説明を行った後は、指導者が居ない状態でも手持ちのスマートフォンで手軽に行うことが可能である。

## 3. 事前アンケート

### 3.1 概要と目的

以下の二つの目的のためにプレゼンテーション能力に関する自己評価を事前アンケートとして行った。一つ目の目的は、本実験におけるグループ分けの際、プレゼンテーションが苦手な人と得意な人を均等に配置するためである。二つ目の目的は、事前調査として自己評価を取得し、実験後の調査結果と比較するためである。

### 3.2 手順

事前アンケートはGoogleフォーム([https://www.google.com/intl/ja\\_jp/forms/about/](https://www.google.com/intl/ja_jp/forms/about/))を利用した。以下にアンケートの概要を表2に記す。対象者：本実験に参加する大学生20名(男性7名、女性13名)

アンケート内容：発表者の要素について7問、スライドの要素について7問、内容の要素について6問(表2)とプレゼンテーションに関する総合評価、プレゼンテーションを行う頻度についての合計22問。

### 3.3 結果

発表者の印象の要素、スライドデザインの要素について苦手意識を持っている人が多く、それと比較して解説・伝達力の要素については得意な人が多いことが分かった。

特に「飽きないスライド作り」「参考文献の適切な引用」に関しては45%の人が「かなり苦手、自信がない」「苦手である」と回答している。

## 4. 本実験

### 4.1 グループ分け

3節における事前アンケートを元に、対象者を評価方法の異なる以下の2グループに分類する。グループ分けは、プレゼンテーション能力自己評価の得点合計

が2グループで均等になるように行った。

なお、グループAは、動画へのコメント投稿を表1に示す絵文字のみで記述する群(図1)であり、グループBは、これを絵文字と文章で記述する群(図2)である。

表2 アンケート項目

1	声の大きさ
2	話すスピード
3	抑揚、間の取り方
4	前を向いて話す
5	身振り手振りを使って表現する
6	発表中の姿勢
7	発表中の表情
8	スライドの文字の大きさ
9	スライド一枚の情報量
10	スライドの配色
11	グラフ、図、写真の量
12	飽きないスライド作り
13	スライド情報と口頭説明のバランス
14	参考文献の適切な引用
15	発表内容の分かりやすさ
16	簡潔にまとめる
17	発表者として、きちんと内容を理解して発表する
18	自分の考えを述べる
19	事前準備をきちんとする
20	時間を守って発表する
21	プレゼンテーションは得意ですか
22	プレゼンテーションを行う頻度

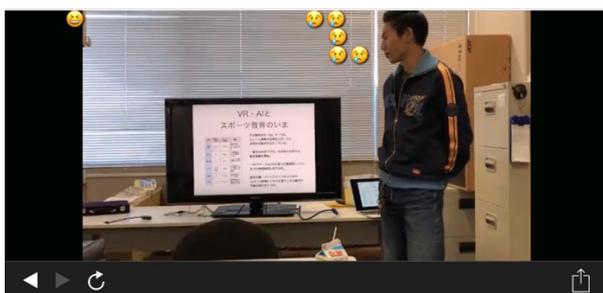


図1 グループA画面



図2 グループB画面

#### 4.2 実験手順

本実験は2017年10月から12月にかけて、早稲田大学人間科学部から男子7名・女子7名、共立女子大学文芸学部から女子6名の合計20名を対象に行った。また、プレゼンテーションの評価のみ早稲田大学教員1名、共立女子大学教員1名にも参加していただいた。実験の流れは以下の通りである。

- (1) 一回目プレゼンテーション  
「教育×ICT」というテーマで6分のプレゼンテーションを行ってもらう
- (2) 一回目コメント評価  
ニコニコ動画に投稿した自分以外のプレゼンテーション動画にコメント投稿とGoogleフォームによる表2(1~20)のアンケート評価を行ってもらう
- (3) 一回目振り返り・フィードバック  
自分の動画に投稿されたコメントとアンケートを見て、自分のプレゼンテーションについて振り返りをしてもらう
- (4) 二回目プレゼンテーション  
「クールジャパン」というテーマで6分のプレゼンテーションを行ってもらう
- (5) 二回目コメント評価  
ニコニコ動画に投稿した自分以外のプレゼンテーション動画にコメント投稿とGoogleフォームによる表2(1~20)のアンケート評価を行ってもらう
- (6) 一回目振り返り・フィードバック  
自分の動画に投稿されたコメントとアンケートを見て、自分のプレゼンテーションについて振り返りをしてもらう

手順(1)と(4)で行うプレゼンテーションの評価である(2)と(5)の結果を比較することで、コメント同期型サイトと絵文字がプレゼンテーション評価の向上にどれだけ影響するのかを測定する。また、グループ A と B でプレゼンテーションに対する評価の向上に差が生じたかについても検証する。

## 5. 結果

### 5.1 グループ A (絵文字のみ)

グループ A (絵文字のみで評価) のプレゼンテーション

表3 グループ A の 1・2 回目プレゼンテーション評価平均値の差が有意であった項目  
(各項目の\*は一回目から二回目の評価得点の伸びが 5%有意、\*\*は 1%有意であることを示す)

①1 回目、②2 回目の 各中央値	被験者 1		被験者 2		被験者 3		被験者 4		被験者 5		被験者 6		被験者 7		被験者 8		被験者 9		被験者 10	
	①	②	①	②	①	②	①	②	①	②	①	②	①	②	①	②	①	②	①	②
声の大きさ*	5	5.5	5.5	5	5	5	5.2	6	5	5.5	5.5	5	5	3.5	3	5	5	3.5	5	
前を向いて話す*	5.5	5	5	5.5	5	5	4.5	5	4.5	5	4.5	6	4.5	5	4.5	4.5	5	6	3.5	4
発表中の表情*	6	5.5	5	6	5.5	5	4.5	5	5	6	4.5	5	4	5	5	4	5	6	4	4
スライド一枚の情報量**	5.5	6	5	5	5	5	5.5	5	6	4	4.5	4	5	4	4	4.5	5	4	5	
グラフ、図、写真の量*	6	6	5.5	6	5	5	6	5.5	5	4	5	3.5	6	4	5	3.5	6	3.5	4.5	
飽きないスライド作り*	4.5	6	5.5	6	5	4	4	6	5.5	5.5	4	4	3.5	6	3.5	4	4.5	5	3.5	5
発表内容の分かりやすさ*	6	6	5.5	5.5	5.5	5	4.5	5.5	5.5	5.5	5	5	4	5	4.5	5	3.5	5.5	4	5
発表者として、きちんと内容を理解して発表する*	6	6	6	6	5.5	5.5	5	6	5	6	5	5	4.5	5	4	5	4.5	6	4	5
自分の考えを述べる**	5.5	6	5	6	6	5.5	4.5	5.5	5	5.5	5	5	4.5	5	4	5	5	6	3.5	6

グループ A では「声の大きさ」「前を向いて話す」「発表中の表情」「グラフ、図、写真の量」「飽きないスライド作り」「発表内容の分かりやすさ」「発表者として、きちんと内容を理解して発表する」の 7 つの項目で 5% 有意差、「スライド一枚の情報量」「自分の考えを述べる」の 2 つの項目で 1% 有意差が見られた。

### 5.2 グループ B (絵文字・コメント)

次にグループ B (コメント・絵文字で評価) のプレゼンテーション評価において、一回目プレゼンテーション評価点と二回プレゼンテーション評価点から、各項目ごとの評価得点の伸びを調べた。分析には、ウィルコクソン符号順位検定を使用した。表 4 に有意差のあった項目の 10 名の評価の中央値を記載する。

グループ B では「話すスピード」「抑揚、間の取り方」

ン評価において、一回目プレゼンテーション評価点と二回プレゼンテーション評価点から、各項目ごとの評価得点の伸びを調べた。今回は実験に参加する人数が少なく一回目と二回目の評価得点平均値差に正規性が仮定できないため、分析にノンパラメトリックモデルであるウィルコクソン符号順位検定を用いた。表 3 に有意差のあった項目の 10 名の評価の中央値を記載する。

「前を向いて話す」の 3 つの項目で 5% 有意差が見られた。

### 5.3 2 群比較

実験前と実験後について、グループ A とグループ B でそれぞれの項目の評価の伸びに差異があるか確認するため、一回目と二回目の評価得点中央値差に対してウィルコクソンの順位和検定を実施した。

しかし、今回のデータにおいては、すべての項目において 2 群間に有意差は見られなかった。よって、負担の少ない提案手法を用いても、プレゼンテーション評価の伸びは同程度であることが示唆された。また、今回はデータ数が少ないため有意差は出なかったが、10% 有意傾向で提案手法の方が評価が向上している項目も複数あり、データを増やすことで有意差が生じ

る可能性は高い。

表4 グループBの1・2回目プレゼンテーション評価平均値の差が有意であった項目  
(各項目の\*は一回目から二回目の評価得点の伸びが5%有意、\*\*は1%有意であることを示す)

①1回目、②2回目の 各中央値	被験者 11		被験者 12		被験者 13		被験者 14		被験者 15		被験者 16		被験者 17		被験者 18		被験者 19		被験者 20	
	①	②	①	②	①	②	①	②	①	②	①	②	①	②	①	②	①	②	①	②
話すスピード*	6	6	5	5.5	5	6	6	6	4	4	3	5	5	5	4.5	6	5	6	5	5
抑揚、間の取り方*	6	6	5	6	6	5.5	6	5.5	4	4	3	4	5	5	4	6	4.5	6	4	5
前を向いて話す*	5.5	6	5	6	5.5	6.5	5	6	3.5	3	3	3.5	7	6	4	5.5	5	6	2.5	3

#### 5.4 事後アンケート

事後アンケートとそれに基づくインタビューから、以下のことが判明した。

<グループA>

- ・文章でどう伝えるか思考せずフィーリングで評価をすることができる
- ・評価が自分のことなのかスライドのことなのか程度の区別はあると良い
- ・自分の体感と評価のギャップが視覚的に理解できる
- ・絵文字のバリエーションを増やして分かりやすい指摘ができた方が良い

<グループB>

- ・端的なコメントによる指摘が分かりやすい
- ・タイピングのスピードが遅いとコメントのタイムラグが気になる
- ・文面の特徴から誰のコメントか分かってしまうことがある
- ・手厳しいコメントに傷つくことがある

<両グループ共通>

- ・一度に評価しても負担に感じない人数は5～6人である
- ・負担に感じない一本の動画の時間は4～6分である
- ・評価において、良い点の指摘より、改善点の指摘の方が分かりやすく、納得しやすい
- ・周囲から自分のプレゼンテーションがどう見られているのか知ることができる

## 6. 考察

### 6.1 絵文字のみのプレゼンテーション評価

#### 6.1.1 評価項目ごとの伸びについて

・有意差の出た声の大きさや表情は、話すスピードや抑揚、間の取り方などと比較して音量や視覚情報から直感的に理解しやすい要素であるため、絵文字のみの指摘でも理解がしやすかったのではないかと推察される。

・スライドデザインの要素・解説・伝達力の要素に関しては、「自分のプレゼンテーションを客観的に振り返る」行為そのものが影響している可能性がある。

このように、絵文字のみでプレゼンテーションを評価した場合でも、絵文字と客観的な映像での振り返りと組み合わせることによって自分のプレゼンテーションの改善を行うことができるといえる。したがって、絵文字のみの評価でも項目によってはプレゼンテーション能力の向上ができることが証明された。

#### 6.1.2 絵文字のみで評価することのメリット

・評価の手間の軽減

文字タイピングの時間の削減や、改善点の指摘の場合、相手を傷つけずどう伝えるか考える手間といったものを省くことができる。

・正直な評価

文字でのコメントでは文章の特徴から誰の投稿なのか特定できる場合があるが、絵文字のみであれば個性が出ないので匿名性が高く、プレゼンターが親しい友人か初対面かに関わらず、正直な評価をすることができたと回答した人も多かった。

・コメントの総数

グループ B は一動画につき平均 23.6 個、一動画で最大 39 個であったのに対し、グループ A は平均 38.5 個、一動画で最大 70 個であった。ここから、コメントより絵文字だけの評価の方が手軽・積極的に行えることを読み取ることができる。

- ・評価から発表者に深い内省を促す

絵文字のみでの評価を振り返る際に、投稿された絵文字がどの項目の指摘なのか、自分で考えながら動画を見返したと回答した人が非常に多かった。グループ B では振り返りは文字コメントの指摘を読んで終わりにした人が多かったのに対し、グループ A では絵文字を頼りに自分のプレゼンテーション内容を振り返り、次回へ繋げるための改善点を模索するところまで行っていた。

### 6.1.3 絵文字のみで評価することのデメリット

- ・絵文字の指摘の読み違い

「声の大きさ」の指摘のつもりの絵文字が「発表中の姿勢」のものだと理解されてしまうなど、評価者が投稿した絵文字の指摘をプレゼンターが振り返る際に正しく読み取れないケースが想定される。しかし、本実験の意義は評価者のコメントを正しく理解することではなく、プレゼンターの振り返りを深化させることにある。評価は振り返りの足場かけであり、そこから「自分のプレゼンテーションをどう改善すれば良いのか」を考えることが重要である。よって間違った解釈であっても、プレゼンター自身が振り返りから気づきを多く得ることができれば問題はないと考える。

## 6.2 絵文字・コメントのプレゼンテーション評価

### 6.2.1 評価項目ごとの伸びについて

・グループ B はグループ A と比較してコメントで具体的に指摘がしやすいため、グループ A では有意差が見られなかった「抑揚、間の取り方」で得点の伸びが見られたと考えられる。

・スライドデザインの要素・解説・伝達力の要素に関しては、グループ B では有意差のある項目がなかった。考えられる要因として、これらの要素は指摘をする場合文字数が多くなり手間が多く、あまりコメントされていないことが挙げられる。例えばスライドが白背景に黄色文字で書かれており見難い場合、コメント

が「文字🙄🙄🙄」のみだと原因が文字の大きさなのか色なのか区別がつかず、色についての指摘も必要なのではと考える手間がコメントの減少に繋がったのではないかと考察する。

### 6.2.2 文字コメントについて

・打ち込みと投稿のタイムラグをストレスに感じる評価者が多かった。

・文字はどうしても評価を「どう伝えるか」思考しなければならないため、グループ B はグループ A と比較して評価時に一時停止を行った回数が多かった。

・コメント数も絵文字のみ評価より少なく、コメント打ち込みの手間が影響しているのではないかと考えられる。

確かに評価にコメントもつくことで、振り返りをする発表者にとっては分かりやすいというメリットがあるが、評価者への負担が大きいとコメント数そのものが減少してしまうという大きな弱点があるということが分かった。

## 6.3 事後アンケート

### 6.3.1 プレゼンテーションの人数と時間について

本実験は 1 グループ 10 人、一回のプレゼンテーションの時間は 6 分という枠で実施した。しかし一度に評価する人数が 10 人は負担を感じる対象者が多く、事後アンケートの結果から 5 人前後が望ましいということが分かった。

また、1 動画あたりのプレゼンテーションの時間について、1 分未満のものから 10 分を超えるものまで人によって大きく差があった。プレゼンテーションのタイムマネジメントについては、慣れないうちはプレゼンターの視界にタイマーを設置するなど指定された時間をきちんと守れるように工夫が必要である。

### 6.3.1 評価の振り返りについて

事後アンケート・インタビューで評価の良い点と改善点の指摘はどちらが分かりやすかったか発表者へ調査したところ、全員が改善点の指摘の方が分かりやすかったという回答であった。理由として、自認している弱みを指摘されると理解しやすいということが考えられる。実際、事前アンケートで「苦手である」と回

答した項目については、多くの人が一回目から二回目プレゼンテーションで得点の伸びが確認できた。

また、自分のプレゼンテーションを振り返る際はどうしても「自分がうまくできなかった点」に意識が向きがちである。振り返り作業が単なる自分の欠点探しにならないよう、リフレクションは自分の強みを見つける機会でもあることを強調する必要がある。

## 7. まとめ

本研究では、コメント同期型サイトを利用してプレゼンテーション評価を絵文字のみと絵文字・コメントの2群で行い、評価得点の伸びを比較した。結果、絵文字のみの評価でも項目によってはプレゼンテーション能力の向上ができることが証明された。そして伸びた評価項目の数や評価者の負担を考慮すると、文字でコメントをつけるよりも、絵文字だけの評価にした方がより効果的であることが分かった。コメント数においても絵文字のみで評価を行った方が評価の投稿数が多く、より積極的な評価を促すことができる。

評価を負担に感じる原因は評価人数であるため、評価を行う際は5人前後のグループを一単位とし、プレゼンテーションは5分程度で統一することが望ましい。

## 8. 今後の課題と展望

本実験では、プレゼンテーション評価のツールとしてニコニコ動画を使用した。ニコニコ動画には評価を行う上で「一度動画に投稿したコメントは修正することができない」、「使用できる絵文字のバリエーションはスマートフォンに依存する」などの弱点がある。

このような弱点は他の既存のコメント同期型サイトにも共通するものであり、今後の課題として、より使いやすい「コメント同期型のプレゼンテーション評価ユーザーインターフェース」開発を提案する。専門ゼミナールやクラス単位で使用することができ、コメントの修正やプライバシーに配慮した独自のシステムが開発できれば、プレゼンテーションを扱う講義で大いに貢献できるだろう。このシステムを用いて教員などによる指導や評価コメントを貰わなくても聴衆の表情反応（絵文字）から自分のプレゼンテーションを改善することが可能であれば、居住環境や言語の壁を越

えて評価をすることが可能になる。教室に行かなくても動画を撮影・送信できる環境があれば、ユーザーインターフェース上でいつでも評価コメントを得ることができ、また絵文字のみの評価であれば言語依存の問題なく評価することが可能である。

さらに、今後の改善案として絵文字のバリエーション追加が挙げられる。本実験で使用した絵文字は😊、😬、😞の3種類であり、表情と個数で7段階評価を行った。しかし表情の絵文字だけでは伝わりにくい項目もあり、それらに関しては絵文字の種類を増やすことで対応できるだろう。例えば、スマートフォンには📊というグラフの絵文字があり、グラフ、図、写真の量の評価項目に利用可能である。

## 謝辞

実験においてプレゼンテーションの撮影を行う際には共立女子大学の関係者の皆様、谷田貝ゼミ生の方々に手伝っていただきました。並びに、早稲田大学と共立女子大学の学生20名にはお忙しい中プレゼンテーションの準備・撮影・評価等に協力していただきました。本当にありがとうございました。

なお、本研究の一部は平成26年度科学研究費補助金 基盤研究(C) (課題番号:26350288)ならびに平成28年度科学研究費補助金 基盤研究(C) (課題番号:16K01126)の補助により行いました。

## 参考文献

- (1) 団藤広己：“オンデマンド授業における、コメント表示位置による意見共有度と理解度の比較検証”平成25年度早稲田大学人間科学部卒業論文(2013)
- (2) 小野瀬泰祐：“ニコニコ動画を用いた自己評価と他者評価の一致度によるプレゼン能力向上の関連性”平成28年度早稲田大学人間科学部卒業論文”(2016)
- (3) 木下涼、宇都雅樹、植野真臣：“足場かけに基づくアカデミックライティング学習支援システム”電気通信大学院情報理工学研究科”(2017)
- (4) 経済産業省：“社会人基礎力に関する研究会-中間取りまとめ-”(2006)
- (5) 文部科学省：“大学教育改革の動向と国公立を通じた大学教育改革の支援の充実等について”(2009)

- (6) 文部科学省：“教育の情報化ビジョン～21世紀にふさわしい学びと学校の創造を目指して～” (2015)
- (7) 文部科学省：“新しい学習指導要領の考え方-中央教育審議会における議論から改定そして実施へ-” (2017)
- (8) 石川勝博：“アクティブ・ラーニング型授業と日本的コミュニケーション・スタイル” 教育研究 57, 13-22 (2015)
- (9) 高橋一栄：“アクティブラーニングに関する一考察-問題解決学習への積極的なアプローチ-” 至誠館大学研究紀要 Vol. 2 (2015)
- (10) 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～ (答申) (抜粋)” (2012)
- (11) 浅羽修丈, 倉光貴子, 斐品正照：“映像上に被せて流された他者のコメントが視聴者の印象に与える影響の分析” 信学技報 IEICE Technical Report ET2015-43 (2015-10) (2015)
- (12) 高橋優三, 長野功, 呉志良：“学生がプレゼンテーション技術を学ぶための自己評価と同僚評価の評価シートを試作” 医学教育 40 (5):355～359 (2009)
- (13) 實理翔太郎, 寺田達也, 加藤由香里, 江木啓訓, 塚原渉, 中川正樹：“授業映像への手書きアノテーションによるピア・レビューシステム” 電子情報通信学会 IEICE 教育工学研究会信学技報 Vol. 108 No. 315 (2008-11) pp17-22 (2008)
- (14) 竹田尚彦, 吉田宏史, 佐合尚子：“プレゼンテーション演習における学生間相互評価の分析” 情報処理学会研究報告 (2005)

# バーチャルゼミにおける学び合いの効果と 情意評価項目との関連性の検討

妻鹿宏紀<sup>\*1</sup>, 谷田貝雅典<sup>\*2</sup>, 米谷雄介<sup>\*3</sup>, 木下涼<sup>\*4</sup>, 永岡慶三<sup>\*5</sup>

\*1 早稲田大学 人間科学学術院, \*2 共立女子大学 文芸学部, \*3 香川大学 工学部, \*4 電気通信大学 情報理工学研究科, \*5 早稲田大学 人間科学学術院

## Relation between Peer Learning Effect and Affective Evaluation in Virtual Seminar

Mega Hiroki <sup>\*1</sup>, Yatagai Masanori <sup>\*2</sup>, Kometani Yusuke <sup>\*3</sup>, Kinoshita Ryo <sup>\*4</sup>,  
Nagaoka Keizo <sup>\*5</sup>

\*1 School of Human Sciences, Waseda University, \*2 Faculty of Arts and Letters, Kyoritsu Women's University, \*3 Faculty of Engineering, Kagawa University, \*4 Graduate School of Informatics and Engineering, The University of Electro-Communications, \*5 Faculty of Human Sciences, Waseda University

異なる学術文化をもつ複数のゼミが学習共同体を形成することにより, 新たな学習の生起が期待される。「地理的に分散した異なる学術文化をもつ複数のゼミによる遠隔協調学習形態」をバーチャルゼミ (Vゼミと呼称) と呼ぶ。本研究では, 効果的なVゼミを実現するための手段の構築を目的とする。本論文では, Vゼミにおける学生間の親密性などの情意的側面が学び合いの効果に影響を与えるとの仮説を立て検証を試みた。

キーワード: 遠隔協調学習, バーチャルゼミ, SMS, 視線一致型テレビ会議システム

### 1. はじめに

近年, 大学教育のあり方が見直されつつある。米谷ほか (2015) にあるように, eラーニング, MOOCs の導入, また普及により大学教育における単純な専門知識の伝達機能はその役割が縮小し, 自律した学習が重要視される。また永岡ほか (2016) はゼミ活動こそ今後の大学教育の中心的機能として位置付けるように考えていくべきであると述べている。

現在, 早稲田大学人間科学部人間情報学科永岡研究室では, 共立女子大学文芸学部谷田貝雅典研究室とバーチャルゼミ (以下, Vゼミとする) を行なっている。理由としては急速に変化する社会に対応するためには, 多様な見解を獲得することが重要だからである。遠隔地にあるゼミ同士をネットワーク等で接続することによって, 文系・理系の学術文化の垣

根を越え, 異文化学習者集団によって構成された学習共同体を形成し, 生産的な学習活動を行うことを可能とする。

またVゼミを行うことによって, 様々なゼミ同士の関わりを作り出し, 各コミュニティが持つ多様な文化・視点・価値観が学び合いを誘発し, より広範な学習を可能とする。本学の所在地は埼玉県所沢市三ヶ島なのに対し, 共立女子大学は東京都千代田区一ツ橋に所在する。地理的に分散した2校をネットワークでつなぎ, 毎週木曜日 14時45分から16時15分までの90分間をVゼミとし, 活動を行った。

本研究はVゼミに関し, 親密性が高いほど学び合いの効果が高まると仮説を立て, 親密性を高める活動を行ない学び合い活動を活性化させる授業方式

を試行し、効果を検証した。

## 2. 実験方法

共立女子大学谷田貝教授が開発した視線一致型テレビ会議システム(2006, 2011)を用いて実験を行なった。共立女子大学2～4年生計36名を対象に、実験を行なった。被験者を、要因形成活動を行う群(実験群)と行わない群(統制群)に分ける。要因形成活動とは親密性を形成する遠隔レクリエーションのことで、今回は遠隔実施の人狼ゲームを行った。そして2名の早稲田学生が定められた2つの内容について各群に2回プレゼンを行い、その理解度をプレ・ポストテストで測定した。テストの点数推移と、事後アンケート(5段階評定尺度、43項目)結果により、親密性がVゼミの学習効果にどのような影響をもたらすか調査する。各群の活動プロセスの比較を表1に示す。また実験の様子を図1, 2に示す。

学び合いの内容としては、本研究がVゼミ形式で実施されていることから、その定義「地理的に分散した異なる学術文化をもつ複数のゼミによる協調的学習の形態」に則り、ゼミ間で異なる学術文化性を持つ内容にした。本ゼミは情報教育工学を専攻し、教育系・また工学系に特化している。一方、共立女子大学の谷田貝ゼミは文芸学を専攻し、文学または芸術に特化している。そのため教育工学系の内容を採用した。さらには半学半教の精神に則り、発信者がただ学術的内容を紹介するのではなく、教えることによって理解を深め、また教えられる側の意見や理解によって新たな知見を得ることも意図している。また理解度を測定するプレ・ポストテストを行うため、実験協力者の前提知識がほとんどない内容である必要がある。そのため普段のゼミ活動ではあまり目にすることがない教育系・工学系の学術的内容かつ、その後の学業・研究活動・社会人としての教養に繋がる内容を採用した。

具体的な内容としては「知識社会における学習スタイルの変化」と「プログラミング教育の今後のあり方」とした。

表1 活動プロセス

時間	実験群	統制群
20分	要因形成活動	
3分	プレテスト①	
20分	学び合い①	
3分	ポストテスト①	
3分	プレテスト②	
20分	学び合い②	
3分	ポストテスト②	
5分	アンケート	
	終了(計77分)	終了(計57分)



図1 実験の様子(被験者側)



図2 実験の様子(実験者側)

## 3. 結果と考察

### 3.1 事後アンケートの因子分析結果

アンケート結果より探索的因子分析(最尤法、プロマックス回転)を行い、表2に示す。「親密性」「相互有意義性」「退屈・疲れ」「活動理解」「安堵感」の5因子が抽出された。これらの5因子の負荷量平方和の累積率は61.877%である。また各因子の下位尺度得点を定めるために、各因子を構成

表2 事後アンケートの因子分析結果

n=36	因子					
	F1	F2	F3	F4	F5	
<b>F1 親密性</b>						
Q18 今回の活動で相手ゼミ生への興味が湧いた	0.979	-0.12	-0.223	0.016	0.05	
Q23 今回の活動で相手ゼミ生は頼りになったと思った	0.836	0.136	0.103	-0.214	0.04	
Q27 今回の活動で相手ゼミ生と話がしたいと思った	0.824	0.242	-0.115	-0.108	-0.19	
Q28 今回の活動で相手ゼミ生のことをもっと知りたいと思った	0.813	0.227	-0.157	-0.032	-0.152	
Q25 今回の活動で相手ゼミ生に心を開くことができた	0.798	0.105	-0.244	0.037	0.099	
Q21 今回の活動で相手ゼミ生を理解できた	0.78	-0.116	0.156	-0.088	0.047	
Q24 今回の活動で相手ゼミ生を身近に感じた	0.775	0.002	-0.099	0.032	0.128	
Q26 今回の活動で相手ゼミ生と意思疎通できた	0.748	0.176	-0.028	-0.194	0.101	
Q22 今回の活動で相手ゼミ生と親しくなれた	0.697	0.057	-0.019	0.05	0.112	
Q19 今回の活動で相手ゼミ生の専門領域が理解できた	0.686	-0.131	0.058	0.12	-0.131	
Q20 今回の活動で相手ゼミ生の活動内容が理解できた	0.678	-0.287	0.168	0.306	-0.026	
Q17 今回の活動で相手ゼミ生に親近感が湧いた	0.676	0.047	0.35	-0.149	-0.029	
Q16 今回の活動は相手ゼミ生と話しやすかった	0.611	0.192	-0.047	-0.119	0.25	
Q1 今回の活動は有意義であった	0.567	0.051	0.397	0.001	0.057	
Q43 今回の活動はお互いの親密度は向上したと思いますか	0.561	0.136	0.037	0.115	-0.261	
Q36 今回の活動はお互いにとって有意義なものでしたか	0.372	0.346	-0.098	0.341	0.05	
Q31 今回の活動では相手ゼミ生の姿がよく見えた	0.346	-0.147	0.051	0.275	-0.118	
<b>F2 相互有意義感</b>						
Q39 今回の活動はお互いに楽しめたと思いますか	0.251	0.91	0.1	-0.054	-0.174	
Q38 今回の活動で互いを理解し合えましたか	0.079	0.716	0.065	0.081	0.183	
Q37 今回の活動はお互いにとって有効な学び合いができたと思いますか	0.296	0.41	0.027	0.293	-0.176	
<b>F3 退屈・疲れ</b>						
Q5 今回の活動は退屈ではなかった	0.032	0.18	0.854	0.06	0.049	
Q4 今回の活動は緊張しなかった	-0.14	0.039	0.696	-0.48	0.074	
Q6 今回の活動は疲れを感じなかった	-0.161	0.015	0.637	0.128	0.105	
Q2 今回の活動で新たな知見を得られたか	0.416	-0.154	0.498	0.293	0.162	
<b>F4 活動理解</b>						
Q14 今回の活動を理解できた	-0.317	0.149	0.296	0.881	-0.211	
Q13 今回の活動で気分は悪くならなかった	-0.028	0.213	-0.077	0.657	0.073	
Q30 今回の活動では相手ゼミ生の声がよく聞き取れた	0.215	-0.298	-0.189	0.417	0.29	
<b>F5 安堵感</b>						
Q10 今回の活動で得られるものがあつた	0.09	-0.118	0.173	-0.113	0.825	
Q9 今回の活動はリラックスして取り組めた	-0.326	0.43	0.017	0.138	0.601	
Q11 今回の活動で不快感は感じなかった	0.016	0.416	0.08	0.321	0.524	
Q32 今回の活動では相手ゼミ生がどこを見ているのかよくわかった	0.116	-0.06	0.113	-0.108	0.497	
Q42 今回の活動はお互いにとって疲れる行為でしたか	0.1	-0.013	0.098	-0.243	-0.249	
	F1	1.000	0.316	0.283	0.282	0.262
	F2	0.316	1.000	0.021	0.146	0.170
	F3	0.283	0.021	1.000	0.255	0.177
	F4	0.282	0.146	0.255	1.000	0.151
	F5	0.262	0.170	0.177	0.151	1.000

因子相関行列

する各項目の因子負荷量が0.5以上のものを因子代表値と定め、各因子を構成する因子代表値を平均した値を下位尺度得点とした。図3に1群と2群の因子代表値の平均とt検定の結果を示す。「親密性」(p=0.024)に有意差が見られ、「活動理解」(p=0.059)に効果がある可能性が示された。要因形成活動を行ったことにより、ゼミ生同士の親密性が向上し、初対面にも関わらず、良い学習雰囲気を形成できたと考えられる。

次に、要因形成活動の有無が学び合いに与える効果を調べた結果、「親密性」(p=0.022)に有意差が見られ、「活動理解」は有意ではないが、効果がある可能性が示された(p=0.0506+)。本結果は遠隔環境ながらも親密性を向上させることを可能にし、学習や実験の活動理解を促進させる可能性を示した。また遠隔環境下、初対面であるにもかかわらず、テストの結果から学び合い内容の理解度は高かった。

### 3. 2 プレ・ポストテストの比較結果

プレ・ポストテストに関しては被験者ごとの正答数を求め、プレ・ポストの点数の推移(ポスト点数-プレ点数)を求めた。全実験協力者のポストテストの点数が、プレテストの点数を下回ることにはなかった。また学び合い①・②における1群と2群のプレ・ポスト点数推移の平均値を比較するためにt検定を行った。結果を図4に示す。結果は、学び合い①(t=-0.24, df=34, p=0.81)、学び合い②(t=2.76, df=34, p=0.004)となり、学び合い②に有意差が見られた。

t検定結果

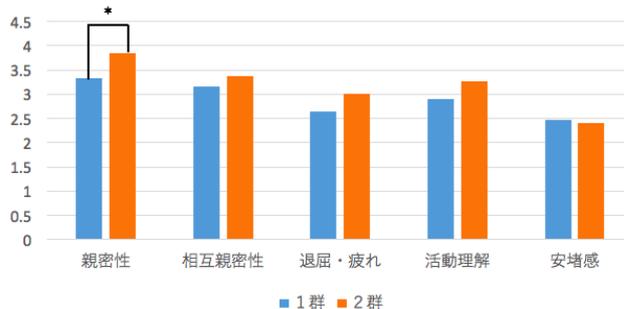


図3 因子分析結果のグラフ

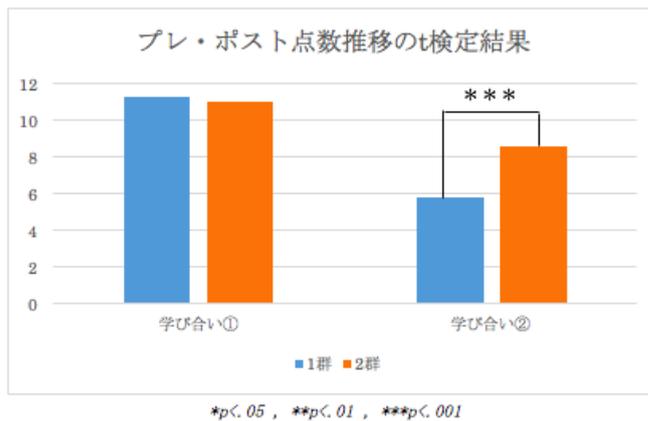


図4 プレ・ポストテストの比較結果

表6 重回帰分析結果

	学び合い①-統制群	学び合い①-実験群	学び合い②-統制群	学び合い②-実験群
	$\beta$	$\beta$	$\beta$	$\beta$
親密性	0.188	0.000+	0.069	-0.065
相互有意義感	0.179	0.066	0.517	0.128
退屈・疲れ	-0.147	0.281	-0.102	-0.253
活動理解	0.3	-0.0176	0.244	0.085
安堵感	0.416	-0.503	0.687	0.605
R <sup>2</sup> 乗	0.261	0.081	0.119	0.158

$\beta$ : 標準化係数

性」>「退屈・疲れ」(負の規定因)の順に規定力がある。

学び合い①実験群(要因形成活動あり)では、「活動理解」(負の規定因)≒「退屈・疲れ」>「親密性」の順に規定力がある。

学び合い②統制群(要因形成活動なし)では、「相互有意義性」>「安堵感」>「活動理解」>「退屈・疲れ」(負の規定因)>「親密性」の順に規定力がある。

学び合い②実験群(要因形成活動あり)では、「安堵感」>「退屈・疲れ」(負の規定因)>「相互有意義性」>「活動理解」>「退屈・疲れ」>「親密性」(負の規定因)の順に規定力がある。

### 3. 3 プレ・ポストテストと5因子の重回帰分析結果

各5因子が学習効果(ポストテストからプレテストの点数を引いた値)に与える影響を調べるために重回帰分析を実施した。従属変数を学習効果、独立変数を各因子の因子代表値として実験群と統制群それぞれにおいて重回帰分析(強制投入法)を行った。結果を表6に示す。なお、自由度調整済みR<sup>2</sup>の値が有意ではなかったため、以下、参考程度として各結果の規程因の大小について論じる。

学び合い①統制群(要因形成活動なし)では「安堵感」>「活動理解」>「親密性」>「相互有意義

### 3. 3 考察

アンケート結果から因子分析を行った結果、「親密性」「相互有意義性」「退屈・疲れ」「活動理解」「安堵感」の5因子が抽出された。各因子の下位尺度得点を求め、両群の平均値を比較した結果、「親密性」( $p=0.024$ )に有意差が見られ、「活動理解」( $p=0.059$ )に効果がある可能性が示された。要因形成活動を行ったことにより、ゼミ生同士の親密性が向上し、初対面にも関わらず、良い学習雰囲気形成できたと考えられる。

次にプレ・ポストテストの比較結果であるが、全実験協力者のポストテストの点数が、プレテストの点数を下回ることなく、学び合い②に有意差が見られた( $p=0.004$ )。どちらも事前事後で点数が上がっており、有意差も確認できたため、Vゼミでの学び合いによって理解度が向上していることがわかる。

続いて、要因形成活動の有無が学び合いに与える効果を調べた結果、「親密性」( $p=0.022$ )に有意差が見られ、「活動理解」は有意ではないが、効果がある可能性が示された( $p=0.0506+$ )。本結果は遠隔環境ながらも親密性を向上させることを可能にし、学習や実験の活動理解を促進させる可能性を示した。

最後に重回帰分析により、テスト点数推移に影響を及ぼす因子得点を調べたが有意な規定因は見られなかった。重回帰分析で有意差が見られなかったことに関しては、要因形成活動の有無により、親密生の向上は確認できたが、学び合いの内容または時間、要因形成活動の内容または時間、のいずれかに問題があったのか、発表者のプレゼンテーション能力が低かったからだと推測される。しかし記述アンケート結果からは学び合い内容とその発信者に関して肯定的な記述が多かったため、親密性に代わる新たな要因を検討し、継続的な研究を行うことが大切であると考えられる。

### 4. まとめ

今回の研究で、地理的に分散した異なる学術文化をもつ複数のゼミによる遠隔協調的学習の形態(Vゼミ)での学習ではお互いの親密性の向上が明確に学

習効果を向上させる要因であることは見いだせなかった。しかし、以下のことがわかった。

- ・要因形成活動では相手ゼミ生同士の親密度を向上させる。
- ・ゼミ生同士の学び合い、教え合いは理解度を向上させる可能性がある。

今後の課題は、親密性に代わる新たな要因を検討し、学び合いの効果との関係を継続的に調査分析することで、学び合い効果を高める効果的な要因を見出すことである。本研究では、アンケート結果からは「親密性」と「活動理解」に有意差が見られ、要因形成活動の有無が学び合い(情意評価項目)に与える効果を分析した結果「親密性」に有意差が見られ、「活動理解」にも影響を与える可能性が示された。よって、本研究結果から、遠隔越しの相手に対する理解や、学習内容の理解を高めるためには、要因形成性活動を行うことが効果的であると結論付けられる。

### 謝辞

お忙しい中実験に協力してくださった、本ゼミ永岡研究室4年生、とりわけ実験協力して頂いた、早稲田大学人間科学部永岡研究室吉井秀平君、共立女子大学文芸学部文芸学科谷田貝ゼミ2, 3, 4年生の皆様にお礼申し上げます。

なお、本研究の一部は平成26年度科学研究費補助金 基盤研究(C)(課題番号:26350288)ならびに平成28年度科学研究費補助金 基盤研究(C)(課題番号:16K01126)の補助により行いました。

### 参考文献

谷田貝 雅典, 坂井滋和(2006) 視線一致型及び従来型テレビ会議システムを利用した遠隔授業と対面授業の教育効果測定 日本教育工学会論文誌 30(2), 69-78

谷田貝 雅典, 永岡 慶三, 坂井 滋和, 安田 孝美(2011)

視線一致及び従来型 TV 会議システムを利用した 2 大学間遠隔交流学習、情報文化学会誌 18(1), 34-41

永岡 慶三, 米谷 雄介(2016)

ゼミ活動を大学教育の中心に

SMS:Seminar Management System, Proposal and  
State of Development 日本教育工学会研究報告集  
16(1), 307-313

米谷 雄介, 谷田貝 雅典, 永岡 慶三(2017b)

ゼミ活動の FD に向けた 2 大学間におけるバーチャルゼミの試行と評価 電子情報通信学会技術研究報告 信学技報 117(119), 13-18

# ストーリーテリングと商品紹介のスライド作成における所要時間と意識の比較

宮地 功<sup>\*1</sup>

<sup>\*1</sup> 独立行政法人国立高等専門学校機構 富山高等専門学校

## Comparison of Required Times and Attitude in Experiment to Create Slides for Storytelling and Product Introduction

Isao MIYAJI <sup>\*1</sup>

<sup>\*1</sup> National Institute of Technology, Toyama College

In order to ensure that university students have a sound base of computer knowledge and operating ability, and in order to improve their mentality regarding their strengths, two types of classes were offered in which storytelling and product slide presentations were performed by creating slides using PowerPoint, entering opinions and evaluations by others using Excel, and creating and submitting reports using Word. This paper investigates differences in the outcomes resulting from differences in the themes, and explores potential reasons for these differences. It compares and examines the amount of time taken to complete the works and the mentalities of the students with regard to these strengths.

