



CIEC

春季カンファレンス論文集 Vol.14

Proceedings of the CIEC Spring Conference2023

開催日：2023年3月11日（土）

会 場：東京理科大学 森戸記念館

CIEC（コンピュータ利用教育学会）研究委員会

CONTENTS

◎論文発表・ショートペーパー発表・U-18 発表プログラム	4
◎速報論文（査読有）	
ハイフレックス型授業用小テスト作成支援ツール	
- 紙ベースの小テストと Google Forms 用小テストを作成可能なツール -	8
熊本高等専門学校熊本キャンパスリベラルアーツ系 松尾かな子 熊本県立大学名誉教授 松野了二	
アバターを使用したオンライン議論に関する一考察	14
茨城大学人文社会科学部現代社会学科 日向寺玲花 茨城大学人文社会科学部現代社会学科 菅谷克行	
大学生の学びにおける動機づけ調整方略とスマホアプリの利用に関する考察	21
茨城大学人文社会科学部現代社会学科 林嵩斗 茨城大学人文社会科学部現代社会学科 菅谷克行	
校内 Fab Lab における自発的な学びを支援するための学習環境の構築	27
東京工業大学 徳竹圭太郎 株式会社 Libry 佐久間大	
データサイエンス教育を用いた SDGs 教育におけるカリキュラムデザインの検討	
- データ分析のフェーズに焦点を当てた領域横断的な授業実践から -	33
聖徳学園中学・高等学校データサイエンス推進室 ドウラゴ英理花	
AI 機械翻訳の英語正課授業への大規模導入とその課題	
- 英語発信力向上のための機械翻訳活用にむけて -	41
立命館大学薬学部 近藤雪絵 立命館大学生命科学部 木村修平 立命館大学言語教育センター 坂場大道 立命館大学言語教育センター 豊島知穂 立命館大学言語教育センター 中南美穂 立命館大学生命科学部 山下美朋 立命館大学生命科学部 山中司	
オンライン授業見学ネットワーク構築の試み - ポストコロナ時代の大学横断型 FD の可能性 -	45
立命館大学生命科学部 木村修平 立命館大学薬学部 近藤雪絵 金城学院大学国際情報学部 長谷川元洋 大阪工業大学情報科学部 矢野浩二郎 秀明大学看護学部 神崎秀嗣	
リカレント教育促進のための ICT オンライン講座の開発	51
東海大学情報理工学部コンピュータ応用工学科 古性隼都 東海大学情報理工学部コンピュータ応用工学科 桑原健人 東海大学情報理工学部コンピュータ応用工学科 長田龍臣 東海大学情報理工学部コンピュータ応用工学科 浅川毅	
◎資料（査読有）	
ドメイン知識が拓くデータ・サイエンス	57
流通科学大学商学部経営学科 来栖正利 流通科学大学商学部マーケティング学科 綿貫真也	

◎ショートペーパー（査読無）

電子教科書への対応における福島高専1年生における通学時のカバンの重量の実態調査 65
福島工業高等専門学校一般教科情報 布施雅彦

4D ジオラマを用いたまちづくりゲーム開発のPBL 69
立命館大学工学部 笹谷康之
275 研究所 菱川貞義
立命館大学工学部 杉原穂紀
立命館大学工学部 廣本翔太
立命館大学工学部 幅彩水
立命館大学工学部 由井綾音
内外エンジニアリング（株） / 立命館大学工学部 西田隆人

◎U-18（査読無）

二つの文章の類似度スコア計算プログラムの比較検討 - Watson の内部処理の再現 - 76
早稲田大学高等学院 岩村陸・岡田浩毅

高校生は1人1台端末を学習にどう活用し、どのような効果を感じているのか 78
長崎県立長崎南高等学校 栗山真幸・猪村美結・堺あゆみ・森田陽菜実

片頭痛警告システム“Migraine Warning System”の開発 80
東洋大学附属牛久高等学校 藤原豪弓

HMD の利用経験の有無がVR酔いに与える影響 82
東京都立科学技術高等学校 宮尾旺佑・松井桃太・堀蒼天・吉原正太郎

・CIEC 研究委員会 84

プログラム

Zoom開始、接続テスト(9:20~9:40)

開会式
開会挨拶、諸連絡(9:40~9:50)

U-18セッション		頁
三浦靖一 セツション1 徳山工業高等専門学校 座長	<p>■U-18 (9:50~10:05) 二つの文章の類似度スコア計算プログラムの比較検討 - Watsonの内部処理の再現 - 早稲田大学高等学院 岩村陸・岡田浩毅</p>	76
	<p>■U-18 (10:05~10:20) 高校生は1人1台端末を学習にどう活用し、どのような効果を感じているのか 長崎県立長崎南高等学校 栗山真幸・猪村美結・堺あゆみ・森田陽菜実</p>	78
	<p>■U-18 (10:20~10:35) 片頭痛警告システム“Migraine Warning System”の開発 東洋大学附属牛久高等学校 藤原豪弓</p>	80
	<p>■U-18 (10:35~10:50) HMDの利用経験の有無がVR酔いに与える影響 東京都立科学技術高等学校 宮尾旺佑・松井桃太・堀蒼天・吉原正太郎</p>	82

休憩 (10:50~11:00)

セッション2 (ショートペーパー)		
筒井洋一 セツション2 合同会社 座長	<p>■ショートペーパー (11:00~11:15) 電子教科書への対応における福島高専1年生における通学時のカバンの重量の実態調査 福島工業高等専門学校一般教科情報 布施雅彦</p>	65
	<p>■ショートペーパー (11:15~11:30) 4Dジオラマを用いたまちづくりゲーム開発のPBL 立命館大学理工学部 笹谷康之 275研究所 菱川貞義 立命館大学理工学部 杉原穂紀 立命館大学理工学部 廣本翔太 立命館大学理工学部 幅彩水 立命館大学理工学部 由井綾音 内外エンジニアリング(株) / 立命館大学理工学部 西田隆人</p>	69

昼休み (11:30~13:00)

落 合 セ ツ 純 シ ヨ ン 3 座 長 新 潟 大 学 経 営 学 部	セッション3 (一般論文)	
	■速報論文 (13:00~13:20) ハイフレックス型授業用小テスト作成支援ツール - 紙ベースの小テストとGoogle Forms用小テストを作成可能なツール - 熊本高等専門学校熊本キャンパスリベラルアーツ系 松尾かな子 熊本県立大学名誉教授 松野了二	8
	■速報論文 (13:20~13:40) アバターを使用したオンライン議論に関する一考察 茨城大学人文社会科学部現代社会学科 日向寺玲花 茨城大学人文社会科学部現代社会学科 菅谷克行	14
	■速報論文 (13:40~14:00) 大学生の学びにおける動機づけ調整方略とスマホアプリの利用に関する考察 茨城大学人文社会科学部現代社会学科 林嵩斗 茨城大学人文社会科学部現代社会学科 菅谷克行	21
休憩 (14:00~14:15)		
李 セ ツ シ ヨ ン 4 座 長 獨 協 大 学	セッション4 (一般論文)	
	■速報論文 (14:15~14:35) 校内Fab Labにおける自発的な学びを支援するための学習環境の構築 東京工業大学 徳竹圭太郎 株式会社Libry 佐久間大	27
	■速報論文 (14:35~14:55) データサイエンス教育を用いたSDGs教育におけるカリキュラムデザインの検討 - データ分析のフェーズに焦点を当てた領域横断的な授業実践から - 聖徳学園中学・高等学校データサイエンス推進室 ドウラゴ英理花	33
	■速報論文 (14:55~15:15) AI機械翻訳の英語正課授業への大規模導入とその課題 - 英語発信力向上のための機械翻訳活用にむけて - 立命館大学薬学部 近藤雪絵 立命館大学生命科学部 木村修平 立命館大学言語教育センター 坂場大道 立命館大学言語教育センター 豊島知穂 立命館大学言語教育センター 中南美穂 立命館大学生命科学部 山下美朋 立命館大学生命科学部 山中司	41
休憩 (15:15~15:30)		

セッション5（一般論文）		
大岩 幸太郎 （大分大学）	■速報論文（15:30～15:50） オンライン授業見学ネットワーク構築の試み - ポストコロナ時代の大学横断型FDの可能性 - 立命館大学生命科学部 木村修平 立命館大学薬学部 近藤雪絵 金城学院大学国際情報学部 長谷川元洋 大阪工業大学情報科学部 矢野浩二郎 秀明大学看護学部 神崎秀嗣	45
	■速報論文（15:50～16:10） リカレント教育促進のためのICTオンライン講座の開発 東海大学情報理工学部コンピュータ応用工学科 古性隼都 東海大学情報理工学部コンピュータ応用工学科 桑原健人 東海大学情報理工学部コンピュータ応用工学科 長田龍臣 東海大学情報理工学部コンピュータ応用工学科 浅川毅	51
	■資料（16:10～16:30） ドメイン知識が拓くデータ・サイエンス 流通科学大学商学部経営学科 来栖正利 流通科学大学商学部マーケティング学科 綿貫真也	57
休憩（ 16:30～16:40 ）		
閉会式 表彰、閉会挨拶（ 16:40～17:15 ）		

講演論文
(査読有)

ハイフレックス型授業用小テスト作成支援ツール

- 紙ベースの小テストと Google Forms 用小テストを作成可能なツール -

Quiz maker with MS-Word and Google Sheets for HyFlex classes

松尾かな子*1・松野了二*2
kanakom@kumamoto-nct.ac.jp

*1: 熊本高等専門学校熊本キャンパス リベラルアーツ系

*2: 熊本県立大学 名誉教授

抄録

本稿では我々が開発中のハイフレックス型授業用小テスト作成支援ツールについて紹介する。COVID-19以降、対面型とオンライン授業を同時に行うハイフレックス型の授業も多く行われるようになってきた。授業を行うに当たっては単元ごとに小テストを行い、学生の理解度を確認しながら授業を進めていくことが多いが、ハイフレックス型授業の場合には教室用小テストは紙で行い、オンライン用にはオンライン用小テスト作成ツールを利用するなど教員にとっては二重の手間がかかる。本ツールでは、MS-Word上で作成した小テストデータから教室用の紙テストとオンライン用の Google Forms を用いた小テストを作成可能とする。MS-Wordは普段多くの教員が利用しており、また、Google Formsの操作もそれほど難しくないので本ツールを利用すればハイフレックス型授業対応の理解度確認テスト作成の省力化が可能となる。

◎Key Words ハイフレックス型授業, ハイブリッド型授業, 小テスト, 理解度確認テスト

1. はじめに

対面とオンライン授業を同時に行うハイフレックス型¹で授業を行うに当たってそれほど手間をかけずに学生の理解度を把握するにはどうしたらいいか？我々は教員の手間の省力化を目指して本ツールの開発にとりかかった。

学生の理解度確認法のひとつに小テストがある。筆者(松尾)も単元ごとに小テストを行い、その結果をフィードバックしながら授業を進めているが、ハイフレックス型の授業では紙とオンライン用小テストを両方用意しなくてはならず、非常に手間がかかっていた。もちろん、対面型の学生にもオンラインの小テストを受けさせることもできるが、問題点も多い(問題点については3章で述べる)。

本稿で紹介するハイフレックス型授業用小テスト作成支援ツール(以下、本ツールと呼ぶ)は多くの教員が日ごろ使い慣れているMS-Word上でアドインメニューとして提供するテンプレートを用いて問題を作成後、「小テスト」メニューをクリックすれば紙の小テスト問題を作成でき、「Google フォーム」メニューをクリックすれば、Google Forms を利用した小テスト問題を作成できる²。すなわち、同じ問題から対面授業用の紙の小テスト問題とオンライン用小テスト問題を作成できるので教員の手間が省け、ハイフレックス授業の受講者にとっても公平感が得られるのではないかと期待できる。なお、以降は、1) 紙の小テストをPBテスト(Paper Based Test), 2) オンライン用の Google

Forms を利用した小テストをGFテスト(Google Forms Based Test), 3) 両方を指す場合は両テストと呼ぶ。また、それぞれの作成支援ツールを、4) PBテスト作成ツール, 5) GFテスト作成ツール, 両テストに共通なツールを6) 両テスト共通ツールと呼ぶ。

2. ハイフレックス型授業についての調査

ハイフレックス型授業については、はっきりした定義はないが、対面型授業と同じものをオンラインの同期型および非同期型でも受講可能と定義している機関が多い(例えば、参考文献(1)(2)(3))。ハイフレックス型授業の全般的なメリットやデメリットについては本ツールの範囲外なのでここでは触れない。本ツールを開発するに当たっては、ハイフレックス型の授業で行われている学生の理解度確認法について調査した。この調査結果では、理解度の確認にはMoodle, Google Forms, MS Forms などを利用した小テストや課題で確認を行うという報告が多く見られた(例えば、参考文献(4),(5),(6))。また、紙ベースの小テストとオンライン小テストの差異を比較した調査結果では、オンライン小テストの優位な点としては、採点結果の容易さ、採点の即時性、集計の容易さ、不利な点はインフラ、記述問題形式では自動採点ができない、カンニングの心配、等が挙げられている。この結果は、PBテスト、オンラインテストの両方を経験したことのある教員なら肌で感じていたことではないだろうか。なお、カンニングの問題については、ジャンカーは、選択肢を

¹ハイフレックス (HyFlex) はハイブリッドフレキシブル (Hybrid-Flexible) の略語である

²正確には Google Forms 用小テストのデータを作成しクリップボード

にコピーする。このデータを Google Sheets 上のスプレッドシートにペースト後、「Google フォーム作成」メニューをクリックすれば Google Forms を利用した小テストを作成できる。

ランダムにして対策をとっている旨について言及した後、次のように述べている⁶⁾。

そもそもテストの部分がほとんど理解に対する確認のみであるため、支障があるとは考え難い。むしろ、グループでやることにより学生同士が互いの学習を支援することが、一つの勉強法だと考えられ、反対する必要はないであろう。

一方、小川は次のように述べている⁷⁾。

誰がどの問題を割り当てられているか知らされていると、相談できる相手が分かってしまう危険性があり、問題群割り当てのランダム化を行って誰が同じ問題を解いているか分からないようにする配慮が必要になることがある。

我々は、理解度確認に主眼を置いているので、カンニングについてはそれほど神経をとがらせてはいないが、一応選択肢のランダム化は行っている。

3. ハイフレックス型授業用小テスト作成支援ツール開発の経緯

3.1 熊本高専におけるハイフレックス型授業の現状

筆者が勤務する熊本高専では学生に MS365 と Google Suite のアカウントの両方を割り当て、教員はどちらを使ってもよい。筆者は授業の資料等を Google Classroom および Google Drive に置き、遠隔受講者がいる場合は Google Classroom Meet を使っている。ハイフレックス型授業で手間がかかる部分が理解度確認の方法である。それまで、対面授業では我々が開発した PB テスト作成ツールで問題を作成し理解力の確認を行いながら授業を進めていた。ハイフレックス型で授業を行うに当たって試行錯誤した理解度確認法とそれぞれの問題点は以下のとおりである。

1) 対面受講者と同じ PB テストのファイルをオンライン配布し解かせる

この方式では、「スマートフォンで授業に参加しているため、画面サイズが小さく解きづらい」という問題点が指摘された。また、教員側からの問題点は配布のタイミングと提出されたファイルの評価作業にある。学生が提出したファイルを教員がひとつひとつ確認するのは手間を要する作業であった。

2) オンラインテストを作成し、対面受講者と遠隔受講者の双方ともオンラインで解かせる

この方式では対面受講者側に問題点が生じた。教室にはネットワーク環境（学生用の学内 Wi-Fi）はあるが、学校側が貸し出す端末はその都度学生本人からの事前申請が必要であり、手続に時間がかかる。PC 室はあるが、他の授業と重なって使えなかったり、普通のノートを取る授業では PC 室の机では使い勝手が悪かったりして普通の授業では使用していない。したがって、学生個人所有の PC、タブレット、スマートフォン等の端末を使用して

取り組んでもらうことになるが、1) 端末を忘れた学生、2) ログイン操作に時間を要する学生、3) 他のアプリを開いてしまう学生、などが実際におきた問題事例である。

1), 2) の問題とも、ハイフレックス授業についての文献で散見される問題であり、この問題を少しでも軽減化すべく本ツールの開発を開始した。

3.2 MS-Word と Google Forms を採用した理由

MS-Word を採用した理由は簡単で、我々のこれまでの成果物を生かすため、さらには開発に要する時間を短縮するためである。我々のグループは MiWIT⁸⁾

(Microsoft Word Integrated Text Analysis Tools) と呼ぶ語学教員向けの英語教材作成支援ツールを開発してきた。このツールは「読解力教育に必要な一連の作業をすべて MS-Word 上で行えるようにすることで、違和感なく使いこなせるツール開発」を目標に開発を進めたもので、MS-Word 上で教材候補となるテキストをインターネットから収集し、テキスト解析を行い、使用されている単語の難易度別リストを作成したり、リストをもとに小テスト問題を作成したり、また、教科書のように図などを盛り込んだ説明文の章末に小テストを付加した教材を作成したりすることも可能である。

PB テスト作成ツールは、MiWIT から語学教員以外には不要なテキスト解析部を省き、小テスト問題作成機能のみを抽出したものである⁹⁾。今回、新たな機能として GF テスト作成ツールを開発するに当たっては、若干の変更はあったが、ほぼそのまま使えたので開発時間を大幅に短縮できた。

2 章で述べたように、オンライン小テストには Moodle と Google Forms を利用した例が多い。オンライン小テスト作成ツールの開発に当たっては、当初から Moodle は除外した。Moodle は以前から多く使われている優れたツールであるが、運用サーバーを用意する必要があり、だれでも使えるわけではないので除外した³⁾。なお、候補としては MS Forms もあったが、調査した限りでは外部のアプリから直接フォームを作成する方法が見つからなかった。この点、Google Forms では GAS (Google Application Script) を用いて、Google Sheets 上から Google フォームを作成する方法が Web 上で多数報告されており⁴⁾、開発が容易にできそうであったので Google Forms を採用した。

4. ハイフレックス型授業用小テスト作成支援ツールの概要

4.1 両テスト共通ツール

図 1 の①のグループのメニューが両テストに共通のテスト作成用テンプレートメニューで、②のグループがテンプレートから PB テストと GF テストを作成するメニューである。MS-Word のアドインメニューとして組み込んであるので操作に戸惑いはないと思われる。

³⁾除外はしたが、Moodle で使用されている GIFT フォーマット形式のテスト・クイズ問題作成機能を本ツールに付加するのは容易に実現可能である。

⁴⁾「google forms 自動作成」のキーワードで検索すれば多数の記事が表示される。

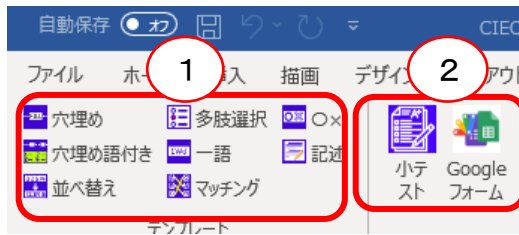


図1 両テスト用ツールのメニュー

現時点では以下の8つの問題形式を用意している。

- ① 穴埋め問題（ひとつの小問に複数の空欄可）
- ② 穴埋め問題（候補語付き。複数の空欄可）
- ③ 並べ替え問題
- ④ 多肢選択問題
- ⑤ 一語問題（ひとつの小問に空欄ひとつ）
- ⑥ マッチング問題
- ⑦ ○×問題
- ⑧ 記述問題

4.2 両テストの作成法

両テスト共通ツールでは、テンプレート方式を採用している。図2に「穴埋め」アイコンをクリックしたときに挿入される穴埋め問題のテンプレートを示す。

穴埋（語無し）
大問はここに入力
小問はここに入力（テーブルの1行に一つの小問。必要なら行を追加してください）

図2 穴埋め問題のテンプレート

どの問題形式のテンプレートも同じで1行目が問題形式、2行目が大問用（主問題）のテキストを書く行、3行目が小問を書く行である。小問は各行1問のみで、複数の小問がある場合はMS-Wordの行挿入機能を用いて挿入すればよい。図2からも分かるようにテンプレートの各行に何を書くべきか表示している。

穴埋（語無し）
[] に囲まれた部分を適切な語で埋めなさい
(1) 穴埋め問題は穴埋めにしたい部分を蛍光色で塗ればよい。
(2) 問題が複数ある場合は行を挿入して作成すればよい。

図3 穴埋め問題データ作成中の画面

図3は穴埋め問題データ作成中の画面である。穴埋めにしたい部分を黄色の蛍光色で塗るか[@穴埋め@]のように[@と@]で囲めば、その部分を穴埋め部とした小テストが作成される。他の形式の問題も同様な作成法としている。ここまでは両テストとも共通の作業であり、作成後に図1の②グループにある「小テスト」アイコンをクリックすればPBテスト、「Google フォーム」アイコンをクリックすればGFテスト作成用のデータが作成される。理想的にはMS-Wordから直

接Google フォームを作成できればよいが、残念ながらGFテストの作成は2パス方式となっており、もうひと手間必要である。5章でPBテストの作成について、6章でGFテスト作成について述べる。

5. PBテストの作成

ここでは、多肢選択問題形式を例に作成されるPBテストについて述べる。他の問題形式については付録を参照して頂きたい。図4に多肢選択問題作成画面と作成された模範解答、および、作成されたPBテストを示す。この図から分かるように蛍光色で塗られた選択肢をシャッフルし問題を作成する（選択肢の順序は毎回変化する）。

多肢選択	解答方式: 語句を記述
多肢選択問題は最初の項目に正答を置き、続けて「/」で区切って誤答を置き、蛍光色で塗ればよい。	
(例) 日本の首都は東京/大阪/京都である。	
(a) 多肢選択問題データ作成	

多肢選択問題は最初の項目に正答を置き、続けて「/」で区切って誤答を置き、蛍光色で塗ればよい。
(例) 日本の首都は[東京]である。
ア)東京 イ)京都 ウ)大阪

(b) 作成された模範解答（教員用）

多肢選択問題は最初の項目に正答を置き、続けて「/」で区切って誤答を置き、蛍光色で塗ればよい。
(例) 日本の首都は[]である。
ア)東京 イ)京都 ウ)大阪

(c) 作成されたPBテスト（学生用）

図4 作成された模範解答とPBテスト

6. GFテストの作成

GFテストの作成法は2パス方式となっている。1パス目は、4.2節で記述した「Google Form」アイコンをクリックするところまでである。2パス目は、Google Sheetを起動後、1) マウスクリック（新規シート挿入）、2) クリップボードからのペースト実行、3) マウスクリック（GFテスト作成）の3ステップを行えばGFテストを作成できる。図5に図4(a)のデータから最終的に作成されたGFテストのスクリーンショットを示す。図に示すように多肢選択問題はラジオボタン形式とした。

6.1 GFテスト用データの作成（1パス目）

上述したように、テンプレートを利用して問題データ作成後、図1の②「Google フォーム」アイコンをクリックすれば、GFテスト用データが作成されクリップボードにコピーされる。

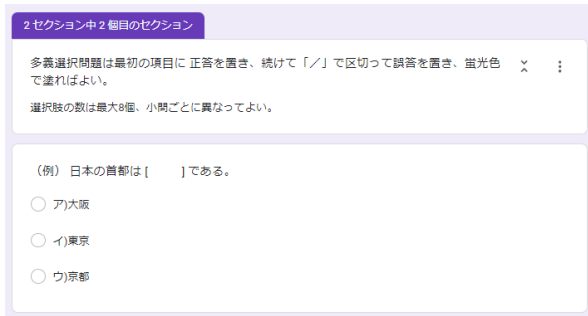


図5 図4(a)のデータから最終的に作成されたGFテスト

6.2 Google Sheets 上での作業 (2 パス目)

Google Sheets 上ではスプレッドシートのデータから Google フォームを作成するアドオンメニューを用いて GF テストを作成する。

図6に Google Sheets 上で作業中の画面を示す。紙面の都合上小さくて読みづらいが、下記に必要な作業を示す。

- 1) 新規シートの追加 (1 ステップ目)
図6, ①の問題シート追加ボタンをクリックすると作業用の問題シートが追加される。必要ならテストの名称と説明を入力後追加ボタンを押せばよい。
- 2) 情報表示領域
図6, ②は情報表示領域である。①でテストの名称を指定した場合は、その情報、指定していなければデフォルトの小テスト名称が表示され、その下のセルには、Google フォーム作成中の進行状況、作成が終了すると作成された Google フォームの URL が表示される。この URL をクリックすると作成された GF テストの作業画面が表示される。

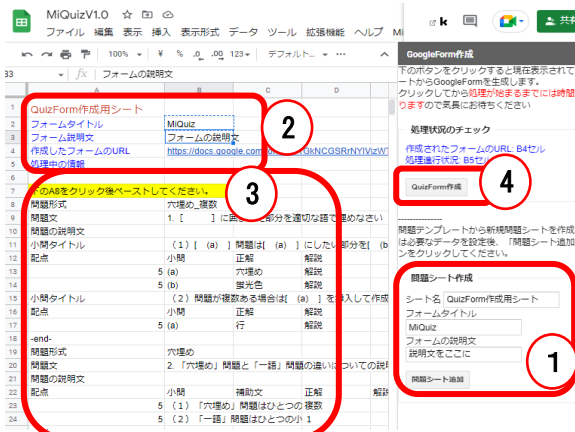


図6 Google スプレッドシート上での作業

- 3) クリップボードからペースト (2 ステップ目)
図6, ③は GF テスト用のデータ入力領域である。クリップボードには Google Forms 用のデータがコピーされている。図6の③はクリップボードから Google スプレッドシートにペーストした後の画面である。セルの A8 をクリック後、ペー

ストすればよい。

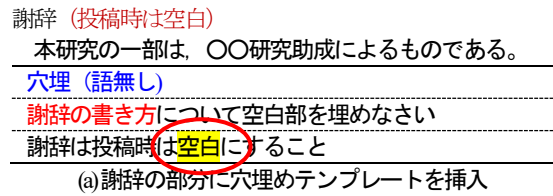
- 4) GF テスト作成 (3 ステップ目)
図6, ④の「GoogleForm 作成」ボタンをクリックすれば、GF テストの作成が開始される。

7. PB テスト作成機能と GF テスト作成機能の違い

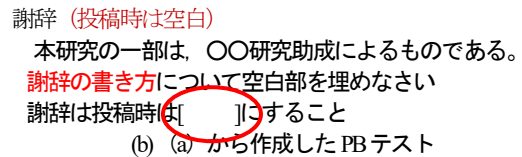
GF テストは紙ベースの小テストのサブセットとなっている。これまでに述べた形式の小テストについては共通であるが、PB テストでは MS-Word で作成する文書の途中に小テストを組み込むことが可能であり、図の挿入や文字の飾りつけなども自由である。

図7に CIEC 春季一般論文テンプレートの謝辞の部分に穴埋め問題テンプレートを挿入し、処理した結果を示す。

なお、謝辞の部分だけを抽出しているが、これ以外の部分はももとの文書が形式も含め、そのまま残っている。



(a) 謝辞の部分に穴埋めテンプレートを挿入



(b) (a) から作成した PB テスト

図7 PB テストでは文字飾り等も使用可能な例

この機能により、MS-Word で指導書を作成する際所々に確認用小テストを組み込むことも可能である。

一方、GF テスト作成機能では、問題テンプレート部のみを抽出し、小テストを作成する。したがって、図7の(a)のテンプレート部のみが処理され、残りの部分は無視され図8のようになる。

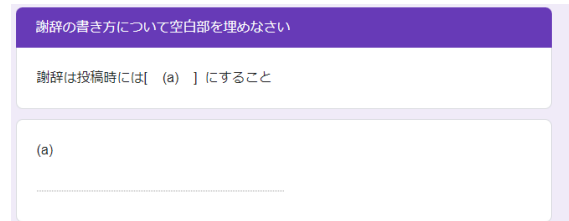


図8 図7(a)から作成した GF テスト

8. 本ツールの開発について

本ツールは、MS Word 上のアドインメニュー開発には Microsoft が提供している Office 用アドイン開発ツールの Visual Studio Tools for Office (VSTO) を用いている。また、「GoogleForm 作成」メニューを含む Google Sheets のアドオンプログラム開発には Google Apps Script (GAS) を用いている。

9. 考察

文部科学省の通達もあり、現在はほぼすべての大学が対面授業を行っているが、将来的には病気や怪我など何らかの事情により登校が叶わない学生に対応するため、また、海外との交流等もありハイブリッド型、ハイフレックス型の授業も増えていくものと推測される。インフラ整備が進み、各教室でも手軽にネットワークを使えるようになれば、恐らく対面授業でもオンラインテストにシフトしていくものと思われるが、当分の間は教室ではスマートフォンや学生が持参した端末等に頼らざるを得ない状況が続くと思われる。

対面授業、オンライン授業にかかわらず、学生の理解度を確認しながら授業を進める必要があり、そのためには小テストは有効な手段である。この点で、本稿で紹介したツールは小テスト作成における時間短縮に有効なツールのひとつである。

なお、今後の課題として、現在次の二つについて検討中である。

- 1) 図を用いた GF テストを作成可能とする
現在のところ PB テストでは問題文中に埋め込まれた図を利用できるが、GF テストでは利用できない。Google Forms 上では図も取り扱えるので近々対応したい。
- 2) MS-Word の必要性について
前述したように、本ツールは開発済みであった PB テスト作成ツールに今回 GF テスト作成機能を追加したものである。小テスト作成という観点からのみ考えると、わざわざ MS-Word を使わなくても、Google Docs と組み合わせる HyFlex 授業対応の小テスト作成ツールを開発したほうがよいかもしれないと考えている。

以上、本ツールは現在のバージョンでも十分有効なツールであるが、まだまだ改良の余地もあり検討を重ね、より使いやすいものにしたい。

謝辞

本研究は JSPS 科研費 JP20K00768 によるものである。

参考文献

- (1) CUNY HyFlex Pilot Information:
<https://www.cuny.edu/academics/faculty-affairs/cuny-innovative-teaching-academy/cuny-hyflex/info/#1630437186000ff8c70a9-6e70>, (2022 年 11 月 3 日閲覧).
- (2) CTL(The Columbia Center for Teaching and Learning):
<https://ctl.columbia.edu/resources-and-technology/teaching-with-technology/teaching-online/hyflex/>, (2022 年 11 月 3 日閲覧).
- (3) HARVARD.EDU:
<https://teach.extension.harvard.edu/blog/software-development-team-spotlight-gabe-abrams-immersive-classroom-hyflex-teaching/>, (2022 年 11 月 3 日閲覧).
- (4) 川木晴美, 上野恭平, 神谷真子: “Web 上の多肢選択課題

を活用したブレンド型講義の学修効果”, 朝日大学一般教育紀要, No.46, pp.39-47(2021).

- (5) 梅田礼子: “Moodle システムを併用した英語授業実践報告”, 和歌山大学クロスカル教育機構研究紀要, 第 3 巻, pp.142-153 (2022).
- (6) ウンサーシュッツ・ジャンカーラ: “反転授業に向けた準備—インターネット上の課題の作成と実用—”, 立正大学心理学研究所紀要 第 17 号, pp.35-41 (2019).
- (7) 小川健: “アンケートフォームを用いたオンラインテストとその特性比較”, 情報科学研究, 42, pp.1-26 (2022).
- (8) Matsuo, K., Tsutsumi, Y., Matsuno: “Development of MS Word Integrated Tools for Creating ESL/EFL Teaching Materials”, 19 Hawaii International Conference of Education, ID# 281, pp.1-9(2019).
- (9) 松尾かな子, 堤豊, 松野了二: “MS Word 上で動作するテスト作成支援機能の開発”, 日本教育工学会, 2022 年春季大会講演論文集, pp.17-18 (2021)

【付録 1】 サンプル問題

(注) 問題テンプレート以外の部分は GF テストでは無視されます	
学籍番号	氏名
穴埋め (語無し)	
1. [] に囲まれた部分を適切な語で埋めなさい	
(1) 穴埋め問題は穴埋めにした部分を蛍光色で塗ればよい。	
(2) 問題が複数ある場合は行を挿入して作成すればよい。	
一語	
2 「穴埋め」問題と「一語」問題の違い	
(1) 「穴埋め」問題はひとつの小問に複数個の穴埋め部が存在してもいい。	
(2) 「一語」問題はひとつの小問に 1 個の穴埋め部だけ許される。	
並べ替え	解答方式: 語句を記述
3. 与えられた語句を使い次の文が正しくなるように [] 内に記入しなさい。	
(1) 並べ替え問題は、コンピュータ/利用/教育/工学会のように並べ替えさせたい語句を「/」で区切り、蛍光色で塗ればよい。	
多肢選択問題は最初の項目に 正答を置き、続けて「/」で区切って誤答を置き、蛍光色で塗ればよい。	
多肢選択	解答方式: 語句を記述
4. 日本の首都を選びなさい。	
(例) 日本の首都は 東京/大阪 /京都 である。	
マッチング問題はペアとなる語句を「.」で区切り、各組み合わせを「/」でつなぎ、蛍光色で塗ればよい。	
マッチング	解答方式: 記号で解答
5. 各国の首都名を選びなさい	
アメリカ, ワシントン/イギリス, ロンドン/フランス, パリ /, モスクワ	
並べ替え	解答方式: 語句を記述
6. 日本語の意味になるように並べ替えなさい	
私は先週東京にいました。	
I/was/in/Tokyo/last/month/	

⁵ 文科省の通達では「面接授業」という用語が使われている。

⁶ 付録 2 の紙ベースの小テスト問題から Google Form テスト問題を手作業で作成するのに筆者 2 名の平均では 25 分要したが、本ツールでは 40 秒弱で作成できた。作成に要する時間は人手による作業は慣れれば

短縮でき、また、本ツールが要した時間はネットワーク環境にも左右されるので参考程度にしかならないが、問題数が多ければ時間短縮にかなり有効であると期待できる。

【付録2】作成されたPBテスト(教員用, 模範解答付き)

※学生用は解答欄(赤字の部分)は空白となる
 ※問題テンプレート部以外はテキストや文字飾りも元のまま

(注) 問題テンプレート以外の部分GFテストでは無視されます

学籍番号 _____ 氏名 _____

1. [] に囲まれた部分を適切な語で埋めなさい
 (1) 穴埋め問題は[穴埋め]にしたい部分を[蛍光色]で塗ればよい。
 (2) 問題が複数ある場合は[行]を挿入して作成すればよい。

2. 「穴埋め」問題と「一語」問題の違い
 (1) 「穴埋め」問題はひとつの小問に[複数]個の穴埋め部が存在してもいい。
 (2) 「一語」問題はひとつの小問に[1]個の穴埋め部だけ許される。

3. 与えられた語句を使い次の文が正しくなるように [] 内に記入しなさい。
 (1) 並べ替え問題は[コンピュータ] [利用] [教育] [工学会] のように並べ替えさせたい語句を「/」で区切り, 蛍光色で塗ればよい。

- ア) コンピュータ イ) 利用 ウ) 教育
 エ) 工学会

多肢選択問題は最初の項目に 正答を置き, 続けて「/」で区切って誤答を置き, 蛍光色で塗ればよい。

4. 日本の首都を選びなさい。
 (例) 日本の首都は [東京] である。
 ア) 東京 イ) 京都 ウ) 大阪

マッチング問題はペアとなる語句を「,」で区切り, 各組み合わせを「/」でつなぎ, 蛍光色で塗ればよい。

5. 各国の首都名を選びなさい
 アメリカ [ウ] イギリス [ア] フランス [イ]
 ア) ロンドン イ) パリ ウ) ワシントン
 エ) モスクワ

6. 日本語の意味になるように並べ替えなさい
 私は先週東京にいました。[I] [was]
 [in] [Tokyo] [last] [month]
 ア) last イ) Tokyo ウ) month エ) in
 オ) was カ) I

【付録3】作成されたGFテスト

※紙面の都合上一部省略

1. [] に囲まれた部分を適切な語で埋めなさい
 (1) 穴埋め問題は [(a)] にしたい部分を [(b)] で塗ればよい。
 (a) 回答を入力
 (b) 回答を入力
 (2) 問題が複数ある場合は [(a)] を挿入して作成すればよい。
 (a) 回答を入力
 戻る 次へ フォームをクリア

2. 「穴埋め」問題と「一語」問題の違い
 (1) 「穴埋め」問題はひとつの小問に [] 個の穴埋め部が存在してもいい。
 回答を入力
 (2) 「一語」問題はひとつの小問に [] 個の穴埋め部だけ許される。
 回答を入力
 戻る 次へ フォームをクリア

3. 与えられた語句を使い次の文が正しくなるように [] 内に記入しなさい。
 (1) 並べ替え問題は, [(A)] [(B)] [(C)] [(D)] のように並べ替えさせたい語句を「/」で区切り, 蛍光色で塗ればよい。
 利用 教育 工学会 コンピュータ
 A ○ ○ ○ ○
 B ○ ○ ○ ○
 C ○ ○ ○ ○
 D ○ ○ ○ ○
 戻る 次へ フォームをクリア

5. 各国の首都名を選びなさい
 アメリカ [], イギリス [], フランス []
 ワシントン ロンドン モスクワ パリ
 アメリカ ○ ○ ○ ○
 イギリス ○ ○ ○ ○
 フランス ○ ○ ○ ○
 戻る 次へ フォームをクリア

(2022年12月3日 受付)
 (2023年1月26日 採録)

アバターを使用したオンライン議論に関する一考察

A study of online discussion using avatars

日向寺 玲花*1・菅谷克行*1

Email: 191120h@vc.ibaraki.ac.jp

*1:茨城大学 人文社会科学部 現代社会学科

抄録

近年、新型コロナウイルス感染拡大の影響等により、オンライン授業を併用している学校が多数ある。オンライン授業に対する問題点として、グループワークや議論のやりにくさやコミュニケーション上の不満等が指摘されている。そこで本研究では、オンライン授業内での議論の場面において、カメラオンによる顔出しへの抵抗感に注目し、議論を行う上でどの程度の非言語情報が伝わっているのが適切なのかを、実験を通じて明らかにすることを目的とした。特に、カメラオン時とアバター使用時とで非言語情報の伝わり方にどのくらい差があるのか、それによるオンライン議論に対する参加意欲や、緊張度、積極性などに、どのような変化が生じるのかについて考察した。分析の結果、オンライン議論中のカメラオン時とアバター使用時とでは、非言語情報の中でも特に「表情」と「相槌(動き)」の伝わり方に違いが見られ、この2つが大きな役割を持っていることが示唆された。また、発言のしやすさ、緊張度、参加者との心理的距離、集中度の点で、正負両面の影響があることが明らかとなった。

