

## も く じ

■開催日時：2017年7月8日（土） 10:30-17:35

於：信州大学 松本キャンパス中央図書館（長野県松本市）

■テーマ：「ICTを活用した学習支援と教育の質保証／一般」

- 1) 深層学習による協調学習データの自動コーディングに向けて----- 1  
○安藤公彦，柴田千尋，宮坂秋津，稲葉竹俊（東京工科大学）
- 2) 著作権学習システム「創作エディタ」の改良と Moodle プラグイン化----- 9  
○中原敬広（三玄舎），布施泉（北海道大学），岡部成玄（北海道大学），  
牧野圭一（日本漫画家協会）
- 3) 教育実践研究とシステム開発研究を連携させるための要件に関する検討  
：教育実践研究の立場から----- 13  
○金子大輔（北星学園大学），山本樹（創価大学），村上正行（京都外国語大学），  
稲垣忠（東北学院大学），下郡啓夫（函館工業高等専門学校），  
益川弘如（聖心女子大学）
- 4) IoT 技術を用いたグループ学習におけるコミュニケーションの質と量の可視化に関する研究----- 21  
○高橋良貴（千歳科学技術大学大学院），石田雪也（千歳科学技術大学），  
大河内佳浩（千歳科学技術大学），山川広人（千歳科学技術大学），小松川浩（千歳科学技術大学）
- 5) 認知科学を取り入れたプログラミング多重ループ理解の効果的学習法について----- 25  
○時田真美乃，長谷川理，不破泰（信州大学）
- 6) Web との関係を意識させる IoT プログラミング実習の提案----- 31  
○山川広人，小松川浩（千歳科学技術大学）
- 7) シャトル型コミュニケーションを対象とした質的分析手法の分析能力の検証----- 35  
○斐品正照（東京国際大学，東北大学大学院），浅羽修丈（北九州市立大学），  
三池克明（佐久大学信州短期大学部），大河雄一（東北大学大学院），三石大（東北大学）
- 8) 学習行動の特徴分析による授業改善情報の提供について----- 43  
○長谷川理（信州大学），新村正明（信州大学），不破泰（信州大学），  
今井順一（千歳科学技術大学），小松川浩（千歳科学技術大学）

9) 産業社会に関する教育のICTの活用と知的財産の保護(4)	47
○金山茂雄(拓殖大学)	
10) 様々なセンサを用いた読書行動解析	53
○黄瀬浩一(大阪府立大学大学院工学研究科, 大阪府立大学文書解析・知識科学研究所), Olivier Augereau(大阪府立大学大学院工学研究科, 大阪府立大学文書解析・知識科学研究所), Lima Sanches Charles(大阪府立大学大学院工学研究科), 藤好宏樹(大阪府立大学大学院工学研究科), 大社綾乃(大阪府立大学大学院工学研究科), 山田健斗(大阪府立大学大学院工学研究科), Kai Kunze(慶應義塾大学大学院メディアデザイン研究科, 大阪府立大学文書解析・知識科学研究所), 石丸翔也(ドイツ人工知能研究センター, 大阪府立大学文書解析・知識科学研究所), Andreas Dengel(ドイツ人工知能研究センター, 大阪府立大学文書解析・知識科学研究所)	
11) 地域連携事業における栗崎遊園跡地でのプロジェクションマッピングの制作と実演	61
○高田伸彦(金沢学院大学基礎教育機構), 吉田一誠(金沢学院大学芸術学部), 辻合秀一(富山大学芸術文化学部)	
12) 大人数講義形式におけるインタラクションを工夫した授業デザイン	67
○真嶋由貴恵(大阪府立大学大学院)	
13) コンピュータ演習におけるループリック評価の導入	71
○林康弘, 安田秀喜(帝京平成大学)	
14) 適応型学習支援システムの反転授業への導入と評価	79
○加藤巽(千歳科学技術大学大学院), 上野春毅(千歳科学技術大学大学院), 吉田史也(千歳科学技術大学大学院), 立野仁(千歳科学技術大学), 山川広人(千歳科学技術大学), 小松川浩(千歳科学技術大学)	
15) 小学校教諭免許取得を目指す学生を対象としたピアノを用いない練習による 演奏技術の向上に関する研究	83
清水悠花, ○野崎浩成, 梅田恭子, 江島徹郎(愛知教育大学)	
16) プレゼンテーション改善のためのセルフリハーサルにおける客観視促進	91
○稲澤佳祐, 柏原昭博(電気通信大学)	

# 深層学習技術による協調学習データの 自動コーディングに向けて

安藤公彦\*1, 柴田千尋\*1, 稲葉竹俊\*1

\*1 東京工科大学

## Coding Collaborative Learning Data automatically with Deep Learning Methods

Ando Kimihiko\*1, Chihiro Shibata\*1, Taketoshi Inaba\*1

\*1Tokyo University of Technology

In Computer Supported Collaborative Learning research, gaining a guideline to carry out appropriate scaffolding by analyzing mechanism of successful collaborative interaction and identifying groups where collaborative process is not going well, can be considered as a central topic. And to address this topic, different approaches have been tried. In this paper, we opt for the verbal data analysis; its advantage of this method is that it enables quantitative processing while maintaining qualitative perspective, with collaborative learning data of considerable size. However, coding large scale educational data is extremely time consuming. So, in recent years, there have also been attempts to automate complex coding by using machine learning technology. In this background, with large scale data generated in our CSCL system, we have tried to implement automation of coding utilizing deep learning methods. The results indicate that our approach with deep learning methods is promising, outperforming the machine learning baselines.

キーワード: コンピュータ支援協調学習, コーディングスキーム, 深層学習, ラーニングアナリティクス

### 1. はじめに

#### 1.1 ・協調プロセスの分析

コンピュータ支援協調学習（以下 CSCL）研究の目下の最大の研究課題の一つは、グループ内でのどのような知識や意味が共有され、どのような意見の対立や同調や調整があり、どのような議論によって知識構築が行われたのか、その社会的プロセスを社会構成主義的な観点から分析することである。また、その知見を活用することで、より有効な足場掛けの方法を提案したり、協調プロセスを活性化したりするような CSCL システムやツールの開発を行うことである。

CSCL の初期の研究においては、協調するグループ内の各個人に焦点をおいて、グループのどのような特

性（グループサイズ、グループ構成、学習課題、コミュニケーションメディアなど）が個人の学習成果に有意に関与するかが主要な関心となっていた。しかし、これらの特性はお互いに複雑に関係し関連し合っているのであり、ある結果に関して因果関係を示すことはきわめて困難であることが次第に明らかになった。90年代からは、CSCL 研究の関心は、グループ内の個人の学習がどのように成立するかという問題意識から離れ、ある学習がグループで生起している場合に、そのプロセスをグループの相互作用の仔細を明らかにすることで説明しようと試みるようになる<sup>(1)</sup>。

しかし、協調プロセスの分析を試みることは、単に研究の視点のシフトにとどまらず、その分析の方法の根本的な見直しを余儀なくされることになる。つまり、

定量的な分析から定性的な分析へのシフトを伴うこととなる。もちろん CSCL システムに保存される定量的なデータにもグループ内の発言 (contributions) 数やグループメンバごとの発言数、また場合によってはシステムのインターフェース (sentence opener) から取得される発言属性等の利用可能なデータがあるが、これらはきわめて表面的なデータにすぎない。分析のための最も重要なデータはチャットの発言、スカイプ等のツール上での映像と音声、協調学習の過程で作成される様々なアウトプットなどであり、これらの分析のためには会話分析、ビデオ分析などのエスノメソロジーが援用されてきた<sup>(2)(3)</sup>。

しかし、これらの研究はその性質上、限られた数のグループの協調活動を対象とした in-depth なケーススタディとなることが多く、ある程度一般性を持ち、他のコンテキストにおいても適用可能な指針を導出することは、決して容易ではないという弱点を持っている。そのため、一定量のヴォリュームをもった協調学習で生成される言語データを言語学的視点や協調学習活動の視点からコーディングを行って、分析を行う verbal analysis の手法を用いる研究が近年行われるようになってきている<sup>(4)(5)(6)</sup>。この手法の長所はかなり大規模な協調学習のデータを対象に定性的な視点を維持しつつ、定量的な処理を行える点である。しかし、コーディングを人力で行う事はきわめて時間と労力を要する作業であり、さらにデータがビッグデータになった場合は、人力では不可能になることが予想される。既存研究においても、協調学習データのコーディング支援を試みたシステムは存在している。これらの研究では、コーディング入力自体は人力によって行われるものと<sup>(7)(8)</sup>、機械学習の技術を用いて行ったものがある<sup>(9)(10)</sup>。これに対して、本研究では深層学習技術によって、大規模な協調学習を対象にコーディングを自動化する手法を模索する。

## 1.2 教育データと Learning Analytics

教育機関で教育クラウドの導入が進展することで、LMS, e ラーニング, SNS, MOOC などにおいて生成されるデータが急速に増加しており、これらの教育ビッグデータを解析し学習活動や教育活動の支援につながるような知見を得ようとする Learning Analytics

といわれる新しい研究アプローチが活性化している。学内の教育クラウドに統合された CSCL システムから取得される会話データや提出物、学習活動中の画像や音声も早晩、ビッグデータとして分析対象になることは確実であり、LA としての協調学習研究という新しい可能性を真摯に検討しなければならない時期になっていると思われる。このような背景から、本研究では 5 年前から学内サーバで稼働していた CSCL システムを学内クラウド上の LMS である Moodle 内のモジュールとして再構築し、学内で運用し、協調学習データの収集、分析が可能な環境をすでに構築している。

## 1.3 研究目的

本研究の最終目的は、上に述べたように大規模な協調学習データを LA の視点で解析を行い、今までのミクロレベルでのケーススタディでは得られなかった協調活動プロセスの活性化や非活性化のメカニズムを明らかにすること、さらに、その成果を踏まえて、リアルタイムでの協調プロセスのモニタリングや活性化していないグループへの足場掛け等の実際の学習、教育の場での支援を実装することである。本論文はその最終目標にむかう第一ステップとして、チャットデータのコーディングの自動化の技法の開発とその精度の検証を行うことにする。具体的には、相当量のチャットデータに手動でコーディングを行い、その一部をトレーニングデータとして機械学習の最新技術である深層学習に学習をさせ、その後、テストデータに自動コーディングを実施する。精度の評価にあたっては、機械学習による自動コーディングを実践した既存研究で用いられた機械学習アルゴリズムのベースラインとなる Naïve Bayes や Support Vector Machines との精度比較を行うことで深層学習を用いたことの有効性を評価する。

## 2. データとコーディングスキーム

### 2.1 会話データ

会話データセットは著者らが独自に開発した CSCL システム<sup>(11)</sup>の 25% を大学の講義内で用いて、オンラインでの協調学習を行いシステム内のチャット機能から得られた学生間の会話である。

本 CSCL は非対面で用いるものであり、本データは

すべて大学の大教室内で離れた面識のない学生同士間でグループを組んだ際のものとなる。またシステム上での学生の名前はニックネームとなっており、知人であったとしてもそれを知ることはできないようになっている。

本研究で利用する発言データ元のCSCLの利用状況を表1に示す。表1に示されているのはこの研究で利用する発言データの元となった科目のみで、実際にはさらに多くの講義で利用されている。科目数は7科目であり、どの科目でも3-4人のグループを組んでいる。時間は科目により異なり45~90分となっている。研究対象となったデータセットは合計で11504発言に及んでいる。すべての科目のグループの合計は202グループ、参加学生は426人となっているが、1人の学生が複数の科目に参加しているため、グループ数×グループ人数よりも参加学生数が少なくなっている

表1 発言データの概要

科目数	7科目
グループ	3-4人
時間	45分~90分
グループ数	202グループ
参加学生数	426人

表2に実際のチャットの会話例を示す。これは3名による会話例となる。

表2 会話例

発言者	内容
D	どの辺を変えますか？
E	そこですよ…まず問題文は絶対かえなきゃだとは思うんですけど、推論式の方はどうしますかね
D	問題文の三行目だけを変えるのはどうですか？
D	推論式でいうと最後の $\omega$ 以降です
E	それでいいと思います
F	良いと思います。どう変えます？

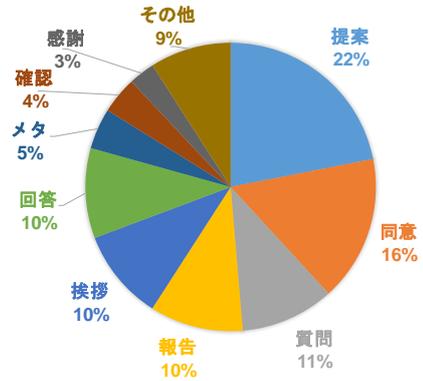


図1 コーディングラベルの分布

## 2.2 コーディングスキーマ

著者らが作成したコード付与のためのマニュアルに従い、チャットの1発言に対し1つのコードを付与する。コードは表3に示す16種類となっており、このコードのいずれかを付与する。

発言データは講義単位で分割されており、コーダー6名が分担してコーディングを行った。その際に、各講義に対し2名のコーダーを割り当て、すべての発言についてその2名が、それぞれコーディングを行った。これらのコーディングの一致または不一致の結果を著者らで精査したところ、発言内容的に重複しているコードや、コーダーによりブレのあるコードがあることが判明したため、著者らの合議によりコードの統合および一部コードの再コーディングを行った。この結果、2名のコーダー間の一致率は82.3%でKappa係数は0.800という高い一致率となり、深層学習のトレーニングデータとして十分実用に耐えうるものとなった。図1はデータセットのラベルの分布を示したものである。これを見ると、9つのラベルが全体の90パーセント以上を占めており、それ以外のラベルがロングテール

表3 ラベルの分布

タグ	タグの意味	発言例
同意 了承	肯定的な返答	いいと思います
提案 意見	意見を伝えるまたは、YES/NO 質問	この五人で提出しませんか？
質問	YES/NO 以外の質問	タイトルどうしましょかね
報告	自身の状況を報告する	複雑の方はなおしました
挨拶	他メンバーへの挨拶	よろしく申し上げます
メタ	課題内容以外の発言 システムに対する意見 など	はやくも自分の発言が消えるバグが
確認	課題内容や作業の進め方について確認	じゃあ提出していいですか？
感謝	他メンバーへの感謝	ありがとう！

タグ	タグの意味	発言例
転換	次の課題へ進めるなど、扱う事象を変える発言	とりあえずやりますか
ジョーク	他メンバーへのジョーク	そんなの体で覚える的な？(´・ω・`)
依頼	誰かに作業を依頼する	どちらかが回答をお願いします
訂正	過去の発言を訂正する	すみません児童の間違いです
不同意,拒否	否定的な返答	30分は長すぎる気がします
愚痴	課題やシステムにたいする不満など	テーマがいまいちだよね；
ノイズ	意味をなさない発言	?会?日???

ルを形成していることがわかる。

### 3. 深層学習を用いた自動コーディング手法

前節で述べたようなコーディングを自動的に行うために、本研究では、深層学習と呼ばれる技術を用いる。深層学習とは、近年劇的に発展した機械学習の一手法であり、数十から数百に及ぶ深いレイヤーと、しばしば数百万以上となる重みパラメータからなる巨大なニューラルネットワークを、規模の大きなデータから学習させるものである。主に、近年のデータ量の巨大化、および GPGPU に代表される並列計算技術の進展により、そのような大規模なニューラルネットワークを現実的に訓練させることが可能になり、画像認識など限定的なタスクにおいてはしばしば人間の認識率を上回ることが知られている。

本節では、よく知られているネットワーク構造を持つ深層学習の手法をいくつか適用し、自動コーディングの正解率、F 値、および  $\kappa$  係数を比較する。具体的には、(1)畳み込みニューラルネットワーク(CNN)による分類モデル、(2)長短期記憶(LSTM)による分類モデル、(3)Sequence to Sequence (Seq2Seq) と呼ばれる手法に基づく分類モデル、の3つを比較する。また、古典的な機械学習の手法である SVM をベースラインとして用い、各種の深層学習の手法の適用により、個々のコーディングラベルについて、どの程度改善されるかについて述べる。

#### 3.1 各手法における共通点

比較を行った深層学習を用いた3つの手法の詳細を述べる前に、各手法に共通する部分について記述する。一般的に、本研究における自動コーディングの学習は、チャットログデータの各発言を入力として、人手で付与されたコーディングラベルを出力するような、分類問題となる。そのため、各発言は単語の列として扱われ、ニューラルネットへと入力される。また、最終的に出力としては、各コーディングラベルの各々について、ニューラルネットが予測する確率値が出力される。

各単語は 50-100 次元程度のベクトル空間へ写像されて、ベクトルで表現される。この写像は、一般に

単語の「埋め込み」と呼ばれ、埋め込まれた単語を表すベクトルは単語ベクトルと呼ばれる。まず、発言は単語ごとに区切られる。その後、得られた単語の列  $w_1, \dots, w_T$  を、 $m$  次元の単語ベクトルの列  $v(w_1), \dots, v(w_T)$  へ変換した後、ニューラルネットへと入力する。したがって、ニューラルネットに対する入力は、単語ベクトルを並べたものになるため、 $T \times m$  の行列と考えられる。

#### 3.1.1 CNN による分類モデル

畳み込みニューラルネットワーク(CNN)はもともと画像認識のために用いられたニューラルネットワークの構造であるが<sup>(12)</sup>、Kim ら<sup>(13)</sup>によって、極性判定などのテキスト分類の問題に適用しても、高い分類精度を得ることができることが知られている。Kim らの手法に基づいたコーディングの判別のための手法を図 2 に示す。まず、事前に word2vec<sup>(14)</sup> という手法により、Wikipedia などの大規模データから、そのなかに出現した各単語に対して、50-100 次元程度のベクトル表現を学習させる。その結果、意味の近い単語はベクトル空間内でも近いところへ写るように写像されるようになり、それらは単語ベクトルとよばれる。本研究では、単語ベクトルを、日本語 Wikipedia 全文から作成する場合と、本研究に用いたチャットログデータから作成する場合の、両方のケースにおいて適用し、比較した。得られた単語ベクトルは、Kim らの手法に従い、畳み込み層により、 $T \times ch$  の行列に写像された後(ch は CNN におけるチャンネル数とよばれる定数)、max pooling により  $ch$  次元のベクトルに写像される。さらに、そのベクトルを全結合層に入力し、Softmax 層を経て、各ラベルに対する予測確率値を最終的に出力する。

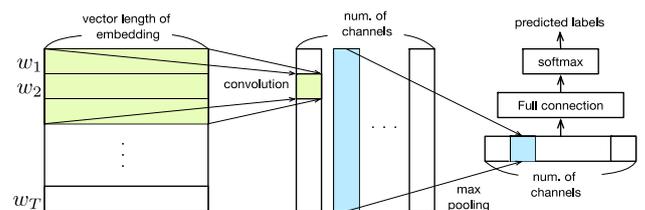


図 2 CNN による分類モデル

### 3.1.2 LSTM による分類モデル

長短期記憶(LSTM)<sup>(15)</sup>とは、リカレントニューラルネットワークの一種であり、主に音声や単語列などの時系列データを分類・認識する際に用いられるニューラルネットワークの構造である。時系列中に存在する長距離の依存関係を捉えることができることが知られている。本研究では、まず、 $v(w_1), \dots, v(w_T)$  を順次、LSTM に入力してゆき、最終的に  $v(w_T)$  を入力した後に得られる LSTM からの出力のベクトル  $o$  をえる。さらに  $o$  を、全結合層に入力し、Softmax 層を経て、各ラベルに対する予測確率値として出力する。なお、実際には、精度向上のために、2層に重ねた LSTM を 2 セット用意し、単語列を正順と逆順の両方向で入力していき、それら 2 セットの出力のベクトルを連結したものを、全結合層の入力とした(図 2)。

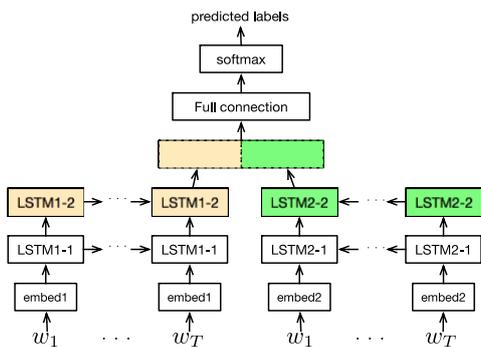


図 3 LSTM による分類モデル

### 3.1.3 Seq2Seq による分類モデル

各発言は会話文の一部であるから、コーディングラベルをより正確に予測するためには、会話文の文脈を考慮する必要がしばしばある。例えば、あるユーザーによる発言 A「大化の改新って、いつ誰が起こしたか知っています？」を参照して、別のユーザーによる発言 B「大化の改新は 645 年に中大兄皇子や中臣鎌足が中心となって起こしたらしい。」が存在した場合、A と B に対する正しいコーディングラベルはそれぞれ、「質問」と「回答」である。しかし、もし発言 A とは全く関係のない文脈で発言 B があった場合、B の正しいコーディングラベルは「事実の提示」となる。このような発言間の関連性を捉えるため、本研究では、Seq2Seq とよばれるモデル<sup>(16)(17)</sup>を適用する。まず、「ソース」と「リプライ」と以降で呼ぶ、発言のペアを次のように

して作成する。(1) 発言 A が他の発言 B をシステムの機能を用いて明示的に参照している場合、B をソース、A をリプライとする。(2) 発言 A が明示的に参照している発言が存在しない場合、A の直前の発言をソース、A をリプライとする。(3) 発言 A がスレッドの最初の発言の場合、空文をソース、A をリプライとする。

作成したソース・リプライのペアに対して、一つのコーディングラベルを出力するようなニューラルネットワークを構成し学習させる。ソースの単語列を  $u_1, \dots, u_T$ 、リプライの単語列を  $w_1, \dots, w_T$  とする。本研究では Seq2seq モデルを利用するが、このモデルは、encoder および decoder と呼ばれる 2 つの異なる LSTM を持ち、encoder の状態ベクトルを decoder の状態ベクトルへ代入することにより両者を接続する。本研究では、encoder にソースの単語ベクトルの列を入力した後、decoder にリプライの単語ベクトルの列を入力する。その後、最終的な decoder の出力ベクトルを、他の手法と同様、全結合層に入力し、Softmax 層を経て、各ラベルに対する予測確率値として出力する。この手法の場合も、実際には、精度向上のために、2層に重ねた encoder と decoder のペアを 2 セット(すなわち全部で 8 個の LSTM)用意し、正順および逆順でソース及びリプライを入力して、それらの出力を連結する(Fig. 4)。

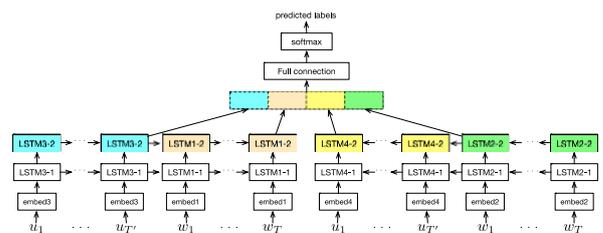


図 4 Seq2Seq による分類モデル

## 4. 実験と評価

### 4.1 実験の概要

前述のような、収集した発言および人手によるコーディングラベルをデータとして学習を行い、各モデルにおいて、どの程度コーディングが正しく予測できたかを、比較・検証する。

まず、データの前処理としては、文の形態素への分

割を MeCab を用いておこなった。また、頻度の低い単語を「unknown」と置き換えた。人手によるコーディングによって一致をした、全部で 8,015 の発言のうち、90% を訓練データ、10% をテストデータとした。

ベースラインの手法としては、ナイーブベイズ、線形 SVM、RBF カーネルを用いた SVM を適用した。また、それらの手法に使用する特徴量として、ユニグラム の出現の有無、およびバイグラムの出現有無を {0,1} で表した、2 値ベクトルを用いた。また、SVM における分類精度をあげるために、2 値ベクトルを、総和が 1 になるように正規化したのち、上記分類器に入力した。

本研究で実装した各ニューラルネットの構造を決めるためのパラメータは、次のようにとった。すべてのモデルについて、単語ベクトルの次元数を 200、最後の全結合層の出力ベクトルの次元数を 200 とした。CNN に基づいたモデルにおいては、畳み込み層のパッチサイズを 4、チャンネル数を 256 とした。LSTM および Seq2Seq を用いたモデルにおいては、全ての LSTM の出力ベクトルの次元数を 800 とした。

モデルの学習は、確率的勾配降下法 (SDG) の一種である Adam を用いた。また、すべての方法において、全結合層において、ドロップアウトを適用した。過適合をさけるため、CNN に基づいたモデルにおいては 30 世代、LSTM および Seq2Seq を用いたモデルにおいては 10 世代で、学習を終了させた。テストデータに対する正解率や F 値は、世代ごとに変動するが、その影響さけるため、最後の 5 世代によるニューラルネットの予測結果を平均した値を実験の結果として用いた。

#### 4.2 実験結果

表 4 に前節で提案した DNN モデルと、ベースラインとなるモデルのテストデータに対する予測精度 (正解率) を示す。正解率とは、モデルが出力した予測ラベルと、人手により付与された正解ラベルとが一致する割合である。表 4 が示すように、全体として、DNN モデルの結果はベースラインモデルの結果よりも精度が高くなっていることがわかる。前述の 3 つの DNN モデルのうち、CNN を用いた手法と LSTM を用いた手法の間には、正解率にほとんど差異がないことがわ

かる(0.67-0.68)。これらの手法は、ベースラインである SVM(0.64-0.66)に比べて僅か (2-3%程度) だが正解率が高くなっている。

一方、全てのモデルの中で、Seq2Seq を用いたモデルが最も正解率が高くなっている(0.71)。SVM と比べて 5-7%、他の DNN モデルと比べても 3-4%高くなっている。

表 4 提案 DNN モデルおよびベースラインによるテストデータに対する予測精度(正解率)

Naïve Bayes		SVM(Linear)		SVM(RBF Kernel)	
unigram	uni+bigram	unigram	uni+bigram	unigram	uni+bigram
0.554	0.598	0.642	0.659	0.664	0.659
CNN		LSTM		Seq2Seq	
with wikipedia	w.o. wikipedia	single-direction	bidirection	bidirection	bidir. w. intern.
0.686	0.677	0.676	0.678	0.718	0.717

次に、ラベルの一致率の指標として一般的に用いられるカッパ係数で上記の結果を考察する。まず、LSTM を用いたモデルに対するカッパ係数は 0.63 となり、この場合でも、一致度としては十分高い(Good to fair) 結果を得ているといえる。しかし、一般的に、機械による自動コーディングの判別結果を信用に足りる形で利用するためには、カッパ係数で 0.8 以上 (Excellent) が好ましいとされており、より高い一致度が求められる。一方、Seq2Seq を用いたモデルに対するカッパ係数は 0.723 であり、0.8 には至らないものの、一致度の観点から見ても、大きく改善されていることがわかる。各発言をばらばらに捉えるのではなく、文脈の情報を何らかの形で考慮することの重要性がわかる。最後に、どのような場合に誤分類が起きるかを、各コーディングラベルに分析する。LSTM を用いたモデルに対する、各ラベルの適合率(precision)と再現率(recall) および F 値を 表 5 に示す。「挨拶(Greeting)」、「了承(Agreement)」および「質問(Question)」に対する F 値が最も高いことがわかる(それぞれ 0.94, 0.83, 0.77)。これらの結果は、発言の外形から文意を深く捉えなくても容易に判断できるケースが多いため、人間の感覚にも一致しているといえる。それに対して、「外部コメント(Outside comments)」が最も F 値が低い(0.25)。これは、意見交換すべき内容とは全く関係のない、冗談などを意図した発言が該当するが、それを判断するためには文意を深く捉える必要があるためとかがえられる。また、「返答(Reply)」でも F 値が低

い (0.53). Seq2Seq を用いたモデルにおいても、「返答(Reply)」でも F 値は若干改善するものの、依然として低いことがわかっており、混同行列(図 5) を見ても、「同意(Agreement)」や「提案(Proposal)」、「報告(Report)」などへ誤分類されていることがわかる。「応答」は「質問」に対応するものであることがほとんどであること、および「質問」の F 値は高いことから、今回用いた手法では、「ソース」と「リプライ」の発言ペアの抽出が、不十分となっていると結論できる。より適切な発言のペアを抽出する手法が今後の研究では求められる。

表 5 Precision and Recall for each label (result of bi-directional LSTM)

	Precision	Recall	F1-value
Agreement	0.85	0.81	0.83
Proposal	0.73	0.74	0.73
Question	0.75	0.8	0.77
Report	0.64	0.62	0.63
Greeting	0.94	0.94	0.94
Reply	0.62	0.46	0.53
Outside comments	0.17	0.47	0.25
Confirmation	0.58	0.74	0.65
Gratitude	0.67	0.67	0.67

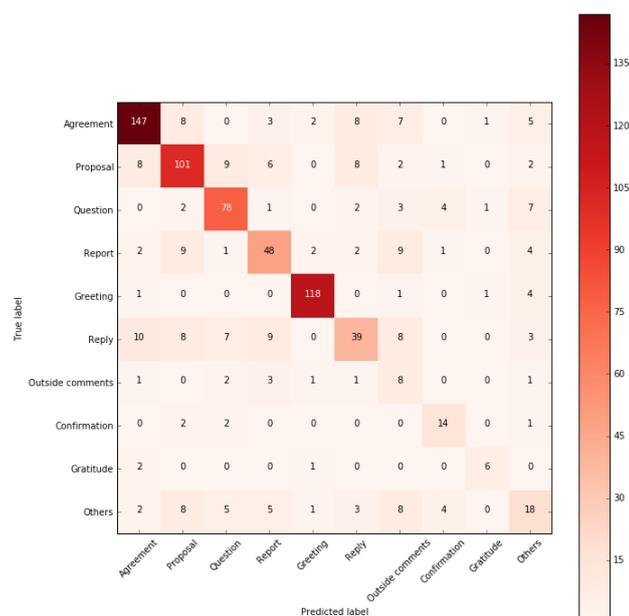


図 4 Confusion matrix for the Seq2S2q model.

するための第一歩として、この論文では、深層学習技術を活用することで、きわめて煩雑で非常な時間を要するコーディング作業の自動化を行った。その結果、本研究で提案した Seq2Seq モデルは、他の方法を上回る結果となった。つまり、SVM の最高の結果より 5~6%、DNN モデルより 3~4% 良好な結果となり、今後に有望な展望を得ることができたといえるだろう。また、今回のスキームが、単なる表層的な情報ではなく、各発言の文脈上の意味に依拠した 16 のラベルからなるものであり、十分に複雑性を有していたことを考慮すると、今回とは異なるスキームにおいても、このモデルを用いる事で、今回と同様の予測の精度を得ることができると思われる。

今後の研究の方向性として、2つのアプローチを追求していく。一つはコーディングスキームに関する新たな探求である。今回用いたスキームはスピーチアクトに基づく、十分に複雑性を有するものではあったが、協調プロセス全体をとらえるような包括的なものではなかった。より正確にプロセスを分析するためには、学習の相互作用や社会的認知プロセスの詳細を記述できるようなスキームを構築する必要がある。

新しいコーディングスキームとして、Weinberger らが示した多次元のコードを用いるフレームワークを参考にし(18)、本システムに適応させたスキームを考案中である。それを表 6 に示す。これら 5つの次元に下、複数のラベルが設定されることになる。今後は、この新スキームに従い人力によるコーディングを行い、最終的には DNN により高精度な自動コーディングを可能とすることを目指す。

表 6 新コーディングスキーム

次元	内容
Participation	議論への参加度合い
Epistemic	課題解決への直接的な関わり方
Argumentation	議論における主張のあり方
Social	他者の発言との関わり方
Coordination	議論を円滑に進めるための調整の仕方

## 5. 結論と展望

大規模な教育データから協調学習のプロセスを分析

二つ目のアプローチは DNN モデルに関するものである。さらに予測の精度を向上させるためには、DNN

モデルにアテンションモデルを導入する必要があると思われる。また、会話の文脈をさらに考慮の対象とすべきであろう。文脈をさらに正確にとられるためには、複数の先行する発言を入力ベクトルとする、より複雑なモデルを構築する必要があると思われる

## 謝辞

本研究は科研費（26350298 及び 16K01134）の助成を受けたものである。

## 参 考 文 献

- (1) Stahl, G., Koschmann, T. and Suthers D.: “Computer-supported collaborative learning”, In *The Cambridge handbook of the learning science*, K. Sawyer, Eds. Cambridge university press, pp.479-500 (2014)
- (2) Koschmann T.: “Understanding in action”, *Journal of Pragmatics*, 43, pp.435-437 (2011)
- (3) Koschmann T., Stahl G., and Zemel A.: “The video analyst’s manifesto (or The implications of Garfinkel’s policies for the development of a program of video analysis research within the learning science)”, In *Video reseach in the learning sciences*, Goldman, R. , Pea,R., Barron B. and Derry S. Eds. Routledge, pp.133-144 (2007)
- (4) Chi M.: “Quantifying qualitative analyses of verbal data: A practical guide ”, *Journal of the Learning Science*, 6(3), pp.271-315 (1997)
- (5) Meier A., Spada H., and Rummel N.: “A rating scheme for assessing the quality of computer-supported collaboration processes”, *International Journal of Computer Supported Collaborative Learning*, 2, pp.63-86 (2007)
- (6) Jeong H.: “Verbal data analysis for understanding interacitons”, In *The International Handbook of Collaborative Learning*, C. Hmelo-Silver, A. M. O’Donnell, C. Chan and C. Chin, Eds. Routledge, pp.168-183 (2013)
- (7) Persico D., Pozzi, F. and Sarti L.: “Monitaring collaborative activities in computer supported learning”, *Distance Education*, 31(1), pp.5-22 (2010)
- (8) Lipponen L., Rahikainen M., Lamillo J., and Hakkarainen K.: “Patterns of participation and discourse in elementary students ’ computer-supported collaborative learning”, *Learning and Instruction*, 13, pp.487-509 (2003)
- (9) Rosé,C. et al.: “Towards an interactive assessment framework for engineering design project based learning”, In *Proceedings of DETC2007* (2007)
- (10) Rosé, C. et al.: “Analyzing collaborative learning processes automatically: Exploiting the advances of computational linguistics in computer-supported collaborative learning”, *International Journal of Computer Supported Collaborative Learning*, 3(3), pp.237-271 (2008)
- (11) Inaba T. and Ando K.: “Development and Evaluation of CSCL System for Large Classrooms Using Question-Posing Script”, *International Journal on Advances in Software*, 7(3&4), pp.590-600 (2014)
- (12) LeCun,Y. Bengio, Y. and Hinton G.: “Deep learning”, *Nature*, 521(7553), pp.436—444 (2015)
- (13) Kim, Y.: “Convolutional neural networks for sentence classification”, arXiv preprint arXiv:1408.5882 (2014)
- (14) Zhang,X., Zhao J. and Y.LeCun: “Character-level convolutional networks for text classification”, In *Proceedings of the 28th International Conference on Neural Information Processing Systems (NIPS2015)*, pp.649-657 (2015)
- (15) Hochreiter S. and Schmidhuber J.: “Long short-term memory”, *Neural Computation*, 9(8), pp.1735-1780 (1997)
- (16) Bahdanau, D., Cho, K. and Bengio, Y.: “Neural machine translation by jointly learning to align and translate”, arXiv preprint arXiv, pp.1409.0473 (2014)
- (17) Vinyals O. and Le, Q. V.: “ A Neural Conversational Mode”, arXiv preprint arXiv:1506.05869, (ICML Deep Learning Workshop 2015) (2015)
- (18) Weinberger, A. and Fischer, F.: “A frame work to analyze argumentative knowledge construction in computer-supported learning”, *Computer & Education*, 46(1), pp.71-95 (2006)

# 著作権学習システム「創作エディタ」の改良と

## Moodle プラグイン化

中原 敬広<sup>\*1</sup>, 布施 泉<sup>\*2</sup>, 岡部 成玄<sup>\*2</sup>, 牧野 圭一<sup>\*3</sup>

<sup>\*1</sup> 合同会社三玄舎

<sup>\*2</sup> 北海道大学

<sup>\*3</sup> 公益社団法人漫画協会

## Improvement of a Copyright Learning System “Editor for Image Combined Creative Works” as a Moodle Plug-in

Takahiro NAKAHARA<sup>\*1</sup>, Izumi FUSE<sup>\*2</sup>, Shigeto OKABE<sup>\*2</sup>, Keiichi MAKINO<sup>\*3</sup>

<sup>\*1</sup> Sangensha LLC.

<sup>\*2</sup> Hokkaido University

<sup>\*3</sup> Japan Cartoonists Association

著作権についての意識を高めるために開発した学習システム「創作エディタ」を機能拡張し、Moodle プラグインとして実装した。創作エディタでは、システムに登録された著作物を素材として新たな著作物を創作することができる。ここで新たに創作された作品は、著作情報やライセンス表示情報などのメタデータを付与し新たな著作物として創作エディタ内で公開可能である。このメタデータは利用した素材の著作情報を含み、創作の連鎖を経て継承される。本稿での改良により、学習者の履歴管理や作品履歴の確認等を容易に行うことができるため、今後、より効果的な著作権学習を行うことが見込まれる。

キーワード: 著作権学習, Moodle, 創作, 継承

### 1. はじめに

近年のインターネットやデジタル端末の普及に伴い、様々な著作物との接点を持つ機会が大幅に増加した。またその著作物を利用することによって、自身が創作者となりうる可能性を十分に意識する必要がある。情報教育における著作権学習は、著作権法を学ぶことに加えて、他者の著作物を用いた新たな創作物を作り出す際に、都度適切に他者の著作物を取り扱うことを実践的に学ぶ必要がある。

そこで著者らは、学習者が、他者の著作物を素材として新たな創作物を作り出すことができる「創作エディタ」を開発し、実践を行ってきた<sup>(1)</sup>。創作エディタは、著作権情報が付与されたイラスト素材を用いて新たな画像作品を創作することができるシステムである。描画等のエディタ機能に加えて、利用した著作物と自

身の創作物の著作情報を具体的に考えることができるよう著作情報を視覚的に提示する機能を有している。

今回、創作エディタへのいくつかの機能追加、改善と、Moodle の活動タイププラグインとしての実装を行なったので報告する。

### 2. 創作エディタ

#### 2.1 基本機能

創作エディタはエディタ機能を中心とし、素材となる著作物（イラスト）のライセンスを確認した上で、自身の創作活動に利用することができるよう設計されている。また、新たに創作された作品にもライセンスを付与して、新たな素材として再利用することが可能である。ライセンスの種類は教員が設定することが可能であるが、デフォルトではクリエイティブ・コモン

ズ・ライセンスに準じたライセンスを設定することができる。新たに創作した作品は、ギャラリー機能により学習者同士で公開し合うことが可能である。

エディタ機能は、キャンバスと呼ばれる描画エリアにイラスト素材の配置、テキストの追加および線や図形を描画することで新たな創作物の制作を行うことができる。追加できるイラスト素材のリストにはライセンスなどの著作権情報が表示される。配置した素材は、右クリックメニューから当該素材の著作権情報を確認することができる。複数のイラストを配置した場合は、その時点で制作中の作品で使われた素材全てのライセンスの全体表示機能を利用し一度で確認することもできる。また、配置したイラストの拡大・縮小・回転・反転や、線や図形の描画、テキストの追加、イラストのアップロード、キャンバスのダウンロードなどの機能が用意されている。完成した作品は、イラストの公開アイコンをクリックすることにより、メタ情報を入力したのちに公開することができる。メタ情報の種類は教員が追加・修正・削除することが可能であり、デフォルトでは作品名、作者名、ライセンス、想いとなっている。

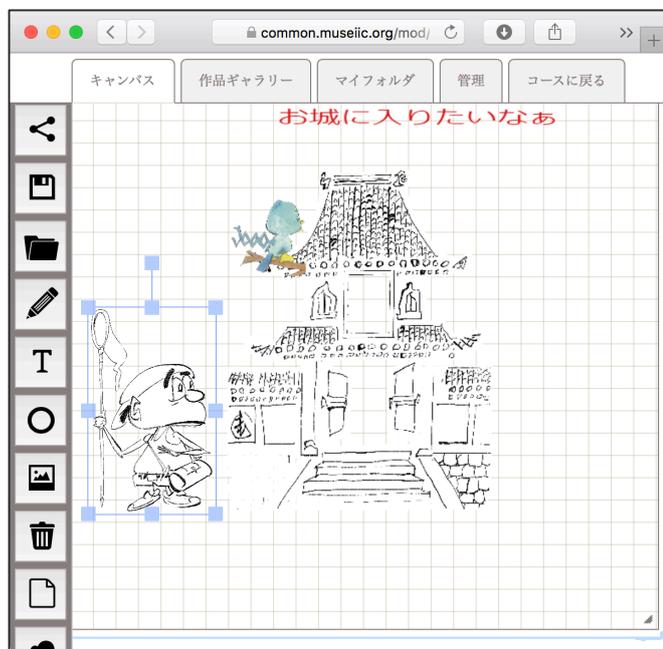


図 1 創作エディタによる制作イメージ

ギャラリー機能は、上述エディタ機能で作成された作品を公開することができる機能である。ギャラリーでは公開された作品が全て表示される一覧画面と、一覧から個々の作品をクリックすると当該作品の詳細を

確認することができる詳細画面で構成される。詳細画面では公開時に入力された作品のメタ情報が表示される。

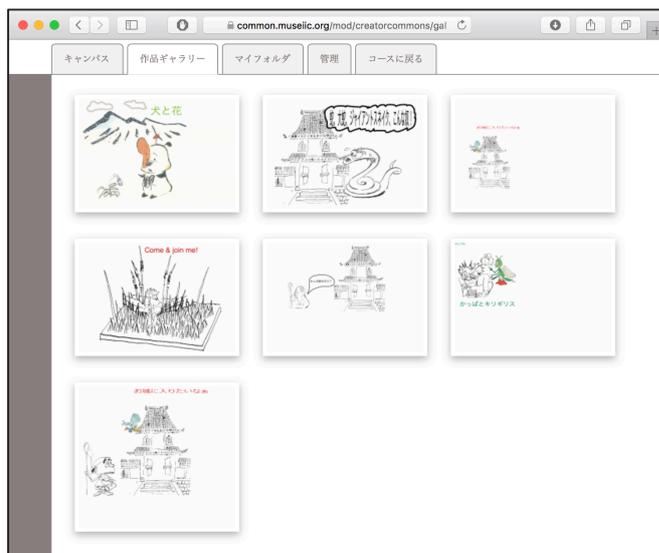


図 2 作品ギャラリー（一覧表示）

## 2.2 Moodle プラグイン

創作エディタは当初スタンドアロンの Web アプリケーションとして開発を行った。この時点では個別のユーザ管理等の機能はなく、課題等の提出やデータの保管は zip 形式による作品ダウンロード機能で対応していた。学習状況の管理や、データの保管などの機能追加にはユーザ管理および認証機能の追加が必要であった。そこでできるだけ容易にユーザ管理機能を実装するために、独自のユーザ管理機能を追加するのではなく、広く利用されているオープンソースの学習管理システム Moodle の活動タイププラグインとして創作エディタを実装し、ユーザ管理や認証、活動履歴の保管などはすべて Moodle の機能を利用することとした。学習者ごとのデータをサーバ上で管理することが可能となったことをうけて、以下の機能の追加を行った。

- ・制作中のキャンバスデータの保存・管理
- ・自身のギャラリー作品の管理
- ・独自ライセンスの作成・管理
- ・学習者の活動状況一覧（教員のみ）
- ・ユーザの活動ログの記録と管理

通常 Moodle の活動モジュールでは、設定やテーマに準じたナビゲーションバーやブロックが表示されるが、創作エディタではキャンバスエリアの確保と初学者が多様なリンクや情報に集中を削がれないよう創作

エディタのみがブラウザに表示されるようにした。ナビゲーション等は表示されないが、内部的には認証のチェックや権限による機能制限およびデータベースとのやりとりは Moodle の機能を利用している。

### 2.3 改良点

スタンドアロンバージョンの評価実験のアンケート結果をもとに、追加を希望する機能としてリクエストが多かった「オブジェクトの複製とグループ化機能」をエディタに追加した。また、円・三角形・四角形の図形を描画することができる図形描画機能、およびオブジェクトの内部を指定した色で塗りつぶすことができる機能を追加した。以前のバージョンではイラスト素材を追加した後でしかライセンス等の著作情報が確認できなかったため、イラスト追加時にも著作情報が表示され、その情報をもとにイラストを選択できるようにした (図 3)。

イラストを追加				
カテゴリ: 全て   イラストの数: 100				
名称	作成者	ライセンス	作品に関する想い	
	11siro	牧野圭一	表示-非営利-継承	
	12カップ女	牧野圭一	表示-非営利-継承	
	12カップ男	牧野圭一	表示-非営利-継承	
	12やどかり	牧野圭一	表示-非営利-継承	
	21とげ	牧野圭一	表示-非営利-継承	

図 3 新しいイラスト追加ボックス

ギャラリーには、作品の詳細画面に当該作品に使用されたイラスト素材の著作情報をツリー形式で表示する機能を追加した。これにより、当該作品の著作履歴を制作者以外の学習者も確認できるようになった。また、当該作品に使用されたイラスト素材のサムネイルと著作情報を一覧することができる親作品機能、当該作品を利用して新たに創作された作品を一覧することができる子作品機能の追加も行った。全く新しい機能として、学習者同士がギャラリーに公開した作品を相互評価できるレビュー機能と、作品へのコメント機能を追加した。

**著作権ツリー**

- └─ 牧野圭一 (CC BY-NC)
- └─ 布施 泉 (CC BY-NC)
- └─ 牧野圭一 (CC BY-NC)
- └─ 牧野圭一 (CC BY-NC)

**親作品 (2)** 今見ている作品を作るために利用した作品



名称:213虫とり男  
作成者:牧野圭一  
ライセンス:表示-非営利-継承  
作品に関する想い:



名称:お城  
作成者:布施 泉  
ライセンス:表示-非営利-継承  
作品に関する想い:

**子作品 (1)** 今見ている作品を利用して作られている作品

イラスト



名称:城と虫取りと鬼  
作成者:中原 敬広  
ライセンス:表示-非営利-継承  
作品に関する想い:お城を守る鬼を追加してみました。

図 4 ギャラリーの新機能 (著作情報)

**レビュー**

みんなの評価

★★★★★

あなたの評価

★★★★★

コメント

みんなお城に入りたんですよ。

by ユーザ 管理

ライセンスの設定は正しいと思います。

by ワークショップ 10

コメント追加

図 5 ギャラリーの新機能 (レビュー)

近年のモバイル端末の普及と描画を基本としたシステムであることを考慮し、タブレットへの対応も行った。タブレットでアクセスすると自動でタブレット用のインターフェイスが表示される。この時、学習者は PC 用とタブレット用のインターフェイスを自由に切り替えることができる。タブレットでの利用時はロン