キーワード:ストーリーテリング, 商品の紹介, スライド作成, 力に関連した意識, 高等教育

### 1. はじめに

最近, 中央教育審議会は, 学生が主体的に問題を発見し解を見いだしていく能動的学修 (アクティブラーニング) への転換が必要であると指摘して, 学生の主体的な学修を促す質の高い学士課程教育を進め, 主体的な学修の体験を重ねて, 生涯学び続ける力を修得できるように, アクティブラーニングを実施することを答申している<sup>(20)</sup>. これまでに授業の新しい方法の提案や効果のあるアクティブラーニングを実践する試みが多くなされている<sup>(1)(21)</sup>. 大学生を対象にして, 課題の一部について自己評価, 他者評価, 修正を繰り返す課題を設定して, 問題解決力を高め, 主体的に考える力を育成する授業が展開できることをいくつかの授業実践が示している<sup>(2)</sup>. 人に使ってもらえる物作りを通して, 人が望むものを作るという課題を解決する能力を

育てることができることも示されている<sup>(6)</sup>.

大学 3 年後期の必修の情報系科目で, 「ストーリーテリングを作成する」授業 (以下では ST と略する) において, 自己理解, 表現力, 問題解決力などが向上するようにするために, PowerPoint を用いて自分を見つめ, 自分について語る作品を作成させた<sup>(3)(4)</sup>. その作成過程において, 評価活動と修正活動を取り入れ, 課題を解決する能力を育てることができたことを報告した<sup>(7)(10)</sup>. また, ソフトウェアの利用可能度も高めることができることもわかった<sup>(5)(11)(16)</sup>. 役立つ活動も知ることができた<sup>(12)</sup>.

大学 3 年後期の必修の情報系科目で, 「商品と本を紹介するスライドを制作する」授業 (以下では PI と略する) において, 入社して製品開発する際に必要になる調査, 企画, 広報, 提案する力などが向上するように

するために、PowerPoint を用いて自分が興味・関心のある商品と本を紹介するスライド作品を作成させた(13)(14)。その過程において、PowerPoint の操作スキルを高めるだけでなく、表現する力、企画力、広報力、自社で開発した商品を改善するための提案力などを向上させることができることを報告した<sup>(17)(19)</sup>。役立つ活動も知る事ができた<sup>(15)(18)</sup>。

これらは、授業中に学生は主体的に能動的に活動しないと作品ができないというアクティブラーニングである。実践知と活用知の獲得に重きを置いている授業である。PowerPoint を用いてスライドを作成する点では同じような授業である。これらの2つの授業は、物作りをして自己理解の向上を目指すテーマと企画力や広報力の向上を目指すテーマである。このように異なるテーマの間の効果の違いを比較した報告はこれまでにないので、テーマの違いを比較して、高まる力や意識にどのような違いがあるのかを知ることにした。

以下では、授業内容、調査内容を説明し、共通の調査内容について比較分析して、その結果について報告する。

## 2. 授業内容

### 2.1 授業の目的

対象の2つの科目の授業の目的は、直接コンピュータを使ってみることによって、修得したコンピュータについての知識を確実に身に着いたものとすると共に、その知識を活用できるようにすることである。

STの場合、自分のことを理解するために、今まで過ごしたことを思い出し、現在興味・関心のあることを考え、これからの進路を考えて、それらを整理して6枚のスライドにする。一方、PIの場合、興味・関心のある商品を決めて、商品の内容、商品の特徴、気に入っているところ、広告、競合他社との位置関係、改善案の提案を考えて6枚のスライドを創作する。

どちらの場合でも与えられたテーマについて考え、調べて、課題を設定する必要がある。その過程で、情報を収集し、関連する情報やデータを整理しまとめる必要がある。

STの場合、自己理解を促進するために、「はじめに、事の起こり、はまった趣味、趣味を生かす、今後の目

標、おわり」のような流れで自分自身のことを説明する。これによって、就職活動を目前にして自己分析をし、自分のしたいこと、得意なこと、興味のあることなどを明らかにする。

一方、PIの場合、「調査、企画、開発、広報」のような企業活動を理解できるように、「商品名、商品の内容、商品の特徴、広告、競合他社との位置関係、改善案の提案」のような流れで説明する。これによって、課題を見つけ出すための企画力、開発した商品を買う気にさせる広報力、自社で開発した商品を改善するための提案力などを向上させることを目的にした。

どちらの場合でも、それぞれの内容がよく分かるように、そのスライドにアニメーションを入れて動きを付ける。説明をナレーションするためにその内容を考えて、それを録音して、みんなで視聴できるスライドを完成させる。

スライド制作では、人が見て理解でき、わかりやすいように調査した内容を説明できるスライドの作成が重要である。また、内容に関係した画像や写真をどのように構成し、表現するかを考えさせる。説明、画像、アニメーション、ナレーションなどを適切な個所に入れて、人に自分の思いや考えを伝え、人に内容を説明して理解してもらえるように考えることの重要性を学ばせる。このような作業によって、文章で表現する力を養い、説明を絵で表現する力を養う。スライドや報告書などの締め切りを守るように作業をすることによって、物事を計画的にする力が育つ。

この授業では、スライド制作した後で、そのスライドを皆で視聴して、相互評価をする。その反応である相互評価を整理して個人ごとの他者評価にまとめ、各自に被他者評価を提供している。各学生は自分の作品に対する被他者評価を見て、作品を修正する活動をする。このような相互視聴と相互評価の活動によって、学生同士の相互学習や協働的な学びを促進することをねらった。また、聞く力や修正し改善する力を育成する。このように物作りに評価活動を取り入れてスライドを作成することを通して、問題解決に必要ないろいろな力に関係した意識を高め、主体的に考える力を育成する。

対象の2つの科目は実験型の授業であるので、報告書を書くことを義務づけている。報告書の枠組みに記

述すべきことを入力して、技術文書の書き方を学ぶ。教員が提出された報告書を読んで指摘したか所を修正・訂正することによって、適切な報告書に近づいていくことを理解する。それだけでなく、報告書を書く活動を通して、文章や文章以外で表現する力を育成する。

スライド制作や報告書の執筆によってパソコン操作に習熟し、コンピュータに対する興味関心や理解が高まり、利用方法も広がるのが期待できる。

## 2.2 授業内容と計画

対象の2つの科目は、表1に示す内容の情報系科目で、A大学情報科学科の3年次後期の実験型の必修科目である。本授業では、1人が2つの作品を作成させることにした。視聴と評価を2回ずつ行い、1回ずつ修正する。授業時間、受講人数、1テーマあたりの回数は表1の通り異なっている。STのテーマは、自己理解と子供のためのお話の2つであった。PIのテーマは、商品紹介と本の紹介の2つであった。

2つの科目の授業を進め方として、第1回には、まず調査用紙を配布して、事前の意識調査を実施した。実験書を配布し、実験書に基づいて、課題について説明し、授業目的、内容、計画、スライド作成方法、実験方法などを説明した。紹介する内容を記入できるA4用紙2枚の用紙を配付して、第2回までに課題の内容を考え、用紙の右に書き、その左の四角の枠内に絵を描いてくるように伝えた。その後、作品作成のために情報検索させ、課題の内容を考えさせた。

第2回でナレーションを録音する方法とアニメーションの入れ方を説明し、スライドを作成させた。続いて報告書の書き方を説明した。翌週以降にアニメーションを入れさせ、ナレーションを録音させ、スライ

表1 対象の科目の内容について比較

科目種類	ストーリーテリング(ST)	商品紹介(PI)
科目種類	情報系科目	情報系科目
授業型	実験型	実験型
開講年次	3年次後期	3年次後期
1回当たりの時間	180分	90分
授業回数	15	15
受講人数	31	26
1テーマ当り回数	4	6

ドを完成させた。その終わりにそのスライドのファイルを提出させた。

## 3. 分析結果

学習の基本は、その時間を確保することであると考へ、報告書の表紙に授業の活動に関係した時間を調べて、考察した。STとPIの回答者数は、それぞれ31人と26人である。力に関係した意識を事前と事後に調べ、その事後の評定値から事前の値を引いた伸びから、この授業の目的の達成程度を知ることにした。

STでは3テーマを授業時間3テーマ×4週×3h+3週×3h=45hで、PIでは2テーマを授業時間2テーマ×6週×1.5h+3週×1.5h=22.5hで実施した。ここでhは時間を意味している。STとPIを比較するために、STでは2テーマまでの結果を用いる。以下では、STとPIの第1、2作品について比較する。有意差検定の結果を有意水準5%で有意差が認められたことにする。記号m, SD, t, pは、それぞれ平均、標準偏差、検定統計量、および有意確率を意味している。また、有意水準0.1%, 1%, 5%, 10%をそれぞれ\*\*\*, \*\*, \*, +で示す。

### 3.1 授業における各種所要時間の比較

報告書の表紙に、説明やスライド作成のためにした調査、スライドの作成、および報告書作成に要した総時間数を記入させた。それらを集計して、それぞれの平均と標準偏差を表2に示す。

1作品を完成するために要した時間は、平均してSTの場合22.8時間と23時間、PIの場合19.3時間と15.8時間である。どちらの場合もこの時間の約5時間は授業時間であるので、STの場合約18時間と約18時間、PIの場合約14時間と約11時間、授業以外で活動や作業をしたことになる。

STの場合、三種の時間も合計時間も作品間に有意な差は認められない。一方、PIの場合、調査時間と合計時間には作品間に有意な差が認められた。

次に、STとPIの三種の時間と合計時間の間で、有意差検定をした結果、第1作品では、スライドの作成時間について有意差が認められ、STの時間の方が長いことがわかった。第2作品でも、調査時間、スライドの作成時間、および合計時間について有意差が認めら

れ、STの時間の方が長いことがわかった。第1, 2作品に共通して、STのスライド作成時間がPIより長くかかっている。

表2 授業における各種所要時間(時間)と有意差検定結果

Classes	Kind of required time	First work		Second work		Difference		t-test	
		m	SD	m	SD	m	SD	t	p
ST	Collecting information	5.8	4.9	6.2	5.0	-0.4	5.9	0.3	
	Creating slides	9.0	4.5	9.0	4.7	0.1	4.8	0.1	
	Writing final reports	8.0	4.1	7.9	3.2	-0.1	5.0	0.1	
	Total	22.8	10.5	23.0	10.3	-0.2	11.7	0.1	
PI	Collecting information	5.1	2.7	3.3	2.1	1.7	2.1	4.4	***
	Creating slides	6.8	2.8	5.8	2.9	1.0	3.1	1.6	
	Writing final reports	7.4	3.2	6.7	2.9	0.8	2.8	1.4	
	Total	19.3	5.7	15.8	5.7	3.5	4.9	3.7	***
t-test	Collecting information	0.7		2.6	*	1.7		+	
	Creating slides	2.2	*	3.0	**	0.8			
	Writing final reports	0.5		1.5		0.7			
	Total	1.5		3.1	**	1.5			

\*\*\* p<.001, \*\* p<.01, \* p<.05, + p<.1

### 3.2 力に関係した意識の伸び

表3の左端に示す力に関係した意識について、事前と事後に評定値を評価シートに入力し、提出させた。

STとPIの第1, 2作品の伸びとその伸びの和の間に有意な差があるかどうかを分散分析して確認する。30項目全体の力に関係した意識の平均伸びについて、分散分析をした結果、有意水準0.1%で有意差があった(t(1710)=19.4\*\*\*, p<0.001)。続いて、残差分析した

結果、STの第1, 2作品の伸びの間に有意な差が認められた。これから、全体として、STの力に関係した意識の伸びは第1作品の方が大きく、第2作品の方が小さいことがわかった。PIの第1, 2作品の力に関係した意識の伸びは全体として、違いがないことがわかった。

STの力に関係した意識の項目ごとに平均評定値の伸びについて分散分析をした結果、30項目のすべてについて有意差が認められた。続いて、残差分析した結果、STの21項目について第1, 2作品の伸びの間に有意な差が認められた。STとPIの第2作品の「(4)コンピュータの利用方法や場面の広がり」の伸びの間に有意な差が認められた。STとPIの「(24)満足感」の第1作品から第2作品までの伸びの間に有意な差が認められた。PIの第1, 2作品の「(15)プレゼンテーションする力」の伸びの間に有意な差が認められた。その他の間には有意差が認められなかった。これから、全体として、STの多くの意識の伸びは第1作品の方が大きく、第2作品の方が小さいことがわかった。PIの意識は、第1作品と第2作品の間でほとんど差がないことがわかった。また、STとPIの第1, 2作品の伸びのそれぞれ間にもほとんど差がないことがわかった。

表3 力に関係した意識の伸びについて分散分析と多重比較の結果

評価項目	ストーリーテリング						物の紹介						分散分析の結果						多重比較の結果				
	作品S1		作品S2		作品S1+S2		作品P1		作品P2		作品P1+P2		平方和		平均平方		F値	p	S1-S2	S1-P1	S2-P2	S12-P12	P1-P2
	伸び	SD	伸び	SD	伸び	SD	伸び	SD	伸び	SD	伸び	SD	条件	誤差	条件	誤差							
	m	SD	m	SD	m	SD	m	SD	m	SD	m	SD											
(1) コンピュータに対する興味や関心	1.6	1.3	0.4	1.1	2.0	1.7	0.9	1.2	1.0	1.0	1.9	1.6	60.9	321.6	12.2	1.9	6.2	***	**				
(2) コンピュータに対する理解	2.1	1.3	0.4	1.1	2.4	1.2	1.3	1.5	1.0	1.8	2.4	1.6	102.6	351.3	20.5	2.1	9.6	***	***				
(3) コンピュータの操作スキル	1.6	1.0	0.4	0.9	2.0	1.2	1.3	1.0	0.6	1.0	1.9	1.4	64.4	209.8	12.9	1.3	10.1	***	***				
(4) コンピュータの利用方法や場面の広がり	1.1	0.9	0.1	0.7	1.2	0.8	1.0	0.9	1.0	0.9	1.9	1.2	46.9	146.5	9.4	0.9	10.6	***	**	*		+	
(5) 課題を設定する力	1.5	1.2	0.3	1.1	1.8	1.0	1.1	0.9	0.7	0.9	1.8	1.1	54.9	185.8	11.0	1.1	9.7	***	***				
(6) 物事を計画的にする力	1.0	1.2	0.6	0.8	1.7	1.3	1.2	1.2	0.7	1.4	1.8	1.5	35.2	267.8	7.0	1.6	4.3	**					
(7) 学習した知識の理解の深まり	1.7	1.0	0.2	1.1	1.8	1.4	1.3	1.3	0.4	1.2	1.8	1.7	76.8	280.6	15.4	1.7	9.0	***	***				
(8) 自ら学習する力	1.5	1.2	0.2	1.0	1.7	1.1	1.0	1.2	0.8	1.5	1.8	1.9	53.4	306.5	10.7	1.9	5.7	***	**				
(9) 情報を収集する力、調べる力	1.0	0.9	0.3	1.1	1.3	1.2	1.3	1.6	0.5	1.4	1.8	2.0	42.2	334.2	8.4	2.0	4.2	**					
(10) 関連する情報やデータを整理しまとめる	1.9	1.4	0.2	1.2	2.2	1.6	1.3	1.3	0.5	1.2	1.9	1.6	93.0	333.8	18.6	2.0	9.2	***	***				
(11) 情報を分析する力	1.3	1.3	0.4	0.6	1.7	1.3	0.8	0.8	0.4	1.2	1.3	1.4	39.5	220.5	7.9	1.3	5.9	***	*				
(12) 自分の考えを文章で表現する力	1.7	1.2	0.3	1.0	2.0	1.3	1.2	1.0	0.4	0.7	1.7	1.1	77.9	200.7	15.6	1.2	12.8	***	***				+
(13) 自分の考えを文章以外で表現する力	1.8	1.4	0.2	1.0	1.9	1.5	1.3	1.3	0.7	1.4	2.0	1.3	81.4	293.7	16.3	1.8	9.1	***	***				
(14) 他人にわかりやすく説明する力	1.8	1.2	0.2	1.1	1.9	1.1	1.3	1.1	0.7	1.3	2.0	1.3	81.3	240.5	16.3	1.5	11.2	***	***				
(15) プレゼンテーションする力	1.6	1.2	0.5	1.0	2.1	1.4	1.4	1.2	0.3	1.3	1.7	1.3	72.5	269.3	14.5	1.6	8.9	***	*				*
(16) 人の話を聞く力	1.1	1.2	0.5	1.2	1.6	1.6	0.7	0.9	0.5	1.2	1.3	1.3	29.6	269.7	5.9	1.6	3.6	**					
(17) コミュニケーションする力	1.0	1.0	0.4	1.0	1.4	1.4	0.7	0.8	0.7	1.4	1.4	1.7	25.2	266.6	5.0	1.6	3.1	*					
(18) 自分が考えたものを適切に自己評価する	1.3	1.2	0.4	1.0	1.7	1.2	1.0	1.1	0.5	1.3	1.4	1.2	42.7	230.4	8.5	1.4	6.1	***	*				
(19) 他人が考えたものを適切に評価する	1.1	1.1	0.4	1.0	1.5	1.4	0.7	1.1	0.4	0.9	1.2	1.2	27.9	223.4	5.6	1.4	4.1	**					
(20) 自分が考えたものを修正したり改善する	1.4	1.1	0.1	1.0	1.5	1.4	0.8	1.0	0.6	0.9	1.4	1.2	45.4	218.1	9.1	1.3	6.9	***	***				
(21) 物事を深く追求する力	1.5	1.2	0.4	1.2	1.9	1.5	0.7	0.9	0.7	1.2	1.4	1.2	53.2	253.3	10.6	1.5	6.9	***	**				
(22) 遂行する力	1.5	1.1	0.2	1.2	1.7	1.3	0.7	0.9	0.8	1.2	1.5	1.6	52.4	259.1	10.5	1.6	6.7	***	**				
(23) 協力し合う力	1.4	1.6	0.4	0.9	1.8	1.8	0.7	1.3	0.3	1.6	1.0	2.0	53.6	410.7	10.7	2.5	4.3	**	+				
(24) 満足感	2.0	1.4	0.7	1.0	2.6	1.5	1.0	1.2	0.5	1.4	1.5	1.8	101.3	339.0	20.3	2.1	9.9	***	**	+		*	
(25) 成就感	1.8	1.3	1.0	1.2	2.7	1.3	0.8	1.1	0.8	1.5	1.7	1.9	81.4	336.5	16.3	2.0	8.0	***	**			+	
(26) 問題を解決する力	1.7	1.0	0.4	1.0	2.0	1.4	0.8	0.9	0.4	1.4	1.2	1.6	66.9	264.9	13.4	1.6	8.3	***	**				
(27) 知識を創生する力	1.6	1.3	0.5	0.9	2.1	1.5	0.8	1.0	0.6	1.1	1.4	1.4	59.4	261.5	11.9	1.6	7.5	***	*				
(28) 自分で考える力	1.4	1.3	0.5	1.0	2.0	1.4	1.0	1.2	0.5	1.2	1.6	1.5	49.6	275.0	9.9	1.7	6.0	***	+				
(29) 創造する力	1.4	1.2	0.4	0.8	1.8	1.2	0.8	1.2	0.7	1.3	1.5	1.7	44.2	264.8	8.8	1.6	5.5	**	*				
(30) この分野に対する興味や関心	1.6	1.3	0.5	1.2	2.1	1.6	0.8	1.2	0.7	1.4	1.5	1.9	56.2	358.0	11.2	2.2	5.2	**	+				
平均	1.5	1.2	0.4	1.0	1.9	1.4	1.0	1.1	0.6	1.3	1.6	1.6	52.2	88.7	10.4	0.5	19.4	***	***				

\*\*\* p<.001, \*\* p<.01, \* p<.05, + p<.1

## 4. む す び

ここでは、アクティブラーニングを取り入れて、PowerPoint を用いてストーリーテリングの制作と商品を紹介するスライドを制作する授業を設計し実践した。どちらも、自分が紹介したい内容を決めさせて、その内容について調べさせ、紹介する説明を考えさせ、スライドを創作させ、アニメーションで動きを入れ、ナレーションを録音させた。作成したスライドを相互に視聴して、他者から学ぶ。相互評価して、コメントする。その後、スライドを修正して、再度相互に視聴して、相互評価する。このように相互作用して他の学生と協調して、作品を完成させる過程で、能動的に評価活動と修正活動をすることによって、ST では自己理解を高め、PI では表現する力、企画力、提案力などを向上させることを目的にした授業実践について報告した。

この授業でわかったことは、次のようにまとめられる。

(1) 1 作品を作成するために、説明やスライド作成のためにした調査、スライドの作成、および報告書作成に要した総所要時間は、ST の場合合わせて約 23 時間で、PI の場合 16~19 時間である。

(2) ST と PI のどちらの場合も授業外の所要時間の方が授業時間より長く、授業以外で活動や作業を充分したと言える。

(3) 第 1, 2 作品に共通して、ST のスライド作成時間が PI より長くかかっている。

(4) ST と PI の第 1, 2 作品の力に関係した意識の 30 項目のすべてについて、向上したと感じており、意識の評定値の伸びにはほとんど差がない。

今後、これまでに実践してまだ報告していないブレンド型授業について分析して、報告したい。また、クリッカーを活用したブレンド型授業での学生の反応について分析して、効果を報告したい。

## 謝 辞

本研究の一部は科学研究費補助金基盤研究(C)JP25350364, 15K01104 および基盤研究(B)15H02919 の補助を受けて行なわれた。調査と教育情報の収集に協力した学生に感謝します。

## 参 考 文 献

- (1) 三保紀裕, 本田周二, 森朋子, 溝口慎一: "反転授業における予習の仕方とアクティブラーニングの関連", 日本教育工学会論文誌, Vol.40, Suppl., pp.161-164 (2016)
- (2) 宮地功, 吉田幸二: "講義と e-ラーニングのブレンディングによる授業実践と効果", 教育システム情報学会誌, Vol.22, No.4, pp.254-263 (2005)
- (3) 宮地功: "PowerPoint を用いたストーリーテリングの制作実践", 日本教育工学会研究報告集, JSET07-5, pp.113-118 (2007)
- (4) 宮地功: "評価・修正を取り入れたストーリーテリングの制作実践の効果", 教育システム情報学会研究報告, Vol.22, No.6, pp.162-167 (2008)
- (5) 宮地功: "ストーリーテリングにおけるソフトウェア機能利用可能度", 教育システム情報学会中国支部第 11 回研究発表会講演論文集, pp.5-8 (2009)
- (6) 宮地功編著: "e ラーニングからブレンディッドラーニングへ", 共立出版 (2009).
- (7) Miyaji, I.: "The Effects of Digital Storytelling through the Strategy of Phased Evaluation and Correction", ITHET2010 Proceedings - 9th International Conference on Information Technology Based Higher Education and Training, pp.138-143, Cappadocia, Turkey (2010)
- (8) 宮地功: "題材の違いによるデジタルストーリーテリングの制作の効果の違い", 電子情報通信学会技術研究報告, Vol.110, No.453, pp.83-88 (2011)
- (9) 宮地功: "ストーリーテリング制作による 3 種のソフトウェアの利用可能度変化の比較", 日本教育工学会第 27 回全国大会講演論文集, pp.767-768 (2011)
- (10) Miyaji, I.: "Effects of Creating Digital Storytelling by Three Kinds of Themes", Proceedings of the 19th International Conference on Computers in Education, ICCE 2011, KONG, S.C., et al. (Eds.), pp.531-538, ChiangMai, Thailand (2011).
- (11) Miyaji, I.: "Evolution of Literacy in Software Functions by Creation of Storytelling", Proceedings of the 20th International Conference on Computers in Education, ICCE 2012, KONG, S.C., et al. (Eds.), pp.682-689, Singapore (2012).
- (12) Miyaji, I.: "Effects of Creating Three Kinds of Digital Storytelling on Student Attitude", Journal of Modern Education Review, Vol.2, No.4, pp.238-259 (2012)
- (13) 宮地功: "PowerPoint を用いた商品紹介の制作の実践

- とその意識の変化”，電子情報通信学会技術研究報告，  
Vol.114, No.513, pp.181-184 (2015)
- (14) 宮地功：“商品紹介スライド作成授業における意識の向上に役立つ活動”，日本教育工学会第31回全国大会講演論文集 (2015)
- (15) Miyaji, I.：“Useful Activities for Improving Awareness and Change of Evaluation by Others in Class for Creating Slides to Present Product”，International Journal for Cross-Disciplinary Subjects in Education (IJCDSE), Special Issue Vol.5, Issue 4, pp.2661-2671 (2015)
- (16) Miyaji, I.：“Improvement in Computer Literacy through Creating Digital Storytelling”，American Journal of Educational Research, Vol.4, No.1, pp.54-63 (2016)
- (17) Miyaji, I.：“Classification and Characteristics of Student Groups Using Change of Attitude in Class for Creating Slides to Present Product”，Asian Education Studies, Vol.1, No.2, pp.56-68 (2016).
- (18) Miyaji, I.：“Useful Activities and Peer Evaluation in Creating PowerPoint Slides to Introduce a Book”，International Journal for Cross-Disciplinary Subjects in Education (IJCDSE), Vol. 8, Issue 2, pp.3034-3045 (2017)
- (19) Miyaji, I.：“Change of Awareness and Characteristics of Student Groups in Class Creating Slides to Introduce Books with PowerPoint”，Journal of Studies on Education, Vol.7, No.3, pp.29-47 (2017)
- (20) 文部科学省中央教育審議会：“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）”，  
[http://www.mext.go.jp/b\\_menu/shingi/chukyo/chukyo0/toushin/1325047.htm](http://www.mext.go.jp/b_menu/shingi/chukyo/chukyo0/toushin/1325047.htm) (2012年10月確認)
- (21) 辻義人，杉山成：“同一科目を対象としたアクティブラーニング授業の効果検証”，日本教育工学会論文誌，  
Vol.40, Suppl., pp.45-48 (2016)

# 拡張性を有する学習支援システムアーキテクチャに基づく 分散マルチプラットフォーム学習環境の検討

仲林 清<sup>\*1,2</sup> 森本容介<sup>\*3</sup> 池田 満<sup>\*4</sup> 瀬田和久<sup>\*5</sup> 田村恭久<sup>\*6</sup>

\*1 千葉工業大学 \*2 熊本大学 \*3 放送大学

\*4 北陸先端科学技術大学院大学 \*5 大阪府立大学 \*6 上智大学

## Investigation of Distributed Multi-Platform Learning Environment based on an Extensible Learning Support System Architecture

Kiyoshi Nakabayashi<sup>\*1,2</sup> Yosuke Morimoto<sup>\*3</sup>

Mitsuru Ikeda<sup>\*4</sup> Kazuhisa Seta<sup>\*5</sup> Yasuhisa Tamura<sup>\*6</sup>

\*1 Chiba Institute of Technology \*2 Kumamoto University \*3 The Open University of Japan

\*4 Japan Advanced Institute of Science and Technology

\*5 Osaka Prefecture University \*6 Sophia University

拡張性を有する学習支援システムアーキテクチャ ELECOA に基づく分散マルチプラットフォーム学習環境の検討を進めた。ELECOA の特徴は、プログラムモジュールである教材オブジェクトを構成要素とし、機能拡張性とコンテンツ再利用性を両立させた柔軟な学習環境を提供することにある。これまでの検討で、教材オブジェクト間の4種の基本的な通信パターンを抽出し、この通信パターンで、独習型・グループ学習型のさまざまな環境を実現できることを示した。また、この通信パターンを遵守・再利用するためのデザインパターンの検討を進めた。本発表では、このデザインパターンに則って、Web サーバやスマートフォンなどの複数プラットフォームに分散した教材オブジェクトが連携するマルチプラットフォーム学習環境の検討状況、解決すべき課題、現在の開発状況について述べる。

キーワード: 学習者適応, 拡張可能学習支援システム, 教材オブジェクト, 分散プラットフォーム

### 1. はじめに

e ラーニング教材や教授方略を共有・流通・再利用するため、さまざまな標準規格が開発されている<sup>(1)</sup>。教材については、独習型コンテンツに関する Sharable Content Object Reference Model (SCORM)<sup>(2)</sup>、テスト問題コンテンツに関する Question and Test Interoperability (QTI)<sup>(3)</sup>などが開発された。教授方略については、グループ学習を含む幅広い形態を対象とする Learning Design (LD) 規格<sup>(4)(5)</sup>が挙げられる。

これらの標準規格に準拠した学習環境では、規格範囲外の機能拡張を行うことは困難である。そのような拡張機能を有するコンテンツは、非対応のプラットフォームでは動作せず、相互運用性が損なわれてしまうためである<sup>(6)(7)</sup>。相互運用性と機能拡張性の両立を図るため、筆者らは拡張可能な学習支援システムアーキテクチャ Extensible Learning Environment with Courseware Object Architecture (ELECOA) を提案してきた<sup>(6)(7)</sup>。このアーキテクチャでは、相互運用性

と機能拡張性の両立のために、教材オブジェクト<sup>(8)</sup>という概念を導入している。この機能拡張性を活用し、SCORM 規格準拠の独習環境<sup>(7)</sup>、LD 規格に沿ったグループ学習環境<sup>(9)(10)</sup>、作問学習環境<sup>(11)(12)</sup>などを実装してきた。また、コンテンツ・教材オブジェクトの流通のためのプラットフォーム要件の明確化を行った<sup>(13)</sup>。さらに、独習、グループ学習の学習制御に共通する教材オブジェクト間の基本通信パターンを見出し<sup>(14)(15)</sup>、教材オブジェクトがこの通信パターンを遵守するためのデザインパターンを導いた<sup>(16)(17)</sup>。このデザインパターンに則って教材オブジェクトを実装し、個別に開発された独習用コンテンツをグループ学習で再利用することが可能になること、グループ型作問学習など実用的な学習環境が実現できることを示した<sup>(17)</sup>。

本稿では、ELECOA のアーキテクチャを踏まえて、再利用可能な教材オブジェクトが、Web サーバやスマートフォンなどの複数プラットフォームに分散・連携するマルチプラットフォーム学習環境<sup>(18)</sup>の検討・開発状況を報告する。e ラーニングコンテンツの再利用に

については、学習オブジェクト (Learning Object, LO)<sup>(19)</sup>の重要性が指摘され<sup>(20)</sup>、研究・実践も存在する、しかし、多くは学習内容設計<sup>(21)(22)</sup>や学習文脈との整合性<sup>(23)</sup>、検索やリポジトリ<sup>(24)</sup>の観点から LO の再利用性を扱っている。ELECOA の教材オブジェクトに類似したプログラムモジュールとしての LO の研究<sup>(25)</sup>もあるが、複数の LO を連動させるための通信機能については論じられていない。また、現在、学校への電子教科書やタブレット端末などの導入が積極的に進められているが、コンテンツやツールのほとんどは独自アプリとして開発され、相互連携・利活用の枠組みは規定されていない。標準規格制定の動きもあるが、アプリ間の履歴データ通信<sup>(26)</sup>やコンテンツ構造とアプリの対応付け<sup>(27)</sup>のレベルに留まっていて、学習制御を含む再利用に踏み込んだものではない。

以下、本稿では、第 2 章で ELECOA の概要、第 3 章で教材オブジェクト間通信パターンについて述べる。第 4 章で通信パターンを実装するためのデザインパターンについて述べ、第 5 章で分散マルチプラットフォーム学習環境の概要、検討課題、開発状況を示す。

## 2. ELECOA の概要

従来の学習支援システムは、コンテンツとプラットフォームを分離する構成が一般的である<sup>(7)</sup>。学習内容に依存しない共通機能はプラットフォームに実装し、コンテンツ作成者はプラットフォームの実装に関与せずに、学習内容に応じたコンテンツを作成する。このような構成では、プラットフォームに予め決められた機能を実装するため、後からの機能拡張が困難であり、不用意な改造で既存コンテンツが動作しなくなるといった問題が発生する。また、コンテンツとプラットフォームの相互運用のためには標準規格が必要であるが、規格準拠のシステムに独自機能を追加すると、相互運用性が確保できなくなる。このように、従来の構成では機能拡張性と相互運用性の両立は非常に困難である。

そこで、筆者らは「教材オブジェクト」<sup>(8)</sup>と呼ぶ概念を取り入れた学習支援システムアーキテクチャ ELECOA<sup>(6)(7)</sup>を提案した。図 1 に示すように、ELECOA は、コンテンツ、教材オブジェクト、プラットフォームの 3 層の構成になっている。教材オブジ

ェクトは、従来型アーキテクチャでプラットフォームに実装されていた、学習者適応などの機能を取り出したプログラム部品である。機能追加の際は、新規の教材オブジェクトを作成する。既存コンテンツは既存教材オブジェクトのみで動作するため、機能追加の影響を受けない。このため、カスタマイズが格段に容易になり、機能拡張性を向上できる。また、コンテンツと教材オブジェクトを一緒に流通させることで、相互運用性、コンテンツ再利用性を確保できる。

これまで、階層型 (木構造型) のコンテンツや学習制御構造 (以下、コンテンツと総称する) を対象に検討を進めてきた<sup>(6)(7)(9)(10)</sup>。教材オブジェクトは、コンテンツの各ノードに配置され、自分の配下のサブツリーの学習制御を行う。独習型環境については、教材オブジェクトの組み合わせで SCORM 規格<sup>(2)</sup>に準拠した動作が実現できることを確認した<sup>(7)</sup>。グループ学習環境については、各学習者に階層型コンテンツを割り当て、教材オブジェクトが、他学習者の教材オブジェクトと情報交換を行うことで、複数学習者の情報を勘案した学習制御を行う。これまで、LD 規格に準拠したシステム<sup>(9)(10)</sup>や作問学習システム<sup>(11)(12)</sup>を開発した。

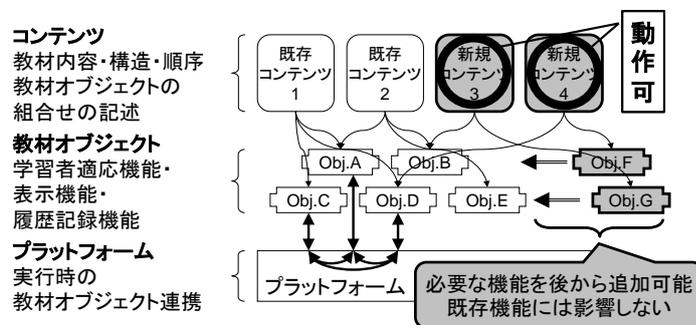


図 1 ELECOA の構成

## 3. 教材オブジェクト間通信パターン

### 3.1 通信パターンの機能

ELECOA では階層型コンテンツの各ノードに教材オブジェクトを配置する。木構造の一部のサブツリーを取り出して再利用可能とするため、教材オブジェクト間のもっとも基本的な通信は、直接の親子間に限定する<sup>(7)</sup>。ツリー全体の学習制御機能は、直接の親子間通信を組み合わせる。このための通信パターンは、独習型コンテンツ<sup>(7)</sup>で規定された以下の 4 つの処理に対応する<sup>(14)(15)</sup>。

- (1) ロールアップ処理
- (2) ポストコンディションルール処理
- (3) シーケンシング処理
- (4) 学習コマンドリスト生成処理

グループ学習環境でも、各学習者に階層型コンテンツを割り当て、教材オブジェクトが、他学習者の教材オブジェクトと情報交換することで学習制御を行う。グループ学習では、「他学習者の状態を条件とする分岐」、「他学習者との同期(待ち)」、「他学習者の状態を条件とする強制移動」が必要となる。これらのうち、分岐は上記(3)のシーケンシング処理で、同期と強制移動は(2)のポストコンディションルール処理で実現できる<sup>(14)(15)</sup>。このように、上記の4つの通信パターンで、独習型コンテンツ・グループ学習環境のいずれも実現することができ、これらの通信パターンを遵守している教材オブジェクトは自由な組み合わせが可能となる。

この具体例として、既存の独習教材をグループ学習環境中で再利用する例を図2に示す。この例では、一定数の学習者が独習教材を終了したら、他のすべての学習者も強制的に議論に移る、といったように、学習者間の同期や強制移動といった制御を行う。このとき、既存の独習教材にはすでに学習制御ルールが記述されており、修正によるデグレードを避ける意味でも、他学習者の状態を参照するような制御機能を新たに書き加えることは、避けることが望ましい。

実際には、同期や強制移動の機能は、独習型教材を改変しなくてもポストコンディションルール処理によって実現できる。このためのポストコンディションルールを、図2の独習型教材とグループ学習のツリーの共通の親となるノード(灰色のノード)に記述する。前記(2)のポストコンディションルール処理では、ツリー全体の最もルートに近いノードのルールが優先して実行される<sup>(14)(15)</sup>。このため、強制移動の条件が成立した後で、独習型教材のツリー内で学習者がコマンドを実行すると、このコマンドは灰色のノードのポストコンディションルールによって、グループ学習部分に移動するコマンドに置き換えられる。このように、外部から大域的に学習制御機能を変更することができるので、グループ学習での利用を意識せずに作成された独習型教材でも再利用が可能となる。

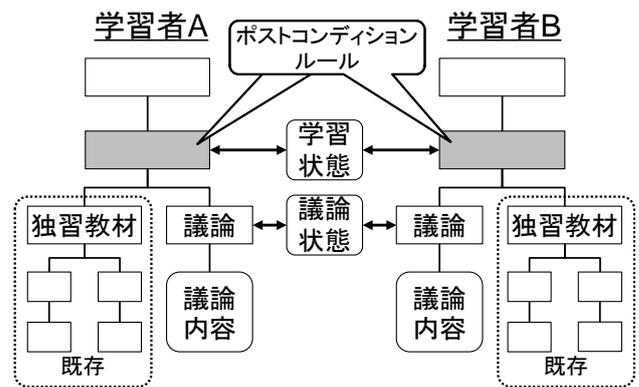


図2 グループ学習環境中の独習コンテンツ再利用

### 3.2 通信パターンの実装

前節で述べた4つの処理に対応した通信パターンは、いずれも、ツリーの直接の親子の教材オブジェクト間の通信で実現される。また、いずれも、学習者に提示されている学習資源に対応する葉の教材オブジェクト(これをカレントオブジェクトと呼ぶ)が通信の起点となり、親の教材オブジェクトに向けて順次コマンドを送り、それに対する親の応答を子が受け取るという動作を行う。それぞれの教材オブジェクトでは、コマンドに対する処理を独自に実装することができ、さらに新たなコマンドを追加することができる。これによってELECOAの機能拡張性が実現される<sup>(7)</sup>。

4つの通信パターンは、前節に示した(1)~(4)の順で実行される。どのレベルのノードまで通信が伝搬するかは、処理によって異なっている。ポストコンディションルール処理では、前節の説明のように、最もルートに近いノードのルールを優先するため、中間ノードでルールが成り立っても、必ずルートまで伝搬が行われる。一方、シーケンシング処理では、自分の配下のサブツリー内に次の提示候補となる葉ノードが見つかった教材オブジェクトで伝搬は終了し、カレントオブジェクトに提示候補のノード指定情報が返却される。

## 4. 教材オブジェクトのデザインパターン

ここまで述べたELECOAの機能拡張性やコンテンツ再利用性を実現するためには、すべての教材オブジェクトが前章で述べた通信パターンを遵守する必要がある。この通信パターンは、以下の処理レイヤーに分離することができる。

- (1) 隣接する親子教材オブジェクト間の通信処理
- (2) (1)の隣接通信を組み合わせた 4 つの通信パターンの処理
- (3) (2)の 4 つの通信パターンのコマンドに対する個々の教材オブジェクトの処理