◎Key Words オンライン授業, 議論, 非言語情報, アバター

1. はじめに

新型コロナウイルス感染拡大の影響で、多くの学校でオンライン授業が行われた。2020年5月時点で9割の大学、国立高専などがオンライン授業を実施、その後は徐々にオンライン授業と対面授業を併用する割合が増えていった⁽¹⁾。2022年3月時点では、7割以上の授業を対面としている大学等は95.8%となっており、その割合は前年の2021年と比べても20ポイント以上増加していた⁽²⁾。そして、オンライン授業に対して「質問等双方向のやりとりの機会が少ない」、「グループや教授からのフィードバックなど一方通行ではない双方向のやり取りに関する工夫をしてほしい」といった、人との関わりやコミュニケーションに対する不満を持つ学生が多いことが報告されている⁽³⁾。

近年、オンライン授業に関する研究が多くなされており、特に講師や受講者の顔映像の有無が授業にどんな影響を及ぼしているのかについて注目されている。例えば、Schneiderらの調査結果は、講師の顔の写真や擬人化した顔の写真を表示した授業と何も表示しない授業とでは、受講者の学習成績や意欲に変化があることを示している⁽⁴⁾。

また、近年アバターを用いた研究も増加しており、森田らによると、遠隔講義で講師の映像をARで重畳表示させることで、学習者は講師を身近に感じ、興味や意欲が向上することが報告されている⁽⁵⁾。

また、Yeeらの研究では、自己の身体の見かけの変化が自分自身の態度や行動を変化させる効果(プロテウス効果)があるとされ⁽⁶⁾、小林によると「先生の見目」で最も人気があったのは「アバター」であり、親しみやすさや程よい非言語情報の伝達、存在感や安心感が高く評価されている⁽⁷⁾。

しかしながら、オンライン授業や議論においてカメラオン(顔出し)することに対する抵抗感を表明する学生は少なくなく、その解決方法を探ることが喫緊の課

題だと考えた。

そこで本研究では、近年注目されているVtuberに主に用いられている2Dアバターに着目し、オンライン授業内におけるグループ議論の場面で、(1)ビデオ会議システム上でカメラオン(顔出し)の場合、(2)ビデオ会議システム上で2Dアバターを使用する場合、という2つの状況下での議論を比較することにより、アバターをオンライン授業で使用する最適な条件を明らかにすることを目的とする。特に、非言語情報がどの程度まで伝わっているのが最適なのか、アバターを使用するのに適しているのはどのような特徴を持つ人か、などに注目し考察する。また、カメラオンとアバター使用の双方のメリットを受け入れながら議論に参加できる人も一定数いると推測される。

なお、本研究における「非言語情報」とは、例示動作(傾きなどの身振り)、感情表出動作(表情)、言語調節動作(目配せや相槌)、適応動作(姿勢や動き)と定義し、声色や身体接触などは除いたものとする。

2. オンライン授業内における議論の現状

2.1 調査概要

まず、オンライン授業を受講した経験のある大学生を対象に、オンライン授業内での議論に関するアンケート調査を行った。この調査の目的は、オンライン授業内における議論の現状と、Vtuberの知名度や興味関心を把握することである。

(対象) 大学生 101名

(期間) 2022年1月

(方法) Google Formによるオンライン回答

(質問項目)

- (1) これまでに受講したオンライン授業の形態について(択一式)
- (2) これまでに受講したオンライン授業内で議論をした経験の有無(択一式)

- (3) これまでに受講したオンライン授業内で議論した際の議論形態 (択一式)
- (4) オンライン授業内で議論している時にカメラオン (顔出し) をしているか (択一式)
- (5) オンライン授業内でカメラオン (顔出し) にすることに抵抗感があるか (5 件法)
- (6) オンライン授業の議論のなかで議論がスムーズに進んだ経験の有無 (択一式)
- (7) カメラオン・オフでのオンライン議論の印象 (複数回答可)
- (8) オンライン授業内での議論の満足度評価 (5 件法)
- (9) 学生同士の議論を含んだオンライン議論を今後も行ってほしいか (択一式)
- (10) Vtuber を知っているか (択一式)
- (11) Vtuber に使われている 2D アバターを使用してみたいと思うか (択一式)

2.2 調査の結果

アンケート調査から明らかになったことについて、要点のみを以下にまとめる。

- ・ 回答者全員がオンライン授業内で議論をした経験がある
- ・ オンライン議論での形態はほとんどが「カメラオフ・マイクオン」
- ・ オンライン授業内での議論でのカメラオンに抵抗感を持っている学生は8割超で、理由の多くが「身だしなみを整えるのが面倒」「真正面の顔を長時間見られたくない」
- ・ オンライン議論がスムーズに進む要因は、「進行役がいる」「段取りが決まっている」
- ・ オンライン議論がスムーズに進まない要因は「マイクオフの人がいる」「カメラオフの場合が多く、顔が見えず話し出し (タイミング) が分からない」
- ・ カメラオンのオンライン議論は、積極的に議論に参加しやすく、表情が分かるので安心するがそわそわする
- ・ カメラオフのオンライン議論は表情を気にせず話せる人と表情が分からず不安になる人がいる、カメラオンよりも発言しにくく議論に参加しにくい
- ・ オンライン議論に対する満足度は比較的高く、ディスカッションを伴うオンライン授業に好意的
- ・ 多くの人が Vtuber を知っているが、2D アバターへの興味関心は高くない

3. オンライン上での議論実験

3.1 実験概要

2.の調査から、オンライン授業内での議論ではカメラオン (顔出し) にすることに抵抗感があること、カメラオンで議論をしても表情を気にしすぎてしてしまう場合があること、カメラオフの議論では表情が分からず不安で話し出すタイミングがつかめないことなど、様々な課題が明らかになった。ここでは、その結果をもとに (1) ビデオ会議システム上でカメラオンにして顔を出す場合、(2) ビデオ会議システム上で2D アバターを使用する場合、という2つの状況で、非言語情報が

どの程度まで伝わっているのが議論に最適なのかに注目しながら、アバターをオンライン授業で使用する最適な条件を、実験を通じて明らかにする。

3.2 実験方法

〈目的〉ビデオ会議システム Teams でカメラオンでの議論と2D アバターを使用した議論を比較し、その特徴について考察する

〈対象〉大学生16名 (4人×4グループ)

〈期間〉2022年9月~10月

〈実験内容〉

実験グループを条件によって4つに分けて (表1)、各グループがオンライン議論している様子を観察・録音・録画した。

ビデオ会議システムを使用して、カメラオン/2D アバター使用での議論の観察を行った (図1, 図2)。この実験では、オンライン上の議論において、2D アバターを使用した議論ではどのような影響があるのか、また非言語情報がどの程度伝わっていればよいのかとその役割を考察する。

なお、グループ内で議論するテーマやカメラオン/2D アバターの順番が実験結果に影響を及ぼす可能性を考慮し、それぞれのグループによってテーマやカメラオン/2D アバターの順番を入れ替えた。

実験は各グループ2日に分けて行い、議論終了後には実験後アンケートに回答してもらった。

表1 オンライン議論実験の条件とグループ

条件	グループ A	グループ B	グループ C	グループ D
カメラオン	テーマa	テーマb	テーマb	テーマa
アバター	テーマb	テーマa	テーマa	テーマb
順番※	ア→カ	カ→ア	カ→ア	ア→カ

※順番の「ア」はアバター、「カ」はカメラオンを示す

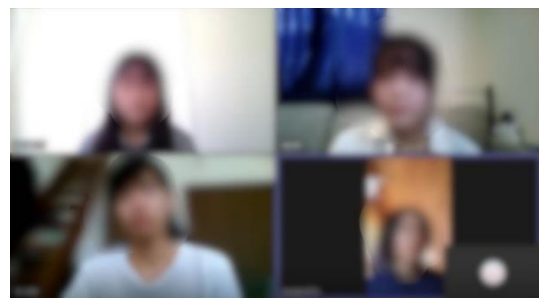


図1 Teams上でカメラオンの状態での議論の様子



図2 Teams上で2Dアバターの状態での議論の様子 ・アバターについて

本実験では「BOOTH」や「Twitter」上で無料販売・配布されている2Dアバターを用いた。2Dアバターは、専用のソフト（FacerigやVTube Studio[®]）とウェブカメラを用いて、ユーザの表情の変化や動作（口の動き/瞬き/首振り/上半身の向きなど）をトラッキングし、モニターに表示されている2Dアバターにそれらを反映させることができる。

このような2Dアバターを議論に使用した理由は、自然な表情変化が可能なこと、可動域が広いこと、多種多様な外見のアバターが選べること、などが挙げられる。

また、2Dアバターを動かすソフトは、対応している2Dアバターが多いこと、無料で2Dアバターを使用できること、動きが滑らかであることなどの理由から「VTube Studio」を採用した。

今回使用した2Dアバターの中には、「手をあげる・振る」や「泣く」、「悩む」といったアニメーションを搭載しているものいくつかあったが、それらは2Dアバターをセットアップする工程とは別に設定をする必要があり、実験参加者に使用を促すことはしなかった。また、実験参加者の性別をあらかじめ聞いておき、その性別に対応する2Dアバターを実験者側が準備した。

・議論のテーマについて

各グループに対し2つの条件で議論を行ってもらうため（表1）、テーマを2つ準備した。その内容は、大学生を対象とする実験であることを考慮し、授業中にも話題が挙がるようなもの、専門知識による差が生じにくいものを選んだ。また、テーマ間で議論の難易度に差が生じないように配慮した。その結果、以下の2つのテーマとなった。

テーマa「様々な事柄がDX化していくことによるメリットとデメリットについて意見交換し、今後DX化を推進していくべきか否か合意形成してください」

課題：議論終了後、議題についての結論を回答してもらう

テーマb「SDGsの取り組みとして興味深いと感じた事例を各人1つずつ発表し、最も良いと思ったものをグループで1つ決めてください」

課題：議論終了後、最も良いと合意した事例を1つ回答してもらう

・議論の制限時間について

実験を開始時に、議論の制限時間は15分であることを伝え、制限時間内にテーマ課題への回答を出すように指示した（議論は15分経過した時点で強制終了とした）。

〈実験手順〉

① 実験内容の説明

実験参加者に対して議論するテーマの説明、条件を説明し、2回の実験を終えた後に実験後アンケートと必要に応じてインタビューを実施することを説明した。議論中は、チャット機能、画面共有機能などは自由に使ってよいという旨を伝えた。議論のテーマについては、テーマaは「DX化」に関するテーマということのみ事

前に伝え、詳細は実験当日に伝えたが、テーマbは事前準備が必要な議題のため、事前に参加者に伝えた。

2Dアバターを使用した実験については、VTube Studioのインストールを事前に依頼した。また、2Dアバターは実験者側で準備したものを事前にセットアップ・動作確認をしてもらった。実験当日には、再度2Dアバターの動作確認を行ってもらい、2Dアバターを立ち上げた際の回線状況の把握等を行った。

実験やインタビューの様子は、実験データとして録画する旨も伝え、すべて了承を得たうえで実験を開始した。

② オンライン議論実験

参加者にはそれぞれ通信環境が整っている異なった場所から、オンライン状態で議論実験に参加してもらった。各議論実験の条件は表1で示したとおりである。

録画の開始・終了は実験者がすべて操作し、議論終了後にテーマ課題に対する回答をしてもらった。

③ 実験後アンケート

15分間のオンライン議論の後、議論のしやすさや議論中に感じたことについて実験後アンケートを行った。

アンケートは質問に対して5段階評価をもらい、「カメラオン/2Dアバター使用のメリットとデメリット」や「カメラオン/2Dアバター使用とどちらが議論しやすかったかの理由」などの項目は自由記述で回答してもらった。

〈実験後アンケート・インタビュー項目〉

- (1) Vtuberへの興味と2Dアバターの使用経験（択一式）
- (2) 議論のしやすさ（択一式）
- (3) 発言のしやすさ（5段階評価）
- (4) 議論への積極性（5段階評価）
- (5) 相手の発言への理解度（5段階評価）
- (6) 参加者との心理的距離感（5段階評価）
- (7) 議論への緊張度（5段階評価）
- (8) 議論への集中度（5段階評価）
- (9) 議論の満足度（5段階評価）
- (10) カメラオン/2Dアバター使用のメリットとデメリット（自由記述）

3.3 実験結果と考察

3.3.1 ビデオ会議システム上のカメラオフ/アバター使用における議論の比較

ここでは、ビデオ会議システム Teams 上で、カメラオフ、2Dアバター使用の状態における議論の比較結果について述べる。

まず、議論中の①発言回数、②発話秒数、③相槌（声）回数、④相槌（動き）回数、⑤沈黙秒数を比較し、発言のしやすさや積極性に差異があったのか否かを考察する。

カメラオン議論と2Dアバター使用の議論における①発言回数と②発話秒数の集計結果を表2と表3に示す。

ここでいう「発話」とは、何らかの意味のある音の連なりを発したときを意味する。音を発した瞬間から終わりまでを1回としてカウントしその秒数も計測した。

表2 発言回数の比較

グループ	A	B	C	D
カメラオン	52	50	25	32
アバター	27	22	65	47
アバタ/カメラ	52%	44%	260%	147%

表3 発言秒数の比較

グループ	A	B	C	D
カメラオン	696	680	622	625
アバター	604	517	655	528
アバタ/カメラ	87%	76%	105%	85%

表2より、グループ毎に発言回数を比較すると、カメラオンで反応回数が多いグループ (A, B) と、2Dアバターで反応回数が多いグループ (C, D) に分かれる結果となった。また表3より、グループ毎に発言秒数を比較すると、3つのグループ (A, B, D) でカメラオンでの発言秒数が多い結果となった。

次に、カメラオンでの議論と2Dアバター使用での議論における③相槌(声)回数と④相槌(動き)回数の集計結果を表4と表5に示す。

ここでいう「相槌(声)」とは、発言者に対して発声による相槌をすることである。回数については、「うんうん」という発声での相槌を例とすると、それをひとまとまりとして1回とカウントする。

また、「相槌(動き)」は発言者に対して特に「頷き」での動作による相槌をすることである。連続して頷いている場合は、動作が始まってから終わるまでを1回とした。

表4 相槌(声)回数の比較

グループ	A	B	C	D
カメラオン	16	21	15	6
アバター	27	19	11	27
アバタ/カメラ	169%	90%	73%	450%

表5 相槌(動き)の回数比較

グループ	A	B	C	D
カメラオン	109	106	21	14
アバター	2	38	35	2
アバタ/カメラ	2%	36%	167%	14%

表4より、グループ毎に相槌(声)の回数を比較すると、カメラオンで相槌(声)の回数が多いグループ (B, C) とアバターで相槌(声)の回数が多いグループ (A, D) に分かれる結果となった。

また表5より、グループ毎に相槌(動き)の回数を比較すると、グループCを除いた3つのグループで、カメラオンの方が相槌(動き)の回数が多い傾向が見られた。

最後に、カメラオンの議論と2Dアバター使用での議論における⑤沈黙秒数の集計結果を表6に示す。

ここでいう「沈黙」とは議論が停滞している際の誰も音声を発していない状況を意味する。

表6 沈黙秒数の比較

グループ	A	B	C	D
カメラオン	24	45	93	95
アバター	53	70	66	100
アバタ/カメラ	221%	156%	71%	105%

表6より、グループ毎に沈黙秒数を比較すると、グループCを除いた3つのグループで、2Dアバター使用時の沈黙秒数の方が多い結果となった。

これら5つの結果について、以下で、実験後アンケート・インタビューの回答を示しながら、その要因を考察する。

(1) Vtuber への興味と2Dアバターの使用経験

実験参加者16人中12人はVtuberに興味がある、4人は興味がないと回答した。また、2Dアバターについては、16人全員が使用経験がないと回答した。2Dアバターは見慣れているが、実際に使ったことがない人が多く、2Dアバターの設定や操作に不慣れな状態での実験となることを考慮し、実験結果に影響するような不具合や問題を最小限にすることに尽力した。

(2) 議論のしやすさ

カメラオンの議論と2Dアバター使用の議論とでどちらのほうが議論しやすかったかを回答してもらったところ、16人中8人は2Dアバター使用時、6人はカメラオン時、2人はどちらも同じくらいという回答であった。

2Dアバター使用時と回答した人の多くは、顔を見せないことへの安心感を挙げていた。一方、カメラオン時と回答した人の多くは顔出しへの抵抗感を述べていたものの、総合的に考えるとカメラオンのほうが議論しやすいと回答していた。これらの理由について以下の設問の結果から考察していく。

(3) 発言のしやすさ

議論中の発言のしやすさについて、16人中5人は2Dアバター使用時、4人はカメラオン時、7人はどちらも同じと回答した。

カメラオン時の発言のしやすさについては「(相手に)聞いてもらえている感じがする」ことが大きな要因であることが明らかになった。これは、表5からも分かる通り「相槌(動き)」が見えることにより、自分の話が相手に聞いてもらえていると実感でき、それが発言のしやすさに繋がっていると考えられる。

2Dアバター使用時の発言のしやすさについては「緊張感が緩和され、気楽に発言することができる」ことが大きな要因となっていることが明らかとなった。その中でも、「男性が苦手な私でも積極的に発言することができた」という回答があった。これは、直に人間と接している感覚が少ない2Dアバターならではのメリットであるのではないかと考えられる。オンラインであっても、他者と顔を合わせてコミュニケーションを取ることに抵抗感がある人や苦手意識を持つ人も一定数存在すると考えられるので、このようなアバターによって、少しでも発言がしやすくなるのであれば大きな支援であると考えている。

(4) 議論への積極性

議論への積極的な参加のしやすさについて、16人中6人が2Dアバター使用時、3人がカメラオン時、7人がどちらも同じという結果となった。

カメラオン時は「見られている緊張感から参加しなければならぬと感じる」ことや、「相槌（動き）」を確認できることが、議論への積極的な参加を促すことが明らかとなった。相手の表情や動きによって、コミュニケーションが活性化されたり、多少の強制力が働いたりして、結果的に議論参加者としての当事者意識が高まったと考えられる。

2Dアバター使用時については「（議論中に）人目を気にせず調べ物ができ、議論が捗った」「相手の反応を気にしすぎないのでリラックスできた」という回答があった。スクリーンに表示されているのは2Dアバターであるので、お互いの顔が見られていない安心感や、緊張感を多少緩めてくれる効果によって、リラックスした議論が展開できたことが、議論への積極性につながったのかもしれない。これもアバター使用に対する一つのメリットであると考えている。

また、「どちらも同じ」と回答した人の中で多かった意見は「どちらも話を聞いてもらえている感じがするから」というものであった。どちらの状況であっても特に気にすることなく、双方のメリットを受け入れながら議論に参加できる人も一定数いるということを示しており、推測どおりの結果であると考えられる。

(5) 相手の発言への理解度

議論中の相手の発言への理解度については、16人中2人はカメラオン時の方が高いと回答し、14人はどちらも同じと回答、2Dアバター使用時の方が高いと回答した人はいなかった。

カメラオン時の方が理解度が高いと回答した人からは「2Dアバターでは誰が話しているのか、慣れないと分からない」といった指摘があった。しかしながら、発言自体の理解度が低下したという意見は見られなかった。そのため、カメラオン時も2Dアバター使用時も、相手の表情や動きを概ね把握することができるという点で、相手の発言意図や発言時の気持ち等を感じ取りやすかったのではないかと考えられる。

(6) 参加者との心理的距離

議論中の他の参加者との心理的距離感について、16人中3人が2Dアバター使用時の方が近く感じると回答し、8人がカメラオン時、5人がどちらも同じという回答であった。

カメラオン時の議論では、多くのグループで、雑談も交えながら笑顔で議論が進む場面が多く見られた一方、アバター使用時の議論では、淡々と議論が進んでいる印象が強い場面が多かった。また、カメラオン時よりもアバター使用時の議論のほうが停滞する場面が多く、沈黙秒数も多い傾向にあった（表5）。これらのことから、カメラオン議論の方が2Dアバター使用議論よりも「その人自身」と会話しているという実感や、そこから生じる安心感が強く、その結果として心理的距離感を近く感じているのではないかと考えられる。

(7) 議論への緊張度

より緊張度が強かった議論について、16人中12人はカメラオン時、4人はどちらも同じと回答し、2Dアバター使用時と回答した人はいなかった。

カメラオン時に強い緊張感を覚えたという回答した人からは「（他者から）見られている感じがする」「（見られている状況から）様々なことに気を遣う」といったコメントが多く見られた。アンケート調査でも、カメラオンによる顔出しへの抵抗感が多くの人を感じていることが明らかとなっていたが、この実験・インタビューにおいても、それが顕著に表れる結果となった。この緊張感について、カメラオン時では5段階評価のうち5を選んでいる人が圧倒的に多かった一方、2Dアバター使用時では、ほとんどの人が5段階評価のうち1~3を選んでいた。このことから、アバターを使用することにより、議論への緊張度が大幅に緩和されている可能性があると考えられる。

(8) 議論への集中度

議論中の集中度について、16人中6人が2Dアバター使用時の方が集中度が高いと回答し、5人がカメラオン時の方、5人はどちらも同じ、という結果となった。この項目では「こちらの方が良い」と言うより、「他方にデメリットを感じたから、こちらの方が良い」というニュアンスでの回答が多かった。

カメラオン時の方と回答した人は「2Dアバターに気を取られてしまう」「雰囲気か掴みづらい」という理由を多く挙げていた。また、2Dアバター使用時の方と回答した人は「自分や相手の顔を気にすることなくできた」「緊張感の緩和が集中力につながった」という理由を多く挙げていた。カメラオン時も2Dアバター使用時も、注意散漫になる要因がいくつかあることが示唆された。

(9) 議論の満足度

16人中3人は2Dアバター使用時の方が満足度が高いと回答し、3人はカメラオン時、10人はどちらも同じ、という結果となった。2Dアバター使用時の方が満足度が高いと回答した人は、実験時の発話量が2Dアバター使用時の方が多く、Vtuberに特段興味を持っている人であった。そのため「2Dアバターを使用する楽しさ」が議論の総合的な満足度につながった可能性が高いと考えている。また、カメラオンは「直接人と話しているという実感がある」「どちらかというところの授業のような気持ちで挑めた」などの理由が、満足度に大きく影響していることが考えられる。

(10) カメラオン/2Dアバター使用のメリットデメリット

・カメラオン（顔出し）への抵抗感

アンケート調査や実験から、カメラオンによる顔出しへの抵抗感を持つ人が多いことが分かった。理由として、真正面の顔を長時間見られることへの嫌悪感、自分や相手の表情を気にしすぎて議論に集中できない、身だしなみを整えるのが億劫、などが多く挙げられた。カメラの位置や照明の調整等を考えている人も多く、「見られている」という意識を強く持っていることが分かる。このような特徴が緊張感やそわそわ感につながり、

カメラオン時の居心地の悪さや抵抗感を持つ人が多い原因となっていると考えられる。しかしながら、表情が見えることへの安心感を抱いている人や、必要な非言語情報が的確に伝わるのはカメラオン時であるという意見を持つ人も多かった。

・「表情」と「相槌(動き)」

実験結果とアンケート結果から、非言語情報の中でも「表情」と「相槌(動き)」は特に重要な役割を持っていることが分かった。カメラオンでは相手の表情から会話の流れや意図を察することができ、細かい反応や変化が感じ取れることが、オンライン議論において大きなメリットとなっていた。2D アバターからも大まかな表情変化やしぐさは読み取れるものの、議論の雰囲気や相手の状況を判断するのは難しいという意見が多く出た。

また、カメラオンと2D アバター使用とで大きく異なった点は「動き」としての相槌の回数であった。カメラオンでは、連続して頷く人や、意見を聞いている時にずっと頷いている人が多く見られたのに対し、2D アバター使用時では大きく1, 2回頷く人の方が多く見られた。これは、頷く動きを2D アバターに反映させることを意識した行動だと考えられる。つまり、相槌という動きが、議論を行う上で重要な非言語情報であると認識されていることを示唆している。

・アバターの性能

2D アバター使用での実験について、「動作を大げさにする必要が」「反応が分かりにくい」という意見が多かった。今回使用したアバターは2D であることや、無料配布されているアバターが多かったため、思うように表情変化や動きが表現できなかった可能性がある。アバターのトラッキング技術は年々向上しており、特に3D アバターであれば細かい表情変化や動き等のしぐさを表現することは比較的容易となっている。また、2D・3Dを問わず、腕や指の動きをトラッキングすることも可能となっている。このようなアバターを使用すれば、顔出しをせずとも適切な非言語情報を伝えることができ、顔出しに抵抗感がある人でもより満足度の高いオンライン議論が行えるのではないかと考えられる。

・不慣れた環境

本実験参加者の中で、今回使用したような2D アバターを使用した経験のある人はいなかった。そのためセットアップがうまくいかなかったり、アバターに搭載されている機能をうまく使えなかったりと、不慣れさが感じられた。また、アバターを使用することで通信回線に不具合が生じ、うまく音声は反映されないなどの問題も発生した。そのため、アバター使用においては、より整った通信環境やPCのスペックが求められることが明らかとなった。また、「2D アバターに気を取られる」といった意見も多く、集中力に影響している可能性が示唆された。しかし、2D アバターを使用することの楽しさや新鮮さ、面白さなどを感じている人も多く、議論での使用よりもアイスブレイクやイベントなどで使用する方がアバターの良さがうまく引き出せるのではないかと考えた。

・順番を入れ替えたことによる影響

本実験ではカメラオンでの議論と2D アバター使用での議論の順番をグループごとに入れ替えて行った。2D アバター使用での議論を先に行ったグループの中で「2D アバターを使用してからだ素颜を見せるのに緊張した」「男性が苦手だが、2D アバターだと話せた。カメラオンだとやはりうまく話せなかった」という意見があった。アバターを使用すると「アバターの外見」がその人の第一印象やイメージになってしまうため、顔を見せることへの緊張感や不安感がより強まってしまったと考えられる。また、カメラオンでの議論が先のグループでは「2D アバターの外見と声が乖離しすぎていると違和感」という意見があった。先に参加者全員の顔を見ているため、あまりに実物と外見が異なるアバターを使用すると違和感を持つ人がいることが明らかとなった。

・アバター使用に適する人の特徴

アバター使用の最大のメリットは「顔を出さずに適切な非言語情報を伝えられること」であることが明らかとなった。また、相手と対峙しているという実感が少なくリラックスして議論ができる、好みの外見を選べる、かわいい/かっこいいアバターを見て楽しめるなどの意見も見られた。これらのことから、アバター使用に適している人の特徴として①顔出しに抵抗感がある、②人前で話すことに苦手意識がある、③自分好みの姿でいたいと感じる、④アバターに抵抗感がない、などが考えられる。これら2つ以上に当てはまる特徴を持つ人は、アバターを使用することでカメラオンに比べ、より満足度の高い議論を行うことができるのではないかと考える。

4. おわりに

本研究では、オンライン議論においてカメラオン時と2D アバター使用時とで、どの程度の非言語情報が伝わっているのかについて考察し、特に重要視されている非言語情報は「表情」と「相槌(動き)」であることが明らかとなった。また、発言のしやすさ、議論への積極性、参加者との距離感、議論への緊張感や集中度という点で、アバターが様々な影響を及ぼしていることも明らかとなった。

実験条件(アバターの機能や議題)を見直ししながら、同様の実験を継続実施し、より精緻な知見を追究することを今後の課題としたい。

参考文献

- (1) 文部科学省: 大学等における新型コロナウイルス感染症への対応状況について,
https://www.mext.go.jp/content/20200917-mxt_koutou01-000009971_14.pdf (2022年12月1日閲覧)
- (2) 文部科学省: 令和4年度前期の大学における授業の実施方針などに関する調査(結果)
https://www.mext.go.jp/content/20220603-mxt_kouhou01-000004520_02.pdf (2022年12月1日閲覧)
- (3) 文部科学省: 新型コロナウイルス感染症の影響による学生等の学生生活に関する調査(結果),
https://www.mext.go.jp/content/20210525-mxt_kouhou01-

- 00004520_1.pdf(2022年12月1日閲覧)
- (4) Schneider S, Nebel S, Beege M, G D Rey: Anthropomorphism in decorative pictures: Benefit or harm for learning?. Journal of Educational Psychology, 110(2), pp. 218–232, (2018)
 - (5) 森田裕介, 藤島宏彰, 瀬戸崎典夫, 岩崎勤: デジタル教材を重畳提示する天体学習用 AR テキストの開発と評価. 日本教育工学会論文誌, 35(Suppl.), pp. 81–84, (2011)
 - (6) Yee N, Bailenson J: “The Proteus Effect : The Effect of Transformed Self-Representation on Behavior. Human Communication research, Vol.33, p.271-290, (2007)
 - (7) 小林英恵: オンライン授業におけるアバターを活用した個別最適化. DHUJOURNAL2020, p78-81 ,(2020)
 - (8) VTube Studio
<https://denchisoft.com/> (2022年12月1日閲覧)

(2022年12月2日 受付)

(2023年1月19日 採録)

大学生の学びにおける動機づけ調整方略と スマホアプリの利用に関する考察

Discussion of motivational regulation strategies and
use of Smartphone for learning in university students

林 嵩斗*¹・菅谷 克行*¹

Email: 1911118n@vc.ibaraki.ac.jp

*1: 茨城大学 人文社会科学部 現代社会学科

抄録

近年、学習場面における IT の利用が拡大している。IT を活用した動機づけも試みられているが、研究者以外の第三者によって作成されたアプリケーションが動機づけに与える影響については考察が進められていない。また現在、スマートフォンを利用した学習は一般的になってきている。そこで本研究では、スマートフォン上で利用するアプリケーションや Web サイトに注目し、アプリケーションの利用と動機づけ調整方略の関連について明らかにすることを目的とした。動機づけ調整方略の使用度を算出して分析を行った結果、SNS アプリケーションや学習記録アプリケーションを使用する学生は、動機づけ調整方略の使用度合いが高く、他者との関わりが、自発的に動機づけを調整するための要素となり得ることを示した。また、語学学習アプリケーションを使用する学生は、動機づけ調整方略の使用度合いが低く、アプリケーションの受動的な利用と、動機づけ調整方略が関連する可能性を示した。加えて、学習に特化しないアプリケーションでも、利用する方法や目的によっては、動機づけ調整方略の一部と関連する可能性を示した。

◎Key Words 動機づけ調整方略, スマホアプリ, 学習場面, 大学生

1. はじめに

学習場面において、「やる気が出ない」という状況は、少なからず誰しも経験があるものだ。そのような状況下において我々は、例えば「テストが終わった後に、自分に対するご褒美（お菓子やゲームなど）を用意する」「この課題を提出しないと単位が取れないと考える」など、さまざまな方法で自らやる気を出す行動をとる。このような、学習中の自身の動機づけを調整して学習を続けるために使用される具体的な方略は「動機づけ調整方略」と呼ばれ⁽¹⁾、研究が進められている。

Wolters によれば、動機づけ調整方略は「自己調整学習における重要な側面」⁽²⁾とされる。また、速水は、自己調整学習方略を「学習者自身によってなされる意志的制御」⁽³⁾と説明している。これらのことから、動機づけ調整方略は、自身の動機づけを自身の意思によって調整するために使われる方略と考えることができる。

現在まで、動機づけ調整方略は主に生徒・学生を対象として研究が進められてきた。梅本・田中は、大学生を対象として、動機づけ調整方略を測定する尺度を作成した⁽⁴⁾。ここでは、「興味高揚方略」「価値づけ方略」など 7 つの下位尺度から、「自律的調整方略」「協同方略」「成績重視方略」の 3 つの上位尺度を示したうえで、自律的調整方略が学習の持続性や学習の取り組みに対して有用であることを示した。また、梅本・稲垣は、先述の動機づけ調整方略のうち、価値づけ方略、成績重視方略と動機づけの変動性との間に負の相関を示した⁽¹⁾。これらのことから、動機づけ調整方略の使用は、我々が学習に対して安定してやる気を持ち続け、学習を続けることに有用であると考えられる。

また、動機づけと IT 利用との関連についても、近年

検討が進められている。例えば、学習意欲の維持に Twitter ボットを活用する試みでは、研究者が開発した Twitter ボットによって学習者間のコミュニティを形成し、様々な刺激を受けることで、学習意欲低下の軽減に対して一定の効果を持つことが示された⁽⁵⁾。

さらに、現在ではスマートフォン（以下「スマホ」）を利用した学習は一般的になってきている。スタディプラス株式会社が行った調査では、高校生の 8 割以上がスマホで学習した経験があることが明らかになっている⁽⁶⁾。

これまで、研究者自身によって作成されたツールが動機づけに与える影響については研究されているが、企業などの第三者によって作成されたアプリケーション（以下「アプリ」）と動機づけとの関連に着目した研究は存在しない。しかし、様々なスマホアプリが活用されている現在、これらが動機づけに与える影響を考察することは大きな意義があると考えられる。そこで本研究では、学習場面におけるスマホアプリの利用と、動機づけ調整方略との関連について明らかにすることを目的とする。

本研究では、スマホアプリの利活用事例と動機づけ調整方略測定のために質問紙調査を実施する。また、質問紙調査で得られた結果に基づいてインタビュー調査を実施する。

なお、本研究における「学習」は、「単位・資格・スコアの取得」や「試験の可否」を伴うものと定義する。したがって、大学における課題やテストなどに向けた学習、資格取得・試験受験に向けた学習は「学習」に含まれるが、家事や就職活動等を通じた学びは除いたものとする。さらに、大学生を対象とした研究のため、

大学入学前に行っていた学習（受験勉強など）も除いたものとする。また、「アプリ」をスマホ上で動作するアプリのみに限定せず、Web ブラウザなどを通して利用する Web アプリ・サイトも対象に含めるものとする。

2. 学習場面におけるスマホアプリ利用の現状

2.1 質問紙調査

概要

大学生 189 名（1 年次 147 名，2 年次 4 名，3 年次 35 名，4 年次 2 名，無回答 1 名）を対象に，学習場面におけるスマホアプリの利活用事例の収集と，動機づけ調整方略の測定を目的とした質問紙調査を実施した。Google Forms を用いたオンライン回答形式とし，回答用 URL は 2022 年 6 月から 7 月にかけて 3 つの講義内で配布した。なお，回答内容の不備により分析対象としなかった回答者はいなかった。

なお，「学習」や「アプリ」の定義・範囲については質問紙上で説明を行ったほか，図 1 のような補助資料を提示した。

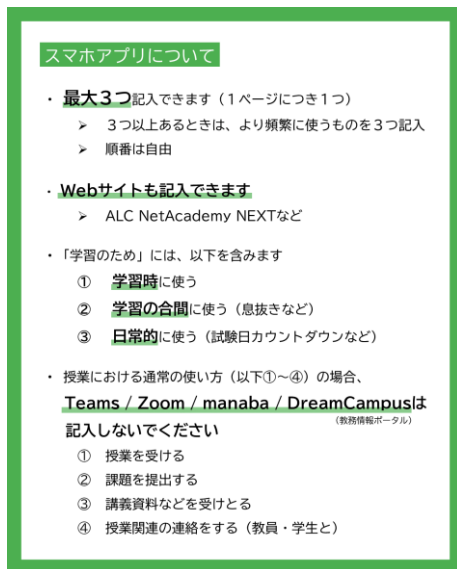


図 1 質問紙上で提示した補助資料

質問項目

I. 学習場面におけるスマホアプリの利活用事例

以下の項目について，(1) は全員に，(2) から (4) までの項目は (1) で「ある」と回答した学生に回答を求めた。回答できるアプリは最大3つとした。

- (1) 学習場面におけるスマホの利用有無（択一式）
- (2) 学習のために利用するアプリ名（記述式）
- (3) (2) で回答したアプリの利用機能（複数回答可）
- (4) (2) で回答したアプリの利用目的・方法（記述式）

II. 動機づけ調整方略の測定

梅本・田中⁴⁾の尺度を用いて測定した。学習に対してやる気が出ないときにやる気を出す方法として挙げられた 25 項目について，梅本・田中⁴⁾と同様の 4 件法（4:「よくあてはまる」～1:「全くあてはまらない」）で評定を求めた。

結果

I. 学習場面におけるスマホの利活用事例

調査から明らかになったことについて，概要は以下の通りである。

- ・ ほとんどの学生（92%）が学習場面でスマホを利用したことがある
- ・ 利用アプリは，ジャンル別で「動画再生アプリ」（75 件），「語学学習アプリ」（42 件），「検索アプリ」（35 件），「音楽・ラジオ再生アプリ」（34 件），「SNS アプリ」（23 件），「学習記録アプリ」（16 件），「翻訳アプリ」（16 件）などが挙げられた（他，15 件未満の回答 13 項目）
- ・ アプリにおける利用機能は「音楽・ラジオ聴取（学習関連なし）」（78 件），「学習コンテンツ閲覧」（同上），「単語学習」（58 件），「動画視聴（学習関連なし）」（55 件）などが挙げられた（他，40 件未満の回答 23 項目）
- ・ アプリの利用目的・方法に関する記述について，分類・集計したところ，「作業用 BGM」（46 件），「検索」（46 件），「息抜き」（44 件）などが挙げられた（他，30 件未満の回答 12 項目）

II. 動機づけ調整方略

ここでは，潜在因子を得るために統計ソフト R を用いて因子分析を行った。

測定に用いた 25 項目について，KMO の標本基準を用いてデータの適切性を確認したところ，不適な項目は見られなかった（Overall MSA=0.82，MSA for each item=0.60-0.92）。次に，25 項目について探索的因子分析（最尤法，プロマックス回転）を行った。解釈可能性の観点から 5 因子解を採用し，因子負荷量が 0.35 以下の項目や，複数の因子に 0.35 以上を示した項目の，計 11 項目を除外したところ，14 項目から 5 因子が抽出された（表 1）。なお，累積寄与率は 60.1%であり，各因子について信頼性係数 α を求めたところ，0.61～0.87 の間をとった。