グタップやピンチといったジェスチャーによる操作が可能となる。

## 参 考 文 献

- (1) 布施泉, 岡部成玄, 中原敬広, 牧野圭一: “著作物のメタ情報を保持し継承する創作エディタの開発”, 教育システム情報学会誌, Vol.34, No.1, pp.54-59 (2017)



図 6 タブレットでの利用画面

### 3. まとめ

他者の著作物を適切に利用した創作活動を行わせることで体験的に著作権を学ぶことが必要と考える。そのために、学習者に既存の著作物の取扱いを踏まえた創作体験をさせることができる著作権学習システム「創作エディタ」を、Moodle プラグインとして改良し発展させた。繊細な取扱いが必要なユーザ管理機能を Moodle に任せ、容易にユーザごとに管理が必要な新機能（キャンバスデータの保存やログデータの記録など）を追加することが出来た。これにより、スタンドアロンで動作する Web ベースの著作権学習システムにおいて、学習管理システム Moodle でのプラグイン化が有効であると考えられる。

また、様々な機能追加や改良を行い、学習者の創作活動における利便性の向上を図った。エディタとしての機能拡充により、新たな創作パターンの可能性が広がり、学習者の創作意欲が向上することが期待される。

ギャラリー機能において、著作情報を視覚的に提示することにより、より直感的に創作物の状況を把握できるようにした。レビューやコメント機能の追加により、お互いの著作情報を指摘し合ったり、作品を評価したりといった協調的な学習スタイルでの利用が期待される。

本システムは既に Moodle 版での実践授業を実施している。システムの効果および評価の検討を行い、今後報告を行っていく予定である。

# 教育実践研究とシステム開発研究を連携させるための

## 要件に関する検討：教育実践研究の立場から

金子大輔<sup>\*1</sup>, 山本樹<sup>\*2</sup>, 村上正行<sup>\*3</sup>, 稲垣忠<sup>\*4</sup>, 下郡啓夫<sup>\*5</sup>, 益川弘如<sup>\*6</sup>

\*1 北星学園大学 \*2 創価大学 \*3 京都外国語大学

\*4 東北学院大学 \*5 函館工業高等専門学校 \*6 聖心女子大学

## Consideration of the Requirements for Interactions between Educational Practice Research and System Development Research: from a Viewpoint of Educational Practice Research

Daisuke KANEKO<sup>\*1</sup>, Tatsuki YAMAMOTO<sup>\*2</sup>, Masayuki MURAKAMI<sup>\*3</sup>,  
Tadashi INAGAKI<sup>\*4</sup>, Akio SHIMOGOORI<sup>\*5</sup>, Hiroyuki MASUKAWA<sup>\*6</sup>

\*1 Hokusei Gakuen University, \*2 Soka University,

\*3 Kyoto University of Foreign Studies, \*4 Tohoku Gakuin University,

\*5 National Institute of Technology, Hakodate College, \*6 University of the Sacred Heart

本研究では、教育実践研究とシステム開発研究の架橋をめざし、両者を連携させるために必要な条件について、おもに教育実践研究の立場から検討することを目的とする。実際の教育実践研究として二つの教育ツールを活用した授業実践をとりあげ、それらから得られるデータやその活用方法について検討する。また、そのために必要なプラットフォームで必要とされるデータについて、教育者、学習者、研究者の立場から検討する。

キーワード：教育実践研究，システム開発研究，プラットフォーム，AT，モンサクン

### 1. はじめに

これまで、教育実践の改善を目指して、教育支援システムや学習支援システムを開発する多様な研究（以下、システム開発研究とする）が実施されてきた。これらのシステム開発研究は一般的に、大学の研究室や企業などによってそれぞれ独自に行われている。このとき、システムの評価は実験的な環境を用いて行われることも多い。もちろん、ある特定の教育実践の中に存在するニーズをくみ上げる形で行われている研究もある。このような研究では、実験的な環境ではなく、当該実践の中で評価を行うこともあると考えられるが、対象となる教育機関や科目などが限定されることは少なくない。こうした背景があるためか、たとえばシステムをある共通の尺度で評価する仕組みや、日本また

は学術分野全体におけるシステム開発研究の状況を俯瞰できる仕組みは存在しない。

上記は、教育システムを開発する側に焦点を当てた記述である。これに対して、システム開発研究で開発されたシステムやツール（以下、教育ツールとする）を活用した教育実践についての研究について考えてみたい。一般的に教育実践研究は、ある特定の教育機関や科目を対象として実施される研究である。そのため教育実践研究の知見は、その教育現場内の文脈に強く依存しており、個別に蓄積されているのが現状である。

本研究ではとくに、教育ツールを活用した教育実践研究に着目する。教育ツールを用いた教育実践研究も、ある特定の教育機関や科目において実施されることが多い。さらに、一つの教育実践に複数の研究グループが関わることが少ない。言い換えれば、別々の研究グ

ループが開発した教育ツールを同時に利用することが少ない。教育現場の固有性なども考えると、一般的な教育実践研究と同様に、研究の知見は、教育現場内の文脈だけでなく、システム開発者の文脈にも強く依存しており、教育現場またはシステム開発者側に個別に蓄積されている状態であると指摘できる。

もちろん論文や研究報告等としてその成果は広く公開されてはいる。しかし、個別に蓄積されている研究知見については、システム開発研究と同様に、共通のデータ構造を有した形で蓄積されているとはいいがたい。また、教育実践研究の知見をそのデータに基づいて発展させられるような仕組みも存在しない。

## 2. 本研究の目的

上述したとおり、教育実践研究、システム開発研究ともに、それぞれの研究が分断されて存在しているのが現状である。これに対しては、独自に行われているシステム開発研究や教育実践研究の情報を一つにまとめ、ある一定の方法によって整理してデータベース化し、情報を提供できるような仕組みが必要となる。くわえて、システム開発研究と教育実践研究を連携させ、両者で得られた知見を相互に共有する仕組みがあれば、自身の実践で教育ツールを活用したい教育実践者や研究者、教育ツールを新たに開発したい開発者にとって、極めて有効な手段となり得る。

教育実践に役立つ教材などを共有する取り組みはこれまでも行われている。たとえば OCW (Open Course Ware) は高等教育機関における講義やその関連情報を、インターネット上で無償公開している。また「教材共有ネットワーク」

(<http://www.narayogo.jp/>) では、障害を持つ子どもたちの学習に役立つ教材や教具だけでなく、自助具、福祉機器レクリエーション活動等の情報がデータベース化され、情報を共有したり意見交換したりできる。その他、世界中の日本語教師を対象とし、教材や教具の情報を共有・意見交換する「みんなの教材サイト」(<https://minnanokyozaai.jp/kyozai/>) などの事例も存在する。

しかし、たとえば OCW は講義資料の公開方針やフォーマットが各大学で異なっているなど、それらの仕

組みが必ずしも一定の方法に従った情報整理を行っているわけではない。また、実践者としてそれらの情報を利用することが主目的で開発されているため、教材や教具、システムを開発する側に対する情報共有が十分ではないなどの限界が生じている。くわえて、実際にこれらの情報を参考にして実践した事例に関する情報などは共有されることがほとんどないという問題もある。

これについては、統計データや調査データを、誰でも自由に活用できることを目指した、オープンデータの活用が参考になるだろう。

本研究では、教育実践研究とシステム開発研究を連携させ、各研究の知見を相互に共有することを目指し、それを実現できるプラットフォームの開発を目的とする。本稿では、両者を連携させるために必要な条件について、おもに教育実践研究の立場から検討するため、複数の教育ツールを活用したある実践事例をとりあげる。そしてその実践事例をもとに、両研究の連携に必要な要件について検討する。

## 3. 教育ツールを活用した実践研究の事例

本稿で対象とする実践事例は、A 大学で開講された「プログラミング初級演習 1 (以下、初級演習とする)」である。本授業は文系大学の初学者を対象とした 1 年次配当の必修科目で、C 言語を学習する。この授業では履修者が例年 200 名を超えることから、同じ時限に A, B, C の 3 クラス並行で授業を実施している。クラス分けは、小学校・中学校で学習した算数・数学の問題を用いたプレイメントテストによって行われる。

本稿では 3 クラスのうち、教育ツールを 2 種類活用した C クラスを取り上げる。このクラスは、プレイメントテストの結果が下位グループの学生、および再履修者の一部が履修している。

以下、活用した教育ツールについて述べた後、授業の概要や教育ツールの利用目的について述べる。

### 3.1 活用した教育ツール

初級演習で利用した教育ツールは、Web 上で動作するビジュアルプログラミング環境「AT」と、ローカル PC 上で動作する算数の作問学習用ツール「モンサクン」である。

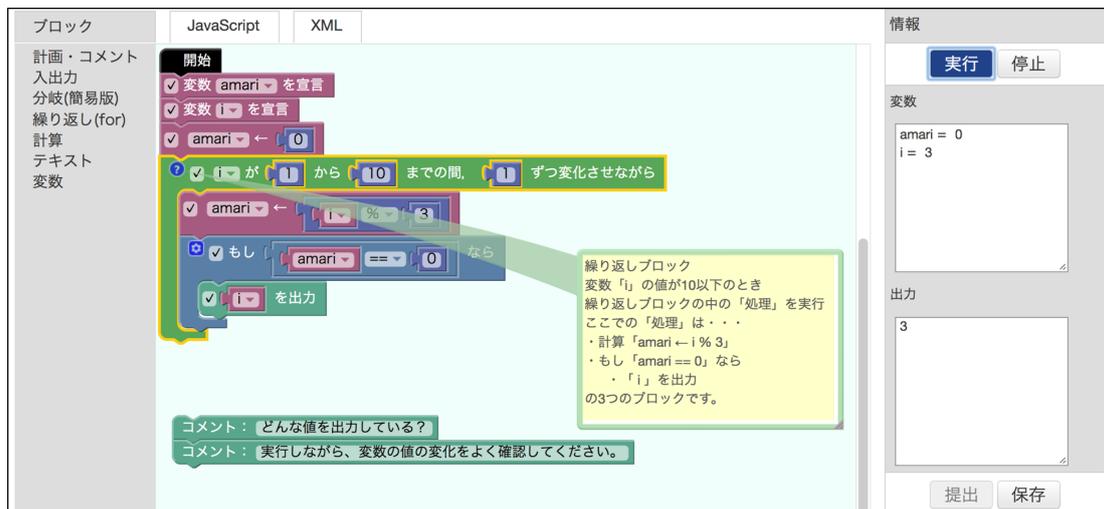


図1 ATの学習者用インターフェース

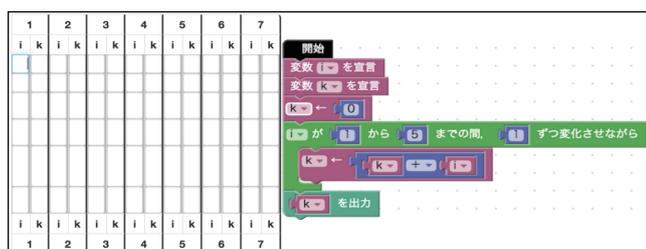


図2 トレース課題のインターフェース

### 3.1.1 ATの概要<sup>(1)(2)</sup>

ATはWebアプリケーションとして実装されており、アルゴリズムエディタと、LMS（Learning Management System）機能を有する課題管理画面、課題確認画面、システム管理画面から構成されている。

アルゴリズムエディタはプログラムを作成するための編集画面で、プログラムを構成するブロックとして、変数および配列の宣言・値の代入・算術演算（加減乗除、剰余）・関係演算（<, <=, >, >=, ==, !=）と、条件分岐（if・else）・繰り返し（for型）、変数の値の入力・出力を備えている。また、プログラム作成時に大まかな見通しを記述するための「計画」ブロックも用意されている。この「計画」ブロックは、プログラミング言語の「コメント」に相当する（図1）。

作成したプログラムを実行する際、指定したブロックごとに一時停止（ステップ実行）し、そのときの変数の値を随時参照することが可能である。この機能を用いることで、プログラムの動作過程を確認することができる。さらに、「トレース課題」が実装されている。トレース課題とは、反復、分岐、出力が含まれるプロ

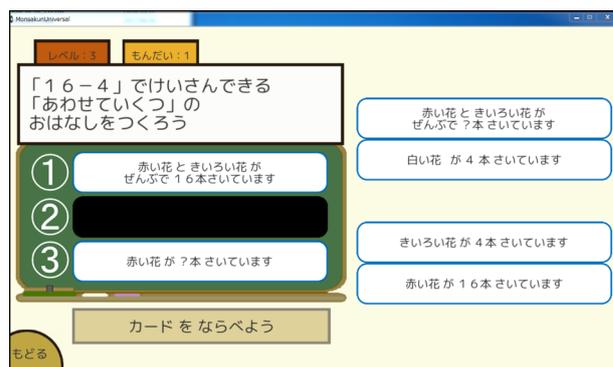


図3 モンサクンの学習者用インターフェース

グラムと、その左横に表を提示し、表の同じ行の対応する変数の列に値を学習者自身が記入していく形式の課題である（図2）。

課題管理画面では、課題の提示方法を指定できる。学生がプログラムを全て作成する提示方法だけでなく、教員がひな形を作成し課題を提示することができる。これにより、空欄補充問題、ブロック組み立て問題の作成が可能である。

### 3.1.2 モンサクンの概要<sup>(3)</sup>

モンサクンは、算数の文章題の作問を単文の統合として行わせる「単文統合としての作問」を実現したシステムである。学習者が作成した問題はシステムによって診断され、その診断結果に基づき、個々の問題に対するフィードバックが返される。診断の内容は、正誤判定と、単文の持つ要素に基づいた誤りの指摘である。後者についてはオブジェクトの組み合わせが不適切であることなどを指摘するものである<sup>(2)(3)</sup>。図3にモンサクンの学習者用インターフェースを示す。モンサ

クンは初級演習用に、WindowsOS 上で動作するように改良したものを利用した。

### 3.2 教育ツールの利用目的

初級演習では、プログラミング言語のソースコードを習得するために必要なプログラミングの基本の動作概念の習得とともに、プログラミング的思考を育成することを目的に授業を実施している。AT とモンサクンはこれらの習得、および育成を支援するために用いた。以下、その利用目的について具体的に述べる。

#### 3.2.1 AT の利用目的

AT の利用目的は、プログラミングの基本的な動作の理解と、アルゴリズム的思考力の育成を支援することにある。ここでの「アルゴリズム的思考力」とは、ある対象（人・コンピュータなど）に対して、与えられた問題を解決するための方法（アルゴリズム）を、対象が理解できる枠組み（パラダイム）で表現するために必要な思考のことである<sup>(4)</sup>。

「プログラミングの基本的な動作の理解」で対象とした基本的な動作とは、操作である代入と四則演算＋剰余算、制御構造である分岐と反復である。AT は、プログラムの動作過程を確認しながら、変数の値の遷移を参照できるステップ実行機能を有している。そのため、プログラミング言語を学習する前に、操作や制御構造の動作の理解を促すことが可能である。

「アルゴリズム的思考力の育成」支援のために、AT を利用した理由は以下の 2 点である。1 点目は、AT がアルゴリズム的思考教育のために開発されたツールであるため、それに特化した支援が行いやすいという点である。2 点目は、AT がブロックでプログラムを作成できる点である。ブロックを活用することにより、プログラムのソースコードで多く見られる文法ミスを軽減することができる。これにより学習者は、ミスが多発からくるプログラミングへの苦手意識を少なくすることができ、アルゴリズム的思考に注力できるようになる。

#### 3.2.2 モンサクンの利用目的

モンサクンの利用目的は、論理力の向上と、順次に説明するための基礎力向上を支援することにある。

「論理力の向上」支援は、ある程度論理的に思考する力が求められる問題がモンサクンに用意されている

ことによる。たとえば図 2 の問題は、式は減算であるが「あわせていくつ」と和算のような文章問題を作成させるものである。このように活用されている演算子とは逆のアプローチを活用する必要がある問題を作成するときには、論理的に考えることが必要となる。

また、モンサクンを用いた作問の際は順序立てて考えることが必要である。これにより順次実行に対する意識を向上させることが可能であり、それが「順次の説明力の向上」支援という目的につながっている。初級演習で対象としているプログラム言語は C 言語であるが、C 言語は手続き型構造言語である。そのため、順次実行に対する意識を向上させることは非常に重要であると指摘できる。

なお、モンサクンそのものは小学校の算数を題材としており、C 言語と直接関係があるわけではない。しかしモンサクンを利用したクラスは、プレイメントテストの結果が下位グループであり、中には小学校で学習する算数の計算にすら苦手意識を持つ学習者も一定数存在していた。そのため、上記 2 点の目的を達成でき、さらに算数についても学習できるモンサクンを活用することとした。

### 3.3 授業の概要と教育ツールの活用方法

本授業においては、第 2 回から第 6 回までの授業で AT とモンサクンを活用した。また、AT は中間試験でも用いた。以下では、両教育ツールを活用した授業の 1 時間の概要のほか、教育ツールの活用方法について、おもに AT に焦点を当てて述べる。

#### 3.3.1 1 コマの授業の流れ

AT とモンサクンを活用した授業について、1 コマ 90 分の授業の大まかな流れを表 1 に示す。表では、学習内容のほか、その学習内容がガニエの 9 教授事象<sup>(5)</sup>でいえばどの事象に該当するか、利用したツール、具体的な利用・指導方法についてまとめた。モンサクンは、授業開始時に利用した。ただし、モンサクンは小学生を対象とした教育ツールであるため、問題文等にひらがなでの説明が多いなど、大学生向けの教育ツールとは言いえない。そのため受講生には、モンサクンが小学生を対象としていることを伝えるとともに、本教育ツールを論理力と順次の説明力の向上のために利用していることも合わせて伝えた。AT は、プログラム

表 1 1 時間の授業の流れ

学習内容	授業事象	利用ツール	教育ツールの利用方法・指導方法
1. モンサクン演習	学習者の注意を喚起	モンサクン	学習者ごとに、5分間で解答できる範囲で解く
2. 復習課題の提示	前提条件を思い出させる	AT	AT で復習問題を提示し、問題に正解するまで解答。問題の多くは完成したプログラムを提示し、プログラムの実行結果や、実行した後の変数の値を推測するもの。
3. 新しい学習事項の導入	新しい事項を提示	なし	スライドでの説明。アニメーション機能を用いて、各学習事項で変数の値の遷移を提示。
4. 例題の提示と変数の値の確認	学習の指針を与える	AT	「計画」ブロックを利用して提示したプログラムの動作や概要を記入して示す。その上で、例題の解説を行い、学生にステップ実行させ、変数の値遷移を学習者自身で確認。
5. 演習課題の提示とチェック	練習の機会とフィードバック	AT	(1) プログラムの実行結果や、実行した後の変数の値を推測し解答する問題、(2) 空欄補充問題、(3) プログラムの一部を変更する問題、(4) プログラムを組み立てる問題、(5) プログラムを作成する問題、の順で提示。課題を解いたあとに、正解か否かを SA (Student Assistant) がチェック。
6. 発展課題の提示とチェック	保持と転移	AT	プログラムを作成する問題の提示。課題を解いたあとに、正解か否かを SA がチェック。

に関する内容ほぼ全てで利用した。

### 3.3.2 AT の活用方法

ここでは学習者にプログラミングを教える際の AT の活用方法について述べる。先述したとおり、AT はプログラムに関する内容ほぼすべてで活用されている。表 1にあるように、「1. モンサクン演習」と「3. 新しい学習事項の導入」以外の学習内容で、AT を活用している。

#### 3.3.2.1 例題の提示と変数の値の確認

「4. 例題の提示と変数の値の確認」においては、プログラムを実現するためのブロック（変数、計算、分岐、反復などのブロック。以下、実行ブロックとする）と「計画」ブロックを併用して例題の解説を行った。実行ブロックと「計画」ブロックは別々のブロック群で提示している（図 4）。「計画」ブロック（コメント）には、提示した実行ブロックのプログラムの動作や概

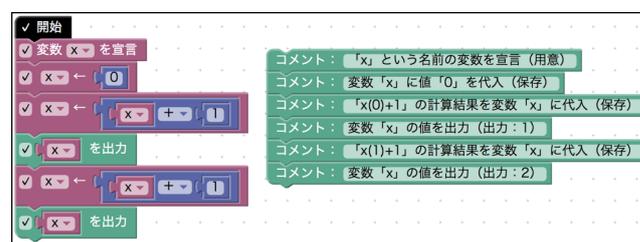


図 4 例題の提示方法

要が示すことができ、プログラムを実行した際の流れが把握しやすくなっている。また、「計画」ブロックにあるプログラムの解説と、実行ブロックの記述が対応関係にあることから、学習者に動作の概念を理解させることが容易にできる。

なお、実際に動作させてプログラムの動きを確認する際には、AT のステップ実行機能を利用し、実行しているブロックと変数の値の遷移を確認するよう促している。ステップ実行を意識的に行うことで、例題を振り返る際に、学習者が実行箇所と変数の値の対応を

意識化することが可能である。

### 3.3.2.2 演習課題の提示

プログラミング初学者にとって、プログラムを一から作成することが難しい場合が多い。そのため、演習課題を提示する際には、表1の「5. 演習課題の提示とチェック」にあるとおり、順番に課題を提示した。この順で課題を解くことで、既知となった事項と新たな課題との関連性を、学習者自身が見出しながら課題を行うことが可能となる。

このような課題の提示方法は、ATの課題管理画面にある課題の「提示方法の指定」を利用することで簡単に実現できる。教員があらかじめひな形を作成しておくことで、それを利用した課題の提示（空欄補充、プログラムの一部変更、組み立て問題等の作成）が可能である。

## 4. 連携に必要なデータ

教育ツールを活用した実践では、多様なデータを取得することができる。本研究では、教育実践研究とシステム開発研究の連携を実現できるプラットフォームの開発を目指しているが、その前段階として、個別で蓄積されてきた研究知見を共有するため、教育実践研究の情報をある程度共通のデータ構造で表現することが必要となる。

教育実践研究で得られるデータは大きく4つに分けることが可能であろう。それは、(1)教育ツールに記録されたログデータ、(2)学習者の成績などのデータ、(3)学習者が作成したデータ、(4)教育者が作成したデータである。以下では、それぞれのデータについて、3で述べた実践事例をもとに、プラットフォームで活用する場合を考慮に入れながら検討する。そしてそれらのデータを取得する際の問題点について述べる。

### 4.1 教育ツールに記録されたログデータ

まず教育ツールを活用する上で必ず得られるデータは、それぞれの教育ツールが自動的に記録しているデータである。たとえばATでは学習者が提出した解答全てのデータ（誤答を含む）を記録している。モンサクンでは解答の正誤判定だけでなく、オブジェクトの組み合わせ誤答のデータを記録している。ログイン・ログアウトの時間やクリックの記録、教材の表示

時間など、多くの教育ツールに共通するデータについては、ある程度標準化された数値や単位で蓄積する必要があるだろう。ただし、教育ツールの固有性を考慮すれば、ローデータをそのまま保存することも必要である。

このデータは、おもに研究者が活用することとなるだろうが、学習者の学習行動を把握したい教育者にも有用である。

### 4.2 学習者の成績などのデータ

次に考えられるのは、たとえば定期試験の得点などの、比較的客観的な成績データである。教育ツール内の小テストの結果など、システムに保存されるデータもあれば、ペーパーテストの結果など、教育ツールとは無関係に得られるデータも必要である。本事例で言えば、ATで実施した演習課題の結果や中間試験の結果、ATを利用していない最終試験の結果などが該当する。

これらのデータは、教育ツールの活用評価等に利用可能であり、その点では研究者に有用な情報である。くわえて、学習者のデータをある程度蓄積し、理解度等を相対的に把握することも可能であり、教育者や学習者にとっても有用である。

### 4.3 学習者が作成したデータ

たとえばポートフォリオなど、学習者が作成した作品もデータとなり得る。本実践でいえば、モンサクンで作成した問題や、ATで作成したプログラムのうち発展課題の作品が該当するだろう。また、教育ツールとは無関係に作成されたもの、たとえば紙ベースの学習日誌なども、デジタル化することでデータ化可能である。

これらのデータは、学習者の変化を記録し続ける点で、学習者にとって活用しやすいものとなる。同様に教育者にとっては、学習者の作成する作品の見本をあらかじめ見ておける利点がある。

### 4.4 教育者が作成したデータ

教育ツールを活用する際には、その教育ツールを授業内でどのように活用するのかを明記した授業指導案など、教育者が作成したデータも重要な情報となる。

本実践でいえば、二つの教育ツールの組み合わせ方や、1時間の授業の大まかな流れなどが該当する。このほか、ティーチング・ポートフォリオなどのデータもここに分類されるだろう。

このデータは、他の教育者が該当する教育システムを選択する際、または同様の授業を実施する際に有用である。また、複数の授業を実施する中で多くのデータが蓄積されることで、多様な授業実践の可能性が高まる点も指摘できる。

#### 4.5 データ取得に関する問題点

最後に、とくに 4.1 で述べたログデータを取得する際に考慮する必要がある点を 3 点述べる。

1 つ目は、教育ツールを利用するときに使用するユーザ ID である。多くの教育ツールでは、学習者個々のログデータを取得するために、ユーザ ID を用いている。本稿で紹介した 2 つのツールも同様である。しかし、両ツールは別々の目的を持って開発された教育ツールであり、開発した研究組織も異なる。このため、ユーザ ID やパスワードの管理はそれぞれ別になることから、学習者は、ツールごとにユーザ ID をそれぞれに入力しなければならない。今回取り上げた実践のように、複数の教育ツールを連携させてデータを取得するためには、ユーザ名とパスワードの一括管理が必須になる。

2 つ目は、ログデータの取得方法である。たとえば「モンサクン」は、WindowsOS 上で動作することから、学習者個々の PC にログデータが保管される仕組みになっている。この場合、学習者からログデータを提出してもらう必要がある。今回の授業では、モンサクンのログデータそのものを授業内の課題の 1 つとして利用していたこと、また、対象が大学生であることから、ログデータの取得方法として、学習者自身が LMS 上にアップロードする方法を取った。しかし、学習者が小学生などではこの方法でのデータ取得は難しい。

3 つ目は、取得したデータの活用の際の問題である。たとえば、教育者が学習者の学習行動を把握したいと考えた場合、ローデータから直接分析することは困難である。これは、多くのローデータが、教育ツールの開発者が確認することを目的とした形式になって

いるためである、さらにそれぞれのログデータには、教育ツール固有のデータも含まれているため、教育者には不要なデータが多い。教育者と開発者がそれぞれの立場で実践・研究を進めていくためには、両者とも利用しやすいローデータの加工または提示の仕組みが必要である。

## 5. まとめと展望

本稿では、教育実践研究とシステム開発研究とが分断されていること、その連携のためにプラットフォーム開発を行うことが本研究の目的であることを指摘した。そして、具体的には AT とモンサクンを活用した授業実践を取り上げ教育ツールの概要と授業実践の概要を述べ、そこから得られるデータについて大きく 4 つに分けて検討した。

今後は、それらの機能についてどのようにプラットフォームに搭載すればよいかなどを検討し、プラットフォームの開発を行いたい。その過程で、教育実践研究とシステム開発研究を連携しその知見を蓄積するために必要な要件について、さらに詳細に検討したいと考えている。

## 謝辞

本研究の一部は、JSPS 科研費 26350284, 15K01023, 16K13583 の助成を受けている。

## 参考文献

- (1) 小林慶, 國宗永佳, 香山瑞恵, 新村正明: “アルゴリズム的思考法教育を支援するビジュアルプログラミング環境の開発”, 教育システム情報学会研究報告, Vol.27, No.4, pp.3-8 (2012)
- (2) Nao Kono, Hisayoshi Kunimune, Tatsuki Yamamoto, Masaaki Niimura: Development and Evaluation of Functions for Elementary/Secondary Programming Education: The Visual Programming Environment "AT", International Journal of e-Education, e-Business, e-Management and e-Learning, vol.7, no.1, pp.13-23 (2017)
- (3) 倉山めぐみ, 平嶋宗: " 逆思考型を対象とした算数文章題の作問学習支援システム設計開発と実践的利用 ", 人工知能学会論文誌, Vol. 27, No. 2, pp. 82-91 (2012)

- (4) 不破泰, 國宗永佳, 香山瑞恵, 新村正明, 宮尾秀 俊: “情報工学科学生に対するアルゴリズム的思考法教育手法の提案と実践”, 教育システム情報学会研究報告, Vol.23, No.6, pp.34-41 (2009)
- (5) R.M.ガニエ, W.W.ウェイジャー, K.C.ゴラスほか (鈴木克明, 岩崎信監訳): ” インストラクショナルデザインの原理”, 北大路書房 (2007)

# IoT 技術を用いたグループ学習における コミュニケーションの質と量の可視化に関する研究

高橋 良貴<sup>\*1</sup>, 石田 雪也<sup>\*2</sup>, 大河内 佳浩<sup>\*3</sup>, 山川 広人<sup>\*2</sup>, 小松川 浩<sup>\*2</sup>

<sup>\*1</sup> 千歳科学技術大学大学院 光科学研究科

<sup>\*2</sup> 千歳科学技術大学 理工学部

<sup>\*3</sup> 千歳科学技術大学 情報・メディア課

## Research on Visualization of Quality and Quantity of communication in Group Learning using IoT technology

Yoshitaka TAKAHASHI<sup>\*1</sup>, Yukiya ISHIDA<sup>\*2</sup>, Yoshihiro OHKOUCHI<sup>\*3</sup>, Hiroto YAMAKAWA<sup>\*2</sup>,  
Hiroshi KOMATSUGAWA<sup>\*2</sup>

<sup>\*1</sup> Graduate School of Photonics Science, Chitose Institute of Science and Technology

<sup>\*2</sup> Faculty of Science and Technology, Chitose Institute of Science and Technology

<sup>\*3</sup> Information and Media, Chitose Institute of Science and Technology

あらまし：本研究は赤外線センサと加速度センサが搭載され会話量がわかるプレート型のデバイス（以降ヒューマンビッグデータクラウド）と Bluetooth で通信し押した時の情報をインターネットを通してクラウドに送るボタン（以降 Flic）の二つの IoT デバイスを用いて、グループ学習におけるコミュニケーションの質と量を同時に測るためのシステム化の検討を行う。本稿では、各 IoT デバイスの特徴を紹介し、これらを組み合わせて実現できる教育サービスの提案と一部検証結果について報告する。

キーワード：IoT, データ活用, クラウド, グループ学習, コミュニケーション

### 1. はじめに

グループ学習での個々の学生のコンピテンシー評価は会話の量や質によって評価されるが、一人の教員がリアルタイムに行うのは現実的には難しい。このため一般にはグループ学習の様子を録画等で確認して評価を行うが、その後の分析を教員が行うことを考えると、やはり手間がかかる。本研究ではグループ学習での学習成果の可視化を情報システムを活用して効率的に行うことを目指す。具体的には、同時・多数のデータを収集できる IoT デバイスを用いてグループ学習の会話量と質の可視化を試みる。浦光らは話し合いの質を発話者間の発言内容から測っている<sup>(1)</sup>。本研究ではグ

ループ学習における発話者の会話の質を同じグループの人が発話者の意見に賛成できるかの判断に基づいて測れると考える。この仮説を前提にしつつ、センシングとネットワークを組み合わせ IoT 技術と可視化データの活用を通じて、コミュニケーションの質と量を同時に把握できる簡易システムの実現を目指す。

### 2. IoT デバイスについて

#### 2.1 ヒューマンビッグデータクラウド

近年ウェアラブルセンサの小型化が進み日常生活における様々なデータをインターネットを通して収集する

ことが可能となった。本稿では(株)日立製作所が開発し(株)日立ハイテクノロジーズから製品化されているヒューマンビッグデータクラウドと SHORTCUT labs SWEDEN から販売されている Flic を用いてグループ学習におけるコミュニケーションの質と量を測る。ヒューマンビッグデータクラウドは赤外線センサと加速度センサが搭載されており、会話相手との対面状況と活動状態を把握できる。赤外線センサで対話者のヒューマンビッグデータクラウドを認識することが可能である。加速度センサは装着者の加速度を測ることが可能であり、装着者がどの程度活動しているかを把握できる。対面して会話をしている場合は加速度が類似することが知られている。

#Date	Time	加速度リズム	対面人数	10003643	10003B54
2016/12/19	16:52	240	4	341	296
2016/12/19	16:53	85	4	253	136
2016/12/19	16:54	216	4	256	25
2016/12/19	16:55	218	4	253	237
2016/12/19	16:56	174	4	269	275
2016/12/19	16:57	134	4	290	134
2016/12/19	16:58	215	4	46	0
2016/12/19	16:59	189	4	134	0
2016/12/19	17:00	41	4	124	280

図1 ヒューマンビッグデータクラウドから取得したデータ例

図1 にヒューマンビッグデータクラウドから取得したデータを示している。図1 では対話日時とヒューマンビッグデータクラウド装着者の加速度と対話者の加速度を示している。加速度が類似している場合は互いが会話している状態であるため、1分ごとの対面者との会話状態を把握することができる。

## 2.2 Flic

Flic を用いると Bluetooth で iPad と通信し iPad からインターネットを通してクラウドに情報を送信することができる。Flic では、専用のアプリケーションでボタンを押した際の動作を設定することができる。事前に Flic 専用アプリケーションに Flic が押された時の処理を設定し、iPad 等を通してクラウドに情報を送信する。iPad 等の Flic 専用アプリケーションから「クリック」、「ダブルクリック」、「ホールド(長押し)」に情報を付け加えることができる。本研究では Flic がクリックされた時間をクラウドに送信

し、どのボタンがいつ何回押されたかを収集する。本稿ではグループ学習において会話相手の発言に共感するときに Flic をクリックすることとした。

id	反応種別	班番号	人番号	反応時間
30	1	1	1	2 2017-05-25T15:40:41.928
30	1	1	1	2 2017-05-25T15:41:15.368
30	1	1	1	2 2017-05-25T15:41:31.545
30	1	1	1	2 2017-05-25T15:44:42.670
30	1	1	1	2 2017-05-25T15:44:56.454

図2 Flic から収集したデータ例

図2 にシステムに送信された Flic のデータを表示した例を示している。各 Flic を班番号と人番号で表し Flic が押された時間を表している。

## 3. 提案システム

本研究ではヒューマンビッグデータクラウドと Flic を用いてグループ学習における会話量と質を可視化するシステムを提案する。提案システムは Web システムを想定し、ヒューマンビッグデータクラウドから収集できる id, 日時, 対面状態, 加速度と Flic から収集できる id, 日時, クリック情報からグループ学習における会話量と質を簡易に可視化できる仕様とする。具体的には対面状況からグループの構成を把握し、その中での活動状態と Flic の情報を結びつけて時系列のグラフで表示する想定。ヒューマンビッグデータクラウドから収集したデータは(株)日立製作所から提供されるためデータの登録を行う必要がある。図3 にシステムの全体像を示す。

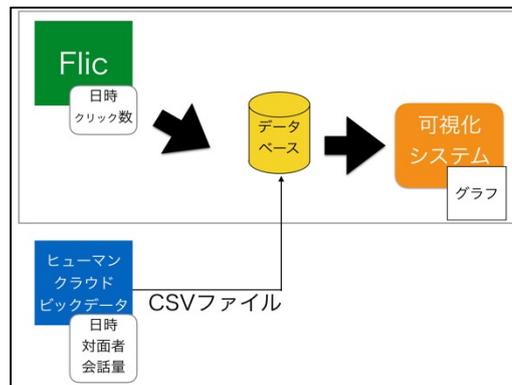


図3 提案システムの全体像

Flic から得られる id, 日時, 情報をシステムに格納

し、ヒューマンビッグデータクラウドから収集したデータを CSV ファイルでシステムに登録することにする。提案システムではこれらの情報を組み合わせてグループ学習の会話量と他者評価を同時に可視化することを試みる。

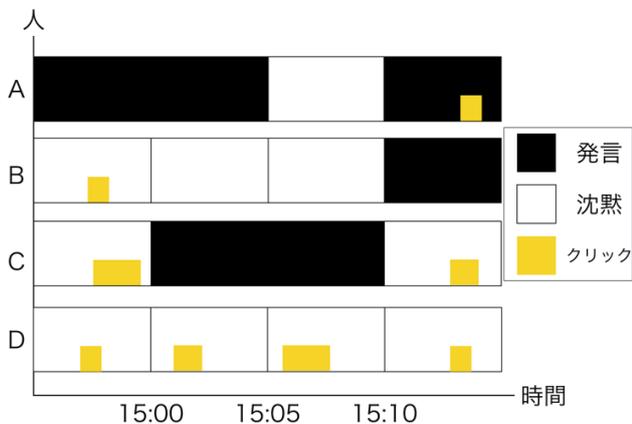


図 4 想定する質と量システム可視化グラフ

図 4 に提案システムから想定する出力グラフの例を示す。時間軸に沿ったグループ学習の活動情報と Flic が押された回数を重ねて可視化することとする。システムの検証は本学の一年生、約 200 名を対象とした講義において行う。

#### 4. 一部検証結果

現時点では、Flic から iPad を通してクラウドに送信した情報を格納し、グループごとのクリック回数を表示するシステムを作成した。システムの検証は本学の学部受講するグループ学習を行う講義においておこなう。

	+反応	-反応
1班	211回	14回
2班	120回	4回
3班	98回	0回
4班	106回	27回
5班	674回	29回
6班	100回	0回
7班	450回	1回
8班	1217回	0回
9班	0回	0回
10班	9回	0回

図 5 現状システムの班ごとの Flic の反応例

図 5 に 実験における 10 グループごとの Flic が押された回数を示す。試験的にクリックとホールドの 2 つの意味を送信する設定にしているため 2 種類の情報を収集している。システムは Flic から送られた情報を CSV ファイルでダウンロードすることができる。今後は CSV ファイルをシステムに登録し 2 つの IoT デバイスのデータを日時に紐付け、活動状態と Flic が押された時間を表す図 4 のようなグラフの可視化機能をシステム上で作成する。

#### 5. まとめ

2 つの IoT デバイスを用いて、グループ学習における会話量と質をグラフ化するシステムを提案する。現状は 1 つの IoT デバイスの情報をシステム登録・表示ができる。今後は 2 つの IoT デバイスのデータの可視化を試みる。

#### 参考文献

- (1) 浦光 博, 桑原 尚史, 西田 公昭: ” 対人的相互作用における会話の質的分析”, The Japanese Journal of Experimental Social Psychology. 1986, Vol. 26, No. 1, 35-4



# 認知科学を取り入れたプログラミング多重ループ理解の 効果的学習法について

時田 真美乃<sup>1)</sup> 長谷川 理<sup>1)</sup> 不破 泰<sup>1)</sup>

1) 信州大学 総合情報センター

## Effective learning method of programming multiple nested loop understanding incorporating cognitive science

Mamino TOKITA<sup>1)</sup> Osamu HASEGAWA<sup>1)</sup> Yasushi FUWA<sup>1)</sup>

1) Integrated Intelligence Center, Shinshu University

信州大学では、大学初年次教育として情報の基礎的知識の定着を目的とした「情報学入門」の授業を開講している。この授業において2016年度よりプログラミングの基礎もカリキュラムに含めて実施しているが、反復処理の多重ループの学習において、1次のループのみの課題と比較して、そのループの次数が高くなるほど躓きが多く見られる傾向があり、学習に工夫が必要であることがわかった。本研究はプログラミング学習時における最も基本的な制御構造のIF文・FOR文多重ループの学習で”入れ子構造”の学習が困難となる要因に、人の認識の限界が関係することを取り入れ、認知科学的な工夫を取り入れた教育法を提案するものである。情報に固まりを作る「チャンク」や、繰り返し学習して記憶を定着させる「リハーサル」を取り入れることによって、効果的な教育を実施する方針と初段階の調査結果の発表を行う。

キーワード： 初学者向け教育，情報基礎教育，プログラミング教育，多重ループ

### 1. はじめに

本研究は、大学初年次教育における情報の基礎的な知識の修得におけるプログラミングの制御構造の理解において、効果的な教育カリキュラムの構築を目的とし、その方法について論じるものである。

「人間の情報処理」をふまえた体験的学習として認知科学を取り入れるが、情報の基礎的教育に認知科学を参照することについては、高校における「情報」教育において、使う側の人間がどのように情報処理しているか、という視点の重要性について言及しているもの等がある<sup>(1)</sup>。情報教育において認知科学を取り入れることは様々な学習レベルで考えられるが、本研究では特にプログラミング学習時における最も基本的な制御構造のIF文FOR文の多重ループの学習で、”入れ子構造”の学習が困難となる要因に、人の認識の限界が関係することを取り入れ、認

知科学的な工夫の効果を検証するものである。

「多重ループ」についての学習方法については、その多重ループのコードの挙動を予測できるような支援を実施する研究などがある<sup>(2)-(3)</sup>。「多重ループ」学習に躓きがあるため教育に工夫が必要であることは示されているが、「入れ子構造」の理解としての人間の思考の限界性を意識し、認知科学的な工夫を取り入れた研究はなかった。

人の再帰的な「入れ子構造」をもつ数学的な課題とその他の課題についての関連性についての先行研究はあり<sup>(4)</sup>、また第一著者の過去の研究では、学習者は高次の入れ子構造になるとその理解度を検証する課題において正答率が下がることが論理=数学的課題においても見られていた<sup>(5)</sup>。また、英語学習については、認知科学的な「情報の固まり」を意識して英語の読解力を促進させる研究はあることから<sup>(6)</sup>、プログラミン

グ言語の教育についても考え、高次の場合には、情報の固まりを作る“チャンク”や繰り返し学習して記憶を定着させる“リハーサル”という認知科学における工夫の知見を応用させ、それらを取り入れた学習が多重ループ学習の理解度を向上させるか検証することとした。学生が意欲的に繰り返し学習できる多重ループ学習に合わせたゲーム素材も開発しその教育法を考案する。

## 2. 本研究の目的

本研究では、「情報の基礎的知識としてプログラミングの基礎が定着するための良いカリキュラムで授業を行う」という大きな目的の中で、プログラミングの多重ループ学習において、回数が高くなると多くの学生に躓きが起きやすくなることを確認し、その効果的な学習として「チャンク」「リハーサル」を用いた方法を提案することである。

今回はその最初の段階としてFOR文の多重ループの理解における躓きの確認と、その制御構造の動作の理解について音によるチャンク化を行い、理解が促進されるかを確認することとした。したがって本研究目的は以下の2点とする。

- (1) プログラミングの制御構造における反復処理において、多重ループの回数が高くなると躓きやすくなることを確認する。
- (2) 反復処理の動作の理解にチャンクが有効であるかを確認する。

(1)については、プログラミング言語を学習する前にもその傾向が存在するかを調べるため、プログラミング言語に依存しないテストと、プログラミング言語を使用した後に実施するテストと、両方について確認することとした。(2)については、情報量の多い処理課題についてチャンク可により理解が促進されることは、従来の研究により実証済みのことであり改めて検証する必要はないが、FOR文の繰り返しを含むプログラムのどの部分をチャンクにすることが最も効果的で適切かについては調査する必要がある。今回はまずはFOR文の動作の理解が促進されるかを、2重FOR文の外側ループと内側ループを音によって区別することで確認することとした。

## 3. 手続き

### 3.1 多重の反復処理についての理解度の測定

2章で述べた(1)の目的の内容を調査するための多重ループ読み取りの課題については、プログラミング言語に依存しない課題と、プログラミング言語を学習後、そのプログラミング言語を使用した課題の2課題を用意した。(順に付録.1課題.(1)、付録.2.課題(2))

またそれぞれの実施タイミングについては次に示すように実施した。

#### 〈実験環境〉

対象学年：大学1年生後期

対象学部：全学部・選択授業

対象人数：56名

授業方法：一斉講義方式

授業形態：9月～1月までの15週、週1回90分授業。

実施タイミング：

プログラミングに依存しない課題：初回授業

プログラミングを使用した課題：第10週目授業

### 3.2 多重の反復処理の動作のチャンク化

反復処理の動作の理解について、プログラミング言語を学習した後で、FOR文の構造に音をつけて固まりを意識させることを試みる。プログラミング教育については「3.1」で示した環境においてIchigoJamというBasicの言語を使用できるシングルボードコンピュータを1人1台ずつ使用する授業を実施して実現した。本カリキュラムの全体の報告については、既に別の研究会で報告をしたが<sup>(7)</sup>、ここでは多重の反復処理の学生の理解度に焦点を当てて調査した内容を述べる。

授業環境は「3.1」に示したものと同じで、多重の反復処理の動作の体験学習およびその理解度アンケートの実施タイミングは、第13回目の授業にて、また最終的なテストはその授業を終えたあとの第15回目の最終回で実施した。(付録.3.課題(3))

音の学習については、コンピュータネットワークの通信も学習する単元と合わせた総合学習で実施し、今回の授業で実施した図1で示す2台のIchigoJamを使

用した。

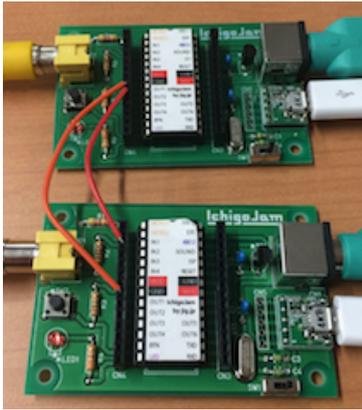


図1 音によるチャンク可を体験する環境として使用した IchigoJam (上が送信側, 下が受信側)

本調査は学生が2ペアとなり, 1人1台の IchigoJam を使用し送信側・受信側をケーブルでつなぎ, 通信で文字を送るという全体の課題の中で実施することとした。

具体的には「A」という文字を送信するためにはその文字コードに相当する「65」のさらにその10進数のコードの数字に対して, ビット同期にて2進数「1000001」に変換される工程が必要となることを利用した(図2)。そのため, 例えば「AI」というメッセージを送信するためにFOR文の2重ループが動作するというプログラムとなっている。この2重ループに対して, ループの内側と外側をチャンクとして区別するよう, 別々の音が鳴るようにPLAYコマンドを使用した。プログラムの内側のループで「ソ」の音, 外側のループで「ド」の音が鳴るようになるようにした。先の例の「AI」というメッセージであれば, まず「A」という文字を送ることに対応する外側のループの「ド」が1度鳴り, それに続いて「65」に対応する7桁の2進数が, つまり内側のループが7回(あるいは「ド」の7倍の長さで)「ソ」の音で鳴ることになる。続いて「I」に対応する同様の流れがあり, 学生には「ドソー(ソはドの7倍の長さ), ドソー」と, 送信される文字数の数に応じて, 音が繰り返し聞こえることとなる。

この環境において学生に音のチャンクによるFOR文の動作を確認し, 体験授業実施後にその理解度を確認するアンケート調査を実施した。アンケートについては, 2重for文に対する音の違いについて, 「とてもよく分かった」から「分からなかった」までを5件法で確認する内容とした。



図2 FOR文の2重ループ構造プログラムの一部

また最終回の授業にてFOR文の2重構造の理解を測る読み取りテストも実施した。(付録.2. 課題(3))

## 4. 結果

### 4.1 多重の反復処理についての理解度の測定

多重の反復処理についての理解度の測定結果を次に示す。

表1. 多重ループ読み取り課題の結果

多重ループ読み取り課題	正答率
1)1週目(12347)	100.0%
2)2週目(12357)	60.1%
3)3週目(12567)	47.0%
4)4週目(13567)	44.0%
5)5週目(24567)	30.0%

表2. 多重ループ作成課題の結果

多重ループ作成課題(FOR文)	正答率
1)1週目(3の九九の段)	86.0%
2)2週目(1~5の九九の段)	82.0%
3)3週目(1~15の一部の九九の段)	52.0%

表1の結果は, プログラミング言語に依存しない多重ループの読み取り課題の内容となる。1次~5次のループに対応した課題においてそれぞれの正答率は順に, 100%, 60.1%, 47.0%, 44.0%, 30.3%という結果であった。1次については全員が正答しているが2次になると正答率が60%にまで下がり, それより高次の課題についてはさら正答率が下がるという結果であった。

また、表2の結果は、IchigoJamを用いてBASICのプログラミング言語を学習した後でFOR文の1次～3次のループに対応した課題を実施したものであるが、それぞれの正答率は、86.0%、82.0%、52.0%という結果であった。2次の課題については82.0%と正答率は高いが、九九の段を出力する課題を一度授業でも取り上げていたことは関係する。3次の構造をもつループ課題については、52.0%と1、2次の結果より低い正答率となった。この結果は、プログラミング言語に依存しない多重ループ読み取り課題と同様に、3次以降は正答率が約半分に下がるという結果であった。

## 4.2 多重の反復処理の動作のチャンク化

多重の反復処理の動作のチャンク化についての実施結果を次に示す。

表3 2重FOR文の構造についての回答

設問	2重for文の構造による音のタイミングの違い	回答率
回答群	とてもよく分かった	32.0%
	分かった	29.0%
	どちらともいえない	21.0%
	あまり分からなかった	15.0%
	分からなかった	3.0%

表4 2重FOR文読み取り課題の正答率

多重ループ読み取り課題(FOR文)	正答率
1)2重ループ課題("A,A+B"の出力)	66.7%

表3の結果より、音によるチャンク化による構造の理解を確認したところ、2重FOR文の構造については、「とてもよく分かった」「分かった」が合わせて61%という結果であった。このことから、音によるチャンク化の構造の理解にはある程度効果があることがいえた。ただしこの実践については、コンピュータとネットワークの学習も含めた総合学習のカリキュラムにおいて実施したため、通信の失敗により音を確認することができなかった場合も含まれている。そのため、通信の成功失敗に依存せず、この構造の音の確認が実施できるように、教材や実施方法の工夫を行い再調査する必要がある。

次にこの授業を実施した後のFOR文の多重ループ読み取り課題の結果であるが、表4のように、正答率は66.7%となっていた。またFOR文の構造は理解されているが、A+Bの計算を一部誤っただけであると思われる回答を構造の理解はしているという意味で正答とするならば、正答率

は73.3%であった。

これらの結果は、初回のプログラミング言語を使用しない課題における正答率より上昇はしており、音によるチャンク化の体験後に、多重の反復処理においてある程度の理解度の向上がみられたといえる。

## 5. おわりに

4章に示した評価結果から、本研究の目的(1)(2)に対する次の考察がなされる。

- (1) プログラミングの制御構造における反復処理において、多重ループの回数が高くなると躓きやすくなることを確認する。
- (2) 反復処理の動作の理解にチャンクが有効であるかを確認する。

まず(1)については、4章の実施状況より、プログラミング言語に依存しない多重の反復処理課題、プログラミング言語を使用する多重の反復処理課題いずれにおいても、ループの回数が増えるにつれ正答率が低下する傾向が見られた。このことはプログラミング言語特有の仕組み自体の難しさに関係なく、繰り返し構造そのものに理解にあたっての躓きやすさがあるといえる。

また(2)についてはまず多重反復処理の動作の確認において、今回は音によるチャンク化が学生の理解にある程度効果があることが示された。チャンク化の効果については、読み取りと書き取りに分けて、どのようなチャンク化が有効かについては引き続き調査する必要がある、その理解度についても比較する必要がある。

また知識の定着としてリハーサルを実施することを予定するが、今回の実践ではチャンクによる動作理解を1度体験するだけでありリハーサルによる知識の定着をすることは出来ていない。従って、リハーサルによる繰り返し学習と合わさることで効果にどの程度違いがあるかについても調査が必要となる。さらに、この多重ループの理解について理解が難しいとされる層が、他のプログラミング学習にも同様にその傾向が見られるか等についても引き続き確認が必要となる。

多重ループの理解の効果的な学習方法について、今後も授業カリキュラム改善をしながら取り組んでいく。

参考文献

- (1) 神谷良夫:教師のための認知科学—新教科「情報」と「総合的な学習」を支えるもの—;コンピュータ&エデュケーション,Vol8,pp68-73(2000).
- (2) 長尾貴正,小暮悟,野口靖浩,山下浩一,小西達裕,伊東幸宏:多重ループの理解を支援するコードリーディング支援環境の構築と評価;教育システム情報学会,2017 学生研究発表会 pp13-14,(2017).
- (3) 山下浩一,岡本真,木暮悟,野口靖浩,小西達裕,伊東幸宏:対象世界・プログラム・操作系列の視覚化に基づく多重ループ教育の実践;教育システム情報学会第 38 回全国大会,pp383-384(2013)
- (4) 林創:再帰呼び出しを含む手続きの処理の難しさ;認知科学,6(4),pp389-405(1999)
- (5) 時田真美乃,鳥山理恵,平石界:再帰的事象の認識における「心の理論」と「論理-数学的知能」の関連性;日本人間行動進化学会 第 回 年 次 大 会,pp14,(2016)
- (6) 湯舟英一:チャンク音読とシャドーイングのための Web 教材の開発;東洋大学人間科学総合研究所 紀要;第 14 号,pp83-94(2012)
- (7) 時田真美乃,長谷川理,不破泰:はんだづけから始める大学生への情報の基礎的知識学習の教育効果～プログラミングの基礎的理解を含めた体験的学習～;教育システム情報学会 研究報告,Vol.31,No.7,pp129-136(2017)

付録.