そこで、図 3 に示すように、各処理レベルに対応した層を設けたレイヤーデザインパターン<sup>(28)(29)</sup>を適用する<sup>(16)(17)</sup>。このデザインパターンは、「隣接通信層」、「基本通信層」、「アプリケーション層」から構成され、それぞれが、上記の(1), (2), (3)の処理に対応している。左端の Command Entry は、学習者がコマンドを入力すると、カレントオブジェクトに対して、順次 4 つの通信パターンを起動するコマンドを送り、これが葉ノードからルートまで伝搬して学習制御処理が実行される。このように、レイヤーデザインパターンを適用し、「隣接通信層」、「基本通信層」は各教材オブジェクトで共通とし、「アプリケーション層」で独自機能を実装することで、機能の異なるすべての教材オブジェクトが通信パターンを遵守することができる<sup>(16)(17)</sup>。

図 4 に、教材オブジェクトのクラス継承構成を示す。Activity クラス群は、学習コンテンツ・学習制御構造の階層構造を規定し隣接通信を行う。Simple クラス群は 4 つの通信パターンを実装する、教材オブジェクト固有の処理は、これらを継承したクラス群で実装する。各クラス群には階層構造の葉ノード・中間ノード・ルートノードに配置されるクラスがある。

このデザインパターンに基づいて、SCORM 規格に準拠した独習環境・ジグソー法<sup>(30)</sup>・グループ型作問学習環境を実装した<sup>(17)</sup>。グループ型作問学習環境の教材オブジェクトツリーを図 5 に示す。学習者は、ツリーの左側部分で独習を行い、その後、右側部分で、グループで問題作成・議論・編集を行う。作成した問題はツリーに追加されていき、最後に選択した問題が学習者全員に公開される。対応する画面例を図 6 に示す。

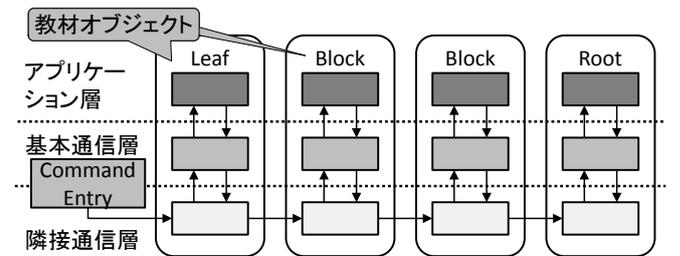


図 3 レイヤーデザインパターンによる教材オブジェクト間通信

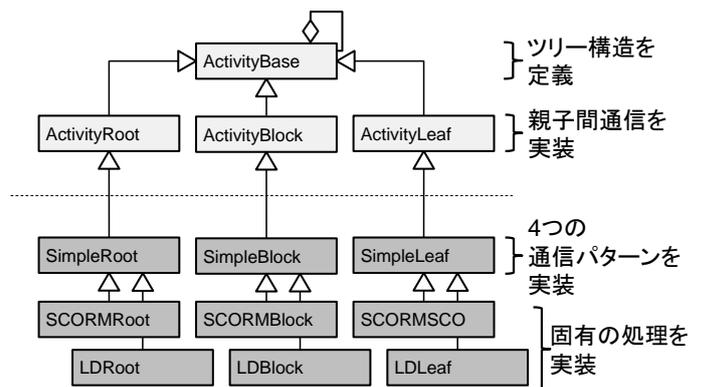


図 4 教材オブジェクトのクラス継承構成

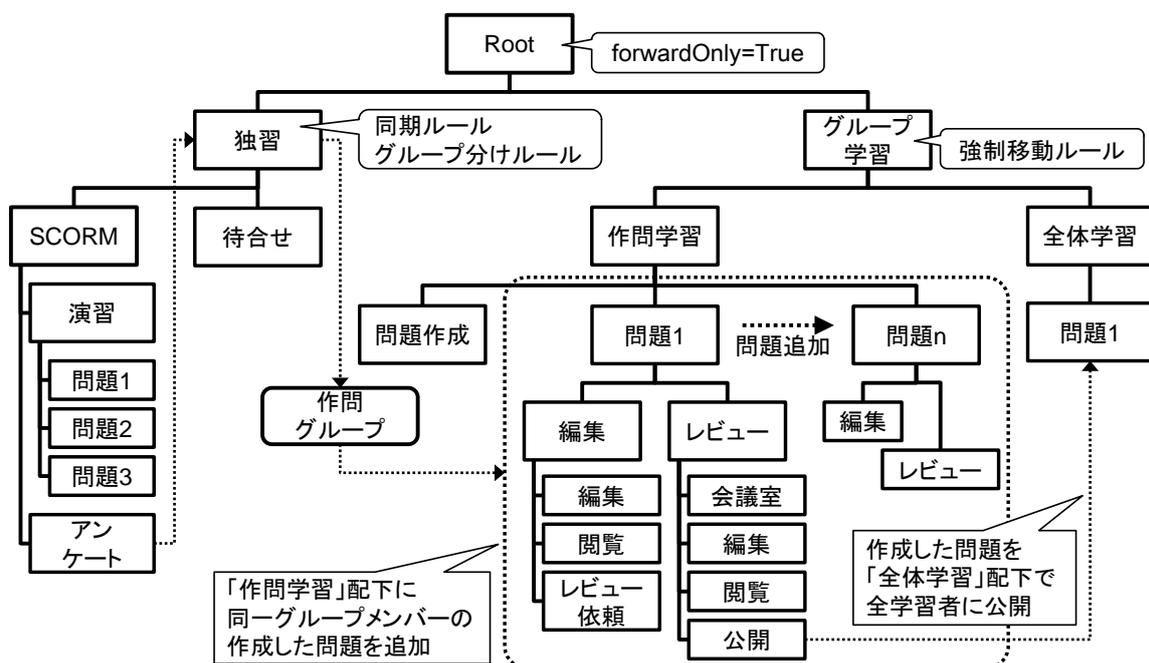


図 5 作問学習の教材オブジェクトツリー



図6 作問学習の画面例

## 5. 分散マルチプラットフォーム学習環境

### 5.1 概要と検討課題

ここまで、4つの通信パターンを遵守した教材オブジェクトの組合せで、独習やグループ学習などさまざまな学習制御が可能となることを示した。さらに、これらの学習制御を実装するための教材オブジェクトのデザインパターンを示した。

このデザインパターンは、図3のようなレイヤーデザインパターンであり、隣接教材オブジェクト間の通信を司る隣接通信層と各教材オブジェクトの学習制御を実装する基本通信層、アプリケーション層が明確に分かれている。従って、図7のように物理的な通信手段を上位層から隠ぺいすれば、教材オブジェクトとして実装されたさまざまな学習制御機能がサーバ、スマートフォン、電子教科書など、複数プラットフォームで再利用可能な分散マルチプラットフォーム学習環境を実現できる<sup>(18)</sup>。

この学習環境の構成イメージを図8に示す。コンテンツツリーは、サーバとスマートフォンなどの端末にまたがって配置される。通常は、端末がサーバと通信してグループ学習のための学習制御が行われる。端末がオフラインになった場合も、端末上の教材オブジェクトによって独習を進めることができる。

このような分散マルチプラットフォーム学習環境を実現するうえで検討すべき課題を挙げる。

- (1) 分散プラットフォームアーキテクチャ
- (2) 教材オブジェクト間通信方式
- (3) 教材オブジェクト動的再配置方式
- (4) 実用的学習支援環境への適用

以下、それぞれについて説明する。

#### 5.1.1 分散プラットフォームアーキテクチャ

これまでの実装では、図8のような複数のコンテンツツリーは、ひとつのサーバ上に配置されており、教材オブジェクト間の通信は、オブジェクト指向言語のメソッド呼び出しで実装されていた。今回はコンテンツツリーが複数プラットフォームにまたがる環境を対象とする。分散環境での教材オブジェクトの流通再利用のためには、プラットフォーム内とプラットフォーム間の通信の区別がないことが望ましい。しかし、サーバや携帯端末の開発言語・動作環境はさまざまであ

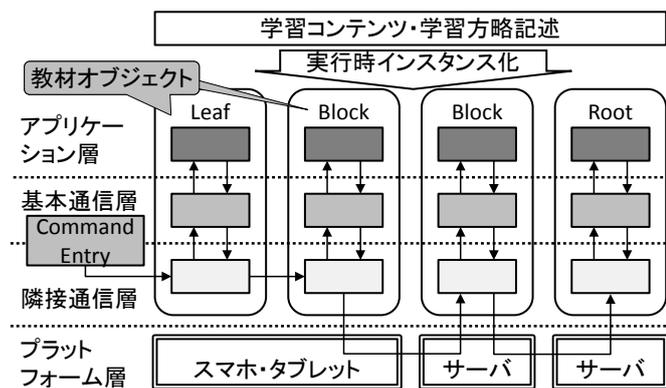


図7 レイヤーアーキテクチャによる物理的な通信の隠ぺい

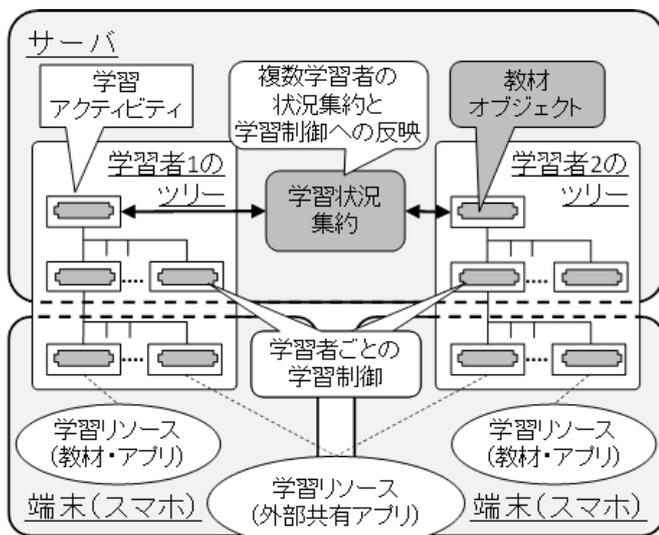


図8 分散マルチプラットフォーム学習環境

る。教材オブジェクトの流通を図るためには、プラットフォーム環境の影響を受けないことが望ましい。そこで、前述の教材オブジェクトのデザインパターンを参照モデルとして、教材オブジェクトからプラットフォーム間通信や開発言語・動作環境を隠ぺいした分散プラットフォームアーキテクチャの検討を行う。

### 5.1.2 教材オブジェクト間通信方式

教材オブジェクトは複数プラットフォームに分散配置されるため、その間の通信オーバーヘッドが問題となる。また、動的に生成される作問結果などを教材オブジェクトとして複数学習者で共有したり、コンテンツの一部をタブレットでオフライン実行する、といったことも想定される。そこで、教材オブジェクト間の通信パターンが定型化されていることを活用して通信オーバーヘッドを抑制することのできる通信方式を検討する。具体的には、ロールアップ処理やポストコンディションルール処理など、学習状態に依存する処理で、状態変化がなければ、判断結果が変わらないことを利用して、不要な通信を抑制する方式を検討する。

### 5.1.3 教材オブジェクト動的再配置方式

携帯端末や電子教科書は、学校内外で通信環境が異なることが考えられる。一方、教材オブジェクトは、図3のデザインパターンのように実装され、アプリケーション層はどのプラットフォームでも動作する。これを活かして、教材オブジェクトを動作させるプラットフォームを動的に変更する方式を検討する。具体的には、教室内のように学校サーバと直接通信が可能な環境では、グループ学習などが円滑に実施できるように、サーバ上で教材オブジェクトを動作させて学習者間の通信オーバーヘッドを低減する。家庭や移動中など、サーバと通信できない環境で学習を継続するためには、サーバ上の独習教材部分を携帯端末にダウンロードし、後で学習状態をサーバと同期する方式を検討する。

### 5.1.4 実用的学習支援環境への適用

以上で開発した分散マルチプラットフォームアーキテクチャを、これまで開発してきた学習者適応型コンテンツやグループ型作問学習に加え、アクティブラーニングなど実用的な学習シナリオへ適用する。これらのシナリオには、全学習者が独習を行ったあと、一斉にグループディスカッション・全体プレゼンテーションを行う反転授業型、先に問題を解き終わった学習

者が順次解き方のわからない学習者を指導する相互教授型、など多様なバリエーションが含まれる。これらの学習シナリオが機械可読な形で流通可能となることが、本アーキテクチャの特徴の一つである。

## 5.2 開発状況

現在、5.1.1で述べた最初の課題について、教材オブジェクトの学習制御部分から、プラットフォーム間通信や動作環境を隠ぺいした分散プラットフォームアーキテクチャの検討・実装を進めている。

プラットフォーム間通信を教材オブジェクトから隠ぺいする方法としては、

- (1) TCPポートで共通インターフェースを実装する、
  - (2) JavaScriptなどのAPIを設ける、
  - (3) アプリケーション層の機能記述言語を開発する、
- といった選択肢があり得るが、現在、(2)の方針を進めている。すなわち、Webサーバとスマートフォンに分散した環境において、WebサーバはNode.js、スマートフォンはReact Nativeを開発環境とし、プラットフォーム間の通信はWebSocketを用いる。教材オブジェクトはJavaScriptで実装する。

現在、学習実行時の教材オブジェクト間の通信手順、複数学習者の教材オブジェクトツリー間の通信手順、学習開始時の教材オブジェクトのインスタンス化手順などについて、詳細検討と実装による動作検証を進めている。Webサーバ、スマートフォン双方で教材オブジェクトをJavaScriptで実装することができれば、複数プラットフォームにまたがる教材オブジェクトの再利用が可能となり、5.1.3で述べた教材オブジェクトの動的再配置の技術的な基盤が確立できる。

5.1.2で述べた教材オブジェクト間の通信オーバーヘッドの抑制については、以下のいくつかの単独ないし組合せによる方式の検討を進める。

方式1) シーケンシング処理やポストコンディションルール処理など、学習状態に依存する処理は、ロールアップ処理での学習状態変化に影響を受けるが、ルートに近いノードほど学習状態変化は起きにくいことを利用して通信を省略する方式。

方式2) 学習状態を上位に伝搬させるロールアップルールやポストコンディションルールを学習実行前に評価して、ルール実行の条件を洗い出しておくル

ールプリコンパイル方式

方式 3) 他学習者の学習状態変化や、作問学習での新たな問題教材オブジェクトの追加などの状態変化を、学習コマンド入力前に先行伝搬させてコマンド入力時の応答を改善する方式

さらに、5.1.1 で述べた分散プラットフォームアーキテクチャに関連して、これらの最適化方式を図 7 のどの層で実装するかも検討する。

## 6. まとめ

拡張可能な学習支援システムアーキテクチャ ELECOA を基とした分散したマルチプラットフォーム学習環境の検討を行った。ELECOA のデザインパターンはレイヤー型であり、物理的な通信手段を上位のレイヤーから隠ぺいすれば、さまざまな学習制御機能を実装した教材オブジェクトが複数プラットフォームで再利用可能な、分散マルチプラットフォーム学習環境を実現できる。このようなアーキテクチャを、サーバと携帯端末にまたがった分散環境で実現するうえでの検討課題と開発状況について述べた。今後、さらに課題の検討と実装開発を進める。

## 謝辞

本研究は科研費 26280128, 17H00774 の助成を受けた。

## 参考文献

- (1) 仲林 清：“eラーニング技術標準化と学習教授活動のデザイン—オープンな教育エコシステムの構築を目指して—”，人工知能学会誌，Vol.25, No.2, pp.250-258 (2010)
- (2) Advanced Distributed Learning: “Sharable Content Object Reference Model SCORM® 2004 3rd Edition” (2006)
- (3) IMS Global Learning Consortium: “IMS Question & Test Interoperability™ Specification Ver. 2.1 Final Specification” (2012)
- (4) Koper, R. and Tattersall, C. (Eds.): “Learning Design: A Handbook on Modelling and Delivering Networked Education and Training”, Springer (2005)
- (5) IMS Global Learning Consortium: “IMS Learning

Design Ver. 1.0 Final Specification” (2003)

- (6) Nakabayashi, K., Morimoto, Y. and Hada, Y.: “Design and Implementation of an Extensible Learner-Adaptive Environment”, Knowledge Management & E-Learning: An International Journal, Vol.2, No.3, pp.246-259 (2010)
- (7) 仲林 清, 森本容介: “拡張性を有する適応型自己学習支援システムのためのオブジェクト指向アーキテクチャの設計と実装”, 教育システム情報学会誌, Vol.29, No.2, pp.97-109 (2012)
- (8) 仲林 清, 永岡慶三: “拡張性向上のための教材オブジェクトアーキテクチャを用いた WBT システムの開発”, 信学論(D-I), Vol.J88-D-I, No.6, pp.1104-1114 (2005)
- (9) 仲林 清, 森本容介, 青木久美子: “拡張性を有する学習支援システムの協調学習環境への適用性の検討”, 信学技報, ET2011-50 (2011)
- (10) Nakabayashi, K., Morimoto, Y. and Aoki, K.: “Application of Extensible Learning Support System Architecture to Collaborative Learning Environments”, Proc. 12th IEEE International Conference on Advanced Learning Technologies, pp.69-73 (2012)
- (11) 仲林 清, 森本容介: “拡張性を有する学習支援システムアーキテクチャの作問学習環境への適用検討”, 信学技報, ET2013-131 (2014)
- (12) Nakabayashi, K. and Morimoto, Y.: “Applying an Extensible Learning Support System to Learning by Problem Posing”, Proc. 22nd International Conference on Computers in Education, pp.325-330 (2014)
- (13) 森本容介, 仲林 清, 芝崎 順司: “ELECOA における教材オブジェクト・プラットフォーム間インタフェースの設計と実装”, 電子情報通信学会論文誌 D, Vol. J98-D, No.6, pp.1033-1046 (2015)
- (14) 仲林 清, 森本容介: “拡張性を有する学習支援システムアーキテクチャにおける教材オブジェクト間通信パターンの検討”, 信学技報, ET2014-100 (2015)
- (15) Nakabayashi, K. and Morimoto, Y.: “On Generic Communication Patterns between Courseware Objects in Extensible Learning Support System Architecture for Self- and Group Learning”, Proc. 15th IEEE International Conference on Advanced Learning Technologies, Hualien, Taiwan, pp.64-65 (2015)
- (16) 仲林 清, 森本容介: “拡張性を有する学習支援システム

- における教材オブジェクトのためのデザインパターンの検討と試作, 信学技報, ET2016-39 (2016)
- (17) 仲林 清, 森本容介: “拡張性を有する学習支援システムにおける再利用性向上のための教材オブジェクトデザインパターンの設計と実装”, 教育システム情報学会誌, Vol.35, No.2 (2018 掲載予定)
- (18) 仲林 清, 森本容介: “拡張性を有する学習支援システムの分散マルチプラットフォーム学習環境への適用検討”, 電子情報通信学会技術研究報告, ET2017-34, pp.17-22 (2017)
- (19) IEEE: “IEEE Standard for Learning Object Metadata (1484.12.1-2002)” (2002)
- (20) Murray, T.: “An Overview of Intelligent Tutoring System Authoring Tools: Updated Analysis of the State of the Art”, in Murray, T., Blessing, S. and Ainsworth, S. (Eds.): “Authoring Tools for Advanced Technology Learning Environments”, pp.491-544. Kluwer (2003)
- (21) Barritt, C. and Alderman Jr., F. L.: “Creating a Reusable Learning Objects Strategy: Leveraging Information and Learning in a Knowledge Economy”, John Wiley & Sons (2004)
- (22) Wiley, D. A.: “Learning Objects and Instructional Theory”, in Reigeluth, M. and Carr-Chellman A. A. (Eds.): “Instructional-Design Theories and Models”, pp.349-363. Routledge (2009)
- (23) Frantiska, J.: “Creating Reusable Learning Objects”, Springer Briefs in Educational Communications and Technology, Springer (2016)
- (24) Santos, R., Werner, C., Costa, H. et al.: “Managing Reusable Learning Objects and Experience Reports in EduSE Portal”, Proc. 13th IEEE International Conference on Information Reuse and Integration, pp.631-638 (2012)
- (25) Gutiérrez, I., Álvarez, V., Paule, M. P. et al.: “Adaptation in E-Learning Content Specifications with Dynamic Sharable Objects”, Systems, 4(2), 24 (2016)
- (26) IMS Global Learning Consortium: “Learning Tools Interoperability® Ver. 1.1” (2012)
- (27) 田村 恭久: “EduPub 電子教科書と EDUPUB 規格の現状”, 教育システム情報学会誌, Vol.32, No.2, pp.148-159 (2015)
- (28) Buschmann, F., Meunier, R., Rohnert, H. et al.: “Pattern-Oriented Software Architecture: A System of Patterns”, John Wiley (1996)
- (29) Gamma, E., Helm, R., Johnson, R. et al.: “Design Patterns”, Addison-Wesley (1994)
- (30) Aronson, E. and Patnoe, S.: “The Jigsaw Classroom: Building Cooperation in the Classroom”, Addison Wesley Longman (1996)

# 意図共有スキルの向上を指向した 思考整理支援システムの開発と評価

森 夏実<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

## Development and Evaluation of Support System for Organizing Thoughts to Cultivate Intention Sharing Skills

Natsumi MORI<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

In order to achieve fruitful and creative discussions, it is important that the speakers verbalize and share their own intentions behind the utterance properly with the listeners. The research objective is to propose a research activity support system for cultivating novice researchers' intention sharing skills. We develop a research activity support system in which researchers focus on organizing the structure of their own thinking processes as a pyramidal structure consists of chains of inquiries and answers. Then, we explain support functions and evaluation results about our system. Based on the practical use, we confirmed that the proposed system contributes to learners' positive changes in consciousness toward intention sharing.

キーワード: 意図共有スキル, 問いの構造化, 思考整理支援システム

### 1. はじめに

対人コミュニケーションでは、話し手の発言内容そのものに留まらず、非言語情報や聞き手の既知知識に基づいた補完、推論による暗黙情報のやり取りがなされる。その中でも、話し手の意図の聞き手による理解は、発言内容の解釈、意味づけを与えるため、円滑なコミュニケーションを支える重要な要素となる。話し手自身が発言意図を正しく認識し、それを明示的に共有するスキル（意図共有スキル）は、単なる事実伝達だけでなく、アイデアやコンセプトを対象とした創造的な議論を行う場において特に求められる。このスキルが十分に備わっていない場合、話し手の考えが誤解されて議論が紛糾する、あるいは本来議論すべき内容まで辿り着かず、参加者からの合意・創造的な意見が得られないといったことが生じる可能性がある。

本研究では、意図共有スキルの向上を目的とし、創造的議論への発展が期待される場としての学術研究ミ

ーティング（以下、研究 MT）を、意図共有スキルを高める合理的な場と捉える。研究 MT では、曖昧で不鮮明なコンセプトを議論の対象とし、研究プロセスは研究遂行者の内面に閉ざされている。創造的議論を目的とした場において、思考文脈の共有は不可欠であり、これを達成するためには研究遂行者が自身の思考プロセスを俯瞰的に理解し、それを明確に伝達する高次なコミュニケーションスキルの発揮が求められる。もちろん、意図共有スキルを直接的な方法でトレーニングすることは、思考の暗黙的な性質が故に難しい。研究 MT は継続的かつ累積的であることから、長期的な鍛錬の積み重ねが必要な意図共有スキルを高める場として合理的であると考えている。

一般に、発言はその目的を伴っている。本研究において、発言の背後にある目的の構造を「意図」と捉える。意図を聞き手に伝え、それに対する聞き手からの返答内容が話し手の発言の目的を満たす場合、「意図共有」が達成されたといえる。しかし、これを評価する

ためには、話し手の意図共有スキルだけでなく、聞き手の理解力が求められる。意図共有スキルの醸成を目標とする本研究では、聞き手の理解力ではなく、発言意図の質を高めることに焦点を当てた支援を実現し、学習者が創造的議論の達成には意図共有が重要であるという認識を深めることや、発言の背景にある目的構造を明確にすることの必要性に気づくなど、意図共有に対する意識の変容を評価することを目的とする。

本稿では、学習者自身の思考を整理し、研究 MT へのレディネスを高めることが重要だと考え、思考の整理を促す活動としての自己内対話に着目する。この着想に基づき、自己内対話を活性化させるための「問い」を用意し、学習者が思考を整理する際に必要だと考える思考活動に基づいて問いを構造化した。その問いをベースとして開発した思考整理支援システムの機能とその評価について述べる。

## 2. アプローチ

### 2.1 意図共有スキル向上のための思考整理活動

研究 MT を機会とした意図共有スキルの学習モデルを概説する(図 1)。本研究では、研究初学者を対象とし、提案モデルは土田ら<sup>(1)</sup>の研究活動サイクルを参考に、意図共有スキルの段階的な向上を狙いとしている。議論で共有すべき内容について、予め研究 MT 前に深掘りする①思考の整理活動を実施し、これを踏まえて②MT 資料を作成する。そして③議論に望み、④議論内容を踏まえた質の高い振り返りを次回の議論に向けて活かしていくという、4 つのフェーズから構成されるサイクル活動である。以下、各フェーズにおける学習者の活動と、その支援のための指針を述べる。

● **思考の整理フェーズ(図 1①)**: 議論前に学習者自身の潜在的な思考を明確にするフェーズである。研究を進める過程でなされる判断の選択基準や、その判断に至るまでの思考プロセスは潜在的である。これを学習者が明示的に意識し、意図として表出化するためには、自己内対話を深掘りして吟味する活動が重要であると考えられる。

自己内対話活動で生成される問いと答えは、連鎖的かつ対象となる研究領域の構造を反映したものであると考える。その構造を、聞き手の理解プロセ

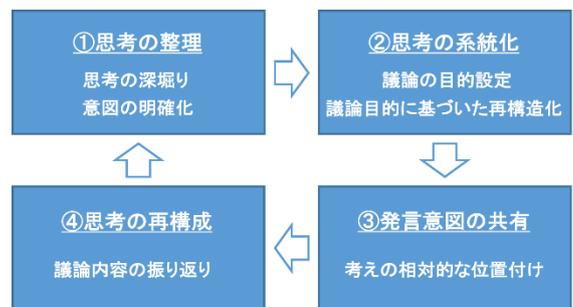


図 1 意図共有スキルの学習モデル

スを考慮した思考の整理法であるミンツのピラミッド原則<sup>(2)</sup>(PP: Pyramid Principle)を用いることで、暗黙的な思考の表出化と研究構造の関係性に対する理解を促す。

● **思考の系統化フェーズ(図 1②)**: ①のフェーズで整理した内容を踏まえて、未解決の問題に関する新しい意見の獲得や方針の確認等の議論目的を設定して資料化するフェーズである。学習者は、整理した内容に基づいて、次回の研究 MT で聞き手と共有すべき論点を明確化する。そして、その論点に対する議論目的が聞き手に伝わるように、内容を取捨選択し、並び替えた上で資料に反映することが求められる。

ここでは、聞き手に提示される資料に、議論の目的が反映され、聞き手が理解できる論理構造を成しているかどうかを吟味することで、議論へのレディネスが高められることを狙いとしている。

● **発言意図の共有フェーズ(図 1③)**: 研究 MT で議論を行うフェーズである。学習者は、単なる事実伝達のみならず、発言がもつ目的構造の明確な伝達に取り組む。

ここでは、学習者が設定した議論目的が達成されるような創造的議論が行われることが望ましい。また、議論へのレディネスを高めることで、議論中に出た聞き手からの質問や意見が、学習者の思考に適切に位置付けられると考えている。

● **思考の再構成フェーズ(図 1④)**: ③で得られた他者の考えや質問などを相対化して捉え直し、それを自己内対話へ内化するフェーズである。

ここでは、議論前に表出化した思考の構造を修正することにより、議論前後での構造の変化や、暗黙的な思考への気づきに繋がると考える。振り返り活

動を通して、議論内容をどう捉えたのかを整理し、その内容が以降の研究 MT に反映されることで、段階的な成長を促す。

以上のフェーズが一連のサイクルとして繰り返し実践されることによる段階的な意図共有スキルの涵養を意図したモデルとなっている。本研究で対象としている研究初学者においては、③の議論のみならず、②の資料作成の際にも事実や結果だけを反映し、理由や目的が抜け落ちてしまうことがある。この学習モデルにおいて、議論フェーズ(図 1③)の前に、自身の研究活動を整理(図 1①)し、研究 MT 後、議論内容を振り返って思考を再度整理する(図 1④)ことが、意図を明確にし、かつ論旨の通った説明をすることに繋がると考える。すなわち、研究 MT へのレディネスを高める活動(図 1①, ④)として、学習者自身の研究課題における暗黙的な思考プロセスの言語化を促すことを狙いとする。表出化された思考の構造を点検することにより、頭の中で思考を整理することに比べて、メタ認知的モニタリング・コントロールが容易になり、研究を題材とした思考構造を論理的に整理できると考える。

思考を整理するための表現構造として、ミンツのピラミッド原則<sup>②</sup>(PP: Pyramid Principle)を採用する。PP は考えの構造を階層的に整理し、考えの背後にある意図(何故そう考えるのか、如何に考えを導いたのかなど)を明確化することに役立つ構造化原則である。構造化指針や演習書はある一方で、自身の思考文脈(研究内容)にその知識を適応することは、研究初学者に

とって容易でない。そこで、学習者の思考文脈に沿った「問い」を刺激として与えることで、思考整理活動での意図の言語化を促す仕組みを実現する。

## 2.2 意図の言語化を促す問いの構造化

PP を用いた思考整理において、問いとその回答を繰り返すことによる思考の深掘りを促す「問い」を用意する。問いの有用性を検証するために実施した初期実験<sup>③</sup>では、問いが学習者の自己内対話活動を活性化させ、さらに意図共有スキルの向上に寄与することを確認している。

学習者の思考文脈を汲み取り、考えるべき問いを適応的に呈示するためには、アドホックな形で問いを列挙するのではなく、研究領域の一般性あるいは固有性を踏まえた形で体系的に問いが構造化されることが望ましい。問い同士の対応をシステムが把握できることにより、学習者が言語化した思考について、意図の深掘りを促す有用な問いを動的に選別して呈示できる。

これを実現するため、本研究ではオントロジー工学的手法<sup>④</sup>に基づき、思考活動の観点から問いを構造化する。図 2 に構造化したオントロジーの一部を示す。黄色ノードが問いの概念である思考活動(例:「実践デザインについて考える」)を表し、紫色ノードが概念のインスタンスとしての問い(例:「実践デザインはどのようなものですか?」)を表している。

構築したオントロジーでは、思考活動の観点から、問いの概念を、メタ認知活動、認知活動、行動の大き

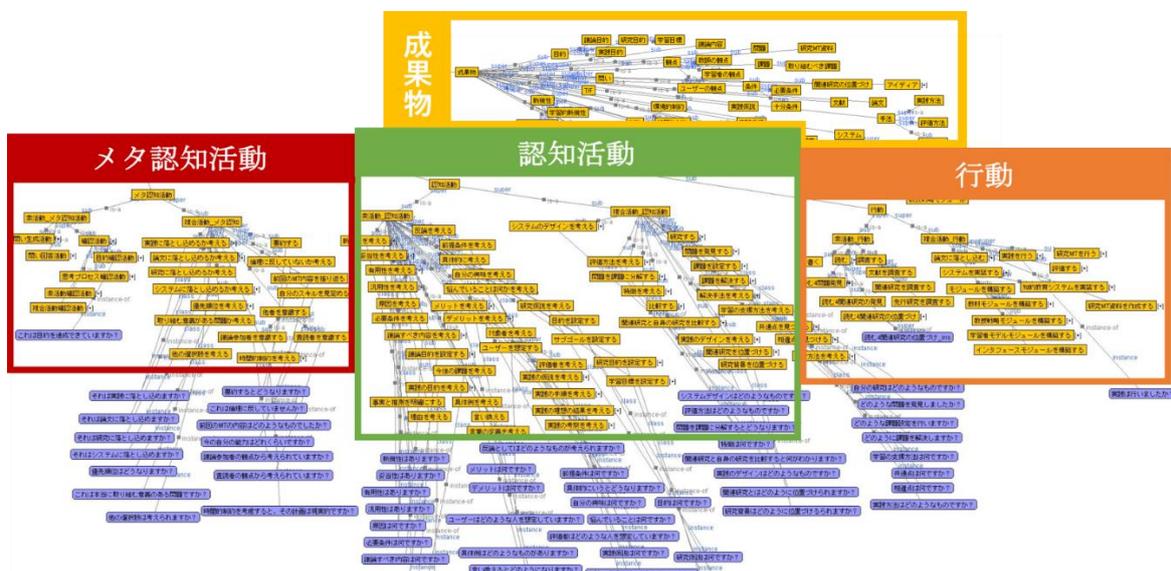


図 2 研究における思考活動オントロジー

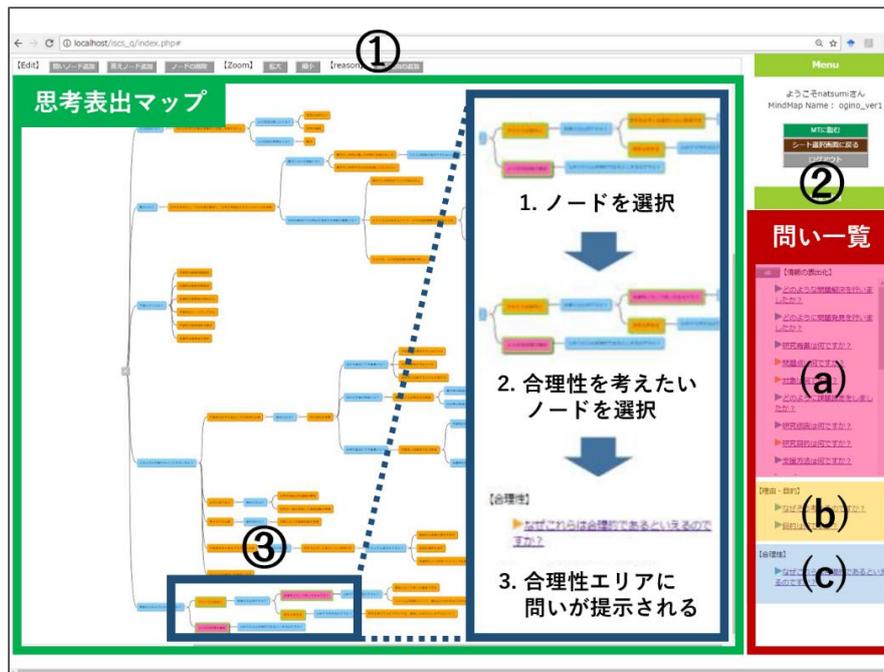


図3 思考整理支援システム

く3つに分類している。メタ認知活動における概念の定義は、田中ら<sup>(6)</sup>が提唱する批判的思考の特徴を参考にした。認知活動においては、研究領域横断的な概念は内田<sup>(6)</sup>の仮説思考法を参考とし、研究領域（教育システム情報学分野）に特化した概念は、溝口<sup>(7)</sup>が提示する知的教育システムに必要な構成要素を参考に定義している。行動に関する概念は、上記の認知活動の結果、実際に行動として表れる活動を定義している。

メタ認知活動の概念には「取り組む意義がある問題か考える、システムに落とし込めるか考える、他の選択肢を考える」等が定義されている。認知活動の概念には、「研究目的を考える、解決手法を考える、実践デザインを考える」等が定義され、行動の概念には「書く、読む、システムを実装する」等が定義されている。

それぞれの問い概念の属性として、サブ活動、入力、出力を規定している。サブ活動とは、ある活動を達成するために必要な活動を指す。例えば、「実践デザインについて考える」という思考活動を行う場合、サブ活動として「実践目的を考える、実践仮説を考える、実践手順を考える、実践の理想の結果を考える」が定義されている。また、入力にはある思考活動を考える際に必要な概念を、出力には思考活動によって生み出される結果の概念が規定されている。この入力及び出力

には、思考活動の概念とは別に成果物として定義する概念（例：「研究目的、対象者、実践デザイン」等）が規定されている。「実践デザインを考える」という概念を例にすると、入力には「研究目的」や「対象者」が、出力には「実践デザイン」が定義されている。

このようにオントロジーを設計することで、サブ活動及び入出力の属性に基づいて、概念間を対応付けることが可能となる。その関係性を用いて学習者の思考活動文脈に沿った適応的な問いを呈示することで、学習者は自身の思考を明確化するために必要な活動を自覚することができると考えている。また、問いを刺激としながら、PPに沿って思考を掘り下げ、意図を明確に表出することで、自身の思考を俯瞰的に捉えさせることを狙いとする。

### 3. 思考整理支援システム

議論へのレディネスを高めるために、2.2節で構造化した問いを組み込んだ思考整理支援システムを開発した（図3）。本システムでは、研究活動の実文脈で用いることを想定し、問い（青色ノード）とその回答（橙色ノード）を連鎖構造で表現できるインタフェース（図3①）を備える。この表現形式を採用することで、暗黙的な意図を段階的に言語化させることを狙いとする。

問い一覧エリア（図 3②）には、研究に取り組む際に必要と考える思考活動に関する問いが一覧表示される。これは、2.2 節で述べた問いのオントロジーが記述された xml ファイルを読み込むことで実現している。学習者は、表示された問いの中から自身の思考文脈に合致するものを自由に選択し、思考表出マップに追加できる。これは、学習者自身の思考を尊重しつつ、システムから問いという刺激を思考整理の補助輪として与えることで、学習者の思考文脈に入り込んだ支援の実現を狙いとしている。学習者が一覧から問いを選択した際、思考表出マップ上に組み込まれた概念をシステムが理解することによって、その概念に紐づいた問いが呈示される。このように、学習者の思考状態に関連した問いを適応的に呈示することにより、自己内対話活動を活性化させ、思考整理活動の質の向上を促すことを意図している。

問い一覧は、システム上で学習者に問いを提示するタイミングの観点で、3つのカテゴリ（図 3(a), (b), (c)）に分けて表示している。以下は各カテゴリに分類される問いとその呈示のタイミングについて示す。

- **情報の表出化カテゴリ（図 3(a)）**：対象の研究領域において、その領域全体の構造を組み立てる際にベースとなる問いが表示される。例えば、選択した問い（どのような実践を行いましたか？）の概念「実践を行う」は、入力として「実践デザイン」が規定されている。ここでは、出力に「実践デザイン」が規定されている概念「実践デザインを考える」に関する問い（例. 実践デザインはどのようなものですか？）が学習者に提示される仕組みになっている。このように、学習者の思考文脈に沿って、適応的に問いを呈示することにより、ベースレベルの思考整理活動を促す。
- **理由・目的カテゴリ（図 3(b)）**：理由や目的の表出化を促す問いとして、理由に関する問い（なぜそう考えるのですか？）と目的に関する問い（目的は何ですか？）の 2 つが表示される。これらの問いは、思考を整理するために重要であり、恒常的に意識する必要があるという考えに基づき設定している。学習者が作成した思考表出マップに表れる思考状態に関わらず、2 つの問いを常に表示することで、メ

タ認知的活動を促す。

- **合理性カテゴリ（図 3(c)）**：ここでは、合理性を考えさせる問いが表示される。学習者が思考表出マップに言語化した思考は、問いとそれに対する答えの繋がりを吟味することに加え、関連する思考について互いに矛盾が生じていないか等、合理性を考えることが重要となる。

上記の考えを踏まえて、学習者に合理性を考えさせる仕組みを実装している。図 3③に手順を示す。例えば、学習者が情報の表出化エリアから、*実践目的は何ですか？* と、*実践手順はどのようなものですか？* の問いを選択し、それに関する答えを思考表出マップ上に表現した場合、この二者は合理性を考えるべき概念として、緑の枠で強調される。この合理性を考えるかどうかは学習者の自主性に委ねられている。現状では、ある概念（例：「実践デザインを考える」）に複数のサブ活動が定義されている場合、そのサブ活動間（例：「実践目的を考える」「実践仮説を考える」「実践手順を考える」）で合理性を吟味する必要があると考え、関係性をヒューリスティックに定義している。

この分類により、学習者の思考文脈に適応的な問いを提示し、意図の明確化を促すことを狙いとする。

## 4. システムの評価実験

3章で述べた思考整理支援システムを、2017年4月からこれまで（2018年2月）研究室員12名（学部4年：5名、修士1年：3名、修士2年：4名）が継続的に実践利用している。本システムが現在に至るまで継続的に利用されていることにより、研究活動の枠組みに馴染む形でシステムが機能していることを確認している。