因子の名称について，第 1 因子（ML1）には「友だちと協力しながら勉強する」など 2 つの項目が負荷を示し，友だちと共に学習を勉強に取り組むことでやる気を出す方略であることから「協同方略因子」とした。第 2 因子（ML2）には「勉強の内容が面白くなるように工夫する」など 5 つの項目が負荷を示し，勉強する内容に対する興味を高めることでやる気を出す方略であることから「興味高揚方略因子」とした。第 3 因子（ML3）には「単位を取るためだと考える」など 2 つの項目が負荷を示し，単位の取得を重要視することでやる気を出す方略であることから「単位重視方略因子」とした。第 4 因子（ML4）には「勉強が終わった後のことを考える」など 3 つの項目が負荷を示し，勉強を完遂した後のことを考えることでやる気を出す方略であることから「達成想像方略因子」とした。第 5 因子（ML5）には「自分の好きな場所で勉強をする」など 2 つの項目が負荷を示し，勉強を行う環境を調整することでやる気を出す方略であることから「環境調整方略因子」とした。分析に使用した項目数が異なることか

ら、因子数に違いがあるが、梅本・田中^④における分析の結果とほぼ同一の結果を示した。

表1 動機づけ調整方略尺度項目に対する探索的因子分析結果

	ML1	ML2	ML3	ML4	ML5
<ML1: 協同方略> $\alpha=0.87$					
友だちと協力しながら勉強する	1.03	0.01	0.01	0.05	-0.12
友だちと一緒に勉強する	0.77	-0.05	-0.06	0.02	0.08
<ML2: 興味高揚方略> $\alpha=0.83$					
勉強の内容が面白くなるように工夫する	-0.09	0.86	-0.08	0.02	0.02
勉強内容で面白そうな部分を探してみる	-0.08	0.72	-0.01	0.10	-0.04
身近な話題に置き換えて考えてみる	0.07	0.68	0.07	0.06	0.01
自分の興味があることと関連させる	-0.05	0.79	-0.02	0.03	-0.03
絵や図などを入れてノートの書き方を工夫する	0.15	0.50	0.07	-0.14	0.08
<ML3: 単位重視方略> $\alpha=0.84$					
単位を取るためだと考える	-0.03	0.02	0.96	-0.13	0.00
勉強をしないと単位が取れないと考える	-0.02	0.02	0.79	0.06	-0.02
<ML4: 達成想像方略> $\alpha=0.72$					
勉強が終わった後のことを考える	0.02	-0.13	0.23	0.48	0.02
勉強をやり遂げた時の達成感を考える	0.04	0.18	-0.02	0.72	-0.09
勉強をやり遂げた自分を想像する	-0.01	0.02	-0.18	0.84	0.11
<ML5: 環境調整方略> $\alpha=0.61$					
自分の好きな場所で勉強をする	0.02	-0.02	-0.06	-0.01	0.71
部屋を勉強に集中できる環境にする	-0.05	0.06	0.08	0.06	0.59

注: 強調部は因子負荷量が0.35以上。

2.2 インタビュー調査

概要

質問紙調査に回答した学生のうち、協力を得られた3名を対象に、スマホアプリの具体的な利用場面や、動機づけの具体的な方法の把握を目的としてインタビュー調査を実施した。Zoomを用いたオンライン形式とし、双方カメラをオンにした状態で実施した。実施時期は2022年11月である。

インタビュー調査の冒頭で、質問紙調査で回答を得た項目のうち以下の2点について、経時的変化を確認するため再度回答を依頼した。

(1) 梅本・田中^④による動機づけ調整方略の尺度項目(4件法・25項目)

(2) 現時点における同居の家族構成

インタビューは半構造化インタビューの形式をとり、大きく分けて以下の4点について尋ねた。

(1) 質問紙調査回答時点で利用していたスマホアプリ

の利用実態(回答時点で利用していなかった場合は、回答時から現在までの利用実態)

(2) 高校生の時のスマホアプリ利用実態

(3) やる気が出ない場面での動機づけについて

(4) (必要に応じて) 動機づけ調整方略の変化について

調査対象者

アプリ名は、質問紙調査で分類したカテゴリ名で記載した。利用していたスマホアプリについて、カッコ内はインタビュー調査日時点の利用状況である。

<Aさん>

- ・ 利用していたスマホアプリ:電子書籍(利用継続), 資格・適性検査(利用終了)
- ・ 高校生の時の利用実態:オンライン学習(2件)

<Bさん>

- ・ 利用していたスマホアプリ:音楽・ラジオ再生(利用終了), 写真(利用継続), ゲーム(利用継続)
- ・ 高校生の時の利用実態:オンライン学習, 音楽・ラジオ再生

<Cさん>

- ・ 利用していたスマホアプリ:なし
- ・ 現在までに利用したスマホアプリ:資格・適性検査(利用終了), 語学学習(不明)
- ・ 高校生の時の利用実態:オンライン学習, 動画再生

3. 分析と考察

3.1 利用アプリと学習の関連

ここでは、利用されるアプリと学習の関連有無の違いについて考察する。

2.の調査から、アプリの利用機能として「音楽・ラジオ聴取」や「動画視聴」など、「学習に無関係なもの(直接関係のないもの)」としている項目が2つ上位に挙げられていることが分かった。一方、「学習コンテンツ閲覧」など、学習に関係のある項目も上位に挙げられた。したがって、学習場面でスマホアプリを利用する際、スマホアプリが学習に直接関わっている場合もあれば、集中しやすい環境づくりや息抜きなどに利用されている場合もあると考えられる。そこで、アプリごとに利用されている機能として、回答数の多いものを抽出した(表2)。

表2 アプリごとの利用機能(降順・上位3項目)

	動画再生	語学学習	検索	音楽・ラジオ再生
利用機能	動画視聴 (43)	単語学習(23)	学習コンテンツ閲覧(16)	音楽・ラジオ聴取 (32)
	音楽・ラジオ聴取 (39)	一問一答形式の演習(19)	調べごと(14)	学習コンテンツ閲覧(2)
	学習コンテンツ閲覧(35)	学習コンテンツ閲覧(16)	単語学習(6)	動画視聴 (1)

注: 強調部は学習と無関係の機能。カッコ内は回答件数。

ここから、語学学習アプリや検索アプリは学習と直接関係する利用が多く、音楽・ラジオ再生アプリでは、学習に無関係な利用が多いことがわかる。一方で、動画再生アプリでは、学習に無関係な機能が上位に挙がるものの、「学習コンテンツ」との回答も35件あり、学習との関連有無に関わらず利用されていることが分かった。利用目的・方法としては、「作業用BGM」に関する記述が最も多く(25件)、「息抜き」(22件)、「学習内容の理解」(16件)、「英語の活用」(11件)といった記述も見られた。さらに、「息抜き」と「学習内容の理解」など、複数のカテゴリに分類される記述も見られ、同じ利用者でも複数の利用法があることが分かった。

動画再生アプリにおいて提供されるコンテンツは多種多様であり、画面を見ないで音声のみを聞く形で利用することも可能である。このことから、動画再生アプリは作業時の音楽再生や息抜き、学習など様々な場面・目的で利用されていると考えられる。

3.2 利用アプリと動機づけ調整方略との関連

利用するアプリと動機づけ調整方略との関連を考察するため、各方略について「使用度」を算出し、図2～図9に示す。使用度としては、因子分析で求められる各方略の因子得点(各因子が観測変数に与える影響の度合いを示した値)を各アプリの利用者数で割った平均値を用いた。したがって、数値が高くなるほど、方略を使用する度合いが高くなる。本稿では、15件以上の回答があったジャンルについて考察を行うこととした。

動画再生アプリ

全体として顕著な差は見られなかった(図2)。3.1で述べたように、動画再生アプリは様々な場面・目的で利用されていることから、利用者全体の傾向が現れにくくなっていると考えられる。そこで、学習機能の学習との関連有無によって利用者を分類し、方略使用度を算出した(図3)。なお、関連のある機能とない機能の両方を使う利用者は20名おり、「有」「無」には含まれるが、「有のみ」「無のみ」では除外した。

その結果、学習に関連のある機能を使う利用者は、そうでない利用者よりも興味高揚方略、環境調整方略が高い値を示した。興味高揚方略については、アプリ内で自分の興味に合わせたコンテンツを探すことが可能な点で、興味高揚方略と関連していると考えられる。

環境調整方略については、アプリの利用目的として「音楽を聞かないと勉強のきっかけが得られない」「作業用BGMにする」といった、環境調整方略と類似する意見が得られている。しかし、これらはいずれも学習に関連しない機能の利用者から得られたものである。今回の分析では、学習に関連のない機能の利用者の方が、環境調整方略の使用度が低くなることが明らかとなった。

検索アプリ

全体として顕著な差は見られなかった(図4)。

利用目的としては「分からないことを調べるため」「自力で解けない問題の解答例を見るため」といった趣旨の記述が多く見られた。「調べること」は「答えを探すこと」や「興味をもって情報を得ること」など様々な捉え方が可能である。今回の調査ではどのような物事を調べているか尋ねることができなかったが、調べる対象や目的が多様であるために、利用者全体の傾向が現れにくくなっているのではないかと考えられる。

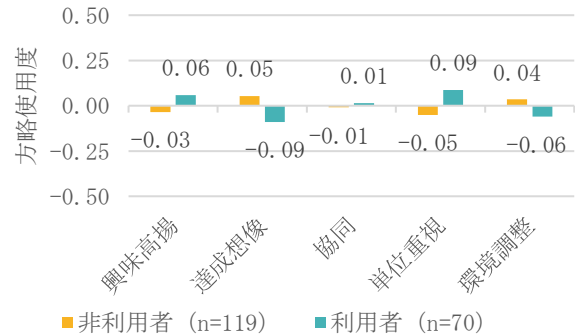


図2 動画再生アプリ利用者の各方略使用度

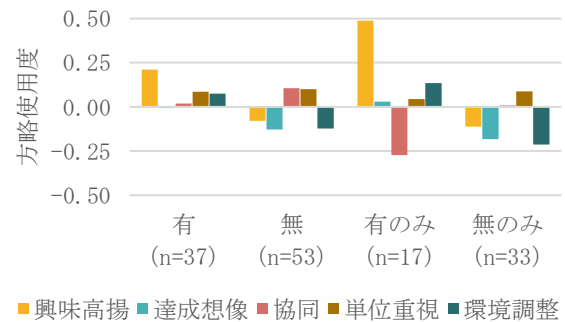


図3 動画再生アプリ利用者における学習関連機能の利用有無と各方略使用度

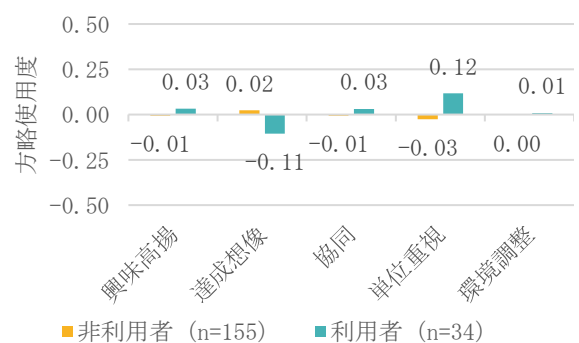


図4 検索アプリ利用者の各方略使用度

語学学習アプリ

全体としてアプリ利用者の方が方略使用度は低い値を示した(図5)。

協同方略がもっとも低い値を示したが、語学学習アプリの利用目的として「空き時間に利用している」「リスニング学習に利用している」「TOEIC対策に利用している」といった記述が複数見られることから、語学学

習アプリは1人で学習をするために用いられることが多いと考えられる。このようなアプリ利用場面の特徴が、協同方略と関連していると考えられる。

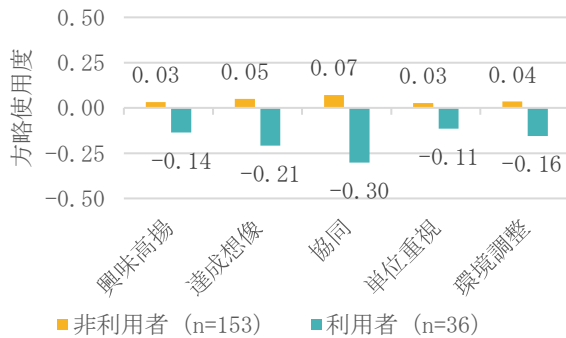


図5 語学学習アプリ利用者の各方略使用度

音楽・ラジオ再生アプリ

全体として顕著な差は見られなかった(図6)。

興味高揚方略および達成想像方略については、利用者の方が低い値を示した。利用目的について、回答があった34件中29件が「作業用BGM」「学習への集中」「息抜き」のいずれかに関する記述となっており、学習している内容とは関係のない利用が多いことが分かった。インタビュー調査でも、「学習に行き詰ったときに気分を変えるために使用していた」という意見があった。また、利用する場面は学習中や学習の合間であるため、学習を終えた後のこととも関係がないと考えられる。このような利用場面や目的の特徴が、興味高揚方略や達成想像方略と関連していると考えられる。

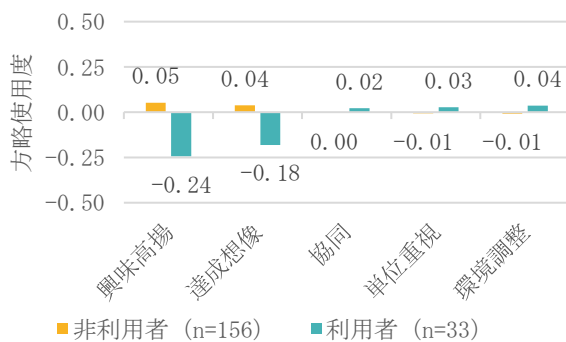


図6 音楽・ラジオ再生アプリ利用者の各方略使用度

SNSアプリ

全体としてアプリ利用者の方が方略使用度は高い値を示した(図7)。

達成想像方略が最も高い値を示したが、利用目的として記述された内容から、アプリと方略間の関係は検討できなかった。

次いで高い値を示した協同方略について、利用目的として「他者とのコミュニケーション」に関する記述が23件中5件見られた。具体的には「友達と課題を協力し合う」「通話機能を用いて一緒に作業する」「他の学生からの情報収集」などの記述が見られ、友人などとコミュニケーションを取りながら学習を行うために

利用されていることが分かった。このような特徴が、協同方略と関連していると考えられる。

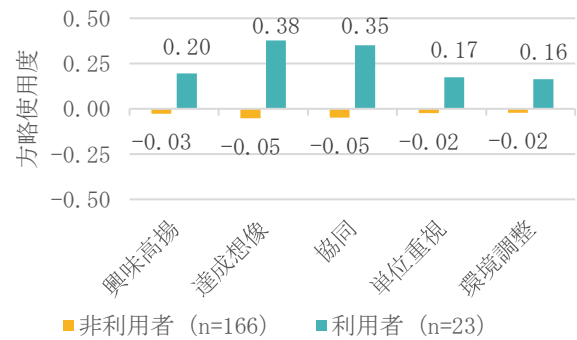


図7 SNSアプリ利用者の各方略使用度

学習記録アプリ

全体としてアプリ利用者の方が方略使用度は高い値を示した(図8)。

特に単位重視方略が高い値を示したが、梅本・田中⁽⁴⁾は、本稿の「単位重視方略」と同じ項目を「成績重視方略」と名付け、学習の持続性に負の影響を与えることを示唆した。しかし、今回の調査では、利用目的として「毎日学習する習慣をつける」「1週間ごとに目標を達成したか確認する」などの記述が見られ、学習を継続する意志を持つ学生が学習記録アプリを利用している実態が明らかとなった。

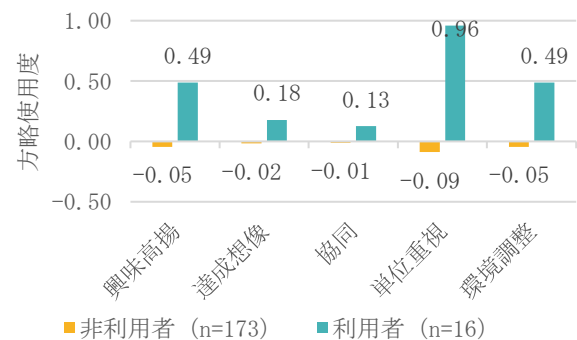


図8 学習記録アプリ利用者の各方略使用度

また、「記録を可視化して自信につなげる」「モチベーション向上のため」「達成感を得るため」などの記述も見られたが、達成想像方略よりも、環境調整方略や興味高揚方略が高い値を示した。これは、アプリが提供する機能に起因すると考えられる。今回の調査において学習記録アプリとして分類されたアプリは「Studyplus」のみだが、このアプリは、記録可視化による習慣化のサポートやユーザー同士の交流による学びやすい環境などを提供するものであり⁽⁷⁾、学習環境を意図的に調整するという意味合いにおいて、環境調整方略と同等の機能を持つと考えられる。また、学習記録アプリについて回答した16名のうち、「学習時間の記録」機能は15名、「学習目標の設定」機能は12名、「タイムライン」機能は8名、「他者の記録・投稿へのリアクション」機能は7名が利用しており、学習環境調整のための機能が、実際に利用されていることが明

らかになった。

翻訳アプリ

達成想像方略、協同方略、単位重視方略でアプリ利用者の方が高い値を示し、環境調整方略ではアプリ利用者の方が低い値を示した(図9)。

達成想像方略がもっとも高い値を示したが、これは利用場面に起因するものと考えられる。翻訳アプリを利用する目的として、「自分の文章を確認するため」「英語のレポートを読み書きするため」などの記述が見られる。これらは、英語などの課題を効率的に進めたり、自力で進めてきたものを最終確認したりしているものと考えられる。前者の場合は課題を早く終わらせたいと考えており、後者の場合は難しい課題に取り組み、達成する直前の状態といえる。このような場面で翻訳アプリが利用されるため、達成想像方略が高い値をとった可能性がある。

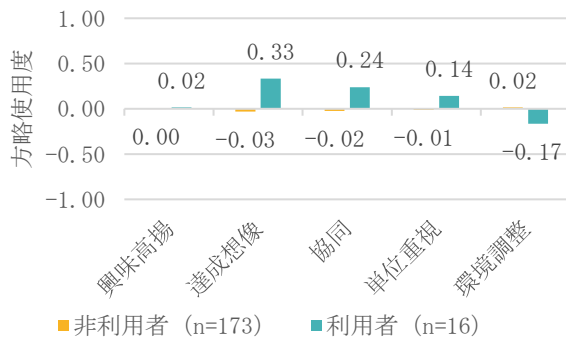


図9 翻訳アプリ利用者の各方略使用度

3.3 スマホアプリの利用と動機づけ調整方略との関連

ここまでの考察を踏まえ、スマホアプリの利用と動機づけ調整方略との関連について総合的な考察を行う。

スマホアプリの利用と動機づけ調整方略との関連について、因子得点を用いた分析から、使用するアプリによって動機づけ調整方略の使用に異なる傾向が見られることが分かった。SNSアプリと学習記録アプリの利用者は、動機づけ調整方略の使用度が高い値を示した。一方で、語学学習アプリの利用者は、動機づけ調整方略の使用度が低い値を示した。動機づけ調整方略は、学習者自身の意志で使用される自発的な方略である。つまり、SNSアプリと学習記録アプリの利用者は、自発的に動機づけを調整する傾向が強く、一方で語学学習アプリの利用者は、そのような傾向が弱い可能性がある。

SNSアプリと学習記録アプリについて、分析における共通点は、他者との関わりが含まれる点である。SNSアプリが息抜きにも用いられる点を考慮する必要があるが、他者との関わりが、自発的に動機づけを調整する一つの要素となり得るのではないだろうか。

一方、語学学習アプリについては、比較的課題や試験に向けた利用が多いアプリであった。本学では、本研究の調査対象の中心となった1年次、および3年次

でTOEIC-IPの受検が必須とされていることから、課題に向けた利用も含め、受動的な動機で利用されることが多いアプリだったのではないだろうか。他のアプリについても検討を重ねる必要があるが、アプリの利用に関しても、その動機が能動的であるか、受動的であるかということが、動機づけ調整方略の使用度と関連し得るのではないだろうか。

また、アプリの機能や利用目的によっては、動機づけ調整方略の一部と関連が見られた。特に動画再生アプリについては、利用する機能が学習と関連する場合に興味高揚方略の使用度が高くなった。学習に特化したアプリケーションでない場合にも、利用する機能や目的によっては、動機づけ調整方略の使用度と関連し得るのではないだろうか。

4. おわりに

本研究では、測定された動機づけ調整方略とスマホアプリの利用実態について分析を行い、アプリやアプリの機能と動機づけ調整方略について、一部関連があることを明らかにした。

今回の研究では、調査対象者が本学の学生に限定されてしまったため、結果の一般化には慎重にならざるを得ない。また、本研究における方略使用度は、必ずしも正規分布にならないのではないかと考え、統計的検定を行っていなかった。しかし、ノンパラメトリック検定を適用できる可能性については、今後検討する必要がある。さらに、インタビュー調査数も決して十分ではない点も今後の課題といえる。

同様の調査を継続的に実施し、より多くの側面から動機づけ調整方略とスマホアプリとの関連について明らかにすることを今後の目標としたい。

参考文献

- (1) 梅本貴豊, 稲垣勉: “授業中の動機づけ調整方略と動機づけの変動性の関連” 心理学研究, 90, no. 2, p.207-213, (2019) .
- (2) Wolters, C. A.: “Regulation of Motivation: Evaluating an Underemphasized Aspect of Self-Regulated Learning”, Educational Psychologist, 38, no.4, p.189-205, (2003) .
- (3) 速水敏彦: “自己形成の心理—自律的動機づけ”, 金子書房, (1998) .
- (4) 梅本貴豊, 田中健史朗: “大学生における動機づけ調整方略” パーソナリティ研究, 21, no.2, p.138-151, (2012) .
- (5) 金西計英, 光原弘幸, 三好康夫, 松浦健二: “自学自習における学習意欲の維持へのTwitter ボットの活用”, 日本教育工学会論文誌, 37, no.Suppl., p.69-72, (2013) .
- (6) スタディプラス株式会社: 【スマホ学習に関する親子の意識調査を実施】 スマホで勉強したことがある高校生は約9割とスマホ勉強が定着, <https://info.studyplus.co.jp/2018/07/17986/>, (2022年10月10日閲覧) .
- (7) 同上: 学習総合サイト Studyplus (スタディプラス), <https://www.studyplus.jp/>, (2022年11月27日閲覧) .

(2022年12月2日 受付)

(2023年1月30日 採録)

校内 Fab Lab における自発的な学びを支援するための 学習環境の構築

Construction of a learning environment for self-sustaining study in the school's
Fab Lab

徳竹 圭太郎*1・佐久間 大*2
Email: tokutake.k1128@gmail.com

*1: 東京工業大学

*2: 株式会社 Libry

抄録

本研究では、茨城県にある私立中高一貫校に設置された校内 Fab Lab において、生徒同士の自律的な学びを実現するための学習環境モデルの構築を行った。構築した学習環境の特徴は、目標意識を持たせるためにプロジェクト単位の開発に取り組ませること、自身の成果物や情報の共有が出来る場の設定をしたこと、生徒自身に運用方針の決定をさせたこと3点である。本研究で構築した学習環境モデルの生徒への影響について検討するため、校内 Fab Lab で2年間活動した生徒10名を対象としたアンケート調査を行った。その結果、本研究で開発した学習環境が生徒の自律的な学習を支援するとともに、協働的な学びの場として機能したことが明らかになった。また、校内 Fab Lab での活動が生徒のキャリア形成に影響を与えることが示唆された。

©Key Words デジタルファブ리케이션, 校内 Fab Lab, 学習環境設計, キャリア教育

1. 研究背景

総務省情報通信政策研究所は、3Dプリンターやレーザーカッター等のデジタルファブ리케이션機器の小型化・高性能化・低価格化の結果、市民層がものづくりに参画するようになり、個人レベルで行われた自由なものづくりが市場に流通し、販売されるファブ社会が到来しつつあるとしている。また、こうした社会では、学校教育において新しいものづくりの素養を育むことが不可欠であるとしている^①。

一方文部科学省の学びのイノベーション事業では、学校内における ICT の活用場面として、一斉学習における情報提示、デジタルコンテンツを用いた個別学習の充実、協働学習の実現など、授業における ICT 機器の活用を想定している^②。これと共に、教育の情報化の進展に伴い、学校現場ではタブレット PC やラップトップ PC の導入が進められてきた。

しかし、ファブ社会の到来に向けた新しいものづくりの素養を育成する実践とそれを実現する環境の構築については十分に研究されていない。

門田 (2020) では、台湾における STEM 教育の現状について調査し、学校内に併設された自造者教育センターが、その中心的な役割を担っていると報告している。自造者教育センターとは、生徒のデジタルファブ리케이션に関する興味関心及び技能を育成するために設置された Fab Lab スペースであり、授業内外で利用されている。また、こうした施設の設置にあたっては、3Dプリンターなどの生徒のアイデアを素早く形に出来る設備の充実が必要であるとしている^③。

このことから、学校内において生徒の新しいものづくりのための素養を育成するためには、授業内外において生徒が活動出来る校内 Fab Lab の設置が必要であ

ると考える。

しかし、2014年にベネッセ教育総合研究所が公開した「ICTを活用した学びのあり方」に関する調査報告書では、小学校教員520人、中学校教員583人を対象としたアンケート調査の結果として、約半数の教員がICT活用に対する不安を感じていることを明らかにしている^④。そのため、教員が生徒の新しいものづくりのための素養を育成する環境を整えることは困難であると考えられる。

松浦ほか (2020) は、高等学校のコンピュータールームに3Dプリンターやレーザーカッターといった工作機器を取り入れた情報科の授業の中で、生徒達のものづくりに対する敷居が下がったことを報告している^⑤。

しかし、上記の実践は経済産業省が実施している「未来の教室」実証事業において一般社団法人国際STEM学習協会が授業カリキュラムの設計から授業におけるサポートまでを担っているものであり、これらの実践を他の中学校、高等学校に適用することは困難であると考えられる。

そこで著者は、学校内でありながらも教員のICTに関するリテラシーや知識量に依存することなく、新しいものづくりのための素養を生徒が自発的に学ぶことを促す環境を検討することには一定の意義があると考えた。

2. 先行研究

2.1 成果物を意識した学習

Schunk, D.H & Zimmerman, B.J (1998) は、生徒の自律的な学びを実現するための自己調整学習のサイクルを提案している。ここでは、目標を設定する「予見段階」から、課題解決を遂行する「遂行段階」、自己評

価値を行う「自己内省段階」を繰り返すことで、自律的な学びが実現できるとしており、自己調整学習を成立させる上では、その前提となる目標設定が重要になると考える⁶⁾。

その例として、松浦ほか(2020)では、授業内で「身近な自分の課題」として「筆箱をアップグレードするアイデア」を生徒にドキュメントでまとめさせた上で、それを実現するための手段として3Dデザインや3Dプリンターの使用方法を教授しており、イメージを形にして作り上げていく過程を通して、生徒のものづくりに対する興味関心が深まったことを報告している⁷⁾。

2.2 情報の共有による学び合い

Marsh et al (1996)は、問題解決の過程において先例を示すことで、実験対象者の創造性が高まることを明らかにしている⁸⁾。

その例として、松浦ほか(2020)では、他者のアイデアの共有を受けた生徒たちは、それを自身のアイデアに適用し、プロトタイプ作成に到達したことを報告している⁹⁾。

2.3 自発的な行動を継続するための動機づけ

Ryan, R. M., & Deci, E. L. (2000)は、生徒の内発的動機づけを維持するためには、自律性の欲求、有能性の欲求、関係性の欲求を満たすことが必要であるとされている。また、その中でも自ら行動を選定し、主体的に行動することを求める自律性の欲求を満たすことが重要であるとしている¹⁰⁾。

生徒の自律性の欲求を満たしている例として、門田(2020)で報告されている台湾の宜蘭自造者教育センターがある。宜蘭自造者教育センターには、プログラミング教材及び3Dプリンター、レーザーカッターなどの工作用機械が設置されており、生徒が自分自身の課題を解決することを目指して活動しており、生徒達の作品が発明コンテストで受賞するなどの成果を残している¹¹⁾。

3. 学習環境の設計

3.1 本研究の目的

本研究の目的は、新しいものづくりのための素養を生徒が自発的に学ぶことを促す環境を構築することにある。これを実現するため、校内 Fab Lab を設置するとともに、専門的な知識を持った教員が不足している学校においても導入可能な、生徒の自発的な学びを支援する学習環境を構築、運用した。また、本研究で構築した学習環境が生徒の学びやキャリア選択に与えた影響について検討を行った。

なお、2016年に総務省が公開した情報通信白書では、デジタルファブリケーションとは、デジタルデータをもとに創作物を製作する技術を指している¹²⁾。これを基に、本研究で設置する校内 Fab Lab では、ICT技術を用いて生徒が創作物を作り出す過程を「新しいものづくり」と定義する。

3.2 本研究における学習環境の設計要件

上記の先行研究に基づき、生徒の自発的な学びを支援する校内 Fab Lab の学習環境の要件を以下に示す。

<要件1>生徒のアイデアを形にするための設備の充実

生徒が製作したいと考えたものを実現するため、3Dプリンターなどの設備を導入する。

<要件2>成果物の具体像を意識したプロジェクト単位での開発、製作

生徒の自発的な学びを促進するためには、「実現したい成果物のイメージ」を持たせることが必要であると考えられる。そのため、生徒自身に自分が達成したいプロジェクトを設定させる。

<要件3>成果物・情報共有の場の設定

生徒間の学び合いを促進するため、互いの成果物や得た情報を共有し、利用し合う環境の構築を行う。

<要件4>生徒による自己決定の尊重

生徒の自律性の欲求を満たすため、各自が取り組むプロジェクトの内容や、校内 Fab Lab の運営方針の決定は、生徒自らに行わせる。

上記の要件に基づき、実践校において校内 Fab Lab を設置した。

4. 実践の概観

4.1 実践校の状況

本研究で Fab Lab を設置した学校は、茨城県にある私立中高一貫校であり、2019年から生徒に一人一台の Chromebook を所有させ、授業場面、学校生活場面において利用してきた。その中で、プログラミングや3DモデリングといったIT技術に興味関心を持つ生徒が出てきた。

情報科の教員は専任教諭1名と、理科を専門とする教員1名が担当している。両教諭ともに授業内で Python を用いたプログラミング学習の時間を取り入れているが、3Dモデリングやアプリケーションの開発の経験はなく、授業内で生徒の多様な興味関心に対応することは困難であった。

そこで、Chromebook の導入により使用されなくなった PC 教室を改装し、校内 Fab Lab を設置した。

4.2 本研究で構築した学習環境

本研究において構築した校内 Fab Lab の学習環境の概観を図1に示す。また、図1には対応する設計要件及び章番号を示す。

4.2.1 教材管理

生徒が製作したいと考えたものを実現するための最低限の環境として、以下の設備を導入した。

(1) WindowsPC

本校で導入されている Chromebook だけでは、3Dモデリングや機械学習などの高度な運用に耐えることは困難であると判断し、十分な性能を持った WindowsPC 3台を導入した。

(2) 3Dプリンター

生徒にもものづくりに対する興味関心を持たせるためには、自身が設計したものが手にとって触れることが重要であると考え、3Dプリンターの導入を行った。

これらの設備を揃えたとともに、Fab Lab の参加を募り、設置初年度は計5名で活動を開始した。Fab Lab の名称は参加生徒に決定させ、「ICT Lab」となっ

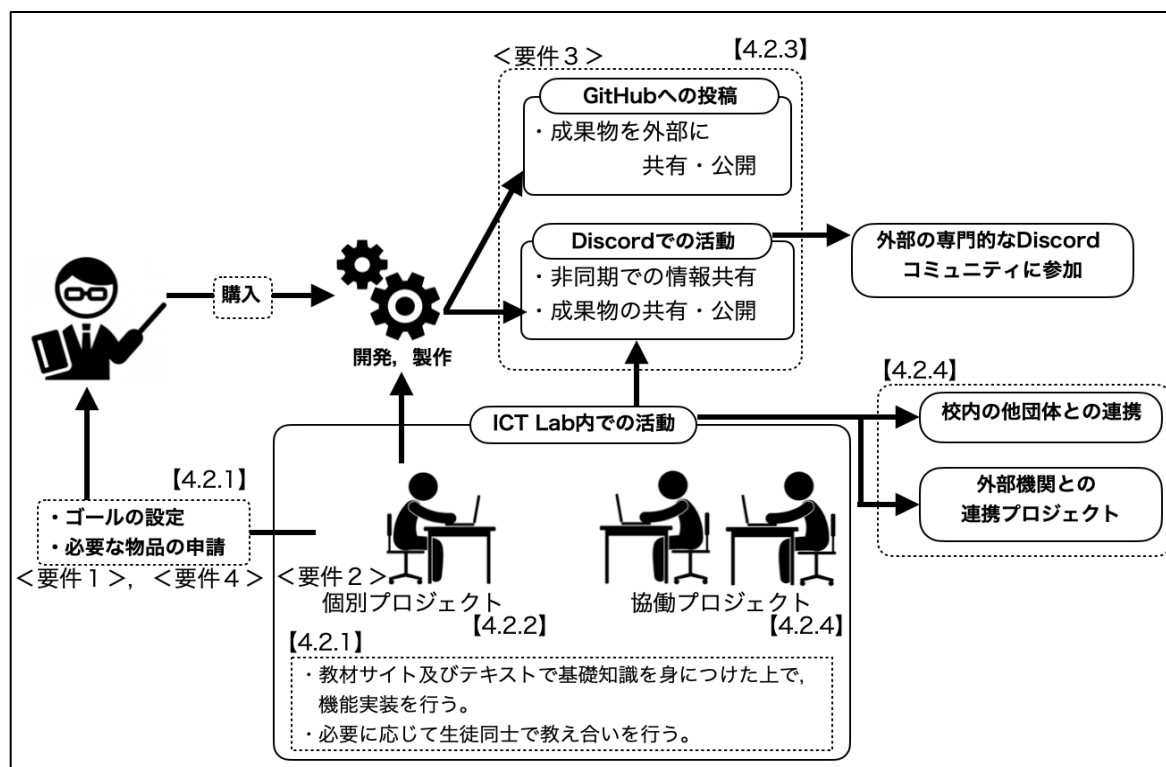


図1 本研究で構築した学習環境の概観

た。以下、本研究で設置した校内 Fab Lab を ICT Lab と示す。

ICT Lab に参加している生徒の興味関心は3D モデリングから web アプリの製作、映像編集や人工音声を用いた楽曲制作など多岐に渡っていた。そのため、生徒自身が学びを深めていくための学習資料の選定を行った。

プログラミングに興味を持つ生徒に対しては、成果物のイメージが出来ること、自身が書いたコードの挙動が即座に確認できること、目的とする挙動に対する正解のコードが確認出来ること、特定言語の書き方を体系的に学ぶこと、開発環境の構築といった手間が不要なことの5点を満たす教材として、オンライン学習環境である progate を学習教材として選定した。

3D モデリング及び3D プリンター、映像編集、楽曲製作については、基本的な操作の理解が必要なこと、インターネット上に体系的な学習教材が用意されていないことから、各ソフトウェアの基本的な操作について書かれた図書資料を選定した。

生徒の自律性の欲求を満たすため、プロジェクトを進めるにあたって必要な機材や図書資料などは、金額と用途をドキュメント化して申請させることで、ICT Lab のリソースを生徒自身に管理させる仕組みづくりを行った。

年度当初に予算会議を開き、全体予算を確認させた上で購入すべき物品の優先順位を考えさせる。こうした活動を行う中で、プロジェクトの年間の目標を設定して行動することが出来る。また、残された予算をそれぞれのプロジェクトにどの程度配分していくか、を調整していく中で、協調性や計画性を身に付けさせることが出来ると考えた。

4.2.2 プロジェクト単位での活動

近年は小学校や中学校、高等学校の授業において Scratch などのビジュアルプログラミングが取り入れられているため、コンピュータ・サイエンスに対する漠然とした興味関心を持っている生徒は多い。しかしながら、何を作りたいか、というイメージを持たないままに学習を進めると、一通りの学習を終えた際に学ぶ意欲が失われることが想定される。そのため、活動を始める前に、「どういった成果物を創り上げたいか」というイメージを持たせた上で、それを実装するための機能の細分化、自身にとって必要な学びを挙げさせ、生徒自身にプロジェクトの設計を行わせた。

4.2.3 情報の共有

設置初年度に参加して生徒は、異なるクラス、学年から集まった生徒達であり、それぞれどのような興味関心があるのか、どういった勉強をしているのかといった情報共有が円滑に行われていなかった。アイスブレイクなどの活動を定期的に取り入れたが、基本的には個の関心に沿った活動をしているため、交流が少なかった。そこで、生徒間のコミュニケーションツールとして、また成果物や情報共有の場として、チャットサービスの Discord を導入した。チャットサービスは当初ビジネスツールへの理解を深めることを目的として Slack を導入して運用していたが、外部の専門的なコミュニティへの接続のしやすさから、Discord の利用に移行した。現在は33名の生徒が ICT Lab のメンバーとして登録されており、生徒主体で話題の分類や階層構造の設計を行うとともに、チャットボットを開発して予定の告知等を行っている。Discord 上のチャンネル構造を表1に示す。互いに得た学びや技術系のブログ記事などを投稿することを目的として、「(関心領域) 雑談」

表1 Discord上のチャンネル構造

大分類	小分類
●ラウンジ	#総合雑談
	#プログラミング雑談
	#3D関連雑談
	#サーバー関連雑談
	#楽曲製作雑談
●ソフトウェア開発部	#ソフトウェア開発
	#電子ロック開発
	#VR-MMO開発
●立体造形部	#MMOモデル製作
	#3Dモデリング一般
	#イメージキャラクター
●サーバー管理	#監視カメラ運用

という命名規則のチャンネルを設定した。生徒の会話の様子を図2に示す。また、外部の専門的なDiscordコミュニティに参加し、得た知識を共有する会話も見られた。このように、学びや情報を共有する中で、互いの興味関心や強みを知ることができ、相互的に学びを深めることが出来ると考える。

各生徒の成果物を互いに共有し、学び合いを深めることを目的として、「成果報告」のチャンネルを設定した。自身の成果物を他者に共有し、フィードバックを得る環境を設定することで、より良い成果物の実装へと繋げていくことが出来るとともに、成果物を創り上げることにに対するモチベーションを維持できると考えた。