付録.1 課題. (1)

プログラミング言語に依存しない多重の反復処理課題

1. 1 から 7 までの数字の書かれたカードがある。このカードから異なる 5 枚のカードを選び 5 桁の数字を作る組み合わせを考える。5 つの数を小さい順に並べて考えるとき、次の組み合わせは最初から何番目に出てくるか。

- ① 1 2 3 4 7
- ② 1 2 3 5 7

- ③ 1 2 5 6 7
- ④ 1 3 5 6 7
- ⑤ 2 4 5 6 7

付録.2 課題. (2)

Basic プログラミング言語による多重の反復処理課題

1. 次の内容をBasicプログラムで作成せよ

①3の九九の段を出力するBasicプログラムをFOR文を使用して作成せよ。(注1)

②1～5の九九の段を出力するBASICプログラムをFOR文を使用して作成せよ。(注2)

③1～15の九九の段を次のように出力するBASICプログラムをFOR文を使用して作成せよ。(注3)

注1) 3 6 9 12 15 18 21 24 27

注2) 1 2 3 4 5 6 7 8 9

2 4 6 8 10 12 14 16 18

3 6 9 12 15 18 21 24 27

4 8 12 16 20 24 28 32 36

5 10 15 20 25 30 35 40 45

注3) 1 2 3 4 5 6 7 8 9

2 4 6 8 10 12 14 16 18

3 6 9 12 15 18 21 24 27

4 8 12 16 20 24 28 32 36

5 10 15 20 25 30 35 40 45

2 4 6 8 10 12 14 16 18

4 8 12 16 20 24 28 32 36

6 12 18 24 30 36 42 48 54

8 16 24 32 40 48 56 64 72

10 20 30 40 50 60 70 80 90

3 6 9 12 15 18 21 24 27

6 12 18 24 30 36 42 48 54

9 18 27 36 45 54 63 72 81

12 24 36 48 60 72 84 96 108

15 30 45 60 75 90 105 120 135

### 付録.3 課題. (3)

FOR 文の 2 重ループを使用した書き取りの課題

1. 次のBASICプログラムを実行したとき表示されるもの  
を書け

```
10  FOR A=1 TO 2
20  FOR B=1 TO 3
30  PRINT A, A+B
40  NEXT
50  NEXT
60  END
```

# Web との関係を意識させる IoT プログラミング実習の提案

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 理工学部

## Proposal of IoT Programming Practice Aimed at Experiential Learning Using Web-APIs

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

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

本研究は、理工系の情報系カリキュラムの中で実践的なスキルを身につけられる体験的学習にむけ、IoT 技術をテーマとするカリキュラムを提案し実用化を目指すものである。先行研究で設計した実習には、センシングデバイスと Web の連携の重要性や実装方法について学習者の理解が進まない課題があった。本稿ではセンシングデバイスと Web の連携を学習者に意識させ、これによるセンシング情報を可視化する実習内容を提案する。

キーワード: プログラミング教育, Wio Node, Web-API, IoT

### 1. はじめに

本研究では、大学の情報系カリキュラムの中で、IoT 時代にむけた実践的な教育プログラムの検討を目的とし、IoT 技術を用いたプログラミング実習を設計し提案する。IoT のソフトウェア開発部分の技術要素を、センサデバイス作成 (プログラミング初学者むけ)、Web との関係 (プログラミング経験者むけ)、全体システム設計 (上級者むけ) の 3 段階の難易度に大別した上で、検証フィールドである理工系学部の情報系カリキュラムとの整合を図る。筆者らが先行研究で提案した、シングルボードコンピュータを用いた経験者むけの IoT プログラミング実習<sup>(1)</sup>では、「学習者が環境・生体情報のセンシングを体験的に理解できるものの、センシングデバイスから Web へのデータ送信の体験・理解には難度が高い」という問題点があった。本稿はこの解決を図り、Web-API を用いたセンシングデバイスと Web の関係に学習者の目を向けさせる「プログラミング経験者むけ」の実習内容を提案する。

### 2. プログラミング経験者の定義

本稿では、プログラミング経験者となる学習者を

①プログラミングの基礎を学習済みである ②センサデバイス作成実習の経験がある という 2 つの条件を兼ねる学習者と定義する。以下にそれぞれの条件の想定レベルと、本提案が前提としている具体的な経験内容を述べる。

#### 2.1 経験者としての想定レベル

条件①では、何らかのプログラミング言語を用い、プログラミングの概念 (逐次処理, 変数, 条件分岐, 繰り返し, 配列, 関数など) と基礎文法を知識的に学び、いわゆる Fizz Buzz やソートなどの簡単なアルゴリズムや処理フローのプログラムを作成できるスキルを備えた段階を想定している。つまり、大学の情報系カリキュラムの中での、汎用的なプログラミング言語を用いた基礎的な実習科目の受講者や既修者がこれにあたる。

条件②では、マイコンやシングルボードコンピュータとセンサーを接続したセンシングデバイスを用い、センサーをプログラムによって制御し、環境や生体の情報を入出力する体験学習を想定している。これには、温度や光量といった物理的な情報をセンサーで取得し、LCD/LED 等に表示する例を考えている。

## 2.2 本提案が前提とする学習者の具体的な経験

本提案では、先に述べた条件①・②の想定レベルに対して、学習者が経験済みの具体的な内容を前提として設定する。それぞれ以下に述べる。

条件①では、C プログラミング実習科目の受講を前提にする。逐次処理、変数、条件分岐、繰り返し、配列、関数といった概念部分や、コード上の文法について授業レベルの知識を得ており、何らかの処理フローの実現が達成課題として与えられた際に、上記の概念を用いたCプログラムの作成に円滑に取り組めるノウハウおよびスキルを得ているものとする。

条件②では、筆者らがプログラミング初学者向けに実践している<sup>2)</sup>、「chibi:bit マイコンの制御実習の体験」を想定する。これは、複数台の教育用マイコンボード chibi:bit を用い、chibi:bit の光センサーと BLE モジュールによって、他方の chibi:bit が測定する光量に応じて他方の chibi:bit を反応させるプログラムの開発体験を通じて、センシングと機器間通信の動作原理について学習者の理解を促すことを狙う実習である（詳細は参考文献(2)を参照されたい）。

授業法やカリキュラムとしての一般化を考えれば、条件①の既習のプログラミング言語や、条件②のセンシングデバイスを用いた体験実習は、固有事例のみに絞るべきではない。しかしながら本研究は、最終的な目的として、上記のマイコン実習、本提案の実習、また今後の検討課題である上級者向け実習の3つの大別を、検証フィールドとなる大学のカリキュラムとの整合を図る中で設計し、IoT の技術全体を包括的に体験し学ぶ教育プログラムの検討を狙っている。このため、すでに実際のカリキュラム上で実現されている上記の経験を前提に採用し、提案を進める。

## 3. プログラミング実習の設計

筆者らは先行研究において、シングルボードコンピュータを用いた経験者向けの IoT プログラミング実習（以後、旧提案と記載する）を提案・試行した<sup>1)</sup>。旧提案では、学習者の到達目標を

**到達目標 1：**シングルボードコンピュータ（Intel Edison）と Grove System センサー群をコネクタ

でつなぎ、センシングデバイスとして組み立てた上で、いくつかのセンサー群から環境・生体情報を取得できる **Java Script** プログラミングを体験する

**到達目標 2：**目標 1 で組み立てたセンサデバイスを用いて、センシングデータとその具体的な用途を考えた上で、クラウド上のグラフ化サービスやメールサービスに **Web-API** を通じて送信\*し、IoT による情報システムのプロトタイピングを体験する

の 2 点で構成していた。それぞれの目標にむけた実習を設計し、C プログラミングを修了済みの情報系の学部 2 年生 3 名に試行したところ、目標 1 はプログラミング言語の違いに大きく戸惑うこともなく、概ね達成できた。しかしながら目標 2 では、ほぼ全員の学習者が、Web 上でセンシングデータを可視化・利活用する具体的なイメージや用途を思いつけず、センシングデバイス上のプログラムに、Web-API との関係を行うプログラムを組み込む段階に至らなかった。

本稿は、この事例を旧提案の改善点の現れと捉え、2 章で述べたプログラミング経験者を対象として、Web-API を用いたセンシングデバイスと Web リソース間の関係への理解を学習者に促す、IoT システムのプログラミング実習を新たに提案するものである。以下に詳細を述べる。

### 3.1 学習者の到達目標

2.2 で述べたとおり、本提案での学習者は、基本的な C プログラミングや、マイコンによるセンシングデバイスの制御・デバイス間通信を体験している。これは旧提案の目標 1 にあたる部分でもある。そこで本提案では、旧提案の目標 2 の再検討に議論を絞る。

旧提案の目標 2 の重心は、プログラミングによる「IoT による情報システムのプロトタイピング」にある。学習者が、利用できる 30 種類のセンサー群で得られるデータと、そのデータをグラフ化・メール送信することで可視化や利活用できる用途を考察し、IoT システム例として提案した上で、プロトタイピングを行う想定であった。ここで本稿では、グラフ化・メール送信という形で、学習者が道標として意識できる可視化（センシングデータの活用）手段を限ってしまった点が、学習者にとって、どのセンシングデータを何の

\* 先行事例では、AT&T の M2X と Google の Gmail API の利用サンプルコードを学習者に提供した。ともに Web-API の利用には認証系（API-Key や Oauth2）の対応も必要であり、これも学習者にとって難易度が向上した一因の可能性もある。

用途に利活用するために Web に送信（蓄積）すればよいのか、広い視点でのプロトタイピングのテーマや完成像をイメージ・提案しづらい一因だったと仮定する。これを踏まえて、本提案の学習者の到達目標は、

**本提案の到達目標**：センシング情報を Web-API を通じて受信し可視化する 体験（プロトタイピング）を行い、センシングデバイスと Web 連携の動作原理を理解した上で、IoT の具体的な用途を考察するに切り替えることにした。Web-API との連携を、センシングデバイス→Web へのデータの送信ではなく、Web を介して、センシングデバイス→ユーザの手元へのデータ受信の体験に切り替える。つまり、Web との連携、ひいては IoT の一部の動作原理の理解を促す体験を、データ送信（蓄積）から、データ可視化（活用）に変化させる。これにより複数のセンシングデバイスから送られる情報に応じて（もしくはそれらを組み合わせる）Web サイト上で可視化や表現できる体験を通じて、Web とセンサデバイスの関係を意識できることを狙う。動作原理を先に理解することで、旧提案では学習者にとってイメージしづらかった IoT の用途への考察や気づきにもつなげられると考えている。

### 3.2 実習に用いる機器

3.1 の到達目標に沿った実習を実現するためには、少なくとも複数のセンサーによるセンシング情報を、学習者が Web-API を通じて受信できる実習環境が必要である。本提案では、教員ないしは学習者が容易に環境を整えられることを狙い、Seeed Studio が提供する Wio Node<sup>③</sup>を用いる。Wio Node は、Grove System 仕様のセンサーを最大 2 コネクタ接続できる、安価な小型マイコンボードである。スマートフォンのアプリを用いることで、Wio Node が通信に用いる Wi-Fi アクセスポイントと、Wio Node に接続するセンサーを設定できる。ここで、接続するセンサーをアプリ上で選択するだけで、リアルタイムなセンシングデータを取得できるクラウド上の REST API (Web-API) が、プログラミングレスで準備される特徴がある。Wio Node とセンサーの接続例を図 1 に、アプリ上の設定画面例と発行される REST API の例を図 2 に示す。これにより、十分な数のセンサーとそのデータを、学習者の手元で受信できる Web-API 環境を手軽に構築できる。

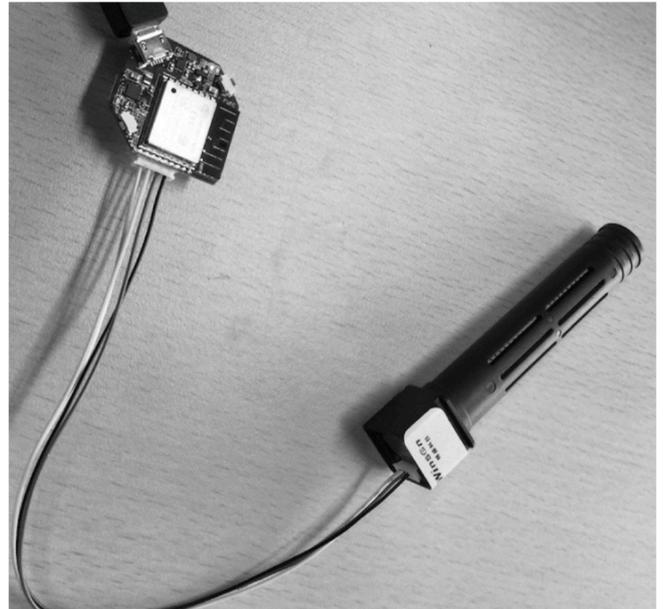


図 1 Wio Node の CO<sub>2</sub> センサ接続例

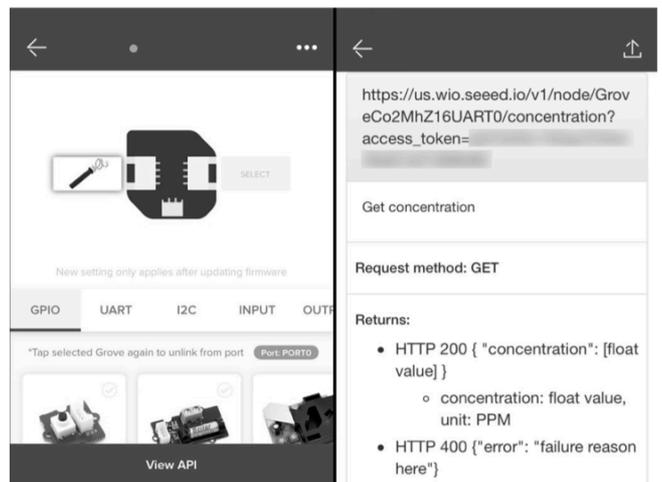


図 2 設定画面と発行された REST API の例

### 3.3 実習内容の設計

3.2 で述べたように、Wio Node の利用を前提として実習内容を設計する。実習は次の手順で行う。

**手順①** Wio Node とセンサーを接続する。実習に確保できる時間によって、教員が事前に準備するか、学習者が体験的にセンサーの接続とアプリによる設定を行う。IoT の動作原理の理解には、後者の方が望ましいと考えている。

**手順②** Wio Node の REST API に Web ブラウザから複数回アクセスし、センサーの動的な計測値が HTTP (Web-API) を経由して受信・利用できることを学習者に確認させる。

**手順③** JavaScript を用いて、Web ブラウザ上のプログラムから Wio Node の REST API にアクセスし、

プログラムを用いた場合も手順②と同様にセンサーの計測値が得られることを学習者に確認させる。

手順④手順③のプログラムを変更し、センサーの計測値に応じて Web ブラウザ上の表示を変化させる可視化プログラムを学習者に作成させる。(CO2 センサーで計測できる二酸化炭素の量に応じて、顔マークの表情を切り替えるといった例が考えられる)

手順⑤ 複数の計測値や、センサーの計測値の時系列的な変化情報を使って、さらなる可視化プログラムを学習者に作成させる。(温度・紫外線センサーを用いて、おすすめの服装を画面に示すといった例が考えられる)

手順⑥ 実習のまとめとして、IoT の動作原理の確認テストや、IoT の用途の考察を学習者に課す。特に考察では、利用するセンサー、計測する値、計測データの活用方法、製品・サービス利用者へのメリット、利用イメージといった観点でアイデアをまとめ、レポートとして提出させる例が考えられる。

### 3.4 実習の実現にむけた工夫

本提案の実習を実現するために、工夫の必要が考えられる内容を述べる。授業の中に用いるといった形で、多数の学習者が同時に本提案の実習を行う場合には、Wio Node の REST API に大量のアクセスや負荷がかかることを、アクセス制限などが行われないうえにも避けるべきであろう。また、Wio Node はあくまでリアルタイムなセンシング情報を REST-API で公開しているため、長期間蓄積されたセンシングデータの実習への利用には、他のしかけが必要となる。こうした点に配慮するには、教員側で、Wio Node のサーバを独自に立ち上げるか<sup>4)</sup>、Wio Node の REST API の代理となる独自の Web-API を準備しておく工夫が必要であろう。これも踏まえた実習環境の構成図を図 3 に示す。代理 Web-API は、Wio Node 群から定期的にセンシングデータを取得することで、多数の学習者が直接利用する場合よりもアクセス負荷を下げるができる。データベースも用意しておくことで、Wio Node からのデータを蓄積した上で、学習者向けに時系列データの形式で利用させることもできる。こうした構成作することで、Wio Node 以外にも様々なセンサーや外部の Web-API

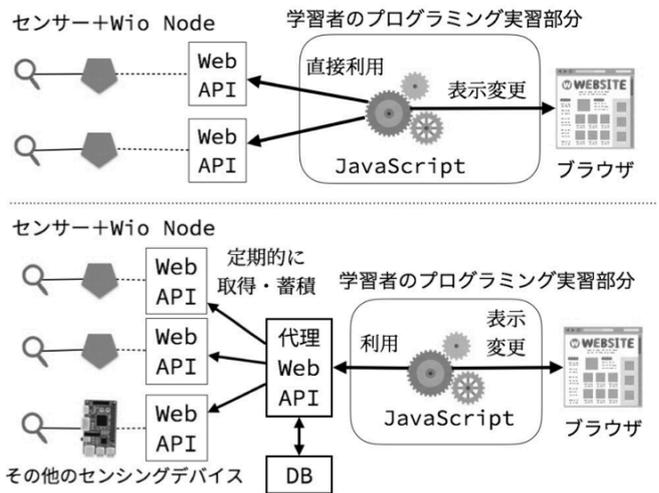


図 3 実現にむけた実習環境の構成図\*\*

から得られるデータを(認証の手間なども代理 Web-API によって解決した形で)、学習者の開発体験に活用できる発展的課題も実現できるようになる。

## 4. おわりに

本稿では、プログラミングの概念やセンシングデバイス制御の経験を前提としたプログラミング経験者レベルの学習者にむけて、センシングデバイスから送信される情報を Web-API を用いて受信し可視化する IoT のプロトタイピングをテーマにしたプログラミング実習を提案した。今後は本提案の試行や実践を行い、その効果や実用性を検討していく。

## 参考文献

- (1) 山川広人, 小松川浩: "IoT を適用したプログラミング実習の設計: 初学者・経験者レベルでの実践", 教育システム情報学会研究報告 vol. 31, No. 7, pp. 119-124 (2017)
- (2) 山川広人, 小松川浩: "chibi:bit を用いた M2M への理解を狙うプログラミング実習の実践", 第 42 回教育システム情報学会全国大会講演論文集, 掲載予定 (2017)
- (3) Wio Node, [http://wiki.seeed.cc/Wio\\_Node/](http://wiki.seeed.cc/Wio_Node/) (2017 年 6 月 8 日確認)
- (4) Seeed-Studio/Wio\_Link: Server Setup guide, [https://github.com/Seeed-Studio/Wio\\_Link/wiki/Server-Deployment-Guide](https://github.com/Seeed-Studio/Wio_Link/wiki/Server-Deployment-Guide) (2017 年 6 月 8 日確認)

\*\* 上は、少人数での実習を想定し、学習者は Wio Node を直接利用する。下は、大人数での実習を想定し、学習者は Wio Node を代理する独自の Web-API を利用する。

# シャトル型コミュニケーションを対象とした質的分析手法 の分析能力の検証

斐品 正照<sup>\*1\*4</sup>, 浅羽 修丈<sup>\*2</sup>, 三池 克明<sup>\*3</sup>, 大河 雄一<sup>\*5</sup>, 三石 大<sup>\*5</sup>

\*1 東京国際大学 \*2 北九州市立大学 \*3 佐久大学信州短期大学部 \*4 東北大学大学院 \*5 東北大学

## An Investigation of a Potential of a Qualitative Analysis Method for Shuttle-type Communication

Masateru HISHINA<sup>\*1\*4</sup>, Nobutake ASABA<sup>\*2</sup>, Katsuaki MIIKE<sup>\*3</sup>, Yuichi OHKAWA<sup>\*5</sup>, Takashi MITSUISHI<sup>\*5</sup>

\*1 Tokyo International University \*2 The University of Kitakyushu \*3 Saku University

\*4 Graduate School of Educational Informatics, Tohoku University \*5 Tohoku University

我々が提案する新たな質的分析手法は、シャトル型コミュニケーション（SC）を対象として、その言語データ内の対話と言及対象を、網羅的に一貫した精度で、それぞれ対話パターンとキーワードに概念化する。我々は、大学の授業で担当教員と個々の受講生の1対1のペアが交わしたSCに注目して、その言語データを複数ペア分採取した。本稿では、その採取した言語データに対して提案手法を試行した結果を示す。また、複数ペア分の言語データの分析結果を踏まえて、提案手法の分析能力を議論する。

キーワード: 質的分析, テキストコミュニケーション, 概念, キーワード, 対話パターン, SCAT

### 1. はじめに

近年、大学の授業等で担当教員と個々の受講生との1対1のペアが、非同期にメッセージを交互に交わすシャトル型コミュニケーション（SC）を行う取り組みが増えている<sup>(1)(6)</sup>。一般に、授業等における担当教員と受講生との2者間のSCにより、受講生の学習意欲の向上が期待される<sup>(6)</sup>。しかし、学習意欲を向上させるためのSCの方略は、必ずしも明確になってない。

我々は、SCの具体的な方略を構築するためには、実際のSCの言語データから、効果的な2者間の対話や着目・発信すべきメッセージ内の言及対象等を明らかにする必要があると考えている。しかし、分析手続きを定めずに、直接的に言語データ内の対話と言及対象を読み解こうとすると、印象や感想のような浅い分析に留まることや、一部の対話と言及対象だけを抽出する偏った分析になることが予想される。

よって、本研究では、SCの言語データ内の対話と言及対象を網羅的に、かつ、発信者の表現に依存せずに、集計・比較できる形式に一貫した精度で概念化する分

析手続きを明らかにすることを目指している。この手続きにより、SCの対話と言及対象を網羅的に一貫した精度で概念化できれば、効果的な2者間の対話や着目・発信すべき言及対象等を、そのSCの中から客観的に探れるようになることが期待される。

既存の手法には、面接型調査の言語データを対象に、その潜在的な意味と文脈を概念化する分析手続きを定めた質的分析手法<sup>(6)(10)</sup>があるが、それらは言語データの特徴が異なるため、SCの言語データには適用できない。また、SCを想定した手法は見当たらない。

本稿では、まず、既存の質的分析手法の課題を示す。次に、我々が提案する新たな質的分析手法の概要を示す。そして、提案手法がSCの言語データ内の対話と言及対象を概念化することを、採取した言語データに試行して確認する。最後に、その結果を踏まえて、提案手法の分析能力を議論する。

### 2. 既存の質的分析手法とその課題

既存の質的分析手法には、グラウンデッド・セオリ

一・アプローチ(GTA)<sup>(6)</sup>, M-GTA<sup>(7)</sup>, GTA(戈木版)<sup>(8)</sup>,  
そして SCAT<sup>(9),(10)</sup>がある。

## 2.1 既存の質的分析手法の概要

既存の質的分析手法は、主に面接型調査の言語データを対象としており、その分析手続きは、言語データを「セグメント化」して、「オープン・コーディング」と「軸足コーディング」、「選択コーディング」の3種類のコーディングを行う<sup>(6)</sup>。セグメント化では、言語データを内容毎に分解して、オープン・コーディングでは、分解した各データを比較しながらカテゴリ化して、軸足コーディングでは、カテゴリ間のプロセス的な繋がりを検討して、選択コーディングでは、上記2つのコーディングで見えてきた中核的な概念や、それら中核的な概念で構成されるパターンを、当該場面以外でも応用できる形式(命題形式の「理論記述」や物語形式の「ストーリーライン」)で記述する<sup>(6)</sup>。以上の分析手続きにより、言語データ内の潜在的な意味と文脈が、理論記述やストーリーラインに概念化される。

## 2.2 既存の質的分析手法の課題

我々は、SCの言語データに、既存の質的分析手法を適用するには、以下の4つの課題があると考える。

### 2.2.1 対象とする言語データの特徴の違いとその課題

既存の質的分析手法が対象とする面接型調査の言語データは、インタビューの録音を書き起こしたものであり、主な分析対象は、分析者により「決められたテーマ」に対して回答する被検者1人の「語り」であり、通常は1度に数分間から数時間かけた記録なので「連続的」である。一方で、SCの言語データは、2者ないし少人数が非同期に、各々が「自由なテーマ」で記入したメッセージを交互に交わす「対話」であり、そのメッセージ間は時間的間隔が空いて「断続的」である。よって、面接型調査とSCの言語データ内の当事者の人数、テーマ、時間的な間隔の3点で特徴が異なるため、既存の質的分析手法をSCの言語データに適用すると、以下の3点で問題が生じると予想される<sup>(11),(12)</sup>。

まず、SCは断続的なので、メッセージ間の空いた時間に当事者たちに起きた事象が、メッセージの記入に影響しうる。しかしながら、そのSCの言語データを、面接型調査のように連続的なものとして分析しようと

すると、その事象の存在が考慮しにくいと予想される。

次に、SCでは自由なテーマでメッセージが交わされているので、特に明言されていない暗黙的なテーマや、場合によっては異なる複数のテーマで、様々な対象が言及されうる。しかしながら、そのSCの言語データを、面接型調査のように決められたテーマがあるかのように分析しようとする、一部のテーマに関する言及対象だけに分析が偏り、その他のテーマに関する言及対象を見落とすことも予想される。

最後に、SCは対話なので、メッセージ内のテーマに他者が対応して、テーマが複数のメッセージを跨いで連鎖したり、逆に1通のメッセージ内でテーマが完結しうる。そのSCの言語データを、面接型調査のような1人の被検者の語りとして分析すると、特定の連鎖するテーマに偏った分析になってしまい、他のテーマや連鎖しないテーマを見落とすことも予想される。

### 2.2.2 分析過程の記録とその課題

既存の質的分析手法は、前節で示した3種類のコーディングを巧みに行き来しながら分析を進める。その過程の記録については、GTA<sup>(6)</sup>では決まった書式は無い。M-GTA<sup>(7)</sup>ではオープン・コーディングのみに特化した書式があるが、他の2つのコーディングに決まった書式は無い。どちらの手法でも、決まった書式が無いコーディングでは、分析過程の確認・修正が難しいので、分析者の判断に依存する部分が多い。

GTA(戈木版)<sup>(8)</sup>では3種類のコーディングを段階的に進めて、その段階毎に個別の書式がある。各段階内で分析過程を確認・修正することは可能だが、3種類の段階間で分析過程を確認・修正する際には、3種類の個別の書式の記録を念入りに見比べる必要がある。

一方で、SCAT<sup>(9),(10)</sup>では9つのステップ(実質的にはセグメント化と3種類のコーディングを含む)を段階的に進めて、その全段階を1つの表に記録する書式があり、ステップ毎の単位で分析過程を確認・修正できる。しかしながら、ステップ内の各コードを、次のステップでどのコードに変換したかは逐一記録しないので、コード毎の単位で分析過程を確認・修正することは難しく、分析者の判断に依存する部分が残る。

### 2.2.3 分析手続きにおける一貫性確保の課題

分析過程では、複数の同類の概念の出現があり得るが、それらの記録時の表現が統一できずに揺らぐこと

も予想される。既存の質的分析手法では、分析により生成する概念の集計・比較は想定しないので、分析過程での表現の揺らぎに関する配慮はない。しかしながら、SCの言語データから、効果的な2者間の対話や着目・発信すべきメッセージ内の言及対象等を、客観的に探る場合には、分析により生成する概念を集計・比較できるように、記録時の表現の揺らぎを最小限に留めて一貫した精度で概念化することが求められる。

### 2.2.4 生成する概念の形式とその課題

既存の質的分析手法では、分析により生成する概念は、理論記述やストーリーラインである。しかしながら、2.2.1でも述べたように、SCの言語データ内には、複数の異なるテーマに関する言及対象や、対話における複数の異なるテーマの連鎖が含まれると予想されるので、これらを表現する形式としては、理論記述やストーリーラインは適していない。

## 3. SCを対象とする新たな質的分析手法 KeyPaSSの提案

我々は、既存の質的分析手法の中でも、分析を段階的に進めて、その分析過程を1つの表に記録することで、ステップ毎の単位での確認・修正を可能にしたSCAT<sup>(9),(10)</sup>をベースにして、前章の4つの課題を解決した新たな質的分析手法のKeyPaSS (Keyword and dialogue Pattern of Shuttle-type communication analysis method based on SCAT)を提案する<sup>(12),(13)</sup>。

### 3.1 KeyPaSSの手続きの概要

我々が提案するKeyPaSSは、SCの言語データを対象にして、その言語データ内の対話と言及対象を、網羅的に一貫した精度で、それぞれ対話パターンとキーワードに概念化する。KeyPaSSのコーディングは、図1に示す<0>~<8>の9つのステップを段階的に進める。なお、KeyPaSSでは、各ステップで定義した手続きを確実に実行できるように、SCATよりもさらに細かく分解した手続き(ステップ<3>と<4>)がある。

### 3.2 KeyPaSSの手続きと分析シートや確認シート

KeyPaSSは、前章の4つの課題を解決するために、以下に述べる4点に関しては、SCATからKeyPaSS独自の手続きに変更している。

- <0>セグメント化  
全データを、1通のメッセージ毎、もしくは句点や改行で分割し、発信者や発信日等の情報も併記。
- <1>着目する語句の明確化(SCATと同様)  
<0>の中から着目する語句を抜き出して記入。(言及対象と対話に関連しそうな全ての語句に着目)
- <2>着目した語句の一般化(SCATと同様)  
<1>の語句を一般的概念(名詞句)に変換。
- <3>データ外概念による説明(2段階に分解)  
データ外概念で<2>を説明する語句を記入。
  - (i)カテゴリ化と語句記述  
全データ内で<2>の語句を比較しつつ、各語句をカテゴリ名、特性、次元の枠組みで捉え直して、それらを繋げた語句に変換。
  - (ii)フレーム・モデルを参照した検討  
(i)の語句の全データ内での繋がりを、「現象→行為→帰結」の枠組みを参考に検討して、その要素を(i)に併記。
- <4>浮上するテーマの記述(3段階に分解)  
<1>~<3>から浮上するテーマを記入。
  - (i)カテゴリ群化とキーワードの書き出し  
1通毎のメッセージ内で、<3>-(ii)の繋がりの中で、特に繋がりが強い語句群(1つの話題を形成)を1つのカテゴリ群にまとめておき、その中のカテゴリ名、特性、次元に該当する語(キーワード)を書き出す。
  - (ii)小さなストーリーラインの記述  
(i)のカテゴリ群毎に、書き出したキーワードを紡ぎ合わせたストーリーラインを検討して記入。
  - (iii)要約するテーマ(話題)の記入  
(ii)のストーリーライン毎に要約するテーマを検討して記入。
- <5>疑問・課題(SCATと同様)  
<1>~<4>での疑問や課題を記入。
- <6>話題の関連図の作成  
<4>-(iii)の各テーマが、単独か複数メッセージを跨いだ連鎖かを検討して、単独のテーマや、連鎖の間を矢印で繋いだテーマ群を表す関連図を記入。
- <7>パターンの記述  
<6>の関連図に記載されている単独・連鎖する話題群ごとに、連鎖回数、発信者の組合せ、シーケンスの枠組み(対話パターン)で捉え直して、各テーマを抽象化した語(シーケンスの要素の語)に変換。
- <8>追求すべき点・課題(SCATと同様)  
さらに追究すべき点・課題を記入。

図1 SCATベースのKeyPaSSのコーディング

#### (1) コーディングを逐一記録する分析シート

KeyPaSSでは、概念化の網羅性と一貫性の確保のために、分析過程をさらに細かくして、各ステップにおいて、どのコードをどのコードに変換したのかを確認・修正できるように、前後のステップで対応している各コードを、各行で隣接させて逐一記録する「分析シート」(図2)に変更した。そのため、KeyPaSSの「分析シート」では、横軸(列)方向にステップ<0>~<8>、縦軸(行)方向にメッセージの時間の経過を示して2つの軸が直交する形式になっている。

#### (2) SCに適したセグメント化と発信者や発信日の併記

SCの言語データが、複数メッセージで構成され、各メッセージは複数の文で構成されるので、KeyPaSSのステップ<0>では、SCATのように内容(テーマ)毎



連鎖回数	発信者の組合せ	シーケンス	
0	受講生	授業評価	-
		意気込み	-
		挨拶	-
		自己開示	-
		満足感	-
		感謝	-
	担当教員	-	挨拶 予告
1	受講生→担当教員	遅刻	注意喚起
		理解不足	教材提示
		忘れ物	助言
		達成	共感
		挨拶	挨拶
		意気込み	激励
		自信不足	激励
		満足感	共感
	担当教員→受講生	文章指導	感謝

図 5 連鎖回数・発信者の組合せ・シーケンスの確認シートと記入例（一部を抜粋）

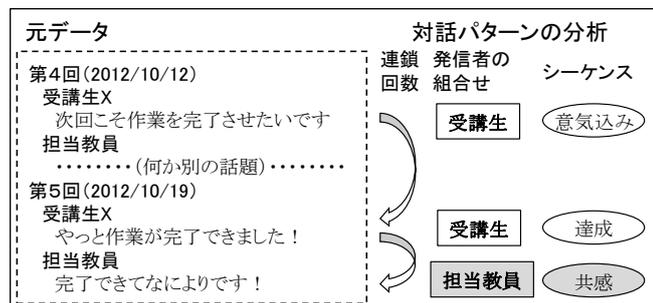


図 6 連鎖回数・発信者の組合せ・シーケンスの例

第2回 (2012/9/28)  
 受講生A  
 自分は授業を遅刻しました、すみませんでした。最初の授業の内容を聞いてなかったが、先生の話し方がわかりやすいので、授業の内容は全部理解じゃなかったけど、次回がんばります。  
 担当教員  
 遅刻は気を付けましょう。今回の遅刻の分は、私のWebサイトを見て復習しておいてください。今後もよろしくお願ひしますね。  
 v(^)  
 第3回 (2012/10/5)

図 7 受講生 A と担当教員との SC（一部を抜粋）

なお、特性とは、あるカテゴリに属する事物が持つ性質のことである<sup>6)</sup>。また、次元とは、その特性が持つ範囲における位置のことである<sup>6)</sup>。例えば、図 4 に示すように想定される講義の概念の場合、カテゴリの「講義」に属する「難易度」という特性には、「とても分かりやすい」から「とても難しい」の範囲があつて、「やや難しい」の次元（位置）がある。また、カテゴリの「講義」には他にも、「面白さ」や「実用性」といった特性があり、それぞれに次元（位置）が存在する。

#### (4) 作図の手続きと連鎖回数・発信者の組合せ・シーケンスを記録する確認シート

対話内にあるテーマ（話題）の連鎖を、一部に偏ること無く網羅的に着目して、かつ、分析する言語データ内でそれらの表現の揺らぎを最小限に留めて、一貫した精度で対話パターンに概念化するように、ステッ

プ<6>と<7>の手続きを変更した。

まず、ステップ<6>については、SCAT ではストーリーラインの記述だが、KeyPaSS では、各テーマが単独なのか、あるいは複数メッセージを跨いだ連鎖なのかを検討して、連鎖するテーマ間を矢印で結ぶ作図を行う「話題の関連図」に変更した。図 2 の例では、受講生の「遅刻の報告と謝罪」のテーマと、担当教員の「遅刻への注意」のテーマとの間を矢印で結ぶことにより、2 者間でテーマが連鎖していることを図示している。

次に、ステップ<7>については、SCAT では理論記述だが、KeyPaSS では、話題の関連図に記載されている単独あるいは連鎖する話題群ごとに、連鎖回数、発信者の組合せ、シーケンスの 3 種類の連鎖構造を検討・記入する「確認シート」（図 5）を導入して、対話の抽象的なパターンを図示する手続きに変更した。図 2 の例では、受講生の「遅刻」が担当教員の「注意喚起」に繋がるシーケンスであることを図示している。

なお、連鎖回数とは、テーマが連鎖した回数のことである。また、発信者の組合せとは、その連鎖での発信者を順次組合せたもので、シーケンスとは、その連鎖におけるテーマの繋がりを抽象化したものである。例えば、図 6 に示すような授業での SC の場合、第 4 回の終了時に受講生が「次回こそ作業を完了させたいです」と記入し、そのときは担当教員がその話題に繋がる言及を返答しなかったとしても、次の第 5 回の終了時に受講生が「やっと作業が完了できました！」と記入し、そのときは担当教員が「完了できてなによりです！」と返答したとする。この場合は、話題は続いていたと判断して、連鎖回数は 2 回、発信者の組合せは「受講生・受講生・担当教員」、シーケンスは「意気込み・達成感・共感」となる。

## 4. 提案手法 KeyPaSS の試行結果

KeyPaSS を試行して概念の生成を確認する。

### 4.1 SC の言語データの採取

本研究では、A 大学の授業の 1 クラス（担当教員 1 名、受講生 24 名、計 13 回授業）で SC の言語データを採取した。この SC では、我々が開発したウェブアプリケーション iConversation (iCon)<sup>(14)-(16)</sup>を用いた。授業終了時に個々の受講生が iCon で 1 通のメッセー

ジを発信し、次の授業開始時（1週間後）までに担当教員がiConで個別に返答した。なお、このiConを用いたデータ採取とその分析は、両ユーザーから予め承諾を得ている（A大学の学術研究倫理審査で承認済）。

#### 4.2 1対1のペアの言語データへのKeyPaSSの試行

前項のSCのうち、受講生Aと担当教員との単独ペア分の言語データ（合計23通）にKeyPaSSを試行した。そのSCの一部（第2回授業、9月28日分）を図7に例示する。その分析過程と生成した概念のキーワードと対話パターンが、分析シート（図2）と確認シート（図3と図5）に記録されている。KeyPaSSによる概念の生成を確認するために、手続きとは別に、図7に例示した部分の分析結果を抜粋・集計して検証用に新たに作成した「生成されたキーワード」を表1に、「生成された対話パターン」を表2に示す。

まず、表1には、「メッセージで着目した語句」の列に、ステップ<2>で着目した語句が全て示されて、その語句がそれぞれ「カテゴリ名」「特性」「次元」という列に、キーワードとして網羅的に概念化されている。例えば、「メッセージで着目した語句」の「先生の話し方がわかりやすい」は、「カテゴリ名」が「教員」、「特性」が「話し方」、「次元」が「聞き取りやすい」というキーワードに変換されている。また、最後の「カテゴリ名の件数」の列には、図7に示した言語データ内のキーワードの「カテゴリ名」がそれぞれ集計されている。例えば、「カテゴリ名」の「講義」というキーワードの概念が一番多かったことが分かる。

次に、表2には、「メッセージで着目した語句群の連鎖」の列に、ステップ<2>で着目した語句が全て示されて、さらに左右の列でテーマが連鎖している。そして、その各連鎖がそれぞれ「連鎖回数」「発信者の組合せ」「シーケンス」という列に、対話パターンとして網羅的に概念化されている。例えば、「メッセージで着目した語句群の連鎖」の「授業を遅刻しました」と「すみませんでした」の語句群と、それに対する「遅刻は気を付けましょう」の語句は、「連鎖回数」が「1回」に、「発信者の組合せ」が「受講生・担当教員」に、「シーケンス」が「遅刻・注意喚起」という対話パターンに変換されている。また、最後の「組合せの件数」の列には、図7に示した言語データ内のパターンの「発

信者の組合せ」がそれぞれ何件だったかが集計されている。例えば、「受講生・担当教員」という「発信者の組合せ」の対話パターンが2件だったことが分かる。

表1 KeyPaSSにより生成されたキーワード

発信者	メッセージで着目した語句 (ステップ<2>より)	キーワード(ステップ<4>(i)と ステップ<3>(i)の確認シートより)			カテゴリ 名の 件数
		カテゴリ名	特性	次元	
受講生 A	授業を遅刻しました	受講状態	出欠状態	遅刻	1
	すみませんでした	社会的対応	謝罪	すみません	1
	最初の授業の内容を聞いて なった	講義	聞けなかつ た箇所	開始時	2
	授業の内容は全部理解じゃ なかった		理解不足	一部	
先生の話し方がわかりやす い	教員	話し方	聞き取り やすい	1	
	次回がんばります	学習意欲	意気込み	頑張り たい	1
担当 教員	遅刻は気を付けましょう	受講状態	指導	遅刻注意	1
	今回の遅刻の分は、私の Webサイトを見て復習してお いてください	講義	補習教材	閲覧推奨	1
	今後よろしくお願いま すね	社会的対応	挨拶	よろしく	1
	v(^)	非言語表現	笑顔	v(^)	1
		合計			10