本稿では、提案システムの継続利用を通して、本研究が目的とする意図共有スキルの向上に寄与しているか検討する。

### 4.1 思考整理支援システムに関するアンケート調査

意図共有スキルは暗黙的であるという特徴に加えて、この発揮の機会には研究MTの議論内容に依存するため、共通の評価基準を設けることが難しい。そこで、シス

表1 システムの有用性に関する評価結果

学習モデル フェーズ	平均点	分散
A. 思考の整理	4.33	0.24
B. 思考の系統化	4.08	0.27
C. 発言意図の共有	3.91	0.27
D. 思考の再構成	4.17	0.52

表2 システムの機能に関する評価結果

システムの機能	平均点	分散
E. 問いと答えの明示化	4.50	0.45
F. 情報の表出化カテゴリ	4.08	0.81
G. 理由・目的カテゴリ	3.92	0.63
H. 合理性カテゴリ	4.08	0.81

システム利用開始前と比較して、意図共有の観点から学習者のどのような意識変容を促したのかを測るためのアンケート調査を実施した。アンケートのカテゴリを以下に示す。

- **システムの有用性**：2章で述べた学習モデルの各フェーズにおいて、本システムが寄与した効果を5件法（5：非常に役立つと思う，4：ある程度役立つと思う，3：どちらともいえない，2：あまり役立たないと思う，1：全く役立たないと思う）及び、その理由（自由記述）により確認する。
- **システムの機能**：本システムに備えた各機能が、思考の整理に有用であるかを確認する。評価対象となる機能を以下に示す。
  - ・ 問いとその答えの明示化
  - ・ 情報の表出化カテゴリ
  - ・ 理由・目的カテゴリ
  - ・ 合理性カテゴリ
- **システムの継続利用による意識の変化**：研究MTや研究発表に臨む際の意識の変化を問う。システム利用を通して、創造的議論の達成に向けた意図共有の重要性における認識を深めることや、発言の背景にある目的構造の明確化の必要性に気づくなど、議論に対する意識を高めることにシステムが寄与したかを自由記述により確認する。
- **批判的思考態度**：表出化した思考が論理的な構造となっているかを吟味するスキルとして、批判的思考力が挙げられる。本システムの思考整理活動により、批判的思考に対する意識の向上が見られるかを確認する。アンケート項目は批判的思考態度尺度<sup>(8)</sup>を

基に作成した。

## 4.2 評価結果と考察

### 4.2.1 システムの有用性に関する評価結果

表1に学習モデルにおける各フェーズの平均点を示す。全てのフェーズにおいて、良好な評価となっている。

**思考の整理フェーズ(表1A)**：12名全員が本システムが狙いとする思考の整理活動について肯定的な回答（5あるいは4点）をした。この理由として、「研究内容を整理するために自身の考えを表出化する必要があり、箇条書きのレベルで体系的にまとめることに適していると考えられる」、「研究の全体図を俯瞰的に捉えられた」といったコメントが挙げられた。このことから、本システムが目的としている学習者の思考整理活動が促されることが確認された。

**思考の系統化フェーズ(表1B)**：12名中11名が肯定的に評価した。研究内容を思考表出マップ上で整理することにより、他者に伝える媒体（研究MT資料やスライド等）への反映にシステムが寄与していたことが示唆される。

**発言意図の共有フェーズ(表1C)**：12名中10名が肯定的な回答をした。「自身の考えを明確に述べやすくなり、意図伝達がスムーズになる」、「前提の共有などをまとめやすく、比較的議論内容の濃さが深くなる」といった理由が挙げられており、思考の整理活動が実際の創造的議論を行う際に、議論内容の質に繋がることを多くの学習者が実感していることが伺える。

**思考の再構成フェーズ(表1D)**：12名中10名が肯定的な回答をした。本システムは、振り返り活動に特化した問いや支援機能を備えていないが、議論後の思考の整理に本システムが役立つと判断された。コメントの中には「どんな質問をされ、どのような返答をしたかという形で利用できる」といったように、問いを明確にすることによる振り返り活動に貢献していると学習者が実感していることが示唆された。

### 4.2.2 システムの機能に関する評価結果

表2に、本システムの各機能が思考の整理活動を促すかを評価した結果を示す。以下、機能ごとの評価結

図4 批判的思考態度に関する評価結果



図5 思考表出マップにおける自作の問いの割合



果と考察について述べる。

**問いとその答えの明示化 (表 2E) :** 「答えのない部分が考えられていない点として表れることから、理解できていないところや理解する必要があるところを認識できる」というコメントから、問いの明確化が、自身の理解状態の把握に繋がること示されている。これは、本研究で思考の整理活動において必要だと考える研究構造の理解に寄与しているといえる。他の機能の評価でも「問い」というワードが散見され、肯定的コメントがなされている。

**情報の表出化カテゴリ (表 2F) :** 12名中8名が、このカテゴリに呈示された問いが思考の整理に役立つと回答した。評価理由に関するコメントには、「このカテゴリに呈示された問いが自身の考えを明確にするために重要である」とあった。これより、構造化した問いセットが研究を整理する際に有用に働くことが示唆された。

**理由・目的カテゴリ (表 2G) :** 理由・目的に関する問いは常に意識する必要があるため、表示し続ける仕組みとなっている。この項目に関する評価は、12名中8名が役立つと回答し、「なぜという言葉が明示的にあることだけで思考が促されていると感じる」、「理由や目的を軽視しがちであるので、それを明示的に考える問いによって意識づけられる」といったコメントがあったことから、狙いとした働きかけがなされていることが示唆される。

**合理性カテゴリ (表 2H) :** 12名中8名が合理性を考える機能が思考の整理に役立つと答えた。一方、「3: どちらともいえない」と回答した人の殆どが、使うタイミングの難しさを指摘していた。これを参考に、システムの改善を検討していく必要がある。

#### 4.2.3 意識の変化に関する評価結果

システム利用前後で研究 MT や研究発表に対する気持ちの変化を問うアンケート調査では、「普段の研究活動の中で曖昧に考えていた問いを明確に設定し、考えるようにはなった」、「自分の考えをまとめてから MT に出ようと思うようになった」など、本システムの利用を通して、議論へのレディネスを高める意識が促されたことを示すコメントが得られた。

#### 4.2.4 批判的思考態度に関する評価結果

全 33 項目に対して 5 件法 (-2: 全くそう思わない, -1: あまりそう思わない, 0: どちらともいえない, +1: ある程度そう思う, +2: 非常にそう思う) で評価を行なった学習者ごとに、各項目での点数を足して平均を出したところ、全員がプラスの結果となり、批判的思考態度に関して、肯定的な変化がみられたことから、システムにより意図した効果は伴っているといえる。

図 4 に点数を昇順に並べた結果を示す。全体を見ると、修士 2 年に比べて、修士 1 年及び学部 4 年の方が平均点が高くなる傾向が見て取れる。このことは、システムを利用することの補助輪としての効果を実感していることを示唆している。

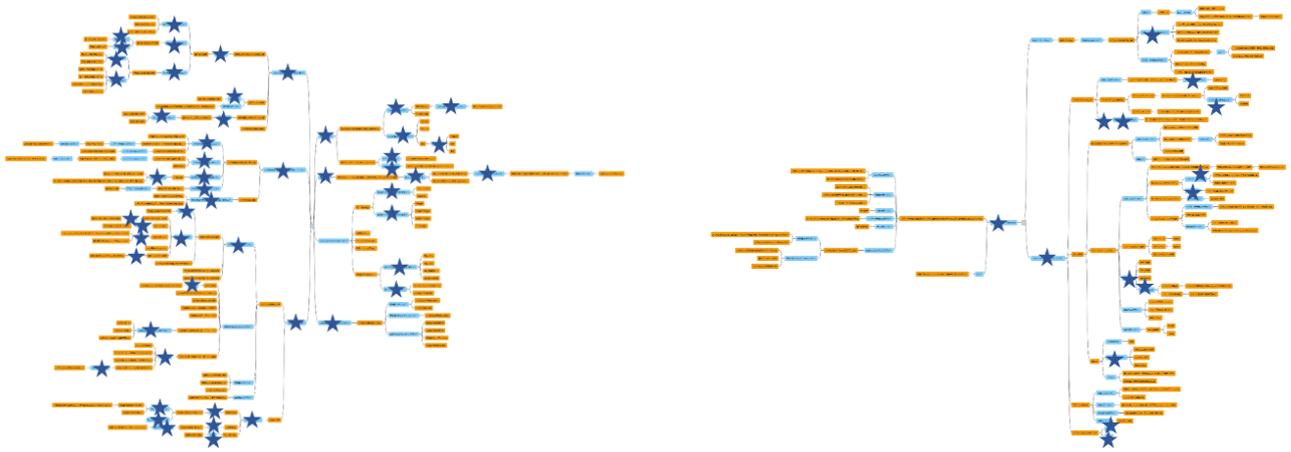


図6 思考表出マップの一例

また、図5は、各学習者が思考表出マップ上に表出化した問い全体の数に対して、システム上に用意された問いではなく、自身で作成した問いが使われた割合を表す。図5を見ると、修士1年及び2年の研究の経験が高い学習者ほど、自身で作成した問いを用いる割合が高い傾向が見て取れる。

図6に学習者が実際に作成した思考表出マップを示す。図6左は修士2年、右は学部4年の学習者が作成したものである。マップ上の星印は、システム上に用意された問いではなく、自身で作成した問いを表す。図4から、学部4年に比べて、修士2年の方が自身で考えた問いの数が多いことが伺える。

これらのことから、相対的に研究の経験が浅い学習者ほど、研究内容の整理活動においてシステムの補助輪を必要とし、経験を積むことで自主的に自己内対話を繰り返していることが示唆される。研究室に入ってから間もない研究初学者にとっては、システムの利用を通して、研究構造の理解や自己内対話活動の活性化が促されていることが示唆される。

## 5. まとめ

本研究の目的は、研究MTを機会とした意図共有スキルの向上である。提案した意図共有スキルの学習モデルに基づいて、議論へのレディネスを高めることが重要だと考え、思考の整理を促す問いに着目した。研究における思考活動の観点から問いを構造化し、その問いを組み込んだ思考整理支援システムを開発した。そして、本システムが意図共有に対する意識の向上に寄与しているかを確認するために評価実験を行った。

結果として、システムの利用を通して、意図共有スキルに対する意識の変容を確認できた。

また、現在の取り組みとして、教育システム情報学分野に所属する他の研究室員に対して評価実験を行っており、システムの短期利用でも、長期利用と同様の傾向が見られるか分析を行う予定である。

## 参考文献

- (1) 土田貴裕, 大平茂輝, 長尾確: “ゼミコンテンツの再利用に基づく研究活動支援”, 情報処理学会論文誌 51(6), pp. 1357-1370 (2010).
- (2) Minto, B.: “The pyramid principle: logic in writing and thinking”, Pearson Education, (2009).
- (3) 森夏実, 林佑樹, 瀬田和久: “創造的議論へのレディネスを高める問いの構造化”, 電子情報通信学会教育工学研究会(ET), 信学技報, Vol.116, No.314, pp.11-16 (2016).
- (4) 溝口理一郎, 来村徳信, 古崎晃司: “オントロジー構築入門”, (2006).
- (5) 田中優子, 楠見孝: “批判的思考の使用判断に及ぼす目標と文脈の効果”, 教育心理学研究 55.4, pp.514-525 (2007).
- (6) 内田和成. 仮説思考: BCG 流問題発見・解決の発想法. 東洋経済新報社, (2006).
- (7) 溝口理一郎: “知的教育システム”, 情報処理 36.2, (1995).
- (8) 平山るみ, 楠見孝: “批判的思考態度が結論導出プロセスに及ぼす影響”, 教育心理学研究 52.2, pp.186-198 (2004).

# 両手で行う手話動作の認識手法の基本検討とその評価

岡安 優奈<sup>\*1</sup>, 小澤 辰典<sup>\*1</sup>, 西村 広光<sup>\*1</sup>, 田中 博<sup>\*1</sup>  
小林 大輔<sup>\*2</sup>, 岩本 典夫<sup>\*2</sup>, 加藤 秀司<sup>\*2</sup>,  
<sup>\*1</sup> 神奈川工科大学, <sup>\*2</sup> 株式会社ケイ・シー・シー

## Basic investigation and evaluation of recognition method of sign language motions performed with both hands

Yuna Okayasu<sup>\*1</sup>, Tatsunori Ozawa<sup>\*1</sup>, Hiromitsu Nishimura<sup>\*1</sup>, Hiroshi Tanaka<sup>\*1</sup>  
Daisuke Kobayashi<sup>\*2</sup>, Michio Iwamoto<sup>\*2</sup>, Shuji Kato<sup>\*2</sup>

<sup>\*1</sup> Kanagawa Institute of Technology, <sup>\*2</sup> KCC Corporation

筆者らはカラー手袋と光学カメラを用いた手話認識の検討を行ってきた。最終的な目標はスマートフォンとカラー手袋を用いた手話自動翻訳システムである。当面の適用対象は手話学習用ツール SmartDeaf を使用し、学習した際の復習用ツールとしての利用である。このため、SmartDeaf に登録されている単語を対象とした手話認識の高精度にむけて検討を進めている。本報告ではこれまでに明らかにしてきた右手のみで行う手話単語の認識手法を基に、両手で行う手話単語に対する認識手法を提案し、その認識性能を実験により評価した。その結果、提案手法による認識精度として 67.5% を確保し、その有効性を確認した。

キーワード: 手話認識, 手話学習, カラー手袋, 光学カメラ, 特徴量

### 1. はじめに

聴覚に障がいを持った方と健聴者とのコミュニケーション手段として手話や指文字が一般的であるが、健聴者や事故などで、後天的に障がいを持った方はそれらを習得していない。そのため、両者の意思疎通には手話通訳者や筆談器などのコミュニケーション支援機器が必要となり、聴覚障がい者と健聴者の間の対面コミュニケーションには未だ大きな障壁があると言える。このことから、手話を自動で認識する研究が数多く行われている<sup>(1)(2)(3)</sup>。

筆者らも認識の検討に取り組んでいるが<sup>(4)(5)</sup>、その認識手法の特徴として、光学カメラとカラー手袋を用いている点がある。光学カメラの利用により、将来的にはスマートフォンを用いた認識を可能にすることで、誰もが、どこでも利用できる可能性がある。提案している方法ではカラー手袋が必要であるものの、各指や手の平/甲の識別が可能となり、認識のために必要な情報を得る、という点で、他のデバイスよりも有利であると考えている。

筆者らはこれまでに、右手のみで行う手話単語の認識を行ってきた。本報告ではこれまでの右手のみで行

う手話単語の認識手法を基に、両手で行う手話単語に対する認識手法の検討と、その評価実験の結果について述べる。

### 2. 当面の適用対象

手話学習ビデオを利用できるサイトとして、NHK が提供している「NHK 手話 CG」<sup>(6)</sup>や日本手話研究所が提供している「新しい手話の動画サイト」<sup>(7)</sup>がある。NHK が提供している「NHK 手話 CG」は単語 1 つ 1 つについて、実際の手話の動きを CG 化したものである。NHK が放送した 10 年分のニュース原稿の中で使用される単語や、2 年分の「手話ニュース」で頻繁に使用される単語約 7000 語が登録されている。日本手話研究所が提供している「新しい手話の動画サイト」では標準手話、外国の手話、裁判や選挙に係わる手話などが利用可能である。また、手話学習用ツールとして SmartDeaf<sup>(8)</sup>のようなアプリケーションも存在する。SmartDeaf とは株式会社ケイ・シー・シーが開発、販売している手話学習者向けの手話動画辞書である。手話単語は動詞、健康・病気、生活など 2018 年 1 月現在で 35 個程のカテゴリがあり、3099 単語の学習が可能であ

る。

上記のような手話学習用ツールが存在する一方で、実際に行った手話を評価・復習ができるツールが存在しない。そこで、本研究の適用対象として SmartDeaf のカテゴリごとを対象とした手話復習用ツールとしての活用を考えている。手話復習用ツールの利用イメージの一例を図 1 に示す。想定している手話復習用ツールの利用手順を以下に示す。

- (1) 手話者学習者が手話動画辞書から手話動作を学ぶ。
- (2) カメラに向かって手話動作を行う。
- (3) その手話動作に対する認識結果が表示される。
- (4) その結果から自分の手話動作にフィードバックする。



図 1 手話復習用ツールの利用イメージ

### 3. 手話動作の検出

現在、手話動作検出を行うにあたって、光学カメラと独自に製作したカラー手袋を用いている。光学カメラは一般的なスマートフォンとほぼ同じ水準での利用を想定し、フレームレートが 30[fps]である Logicool の HD プロウェブカム C920r を選択した。

本研究で用いているカラー手袋を図 2 に示す。本手袋は手首・各指・手の平が検出できるように 8 色を彩色している。色相環上で離れた位置にある色を用いることで色の識別が容易になるため、この 8 色を選択した。彩色した色領域を抽出することで以下のこと可能である。

- (1) それぞれの部分に異なる色を彩色し、色の種類から識別→手・指の識別

- (2) 検出した色領域の重心位置を追跡→手・指の位置と動きの検出
- (3) 検出された色の種類と位置から推測→手・指の形状の把握
- (4) 手の平に色を彩色し、その色の検出で判別→手の表裏判別



図 2 カラー手袋

## 4. 手話単語の選定と手話動画データの取得

### 4.1 撮影対象

当面の適用対象は、手話動画辞書 SmartDeaf で学習を行った際の復習用ツールを想定している。このため、撮影対象とした手話動作は SmartDeaf に収録されている両手を用いた手話単語とし、その中から学習需要が高い健康・病気カテゴリを選択した。

今回は両手で行う手話単語に対して、片手(右手)のみの手話単語に対する認識手法を基に両手を用いる手話動作の認識に拡張し、その認識性能を確認する。よって、取得動画データから撮影画面上に設定した左右の分離線を基準に、右手と左手の動きに分けて処理する。撮影画面上に設定した分離線を図 3 に示す。

両手で行う手話単語を認識する場合、両手のカラー手袋に彩色した同じ色領域(各指・手のひら)を同時に検出してしまい、右手か左手か区別することが難しい。よって、検討初期の本段階では、右手と左手の動きを独立して認識できる両手の手話単語を以下の条件で選定した。

- (1) 両手が交差しない手話動作
- (2) 図 3 の撮影画面上に設定した分離線より、右手が画面左半分領域、左手が画面右半分領域を超えて動作をしない手話動作

上記の条件から選定した両手の手話単語 17 種を表 1 に示す。

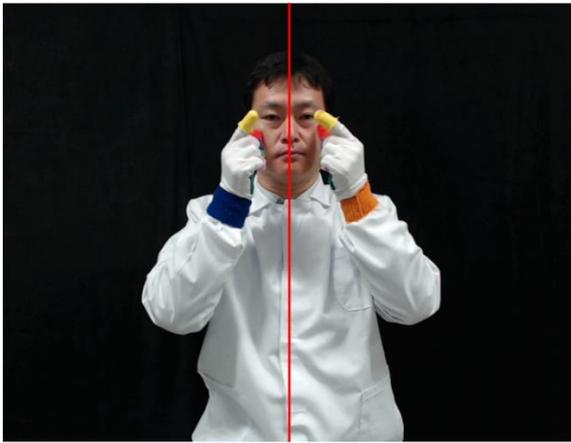


図3 撮影画面上に設定した分離線

表1 選定した手話単語17種

1. 汗	2. 汗だく	3. イライラ	4. 近視	5. 車椅子
6. 骨折	7. 産婦人科	8. 腎臓	9. たくましい	10. ダイエット
11. 涙	12. 裸	13. 発達障害	14. 肥満	15. 骨
16. 眼鏡	17. 酔う			

本検討で用いている手話の認識手法ではHMM(Hidden Markov Model)の学習用データ、認識率を求める評価用データが必要である。学習用データの手話者数と同一単語のサンプル数は先行の研究<sup>9)</sup>からモデルの学習のために最低限必要な3人、各単語につき20サンプルとした。評価用データの手話者数とサンプル数は、認識性能を確認するため、3人、10サンプルとした。さらに、性能の安定性を評価するための交差検証で行う手話者の組み合わせを考慮し、手話者9人の手話動画データを取得した。

#### 4.2 手話動画データの取得

認識実験に用いる動画データ取得のために手話動作の撮影を行った。手話動作は手話者によって動きが異なる場合があるため、本撮影では、SmartDeafに準拠した動作とした。また撮影時は株式会社ケイ・シー・シー所属/ろう者協会手話講師の監修下で行った。撮影を行う前に監修者による手話動作の指導を受け、撮影後は取得した動きに誤りがないか確認を行った。動作の撮影の様子を図4に示す。本検討からデータ取得の時間短縮のため、二人同時にその動作を取得した。



図4 手話動作の撮影の様子

撮影条件を以下に示す。

- (1) 各単語30サンプルの撮影は2回に分けて行う。(一定時間(今回は1日)をおいた方がある程度の動作のばらつきを含むと考えられるため)
- (2) 解像度は800\*600 [pixel]
- (3) 撮影環境の照度は手話者側とカメラ側共に約200 [LUX]
- (4) 光学カメラのフレームレートは一般的なスマートフォンの標準である30 [fps]
- (5) カメラから被験者までの距離は一般的な対面会話の距離を想定して1 [m]
- (6) 色領域の抽出を容易にするために背景と衣服は低彩度である暗幕と白衣を使用
- (7) 手話動作の開始と終了の判定を用意するため、被験者が手を身体の横に降ろした際に手首が見えないようにカメラと椅子の高さを調節(手話動作の開始は、どちらかの手首の色領域が画面上に現れたときとし、終了は両手の手首の色領域が画面上から消えたときとする。)
- (8) 手話者の身体が中心が、図3で示した撮影画面上に設定した分離線に位置するようにカメラを設定

## 5. 動画データに対する前処理と命名規則

### 5.1 動画データに対する前処理

後述する手話認識のための特徴量データはカラー手袋の色領域を用いているため、カラー手袋以外の余分な色情報を除去する必要がある。また、各動作1回につき1つの動画ファイルとしている。動画データに対して以下の処理を行う。

(1) 撮影した動画データの切り分け

撮影の際, 1 単語の手話動作を連続した繰り返し動作として行っているため, 撮影した動画を 1 回の手話動作ごとに分ける.

(2) 背景差分

動きのない部分を除去し, 動きのある領域のみを抽出する.

(3) 右手左手への分割

撮影画面上に設定した分離線から, 右手と動作と左手の動作に分ける.

(4) 色抽出

背景差分後の動画データから, HSV(色相, 彩度, 明度)の閾値を調節し, カラー手袋の 8 色それぞれの色領域を抽出する.

図 5 に前処理によって, 得られたカラー手袋の色抽出例を示す.

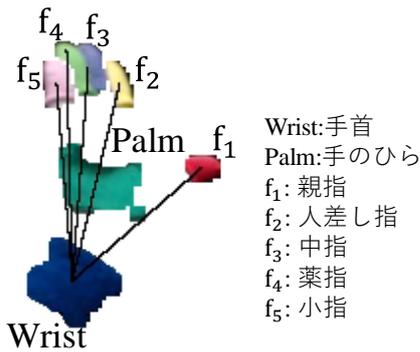


図 5 カラー手袋の色抽出例

5.2 動画データに対する命名規則

1 回の手話動作ごとに分けた動画データを基に手話動作の情報を抽出している. 今後, 異なる OS での利用を考慮して, 1 回の手話動作毎に分けた動画データのデータ名は 8 文字に制約した. データ名に含める情報は手話者, 手話単語, サンプル番号であり, 以下を 8 文字で表現する.

- (1) 手話者:「\_」と手話者を表す大文字のアルファベットの 2 文字(例: 手話者 A の場合, \_A とする)
- (2) 手話単語: 16 進数で表す 3 桁(例: 「涙」の場合, 031 とする)

現在 SmartDeaf で利用できる単語は 3099 単語あり, 16 進数表記にすることで最大 4095 種類の手話単語の表現が可能となることから 16 進数表記

とした. 49 番目の単語である「涙」は, 「031」となる.

- (3) 101 から始まるサンプル番号: 3 桁(例: 1 番目のサンプルの場合, 101 とする)

背景差分後の動画には上記で述べた 8 文字に左右の区別を示す文字を加え命名する. 左手の動作と右手の動作を区別するために右手の場合は「.R」を追加し, 左手の場合は「.L」を追加した

例として, 「涙」の動画データに対する命名規則に従ったファイル名の付与を図 6 に示す. 今後の更なる動画データの追加は, この命名規則に従って行う.



図 6 命名規則とファイル名の一例

6. 特徴量の算出と認識ツール入力データ

各手話動作を識別するための特徴量は, 認識性能を決定する際に重要な要素の 1 つである. 筆者らは, 手話動作から多くの種類の特徴的な情報を抽出し, 高い認識性能を確保しようと検討している. そのため, カラー手袋の色領域から手首の重心位置, 各指の重心位置, 手首と手の平の画素数の情報を取得した. 手首と各指の重心位置は x, y 座標の値を取得した. 加えて, 取得した手首と各指の重心位置と手首と手のひらの画素数を用いて, 特徴量を算出する. 以下に特徴量算出までの手順を示す.

(1) 線形補間

まれに, 手の向きによって, 手首の色領域が隠れてしまい, 手首の重心位置が検出できない場合がある. 手首の重心位置が行われない場合, 後述する「手の動きの軌跡」, 「手の位置」, 「手の動きの速度」を算出す

ることができない．そこで，欠落した手首の重心位置を線形補間する．線形補間後の手首の重心位置は CSV ファイルとして出力する．

(2) 特徴量の算出

a. 手首の重心位置から算出する特徴量

表 2 に示す算出式を用いて，線形補間後の手首の重心位置から，「手の動きの軌跡」，「手の位置」，「手の動きの速度」としてそれぞれ特徴量毎に，ベクトル系列で CSV ファイルに出力する．

b. 手首の重心位置と各指の重心位置から算出する特徴量

表 2 に示す算出式を用いて，線形補間後の手首の重心位置と各指の重心位置から，「手・指の形状」，「手の向き」としてそれぞれ特徴量毎に，ベクトル系列で CSV ファイルに出力する．

c. 手のひらと手首の画素数から算出する特徴量

表 2 に示す算出式を用いて，手のひらと手首の色抽出結果の画素数から，「手の回転」としてベクトル系列で CSV ファイルに出力する．

各特徴量の算出式と次元数，HMM における状態数を表 2 に示す<sup>(10)</sup>．

表 2 各特徴量の算出式，次元数と状態数

特徴量	算出式	次元数	状態数
軌跡	$tx_i = (x_i - \bar{x})/A$ $ty_i = (y_i - \bar{y})/A$ $A = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n ((x_i - \bar{x})^2 + (y_i - \bar{y})^2)}$	2	4
位置	$px_i = x_i/800$ $py_i = y_i/600$	2	4
速度	$dx_i = x_i - x_{i-1}$ $dy_i = y_i - y_{i-1}$	2	4
手指形状	$d_{ji} = \sqrt{(fx_{ji} - x_i)^2 + (fy_{ji} - y_i)^2}$ $j = 1, 2, 3, 4, 5$	5	3
向き	$\theta_i = \text{atan2}(fy_{ji} - y_i, fx_{ji} - x_i)$ $j = 2 \text{ else } 3 \text{ or } 4 \text{ or } 5 \text{ or } 1$	1	4
回転	$\beta_i = ((\text{Area of wrist})_i, (\text{Area of palm})_i)$	2	3

( $x, y$ ): 手首の重心位置, ( $f_x, f_y$ ): 各指の重心位置  
 $i$ : フレーム番号,  $j$ : 各指の番号(親指1,人差し指2,中指3,薬指4,小指5)  
 $n$ : 手話動作のフレーム長

(3) HTK の入力形式ファイルへの変換

認識処理は HTK(Hidden Markov Model Toolkit)を用いている．HTK は，音声認識への利用など時系列データに対する識別に広く適用されていることから用いた．認識手法については第 7 章で述べる．

上記の手順(2)より算出した特徴量を格納した CSV ファイルから以下の 2 つの HTK の入力形式ファイルを作成する．

- DAT ファイル(表 2 の算出式で求めた特徴量を格納

したファイル)

- LAB ファイル(各 DAT ファイルの単語名(ラベル)を格納したファイル)

7. HMM を用いた手話認識手法と実験

7.1 認識手法

HTK を用いた手話認識処理の手順を図 7 に示す．

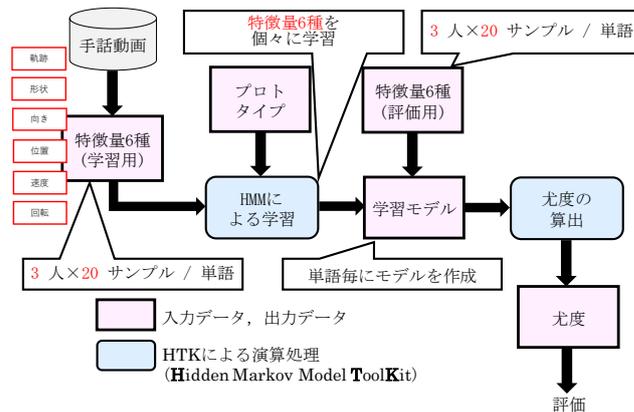


図 7 HTK を用いた手話認識処理の手順

HTK により算出した各単語の評価用データに対する尤度から認識結果を決定する方法を以下に述べる．

- (1) 右手と左手毎に，各特徴量を用いた HTK による尤度を降順に順位付けする．
- (2) (1)の 6 つの順位を合計する．
- (3) 右手と左手の順位を合計する．
- (4) 値が最も小さいものを認識結果とする．

認識結果を決定する手順を図 8 に示す．

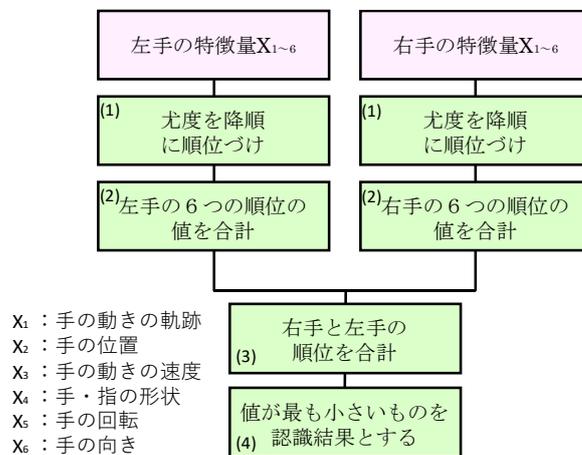


図 8 両手の各特徴量を用いた認識結果の決定方法

## 7.2 評価実験

第 7.1 節で述べた認識手法を用いて両手で行う手話単語の認識性能の評価を行う。用いる手話単語は表 1 に示した単語である。学習用データとして手話者 A, J, K の各単語 20 サンプル、評価用データとして異なる手話者 L, M, N の各単語 10 サンプルを用いた。各特徴量を用いた右手と左手のそれぞれの各特徴量の認識結果を表 3 に、右手と左手を統合した認識結果を表 4 に示す。ここで、1 位は順位が 1 位の結果のみを正解とし、3 位累積は順位が上位 3 位までを正解とした際の認識結果である。

表 3 右手と左手の各特徴量の認識結果

特徴量	学習用データA, J, K 評価用データL, M, N			
	右手		左手	
	1位	3位累積	1位	3位累積
軌跡	28.4%	59.0%	37.8%	68.4%
位置	30.2%	52.5%	30.4%	52.5%
速度	24.5%	44.9%	16.9%	38.8%
手指形状	33.7%	53.3%	36.9%	61.6%
向き	28.2%	52.7%	30.6%	50.0%
回転	28.6%	52.5%	20.6%	46.5%
6種の特徴量の結果を統合	56.3%	73.9%	55.3%	77.8%

表 4 右手と左手を統合した各特徴量の認識結果

特徴量	学習用データA, J, K 評価用データL, M, N	
	両手	
	1位	3位累積
6種の特徴量の結果を統合	67.5%	87.5%

表 3 から、右手と左手の各特徴量による 1 位の認識率は 16~37%であることを確認した。右手と左手の 6 つの特徴量を統合した場合、右手と左手の 1 位の認識率はともに 55%前後であり、両者の認識結果には大きな差は見られなかった。

表 4 から、右手と左手の順位を統合した認識率は 67.5%であることを確認した。表 3 の右手と左手個別の認識率より約 10%向上した。よって、両手で行う手話単語の認識では、右手と左手の認識結果を統合することにより、認識性能が向上し、提案手法の妥当性を確認した。

表 4 に示した 1 位の認識結果を単語ごとに確認する。各単語の 1 位の認識結果の Confusion Matrix を表 5 に示す。Confusion Matrix に示した値は、各単語の学習モデルに対して、順位のランキングが 1 位だった評価用データの個数(最大 30 個)を示している。このとき、同

率 1 位は 1 位の個数には含めないものとする。表 5 から、[9](たくましい), [10](ダイエット)の評価用データの過半数以上が [12](裸)と誤認識していることを確認した。

表 5 各単語の認識結果

		学習データ(17単語)																
		[1]	[2]	[3]	[4]	[5]	[6]	[7]	[8]	[9]	[10]	[11]	[12]	[13]	[14]	[15]	[16]	[17]
評価用データ(17単語)	[1]	29	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	[2]	0	22	6	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0
	[3]	0	4	17	2	0	0	0	0	1	0	2	0	0	0	0	0	3
	[4]	4	0	0	23	0	0	0	0	0	0	2	1	0	0	0	0	0
	[5]	0	0	0	0	19	4	0	0	0	1	0	1	0	1	4	0	0
	[6]	0	0	0	1	0	25	0	0	0	0	0	4	0	0	0	0	0
	[7]	0	0	0	0	1	0	25	0	0	2	0	0	0	0	0	1	0
	[8]	0	0	0	0	0	3	0	25	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	[9]	0	9	0	1	0	0	0	0	1	0	4	13	0	0	1	0	0
	[10]	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10	0	16	0	0	1	0	0
	[11]	0	0	0	11	0	0	0	0	0	0	19	0	0	0	0	0	0
	[12]	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	26	0	0	2	0	0
	[13]	0	0	2	5	0	0	0	0	0	0	1	0	20	0	0	0	0
	[14]	0	0	0	0	2	3	0	0	0	0	0	0	0	22	2	0	0
	[15]	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	14	0	0	16	0	0
	[16]	0	2	5	4	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	15	1
	[17]	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	30
正解数		29	22	17	23	19	25	25	25	1	10	19	26	20	22	16	15	30
認識率		96.7%	73.4%	56.7%	76.7%	63.4%	83.4%	83.4%	83.4%	3.3%	33.3%	63.4%	86.7%	66.7%	73.3%	53.3%	50%	100%
全体の認識率		67.5%																

正解数(最大30)

誤認識の原因を確認するため、[9](たくましい), [10](ダイエット), [12](裸)の手話動作を調べる。[9](たくましい), [10](ダイエット), [12](裸)の手話動作を図 9 に示す。これら 3 つの手話動作における、手首の重心位置の変化はほぼ同一であり、それを用いて算出している特徴量の「手の動きの軌跡」、「手の位置」「手の動きの速度」が類似していると考えられる。[9](たくましい)と[12](裸)の手話動作の特徴の違いは、指が見えているか否かであり、6 つの特徴量のうち「手・指の形状」のみが異なる。また、[10](ダイエット)と[12](裸)の手話動作の特徴の違いは、手のひらが見えるか否かであり、特徴量「手の回転」のみが異なる。そのため、明確に識別するための情報が少なく、誤認識が起きたと考えられる。

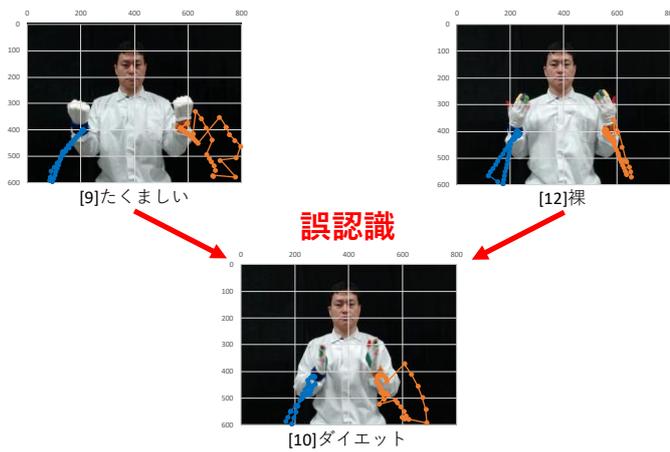


図10 Ges[47]たくましい, Ges[48]ダイエット, Ges[50]裸の動作

図9 [9](たくましい), [10](ダイエット), [12](裸)の手話動作

今後は、異なる特徴が少ない手話単語の誤認識を改善するべく、本提案手法の前段階として、指が見えるか否かの判定、手のひらが見えるか否かの判定を追加するなど、新たな認識手法の検討が必要であると考えられる。

## 8. まとめ

本報告では、これまでのHMMを用いた右手のみで行う手話単語の認識手法を基に、両手で行う手話単語の認識手法を検討した。認識の検討に用いる両手で行う手話単語17種を選定するとともに、その動画データを取得し、評価実験を行った。結果として、6つの特徴量を統合した右手の認識結果は56.3%であり、左手の結果は55.3%であることを確認した。さらに、右手と左手による結果を統合した認識率は67.5%に向上することを確認した。このことから右手と左手を別々に認識し、統合する提案手法が妥当であることを確認した。

また、Confusion Matrixから[9](たくましい)、[10](ダイエット)が[12](裸)と誤認識していることを確認した。これら3つの手話動作がほぼ同一であり、「手の動きの軌跡」、「手の位置」、「手の動きの速度」が類似していると思われる。[9](たくましい)と[12](裸)、[10](ダイエット)と[12](裸)の動作の異なる点は「手・指の形状」、「手の回転」のみであり、誤認識が生じたと考えられる。今後は、誤認識を改善するべく、本提案手法の前段階として、指が見えるか否かの判定、手のひらが見

えるか否かの判定を追加した、新たな認識手法の検討が必要であると考えられる。

## 参考文献

- (1) 山根 卓也, 舩富 卓哉, 飯山 将晃, 美濃 導彦: “データグローブのセンサデータに基づく各指節の位置・向き の推定手法の検討”, 信学技報, PRMU2011-138, pp.72-83 (2011)
- (2) 山田 寛, 松尾 直志, 島田 伸敬, 白井 良明: “手話認識のための見えの学習による手領域検出と形状識別”, 画像の認識・理解シンポジウム, IS1-37, pp.635-642 (2009)
- (3) 吉野 和芳, 川嶋 稔夫, 青木 由直: “カラー手袋を用いた手話認識手法”, 情報処理学会研究報告, コンピュータビジョン研究会報告 95(68), pp.51-58 (1995)
- (4) T. Ozawa, H. Shibata, H. Nishimura, et al.: “Investigation of feature elements and performance improvement for Sign language recognition by Hidden Markov Model”, HCI 2017, Part II, LNCS vol.10278, pp. 1-13 (2017)
- (5) 小澤 辰典 他: “特徴量と複数の識別器の統合による手話認識性能向上”, 2017, HCG, A-8-3 (2017)
- (6) NHK, NHK 手話 CG, <http://cgi2.nhk.or.jp/signlanguage/> (2018年2月5日確認)
- (7) 日本手話研究所, 新しい手話の動画サイト, <http://www.newsigns.jp/alph/a1> (2018年2月5日確認)
- (8) 株式会社ケイ・シー・シー, 手話動画辞書アプリ, SmartDeaf, <http://www.smartdeaf.com/> (2018年2月5日確認)
- (9) 小澤 辰典 他: “複数の手話者データを HMM に学習させた識別性能の評価”, 2016 信学ソ大, B-20-22, p.451 (2016)
- (10) Y. Okayasu, T. Ozawa, M. Dahlan, et al.: “Performance enhancement by combining visual clues to identify sing language motions”, IEEE Pacific Rim Conference., Four pages (2017)



# 統計データを含むレポート作成指導のためのシステム化への 公共データの活用

吉根勝美\*<sup>1</sup>

\*<sup>1</sup> 南山大学

## Utilization of Public Data to System for Teaching Report Writing with Statistical Data

Katsumi Yoshine \*<sup>1</sup>

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

現学習指導要領では、高校数学で統計に関する内容が必修化され、次期指導要領では、小中学校の統計教育が充実するが、実社会では、実際の統計データに基づいたレポートが求められる。このとき、使用する統計に関わる分野の知識が必要となるので、こうしたレポートの作成スキルの育成は、大学で実施するのが適切である。本稿では、このスキル育成を目的とするシステム化への公共データと白書・年次報告書の活用について検討する。