現在はDiscordのチャンネル内部だけでなく、GitHubにおいて成果物を外部公開している。

4.24 協働・連携プロジェクト

設置初年度からICT Labに参加していた生徒達は、



図2 情報共有をする生徒間の会話

空間の設計から組織体系の設計までを担うとともに、自身の目標とする成果物を実現するために個人単位で主体的に動くことができていた。

しかし、翌年度から入学してきた生徒達は、すでに用意された環境があったためか、主体的に行動する力が欠けていた。また、初年度から参加していた生徒たちは、VRを用いたMMORPGの実装といった、プログラミングと3Dモデリング、楽曲製作など分野横断的な知識が必要な成果物の実装を目標とするようになった。そのため、個人単位での学びには限界があると感じ、同じ分野への興味関心がある生徒同士で協働的にプロジェクトを進めさせた。他者とともに活動に取り組み中で、自身の役割を認識し、積極的に学びを深めることが出来ると考える。

自身の興味関心だけでなく現実的な問題解決に取り組みさせるため、またICT Labに参加していない生徒にもICT技術の可能性を認知してもらうため、実践校内にある生徒会や部活動からの依頼を受けて、協働的に成果物を創り上げるプロジェクトを設定した。

ICT Labでの活動経験は、進学先や進学後の志望企業など、生徒のキャリア形成に大きな影響を与えることが予想される。しかし、個人的な制作活動が、実社会における働き方と大きく乖離する可能性がある。そこで、実践校の中高一貫コースで利用されているデジタル教材プラットフォームを提供している株式会社Libryの特別研究員との連携により、生徒にインターフェース改善のための実証プロジェクトを行わせた。各回1時間で全12回実施した。実証の概要を表2に示す。こうしたプロジェクトに参画する中で、実社会におけるシステム開発の困難さを学ぶとともに、生徒たちのキャリア設計に対する意識が培われていくと考える。

5. 生徒の成果物とその概要

生徒の成果物の代表例を以下に示す。

1) 偏頭痛予測システムの開発

気候条件から偏頭痛の発生予測を行い、ユーザーに告知メールを送付するwebアプリの実装を行った。同プロジェクトは第一回JOYO High School テックコンテストに投稿し、入賞を受賞した。

表2 実証プロジェクトの概要

回数	内容
1	・アプリのユースケースの洗い出し
2	
3	・想定される操作手順の書き出し
4	
5	
6	・ユースケースと操作手順の構造化
7	
8	・既存のインターフェースとの比較
9	
10	・構造化されたユースケースと操作手順
11	に基づき、インターフェースを再設計
12	

2) 入室管理システムの開発

入退室の記録を確認するため、交通系 IC カードを利用する電子ロックの開発を行った。電子ロックの設置状況を図 3 に示す。IC カードの識別番号を予め登録しておくことで、入室者と時間が記録される仕組みを開発した。

3) 教育利用を目指した関数電卓の開発

学校現場での利用を目的とした関数電卓の作成を行った。また、開発の目的とシステムの内容について、第 5 回全国高校生 SR サミット FOCUS で報告した。

4) VR-MMORPG の開発

VR を用いた MMORPG の開発を行っている。3D モデリング担当者 3 名、Unity による実装担当者 3 名、サーバー担当者 2 名で開発を進めており、外部からのアドバイザーを定期的に招いて技術指導を受けている。

5) 校内他団体との連携

ダンス部及び演劇部からの依頼を受け、演技中の動画撮影及び編集を担った。また、生徒会からの依頼を受け、生徒会が作成したイメージキャラクターの 3D モデリングとプリンターでの打ち出しを行った。このように、各生徒が独自の興味関心や課題意識に基づいて、プロジェクトを進めていった。

6. Fab Lab の学習環境が生徒に与える影響

6.1 評価方法

本研究において構築した ICT Lab の学習環境について、参加している生徒 10 名を対象としてアンケート調査を行った。アンケートの項目を以下に示す。

項目 1 : Labo の環境は、自分自身で学びを深めていくのに適していると思いますか？

項目 2 : Labo の環境は他者と協力しながら、学びを深めていくのに適していると思いますか？

項目 3 : Labo での活動は、あなたの進路選択に影響を与えましたか？

上記の内容について、7 (そう思う) ~1 (そう思わない) の 7 件法で回答させるとともに、それぞれの項目について回答理由を自由記述で記入させた。

6.2 分析結果と考察

本研究で構築した学習環境の評価するため、生徒の評定値に対して t 検定を行った。しかし、他の環境に対する量的な評価が存在しないため、比較値を 7 件法の中央値である 4 と設定し、1 標本母平均検定 (対応のない t 検定) を行った。その結果を表 3 に示す。

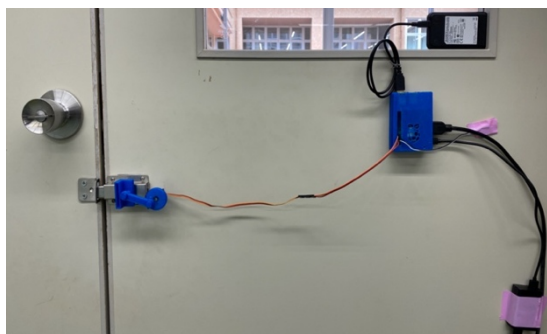


図 3 交通系 IC カードを用いた電子ロック

6.2.1 生徒の自律的な学びの支援に関する評価

本研究で構築した学習環境は自分自身で学びを深めていくのに適しているかという質問項目については、回答結果と比較値の間に有意な差が見られた ($t(18)=11.18, p<.01$)。このことから、本研究で構築した学習環境は、生徒の自律した学びを支援する環境として適していると評価出来る。

次に、本研究で構築した学習環境のどういった点が自律的な学びを支援しているのかを検討するため、生徒の自由記述の内容について見ていく。以下に生徒の自由記述の内容を示す。

<高校 1 年生>

discord などで自分の知らない知識が流れてくるため

<高校 3 年生>

多種多様なスキルを持つメンバー同士が互いに有益な情報交換ができる環境であるため

<高校 1 年生>

設備やそれらを新しく導入しやすい環境が整っているため、自分がやりたいと思った事を実行できるから。

生徒の記述内容を見ると、生徒間で知識を共有し合う活動によって、自らの学びを深めている様子が伺える。これは、本研究で構築した学習環境の内、Discord による情報共有の仕組みづくりが影響を与えていると考える。また、教師が必要機材を選定、導入するのではなく、生徒自身に必要なものを検討させることにより、生徒自身がやりたいことを実現出来る環境が構築できており、学びのモチベーションが維持出来ていることが評価出来る。

6.2.2 生徒の協働的な学びの支援に関する評価

本研究で構築した環境は他者と協力しながら学びを深めていくのに適しているかという質問項目については、回答結果と比較値の間に有意な差が見られた ($t(18)=4.66, p<.01$)。このことから、本研究で構築した学習環境は、生徒の協働的な学びを支援する環境として適していると評価出来る。

次に、本研究で構築した学習環境のどういった点が協働的な学びを支援しているのかを検討するため、生徒の自由記述の内容について見ていく。

以下に生徒の自由記述の内容を示す。

<高校 1 年生>

単独で自身のやりたいことを追及する場合もあるが、グループで一つのものをつくり上げるから。

<高校 3 年生>

みんなそれぞれ専門を極めていくことで、別の分野に手をつけやすい環境だからです。

表 3 ICT Lab の環境に対する評価 (n=10)

質問項目	平均値	標準偏差	t 値
項目 1	比較値	4	11.18**
	回答平均	6.5	
項目 2	比較値	4	4.66**
	回答平均	5.9	
項目 3	比較値	4	7.06**
	回答平均	6.4	

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

<高校3年生>

仲間と会話をしながら自分の問題点を客観的に見ることができ、成長することができる。

記述内容を見ると、グループでのプロジェクト進行によって、学びを深めていること様子が伺える。これは本研究で構築した環境の内、協働プロジェクトの設定が影響を与えていると考える。また、成果物を全体に共有する仕組みがあることから、互いに得意な分野を把握することで、別分野の技術に挑戦する際に質問し合う環境が構築できている。さらに、成果物の共有は、自身の成果物に対するフィードバックを得て、より高度な技術を身に付けようとするモチベーションの維持に影響を与えていることが評価出来る。

6.2.3 生徒のキャリア形成に関する評価

本研究で構築した環境は自身のキャリア形成（進路選択）に影響を与えたかという質問項目については、回答結果と比較値の間に有意な差が見られた ($t(18)=7.06, p<.01$)。このことから、本研究で構築した学習環境は、生徒のキャリア形成に影響を与えていると評価出来る。

次に、本研究で構築した学習環境のどういった点が生徒のキャリア形成に影響を与えたのかを検討するため、生徒の自由記述の内容について見ていく。

以下に生徒の自由記述の内容を示す。

<高校3年生>

ラボで ICT 技術に触れていくことで、自然言語処理に出会い、進路もその専門分野に行くことにしました。自分の夢中になれることを見つけられました。

<高校3年生>

元々経済学部に進学しようとしていましたが、labo にはいつてからは、情報系に進もうと思うようになりました。

<高校3年生>

この活動のおかげで自分の興味のある分野においての視野を広げることができたから。

<高校1年生>

今までと比べて、将来のことをしっかりと考えられるようになった。

生徒の記述内容を見ると、ICT Lab での活動の中で自身の興味関心について深く追求したことが、進路選択に影響を与えたと評価出来る。これは、本研究で開発した環境の内、成果物及び情報共有の場の設定が影響を与えていると考える。成果物を他者に公開し、好意的なフィードバックを得ることが、自身の成長のモチベーションになっていたと考える。また、自身の興味関心だけでなく、幅広い分野の情報が共有されることで、自身の興味関心と繋がる別分野の技術にも興味の幅を広げることが出来たと考える。

また、回答を取り上げた高校1年生は、中学生の頃からIT技術に興味関心を持っていた生徒であり、外部機関との連携による実証研究プロジェクトの中心的な参加者である。すでにIT技術に関する知識を習得していた同生徒がICT Lab に所属してからキャリア設計に対する意識を強く持つようになったのは、本研究で構築した学習環境の内、外部機関との連携による実証実

験プロジェクトが影響を与えていると考える。実社会において行われている問題解決・開発のフローを体験する中で、今後の進路選択などのキャリア形成について意識するようになったと考える。

7. まとめと今後の展望

本研究では、学校現場において生徒の新しいものづくりに対する素養を育む場として校内 Fab Lab を設置するとともに、専門的な知識を持った教員が不足している学校においても導入可能な、生徒の自発的な学びを支援する学習環境の構築を行った。

また、本研究で構築した学習環境が生徒の学びに与える影響を検討するため、校内 Fab Lab に参加している生徒を対象としたアンケート調査を実施した。その結果、本研究で構築した学習環境は生徒の自発的、協働的な学びを支援するとともに、生徒のキャリア選択に影響を与えたことが明らかになった。

今後の課題としては、専門的な教員が不足している他の学校現場において、本研究で構築した学習環境を適用し、その学習効果を検証することがある。

付記

本論文は、『ICT 夢コンテスト 2022』で発表した内容（印刷中）を加筆・再構成してまとめたものである。

参考文献

- (1) 総務省情報通信政策研究所 “ファブ社会の基板設計に関する検討報告書” : https://www.soumu.go.jp/main_content/000361194.pdf, (2022年11月29日閲覧)。
- (2) 文部科学省 “学びのイノベーション事業実証研究報告書” : https://www.mext.go.jp/component/b_menu/shingi/toushin/_ics_files/afieldfile/2014/04/11/1346505_04.pdf (2022年11月29日閲覧)。
- (3) 門田和雄：“STEM 教育を重視した台湾北部の自造者教育”，STEM教育研究，2巻，pp.33-40 (2020)。
- (4) ベネッセ教育総合研究所：“「ICT を活用した学びのあり方」に関する調査報告” : https://berd.benesse.jp/up_images/research/0410_WEB_BENESSE ICT.pdf, (2022年11月29日閲覧)。
- (5) 松浦李恵，岡部大介，渡辺ゆうか：“高等学校における FAB LAB の公教育導入実証実践の事例報告” 日本教育工学会論文誌，44 (3)，pp.325-333 (2020)。
- (6) Schunk, D. H. & Zimmerman, B. J. : “Self-Regulated Learning: From Teaching to Self-Reflective Practice” : pp.3-4, The Guilford Press (1998)。
- (7) Marsh, R. L., Landau, J. D & Hicks, J. L “How examples may (and may not) constrain creativity” : Memory & Cognition, 24, (5), pp.669-680, (1996)。
- (8) Ryan, R. M, & Deci, E. L. “Self-determination theory and the facilitation of intrinsic motivation, social development, and well-being” : American Psychologist, 55, (1), pp.68-78, (2000)。
- (9) 総務省：“情報通信白書” : <https://www.soumu.go.jp/johotsusintokei/whitepaper/ja/h28/html/nc141330.html> (2022年12月26日閲覧)。

(2022年12月3日 受付)

(2023年1月11日 採録)

データサイエンス教育を用いたSDGs教育におけるカリキュラム デザインの検討

- データ分析のフェーズに焦点を当てた領域横断的な授業実践から -

Curriculum Designed for SDGs Learning by using Data Science Education:
From a Cross-Disciplinary Teaching Practice focused on Data Analysis

ドゥラゴ英理花*1

Email: drago_erika@shotoku.ed.jp

*1: 聖徳学園中学・高等学校 データサイエンス推進室

抄録

総合的な探究の時間におけるSDGs教育を実現するためのカリキュラムデザインについて、また、それらを涵養するためにデータサイエンス教育のできることは何かについて領域横断的な学びの手法から検討する。特に総合的な探究の時間における「探究における生徒の学習の姿」およびデータサイエンスにおける「統計的手法(PPDACサイクル)」の探究の手法を深化させるために、2教科間の探究学習による探究プロセスの有効化・高度化の実現を企図しつつ、データサイエンス教育がこれから克服すべき課題について考察する。

©Key Words カリキュラムデザイン, データサイエンス, PPDAC サイクル, 総合的な探究の時間, SDGs (Sustainable Development Goals)

1. はじめに

本論は「社会的価値の創造」を学習の最終目標とした、俯瞰的な学問であるデータサイエンスを用いたSDGs教育を高等学校で実施するにあたり、その活用方法をカリキュラムデザインの視点から考察する。特に、総合的な探究の時間の探究プロセス及びデータサイエンス教育の根幹となる統計学的手法(PPDACサイクル)の4段階目のプロセスである「データ分析(Analysis)」のフェーズに焦点を当て、データサイエンスを総合的な探究の時間(SDGs)の探究プロセスとともに領域横断的に行った場合の教育的効果について授業実践を通して検討する。

2. 研究課題

田中(2018)は探究のプロセスを充実させることは、各教科で身につけられた知識や技能、思考力等の能力を活用・発揮する学習場面を何度も生み出すことが期待でき、なおかつ各教科で習得した知識や技能を関連付け、能力を活用場面と結びつけることができると指摘している。

データサイエンス教育を他教科と領域横断的に行う教育的効果については、PCMI(2017)が、データサイエンスは知の創造のプロセスのための俯瞰的な学問であ

り、教科横断的なカリキュラムのもとで初めてその素養の習得が可能としている。これは、データサイエンス教育を用いたカリキュラムデザインをする場合、データ収集のような基礎的な知識や収集したデータを分析しながら、各教科の学習到達目標を達成できるような領域横断的な授業実践が必要であると言えるだろう。

また、篠田(2022)は高等学校におけるデータサイエンス教育の導入について、情報基礎教育科目と連携しつつ、グループワークやアカデミックスキルを扱う導入科目と組み合わせることで、生徒が習得するデータサイエンス科目の学びを生かす学びの環境が構築できるとしていることから2領域を横断的に行うことによって探究活動がより深化する可能性を示唆していると言える。

2.1 統計学に焦点を当てたデータサイエンス教育における探究プロセス

統計学における課題解決プロセスを具現化したものが、Wild and Pfannkuch(1999)のPPDACサイクル(Fig.1)である。PPDACサイクルは日本の全国統計研究協議会が統計的な問題解決のプロセスとして提示している「とらえる-あつめる-よみとる-いかにす」(全国統計教育研究協議会(1999))や我が国の大綱的な基準である文部科学

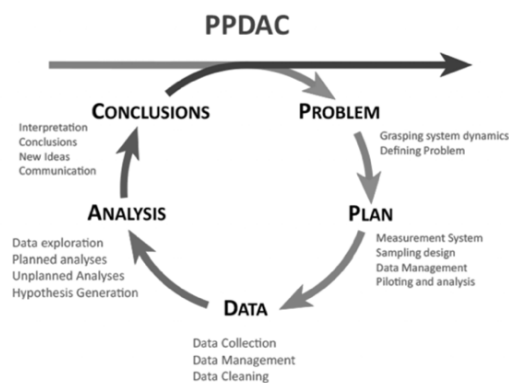
省の学習指導要領解説（文部科学省(2022)）において、ニュージーランド流のPPDACサイクルが取り上げられている。また大谷（2013）もこのサイクルを、投影を用いて現実の問題を解決している人々にとっては意識しないほど自明な思考プロセスであるとしている。

つまり PPDAC サイクルは、統計学者の「常識 (common sense)」であるような思考を具現化したものであり、統計を用いて問題を解決する際の手順やその活動を表したものである。サイクルの中のデータ分析には、生データを分類し、それらを表やグラフにすることによってパターンを探し、パターンや傾向に対する仮説を立てる活動も含まれている。

また Cobb&Moore (1997) は統計学を公式など確実な事象を扱う数学とは異なり、不確実な問題を解決するための「方法知」であるが故、文脈依存的であることから、問題解決のプロセスをモデル化することにより、多くの解が導かれ、意思決定が行われるとしている。

(大谷(2014))。そこで、本論では PPDAC サイクルを統計的な課題解決サイクルの典型として定義し、領域横断的な授業実践に応用する。

The place of data analysis in problem solving



出所：Chris Wild(2018)、The place of data analysis in problem solving、The University of Auckland

Fig 1 The place of data analysis in problem solving

2.2 総合的な探究の時間の教育目標と探究における生徒の学習の姿

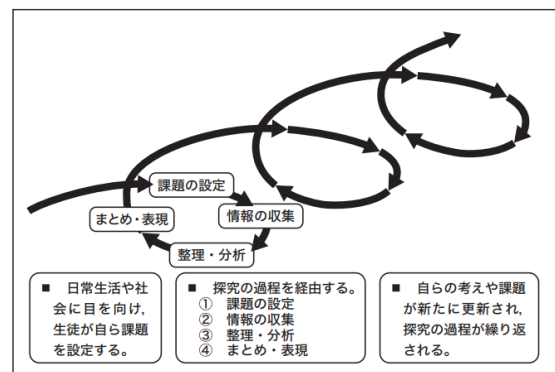
Fig2 は文部科学省の学習指導要領における総合的な探究の時間で目標として具現化されている「探究の時間における生徒の学習の姿」である。

この目標は、経験主義哲学に基づいた探究的な学びの重要性を最初に唱えた J.デューイ=GH.ミードが「課題解決型学習」の学習者として「学習の中心はあくま

で生徒であり、教師の存在は生徒自身の自発性、関心、受動性を引き出すファシリテーターとして存在すべき」という概念と、また学習についても「生徒の自発的な興味や関心に基づく社会的な経験やものづくりを通して知識の習得が行われるべきであり、生徒自身の持つ知の体系に組み込まれて再構築されるべきである」との提言と合致している。つまり、デューイの探究学習の概念を理解、実践することにより、生徒の思考力、判断力、表現力などをより効果的に育成するためのカリキュラム構築が可能となることが期待できるであろう。

一方、文部科学省は探究サイクルを示しながらも、「探究学習における生徒の学習の姿として表されたものは、必ずしもこれらのプロセスを辿ることが理想的ではなく、探究活動の内容によって随時変化する」とし、活動の在り方としては、探究活動における事象について「文脈を読む」ことの必要性も言及している。これに関しては、既述した統計学が文脈依存的な学問であることを鑑みると、2領域間で横断的授業を行うことにより、教育的効果を高めるといった学習における相乗効果が期待できるであろう。

探究における生徒の学習の姿



出所：高等学校学習指導要領（平成 30 年告示）解説「総合的な探究の時間編」「探究的な学習における生徒の学習の姿」
https://www.mext.go.jp/content/1407196_21_1_1_2.pdf

Fig 2 探究における生徒の学習の姿

2.3 探究における生徒の姿と統計的問題解決手法 (PPDAC サイクル) による領域横断的なカリキュラムデザイン

既述した通り、探究における生徒の姿のサイクルと統計学における課題解決プロセスである PPDAC サイクルは非常に似通ったサイクルを辿る上に、その過程において「文脈依存性」を持つことがわかった。

そう考えると、探究における生徒の学習の姿 (Fig.2) のプロセスにおける「2. 情報の収集」及び「3. 整理・分析」については、統計学の PPDAC サイクル (Fig.1) 内のデータ (収集・分析) の手法を取り入れることにより、データに裏付けされた科学的な根拠のもと、合理的な選択による探究活動が期待できるであろう。

田中 (2016) は文部科学省が示す探究プロセスの一層の充実のためには、プロセスにおける「1. 課題設定」と「3. 整理・分析」の充実・改善が大切であると、この過程をどう活動するかによって、課題を「自分ごと」として捉える本気で真剣な学びが生まれるとともに、収集した知識や情報を構造化する思考の活性化が期待できるとしている。

その一方で、統計的な問題解決方法、PPDAC サイクルを授業として実際に行うことは、児童・生徒自身、あるいは教師にとっても難しく、また時間も要することが報告されている (青山・小野 (2016))。これは、統計的な問題解決を教科の時数が決められている高等学校において、PPDAC サイクル全ての工程を授業化すること (青山 (2017)) が困難であることが理由として考えられる。

そこで以下では、教員が PPDAC サイクルの P: 問題、P: 計画、データ収集を事前に生徒に提示した場合、探究活動における課題設定及び整理・分析の一助となることから、生徒が PPDAC サイクルの中のデータ分析に焦点を当てた探究活動を実施することが可能となる、という仮説のもと、データ分析にフェーズの焦点を当てたデータサイエンスの授業を総合的な探究の時間と領域横断的に行うことにより、その教育的効果を検証する。

3. 実践事例

今回、データサイエンス教育を用いた領域横断的な SDGs 教育実践は、私立中高一貫校 X の高等部 2 年生 (202 名) を対象とした情報科 STEAM¹において 2022 年 5 月 10 日～30 日にかけて実施された。一条校のカリキュラムデザインは、文科省が定める高等学校学習指導要領に基づいた単位設定を行う必要があるため、生徒一人一人の学びのニーズに合わせたような、個別最適化された学びの編成に繋がりにくいという課題がある。

しかしながら、筆者の勤務校はユネスコスクール²であるとともに、総合的な探究の時間の教科名を「SDGs」

と設定し、教育目標を「持続可能な開発のための教育 = Education for Sustainable Development (ESD)」と掲げており、通年を通して「持続可能な開発プロジェクト」探究が実施されていることを鑑みると、総合的な探究の時間における教育目標が明確であることから、データサイエンス教育を領域横断的に実施しやすい環境であると言える。

3.1 対象校と実践事例の概要

対象校における SDGs の授業は、日本で探究学習が提唱される前の 2010 年頃から PBL 学習の一環として実践されてきた。しかしながら、探究活動を進めていくうちに、生徒が設定する開発途上国に対する探究課題そのものが科学的な根拠に基づいておらず、活動自体が生徒の意気込みや勘に頼っている部分が多く見受けられた。このような課題においては、データサイエンスの探究サイクルである PPDAC サイクルを総合的な探究の時間における、探究サイクルと領域横断的に授業を実施することにより、データ分析により科学的根拠に基づいた探究活動を行うことができると考えた。また様々な種類のデータを扱うことにより、課題設定の際の視野が広がるとともに、探究活動に必要な不可欠な文脈を読むことも大切さを理解することが期待できるであろう。しかしながら、2022 年度はデータサイエンス教育を SDGs と教科横断的に実施するのが初年度であり、また年度初めの予定ではデータサイエンスの要素を含んだ SDGs の授業計画をしていなかったことから、授業時間内で PPDAC サイクルの全過程を実施することは、授業時数の関係で限界があった。よって、今年度は教科・情報の 3 コマ (1 コマ 50 分) の授業時数を使用し、SDGs に関係のあるデータ分析を取り入れた授業を行った。具体的な単元目標と課題及び各授業課題を Table. 1 及び Table. 2 に示す。

Table. 1 単元目標と課題

項目	その内容
単元目標	<ol style="list-style-type: none"> 1. 統計的探究プロセス (PPDAC) を理解し、データの活用方法を理解する。 2. 課題発見、考察、分析、検証を通して論理的思考を身につける。 3. SDGs の課題を「自分ごと」として捉え、課題解決していく姿勢を養う。

¹ 今回の実践事例校では「教科・情報」の名称を「STEAM」と変更し、「自由な発想で新しい価値を生み出すクリエイティブ性の育成」を目標として、教科横断型の情報の授業を行なっている。

² ユネスコスクールとは、ユネスコ憲章に示されたユネスコの理念を実現するため、平和や国際的な連携を実践する学校である。

単元課題	人間開発指数 (HDI) の下位 12 カ国のうちの1つを選び、その寿命、教育年数、そして年収で、自分はそのような暮らしができるか考察として具体的にまとめる。
------	---

Table.2 各授業課題とその内容

授業回	課題とその内容
第1回	<p>【課題】 仮説を立て、構造化データによりデータ収集・分析を行う。</p> <ul style="list-style-type: none"> • OECD (https://www.oecd.org/) の人間開発指数 (HDI) の下位 12 カ国のうちの1つを選び、その寿命、教育年数、そして年収を調べる。
第2回	<p>【課題】 第1回授業における構造化データから得られた結果を、非構造化データを使用し、分析する。</p> <ul style="list-style-type: none"> • Google Earth (https://www.google.co.jp/intl/ja/earth/) 及びDoller Street (https://www.gapminder.org/dollar-street/) を用いて、その1カ国を仮想的に現地訪問し、標準課題の数値ではわからなかった気づきや感想を現地のスクリーンショットも添えて記す。 • 第1～2回授業のデータから「自分はそのような暮らしができるか」を考察として具体的にフォームにまとめ、グループ内で意見共有をする。
第3回	<p>【課題】 第1回・2回で使用したデータ収集及び分析結果をグラフィックサマリー形式で要約する。</p> <ul style="list-style-type: none"> • GraphiCal Summary: 図式的に第1回及び2回で収集したデータを使用して、各国の現状をグラフィックサマリー形式で要約をする。

3.1-1 第1時：授業実践

第1時の授業は「データサイエンスとは何か」といったデータサイエンスの基本概念とともにデータを扱う際に必要となる「データ倫理」について情報Iの教科書及び動画により理解を深めた。その上で、授業中にQRコードによって提示されたOECDのサイトから人間開発指数 (HDI) の下位 12 カ国より、今回の調査のための1カ国を選択した。具体的な指導過程は Fig.3 に示す。

Human Development Reports | United Nations Development Programme

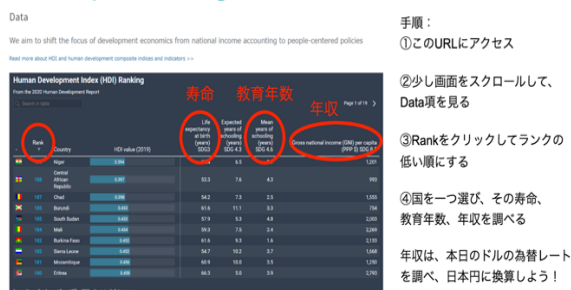


Fig.3 構造化データ分析・授業スライド

次に、HDI を図るためにデータ化された表を使用し、

その国の寿命、教育年数、年収に関する数値データを収集した。寿命及び教育年数については、収集した数値データを教員が提示した適切な表により、その国の特徴を把握した。年収においては、ドル表示であったため、調査日の円相場から各自ドルを円に換算した。実際、ドルを円に換算したことにより、その国の年収を自分の国の生活水準を現実的に捉えることができ、開発のための課題を「自分ごと」として捉え、考察したことが、後に紹介する授業課題の回答から明らかとなった。

3.1-2 第2時：授業実践

第2時の授業は、第1時の授業で選択した国の現状の視覚情報を得るために「Google Earth」および「Doller Street」の非構造化データを使用し、分析を行った。これは、第1時授業で行った構造化データから見るができなかった分析が、非構造化データを使用することにより視覚的にできるとともに、生徒たちが漠然と持っていたその国に対する既有概念の変容につながる考えたからである。

導入として、私たちが様々な国に対して抱いているイメージは、いかにステレオタイプ的であるということを理解する目的で2枚の写真を提示した。1枚目は草原に動物たちと立つ人が映っている写真、2枚目はある国の首都の写真である。次に、提示された写真がどの国であるかという質問をクラスにいる生徒全体に行った。実はこの2枚ともケニアの写真なのだが、1枚目の自然とともにアフリカ人が映る写真については、「ケニア」と国名を当てる生徒がいたものの、2枚目のケニアの首都であるナイロビの写真を見て「ケニア」と答える生徒は皆無であった。この授業導入を終えた感想としては、生徒たちはいかに自分たちが、その国の実際を知らずに「思い込み」だけで判断していることが多いということを後の課題における設問で回答している。これらの回答からも、授業で非構造化データを使用することにより、視覚的にその国を分析することは、現実的な理解につながることから、既有概念の変容において有用であると言えるだろう。

Fig.4 と Fig.5 は視覚的理解を促すための、Google Earth と Doller Street で表示された画像をキャプチャしたものである。特に Doller Street³⁾は Google Earth のようなバーチャルな空間で地理的情報を提供するだけでなく、そこで実際に生活する人々や彼らの生活様

³⁾ Doller Street (<https://www.gapminder.org/dollar-street/>)

式などを所得と照らし合わせ、その国の現状を理解・分析することが可能な仮想インタラクティブデータベースである。これは、構造化データ分析において収集された数値データだけでは様々な現状をイメージしにくい生徒にとって、普段触れることが多い「画像」という分かりやすいデータを利用することにより、その国の現状や抱える課題をより明確化させることが期待できると同時に、非構造化データの存在やその分析方法を知ることにより、より高度な知見により生徒自身が設定する開発途上国に対する課題解決を「自分ごと」として捉え、取り組むことが考えられるだろう。これについては、高垣・田原(2005)も「生徒が保持している既有概念と科学概念の両者の間に生起する、認知的活動が解消されることによって、概念の変容が見られる」ことを明らかにしている。

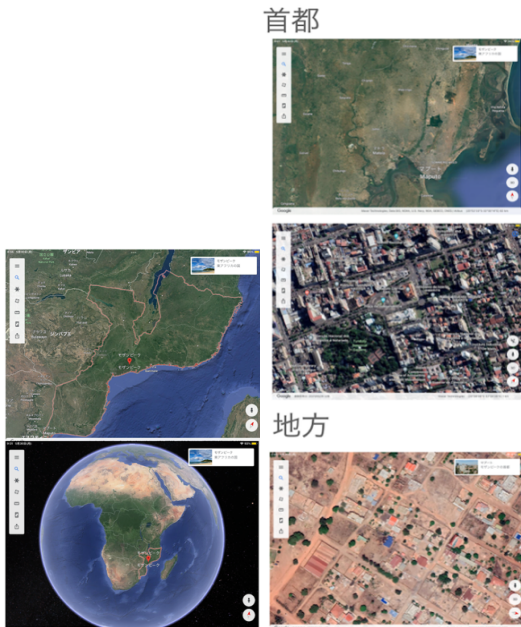


Fig.4 非構造化データ例 (Google Earth)

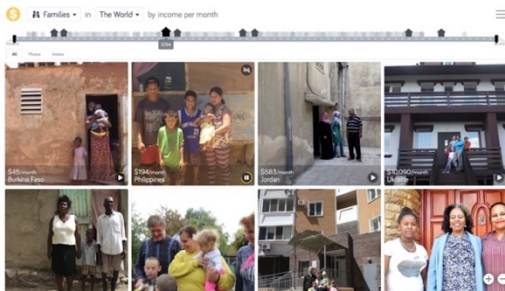


Fig.5 非構造化データ例 (Doller Street)

これを踏まえ、第1時のOECDにおける構造化データ分析及び第2時のGoogle Earth と DollerStreet の非構造化データ分析の授業を通し、生徒がどの程度、開発途上国が抱える課題に対しての気づきや既有概念の変化があったのかについて、Talbe.3に示された設問に対する生徒回答から検討する。

3.1-3 第2時：生徒回答のAIテキストマイニングから

調査対象生徒は、授業時間にQRコードによりGoogleフォームにアクセスし、課題における回答を行なった。倫理的配慮として、成績に影響しないこと、回答は統計的にまとめられるため個人のプライバシーは守られることがQRコード配布時に生徒に伝えられた。

フォームによる自由回答の考察に関する問1と問2についてAIテキストマイニングを行い、分析したものをFig.6、7、8として示す。

Table.3 授業課題提出用フォーム設問内容

項目	設問
データについて	(問1) 今回の調査で使用した資料はどこの組織から出されているものですか?組織名を答えなさい。 (問2) 問1の組織はどのような組織ですか?ネット検索の上、この組織について簡単に説明しなさい。 (問3) 今回使用したデータは信ぴょう性のあるものですか? (問4) どうしてあなたは3の回答のように思いますか?理由を述べなさい。
調査結果	(問1) 調査対象として選んだ国 (問2) 寿命(年)・教育年数(年)・年収(ドル)・年収(円)・1日あたりの生活費(円)
考察	(問1) 選択国の年収から、自分はどう暮らしているか具体的に考察しなさい。 (問2) グループで意見を共有してまとめなさい。

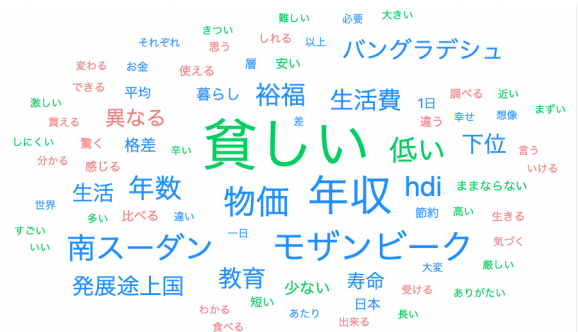


Fig.6 生徒の自由回答によるワードクラウド⁴

⁴ スコアが高い単語を複数選び出し、その値に応じた大きさと色で図示

ている。青色が名詞、赤色が動詞、緑色が形容詞、灰色が感動詞を表す。

Fig.6は、課題設問における自由回答の部分ワードクラウドとしてデータ化したものである。調査用ワードであるために、単語出現頻度が高い名詞「年収・物価・生活費・教育・生活」を除くと、出現頻度上位ワード（動詞）として、「異なる」、「決めつける」、「強い」などが抽出されていることが分かる。特に「決めつける」のワードが用いられた回答については、「グループの人が『その国にも上位層の人、下位層の人がいて、平均だけで決めつけることは難しいと思う』と言っていてなるほどと思いました。中にはもっと稼げている人もいれば、もっと少ない人も思うので、あくまで参考にして情報を得ていくことが大切なのかなと思いました。」などが、表中で表れている数値データのみで開発途上国を理解するのではなく、データから文脈を読むことの重要性を指摘するような意見が多く見られた。

Fig.7及びFig.8は、Fig.6と同じ回答データを使用し、単語出現頻度の繋がりを分析した結果である。Fig.7では、ネガティブなワードとして名詞-形容詞の係り受け分析では、「格差-激しい」、「生活-厳しい」、「生活-きつい」などが出現頻度として多く、Fig.8の名詞-動詞の係り受け分析では、「教育」・「年数」が「年収」に与える影響などをデータ分析から文脈を読み取っていると思われる結果も出ている。つまり、構造化データ及び非構造化データを使用したデータ分析の授業実施により、生徒は収集したデータのみで、様々な事象を理解しているのではなく、既述した統計学や探究の課題解決のサイクルの過程で必要不可欠である「文脈を読む」という探究活動がデータ分析を行う上で行われたことが明らかとなった。

Fig.7及びFig.8は、Fig.6と同じ回答データを使用し、単語出現頻度の繋がりを分析した結果である。Fig.7では、ネガティブなワードとして名詞-形容詞の係り受け分析では、「格差-激しい」、「生活-厳しい」、「生活-きつい」などが出現頻度として多く、Fig.8の名詞-動詞の係り受け分析では、「教育」・「年数」が「年収」に与える影響などをデータ分析から文脈を読み取っていると思われる結果も出ている。つまり、構造化データ及び非構造化データを使用したデータ分析の授業実施により、生徒は収集したデータのみで、様々な事象を理解しているのではなく、既述した統計学や探究の課題解決のサイクルの過程で必要不可欠である「文脈を読む」という探究活動がデータ分析を行う上で行われたことが明らかとなった。

名詞 - 形容詞	ネガポジ	スコア	出現頻度
年収 - 低い	中立	3.60	9
お金 - 少ない	中立	3.00	8
物価 - 安い	ポジティブ	3.00	5
格差 - 激しい	ネガティブ	2.00	2
年数 - 短い	中立	1.00	2
平均 - 高い	中立	0.86	2
物価 - 低い	中立	0.24	2
教育 - 悪い	中立	0.24	2
年数 - 低い	中立	0.24	2
順位 - 低い	中立	0.24	2
収入 - 悪い	中立	0.24	2
生活 - 厳しい	ネガティブ	1.00	1
差 - 大きい	中立	1.00	1
開発途上国 - 激しい	ネガティブ	0.67	1
生活 - きつい	ネガティブ	0.67	1

Fig.7 係り受け解析 (名詞 - 形容詞)

名詞 - 動詞	スコア	出現頻度
生活 - できる (倍: 60.00%)	1.58	5 (倍: 3)
教育 - 受ける	4.00	4
暮ら - できる (倍: 33.33%)	0.63	3 (倍: 1)
生活 - 強い	2.00	2
節約 - いける (倍: 50.00%)	1.00	2 (倍: 1)
ご飯 - 食べる	1.00	2
生活 - しれる (倍: 100.00%)	0.75	2 (倍: 2)
日本 - 感じる	0.46	2
幸せ - 感じる	0.46	2
日本 - 違う	0.43	2
物価 - 違う	0.43	2
日本 - 思われる	1.00	1
生活 - 成り立つ	1.00	1
軌跡 - 耐える	1.00	1
空腹 - 耐える	1.00	1

Fig.8 係り受け解析 (名詞 - 動詞)

3.1-4 第3時：授業実践

第3時の授業は、今までの授業で収集・分析したデータや知見から、グラフィック(Graphic)とサマリー(Summary)を合体させた、「グラサマ(Graphic-summary)」の形式で調査国の現状についてPagesを使用し、要約する作業を行なった。グラサマでは、収集した構造化及び非構造化データを第1時から2時まで分析したことにより、開発途上国に対して行った課題探究に関する考察が科学的根拠に基づく考察の一助になっていることは、生徒たちの成果物から見てわかる(Fig.9)。



Fig.9 データ分析を活用したグラフィックサマリー

5 文章中出现する単語の頻出度を表にしている。通常はその単語の

出現回数が多いほどスコアが高くなるが、「言う」や「思う」など、どの文章にもよく現れる単語についてはスコアが低めになる。

4. まとめ

本論では、データサイエンス教育と総合的な探究の時間の両領域の探究サイクルの特性を活かした教科横断型授業を行うことによる教育的効果をデータサイエンス教育の中でもデータ分析にフェーズの焦点を当てたカリキュラムデザインの面から検討することを目的とした。

授業実践においては、データサイエンス教育実施が初年度であり、新学期前の授業計画を総合的な探究の時間の担当教員と入念にカリキュラムを練ることができないまま実施したために、データサイエンス教育の特徴である「方法知」の部分を PPDAC サイクルに沿った実践的な授業ができなかった。しかしながら、データ収集・分析に焦点を当てた授業を総合的な探究の時間と教科横断的に行うことにより、SDGs 探究活動が、少なからずとも合理的で、なおかつ科学的根拠に基づいたプロジェクト実施への一助となっていることが、第 2 時の自由回答における分析の結果が「事象の文脈を読む」ことに繋がりを見せていることや、第 3 時の授業で行ったグラフィックサマリなどの成果物が構造化データや非構造化データから分析が行われている点を鑑みれば、データサイエンスを総合的な探究の時間と領域横断的に行うことによる教育的な効果があったと言えるだろう。

5. 今後の展望

今後の展望については、データサイエンス教育及び総合的な探究の時間における探究活動開始前は、まず生徒自身が設定した課題に対して、最初に「問い」を立てる必要がある。その場合の「問い」とはさまざまな現象に対して提示される仮説であると言える。その際には、個別に見える個々の課題に対する事象ではなく、それらの事象を集合として捉え、統計データから「文脈」を読む、いわゆる「文脈力」をいかにして習得するかが課題となってくる。

文脈力習得における教育的効果について、北村(2021)は事象を「つなげて」理解することによって、モノの見方が「広がる」ことが期待されるとし、そのためには教科横断型の学習が学校教育の中でも今後さらに重要化されることを提言している。

管見の限り、日本において総合的な探究の時間とデータサイエンス教育の教育的相互作用についてカリキュラムの面から分析している研究は少ない。今後、データサイエンス教育を総合的な探究の時間と領域横断的に行う場合、実践授業を繰り返しながら、生徒のフ

ードバックを取り入れて、両者の探究におけるサイクルを活用したカリキュラムデザイン構築にいかにつなげるのか、その方策について検討することが必要となってくるであろう。これについては、杉山(2009)も統計的思考モデルである PPDAC サイクルを用いた学習指導について、問題を解決するための手段であるということが伝わるような指導をしてほしいとし、統計が持つ特徴である「方法としての知識」を踏まえて、統計を問題解決の手段として扱うような学習指導を行う必要があるとしている。

本論は、総合的な探究の時間とデータサイエンス教育を領域協働的な教育実践であったが、平成 31 年に改訂された学習指導要領によると、生徒たちが「生きる力を身に付ける」ことを目標とし、「学びに向かう力」、「知識及び技能」、「思考力、判断、表現力」をバランスよく学校教育で実施することが推奨されていること、そして、これらを実現するために「教科横断的な学びの推進」が推奨されている(文部科学省 HP(2022))などを鑑みれば、データサイエンスの探究サイクルである PPDAC サイクルを活用した生徒の力の育成のためには、総合的な探究の時間のみならず、他教科とも領域協働的に実施することが重要であると言えるだろう。

こういった領域協働的な学びの教育的効果は、生徒の成果物や課題アンケートの回答等を検討するだけではカリキュラム構築のための科学的根拠に基づいておらず、データサイエンス教育を用いた総合的な探究の時間のカリキュラムデザインに関する検討全てをまかなうには至らない。

生徒の探究学習の成果を知る手段として、OECD が国際学力調査として掲げる「主要能力(キーコンピテンシー)」がある。キーコンピテンシーは、OECD が 2000 年から開始し、PISA 調査の概念的な枠組みとして定義付けられた。PISA 調査で測っているのは『単なる知識や技能だけではなく、技能や態度を含む様々な心理的・社会的なリソースを活用して、特定の文脈の中で複雑な課題に対応することができる力』であり、具体的には、1 社会・文化的、技術的ツールを相互作用的に活用する力、2 多様な社会グループにおける人間関係形成能力、3 自立的に行動する能力、という 3 つのカテゴリーで構成されている(中央教育審議会答申(2008))。これらキーコンピテンシー育成を指標としたカリキュラムを、いかにしてデータサイエンス教育を活用した領域協働的なデザインとして構築していくかを検討することが今後の課題である。

参考文献

(1) 内閣府

[:https://www8.cao.go.jp/cstp/ai/aistrategy2022_honbun.pdf](https://www8.cao.go.jp/cstp/ai/aistrategy2022_honbun.pdf)
(2022年4月22日閲覧).