表2 KeyPaSSにより生成された対話パターン

メッセージで着目した語句群の連鎖 (ステップ<2>と<4>(i)より)		対話パターン(ステップ<7> とその確認シートより)		発信者 の組合 せの 件数
発信者: 受講生A	発信者: 担当教員	連鎖 回数	シーケ ンス	
先生の話し方が わかりやすい	—	0	受講生 のみ 授業 評価 意気 込み	—
次回がんばります	—		—	—
—	今後よろしくお願 いしますね v(^)	1	担当教 員 のみ 挨拶	1
授業を遅刻しまし た	遅刻は気を付けま すみませんでした しょう	1	受講生 ・ 担当 教員 遅刻	注意 喚起
最初の授業の内 容を聞いてなった	今回の遅刻の分は 私のWebサイトを 授業の内容は全 部理解じゃなかった てください		理解 不足	教材 提示
合計				5

表3 生成されたキーワードの複数ペア間での比較

カテゴリ名	受講生Aと 担当教員		受講生Bと 担当教員		受講生Cと 担当教員		全ペア合計	
	件数	割合(%)	件数	割合(%)	件数	割合(%)	件数	割合(%)
社会的対応	32	43.2	21	24.7	7	24.1	60	31.9
非言語表現	9	12.2	22	25.9	4	13.8	35	18.6
講義	8	10.8	10	11.8	10	34.5	28	14.9
学習意欲	9	12.2	5	5.9	1	3.4	15	8.0
実習	4	5.4	4	4.7	6	20.7	14	7.4
受講状態	5	6.8	7	8.2	0	0.0	12	6.4
課題	1	1.4	9	10.6	0	0.0	10	5.3
メッセージ の文言	4	5.4	1	1.2	0	0.0	5	2.7
話術	0	0.0	3	3.5	1	3.4	4	2.1
教員	1	1.4	2	2.4	0	0.0	3	1.6
学習経験	0	0.0	1	1.2	0	0.0	1	0.5
自己開示	1	1.4	0	0.0	0	0.0	1	0.5
合計	74	100.0	85	100.0	29	100.0	188	100.0

### 4.3 複数ペア分への KeyPaSS の試行

前節のペアに加えて、受講生 B と担当教員（合計 21 通）、受講生 C と担当教員（合計 11 通）からなる 3 ペア分の言語データに対して、ステップ<3>-(i) と<7>で作成する確認シートを 1 つにまとめながら、KeyPaSS を試行した。生成したキーワードの中のカテゴリ名のみを抜粋・集計を表 3 に、生成した対話パターンの集計を表 4 に示す。

表 3 では、例えば、受講生 A らペアの SC は、キーワードの「社会的対応」(43.2%) の割合が他に比べて高いことが確認できる。また、表 4 では、例えば、発信者の組合せを「受講生・担当教員」に限ると、受講生 A らペアの SC は、シーケンスの「挨拶・挨拶」(20.0%) の割合が他に比べて高いことが確認できる。

## 5. 考察

2.2 節の 4 つ課題を解決するために、KeyPaSS では、分析手続きを変更し、KeyPaSS 独自の分析シートを開発し、新たに確認シートを導入した。その結果、KeyPaSS は、既存の質的分析手法とは、少し異なる分

析能力を保持するようになったと考える。前章の結果に基づき提案手法の分析能力を議論する。

### 5.1 複数ペア間での比較の可能性

KeyPaSS の 2 種類の確認シートは、基本的には単独ペア分の記録を想定する。しかし、4.3 節のように、複数ペア分の分析で 1 つにまとめると、複数ペア分を一貫した精度で分析するので、生成された概念は複数ペア間で比較できる。すなわち、KeyPaSS は、既存の質的分析手法では想定しなかった、生成した概念の集計結果を複数データ間で比較できる手法と考える。

### 5.2 ステップ<4>での粒度と対話パターンへの影響

一方で、KeyPaSS でも、既存の質的分析手法と同様に、一部の手続きで分析者の判断に依存してしまう課題も確認した。表 2 では、ステップ<4>-(i) で受講生 A の 2 つの着眼した語句群（「授業を遅刻しました」と「すみませんでした」）を 1 つの話題（1 つのカテゴリ群）にまとめた結果、担当教員の 1 つの話題（「遅刻は気をつけましょう」）と連鎖する対話パターンである 1 つのシーケンス（遅刻・注意喚起）に概念化された。

表 4 生成された対話パターンの複数ペア間での比較

連鎖回数	発信者の組合せ	シーケンス	受講生Aと担当教員		受講生Bと担当教員		受講生Cと担当教員		全ペア合計	
			件数	割合(%)	件数	割合(%)	件数	割合(%)	件数	割合(%)
0回	受講生のみ	挨拶	5	16.7	4	23.5	0	0.0	9	15.5
		授業評価	2	6.7	1	5.9	1	9.1	4	6.9
		意気込み	1	3.3	0	0.0	1	9.1	2	3.4
		感謝	1	3.3	1	5.9	0	0.0	2	3.4
		自己開示	1	3.3	0	0.0	0	0.0	1	1.7
		満足感	1	3.3	0	0.0	0	0.0	1	1.7
		感想	0	0.0	1	5.9	0	0.0	1	1.7
	担当教員のみ	挨拶	3	10.0	0	0.0	4	36.4	7	12.1
	予告	1	3.3	0	0.0	0	0.0	1	1.7	
1回	受講生・担当教員	挨拶	6	20.0	2	11.8	0	0.0	8	13.8
		達成	2	6.7	0	0.0	1	9.1	3	5.2
		意気込み	1	3.3	1	5.9	0	0.0	2	3.4
		欠席	0	0.0	2	11.8	0	0.0	2	3.4
		遅刻	1	3.3	0	0.0	0	0.0	1	1.7
		理解不足	1	3.3	0	0.0	0	0.0	1	1.7
		忘れ物	1	3.3	0	0.0	0	0.0	1	1.7
		自信不足	1	3.3	0	0.0	0	0.0	1	1.7
		満足感	1	3.3	0	0.0	0	0.0	1	1.7
		準備不足	0	0.0	1	5.9	0	0.0	1	1.7
		余談	0	0.0	1	5.9	0	0.0	1	1.7
		達成	0	0.0	0	0.0	1	9.1	1	1.7
		授業評価	0	0.0	0	0.0	1	9.1	1	1.7
		授業評価	0	0.0	0	0.0	1	9.1	1	1.7
授業評価	0	0.0	0	0.0	1	9.1	1	1.7		
2回以上	(その他※)	1	3.3	3	17.7	0	0.0	4	6.8	
	合計	30	100.0	17	100.0	11	100.0	58	100.0	

※その他には、2回連鎖で「受講生A・担当教員・受講生A」の「達成・文章指導・感謝」、「受講生B・受講生B・担当教員」の「意気込み・達成感・共感」、3回連鎖で「受講生B・担当教員・受講生B・担当教員」の「達成できず・助言・自己分析・激励」と「気づき・解説・意気込み・感想」があった。

表 5 異なる粒度でまとめた場合の対話パターン

メッセージで着目した語句群の連鎖 (ステップ<2>と<4>(i)より)		対話パターン(ステップ<7> とその確認シートより)		発信者の 組合せの 件数
発信者: 受講生A	発信者: 担当教員	連鎖 回数	発信者 の シーケンス 組合せ	
先生の話し方が わかりやすい	—	0	授業 評価	4
次回がんばります	—		意気 込み	
すみませんでした	—		謝罪	
最初の授業の内容 を聞いてなった	—		情報 不足	
—	今後よろしくお願 いしますね	1	—	2
—	v(^)		挨拶	
授業を遅刻しまし ました	遅刻は気を付けま しょう	1	遅刻	2
授業の内容は全 部理解じゃなかった	今回の遅刻の分は 私のWebサイトを 見て復習しておい てください		理解 不足	
合計				8

しかしながら、例えば、ステップ<4>(i)で、これら2つの着目した語句を2つの別々の話題として捉えた場合には、表5に示したように、受講生Aの「授業を遅刻しました」は、担当教員の1つの話題(「遅刻は気を付けましょう」と連鎖する対話パターンである1つのシーケンス(遅刻・注意喚起)に概念化されたが、受講生Aの「すみませんでした」は、受講生Aのみの対話パターンである1つのシーケンス(謝罪)に概念化された。ステップ<4>(i)で、その他の語句も同様の粒度で分析した結果、表2と表5の発信者の組合せの件数やシーケンスの内容も異なった。すなわち、KeyPaSSが生成する対話パターンの粒度と内容は、ステップ<4>(i)での粒度や内容が反映されるので、既存の質的分析手法と同様に、分析手続きの一部で分析者の判断に依存してしまう課題が残っていると考える。

## 6. おわりに

我々が提案する、SCの言語データに適用する際の課題を解決した新しい手法のKeyPaSSの概要を述べた。また、提案手法を実際に採取した言語データに試行し、データ内の言及対象と対話をそれぞれキーワードと対話パターンに概念化することを確認した。さらに、その結果に基づき提案手法の分析能力を議論した。

KeyPaSSは、SCの言語データを、網羅的に貫した精度で概念化するので、生成する概念の集計結果を複数データ間で比較できる手法である。一方で、既存

の質的分析手法と同様に、手続きの一部では、分析者の判断に依存してしまう課題が残っている。

今後は、授業の1クラス(複数ペア分)で採取したSCの言語データに、KeyPaSSを適用して、1クラス分のSCの実態を明らかにする予定である。

謝辞 本研究は、JSPS 科研費 26330405,15K01012 による。

## 参考文献

- (1) 鈴木克明：“多人数講義における双方向コミュニケーション”，大学授業の技法，pp.240-243，有斐閣，東京(1997)
- (2) 織田揮準：“「大福帳」の試み”，大学授業の改善，pp.186-191，有斐閣，東京(1999)
- (3) 須曾野仁志，下村勉，織田揮準，小山史己：“授業での学習交流を目指した「電子大福帳」の開発と実践”，三重大学紀要，Vol.2006，No.26，pp.67-72(2006)
- (4) 向後千春：“eラーニング授業でコミュニケーションカード「e大福帳」を使う”，日本教育工学会研究報告集，Vol.2007，No.5，pp.297-300(2007)
- (5) 野崎真奈美，水戸優子，渡辺かづみ：“計画・実施・評価を循環させる授業設計”，医学書院，東京(2016)
- (6) Strauss, A.L., Corbin, J.M.: “Basics of Qualitative Research”, SAGE Publications, Inc., California (1990) (南裕子監訳，操華子，森岡崇，志自岐康子，竹崎久美子訳：“質的研究の基礎”，医学書院，東京(1999))
- (7) 木下康仁：“グラウンデッド・セオリー・アプローチの実践-質的研究への誘い”，弘文堂，東京(2013)
- (8) 戈木クレイグヒル滋子：“質的研究方法ゼミナール-グラウンデッド・セオリー・アプローチを学ぶ(第二版)”，医学書院，東京(2013)
- (9) 大谷 尚：“4ステップコーディングによる質的データ分析手法 SCAT の提案”，名古屋大学大学院教育発達科学研究科紀要，Vol. 54，No. 2，pp. 27-44 (2008)
- (10) 大谷 尚：“SCAT: Steps for Coding and Theorization”，感性工学，Vol.10，No.3，pp.155-160(2011)
- (11) 斐品正照，浅羽修丈，三池克明，大河雄一，三石 大：“テキストコミュニケーションツールに記録されたメッセージから受講生と教員の相互作用を明らかにする質的分析の試み”，教育システム情報学会研究報告，Vol.30，No.2，pp.65-72 (2015)
- (12) 斐品正照，大河雄一，三石 大，三池克明，浅羽修丈：“シヤトル型テキストコミュニケーションの質的分析手法の提案”，教育システム情報学会研究報告，Vol.31，No.6，pp.173-180 (2017)
- (13) 斐品正照，浅羽修丈，三池克明，大河雄一，三石 大：“シヤトル型コミュニケーションを対象とした質的分析手法の提案と試行”，教育システム情報学会第42回全国大会論文集，(印刷中)(2017)
- (14) Hishina, M., Miike, K., Asaba, N., et al.: “Study on Effects of Text Decoration for a Text Based Communication Tool in Education”, HCII 2013LNCS 8004, pp.565-574(2013)
- (15) 斐品正照，浅羽修丈，三池克明，大河雄一，三石 大：“テキストコミュニケーションツール“iConversation”を介した教員の対応とその効果の分析”，人工知能学会研究会資料，SIG-ALST-B401，pp.1-8 (2014)
- (16) 斐品正照，浅羽修丈，三池克明，大河雄一，三石 大：“テキストコミュニケーションツール“iConversation”に記録された受講生の授業に対する印象とメッセージの分析”，教育システム情報学会研究報告，Vol.29，No.5，pp.51-58 (2015)

# 学習行動の特徴分析による授業改善情報の提供について

長谷川 理<sup>\*1</sup>, 新村 正明<sup>\*2</sup>, 不破 泰<sup>\*1</sup>, 今井 順一<sup>\*3</sup>, 小松川 浩<sup>\*4</sup>

\*1 信州大学 総合情報センター

\*2 信州大学 学術研究院工学系

\*3 千歳科学技術大学 理工学部

\*4 千歳科学技術大学大学院 光科学研究科

## Providing Lesson Improvement Information by Fine Analysis of e-Learning Behavior

Osamu HASEGAWA<sup>\*1</sup>, Masaaki NIIMURA<sup>\*2</sup>, Yasushi FUWA<sup>\*1</sup>, Junichi IMAI<sup>\*3</sup>,  
Hiroshi KOMATSUGAWA<sup>\*4</sup>

\*1 Integrated Intelligence Center, Shinshu University

\*2 Graduate School of Science and Technology, Shinshu University

\*3 Faculty of Global System Design, Chitose Institute of Science and Technology

\*4 Graduate School of Photonics Science, Chitose Institute of Science and Technology

我々は、LMSをはじめとするICT教育支援システムの学生の利用履歴から、成績不振となる可能性がある学生を早期に発見し、学生や教員に適切なサポートを行うための手法の確立を目的とした研究を行っている。本研究では、LMSのさまざまなアクセスログのクラスタリングを行った上で、クラスター情報を可視化し、それらの可視化された情報を分析することで授業改善に繋がる情報を提供することができるかの可能性について述べる。

キーワード: eラーニング, 学習者特性, 行動分析, データマイニング, ブレンデッドラーニング

### 1. はじめに

メディア教育開発センターの報告<sup>(1)</sup>にあるとおり、2008年度には、81.6%の高等教育機関がICT活用教育を導入しており、近年急速にeラーニングをはじめとするICT教育支援システムが普及している。ICT活用教育に関する代表的な研究分野として、学習をより良いものにするために、教材やシステムに対して様々な工夫を行う研究分野がある。また、もう一つの研究分野として、ICT教育支援システムの詳細な学習ログを活用する研究がある。後者の研究としては、学習履歴から学生の理解度を推定して、より理解を深めるために有効な教材を推薦する等の研究<sup>(2-4)</sup>や、学習履歴をもとに学生に対して様々なサポートを行う研究<sup>(5)</sup>等がある。

本研究は、後者の研究分野のひとつであり、学習履歴をもとにそのままでは単位を落としてしまう等の成績不振となる可能性のある学生を、授業の出来るだけ早い段階で発見する手法を確立すること。および、成績不振となる可能性がある学生を発見する課程で得られた情報をもとに、これらの何らかの支援が必要な学生のサポートや授業改善に繋がる情報を提供するシステムを構築することを目的としている。

### 2. 研究目的

これまでLMS (Learning Management System)をはじめとするICT教育支援システムの学生の利用履歴から、成績不振となってしまう可能性がある学生を早期に発見するためのシステムを確立することを目的とした研究を行ってきた。

本稿では上記の研究を踏まえ、学生への学修支援の精度や機会を増やす事を目指し、教員に対して授業改善に繋がる情報としてどのようなものを提供することができるかの検討を行う。

### 3. 研究手法

先行研究では、ICT 教育支援システムの学習履歴をもとに、成績不振となる可能性のある学生を授業のできるだけ早い段階で発見する手法を確立するために、下記の方法で学生のアクセスログのデータマイニングを行ってきた<sup>(6)</sup>。

「ある年度の授業について各学生の振る舞い (LMS の時系列のアクセスログ) からデータマイニングの手法で学習傾向の似た学生が凝集するグループを作る。ここで作成した複数のグループの中で、最終的に成績不振者となる学生が多く含まれるグループを要注意のグループとする (要注意グループは複数の場合もある)。LMS のログには様々なものがあるが、要注意グループと非要注意グループにできるだけ明確に分かれるようなログもしくはログの組み合わせを検討する。その際、早期発見が目的であることから、できるだけ少ない授業回数までのアクセスログで、要注意グループを見出せることが望ましい。」

上記のデータマイニングの結果を可視化することで、授業改善に繋がる情報を提供することができるかの可能性について述べる。

## 4. 授業改善情報の提供

### 4.1 分析対象のシステムとアクセスログ

千歳科学技術大学では、1999 年より、詳細なアクセスログを取得することができる e ラーニングシステム (CIST-Solomon) の開発、運用を行っている<sup>(7)</sup>。教材は單元ごとに教科書と演習からなっている。2012 年度において、CIST-Solomon は数学や英語をはじめとする 28 の授業で利用された。また、累計利用者数は 20,000 人を超えている。CIST-Solomon で取得することができる具体的なアクセスログを下記に示す。

(1) 教科書閲覧数：教科書を閲覧した回数の合計を示

す。

- (2) 教科書閲覧時間：教科書を閲覧した時間 (秒) の合計を示す。(演習取り組み時間は含まない)
- (3) 演習解答数：演習正解数・不正解数・諦めた回数の合計を示す。
- (4) 演習正解数：演習の正解した回数の合計を示す。
- (5) 演習ヒント利用数：演習のヒント利用回数の合計を示す。
- (6) 演習平均進捗率：演習が含まれるカテゴリ内の演習の進捗率を示す。最後の取り組みが正解の状態の演習数 / カテゴリ内の総演習数 \* 100 で与えられる。
- (7) 演習取り組み時間：演習に取り組んだ時間 (秒) の合計を示す。(教科書閲覧時間は含まない)

本稿では、上記の 7 つのアクセスログのうち、次の 3 つの項目を分析に利用する。

- (a) (2) 教科書閲覧時間と (7) 演習取り組み時間の合計
- (b) (5) 演習ヒント利用数
- (c) (6) 演習平均進捗率

### 4.2 分析対象の授業

本研究では、2013 年度に開講された「数学 2」を分析対象とした。受講生 212 人、うち成績不振者 (期末テストが 50 点未満の学生) と判断した学生数は 113 人であった。

### 4.3 クラスターの特徴

2013 年度の数学 2 の各アクセスログのクラスター情報を表 1-3 に示す。表中の網掛けは、成績不振者が多く含まれると判断した (>40%) クラスターである。

表 1 (a) 取り組み時間のクラスター

クラスター	期末テスト		合計人数	成績不振者 (期末テストが 50 点未満) の割合
	(≥50)	(<50)		
2013-a-5-CL1	70	28	98	71%
2013-a-6-CL2	31	44	75	41%
2013-a-6-CL3	1	6	7	14%

2013-a-6-CL4	4	3	8	57%
2013-a-6-CL5	7	18	25	28%
計	113	99	212	53%

表 2 (b) 演習ヒント利用数のクラスター

クラスター	期末テスト		合計 人数	成績不振者（期末 テストが 50 点未 満）の割合
	(>=50)	(<50)		
2013-a-5-CL1	17	20	37	46%
2013-b-5-CL2	24	3	27	89%
2013-b-5-CL3	9	36	45	20%
2013-b-5-CL4	18	13	31	58%
2013-b-5-CL5	17	12	29	59%
2013-b-5-CL6	18	15	33	55%
計	113	99	212	53%

表 3 (c) 演習平均進捗率のクラスター

クラスター	期末テスト		合計 人数	成績不振者（期末 テストが 50 点未 満）の割合
	(>=50)	(<50)		
2013-c-5-CL1	29	0	29	100%
2013-c-6-CL2	43	84	127	34%
2013-c-6-CL3	18	3	21	86%
2013-c-6-CL4	12	5	17	71%
2013-c-6-CL5	11	7	18	61%
計	113	99	212	53%

生成されたクラスターの一部のアクセスログのグラフを図 1-5 に示す。

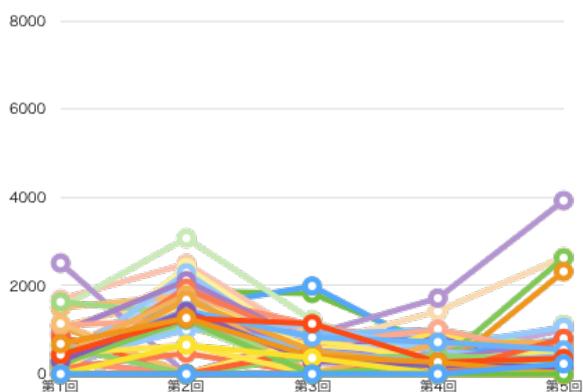


図 1 2013-a-5-CL1

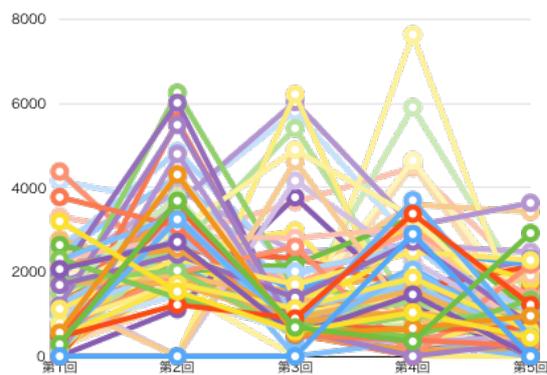


図 2 2013-a-5-CL2

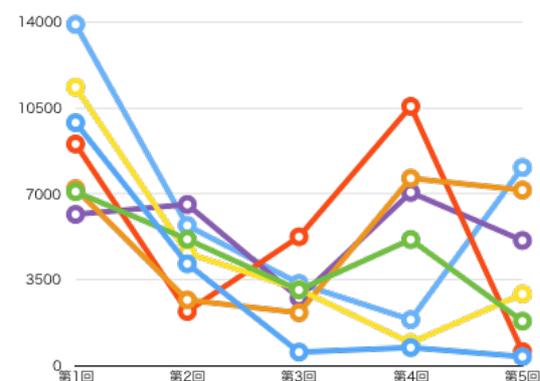


図 3 2013-a-5-CL4

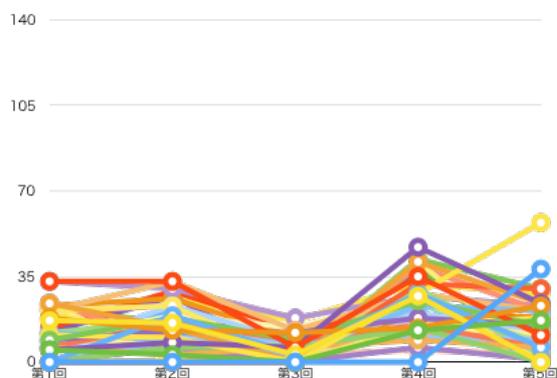


図 4 2013-b-5-CL3

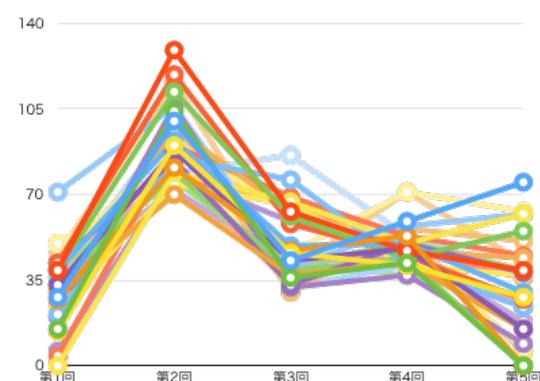


図 5 2013-b-5-CL4

#### 4.4 評価・考察

取り組み時間のクラスターでは、成績が良い学生でも、共通して取り組み時間が少ない授業回や、極端に多い授業回を見ることができる。これはそもそも授業内で提示される e ラーニングコンテンツの数や、それらの難易度も影響していると考えられる。そこで成績が良い学生の取り組み時間が多く、逆に成績不振となる学生の取り組み時間が少ない傾向がみてとれる場合は、その授業回自体に何らかの問題がある可能性も考えられる。

演習ヒント利用数のクラスターでは、成績不振者が凝集する 2013-b-5-CL4 に注目すると、特に 2 回目の利用数が他の授業回と比べて多くなっている。成績不振者が少ない 2013-b-5-CL3 では、2 回目のヒント利用数は多くなっていない。合わせて成績不振者が少ない 2013-a-5-CL2 を見ると、第 2 回は他の回に比べ取り組み時間が多くなっている。CIST-Solomon では、3 回ヒントボタンをクリックすることで、問題の解説の他に正答情報も表示される仕様になっている。これらの状況から第 2 回と第 4 回では、難易度の高い演習問題が多くなっているが予想され、さらに第 2 回は問題数そのものも他の授業回と比べて多くなっている可能性がある。

これらのことから、本研究で利用したクラスタリング手法は授業構成へのフィードバックという点でも有効である可能性が示唆されたと考える。

#### 5. おわりに

本研究では、LMS (Learning Management System) をはじめとする ICT 教育支援システムの学生の利用履歴から、成績不振となってしまう可能性がある学生を早期に発見するためのシステムを確立することを目的とした研究を行ってきた。その上で、学生への学修支援の精度や機会を増やす事を目指し、教員に対して授業改善に繋がる情報としてどのようなものを提供することができるかの検討を行った。

アクセスログのクラスタリング結果を可視化することで、授業回毎の特徴を視覚的に捉えることができ、本研究で利用したクラスタリング手法は授業構成へのフィードバックという点でも有効である可能性が示唆

されたと考える。

今後は、生成されたクラスターのさらなる分析を行い、また、まだ分析に利用していないアクセスログについても調査し、より多角的に授業構成のフィードバックが行えるよう研究継続していく。さらに、成績が優秀な学生が凝集するクラスターの特徴を分析することで、支援が必要な学生に対し有効な教材を推薦することや、学修活動に参考となる情報を提供することについても検討していく。

#### 謝辞

本研究は、MEXT 科研費 JP14443341, JP16752994 の助成を受けたものです。

#### 参考文献

- (1) メディア教育開発センター：“e ラーニング等の ICT を活用した教育に関する調査報告書”，メディア教育開発センター，(2008)
- (2) 栗原隆平：“Web 教材データベースからの教材推薦サービスに関する研究”，研究報告コンピュータと教育 (CE) 2013-CE-118(2), pp.1-7, (2013)
- (3) 長谷川理，山川広人，小松川浩：“自らのコース設定を通じた自律学習を支援する教材推薦手法の一提案”，教育システム情報学会研究報告，vol.26, no.7, pp.43-50 (2012)
- (4) 高橋泰樹，松澤俊典，山口未来，土肥紳一，和田雄次：“学習者に適した学習教材の推薦と配信”，情報処理学会研究報告コンピュータと教育 (CE)，2007-CE-088, pp.157-162 (2007)
- (5) 今井美香，不破泰，山下純矢，國宗永佳，新村正明：“社会人遠隔学習者に対する包括的サポートの実践と評価”，教育システム情報学会誌，vol.26, no.3, pp.284-297 (2009)
- (6) 長谷川理，新村正明，鈴木彦文，不破泰，今井順一，小松川浩：“学習行動の特徴分析による成績不振者の早期発見手法の検討”，教育システム情報学会研究報告，vol.30, no.6, pp.41-48 (2016)
- (7) 小松川浩：“理工系の知識共有に向けた e-Learning の実証研究”，メディア教育研究，メディア教育開発センター，vol.1, no.2, pp.11-22 (2005)

# 産業社会に関する教育のICTの活用と 知的財産の保護（4）

金山 茂雄

拓殖大学 商学部

（拓殖大学経営経理研究所）

Application of ICT and protection (4) of the intellectual property

Shigeo Kanayama

Faculty of Commerce, Takushoku University

(The Business Research Institute Takushoku University)

概要 研究は、産業社会教育にも一歩踏み込んで、情報の扱いや捉え方がどのようになっているのか、特に、「財産」として扱われる現状を踏まえ、その情報に対する実態調査を行った。調査内容は「個人情報保護について」、「個人情報保護法理解度チェックに回答してもらった。その結果について、特にリスクへの意識度も含め、研究テーマの一研究項目に絞り「個人情報保護」の観点から、2014年度、2015年度、2016年度および2017年度の結果を報告する

キーワード：情報教育 産業教育 個人情報と知識 情報価値と財産

## 1. はじめに

産業社会には、企業をはじめとして様々な組織体、個人起業家などが活動している世界である。近年、IT化や情報化により産業構造の変移が行われているが、もちろん様々な組織体に影響を与えている。特に、その要因の一つには、ネットワークの登場とその普及があり、人間に対しても影響している。最近の高等教育機関に対する産業界からの動向も踏まえて、これからの産業教育に在り方が問われていると思う。これらのことは、「労働経済白書(2014)」でも述べられている。そこには社会の構成に対して、働き手の数(量)の確保と労働生産性(質)の向上の実現が求められている。白書では「人材を育成し、就労意欲を引き出し、企業の成長へとつなぐことである。」と報告している。つまり、人材マネジメントについて分析し、職業能力をさらに高め、将来のキャリア形成を行うことである。これらの事柄は個人情報の管理も含め人材マネジメントの強化とスキルの向上、そして「量と質の向上」までのものであると考える。また、企業は、知的財産が特許として活用されて

いることや情報が価値と財を生むこと、また情報收拾が販売やサービスにつながる（流通・マーケティング分野）なども含めて産業社会全般に関して考えていく必要がある。

本研究は、産業社会教育にも一歩踏み込んで、情報の扱いや捉え方がどのようになっているのか、特に、「財産」として扱われる現状を踏まえ、その情報に対する実態調査を行った。特に、リスクへの意識度も含め、研究テーマの一研究項目に絞り「個人情報保護」の観点から、2014年度、2015年度、2016年度および2017年度の結果を報告する。

## 2. 産業技術の向上と人材育成等

以前から問われている日本の産業技術の課題は「研究開発政策」に集約される。それは、①イノベーションプロセス、②異分野融合、③研究開発成果と社会への還元、④技術ロードマップの4つである。

独創的な技術に基づく新ビジネスの可能性は、企業の経営陣、つまり組織が的確に様々な項目・

内容に対し評価し行動する機会を与えことが重要である。それによって、新ビジネスの可能性へとつながる。しかし、その機会があまりにも少ないことである。経済産業省は、自己成長への変革の必要性、想像力、創造性、独創性などが、将来のあるべき社会人像であるのではないかと問われている。

一方、日本は、中小企業が大半を占め日夜活動している。大企業と異なり厳しい条件や環境の中で企業の経営を行っている。ある企業の経営においては、短期利益を重視するあまり、中長期的な成長を望むときに必要な将来投資が減らさなければならない。これらは、キャッシュフロー経営といった金融の論理が大きく市場へ影響している。また、科学でブレークスルーを得る世界へ突入し、現存する技術との組合せによる新たな技術に挑戦しているが、経験論で考えている日本企業にとっては、トップサイエンスによる新市場の開拓と製品開発への質的变化への対応に遅れが生じている。これはもはや企業経営が組織の硬直化により機能不全に陥っている現れである。特に、企業社会では個人に対し強く求められ、能力の向上が必要とされている。社会が都市化され、周囲の環境が変化し「技術の進歩」の結集したものが多く見え、人の都市への憧れは現実的に、都市の言葉のとおり、人間の過密状態を生み出している。このような都市環境は現代人のストレスなどの大きな要因、そして原因にもなっている。上記の問題点は、解決策の一つに都市（社会）環境の改善や整備であり、それが「個人情報保護」が重要な項目・内容であると考えられる。

企業は従来のように入社後、社内教育により会社の経営方針に沿った人材に育て上げていたが経済の状況から従来のように進まず、その分大学に期待を寄せていた。これはコスト削減が要因の一つとして大きく影響されているからである。企業で働く人たちの情報の活用や企業が社員に求められるものが、①情報収集・蓄積・分析・評価、②情報の加工・検索・発信・伝達、③必要な業務遂行過程の理解と実務能力、の3つの項目内容である（多くの業務の遂行を情報システムで行

う）。つまり、現代の「読み・書き・計算（分析）」であり、必要不可欠なスキルでもある。

大学における情報教育は社会変化と共に流動的で、また教育モデルも同様に考えなければならない。情報教育の基盤となるコンピュータサイエンスの基礎を十分に把握し理解させることが重要かつ目標となるだろう教育機関では、教育内容や方法も変わってきている現状を踏まえて、新たな情報化（携帯情報端末機器）への対応と国際化（経済連携）に対応しなければならない。特に、携帯情報端末機器の利活用には今後も注視する必要がある。

### 3. 実施調査と項目・内容および結果

調査内容は「あなたの危険度認識チェックー個人情報保護について」として「個人情報保護法理解度チェック 10 個の質問に「○」「×」で答えてもらった。下記が、質問項目・内容である。

1. 個人情報とは、プライバシー情報のことである。・・・→
2. 名刺も特定個人を識別できる遺伝子情報も、どちらも個人情報である。・・・→
3. 顧客コードのように記号や数字の配列にすぎない情報は、個人情報から除外される。・・・→
4. 顧客情報に限らず、社員の情報も個人情報である。・・・→
5. 企業はすべて、個人情報保護法を守らなければならない。・・・→
6. など、10 個の質問に答えてもらった。
7. 企業はすべて、個人情報保護法を守らなければならない。・・・→

上記の項目など、10 項目の質問に「○」「×」で答えてもらった。その他に『個人情報保護に対して、「自分・本人の個人情報が守られている」と思いますか。』の質問についても任意に答えてもらった。

表1. あなたの危険度認識チェック結果  
(2014年度)

No.	被験者回答 「○」	被験者回答 「×」	模範解答
①	80%	<b>20%</b>	×
②	<b>90%</b>	10%	○
③	20%	<b>80%</b>	×
④	<b>100%</b>	0%	○
⑤	60%	<b>40%</b>	×
⑥	50%	<b>50%</b>	×
⑦	<b>70%</b>	30%	○
⑧	50%	<b>50%</b>	×
⑨	<b>90%</b>	10%	○
⑩	70%	<b>30%</b>	×
平均	68%	32%	

表2. あなたの危険度認識チェック結果  
(2015年度)

No.	被験者回答 「○」	被験者回答 「×」	模範解答
①	53%	47%	×
②	<b>93%</b>	7%	○
③	17%	<b>83%</b>	×
④	<b>97%</b>	3%	○
⑤	<b>97%</b>	3%	×
⑥	13%	<b>87%</b>	×
⑦	<b>100%</b>	0%	○
⑧	7%	<b>93%</b>	×
⑨	<b>73%</b>	27%	○
⑩	<b>80%</b>	20%	×
平均	63%	37%	

表3. あなたの危険度認識チェック結果  
(2016年度)

No.	被験者回 答「○」	被験者回 答「×」	模範解答
①	84%	<b>16%</b>	×
②	<b>88%</b>	13%	○
③	19%	<b>81%</b>	×
④	<b>97%</b>	3%	○
⑤	<b>94%</b>	6%	×
⑥	11%	<b>89%</b>	×
⑦	<b>92%</b>	8%	○
⑧	17%	<b>83%</b>	×
⑨	<b>84%</b>	16%	○
⑩	<b>83%</b>	17%	×
平均	67%	33%	

表4. あなたの危険度認識チェック結果  
2014年度と2015年度および2016年度比較

No.	2014 被験 者回答 「○」	2015 被験 者回答 「○」	2016 被験 者回答 「○」
①	80%	53%	84%
②	<b>90%</b>	<b>93%</b>	<b>88%</b>
③	20%	17%	19%
④	<b>100%</b>	<b>97%</b>	<b>97%</b>
⑤	60%	<b>97%</b>	<b>94%</b>
⑥	50%	13%	11%
⑦	<b>70%</b>	<b>100%</b>	<b>92%</b>
⑧	50%	7%	17%
⑨	<b>90%</b>	<b>73%</b>	<b>84%</b>
⑩	70%	<b>80%</b>	<b>83%</b>
平均	68%	63%	67%

2014年度、2015年度、そして今年度2016年の調査結果から、3年間共通して、「異質な状況(状態)」(ここでは、略称で「異状」と表す)を表している項目がある。それは、①、⑤、⑩である。①と⑤は質問項目内容が、本稿のPP.2-3に記載されている。

①が、「個人情報、プライバシー情報のことである。」

⑤が、「企業はすべて、個人情報保護法を守らなければならない。」

⑩が、「企業は、個人情報保護方針を作成して公開しなければならない。」

この3つの模範解答は、「×」であり、「×」を選んだ者が1割から2割の間である。つまり、8割から9割の者が「○」を選んでいる。①の「個人情報」と「プライバシー情報」が同じに理解している。⑤の「企業は全て・・・」の「企業」だけのことと理解していると思われる。「企業」だけが対象ではなく、国民全員が対象である。⑩も⑤と同様に理解している。全体的に「模範解答」と比べた際、選ぶ割合(比率(%))が9割以上、または1割以下になっていない。

表5. あなたの危険度認識チェック結果

A 大学 (2017年度)

No.	被験者回答「○」	被験者回答「×」	模範解答
①	77%	<b>23%</b>	×
②	<b>95%</b>	5%	○
③	<b>23%</b>	<b>77%</b>	×
④	<b>91%</b>	9%	○
⑤	91%	<b>9%</b>	×
⑥	<b>27%</b>	<b>73%</b>	×
⑦	77%	23%	○
⑧	14%	<b>86%</b>	×
⑨	<b>91%</b>	9%	○
⑩	<b>77%</b>	23%	×
平均	66%	34%	

表6. あなたの危険度認識チェック結果

B 大学 (2017年度)

No.	被験者回答「○」	被験者回答「×」	模範解答
①	88%	<b>12%</b>	×
②	<b>88%</b>	12%	○
③	<b>24%</b>	<b>76%</b>	×
④	<b>88%</b>	12%	○
⑤	94%	<b>6%</b>	×
⑥	<b>12%</b>	<b>88%</b>	×
⑦	94%	6%	○
⑧	24%	<b>76%</b>	×
⑨	<b>94%</b>	6%	○
⑩	<b>88%</b>	12%	×
平均	69%	31%	

表7. あなたの危険度認識チェック結果

C 大学① (2017年度)

No.	被験者回答「○」	被験者回答「×」	模範解答
①	84%	<b>16%</b>	×
②	<b>90%</b>	10%	○
③	<b>29%</b>	<b>71%</b>	×
④	<b>94%</b>	6%	○
⑤	84%	<b>16%</b>	×
⑥	<b>23%</b>	<b>77%</b>	×
⑦	<b>97%</b>	3%	○
⑧	16%	<b>84%</b>	×
⑨	<b>84%</b>	16%	○
⑩	<b>81%</b>	19%	×
平均	68%	32%	

表 8. あなたの危険度認識チェック結果

C 大学② (2017 年度)

No.	被験者回答「○」	被験者回答「×」	模範解答
①	84%	<b>16%</b>	×
②	<b>95%</b>	5%	○
③	<b>11%</b>	<b>89%</b>	×
④	<b>100%</b>	0%	○
⑤	95%	<b>5%</b>	×
⑥	<b>5%</b>	<b>95%</b>	×
⑦	<b>100%</b>	0%	○
⑧	5%	<b>95%</b>	×
⑨	<b>95%</b>	5%	○
⑩	<b>95%</b>	5%	×

表 9. あなたの危険度認識チェック結果

C 大学 M (2017 年度)

No.	被験者回答「○」	被験者回答「×」	模範解答
①	91%	<b>9%</b>	×
②	<b>95%</b>	5%	○
③	<b>24%</b>	<b>76%</b>	×
④	<b>91%</b>	9%	○
⑤	91%	<b>9%</b>	×
⑥	<b>21%</b>	<b>79%</b>	×
⑦	<b>97%</b>	3%	○
⑧	24%	<b>76%</b>	×
⑨	<b>82%</b>	18%	○
⑩	<b>91%</b>	9%	×
平均	70.7%	29.3%	

表 10. あなたの危険度認識チェック結果

C 大学 W (2017 年度)

No.	被験者回答「○」	被験者回答「×」	模範解答
①	93%	<b>7%</b>	×
②	<b>93%</b>	7%	○
③	<b>15%</b>	<b>85%</b>	×
④	<b>100%</b>	0%	○
⑤	<b>100%</b>	<b>0%</b>	×
⑥	<b>0%</b>	<b>100%</b>	×
⑦	<b>100%</b>	0%	○
⑧	7%	<b>93%</b>	×
⑨	<b>85%</b>	15%	○
⑩	<b>96%</b>	4%	×
平均	68.9%	31.1%	

#### 4. おわり（今後の調査の方向性）

「個人情報保護法」の理解度がどの程度あるか、ここ4年間調査（予備）を実施した。この調査と同時に「リスク管理（危機管理）に関する」調査の一つとして、情報分野の「パーソナルスペースに関する」調査も同時に行った。この「パーソナルスペースに関する」調査は、10年を超え、他の調査とともに分析の段階へ進むこととなる。特に、この4年間の調査は、有効なデータであり、教育の分野で様々なところで活用ができると考える。

職業教育に関する方向性が示された今日、一般の教育機関が少しでも人材育成と産業の活性化のために知恵を出さなければならないときにさしかかっていると思う。

また、産業界も同様に考えているだろう。

一方、ICTは産業社会にとって、個人にとっても重要なものである。人間は知的な活動領域を拡張、お互いの競争を通じて個人の能力を伸ばしている。個人の能力の強化は、企業や家庭の価値や社会に対する見方・考え方が変わる。一方、経済の発展は、情報社会にとって重要なものである。

情報が空気のように社会に蔓延している現代では、情報の過剰負荷に伴う、自己防衛や退避症候群が行われていると考えられる。これに対し、2005年からある調査を実施し、その結果から自己防衛や退避症候群の実態と状況等が分かりつつある。さらに、個人と社会の関係には、必要なコミュニケーションが必要である。最近の傾向では、コミュニケーションが以前より少ない。それは退避症候群に観られる情報を避けているからだと推察できる。

今回、情報の扱いや捉え方がどのようになっているのか、特に、「財産」として扱われる現状を踏まえ、その情報に対する実態調査を行った。その中で2014年度、2015年度、2016年度および2017年度の比較・検討を「個人情報保護」の観点から、試みた。表やグラフで描かれた通り、理解度の高いところと低いところがあった。また、一部には、50%と50%で二分するところもあった(2014年度から2016年度調査結果より)。2017年度調査結果については、詳細は控えるが過去3年間とは、少し異なった結果のように思える。

今後、実施データを増やし、データとしての信憑性を高めて、分析に試みたい。

#### 《参考文献》

- [1] 藪下, 秋山他訳:「スティグリッツ ミクロ経済学」東洋経済新社, 2000.
- [2] 藪下, 秋山他訳:「スティグリッツ マクロ経済学」東洋経済新社, 2001.
- [3] 窪田, 金山:「社会環境の変化と情報教育の対行動意識『平成19年度情報教育研究集会論文集』大阪大学, 2007.
- [4] 窪田, 金山:「情報教育と学部専門科目群との連携強化『平成18年度情報教育研究集会論文集』広島大学, 2006.
- [5] 漁田, 真田他:「現代心理学」酒井書店, 1991. 他
- [6] 経済産業省: [http://www.meti.go.jp/policy/kisoryoku/kisoryoku\\_image.pdf](http://www.meti.go.jp/policy/kisoryoku/kisoryoku_image.pdf)
- [7] 読売新聞社:「厚生労働省調査」読売新聞社, p. 20, 2007.
- [8] 窪田, 金山:「情報処理能力育成と教育の質保証との関係」教育システム情報学会全国大会, 2011.
- [9] 拙稿「知覚に関する情報処理環境の変化と意識」PC利用技術学会全国大会, 2005.
- [10] 窪田, 金山:「情報化と教育環境の影響分析」教育システム情報学会全国大会, 2009.
- [11] 拙稿:「情報メディア産業のビジネスモデル調査・分析」拓殖大学経営経理研究所11月定例会, 拓殖大学経営経理研究所, 2005. 学経営経理研究所第79号, 2006.
- [12] 拙稿:「産業社会に関する教育のICTの活用と知的財産の保護(1)」教育システム情報学会, 第2回研究会, 2014.
- [13] 拙稿:「産業社会に関する教育のICTの活用と知的財産の保護(2)」教育システム情報学会, 第2回研究会, 2015.
- [14] 拙稿:「産業社会に関する教育のICTの活用と知的財産の保護(3)」教育システム情報学会, 第2回研究会, 2016.

# 様々なセンサを用いた読書行動解析

黄瀬 浩一<sup>\*1</sup>, Olivier Augereau<sup>\*1</sup>, Charles Lima Sanches<sup>\*1</sup>, 藤好 宏樹<sup>\*1</sup>, 大社 綾乃<sup>\*1</sup>,  
山田 健斗<sup>\*1</sup>, Kai Kunze<sup>\*2</sup>, 石丸 翔也<sup>\*3</sup>, Andreas Dengel<sup>\*3</sup>

<sup>\*1</sup> 大阪府立大学大学院工学研究科, <sup>\*2</sup> 慶応義塾大学メディアデザイン研究科,

<sup>\*3</sup> ドイツ人工知能研究センター

## Analysis of Reading Activities by Using Various Sensors

Koichi Kise<sup>\*1</sup>, Olivier Augereau<sup>\*1</sup>, Charles Lima Sanches<sup>\*1</sup>, Hiroki Fujiyoshi<sup>\*1</sup>, Ayano Okoso<sup>\*1</sup>,  
Kento Yamada<sup>\*1</sup>, Kai Kunze<sup>\*2</sup>, Shoya Ishimaru<sup>\*3</sup>, Andreas Dengel<sup>\*3</sup>

<sup>\*1</sup> Graduate School of Engineering, Osaka Prefecture University, <sup>\*2</sup> Graduate School of Media Design, Keio University, <sup>\*3</sup> German Research Center for Artificial Intelligence (DFKI)

Most of the current e-learning systems rely on shallow sensing of learners such as achievement tests and log of usage of the systems. This poses a limitation to know internal states of learners such as confidence and the level of knowledge. To solve this problem, we propose to employ deeper sensing by using eye trackers, EOG, EEG, motion and physiological sensors. As tasks, we consider learning of English and Japanese. The sensing technologies described in this report includes low level estimations (the number of read words, the period of reading), document type recognition and identification of read words, as well as high level estimations about confidence of answers, the English ability in terms of TOEIC scores, unknown words encountered while reading English documents, and subjective and objective level of understanding of Japanese. Such functionality helps learners and teachers to know the internal states.