キーワード: 公共データ, 白書, 実データ, 統計スキル, 大学教育

### 1. はじめに

現行の学習指導要領では、高等学校の数学で統計に関する内容が必修化され、次期指導要領では、小中学校でも統計教育が充実される予定である。現在の高等学校学習指導要領では、数学 I に「データの分析」が新設され、四分位偏差、分散、標準偏差、散布図、相関係数について、すべての高校生が数学で学ぶことになった。また、小学校は 2020 年度、中学校は 2021 年度より全面実施される次期指導要領では、理数教育の充実の一環として、統計教育を充実させることになっており、改訂のポイント<sup>(1)</sup>の中で「必要なデータを収集・分析し、その傾向を踏まえて課題を解決するための統計教育の充実(小:算数,中:数学)」と説明している。

しかし、小中学校、高等学校で受けた統計教育だけで、大学生・社会人が学習や仕事に使えるとはいえない。小中学生・高校生が統計を学ぶための教材に掲載されているグラフや数表は、学習のための架空のデータであったり、実際のデータであっても分かりやすいように編集されていたりする。

筆者は、大学生・社会人が必要とする統計に関するスキルには 2 種類あると考え、本稿では、2 種類の統計スキルを育成することを目的とする学習システムを設計するにあたり、公共データと白書・年次報告書をどのように活用すればよいかについて議論する。

### 2. 大学生・社会人に必要な統計スキル

本章では、大学生・社会人が学習や仕事に必要な統計スキルについて考察する。

#### 2.1 実際の統計データに関するスキル

小中学校、高等学校で受けた統計教育だけで、大学生・社会人が学習、研究、調査、仕事に使えるとはいえない。小中学生・高校生向けの教科書、資料集、ウェブサイトに掲載されているグラフや数表は、学習のための架空のデータであったり、実際のデータであっても分かりやすいように編集されていたりする。一方で、大学生・社会人が学習、研究、調査、仕事のために使うのは実際の統計データである。実際のデータを活用するには、基礎的な統計学や統計ソフトウェアの

操作方法のみならず、そのデータが属する分野に関わる専門的な知識から、統計の作られ方まで理解している必要がある。

例えば、小中学生が貿易について学ぶとき、主な品目の輸出・輸入先については円グラフが提示されることが多いが、国別の輸出額・輸入額を正式な統計データから得ようとするとは貿易統計の仕組みに関する知識が必要である。日本貿易会が小中学生を対象に開設したサイト<sup>(2)</sup>には、日本の主な輸出品目の輸出先として、自動車輸出額の国別構成比を表す円グラフが掲載されている。このグラフの元となる国別自動車輸出額データは、財務省関税局による貿易統計ウェブサイト<sup>(3)</sup>の「概況品別国別表」から入手することができる。概況品とは、いくつかの品目をまとめて一般的な名称を付したものである。ここでは、たまたま自動車という名称の概況品が見つけられるので、国別自動車輸出額データの入手は比較的容易である。しかし、詳細な品目について輸出額・輸入額データを必要とする場合には、品目ごとにつけられているコード番号を調べた上で統計表を検索する必要が生じ、データ入手までの手間がたいへんかかるようになる。

すなわち、大学生・社会人が学習、研究、調査、仕事のために統計データを使用するときは、データが属する分野に関する知識を前提として、統計データの入手の仕方やその仕組みまで、統計に関するスキルとして必要となる。

## 2.2 統計をことばで表現するスキル

「必要なデータを収集・分析し、その傾向を踏まえて課題を解決」した結果は、何らかの手段で表現されなければならないが、特に言語による表現の指導が十分に行われているとはいえない。参考文献(1)に、「学習の基盤としての各教科等における言語活動（実験レポートの作成、立場や根拠を明確にして議論することなど）の充実（小中：総則、各教科等）」という記述があること自体、小中学校での指導が十分ではなかったことにほかならない。

本節では、統計データを解釈して適切にことばで表現するスキルについて、実際にはどのようなスキルが必要か、実例に基づいて検討する

### 2.2.1 英語能力評価試験での事例

英語能力評価試験のひとつである IELTS（アイエルツ）のうち、英語圏の大学、大学院への留学を目指す人が受検する IELTS Academic で出題される Academic Writing Task 1 のサンプル問題を図 1 に示す<sup>(4)</sup>。ライティングでは Task 1 と Task 2 の 2 問が出題される。Task 2 はいわゆるエッセーであるが、IELTS Academic で出題される Task 1 は、与えられたグラフ、表、図解に含まれる情報を記述、要約、説明する問題である。特に、グラフが出題された場合は、グラフから読み取れるデータを記述、要約、説明しなければならない。

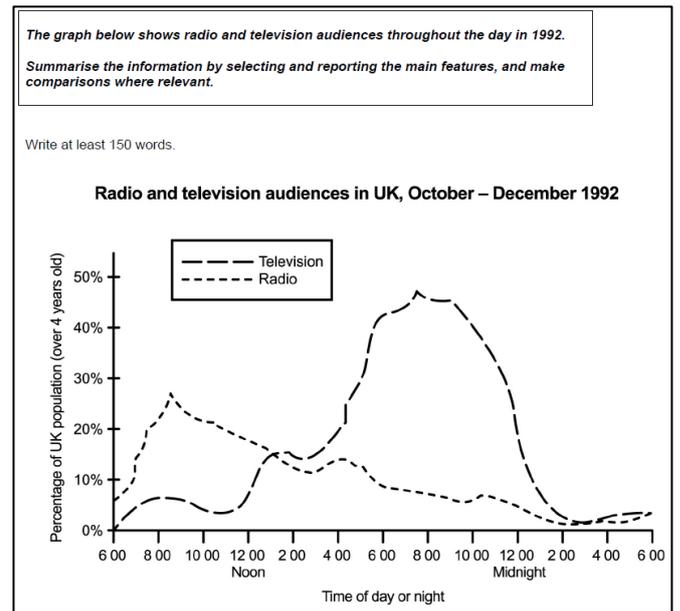


図 1 IELTS Academic Writing Task 1 のサンプル問題

図 1 のサンプル問題に対する解答例が同じサイトで公開されている。以下にその一部を引用する。このテストでは、データの動向の原因を追究する能力ではなく、データの動向を適切なことばで説明する能力を要求していることが分かる。

The bold graph shows the television audiences throughout the day. It shows that the percentage of audiences is zero percent in early morning but it gradually rises upto ten percent at 8:00 am and maintains the same for the next two hours. There is a slight fall in percentage in next two hours however after that it rises sharp upto twenty percent within the next two hours. After this the graph rises very fast and attains its peak at 10 pm which is about forty-five percent. The graph gradually falls down and at 2:00 am it is at five percent. (以下略)

この問題と解答例から、与えられた統計データを短時間で読み取って表現することは、英語圏の大学、大学院に入学するのに必要な最低限のスキルのひとつであることが推察される。なお、データに関する知識自体は要求されていないことに留意する必要がある。

### 2.2.2 リーディングスキルテスト

新井と尾崎<sup>(5)</sup>は、人工知能研究の結果として次のような懸念を表明し、読解力を科学的に測定するテストを開発している<sup>(6)</sup>。「AIと最も差別化できるはずの『よく見、よく読み、よく聞き、よく書き、よく話す能力』が教育できておらず、現代のAIに簡単に代替されるような表層的なスキルしか身に着いていないのではないかとの懸念が生じたのである。(略)そこで、われわれは中高校生が実際にどれだけ教科書に書かれている基本的な文を正しく読むことができるかを直接測定する方法を考案した。それが『リーディングスキルテスト』である」。

2016年から2017年にかけて実施された同テストのうち、ある文章を読んで、その内容を正しく表す円グラフを4つの選択肢から選ぶ問題の正答率は非常に低調であった<sup>(7)</sup>。対象は、全国の小中高校生や大学生、社会人合わせて約24,000人であった。「メジャーリーグの選手のうち28%はアメリカ合衆国以外の出身の選手であるが、その出身国を見ると、ドミニカ共和国が最も多くおよそ35%である」という文章を読んで、その内容を表す正しい円グラフを4つの選択肢から選ぶ問題がある。この文章は中学社会科の教科書からの引用である。正しいグラフを選択するための情報は、与えられた文章にすべて含まれており、この文章以外の知識を知らなくとも解ける問題である。選択肢となる円グラフは、どれも3～4の項目からなる単純なものであり、正解と不正解は容易に区別できるはずであるが、中学生の全国平均が12.3%、高校生の全国平均が27.8%と低調であった。新井らの分析によると、中学生の6割、高校生の5割は、文中の「28%」を「米国出身の選手」の割合だと読み違えていた。

リーディングスキルテストの結果は、統計グラフと文章を結びつけるスキルを身につけるための教育が実施されてこなかったため、グラフを正しく解釈する能力が育てられていないことを示している。

### 2.3 大学生・社会人のための2種類の統計スキル

以上をまとめると、大学卒業時まで身に付けさせたい統計に関するスキルは2種類ある。ひとつは実際の統計データに関するスキルであり、もうひとつはデータ分析の結果を適切なことばで表現するスキルである。前者のスキルが大学生や社会人に必要な理由は、学習や仕事で使う統計データは実データであり、それを適切に扱うには、データの背景や知識をある程度必要とするからである。後者のスキルが大学生や社会人に必要な理由は、統計グラフと文章を結びつけるスキルの教育が不十分だったからである。

この2種類のスキルを学ぶには、公共データと白書・年次報告書を利用することが有効であると筆者は主張する。

大学生や社会人が使用する実際の統計データはその人ごとにまちまちであるから、そのための学習システムを用意するには、様々な分野の統計をほぼ無料で入手することができる公共データの活用が適している。民間企業で作成しているデータを入手するには、手続きが面倒であったり、有料であったりすることが多い点で、学習システムには使いにくい。

データ分析の結果を適切なことばで表現するスキルを獲得するには、文章を書く以前に、例となるような文章を数多く読む経験が必要であり、白書・年次報告書の活用が適している。1冊の白書・年次報告書の本文には、公共データを引用して作成されているグラフや数表が多数掲載されており、データ分析の結果を適切なことばで表現している例文を数多く読むことができる。

そこで、以下では、公共データと白書・年次報告書を利用した学習システムの構築を目標として、実際に試みていることを述べる。

## 3. 公共データと白書・年次報告書を活用した学習システム

本章では、大学生、社会人が統計データについて学ぶことを前提として、学習システムを設計するにあたって、公共データや白書・年次報告書がどのように活用できるかについて検討する。

### 3.1 公共データの活用

大学生、社会人が統計データについて学ぶための学習システム的设计においては、公共データをうまく利用する工夫が必要である。大学生や社会人が、学習、研究、調査、仕事に必要な統計データを入手するとき、最初に候補として考えるべきは、政府や自治体が作成した公共データである。なぜなら、公共データは信頼性が高く、その多くはウェブを通じて無料で公開されているからである。

ただし、2.1 節で貿易統計の例でも述べたとおり、統計データの作られ方は、それぞれに異なっており、かつ複雑であることが多く、システム設計の段階で仕様を定めることは難しい。

さまざまな公共データを一元的に提供する試みはある。総務省統計局は、2017年5月12日に統計ダッシュボード<sup>(8)</sup>の公開を始めた。統計ダッシュボードでは、国や民間企業等が提供している主要な統計データをグラフで表示したり、統計データを検索したりするシステムである。さらに、API (Application Programming Interface) 機能も公開されており、これを利用して新たなアプリケーションを作成することも可能である。

しかし、ひとつのシステムですべての統計データを網羅することは不可能であるため、本研究で設計する学習システムでは、公共データごとにサブシステムとして追加していく方針とする。前述の統計ダッシュボード API では、統計データ取得 API のほかに、データのメタ情報を取得する API として、系列、地域、用語、社会事象、統計情報の5種類の API を提供している。これに対して、本研究では、あらかじめ仕様を定めることはせず、公共データごとに個別に対応していく。

### 3.2 学習システム内のデータベース機能

大学卒業時まで身に付けたい統計に関するスキルとして、統計データそのものを知るためのスキルと、統計データを適切にことばで表現するスキルの2種類を設定するとき、これらを同時に学ぶ教材には、公共データと白書・年次報告書がふさわしい。特に後者のスキルを向上させるには、グラフや数表を説明する文章のサンプルを、数多く学ぶことが効果的である。そこで、白書・年次報告書に掲載されているグラフあるいは数表と、それについて説明している本文中の文章

の組み合わせを、学習システム内にデータベースとして用意しておくといよい。

そこで、図2に示すようなデータベース機能を考える。白書・年次報告書から抽出したグラフと文章を蓄積する。このとき、グラフと文章の対応付けも同時に記録する。また、統計データの表現に使われる用語を抽出し、表現集として蓄積する。

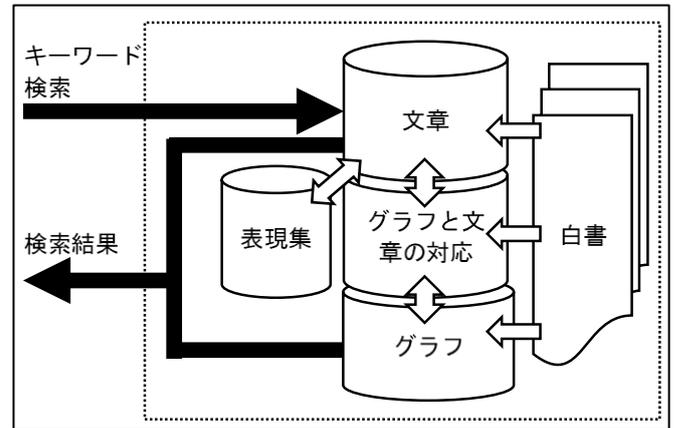


図2 学習システム内のデータベース機能

### 3.3 白書から文章とグラフの自動抽出

以下では、「平成25年度水産白書」のうち、「平成25年度水産の動向」の第II章「平成24年度以降の我が国水産の動向」を具体例として<sup>(9)</sup>、白書から、文章とグラフを自動抽出し、両者を対応付けるための手順について述べる。なお、白書からの文章とグラフの自動抽出は、プログラミング言語 Python を用いて記述する。

#### 3.3.1 文章の抽出

白書の目次は、図3に示すように1ページのウェブサイトに掲載されており、そこから本文へのリンクが設定されている。



図3 水産白書の目次の一部

以下に示すように、図3における各ページへのこのリンク先の URL が、/j/kikaku/wpaper/h25\_h/trend/1/

t1\_2\_1\_1.html のような形式になっていることを利用し、目次のページの HTML 文書からリンク先の URL を抽出し、順次本文の HTML 文書にアクセスする。

```

<h2>目次</h2>
<p class="fw-b">
<a href="/j/kikaku/wpaper/h25_h/trend/1/t1_2_1.html">第 1
節 我が国における水産資源の管理</a></p>
<div class="section">
<p><a href="/j/kikaku/wpaper/h25_h/trend/1/t1_2_1_1.html">
(1) 我が国周辺の水産資源の状況</a></p>
<p><a href="/j/kikaku/wpaper/h25_h/trend/1/t1_2_1_2.html">
(2) 資源評価の実施体制</a></p>
<p><a href="/j/kikaku/wpaper/h25_h/trend/1/t1_2_1_3.html">
(3) 資源管理の必要性</a></p>
<p><a href="/j/kikaku/wpaper/h25_h/trend/1/t1_2_1_4.html">
(4) 我が国の漁業管理の特徴</a></p>
<p><a href="/j/kikaku/wpaper/h25_h/trend/1/t1_2_1_5.html">
(5) 我が国における資源管理の具体的実施状況</a></p>
<p><a href="/j/kikaku/wpaper/h25_h/trend/1/t1_2_1_6.html">
(6) 自主的な資源管理とそれに参加する漁業者への支援</a></p>
<p><a href="/j/kikaku/wpaper/h25_h/trend/1/t1_2_1_7.html">
(7) 資源管理の国際協力</a></p>
</div>
<br />
<p class="fw-b">
<a href="/j/kikaku/wpaper/h25_h/trend/1/t1_2_2.html">第 2
節 我が国の漁場環境をめぐる動き</a></p>

```

アクセス先の URL をリスト hrefs に集める Python 言語によるプログラムは、以下の通りである。

```

from bs4 import BeautifulSoup
soup = BeautifulSoup( ¥
    open('index.html', encoding='utf-8'), ¥
    'html.parser')
hrefs = [e.attrs["href"] for e in ¥
    soup.findAll( ¥
    href=re.compile( "^/j.+t1_._.*.html"))]

```

### 3.3.2 グラフの自動抽出

図 4 に示すような図表を含むウェブページに対応する HTML 文書は、画像のファイル名に“f\_077.gif”のように 3 桁の連番が付されていることを利用してグラフを抽出する。

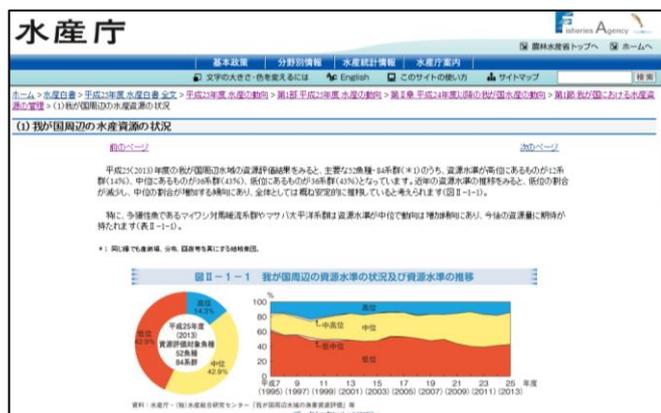


図 4 水産白書のウェブページの一部

```

<div class="ind01">平成 25 (2013) 年度の我が国周辺水域の資源評価結果をみると、主要な 52 魚種・84 系群 (*1) のうち、資源水準が高位にあるものが 12 系群 (14%)、中位にあるものが 36 系群 (43%)、低位にあるものが 36 系群 (43%) となっています。近年の資源水準の推移をみると、低位の割合が減少し、中位の割合が増加する傾向にあり、全体としては概ね安定的に推移していると考えられます (図 II-1-1)。</div>
<br />
<div class="ind01">特に、多獲性魚であるマイワシ対馬暖流系群やマサバ太平洋系群は資源水準が中位で動向は増加傾向にあり、今後の資源量に期待が持たれます (表 II-1-1)。</div>
<br />
<div class="txt_small">*1 同じ種でも産卵場、分布、回遊等を異にする地域集団。</div>
<br />
<div class="center"><br />
<a href="/j/kikaku/wpaper/h25_h/trend/1/other/f_077.xls">データ (エクセル: 29KB) </a></div>

```

白書本文を構成している複数の HTML 文書のファイル名の一覧がリスト flist に入っているとき、画像の alt 属性と src 属性のペアの一覧をリスト ilist に作成する Python 言語によるプログラムは、以下の通りである。

```

ilist = []
for f in flist:
    if re.search("^t1.*.html", f):
        html = open(f, encoding='utf-8')
        soup = BeautifulSoup( ¥
            html, 'html.parser')
        imglist = soup.findAll( ¥
            "img", [{"src":re.compile ¥
            ("/j/kikaku/wpaper/ ¥
            h25_h/trend/1/img/f_[0-9]{3}.gif")})
        ilist.extend([ ¥
            {"alt":img.attrs["alt"], ¥
            "src":img.attrs["src"]} ¥
            for img in imglist])

```

### 3.3.3 グラフと文章の対応

白書の本文は、先に示したように、class="ind01"の div 要素に記述されている。本文でグラフや数表を参照するときは、例えば、「全体としては概ね安定的に推移していると考えられます (図 II-1-1).」のように記述されている。「対象種は約 80 種に及びます(表 II-2-2, 図 II-2-3).」のように複数の図表を参照することがあることを考慮して、図表を参照している文章を集めてリスト dlist に作成する Python 言語によるプログラムは、以下の通りである。

```
dlist = []
for f in flist:
    if re.search("^t1.*.html", f):
        html = open(f, encoding='utf-8')
        soup = BeautifulSoup(html, 'html.parser')
        divlist = soup.findAll("div", {"class": "ind01"}, True, re.compile("[図表] II"))
        dlist.extend([ soup.div.get_text().strip() for div in divlist])
```

#### 4. おわりに

本稿では、大学生、社会人が統計データに関するスキルを身に付けるのに、公共データと白書・年次報告書を利用することが有効であるとし、特に、実際の白書から、文章と図表を自動的に取り出すシステムの実現可能性を議論した。このシステムの最終的な目標は、大学生、社会人のための統計スキルを育成するための学習システムの構築である。ここでいう統計スキルとは、大学卒業時まで身に付けたい統計に関するスキルのことで、本研究では、実際の統計データに関するスキルと、データ分析の結果を適切なことばで表現するスキルで2種類を考えている。これらのスキルの育成には、公共データと白書・年次報告書の活用が効果的であるとし、これらを活用した学習システムの構築を目指している。

昨今では、人工知能が作成した新聞記事が見られる。例えば、日本経済新聞社が日経電子版等で2017年1月25日に配信開始した『決算サマリー』は、人工知能が上場企業の開示資料や決算データから文章を作成し、配信するまで完全自動化されている<sup>(10)</sup>。

しかし、人工知能の進展に関わらず、大学生、社会人にとって、統計データをよく観察して特徴を見つけ出し、レポートにまとめるスキルが不要になることはないだろう。今後は、このシステム構築を進めながら、統計スキルの学習に役立つこととして、例えば、ドリル問題の自動生成や、学生が書いたレポートの評価への応用について検討したい。

#### 謝辞

本研究は JSPS 科研費 JP17H01994 の助成を受けたものです。

#### 参考文献

- (1) 文部科学省：“幼稚園教育要領，小・中学校学習指導要領等の改訂のポイント，” [http://www.mext.go.jp/a\\_menu/shotou/new-cs/\\_icsFiles/afieldfile/2017/06/16/1384662\\_2.pdf](http://www.mext.go.jp/a_menu/shotou/new-cs/_icsFiles/afieldfile/2017/06/16/1384662_2.pdf) (2017)
- (2) 日本貿易会：“日本の主な輸出入品，” JFTC キッズサイト，[http://www.jftc.or.jp/kids/kids\\_news/japan/item.html](http://www.jftc.or.jp/kids/kids_news/japan/item.html) (2018年2月6日確認)
- (3) 財務省 関税局：“財務省貿易統計，” <http://www.customs.go.jp/toukei/> (2018年2月6日確認)
- (4) IELTS 公式サイト：<https://www.ielts.org/> (2018年2月6日確認)
- (5) 新井紀子，尾崎幸謙：“デジタルイゼーション時代に求められる人材育成，” NIRA オピニオンペーパーNo.31，<http://www.nira.or.jp/pdf/opinion31.pdf> (2017)
- (6) 国立情報学研究所ニュースリリース：“文章を正確に読む力を科学的に測るテストを開発産学連携で『読解力』向上を目指す研究を加速，” [http://www.nii.ac.jp/userimg/press\\_20160726.pdf](http://www.nii.ac.jp/userimg/press_20160726.pdf) (2016)
- (7) 読売新聞 2017年9月23日朝刊 31面：“文章構成変わると誤解も 読解力テスト グラフ理解する力不足” (2017)
- (8) 総務省 統計局：“統計ダッシュボード，” <https://dashboard.e-stat.go.jp/> (2018年2月6日確認)
- (9) 水産庁：“平成25年度水産白書，” [http://www.jfa.maff.go.jp/j/kikaku/wpaper/h25\\_h/](http://www.jfa.maff.go.jp/j/kikaku/wpaper/h25_h/) (2014)
- (10) 日本経済新聞社ほか：“完全自動「決算サマリー」ベータ版(試用版)，” <http://pr.nikkei.com/qreports-ai/> (2018年2月6日確認)

# Web 調べ学習における主体的学習プロセスの診断手法

佐藤 禎紀\*1, 柏原 昭博\*1, 長谷川 忍\*2, 太田 光一\*3, 鷹岡 亮\*4

\*1 電気通信大学 \*2 北陸先端科学技術大学院大学

\*3 日本生涯学習総合研究所 \*4 山口大学

## Diagnosing Self-Directed Learning Process on the Web

Yoshiki Sato\*1, Akihiro Kashihara\*1, Shinobu Hasegawa\*2, Koichi Ota\*3, Ryo Takaoka\*4

\*1 The University of Electro-Communications

\*2 Japan Advanced Institute of Science and Technology

\*3 Japan Institute of Lifelong Learning \*4 Yamaguchi University

Web 調べ学習では、学習者は主体的に Web リソースを選択しながら学習を進めることができる。しかしながら、学習課題に対して学習した項目や順序(学習シナリオ)を評価するには、解との比較が必要となるが、解を定義することは困難である。また、解を定義できたとしても、解との比較による評価では学習の主体性を損ねることになる。このような問題に対して、本研究では LOD を用いて課題を表すキーワード間の距離測定や課題キーワードに対する関連キーワードの一致度比較を行うことによって、主体性を損なわずに学習シナリオの診断を行う手法を提案する。

キーワード: Web, 調べ学習, LOD, 主体的学習

### 1. はじめに

近年、教育現場における学習指導での ICT 活用<sup>(1)</sup>や主体的学習<sup>(2)</sup>が重要視されている。特に膨大なリソースを持つ Web 空間における調べ学習(Web 調べ学習)は、学習者がリソース(学習リソース)を自由に選択できるため、学習する課題(学習課題)に対して、主体的かつ網羅的に学習することができる。

しかし Web 空間での学習は、学習項目や順序(学習シナリオ)が予め示されているテキスト教材とは異なり、学習課題に対して学んだ知識を構築しながら、次に学ぶべき課題を部分課題として展開(課題展開)しながら、学習シナリオを学習者自身が作成する必要がある。そのため、学習者への認知的負荷が大きく、学習者の学習プロセスが不鮮明になりやすい<sup>(3)</sup>。

このような問題に対して筆者らの先行研究<sup>(4)</sup>では、Web 調べ学習モデルを考案し、そのモデルに沿ったシステム interactive Learning Scenario Builder(iLSB)を開発した。このシステムで学習者の知識構築と課題展開を明示することで、Web 調べ学習の足場を築き、課題展開

の活性化を行ってきた。

一方、学習シナリオの妥当性評価に関しては研究課題として残されていた。学習シナリオの妥当性を評価するには、解となる学習シナリオ(解シナリオ)を用意し、学習者の学習シナリオと比較する必要がある。しかしながら、学習者の学習シナリオに対して解を用意することは難しい上に、解シナリオとの比較による診断は、学習者に対して解シナリオに沿った学習シナリオの生成を促し、学習者の主体的学習を阻害してしまう。

このような問題に対して、本稿では学習者の課題展開に対して、Web 上の関連データを紐付けして公開する仕組みである LOD(Linked Open Data)を用いることで、課題を表すキーワード(課題キーワード)間の LOD における距離の測定による関連度の算出や、課題キーワードに対する関連語句の一致度比較による類似度の算出から、判定条件に基づく課題展開の診断を行う。この手法により学習者の主体性を損なわずに学習シナリオの診断を行う。

## 2. Web 調べ学習

### 2.1 Web 調べ学習の特徴

Web 空間では、膨大なリソースから学習者が自由に学習リソースを選択できる。そのため、学習者は主体的かつ網羅的な学習が行える。このような Web 空間での調べ学習は、単に学習課題をキーワード検索するのではなく、Web を横断的に探索し、学習課題に関する知識構築を行うことで、課題について関連項目も含めて包括的に学ぶことである。しかし、Web 調べ学習では、テキスト教材のように学習シナリオは明示されていないため、学習者は知識構築と課題展開を同時並行に遂行する必要があり、その認知的負荷が大きいという問題があった。

### 2.2 Web 調べ学習モデル

前節で述べた問題に対し、筆者らの先行研究<sup>4)</sup>では Web 調べ学習モデルを考案し、そのモデルに沿ったシステムである iLSB(Interactive Learning Scenario Builder)を開発して、Web 調べ学習における学習者の足場構築を行ってきた。

Web 調べ学習モデルは図 1 のように、Web リソース探索フェイズ、Navigational Learning フェイズ、学習シナリオ作成フェイズの 3 フェイズからなる。学習者はこの 3 フェイズを部分課題が展開されなくなるまで繰り返すことを想定している。

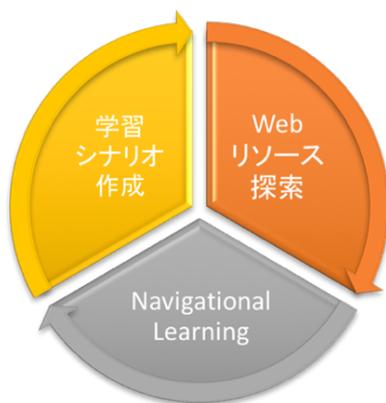


図 1 Web 調べ学習モデル

#### 2.2.1 Web リソース探索フェイズ

Web リソース探索フェイズは、Web リソースから学習に用いる学習リソース群を収集・探索するフェイズである。学習課題が「地球温暖化について調べる」であった場合、検索エンジンを介して「地球温暖化」を

検索し、Web 空間を探索することで、「地球温暖化」を学ぶための学習リソース群を収集・探索する。

#### 2.2.2 Navigational Learning フェイズ

Navigational Learning フェイズは、課題に対して知識構築を行うフェイズである。

収集した学習リソース群を探索することで課題について学習し、「温室効果ガス」のように学習した項目をキーワードとして分節化する。「温室効果ガス」と「二酸化炭素」のように関連あるキーワードには、関連付けを行い、知識の構築を行う。

#### 2.2.3 学習シナリオ作成フェイズ

学習シナリオ作成フェイズは、構築した知識からさらに学ぶべき項目を部分課題として課題展開するフェイズである。

例えば「地球温暖化」について知識構築し、さらに「温室効果ガス」について学習を進めたい場合、「温室効果ガス」を部分課題として展開し、「温室効果ガス」についても Web 調べ学習モデルに沿って学習を進める。これを部分課題が生起されなくなるまで学習を繰り返し、Web 調べ学習を行う。最終的には学習シナリオが木構造として作成される。

### 2.3 学習シナリオ評価における問題点

学習者が前節で述べたモデルに沿って学習を進めても、学習シナリオの妥当性評価は学習者に委ねているため、必ずしも妥当な学習シナリオが作成されるとは限らない。そのため、学習シナリオを評価する必要があるが、作成される学習シナリオは学習者によって様々なため、評価に用いる解シナリオの用意が難しい。また、解シナリオとの比較による評価は、学習者に解シナリオに沿った学習シナリオ作成を促すため、主体性を損ねる恐れがある。

#### 2.4 LOD に基づく学習シナリオ診断

前節で述べた問題に対して本研究では、学習者の主体性を損なわずに学習者の学習シナリオを診断する。そのために、学習者による課題展開に対して、LOD を用いて課題キーワード間の関連度や類似度の算出を行う。この 2 つの指標を判定条件に基づいて学習者の課題展開を診断することで、学習者の主体性維持と学習シナリオの評価の両立を図る。

### 3. 学習シナリオ診断手法

本章では診断で用いる LOD とそれを用いた学習者の学習シナリオ診断手法について述べる。

#### 3.1 LOD (Linked Open Data)

LOD(Linked Open Data)とは、関連データを相互にリンク付けし、それをオープンデータとして Web 上に再公開する仕組みである<sup>6)</sup>。主な LOD として DBpedia や Freebase が挙げられる。その中でも Wikipedia の情報を自動抽出した LOD である DBpedia は、LOD の中でも中心となる存在<sup>6)</sup>であるため、本研究では DBpedia を用いる。DBpedia は図 2 のような主語、述語、目的語の 3 つの構造体(トリプル)から成る RDF と呼ばれるデータ形式で構成されている。



図 2 RDF のデータ形式

RDF 形式のデータ(RDF データ)は RDF ストアと呼ばれるデータベースで公開されている。この RDF ストアに対して、RDF データを検索するためのクエリ言語である SPARQL を用いてクエリを送信することで、RDF データの抽出が可能である。この技術を用いることで、キーワード間の関係の有無の判定や関連語句の抽出を行うことができる。

例えば、図 3 のように課題キーワード「温室効果ガス」と「二酸化炭素」の関係を知りたいとき、主語、目的語の部分に「温室効果ガス」と「二酸化炭素」を設定し、述語の有無を検索する SPARQL クエリを DBpedia に送信すると、DBpedia は「温室効果ガス」と「二酸化炭素」を含む RDF トリプルの述語を返す。こうしたクエリから述語数を数えることで、課題キーワード間の関連度を算出することができる。

また、「温室効果ガス」と「二酸化炭素」のそれぞれに対して、リンクしている関連語句を検索する SPARQL クエリを DBpedia に送信すると、「化石燃料」や「京都議定書」などそれぞれの課題キーワードの関連語句を取り出せる。基本的に、これらの重複度から課題キーワード間の類似度を算出できる。

以上のように求められた課題キーワード間の関連度と類似度から、課題展開の妥当性診断が可能である。

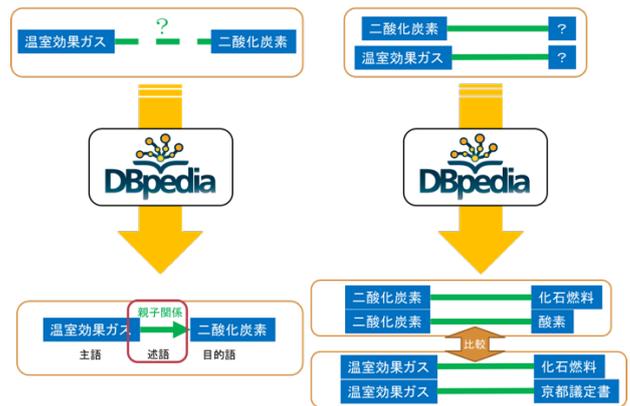


図 3 SPARQL を用いた RDF データ取得イメージ

#### 3.2 診断の枠組み

本研究では Web ブラウザである Firefox のアドオンである iLSB の一機能として、学習者の学習シナリオの妥当性診断を行う。診断手順は図 4 の通りである。

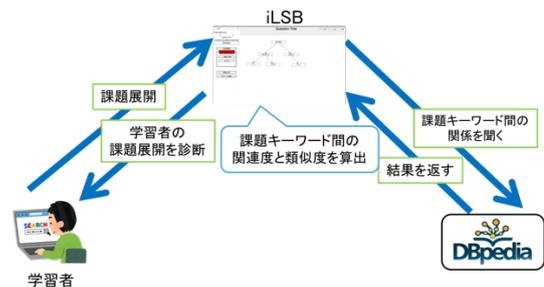


図 4 学習シナリオ診断の流れ

学習者は iLSB を使用し、Web 調べ学習モデルに沿って学習を進める。iLSB は、学習者が学習シナリオ作成フェイズで課題展開する時に学習シナリオの診断を行う。

iLSB は、課題キーワード間の関係の有無や関連語句を検索する SPARQL クエリを送信する。DBpedia は送信された SPARQL クエリの条件に合致する結果を返し、その結果から iLSB は課題キーワード間の関連度や類似度を算出する。算出した関連度や類似度に条件分岐を用いて診断を行う。診断結果は関連が強い課題キーワード間の関係には○、関連が弱い課題キーワード間の関係には△、課題キーワード間の関係が DBpedia からは不明な場合は?の 3 段階で評価する。

また、診断は課題展開元と課題展開先との課題キーワード間(局所的関係)に対してだけ行うのではなく、初期学習課題に沿った課題展開であるかということも

考えた診断を行う。図5のように初期学習課題が「地球温暖化」であり、「温室効果ガス」から「二酸化炭素」に課題展開した時を例にすると、「温室効果ガス」と「二酸化炭素」の関係だけを診断するのではなく、「地球温暖化」と「二酸化炭素」の関係も診断する。これにより、学習者が学習課題から逸脱した課題を課題展開していないかということも診断する。

このような診断手法で、学習者が Web 調べ学習遂行時において課題展開の妥当性を見直すきっかけを与え、より妥当な学習シナリオ作成支援を行う。

#### 4. 学習シナリオ診断アルゴリズム

本章では、前章で述べた学習シナリオ診断手法で用いられる関連度と類似度の具体的な算出方法について述べる。

##### 4.1 課題キーワード間の関連度

###### 4.1.1 関連度算出方法の枠組み

課題キーワード間の関連度は、DBpedia における 2 つの課題キーワード間の距離、およびキーワード間の経路数を求め、予め設定した閾値を基準に算出する。

図5のように、「温室効果ガス」から「二酸化炭素」に課題展開した時、「地球温暖化」と「二酸化炭素」の関係と、「温室効果ガス」と「二酸化炭素」の関係を診断する必要があるが、ここでは「温室効果ガス」と「二酸化炭素」の関係を例に述べる。

まず、DBpedia で「温室効果ガス」から「二酸化炭素」に辿り着くまでに最短でいくつのリンクを辿るか(ステップ数)、また最短ステップ数で繋がれている経路の数(経路数)を検索するクエリを送信する。得られた結果をもとに、予め設定した閾値から関連が強いものには○、関連が弱いものには△、DBpedia から関連が不明、またはないと判定されるものには?の3段階で関連度を求める。なお関連度は、経路数よりも距離を表すステップ数を優先して判定する。

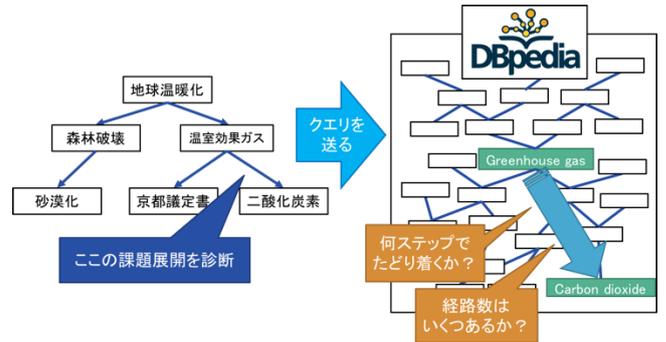


図5 課題キーワード間の関連度算出方法

###### 4.1.2 クエリの送信手順

「温室効果ガス」と「二酸化炭素」のステップ数、経路数を取得するクエリを SPARQL クエリ 1, SPARQL クエリ 2, に示す。

まず、学習者の課題展開に対して 1 ステップでリンクしているか検索する SPARQL クエリ 1 を DBpedia に送信する。結果が返ってこなかった時、2 ステップでリンクしているか検索する SPARQL クエリ 2 を送信する。これを 3 ステップまで行い、3 ステップでもリンクしていない場合、判定不能とする。

###### SPARQL クエリ 1

```

1 SELECT DISTINCT ?p1
2 WHERE{
3   VALUES ?root_name {"Greenhouse gas"@en}
4   VALUES ?end_name {"Carbon dioxide"@en}
5   ?root rdfs:label ?root_name.
6   ?end rdfs:label ?end_name .
7   {?root ?p1 ?end.}
8   UNION
9   {?end ?p1 ?root.}
10  }

```

###### SPARQL クエリ 2

```

1 SELECT DISTINCT ?p2 ?p3 ?o1
2 WHERE{
3   VALUES ?root_name {"Greenhouse gas"@en}
4   VALUES ?end_name {"Carbon dioxide"@en}
5   ?root rdfs:label ?root_name.
6   ?end rdfs:label ?end_name .
7   {?root ?p2 ?o1;
8     ?p3 ?end.}
9   UNION
10  {?root ?p2 ?o1.
11   ?end ?p3 ?o1.}
12  UNION
13  {?end ?p2 ?o1;
14   ?p3 ?root.}
15  UNION
16  {?o1 ?p2 ?end.
17   ?o1 ?p3 ?root.}
18  FILTER(contains(str(?o1),'http://dbpedia.org/resource/'))
19  }

```

## 4.2 課題キーワード間の類似度

### 4.2.1 類似度算出方法の枠組み

課題キーワード間の類似度の算出方法について述べる。まず各課題キーワードに対して DBpedia にリンクしている語句を関連語句として取り出す。取り出した関連語句を単語に分割し、課題キーワードに対する関連語句の単語集合を作成する。作成した単語集合を Simpson 係数で比較し、集合の類似度を算出する。これを予め設定した閾値を基準に課題キーワード間の類似度を算出する。