(2) 文部科学省: https://www.mext.go.jp/content/20220531-mxt_kyoiku02_100003066_001.pdf, (2022年11月2日閲覧).

(3) 高等学校学習指導要:

https://www.mext.go.jp/a_menu/shotou/cs/1320224.htm, (2022年11月2日閲覧).

(4) 高等学校学習指導要領(平成30年告示)解説「総合的な探究の時間

編」: https://www.mext.go.jp/content/1407196_21_1_1_2.pdf,
(2022年11月2日閲覧).

(5) 東京大学数理情報教育研究センター:

<http://www.mi.u-tokyo.ac.jp/>(2022年11月21日閲覧)

(6) 青山和裕, 小野浩紀(2016). 多変数を扱う小学校算数での統計授業について, 日本数学教育学会誌, 98(8), 3-10.

(7) J. デューイ/G.H. ミード: 「学校と社会・経験と教育」, 人間の科学新社, (2000).

(8) 大谷洋貴: 「数学教育における統計の学習指導の過程に関する研究 統計の特徴としての方法知に着目して」, 全国数学教育学会誌数学教育学研究第20巻第2号 pp. 157-168, (2014).

(9) 田中学/教育課程研究会: 「アクティブラーニングを考える」, 東洋館出版社, pp. 216-219, (2016).

(10) 篠田有史, 吉田賢史: 「数理・AI・データサイエンス」科目と調和する全学を対象とした共通基礎教科『データサイエンス教育は何を目指しているのか』, コンピュータ利用教育学会, p30-35, (2022).

(11) 高垣マユミ・田原裕 登志, 「相互教授が小学生の電流概念の変容に及ぼす効果とそのプロセス 教育心理学研究」, 53, 551-564, (2005).

(12) 東京大学数理・情報教育研究センター:

<http://www.mi.u-tokyo.ac.jp/mds-guide/index.html> (2022年11月15日閲覧)

(13) 北村友人, 「SDGs時代の教育」, 学文社, (2021).

(14) 全国統計教育研究協議会, 「統計情報教育の理論と授業実践の展開」, 筑波出版会, (1999)

(15) 白井俊, 「OECD Education2030 プロジェクトが描く教育の未来」, ミネルヴァ書房, (2022)

(16) 杉山吉茂, 「中等科数学科教育学序説 杉山吉茂教授講義筆記」, 東洋館出版社, (2009)

(17) Chris Wild: “1.4 Place of data analysis in problem solving_ARTICLE.pdf”, The University of Auckland, (2018).

(18) Julie Harvey, Sathish Kumar: “Data Science for K-12 Education”, Coastal Carolina University, USA, (2019).

(19) Bakker, Derry: “Lessons from inferentialism for statistics education”, Mathematical Thinking and Learning, 13, 1-2, 5-26, (2011).

(20) Y. Gil: “Teaching Parallelism without Programming: A Data Science Curriculum for Non-CS Students”, 2014 Workshop on Education for High Performance Computing, pp. 42-48, doi: 10.1109/EduHPC, (2014).

(21) C.J. Wild and M. Pfannkuch: “Statistical Thinking in Empirical Enquiry”, International Statistical Review, 67, 3, 223-265, (1999).

(22) Chowdhury, G. and Koya, K.: “Information practices for sustainability: role of iSchools in achieving the UN sustainable development goals (SDGs)”, Journal of the Association for Information Science and Technology, 68 (9), pp. 2128-2138. ISSN 23301635, (2017).

(23) Cobb&Moore: “Mathematics, Statistics, and Teaching”, The American Mathematical Monthly, Vol. 104, No. 9, pp. 801-823, (1997)

(2022年12月4日 受付)

(2023年1月31日 採録)

AI 機械翻訳の英語正課授業への大規模導入とその課題 - 英語発信力向上のための機械翻訳活用にむけて -

Feasibility Study on Large-scale Introduction of Neural Machine Translation into PBL English Classes

近藤 雪絵*1・木村 修平*2・坂場 大道*3・豊島 知穂*3・中南 美穂*3・山下 美朋*2・山中 司*2

Email: kondoyu@fc.ritsumei.ac.jp

*1:立命館大学 薬学部

*2:立命館大学 生命科学部

*3:立命館大学 言語教育センター

抄録

大学生の機械翻訳の活用が進んでいるが、正課の英語教育にどう組み込むかはまだ議論の途上にある。立命館大学プロジェクト発信型英語プログラムでは、全国に先駆けて正課英語授業に機械翻訳を導入した。発信力を重視する同プログラムでは、機械翻訳導入時に機械翻訳の活用プロセスと、作成した英文に対する学生の意識調査を行った。その結果、授業で機械翻訳に関する指導やガイダンスを受講する前段階であっても、学生は概ね機械翻訳を活用して作成した英文を気に入り、自信をもってその英文を発信できると捉えていることがわかった。英文作成の際にプレエディット、ポストエディット、逆翻訳のプロセスを経ることは、学生が機械翻訳を活用して作成した英文を気に入ることにに対してポジティブな影響を与え、さらに能動的な学習が加わることでより自信をもって英文を発信できることが示唆された。

◎Key Words 機械翻訳, Machine Translation (MT), 発信力, PBL, Mirai Translator

1. はじめに

近年、機械翻訳 (Machine Translation: MT) の技術革新が進み、大学生は自身のデバイスから容易に翻訳サービスを利用できるようになった。小田 (2019) の調査によると、大学生の MT の使用経験は 2012 年の 77.0% から 2019 年では 96.7% に増加しており、今や大学生にとって MT は当たり前ものになっていると言える¹⁾。しかし、2019 年の回答者のうち、翻訳がうまくいったと考える学生は 24.1% であったことから、学生が MT を自身の英語発信に有効活用するためには MT 活用のためのリテラシー教育や実践的なアクティビティを授業に取り入れることが重要となる。田村&山田 (2021) のレビューによると、外国語学習者の MT 使用率は 80% を超え、学習者と教員の MT に対する意識はポジティブになってきているものの、MT のリテラシー教育やポリシーの策定はまだ議論の段階にある²⁾。立命館大学のプロジェクト発信型英語プログラム¹⁾では、2022 年度秋学期より学部生および大学院生の正課の英語授業において AI 自動翻訳サービス「Mirai Translator²⁾」の導入を開始した³⁾。Mirai Translator はみらい翻訳社が提供するニューラル機械翻訳エンジンを搭載した翻訳サービスであり、テキスト翻訳だけでなく PDF や PPT 等のファイル翻訳にも対応している。図 1 に Mirai Translator の翻訳画面を示す。同じくニューラル機械翻訳サービスである DeepL に搭載された訳語選択機能や音声読み上げ機能は未実装であるが、Mirai Translator には逆翻訳

機能が翻訳画面に標準表示され、正しい翻訳ができていないかを確認しながら作業をすすめることができる。

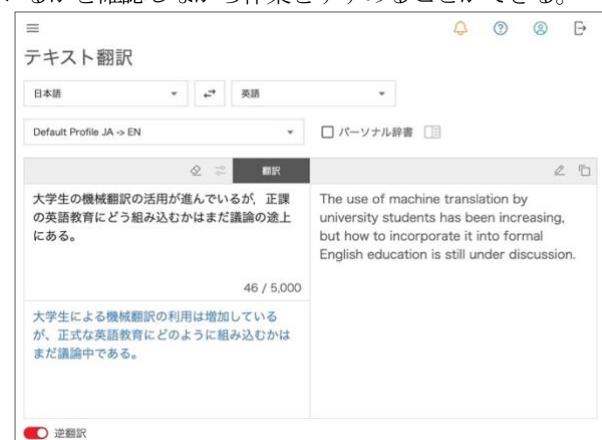


図 1 Mirai Translator の翻訳画面

今回 MT 導入の対象となった学生は約 5,000 人であり、MT を、必修授業をはじめとした正課の授業に導入した例としては先駆的な実践例だといえる³⁾。しかし、MT 導入のポリシーや実践的な活用法、およびその指導法を、教員個人レベルではなくプログラムレベルで決定することは容易ではない。学生が今持つ英語力をいかに実践で使えるかという英語運用スキルの育成に重点を置いたプロジェクト発信型英語プログラムにおいて、MT は学生の発信力を支える味方となることが

¹⁾立命館大学プロジェクト発信型英語プログラム: <http://peprng.jp/>

²⁾Mirai Translator/AI 自動翻訳「みらい翻訳」: <https://miraitranslate.com/>

³⁾みらい翻訳によると、Mirai Translator が利用の制限なく大学の正課の

英語授業に導入されるのは日本初の試みであった。

https://www.ritsumei.ac.jp/profile/pressrelease_detail?id=719

期待できる。ここで問題となるのは、学生が MT を活用して作成した英文を気に入っているか、最終的にその英文を自信を持って発信できるか、また、そのために授業で MT をどのように取り扱うかである。本稿では、MT 導入時（本格導入前）の学生の MT の活用プロセスと、MT を活用して作成した英文に対する意識を調査し、学生が今後 MT を活用して発信力を高めるための課題を検討する。

2. 機械翻訳導入時のアンケート調査

MT を導入した必修英語授業を受講する 1 年生および 2 年生を対象に、アンケートを行った。実施時期は MT の詳しい使い方等のガイダンスを実施する前であり、有効回答者数は 1 年生 196 名、2 年生 206 名の合計 402 名であった。本アンケートにおいて、回答者は、あるメディア（グラフ）から自分が最も重要だと思う情報を抜き出し、自分の意見を添えて 2 文の英文でまとめるという課題を行った後に、質問に回答した。

2.1 機械翻訳を活用した英文作成のプロセス

学生は、MT を活用して英文を作成する際に行ったことを、11 の項目から選択した。結果を表 1 に示す。ほとんどの学生がまず日本語で文を作成し（89.6%）、MT で日本語を英語に翻訳した（79.9%）。より適切な翻訳結果を得るために日本語の文を修正した学生は 22.4%、翻訳結果を自力で修正した学生は 20.4%、2 つの文章に一貫性があるかを確かめた学生は 37.6%であった。また、翻訳結果が正しいかを確認するため、翻訳した英語を MT で日本語に翻訳した（逆翻訳）学生は 21.6%であった。自分でまず英文を作った学生は 8.2%と割合が低く、わからない表現を辞書等で調べた学生は、翻訳結果に対して辞書等で調べた学生が 7.7%、自力で英文を作る際に調べた学生が 8.7%といずれも割合が低かった。自力で日本語から英語に翻訳した学生は 13.7%であった。

表 1 英文を作る際に行ったこと（複数回答可）

項目	選択数	選択割合
1.自分でまず英語の文を作った。	33	8.2%
2.自分でまず日本語の文を作った。	360	89.6%
3.自力で日本語から英語に翻訳した。	55	13.7%
4.MT で日本語から英語に翻訳した。	321	79.9%
5.MT が作った英語の文の中の、わからない表現を辞書やインターネットで調べた。	31	7.7%
6.自力で日本語から英語にするために、わからない表現を辞書やインターネットで調べた。	35	8.7%
7.MT が作った英語の文と自分で作った英語の文を比較した。	58	14.4%
8.MT が作った英語の文を自力で（MT 以外の手法で）手直した。	82	20.4%
9.MT でより適切な英語を作るため、日本語を修正した。	90	22.4%

10.MT で作った英語の文を（正しく翻訳できているかの確認のため）MT で日本語に翻訳した。	87	21.6%
11.2 つの文章に一貫性があるかを確かめた。	151	37.6%

2.2 機械翻訳を活用して作成した英文への意識

MT を活用して作成した英文への意識を調査するため「最終的にできた英文を気に入っていますか？」と「最終的にできた英文を自信をもって発信できますか？」の 2 問と回答の理由を尋ねた。理由の回答は任意で、自由記述形式であった。

2.2.1 英文を気に入っているか

MT を活用して作成した英文に対して、「気に入っている」の回答は 26.1%、「やや気に入っている」は 40.8%であり、ポジティブな意識をもった学生は合わせて 66.9%であった。ネガティブに回答した学生は、「気に入っていない」0.7%、「あまり気に入っていない」6.5%であり、合わせて 7.2%であった（表 2）。概ね学生は MT を活用して作成した英文を気に入っていたと言える。

表 2 作成した英文を気に入っているか

項目	選択数	選択割合
気に入っている	105	26.1%
やや気に入っている	164	40.8%
どちらでもない	104	25.9%
あまり気に入っていない	26	6.5%
気に入っていない	3	0.7%

気に入った理由として最も多かったものは、「わかりやすい」「(英文が) きれい、美しい」「簡単/難しすぎない」「一貫性がある」など英文の質の高さであった。次に多かった理由は「正確」「間違いがない」など英文の自然さと正確さであった。

気に入っていない理由として最も多かったものは、「合っているかわからない」「より良い表現があるかもしれない」など翻訳結果の不確かさであり、次に多かった理由は「自分で作った/考えた英文ではないから」「機械が作ったから」など、自分ではなく機械が英文を作成したことであった。

2.2.2 自信をもって発信できるか

MT を活用して作成した英文に対して、「自信をもって発信できる」の回答は 22.9%、「やや自信をもって発信できる」の回答は 41.8%であり、ポジティブな意識をもった学生は合わせて 64.7%であった。ネガティブに回答した学生は、「自信を持って発信できない」2.5%、「あまり自信を持って発信できない」9.2%であり、合わせて 11.7%であった（表 3）。この結果は、英文を気に入っているかどうかの意識と同じ傾向であり、概ね学生は MT を活用して作成した英文を、自信をもって発信できると捉えていた。

表3 作成した英文を気に入っているか

項目	選択数	選択割合
自信をもって発信できる	92	22.9%
やや自信をもって発信できる	168	41.8%
どちらでもない	95	23.6%
あまり自信を持って発信できない	37	9.2%
自信を持って発信できない	10	2.5%

自信をもって発信できる理由として最も多かったものは、英文の正確さであり、文全体、文法、単語の誤りがないことや文章に違和感がないことが挙げられた。次に多かった理由は「わかりやすい」「簡単/難しすぎない」「簡潔/まとまっている」など英文の質の高さであった。

自信をもって発信できない理由として最も多かったのは、「正しい表現なのかかわからない」など英語の不確かさであった。次に多かった理由は、「自分で見直していない」「完成した文をよくみていない」「発信するには注意深く見る必要がある」など自身で英語を確認・修正しなかった点であった。

2.3 機械翻訳を活用した英文作成のプロセスと意識の関係

どのようなプロセスを経て英文を作成した学生が、その英文を気に入り、自信をもって発信できると捉えているのかを調査するため、英文作成のプロセスと意識の関係を探索した。図2に主要なプロセスと「気に入っている・やや気に入っている」「自信をもって発信できる・やや自信をもって発信できる」と回答した学生の割合を示した。

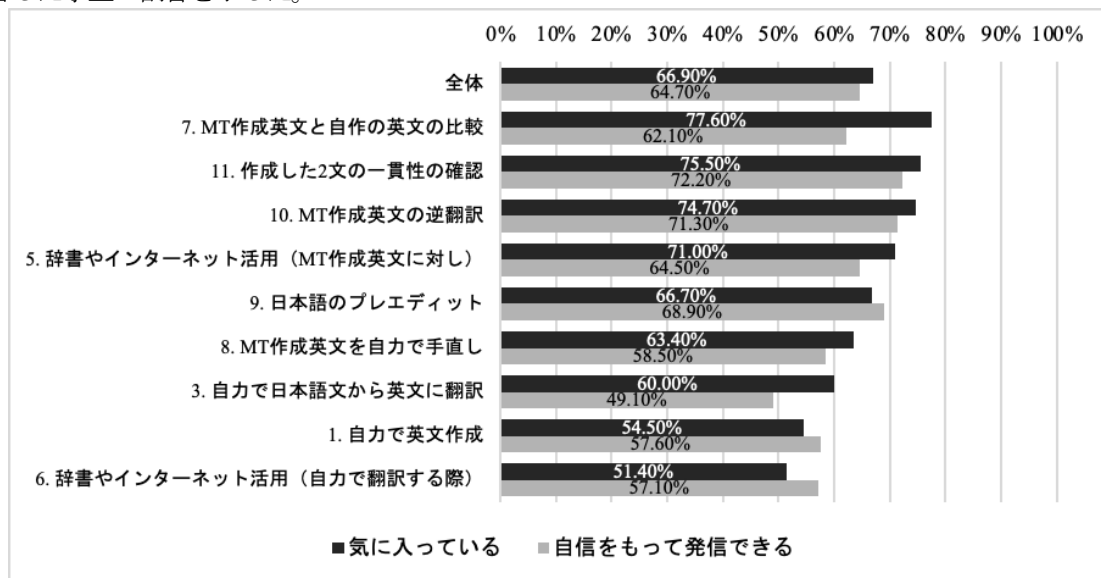


図2 英文を作る際のプロセスと意識の関係

3. おわりに

大学生のMT利用率は近年最大限に高まっているが、授業でMT活用の指導やガイダンスを受講する前の段階であっても、学生は概ね自分がMTを活用して作成した英文を気に入り、自信をもってその英文を発信で

英文を気に入っている割合が全体よりも高いのは、7.MT作成英文と自作の英文の比較、11.作成した2文の一貫性の確認、10.MT作成英文の逆翻訳、5.辞書やインターネット活用(MT作成英文に対し)を行った場合であった。これらの項目は、いずれもMTで英文を作成した後に、自分で能動的に学習したことを示している。MTを活用して英文を作成し、ポストエディットを含め何らかの学習を行った際に、学生は英文を自分のものとし、結果として学生にとってその英文が気に入るものになったことが示唆される。

英文を自信を持って発信できる割合が全体よりも高いのは、11.作成した2文の一貫性の確認、10.MT作成英文の逆翻訳、9.日本語のプレエディットを行った場合であった。

6.辞書やインターネット活用(自力で翻訳する際)、1.自力で英文作成、3.自力で日本語文から英文に翻訳、8.MT作成英文を自力で手直しをしたなど、自分の力で英語を作成および修正する項目においては、いずれも英文を気に入る割合、自信を持って発信できる割合が下がった。

9.はプレエディット、10.および11.はポストエディットのために経たプロセスであると考えられるが、学生は全くの独力ではなく、MTの支援を得てプレエディットまたはポストエディットした結果、その英文を発信することにより自信を持つようになったと考えられる。

きると捉えていることがわかった。

Mirai Translatorは逆翻訳を標準機能として備えているが、約2割の学生は指導を受ける前でも逆翻訳機能を活用しており、逆翻訳は学生の作成した英文に対する意識に対してポジティブな影響を与えた。より良い翻

訳結果をえるためのプレエディット, MT の翻訳結果を自分が気に入る英文, つまり機械の英文ではなく自分の英文にするためのポストエディットは, 意識にポジティブな影響を与えることが認められたが, 実践した学生はまだ少なかった。プレエディット, ポストエディット, 逆翻訳は特に今後 MT の授業導入の際に扱うべき重要項目であると考えられる。

MT を活用した英文を気に入らない理由として, 機械が作ったから気に入らないという意見を得た。学生の「機械が作った」という体験を, 機械の支援を得て自分が作ったという体験に変えることが重要であり, このためには能動的な学習との組み合わせが必須であると言える。この点においては, 授業の中で翻訳のプロセスを実践的な活動として取り入れ, 体験させることで, ポストエディットを能動的な学習へ繋がると考えられる。

謝辞

本研究は立命館大学の「立命館大学 教育開発 DX ピッチ」の助成を受けたものである。

参考文献

- (1) 小田登志子: “機械翻訳と共存する外国語学習活動とは”, 人文自然科学論集, 145号, pp.3-27 (2019) .
- (2) 田村颯登, 山田優: “外国語教育現場における機械翻訳の使用に関する実態調査: 先行研究レビュー”, *MIIS Journal*, 2巻, 1号, pp.55-66 (2021) .
- (3) “大学の英語授業にAI自動翻訳サービスを試験導入学生・院生約 5,000 人を対象に, 翻訳ツールを用いて新しい英語教育の可能性を検証”, 立命館大学プレスリリース: https://www.nitsumciac.jp/profile/pressrelease_detail/?id=719, (2022 年 12 月 4 日閲覧) .

(2022 年 12 月 4 日 受付)

(2023 年 2 月 6 日 採録)

オンライン授業見学ネットワーク構築の試み

- ポストコロナ時代の大学横断型 FD の可能性 -

An Attempt to Establish an Online Class Observation Network

木村 修平*1・近藤 雪絵*2・長谷川 元洋*3・矢野 浩二郎*4・神崎 秀嗣*5
Email: syuhei@fc.ritsumei.ac.jp

- *1: 立命館大学 生命科学部
- *2: 立命館大学 薬学部
- *3: 金城学院大学 国際情報学部
- *4: 大阪工業大学 情報科学部
- *5: 秀明大学 看護学部

抄録

本論文では、所属と専門分野の異なる大学教員らによるコミュニティ(MOST フェロー)内で実施されたオンライン授業の相互見学について、その実践の詳細を示すとともに、授業を行った教員、その授業を見学した教員に起きた変化を教師効力感と行動変容という枠組みで論じる。また、オンライン授業見学に新たなFD活動としての可能性を見出しつつ、複数の課題点を指摘する。

©Key Words オンライン授業, 授業見学, FD, 教師効力感, 行動変容

1. はじめに

2020年から本格化したコロナ禍は、その世界的な広がりや深刻な被害から人類史に残る出来事として記憶されるだろう。日本の高等教育史においても例外ではない。多くの大学が教育、研究の場をオンラインに移行することを余儀なくされ、そのために莫大な労力が費やされた。そしてその影響は、やや収束しつつあるとは言え、本稿執筆現在も続いている。

多くの点でネガティブな影響を教職員、学生に及ぼし続けているコロナ禍ではあるが、敢えてポジティブに解釈するならば、教育分野のデジタル・トランスフォーメーション(DX)を否応なく推進する理由となったことは疑いないだろう。特に、コロナ禍以前より教育分野における情報通信技術(Information and Communication Technology: ICT)の活用の出遅れが指摘されていた日本にとって、そのインパクトは極めて大きなものであり、コンピュータ用語を借りるならば、大学教育全体のバージョンが強制アップデートを迫られた出来事であったと言えるだろう。

本研究では、大学教員らによるネットワーク「MOST フェロー」がコロナ禍に行ったオンライン授業の相互見学の実践の詳細を報告し、機関横断型のFaculty Development(FD)活動の可能性を指摘する。また、見学後のフィードバックのテキストマイニングやアンケートから、教員としての自己効力感(教師効力感)への影響を指摘する。さらに、オンライン授業見学によって生まれた教員たちの変化をヴィゴツキー的な行動変容として捉えるとともに、今回のような取り組みが「省察的实践家」の育成モデルになり得ることを示しつつ、その課題点と展望を示す。

2. MOST フェローについて

本章では、今回の実践の主体となった大学教員グループ「MOST フェロー」について解説する。

MOSTは京都大学高等教育研究開発推進センターがかつて運営していたオンライン上のFDシステムの名称であり、正式名称は“Mutual Online System for Teaching & Learning”である¹⁾。MOSTは全国の大学の教職員、将来大学教員を目指す大学院生を対象としており、2016年時点で約800名のメンバーが登録していた。MOSTではティーチング・ポートフォリオやFD活動に関するスナップショットを作成、共有するオンライン・ツールやコミュニティ機能などで構成され、授業改善のための情報共有が行われていた。

MOSTの活動を推進・活性化させるため、全国の大学教員を対象とし、MOSTを利用した授業実践の見直しや教育改善の活動に取り組む「MOSTフェローシッププログラム」が2011年度に開始され、2022年現在まで10回にわたり毎年参加募集が行われた。

MOSTフェローは様々な分野の大学教員から構成される、機関横断型の教員ネットワークである。MOSTフェローシップでは、同じ分野に属する他大学の教員と知己を得ることも重要だが、異なる分野の教員同士がより良い授業実践のために様々な観点から知見を共有することが重視されている。

2020年4月、日本政府が初めて緊急事態宣言(4月7日～5月25日)を発令し、全国の大学が授業のオンライン化に踏み切った。この状況は2021年度も継続し、第3回(4月25日～6月20日)、第4回(7月12日～9月30日)と二度にわたり緊急事態宣言が発令され、都道府県に

¹⁾同センターは2022年9月30日をもって廃止された。

よって解除、延長が繰り返された^①。

このような混乱の中、MOST フェローが独自に構築していた Slack ワークスペース内において、この機を活かしてオンライン授業の相互見学を行う案が提起され、実行に移された。

全国の多くの大学教員と同様、MOST フェローのほぼ全員がオンラインという形態で初めて授業を行うことになったが、それは不安を抱えながらの手探り状態であった。当時、オンライン授業を受講する学生の負担や心理的影響を懸念する声は聞かれたが、大学教員の孤独感や不安感についてはそれほどでもなかったように思われた。オンライン授業見学の大きなねらいは、見学に基づくポジティブなフィードバックのやり取りを通じて教員の心理的負担を軽減し、前向きに授業を行う自信をつけることにあった。

2021 年度のこの取り組みはフェロー間で「ZOOM イ

ンMOST」と呼ばれ、報告された^②。本論文で報告する 2022 年度のオンライン授業見学はこの「ZOOM インMOST」を前身とする実践である。

3. オンライン授業見学のフロー

本章では、2022 年度に行われた MOST フェローによるオンライン授業見学の概要を時系列フローに沿って述べる。本実践では、誰でも好き勝手にオンライン授業を公開、見学できるのではなく、一定の手続きを踏むことを徹底した。それは、学生の個人情報への配慮に加え、初等中等教育の現場では授業参観者への資料配付が著作権法第 35 条第 1 項の定める「必要と認められる限度」に含まれると考えられており、本実践もその解釈を踏襲し、逸脱を防ぐためである。図 1 は、本実践のフローを示したものである。



図 1. オンライン授業見学の流れ

3.1 授業の公開から参加表明まで

まず、授業を見学してほしいフェロー(以下、授業フェロー)は、受講している学生にその旨を説明し、理解を得る必要がある。オンライン授業の多くは ZOOM や Google Meet といったビデオ会議ツール上で行われるが、カメラに映される自分の顔や周囲の状況を教員やクラスメイト以外に見られたくないという学生に配慮し、事前に他大学の教員が授業を見学することについて授業フェローが丁寧に説明する必要がある。

受講学生の理解が得られた場合、授業フェローは、見学対象となる授業の日時、アクセス URL に加え、その授業回で行われる内容を簡単にまとめ、フェローで共有されている Google カレンダーに新規イベントとして記入する(図2)。

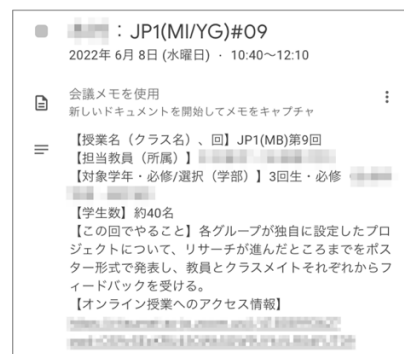


図 2. Google カレンダーに登録された授業情報

さらに、前述の MOST フェローの Slack ワークスペース内に設けられたオンライン授業見学用チャンネル内でその旨を告知し参加を呼びかける。

授業を見学したいフェロー(以下、見学フェロー)はその告知を読み、Google カレンダーを確認して見学できるかどうかを検討する。見学する授業が決まった場

合、Google フォームを通じて見学の意志を表明する。

3.2 見学フェローの役割とルール

ここで重要なことが2点ある。1つめは、見学フェローはあくまでも見学に徹することである。他大学の教員が授業に参加する際、しばしばその役割はゲスト・スピーカーや何らかのかたちで授業内のアクティビティに関与する立場であるが、本実践における見学フェローの役割は見学のみである。これは受講学生とのインタラクションによって生じ得る無用のトラブルを避けるためであると同時に、見学に徹することで見学フェローの心理的抵抗を下げるねらいもある。

2つめは、参加意志を表明する Google フォームには「見学者としてのルール」という同意事項が記載されている点である。この同意事項では、見学に徹すること、授業内で提示されている教材やコンテンツをスクリーンショットや録画で記録、保存しないことなどが明記されている。見学フェローは「承諾する」というチェックボックスを押すことでこのルールに同意することを求められる。

3. 以下の見学者としてのルールをご確認の上、「承諾する」にチェックを入れて *
ご提出ください。

見学者として授業を見学するにあたり、授業を受講している学生およびその他の参加者のプライバシーを尊重します。授業内で話されている内容、提示されている教材やコンテンツなどのスクリーンショット撮影、録音・録画は行いません。授業を担当する教員から特に要請されない限り、音声や映像、チャットを通じて授業に参加することも行いません。

承諾する

図 3. Google フォーム上の「見学者としてのルール」

3.3 授業見学とフィードバック

以上のプロセスを経て、見学フェローは授業フェローのオンライン授業に参加する。授業終了後、見学フェローは Google フォームと Slack 内のチャンネルで授業フェローに対してフィードバックを送る。前述のとおりオンライン授業見学の目的は教員が前向きに授業に取り組めることにあるため、前年度に引き続き、フィードバックは原則としてポジティブなものに限定した。図4は、前掲した図2の授業に参加した見学フェローによるフィードバックである(教員名は次章の表1の記号名に変換している)。

1. A 先生ご自身が学生さんの自己肯定感を上げるような関わり方をされていたのが、今回の発見でした！
2. WDC2022 で Apple の話題を提供され、学生さんにも ICT に興味を持って頂くような関わり方はよいですね。
3. 学生間の相互レビューはいいですね。数年前まで、教員養成の模擬授業の相互レビューをやっていましたが、いい感じになるまで少し時間がかかりましたが、先生のクラスは特に注意もせず、上手く機能しており、素晴らしいと思います。

図 4. 見学フェローによるフィードバックの例

見学フェローによるフィードバックは Slack 内の誰でも読めるオープンな状態で公開された。

4. フィードバックによる教師効力感の醸成

本章では、2022 年度春学期に行われたオンライン授業見学に取り組んだ MOST フェローの構成を述べる。また、見学フェローから授業フェローに与えられたフィードバックをテキストマイニングした結果を示すことで、授業フェローの自己効力感、特に教師効力感の醸成との関わりに言及する。

4.1 授業フェローと見学フェローの構成

2022 年度春学期は、6 名の授業フェローが延べ 15 コマのオンライン授業を公開し、10 名の見学フェローが延べ 26 コマの授業を見学した。

表 1 に示すのは、授業を公開したフェロー各自の専門分野と公開した授業の概要および公開回数である。教員 D, F の授業はオンデマンド動画教材のかたちで公開された。

表 1. 授業フェローの構成

教員	分野	公開した授業(回数)
A	英語教育	PBL 英語(4) アニメ教材教養英語(3)
B	情報生命科学, VR	生命科学基礎(2)
C	教育工学	リーダーシップ科目(3)
D	産学連携教育	産学連携演習(1)
E	英語教育	PBL 英語(1)
F	英語教育	TOEIC リスニング(1)

表 2 に示すのは、授業を見学したフェロー各自の専門分野と見学回数である。なお、一部の見学フェローは授業フェローと重複している。

表 2. 見学フェローの構成

教員	分野	見学した授業数
A	英語教育	2
C	教育工学	2
D	産学連携教育	2
E	英語教育	2
F	英語教育	1
G	キャリア教育	1
H	分子生物学・感染症学	13
I	日本語教育	2
J	科学技術コミュニケーション	1

4.2 教師効力感の醸成

10 名の見学フェローが書き込んだフィードバックの文字数は総計 9,830 字に及んだ。授業フェローのほぼ全員がフィードバックへの返信の中で反省点を述べつつも授業実践上における自信の深まりを示した(図 5)。これは 2021 年度の授業見学でも観察できた現象である。

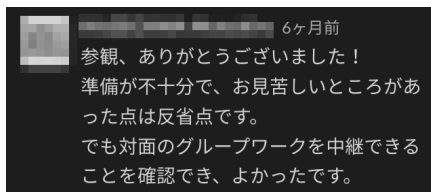


図 5. 授業フェローCのフィードバックへの反応

この自信の深まりは心理学における自己効力感の醸成とも換言できるだろう。自己効力感(self-efficacy)とは、ある行動をやり遂げることができるとする自らの可能性を認識していることと定義され、中でも教師における自己効力感(teacher efficacy)と呼ばれる⁹⁾。

教師効力感(teacher efficacy)は教師が所属する学校種や教育実習生などを対象に多用な尺度の設定や定義が試みられているが、前向きな気持ちで授業実践に取り組むという点は共通していると言える。

表 3. 見学フェローのフィードバックのテキストマイニング結果(主要な単語分類)