キーワード: 行動解析, 読書, アイトラッカ, EOG, EEG, TOEIC, 確信度, 未知単語

### 1. はじめに

「目は口ほどに物を言う。」, “The eyes have one language everywhere.” これらの言葉は, 行動解析の可能性を示唆するものである。人が言うことから, 彼らが何を考え, どう感じているのかを推測するのが困難な場合であっても, 目の動きを見ることによって分かることがある。熟練した教師は, 目の動きを含めた様々な側面から学生の行動を読み取り, 理解度や集中度などの内的状態を推定して, 個人に応じた指導を行っている。一方で, 熟練教師といえども, 一人で同時に見ることのできる学生の数には自ずと限界があるのも確かである。

このような問題点を克服する一つの方法は, ITによって学生をセンシングし, そのデータに基づいて内的状態を推定して指導の助けとすることである。現在のところ, 多くの e-learning システムでは, この目的の

ため, 理解度テストを用いたり, システムの利用ログを解析したりしている。しかしながら, この方法には問題が残されている。理解度テストを用いる場合, 学習したすべての項目についてテストを行うことが容易ではないので, 一部をテストするに留まる。すなわち内的状態をセンシングする密度が低いという問題がある。利用ログは, 密度の点では申し分ないが, 逆に, 内的状態との関連性という点で問題が残る。システムの利用を中断した理由が, 内容が難しいからなのか, 退屈なのか, 眠いからなのか, ログを見るだけでは容易に判断できない。このような従来のセンシングを, ここでは浅いセンシングと呼ぶことにする。

浅いセンシングの持つ問題点を解決するには, センシングをより高密度で詳細にすればよい。例えば, 学習した全ての項目について理解度が推定できれば, 弱点を漏らしてしまうことはなくなる。理解度, 集中度

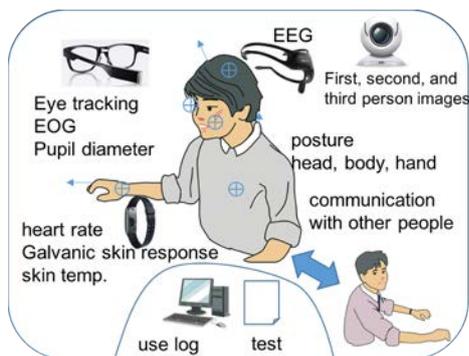


図1 深いセンシング

や退屈さがリアルタイムで計測できれば、その状態に応じた適切な指導も可能になる。このようなセンシングを、従来の浅いセンシングに対して深いセンシングと呼ぶことにする。

深いセンシングは、近年のセンサ技術の進展に伴って、比較的安価に実現可能になりつつある。図1に深いセンシングの一例を示す。前述の目の動きを捉えるアイトラッカや EOG (Electrooculography; 眼電位) センサに加えて、GSR (Galvanic Skin Response) などの生体信号、姿勢や動き、1~3人称視点映像や他者との会話など、様々なデータを取得可能となっている。

本稿では、このような深いセンシングに基づいて、学習の最も基本となる読書という行動を計測し、その結果を解析する手法について述べる。紹介する事例は、我々がこれまで行ってきた研究の一端である。具体的には、読書量を測るもの(万語計)から能力や理解度、確信度の推定までが含まれる。対象は語学(英語や日本語)である。

以下、2節では、まず本稿の試みの基になっている我々のプロジェクト「経験サプリメント」の概要について述べる。その後、3節で、読書行動解析の事例を実験結果とともに紹介する。最後に、本稿のまとめと今後の課題について述べる。

## 2. 経験サプリメント

深いセンシングは、我々のプロジェクト JST CREST「経験サプリメントに基づく行動変容と創造的協働」(以後、経験サプリメントと呼ぶ)の一部である。このプロジェクトは、「人が直面する問題の多くは、既に誰かが経験して解決したものである」という考えの

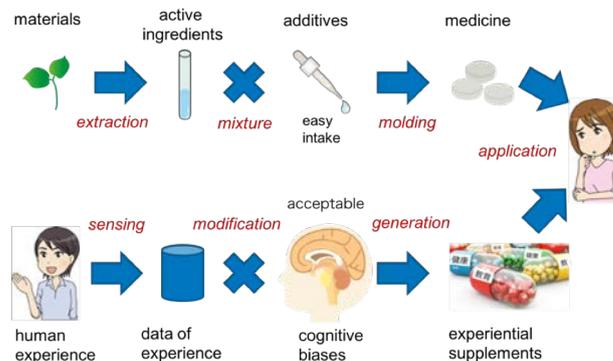


図2 薬と経験サプリメント

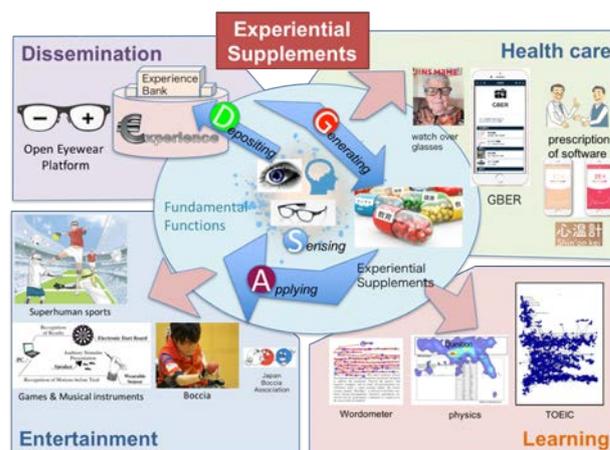


図3 経験サプリメントの概要

もと、人の経験をセンシングしてデータベース化し、それを人に適用するという枠組を構築することを、最終目標としている。身体性などの問題から、人の経験は人によってのみ生成可能である。このため、本プロジェクトでは、人をセンシングすることが本質となる。

経験サプリメントの枠組は、図2に示す薬とのアナロジーで考えると分かりやすい。薬の場合、原材料から有効成分を抽出し、それを添加物と混合し、成形することによって、完成される。人はそれをとることによって、病気の治癒を助ける。

経験サプリメントの場合は、原材料に相当する人の経験を計測することによって、経験のデータを得る。ただし、このままでは容易に他の人に受け入れられるものとはいえないので、他の状況や人でも受け入れやすくするため、改変・正規化を施す。このとき、認知バイアスを利用することによって、改変・正規化の処理を行う。その結果として得られるデータを、経験サプリメントと呼ぶ。そして、得られた経験サプリメントを適切なタイミングや形式でユーザに提示すること

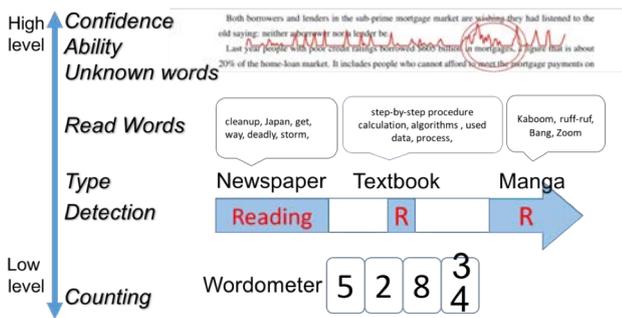


図4 様々なレベルのタスク

によって、その人の行動変容を促す。

処理プロセスの概要を図3に示す。適用領域としては、学習、健康、スポーツ・エンタテインメントの3領域を考えている。また、得られた経験のデータは、経験バンクと呼ぶ機構によって管理運用される。

本稿では、このうち学習のためのセンシングに焦点をあて、読書行動の解析について詳しく述べていく。

### 3. 読書行動解析

#### 3.1 様々なタスク

読書行動のセンシングと解析の詳細に話を移そう。読書行動の解析については、これまでも教育学や心理学の分野で様々な基礎的研究が行われてきた<sup>(1)-(4)</sup>。その多くは、目の動きと読みや理解の関係について研究したものである。そのため本研究でも、主となるセンサは、目の動きを捉えるアイトラッカとなる。

図4にタスクを示す。我々のプロジェクトでは、読む行動を量的、質的の両面から把握することを目指している。量的なものは信号レベルの解析に近いこともあり低レベル、一方、質的なのは認知の結果、得られるものであるため、高レベルと表記している。

最も低レベルに位置する重要な機能は、万語計 (Wordometer)、すなわち人が読んだ語数を計量するというものである。同様に重要な機能に、読書行動検出 (いつからいつまで読んでいたのか) がある。文書タイプの認識は、読んでいる対象がどのジャンルの文書なのかを推定する処理である。さらに内容に踏み込んだ処理として、読んだ全ての単語のリストを作成するという既読単語同定がある。

最上位に位置する機能には、より学習の側面を色濃



図5 JINS MEME

く反映した4つの処理がある。確信度推定は、多肢選択問題を解答する際の確信度を推定するものである。英語能力推定は TOEIC の点数を推定する処理、未知単語推定は、英文読書行動から未知単語を割り出す処理、日本語能力推定は、日本語検定試験の問題解答プロセスを解析し能力を推定するものである。

以下、各々について概要を述べる。

#### 3.2 万語計 (Wordometer)<sup>(5)</sup>

万歩計が physical activity を歩数によって計量するものであるのに対して、万語計は cognitive activity を読んだ語数によって計量するものである。すなわち、万語計は知の万歩計とも呼べるものである。

これまでに我々は様々なセンサを用いて万語計を開発してきた。具体的には、JINS MEME、装着型アイトラッカ (SMI ETG, Pupil eyetracker)、据置型アイトラッカ (SMI RED250, Tobii Eye X) を用いている。このうち、JINS MEME は図5に示すように、EOG (眼電位)によって目の角度や瞬きを計測するものである。アイトラッカとは異なり、視点がどこにあるのかまでは計測できないものの、バッテリーライフが長い (12~16 時間)、装着しやすいなどの利点がある。装着型アイトラッカは、両方とも眼鏡型のデバイスとなっており、眼鏡のようにかけて使う。SMI ETG (Eye Tracking Glass)は研究用のデバイスであり、他と比べて高価である。一方、Pupil アイトラッカは、同様に研究用デバイスであるものの、価格は比較的低い。据置型アイトラッカは、PC のディスプレイに装着して用いるものである。SMI RED250 は、サンプリング周波数 250Hz の研究用デバイスであり、使用したアイトラッカの中では最も高価である。一方、Tobii Eye X はゲーム用のアイトラッカであり、1.5 万円程度で購入

可能な、きわめて安価なデバイスである。

これらのうちのどのデバイスを用いるかによって、万語計の処理も少しずつ異なってくる。ただし、基本はすべて以下のような同じものである。人が読む際の典型的な目の動きは、横書きの場合、右向きの短い目の移動が繰り返されたあと、改行のために左向きの長い移動が起きる。このようなパターンを捉えて、語数を推定することが処理の中心となる。

具体的な処理手順は以下の通りである。まず視線データから fixation（目の短時間の停留）と saccade（fixation 間の瞬時の移動）を検出する<sup>6)</sup>。その後、検出した fixation や saccade などに基づいて特徴量を抽出する。それを用いて回帰式を学習し、推定に用いる。回帰の方式としては、support vector regression を用いる。

推定の精度は、読むテキストの分量や実験の方式によって異なる。読むテキストが少ない場合は誤差の影響を受ける一方で、量が多くなると、誤差が相殺され、精度が向上する。また、実験の方式、すなわち、回帰を被験者独立に行うか、文書独立に行うかによっても精度が変わってくる。詳細は文献を参照していただくこととし、ここでは概要を述べる。実験に用いた文書は 400 語程度の短いものである。推定誤差はデバイスや設定によって異なるが、概ね 6%~14%の範囲であった。万歩計の一般的な精度よりはやや劣る結果であるとはいえ、量を知る目安とすることは可能であると考えている。

万歩計が人をより多く、継続的に歩かせるのに有効であるように、万語計がより多く人に読むような行動変容を起こさせるのではないかと推測している。実際にこのような現象が生じるかどうかを、規模の大きな長期間の実験を通して検証することが、今後の課題である。

### 3.3 読書行動検出

もう一つの低レベル解析として、読書行動検出を紹介する。この処理は、いつからいつまで、読書行動を行っていたかを検出するものである。処理の方式としては、他の様々な行動の一つとして読書を認識する場合と、読書とそれ以外を識別する場合の 2 通りがある。これまでに使用したデバイスは、Google Glass, JINS

MEME, SMI ETG の 3 つである。

同様にデバイスによって検出方法が異なる。Google Glass<sup>7)</sup>と JINS MEME<sup>8)</sup>の場合は、瞬きの周波数と頭の動きなどを特徴とし、それを機械学習にかけて学習・識別することによって、読みの区間を推定している。両者とも決定木を用いて学習・識別したところ、ユーザごとに識別器を学習した場合（ユーザ依存の場合）、Google Glass で 80%, JINS MEME で 91%の識別精度を得た。一方で SMI ETG の場合は、fixation や saccade に関連した特徴を抽出し、それをユーザ非依存で学習した場合、Recall と Precision の調和平均である F 値が 90%程度となった。

万語計の場合と同様、これらの結果は、誤差を伴うものの、ユーザの行動を計測する上で、よい指標になると考えている。いずれの場合でも、問題はデバイスのバッテリーライフである。上記 3 デバイスのうち、実際の生活の中で使える可能性があるのは、JINS MEME のみのである。

### 3.4 文書タイプ認識

文書タイプ認識とは、現在、ユーザの読んでいる文書が、あらかじめ設定された種類のいずれであるのかを認識する処理である。この処理が可能となれば、万語計や読書行動検出と組み合わせることによって、文書の種類ごとに語数や時間を計測可能となる。

用いたデバイスは、脳波計（Emotiv EPOC）、ならびにアイトラッカ（SMI ETG）の 2 つである。設定した文書タイプは、教科書、論文、ファッション雑誌、縦書き小説、新聞、漫画の 6 種類である。両デバイスとも得られた信号を前処理した後、機械学習によって識別器を学習して利用する形態である。

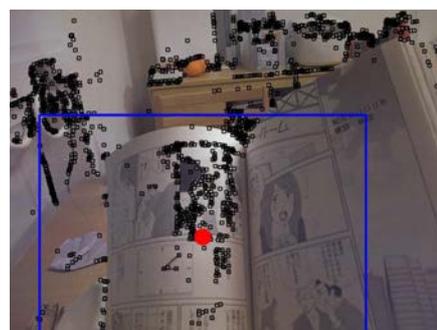


図 6 ETG のシーンカメラで得られた一人称視点画像と画像から抽出された特徴点

脳波の場合は、被験者1名に対するユーザ依存の学習を行ったところ、その範囲では100%の識別性能を得た<sup>(9)</sup>。

一方、アイトラッカの場合は、以下のようになった。アイトラッカから得られる saccade や fixation に関するデータに加えて、アイトラッカに装着されたシーンカメラの1人称視点画像を用いて特徴を抽出し、識別器を学習した。図6に1人称視点画像の例を示す。画像中の小さい四角は、画像特徴点の位置を表す。8名の被験者に対して実験を行ったところ、識別率85%という結果を得た<sup>(10)</sup>。必ずしも十分高いとは言えないレベルではあるものの、この手法を用いれば、読書の傾向を知ることは十分可能であると考えている。

### 3.5 既読単語同定

文書のタイプよりさらに詳細なデータは、どの単語を読んだのかを記録することによって得られる。これは情報検索の分野で用いられる Bag-Of-Words (BOW) モデルを用いて、読書行動を記述することを意味する。すなわち、時刻  $t$  から  $t'$  の間に読んだ単語の頻度分布を計測することによって、その間の読書行動が特徴づけられる。

これまでに用いたデバイスは、Tobii Eye X と SMI ETG の2種類である。

Tobii Eye X の場合は、文書のデータが画面に表示されているので、読んだ単語と視点の関係は直接的である。解決すべき問題は、視点の推定誤差をどう扱うかにある<sup>(11)</sup>。誤差に対処して視点を文字列に対応つけた後は、読みの始まりと終わりをテキストの中で発見でき、それに基づいて BOW を作成できる<sup>(12)</sup>。タグクラウドで示された BOW の例を図7に示す。この図に示されるように、読み手によって、また時間経過（上から下へ）によって、BOW が変化していることが分かる。

ETG の場合は、シーンカメラで捉えた画像から対応する文書を探す処理を行わなければならない。そのため、我々が開発した文書画像検索法(LLAH; Locally Likely Arrangement Hashing)<sup>(13)</sup>を用いる。LLAH は、1億ページの文書画像データベースに対して実時間での検索能力を有している。図8に示すように、検索の副作用として単語同士の対応が得られるので、それを

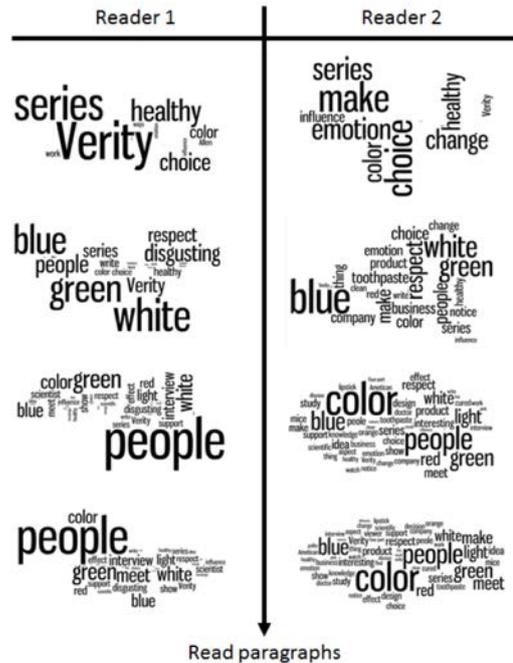


図7 既読単語同定とタグクラウド系列による表現

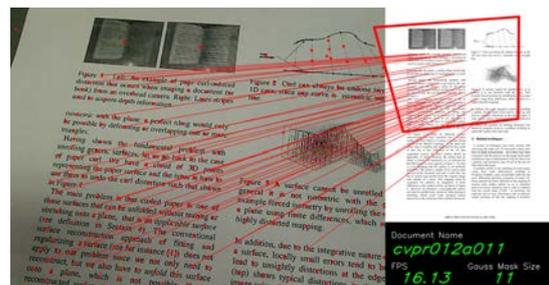


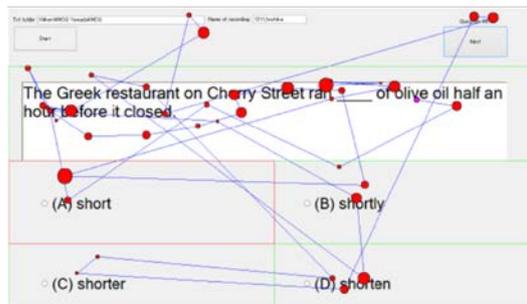
図8 LLAHによる文書画像検索

用いて画像間の射影変換行列を求めることができる。これにより、シーンカメラ中の視点を、データベース中の文書画像の座標系に変換でき、単語が特定される。

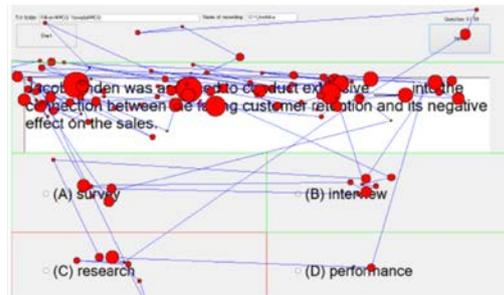
以上の仕組みを用いると、読書活動のコンテンツに対する記述を得ることが可能となる。

### 3.6 確信度推定<sup>(14)</sup>

これ以降は、理解に関わる高レベルのタスクについて述べる。まず紹介するのは、確信度推定である。対象は TOEIC の Part 5 (短文穴埋め問題) である。一般に穴埋め問題では、選択肢が4個与えられ、その中から適切なものを選んで回答する。回答には正誤があるが、それに加えて、回答に確信があるかどうかによって、合計4つの状態が存在し得る。その中で、確信なく正解、確信を持って不正解の2状態は、学習を進める上で注意が必要である。前者はたまたま正解しただけであり、確信の推定を行わないと、復習の機会を



(a) with confidence



(b) without confidence

図 9 英語多肢選択問題解答時の視線データ

失うことになる。一方、確信を持って不正解の場合は、重大な考え違いをしている可能性があって、それを正す必要がある。

確信の度合いは、解答時の視線に表れている。図 9 は典型的な例であり、確信が持てない場合は、確信のある場合に比べて悩んでいる様子が窺える。我々は、これまでと同様に fixation と saccade から特徴量を抽出し、それに基づいて、確信の有無を推定する手法を提案した。被験者 11 人に対して 80 問の解答を用いて実験したところ、確信度を 90%の精度で推定可能であることが分かった。これは、正解はすべて確信あり、として判定した場合の精度(64%)、さらには解答時間を特徴として判別した場合の精度(75%)を優位に上回るものとなっている。

以上により、確信度推定を用いれば、より有効な復習が可能であると考えられる。なお、手法は言語や科目に依存する処理は行っていないため、他の言語や別の科目についても、同様の処理が成り立つことが期待できる。現在、適用対象を拡充すべく、実験を行っているところである。

### 3.7 英語能力推定<sup>(15), (16)</sup>

このタスクは、英語能力を表す客観的指標として TOEIC を取り上げ、その点数を推定するものである。一般に TOEIC の点数は長時間のテストを受けなければ知ることができない。機会も限られており、受験から点数開示まで時間もかかることが問題となっている。学習ソフトウェアの中には少数の問題で点数を推定するものもあるが、精度が悪く、参考にならない。このタスクでは、少ない問題で精度高く TOEIC を推定することを目的とし、問題数の少なさを補うため、視線

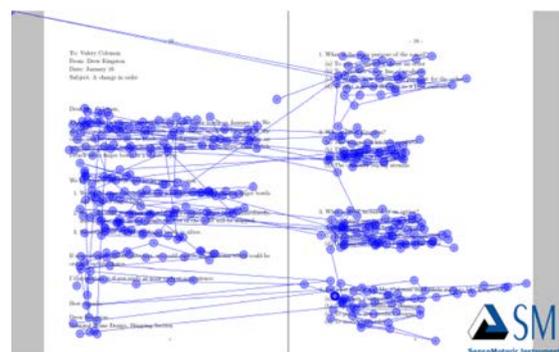


図 10 視線データに基づく TOEIC スコアの推定

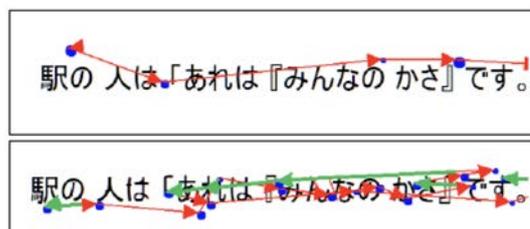


図 11 日本語に対する視線データ

データから得られた特徴量を用いるという方策をとる。

用いたデバイスは、SMI RED250、対象は TOEIC の Part7(長文読解問題)である。一つの長文に 4 つの設問があり、各々が四択問題となっている。視線データの例を図 9 に示す。このような視線データと、解答の正誤を入力とし、TOEIC スコアの推定を行った。

精度は実験の設定によって変化する。他人の視線データが一切存在しない未知の文書を用いた推定が最も難しく、様々な点数の人の視線データが豊富に参照できる場合は比較的易しくなる。後者の例で、学習に用いる特徴量の選択が適切に行える場合には、長文問題 2 問分の視線データを用いるだけで、点数の平均推定誤差を 30 点程度に抑えることができる。

このような処理によって、英語学習者は、自身の現

在の英語能力をリアルタイムに推定することができる。毎日、体重計にのれば、体重が減っていくように行動することと同じように、日々、英語の能力を計測することができれば、学習へのモチベーションも向上するのではないかと考えている。

### 3.8 未知単語推定<sup>(17)</sup>

英語学習のもう一つの基本的問題点は、語彙獲得である。しかしながら、これには、未知単語のリストを作成し、それに基づいて暗記を試みるという退屈で困難な作業が求められる。本研究では、前者の未知単語のリストを作成する手助けを行うべく、未知単語推定というタスクを設定している。

学習者が行うことは、英文を読むだけである。上記のように TOEIC の問題集でもよいが、通常の英文でもよい。その際の視線データを解析することによって、未知単語を推定する。用いたデバイスは Tobii Eye X である。単語の一般的な出現頻度情報とアイトラッカから得られた特徴量を入力とし、ニューラルネットワークによって、未知単語か否かを学習した。5 名の被験者を対象とし、16 文書の視線データを用いて、学習・推定したところ、未知単語をほとんど取り漏らさない条件 (recall が 99%) のときに、推定精度 33% を達成可能なことがわかった。これは、未知単語の 3 倍の数の単語を見るだけで、ほぼすべての未知単語を復習できることを意味しており、一から自分で単語リストを作成する場合に比べて手間を大幅に削減している。

### 3.9 日本語理解度推定

以上はすべて英語学習に関する事例であったが、最後に別の言語に対する試みも紹介したい。これは外国人を対象とした日本語理解度の推定というタスクである。近年、留学生の増加に伴って、彼らに対する日本語教育の重要性が増しつつある。その補助をすることが本研究の目的である。

本研究では、我々が TOEIC に対して行ったことと類似の考えに基づき、2 通りの日本語理解度推定問題に取り組んでいる。一つは、学習者自身が感じている理解度の推定 (主観的理解度の推定)、もう一つは実際の理解度の推定 (客観的理解度の推定) である。これらを推定することによって、両者のギャップが大きい

学生には、特に注意深く指導するなどの対応が可能となる。

前者については以下のアプローチを取る。被験者は日本語の文章を読み、それに対する理解度を 4 段階で答える。具体的には、ほとんど理解できなかった、一部は理解できた、概ね理解できたが一部は不明、全部理解できた、の 4 つである。これを正解ラベルとして、視線データと組にして、support vector regression により回帰を学習する。用いたデバイスは Tobii Eye X である。典型的な視線データの例を図 11 に示す。上側が理解度の高い被験者、下側が低い被験者による。

中国、フランス、ドイツ、台湾、ベトナムからの留学生、合計 17 名を対象として、日本語テキスト 19 個を読んだ際のデータを取得し、実験を行った。実験に用いたテキストは、日本語能力試験の N2~N5 の問題文である。その結果、推定誤差が 0.33 となり、問題に対する正答率を用いた推定 0.38 を下回ったことから、視線データを用いる有効性が示された。

もう一つの客観的理解度の推定については、問題の正答数を推定することで実現する。同様の被験者とデータに対して、今度は、問題への正答数を推定する。推定に用いたのは、support vector regression である。その結果、正答数の推定誤差は 5.3% となった。これは、主観的理解度を基に推定の誤差 9.0% よりも低く、視線データを用いることの意味が示された。

## 4. おわりに

本稿では、人の経験を記録し、それを他の人に役立てるという経験サプリメントのプロジェクトについて述べると共に、その重要なフィールドである学習に着目し、その中で基礎となる読書行動のセンシングと解析について述べた。その際、深いセンシングを行うために、アイトラッカ、EOG, EEG などのセンサを用いる手法について紹介した。

本稿で紹介した手法は、我々の研究の一部であり、このほかにも、生体信号センサを用いた感情推定や、EOG やサーモカメラを用いた集中度推定など、様々な試みを行っている。これらの成果を集積し、経験サプリメントとしてまとめ上げることが、今後の重要な課題である。

## 謝辞

本稿で述べた内容は、これまでの共同研究者や学生の成果によるものである。ここに記して、彼らの努力に感謝したい。また、本研究の一部は、JST CREST (JPMJCR16E1)、日本学術振興会挑戦的萌芽研究 (15K12172)、ならびに大阪府立大学キーププロジェクトの補助による。

## 参考文献

- (1) Keith Rayner. Eye movements in reading and information processing: 20 years of research. *Psychological bulletin*, Vol. 124, No. 3, pp.372-422, 1998.
- (2) Keith Rayner, Alexander Pollatsek, Jane Ashby, Calrles Clifton Jr., *Psychology of Reading*, 2<sup>nd</sup> Edition, Psychology Press, 2012.
- (3) Roger P. G. Van Gompel, Martin H. Fischer, Wayne S. Murray, Robin L. Hill, Ed., *Eye Mmovements: A Window on Mind and Brain*, Elsevier, 2007.
- (4) Simon P. Liversedge, Iain D. Gilchrist, Stefan Everling, Ed., *The Oxford Handbook of Eye Moverments*, Part 6: Eye Movement Control During Reading, Oxford University Press, 2011.
- (5) Kai Kunze, Katsutoshi Masai, Masahiko Inami, Ömer Sacakli, Marcus Liwicki, Andreas Dengel, Shoya Ishimaru, Koichi Kise, Quantifying Reading Habits – Counting How Many Words You Read, *Proc. UbiComp2015*, pp.87-96, 2015.
- (6) Georg Buscher and Andreas Dengel, Gaze-based filtering of relevant document segments, *Proc. International World Wide Web Conference (WWW)*, pages 20-24, 2009.
- (7) Shoya Ishimaru, Kai Kunze, Koichi Kise, Jens Weppner, Andreas Dengel, Paul Lukowicz, and Andreas Bulling. In the blink of an eye: Combining head motion and eye blink frequency for activity recognition with google glass. In *Proceedings of the 5th Augmented Human International Conference, AH '14*, pp. 15:1-15:4, ACM, 2014.
- (8) Shoya Ishimaru, Kai Kunze, Katsuma Tanaka, Yuji Uema, Koichi Kise and Masahiko Inami. Smarter Eyewear Using Commercial EOG Glasses for Activity Recognition. In *Proceedings of the 2014 ACM International Joint Conference on Pervasive and Ubiquitous Computing Adjunct Publication (UbiComp2014)*, pp. 239-242, September 2014.
- (9) Kai Kunze, Yuki Shiga, Shoya Ishimaru, Koichi Kise, Reading Activity Recognition Using an Off—the—Shelf EEG - Detecting Reading Activities and Distinguishing Genres of Documents, *Proc 12th International Conference on Document Analysis and Recognition (ICDAR2013)*, pp.96-100, Washington, DC, USA (2013-8).
- (10) 志賀 優毅, 内海 ゆづ子, 岩村 雅一, Kai Kunze, 黄瀬 浩一, 視線情報と一人称視点画像を用いた文書カテゴリの自動識別, *電子情報通信学会論文誌, J99-D*, 9, pp.950-958 (2016-9).
- (11) Charles Lima Sanches, Olivier Augereau, Koichi Kise, Vertical Error Correction of Eye Trackers in Nonrestrictive Reading Condition, *IPSJ Trans. on Computer Vision and Applications*, Vol. 8, No. 7, 2016. DOI 10.1186/s41074-016-0008-x
- (12) Olivier Augereau, Koichi Kise, Kensuke Hoshika, A Proposal of a Document Image Reading-life Log Based on Document Image Retrieval and Eyetracking, *Proc. International Conf. on Document Analysis and Recognition (ICDAR2015)*, pp. 23-26, 2015.
- (13) 中居 友弘, 黄瀬 浩一, 岩村 雅一, 特徴点の局所的配置に基づくデジタルカメラを用いた高速文書画像検索, *電子情報通信学会論文誌D, Vol. J89-D*, No. 9, pp.2045-2054 (2006-9).
- (14) 山田 健斗, 大社 綾乃, 藤好 宏樹, 星加 健介, Olivier Augereau, 黄瀬 浩一, 英語多肢選択問題解答時の視線に基づく確信度推定, *電子情報通信学会技術研究報告, Vol. 116, No. 461, PRMU2016-192* (2017-2).
- (15) Olivier Augereau, Hiroki Fujiyoshi, Koichi Kise, Towards an Automated Estimation of English Skill via TOEIC Score Based on Reading Analysis, *Proc. International Conference on Pattern Recognition*, 2016. DOI: 10.1109/ICPR.2016.7899814
- (16) 藤好 宏樹, Olivier Augereau, 黄瀬 浩一, 問題解答時の視点情報を用いた文書非依存な英語能力推定法, *電子情報通信学会技術研究報告, Vol. 116, No. 461, PRMU2016-153* (2017-2).
- (17) 大社 綾乃, Olivier Augereau, 黄瀬 浩一, 視点情報と単語の出現頻度を用いた主観的高難易度単語の推定, *電子情報通信学会技術研究報告, Vol. 116, No. 461, PRMU2016-190* (2017-2).

# 地域連携事業における粟崎遊園跡地での プロジェクションマッピングの制作と実演

吉田一誠<sup>\*1</sup>，高田伸彦<sup>\*1</sup>，辻合秀一<sup>\*2</sup>

<sup>\*1</sup>金沢学院大学 <sup>\*2</sup>富山大学

## Production and Demonstration of the Projection Mapping in Awagasaki Amusement Park Ruins as the Community Cooperation

Issei Yoshida<sup>\*1</sup> ,Nobuhiko Takada<sup>\*1</sup> ,Hidekazu Tsujiai <sup>\*2</sup>

<sup>\*1</sup>Kanazawagakuin Univ. <sup>\*2</sup>Toyama Univ.

**Abstract:** Currently in Japan, it is often said that local and small towns are on the decline. Kanazawa City, in the Hokuriku region is no exception, and the trend is especially strong for towns somewhat removed from urban areas. For this reason, many local municipalities are increasing chances to use projection mapping as a promotion tool to showcase local features and structures. This time, a joint academic and governmental collaboration was established with Uchinada Town in Ishikawa Prefecture to cooperate on an attempt at a “Town Revitalization” project. The Uchinada Town Citizens History Museum had been dismantled and moved to the entrance of the Awagasaki Amusement Park, so we used this site as the target or stage for our projection mapping. This report describes the result and synergistic fusion using two types of media and the interesting outcomes we were able to achieve.

**キーワード:** プロジェクションマッピング, 粟ヶ崎遊園遺構, 地域連携事業, アニメーション

### 1. はじめに

近年、現在、大学の役割として、今までのように、研究、教育分野に加え地域貢献分野もクローズアップされている。本学の場合、地方の活性化という命題に取り組む体制は、年々充実してきている。特に、地方では過疎化の問題が深刻になっており、町おこしという命題が大きな意味を持つようになってきている。しかし、財政難や技術的スキルが十分でないケースが多い。そのため、これらの町や村との協同作業は有意義な活動と言える。特に、昔栄えていた場所に居住する人々の街おこしの思いは、ノスタルジアの思いとともに、かなり強いと言える。

2012年以降プロジェクションマッピングが体現してきたメリットは、上映イベントがメディアによって

取り上げられることによる広報的効果であり、しかもそれらは広告とは異なり費用がかからない点にあった①。プロジェクションマッピングはさらなる魅力の追加という形で観光客動員につながると思われるが、観光地化がされていない中小規模地域では、プロジェクションマッピングを実施するというだけで観光客を集めることは難しい。

今回は、石川県内灘町の協力を得て、題材を昭和初期に内灘地域で人気を博した「粟ヶ崎遊園」とし、粟ヶ崎遊園本館正面玄関口の遺構へプロジェクションマッピングの制作と実演を行った。内灘町の過去の歴史を表現する手段として、無彩色での映像表現を検討していたが、カラー化も含めたプロジェクションマッピングでの表現の方が、視聴者に訴えるものが大きいと考え、その方向で制作・実演を試みた。

## 2. 内灘町の歴史と現状

図1に示すように、内灘町は石川県の海沿いに位置する人口約2万7000人（平成26年2月）の中小規模都市である<sup>(2)</sup>。海辺には鳥取砂丘、猿ヶ森砂丘に次ぐ日本第三位の規模をもつ内灘砂丘を背景に発展してきた歴史がある。砂地と厳しい潮風により作物が育ち難い環境にあったため、近代までは石川県内でも貧しい地域の一つであったと言われている。



図1 石川県金沢市内灘町の所在地

そんな内灘地域が発展する大きな契機は大正時代である。金沢市で材木商を営む平澤嘉太郎が「大砂丘に市民の別荘を造る」として行楽地としての開拓が進められた<sup>(3)</sup>。平澤の計画は金沢市と内灘地域を電車で結び、内灘町に建設する粟ヶ崎遊園へ人々を呼び込もうとするものであった。これは関西の阪急電鉄創業者小林一三に倣ったものであり、小林の創立した宝塚歌劇団と同様に、平澤は内灘の粟ヶ崎遊園にも少女歌劇団を創立した。「アワジェンヌ」と呼ばれる少女歌劇団をはじめとする粟ヶ崎遊園の事業は人気を博し、多くの観光客を得るに至り、当時モダンガール、モダンボーイといわれるファッションに身を包んだ若者が集う県内でも流行最先端のスポットとなった。モガ・モボの若者たちは県の中心街である金沢市ではなく、より開放感のある粟ヶ崎遊園を好んだため、わざわざ着替えてから金沢内灘間を走る電車に乗り込んだほどであったようである。しかし、平澤の死や太平洋戦争の影響により昭和16年 粟ヶ崎遊園の閉園をもって、その賑わいを終えてしまった。戦後の内灘地域は米軍の射撃練習場となるも、米軍基地抗議活動のきっかけとし

て有名になる内灘闘争（内灘事件ともいう）を経て、住宅地開発が進み、充実したスポーツ・文化施設をもつ町にまで発展した。毎年5月には「アカシアロマンチック祭」と題し内灘町文化協会に加盟する各教会が発表活動を行う芸術文化イベントを開催し、積極的に町づくりを進めている。近年の人口は、定住促進奨励金制度の実施により一時的に保っていたものの、制度終了に伴い人口減少が始まっており、今後は少子高齢化が加速すると予測されている。

このような現状を踏まえ、内灘町職員への取材を通して自治体側のニーズ・課題を聞き取り、幾つかあるうちから実現性が高い題材を制作用を選択した。目先の課題として、内灘町が運営する歴史民俗資料館の来場者数を増やしたいということであった。先に述べたように、内灘町は少子高齢化が進んでいる<sup>(4)</sup>。将来的な人口維持と町民の生活の充実のための施策の一環としての創生戦略のひとつとして掲げているのが地域教育である。「地域への愛着を育む」「ふるさとの歴史・伝統・自然を守る未来につながる教育の推進」につながる取組として、これまでも内灘町では生涯学習課を設け、教育委員会のもとで町が歴史民俗資料館「風と砂の館」を運営し、住民への歴史教育を行ってきた<sup>(5)</sup>。同館は粟ヶ崎遊園と内灘闘争を中心としながら、内灘町での暮らしの中で人々が使っていた民具などが展示され、そこで内灘町の小学校と連携した授業、シルバー層向けワークショップツアーなどを実施している。また、町外からの来場者も意識し、ウェブサイトなどで発信も行っている。しかし、同歴史民俗資料館の来場者数は近年伸び悩みを見せており、若い層では小学生校以来訪れたことがない地域住民もいるため、新たな取り組みを模索している現状があった。最終的にはテーマが「粟ヶ崎遊園とアワジェンヌ」となり、同館学芸員および同地域歴史クラブからも説明を受け、多くの知見を得ることができた。

## 3. 制作目的

今回の制作の目的は、主に次の3点とした。

・第1目的：「粟ヶ崎遊園とアワジェンヌ」を主要テーマに、内灘町がアピールしたい事象（かつて粟ヶ崎遊園が存在していたこと、その遺構が現存しているこ

と )

をプロジェクションマッピングの中心に置くこと

・第2目的：モノトーンの静止画像で残された資料がほとんどである約80年前の題材を、動的なプロジェクションマッピング表現に昇華すること

・第3目的：一連の制作プロセスを通してデジタルメディア映像を活用した地域活動の活性化手法を学修すること（ここではソフトウェアと機材の使用法の習得や設営作業を経験するといった実務教育的要素を含む）

また、第一に挙げた目的の主要点としては、上映のターゲットは、栗ヶ崎遊園の存在を知らない若い世代にどのようにアピールするかを検討し、次の4つに焦点を当てた。

- ・第1点目：時代性が享楽性に富み陰鬱でないこと
- ・第2点目：平沢嘉太郎の栗ヶ崎遊園構想の上昇志向と内灘地域が流行の地であり高揚感があった
- ・第3点目：「ロマンチック」を掲げる内灘町と大正昭和の浪漫的雰囲気イメージが共存し易いこと
- ・4点目：栗ヶ崎遊園とアワジェンヌを取り巻いていた当時のデザインが、レトロロックであり、周辺資料が豊富であった。

## 4. 制作工程

プロジェクションマッピングのコンテンツ制作は、テーマの決定とそれを実現する環境が必要である。その工程を次に説明していく。

### 4.1 ロケーションハンティング

プロジェクションマッピングの実施にあたりスクリーンとなる投影対象物の形状を決定する必要がある。そのスクリーンとなる物体が移動不可能な場合には、その建造物がプロジェクタによる映像投影が可能な距離を確保できるロケーションに在ることが実現の絶対条件となる。図2に示すように、ロケーション的には、栗ヶ崎遊園の現存する唯一の遺構が、内灘町歴史民俗資料館横に移設されており、その周辺が芝生の広いフィールドとして既に整備されていたのでプロジェクションマッピングには好条件であった。この遺構は栗ヶ崎遊園本館の正面玄関口（アーチ）部分であ

り、平面的な壁面をベースに所々にシンプルな幾何学的な凹凸を有したアールデコ調のものであった。

この遺構は現在、灰白色の表面となっているが、80年前は彩色されていたことが調査の過程で判明し、栗ヶ崎遊園のリーフレットや写真だけでなく、遺構そのものも、プロジェクションマッピングでそのかつての姿を描き出すことを実現することにした。

### 4.2 映像コンテンツ用のテンプレート作成

スクリーンとなる建造物とロケーションが定まると、映像コンテンツ制作の準備として建造物の計測値に基づくテンプレートを作成した。まず、外観を測定し、それに正確に当てはまる画像を作成し、コンテンツ制作の準備として建造物の計測値に基づくテンプレートを作成した。図3に示すような外観の投影試験に耐えられる映像作品を制作した。

### 4.3 第一段階投影実地試験

図3のモデルを基準に、現地では本番を想定してプロジェクタを設置し投影する。これを、PC画面上で表現された通り投影で表現されているかを確認する。この時、プロジェクションマッピング用ソフトウェアでマッピング作業および画像加工ソフトウェアで微調整を行う。これを第一試験投影とし、マッピング完了後のPC画面（図4）を保存し、投影されている建造物の状態（図5）もデジタルカメラで撮影する。



図2 栗ヶ崎遊園遺構（正面玄関門）

この第一段階投影実地試験の必要性は次の通りである。

・作成した投影用試験画像をそのままテンプレートとして使用した場合、建造物に映像の概要を投影することは可能であるが、投影時に生じる歪みや地形によるケラレの影響が映像に表れてしまう。

・人物など形の縦潰れ（プロジェクタの横移動は容易であるが。縦移動は新たな設備を要する場合が多い。）などが完成作品に起こる可能性が大きい。

上記の歪を防止するために、前もってこの歪み分を含ませて調整したテンプレートを用いて映像コンテンツを制作することで、映し出されるもののプロポーシオンを完成作品の上映時に違和感なく上映可能である。

#### 4.4 第二段階投影実施試験

第一段階で作成したテンプレートに写真、図形およびテキストなどを暫定的に配置したテスト用の静止画像を作成する。図6は、この時代に関連した資料や経験した人々から聴取した内容を踏まえ、色付けを行った画像である。また、図7は、当時使用されていたライトブルー色であった。図7では、白色ではなくライトブルーに見えるが、実際プロジェクションマッピングをした場合、色が撥ねてしまい白いに見えてしまう。色味などを考慮に入れたが、プロジェクションマッピングでは難しいということが判明した。図8は、色々な角度から投影してみて、どの角度からが最も映像が映えるかを検討してみた構図である。これらの検討項目を踏まえて、プロジェクションマッピングを実施する際は、先に述べた形状の歪みの他に、色味とスケール感を把握する必要がある。スクリーンとなる物体の地色や、周囲の環境光によって見た目上の色味が変化して、ひどい場合は、映像で表現したい色彩が全く相違して観客に表現することになる。地面と物体の傾き具合と、物体のザラついた表面によって投影時の合焦

精度が高められない場合が多々あり、映像コンテンツ内に使用する線の太さやテキストの大きさの可視性を試験投影で把握することも可視性を確保するために重要である。それらを踏まえて、第二試験投影から使用可能な色、大きさ、明るさなどの制限を踏まえ、長年、資料を研究している内灘町歴史民俗資料館関係者の意見も参考にし、歴史的なイメージも大切に、映像コンテンツを作成した。

#### 4.5 本番用映像コンテンツ作成作業

映像用テンプレート設定と制限事項の洗い出し作業と同時進行で、素材の収集と映像コンテンツの場面設定を行った。素材は内灘町歴史民俗資料館が保管する大正から昭和期の粟ヶ崎遊園にかかわる資料の提供を使用した。これまで記された粟ヶ崎遊園研究の文献をもとに、表1に示す題材を活用した。

表1 内灘町歴史民俗資料館の提供物

<紙媒体保管資料>

- ・ポスター、地図、鉄道乗車券、肖像写真（アワジェンヌ少女歌劇団の女優）、女優のサイン、当時の宣伝用リーフレット、公演パンフレット

<屋外の施設>

- ・大浴場の壁面に描かれていた孔雀のタイル画

<動画>

- ・記録映像

表1で示した保存資料は、80年以前ということもあり、ほとんどがモノクロか単色刷りでしか残されておらず、当時の色彩に関する情報が乏しかった。そのため、当初はプロジェクションマッピングの映像コンテンツをモノクロームやセピア調で仕上げ、そのノスタルジックな歴史の雰囲気 연출することが妥当と考えた。しかし、必要に応じてフルカラー化し、最新表現技術で地域の歴史にスポットを当て、現代に粟ヶ崎遊園の記憶を再浮上させることを実現することにした。

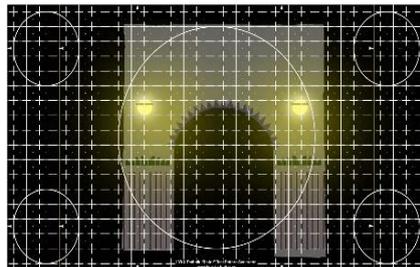
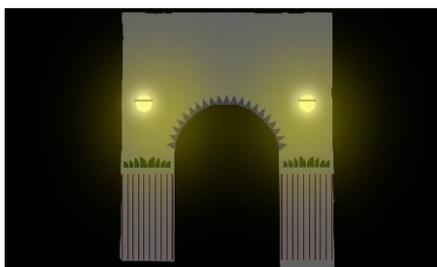