図6のように、「温室効果ガス」と「二酸化炭素」の課題キーワード間の類似度を算出する時を例に考える。

まず、「Fossil fuel」や「Kyoto Protocol」など DBpedia において1ステップでリンクしている関連語句を抽出し、単語集合を作成する。例えば「Kyoto Protocol」が関連語句として抽出された場合、「kyoto」、「protocol」のように分割し、単語集合を作成する。「the」、「in」、「and」のような冠詞、前置詞、接続詞は単語集合には含めない。作成された2つの課題キーワードに対して、集合の類似度を測る Simpson 係数を求め、予め設定した閾値から類似しているものには○、類似度が薄いものは△、DBpedia からは類似しているか不明、または類似していないと判定されたものには?の3段階で算出する。

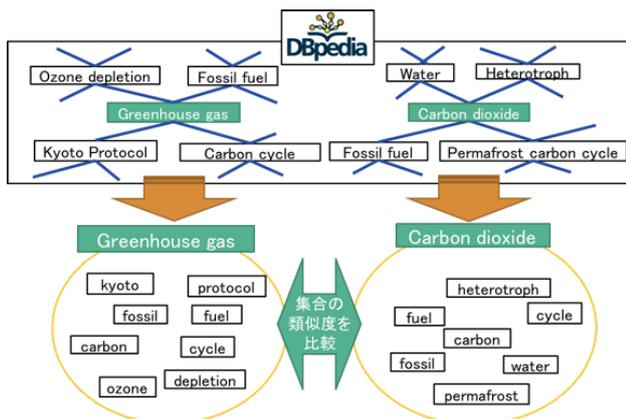


図6 課題キーワード間の関連度算出方法

### 4.2.2 クエリの送信手順

「温室効果ガス」の1ステップ先の語句を取得するクエリを SPARQL クエリ 4 に示す。一度のクエリで DBpedia から取得できるデータ数は最大1万語であるため、1万語以上のデータを取得する必要がある場合には、クエリの最後に「OFFSET 10000」のように、クエリの条件に一致する全データの先頭位置を変更し

て再度クエリを送信する。

クエリを送信して返ってきた結果を関連語句として単語に分割し、単語集合を作成する。これを比較する課題キーワードである「二酸化炭素」についても同様に、単語集合の作成を行い、Simpson 係数によって比較し、予め設定した閾値を基準に課題キーワード間の類似度を算出する。

### SPARQL クエリ 4

```

1 SELECT DISTINCT ?root_name ?child_name
2 WHERE{
3   VALUES ?root_name {"Greenhouse gas"@en}
4   ?root rdfs:label ?root_name .
5   ?child rdfs:label ?child_name .
6   {?root ?p2 ?child.
7   UNION
8   {?child ?p3 ?root.}
9   FILTER(LANG(?child_name) = 'en')
10  FILTER(?root_name != ?child_name)
11  FILTER(contains(str(?child),'http://dbpedia.org/resource/'))
12 }

```

### 4.2.3 Simpson 係数

Simpson 係数は集合 X と Y に対して(1)式で求められ、自然言語処理などでよく用いられる2つの集合の類似度を測る指標である。

$$\text{Simpson}(X, Y) = \frac{|X \cap Y|}{\min(|X|, |Y|)} \quad (1)$$

集合の類似度を測る指標として、Jaccard 係数や Dice 係数がある。これらは分母に X と Y の和集合の要素数や X の要素数と Y の要素数の和を取る。そのため片方の集合の要素数が比較的大きい場合、類似していても小さい値が出てしまうということが生じるが、Simpson 係数は2つの集合の最小値を取っているため、そのようなことが生じない。また部分集合の関係であるときは結果が1となるため、本研究では Simpson 係数を用いる。

## 4.3 閾値設定

課題キーワード間の関連度と類似度算出における閾値設定のため、ケーススタディを行った。

### 4.3.1 設定方法

妥当であると考えられる「地球温暖化」を学習課題とした図7の学習シナリオと、学習課題とは関係の薄いと考えられる「東京」、「織田信長」、「重力」、「クワガタ」、「微分」、「脂肪」に対して、前章で述べた診断

アルゴリズムを適用し、課題展開における、学習課題との関係と局所的関係について関連度と類似度を算出した。

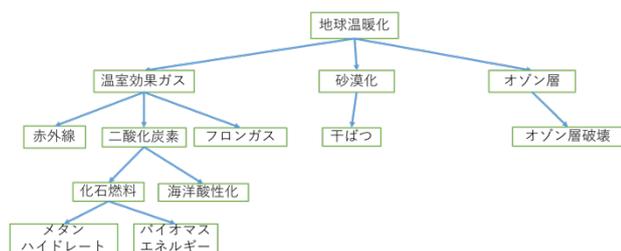


図 7 閾値設定のための学習シナリオ

### 4.3.2 結果

前節で述べた閾値の設定方法に基づき、関連度と類似度を算出した。まず、図 7 の学習シナリオにおいて、課題展開での局所的関係の診断結果を表 1 に示す。

表 1 局所的関係における診断結果

課題展開元 キーワード	課題展開先 キーワード	類似度	関連度	
			ステップ数	経路数
地球 温暖化	温室効果ガス	55.1%	1	1
	砂漠化	37.5%	2	71
	オゾン層	50.2%	1	1
温室効果 ガス	赤外線	17.7%	1	1
	二酸化炭素	53.4%	1	1
	フロンガス	45.8%	1	1
オゾン層	オゾン層破壊	32.0%	1	1
砂漠化	干ばつ	35.6%	1	1
二酸化炭素	化石燃料	54.8%	1	1
	海洋酸性化	54.1%	1	1
化石燃料	メタンハイドレート	37.9%	2	15
	バイオマスエネルギー	37.1%	2	133

次に図 7 の学習シナリオにおいて、課題展開における学習課題との関係の診断結果を表 2 に示す。

最後に、学習課題である「地球温暖化」とは関係なさそうなキーワードである「東京」、「織田信長」、「重力」、「クワガタ」、「微分」、「脂肪」との関係における診断結果を表 3 に示す。

表 2 学習課題との関係における診断結果

課題展開先 キーワード	類似度	関連度	
		ステップ数	経路数
赤外線	18.8%	1	1
二酸化炭素	30.7%	1	1
フロンガス	46.8%	1	1
オゾン層破壊	51.8%	1	1
干ばつ	30.5%	1	1
化石燃料	51.1%	1	1
海洋酸性化	53.9%	1	1
メタンハイドレート	50.7%	1	1
バイオマスエネルギー	37.7%	2	98

表 3 関係の薄いキーワードとの診断結果

課題展開先 キーワード	類似度	関連度	
		ステップ数	経路数
東京	41.5%	2	38
織田信長	12.0%	判定不可	判定不可
重力	22.8%	2	21
クワガタ	24.9%	判定不可	判定不可
微分	13.4%	2	2
脂肪	17.2%	2	4

### 4.3.3 考察

まず、関連度について考察する。関係ある課題展開の診断結果である表 1、表 2 において、ほとんどステップ数が 1 であることから 1 ステップのものは全て○と判断して良いと考えられる。また、2 ステップでも経路数は 70 を超えているが、学習課題と関係ないキーワードとの診断結果である表 3 より経路数が 38 以下は関係ないと判断されている。このことから 2 ステップで経路数 70 以上を△、2 ステップで経路数 70 未満もしくは 3 ステップ以上のものを？と判断することが妥当である。

次に、類似度について考察する。表 1、表 2 より、「赤外線」を除き類似度が 30%以上である。また、表 3 では「東京」以外は最大でも 24.9%である。このことから 30%以上を○、20%以上 30%未満の類似度を△、20%未満を？と判断することが妥当である。

最後に 2 つの診断指標を用いた診断アルゴリズムに

ついて考える。表 1, 表 2 の最小値は 30.7%, 表 3 の最大値は 24.9% で差が 5% 程度しかない。それに対して関連度は経路数が最小のものは 2 ステップ 71 経路, 表 3 における最大のものは 2 ステップ 38 経路と差が大きく, 関係の有無が明確である。この点から関連度を優先すべきと考えられる。また, 学習課題を学ぶことが Web 調べ学習の目的であるため, 局所的関係よりも学習課題との関係を優先すべきである。以上のことから本研究では, 図 8 のアルゴリズムで診断を行う。

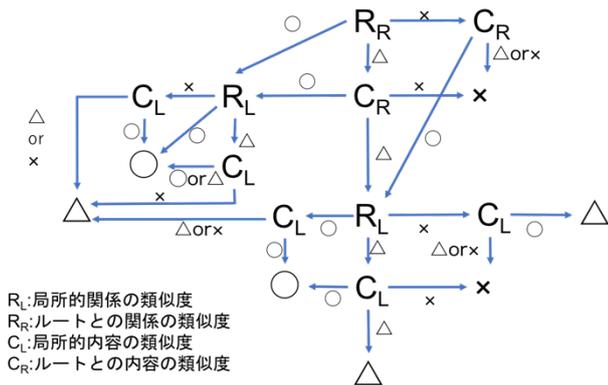


図 8 課題展開の診断アルゴリズム

## 5. 評価実験

本研究では, 4 章で示したアルゴリズムの有効性検証のため, 評価実験を行なった。本章ではその評価実験について述べる。

### 5.1 実験の目的

本実験では, 提案アルゴリズムが学習者の学習シナリオに対してどの程度妥当な診断が行えるかということを目的として実験を行なった。

### 5.2 実験の内容

本実験では, 「アレルギー」, 「インフルエンザ」, 「災害」の 3 つの学習課題に対して, 学習者が作成した学習シナリオをそれぞれ 10 個用意し, 提案アルゴリズムでの課題展開の妥当性診断と人手による課題展開の妥当性診断を比較し, 提案アルゴリズムの評価を行う。

人手による診断は, 表 5 のリソースを元に, 学習シナリオの課題展開に対して筆者ら 3 人が個々に 3 段階で診断を行なった。個々の診断結果を照合し, 結果が一致したものはその結果を, 異なったものは評価数の多い結果を, 全員の評価が異なったものは,  $\Delta$  とした。

表 5 人手による診断で用いた参考文献

タイトル	URL
アレルギーってなあに?, アレルギーとアナフィラキシー, アナフィラキシーってなあに.jp	<a href="https://allergy72.jp/anaphylaxis/allergy.html">https://allergy72.jp/anaphylaxis/allergy.html</a>
アレルギー辞典, かめさきこども・アレルギークリニック, 豊中市の小児科・アレルギー科	<a href="http://www.kamesa-kikodomo.jp/jiten.html">http://www.kamesa-kikodomo.jp/jiten.html</a>
基礎知識, インフルエンザ情報サービス	<a href="http://influenza.info.jp/basic/index.html">http://influenza.info.jp/basic/index.html</a>
インフルエンザの基礎知識,厚生労働省	<a href="http://www.mhlw.go.jp/bunya/iyakuhi_n/file/dl/File01.pdf">http://www.mhlw.go.jp/bunya/iyakuhi_n/file/dl/File01.pdf</a>
NIED,自然災害を学ぶ	<a href="http://www.bosai.go.jp/activity_general">http://www.bosai.go.jp/activity_general</a>

また, アルゴリズムによる診断は図 8 のアルゴリズムを用いた。

### 5.3 実験結果

「アレルギー」, 「インフルエンザ」, 「災害」の 3 つの学習課題に対して, 人手の診断結果と提案アルゴリズムの診断結果の一致度は表 6 のようになり, 一致しなかったものの内訳は図 9 のようになった。また, 3 つの学習課題合わせた全体の一致度は 51.9% だった。

表 4 診断結果の一致度

アレルギー		インフルエンザ		災害	
シナリオ	一致度	シナリオ	一致度	シナリオ	一致度
1	50.0%	1	47.6%	1	31.3%
2	76.9%	2	45.5%	2	64.3%
3	15.4%	3	59.3%	3	27.3%
4	44.4%	4	51.9%	4	57.1%
5	77.8%	5	28.9%	5	42.9%
6	66.7%	6	56.5%	6	33.3%
7	38.5%	7	33.3%	7	61.9%
8	89.3%	8	33.3%	8	53.3%
9	75.0%	9	64.5%	9	31.3%
10	80.0%	10	63.0%	10	64.7%
全体	64.1%	全体	47.6%	全体	47.8%

案と診断アルゴリズムのシステムの実装とその評価実験があげられる。

## 謝辞

本研究の一部は、JSPS 科研費基盤研究（B）（No. 17H01992）の助成による。

## 参考文献

- (1) 第5章 初等中等教育における学習指導での ICT 活用：文部科学省  
[http://www.mext.go.jp/b\\_menu/shingi/chousa/shotou/056/shiryu/attach/1244851.htm](http://www.mext.go.jp/b_menu/shingi/chousa/shotou/056/shiryu/attach/1244851.htm)
- (2) 平成 28 年 12 月 21 日 幼稚園、小学校、中学校および特別支援学校の学習指導要領等の改善及び必要な方策等について(答申) (中教審第 197 号)：文部科学省  
[http://www.mext.go.jp/b\\_menu/shingi/chukyo/chukyo/0/toushin/\\_icsFiles/afieldfile/2017/01/10/1380902\\_0.pdf](http://www.mext.go.jp/b_menu/shingi/chukyo/chukyo/0/toushin/_icsFiles/afieldfile/2017/01/10/1380902_0.pdf)
- (3) 柏原昭博, 坂本雅直, 長谷川忍, 豊田順一：“ハイパー空間における主体的学習プロセスのリフレクション支援”, 人工知能学会誌, Vol./ 18, No. 5, pp.245-256 (2003)
- (4) Akihiro Kashihara, and Naoto Akiyama: “Learning Scenario Creation for Promoting Investigative Learning on the Web”, Journal of information and systems in education, Vol.15, No.1, pp.62-72 (2017)
- (5) トム・ヒース, クリスチャン・バイツァー：Linked Data Web をグローバルなデータ空間にする仕組み (2013)
- (6) 加藤 文彦, 川島 秀一, 岡別府 陽子, 山本 泰智, 片山 俊明：“オープンデータ時代の標準 Web API” SPARQL, Impress R&D(2015)

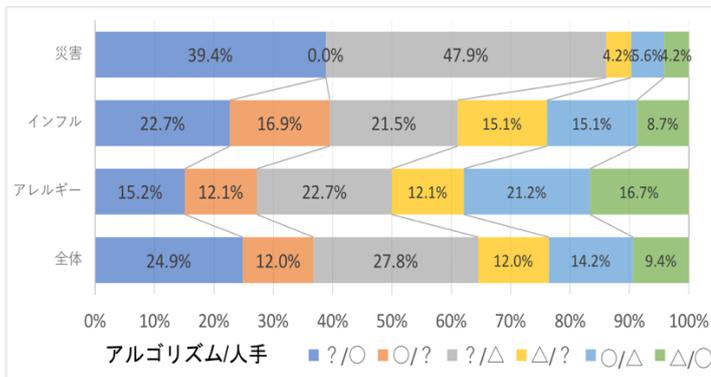


図 9 人手の診断と提案アルゴリズムでの診断の比較における不一致内訳

## 5.4 考察

3つの学習課題の全体の一致度は51.9%と50%を越えることはできた。しかし「インフルエンザ」と「災害」に関しては50%以下であるため、診断アルゴリズムの改善が必要である。図9の人手の診断と提案アルゴリズムでの診断の比較における不一致での内訳から考えると、提案アルゴリズムでは?と判定され、人手の診断とは不一致とされている?/○と?/△の割合が高い。特に災害はこの割合が8割を占め、この結果から診断アルゴリズムは人手の診断よりも厳しい評価をしていたことが分かる。この問題を解決するため、図8の診断アルゴリズムを評価が○や△になり易いように変更することや、4.3節で述べた閾値を変更すべきであるということが考えられる。また、DBpediaは英語のWikipediaをRDFデータとして抽出したものであるため、日本に関連することはリソースが少ない傾向がある。そのため、他のLODも参照できるような送信するSPARQLクエリの検討や、富士通研究所が提供するLOD4ALLのような様々なLODを利用できる基盤の利用が考えられる。

## 6. 結論

本研究では、Web調べ学習において、主体性の維持と学習者の学習シナリオの評価の両立が難しいという問題から、LODを用いて学習者の課題展開における妥当性を診断することで、学習シナリオを診断する手法を提案し、学習者が作成した学習シナリオに対して妥当な診断が行えるか評価実験を行なった。

今後の課題として、診断精度向上の為のアルゴリズムや使用するLODの再検討、またRDFデータの述語プロパティを用いたリンクの制限による診断手法の提

## スマートフォン向け

# 卓球ゲームリアルタイム記録・分析アプリの開発

筒井 隆文\*<sup>1</sup>, 岡崎 泰久\*<sup>1</sup>

\*<sup>1</sup> 佐賀大学大学院工学系研究科

## Development of “Real-time Recording and Analysis Application for Table Tennis” for Smartphones

Takafumi TSUTSUI\*<sup>1</sup>, Yasuhisa OKAZAKI\*<sup>1</sup>

\*<sup>1</sup>Graduate School of Science and Engineering, Saga University

あらまし：本研究では、現代におけるスポーツへの ICT の利用が増加している。一方、幅広い世代のプレイヤーが存在し、試合の展開が速い卓球においては有用性の高いアプリ等が少ないことを背景に、卓球ゲーム分析アプリの開発を行った。本アプリは、利用者が、スコア情報を入力すれば、得点推移、得失点率を提示する。また、HTML5 ハイブリッドアプリとして開発を行い、フリック入力にも対応することにより、多様なスマートフォンで手軽に、試合中にリアルタイムで使用可能にした。本アプリは、試合中のアドバイスや試合後の反省の参考に活用され、利用者の技術向上につながることを期待される。

キーワード：スポーツ，卓球，分析，スマートフォン，HTML5，ハイブリッドアプリ

### 1. はじめに

近年、スポーツにおける ICT の利活用が進んでいる。<sup>(1)</sup> 野球におけるスコアラーが投手や野手の特徴や傾向を分析したり<sup>(2)</sup>、バレーでも監督が試合中にタブレット端末でデータを見ながら選手に指示を出すといった光景がよく見られるようになってきた<sup>(3)</sup>。

卓球競技は試合展開の速い対人競技であり、幅広い世代のプレイヤーが存在している。競技には技術をどう使うのかの判断や予測（相手への対応）が重要である。そのためにはデータ分析が有効であると考えられる。

これまでに、卓球におけるデータ利用の有用性が言われている<sup>(4)</sup>。また、玉城らによって卓球のパフォーマンス分析ソフトウェアが開発されている<sup>(5)</sup>。このシステムは、トップ選手の詳細分析用のシステムで、試合内容の詳細な分析機能を備えている一方、情報入力にやや手間がかかり、誰もが容易に利用できるとは言えない。

そこで、スマートフォンに代表される携帯デバイスの普及に着目した。卓球界では試合を記録するスマー

トフォンアプリ<sup>(6)</sup>は存在するが、分析を行うスマートフォンアプリは存在しなかった。

これらを踏まえ、我々は誰でも手軽に入力を行い、卓球の試合の記録と分析を試合中にリアルタイムに行うことができ、試合中のアドバイスや、試合後の反省等の参考になることを目指して、スマートフォン向けの HTML5 ハイブリッドアプリとして卓球ゲームリアルタイム記録・分析アプリの開発、評価を行ってきている<sup>(7)(8)</sup>。

本研究では、インタフェースに Onsen UI を用いて、よりスマートフォン等に特化するよう改良を行い、実際の試合の分析に適用して、その動作確認を行った。

### 2. アプリの開発

#### 2.1 アプリの概要

本アプリは、試合中のアドバイスや試合後の反省のための情報をリアルタイムに提供することを目的としている。

利用者が、試合のサーブ権、得失点の情報を入力す

れば、分析結果として得点推移、サーブ時、レシーブ時の得失点率を提示する。

得点推移は、自分と相手の得点推移をゲーム毎に折れ線グラフにして、重ねて表示する。この分析項目では、そのゲームの流れが分かるため、自分がどのような場面（リード時、ビハインド時、等）で弱いのか、強いのか分かることが期待される。

サーブ時、レシーブ時の得失点率は、各ゲームの結果を同時に表示するため、比較も可能である。この分析項目では、自分のサーブが有効なのか、また、相手のサーブに上手く対応できているのか、等が分かることが期待される。

## 2.2 アプリの開発環境

開発環境は、アシアル株式会社が提供する、スマートフォン向けアプリの開発ツール **Monaca** を使用している。

開発には **OnsenUI** と **AngularJS**、分析結果の表示に **Chart.js** を用いている。

## 2.3 アプリの構成

本アプリを構成するページとその役割を表 1 に紹介する。

表 1 構成するページとその役割

ページ	役割
スタート画面	記録開始か記録閲覧を選ぶ
入力画面	大会情報、選手情報を入力する
確認画面	入力画面で入力した情報に間違いがないかを確認する
サーブ権選択画面	最初のサーブ権を選択する
記録画面	試合のサーブ権、スコア情報を入力する
分析結果画面	記録画面で入力された情報をもとに得点推移、得失点率の分析結果を表示する

## 2.4 アプリの利用

図 1 は、全体の利用の流れである。

まず、試合前に大会・選手情報記録画面で、記録を

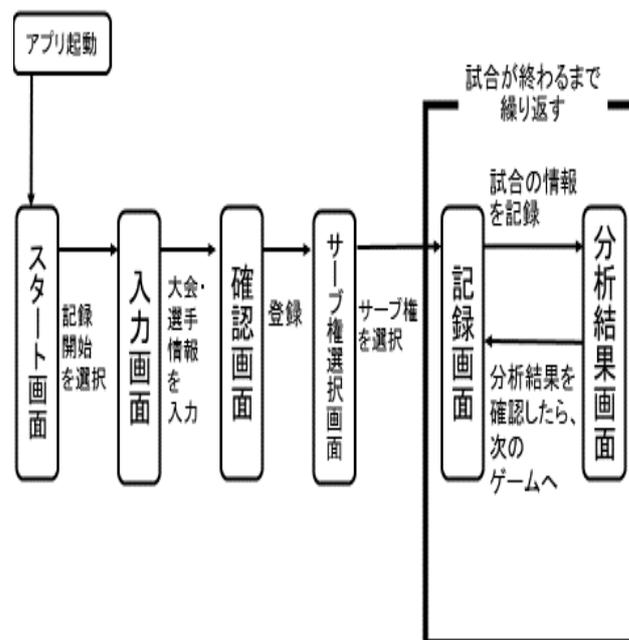


図 1 アプリの利用の流れ

行う大会の名称と日付、対戦する選手名・所属の入力を行う。その後、サーブ権選択画面に移行し、第1ゲーム開始時のサーバーを選択する。その後のサーブ権は、ルールに従い自動的に設定され記録される。

図 1 に記録画面の例を示す。ユーザは、実際のスコアボードをめくるように、フリック入力でスコアを更新していく。これにより、自動的にスコア情報が記録されていく。本アプリで記録される情報は、現在のところ、各ゲームごとに、すべてのラリーにおける、サーバー・レシーバーとそのラリーの得点者・失点者、および、ゲームの取得状況である。

## 3. アプリの機能

本アプリでは、主な機能として試合情報記録機能、分析機能を実装している。

試合情報記録機能は、得点推移、サーブ時、レシーブ時の得失点率の分析結果を表示するために、試合のサーブ権、スコア情報が必要であるため、それらを記録するために必要である。

記録画面では、実際に卓球の試合で使用される得点板を模したシンプルな形で、フリック入力による得点の編集機能を持ったスコアボード部分を実装している(図 2)。上にフリックするとスコアが増加し、下にフリ

ックするとスコアが減少する。この動作は実際の得点板の使用 방법에似ており、直感的に入力できるようにしている。

また、サーブ権については、サーブ権選択画面で最初に選択をすれば、ルールに基づいて自動で変わるようになっている。

分析機能は、記録した試合情報をもとに、分析結果として得点推移とサーブ時、レシーブ時の得失点率を提示する(図 3)。

得点推移は、自分と相手の得点推移をゲーム毎に折れ線グラフにして、重ねて表示する。縦軸は各々の得点、横軸は両選手の合計得点になっている。

サーブ時、レシーブ時の得失点率は、円グラフを用いて提示する。ラベルの S 得点、S 失点はサーブ時の得失点率を表し、R 得点、R 失点はレシーブ時の得失点率を表している。

これらは、グラフ描画用ライブラリの Chart.js を用いている。

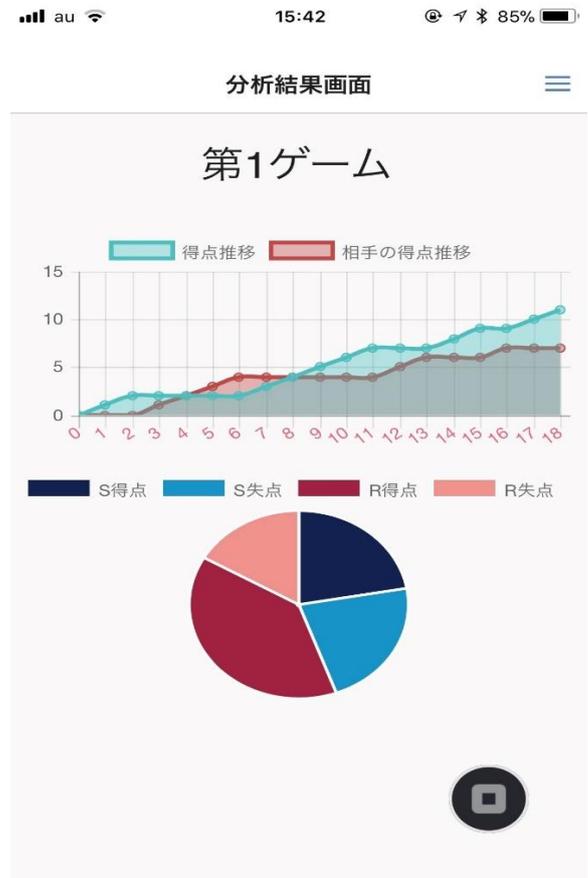


図 3 分析結果画面の例

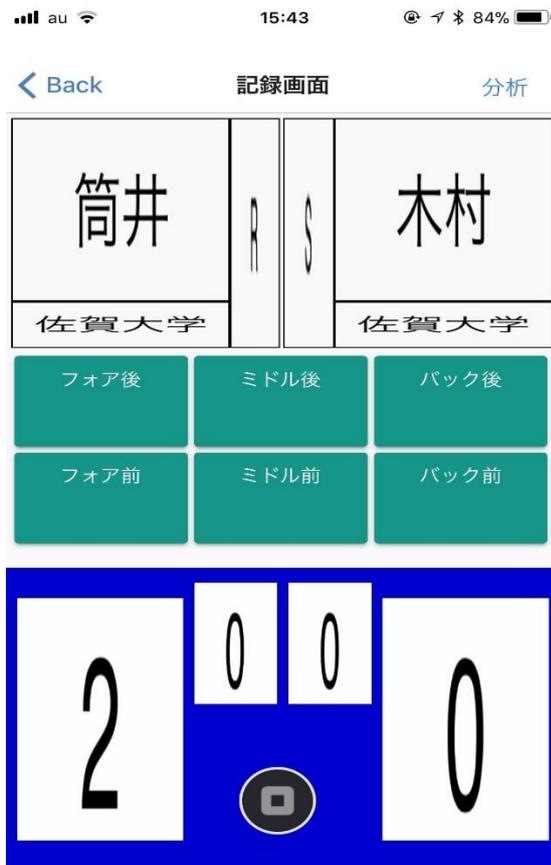


図 2 記録画面の例

#### 4. 分析例

分析例として、2018年1月21日に東京体育館で行われた平成29年度全日本卓球選手権大会一般の部、男子シングルス決勝戦を取りあげる。張本選手(選手1)を分析対象とする分析結果を図4に示す。対戦相手は、水谷選手(選手2)である。今回は、テレビ中継された試合映像の録画を見て、リアルタイムに記録分析を行った。

まず、ランニングスコアの結果を見ると、第1、4ゲームは終始リードを保つことが出来ており、選手1のペースで試合を進められたと考えられる。特に、第4ゲームは一方的な試合展開だったことが分かる。第2、6ゲームは途中までは競っていたが、その後はリードを保っている。第3、5ゲームは選手2に取られている。第3ゲームは、選手2に後半で連続でポイントを取られ、逆転されている。実際に、試合映像を見ると選手2が連続でポイントを取る前に、タイムアウトを取っており、そこから流れが変わったということが考えられる。第5ゲームは、一方的な展開で負けてしまったことが分かる。

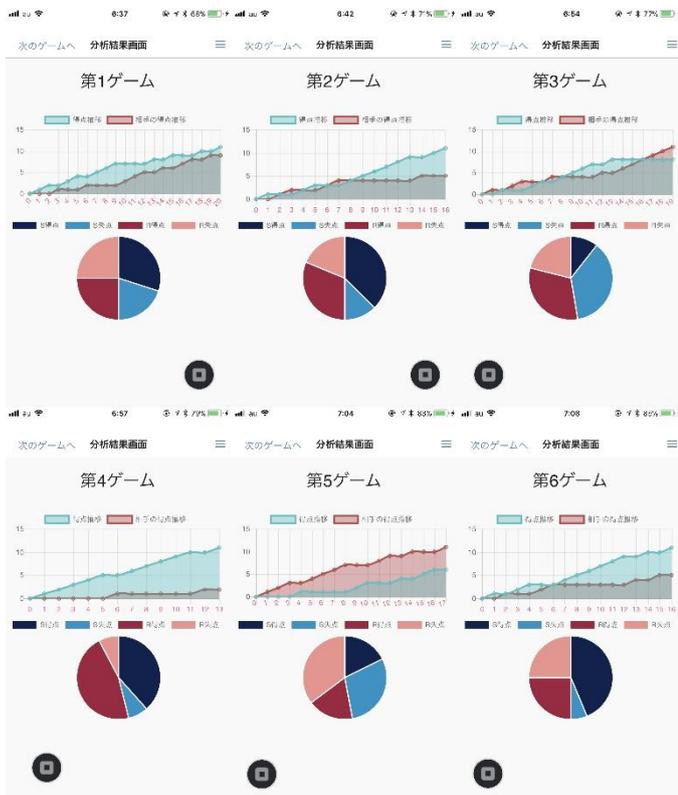


図 4 分析結果

次に、得失点率を見ると、選手 1 が取得した第 1, 2, 4, 6 ゲームでは、サーブ時の得点率が高いことが分かり、サーブが有効であったことが考えられる。第 1, 2, 6 ゲームは、レシーブ時の得点率はおよそ半分ほどで変わらないが、第 4 ゲームでは、得点率が一気に上がっており、そのため、他のゲームに比べ一方的な試合展開になったと考えられる。落とした第 3, 5 ゲームでは、サーブ時の得点率が低く、選手 2 に上手く対応されたと考えられる。レシーブ時の得点率については、第 3 ゲームは取得したゲームらとほぼ変わらないが、対して、第 5 ゲームは他のゲームと比べ極端に得点率が低くなっている。実際に、試合映像を見ると、第 5 ゲームでは選手 2 が、サーブの種類を変えたり、サーブを出す間隔を速くしたりと戦術を他のゲームと変えており、その戦術が有効的で、選手 1 が対応できていなかったということが分かる。

## 5. まとめと今後の課題

近年、スポーツへの ICT の利用が増加している。一方、卓球界では誰もが使える有用性の高いアプリ等が少ないことを背景に、本研究では、スマートフォン向けの卓球ゲームリアルタイム記録・分析アプリの開発を行った。

本アプリは、HTML5 ハイブリッドアプリとして開発を行い、画面サイズに合わせて表示する設定にすることで、端末を選ばずに使用可能にした。また、フリック入力に対応したシンプルな記録画面、また、扱う情報の種類を絞ることで、利用者を選ばず、試合中にリアルタイムでの使用を可能にした。

また、実際に使用し、分析によりどういうことが分かるのかを確認した。また、試合の流れに記録が遅れることは無く、リアルタイムでの使用が可能であることも確認できた。

今後の課題として、機能の追加、分析項目の追加、インターフェースの改良、評価実験が挙げられる。

## 参考文献

- (1) スポーツの発展を支える ICT,  
[http://www.icr.co.jp/newsletter/report\\_tands/2012/s2012TS281\\_4.html](http://www.icr.co.jp/newsletter/report_tands/2012/s2012TS281_4.html) (2018 年 2 月 4 日確認)
- (2) 星野太輔：“プロ野球における IT データの活用”，オペレーションズ・リサーチ：経営の科学 51(1), 37-39, (2006)
- (3) iPad と動画が変えた戦術 女子バレー飛躍の舞台裏：日本経済新聞,  
[https://www.nikkei.com/article/DGXNASFK0803L\\_Y1A800C1000000/](https://www.nikkei.com/article/DGXNASFK0803L_Y1A800C1000000/) (2018 年 2 月 4 日確認)
- (4) 牛山幸彦, 吉田和人：“卓球のコーチングにおけるコンピュータの利用— (財) 日本卓球協会選手強化プロジェクトから—”, コンピュータ&エデュケーション Vol. 5 (1998)
- (5) 玉城将, 斎藤英雄, 吉田和人, 山田耕司, 尾崎宏樹：“卓球のパフォーマンス分析とビジョン技術”, ビジョン技術の実利用ワークショップ ViEW2012, OS3-O4 (2012)
- (6) たくまね - 卓球選手向けアプリ,  
<http://freedom-p.com/appli/takumane/> (2018 年 2 月 4 日確認)
- (7) 筒井隆文, 田中久治, 岡崎泰久：“HTML5 を用いた卓球ゲームリアルタイム記録・分析アプリの開発”, 教育システム情報学会 2016 年度学生研究発表会, pp.231-232 (2017)
- (8) 岡崎 泰久, 筒井 隆文：“卓球ゲームリアルタイム記録・分析アプリの試用によるゲーム分析と今後の課題”, 教育システム情報学会第 42 回全国大会講演論文集, pp.131-132 (2017)

# eラーニングを用いた教員免許更新講習における 履修モデルの提案

砂原 悟<sup>\*1</sup>, 大河内 佳浩<sup>\*1</sup>, 小松川 浩<sup>\*1</sup>

<sup>\*1</sup> 千歳科学技術大学

## Proposal of a Learning Model in web-based Renewal Course

Satoru Sunahara<sup>\*1</sup>, Yoshihiro Ookouchi<sup>\*1</sup>, Hiroshi Komatsugawa<sup>\*1</sup>

<sup>\*1</sup> Chitose Institute of Science and Technology

Certificate Renewal Course System was introduced from 2009 in Japan. We have conducted the course using web-based Learning from 2009. We created a Learning model from the number of students and latest learning materials. This model corresponds to changes in educational environment. We will introduce the 2017's results.

キーワード: 遠隔授業, 履修モデル, 教員免許更新講習

### 1. 背景と取り組み

平成 21 年 4 月より導入された教員免許更新講習(以下, 講習)の目的は, 教員として必要とされる資質・能力の維持・更新であり, 教師教育の一面も併せ持つ制度である<sup>(1)</sup>. 講習は様々な大学や大学共同利用機関に任されているが, 全国各地で実施されている対面講習のデータを集約し, 受講者のニーズを集約することはなかなか難しい. 本取り組みでは全国規模で実施している Web ベースの講習から受講者情報を集約し, 各学校種において履修傾向を反映させた履修モデル(講習の組み合わせ)を提供することで, 教育環境の変化や時代の進展を反映させた教師教育の実現を目指した.

### 2. 検証環境

KAGAC eラーニング教員免許更新講習推進機構(以下, KAGAC)では平成 21 年度より, 毎年 2000 人規模の eラーニング講習を行ってきた<sup>(2)</sup>. 開講した講習数は平成 28 年度 29 講習, 平成 29 年度は 41 講習であり, 全ての教諭(教諭, 養護教諭, 栄養教諭)において免許状の更新が可能となっている.

### 3. 作成した履修モデル

一般的に各講習は主な受講対象者として学校種(幼稚園, 小学校, 中学校, 高等学校, 支援学校)が設定されている. KAGAC では, 中学校及び高等学校を受講対象者とする講習について文系, 理系の属性を割り当てることで, 対象者の細分化を行った. また, 教育学部のレビューを受けながら, 各講習に「基礎教育」「授業実践」「スキルアップ」の講習性質を割り当てた. 受講者へ提示するモデルはバランスの観点から全ての講習性質を網羅できるようにした. また, 各講習において「受講者数の多さ」と「最新の講習」がモデルにおいて重要な指標であると考えた. 受講者数が多い講習は, 多くの受講者が興味を持つ講習内容であると言い換えることができる. 新規に作成された講習は, 新しい学習指導要領に対応した講習が多く, 必要性が高い. 受講生数の多さと新規性は比較が難しいため, 平成 28 年度の受講傾向と平成 29 年度の新規講習の情報に基づいてモデルを作成した. 作成したモデルの一部を図 1, 図 2 に示す.