教員 H にだけ出現	教員 H で頻出	両方に頻出	教員 H 以外にだけ出現
講義(26)/凄い(12)/頂く(10)/お疲れさま(3)/昨年(7)/聞く(5)/驚く(5)/関わる(4)/皆さん(4)/自分事(4)/遺伝(4)/お疲れ様(3)/楽しい(3)/喜ぶ(3)/やり取り(3)/ノウハウ(3)/仕掛け(3)/笑(3)/苦笑(3)/計画(3)/質問者(3)/分かりやすい(2)/かかる(2)/もつ(2)/もらう(2)/含める(2)/売る(2)/思える(2)/振り返る(2)/捉える(2)	質問(20)/おる(16)/良い(17)/学生さん(15)/問題(11)/教員(7)/大学(6)/今回(6)/大切(7)/9.(4)/会議(5)/作る(4)/くださる(3)/しれる(3)/行う(3)/言う(3)/伝える(3)/思い出す(3)/持つ(2)	学生(56)/思う(49)/先生(32)/参加(14)/使う(13)/丁寧(9)/共有(8)/内容(8)/説明(7)/ありがとう(6)/多い(6)/感じる(5)/最後(5)/発表(5)	授業(35)/できる(13)/課題(13)/解説(11)/Bの名字(10)/いい(9)/事前(8)/Google(7)/素晴らしい(7)/英語(6)/大変(6)/話す(5)/よい(5)/面白い(4)/学ぶ(4)/考える(3)/つながる(3)/悪い(2)/いただく(1)

※表中の(数字)は単語の頻度数を表す。

教員 H のテキストをその他 9 名の見学フェローのテキストと分離し、かつ両方に頻出する単語を抽出したところ、「良い」「ありがとう」「丁寧」といった単語が多用されていることがわかった³⁾。

こうした見学フェローからのポジティブで肯定的な単語が、オンライン授業を实践する上での授業フェローの前向きな姿勢に寄与したものと考えることができる。換言すれば、授業フェローのほぼ全員が教師効力感を強化する言語的説得(褒められ認められる)の体験を得たと考えられる。こうした関係性を一般的な自己効力感の指標⁹⁾に当てはめると表 4 のように表せる。

表 4. 自己効力感の指標におけるフェローの関係性

自己効力感の指標	自己効力感の享受者
1. 遂行行動の達成 (やり遂げた経験)	授業フェロー
2. 言語的説得 (褒められ認められる)	授業フェロー

また、MOST フェローのようなある程度以上の経験を積んでいる中堅以上の教師であっても必ずしも高い自己効力感を持てるわけではないという研究成果⁹⁾を踏まえるならば、オンライン授業のような未経験の教授法に対して異なる大学、異なる分野の教員からポジティブなフィードバックを受ける体験が教師効力感の醸成に寄与し得る可能性は小さくないと言えるだろう。

4.3 言語的説得としての肯定的フィードバック

そこで、ポジティブなフィードバックが授業フェローに与えた影響を探るべく、Google フォームや Slack 上で行ったフィードバック頻度と文字数が最も多くガイダンスカウンセラーでもある教員 H (総字数 5,614 字) とその他 9 名の教員のフィードバック(総字数 4,216 字)の違いをみるためテキストマイニングを試みた(表 3)²⁾。

3 代理的経験

見学フェロー

(人を見て学ぶ)

表中「3. 代理的体験」とは、自分との類似性があると得られるとされており、本研究では授業実践者および見学者が共に MOST フェローである点に見出し得る⁹⁾。次章では、フェロー間で実際に見られた行動変容の事例を報告する。

5. 行動変容の事例

本章では、オンライン授業見学が及ぼした影響についてヴィゴツキー的行動変容の枠組みによる説明を試みる。授業フェローと見学フェローは授業見学を通じて他者との関係性を築き、それを足がかりとして自らの教育実践を改善する行動変容を示したと言える。

5.1 見学フェローの行動変容

2022 年度のオンライン授業見学が授業フェローと見

²⁾ AI テキストマイニング (<https://textmining.userlocal.jp>) を使用した。

³⁾ 「悪い」は「仲が悪い学生」「座り方が悪い学生」のように「

学生」の修飾語としてのみ出現した。

学フェローに及ぼした影響について、Google フォームやSlack上でのやり取りに基づいて調査した。見学参加の感想や御礼、フィードバックなどのテキストから「参加して良かった。」「共感します。」「次、試してみます。」だけでなく、実際に行動したと思われるフェローを6名選別した。この3名を対象に、ガイダンスカウンセラーの教員Hが2022年8月上旬～下旬にかけてデプスイタビュー⁶⁾をSlack内においてテキストベースで行った。インタビューでは、授業フェローとして、あるいは見学フェローとして得た気づきや自身に起こった変化を具体的に尋ねた。その結果、双方の立場で行動変容が見られた。まず、見学フェローに起こった行動変容を表5に示す。

表 5. 見学フェローの行動変容

見学フェロー	行動の変化
D	Bの授業を見学して知ったVR技術に着想を得てDの所属する大学でVRを用いた大規模ポスター発表会を実施した。
E	オンライン授業見学で学んだことを他の授業で活かすようになった。
F	わかりやすい教科書の必要性を感じ、実際に執筆した。
F	授業フェローと学生との関わりを見て自分の講義でも関係性を重視して講義するようになった。
F	見学した講義が刺激となりその後さまざまな講習を受けるようになった。

Eはオンライン授業見学で得た着想を自分の授業に活用した。Fは教員と学生とのコミュニケーションの重要性に気がつき、自身の講義で対話のある授業を展開し始めた。また分かりやすい授業を目指し、説明方法や時間配分、伝えたいことをコンパクトにまとめるような講義を行い始めた。

Dは特に具体的な行動変容を示した。英語教員のDは、授業フェローBが公開した生命科学の基礎を扱う授業内でVR(virtual reality)の3D空間に教材を提示する教授法を体験した(図6)。

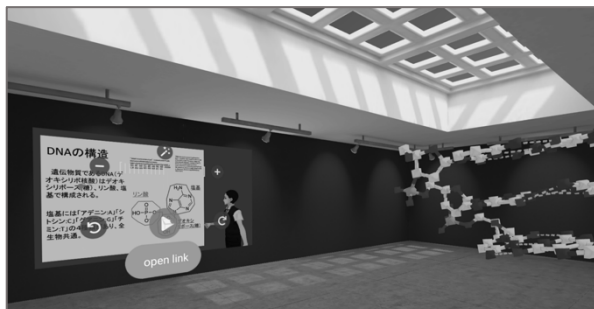


図 6. VRを活用した授業フェローBの授業

Dは、自身を含む複数の教員で担当する英語授業に

おいて、大規模なオンライン・ポスター発表会を検討していた。Bの授業でVR技術を体験したDは、同様の技術を発表会に活用することを所属大学の同僚らに提案し、これが採用され、VR上での英語ポスター発表会の実施に至った⁷⁾。

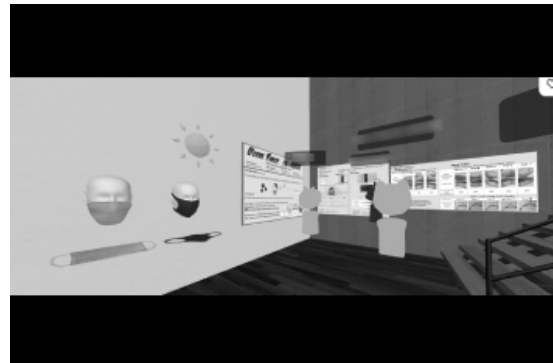


図 7. 見学フェローDが実施したVRポスター発表会

5.2 授業フェローの行動変容

授業見学そのものは古典的とも言えるFD活動の1つであり、そうした意味では見学フェローに行動変容が起きることは想像に難くない。興味深いのは、授業フェローにも次の表6に示すような行動変容が起こったことである。

表 6. 授業フェローの行動変容

授業フェロー	行動の変化
A	学生との関わり方の再考するきっかけとなった。
B	自分の授業実践をどうやって他の教育者に伝えるかを考え直し、改善した。
C	学生が、社会人が抱える問題を解決するために支援できることを実感した。
C	フィードバックで指摘されたことは、次の授業では改善した。
C	見学フェローの学ぶ姿勢から触発され、各種のオンライン・セミナーに申し込むようになった。

ヴィゴツキーは子供の精神発達と教授-学習の関係について「発達の最接近領域」という概念を打ち出した⁸⁾。発達の最接近領域とは、現在の発達水準と他者の助けを借りれば達成できる潜在的な発達水準との差を表す⁹⁾。

1人では達成できないことが他者の助力や相互作用を得て達成できるようになるというこのモデルを本研究のオンライン授業見学に適用するのであれば、授業フェロー、見学フェローの双方が実践を通じてアイデアが刺激されたことにより、自らの授業改善に応用することができた(行動変容が起きた)と言えるだろう。

5.3 機関横断型オンライン授業見学の可能性

文部科学省によると⁽⁹⁾、教員相互の授業参観を実施する大学数は、2016(平成28)年では428大学(57%)あったが、2020(令和2)年は328大学(42%)に減少した。また、教員相互の授業評価を実施する大学数についても151大学(20%)から122大学(16%)に減少した。コロナ禍の行動制限の影響を受けたためと考えられるが、本研究が示したように、オンライン授業であれば物理的な時間や場所に制約されない。このことは、機関横断型の授業見学ネットワーク構築の可能性を強く示唆するものである。

第2章で述べたように、MOSTフェローは異なる大学に所属する教員らによって構成されている。また、第4章で示したように各フェローの専門とする分野は人文学から自然科学まで多岐にわたる。このような多様性を持つ教員コミュニティがオンライン授業見学を通じて第5章で示したような教師効力感の向上や行動変容を示したことは、同種の取り組みをさらに拡大できる可能性があるということである。また、教育を日々実践する現場を持つ教員が、オンライン授業という公開しやすい場を通じて他の教員からの刺激を受け、自らの授業を振り返り改善するという意味では、MOSTフェローによって行われた今回の実践は、教育論の中でしばしばその必要性が指摘される「省察的実践家」(reflective practitioner)⁽¹⁰⁾としての教員育成モデルの1つの形態であるとも言えるだろう。

6. おわりに

本稿では、MOSTフェローが2022年度春学期に実施したオンライン授業見学の取り組みを紹介した。また、そこで見られた効果や影響を教師効力感と行動変容という心理学的概念で捉え、機関横断型の授業見学ネットワークの可能性を示した。

その一方で、オンラインでの授業見学には解決すべき課題も多い。ここでは次の3点に言及する。

まず、授業の公開の自由度が大学や機関ごとに異なる点が挙げられる。大学によっては、組織の方針上、授業を外部の人間に公開する前に煩雑な申請や手続きが必要になることが今回の実践でも複数あった。オンライン授業の公開と見学を、対面授業と同様にFD活動の一環として位置づけるという組織的コンセンサスの形成が求められる。

次に、オンライン授業の中で市販の教科書や映像などの著作物が利用される場合である。見学者および見学に関わる行為が著作権法第35条第1項の定める「必要と認められる限度」に該当するかどうか、あるいは学校における例外措置の対象となるかどうかについて、専門家の判断と検証を仰ぐ必要がある。

最後に、本研究で紹介した取り組みと同様の活動を短期間で自発的に全国規模に拡大することは、教員間の信頼関係の積み上げ不足、組織的な支援不足という点から困難が予想される。MOSTフェローによる授業見学ネットワークは、10年にわたって維持されてきたコミュニティの上に成立したものであり、それを支えたのは活動拠点である京都大学高等教育研究開発推進

センターだった。同じコミュニティに属することがフェロー間の連帯感を生み、43で論じた代理的体験によって見学フェローにも自発的な「利他行動」を引き起こし、ポジティブなフィードバックが行えたのではないかと⁽¹²⁾。しかしながら、こうした大規模かつ長期間に渡るネットワーク形成をなんらかの組織的バックアップ無く行うことは現実的とは言えないだろう。

多くの大学にとってオンライン授業はコロナ禍に抗するため急ごしらえで生み出された教授法であることは否めない。しかしながら、本研究が示したように、時間と場所の制約を超えて実施できるオンライン授業見学には新たなFD活動の可能性を予感させるものである。それは、未曾有の厄災の中で教員たちがかろうじてもぎ取ってみせた福音なのかもしれない。

謝辞

本研究は、JSPS 科研費 22H01024 の助成を受けたものです。

参考文献

- (1) 内閣官房：「新型コロナウイルス感染症緊急事態宣言の実施状況に関する報告」, pp.1-3, (2022). https://corona.go.jp/news/pdf/houkoku_r031008.pdf
- (2) 木村修平, 近藤雪絵, 神谷健一, 坂本洋子, 神崎秀嗣, 長谷川元洋：「オンライン授業の相互見学による大学横断型FDの可能性と課題」, 2021PCカンファレンス論文集, pp.111-115, (2021).
- (3) アルバート・バンデューラ：激動社会の中の自己効力, 金子書房, 東京, (1997).
- (4) Gibson, S., & Dembo, M. H. : "Teacher efficacy: A construct validation", *Journal of Educational Psychology*, 76, pp.569-582, (1984).
- (5) 松田惺, 鈴木真雄：「教師の自己効力感と一般的信念との関連について」, 日本教育心理学会総会発表論文集, p. 282, (1998).
- (6) 澤谷雪子, 佐野絢音, 山田明, 窪田歩：個人のインターネット利用におけるセキュリティ対策行動開始のきっかけの分析, *情報処理学会論文誌* 61(12), pp.1845-1858, (2020).
- (7) 立命館大学：「メタバース上で英語プレゼンテクノロジーと英語教育を融合させた取り組み」, <https://www.nitsumei.ac.jp/news/detail/?id=2709> (2022年12月4日閲覧)
- (8) 中村和夫：「完全読本ヴィゴツキー心理学」, 新読書社, 東京, (2004).
- (9) 柴田義松：「ヴィゴツキー入門」, 寺子屋新書, 子どもの未来社, 東京, (2006).
- (10) 文部科学省：「令和2年度の大学における教育内容等の改革状況について」, https://www.mext.go.jp/a_menu/koutou/daigaku/04052801/1417336_00009.htm (2022年12月4日閲覧)
- (11) Schön, D. A. : "The Reflective Practitioner: How Professionals Think in Action", Basic Books, Inc. (1984).
- (12) 高木修, 竹村和久編：「思いやりはどこから来るの? : 利他性の心理と行動」, 誠信書房, 東京, (2014).

(2022年12月4日 受付)

(2023年1月30日 採録)

リカレント教育促進のための ICT オンライン講座の開発

Development of ICT online courses to promote recurrent education.

古性 隼都*1・桑原 健人*1・長田 龍臣*1・浅川毅*1

Email: asakawa@keyaki.cc.u-tokai.ac.jp

*1: 東海大学 情報理工学部 コンピュータ応用工学科

抄録

近年の企業・労働者を取り巻く環境が急速かつ幅広く変化し、社会人の職業人生の長期化も同時に進行する中で、社会人の学び直し、いわゆるリカレント教育の必要性は非常に高まっている。また ICT 人材の需要も市場の拡大によって大きく求められ、人材の育成は ICT 産業にとって大きな課題である。しかしながら、プログラミングをはじめとする ICT 産業技術を学び直すには、多くのサービスがある現代であっても難しいものとされている。本研究では、未経験者による ICT 産業参加を目標にしたリカレント教育を促進するためのネットワークサービスを開発することを目的とする。開発したネットワークサービスを実施し、アンケート結果よりリカレント教育としての効果を測るほか、ICT 初学者に対して容易に利用できるユーザビリティに優れたネットワークサービスであることを検証する。本論では 速報として開発したリカレント教育のためのオンライン ICT 講座に関してシステムの概要、コンテンツの内容、実施運営方法について述べる。そして試行した範囲ではあるが、教育効果と課題について考察する。

◎Key Words リカレント教育, オンライン講座, ICT 教材, Web サービス, データベース管理

1. はじめに

1.1. 研究背景

終身雇用制度の崩壊も始まりつつある現代、社会人として常に新しいことを学ぶ必要も生まれ、リカレント教育の重要性が高まっている⁽¹⁾が、2019年4月の経済産業省情報技術利用促進課の「IT人材需給に関する調査(平成31年版)」では、ICTニーズの拡大によりICT関連市場規模は拡大すると見込まれ、ICT人材の不足数は激増すると見られている⁽²⁾。一方で2020年に発生した新型コロナウイルス感染症の影響やプログラミングの必修化、DX化の推進により、社会人になってからプログラミングやコンピュータについて学びたいと考える人は増加していると考えられる。

しかしながら、プログラミングについて学ぶのは長期的な学習が必要なほか、多岐に渡る言語、環境の構築など学びたいという意欲に対して、実際に学び始めるまでのハードルは非常に高いとされている。それに加えICT人材教育を行う先行研究は enPiT プログラム⁽³⁾、木下⁽⁴⁾(2010)、浅野⁽⁵⁾(2009)などがあるが大学院生などの学生に向けたものであるのが現状である。そこで、コンピュータの基礎から情報工学を学べる講義を開講することで挫折しにくいプログラミング学習を可能にできるのではと考えた。また、コンピュータの基礎から学ぶことで、プログラミングだけに限らず幅広い分野で活躍できるICT人材を育成できるとも考えている。

著者らが所属する研究室では以前から小中学生向けのプログラミング教室を開講し効果を挙げてきた⁽⁶⁾。しかしながら、対象とする層を社会人とした場合、学習時間的制約から教室開講のハードルは著しく高くなった。NPO法人「みんなのコ

ード」が2021年11月に小学校教員1037名を対象に実施した調査では、「過去1年間で『プログラミング』に関する研修をどの程度受けたか」という問いに対し、3分の1にあたる教員が1時間未満もしくは受けていないと回答した一方で、7時間以上と回答した教員は全体の10パーセントにも満たなかった⁽⁷⁾。オンライン講座の事例としてアメリカでスタートしたMOOC(Massive Open Online Courses)があり、新たな大学モデルとして注目されており、日本向けのJMOOCはYouTubeを利用することで時間的・空間的制約を解消している。⁽⁸⁾これらの調査結果から、受講し易い学習環境が必要であり、また、新型コロナウイルス感染症の対策や地方創生という面からもインターネットを利用することで時間と場所に囚われない環境を提供し、受講するだけに留まらないオンライン講座の開発を試みた。

1.2. 研究目的

本研究ではICTに関する社会人向けのリカレント教育用途の教材を開発・実施することを目的とし、ICTの基本となる情報工学の基礎から学ぶことのできるコンテンツの開発および教育を実施するオンラインシステムの開発に取り組んだ。コンテンツの開発では、工学系の学びの経験のない社会人の方にも理解し易いようにテキストに沿って動画のコンテンツを展開した。また、コンテンツ一回あたりを一時間以内とし、学習の理解度を確認するための演習問題を毎回設定した。実施にあたっては、特別の準備なく受講者が学習を進めることができるように、ブラウザを用いるWebサービスとしてシステムを開発した。システムでは特にユーザビリティを重視して、各機能を実装し

た。

2. 講義内容

現在では、従来のインターネットが接続できる端末に加えて、家電製品、自動車、電子機器、住宅といったあらゆる「モノ」がインターネットに接続できるようになってきている。こういった身の回りに存在するあらゆる「モノ」をインターネットに接続する技術は、Internet of Things の略称として IoT とよばれるようになった。IoT 技術を構成する要素は、「デバイス」「ネットワーク」「クラウド」の大きく 3 つに分類されており、これらを統合することで IoT 技術として成り立っている。IoT 人材には多くの需要があるが、専門性の高さや戦力となるまでに要する時間などにより、優秀なエンジニアの人材不足が大きな課題となっている。そのため、今回は ICT 教育として IoT 分野の教材の開発に取り組み、3つのコンテンツを開発した。

2.1. 開発したコンテンツ

今回「コンピュータ工学」、「コンピュータアーキテクチャ」、「コンピュータシステム設計」の 3 つコンテンツを開発した。どのコンテンツも第 1 回は内容の概要説明となっており、その後はそれぞれのコンテンツの内容になる。そして、これらのコンテンツには学習成果目標を定めている。

「コンピュータ工学」は、コンピュータ工学の入門講座として開発し、また ICT 技術者への入門として機能するように基本的な内容を重視して構成している。そして、独立行政法人情報処理推進機構 (IPA) の基本情報技術者試験の参考になるようにコンテンツを組み立てた。

「コンピュータ工学」の学習成果目標は、コンピュータ及び情報処理に関する基礎知識 (コンピュータの歴史や原理動作、IC に関する基礎知識等) を教授し、論理回路の働きやコンピュータハードウェア、ソフトウェアに関する基礎事項を理解、説明することができるようになることとした。表 1 に「コンピュータ工学」のコンテンツ内容 (全 14 回) を示す。

「コンピュータアーキテクチャ」は、コンピュータシステムについてハードウェアを中心とした「コンピュータ工学」より一歩踏み込んだ講座として開発した。基本事項を重視しているため平易な表現を用いており、見直し易くするために各回の独立性が高まるように構成した。

「コンピュータアーキテクチャ」の学習成果目標は、基礎知識としてコンピュータの基本構成や動作原理を説明し、命令セット、CPU、メインメモリ等について詳細に解説する。また

表 1 「コンピュータ工学」のコンテンツ内容

第 1 回概要説明
第 2 回コンピュータの歴史と原理
第 3 回マイクロプロセッサ
第 4 回主記憶装置
第 5 回補助記憶装置と周辺装置
第 6 回データの表現型
第 7 回 データ構造とファイル
第 8 回 論理回路
第 9 回組み合わせ回路
第 10 回順序回路
第 11 回論理回路の簡略化
第 12 回デジタル IC
第 13 回 CASL II
第 14 回 CASL II によるプログラミング

高性能化技術や信頼性技術も併せて教授し、コンピュータのアーキテクチャを理解し、説明できるようになることとした。表 2 に「コンピュータアーキテクチャ」のコンテンツ内容 (全 11 回) を示す。

表 2 「コンピュータアーキテクチャ」のコンテンツ内容

第 1 回概要説明
第 2 回コンピュータの基本構成と動作原理
第 3 回命令とアドレッシング
第 4 回コンピュータにおけるデータの扱い
第 5 回論理回路
第 6 回論理回路の簡略化
第 7 回 制御回路
第 8 回 演算回路
第 9 回主記憶装置と入出力装置
第 10 回コンピュータの高速化技術
第 11 回コンピュータシステムの評価

「コンピュータシステム設計」は、マイコンを使ったアセンブラプログラミングの基礎を解説する講座である。本講座はコンテンツの効果を比較実験するために字幕や講義内容を記したテキスト内ページや演習問題などを動画内に表示した。また、本講座のみですぐにプログラムの作成ができるように講義で取り扱っている開発ツールの導入、操作マニュアルやプロジェクトファイルを配布した。「コンピュータシステム設計」の成果目標は、コンピュータハードウェアに重点を置き、論理回路設計、システム構築、システム評価までの一連の設計手法を示し、コンピュータシステムの設計に必要な知識を教授してアセンブラ言語によるプログラム開発の理解、コンピュータハードウェア、ソフト

ウェアを組み合わせたシステム開発の理解，その両方の説明をできるようになることとした。表3に「コンピュータシステム設計」のコンテンツ内容（全11回）を示す。

表3 「コンピュータシステム設計」のコンテンツ内容

第1回概要説明
第2回マイコンと PIC16F84～マイコンとは～
第3回マイコンと PIC16F84～PIC16F84 とプログラム開発～
第4回マイコンでのデータの扱い
第5回アセンブラ言語～前編～
第6回アセンブラ言語～後編～
第7回 基本プログラムの作成～前編～
第8回 基本プログラムの作成～後編～
第9回基本プログラム実習
第10回応用プログラム実習～前編～
第11回応用プログラム実習～後編～

3. オンライン教育システムの開発

3.1. 教育システムの概要

本研究では，リカレント教育のためのWebネットワークサービス「Engineering Education Recurrent Center」（以下E.E.R.C.）を開発した。E.E.R.C.は会員登録制のサイトであり，会員は自身の受講したい講義を選択して視聴し受講することができる。また，講義の視聴だけでは理解しきれないところのケアとしてZoomを利用したオンラインで質問会を受けることができる。このオンラインでの質問会では，会員が事前に質問をスタッフに送信，スタッフは講師と会員の予定を調整し，解答する。

E.E.R.C.は，受講者とのインターフェースとなるWebページ教材コンテンツ，Webページから送られた情報を管理するデータベースサーバ，Webページをインターネット上に公開するためのWebサーバで構成されている。受講者には，利用する際にメールアドレスとパスワードを登録してもらい，この情報をもとにユーザの識別をする。また，Webページを読み込む際，適宜セッションに必要な情報を保存することで，ユーザが正しくログインした状態であるかを判断する。セッションに保存された情報はWebページを遷移しても引き継がれる。

3.2. E.E.R.C.の構成

Webページの作成にはHTML，CSS，PHPを使用した。PHPを用いることで，Webページとデータベース間でデータの受け渡しが可能になり，データベースの管理には，データの条件検索や挿入・削除が行えるSQLを使用した。SQL

を除くそれぞれのバージョンについては，HTML5，CSS3，PHP7.4.30を使用している。サーバのOSはCentOSを使用し，WebサーバはApache，データベースサーバはMySQLを使用した。それぞれのバージョンについては，CentOS7.7.1908，Apache2.4.6，MySQL14.14となっている。システムの全体図を図1に示す。

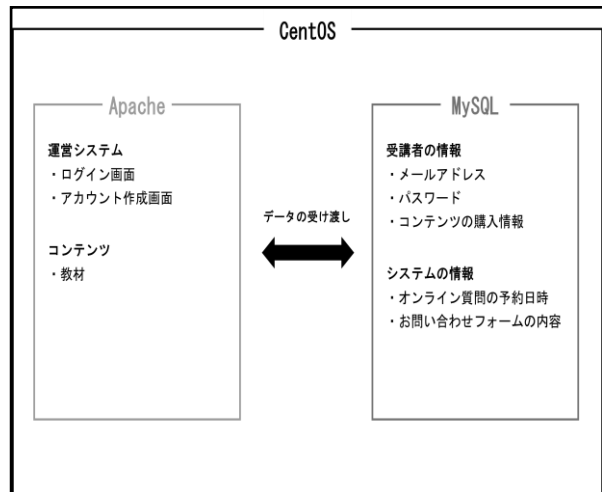


図1 E.E.R.C.のシステムの全体図

3.3. E.E.R.C.による学習

E.E.R.C.の各サービスはアカウント作成後に利用可能となる。E.E.R.C.へログイン後，コンテンツ視聴やオンライン質問へと進む。オンライン質問は，まず始めにフォームから希望日時（10：00～17：00）や質問内容を入力して予約申請を行う。これらの申請内容や履歴はデータベース上のスタッフ専用ページで管理している。

E.E.R.C.のデータベースはコンテンツ視聴に関する内容やオンライン質問会に関する内容，お問い合わせフォームなどに分類されており，各データベース内にサイトから送信された情報を格納するテーブルを設けている。例えば，オンライン質問会に関するデータベース内には予約申請一覧やキャンセル申請一覧，完了履歴などを扱うテーブルを作成した。オンライン質問の流れを図2に示す。上がユーザ側のデータの流れで，テーブルをはさんで下が運営側の流れである。

予約申請一覧のテーブルでは，サイト上のオンライン質問会の予約申請フォームから必要事項を入力し，申請ボタンを押すと予約申請完了ページに遷移するが，この時フォームから入力した内容やユーザ情報を予約申請一覧テーブルに格納するようにWebページを構成するプログラムで指示されており，この指示に伴いテーブルには値が格納される仕組みとなっている（図2の上部）。このようにテーブル内に格納され

た値を呼び出して表示するものがスタッフ専用ページである。プログラムでデータベースとテーブルを指定し、そのテーブル内に格納されている値の一覧を表示する仕様となっている。また、申請の許可、拒否などもスタッフ専用ページから行う（図2の下部）。プログラムの仕様として呼び出された値の後ろに予約申請確認ページなら許可、拒否ボタン、キャンセル申請確認ページなら確認ボタンといった各ページに合わせたボタンを設置し、押下されたボタンによって指定されたメールをテーブル内の値の中から呼び出したメールアドレス宛に送信した後にデータの削除を行う。また、必要に応じて削除前に値を別のテーブルにコピーする機能を追加した。この削除やコピーといった動作も、プログラムからデータベースへ指示を送ることによって実行される。

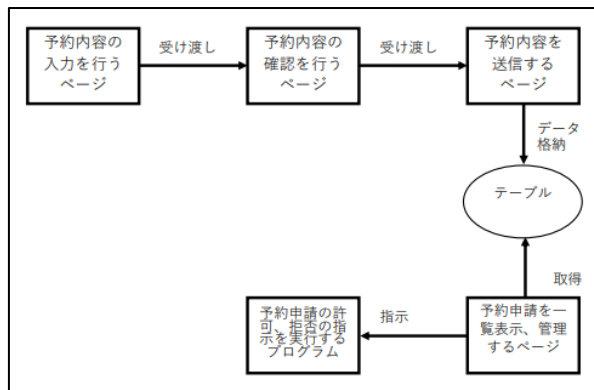


図2 オンライン質問の流れ図

4. 評価

E.E.R.C.のシステムについては社会人に評価してもらい、講義のコンテンツについては学生に評価してもらった。

今回対象とした社会人は、40代男性1名であり、工業系の教育経験はなく、経験職種は介護分野と販売である。「コンピュータ工学」の講義を受講してもらい、以下のアンケートに答えてもらった。

1. システムの評価についてお聞きします。E.E.R.Cの使用にあたり準備したこと、会員登録についての評価とにかかった時間を教えてください。
2. コンテンツの評価についてお聞きします。学習時間、復習や見直しに関する時間、課題を解くのに要した時間と課題を解くのに要した時間、現在の理解度を S（人に教えられる）、A（課題をすべて解ける）、B（受講結果としてテキストを見

ながら課題を全て解ける）、C（テキストを見ても解けない問題が少しある）、D（テキストを見ても解ける課題が半分以下）の5段階評価で教えてください。

3. コンテンツを通して情報技術関連の業務へ携わりたいと思えたかを 3（とてもやりたい）、2（やりたい）、1（少しやりたい）、0（変化なし）、-1（少し嫌）、-2（やりたくない）、-3（絶対やりたくない）の7段階評価で教えてください。
4. 感想など自由にお書きください。

学生は東海大学情報理工部コンピュータ応用工学科3年生47名を対象とし、「コンピュータシステム設計」のコンテンツを学習してもらい、以下のアンケートを実施した。また、演習問題の回答はBを基準ラインとしたA, B, C, Dの4段階評価で採点した。

1. 動画を視聴することで知識・技能の習得ができたと思いますか？（1:思う 2:少し思う 3:少し思わない 4:思わない）
2. 動画を視聴した現在の理解度を教えてください。（S:人に教えられる A:課題をすべて解ける B:受講結果としてテキストを見ながら課題を全て解ける C:テキストを見ても解けない問題が少しある D:テキストを見ても解ける課題は半分以下）
3. 課題を解くのに要した時間を教えてください
4. 感想など自由にお書きください。

4.1. E.E.R.C.のシステムの評価

社会人の方からのアンケートの結果を示す。

サイトの評価

- ・Q. オンライン講座への参加方法について準備したこと
: A. Zoom への登録
- ・Q. 会員登録についての評価と登録時ににかかった時間
: A. 会員登録マニュアルにしたがって、問題なく登録できた。登録時間は1時間ほど

コンテンツの評価

- ・Q. 学習時間、復習や見直しに関する時間、課題を解くのに要した時間
: A. 学習時間は3~4時間、復習、見直しに関する時間は30分
- ・Q. 現在の理解度
: A. B（受講結果としてテキストを見ながら課題をすべて解ける）
- ・Q. コンテンツを通して情報技術関連の

業務へ携わりたいと思えたか

: A. 1 (少しやりたい)

感想

- ・コンピュータの原理として、ハードウェアとソフトウェア、コンピュータの特徴、基本構成、CPUの実行過程の項目があり、知らない用語なども出てきて少々分かりにくい。
- ・説明文と図をよく見て理解に努めた。オンライン講義は、基本テキストを画面に出してポイントを示し解説するスタイルなので、少し退屈であった。
- ・テキストで使用している以外の図や、CPUの実行過程のところに動画などを使用したら分かりやすいかもしれない。

4.2. 講座コンテンツの評価

学生を対象にしたアンケートの1の回答は1(思う)が7人、2(少し思う)が31人、3(少し思わない)が7人、4(思わない)が2人という結果であった。約80%の学生がコンテンツを通しての知識・技能の習得を実感しているという結果になった。次に質問の2,3の回答を図3,図4に示す。

課題を解くのに要した時間で最も短い時間は10分、最も長い時間は150分であった。最も多い回答は19人の60分であった。次に感想の一部を抜粋して記載する。

- ・動画が長すぎず見やすいことから、モチベーションを保って内容の理解に努められている。残りも頑張っていきたい。
- ・動画で繰り返し学習ができるため、わからなかったことやあまり理解の浅い部分をみることができます。そのため、講義回数が進んでもわからない部分をはじめから学習できると理解を深められてかなり助けられていると感じます。
- ・課題内容によっては、時間がかかったりするものの、テキストを見ながら時間をかけても解いていき、新しい分野を身に着けているようで楽しくテキストの内容を学ぶことができました。
- ・自分がどこを理解しているかあまりわかっていない気がする。
- ・もう少しだけ内容を深掘してほしいと思う。

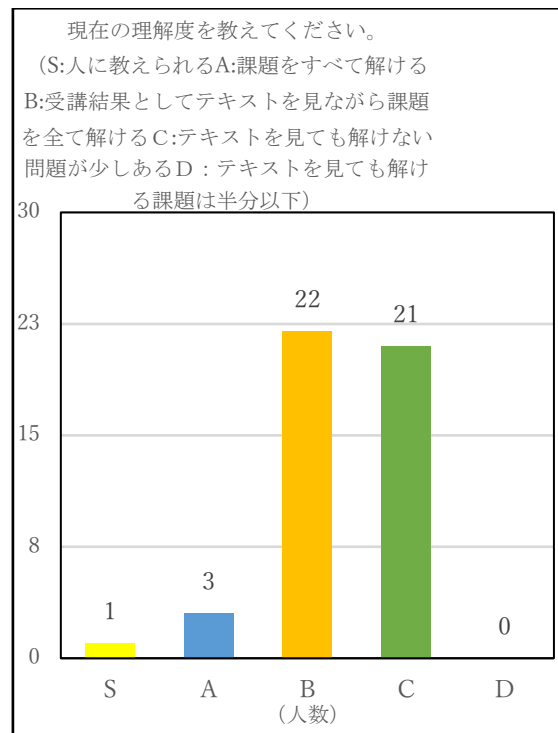


図3 質問2の回答

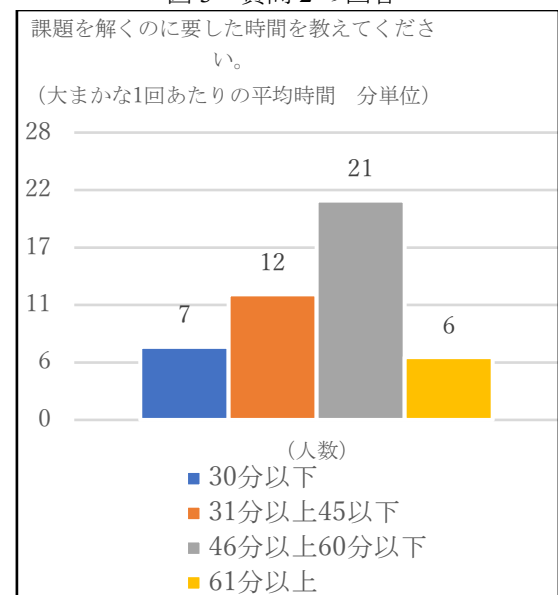


図4 質問3の回答

コンテンツ内の演習問題の成績はAが54%, Bが30%, Cが3%, Dが13%という結果であった。

5. 考察

5.1. 社会人の方へのアンケートの結果から

アンケートの結果、受講者が初学者向けの講座を通して業務に携わることへの関心を持てたのは非常に大きな収穫だと考えられる。また、理解度はBという評価であり、受講者がまだオンライン質問サービスを利用していないことを考えるとコンテンツ自体は十分に使用できるものであると考えられる。動画で働きを説明することについては今後、「コンピュー

システム設計」を受講してもらい、「コンピュータ工学」との比較を行ってもらうことで方向性を定めたい。さらに、初見の用語の難しさという課題については、用語集などをサイトに設置し自由に閲覧できるようにすることで解消できると考えている。

5.2. 学生アンケートの結果から

評価対象はすでにコンピュータ工学の基礎を学んでいる学生であり、E.E.R.C.で学習する「コンピュータ工学」を理解している社会人相当と仮定した。

今回のアンケートの結果と演習問題の成績から学習コンテンツとしての効果は充分にあると見込める。質問1の回答を見ると大多数が技能・知識の習得を実感しており、思わないと回答している学生も課題を半分以上解けると答えている。演習問題の成績から見ると半分以上がAを超えており、技能・知識の習得は実感だけでなく結果として出ている。質問1で4(思わない)を回答した学生は全て質問2の回答でC(テキストを見ても解けない問題が少しある)と回答しているが、質問1で3(少し思わない)と回答した学生7名のうち2名は質問2の回答でB(受講結果としてテキストを見ながら課題をすべて解ける)と答えており、E.E.R.C.のコンテンツで学習を継続していくことで理解を深められる可能性を見せている。感想では学びやすさ、学習の継続のしやすさが評価されており、研究背景にて触れた挫折しにくい学習を提供できていると考えられる。一方で、「自分がどこを理解しているかあまりわかっていない気がする」といった挫折に繋がる感想も存在していた。これは今後解消していかなければならない大きなコンテンツの課題である。これについて、また演習問題の成績C以下が16%という結果は、より段階的な課題の出題などで対応できるほか、実際のE.E.R.C.で提供するオンライン質問により解消できる部分であると考えている。内容の深堀への要望についてはコンテンツの種類を増やすことで対応したい。現在は初学者に向けた内容になっているため、中級者、上級者に向けたプログラミングやコンピュータ工学を取り扱う講座の開発に取り組む必要がある。