図3 PC上で修正前の玄関正面図 図4 PC上での修正後の玄関正面図 図5 粟ヶ崎遊園遺構の実際の投影試験

## 5. プロジェクションマッピングの構成手順

### 5.1 構成手順

収集された資料からアワジェンヌの写真とサイン、孔雀タイル、記録映像をビジュアルの主演として、それらを補助する形として当時のリーフレット及びパンフレットのグラフィックパーツを配して場面の構成を行った。その場面構成は下記の通りである。

- ① タイトルが砂のように表現され、風で散るようにフェードアウトする。
- ② 暗くなった後に遺構の外周と凹凸の輪郭線を白い光のラインで描画してアーチを印象づける。
- ③ アーチの左右に存在した電灯を円で表し、現存する遺構から過去の世界への場面移行を表現した。
- ④ 構表面を横切る複数のラインにより時の流れを表し、ラインが横切ると共に映像の色数を減らす。
- ⑤ 羽の重なりを示すような円弧が出現し、その奥から孔雀タイル画がフルカラーで見えてくる。
- ⑥ 雀の彩度が徐々に下がり、完全なモノクロームとなってフェードアウトする。
- ⑦ 暗闇からモノクロームで「アワジェンヌ」と書かれたネオンサインと舞台が浮かび上がり、一閃のフラッシュの後にフルカラー化になる。
- ⑧ ネオンサインが点滅して、かつてのノスタルジックな賑わいを表す。
- ⑨ ネオンサインと舞台装置が退き、栗ヶ崎遊園の当時の宣伝パンフレットなどから採取したグラフィックなどを用いたアワジェンヌ紹介シーンが流れる
- ⑩ デジタル彩色されたアワジェンヌの肖像写真と、アニメーション効果を付されたアワジェンヌの（紹介シーン+肖像写真+サイン）を4パターン続ける。
- ⑪ 昭和初期の栗ヶ崎遊園の様子を撮影したモノクロ映

像が映し出され、現存しない光景を表す。斜面を登る親子連れが映るシーンとともにフェードアウトする。

- ⑫ 暗闇から当時の彩色された状態の栗ヶ崎遊園本館正面玄関口が現れ、アーチ左右のオレンジ色の電灯の明滅を経て徐々にフェードアウトする。
- ⑬ 現在の遺構がフェードインで見えてくることで、正面玄関口が生き活きしていた当時から、今は忘れられつつある現状の姿を見る者に伝える。
- ⑭ 最初に戻って繰り返し再生

### 5.2 画像への彩色

画像に色付けする作業を行った。色付けに際しては、Photoshop を使用し、画像の各部位（人肌、服、装飾品）に対して地色、ハイライト、シャドウの3つのレイヤーをベースとして、各種描画モードを適用したクリッピングマスクによる微調整を行った。アワジェンヌの化粧の色、舞台衣装の色については情報が無く、モノトーンの写真から受けるイメージ、当時の他の雑誌での衣装を着た人物像とアワジェンヌのイメージから想像し着色を行った（図9、図10、図11参照）。栗ヶ崎遊園本館正面玄関口については、当時の様子を知る関係者の証言と、石川県立歴史博物館に再現されていたモデルの記録写真を参考に地色をライトブルー、装飾に深い青、緑、赤色として再現した。制作した映像コンテンツは複数回に及び試験投影と調整を繰り返しながらクオリティの向上を図った。問題となったのは正面玄関口の地色のライトブルーで、投影されると肉眼によって視界のカラーバランス調整が自動的にされてしまい、青味が消え、単なる白色として認識されてしまうことが分かった。この問題はライトブルー以外の色に赤味を足すことで見た目上のバランス調整を試みたが完全に解消しなかった。

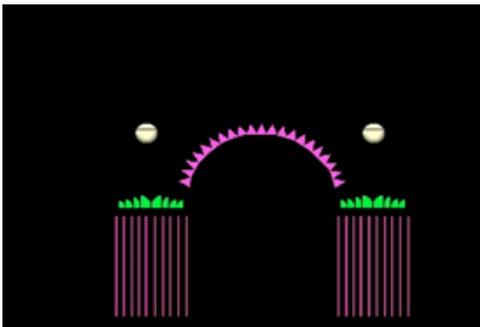


図6 PC上で修正前の玄関正面図

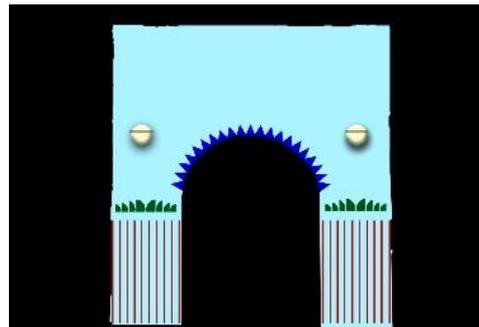


図7 PC上での修正後の玄関正面図

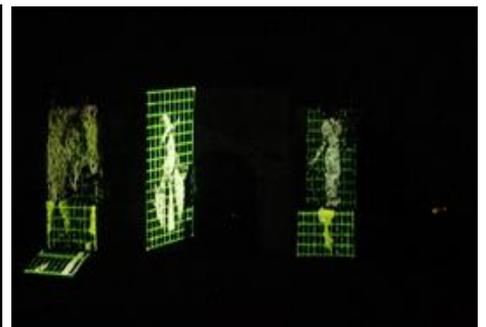


図8 栗ヶ崎遊園遺構の実際の投影試験



図9 現存のモノクロのアワジェンヌ



図10 カラーを施したアワジェンヌ



図11 カラー化したアワジェンヌの投影像

試験投影ではその他の演出要素であるライティングとサウンドの設定も行った。ライティングは映像コンテンツ内で暗闇の場面になった際も視聴者から粟ヶ崎遊園本館正面玄関口がシルエットとして見る事ができるように遺構の裏側の街灯を点灯させたままにし、サウンドはプロジェクタ横に大型スピーカーシステムを配して会場全体に音が伝わるようにした。音楽に関しては歴史民俗資料館からの昭和初期の楽曲を流すことで当時の時代感の演出とした。また、プロジェクションマッピング上映時に隣接する内灘町歴史民俗資料館を夜間特別開館し、同館の来場者増の一助となるよう内灘町職員と上映現場での案内掲示も行った。

## 6. まとめと今後

### 6.1 まとめ

今回の粟ヶ崎遊園本館玄関口遺構へのプロジェクションマッピングは、目的であった3点を達成することが出来たといえる。第一目的の内灘町がアピールしたい事象（かつて粟ヶ崎遊園が存在していたこと、その遺構が現存していること）をプロジェクションマッ

ピングの中心に置くことで見る者へ伝える点は、成功したと考えられる。第二目的のモノトーンの静止画像で残された約80年前の題材を動的なプロジェクションマッピング表現に昇華することについては、一般来場者よりも歴史民俗資料館関係者と地域の歴史クラブメンバーの反応が大きかった。記録動画は現在、内灘町歴史民俗資料館内にて上映されており、視聴者の反応を検証中である。第三目的である一連の制作プロセスを通してデジタルメディア映像を活用した地域活動の実務的、観念的な在り方を修得することは、調査分析も含め、十分達成できたといえる。

### 6.2 今後

これらを踏まえ、より充実したプロジェクションマッピングを制作・実演するために下記の事柄を中心に推し進めたい。

- ・今回の調査を踏まえ、さらに粟ヶ崎遊園についてリサーチを進め、より、明確な事象を調査分析してみたい。

- ・より精度の高いプロジェクションマッピングを遂行するためにデジタル化をさらに進める、建物などの構造分析の精度の向上を図る

- ・平面的なグラフィックが多くなったので、3DCGを取り入れさらなる奥行き表現に挑戦した。

### <参考文献>

- (1) 東京工芸大学「プロジェクションマッピングに関する調査」東京都；  
[https://www.t-kougei.ac.jp/static/file/research\\_projection.pdf](https://www.t-kougei.ac.jp/static/file/research_projection.pdf)[2015]
- (2) 内灘町「内灘町地区別世帯・人口（平成28年9月末）」；  
[http://www.town.uchinada.lg.jp/webapps/open\\_imgs/info/0000025708.pdf](http://www.town.uchinada.lg.jp/webapps/open_imgs/info/0000025708.pdf)[2016]
- (3) 内灘町「ビジュアル内灘町史 砂丘に生きる町」北國新聞社出版局[2003]
- (4) 内灘町「内灘町人口ビジョン概要（現状の分析）」；  
[http://www3.town.uchinada.lg.jp/DL/sousei/publiccomment/271026\\_uchinada\\_gy\\_pc.pdf](http://www3.town.uchinada.lg.jp/DL/sousei/publiccomment/271026_uchinada_gy_pc.pdf)[2016]
- (5) 内灘町「内灘町まち・ひと・しごと創生総合戦略 概要」；  
[http://www3.town.uchinada.lg.jp/DL/sousei/publiccomment/271026\\_uchinada\\_gy\\_pc.pdf](http://www3.town.uchinada.lg.jp/DL/sousei/publiccomment/271026_uchinada_gy_pc.pdf)[2016]

# 大人数講義形式におけるインタラクションを工夫した 授業デザイン

真嶋由貴恵\*1

\*1 大阪府立大学大学院 人間社会システム科学研究科

## Instructional Design using Interaction on the Large-sized Lecture Class

\*1 Graduate School of Humanities and Sustainable System Sciences, Osaka Prefecture  
University

大学における学びは、自ら問いを立てその答えを探すことであり、講義では積極的に質問し、議論に参加をすることにより学びを深める。しかし、300人を超えるような一斉授業では、学生一人一人とインタラクションを取ることは難しく、知識の教授に重点を置いた一方向的な授業展開になりやすい。そこで、大規模な講義型授業において学生がアクティブに学習できるよう、教員と学生のインタラクションをはかる授業デザインを工夫した。

キーワード: 大人数講義, 集合教育, アクティブ・ラーニング, インタラクション, 授業デザイン

### 1. はじめに

大学における学びは、自ら問いを立てその答えを探すことであり、講義では積極的に質問し、議論に参加をすることにより学びを深める。しかし、日本の学生は大勢の人がいる前で質問をすることはめったにない。そのため、少人数クラス制の導入<sup>(1)</sup>や、クリッカーやPDAなどICT機器によるレスポンスアナライザの活用<sup>(2)</sup>がなされている。

一方、中央教育審議会(「将来像答申」)<sup>(3)</sup>では、平成17年に我が国の高等教育がユニバーサル段階に入り、その課題について量的規模から質の保証に移ったことを明らかにするとともに、質の向上について機能別分化への対応を指摘した。この将来像答申を受けて、学士課程については平成20年(「学士力答申」)に中央教育審議会答申<sup>(4)</sup>がまとめられた。特に、学士力答申は、我が国の大学が授与する学士が保証する能力の内容として「知識・理解」、「汎用的能力」、「態度・志向性」及び「総合的な学修経験と創造的思考力」を挙げ、各大学に学位授与の方針を明確化することを求めた。また合わせて、学生の学修時間の実態を把握した

上で単位制度を実質化することを求めた。大学制度において、1単位は予習や復習などの自学を含めて45時間の学修を要する内容で構成することが標準とされている。これは学びの主体性という大学における学修の本質に基づく仕組みであり、体系的なカリキュラムに不可分に連動するものである。卒業の要件として4年以上の在学と124単位以上の修得が必要であることを踏まえると、学期中は、授業に加え予習など高校までの勉強とは質的に異なる主体的な学修を一日当たり8時間程度行うことが前提とされているが、実際には、我が国の学生の学修時間はその約半分の日4.6時間とのデータもあり、本学の調査ではもっと少ない<sup>(5)</sup>。

昨今の国際的通用性が問われる知識基盤社会、グローバル社会における高等教育においては、日本型の学士課程教育モデルとしてさらにその発展、展開を図ることが期待される。そのような中、学生が予習するための工程表としての授業計画(シラバス)の充実やグループ・ディスカッション、ディベート、グループ・ワークなどによる課題解決型の能動的学修(アクティブ・ラーニング)<sup>(6)</sup>への取組が必要とされている。

これらを踏まえ、文部科学省は、①アクティブ・ラーニング ②学修成果の可視化③入試 改革・高大接続を行う取組を重点的に支援し、①大学の人材養成機能の抜本的強化、②能力・意欲・適性を多面的・総合的に評価し得る大学入学者選抜への転換、③高等学校教育と大学教育の強化による一体的な改革を強力に推進することを目的とした大学教育再生加速プログラム<sup>(7)</sup>を実施している。

しかし、多くの大学ではカリキュラム制作上の問題や、教室の数、機器導入予算などの物理的な課題から上記のような教育改善を行うことはたやすくなく、大人数を対象とした一斉授業になりやすい。このような大人数授業では、受講する学生が多いために、学生一人一人とインタラクションを取ることは難しく、「匿名性」の高さ故、学生の私語や内職が多いなどの問題がある。さらに、リアルタイムにおける学生理解度の個別把握が難しく、知識の教授に重点を置いた一方向的な授業展開になりやすい。

そこで、300人を超える受講生を対象とした大規模な講義型授業において教員と学生のインタラクションをはかる授業デザインを工夫した。本稿では、本授業の位置づけを学域・学類のアドミッションポリシー等から紹介し、具体的な授業デザインと学生からの評価について報告する。

## 2. 本授業の位置づけ

本授業においては、開講している学域、学類の教育目的や教育目標に則ってデザインを行っている。

### 2.1 現代システム科学域の概要

現代システム科学域では、自然科学、社会科学、人間科学の基本的知識に基づいて現象を多様な要素の相互作用としてとらえるシステムの思考力と、複数の領域の知識を横断的に用いて実社会における問題を特定・分析・解決する領域横断的応用力を備え、卒業後も自律的に考え、学び、成長することができ、持続可能な社会の実現に貢献する人材を育成する。そのために、知識情報システム、環境システム、マネジメントの3つの学類から構成している。

## 2.2 知識情報システム学類の概要

本学類では、知識科学、情報システム工学などの情報技術について学ぶだけでなく、環境科学、社会科学、経済・経営科学、保健や医療、教育などの社会システム科学に関する専門分野の理解を深め、これらの融合領域において創造性豊かで、自ら課題解決のできる人材を育成する。システムデザイン、経済・経営、医療・教育の3分野で構成しており、各分野の課題を解決するためのツールとして、情報テクノロジーに関する知識やスキルを教授する。教育目的を表1、教育目標を表2に記す。

表1 教育目的

人々や社会の日常活動に不可欠な情報システムを実現するために、情報技術に関する理論やインターネットを使いこなす実践力などの高度情報化社会の基礎となる情報に関連する広範な専門分野の基礎学力を身に付け、誰もがどこでもいつでも利用できる情報システムをデザインする能力、他者の価値観を尊重できる柔軟さと包容力を備えた上で自律的な判断基準で行動する責任力、環境科学、社会科学、人間科学、経済・経営科学などの社会システム科学に関連する専門分野の特性を理解し、技術の進歩及び社会の変容にともなう課題を継続して解決するための科学的な分析力・思考力を持つ人材を育成することを目的とします。

表2 教育目標

**(教養・倫理)**  
 1. 人文・社会・自然科学に関する幅広い教養を身に付けるとともに、環境科学、社会科学、人間科学、経済・経営科学などの社会システム科学に関連する分野の基礎知識を身に付け、幅広い視野で物事を考える素養と能力を身に付けます。  
 2. 情報通信技術が人間社会ならびに環境に及ぼす影響を理解し、社会的な倫理観と責任感をもとに自分で判断して行動できる能力を身に付けます。  
**(総合力)**  
 3. 知識科学、情報システム工学分野を基盤とし、それらの関連分野の広範な知識と技術を体系的に理解し、身に付けるとともに、それらの知識や技術を応用することのできる創造的な思考能力を身に付けます。  
 4. 大量かつ多様な情報から必要な情報を収集し、論理的に分析し、新たな知識、法則、特徴などを発見する能力を身に付けるとともに、社会的問題に対する分析と課題発見の能力、課題を定量化・モデル化する方法を身に付け、すでに獲得した知識や技術を総合的に活用することにより、課題を解決するためのシステムデザイン能力及びシステムマネジメント能力を身に付けます。  
**(コミュニケーション能力)**  
 5. 自分の考えを論理的にまとめ、的確に表現する能力を身に付けるとともに、他人の意見を理解し討論する能力、情報技術を活用して情報を発信する能力などのコミュニケーション能力を身に付ける。また、英語などの外国語による読解力、リスニング力、表現力を養い、国際的なコミュニケーション基礎能力を身に付けます。  
**(自主学習・プロジェクト)**  
 6. 知識科学、情報システム工学分野とそれらの関連分野において、自ら学習目標・達成目標をたて、新たな知識や必要とする情報を収集し、社会の変化に対応して継続的、自律的に生涯にわたって学習できる能力を身に付けます。  
 7. グループで協議・協働して調査・実験・学習する能力を身に付けるとともに、グループ内における自らの立場と役割を理解し、課題解決のためのプロジェクトを遂行できる能力を身に付けます。

## 3. 授業実践方法

### 3.1 対象科目および対象年度

対象科目は情報とサステイナビリティ(1年生前期、必修科目)である。「情報・環境・マネジメントの3分野を学ぶ」ための各学類共通科目の知識情報システム学類が提供するもので、受講生は300人を超える。授業はオムニバス形式で実施され、教員一人当たり1

～2 コマを担当する。そのうち筆者が担当した 2 回分を対象とする。

対象年度は 2 年間で、2015 年 6 月 23 日と 30 日、2017 年 5 月 9 日と 16 日の 2 週連続で実施した。

### 3.2 授業の目標と授業内容

授業テーマは 2015 年度「ヘルスケアの情報化の現状と課題、進む方向」、2017 年度「ヘルスケアの情報化とサステナビリティ」と若干異なるが、ヘルスケア領域での情報化について学習することを目的としている。本授業の到達目標は、学域・学類の目的・目標に則って学生主体の表現にしている(表 3)。また、授業スケジュールは表 4 のとおりである。

授業では、以下の 5 つの点を常に意識する。

1. 最初に授業到達目標を示し、教員と学生で共有する
2. 問いや課題を投げかけ学生の知的好奇心を刺激する
3. 学生が考えたことや学んだことを表現する機会を設定する
4. 自己学習するための素材やツールを提供する
5. 倫理的能力やコミュニケーション能力が必要なことを意識させる

表 3 授業到達目標

	授業到達目標
1	ヘルスケアにおける ICT の貢献について理解できる
2	ヘルスケアにおける課題を発見できる
3	ヘルスケアにおける ICT の貢献について事例を紹介できる
4*	ヘルスケアのサステナビリティについて考えることができる

表 4 授業内容 (各 90 分)

	1 回目	2 回目
準備	<ul style="list-style-type: none"> <li>・配布物・確認</li> <li>・授業中の注意事項</li> <li>・クリッカー動作確認</li> </ul>	
導入	<ul style="list-style-type: none"> <li>・大学での学びとは</li> <li>・グループ・ディスカッション① (自己紹介)</li> <li>・授業到達目標の確認</li> <li>・提出課題の確認</li> </ul>	
講義	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ヘルスケアとは</li> <li>・グループ・ディスカッション② (健康とは)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・グループ・ディスカッション③ (課題①)</li> <li>・ヘルスケアの課題</li> <li>・ヘルスケアにおける ICT の貢献</li> <li>・ICT による健康障害</li> <li>・ヘルスケアとサステナビリティ</li> </ul>
まとめ	<ul style="list-style-type: none"> <li>・課題の提出期限他・確認事項</li> <li>・配布物の回収</li> </ul>	

### 3.3 具体的な授業ツール

前述した 1. の授業到達目標に従って授業内容を組み立てる。それは講義のみの一方向にならないように、グループ・ディスカッションおよび発言、レスポンスアナライザ、コメント用紙・課題の提出などを取り入れる。これらは、前述した 3. 4. に該当する。

学生が能動的に学習する (アクティブ・ラーニング) ための手法<sup>6)</sup>について整理し、本授業で取り入れているものに○印をつけた (表 5)。

表 5 本授業で実践しているツール

	内容	実施	ツール		
学習プロセス	講義型授業	コメント・質問を書かせる	○	授業ポートフォリオ ピアレビュー アンケート 課題②最終レポート	
		リフレクション	○		
		ディベート			
		レスポンスアナライザ	○		クリッカー・色紙
		身近な現象の観察			
	演習型授業	情報収集	○	課題①今日のニュース	
		インタビュー・質問紙調査・実験			
		製作	○	授業ノート	
		野外観察			
		グループ・ディスカッション グループ学習 プレゼンテーション	○	今日のニュースの発表・質疑	
教員・他の学生との質疑応答	○				

(1) 授業ポートフォリオ：出席状況を一目瞭然に把握することを目的に、両面を使用し 1 枚で収まるようにしている。さらに、学生が自ら授業目標を管理できるように、初回に学生自身の授業到達目標、最終回にはその達成状況について記載させている。同様のツールに織田の大福帳<sup>9)</sup>があるが、「予習時と授業後の理解度」を分けて 5 段階の数値で記載させるようにしている点で異なる。意見や感想が書けるものである。

(2) ピアレビュー：リフレクションさせるために、課題①「今日のニュース」について学生同士で交換させコメントするようにした。また、課題②で「2 日間の授業の内容とあわせて、今後のヘルスケアのサステナビリティを支える情報化について」レポートさせ総括できるようにした。

(3) アンケート：リフレクションの一つとして、「自分について」(紙ベース)、「インターネット依存」、「親指、痛くないですか? (ドケルバン病)」(LMS 上) の 3 つのアンケートを行った。

(4) クリッカー：受講生を数人のグループに分け、

グループに1台クリッカーを配布し、グループ・ディスカッション後の意見聴取および状況把握のために使用した。

(5) 色紙：赤色と青色の2色の色紙を一組にして全員に配布し、個別の意見聴取および状況把握のために使用した。

(6) 今日のニュース：「ヘルスケア」と「情報技術」の両者に関するニュースを調べてくることを課題とし、それをグループ・ディスカッションで共有させ、グループとしてそれらのうち1つを発表させた。

(7) 授業ノート：授業項目、重要事項のかっこ抜きなどを工夫した資料を配布し、授業中にはノートをとることを促し、2回目の終りに提出させた。

## 4. 授業評価

### 4.1 評価方法

課題②の提出用紙の末尾項目として学習到達度および教材ツールの学習役立ち度について5段階アンケートを行った。学生には、授業改善を目的とした調査であること、本結果を学会等で報告することがあること、同意の有無により成績評価には影響しないことを記載し、同意の得られたデータのみ対象とした。回収数は2015年度354、2017年度246、計600であった。そのうち未回答分を除いて分析を行った。

### 4.2 自己評価の結果

学生の自己評価として、4つの授業目標に対する達成度を表6、授業ツールの学習役立ち度を表7に示す。

これらの結果をみると、2015年度のクリッカーの学習役立ち度が平均点4を切っているのみであったことから、授業到達目標について、学生は達成できたと自己評価しており、授業で使用したツールも学習に役に立ったと感じていることがわかる。

## 5. まとめ

今回、300人を超えるような大規模な講義型授業において、学生がアクティブに学習できるよう、教員と学生のインタラクションをはかる授業デザインと学生からの評価について述べた。今後は定性的な評価を行う予定である。

表 6 授業到達目標の達成度

授業到達目標		2015	2017
1	ヘルスケアにおける ICT の貢献について理解できる	4.4	4.3
2	ヘルスケアにおける課題を発見できる	4.1	4.1
3	ヘルスケアにおける ICT の貢献について事例を紹介できる	—	4.2
4	ヘルスケアのサステナビリティについて考えることができる	4.2	4.2
N※		257	209

※N：2015年度は1のみ258、2017年度は4のみ210

表 7 授業ツールの学習役立ち度

授業ツール		2015	2017
1	クリッカー	3.9	4.4
2	色画用紙	4.2	4.3
3	今日のニュース	4.3	4.3
4	グループ・ディスカッション	—	4.3
5	授業ノートの提出	4.3	4.3
N※		258	208

※N：2015年度は5のみ256

## 参 考 文 献

- (1) 根岸千悠，他：“初年次教育科目としての理系学生対象アカデミック・ライティングの授業デザイン”，大阪大学高等教育研究5，pp.63-69（2016）。
- (2) 奥井善也，他：“講義中の反応に基づく説明方法と教材の改善”，情報処理学会論文誌，Vol.50(1)，pp.361-371（2009）。
- (3) 中央教育審議会：“我が国の高等教育の将来像（答申）”，（2005）。
- (4) 中央教育審議会：“学士課程教育の構築に向けて（答申）”，（2008）。
- (5) 大阪府立大学高等教育開発センター：“学生調査データ分析報告”，大阪府立大学高等教育開発センターニュース-FORUM-，p.6(2014)。
- (6) 中央教育審議会：“新たな未来を築くための大学教育の質的転換に向けて～生涯学び続け、主体的に考える力を育成する大学へ～（答申）”（2012）。
- (7) 文部科学省：“大学教育再生加速プログラム”，（2014）。
- (8) 溝上慎一：“アクティブ・ラーニング導入の実践的課題”，名古屋高等教育研究，第7号，pp.269-287（2007）。
- (9) 織田準揮：“大福帳による授業改善の試み—大福帳効果の分析—”，三重大学教育学部研究紀要（教育科学），Vol.42，pp.165-174（1991）。

# コンピュータ演習におけるルーブリック評価の導入

林 康弘<sup>\*1</sup>, 安田 秀喜<sup>\*1</sup>

<sup>\*1</sup> 帝京平成大学 健康医療スポーツ学部

## The Introduction of Rubrics into A Computer Practice Class

Yasuhiro Hayashi<sup>\*1</sup>, Hideki Yasuda<sup>\*1</sup>

<sup>\*1</sup> Faculty of Health Care and Medical Sports, Teikyo Heisei Univeristy

本学の健康医療スポーツ学部では、複数教員で実施されるコンピュータ演習（学部一年生対象）にて、評価基準の統一を目的に、学生が大学において習得すべき ICT スキルに対するルーブリック評価を作成、導入した。ルーブリックと毎週の課題の対応付け、授業でのルーブリックを用いた学生に自己評価、複数教員での評価の統一を試みた。さらに、授業内容、教材の見直しと教員間での教材共有など授業改善を図った。本取り組みの詳細とこれまでに得られた成果について述べる。

キーワード: 情報教育, コンピュータ演習, 授業改善, ルーブリック, 教材共有

### 1. はじめに

技能を身につける科目では、学生の明確な到達目標と習得されるべき技能項目の適切な評価が必要とされる[4, 5, 6]. 情報系の科目の場合、学生がコンピュータやネットワークを活用して問題解決を行えることを目標に「操作技能」に加えて、「汎用的技能」、「考える力」、「安全な PC 利用のための情報倫理」、「他者との協働、協調性」といった能力の評価が必要とされる。

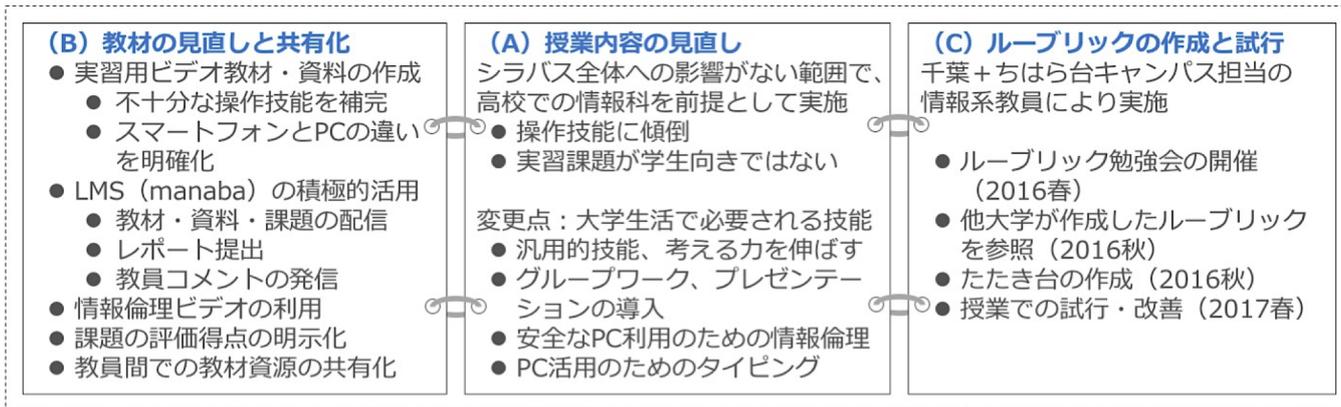
本学の千葉と隣接するちはら台キャンパス（以降、にキャンパスを合わせて千葉キャンパスと記す）において、我々は昨年度より情報基礎科目として位置付けられる「コンピュータ演習 1」（学部 1 年生必修科目）においてルーブリック評価の導入の試みを行ってきた（図 1）。本取り組みでは、大きく二つの課題が存在する。（課題 1）学生の情報機器の利用傾向の変化、（課題 2）複数教員による授業での授業内容・評価にバラツキが生ずる点、である。

（課題 1）について、2003 年度以降、高校での情報科が必修となり、現在の高校生はパソコンの操作技能に関して履修している。「コンピュータ演習 1」の 1 クラスの学生（薬学部 40 名）に実施したアンケートによると、学生全員、小学校から高校までの間にパソコンを利用した経験があった。「高校で学んだ情報科は役に

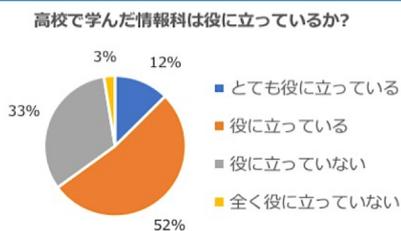
立っているか？」への問いに対しては、「とても役に立っている（12%）」、「役に立っている（52%）」、「役に立っていない（33%）」、「全く役に立っていない（3%）」と回答している。一方で、さまざまな理由で学生の生活上の情報機器はスマートフォンが主体となっており、パソコンを利用する時間は少ない。また、同アンケートでは、1 名を除き全員がスマートフォンを所有していた。一日の平均利用時間は、スマートフォンが約 3.7 時間、パソコン約 1.0 時間であった。利用用途として、ゲーム、調べ物、動画・音楽視聴、連絡手段（LINE, Twitter 等）が挙げられた。日常、パソコンを使用しない理由として次のことが挙げられた。

- パソコンに比べて、スマートフォンの方がすぐに起動して使える
- スマートフォンの方が慣れている
- スマートフォンでほぼ全ての作業を行える
- パソコンの持ち運びが面倒だから
- 楽な姿勢でパソコンを利用できない
- パソコンの使い方があまりわかっていない
- タイピングが遅い
- スマートフォンの方が、データがどこにあるのかわかりやすく、管理しやすい

これらの結果から、スマートフォン利用が主体の学生にとって、高校での情報科は役に立っているものの、



**課題① スマートフォン中心、低いパソコン利用率：授業内容・教材の改善により不十分なパソコンの操作技能に対応**



- 1日の平均利用時間**
- スマートフォン 約3.7時間
  - パソコン 約1.0時間
- スマートフォンの利用用途**
- ゲーム
  - 調べ物
  - 動画
  - 音楽
  - 連絡手段 (LINE, Twitter等)

- 日常、パソコンを使用しない理由**
- パソコンに比べて、スマートフォンの方がすぐに起動して使える
  - スマートフォンの方が慣れている
  - スマートフォンでほぼ全ての作業を行える
  - パソコンの持ち運びが面倒だから
  - 楽な姿勢でパソコンを利用できない
  - パソコンの使い方があまりわかっていない
  - タイピングが遅い
  - スマートフォンの方が、データがどこにあるのか分かりやすく、管理しやすい

※コンピュータ演習1履修者(薬学部40人)を対象としたアンケート(2017年6月に実施)より抜粋

**課題② 複数教員による授業での学習内容・評価にバラツキ：明確な到達目標と習得されるべき技能項目の設定と評価**

- 教育環境の変化**
- DP・CP・APの策定と公表が義務化(2017年4月)
  - パラダイムシフト(学生中心、学修中心、組織の教育活動)

- 学生が習得すべき技能**
- 汎用的技能、考える力
  - 安全なPC利用のための情報倫理
  - 他者との協働、協調性

- 学生の評価に対する要求**
- 評価の基準が分からない
  - 隣のクラスと評価が違う
  - 授業の目的が分からない

- 本学1学年の学生数**
- 全学 4キャンパス(全5学部19学科)：約2500名
  - 千葉+ちはら台キャンパス(1学部5学科)のみ：約500名

- 「コンピュータ演習1」の教員数(千葉+ちはら台キャンパス)**
- 5名
  - 学科ごと、春・秋学期に履修者を分割

図1 千葉キャンパスでの「コンピュータ演習1」の授業改善の取り組み

パソコン操作が情報科の時間だけのものになっており、学生の本科目の授業の様子も考慮すると、新入生の中でパソコン操作ができる人とそうでない人というデジタルデバインドが生じている可能性がある」と推察できる。この状況に対して、これまでの授業内容では学生に適切な対応が難しい箇所も見受けられるようになった。このため、我々はシラバス全体に影響がない範囲での(A) 授業内容の見直しと(B) 教材の見直し・共有化を図り、学生の不十分なパソコンの操作技能に対応した。なお、教材の共有化は(課題2)にて学生の技能を評価する際の課題の統一に向けた試みでもある。

(課題2)について、本学全体での1学年の学生数は、5学部19学科、約2500名である。千葉キャンパスに限ると、1学部5学科、約500名である。千葉キャンパスでは学科ごと、春・秋学期に履修者を分けて「コンピュータ演習1」を5人の教員が運用しているが、その際、授業内容と評価にバラツキが生じやすい。授業内容について、大学生は高校で履修したパソコンの操作技能を拡張し、「汎用的技能」、「考える力」、「安

全なPC利用のための情報倫理」、「他者との協働、協調性」を養う必要が求められている。これらの技能はアカデミックICTスキルなどと総称される。評価について、これらの技能を適切に評価する仕組みが必要とされる。すでに学生から「評価の基準が分からない」、「隣のクラスと評価が違う」、「授業の目的が分からない」というコメントが担当教員に寄せられている状況もあり、このため、我々は(A) 授業内容の見直しと(C) 到達目標と学生が習得すべき技能項目の設定と評価のためのルーブリックの作成を図り、授業にてルーブリックを学生の自己評価を目的に試行した。

2017年度4月以降、学士課程教育の一貫性構築のための3つのポリシー(DP: Diploma Policy, CP: Curriculum Policy, AP: Admission Policy)の策定と公表が義務化された。全ての大学は科目の評価方法の透明化が求められている。このため、ルーブリックの作成を含む本授業改善の取り組みは千葉キャンパスでのFD(Faculty Development)の取り組みとして科目担当教員4名と学部長にて行われた。

## 2. 授業内容・教材の見直しと教材の共有化

### 2.1 授業内容の見直し

これまで、本科目の教科書として、市販の Office 操作テキスト[1]が使用されてきた。しかし、「内容が高校情報の範囲と重複し、操作技能の習得に傾倒している」、「実習課題に一貫性がなく、大学生として学生生活に必要な ICT スキルを養えない」など、科目で用いるには、やや困難な箇所もあり、それぞれの担当教員にその対応を依存していた。このため、授業内容を記載しているシラバス全体への影響がない範囲で、高校情報の履修を前提として授業内容の見直しを行った。また、副読書[2]を読むだけであった情報倫理についてもその内容の充実を図った。見直しされる授業内容は、後述のルーブリック評価の技能項目を設定する際にも再考され、項目が授業内容を網羅するように設計された。前の授業内容は表 1 に、見直し後の授業内容は表 2 に示される。実際の授業運営では、クラスによって授業の進捗に差が生じる場合もあるが、概ね表 2 の通りに行われている。

表 1 見直し前の授業内容

週	授業内容
1	ガイダンス・PC 設定
2	Microsoft Windows 入門
3	WWW と E-mail・タイピングと日本語入力
4	Word (1) 入力・編集・書式設定
5	Word (2) 表を活用した文書の作成
6	Word (3) 画像や図形を活用した文章の作成
7	Excel (1) ワークシート操作
8	Excel (2) 基本的な関数
9	Excel (3) グラフ
10	Excel (4) 条件判定
11	Excel (5) 順位づけ・検索
12	Excel (6) 並び替え・フィルタ
13	PowerPoint (1) 基本操作
14	PowerPoint (2) 図形・グラフ・表・画像
15	PowerPoint (3) プレゼンテーション

表 2 において、第 8 週の中間テストでは、学生には第 3 週から第 7 週までに（受動的に）学習した実習課

題を何も参照にせずに再度（能動的に）取り組ませる。第 15 週の期末テストも第 9～14 週までの範囲で同様である。この実習課題の復習により、自主的な反復学習が難しい学生のパソコン操作能力の向上を狙っている。また、毎週、授業前半にタイピングと情報倫理を導入した。タイピングでは学生は 10 分間練習を画面に表示されたものを（受動的に）入力する。情報倫理では学生はその週に学習できたことを 10 分以内でまとめ、学習管理システムの授業ページに（能動的に）入力する。これにより、スマートフォンでフィリック入りに慣れている学生がある一定時間、タイピング練習を行うことを狙っている。

表 2 見直し後の授業内容

週	授業内容		
1	ガイダンス・PC 設定・Windows・印刷 {1}		
2	パスワード管理・利用方法 (Manaba・メール) {3}		
3	情報倫理	タイピング {3}	Word レポート文書作成 1 {4, 5, 6}
4	情報倫理	タイピング	Word レポート文書作成 2 ファイル管理 {2}
5	情報倫理	タイピング	Excel 得点表の作成 {7, 8, 10}
6	情報倫理	タイピング	Excel データ集計表の作成 {5, 6}
7	情報倫理	タイピング	Excel グラフ作成 {9}
8	中間テスト		
9	情報倫理	タイピング	PowerPoint 基本操作 {13, 14}
10	情報倫理	タイピング	グループワーク (設計)
11	情報倫理	タイピング	グループワーク (作成)
12	情報倫理	タイピング	グループワーク (評価)
13	情報倫理	タイピング	グループワーク (改善)
14	情報倫理	タイピング	グループワーク成果報告 {15}
15	期末テスト		

※ { } の中の数字は見直し前の授業内容の週に対応

さらに、第 10～13 週では、4 名 1 グループ（もしくは 3 名 1 グループ）のグループワークとして、学生は Windows と Office 操作、情報ネットワークや情報倫

理で分からなかった点を調査し、解決方法をマニュアルとしてまとめる。マニュアル作成のために、学生は第3~4週にて学んだノウハウを利用する。そして、第14週では、学生はPowerPointを用いてグループワークの成果を発表する。作成されたマニュアルは教員によってまとめられ、後で学生が見返せるように冊子化を図っている。これにより、「不足している操作技能の補完」に加えて、「汎用的技能」や「考える力」、「他者との協働や協調性」の育成を狙っている。

## 2.2 教材の見直し

授業内容の見直しに加えて、教材の見直しも図った。Officeの中でも特にExcelは、数学的な知識およびさまざまな操作技能を組み合わせる必要がある。学生はこの組み合わせを考えることが難しいと感じる傾向がある。実習課題の操作手順を示すために、教員の操作画面と解説を録画したビデオ教材を作成した(図2)。Windowsの基本操作に関するビデオ教材の中において、教員は授業内でスマートフォンとの違いを説明するように心がけている。例えば、スマートフォンではファイルを時系列管理する。一方で、パソコンではファイルを階層管理する。スマートフォンの利用が主体である学生にファイルの所在を理解させることを意識している。学生はビデオ教材により自分のペースで閲覧でき、高校までの範囲で不十分だった操作技能を再度学習し、自分の力として身につけられている。

ビデオ作成に当たっては、「コンピュータ演習1」の担当教員ができるように、Mac OS XのQuickTimeの画面キャプチャ機能を使用した。仮想マシンソフトOracle VirtualBox上にインストールされたMicrosoft WindowsとOfficeを用いて、動画は記録される。単なる画面キャプチャにならないようにするために、Webカメラで撮影された教員の映像を右下に加え、学生が説明における重要ポイントを視覚的に理解可能とした。作成されたビデオはmp4形式に変換され、クラウドファイル共有サービスDropbox上にアップロード、公開される。ビデオ教材は10~15分程度の長さで整えられている。これは学生が飽きずに視聴できること、ファイルサイズが大きくなるようにすることを狙っている。ビデオの閲覧について、学習管理システムからこの動画へのDropboxの公開リンクを参

照させることにより、学生が視聴可能とした。併せて、ビデオ教材と同じ内容のPDFファイルとその配布プリントを用意することにより学生が手順に関するメモを記録できる工夫も行った。

情報倫理では、フィッシングなどのネット犯罪を取り扱う場合、内容が抽象的で、かつ、インターネットの仕組みの理解を必要とする。このため、ビデオ教材[3]を利用した。

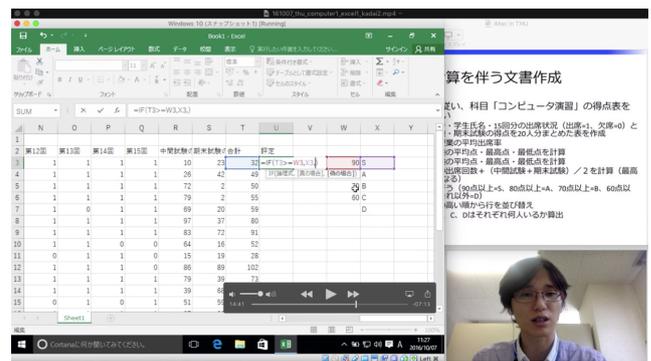


図2 作成されたビデオ教材の画面キャプチャ

授業では、授業に関して教員と学生間で行われる一連のやりとりについて本学のLMS(manaba)を用いて行った。特に、教材・資料・課題の配信、学生によるレポート提出、教員による提出されたレポートに対するコメントの発信である。学生がパソコンでの一連の操作を繰り返すことにより、ネットワークを介した作業に慣れさせることを狙っている。また、実習において学生が取り組む全ての課題には、評価得点を明示し、学生がある課題を自ら終えることができれば成績にどれだけ寄与するのか分かるようにした。

## 2.3 担当教員間での教材の共有化

科目においてそれぞれの担当教員が所有するクラウドな教材資源をオープンにし、教員間で共有する取り組みも行った。これにより、各教員がどのような授

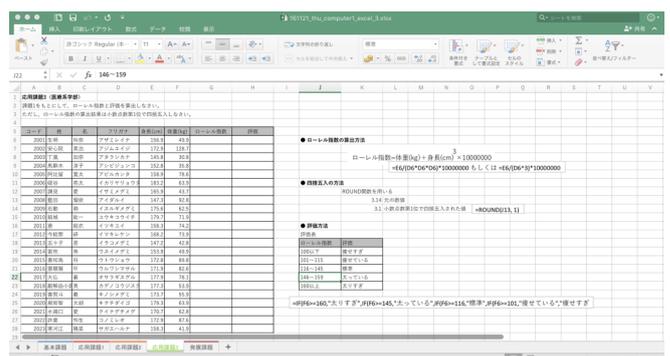


図3 作成された共通教材の画面キャプチャ

業展開を行い、どのような基準で成績を付けているのか、教員が同士で把握可能とした。また、共有された教材の中で内容が同じものをまとめて共通教材を作成した(図3)。クラスで学生の操作技能を評価する際に、共通教材の利用によってその統一を図ることを狙っている。この共通教材は中間・期末テストの際に利用される。共通教材では、学生がノートパソコンでこれに取り組むことが考慮され、画面が最大化された状況にて画面左側に操作項目、画面右側にヒントが掲載され、かつ、左右にスクロールしなくても良いように工夫が施された。

### 3. ルーブリックの作成と試行

#### 3.1 ルーブリックの作成

2016年4月より、「コンピュータ演習1」では、この科目の到達目標と学生が習得すべき技能項目を設定することにより、複数の教員が担当する授業にて生ずる内容や評価のバラツキに対する改善を試みている。当初、担当教員らによるルーブリック勉強会が開催され、その中で、我々はルーブリック導入の背景、ルーブリックを用いた評価の導入目的と利点、ルーブリックの活用例などを調査した。すでに大学にて作成済みである千葉キャンパスにおける1学部5学科のディプロマ・ポリシーも併せて確認した。本学健康医療スポーツ学部のディプロマ・ポリシーは次の通りであり、下線部は「コンピュータ演習1」に関わりがある。

1. 社会生活を営む上で、多様な文化や背景を理解し、意見を交わすことができる知識とコミュニケーション能力を有している。
2. グローバル社会に対応でき、身体的・精神的な健康情報を把握し、必要な行動を示すことができる自己管理能力を有している。
3. 各専門領域の知識と技術および態度、それらを適切に活用できる実践力と責任感、倫理観を有している。
4. 一般常識を大切に考え、社会や障がいのある人に対して、積極的に健康管理・医療・スポーツなどを介しながら貢献できる能力を有している。

また、我々は他大学、学会等で作成・公開されているルーブリックの評価項目と表現方法も調査した。特

に、我々は文部科学省 大学間連携共同教育推進事業 学士力養成のための共通基盤システムを活用した主体的学びの促進[7]の取り組みにおいて作成された情報科目向けルーブリックと京都大学情報環境機構 喜多一先生が作成された「情報基礎演習 評価基準」[8]を参考にした。

調査結果に基づいて、2016年度秋学期に担当教員が「コンピュータ演習1」用ルーブリックたたき台を作成した。これをもとにして、他の担当教員らとともに技能項目と評価表現について議論を重ねることにより作成されたルーブリックの改善が図られた。主に議論に挙げられた項目は、(議論1)ルーブリックをどのように使用するかという点、(議論2)技能項目数、(議論3)評価段階数と表現方法である。

(議論1)では、「学生の自己評価に利用する」、「教員と学生のコミュニケーションに利用する」、「ルーブリック評価結果を学生の成績評価に利用する」、などが検討された。導入におけるコストを考慮し、本取り組みでは、ルーブリックは「学生の自己評価に利用する」ことに決められた。

(議論2)では、評価項目が少ないとコンピュータとアプリケーションの操作技能を十分に評価できず、多いと評価者の負担が増してしまい、これもまた十分に評価できない。この評価項目の設定の度合いに関する問題(すなわち、ルーブリック評価表の行に対応)は、操作技能(例:ファイルの管理、画像の貼り付け、関数の利用等)と活用技能(例:レポートの作成、データの集計、プレゼンテーションの実施等)のどちらを重視するかという度合いに帰着するため、今回、Officeをツールとして利用し行われる文書作成、表計算、プレゼンテーションという知的生産活動は「ICT活用技能」、それ以外は「ICT操作技能」を評価するものと決められた。