# 評価者の気づきを促進する模擬授業評価システムの開発

永富 有輝<sup>\*1</sup>, 近藤 秀樹<sup>\*1</sup>, 山口 真之介<sup>\*1</sup>, 大西 淑雅<sup>\*1</sup>, 西野 和典<sup>\*1</sup>

<sup>\*1</sup>九州工業大学

## Development of Evaluation System for Micro Teaching to Promote Evaluator's Awareness

Yuki Nagatomi<sup>\*1</sup>, Hideki Kondo<sup>\*1</sup>, Shinnosuke Yamaguchi<sup>\*1</sup>, Yoshimasa Onishi<sup>\*1</sup>,  
Kazunori Nishino<sup>\*1</sup>

<sup>\*1</sup> Kyushu Institute of Technology

教職課程の学生による模擬授業をリアルタイムに相互評価することが可能なシステムを開発した。開発した授業評価システムを用いて、他の学生の模擬授業の評価が、別の学生の評価活動に与える影響について実践で検証した結果、授業の改善点と思われる「気づき」が促進できていたことがわかった。

キーワード: 教職課程, 模擬授業, 授業評価システム, 評価者, 気づき

### 1. はじめに

模擬授業とは、1960年代にスタンフォード大学で開発されたマイクロティーチングと呼ばれる教授訓練方法である。生徒の人数、授業時間、教授スキルを絞って授業を行うことで、被訓練者の心理的負担を軽減したうえで特定の教授スキルを習得できるため、経験の浅い教員の訓練には適している方法であると言われている。

模擬授業は、授業の「設計」・「実施」・「評価」の3ステップを通して授業のスキルアップを図る。本研究で取り扱う九州工業大学の教職課程で行われている模擬授業でも、授業者がある教科の単元の一部から学習内容を決め、学習指導案や教材などを作る「設計」、実際に授業を行う「実施」、学生相互又は指導教員が行う「評価」という3ステップで行われる。本研究ではその中でも、「評価」のステップに焦点を当てる。

模擬授業における「評価」のステップに焦点を当てた研究には、模擬授業の様子を撮影し、授業が終了してから撮影した動画を閲覧しながら行う評価（以降、非同期型評価と記載する）についての研究、さらに、授業中や授業の直後に行う評価（以降、同期型評価と記載する）についての研究などがある。

非同期型評価に関する研究で伊藤<sup>①</sup>は、模擬授業の動画を撮影し、授業を実施した者（以下授業者と記載する）がその授業動画を閲覧しながら自己評価及び自己モデリングすることの有効性を明らかにした。また、太田<sup>②</sup>は、講義ビデオを授業者に配布し、授業後すぐに実施した自己評価と講義ビデオを閲覧してから実施した自己評価を比較させることで、自分の授業を見直すことができるため、授業者がより正確な評価活動ができることを明らかにした。

同期型評価に関する研究では、リアルタイム授業評価システムを白石<sup>③</sup>は開発した。この研究では、授業動画では評価することが難しい授業者の立ち位置や動き、授業の雰囲気などに関する評価も記録しやすくするとともに、授業者は授業動画とリアルタイム評価の両方を確認しながら自分の授業を振り返ることができるため、より質の高い評価活動が行えるようになった。しかし、これらの模擬授業での研究で行われてきた評価とは授業者の指導力を向上させるためのものが多く、評価者に焦点を当てた取り組みは少ない。そこで、本研究で扱う模擬授業では、学生全員が他者の模擬授業の評価を行い、他者評価を行うことによる自己の模擬授業改善への気づきについて注目する。

評価者の評価能力の向上に焦点を当てた研究には坪倉ら<sup>4)</sup>が行った研究がある。この研究ではマルチメディアコンテンツの制作課題において、評価者である学生の相互評価と教授者の評価の相互比較を行うことで、評価者に評価視点の学習をさせ、振り返り学習と提出物の質を向上させることを目的に行われた。それに対して、本研究では、模擬授業において、学生の相互評価の内容を共有することで、他者の評価を確認することで、学生に授業に対する気づきを促進させることを考える。

そこで、本研究では、山本<sup>5)</sup>が Excel の VBA(Visual Basic for Application)で開発した模擬授業動画評価システムをもとに、非同期型評価と同期型評価の両方を支援する模擬授業評価システムを Google スプレッドシートで開発する。Google スプレッドシートの編集内容が編集者同士で同期するという特性を活かし、同期型評価を評価者同士が互いに確認できるようにすることで、評価能力の一部である評価者の気づきを促進させることを目的とする。

## 2. システムの設計

### 2.1 模擬授業の評価と求められる機能

本研究で扱う模擬授業の評価の方法は、評価者による(a)リアルタイム評価、(b)授業の全体的な評価とこれら(a)(b)の評価を受けたうえで行う授業者による(c)自己評価の三種類の評価を実施する。ここでは、各評価を行う上で授業者及び評価者に与える効果とそのねらいを説明する。

#### 2.1.1 模擬授業の評価のねらい

##### (a)リアルタイム評価

##### (a1)模擬授業中に行うリアルタイム評価

評価者である学習者が、メタ認知的活動の向上を促進させることを期待している。メタ認知的活動とは「ここできていない」といったことの「気づき」や「ここがよくできている」と「評価」などを行うメタ認知的モデリングと「計画」や「修正」を行うメタ認知的コントロールの二つの要素がある<sup>6)</sup>。

模擬授業においては、授業者が自分の模擬授業についての他者からの相互評価を受け、考え方の違いを知ることにより、自分の模擬授業の良いところと悪いと

ころに気づくことがメタ認知的モデリングにあたり、その気づきを基に次の授業を「修正」することで、より良い授業作りにつなげるということが、メタ認知的コントロールにあたる。リアルタイム評価では、授業の場面ごとに評価を行うことで、より授業者の気づきを促進させることができると考える。

##### (a2)リアルタイム評価による評価者相互の気づき

模擬授業中にリアルタイム評価を評価者相互で確認しあうことにより、授業者だけでなく、評価者の気づきを促進させるねらいがある。

##### (b)全体評価

模擬授業直後に行う授業の全体評価では、リアルタイム評価ではできない模擬授業の全体的な詳しい評価を評価項目ごとに行う。評価項目は以下の通りである。項目ごとにコメントを入力し、5段階評価（総合評価は100点満点）で評価を行う。

- ・学習指導案（話し方、声の明瞭さ、態度、表現、方法）
- ・授業準備状況（内容の理解度、円滑な実施、授業の工夫など）
- ・授業内容（授業の難易、授業内容の適正など）
- ・授業進行（学習のシーケンシング（順序性）、時間配分など）
- ・教材（提示スライド等教材の適正、工夫、利用など）
- ・プレゼンテーション（話し方、声の明瞭さ、態度、表現、方法）
- ・生徒の状況把握（生徒の観察、双方向性、授業修正）
- ・総合評価（模擬授業全体を通じた総括的評価）

評価者が授業者の全体評価を行う際に、全体評価の項目を意識させることで、自身の模擬授業では留意しようといった「気づき」を促進する。また、授業者も、模擬授業に対する詳しい評価を受けることができるので、自己評価をする際の授業に対する「気づき」を得る。

##### (c)自己評価

模擬授業終了後に行う自己評価では、授業者が、他の評価者からの(a)リアルタイム評価、および、(b)全体評価を受けたうえで、自身の授業を客観的に評価する。自己評価することで、授業者に授業の改善を促すとともに、自身の模擬授業の動画を視聴しながら自己モデリングをさせることで、より細かい授業場面ごとの反

省を促すねらいもある。

### 2.1.2 評価システムの機能

2.1.1 で示した(a1)(a2)(b)(c)の評価のねらいを実現するために求められる機能として、以下を本研究の模擬授業評価システムでは実装する。

(a1)授業動画の経過時間とリアルタイム評価を対応させる機能

授業者が動画を視聴しながら自己評価をする際に、リアルタイム評価と模擬授業時間を対応させることで、授業者に対してリアルタイム評価が正しく伝わる。そのため、質の高い自己評価を促すことができる。

(a2)評価者相互で授業者への相互評価を確認し合うことができる機能

評価者同士でお互いのリアルタイム評価を確認しあえるようにすることで、評価者は他人のリアルタイム評価に触れ、自分では気づかなかった評価の観点に気づくことができる。そうすることで、評価者のメタ認知的行動の向上につながる。

(b)模擬授業の全体的な評価を作成する機能

全体評価では各評価項目について、システムを使用して評価を入力・送信することで、評価者の負担を軽減する。また、システムで全体評価を管理することで、各評価者からの評価を評価項目ごとに集約して提示することができる。授業者が自己評価をする際に参照しやすくなる。

(c)模擬授業の動画を視聴しながら自己評価する機能

模擬授業の動画を視聴しながら自己評価や自己モデリングを行うことは、伊藤<sup>(1)</sup>の研究と太田ら<sup>(2)</sup>の研究から明らかになっている。本研究でも、動画を視聴しながら評価させることで質の高い自己評価を実現する。

(a1)(a2)(b)(c)の機能を実装するにあたって、本研究では、Google スプレッドシートを用いて模擬授業評価システムを開発する。Google スプレッドシートは Google アカウントを所持している人であれば、誰でも使用することができ、容易に使用できる。機能面においても、スプレッドシートが評価を記録することに適していることに加え、Google スプレッドシートには、ユーザ間で編集内容が同期するため(a2)の機能も実現できる。これらのことから、Google スプレッドシートを用いて開発することが適していると考えられる。

## 3. 実践

### 3.1 評価の方法

本研究で開発したシステムを九州工業大学情報工学部の教育課程で開講されている教科教育法(情報)Ⅱを受講している学生の模擬授業にて使用してもらい、検証を行った。

教科教育法(情報)Ⅱでは、授業計画、授業環境の整備、学習評価、教材開発、学習指導案の作成、授業の実践方法の講義を通して、学生に高等学校の情報科目の教師としての実践的な力量を形成させる。模擬授業の実施、評価を経て、学生の授業の改善を図る。

システムの実践環境は以下の通りである。

(実践環境)

日時：2017年11月2日、9日、16日

場所：九州工業大学情報工学部リカレント講義室

対象者：教科教育法(情報)Ⅱを受講している学生9名

教科教育法(情報)Ⅱでは、1回の講義時間90分につき3人の学生が15分~20分の情報科の内容(例えば、二進数の計算、モデル化、情報の暗号化、アルゴリズム、データベースなど)についての模擬授業を行う。本研究で開発したシステムの実践にあたり、授業者や評価者の「気づき」を促進できたのかを検証するために、対象者9名に対して、模擬授業を行う順番に3人ずつの以下のグループ3つに分けて、評価の実践及び模擬授業アンケートの回答を求める。グループの割り振りを表1に示す。

表1. グループの割り振り

	1日目の講義	2日目の講義	3日目の講義
1日目に模擬授業を行う学生(3人)	(a)	(c)	(b)
2日目に模擬授業を行う学生(3人)	(b)	(a)	(c)
3日目に模擬授業を行う学生(3人)	(c)	(b)	(a)

グループ毎の役割は以下の通りである。

グループ(a)

- ・模擬授業を行う
- ・後日、模擬授業アンケートに回答する

グループ(b)

- ・模擬授業終了直後に模擬授業アンケートに回答する

グループ(c)

- ・リアルタイム評価を行う
- ・模擬授業終了直後に模擬授業アンケートに回答する

また、実際に模擬授業を行う教科教育法(情報)Ⅱの講義の流れを図1に示す。



図1. 講義の流れ

対象の学生全員には、図1の流れで、模擬授業、評価、模擬授業アンケートの回答を依頼し、学生全員が模擬授業を終えた後に、システムについてのアンケートへの回答を依頼する。

本研究では、以下の3つの結果から、システムの改善と本システムを使用したことで評価者の気づきの促進が行われるかの検証を行う。

- (1)リアルタイム評価
- (2)模擬授業アンケート
- (3)システムについてのアンケート

3.2 評価の結果

実際に行われたリアルタイム評価の例を図2に、リアルタイム評価のインターフェースを図3に、動画視聴

型自己評価記録インターフェースを使用している様子を図4に示す。このインターフェースの動画視聴部分は、大倉が開発した字幕同期型動画閲覧システムの“CaptionMaster”<sup>(7)</sup>を参考にしたものである。

16:28:03	0:01:53	板書の文字が見えない	悪い点
16:28:23	0:02:13	板書の文字の大きさがちょうどいい	良い点
16:28:46	0:02:36	具体的な例を挙げて説明していた	良い点
16:29:00	0:03:40	主題に相応する動作が早い	
16:30:24	0:04:14	具体的な例を挙げて説明していた	良い点
16:31:04	0:04:54	説明が分かりやすい	良い点
16:31:15	0:05:05	ちょっと文字が薄いかな	悪い点
16:32:33	0:06:23	授業中に生徒への問いかけがあったのが良かった	良い点
16:32:39	0:06:29	資料を指差していたのがいい 黒板に書くのもいいのでは？	
16:33:02	0:06:52	例はスライドのほうが後ろの欄まで見える	
16:33:10	0:07:00	スライドの字が小さい	悪い点
16:33:51	0:07:41	問題のモデルの概念が抽象的な	悪い点
16:34:01	0:07:51	笑顔があったいい	良い点
16:34:12	0:08:02	親しみやすい	
16:34:53	0:08:43	具体的な例を挙げて説明していた	良い点

図2. リアルタイム評価の例



図3. リアルタイム評価記録インターフェース



図4. 自己評価をする様子

模擬授業アンケートでは、リアルタイム評価及び模擬授業を見て参考になった点について回答してもらったグループ(c)の模擬授業アンケートの結果の一部を図5

と図 6 に示す。図 5, 図 6 では、授業の改善点と思われる点には、×がついている。また、各グループで図 5, 図 6 のように集計し、比較を行った。

グループ(c)の模擬授業アンケート結果	
模擬授業を見て参考になった点	
A	
実際に具体例を提示しながらの説明はわかりやすい	
説明の仕方がうまかった	
話し方や質問の仕方はとても参考になった	
B	
語尾まではっきり言ったほうがいい	
生徒との双方向性の授業でないとし退屈になる	
生徒の方をこまめに見ると良い	
×スライドなどの障害物がある際には板書の位置に気を付けないといけない	
C	
板書とスライドの両方を使ってよかった	
復習するところから授業が始まっていて分かりやすかった	
生徒にIPアドレスを調べさせるのは良いと思った	
質問した後のアフターケアも良かった	

図 5. グループ(c)の模擬授業アンケートの一部

グループ(c)の模擬授業アンケート結果	
リアルタイム評価を見て参考になった点	
A	
スライドの図と文字の大きさは大事	
授業内容を生徒に合わせるのには大切	
×生徒の立場になると少し速い授業だった。授業の進度も大切	
B	
×言葉で言うだけでは忘れてしまうのでスライドに書いたり板書すると良い	
×スライド中にある言葉にも説明を加えなければならぬと感じた	
×話すスピードが大事	
具体例を挙げるとおもしろい	
C	
アニメーションを使っていて分かりやすい	
生徒のことをよく見て授業をしていると思った	
生徒へ理解度を確認しているのが良かった	

図 6. グループ(c)の模擬授業アンケートの一部

システム評価についてのアンケートの「リアルタイム評価をする際に他の評価者のリアルタイム評価に触れることで自分の授業づくりの役に立つか？」という項目に対する回答の一部を以下に示す。

- ・生徒役の感じ方の違いが参考になった
- ・動作の細かいところを見てくれた点
- ・評価者同士でコメントを交わせる点
- ・どの人も注意されている点は気を付けようと思った
- ・違う考えを聞くことができたので参考になった

## 4. 考察

模擬授業アンケートでは、対象 9 名のうち、「生徒との双方向性を意識する」、「生徒の立場になると少し速い授業だった。授業の進度も大切」等の授業の改善点と思われる記述をした人がグループ(a)5 人、グループ(b)2 人、グループ(c)6 人であり、リアルタイム評価を見たグループ(a)、(c) とリアルタイム評価を見ていないグループ(b)で差が見られた。このことから、リアルタイム評価を見るだけでも、授業の改善点の気づきは促進できると考えられる。

システムについてのアンケートでは、「生徒役の感じ方の違いが参考になった」、「違う考えを聞くことができたので参考になった」といった他者との感じ方の違いを参考にする意見が 9 人中 7 人から見られたことから、評価者の気づきを促進できたと言える。

## 5. おわりに

本研究では、授業者だけでなく、評価者の「気づき」を促進させるために、模擬授業中に行われるリアルタイム評価を評価者相互で評価内容を共有することができる模擬授業評価システムを Google スプレッドシートで開発した。システムを実践した結果、模擬授業中にリアルタイム評価を見ていないグループ(b)よりも、リアルタイム評価を見たグループ(a)とグループ(c)の学生の方が、授業の改善点と思われる「気づき」が促進できていた。また、実際にリアルタイム評価を行ったグループ(c)は、模擬授業中に他者の相互評価を見ることで、「気づき」が促進されていることが分かった。これらの結果から、本研究の目的である、評価者の「気づき」は促進できていたと言える。

今後の課題としては、今回はリアルタイム評価を行う人数を増やしたとき、評価者の「気づき」はより促進させることができるのか、検証する必要がある。

## 謝 辞

本研究は、科学研究費補助金（基盤研究（C）課題番号 16K01116）の助成を受けた。

## 参 考 文 献

- (1) 伊藤秀子：“自己モデリング，自己効力，評価による大学授業改善”，日本教育工学会論文誌，Vol.29，増刊号，pp.189-192 (2006) .
- (2) 太田伸幸，児島文寿：“講義ビデオの自己評価を用いた教授能力向上に関する人選—教科教育法における学習者により模擬授業を対象にした取り組み—”，愛知工業大学研究報告，第42号A (2007) .
- (3) 白石剛一，山口真之介，大西淑雅，西野和典：“リアルタイム授業評価システムの開発と模擬授業への適用”，教育システム情報学会研究報告，Vol.21，No6，pp.114-119 (2007) .
- (4) 坪倉篤志，松原伸人，林敏浩，足立元，西野和典：“制作課題における評価者点の学習のための相互評価システムの研究～相互評価部の構築と運用報告～”，電子情報通信学会技術研究報告信学技報，ET 2013-72，pp.25-30 (2014) .
- (5) 山本悠貴”スプレッドシートを用いた模擬授業動画評価システムの開発”，九州工業大学情報工学部学士論文 (2012) .
- (6) 市川伸一，服部雅史，竹村和久，高橋和弘，楠見孝，伊藤毅志：「認知心理学 4 思考」，東京大学出版会，pp.157-180 (1996) .
- (7) 大倉孝昭：“手持ちのビデオに字幕をつけて見せたい—CaptionMaster を利用する方法—”，  
<http://www.tsukuba-tech.ac.jp/ce/xoops/file/seika/leaflet5.pdf> (2018年2月6日確認)

# ICT を活用した地域住民によるハザードマップ作成の試用

松尾 将<sup>\*1</sup>, 小崎 駿<sup>\*1</sup>, 岡崎 泰久<sup>\*1</sup>, 三島 伸雄<sup>\*1</sup>

<sup>\*1</sup> 佐賀大学

## Trial of Creating Hazard Maps by Local Residents Using ICT

Sho Matsuo<sup>\*1</sup>, Shun Kozaki<sup>\*1</sup>, Yasuhisa Okazaki<sup>\*1</sup>, Nobuo Mishima<sup>\*1</sup>

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

本研究では、歴史的な地方都市における自主防災活動の一環として、ICT を活用した地域ハザードマップ作成支援システムの試用を行った。歴史的な地方都市は、景観の保全や高齢化などの特徴から、災害に対して脆弱である。本システムは、住民自らが投稿した情報を共有することにより、地元の災害に対する知識を蓄え、自主的な防災活動を支援する。今回、佐賀県鹿島市肥前浜宿の方々に利用してもらい、その有用性と今後の課題を検討した。

キーワード: 防災、ハザードマップ、地方、ICT

### 1. はじめに

現在の日本では都市部において災害に強い都市づくりが進む一方で、歴史的な町並みを有する地方都市(以下、歴史的な地方都市)では、特有の問題を抱えている。歴史的な地方都市は、伝統的な景観を保全するため、住居の耐震化や道路の工事等が行いにくいことが多い。また、都市部への若年層流出による過疎化・高齢化が顕著である。このように、歴史的な地方都市は災害に対して非常に脆弱である。そのため、空間的あるいは人的制約の厳しい状況で災害に備えるために、その地域に住む人々が日頃から災害の危険性について考え、事前に災害対策を行う必要がある。

東日本大震災以降、災害対策としてハザードマップが注目されるようになった。しかし、自治体がハザードマップを公表している場合も多いものの、普段から目を留める人は少ない。そこで、従来のハザードマップを見直し、現地住民自身で地域のハザードマップ作成を行うことにより、防災意識の向上や地域特性を反映したハザードマップ作成を目指している。

これらの背景を踏まえ、町の特性や日常をベースとした地域に根差す防災を目標に掲げて、ICT を活用した地域ハザードマップ作成支援システムの開発・改良を行ってきた(1)(2)。また、歴史的な地方都市のモデル

地区として、江戸時代からの町並みが残っている佐賀県鹿島市の肥前浜宿を選定し、防災に関する研究を行ってきた。本システムは、住民が危険個所の情報を登録し、その情報を地域住民全体で共有する住民参加型のシステムである。

本研究では、モデル地区において実際にシステムの試用を行い、システムの機能や住民の災害に対する意見を調査した。システムの実運用に近い形での実験を行うことで、実用的な評価を行うことが出来た。

### 2. 先行研究

紙媒体を活用する災害対策として、災害図上訓練(DIG)がある。DIG は、一つの場所に集まる必要があり、時間的・空間的制約を受けてしまう。本システムは、ICT を用いることにより、いつでも好きなときに情報を入力できる。

ICT を活用した防災対策に関する研究として、濱村らの「災害発生前と発生後のそれぞれで支援を行う”あかりマップ”がある(3)。このシステムは、避難所やAED等の災害時に役立つ情報を投稿できる。システムに登録する情報は、避難支援情報が主である。本システムは、災害発生前の支援を重視し、地域の危険個所の情報を登録するしくみとなっている。

住民参加型のハザードマップ作成に関する研究とし

て、スマートひかりタウン熊本プロジェクトの一環である住民参加型のハザードマップがある<sup>(4)</sup>。このシステムは、情報の入力には個人ではなくコミュニティで行われる。本システムは、情報の入力は個々で利用することを想定しているが、住民が収集した情報を一つにまとめ、完成したハザードマップについて住民間で議論することも想定している。

避難訓練に関する研究として、光原らの ICT 活用型避難訓練を支援するオーサリングシステムがある<sup>(5)</sup>。このシステムは、利用者自らが避難シナリオを作成することで、防災において重要な想像力の育成を目的としている。本システムは、歴史的な地方都市の住民が、災害が起きた際に危険となる場所をあらかじめ認識しておくためのものである。

全国規模のハザードマップとして、国土交通省が公開しているわがまちハザードマップがある<sup>(6)</sup>。このハザードマップは、全国の洪水や地震のハザードマップを見ることができる。しかし、地域の特性を考慮した情報は限られている。本システムは、住民がハザードマップを作り上げることにより、地域の実情を反映したきめ細かいハザードマップを作ることができる。

### 3. ハザードマップ作成支援システム

#### 3.1 システムの概要

本システムは、住民の防災意識向上と歴史的な地方都市における特有の問題が背景にあるので、現地住民によるシステムの利用を想定している。

システムの利用者は、危険と思われる場所を見つけた際に、その場所の写真や災害の種類等を入力する。入力された情報はそれぞれの端末の地図に反映され、住民全体で共有することができる。現地住民によって作成されるので、その地域の特徴を反映させたハザードマップを作成することができ、住民にとって必要な情報を得ることができると考えられる。また、住民自ら作成することで、防災意識の向上も期待される

#### 3.2 システムの構成

本システムの構成を図 1 に示す。

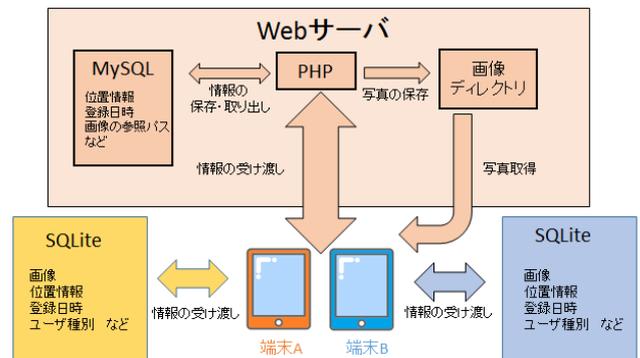


図 1 システムの構成

本システムは、オンラインで利用することを想定している。端末Aで災害情報を登録すると、情報がWebサーバのPHPへと送られる。次に、PHPで受け取った情報のうち、位置情報、登録日時、画像の参照パスなどの情報をMySQLに保存し、画像データはWebサーバ内の画像ディレクトリへと保存する。Webサーバから端末Aに情報を送信する際は、MySQLからPHPへとデータが送られ、PHPでJSON形式のファイルとして出力される。また、画像データは参照パスを用いることで直接Webサーバの画像ディレクトリから取得している。出力されたファイルを端末Bが取得することで、登録された情報が閲覧できる。これにより、各端末間での情報共有が可能となる。

また、オフライン時にも情報の登録ができるようにSQLiteにも情報を保存している。SQLiteに登録された情報は、オンライン時にWebサーバに送信される。

#### 3.3 システムの機能

本システムは、利用者選択画面、地図画面、位置情報登録画面、情報登録画面の4つの画面から構成されている。地図画面で登録されている情報を閲覧し、未登録の危険個所があったら地図に新しく情報を登録することができる。

##### 3.3.1 利用者選択画面

利用者選択画面では、図2のように利用者の立場に応じて利用者の種別を選択する。現在は個人での利用のみ想定されているので、他の種別は未実装である。情報の増加に伴う不必要な情報の削除や情報の統合が必要になった場合などの状況に合わせて管理者や他の種別を実装していくことになる。



図 2 利用者選択画面



図 4 フィルタリング機能

### 3.3.2 地図画面

地図画面は、地図に登録された情報を閲覧する画面である(図 3)。この画面では、登録された情報が吹き出しにアイコンとして表示され、吹き出しをタップすることでより詳細な情報が分かる。災害の種類は、火災、水害、地震、犯罪の 4 つが設定されている。



図 3 地図画面

方向表示機能は、フィルタボタンの下にある方向表示ボタンを押すことで利用できる。この機能は、方向表示ボタンを押すことで、図 5 のように利用者が向いている方向と、北がどの位置にあるかを表示する。地図が利用者の向きに合わせて回転するため、地図を見ることが苦手な人でもシステムを扱いやすくなる。

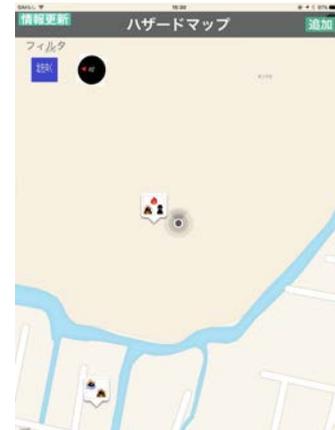


図 5 方向表示機能

地図を見やすくする機能として、フィルタリング機能と方向表示機能を実装している。

フィルタリング機能は、地図画面のフィルタボタンを押すことで利用できる。この機能は、地図に表示する情報を絞りたいときに利用する。フィルタボタンを押すことで、図 4 のようにフィルタリング用のサイドメニューが表示される。絞り込む項目は、災害種別と危険度に対応している。表示したい項目のみにチェックをつけることで、地図画面では対応する情報のみが表示される。

### 3.3.3 位置情報登録画面

位置情報登録画面は、危険個所の位置を登録する画面である。この画面では、図 6 のようにピンによって危険個所の位置を指定する。位置情報の登録が完了したら、右上にある OK ボタンを押すことで災害情報登録画面へと遷移する。



図 6 位置情報登録画面

### 3.3.4 情報登録画面

情報登録画面は、危険個所の詳細を登録する画面である(図 7)。登録できる項目は、危険個所の写真、危険度、災害項目、コメントの 4 つである。危険度は、住民の主観評価によって 3 段階に分けられる。数字が大きいくほど、危険度が大きいということになる。災害項目は、火災、水害、地震、犯罪の 4 つの中から該当するものを選択し、更に災害の原因となる項目を選択する。災害項目に該当するものがなかったり、補足したい情報などがあればコメント欄に追記する。



図 7 情報登録画面

## 4. 地域ハザードマップ作成実験

### 4.1 実験の概要

今回の実験は、2017 年 9 月 29 日(金)に佐賀県鹿島市肥前浜宿で行った。肥前浜宿水とまちなみの会と自主防災組織の共催事業として、11 名の現地住民と 8 名の佐賀大学関係者で行った。実験手順は、15 分間学生が実際に機器を使ってシステムの説明を行った後、6 つの地区(八宿、新町、中町、北舟津、南舟津、庄金)を

探索する担当を決めた。その後、地元の方と佐賀大学関係者を混合した 2~4 名のグループに分かれ、1 時間程度担当地区を探索し、危険個所の入力を行った。最後に、システムの使用感と防災意識に関するアンケートを行った。実験に参加した現地住民の方は、一名を除いて 60 歳以上の高齢の方が行ったため、高齢者による利用を想定している本システムにとって良い結果を得ることができた。

### 4.2 地域ハザードマップ作成の結果

今回の実験で作成されたハザードマップを図 8 に示す。全部で 50 件の情報が入力されていた。情報の入力は基本的に現地住民の方が行うようお願いしたが、入力が不安な方のサポートや大学関係者自身が気付いた場所もあり、大学関係者が入力を行ったものもあった。

登録された情報の種類や数は地区によって異なっており、地区の特性を反映したハザードマップを作成することができた。

図 9 に示す登録された情報を見ると、どの地域にも水害の恐れがあるという投稿が 1 つ以上あり、特に庄金、北船津、南船津に多い。これは、庄金地区は目の



図 8 作成された地域ハザードマップ

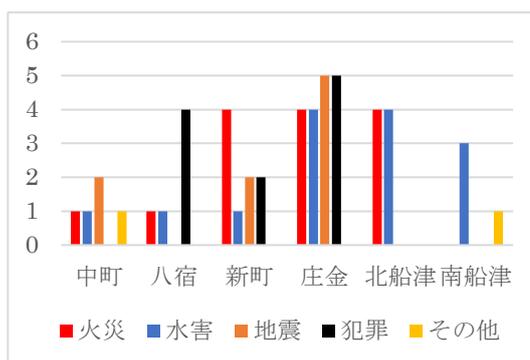


図 9 登録された地区別の危険個所の情報

前の山からの水が水路に流れ込むことが原因であり、北船津・南船津地区は大きな川が隣接している、雨によって川が氾濫する危険性があることが原因と考えられる。また、全体的に火災の恐れがあるという投稿も多くある。これは、昔ながらの木造家屋や茅葺屋根があるためと考えられる。八宿と庄金において犯罪の投稿が多いのは、空き家や街灯のない小路が多いため、特に夜などが危険であるためと考えられる。中町と南船津には、4つの災害項目に該当しなかった投稿がそれぞれ1つずつある。中町の投稿は、交通事故の危険性についての投稿であった。これは、中町が小学校の通学路であり、交通量も多いためである。南船津の投稿は、水路に架かる橋の手すりが低く、足を引っかける危険性があるという投稿であった。

このように、現地住民自らがハザードマップを作成することにより、住民だけが知っている情報を反映した地域ハザードマップが作成できたと考えられる。

### 4.3 アンケート調査の結果

実験に参加した住民に対するアンケート調査の結果について、本システムに関するアンケート結果を図10に、災害に対する意識のアンケート結果を図11にそれぞれ示す。この結果から、住民間での情報共有や地区毎の詳細な情報を得ることは有益であることが分かり、地域に密着したハザードマップの有用性を裏付けている。

システムについては、情報の閲覧や登録のしやすさは評価されているが、日常で用いることは肯定的な意見が少なかった。これは、実験の対象が高齢者であるため、タブレット端末を使った経験がなく、操作に不安があるためだと考えられる。システムの利用による防災意識の向上についても、少しだけ向上すると回答した人の割合が多く、更なる防災意識の向上を目指すには、システムを日常でも積極的に使えるような取り組みが必要である。

本システムに対する要望として、避難所やAED設置場所など避難情報の投稿、使い方の説明表示、自由な意見を書き込める機能といった意見があり、現地住民が求めている機能が明確になった。

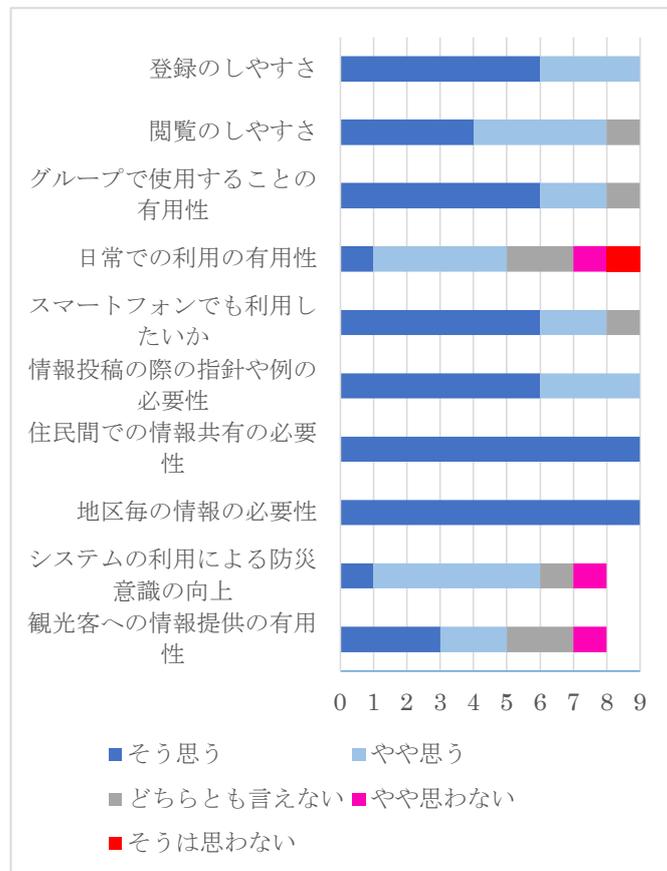


図 10 地域ハザードマップ作成に関するアンケート調査結果

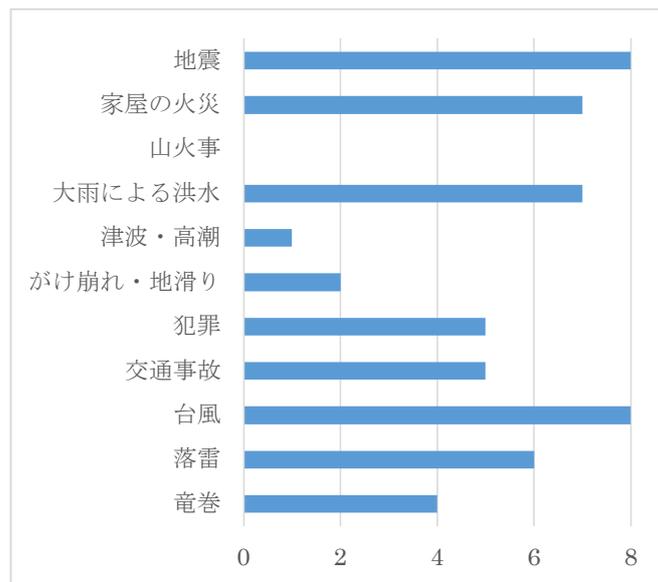


図 11 災害に対する意識のアンケート調査結果

災害に対する意識については、生活の中で不安に思う災害は本システムの対象である火災、地震、水害が多い。一方で、交通事故や台風といった項目も多いため、本システムにおける災害項目の追加が必要であることが分かる。また、災害に対する備えは、特に準備していないが、今後検討したいという回答が多か

った。これは、防災に対して関心はあるものの、何をすればよいのか分からず行動に至っていないからと考えられる。

#### 4.4 考察

今回の実験で、地域の特性を反映した情報や地域の人しか知らないような情報が多くあったことから、地域特性に合わせたハザードマップを作ることができた。アンケート結果から、システムの利用面では良い結果を得ることができた。しかし、日常での有用性など運用面での課題点が明らかになった。日常で有用であるかどうかについて肯定的な意見が伸び悩んだのは、今回はタブレット端末で実験を行ったため、実験を行った方々はタブレット端末を日常で使うことがないためと考えられる。このシステムをスマートフォンで利用したいかという質問に対しては肯定的な意見が多くあった。また、情報を投稿する際の指針があった方がいいという意見が多かったことから、現在の機能では、システムの利用者はどのような情報を投稿したらよいか分からず、情報を投稿するか躊躇してしまうと考えられる。このような意見から、日常で本システムを利用することは難しいと思う人が多かったと考えられる。

また、今回の実験は情報の登録のみであり、完成したハザードマップは見やすいか等は試していない。完成したハザードマップの情報は住民にとって有益なものかということや、グループでの討論に作成したハザードマップは有用であるかどうかの検証を行う必要がある。

## 5. おわりに

本論文では、開発を行ってきているハザードマップ作成支援システムの試用実験について述べた。このシステムは、住民自らが投稿した情報を共有することにより、地元の災害に対する知識を蓄え、自主的な防災活動を支援する。今回、佐賀県鹿島市肥前浜宿をモデル地区として試用実験を行った。

実験の結果、約1時間の活動で50件の地域の危険情報を集めることができ、地域特性を活かしたハザードマップができることが示された。また、システムを用いた住民自身によるアンケートの結果から、システムの有用性を確認することができた。さらに住民が災

害に対してどのような関心を持っているのかについても、情報を得ることができた。

今後は、より日常的に利用可能なシステム作りに着眼し、UIの向上や機能の追加などを行うことで、住民の防災活動に貢献できることが期待される。

## 謝 辞

本研究は、JSPS 科研費 JP16H04478 の支援を受けたものである。研究の遂行にあたり、ご協力いただきました肥前浜宿の皆様、和久屋准教授、林田名誉教授、岡崎研究室の皆さんに感謝いたします。

## 参 考 文 献

- (1) Seina Mori, Yasuhisa Okazaki, Hiroshi Wakuya, Nobuo Mishima, Yukuo Hayashida, Byung-Won Min : “Development of a hazard map creation support system with community participation type using positional information”, Proceedings of 2015 KoCon Spring Conference, pp.33-34 (2015.5)
- (2) 小崎駿, 森聖菜, 岡崎泰久, 三島伸雄: “サーバを用いた歴史的な地方都市における地域ハザードマップ作成支援システムの情報共有の実装”, 教育システム情報学会 2015 年度学生研究発表会, pp149-150(2016.3)
- (3) 濱村朱里, 福島拓, 吉野孝, 江種伸之: “日常利用可能なオフライン対応型災害時避難支援システム"あかりマップ"の実環境における利用可能性”, 情報処理学会論文誌, Vol.57, No.1, pp.319-330 (2016.1)
- (4) 「スマートひかりタウン熊本」プロジェクト: “住民参加型ハザードマップ”, <http://www.hikarikumamoto.jp/service3.html> (2018年2月1日確認)
- (5) 光原弘幸, 井上武久, 山口健治, 武知康逸, 森本真理, 井若和久, 上月康則, 獅々堀正幹: “ICT活用型避難訓練のためのオーサリングシステム”, 電子情報通信学会技術研究報告, Vol.115, No. 492, PP.193-198 (2016.3)
- (6) 国土交通省: “わがまちハザードマップ”, <https://disaportal.gsi.go.jp/hazardmap/> (2018年2月1日確認)

# 社会福祉士養成課程におけるICTを活用した 模擬面接教材の評価分析

坂本毅啓<sup>\*1</sup>, 佐藤貴之<sup>\*1</sup>, 中原大介<sup>\*2</sup>

<sup>\*1</sup> 北九州市立大学, <sup>\*1</sup> 福山平成大学

## Evaluation analysis of teaching materials of simulated interview using ICT in social worker training course

Takeharu Sakamoto<sup>\*1</sup>, Takayuki Sato<sup>\*1</sup>, Daisuke Nakahara<sup>\*2</sup>

<sup>\*1</sup> The University of Kitakyushu, <sup>\*2</sup> Fukuyama Heisei University

筆者らはこれまで、4年間にわたって模擬面接の演習教材の作成と形成的評価を行ってきた。本稿ではその教育効果の分析を行った。その結果、ICTを活用することで客観的視点の獲得、動画の反復的視聴によって細かいところまで観察が可能、学習者のペースで学習が可能、モデルとなる動画視聴の有効性、授業時間の短縮といった効果がわかった。一方で、作成したルーブリックの基準の詳細化、動画撮影に対する抵抗感・違和感、インタフェース操作の説明書の詳細化といった改善点が明らかとなった。

キーワード: 社会福祉士養成課程, 模擬面接, コミュニケーションスキル

### 1. はじめに

日本社会における高齢化や経済的格差の拡大に伴う福祉ニーズの高度化や多様化など、今日における福祉専門職の社会的必要性は非常に高い。そのような社会的背景を踏まえて、これまでに筆者らは、福祉専門職を養成する社会福祉士養成課程において、ICTを活用した教材の開発を行ってきた<sup>(1)(2)</sup>。これまで4年間にわたって教材として活用し、形成的評価を繰り返してきた結果を踏まえて、筆者らが作成してきたICTを活用した模擬面接の演習教材について、特に教育効果について評価分析を行う。その上で、社会福祉士養成課程における模擬面接を実施する中で、ICTを活用したことによって、学習者は何を達成することができたのかを述べる。

### 2. 教材の概要と授業の展開

#### 2.1 模擬面接へ着目した背景

福祉の専門職であり、クライアント（援助対象者、要保護者、要援護者、及びその家族等）の生活状況を

的確に分析し、どのような福祉ニーズを抱えているのか、どのような支援が必要であり、どのような社会サービスをつなげていくことが必要であるのかを考えることが求められる。特に福祉ニーズを抱えている人に対して、受容的、共感的な態度を基に言語的・非言語的コミュニケーションスキルを組み合わせながら、クライアントにとって口に出しにくいような生活の困難を聞き出し、そして気づく援助的コミュニケーションスキルが求められる。

一方で社会福祉士は、厚生労働省所管の国家資格であり、養成課程のカリキュラム、時間数、内容に至るまで詳細に規定されている<sup>(3)</sup>。カリキュラムの中でも「相談援助演習」は150時間(1コマ90分×75回)あり、その含むべき教育内容はケースワーク(個別援助)、グループワーク(集団援助)、コミュニティワーク(地域援助)、事例検討など、多岐にわたる内容が詳細に決められている。そのような中で、より実践的に援助的コミュニケーションスキルの獲得を目指したテーマが模擬面接である。