6. おわりに

本研究では、社会人のリカレント教育の促進を目的とする講座及び環境の開発に取り組み、

E.E.R.C.と呼ぶオンライン講座ネットワークサービスとして試行するに至った。今回の試行では、評価対象者は社会人1名、学生47名であったが、ある程度の教育効力が認められ、今後の改善や発展に関する手ごたえを感じることができた。今後の展望として、E.E.R.C.のシステムに関しては、受講者が講師となりうる仕組みを取り入れて、循環教育の一端を担えるサービスにしたい。さらに、教育効果を高めるために、受講者同士の学び合いを促進する交流フォーラムを立ち上げ、より強固なリカレント教育の実現を図る。コンテンツについては現在の見やすさを維持しながら中級者、上級者向けの内容を開発していく。アセンブラ言語に加えて、C言語やPython, PHP, のなど幅広い言語を取り扱うことやアプリケーション開発などの実践的な実習コンテンツの充実を行う。実用化に向けて、今後も継続して実証実験に基づく評価を続け改善と改良を行う。

謝辞

本研究は、公共財団法人高橋産業経済研究財団令和3,4年度研究助成を受けて実施したものである。

参考文献

- (1) 厚生労働省：職場における学び・学び直しガイドライン(2022年11月20日閲覧)
<https://www.mhlw.go.jp/content/11801000/000957888.pdf>
- (2) 経済産業省：IT人材需給に関する調査(2022年11月21日閲覧).
https://www.meti.go.jp/policy/it_policy/jinzai/houkokusyo.pdf
- (3) 木塚あゆみ, 伊藤恵, 大場みち子, 美馬義亮, 柳英克：“高度ICT人材育成プログラム改良手法の提案”, コンピュータソフトウェア, 35(1), 1_28-1_40(2018)
- (4) 木下和也：“社会科学系学部における情報教育とICT人材育成について”, 経営情報学会全国研究発表大会要旨集, 2010f(0), 67-67(2010)
- (5) 浅野寿朗：“学部生を対象としたICT人材育成に向けたPBL教材の開発と授業実践”, 中部大学教育研究, 10, 77-85(2010)
- (6) 高崎光, 土屋秀和, 小林秀輔, 浅川毅：“子供マイコン実験教室「きらきら実験教室」の実践”, コンピュータ&エデュケーション, 26(0), 52-55, (2009)
- (7) NPO法人みんなのコード：「プログラミング教育実態調査報告書 教員の意識調査(小学校教員)単純集計結果」, (2022年11月21日閲覧),
<https://speakerdeck.com/codeforeveryone/programmingeducationreport2021-ele>
- (8) JMOOC : JMOOC 受講案内(2022年11月19日閲覧)
<https://www.jmooc.jp/about/>
(2022年12月4日 受付)
(2023年2月8日 採録)

ドメイン知識が拓くデータサイエンス

The Strategic Integration of Domain Knowledge into Data Science

来栖 正利*¹・綿貫 真也*²

Email: Masatoshi_Kurusu.@red.umds.ac.jp

*1: 流通科学大学 商学部 経営学科

*2: 流通科学大学 商学部 マーケティング学科

抄録

日本の高等教育機関の経営・商学分野において、今後拡充していくデータサイエンス教育の範囲・水準に関する議論を行うことが本稿の目的である。これを、米国の高等教育機関が既に運営しているデータサイエンス教育の概要紹介を通じて、行う。経営・商学分野の学部教育として、データサイエンス教育での「学び」は情報機器機材の操作能力を高めることにあるものの、各種データの活用能力を学部学生が自ら強化することに主眼がある。この成否は学部学生が自ら選択した専門分野の学修、つまり、専門用語や理論の理解を通じて改善される論理的思考力とドメイン知識の質と量に依存する。以上を踏まえ、本稿は情報機器機材の操作能力の習熟を主軸にしたデータサイエンス教育の在り方として次の四点を述べたい。(A) 情報機器機材の操作能力の習得機会を多段階に分ける。(B) データ属性とこれに応じた最適な分析手法の選択能力を養う。(C) 数理工学系科目を高年次に設定し、情報処理機器機材の処理技術を説明する。(D) 実践上抱える諸課題を克服するための学際研究を推進することである。

◎Key Words 経営・商学分野におけるデータサイエンス教育, データ・サイエンス・プログラム, シチズン・データ・サイエンス・プログラム, 情報機器機材の操作能力, ドメイン知識

1. はじめに

日本の高等教育機関の経営・商学分野の学部教育として、今後拡充していくデータサイエンス教育の範囲・水準に関して議論を行うことが本稿の目的である。ここで日本の高等教育機関を短期大学、高等専門学校、そして4年生大学とし、これらが提供する経営・商学分野の教育とする。その上で、これらを以下では「経営・商学分野の学部教育」と総称する。これを、米国の2大学の先行事例の概要紹介を通じて、行う。

データサイエンス教育に対する本稿の結論を述べておこう。経営・商学分野の学部教育として、データサイエンス教育での「学び」は情報機器機材の操作能力を高めることにあるものの、各種データの活用能力を学部学生が自ら強化することに主眼がある。

情報機器機材の操作能力の程度が学部学生の「各種データの活用能力」に影響を与えると考える一方、情報機器機材に関する学部学生の操作能力の程度がデータサイエンス教育における「学び」の成否を決めるのではない。そうではなく、学部学生が自ら選択した専門分野の学修、つまり、専門用語や理論の理解を通じて改善される論理的思考力の充実度を強調すべきである。

上述した専門分野における特有の思考方法や知識を「ドメイン知識」と本稿は総称する。「総称」とした理由はドメイン知識(の内容や属性等)を明定特定することが極めて困難なことに起因する。一般に、ドメイン知識とは「特定の専門分野や業界についての知識、知見のこと」^①や「解析しようとしている業界や事業についての知識や知見、トレンドなどの情報」^②、つまり、定性情報と定量情報を包含する。しかも、当該

用語に対する利用者の価値観や重要度が異なるのである。これらを踏まえ、特に、本稿では、ビジネスにおける背景知識を始めとする経営・商学分野に関する専門知識を「ドメイン知識」と総称する。

ドメイン知識の習熟度を学部学生が実感できるデータサイエンス教育が、学部教育が提供する教育効果を、改善すると考え、次のような科目設定を提唱したい。

(A) 情報機器機材の操作能力の習得機会を多段階に分ける。

(B) 多段階に分けた操作能力の習得に併せてデータ属性とこれに応じた分析手法の選択能力を養う。

(C) 数理工学系科目を高年次に設定し、情報処理機器機材の処理技術を説明する。

なお、(D) Data Science Projects(DSP)が抱える諸課題を克服するための学際研究の充実は、今後、データサイエンス教育が提供する教育効果も飛躍的に高めるだろう。

以上からなる本稿の構成は次の通りである。まず、米国における DSP の現状を概観する。ここで DSP とは、ある(経営)課題解決のために結成された複数の専門家から構成されるチームが、必要なデータを利活用して取り組む多種多様な諸作業とこれらを遂行する際に適用された能力を包含する概念である。当該概念は、後述するように、課題解決のための理念/概念構築(抽象論)から作業手順(具体論)までを包括する。DSP に関する概観を通じて、新たな職種として期待される Citizen Data Scientist(CDS)について述べる。

さらに、CDS を養成するための高等教育機関の事例として、南フロリダ大学(University of South Florida: USF)とジョージア州立大学(Georgia States University:

GSU)がそれぞれ設置、運営するデータサイエンス教育課程の特徴を概説する。これら事例に関する考察から、経営・商学分野における学部教育としてデータサイエンス教育に関する議論を行う。そして、最後に本稿の要約を述べ、むすびとする。

2. 米国2大学におけるDSPの現状と背景

Saltz and Krasteva(2022)は、米国におけるDSPが必ずしも期待通りの成果を上げているとは言えない現状を指摘し、次の二点を提案した。(a)DSP推進のための機敏さと正確性の理論的追究と(b)業務手順の標準化を通じた効率化の推進である⁶⁾。これらの主張は①経営陣がDSPに携わる専門人材に対して過度な期待を持っていること、②専門知識を有する人材とDSPとを有機的に結び付ける調整役人材が職位(肩書)・社会的地位として確立していないことを示唆する。

こうしたDSPの現状の是正を志向して、Citizen Data Scientist(CDS)の養成をIdoine(2018)は提唱した⁴⁾。ここでCDSとは、未加工データを用いて各種判断分析や二次データの生成担当を担うものの、これらを駆使して包括的な解析を専業としない。むしろ、これを専業とする専門家と連携してDSP導入によるメリットの創出を支援する、現場に精通した専門家であるとTapadinhas and Idoine(2016)とIdoine(2018)は定義づけた⁶⁾。これは各種事業セグメンテーション単位の業務統括を担う中間管理職までの職位に就いている、DSPのメリットの創出に貢献できる人材をCDSと呼ぶことを意味する。

こうした新しい職種・職能としてのCDSを養成する機関として、民間事業会社と高等教育機関がある。例えば、DataRobot、SAS、そしてTableau社等の民間事業会社は専門知識を前提としない修了証授与を目的とするCDSの養成機会を運営している。他方、USFとGSUの2大学が主専攻に含まれる専門知識習熟を認定する学位授与も含む高等教育機関として独自色を打ち出してCDSを養成している。以下では、データサイエンス教育に関する米国の先行事例を概説し、上述の内容を詳説することにした。

3. CDSを養成するための教育課程

表1はUSFとGSUがそれぞれ設置、運営するCDSを養成するための教育課程の設置状況⁶⁾を示している。まず、USFはデータ・サービスを提供する民間企業との産学連携の教育課程を学部横断的に運営している。他方、GSUは卒業後のキャリアパスを明確に描き、これに沿う学歴・職歴がある応募者の出願を期待し、かかる入学者にデータサイエンス教育の課程を運営している。

次に、(a)専攻設置と(b)学部教育にCDSを養成する教育課程を含めていない点が両校に共通する。しかしながら、当該教育課程の設置に関する顕著な違いがある。USFは学部教育とCDSを養成するための教育課程を並行運営している。ただし、当該課程を任意履修としているため、修了者には修了証をUSFは授与する。他方、学部教育を提供しないGSUはCDSを養成する修士課程を設置、運営している。

表1 CDSを養成する教育課程の設置状況

	USF	GSU
専攻	Yes	Yes
修士号授与	Yes	
修了証		
修士号授与		Yes

3.1 USFが運営するCDSを養成するための教育課程

表2はUSFが運営するCDSを養成するための教育課程の開講科目一覧である⁶⁾。IからVIIの中から3コースを選択すること(学部卒業要件)とCapstone Courseを修了することが学士号と修了証取得の要件になる。ここでCapstone Courseとは、担当教員が提示した課題を、当該科目の履修者が、適宜、助言を受けながら取り組み、最終報告会と称する講義日に報告する運用形態をとる科目のことを一般的に意味する。「学び」の実践力を披露する当該科目の最終報告会において、履修者はインターンシップ等に参加した実践経験を報告し、これを学習歴として履歴書に記載する。

表2 USFが運営するCDSを養成する教育課程の開講科目一覧

コース	選択科目
I Core Course	<ul style="list-style-type: none"> Principles of Financial Accounting (財務会計の基礎) Information Systems in Organization (組織における情報システム) Computers in Business (ビジネスにおけるコンピュータ)
II Accounting (会計学)	<ul style="list-style-type: none"> Accounting Information Systems (会計情報システム) Audit I (監査I)
III Finance (財務論)	<ul style="list-style-type: none"> Financial Modeling and Analytics (金融モデルとアナリティクス) Financial Policies and Strategies (財務政策と戦略)
IV Personal Financial Planning (パーソナル・ファイナンス設計)	<ul style="list-style-type: none"> Fundamental of Financial Planning (金融設計の基礎) Financial Planning Capstone (金融設計)
V Business Analytics and Information Systems (ビジネス・アナリティクスと情報システム)	<ul style="list-style-type: none"> Business Application Development (ビジネスアプリケーションの開発) Database Design and Administration (データベースの設計と運用)
VI Management (経営学)	<ul style="list-style-type: none"> Human Resource Management (人的資源管理) Integrated Management Application (経営における統合管理)
VII Marketing (マーケティング)	<ul style="list-style-type: none"> Marketing Research (市場調査) Marketing Management Problems (マーケティング戦略の実行と管理 [応用/実務研修])
Capstone Course (CDSPRO 修了証取得のための必修科目)	<ul style="list-style-type: none"> Strategic Management/Executive Decision Making (経営戦略の立案と管理経営に関する意思決定方法)

注：科目名に日本語を付した。

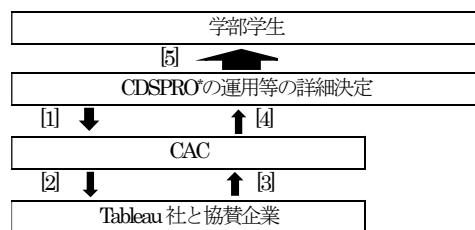
3.2 教育課程の運用

表2に示したIからVIIの運営をUSFが行う一方、Tableau社や協賛企業はUSFが目指すCDSを養成するための教育課程に則って、必要なソフトウェア、タイムリーな未加工データ、そして課題設定等を準備、提供する。なお、USF(学部教育)とTableau社を含む協賛企業との教材や講義や宿題で使用するデータ等の各種調整をUSFの学部横断的な付属機関であるCenter for

Analytics and Creativity(CAC)を通して行うことが、USF が設置、運営している CDS を養成する教育課程の特徴である。主たる要点を三つ指摘しておこう。

(a)学術研究の裏付けを伴い、かつ社会に認知された「標準教育」を提供し、学部学生の専門知識の充実を図る。(b)専門知識の実践能力(practicability と applicability)を改善する機会として CDS を養成するための教育課程の履修機会を設定する。そして、(c)当該教育課程を課題解決・提案能力の改善機会とし、情報通信分野の時勢把握に強みを持つ Tableau 社を含む協賛企業が提供する最新技術を教授者が利活用し、CDS の養成を行う。

以上から、USF は Tableau 社を含む協賛企業が提供する情報端末機器類を「道具」と USF は考え、これらの操作方法の習熟と観察値(observations/data)から事実を洞察する能力養成の維持強化を図る教育機会を提供している。



注：*CDSを養成するための教育課程の略称

図1 USF・CAC・Tableau社(協賛企業)との関係

上述の内容をUSF、CAC、そしてTableau社や他の協賛企業との関係で示したものが図1である。図1の矢印の意味を述べておこう。[1]教育内容をUSFが決定し、CACに持ち寄り、協賛企業と検討する。[2]アプリケーションソフト等を含む必要な情報機器機材やデータ(教材類)を、CACを経由して、Tableau社や協賛企業と検討する。[3]Tableau社や協賛企業が必要な教材類をCACに供給する。[4]これらをUSFが受け取り、そして[5]CDSの養成を行う。

3.3 USFの教育課程の考察

図1に基づいて、USFの教育課程の考察を行う。学部教育の運営、管理をUSFが独自に行い、協賛企業の直接関与を許容しないことを示す図1は教育内容の質保証に関する責任所在がUSFにあることを明確にしていることを示唆する。これは経営環境に臨機応変に対応する実業界の要望に振り回されない立ち位置や提供する教育内容に対する自信をUSFが保持していることを示唆する。

他方、教育課程の設置、運用に関してUSFと従属関係にある協賛企業が、当該関係の甘受を余儀なくされていることを図1は示唆する。しかしながら、「標準教育」を踏まえた情報機器機材をモニタリングできる最善な実験場としてUSFを協賛企業が利活用できることも図1は示唆する。これは産学連携の維持強化が協賛企業各社の既存顧客に対するモニタリングと将来の得意客確保を志向する合理的なビジネス機会である。

上述はUSFがCDSを養成する教育課程を学部教育と

並行運用していることに基づいている。他の事項を考えない場合、学士号取得者が労働人口の大半を占めていることを踏まえれば、USFが労働人口のいわゆる「ボリュームゾーン」に属する労働者が勤務する顧客(企業)に対応できるCDSを社会に輩出することを志向していると推察できる。

この推察が妥当であることを前提とすれば、情報機器機材の習熟を行いながら、学部教育である標準教育を安定して提供することが最優先される。そのさい、学習者が享受する教育効果をさらに改善する「手段」として最善かつ最新の情報機器機材や教材を協賛企業にUSFが柔軟に求めると考えることは極めて自然であろう。

4. GSUが運営するデータサイエンス教育

4.1 志願者への期待

表3は、入学が許可された修士課程在籍者が履修可能なDSとCDSを養成するための教育課程の開講科目一覧である⁹⁾。ともに共通するのは未加工データを「生きた教材」として用いることであり、また、これを教育効果の最大化を志向して、数学の素養がより豊かな志願者の出願をGSUは期待している。

したがって、DSを養成するための教育課程に入学を希望する志願者には線形代数、微分積分、数理統計学、基礎プログラミング(学部教育水準)が既習であることや、他方、CDSを養成するための教育課程に対する志願者には(a)経営学、心理学、健康サービス、政治学、そしてコミュニケーション学(学部教育水準)の既習に加え、(b)統計学と実務経験の既習・蓄積をGSUは推奨している。特に、CDSを養成する教育課程への志願者には、解析結果を用いた説明・提案するコミュニケーション能力が極めて重要であるとGSUは述べている。

こうしたカリキュラム設計の特徴は、各コースにおいて想定されている修了後のキャリアパスにも表れている⁹⁾。DSにおける典型的な想定キャリアパスは、データサイエンティストやデータアナリストなどのデータ解析・分析を専門職からキャリアパスを始めることが想定されている。これは、例えば、表3に記した「共通科目」群に含まれるDeep Learning Analysis(深層学習分析)がGoodfellow et al.(2016)を、他方、CDSPROの「専修科目」群の一つであるMachine Learning and Deep Learning for Business(ビジネスのための機械学習と深層学習)がJames et al.(2013)を参考書として指定していることからうかがい知ることができる⁹⁾。

一方、CDSにおいては、データ解析・分析を専門機能としない、ビジネスアナリスト(プロフィットセンター部門に所属し、ビジネスデータの解析に止まらず、ビジネスのプロセス全体の分析を主たる業務とする)などのビジネス現場からキャリアがスタートし、次に営業部門責任者にステップアップし、最終的には経営を執行する立場に就くことが想定されている。

表3 GSUが運営するデータサイエンス教育

<共通科目>
・Data Management for Analytics (分析のためのデータ管理)
・Deep Learning Analytics (深層学習分析)
・Data Visualization (データの可視化)
・Predictive Analytics (予測分析)
・Scalable Data Analytics (計測可能なデータ分析)
<DS:専修科目>
・Data Programming for Analytics (分析のためのデータ・プログラミング)
・Machine Learning for Analytics (分析のための機械学習)
・Statistical Foundations for Analytics (分析のための統計基礎)
<CDS:専修科目>
・Business Statistics for Analytics (ビジネス統計)
・Introduction to Programming and Predictive Analytics for Business (ビジネスのためのプログラミングと予測手法入門)
・Machine Learning and Deep Learning for Business (ビジネスのための機械学習と深層学習)

注:科目名に日本語を付した。

4.2 開講科目の特性

DSを養成するための教育課程またはCDSを養成するための教育課程、いずれに所属するか否かとは無関係に、GSUは人工知能向けのR言語[上級]やブロックチェーンの組成、そしてAmazon Web Services(AWS)の操作方法の習得・活用を訓練する科目を設け、既存のプラットフォームの活用や既製のソフトウェアに「付加価値」が付与できる人財育成を図っている。

この「付加価値」提供能力の程度を両校のCDSを養成するための教育課程が提供する教育効果を推測できる。Tableau社が提供する情報端末機器類の操作能力改善を志向するUSFのCDSを養成するための教育課程とは異なり、GSUが提供するCDSを養成するための教育課程は当該所属大学院学生にR言語とPythonを用いたアルゴリズムのコーディング能力の改善を期待している。課題解決のために必要なアルゴリズムを、プログラミング言語を用いてプログラムのソースコードとして記述できる能力育成もGSUは考えている。

次に、GSUが期待する大学院学生の既習事項の水準を、CDSを養成するための教育課程で開講されている開講科目のシラバスに記載されている教科書に基づいて、考えてみよう。(1)機械学習、深層学習を学んでいる学部学生または大学院学生、および(2)深層学習や人工知能研究に従事し始め、これをキャリアに考えているソフトウェア・エンジニアリング領域の就業者を主たる学習者と見込んだ教科書を専修科目として指定している。

これは経営大学院が提供する科目であっても、いわゆる文系科目ではないことを意味する。文系学部または理系学部在籍している/していた学部学生であるか否かとは無関係に、「データサイエンス」という名称で語られる諸事項の「学び」を得ることが、数学の素養(基礎学力)に改善の余地があると痛感する限り、過酷な試練に立ち向かうことを示唆する。

4.3 期待される習得スキル

GSUが運営するDSを養成するための教育課程は①未加工データの準備・操作、アルゴリズムの実装や予

測モデルの評価等のデータ・エンジニアリング・スキルの習得、そして②解析結果を理解し易くするために、視覚に訴える創意工夫を施すことができる技術・操作能力の習得を謳っている。

他方、CDSを養成するための教育課程の修了者が習得できるスキルは技術部門に所属する人財とこれ以外の部門に所属する人財とが協働するプロジェクトの進捗に応じて現れる局面を開く幅広い調整スキルである。これは、直観的に述べると、技術力、提案力、そして販売力を臨機応変に駆使できることを意味する。

DSを養成するための教育課程またはCDSを養成するための教育課程、いずれを選択しても、R言語やPythonといったプログラミング言語を利活用できる能力が改善された人財は、そうでない人財と比較して、卓越したスキルの持ち主であると評価され、キャリアの幅を広げることにつながる。これを踏まえて、GSUは法務部門で活躍できる人財輩出を志向したLegal Analytics Concentration(法的分析群)を選択科目として設置している。想定される活躍の場として、供述調書や判例文の内容分析を行い、被告人の供述過程の再現または裁判官の心証形成過程を読み取り、裁判を有利に進めるための戦略立案に活かすといった場面を挙げることができる。

4.4 GSUの教育課程の考察

4.1と4.3の内容を踏まえた考察を行っておこう。GSUがいわゆる「理系」人財の学修履歴をさらに洗練させる教育提供を志向していると解釈できる。数理工学系科目が扱う学習事項の熟知を主軸にした開講科目を設置していることから理解できる。これは情報機器機材を利活用するために必要なアプリケーションやソフトウェア(汎用品/既製品)の操作能力の改善だけを学習者に期待する教育課程をGSUが設置、運用していることを意図していないことを意味する。

GSUがDSとCDSを養成するための教育課程を経営大学院に設置していることの意味は学習者の学修歴と職歴に加えて経営管理に関する実践能力も兼ね備えた人財輩出をGSUが志向しているということである。そのさい、GSUの修了生が活躍できる労働市場を、コミュニケーション能力に優れたいわゆる中間管理職以上の職位/肩書を経験した労働者のための市場であると推察できる。つまり、科学的証拠を裏付けにした意思決定とこれを理路整然と説明できる業務遂行能力を保持する人財輩出をGSUが目指していると推察できる。そうした意図が、上述したCDSコースの想定キャリアパスに強く反映されているように思われる。

5. 議論

米国におけるデータサイエンス教育の特徴を表す二つの教育課程の紹介を通じて、学習者のキャリアパスを想定した教育課程を運営していることを概説した。両校の相違点を踏まえた上で、経営・商学分野における学部教育としてデータサイエンス教育の在り方を議論したい。ただし、紙幅を踏まえて、概要を述べるとどめ、詳説を別の機会に行いたい。

5.1 段階別操作能力科目

明確なキャリアパスの設定に基づき、ドメイン知識の習熟度を学部学生が実感できるデータサイエンス教育の提供は学部教育が提供する教育効果を改善する。例えば、次のような科目設定を考えることが有益だろう。(A)：情報機器機材の操作能力の習得機会を多段階に分ける。当該操作能力を初級入門段階で行う際、課題解決のために必要なデータを手作業で収集・入力(データベース作成)を求める。

これは非効率的なことの「学び」が暗黙知や経験則の蓄積を得る機会になるだろう⁹⁾。いわゆる「気づきの教育」も、情報機器機材の操作能力の改善を通じて実践するのである。これは現実に生じた事実(観察値)やこれから導出された事象を説明、記述した専門知識・理論の理解だけでは、学部学生が身に着けたこれらの実践能力の改善をほとんど担保しないことを示唆する¹⁰⁾。

5.2 統計手法の実習科目

(B)：(A)で述べた操作能力の習得機会の各段階(標準上級応用段階)に応じて利活用するデータを(1)既存のデータベースの活用、(2)取得データの加工、(3)派生データの生成、そして(4)自ら必要なデータの収集とデータの取扱いに関する学びの機会も学部学生に提供する。これはデータ属性に応じた最適な分析手法の選択能力の育成を目的とする。

ある一つの観察値と別のそれとが、一見すると、独立して/何の脈絡もなく入手できた場合、当該観察値の属性を踏まえ、これを説明する理論に基づいて考えると、両者の間に(因果/相関)関係があると説明できる場合がある。その上で、この説明に最も合致する分析方法を用いた方が、そうでない方法を用いた場合よりも、最善な分析結果を得ることになるだろう。

例えば、ある作業の完成度に関する従業員の遂行能力の程度を測定することを考えよう。なお、この従業員の人的資本を社内研修の受講時間(1時間以下の切り捨て)でのみ測定し、これで代理できると仮定する。従業員Aは社内研修をX時間受講し($T_A=X$)、従業員Bは社内研修を0.5時間受講した。従業員Bは人的資本の改善が観察されると期待できるものの、従業員Bの人的資本の改善はゼロになる($T_B=0$)。従業員Cは間接業務に従事しており、社内研修の受講資格を持たないとする($T_C=0$)。

上述のケースの下で、従業員の人的資本の改善が上記した作業の完成度に与える影響を、統計手法を用いて、推定しよう。従業員三人の人的資本がこの完成度に影響を与えていると直観的に理解できるものの、独立変数として利用できるのは従業員AのXだけである。なぜならば、従業員Bの T_B 分が打ち切りデータ、従業員Cの T_C が切断データとして扱われるからである。

他の諸事項を考えない場合、三人の人的資本を独立変数として通常回帰分析を用いて得た推定結果が真の関係を説明している。しかしながら、打ち切り/切断データを考慮して通常回帰分析を行った場合に得られる

推定結果は当該関係を過小に評価するだろう。利活用できるデータの打ち切り/切断が生み出すバイアスが推定量を過小評価することを制御するために必要なことは、他の諸事項を考えない場合、データ属性を踏まえた適切な推定方法を選択することである。

他方、通常、何らかの分析を行う際、必要なデータをMicrosoft社のExcelファイルに入力・ダウンロード、保存することが最初に行う作業になるだろう。そのさい、起動操作からマクロ機能/VBA(Visual Basic for Applications)までを円滑操作できることは当該ソフトウェアの限界、したがって、作成したデータベースを最大限活用できる統計解析アプリケーションやソフトウェアの選択能力、も身に着けている可能性が高いことを示唆する。

5.3 数理工学系科目

(C)：5.2と5.3で述べた情報処理機器機材の操作能力を身に着けた学部学生の中には、ソフトウェアまたはアプリケーションの創作意欲を掻き立てられた学生が現われることが期待される。当該学習意欲を満たすための科目、つまり、処理技術を説明する数学、統計学、そしてプログラミング言語の原理や理論を学ぶ機会を高年次に設定する。これらの科目は情報処理機器機材そのものの仕様を理解したいと希望する貴重な学部学生のために有用な学びの機会となるだろう。

5.4 教育指針の構築の必要性

(D)：データサイエンス教育を学修した学部学生が、今後、起業または既存企業の経営陣に加わることは、Saltz and Krasteva(2022)が指摘した、DSを養成するための教育課程に対する経営陣の過度な期待の解消に寄与すると期待できる。換言すれば、「経営陣の過度な期待」が生じる原因は、簡潔に述べると、次の二つの状況が発生していると推測できる。

一つは情報処理機器機材の操作と仕様に詳しいもののデータの利活用と分析結果の適切な解釈ができるドメイン知識を持たない人財である。これは、例えば、自動車の走行技術等に詳しいものの、運転方法を知らず、運転できない人間を意味する。もう一つは情報処理機器機材の操作と仕様に関して無知なためデータの利活用ができないものの、ドメイン知識を備えている人財である。これは、例えば、自動車の走行技術等に無知であるものの、運転方法を知っており、運転できる人間を意味する。

これらの例えに基づいて、合理的な人間を考えてみよう。それは自動車の装備されている走行技術を最善に引き出すことができると同時に、適切な運転方法に基づいた運転ができれば、さまざまな道路特性に見合った無理無駄のない自動車走行が期待できるだろう。このような人間を育成するには当該人間を育成する育成者(走行技術等の開発製造者と運転方法を教える指導者)の相互理解が有益だろう。

上述の例えに基づいて、「上述の経営陣も過度な期待の解消」に寄与すると期待できる教授側の施策の一つを述べたい。当該学部学生の貢献を強力に後押しして

きるデータサイエンス教育を提供するために、高等教育機関に所属する教授者ができることは、学部学生のドメイン知識育成のための助言・指導を行う教授者と情報処理機器機材の仕様を研究対象とする教授者との学際研究を推進していくことである。当該研究の推進によってDSを養成するための教育課程の実践手続きを理論的かつ論理的に説明できる指針(a conceptual framework)⁽⁴⁾を構築し、適用することである。

現実の経営課題解決のために有効な指針を構築することは、DSを養成するための教育課程の推進によって当該課題の解決のみならず、これがもたらすメリットを企業はより多く享受できるようになるだろう。このようなメリットを生んだ研究成果は、既存のデータサイエンス教育の提供を通じて、学部学生にフィードバックされる。高等教育機関が提供するデータサイエンス教育が実業界との架け橋になる可能性を秘めており、これが経営・商学に分類される学問を専門分野とする教授者と情報処理機器機材の仕様を研究対象とする教授者との学際研究の推進にかかっていると思われる。

6. むすび

本稿は、米国における2つの高等教育機関におけるCDS教育課程の考察を踏まえて、経営・商学分野における学部教育としてデータサイエンス教育の範囲・水準に関する議論を行った。データサイエンティストという職種を有望なそれにするために必要なこと⁽²⁾は、情報処理機器機材の操作能力をデータの利活用を通じて学修することであるものの、学部学生が選択した専攻に基づくドメイン知識の充実である。これを情報処理機器機材の操作能力を改善する過程で強化していくことが最善である。

本稿を終えるにあたって、いくつかの課題を指摘しておこう。具体的なキャリアパスの設定や対応した科目群等への言及および検討を行う前に、学習者に対する教授者の受け入れ態勢の検討が必要である。例えば、経営・商学分野におけるデータサイエンスの実践として、綿貫(2021)はデータサイエンス教育の教育効果を高めるには学習者の「データサイエンス」への心理的抵抗感を軽減させることが有益であると結論付けた。

この結論は経営・商学分野の学部教育、ひいては博士課程および専門職を含む大学院教育が、今後、データサイエンス教育の拡充を図るには、多様な学修履歴をもつ学習者が無理なく学修できるカリキュラム設計と教授者の心構えを身に着けることが必要不可欠であることを示唆する⁽³⁾。

また、来栖(2015, 2017, 2018, 2019a, 2019b)は米国の会計学会(AAA: the American Accounting Association)が開催したCPE(Continuing Professional Education)ワークショップの内容を考察している⁽⁴⁾。会計学におけるビッグ・データの定義づけや考え方に始まり財務情報と非財務情報を包括する定義づけに拡充していく状況と並行して、米国の会計学教育におけるビッグ・データの利活用の変遷をうかがい知ることができる。

米国の会計学におけるデータサイエンス教育を推進

する目的の一つは学習者の会計数値の読み取り能力の改善にある。この首尾一貫した教育観に基づいて会計科目が設計・運営されていることを上述のCPEワークショップの概要報告は示唆する。これを一般的に言えば、「数字に強い」人財を社会に輩出することを意味する。

今後は、日本国内の高等教育機関における経営・商学分野のデータサイエンス教育カリキュラム設計に加えて、具体的なキャリアパスに基づく教育カリキュラムの実践運用と効果検証が必要であると考えられる。

参考文献

- (1) シマウマ用語集 <https://makitani.net/shimauma/domain-knowledge> Access on the 12th of February, 2023.
- (2) 優秀なデータサイエンティストに欠かせない『ドメイン知識』という視点とは? <https://data.wingarc.com/what-is-domain-knowledge-4410> Access on the 12th of February, 2023.
- (3) Saltz, J. S, and I. Krasteva; 2022, Current Approaches for Executing Big Data Science Projects—a Systematic Literature Review, *PeerJ Computer Science*. DOI: 10.7717/peerj.cs.862. Downloaded on the 16th of November; 2022.
- (4) Idoine, C., 2018, Citizen Data Scientists and Why They Matter, (May 13, 2018). <https://blogs.gartner.com/carlie-idoine/2018/05/13/citizen-data-scientists-and-why-they-matter/> Downloaded on the 10th of November; 2022.
- (5) Tapadinhas, J. and C. Idoine, 2016, Citizen Data Science Augments Data Discovery and Simplifies Data Science, (December 9, 2016). <https://www.gartner.com/en/documents/3534848> Downloaded on the 10th of November; 2022.
- (6) <https://www.usf.edu/business/centers/analytics-creativity/tableau-citizen-data-science-certificate.aspx> Access on the 16th of November; 2022.
- (7) <https://robinson.gsu.edu/program/data-science-and-analytics-ms/> Access on the 16th of November, 2022.
- (8) Goodfellow, I., Benjio, Y., and A. Curville, 2016, *Deep Learning*, Boston, MA: The MIT Press.
- (9) James, G., D. Witten, T. Hastie, and R. Tibshirani, 2013, *An Introduction to Statistical Learning: with Applications in R*, New York, N.Y.: Springer.
- (9) 三枝成彰, 2022, 『効率が悪いこと』こそ愚直に続けるべき。努力家をあざ笑う人はまちがっている-三枝成彰の中高年革命-, (2022年11月19日) Access to <https://www.nikkan-gendai.com/articles/view/life/314686> 2022年11月26日ダウンロード済み。
- (10) McAfee, A. and E. Brynjolfsson, 2012, Big Data: The Management Revolution, *Harvard Business Review*, Vol.90, No.10, pp.60-68. (アンドリュー・マカフィー, エリック・ブリニョルフソン, 有賀裕子訳, 2013, 「ビッグデータで経営はどう変わるか」, 『DIAMOND ハーバードビジネス』, 第38巻, 第2号, (2013年2月)), pp.42-53.
- (10) Barton, D. and D. Court, 2012, Making Advanced Analytics Work for You, *Harvard Business Review*, Vol.90, No.10, pp.78-90. (ドミニク・バートン, ディビット・コート, 編集部訳, 2013, 「ビッグデータ活用スキルをいかに育むか」, 『DIAMOND ハーバードビジネス』, 第38巻, 第2号, (2013年2月)), pp.110-119.
- (11) Martinez, I., E. Viles, and I. G. Olazola, 2022, Data Science

- Methodologies: Current Challenges and Future Approaches.
<https://arxiv.org/abs/2106.07287> Downloaded on the 26th of
 November, 2022.
- (12) Davenport, T. H. and D. J. Patil, 2012, Data Scientist: The Sexiest Job of the 21st Century, *Harvard Business Review*, Vol.90, No.10, pp.70-76. (トーマス・H.ダベンポート,D.J.パティル, 編集部訳, 2013, 「データ・サイエンティストほど素敵な仕事はない」, 『DIAMOND ハーバードビジネス』, 第38巻, 第2号, (2013年2月)), pp.84-95
- (13) 綿貫真也, 2021, 「マーケティング分野におけるデータサイエンス学修カリキュラムの検証-文系学部学生, 文系学部出身社会人の『データサイエンスへの抵抗感』に配慮して-」, 『コンピュータ&エデュケーション』, Vol.50, pp.60-65.
- (14) 来栖正利, 2015, 「ビッグ・データと会計問題」, 『流通科学大学論集(流通・経営編)』, 第27巻, 第2号, pp.237-246.
 来栖正利, 2017, 「ビッグ・データと解析問題」, 『流通科学大学論集(流通・経営編)』, 第29巻, 第2号, pp.75-83.
 来栖正利, 2018, 「ビッグ・データと会計教育」, 『流通科学大学論集(流通・経営編)』, 第30巻, 第2号, pp.135-144.
 来栖正利, 2019a, 「ブロックチェーンと会計問題」, 『流通科学大学論集(流通・経営編)』, 第32巻, 第1号, pp.117-126.
 来栖正利, 2019b, 「アナリティクスと会計思考の育成」, 『流通科学大学論集(流通・経営編)』, 第31巻, 第2号, pp.55-64.