(議論3)も評価段階数(すなわち、ルーブリック評価表の列に対応)が多すぎると評価者が適切な評価ができないため、今回、4段階評価(S, A, B, C)とし、評価項目に対して、Sは「著しく能力が長けている」、Aは「基本的な能力が満たされている」、Bは「不十分ながら基本的な能力が満たされている」、Cは「能力が満たされていない」とした。また、能力の度合いを表現する文では曖昧さを排除するように工夫を図った。

具体的には、「とても良くできる」と「良くできる」といった主観的に依存する度合いに関する表現の利用を避けた。

ルーブリックの評価項目と毎週の授業内容、課題の対応関係もルーブリックの備考欄に示した。これにより学生が取り組む課題にどのような目的があるのか分かるようにした。

現在までのルーブリック作成の取り組みを通じて得られた知見として、ルーブリックの評価項目の検討が毎週の授業内容とそれぞれの課題内容に直結し、一体として検討することが重要であるということが得られた。

### 3.2 ルーブリックの試行

2017 年度春学期「コンピュータ演習 1」(対象：看護学科 30 名，薬学部 40 名) の中間テストにおいて，表 3 に示される作成されたルーブリックを用いて学生がコンピュータ操作技能を自己評価した。自己評価の範囲は表 2 に示される第 1～7 週までに実施された学習内容である。学生に評価項目を一目で分かるようにするためにルーブリック評価表は用紙として学生に配布し，学生は該当する項目に○をつけた。自己評価を開始する前には，教員は学生にルーブリックによる自己評価が学生一人ひとりの成績には全く影響がないことを伝達した。学生から次のようなコメントが得られた。

- ルーブリックの項目に記載されている説明が抽象的だと何を問われているのか分かりにくい。教員の補足説明があつてようやく理解できた。
- 自己評価した結果，技能的に不十分な項目が多く気分的には好ましくない
- 技能的に不十分な項目が分かっても，その項目のスキルを勉強する具体的な方法が分からない。

## 4. 本取り組みに対する教員・学生の反応

本取り組みにおける教員の反応について，千葉キャンパスの担当教員の中では好意的に受け入れられている。特に教材共有，ルーブリックの導入が積極的に行われている。現在，科目担当をしている教員の中には情報を専門としない教員も含まれているため，今後，情報が専門ではない担当教員でも本取り組みを同じよ

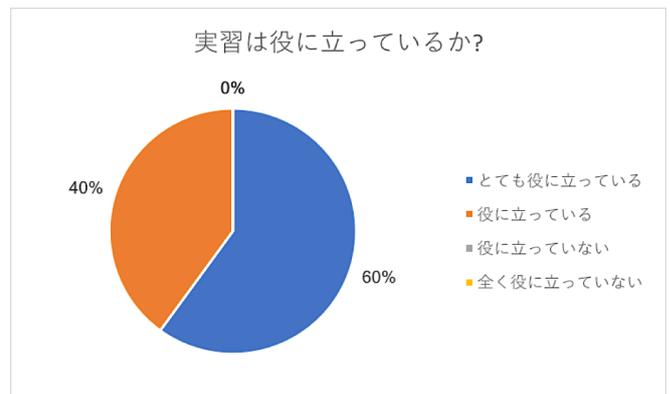


図 4 アンケート項目 1

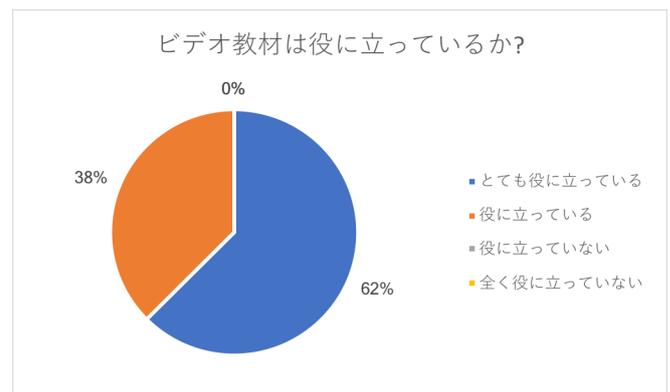


図 5 アンケート項目 2

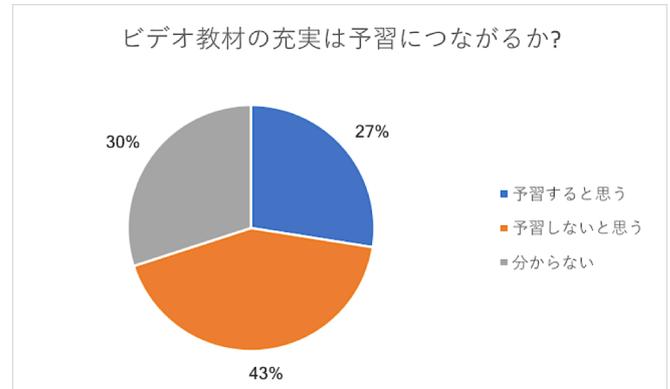


図 6 アンケート項目 3

うに実施可能にする工夫が求められている。

本取り組みの学生の反応について，「コンピュータ演習 1」の 1 クラスの学生 (薬学部 40 名) へのアンケートでは次のように示された。図 4 に示される実習全般について「実習は役に立っているか?」という問いに対する回答としては，「とても役に立っている (60%)」，「役に立っている (40%)」，「役に立っていない (0%)」，「全く役に立っていない (0%)」となった。次に，図 5 に示される「ビデオ教材は役に立っているか?」という問いに対する回答としては，「とても役に立っている (62%)」，「役に立っている (38%)」，「役に立って

ない(0%)」、「全く役に立っていない(0%)」となった。そして、図6に示される学生の自学自習を意図した「ビデオ教材の充実は予習につながるか?」という問いに対する回答としては、「予習すると思う(27%)」、「予習しないと思う(43%)」、「分からない(30%)」という結果になった。授業改善による学生への影響はアンケートでは確認されず、好意的に受け入れられていると思われる。ビデオ教材を充実した際の学生の反応は教員の期待とはズレており、今後、システムの、内容的な改善、学生の意識改革などが求められる。具体的なアプローチ方法はさらに掘り下げる必要がある。

## 5. まとめと今後の課題

本学の健康医療スポーツ学部でのコンピュータ演習の授業改善の取り組みについて述べた。学生のパソコン利用形態の変化への対応と複数教員による授業内容・評価のバラツキの解消を目的に、授業と教材の見直し、ルーブリックの作成等を実施した。特に、ルーブリックの作成により、その評価項目の検討が毎週の授業内容とそれぞれの課題内容に直結し、一体として検討することが重要であるということが得られた。また、学生の自己分析を目的としたルーブリックの試行により、説明文の改善、学生の心情に対するケア、具体的な技能改善策の提案が必要なことが分かった。

今後はこれまでの知見に基づき、ルーブリックのさらなる改善、学習環境の充実等を図る。

## 謝辞

本取り組みにおいて、様々なご指導をいただきました健康医療スポーツ学部理学療法学科 教授 仲井克己先生に深く感謝いたします。さらに、授業でのルーブリック評価の導入に快く引き受けてくださり、多くのご指摘を下さいました同学部医療スポーツ学科講師 元橋豊秀先生、同学部医療スポーツ学科助教 小野寺妙子先生に感謝いたします。

## 参考文献

- [1] “30時間でマスター Office2016”, 実教出版  
 [2] “インターネット社会を生きるための情報倫理”, 実教出版

- [3] “情報倫理デジタルビデオ小品集6”, 日本データパンフィック  
 [4] Dannelle D. Stevens, Antonia J. Levi: “Introduction to RUBRICS”, Stylus Publishing, 2012  
 [5] 日本高等教育開発協会 ベネッセ教育総合研究所 編: “大学生の主体的学びを促すカリキュラム・デザイン”, ナカニシヤ出版, 2016  
 [6] 高浦勝義: “絶対評価とルーブリックの理論と実際”, 黎明書房, 2012  
 [7] 文部科学省 大学間連携共同教育推進事業 学士力養成のための共通基盤システムを活用した主体的学びの促進:  
<https://www.saga-els.com/8dai/about> (2017/6/8)  
 [8] 情報基礎演習 評価基準:  
<https://repository.kulib.kyoto-u.ac.jp/dspace/bitstream/2433/224813/1/Version%202017/03/21.pdf> (2017/6/8)  
 [9] 山田 嘉徳, 森 朋子, 毛利 美穂, 岩崎 千晶, 田中 俊也: “学びに活用するルーブリックの評価に関する方法論の検討”, 関西大学高等教育研究, 関西大学教育開発支援センター, 2015-03, 6, pp.21-30  
 [10] 遠海 友紀, 岸 磨貴子, 久保田 賢一: “初年次教育における自律的な学習を促すルーブリックの活用”, 日本教育工学会論文誌, 2012, 36, pp.209-212  
 [11] 葛西 耕市, 稲垣 忠: “アカデミックスキル・ルーブリックの開発: 初年次教育におけるスキル評価の試み”, 東北学院大学教育研究所報告集, 2012-03, 12, pp. 5-29

表3 作成したルーブリックの一部抜粋

ID	大項目	中項目	小項目	レベルS 必要な技能を活用できるレベル	レベルA 必要な技能を獲得できているレベル	レベルB 不十分ながら必要な技能を獲得できているレベル	レベルC 必要な技能を獲得できていない
	学内情報サービスとネットワークの利用						
1	学内情報サービスとネットワークの利用	学内情報サービス (Web履修・成績、Office365、manaba、WebOPAC、NetAcademy2、シラバス)	学内で提供されている情報サービスを効果的に利用して学習に役立っている	学内で提供されている情報サービスを理解し、利用できる	学内で提供されている情報サービスを理解しているが、一部しか利用できない	学内で提供されている情報サービスを理解できていない	
2	学内情報サービスとネットワークの利用	PC、スマートフォン 学内ネットワークへの接続	接続における暗号化などを理解し、大学以外のネットワークに接続できる	PC、スマートフォンから学内ネットワークに接続できる	誰かの助けがあればPCやスマートフォンから学内ネットワークサービスに接続できない		
	学内情報サービスとネットワークの利用	電子メールによる コミュニケーション					
3	学内情報サービスとネットワークの利用	電子メールによる コミュニケーション	グループでのコミュニケーションを活用できる	件名、差出人、受信者を明示し、適切な内容と言葉遣いによるメールを書ける	件名、差出人、受信者を明示したメールを書ける	件名、差出人、受信者を明示したメールを書けない	
4	学内情報サービスとネットワークの利用	電子メールによる コミュニケーション	受け取ったメッセージの正しい取り扱い	同左	同左	受け取ったメッセージの適切な扱いを理解し、実践できている	
5	学内情報サービスとネットワークの利用	電子メールによる コミュニケーション	添付ファイル利用時の配慮	ファイルを送受する他の手法とその安全な利用を理解し、メールと組み合わせて適切に利用できる	適切なサイズ、形式の添付ファイルを送受できる。重要な内容の添付ファイルの暗号化ができる	サイズが適切な添付ファイルの送受、サイズの圧縮や暗号化はできない	
6	学内情報サービスとネットワークの利用	授業で利用するシステム についての操作		履修登録システム、manaba、学生用メールなどを適切に連携させて利用できる	manabaを用いたファイルの送受、課題の提出などを適切に行える	manabaを用いたファイルの閲覧や課題の提出を行えない。教員の指示に従えていない	

# 適応型学習支援システムの反転授業への導入と評価

加藤巽<sup>\*1</sup>, 上野春毅<sup>\*1</sup>, 吉田史也<sup>\*1</sup>, 塚田尚幸<sup>\*1</sup>, 立野仁<sup>\*2</sup>, 山川広人<sup>\*3</sup>, 深町賢一<sup>\*3</sup>, 小松川浩<sup>\*1</sup>

<sup>\*1</sup> 千歳科学技術大学大学院 光科学研究科

<sup>\*2</sup> 千歳科学技術大学 情報・メディア課

<sup>\*3</sup> 千歳科学技術大学 理工学部

## Application of Adaptive Learning Support System to Flipped Classroom

Tatsumi KATO<sup>\*1</sup>, Haruki UENO<sup>\*2</sup>, Fumiya YOSHIDA<sup>\*2</sup>, Naoyuki TSUKADA<sup>\*2</sup>,  
Hitoshi TATENO<sup>\*3</sup>, Hiroto YAMAKAWA<sup>\*3</sup>, Kenichi FUKAMACHI<sup>\*2</sup>, Hiroshi KOMATSUGAWA<sup>\*1</sup>

<sup>\*1</sup> Graduate School of Photonics Science, Chitose Institute of Science and Technology

<sup>\*2</sup> Information and Media, Chitose Institute of Science and Technology

<sup>\*3</sup> Faculty of Science and Technology, Chitose Institute of Science and Technology

あらまし: 本研究チームでは, 学習者の理解度を項目反応理論を用いて段階的に測定し, 理解度に応じた教材を提示できる適応型学習支援システムの開発を行ってきた. 本研究では, プログラミングを行う反転授業にシステムを導入し, 効果検証を行った. 本稿では, システムで測定される学習者の理解度と, 授業時間外でのeラーニング上の学習行動や実習での成果物との関連性等の調査結果について述べる.

キーワード: 適応型学習支援システム, 反転授業, ブレンディッド学習

### 1. はじめに

本研究チームでは, 学習者の理解度を項目反応理論(以降, IRT) <sup>(1)</sup>を用いて段階的に測定し, 理解度に応じた教材を提示できる適応型学習支援システムの開発を行ってきた<sup>(2)</sup>. 本研究では, 当該システムを活用し, 反復的な知識習得を実現できる反転型の授業設計をプログラミングを行う授業に対して適用して評価を行なった. 評価は, 授業外学修を通じた理解度と授業課題を通じて得られるプログラミングスキル(コンピテンシー)の関係, 学習者の自己評価や中間試験の結果に基づいて行なった.

### 2. 本研究におけるモデルおよびシステム

#### 2.1 授業モデル

本研究で提案する授業モデルは, 予習で知識の習得を前提とし, 授業中は実習形式の課題に取り組む, いわゆる反転授業を基本とする(図1). 本提案の授業設計では, 修得させたいコンピテンシー(到達目標)を授業2~3回分で設定し, それに関わる知識を事前にパッケージ化して学習者に提示することにする. そして,

当該知識群を難易度1~7までの演習問題として整備して, これをIRTで稼働する適応型の演習問題の形で, 学習者が予習として取り組めるようにしている. 問題の難易度は, 1~2程度が全般的な知識(用語)の理解, 3~5が基本的な知識の活用, 6~7が授業の最終課題を取り組むための応用的な知識の活用を想定して設定されている.

学習者は, 授業開始時に毎回CBT(Computer Based Testing)を活用し, 自らの理解度を振り返りながら, 授業課題に取り組むことになる. 一つのコンピテンシーに紐づく授業(例えば3週分)は毎回難易度が上がる構成になっており, これが7段階のCBTの内容に準拠している. 当然のことながら, 毎回行うCBTでは, 学習者の主体的な予習状況に応じて問題が出題される. そこで, 第1回授業開始時にレベル7に到達できた学習者は, 3回分全ての授業課題をおおむねクリアしたことになり, その状況を教室全体で共有することで, 当該学習者の今後の励みになる. 一方, 不幸にも最初のCBTでレベル1を取った学習者(ほぼ予習していない)も, その状況を踏まえた振り返りが可能で, 残り2回

の授業前の予習（徐々に復習に移行）を反復的に行うことができる。

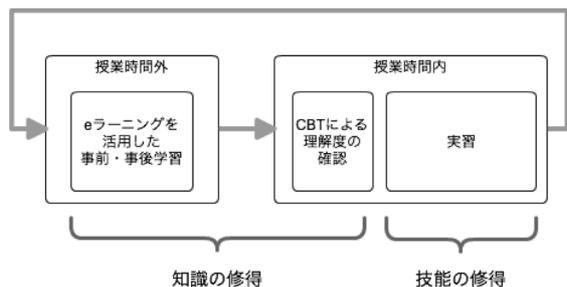


図 1. 本研究における授業モデル

## 2.2 本システムの CBT

IRT に基づき、学習者が解答するごとに学習者の能力（理解度）を $-3 \sim +3$ の能力値として算出し、能力値に応じたレベルの問題を出題する CBT である。本 CBT では、受験者の集団やテストの問題の難易度に依存しない能力の測定が可能である。測定された能力値は 1～7 のレベルに対応させ、学習者に提示する。

## 2.3 知識マップ

学習者が自身の学習状況を確認しながら学習できるユーザインタフェースである（図 2）。体系的が視覚化された知識を選択することにより、その知識に関連する問題を学習することができる。知識マップは学習者の知識ごとの eラーニング上での学習状況や CBT での解答状況等を反映する。過去のテストで誤答した問題を含む知識には、赤いピンを模した印が付与される。この印をもとに、学習者はテストで誤答した問題を復習することができる。

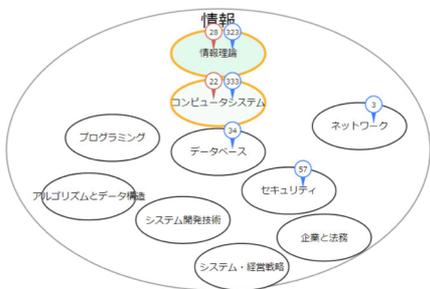


図 2. 知識マップ

## 3. 検証

本研究の実証フィールドは、本学における C 言語の入門内容（変数、配列、関数、ポインタ等）を実習形

式で学ぶ科目『C プログラミング』とした。2016 年度は、通常の予習を伴わない授業形態であり、2017 年度より本研究提案の授業モデルが適用された。

C プログラミングは受講者数が 86 名である。授業では、受講者が予習（レベル別の演習問題を取り組む）を行なっている前提で開始時に CBT を行い、受講者は自身のレベルを確認する。CBT 終了後、教員は受講者全体のレベルの分布を把握し、プログラミングの実習課題を提示する。課題の達成が認められた学生から課題の提出を受領し、受領時刻を控える。各授業の CBT で出題した知識の範囲を表 1 に、各授業で出題した課題の内容を表 2 に示す。

2017 年 5 月 31 日に古典的テスト理論に基づく筆記による中間試験（穴埋め形式の問題：知識理解を確認する試験）を行なった。これは 2016 年度に実施したものと同一であり、今年と昨年の試験結果を比較した。得点の分布のグラフを図 3 に示す。中間試験の受験者数は、2016 年度が 74 人、2017 年度が 75 人となっている。80 点以上の学習者が 2016 年度では 45 人であるのに対して、2017 年度では 60 人となった。また、同様に 70 点未満の人数が 15 人から 4 人に減少していることが確認できた。この結果から、本提案の授業モデルに基づく授業形態を通じて、知識の定着に関する能力が全体的に向上していることが確認できた。

また、本稿では、2017 年 4 月 5 日から 5 月 17 日までの授業における CBT で測定される能力値と、課題の提出時間との関連性を調査した。分析の対象は、CBT の受験および課題の提出の両方を行なった学習者としている。横軸を能力値、縦軸を課題の提出時間としたグラフを図 4 に示し、その相関分析の結果を表 3 に示す。表から、CBT のレベルと課題の提出時間には負の相関があることが分かる。この結果から、CBT の高いレベル（知識の発展的な活用を図るための問題群）を達成している学生は、実際の授業での発展的な課題もつまづくことなく対応できている傾向にあることがわかった。

さらに、本研究では受講している学生のアンケート調査を通じた意識調査を行った。具体的には、5 月 24 日に学習者に対して、システムおよび授業に関するア

ンケートを実施した(n=72)。「CBT で自分のレベルを把握し、知識マップを使って学習することは、プログラミングのスキルの向上に役立つと思いますか?」という質問に対し、88%の肯定的な意見が得られた(図 5)。このことから受講者は本反転授業でプログラミングスキルの向上に実感をもちながら取り組んでいることがわかった。

上記のプログラミング課題の達成と CBT レベルの調査および学生のアンケート調査結果から、本提案の授業モデルの実践を通じて、知識の活用・技能レベルの養成に効果があることが示された。

表 1. 授業ごとのテストの内容

実施日	テストで出題された知識の範囲	出題数
4/5	変数, 条件文, 繰り返し文	12 問
4/12	変数, 条件文, 繰り返し文	12 問
4/19	変数, 条件文, 繰り返し文, 配列	16 問
4/26	変数, 条件文, 繰り返し文, 配列	16 問
5/10	関数	10 問
5/17	関数	10 問

表 2. 授業ごとの課題の内容

実施日	課題の内容
4/5	任意の数値を任意の個数分だけ標準入力し、最大値を求めるプログラムの作成
4/12	任意の数値を任意の個数分だけ標準入力し、最大値と最小値のどちらをを求めるかを問い、表示するプログラムの作成
4/19	じゃんけんを表現したゲームのプログラムの作成
4/26	4/19 に作成した成果物に関する口頭試問
5/10	入力された半径 r から、円周、円の面積を計算する関数を含むプログラムの作成
5/17	任意の数値を任意の個数分だけ標準入力し、合計と平均を計算する関数を含むプログラムの作成

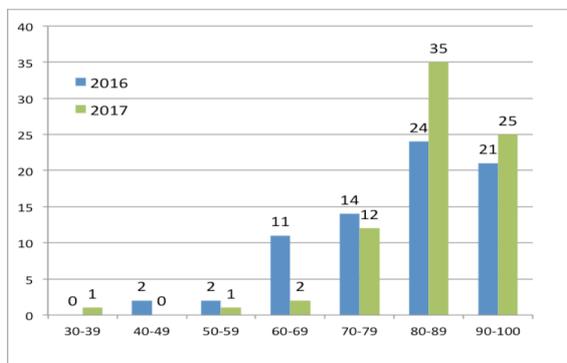


図 3. 中間試験の比較

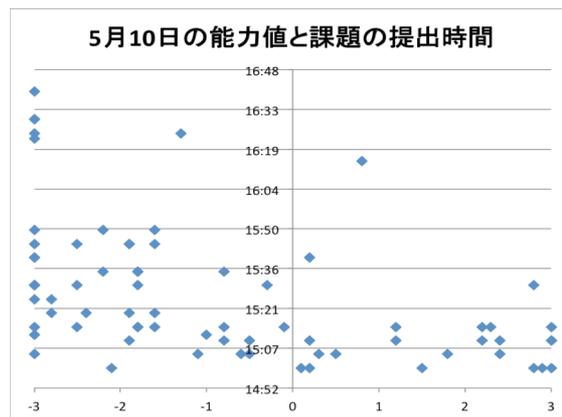
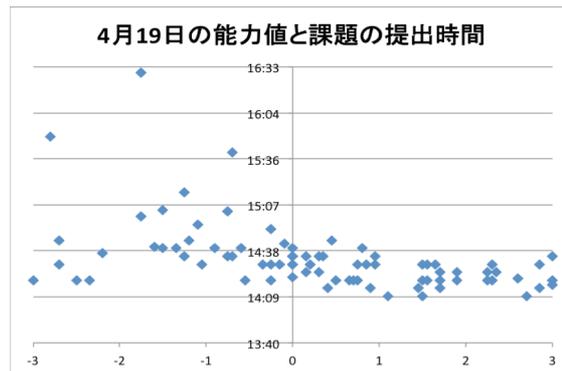
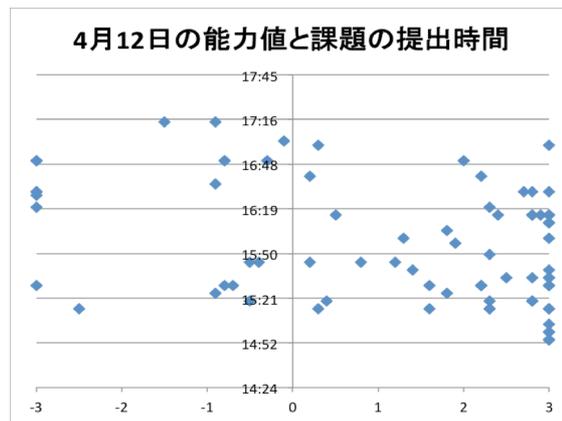


図 4. 能力値と課題の提出時間

表 3. 能力値と課題の提出時間の相関

実施日	相関係数
4/12	-0.348190232
4/19	-0.4854563
5/10	-0.485974831

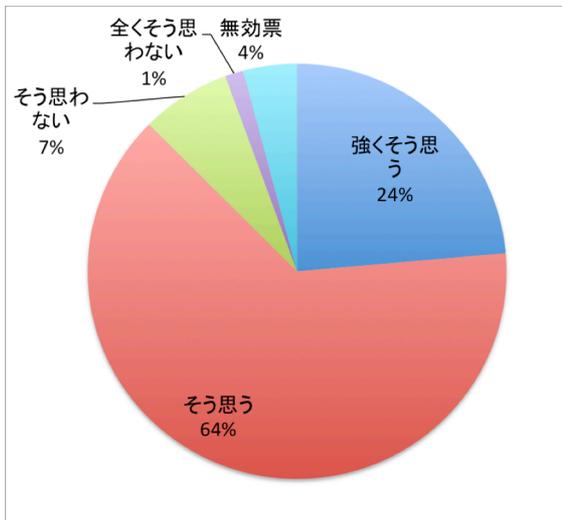


図 5. アンケートの結果

#### 4. おわりに

本研究は、本研究チームで開発した適応型学習支援システムを反転授業に導入し、検証を行なった。その結果、本システムは知識の修得・活用、および技能の養成に効果があることが示された。今後は CBT でのレベルと口頭試問結果の関連性等の観点から、検証データをより詳しく分析する。

本研究は科研（基盤 C：17K00492）の一環で行われている。

#### 参考文献

- (1) 加藤健太郎, 山田剛史, 川端一光: “R による項目反応理論”, オーム社 (2014).
- (2) 上野春毅, 加藤巽, 塚田尚幸, 吉田史也, 立野仁, 山川広人, 小松川浩: “知識マップを介して知識修得を図る学習システムの研究”, 情報処理学会 第 79 回全国大会 (2017).

# 小学校教諭免許取得を目指す学生を対象としたピアノを用いない練習による演奏技術の向上に関する研究 –ICTの有効活用

清水悠花<sup>\*1</sup>, 野崎浩成<sup>\*1</sup>, 梅田恭子<sup>\*1</sup>, 江島徹郎<sup>\*1</sup>

<sup>\*1</sup> 愛知教育大学

## How to Practice Piano without a Piano for University Students Obtaining a License to Teach at Elementary School

Yuuka SHIMIZU<sup>\*1</sup>, Hironari NOZAKI<sup>\*1</sup>, Kyoko UMEDA<sup>\*1</sup>, Tetsuro EJIMA<sup>\*1</sup>

<sup>\*1</sup> Aichi University of Education

The university students have to play the piano to obtain the license for an elementary school teacher. But many students have no piano at home. They will not make progress without a piano. In this study, we would like to show you the effective methods to practice piano using ICT tools such as tablets. Based on these methods, the students can have sufficient piano experience without a piano.

キーワード: ピアノを用いない練習, ICT活用, ピアノ演奏技術向上, 小学校免許取得課程

### 1. はじめに

筆者らの所属する大学（愛知教育大学）では、小学校教諭免許を所得するための必修授業として「音楽科研究」が設けられている。「音楽科研究」の単位を取得するためには、ピアノで10曲程度演奏することが求められる。しかし、小学校教諭免許取得を目指し、「音楽科研究」を受講している学生の中には、ピアノの経験が少ない者や、ピアノの経験が全くない者も多い。そんな学生も単位取得のためにピアノの練習をしなければならない。大学にあるピアノは、数に限りがあるため、十分な練習ができるとは言い難い。そのため、必然的に家庭での練習が必要となってくる。しかし、ピアノの経験がない学生の家庭にはピアノが存在しない可能性が高い。ピアノ初心者には、ピアノ経験者よりも多くの練習が必要であるにも関わらず、家庭での練習機会がピアノ経験者よりも少なくなってしまうことが考えられる。そこで、本研究では、ピアノを用いずにピアノの演奏技術を向上させる方法を考案し、家庭にピアノがない学生も、ピアノがある学生と同じように家庭で練習の機会を持てるような環境づくりを目指すこととした。

音楽の教科書の中で、印刷された鍵盤を目にすることがある。これは、鍵盤の上で指を動かしてピアノの練習をするためのものである。このように、ピアノを用いない練習方法は存在する。しかし、紙鍵盤を用いた練習方法が、すべてのピアノ初心者にとって効果的であるとは考え難い。

そこで、本研究では、ICT機器を用いた練習を行うことで、ピアノ初心者の演奏技術の向上を試みる。ICT機器、特にスマートフォンの普及率は極めて高く、ほぼすべての学生が所有している。ピアノを所有していない学生でも、スマートフォンを用いて練習することができれば、家庭でもピアノの練習をすることができる。もちろん、本物のピアノを用いた練習が最も効果的ではあるのだが、ICT機器、特にスマートフォンを用いた練習で演奏技術を向上させ、紙鍵盤を用いて練習した場合と比較したい。

### 2. 先行研究の概要と本研究の目的

#### 2.1 先行研究の概要

先行研究<sup>[1]</sup>では、保育士・教員養成校の学生を対象に、ピアノを用いない練習でも演奏技術が向上するこ

とを確かめ、それがピアノを用いた練習を行った場合と比較してどれほどの効果があるのかを検証している。この実験におけるピアノを用いない練習とは、机の前に座り、楽譜を見て、頭の中で鍵盤、音をイメージし、指を動かすというものである。その際、声を出すことはできない。この先行研究<sup>[1]</sup>の概要は次の通りである。

被験者については1年間の音楽（ピアノ及び声楽）の授業を修得し、かつ2年次においても音楽の授業を履修中の2年生82名である。全員バイエル教則本の100番程度まで習得しているものとする。

はじめに初見演奏をした後、ピアノを用いた練習、またはピアノを用いない練習を行い、最後にもう一度同じ曲を演奏する。そして、初見演奏と最終演奏を比較し、技術向上の度合いを評価する。

まず、被験者全員の初見演奏を聴き、初見が得意なAグループと初見が苦手なBグループに分ける。そして、それぞれのグループをさらに2つのグループに分ける。2つのグループとは、ピアノを用いて練習した後ピアノを用いずに練習するグループと、ピアノを用いずに練習した後ピアノを用いて練習するグループを指す。つまり、すべての学生が実験を2回通り行うことになる。これは、実験順序により結果に影響が出ることを避けるためである。

評価の方法は、客観的評価と主観的評価の2つである。客観的評価とは、弾き直した回数によるもの、主観的評価とは演奏の全体的な印象等を評価する側の視点から5点満点で点数化したものである。

研究の結果、ピアノを用いない練習でもピアノの演奏技術が向上することが明らかになった。また、ピアノを用いない場合では、ピアノを用いた場合と比較して約6割の技術向上がみられるという結果であった<sup>[1]</sup>。

## 2.2 本研究の目的

上述したように、先行研究<sup>[1]</sup>では、ピアノ経験がある学生を対象に実験を行い、ピアノを用いない練習を行うことにより、ピアノを用いた練習を行った場合と比較して演奏技術が約6割向上するということが明らかになっていた。

そこで、本研究では、被験者をピアノ経験者に限定するのではなく、ピアノ経験の有無にかかわらず、ピアノを用いない練習によって演奏技術を向上させるこ

とができるのかを検証する。また、ピアノを用いない練習によって演奏技術を向上させることができると明らかになった場合、初心者と経験者それぞれにとって、アプリを用いた練習と紙鍵盤を用いた練習ではどちらがピアノを用いた練習に近い効果をもたらすのか検証したい。

先行研究<sup>[1]</sup>におけるピアノを用いない練習とは、机の前に座り、楽譜を見て、頭の中で鍵盤、音をイメージし、指を動かすというものであった。しかし、ピアノ初心者にとって、このような練習方法だけで演奏技術を向上させることは難しいだろう。そこで、今回は紙に印刷した鍵盤を用意することにした。紙の鍵盤があれば、正しい鍵盤の位置を確かめながら指を動かすことができるため、ただ指を動かすだけの練習よりも効果的な練習を行うことができると考える。さらに、本研究では、ICT機器を用いた練習方法も用意する。ICT機器の中でも、特にスマートフォンは、ほとんどの学生が所有しているため、ピアノを用いない練習として、ピアノよりも所持率が高いと考えられるスマートフォンを用いた練習方法を提供したい。そして、ピアノを用いない練習による効果を、ピアノを用いた練習による効果により一層近づけることを本研究の目的とする。

## 3. 小学校教諭免許取得を目指す学生を対象としたピアノを用いない練習による演奏技術向上

### 3.1 対象者

2016年度後期の時点で「音楽科研究」をまだ受講していない学生12名。音楽を専門としていない、社会選修の1年生（7名：女子7名）と数学選修の1年生（5名：男子3名、女子2名）の学生に依頼した。

### 3.2 実施時期

2016年11月21日に事前調査を実施した。2016年12月19日に初等数学の学生5名、12月21日に初等社会の学生7名を対象に実験を行った。

### 3.3 課題内容

#### 3.3.1 事前調査

事前調査では、「事前アンケート」3問と、「ピアノ

に関する問題」8問を行った。

最初に、「事前アンケート」では、「ピアノを習っていたことがあるか」、「いつ、どのくらいの期間習っていたか」、「ピアノ以外の楽器の経験があるか」など、対象者のこれまでの音楽経験について尋ねた。

次に、「ピアノに関する問題」では、音楽の知識を問い、対象者をレベル0からレベル3の4段階に分類した。その4段階のレベルは、次の通りである(図1)。

- ・レベル1: 楽譜を見て、音の名前がわかるか  
(楽譜と音名を一致させることができるかを確かめる) =>わからない場合はレベル0
- ・レベル2: 楽譜を見て、鍵盤の位置がわかるか  
(楽譜から音名わかり、その音と鍵盤を一致させることができるかを確かめる)
- ・レベル3: 曲の楽譜を見て、曲名がわかるか  
(楽譜から音名がわかり、その音を頭の中でイメージすることができるかを確かめる)

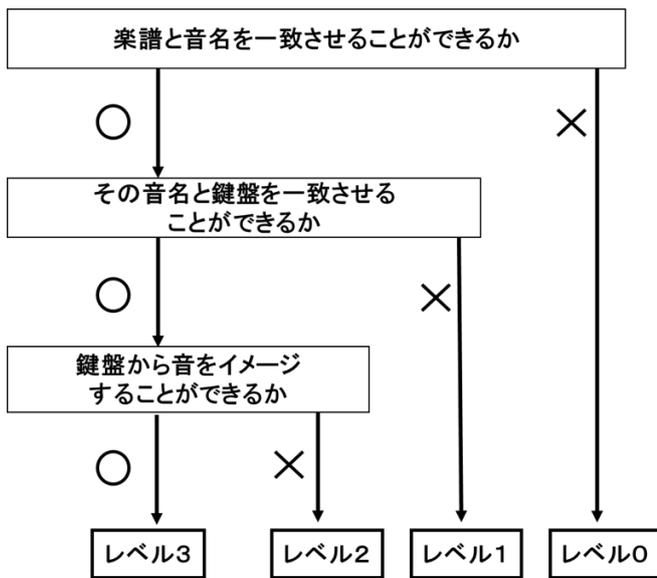


図1 事前調査によるレベル分け

### 3.3.2 課題曲<sup>[2]</sup>

1990年7月クレヨンハウス発行の「絵本 SONG BOOK 世界中のこどもたちが」より「世界中のこどもたちが」9小節を課題曲とした。

### 3.3.3 使用したアプリケーション

「リアルピアノ」を用いた。このアプリを用いた理由は、以下のような特徴を持つからである。

- ・完全88鍵キーボード
- ・8種類のキーボード楽器音 (Piano, Grand Piano, Pipe Organ, Harpsichord, Accordion, Electric

Guitar, Harp, Cello Pizzicato)

- ・1段または2段のスクロール可能なキーボード
- ・録音した曲を再生可能(弾くべき鍵盤の色が変わる)

### 3.4 実施方法・手順

2016年11月21日に事前調査を実施した。事前調査では、3段階のレベルに分けた音楽に関する質問を設け、結果をもとに対象者のピアノレベルをレベル0～レベル3の4段階に分類した。12名の結果を見ると、レベル3に分類された学生が9名、レベル2に分類された学生が3名であった。

2016年12月19日に初等数学の学生5名を対象とした実験を行った。3.3.2で述べた課題曲「世界中のこどもたちが」の楽譜を配付し、一度模範演奏を聴いた後、電子ピアノで初見演奏を行う。初見演奏は、後に評価を行うため、対象者の許可をとった上で、ビデオで撮影する。その後、ピアノグループ、アプリグループ、紙鍵盤グループの3つのグループに分かれて15分間練習し、最後にもう一度電子ピアノで演奏をする。その際も、初見演奏の時と同じように、後に評価を行うため、ビデオで撮影する。

2016年12月21日には、初等社会の学生7名を対象に同様の実験を行った。なお、それぞれのグループでピアノに関する知識のレベルをそろえるため、事前調査でレベル2まで正解した学生3名はそれぞれ3つのグループに振り分けた。また、3つのグループの詳細な内容については、以下で述べる。

#### ・ピアノグループ (4名)

15分間の練習を、電子ピアノを用いて行うグループである。事前に模範演奏を録音したコンピュータを用意しておき、何度でも聴いてよいこととする。

#### ・アプリグループ (4名)

15分間の練習を、スマートフォンのアプリ「リアルピアノ」を用いて行うグループである。アプリには、模範演奏を再生し、演奏と共に弾くべき鍵盤が光る機能がついており、何度でも使用してよいこととする。なお、スマートフォンは筆者が用意したものを使用し、アプリは事前にダウンロードしておいた。

#### ・紙鍵盤グループ (4名)

15分間の練習を、紙で印刷された原寸大の紙鍵盤<sup>[3]</sup>を用いて行うグループ。事前に模範演奏を録音したコ

ンピュータを用意しておき、何度でも聴いてよいこととする。

表1 グループごとの特長（電子ピアノと比較した場合の正しいものと正しくないもの）

	電子ピアノ	アプリ	紙鍵盤
鍵盤の大きさ	○	×	○
鍵盤の重さ	○	×	×
音	○	○	×

表1には、グループごとの特長を示した。電子ピアノと比較した場合、アプリグループは、鍵盤の大きさ、鍵盤の重さは異なるが、音は正しく出すことができる。一方、紙鍵盤グループは、電子ピアノと比較した場合、鍵盤の重さは異なり、音も出すことができないが、鍵盤の大きさは正しくなっている。

表1の通り、アプリグループと紙鍵盤グループどちらも、何か1つ電子ピアノと等しい条件が整えられていると言える。この実験で、アプリグループと紙鍵盤グループのどちらが演奏技術をより向上させることができるか明らかになれば、ピアノ練習において音を出すことと鍵盤の大きさではどちらの条件がより必要であるかがわかるだろう。

表2 実験の流れ

	概要
事前調査	「事前アンケート」と「ピアノに関する問題」を実施
楽譜を配付	課題曲の音符を配布
模範演奏を聴く	事前に録音しておいたものをコンピュータで流す
初見演奏をする	電子ピアノを用いて初見演奏を行い、演奏の様子をビデオで撮影する
15分間練習する	3つのグループに分かれ、それぞれの方法で練習する
最終演奏をする	電子ピアノを用いて演奏し、演奏の様子をビデオで撮影する
評価	初見演奏、最終演奏それぞれを撮影したビデオをもとに、2つの方法で評価を行う

表2には、実験の流れを示した。本研究におけるピアノとは、すべて電子ピアノを指すものとする。また、15分間の練習の際には、それぞれのグループごとにまとめ、他のグループとの関わりをできるだけ減らせるように練習場所を分けた。

### 3.4.1 評価方法

初見演奏と最終演奏の評価には、「ミスタッチ率」と「演奏評価」を用いる。その詳細は、次の通りである。

「ミスタッチ率」については、各学生が演奏している様子を録画したビデオを評価者が試聴し、学生ごとにミスタッチの割合を集計した。また、学生の中にはミスタッチをする度に弾き直す者もいたため、ミスタッチ数ではなく、演奏した音の数に対するミスタッチ

の割合を示すミスタッチ率を用いることとした。これは、先行研究<sup>[1]</sup>における客観的評価に値する。

「演奏評価」については、各学生が演奏している様子を録画したビデオを評価者が試聴し、演奏全体の印象を8点満点で評価した。これは、先行研究<sup>[1]</sup>における主観的評価に値する。先行研究<sup>[1]</sup>では、主観的評価を5点満点で行っていた。しかし、今回の実験の被験者の中には経験者と初心者が混在しており、演奏の印象を5段階で評価することは難しいと判断した。そこで、より正確に評価を行うことができるよう、表3に示した4項目について3段階で評価を行い、8点満点とした。8点満点の内訳については、表3に示した通りである。それぞれの項目について、3段階（できていない・ややできている・できている）で評価する。そして、「できていない」を0点、「ややできている」を1点、「できている」を2点に換算し、合計8点満点となる。また、この実験における評価者とは筆者を指すものとする。なお、筆者（評価者）のピアノ経験年数は15年で、評価者として適切であると考えられる。

表3 演奏評価の項目

項目	できていない	ややできている	できている
音の正確さ・明確さ	0	1	2
音の響きと美しさ	0	1	2
拍子とリズム・拍節感	0	1	2
自発的に音楽を楽しんでいるかどうか	0	1	2

ピアノコンクールで審査員が評価する項目の例<sup>[4]</sup>では、(1) 音の正確さ・明確さ、(2) 音・響きの美しさ、(3) 拍子とリズム・拍節感、(4) テンポの選び方、(5) メロディと伴奏のバランス、(6) 暗譜の精度、(7) ダイナミック、(8) 四期それぞれのスタイルを適切に表現する力、(9) 音楽の構成力、(10) ペダリング、(11) 自発的に音楽を楽しんでいるかどうか、(12) ステージマナーなどがあるが、本研究では、これらの項目の中から、(1) 音の正確さ・明確さ (2) 音の響きと美しさ (3) 拍子とリズム・拍節感 (11) 自発的に音楽を楽しんでいるかどうかの4項目（表3）に着目することとした。

## 4. 結果と考察

表4は、事前調査の結果についてまとめたものである。ピアノ経験、他楽器の経験の項目では、○は経験

有, ×は経験無を表すものとする. 他楽器の経験についての項目で, 「リコーダー」と回答したものが3名いたが, リコーダーはすべての学生が学校の授業で経験するものであるため, 他楽器の経験無とみなした. レベル1~レベル3の項目では, ○は正解を, ×は不正解を表すものとする. 表4より, ピアノ経験がない学生はC, H, Lの3人であることがわかる. また, レベル3が不正解, つまりレベル2に分類される学生はD, H, Lの3人であることがわかる. よって, ピアノ経験がなく, レベル2に分類される学生はH, Lの2人ということになる. 表5に, 実験の結果を示す.

表4 事前調査の結果

	ピアノ経験	期間	他楽器の経験	レベル1	レベル2	レベル3
A	○	3年	×	○	○	○
B	○	6年	×	○	○	○
C	×	/	×	○	○	○
D	○	2年	○	○	○	×
E	○	4年	×	○	○	○
F	○	8年	○	○	○	○
G	○	7年	○	○	○	○
H	×	/	×	○	○	×
I	○	3年	×	○	○	○
J	○	7年	×	○	○	○
K	○	6年	○	○	○	○
L	×	/	×	○	○	×

表5 初見・最終演奏の評価結果

	事前調査	初見:ミス タッチ率	初見:演奏 評価	最終:ミス タッチ率	最終: 演奏評価	
ピアノ グループ	A	レベル3	23%	3点	0%	7点
	B	レベル3	8.4%	4点	0%	8点
	C	レベル3	30%	1点	2.4%	7点
	D	レベル2	12.3%	2点	2.17%	6点
アプリ グループ	E	レベル3	12.5%	3点	4.5%	7点
	F	レベル3	0%	7点	0%	8点
	G	レベル3	7.14%	5点	2.5%	8点
	H	レベル2	15.6%	1点	3%	4点
紙鍵盤 グループ	I	レベル3	8.9%	4点	0%	7点
	J	レベル3	10.7%	3点	0%	6点
	K	レベル3	2.5%	6点	0%	7点
	L	レベル2	20.6%	1点	9%	3点

※初見:初見演奏, 最終:最終演奏

表6 実験による評価得点の伸び率

	ミスタッチ率	弾き直した回数	演奏評価	
ピアノ グループ	A	-23%	-2回	+4点
	B	-4%	-3回	+4点
	C	-27.6%	-9回	+6点
	D	-10.13%	-15回	+4点
アプリ グループ	E	-8%	-2回	+4点
	F	/	/	+1点
	G	-4.64%	-1回	+3点
	H	-12.6%	-13回	+3点
紙鍵盤 グループ	I	-8.9%	-4回	+3点
	J	-10.7%	-4回	+3点
	K	-2.5%	-1回	+1点
	L	-11.6%	-10回	+2点

表6は, 表5の結果をもとに, 初見演奏と最終演奏を比較した場合のミスタッチ率・演奏評価の変化を表

したものである. また, 今回の評価方法には含まれていないが, 初見演奏と最終演奏を比較した場合の「弾き直した回数」の変化も示した. なお, 学生Fについては, 初見演奏・最終演奏ともにミスタッチがなかったため, ミスタッチ率・弾き直した回数の項目は斜線とした.

#### 4.1 実験に関する考察

まずは, 事前調査の結果がレベル2であった学生D, H, Lと, 事前調査の結果はレベル3であったが, ピアノの経験がなく, 初見演奏の際にピアノ演奏技術が著しく乏しいと判断した学生Cに着目してみる. 以下, C, D, H, Lの4名を「初心者」とする. 初心者4名に着目すると, ミスタッチ率, 演奏評価ともに, アプリグループの方が紙鍵盤グループよりも大きく変化していることがわかる. 表5を見ると, アプリグループの学生Hの方が紙鍵盤グループの学生Lよりも最終演奏時のミスタッチ率が低くなっている. また, 演奏評価についても学生Hの方が学生Lよりも最終演奏時の評価が高くなっている. ピアノグループの学生C, Dについては, ミスタッチ率の変化と弾き直した回数の変化の大きさが逆になっている. これは, 初見演奏の際, Cが音を間違えてもそのまま弾き続ける場面があったのに対し, Dは間違えるたびに少し前に戻って弾き直していたことが原因で起こってしまったことである. そのため, Cは, 弾いた音に対するミスタッチの割合が高くなったが, Dはミスタッチの割合が低くなった. しかし, C, Dともに演奏技術は大きく向上しており, Cのミスタッチ率, Dの弾き直した回数が大きく変化した.