一般的に模擬面接を演習で実施するには、グループ

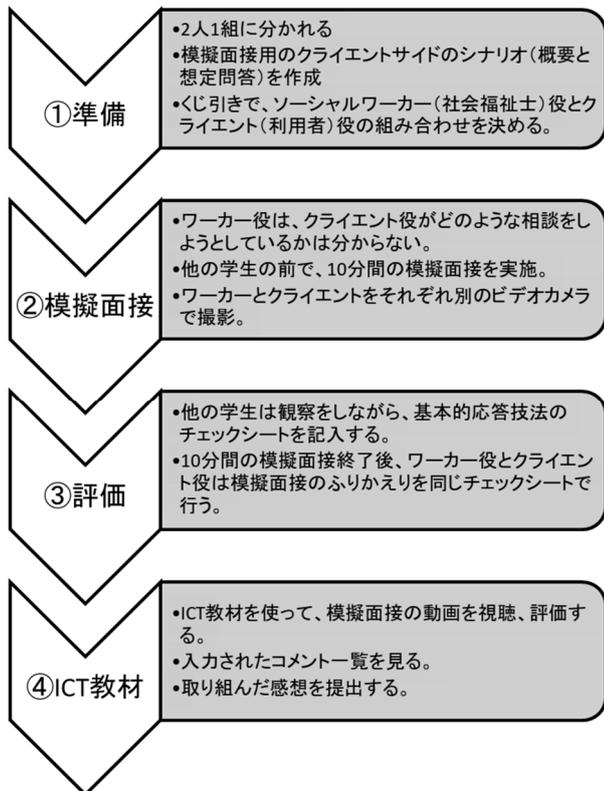


図 1 学習全体の流れ

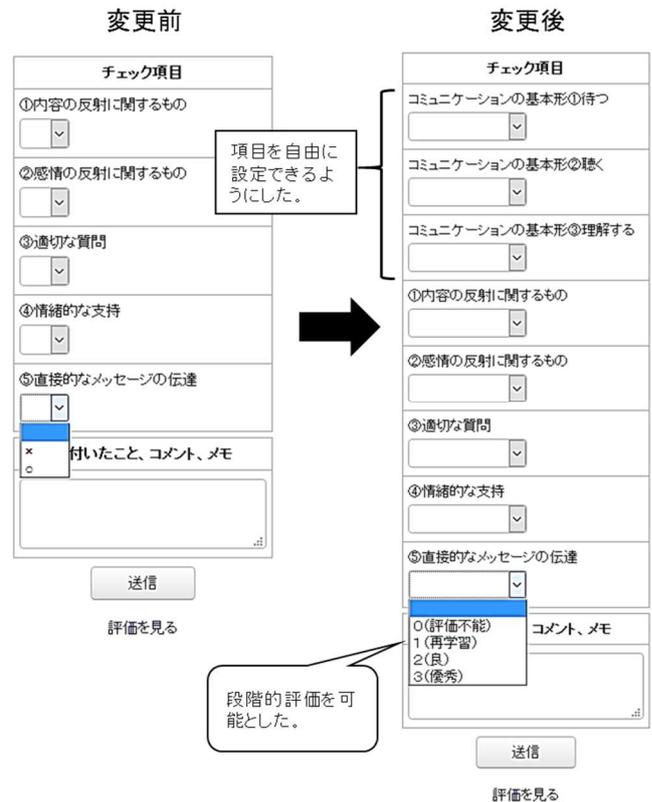


図 2 ルーブリック導入時の変更

で模擬面接を学習者が直接観察してフィードバックシートに記入したり、模擬面接を撮影して録画内容を個人や集団で視聴したりする。しかし、「これらの従来の方法では①演じた際の自己の客観的観察ができない、②20名1クラスで実施した場合相当な回数(時間数)を要してしまう、といった課題」があった<sup>(4)</sup>。効率的かつ効果的な教材を作成することを目指し、ICTを活用した教材の開発に取り組んできた。

## 2.2 開発した教材の概要と授業の展開

学習全体の流れは、図1のとおりである。この図の中で、②で模擬面接の場面をビデオカメラで撮影した後の、④の模擬面接場面を視聴・ピアレビューするた

めのコンテンツを開発した。さらに2016年から2017年にかけては、模擬面接を学習者が評価可能なルーブリックを作成し、図2のようにピアレビュー画面の変更を行ったり、動画を視聴する中での気づきなどが共有できるように、動画に直接強調マークとコメントを書き込める機能を持たせるなど、バージョンアップを行った。

## 3. 教材の評価分析

### 3.1 これまでの実施状況

相談援助演習の中の模擬面接を実施するための教材として活用してきた状況については、表1のとおりで

表 1 これまでの実施状況

	模擬面接参加者	アンケート回答者	備考
実施年度	2014年度 度数	12	12
	2015年度 度数	8	7
	2016年度 度数	16	0
	2017年度 度数	8	7
合計	度数	44	26
本論の分析対象	度数	16	14

表 2 学習者が使用した OS

			使用OS			合計
			Android	iOS	Windows	
実施年度	2015年度	度数	4	2	0	6
		実施年度の%	66.7%	33.3%	0.0%	100.0%
	2017年度	度数	3	0	4	7
		実施年度の%	42.9%	0.0%	57.1%	100.0%
合計		度数	7	2	4	13
		実施年度の%	53.8%	15.4%	30.8%	100.0%

(注)2015年度は無回答があったために母数が6となる。P=0.047<0.05

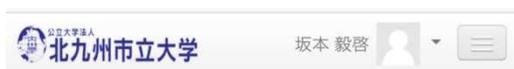
ある。2014年度と2015年度は、図1のとおり模擬面接を他の学習者が観察しながら紙にピアレビューし、後日、ICTを活用したピアレビューを行った。2016年度以降は、紙を使ったピアレビューを実施せず、個別に模擬面接を撮影し、ICTを活用したピアレビューのみを実施した。この中で、本稿で教材としての評価分析をするために扱うデータは、学習者とアンケート回答者の数が同数である点を考慮して、2015年度と2017年度のアンケートとした。

### 3.2 ピアレビューの方法と学習時間

模擬面接の動画のピアレビューで使用したパソコン

のOSは、表2のとおりであった。2017年度は大学内のパソコンを活用してピアレビューを行う学習者が多かった。学習者によると、その理由は「その方が画面を見ながら評価できる」とのことであった。特に2016年度以降はルーブリックによる評価方法に切り替えたことに伴って評価項目が増えたこと、そしてスマートフォンだと動画と同じ画面上に評価欄が表示されない(図3)が、パソコンのディスプレイであれば動画と同じ画面上に評価欄が表示される(図4)ことから、動画を見ながら評価を行うことができるという、インターフェースの違いの影響を受けたと考えられる。

次にアンケートで尋ねた学習時間について平均学習時間を年度別に比較すると、2015年度は1時間57分であったのに対し、2017年度は2時間50分となっており(図5)、ICTによるピアレビューのみ実施した2017年度は53分間より多くの学習時間を要している。等分散を仮定しない(Leveneの検定、有意確率0.01)



### 福祉コース (坂本)

ダッシュボード ▶ 福祉コース (坂本) ▶  
模擬面接教材 ▶ 模擬面接② ▶ 評価を行う

#### 模擬面接②



ワーカー役：■■■■■  
クライアント役：■■■■■  
ルーブリックを閲覧する場合はここから



図 3 スマートフォンのインターフェース

図 4 パソコンのインターフェース

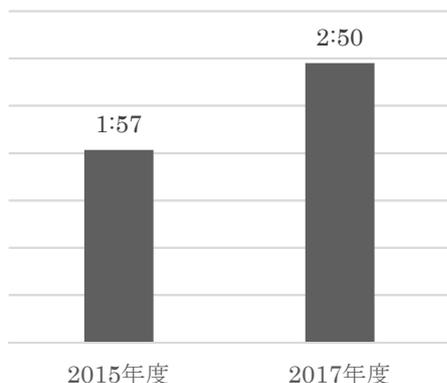


図 5 年度別に見た平均学習時間

t 検定の結果は  $p=0.031$  であり、有意な差であると認められる。このような違いは、2015 年度までは直接模擬面接を見て一度ピアレビューを行っているのに対して、2017 年度は ICT を活用して模擬面接を初めて目にし、さらにループリックに基づいてそれまでよりも詳しく評価をすることが必要になったためと考えられる。なお、模擬面接に関する一連の流れに要する授業時間は、学習者の人数にもよるが ICT のみにすることで 1 コマ (90 分) から 2 コマ (180 分) の短縮が可能となった。

### 3.3 教材としての学習効果

#### 3.3.1 量的分析

まずは教材としての学習効果を、2015 年度だけ用意した選択肢型の質問項目の量的分析から進めていく。

2015 年度は紙と ICT の両方を活用したピアレビューを行っているので、どちらのコメントの方が役に立ったのかを尋ねた。その結果、概ね ICT を活用したコメントが役に立ったという意見の方が多いことから、

表 3 どちらが役に立ったか (2015 年度)

行ラベル	度数	割合
ICT でのコメントの方が役に立った。	3	42.9%
ICT でのコメントとプリントでのコメントは、同程度役に立った。	3	42.9%
プリントでのコメントの方が役に立った。	1	14.3%
総計	7	100.0%

模擬面接を行う上で ICT を活用することは効果があると考えられる。紙と ICT では、どこが違うのかを集計した結果が表 4 である。客観的視点の獲得、自己評価、ワーカーへの評価、細かいところまで観察することができると等の項目違いがあった。ただし、それは決して「冷静に評価することができた」(14.3%, 1 名) という訳ではないようでもある。

表 4 ICT と紙の比較 (2015 年度)

項目	度数	割合
自分を客観的に観察することができた。	7	100.0%
表情や声量、態度等、全てのふりかえりができたので、自己評価するにはとてもよかった。	6	85.7%
クライアントの視点でワーカーの表情を観察したり、言葉を聞いたりすることができた。	6	85.7%
ワーカーの細かな表情や仕草、クライアントに対する姿勢を、ICT を活用した方がよく観察することができた。	6	85.7%
自分の良いところも、悪いところもわかりやすかった。	5	71.4%
表情や雰囲気づくりに気を付けようと思っていたところが、見るだけで伝わってきた。	4	57.1%
動画で見の方が全体を観察できる感じで、見やすかった。	3	42.9%
ワーカーの様子がよく観察できた。	3	42.9%
自分の表情や受け答えが、思っていたのとまったく違った。	2	28.6%
自分を冷静に評価することができた。	1	14.3%
ワーカー役をしている時はできていると思っていたことが、できていなかった。	0	0.0%

### 3.3.2 質的分析

次に 2015 年度と 2017 年度に共通した質問項目である、取り組んでみた感想の内容から、共通する文章を分類 (KJ 法) し、そこからこの教材によってどのような効果があったのかを見ていく。以下では、分類された感想の内、主なものだけを紹介しておく。

まず、最も記述した学習者が多かった内容は、「自己の新たな気づき (6 人/14 人)」である。これには「自分を振り返る点の方にとっても使えた。(ID:2015-05)」, 「自分のピアレビューを見るのは気が進まなかったが、見てみると、コメントでもらった内容の意味がよくわかった。(ID:2015-06)」が含まれる。紙で指摘されるだけよりも動画を視聴することでその指摘された内容を理解することができ、ワーカー役を行った学習者が自己をふりかえり、新たな課題等に気づくことができている。

次に多かったのは、「客観的視点の獲得(5 人/14 人)」である。「自分を客観的に見ることができて良かった。

(ID:2015-01)」や、「自分を客観的に見る機会はないので、とても良い経験になった。(ID:2017-02)」といった感想が含まれる。日常ではできない客観的視点の獲得をすることで、先述の「自己の新たな気づき」へとつながっていくと考えることができる。

3 番目に多かったのは、「ICT を活用した利点 (5 人/14 人)」である。これには「時間的にも、自分の空いている時に取り組める事など、利点が多くあり良かったです。(ID:2015-04)」や「プリントでは、その場で感じたことを書いてもらえていて、ICT では内容重視で書いてもらえていたように思ったので、2 つをやることで、自分の解析がより深くできるのではないかなと思う。(ID:2015-06)」といった感想が含まれる。スマートフォンなどのデバイスで、空き時間に取り組めるというのは社会人学生が多い社会福祉士養成課程、特に通信課程では有効な機能性であると言えよう。また、ICT の方が内容重視で書いてもらえていたという感想は、ICT を活用したピアレビューの方が自分のペースでじっくりと取り組めることで、ワーカー役の学習者にとってはより内容のあるコメントを得ることを通したより深い学習ができると言える。

4 番目に多かったのは「評価・コメント機能の効果 (4 人/14 人)」である。これには「プリントでの感想

よりも、具体的なアドバイス、評価ができたのではないかな。(ID:2015-01)」, 「ICT で見た方が相談内容も良く理解出来て、コメントが言い易かった。(ID:2015-02)」, 「面接でのコミュニケーションの基本や成り立ちをコメント入力において振り返る事が出来た。(ID:2015-02)」といった感想が含まれる。これらから、ICT を活用した評価・コメント機能が学習に効果をもたらしていると言える。

最後の分類は「反復的視聴による深い観察・評価 (4 人/14 人)」である。これには「何度も見られる事で、頭に残りやすく自分の為に参考になりました。(ID:2015-04)」や「自由に動画を止めたり巻き戻したりできるため、とてもやりやすかった。(ID:2017-05)」といった感想が含まれる。ここからは気になった点などを何度も容易に見直せることは、ピアレビューにおいて意味あることだと分かる。

以上見てきたように、感想文の質的分析から、教材には 5 つの学習効果があることがわかった。

### 3.4 ルーブリックの評価

2017 年度のアンケートでは、2016 年度から導入したルーブリックについての評価を自由記述方式で質問している。自由記述回答を KJ 法で分類したところ、「評価基準が不明確 (6 人/7 人)」が最も多かった。これには「基準があいまい (ID:2017-01)」や「優秀と良の違いを判断するのが難しかった。(ID:2017-02)」といった感想があった。ここから、作成したルーブリックが現段階においては基準が不明確であり、今後改善が必要であることを指摘している。特に「評価段階が多い方が評価しやすい。(ID:2017-03)」という指摘のように、現段階では優秀・良・要再学習・評価不能の 4 段階であるが、さらに多段階化・細分化した方が評価しやすく改善をする必要がある。

一方で、「ルーブリックがあることの効果 (3 人/7 人)」として、「ルーブリックのような評価の基準が手元にあったので、やりやすさもあった。(ID:2017-04)」, 「評価を見たときに、このような内容が求められているのだと感じた。(ID:2017-06)」と言ったような、積極的評価も見られる。特に本教材をとおして学ぶべき内容がわかりやすいという点は、ルーブリックを導入したことで Dannelle D. Stevens らが指摘しているオ

ンライン学習においてループリックを活用した時の「教育的存在感」を示したと言える<sup>5)</sup>。

### 3.5 今後の改善点

#### 3.5.1 インタフェース操作説明の改善点

次に、本教材の今後の改善点と課題点について考えていく。まず、2015年度実施までにわかっていたトラブルを改善し、新たに動画にマーキングできる機能を追加したバージョンであった。改めて2017年度実施の際に学習者に、新たに追加した機能について質問をした。その結果、「途中でマーカーを入力し、その部分のコメントを入れるとの説明だったように思うのですが、出来ませんでした。(ID:2017-06)」や、「パソコンの動画画面の横幅が大きく、評価のしづらい所があった。(ID:2017-02)」,そして「一回、iPhoneで動画をみて、評価しようとしたとき、一番上の項目だけどうしても開けず、パソコンでやり直しました。他の項目は開きました。(ID:2017-05)」といったトラブルがあったことがわかった。

新たに機能を追加し、操作について説明をしたものの、各自のデバイスでうまく操作できないことがあったことがうかがえる。これらのトラブルについて、筆者らは再現実験を行ったが、同様のトラブルの再現はできなかった。システムのバグというよりも、むしろ学習者が操作方法をよく理解できていなかったためではないかと考えられるため、2017年度の配布した操作説明書よりもより詳細な操作説明書を用意するとともに、パソコンとスマートフォンの両方を学習者の目の前で実演して理解させるような工夫が必要であると考えられる。

#### 3.6 演習課題としての改善点

筆者らが開発した教材は、相談援助演習において援助的コミュニケーションスキルを獲得することを目指したものであることは先述したとおりであるが、そもそもとして、演習課題としての改善点も明らかとなった。

まず、「そこまではなく、気付きも前後で変わらなかった気がする。(ID:2015-03)」という感想は、学習者によっては、紙かICTかは関係ないことはあり得ることである。これは、教育者側がICTを活用すれ

ばすべてうまくいくわけではないという、当たり前の確認とも言えるが、重要な点であろう。

次に、「カメラがあることに意識がいつってしまった。(ID:2017-01)」という感想は、カメラに撮影される

ということが、学習する上で逆に阻害する要因にもなり得る可能性を示唆している。また、「初めての経験で、他の人に自分の映像が見られている、自分自身でも見る、それは正直抵抗はありました。(ID:2017-03)」という感想は、これまでの筆者らの研究発表でも指摘されて来た肖像権の問題とも関わってくる。これらについては、引き続き動画データの扱いについて検討が必要であると言える。

一方で「先輩の動画をみれるところがとても勉強になりました。(ID:2017-05)」,「お手本となる人の動画を見ることができて、良かった。(ID:2017-05)」という感想もあり、モデルとなるような先輩の動画や、プロフェッショナルの動画を視聴することは、学習者にとって有効であることも示唆される。肖像権の問題も視野に入れながら、本教材による模擬面接の演習課題を次に取り組み際には、モデルとなる動画視聴も一連の学習の流れの中に入れ込むように改善をする。

## 4. おわりに

本稿では、筆者らが開発した教材を基に、実際に模擬面接の演習課題に学習者が取り組み、その学習効果と、システムの改善点と教育プログラムとしての改善点について評価分析を行ってきた。その結果、ICTを活用することでより効果的、かつ効率的な学習をすることができていることがわかった。今後は、今回の評価分析から見えてきた課題点を更に改善し、ICTを活用することで学習者が具体的にどう変化していくのか研究を進めていきたいと考えている。

## 謝辞

本研究はJSPS 科研費 26330403 の助成を受けたものである。

## 参考文献

- (1) 坂本毅啓, 佐藤貴之: “介護職員等実務者研修におけるシリアスゲーム活用の検討”, 教育システム情報学会研究

報告, Vol.27, No.4, pp.34-37 (2012)

- (2) 佐藤貴之, 坂本毅啓: “福祉専門職教育における情報技術を用いたシステム導入の検討”, 教育システム情報学会研究報告, Vol.28, No.1, pp.74-79 (2013)
- (3) 社会福祉士・介護福祉士・社会福祉主事制度研究会 (監修): “新訂 社会福祉士・介護福祉士・社会福祉主事関係法令通知集”, 第一法規株式会社, 東京, (2018)
- (4) 坂本毅啓, 佐藤貴之, 中原大介: “社会福祉士養成課程における模擬面接教材のルーブリック作成”, 教育システム情報学会研究報告, Vol.31, No.6, pp.149-154 (2017)
- (5) Dannelle D. Stevens, Antonia J. Levi (原著), 佐藤浩章, 井上敏憲, 俣野秀典(翻訳): “大学教員のためのルーブリック評価”, 玉川大学出版部, 東京, (2014)

## 参 考 資 料

- 学習効果の質的分析に用いたアンケートの記述とその分類 (記述は原文ママ)

### 1. 自己の新たな気づき (6人/14人)

- ① 実際自分で見ることで気づくことや反省する部分を見出せた。(ID: 2015-02)
- ② 自分を振り返る点の方にとっても使えた。(ID: 2015-05)
- ③ 自分のピアレビューを見るのは気が進まなかったが、見てみると、コメントでもらった内容の意味がよくわかった。(ID: 2015-06)
- ④ 他の人の意見や他の人の面接のやり方を見て、考え方や自分のできてないところ、良かったところが考えやすかったです。(ID: 2017-03)
- ⑤ 自分では気づかないようなところも、他の人の意見で、面接の様子から、たくさん発見があったので、ためになった。(ID: 2017-04)
- ⑥ 自分の反応や言葉に、気を配る必要があると強く感じた。(ID: 2017-06)

### 2. 客観的視点の獲得 (5人/14人)

- ① 自分を客観的に見ることができ良かった。(ID: 2015-01)

- ② 自分自身を振り返る意味では、客観的に捉えることができ、学びにつながったと思う。(ID: 2015-03)
- ③ ICTにて自分の様子を観察したのは初めてだった。(ID: 2015-03)
- ④ 自分のワーカーの様子を客観的に見る事ができ、大変勉強になりました。(ID: 2015-04)
- ⑤ 自分を客観的に見る機会はないので、とても良い経験になった。(ID: 2017-02)
- ⑥ 自分の様子を客観的に見れて、自分自身の人と向き合う時の姿勢や様子を知ることができたのは、良かった。(ID: 2017-07)
- ⑦ 自分の姿を自分の目で見ることはむずかしいので、それを客観的に見て評価できること、また、他の人にも評価やアドバイスをしてもらえたのは、自分を見直すきっかけになりました。(ID: 2017-07)

### 3. ICTを活用した利点 (5人/14人)

- ① 授業と授業外とで、継続した学びをするには、ICTは有効であると思う。(ID: 2015-03)
- ② 時間的にも、自分の空いている時に取り組める事など、利点が多くあり良かったです。(ID: 2015-04)
- ③ ICTを活用するとまた新たにみえてくる部分などもあって良かった。(ID: 2015-05)
- ④ プリントでは、その場で感じたことを書いてもらえていて、ICTでは内容重視で書いてもらえていたように思ったので、2つをやることで、自分の解析がより深くできるのではないかと思います。(ID: 2015-06)
- ⑤ 今後にかかしていくためには大切。(ID: 2017-03)

### 4. 評価・コメント機能の効果 (4人/14人)

- ① プリントでの感想よりも、具体的なアドバイス、評価ができたのではないかと。(ID: 2015-01)
- ② ICTで見た方が相談内容も良く理解出来て、コメントが言い易かった。(ID: 2015-02)

- ③ 面接でのコミュニケーションの基本や成り立ちをコメント入力において振り返る事が出来た。(ID : 2015-02)
  - ④ 他の人の面接からもたくさん学びを得ることができるので、良い取り組みができたと思いました。(ID : 2017-03)
  - ⑤ 他の人の評価をすることはむずかしく、評価する人によって、評価やコメントが違って、おもしろかった。(ID : 2017-04)
5. 反復的視聴による深い観察・評価(4人/14人)
- ① 何度も見れる事で、頭に残りやすく自分の為に参考になりました。(ID : 2015-04)
  - ② じっくり考えながらできた。(ID:2015-06)
  - ③ 動画で何度も再生したり、巻き戻しもできたので、評価がつけやすかった。(ID:2015-07)
  - ④ 自由に動画を止めたり巻き戻したりできるため、とてもやりやすかった。(ID:2017-05)
6. 今後の改善・課題点 (3人/14人)
- ① そこまでではなく、気付きも前後で変わらなかった気がする。(ID : 2015-03)
  - ② カメラがあることに意識がいつてしまった。(ID : 2017-01)
  - ③ 初めての経験で、他の人に自分の映像が見られている、自分自身でも見る、それは正直抵抗はありました。(ID : 2017-03)
7. 見本となるモデルを視聴することの効果 (1人/14人)
- ① 先輩の動画をみれるところがとても勉強になりました。(ID : 2017-05)
  - ② お手本となる人の動画を見ることができて、良かった。(ID : 2017-05)

# 古都奈良の魅力を発信する AR 技術を使った 観光地案内アプリ制作と ICT デザイン教育

三浦 剛<sup>\*1</sup>, 松下 征悟<sup>\*2</sup>

\*1 東京工芸大学 \*2 奈良県立磯城野高等学校

## Production of sightseeing spot guidance application using AR technology to transmit information of Nara and ICT design education

Tsuyoshi Miura<sup>\*1</sup>, Shogo Matsushita<sup>\*2</sup>

\*1 Tokyo Polytechnic University \*2 Nara Prefectural Shikino Senior High School

We presented education for ICT(Information and Communications Technology) to 3rd grade students of Nara Prefectural Shikino Senior High School and students of Tokyo Polytechnic University Faculty of Arts Department of Design and Department of Game by giving them a task of creating a smartphone application for sightseeing of Japanese garden: Isuien. As a result, we found that the collaboration of students being different age and having different backgrounds is very effective for ICT education.

キーワード: ICT 教育, スマートフォンアプリケーション, AR, クラウドサービス, 遠隔会議, Slack

### 1. はじめに

文部科学省は現在、教育の情報化の推進を掲げ ICT 教育に力を入れている。奈良県教育委員会では 2016 年より ICT 教育推進エバンジェリストと称して県内の学校から選ばれた教員が ICT 教育推進活動を行っている。その中で奈良県立磯城野高等学校は地元奈良の史跡を調査し発表する授業に東大寺大仏殿近くにある日本庭園「名勝 依水園」に協力を得て、生徒に調査させ AR コンテンツ化する活動を行った。それは 2015 年に東京書籍株式会社が開発している GPS を利用した AR アプリ「マチアルキ」のフォーマットを使用して、制作したモバイルコンテンツ「ナラアルキ」である<sup>(1)</sup>。この取り組みは、庭園内随所にある様々な由来のある伝承を観光客に伝えたいけれども景観を守るためには案内看板を置くことができないという長年悩みであった依水園の課題を景観を壊さず情報を提示することで問題解決を目指し、既存のフォーマットを使用

することによって汎用性が高くコンテンツを作りやすいので、高校生が地元の情報を簡単に発信することができる試みとして注目された。しかし、GPS での位置認識が不鮮明なうえに園内に 3 カ所しかコンテンツが設定できないなど問題点を感じた。そこでこの研究の発表を見ていた著者の一人三浦が声をかけ、大学と共同研究として一からアプリを作り直す提案し、2016 年 6 月に「名勝 依水園」を案内するアプリを制作する教育プロジェクト「ココニワプロジェクト」がスタートした。2018 年現在、プロジェクトは第 2 期メンバーに引き継がれ依水園案内アプリ「ココニワ」のコンテンツの充実と第 2 弾の配信に向けて制作を進めている。

また、東京と奈良という離れた学校同士でのプロジェクトであるため、顔を合わせてコミュニケーションを取る機会は限られてしまう。そこで本プロジェクトでは、Google ドライブ、Slack、Skype を利用したクラウドサービスや遠隔会議を活用し、データと意識の共有を図った。

## 2. 学生たちによる観光アプリ開発

### 2.1 自分たちのプロジェクトだと自覚しリスタート

プロジェクトが立ち上がった2016年6月、まず最初に集まった高校生7名にプロジェクト名を考えさせた。既存のフォーマットで作った「ナラアルキ」からのリスタートなので、まず一から作る自分たちの「アプリ」である自覚を持たせるためである。そしてコンセプトを改めて考え直し、自分たちと同じ世代に共感してもらおうというコンセプトから「ココ(奈良)に(自分たちの)ニワ(庭)がある」という意味の「ココニワ」というプロジェクト名を考え出した(図1)。

東京工芸大学デザイン学科の学生3名が、8月上旬に奈良を訪れ依水園に向かった。そこで高校生から庭園の解説を聞き、「意味を分かった上でみる日本庭園は、初めての経験で魅力的な上に奥深く面白かった」という気付きがあり、庭園の情報をアプリ化して発信するというプロジェクトの意味を学生に理解させることができた。

ここで私たちは学生と生徒達に同じ世代に共感してもらうにはどういった工夫が必要かを話し合わせた結果、奈良県外から来た学生より名勝として知る人ぞ知る依水園だが、奈良県にあるという印象が薄いという問題点が出された。そして解決策として県外でも有名な奈良県公式キャラクター“せんとくん”を依水園に立たせたイメージを多用することで「依水園+せんとくん=奈良」となるアイデアが生まれた。こうして自分たちオリジナルのアプリ制作としてリスタートした(図2)。

### 2.2 庭園の様々なコンテンツを整理

その後すぐに園内での情報をまとめるため、依水園の地図を模造紙に描かせて自分たちで選んだコンテンツを各自付箋に書き込み、模造紙の地図に貼り付けながら取捨選択をおこない、選ばれた約60カ所をplant(主に園内の植物を解説15カ所)、architecture(園内の建築物や構造物を解説40カ所)、landscape(園内の景観の意味を解説5カ所)のような分類にまとめて整理し、解説文にはコンセプトである同じ世代の人たちに共感してもらうための読みやすい文字数としてTwitterをヒントに140字と決め、メンバーそれぞれが担当して文章作成にあたった。そして園内での撮影

では丸1日を要したハードなものだったが、あらかじめしっかりと撮影計画を立てさせたことでテンポよく終わった。この撮影計画はデザイン学科の学生が行った。当初自分がなぜこの担当になったかわからなかったようだが、最後にはデザインにとって計画が大切なことを理解するに至った。



図1 プロジェクトのロゴ 図2 参加したせんとくん

### 2.3 実際に実装した改善点

そして依水園の学芸員である山崎さんに今まで使われていたシステム「ナラアルキ」の感想をお話ししていただいた。GPSの精度の問題の他、既存のアプリ内の1コンテンツとして本体をダウンロードしてからアプリ内で改めてインストールしなければならず、非常に導入が複雑でわかりづらく不評であること、メインコンテンツが動画のために再生開始まで時間がかかり、再生された動画を見ながら園内を歩く観光客が現れ問題となったことなどの話をいただいた。その後、実際に学生たちが現地にてアプリを使用して指摘された部分を検証させ、学生や生徒にアプリへの問題点をリストアップさせることにより改善点が見えてきた。「ナラアルキ」では既存のフォーマットを使用することで手軽ではあるが、出来ることに制約も入る。また、GPSを使用する為、数メートルの誤差が生じて時間がかかるためコンテンツの数に制限が出てしまうことから園内に3カ所しかコンテンツを設定できなかった。解決策を話し合わせた結果、学生よりARマーカー方式に変更することの提案が出された。同時にマーカー自体の仕様については園内の景観を壊すことのない木製マーカーという案にまとまった。そこで、大学にあるレーザー加工機を使い、デザインを行うことを学生が提案。高校生よりサイズはわかりやすく目立たない100mmの正方形を基本にする大きさにし、植物にも負担のない形の提案が出てきた。検討の結果その方向でサンプルを制作することになった。制作は磯城野高校の生徒によって最初にスケッチ案が描かれ、それを

東京工芸大学デザイン学科の学生が木札にデザインした。材料に使用する木材は奈良県産の木材にこだわり、吉野杉・ケヤキ・吉野のヤマザクラ等の木材を用意してそれぞれの検証をおこなった。その結果、ヤマザクラの木がレーザー加工と一番相性が良く発色がよくマーカに適していたので吉野のヤマザクラを使用することにした。現地では雨ざらしになるので、夏の日差しにも対応した防水・防腐・UV カットの効果を持ち合わせた木材保護塗料など学生からの工夫が随所に見られる形で完成した(図3)。これにより60箇所の細かい園内のコンテンツをアプリに認識させることが困難であったGPSによる認識機能の問題点を解決する事が出来、学生たちは必要とする情報に合わせ、テクノロジーを用意する思考を持つことが出来た。

そして普段自分たちが利用しているアプリとこれから自分たちが作ろうとしているアプリの比較をさせた。その結果、データをアプリ内に内包し、シンプルで取り回しのよいモノを目指すことになった。また、園内に散らばったマーカを探し出して解説ページを表示させると、アプリ内の依水園MAPにマーカが追加され、ユーザーが集めたコンテンツは園内を出て帰宅してからも依水園を振り返ることが出来るゲーム性がアプリをよりよいものにするというアイデアも生まれた。そして、ゲーム学科の学生2名によるプログラムの具体的な検討に入った。アプリリリースはAndroid版とiPhone版の2つの環境を実現するため、マルチプラットフォームに強い開発環境である“Unity”を用いること、アプリの肝であるARマーカを認識させる機能の実装には“Vuforia”というサービスを使用したことにより比較的簡単に画像認識機能を実装することを調べあげ、これら導入することにより問題を解決できるとの結論に達した。これを受けてデザイン学科の学生がUI・UXデザインの組み立てに入り、ゲーム学科との調整に入った。私は特に色に対してはDICカラーガイドの「日本の伝統色」から選ばせ丁寧な配色を指導した。これによりデザイン・ゲーム両学生たちはお互いの担当分野を理解し、依水園というモチーフに対しコンセプトを同一の意識を持つ考えを学ぶことが出来る。

そして2017年3月、ARによるマーカ認識を搭載した依水園観光案内アプリ「ココニワ」が完成した。

(図4)



図3 木製のARマーカ



図4 完成したアプリの画面

## 2.4 配信前先行テスト

2017年6月「ココニワ」の配信前先行テストを行った(図5)。同年3月に完成した「ココニワ」にアンケートの機能を追加したテスト用の端末を複数台用意し、来園者にアプリの体験を依頼しテストに協力してもらった。週末を利用した2日間のテストで得られたアンケート結果から、年齢層、アプリの認知度、使用した感想を集計した。修学旅行生を中心とした20代未満の来園者が34%(図6)を占めるため、コンセプトである同じ世代の人たちに共感してもらおうという点うまく一致した。また、ぱっと見て読みやすい量の文章は年配の方の評判も良かった。配信前であることからアプリの認知度は低く、「知らない」の回答が88%(図7)となった。このことについては、今後ココニワ公式HPと依水園HPの相互リンクやFacebookページを利用した情報発信を定期的に行うことで認知度を高めていけると考えている。そして、アプリは使いやすく、自分のスマホに入れたい、依水園観光に必要なだという過半数を超える回答(図8)からは、学生も高校生も創作意欲を掻き立てられた。



図5 先行テストの様子

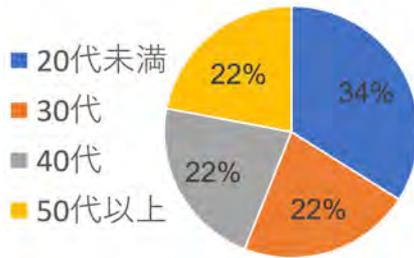


図6 来園者の年齢

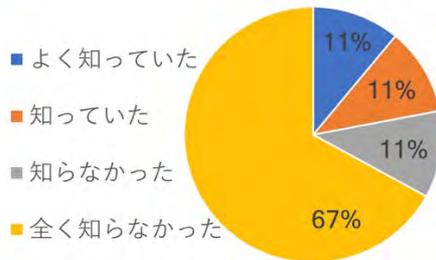


図7 アプリの認知度

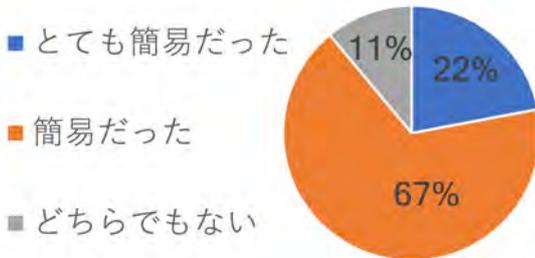


図8 アプリの使いやすさ

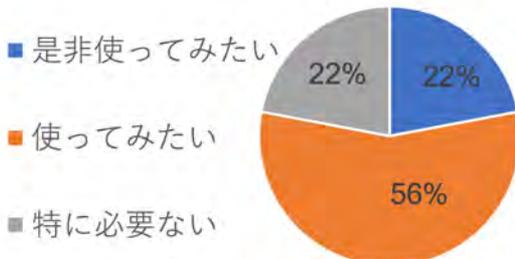


図9 依水園以外でも使ってみたいか

## 2.5 外国人観光客への対応

配信前先行テストでの一番の気づきは、来園者の多くは外国人観光客だということだった。依水園には季節を問わず年間を通して多く外国人観光客が来園する。多言語に対応することが急務だとプロジェクトのメンバー全員から同じ意見がでた。そこで、NPO 法人なら外国語観光ガイドの会に協力を依頼し、英語・韓国語・中国語（繁体字・簡体字）への翻訳を行った。多言語への対応に伴い、説明文のスクロール機能を追加し、日本語を含む4カ国語に対応した「ココニワ」が完成した。（図10）



（図10）外国語で表示される説明文

## 2.6 第2弾の制作

配信前テストで依水園以外でもこのアプリがあれば使ってみたいかという問いに78%（図8）の使ってみたいという回答を得られたことから、第2弾の制作をスタートした。

模造紙に奈良の地図を書き県内の庭園を付箋に書き出し、コンセプトを一から練り直した。そして、高校生と大学生による取材を重ね、第2弾の舞台は日本一の桜の名所吉野山竹林院群芳園（以下竹林院と記載）に決定した。豊臣秀吉が豪華絢爛な大花見をしたことで有名な吉野山の歴史は、聖徳太子の時代まで遡り、役行者を開祖とする修験道とも深い関わりがある。南北朝時代には、吉野朝廷があったその歴史を高校生が中心となり取材しコンテンツとしてまとめている。

高校生が竹林院のコンテンツをリストアップしていく中で、庭園内随所に様々な由来がある依水園と同じようにまとめることが出来ないという問題に気づいた。庭園や吉野山の歴史は、古事記の時代にまで遡り、記録として残っている歴史的事実と口頭伝承されてきた神話が入り混じっている。これらの神話やファンタジー的な要素に魅力を感じた高校生に、大学生からアプリを持って庭園を散策することで、吉野山の歴史と神話を学ぶことができるストーリー性を持ったアプリにしてはどうかという提案がなされた。結果として、ココニワ第2弾は、アプリそのものが竹林院の庭園を散策しながら、吉野の歴史を知るアミューズメント性の高いアプリを提案するというコンセプトに決定し、この問題を解決した。

### 3. まとめ

2017年3月6日に奈良教育大学にて開かれた「平成28年度 奈良県 ICT 教育指導・整備担当者連絡会」にて学生と生徒はココニワプロジェクトの研究成果発表を行い、奈良県内の教員達から「非常に考えられていて興味深い研究」という評価を多くいただいた。また、同席していただいた依水園の田代館長より「真剣に取り組んでいた事に感銘を覚えました。ぜひアプリを活用させていただきたい」とのお言葉を直接学生達にいただき、社会の反応を得て自分たちが取り組んだプロジェクトの成果をリアルに感じていたようだ。完成のための具体案は想像しづらいものではあったが、全員で意見を出し合うことで完成させることへの自信へと繋がり、このプロジェクトで奈良の高校生と東京の大学生が連携し、話し合いを深めながら問題を解決していく過程は学生たちにとって非常に刺激的であり、その過程で考える力とコミュニケーション力を得る事ができたようだ。新しいテクノロジーを使った表現の可能性を体感することで、やりたいことや可能性が広がり自分にリーダーシップが身についたことや研究をまとめ発表をしたことで自信をつけることが出来たと思う。このように ICT 教育においては、単にテクノロジーを教えるのではなく、異質なグループの交流を織り込むことで学習効果を上げる可能性が示せたのではないかと考えている。

### 4. おわりに

現在、ココニワ依水園は4カ国語に対応しリリースしている。今後は依水園の方の協力もいただき、実際に観光客に使用していただき、実際の運用から得られるフィードバックを学生たちに調べさせ、自分たちが準備してきたことへの効果を調べさせることが重要であると考えます。

学生や生徒たちは授業での制作課題で基本的に個人単位で制作する事が多いが、複数の団体が共同で制作を行ったため、デザインやコミュニケーション、情報共有や撮影、スケジュール管理を分担することの大変さを知ることが今回できた。そして完成に近づいていく度に喜びが大きくなっていき、またその喜びを共有できることを知り、良いものを世に送り出そうと言う

向上心に繋がる良い経験になったと感想で述べている。デザインは情報の上にテクノロジーとビジュアルが備わっていることが必要であるが、そのためにはたくさんの分野の人間との共同作業が重要である。スマートフォンアプリというテクノロジーはまさに ICT を身近なものとし、その用途は社会を変えるものであるが、学生でも様々な分野と連携し、作り上げることが可能だと全員が実感した。

2017年3月に卒業を迎えた磯城野高校の生徒達は本プロジェクトきっかけに自分の新たな進路を発見し第一志望への進学を実現させた。そして、先輩たちの活躍を見ていた後輩達がプロジェクトを引き継ぎ、第2弾の完成に向けて取り組んでいる。今後、ココニワアプリは依水園だけではなく、他の観光地に場所を変え、学生と高校生が中心となり地域・学校・教育委員会とともに共同して増やしていくと確認した。同時に、完成したアプリの情報端末や OS のアップデートへの対応や、定期的なアプリのリニューアルがプロジェクトを継続していく上での今後の課題である。今後もこの研究活動を続け、IOT 教育におけるコラボレーションの可能性を追求したい。

### 謝辞

本プロジェクトに全面的に協力をいただいた公益財団法人 名勝依水園・寧楽美術館、奈良県教育委員会、奈良県立教育研究所に感謝の意を表する。

### 参考文献

- (1) 松下征悟: “依水園をテーマにした AR コンテンツの制作を通して”, 視聴覚教育, Vol.822, No.4, pp.20-21 (2016)
- (2) 三浦剛, 松下征悟: “観光地案内アプリ制作による ICT デザイン教育”, 日本デザイン学会デザイン学研究, pp.80-81 (2017)
- (3) ココニワ公式サイト <http://coconiwa.site>
- (4) ココニワ公式 Facebook ページ <http://www.facebook.com/coconiwa.project/>