今回の課題曲「世界中のこどもたちが」は, ト長調の曲であり, ファの音がすべてシャープになっている. しかし, シャープは各段の冒頭に書かれているだけで, それぞれのファの隣には書かれていない. そのため, 音楽の知識があまりない学生は, ファの音でのミスタッチが圧倒的に多かった. ピアノグループとアプリグループの学生C, D, Hは, 15分間の練習の際にファの音が正しく弾けているか確かめながら弾くことができていた. もしシャープをつけ忘れたとしても, 音を聞いて間違いに気づくことができるからだ. 一方, 紙鍵盤グループの学生Lは, 一音一音慎重に指を動かし

てはいるものの、音を確かめることができないためファのシャープをつけ忘れていても気づくことができなかった。その結果、最終演奏の際もファの音のミスタッチが複数回見られた。

アプリグループの学生 H については、アプリを用いた 15 分間の練習で、ほとんどミスタッチをすることなく弾くことができるようになっていた。しかし、電子ピアノを用いた最終演奏では、練習時よりもミスタッチが多かった。これは、アプリの鍵盤の大きさに慣れてしまったためだと考えられる。

表 7 初心者 4 名の演奏評価

	音の正確さ・明確さ		音の響きと美しさ		拍子とリズム・拍節感		自発的に音楽を楽しんでいるかどうか	
	0	2	0	2	1	1	0	2
<b>C</b>	0	2	0	2	1	1	0	2
<b>D</b>	0	2	1	1	1	1	0	2
<b>H</b>	0	1	0	1	1	1	0	2
<b>L</b>	0	1	0	1	1	1	0	0

左：初見演奏時 右：最終演奏時

表 7 は、ピアノ初心者 4 名の演奏評価についてまとめたものである。アプリグループと紙鍵盤グループで最も評価に差が出た項目は、「自発的に音楽を楽しんでいるかどうか」であった。ピアノグループはもちろん、アプリグループも音を出しながら練習することができていたため、練習の間に自信をつけることができたと考えられる。特に学生 H は、初見演奏時には自信がなさそうに演奏しており弱弱しい印象であった。しかし、練習時には自分の演奏が著しく上達していくことに喜びを感じていた。この結果から、ピアノに馴染みのない初心者がピアノの演奏技術を向上させるためには、「音楽を楽しむ」ということが重要であると考えられる。

ここからは、表 7 で着目した 4 名以外の学生について考察する。

アプリグループは、ファのシャープをつけ忘れずに練習することができたが、電子ピアノよりはるかに小さい鍵盤で練習をしたため、最終演奏ではファ以外の音でのミスタッチが見られた。これは、学生 H と同様であった。アプリグループは、練習の際ミスタッチをせずに何度も弾くことができおり、自信がついていたと考えられる。そして、最終演奏では練習のとおり感覚で弾こうとしたため、電子ピアノではミスタッ

チが多くなってしまったと考えられる。紙鍵盤グループは、ファのシャープさえ見逃さなければ、鍵盤の大きさという点ではアプリグループよりも実際のピアノに近い条件で練習することができた。学生 L 以外の紙鍵盤グループの学生 3 人は、皆ある程度ピアノの経験があったため、紙の鍵盤であってもファのシャープを意識しながら練習することができた。また、自分の出している音が正しいのか自身もてないまま練習をしており、最終演奏でも慎重に演奏したため、ミスタッチを減らすことができたと考えられる。以上のことから、ミスタッチ率に関しては紙鍵盤グループの方がアプリグループよりも高い伸び率を示したと考えられる。また、音を聞きながら練習することができたこと、自信がついたことから、演奏の印象はアプリ群の方が優れていたと考えられる。よって、演奏評価に関してはアプリグループの方が紙鍵盤グループよりも高い伸び率を示したと考えられる。

#### 4.2 実験の問題点

今回の実験には、いくつかの問題点がある。

一つ目は、初見演奏の際、前の人の演奏を聴くことができてしまったことである。初見演奏の順番が遅かった学生は、模範演奏を複数回聴いた時と同じ状態になってしまった。しかし、短い曲であったため、一度聴けば十分頭に入る内容であった。よって、結果に大きな変化を与えるものではなかったと考える。

二つ目は、課題曲を知っている学生がいたことである。知名度がそれほど高くないと思われる曲を選んだが、学生 D, I, K は知っていた。しかし、上記のとおり、模範演奏を一度聴けば十分頭に入る内容であったため、こちらも結果に大きな変化を与えるものではなかったと考える。

三つ目は、ファがシャープになることに気づいていなかった学生が他の学生に教えてもらっていたことである。12月19日の実験では学生 B が、12月21日の実験では学生 A が、最初に初見演奏を行った。そのため、A, B は初見演奏時にファにシャープをつけ忘れるミスタッチが目立った。しかし、A, B はピアノに関する知識があったため、自分で間違いに気づき、修正することができた。ファがシャープになることを知らず、他の学生に教えてもらっていた学生のほとんどはピア

ノ初心者であった。ピアノ初心者は、ファがシャープになると知ったからといって、すべてが正しく弾けるわけではない。また、ピアノ経験者でファのシャープに気づいていなかった学生は、ファのシャープに気づくとすべて正しく弾けるようになっていた。それは知識の問題であって、技術の問題ではないと考える。選曲の際、シャープの問題について考慮するべきであった。

四つ目は、ミスタッチ率の評価方法では全員の技術向上をはかれなかったことである。これまでに述べたとおり、学生 D は音を間違えるたびに少し前から弾き直す癖があった。そのため、弾いた音の数が非常に多くなってしまい、ミスタッチをした音の割合がどんどん下がっていった。「ミスタッチ率」ではなく、「ミスタッチ数」や「弾き直した回数」も集計したが、どちらも対象者の弾き方の癖や特長によって変わってしまうため、正確に評価することが難しかった。初心者と経験者を同じ方法で評価するためには、より多くの学生に依頼し、データを集める必要があった。

#### 4.3 事前調査に関する考察

事前調査に関しても、いくつかの問題点がある。

一つ目は、質問の難易度が低かったことである。今回の事前調査には、ピアノに関する知識のレベルを分類するため、3段階の質問を設けた。しかし、どの質問も難易度が低かったため、ほとんどの学生がレベル3まで達してしまった。

二つ目は、「事前アンケート」と「ピアノに関する問題」を後日回収したことである。その場で書いてもらう時間がとれず、配布した次の日に回収した。調べずに自力で答えるようには伝えてあったが、時間をかければすべて答えることができってしまう内容であった。私自身がその場に同席し、制限時間を決めて答えてもらう必要があったと考える。

以上の2点より、ピアノ経験がないと答えた学生 C も3段階すべての質問に正解することができてしまったため、ピアノを習っていたことはないが、ある程度音楽に関する知識があると判断してしまった。その結果、学生 C について、事前調査で判断したレベルと実際のレベルに大きく差が出てしまった。

#### 4.4 総括的な考察

経験者、初心者ともに、ピアノを用いない練習により演奏技術を向上させることができた。

初心者については、ミスタッチ率、演奏評価ともにアプリグループの方が紙鍵盤グループよりも大きく変化した。

経験者については、ミスタッチ率については紙鍵盤グループが、演奏評価についてはアプリグループがより大きく変化した。

シャープやフラットなど、イレギュラーなものがある場合、初心者はアプリで音を確かめながら練習することでミスタッチを減らすことができると考えられる。一方、経験者は紙の鍵盤であっても音をイメージしたり、常に意識したりしながら練習をすることができるため、大きさが正しい紙鍵盤の方がミスタッチを減らすことができると考えられる。

紙鍵盤で指を動かす練習をしながら、アプリで音を確かめることで、よりピアノを用いた練習の効果に近づけることができると考える。

#### 5. まとめ

愛知教育大学では、小学校教諭免許を取得するための必修授業として、音楽科研究が設けられており、単位取得のためにはピアノの演奏が必須である。本研究は、ピアノ経験の有無にかかわらず、ピアノを用いない練習によって演奏技術を向上させることを目的としたものである。そこで、ピアノを用いない練習の方法として、ピアノよりも保有率が高いと考えられるスマートフォンを用いた練習方法を提案した。ピアノを用いない練習による効果を明らかにすることができれば、ピアノを所有しない学生も、家庭においても質の高い練習の機会を持つことができるようになる。

実験の結果、ミスタッチ率、演奏評価ともに、ピアノを用いない練習を行った学生（アプリグループ、紙鍵盤グループ）に効果が見られた。特に、初心者に着目すると、ミスタッチ率、演奏評価ともに、ピアノグループ、アプリグループ、紙鍵盤グループの順で大きな効果が見られた。このことから、ピアノ初心者にとっては、正しい大きさの鍵盤で練習することよりも、音を確かめながら練習することが重要であると考えら

れる。すなわち、ピアノグループ、アプリグループの学生は練習の際に音が正しいか確かめながら弾くことができたため、鍵盤の押し間違いにすぐに気づくことができる。一方、音を出すことができない紙鍵盤グループの学生は、正しい音が出ているか耳で確かめられないので、鍵盤の押し間違いに気づくのが難しいといえる。

その一方で、ミスタッチ率については、紙鍵盤グループの方がアプリグループよりも大きな効果が見られた。一方、演奏評価については、アプリグループの方が紙鍵盤グループよりも大きな効果が見られた。以上が、初心者についての結果である。

次に、レベル3(ピアノ経験のある学生)の結果は、次の通りである。演奏評価については、アプリグループで紙鍵盤グループより大きな向上が見られた。しかし、ミスタッチ率では、紙鍵盤グループでアプリグループより大きな向上が見られた。これは初心者と異なる結果となった。その理由は次の通りである。すなわち、ピアノ経験者は、音が出ない紙鍵盤で練習した場合でも、実際の音が出る様子を頭でイメージしながら練習できるからであると考えられる。よって、紙鍵盤はアプリよりもピアノに近い条件で練習することができていたと言える。ピアノ経験者であれば、指を動かしながら、頭の中で音をイメージすることができるため、正しい大きさの鍵盤の上で指を動かす練習は効果的であった。

以上の結果より、ピアノ経験の有無にかかわらず、ピアノを用いない練習を行ったとしても、演奏技術が向上することが明らかになった。特に、ピアノ初心者に対しては、指を動かすだけではなく、自分の耳で音を確かめながら練習をすることが効果的であることがわかった。

今回はスマートフォンを用いたが、タブレット等大きな機器を用いることでより効果的な練習ができるのではないかと考える。また、紙鍵盤とアプリを組み合わせることで、ピアノを用いた場合の効果により近づけることができると考えられる。

## 謝辞

本研究の一部は、科学研究費補助金 基盤研究 (B) 課題番号 17H01994, 26282052 の援助を得たことを感謝の意を持って附記します。

## 参考文献

- (1) 戸川晃子：”「ピアノを用いない練習」による演奏表現向上に関する研究”，神戸常盤大学紀要, 8, pp.35-43 (2015)
- (2) 新沢としひこ ほか：“絵本 SONG BOOK 世界中のこどもたちが”，クレヨンハウス, 東京(1990)
- (3) KF STUDIO, “ピアノ鍵盤図 (原寸大)”  
<http://www.kfstudio.net/music/kenban04/>
- (4) PTNA, “ピアノを弾く！聴く！学ぶ！”  
<http://www.piano.or.jp/compe/about/shinsa.html>

# プレゼンテーション改善のための セルフリハーサルにおける客観視促進

稲澤 佳祐\*, 柏原 昭博\*

\* 電気通信大学大学院情報理工学研究科情報学専攻

## Promoting Objective Self-Review for Presentation Rehearsal

Keisuke Inazawa\*, Akihiro Kashihara\*

\* Graduate School of Informatics and Engineering, The University of Electro-Communications

プレゼンテーションのセルフリハーサルでは、通常動画撮影を行うことで詳細な確認が可能である。しかし、記録された自分の容姿や声への違和感から、客観的なレビューが容易ではない。本研究では、プレゼンテーションの客観視を促進するためにプレゼンテーションアバターを設計し、それをを用いたセルフレビュー支援手法を提案する。また、開発したプレゼンテーションアバターシステムがセルフレビューにおける客観視を促すかを検証したケーススタディについても述べる。

キーワード: プレゼンテーション, アバター, セルフレビュー, リハーサル, 客観視

### 1. はじめに

プレゼンテーションは、研究成果を多くの人に印象付け広く周知するために、全ての研究者にとって重要な研究活動であるといえる。一方、プレゼンテーションでは発表時間や聴衆などの制約を踏まえたうえで研究成果を端的に伝えることは容易ではない。そのため、本番のプレゼンテーションまでに、通常リハーサルを繰り返しながら、プレゼンテーションを改善・洗練する必要がある。

プレゼンテーションのリハーサルには、研究メンバーとともにリハーサルと、発表者が単独で行うセルフリハーサルがある。前者では他の研究メンバーから指摘を受けるピアレビュー[1]が行われ、後者では発表者が自分のプレゼンテーションを観察しながら、自ら改善点に気付くセルフレビューが行われる。これらのレビューを通して、発表者は改善点を認識し、プレゼンテーションの修正を進める。本研究では、このうち、セルフレビューに着目している。

通常、セルフリハーサルでは、発表者がPCの画面上にスライドを表示させ、プレゼンテーションを実施しながら確認することが多い。しかしながら、プレゼンテーションの実施と確認が同時に行われるため細部に至る見直しは難しい。それに対し、プレゼンテーションの動画を撮影し、その動画を視聴する方法がある。この方法ではより詳細な確認が可能となるが、自分自身の映像や録音された音声に対し違和感を覚えると考えられる。Holzmanらの研究[2]では、録音された音声と普段聞いている自分の声との差異から、録音された自分の音声に対して違和感を覚えるという実験結果

が報告されている。この実験結果を踏まえると、自分自身の映像に関しても、想定している自分自身の姿と撮影された姿との差異から違和感を覚える可能性がある。セルフレビューでは、第三者の立場から自らのプレゼンテーションを客観視することが重要であるが、レビュー時にこれらの違和感を抱きながら客観視を行うことは容易ではない。

そこで、本稿ではプレゼンテーションの客観視を促進するために、プレゼンテーションを再現あるいは代行するプレゼンテーションアバター（以下P-アバター）と、それをを用いたセルフレビュー支援手法について述べる。また、このP-アバターによってセルフレビューにおける客観視が促進されるかどうかを確かめるために実施したケーススタディについても述べる。ケーススタディの結果、P-アバターを用いたセルフレビューによって改善点が多く得られる傾向を確認した。また、P-アバターによるプレゼンテーションの客観視が促進される可能性が示唆された。

### 2. プレゼンテーションのセルフレビュー

#### 2.1 リハーサルにおけるセルフレビュープロセス

本研究では、本番プレゼンテーションの前に行うリハーサルを、事前プレゼンテーション、レビュー、プレゼンテーションの修正の3つのフェイズからなるサイクルモデルとしてモデル化した。リハーサルモデルを図1に示す。事前プレゼンテーションでは、発表者によってプレゼンテーションが行われる。レビューでは、研究メンバーからプレゼンテーションに対する改善点の指摘を受けるピアレビューや、記録した事前プ

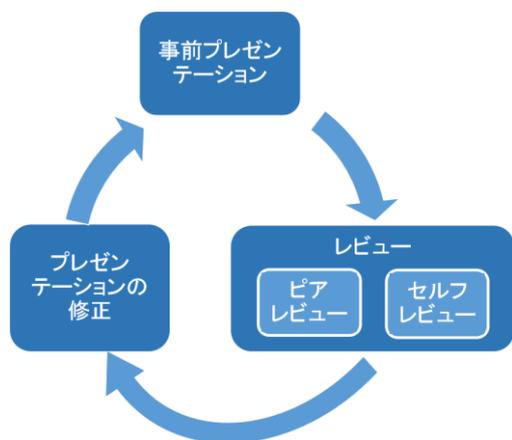


図1 リハーサルモデル

プレゼンテーションをもとに発表者自身が改善点を見出すセルフレビューが行われる。プレゼンテーションの修正では、レビュー結果に基づき、プレゼンテーションの修正を行う。その後、修正されたプレゼンテーションのリハーサルが再度行われる。この一連の手順を踏むことで、プレゼンテーションの改善が期待される。

本研究では、プレゼンテーションのリハーサルにおけるセルフレビューに着目する。セルフレビューでは、主にP-ドキュメント、ノンバーバル行動、オーラルに対してレビューを行う。P-ドキュメントとは、発表時にスクリーンやディスプレイに映し出して用いる資料のことである。ノンバーバル行動とは発表時に行う身体動作や視線、体の向きなどであり、オーラルとは発表時の話し方や口頭説明の内容である。これらに対する改善点は、発表者固有の評価基準によって得られる。

セルフレビューによって得られる具体的な改善点として、P-ドキュメントについては発表内容の過不足、発表内容の表現、コンテンツデザイン、スライドの順番などが挙げられる。ノンバーバル行動については、身振りや手振り、聴衆へのアイコンタクト、動作の癖、スライドへの指さしなどが挙げられる。オーラルでは、重要な語句や文の強調、スライド間を繋ぐ表現、抑揚、間、緩急などが挙げられる。

セルフレビューでは、上記の改善点を第三者から指摘されるのではなく、発表者自身が主体的に気づく。この主体性がセルフレビューの特徴であり、そのレビュー結果が改善に役立つことが大いに期待される。さらに、発表者の都合に合わせて何度でも行えることがセルフレビューの大きな利点でもある。このように、プレゼンテーションを改善するうえでセルフレビューは重要な活動であるといえる[3]。

一方、従来のセルフリハーサルでは、改善点の気づきを得ることが困難である。次節では、セルフリハーサルにおける問題点について述べる。

## 2.2 セルフレビューにおける問題点

通常、セルフリハーサルでは、発表者がPCの画面にスライドを表示させ、プレゼンテーションを実施しながら確認することが多い。しかしながら、プレゼンテーションの実施と確認が同時に行われるため、発表者の負担が大きく細部に至る見直しは難しい。それに対し、プレゼンテーションの動画を撮影し、その動画を視聴する方法がある。この方法では、リハーサルを動画撮影によって記録し、その動画を視聴しながらセルフレビューを行う。この場合、プレゼンテーションとレビューそれぞれに集中できるため、より詳細なレビューが可能となる。しかしながら、動画視聴では、自分自身の映像や録音された音声に対して違和感を覚え、改善点の気づきを得ることが困難である。

Holzmanらの研究[2]では、録音された音声と普段聞いている自分の声との差異から、録音された自分の音声に対して違和感を覚えるという実験結果が報告されている。この実験結果を踏まえると、自分自身の映像に関しても、音声と同様に、想定している自分自身の姿と撮影された姿との差異から違和感を覚える可能性がある。これらの違和感を抱きながら自らのプレゼンテーションを客観的に観察することは容易ではない。このことから、第三者のプレゼンテーションであれば認識できるような改善点を感じない、レビューに十分に集中できない等の問題が発生する。

以上から、プレゼンテーションのセルフレビューを行う際には、他者のプレゼンテーションをレビューするように、第三者的な視点でプレゼンテーションを客観視することが、改善点に対する気づきを得るうえで重要となる。次節では、セルフレビューにおける客観視について説明する。

## 2.3 プレゼンテーションの客観視

図2に、プレゼンテーションのセルフレビューにおける客観視の概念図を示す。レビューでは、ピアレビ

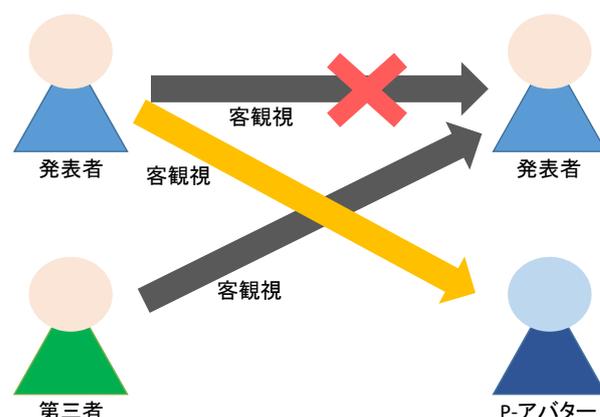


図2 客観視の概念図

ユーのように第三者の視点から客観的に行われることが望まれるが、セルフレビューの場合発表者の主観的な見方を完全に排除するのは難しく、また自らの容姿や声に対する違和感が妨げとなり、客観的なレビューを十分に行うことは困難である。したがって、セルフレビューでも発表者が自らのプレゼンテーションを客観視できるようにすることが必要となる。

そこで、本研究では、図2に示すように、レビュー対象となる発表者自身をP-アバターに置き換えることで、発表者による客観的な視点でのレビューを促進する方法を検討している。

## 2.4 関連研究

本研究を遂行するにあたり、セルフリハーサルを支援した研究を調査した。

関連研究[4]では、発表者に対してプレゼンテーション中やプレゼンテーション後に話速度、声の抑揚、群集とのアイコンタクトの度合い等の評価指標に基づく警告や統計量、グラフを提示することによって、プレゼンテーションの自己トレーニングを支援する手法が提案されている。しかしながら、プレゼンテーションを記録して客観的な視点で観察させるような支援はしていない。また、このシステムによって改善点が得られるのは評価指標の範囲に限られる。

関連研究[5]では、効果的なプレゼンテーションのために必要な、ノンバーバル表現を理解するための支援システムを提案している。このシステムには、プレゼンテーションにおけるプレゼンターの姿勢や言いよどみ、イントネーション、ジェスチャーの検出機能および評価入力機能が備わっている。プレゼンテーション中にはこれらの機能によって検出された結果にもとづき、フィードバックを行い、プレゼンテーション後には、プレゼンテーション全体を記録した動画とともに検出結果を表示する。しかしながら、発表者のプレゼンテーションを記録した動画の提示には、先述した客観視が難しくなるという問題が伴う。

これらを踏まえ、次章より、プレゼンテーションにおけるセルフレビューを支援するために本研究で提案する手法を説明する。

## 3. プレゼンテーションアバターによるセルフレビュー支援

### 3.1 プレゼンテーションアバター

本研究では、プレゼンテーションのセルフレビューにおける客観視を促進するために、P-アバターを設計した。P-アバターとは、発表者のプレゼンテーションを再現または代行するアバターである。発表者は、P-アバターによるプレゼンテーションの再現あるいは代

行を観察することによってセルフレビューを行う。これにより、プレゼンテーションを記録した動画を視聴する際に、自分自身の姿や音声に対して覚える違和感を軽減し、プレゼンテーションの客観視を促進する。本研究では、P-アバターとして、コンピュータ上で動作する仮想キャラクターや、実空間で動作する人型ロボットを想定している。

### 3.2 支援の枠組み

P-アバターを用いたセルフレビュー支援の枠組みについて述べる。P-アバターによるプレゼンテーション支援には再現と代行がある。以下では、P-アバターによるプレゼンテーションの再現と代行について具体的に述べる。

#### 3.2.1 プレゼンテーションの再現

プレゼンテーションの再現では、発表者が事前にプレゼンテーションを行った様子を記録し、その記録にもとづいてP-アバターがプレゼンテーションを再現する。プレゼンテーションの記録は、P-ドキュメントのスライド遷移や発表者のノンバーバル行動、そして同時に音声を録音することによって行われる。この記録をもとに、P-アバターがプレゼンテーション中のノンバーバル行動を再現し、音声はアバターの声質によって再生される。なお、セルフレビューを行う際により多くの改善点が得られるようにするため、P-アバターが発表者によるプレゼンテーション中の言動をできる限り忠実に再現するように設計している。

また、改善点への気づきを促すために、改善点を誇張して再現する誇張再現も考えている。この場合、プレゼンテーションの記録後に改善点の気づきを促す誇張箇所の検出が行われる。誇張箇所には、口頭説明において語句を強調した部分やジェスチャーを行った部分など、発表者がセルフレビュー時に注視すべき点が挙げられる。また、長時間うつむいていた部分や、早口になった部分、P-ドキュメント内で強調していて口頭で強調しなかった部分などの改善すべき点が挙げられる。これらの検出結果にもとづき、P-アバターが検出箇所を誇張してプレゼンテーションを再現する。このように、改善点を大げさに表現することによって、セルフレビュー時に発表者が自らの言動をより省みることが期待される。

#### 3.2.2 プレゼンテーションの代行

プレゼンテーションの代行の目的は、プレゼンテーションの設計を支援することにある。プレゼンテーションの代行では、発表者は事前プレゼンテーションを行う必要はなく、P-ドキュメントやオーラル原稿、ジェスチャーのタイミング情報を事前に準備し、これらの情報にしたがって、P-アバターがプレゼンテーショ

ンを実行する。発表者は、その代行の様子を観察することによって、セルフレビューを行う。

プレゼンテーションの代行はプレゼンテーションの再現と異なり、発表者はオーラル原稿やジェスチャーのタイミング情報を用意しなければならない反面、事前プレゼンテーションを行わずにセルフレビューを実施することができる。

## 4. プレゼンテーションアバターシステム

### 4.1 システムの概要

本研究では、現在のところ、3章で述べた支援のうちプレゼンテーションの再現に注目し、P-アバターとして仮想キャラクターを採用してセルフレビューにおける客観視を促すシステムを開発している。本システムは、ユニティテクノロジーズ社のUnity[6]を用いて、コンピュータ上で動作するアプリケーションとして開発された。また、発表者の手振りを記録するためのモーションキャプチャデバイスとして、Leap Motion社のLeap Motion[7]を使用した。発表者はこのシステムを用いてプレゼンテーションの実施と記録を行う。記録が終了すると、音声を声質変換し、P-アバターによるプレゼンテーションの再現動画が出力される。ここでの声質変換は、フリーウェアの「恋声」[8]を利用した。「恋声」は音声の高低や質を表すフォルマントの値を自在に変更できるソフトウェアである。発表者はその動画を見てプレゼンテーションのセルフレビューを行う。

図3に本システムのユーザインタフェースを示す。図3に示すように、本システムは、P-ドキュメント表示部(①)、プレゼンテーションを再現するP-アバター(②)、操作パネル(③)によって構成されている。

本システムではP-アバターとして、クリプトン・フューチャー・メディア株式会社のキャラクター「初音ミク」[9]の二次創作物を利用した。利用した二次創作物は、Tdaによって作成されたモデルデータ「Tda式初音ミク・アペンド」[10]である。この作品はピアプロ・キャラクター・ライセンス[11]に基づいてクリプトン・フューチャー・メディア株式会社のキャラクター「初音ミク」を描いたものである。また、モデルデータをUnity上で使用するために、MMD4Mecanim[12]を利用した。

### 4.2 システムの利用方法

まず、システムを起動する前に、画像形式のP-ドキュメント、システムの使用に必要なLeap Motion・マイク・キーボードを準備する。システムを起動すると、図3に示す画面が表示される。この画面では、発表者の手振りと言語時の口の動きがP-アバターにリアル

タイムで反映され、発表者はP-アバターの挙動を確認することができる。また、図3の①部にはP-ドキュメントのスライド画像が表示される。スライド画像はカーソルキーによって移動することができる。図3の③部には、「記録」と「指し棒」という2つのチェックボックスが表示されている。「記録」というボックスにチェックを入れると、プレゼンテーションの記録を開始する。「指し棒」というボックスにチェックを入れると、指し棒を表示することができる。発表者はこの指し棒を選択することにより、スライドの広い範囲を指し示すことができる。また、指し棒使用時はP-アバターの右拳の位置が一定の距離以上画面左方向に動くと、P-アバターがスライド方向を向くようになっている。

「記録」ボックスにチェックを入れ、プレゼンテーションの記録が開始されると、発表者がプレゼンテーションにより注力できるようP-アバターは表示されず、スライドと右手の位置を示す緑色のマークのみが表示される。マークは、発表者がスライドを指したい場合に、右手がどの位置でどの方向を指しているのかを把握できるようにするために表示する。ただし、指し棒を選択している場合、マークは表示されず指し棒のみがスライド上に表示される。図4にプレゼンテーション記録時の様子を示す。記録時は従来行われてきたプレゼンテーションのセルフリハーサルのように、



図3 ユーザインタフェース

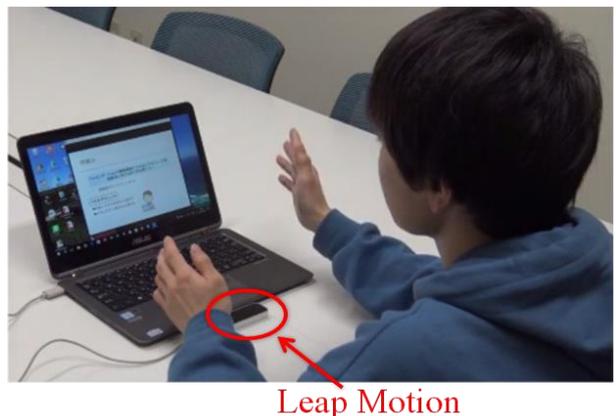


図4 プレゼンテーション記録時の様子

PC 前に座りスライドを表示させた状態でプレゼンテーションを実施できる。このとき、発表者の手振り、音声、スライド遷移情報が記録される。なお、本システムではノンバーバル行動において手振りによるジェスチャーが最も重要であると考えたため、手振りのみの記録としている。「記録」ボックスのチェックを外すと記録が終了する。

記録が終了すると、プレゼンテーション再現動画の出力段階に移り、同時に声質変換を行うためのソフトウェアが起動する。発表者は、声質変換ソフトによって声質変換を行い、声質変換された音声ファイルを出力する。声質変換ソフトのウィンドウを閉じると、システムは初期の画面（図 3）に戻り、P-アバターによるプレゼンテーションの再現動画が出力される。発表者は出力された動画を見て、プレゼンテーションのセルフレビューを行う。

## 5. ケーススタディ

### 5.1 実験計画

本実験では、本研究で開発した P-アバターシステムを用いることによって、研究プレゼンテーションが未熟な研究室学生を対象にセルフレビューにおける客観視が促されるかどうかを確かめるために評価を実施した。

実験は 2 日間に分けて行った。1 日目は、被験者があらかじめ用意した P-ドキュメントを利用してプレゼンテーションの記録を 2 回行ってもらった。最初に動画撮影による記録、その後 P-アバターシステムによる記録という順序で行ってもらった。2 日目は、1 日のインターバルをとった後に、実験 1 日目における二つのプレゼンテーション記録（以下記録動画）を用いてセルフレビューを行ってもらった。また、2 回のセルフレビューの間に 3 時間のインターバルを設定した。セルフレビューでは、スライドが一覧表示された資料を配布し、その資料の対応するスライドに気づいた改善点を箇条書きで記述させた。このとき、注意点としてジェスチャーの記録は手振りのみであること、P-ドキュメントのアニメーションは再生されないことを伝えた。また、指し棒の使用は自由とした。声質変換は、P-アバターが女性の仮想キャラクターであることを考慮し、音声の高さとフォルマントの値を高めることによって行った。それぞれのセルフレビュー後には、セルフレビューに対するアンケートを実施した。また、2 回目のアンケート後には、実験全体についてのアンケートも行った。

被験者は筆者が所属する研究室の大学生及び大学院生 9 名とし、セルフレビューを行う順序によって 2 群に分けた。群 1 に 5 名、群 2 に 4 名を配置した。群

1 は撮影動画、P-アバターの順でセルフレビューを行い、群 2 は群 1 と逆の順でセルフレビューを行った。

以上の手順で実験を行い、被験者が得た改善点の個数と、被験者が感じた改善点の得られやすさ、集中度合、記録動画に対する違和感を調査することによって評価を行った。

なお、プレゼンテーションの動画撮影と P-アバターシステムによる記録とでは、得られる改善点の範囲に差異がある。そのため、撮影動画では得られるが、P-アバターでは得られない改善点が存在した。表 1 に P-アバターの再現範囲を示す。

## 5.2 結果

### (1) 改善点の個数結果

セルフレビュー時に被験者が書いた改善点のメモから、改善点の個数を集計した。表 2 に被験者ごとのセルフレビューによって得られた改善数を示す。表 4 において、撮影動画によって得られた改善数と P-アバターによって得られた改善数を比較して、値が大きい方を橙色、小さい方を青色、値が等しい場合は緑色で表示している。

ただし、上記の結果における撮影動画によって得られた改善点には、表 1 に示した P-アバターの再現範囲外の改善点も含まれる。さらに、P-アバターによって得られた改善点に、撮影動画では得られない改善点が存在した。そこで、それらの改善点を表 2 の結果から

表 1 プレゼンテーションアバターの再現範囲

改善点の対象	再現範囲
P-ドキュメント	アニメーション再生を含まないスライド表示とスライド移動のタイミング
ノンバーバル行動	発表者の手振り
オーラル	発表者の声質を除く音声

表 2 セルフレビューによって得られた改善数

群	被験者	スライド枚数	撮影動画		P-アバター	
			計	計/スライド	計	計/スライド
群1	A	28	35	1.250	24	0.857
	B	35	37	1.057	28	0.800
	C	40	17	0.425	9	0.225
	D	25	12	0.480	14	0.560
	E	23	18	0.783	17	0.739
群2	F	30	8	0.267	9	0.300
	G	32	6	0.188	12	0.375
	H	40	20	0.500	19	0.475
	I	35	16	0.457	13	0.371
群1の 計/スライド 平均			0.799		0.636	
群2の 計/スライド 平均			0.353		0.380	
全体の 計/スライド 平均			0.601		0.523	

除外し、撮影動画と P-アバターの両方で得られる改善点のみの改善数を表 3 に示す。除外した改善点について、撮影動画によって得られた改善点からは、P-ドキュメントにおけるアニメーションの改善点やそれに関わる手振りやオーラル、また手振り以外のノンバーバル行動を除外した。P-アバターによって得られた改善点からは、P-アバターの操作に関する改善点を除外した。

表 3 より、群 1 では 5 名中 2 名が P-アバターによってより多くの改善点が得られ、1 名は改善数の変化なしという結果となった。群 2 では、4 名の被験者全員が P-アバターによって改善点をより多く得られていた。また、スライド 1 枚あたりの改善数の平均値は、群 1、群 2 のどちらも P-アバターが高い結果となった。

さらに、表 3 の結果から改善点の種類を、P-ドキュメント、ノンバーバル行動、オーラルの 3 つに細分化し、それぞれについて被験者ごとの改善数を表 4 に示す。また、表 4 の結果からスライド 1 枚あたりの改善数の平均を示した結果を表 5 に示す。なお、表 4、表 5 において P-ドキュメント、ノンバーバル行動、オーラルをそれぞれ P、N、O と略記した。これらの結果から、P-ドキュメントとオーラルにおいて多くの被験者が P-アバターによって改善点をより多く得られていることが分かる。また、スライド 1 枚あたりの改善数の平均値は、ノンバーバル行動とオーラルの群 1 のみ P-アバターの方が低い結果となったがその他は全て P-アバターが高い結果となっている。

次に、表 5～表 7 における撮影動画と P-アバターにおけるスライド 1 枚あたりの改善数に対して t 検定を行った。なお、t 検定を行うにあたり、正規化のためにスライド一枚あたりの改善数を以下の式によって対数変換した。

$$\text{Log}_{10}(100 \times \text{計/スライド} + 1)$$

t 検定の結果、P-ドキュメントにおける全体の両条件の差は有意傾向であった。(片側検定:  $t(9) = 0.0675$ ,  $\dagger p < .10$ )

## (2) アンケート結果

表 6 に撮影動画と P-アバターを用いたそれぞれの場合のセルフレビューに関するアンケート結果を示す。ここでは、セルフレビューに撮影動画を用いた場合と P-アバターを用いた場合について、

- 問 1 改善点の得られやすさ
- 問 2 集中できた度合い
- 問 3 違和感を覚えた度合い

を 5 段階で回答するように質問した。また、実験全体

表 3 支援システムの再現範囲を考慮した改善数

群	被験者	スライド枚数	撮影動画		P-アバター	
			計	計/スライド	計	計/スライド
群1	A	28	24	0.857	24	0.857
	B	35	30	0.857	28	0.800
	C	40	13	0.325	9	0.225
	D	25	8	0.320	14	0.560
	E	23	15	0.652	17	0.739
群2	F	30	8	0.267	9	0.300
	G	32	5	0.156	12	0.375
	H	40	17	0.425	18	0.450
	I	35	12	0.343	13	0.371
群1の 計/スライド 平均			0.602		0.636	
群2の 計/スライド 平均			0.298		0.374	
全体の 計/スライド 平均			0.467		0.520	

表 4 細分化した改善数

群	被験者	撮影動画			P-アバター		
		P	N	O	P	N	O
		計	計	計	計	計	計
群1	A	10	4	10	7	6	11
	B	11	7	12	20	0	8
	C	1	0	12	3	0	6
	D	0	0	8	5	0	9
	E	10	1	4	9	3	5
群2	F	1	0	7	3	1	5
	G	0	0	5	1	0	11
	H	3	0	14	1	0	17
	I	4	0	8	5	0	8

表 5 スライド 1 枚あたりの細分化した改善数の平均

	撮影動画			P-アバター		
	P	N	O	P	N	O
	改善数/スライド	改善数/スライド	改善数/スライド	改善数/スライド	改善数/スライド	改善数/スライド
群1平均	0.226	0.077	0.299	0.298	0.069	0.270
群2平均	0.056	0.000	0.242	0.075	0.008	0.291
全体平均	0.150	0.043	0.274	0.199†	0.042	0.279

表 6 セルフレビューについてのアンケート結果

被験者	撮影動画			P-アバター		
	問1	問2	問3	問1	問2	問3
A	4	4	4	5	4	1
B	5	3	4	4	4	2
C	2	2	5	4	3	1
D	3	2	4	4	5	1
E	4	4	4	4	2	1
F	4	4	3	5	4	2
G	4	4	4	4	4	2
H	3	3	5	3	4	3
I	4	1	4	4	2	1
平均	3.67	3.00	4.11	4.11	3.56	1.56**

についてのアンケート結果を表 7 に示す。

表 6 の両条件の結果を比べると、改善点の得られやすさと集中度合のどちらも P-アバターを用いた場合の方が高い結果となっていることが分かる。また、セルフレビュー時に抱く違和感は撮影動画を用いた場合の方が大きいという結果となった。実験全体のアンケートの間 1～問 3 についても、改善点を得られやすく、より集中できたのは P-アバターと回答した被験者が多く、被験者全員が違和感を覚えたのは撮影動画と回答している。

次に、表 6 で得られたアンケート結果に対してサイン検定を行った結果、問 3 の両条件の差は 1%水準で有意であった。(片側検定： $p=0.0020$ ，\*\*  $p<.01$ ) また、表 7 で得られた結果に対して 1×2 直接確率計算(正確二項検定)を行った結果、問 2 の両条件の差は有意傾向であった。(片側検定： $p=0.0898$ ，†  $p<.10$ ) また、問 3 の結果は 1%水準で有意であった。(片側検定： $p=0.0020$ ，\*\* $p<.01$ )

### 5.3 考察

表 3 から、改善点の個数に変化がなかった 1 名を除き、7 割以上の被験者が P-アバターを用いた方が改善点をより多く得られたことが確認できる。特に、表 4 に対する検定結果から、P-ドキュメントの改善点を多く得られていることが分かる。アンケート結果では、表 6 に対する検定結果から、撮影動画に対する違和感は大きく、P-アバターに対する違和感は小さいことが分かる。また、表 7 に対する検定結果から、P-アバターの方がよりセルフレビューに集中でき、より違和感がないことが分かる。このように、P-アバターが特に違和感の軽減に有効であったことがうかがえる。これらのことから、P-アバターを用いた方が、撮影動画を用いたときに比べ、プレゼンテーションの客観視を促進する可能性があると言える。

今回のケーススタディでは、プレゼンテーションの記録を、動画撮影の後に P-アバターシステムによる記録という順序で行った。本来であれば、P-アバターシステムによる記録は、動画撮影時に行ったプレゼンテーションを踏まえて実施されることから、P-アバターによって得られる改善点は減少すると考えられる。これに関して、アンケートで P-アバターシステムによって記録したプレゼンテーションの方が良くなり、レビュー量が減ったという回答や、1 回目のプレゼンテーションの記録を踏まえ 2 回目の記録では直せるところは直したという回答があり、改善点の減少を実感した被験者もいた。しかしながら、P-アバターの利用によって多くの被験者が改善点をより多く得られた結果となっている。また、2 回目のセルフレビューでは、1

表 7 実験全体についてのアンケート結果

アンケート内容	人数	
	問 1. どちらがより改善点を得られやすかったか	撮影動画 3 名
問 2. どちらがより振り返りに集中できたか	撮影動画 2 名	P-アバター 7 名†
問 3. どちらがより違和感を覚えたか.	撮影動画 9 名	P-アバター 0 名**
問 4. システムを用いるうえで不便を感じた点はあったか	ある 7 名	なし 2 名
問 5. 実験全体を通して感じたことや意見	記述項目	

回目のセルフレビューで得た改善点に気づきやすく、より多くの改善点を得られると考えられる。したがって、2 回目のセルフレビューと比べ、1 回目のセルフレビューで得られる改善点は少なくなると考えられる。しかしながら、群 2 は P-アバターによるセルフレビューが 1 回目であったにも関わらず、2 回目と比べ全ての被験者が多くの改善点を得られている。これらを踏まえると、P-アバターが客観視促進に大きく影響したと考えられる。

P-ドキュメントの改善点について、表 4 に対する結果では、群 1 と群 2 を合わせた P-ドキュメントにおけるスライド 1 枚あたりの改善数に有意傾向が見られた。これに関して、アンケートでは 2 名の被験者が P-アバターの方が内容に関する改善点を得られやすいと回答していた。また、3 名の被験者が所作や口調の癖に関する改善点は撮影動画の方が得られやすいのではないかと回答していた。このように、P-アバターを用いたセルフレビューでは、自分自身の姿や録音された音声に対する違和感が軽減されることに加え、細かい癖が気にならないため、プレゼンテーションの内容により注目することができたのではないかと考えられる。

一方、ノンバーバル行動とオーラルの改善点に有意差は見られなかった。ノンバーバル行動に関しては、P-アバターシステムによる記録では Leap Motion の使用が手振りを誘発させ、プレゼンテーションで適当な手振りを行えたという可能性がある。また、5 名の被験者が手振りの改善点を一つも挙げていなかったため、効果的な手振りを十分に行えていた、あるいは改善点として手振りを重視していなかったということが考えられる。オーラルに関しては、P-アバターによるプレゼンテーション再現動画の音量が小さく、また音質にも問題があったことが原因であると考えられる。

実際に、アンケートでは3名の被験者がこれらのことを指摘していた。

表2の結果では、2名の被験者がP-アバターを用いたセルフレビューで得られた改善点が少ないという結果となっている。そこで、2名の被験者の改善点を調べたところ、2名ともP-ドキュメントの改善点はP-アバターの方が多く得られていたが、ノンバーバル行動とオーラルでは少なくなっていた。この原因として、上記のノンバーバル行動とオーラルに関するシステムの問題点が考えられる。また、アンケートでは、1名が撮影動画の方が所作や口調についての改善点を見つけることができたと回答していた。また、もう1名はプレゼンテーションの記録順序から、P-アバターシステムによって記録したプレゼンテーションの方が良くなったためレビュー量が減少したと回答していた。そのため、システムの問題点に加え、プレゼンテーションの記録実施順序による練習効果も原因として考えられる。

実験全体のアンケートの問1または問2の結果では、2名の被験者がどちらも撮影動画と回答し、1名の被験者が問1で撮影動画と回答していた。しかし、これらの3名全員がP-アバターの利用によって改善点をより多く得られていた。この3名は、撮影動画と回答した理由として、音量の小ささや手振りの反映の難しさ、アニメーションが再生されないこと、変換された音声聞きなれないこと、P-アバターの容姿が集中を妨げたことなど、システムの仕様を理由として挙げていた。そのため、P-アバターシステムを洗練させることでこれらの被験者も客観視を実感できるのではないかと考えられる。

今回実施したケーススタディでは、撮影動画では得られるが、P-アバターでは得られない改善点が複数存在した。具体的には、スライドアニメーションおよびそれに関するノンバーバル行動とオーラルのタイミング、あるいは挙動や、手癖や身体の向き、視線、表情といった手振り以外のノンバーバル行動の改善点である。今後、P-アバターシステムをスライドアニメーションの再生や、表情や体全体の動きのモーションキャプチャに対応させることで、撮影動画とP-アバターによって得られる改善点の差を解消することができると考えられる。

## 6. 結論

本稿では、プレゼンテーションの客観視を促進するP-アバターを設計し、それを用いたセルフレビュー支援手法を述べた。ケーススタディから、P-アバターによってセルフレビューにおける客観視を促進できたことが伺えた。

今後の課題は、プレゼンテーション再現システムの洗練、プレゼンテーションの代行や誇張再現を実現するシステムの開発、P-アバターとして人型のロボットを採用したシステムの開発等が挙げられる。

## 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) 岡本竜, 柏原昭博. "リアルタイムなハイパービデオ化によるプレゼンテーション・レビュー支援環境の構築 (新しいインターネット技術の教育環境への利用/一般)" 電子情報通信学会技術研究報告. ET, 教育工学 Vol.106, No.583, pp133-138 (2007).
- (2) Holzman, Philip S., and Clyde Rousey. : "The voice as a percept" Journal of Personality and Social Psychology Vol.4(1), pp79-86 (1966).
- (3) Nancy, D.: "Slide:Ology: The Art and Science of Creating Great Presentations", Oreilly & Associates Inc., USA (2008).
- (4) 栗原一貴, 後藤真孝, 緒方淳, 松坂要佐, 五十嵐健: "プレゼン先生: 音声情報処理と画像情報処理を用いたプレゼンテーションのトレーニングシステム" WISS 第14回インタラクティブシステムとソフトウェアに関するワークショップ, pp.59-64 (2006).
- (5) 趙新博, 由井菌隆也, 宗森純: "ノンバーバル表現に注目したプレゼンテーション支援システムの開発" 研究報告グループウェアとネットワークサービス (GN) 2015(6) pp.1-6 (2015).
- (6) ユニティテクノロジーズ. Unity - Game Engine, <https://unity3d.com/jp/unity>
- (7) Leap Motion, Inc. Leap Motion, <https://www.leapmotion.com>
- (8) 恋声萌. 恋声, [http://www.geocities.jp/moe\\_koigoe/koigoe/koigoe.html](http://www.geocities.jp/moe_koigoe/koigoe/koigoe.html)
- (9) クリプトン・フューチャー・メディア株式会社. VOCALOID2 初音ミク (HATSUNE MIKU) | クリプトン, <http://www.crypton.co.jp/mp/pages/prod/vocaloid/cv01.jsp>
- (10) Tda. Bowl Roll - Tda 式初音ミク・アペンド Ver1.00 - BowlRoll <https://bowlroll.net/file/4576>
- (11) クリプトン・フューチャー・メディア株式会社. piapro(ピアプロ) | キャラクター利用のガイドライン <http://piapro.jp/license/pcl/summary>
- (12) Nora. Stereoarts Homepage, <http://stereoarts.jp/Leap Motion>.