(2022年12月2日 受付)

(2023年2月15日 採録)

シヨートペーパー
(査読無)

電子教科書への対応における福島高専1年生における 通学時のカバンの重量の実態調査

布施雅彦

Email: mfuse@fukushima-nct.ac.jp

福島工業高等専門学校 一般教科情報

◎Key Words BYOD, ノートパソコン, 電子教科書, 通学靴

1. はじめに

小学校では、「ランドセル症候群¹⁾」と言われ、通学時の荷物の重さが課題になっている。実際に県立高校に通う著者の娘のカバンを計測してみたら、ほぼ一週間どの曜日も10kgを超えていた。リュック型のカバンでバス通学の為、徒歩の距離は短いが身体への負担は少なくないと感じた。

文部科学省は、2024年度から、小中学校の英語からデジタル教科書の導入を進める方針であるが、教科書等をタブレット等でデジタルに置き換えると軽量化できるという議論もあるが、全教科がデジタル化になるには月日が必要になる。

GIGA スクールが進み小中学校において端末一人一台導入され、高等学校でも情報Iが大学入学共有テスト科目になり、高等学校でもICT端末の活用が始まり、大学ではBYOD (Bring Your Own Device) などの導入も増え、環境は整いつつある。

高専でも検討はされていると思われるが、今のところ具体的な話が出てきていない。福島高専では、プログラム主体の授業はPCの演習室で実施され、学生所有のPCを利用して授業を実施していない。また、高専は高校でもなく大学でもないため、学生の状況が様々な点で異なる。具体的には、次のようなことが考えられる。

- ・大学入試がないため高校のようなパソコンを準備する必要はない。購入する学生も多いが持ち運びに適さないパソコンもある。
- ・高等学校で活用しているような学習支援のコンテンツやアプリを積極的に活用する科目は少なく、その必要性も少ない。
- ・自宅からの通学が多く、通学方法や距離が大学生と異なる。
- ・検定教科書の採用率が低い。
- ・大学生と異なり問題集、参考書など関連する物が多い。
- ・入学時15歳で体格的に大学生より劣る。
- ・部活動など他に荷物がある学生もいる。
- ・成長段階で物品や整理・管理が未熟な学生もいる。
- ・1日の授業科目数が大学生より多い。
- ・教室に電源など設備が不十分

高専でも専門科目が増える上級生になると、状況は異なり大学生と同じと思われるが、電子教科書の採用やBYODを進めるにおいて、通学時の電子教科書の採用に

よる軽量化やマイパソコンによるBYODの推進など、今後においては、福島高専でも検討が必要になる。そこで、今年度の福島高専1年生を対象にカバンの重さ、通学方法などについて調査を試みた。

2. 調査方法

福島高専1年生5学科の約200名に対して、2022年10月～11月までの月～金の5日間のカバンの重さと一部教科書の重さを各自で計測し、カバンの種類、通学方法と時間について調査した。また、2年生40名に対して、1日の中で科目数が多い日のカバンの重さを計測した。



図1 貸し出した秤

計測方法については、各学生に任せる形であるが、自宅にある秤を利用した場合は、メーカーや機種を報告させ、寮生など秤を持たない学生もいるので、各クラスに1個、図1のような手荷物の秤を貸し出した。



図2 リュック型のカバン例

3. 調査結果

3.1. 男女別各学科のカバンの種類と居住場所

表1は、アンケートの有効数と各学科の男女数、カバンの種類と寮生と通学生の人数である。性別や居住場所に関係なく、大半が、図2のような背中に背負うリュック型のカバンであることがわかった。

3.2. 男女・自宅寮生のカバンの重さの比較

表2は、学科、性別、自宅と寮生とのカバンの重さの平均である。MとE学科は極端に女子の人数が少なく、T学科は女子、B学科は男子が少ない。寮生人数は通学生の約1/4程度である。寮は学校の敷地内であり、歩いて5分程度のところである。

表3のように、男女のカバンの重さの比較した結果、男子の平均は5.7kg(標準偏差2.4)、女子の平均は4.6kg(標

準偏差1.5)で、t検定の結果、両条件の重さに、有意な差がみられた。(t(182) = 3.36, p = .0005)。ゆえに、男子学生のカバンの方が重いことがわかる。

男子の自宅生と寮生の比較では、男子自宅生の平均は6.0kg(標準偏差=2.4)、男子寮生の平均は4.3kg(標準偏差=1.7)で、t検定の結果、両条件の重さに、有意な差がみられた。(t(117) = 3.277, p = .001) 女子の自宅生と寮生の比較では、女子自宅生の平均は4.8kg(標準偏差=1.5)、女子寮生の平均は3.8kg(標準偏差=1.4)で、t検定の結果、両条件の重さに、有意な差がみられた。(t(63) = 2.271, p = .013)ゆえに、男女ともに自宅通学している学生の方がカバンが重いことがわかった。

表 1 福島高専5学科1年のカバンの種類と住居(人)

学科	男子		女子		総計
	自宅	寮	自宅	寮	
M (機械システム)	23	8	31	2	33
カバン (肩に掛ける)		1	1		1
カバン (手に持つ)		1	1		1
リュック (背負う)	23	6	29	2	31
E (電気電子)	29	6	35	2	39
リュック (背負う)	29	6	35	2	39
C (バイオ化学)	12	4	16	18	37
カバン (肩に掛ける)	1		1		1
リュック (背負う)	11	4	15	18	36
T (都市システム)	26	5	31	6	39
カバン (肩に掛ける)	1	1	2		2
リュック (背負う)	25	4	29	6	37
B (ビジコミ)	5	1	6	23	36
カバン (肩に掛ける)				2	3
リュック (背負う)	5	1	6	21	33
総計	95	24	119	51	184

表 2 カバンの重さ (kg)

学科	M	E	C	T	B	平均
自宅	6.0	6.5	5.2	5.5	4.8	5.6
女子	4.5	5.6	5.1	4.9	4.5	4.8
男子	6.1	6.6	5.4	5.7	6.3	6.0
寮	3.6	4.2	4.1	4.7	4.0	4.1
女子		2.6	3.9	3.3	4.2	3.8
男子	3.6	4.8	4.2	5.3	2.4	4.3
平均	5.4	6.0	5.0	5.4	4.6	5.3

表 3 男女のカバンの比較 (kg)

	男子	女子
平均(kg)	5.7	4.6
分散	5.8	2.4
標準偏差	2.4	1.5
人数	119	65

表 4 自宅・寮の男女のカバンの比較 (kg)

	自宅 (男子)	寮 (男子)	自宅 (女子)	寮 (女子)
平均(kg)	6.0	4.3	4.8	3.8
分散	6.0	2.8	2.4	1.9
標準偏差	2.4	1.7	1.5	1.4
人数	95	24	51	14

3.3 各学科の男女のカバンの重さの分布

1年生全員をまとめてヒストグラムにした全体では、正規分布しているが、M,E,C,T学科は工学系で教科書に類に大きな違いはない。B学科は文系で女子学生も多く他の学科と傾向が異なる。CとB学科では、重いカバンの学生は少ない。

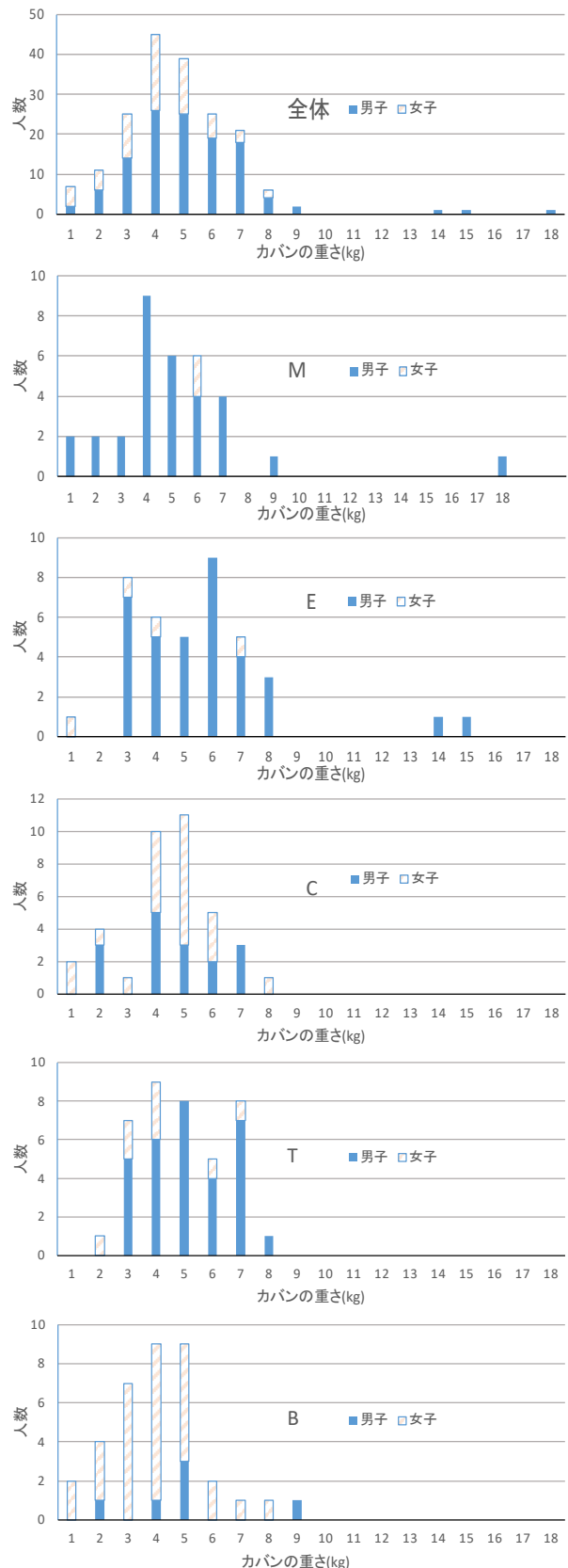


図 3 各学科の男女のカバンの重さの分布

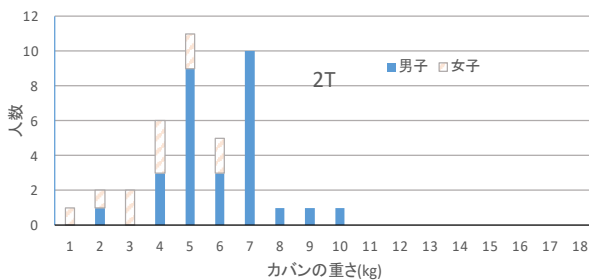


図4 2年生の男女のカバンの重さの分布

「置き勉」とは、教科書を学校に置いたまま帰宅することであるが、今回の調査では、部活動の道具や体育関連、パソコンなどは除いて計測した。カバンの重量のみの測定なので、明瞭にどのくらい「置き勉」しているのか確認できなかった。単純に一般的なリュックのカバンの重さが1kgとすると、2～3kgの学生は、テキストなどは少ないと推測される。「お弁当」などもリュックに入れ測定している場合もあった。

図4は、参考としての福島高専T学科2年生のカバンの重さの分布である。測定した曜日は、科目数が多く、一番重いと学生が申告した木曜日(2022年10月20日(木))のカバンの重さを測定した結果である。傾向としてカバンの重さは男子>女子で、このクラスは寮生が3名と少なく、通学生と寮生とで比較することはできなかった。とてもカバンが軽い学生に聞き取り調査を実施すると、「大半は放課後に学習してから帰宅する。自宅学習で必要があれば、必要なものを持って帰る。」という回答であった。

表4 2年生の男女のカバンの重さ

	クラス	男子	女子
平均(kg)	5.7	6.3	4.3
中央値	5.5	6.2	4.4
標準偏差	1.8	1.6	1.5
分散	3.2	2.4	2.4
最小	1.5	2.5	1.5
最大	10.1	10.1	6.5
人数	40	29	11

調査時期の10-11月頃においては、学生も学校の生活に慣れており、個人のスタイルにあった荷物の整理になっていると思われる。1年生の入学時期の4～5月頃とは変化していると思われるが、2年生になれば、さらに持ち運ぶ内容物については、スタイルが確立していると感じた。内容物において、教科書に付随する問題集やノート、資料、電子辞書など、どこまで多く持ち運ぶかで差が出ていると感じる。

3.4. 通学方法による違い

福島高専はいわき市の中心にJRいわき駅から3km前後にあり、北茨城付近からいわき市全域、双葉郡から通学してくる。次のような通学方法が考えられる。

1. 徒歩→学校
2. 徒歩→バス停→学校
3. 徒歩→バス停→電車→バス→学校
4. 自転車
5. 自転車→電車→自転車→学校

6. 自転車→電車→バス→学校
7. 自家用車→バス→学校
8. 自家用車→電車→バス→学校
9. 自家用車→学校
10. 電車→バス→学校
11. 電車→自転車→学校
12. 電車→徒歩→学校
13. その他

組み合わせはさらに多数で、今回、説明不足もあり、明瞭にアンケートでデータを集めることができなかった。そのため通学方法におけるカバンの重さ影響や違いを調べることができなかった。再調査・調査に向けて、データ集取の方法を検討する。

4. 電子教科書やBYODについて

4.1. 福島高専の入学時のパソコンの所有状況

福島高専は「パソコンが必要だ。」「あったほうがよい。」その必要性について、すでに新入生には伝わっており、入学祝いで購入するケースも少なくない。また、COVID-19の影響で、中学生から家庭学習でPCを利用しているケースもある。学校として家族共有PCでなく、個人用の購入を推奨しているが、強制はしていない。ただし、COVID-19の関係で、リモート授業なども実施されるので、その時は、スマートフォンでなく、パソコンでの受講(視聴)を呼びかけている。また、学生は入学時に大半が、なんらかの学習用パソコンがあり、個人のパソコン、家族共有のパソコンがある。ただしPC画面が12-13インチで重さが1kg前後のモバイルパソコンや、2in1のタブレット型などを、呼びかけてはいない。一般的に13-15インチの1-2kgのデル、HP、レノボ、NEC、富士通などのブランドPCが多い。自宅と持ち運ぶ場合には、重量が+1.5kg以上加算されることになる。

表5 2022年の入学生の自宅のパソコンでの学習環境(n=208)

項目	人	%
学習の為の自分のパソコンを小学生のときから持っている。	8	3.8
学習の為の自分のパソコンを中学生のときから持っている。	24	11.5
学習の為の自分のパソコンを高専入学に合わせて準備した。	130	62.5
学習の為ならば、家族のパソコンを利用できる。	23	11.1
あることはあるが古くて利用できるレベルでないので、今後購入予定である。	3	1.4
パソコンは持っていないが、今後購入予定である。	19	9.1
パソコンは持っていない。当面購入の予定はない。	1	0.5

新入生の入学時の4月に実施したアンケートでは、表5のようになっている。約8割弱の学生がパソコンを入学時の所有している。今後購入予定の学生については、入学後に先生などに相談してから慌てずに購入するという学生が大半であった。「当面購入の予定はない。」と回答した学生は1名であり、私の研究室にあるPCを貸与してサポートした。PCを購入した学生の大半が6～20万円のもので多数で、将来CADの授業がある場合にでも対応できるよ

うにグラフィック専用チップを搭載したPCの選択している学生もいた。その場合はバッテリー駆動時間が短くなる。

4.2. パソコンを教室で利用する場合の学習環境

教室機の天板寸法は1999年の新JIS規格の改正により、幅65cm×奥行き45cm以上になった。⁽²⁾ 図5は、パソコンで電子教科書を開いた机の様子を図で表現した。様々なデバイスを同時に利用する場合は少ないが、普通のノートパソコンだと液晶部分を展開すると前席の椅子と接触する場合も考えられ、非常に狭い。2in1のタブレット方式のPCの場合には、キーボードレスであれば、設置面積は少なくなる。現在のノートパソコンのバッテリー駆動時間は伸びており、一日の利用において電源は必要ないと想定されるが、毎日自宅で充電が必要になる。福島県高等学校の生徒の学習用推奨PCの規格では、画面サイズが10-11インチ、重量1.2kg、12-16時間のバッテリー駆動、ディスプレイが取り外し可能なPCを推奨している。⁽³⁾ 実際に、上記の使用のPCを、価格比較サイトの価格ドットコム⁽⁴⁾で該当するPCを調査すると、ChromeOSの製品は多数存在するが、Windows11でメモリ8GBとなると10万以下で該当するPCの選択肢は非常に少ない。

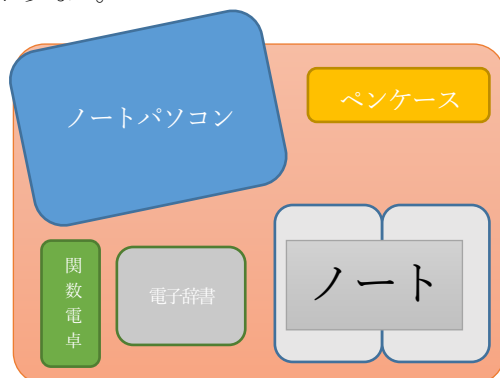


図5 机に14インチPCを設置した場合

5. おわりに

通学カバンの重量は、居住地や学習へ取り組みなど、個人差が大きいことがわかった。通学方法などでも異なると推測される為、引き続き調査を継続したい。学生のカバンの重量は4～7kgの幅が多数を締めている。そこに高専ではコストパフォーマンスの良い推奨の約1.5～2kgノートパソコンを追加することになる。実際に学生をみると、必要なときにPCは手提げの簡易ケースで学校に持ってきている学生を見かける。また、現時点の学生が購入しているPCで電子教科書を利用するにおいて、毎日PCを持ち帰りするには、非常に難しい。(電子教科書の利用を前提にPCを選定していない)電子教科書のデバイスに向いているタブレット形式と、高専の技術者教育でのプログラミングなどの教育の両方を考えると、デバイスを共有するのは、10万円を超える非常に高価な製品を選ぶことになる。高校生や大学生と高専生では、様々な面で環境が異なる為、電子教科書やBYODを推進するにおいて、検討する事柄があることがわかってきた。今後も継続して調査をしていきたい。

参考文献

- (1) ランドセル症候群:<https://www.rakusack.jp/feature0/>, (2023年1月20日閲覧).
- (2) GIGA スクール時代の学校家具: https://www.kyoiku-press.com/post-22941_4/, (2023年1月20日閲覧).
- (3) 県立高等学校における生徒1人1台端末環境について: <https://www.pref.fukushima.lg.jp/site/edu/ict-environment.html>, (2023年1月20日閲覧).
- (4) 価格.com: <https://kakaku.com/> (2023年1月20日閲覧).

4D ジオラマを用いたまちづくりゲーム開発のPBL

笹谷 康之*1・菱川 貞義*2・杉原 穂紀*1・廣本 翔太*1・幅 彩水*1・由井 綾音*1・西田 隆人*3

Email: sasatani@se.ritsumei.ac.jp

*1: 立命館大学 理工学部

*2: 275 研究所

*3: 内外エンジニアリング (株) / 立命館大学 理工学部

◎Key Words PBL, 4D ジオラマ, まちづくりゲーム, デジタルツイン, オープンイノベーション

1. はじめに

今日, 3D/4D, VR/AR/MR/XR, メタバース/デジタルツインの分野は, 一気に先駆的な社会実験と社会実装が進み, 大学教育においても急速に導入されつつある。2020 年度に始まった文部科学省の Scheem-D では, 学習者本位の大学教育, DX による学びの深化, サイバーとフィジカルを組み合わせた教育の観点から応募者を募り, 採択者に各種の機会を提供している。筆者は 2021 年度の大学ピッチアクターに採択されたが, この年度の上記分野の採択数は我々の 1 件だった。しかし一転し, 2022 年度には上記分野は, 10 件中 7 件も占めて, デジタル技術を上手に活用した特色ある優れた教育取組として注目されている^①。

この分野は, いわゆる大学の教育研究の専門領域というよりも, 領域横断的なジェネリックスキルになりつつあるといえよう。3D を取り上げても, 機械・建築・土木 CAD, CG, GIS, ゲームエンジン等が各得意分野を活かしつつ, 融合して利用されている。そこで筆者は, 工学系のモノと対応する時空間データであり, 現場のまちづくりに活用できるデジタルツインをつくる立場から, GIS を基軸に置いて, 学生が実務家や対象住民と連携する PBL を開始した^{② ③}。

対象科目の理工学部の「専門ゼミナール」は「学科・回生が異なる学生同士が, 担当教員が設定したテーマについて主体的・能動的に学びあうこと (学科横断形式) により, 理工系の実践的な力として課題解決能力, ・(中略)・論理的思考力等を取得することを目的とする。・(中略)・授業担当者がテーマを提示して, 学生は PBL (課題解決型学習) などを通じてテーマに取り組み, 発表する。」と学内文書で位置付けられている。

以上を踏まえ, 次の 4 点をビジョンとした^④。

- ① ライフ中心思想: Life, すなわち, ヒト以外も含めた生命, 各自の人生や生活の尊重を中心に据える。
- ② 地域主義: デジタル世界も含めた地産地消を実現して, 持続可能な地域を目指す。
- ③ オープンイノベーション: オープンデータ, オープンソース, オープンコミュニティ等の開かれた変革のしゅみを重視する。
- ④ バックキャストイング: 将来から逆算して余命が長い若者・子どもが創造的に活躍できる場をつくる。

このビジョンをもとに, 学生・教員・実務家が PBL で共有する次の 3 点のミッションを定めた。

- ① 地域の資源・課題を 3D の空間と過去から将来計画までの時間の 4D ジオラマで可視化して, まちづくりに活用する。
- ② 安価な費用で高校生以上が容易につくれて, 小中高大社連携で簡易に使える 4D 地域学習ツールを開発する。
- ③ 棚田百選の地, 京都府福知山市毛原を最初の事例に, 4D と現地をつなぐ, まちづくりゲーム開発に挑戦する。

本稿では, 学生が, 対象地の毛原の住民との連携のもと, 指導教員, ゼミを支援する学外の実務家と協働し, 自発的に多くの学外イベントに参加して柔軟に多様な観点を学び, 4D ジオラマを用いたまちづくりゲーム開発を行った PBL 過程の成果を報告する。

2. 方法

授業は 2022 年度通年で, 春・秋学期中は 2,3 週に 1 回程度授業を行い, 夏季集中期間に, 継続的にまちづくり活動に取り組んでいる京都府福知山市大江町毛原を対象地としてフィールドワークを行った。

毛原は, 江戸時代の藩制村から継承されてきた面積 143ha の大字で, 現在の戸数 13 戸, 人口 26 名である。棚田百選に選ばれて, 水田としては 1/6 の急勾配, 畑地としては 10° の緩勾配の農地と家屋が, 山に囲まれている桃源郷のような場所である。毛原では, 1990 年から都市住民と交流する棚田オーナー制等の事業が行われ, 結婚式場併設のイタリアンレストランや小さな宿泊施設, 地域内でつながる Wi-Fi が完備している。

学生は, 所属学科固有の CAD を履修しているが, 他に共通する専門スキルはない。4~6 月は, テーマの共有とチームビルディング, 学生にとって初修の後述する QGIS の修得, 7 月は対象地の選定, 8 月以降はフィールドワーク, 課題の設定, 関連スキルの修得, まちづくりゲームのイベント準備を行った。3D 都市モデルの PLATEAU をテーマに開催された国土交通省主催の Lightning Talk, Hanson, Hack Challenge や, 2 度の他団体主催のロゲイニング大会に参加した。また, State of the Map Japan 2022 in Kakogawa の発表に応募し, 省庁や公益団体が主催するシビックテックの賞の, 異能 vation, イチ Biz アワード, LOD チャレンジ, PLATEAU AWARD, UDC, 冬の Digi 田甲子園の 6 種に応募した。

フィールドワークは, 表 1 の日程, テーマ, 内容で行っ

た。フィールドワークで学生が住民から昔の資源循環・生物多様性を学び、学生から高齢者が簡単に使える4Dジオラマの操作を学んだ。また、住民、学生が、来訪者と4Dジオラマをネタに縁側喫茶で交流した。

表1 フィールドワークの内容

日程	テーマ	内容
7月26日	住民による地域案内 OpenStreetMap 踏査 LiDAR スキャニング 地域の会議に参加	建物,消火施設等 道標,化粧地蔵
8月1日	OpenStreetMap 踏査	各種地物
8月20日 ~21日	まちづくり経緯案内 Mapillary 投稿 地域の会議に参加 OpenStreetMap 踏査 縁側喫茶に参加	道の往復写真 各種 Wikipedia 編集者 らと交流
8月27日	Mapillary 投稿 OpenStreetMap 踏査	360° 写真 各種地物
9月22日	聴取 LiDAR スキャニング	地名,資源循環 歳時暦 狛犬,燈籠,高札

LMS は Google Workspace for Education を、日常的なコミュニケーションツールとしては Slack を用いた。

PBL は、会社のプロジェクトで著者を例えると、授業担当教員がリーダー、受講学生が若手社員、実務家が社外協力者とみなせる体制だ。

3. オープンデータの編集と活用

現地踏査をもとに、オープンデータの OpenStreetMap の地図で、毛原の約 250 件の地物を編集した。

道路のパノラマ写真、いわゆる Google ストリートビューのオープンデータ版である Mapillary に、毛原の主な道路の上下線方向の写真と、360° カメラによる全球写真を投稿した。

化粧地蔵、石造道標、保管されていた高札、狛犬、燈籠を、iPad の LiDAR でスキャニングして 3D モデルをつくり、オープンデータの CC BY SA4.0 で公開した⁽⁴⁾。

表2 毛原で用いた地図

作成年月日	種類	所有者
戦前	字絵図	毛原
1947年11月1日	空中写真	地理院
1969年4月20日	空中写真	地理院
1971年6月	1/2500の地図	福知山市
1975年12月3日	空中写真	地理院
1994年12月	空中写真	福知山市
1995年8月	1/2500の地図	福知山市
2005年3月	1/2500のDM	福知山市
2010年頃	棚田広場造成図	毛原
2014年4月	空中写真	地理院
2020年11月6日	空中写真 地理院地図 OpenStreetMap	福知山市 地理院

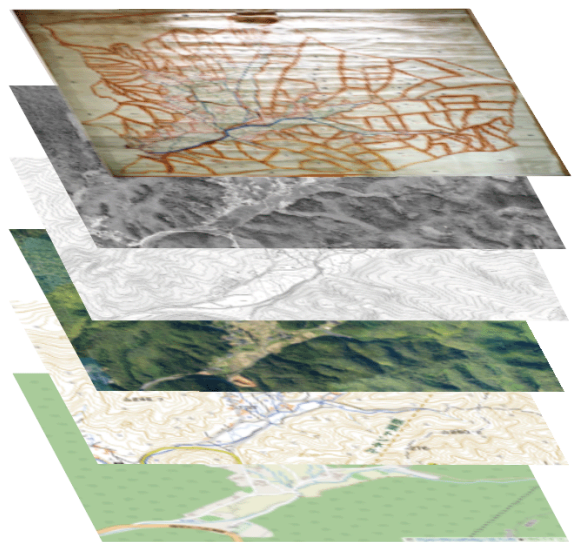


図1 重ね合わせ地図

表2に示す地図、空中写真を、国土地理院、福知山市役所、毛原から入手して、QGISで適切なA1判とA3判で紙出力して、フィールドワークに用いた。これらの地図は、図1に示すように位置を照合して重ね合わせ、土地履歴の変化を分析して、後述するジオラマのデータとして活用した。

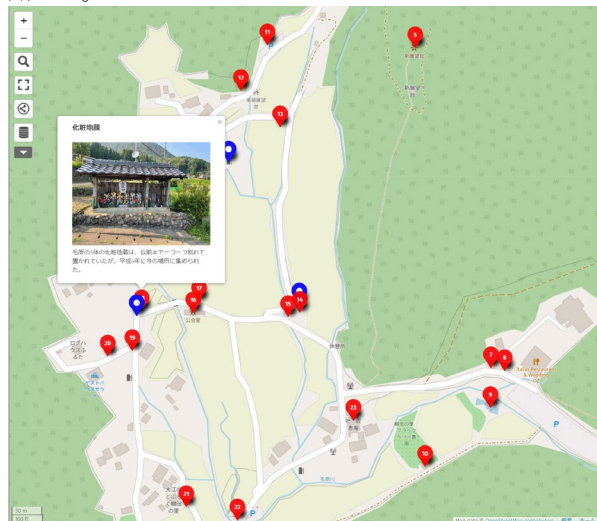


図2 ピンをクリックすると説明が表示されるuMap

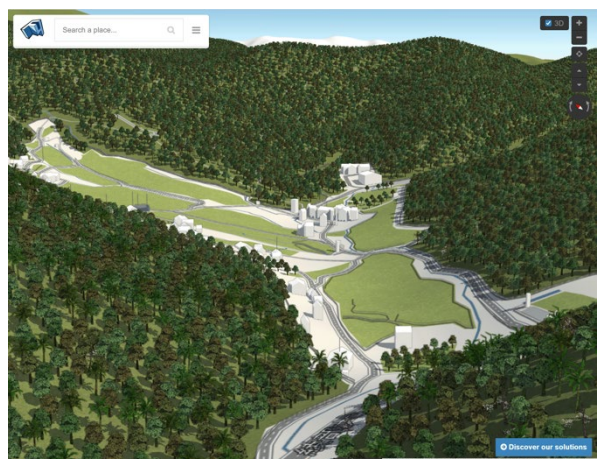


図3 簡易3Dが表示されるF4map

幸い、筆者の調査よりも少し前に、OpenStreetMapと親和性の高いWikipediaタウンの活動が数回あり、毛原の情報が少なかった中で文献に基づくWikipediaの記事が記された。よって、両者のオープンデータをWeb上で相互リンクすることができた。

OpenStreetMapを利用したWeb地図として、ポイントを選択すると写真と解説が吹き出す図2のuMapを作成し、3Dで表現する図3のF4mapを用いた。

4. フィールドワーク

フィールドワークの着眼点としては、まちづくりゲームのテーマに活用していく下記の3点の思想を採用した。

- ① エコミュージアム：土地の記憶を共有し、地域全体を博物館とみなして、住民と来訪者で体験的に学ぶしくみ。
- ② エコロジカルフットプリント：地域で食料・エネルギー等を供給できる人口（含む関係人口）の容量を持続可能な社会の基軸におく理念。
- ③ フューチャーサーチ：関係者が地域の過去、未来の理想、現在の順で、バックキャストイングして将来像を協議する元々はオフラインのしくみ。

持続可能な未来をつくる理念型として、エコロジカルフットプリントを考慮することと、過去、将来、現在という順でフューチャーサーチの手法をオンラインとオフラインで継続的に進めることが有効だと判断した。エコミュージアム的な視点から過去の調査を進めて、事前に集めた地図・空中写真で場所を共有しながら、地名、資源循環、歳時暦の観点から、毛原の住民にヒアリングを行った。

図4は、毛原の23の小字である。小字等の微細地名は、発生時の環境を端的な言葉で表している土着的なコードである。日本の微細地名の語源の多くは地形から来ており、日常性、無名性、持続性といった、文化財的価値がある。その多くは、集約的な農業が始まった中世中期ごろから継承されてきた。

図5は、一昔前の民家、田畑、山、川の、捨てるモノがない資源の循環利用を表している。田畑から家畜の餌を得て、家畜の糞を田畑に返す。里山からの水を冷蔵に

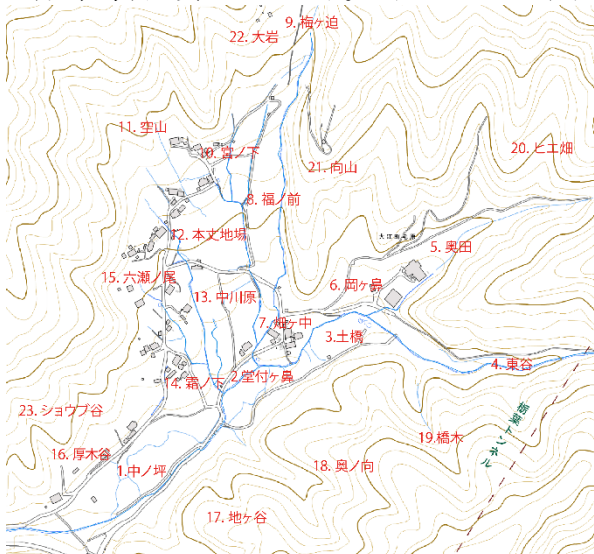


図4 地名

利用し、小川では精米に使う水車小屋があって、登ってくるうなぎ、モクズを食料に得ていた。田畑の農産物とともに、山の木材、炭、竹、筍や、和紙の原料のコウゾ、ミツマタを出荷していた。

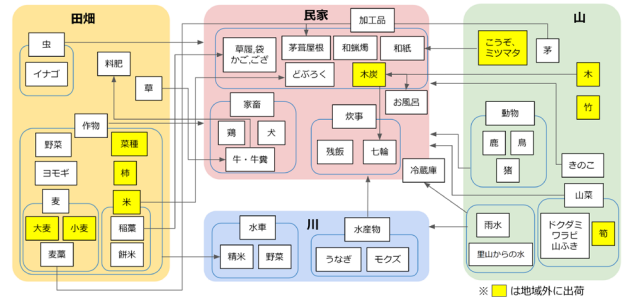


図5 資源循環

5. オープンソースによる4Dジオラマ制作

3章のデータとオープンソースのQGISを用いて、数MBで配布できて、各自のPCやスマホのブラウザ上で前後左右に軽快に移動し回転できる3Dジオラマを作成・公開した⁴⁾。スキャニングした化粧地蔵、高札、燈籠、道標、狛犬や、CADで作成した建物、動物、立体文字や、フリー素材の樹木等の特徴的な地物の鮮明な3Dモデルを配した。学生は、所属学科で使っている各CADを組み合わせ、ジオラマに載せられる3Dモデルの着色やデータ形式変換を行った。

1975年を表す図6では、左手前に養鶏場の鶏舎があり、右手前の手前の造成地はない。移設前の化粧地蔵等を、正確な位置に配している。

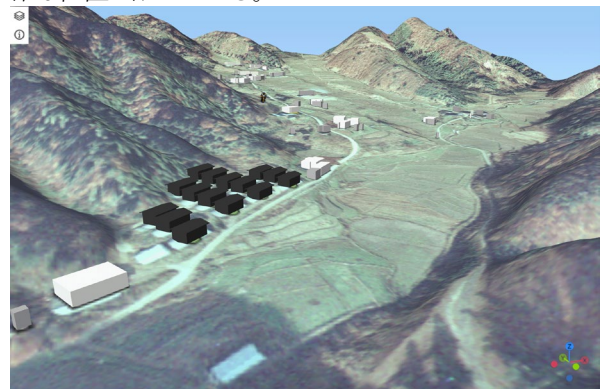


図6 過去の原風景のジオラマ

現在の図7では、青い矢印はシカ・イノシシ等の害獣の侵入場所の問題発生箇所を示している。ジオラマでビジュアルに対策が検討できる。

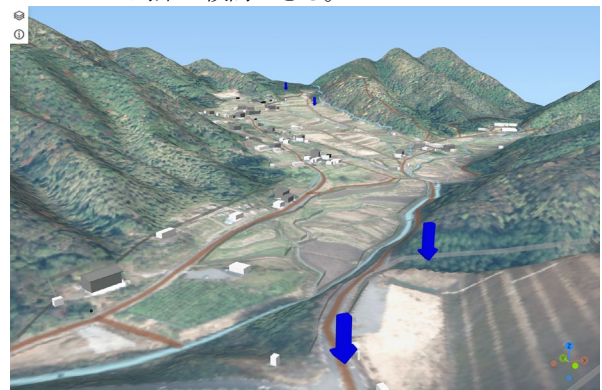


図7 現在のジオラマ

未来の図8では、橙色の矢印は改善点、ハートは自生ツツジ再生のオスズのポイントを表している。獣害対策と農村都市交流のために、田畑の周囲に低木のツツジを含む草地の緩衝地帯を設ける案である。



図8 未来の持続可能なジオラマ

過去の3Dジオラマには、資源循環、地名、記憶を追記し、現在の3Dジオラマには、良いモノ、悪いモノ、不足しているモノを落とし込み、未来の3Dジオラマには住民、関係人口のリピーター、ゲームに参加するプレイヤーが、持続可能性を考えながらアイデアを盛り込む仕様だ。この時系列の4Dジオラマは、未来から現在へのバックキャストリングでも利用する。なお、地面の航空写真画像は粗いが、3Dモデルは鮮明である。

6. オープンコミュニティの活動

2022年12月4日に、毛原の資源を再発見して、獣害対策をはじめとする課題解決のヘルプツーリズムを目的に、まちづくりゲームのロゲイニング大会の実証実験を行った。「毛原くらし博物館」と銘打ち、関係人口がオンラインとオフラインを組み合わせる。学生は対象地の住民と調整しながらこれを実施した。教員は写真撮影等の記録、実務家は参加者を兼ねた補助スタッフを担当した。学生はこのPBLを通じて、図4を除く図2~10を作成し、ロゲイニング大会の準備、実施、省察の主体となったのである。

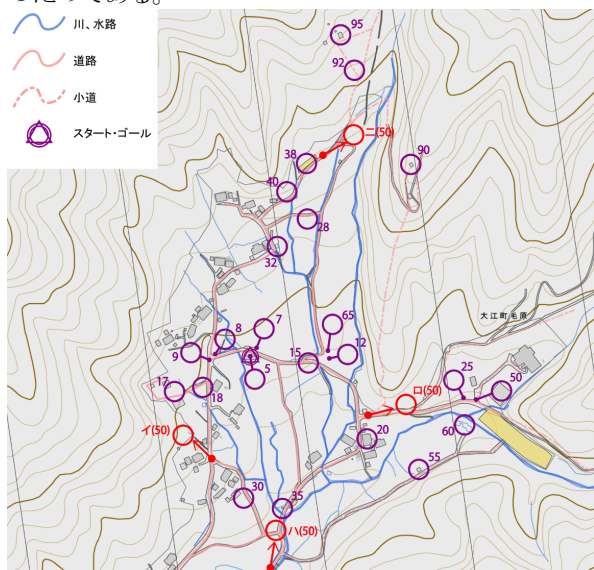


図9 ロゲイニングのポイントの紙地図の一部

用いたツールは、図9,10の紙地図と写真、図2,3のオンライン地図や図6,7,8のジオラマである。紙地図には、地理院地図とOpenStreetMapを組み合わせた現況の正確な基図の上に、オリエンテーリング地図図式規定に準拠したポイントを記した。参加者は、他の参加者や、擬人化した地物/3DモデルとLINEオープンチャットを使うオンラインや、オフラインのコミュニケーションを取り交流した。直近のこの4Dジオラマ活用とヘルプツーリズムの実証実験の成果は、別稿に譲る。



図10 ロゲイニングのポイント写真の一部

2022年7月30日と10月30日の2度、他者が主催するロゲイニング大会に参加して運営手法を体験した。

2022年8月19日と10月31日の2度、教員・実務家にとって昨年選出されて過年度となるSchecm-Dのイベントで、学生を含むメンバーの連名でポスター発表を行った。

2022年11月5日6日のPLATEAU Hack Challenge 2022 in 大和ミュージアムに教員・学生の3名が参加して、各自が別チームに分かれて活動し、当該3チームはすべて入賞した。

2022年11月25日のUDC/IDC2022 中間シンポジウムに教員・学生の2名が参加した。

2022年12月3日のOpenStreetMapを扱うState of the Map Japan 2022 in Kakogawaに、一部の学生が応募して採択され、成果を発表した。

イチBizアワードは、最終審査を通過して、ファイナリストとして2022年12月6日の授賞式に参加した。

一部の学生は2022年12月7日に、正課を超えて社会貢献が見込まれる活動に与えられる学内の奨学金に採択された。

学生がゼミとして応募したLODチャレンジ2022は、III賞[株式会社インターネットイニシアティブ]を受賞し、2022年12月17日の授賞式で成果を発表した。

2022年12月中旬に毛原住民の応募に学生が協働した冬のDigi田甲子園は、事前審査を通過して、インターネット投票と有識者による審査に進んでいる。

以上のようにこのPBLは、外部から高く評価された。このように、4Dジオラマ活用の成果を、随時外部のイベントで出会う多分野・多職種のシビックテック等の専門家と交流を持ちながら、PBLを推進した。学生は、指導

教員、ゼミを応援する実務家とともに、毛原の住民、ロゲイニング参加者、多分野・多職種の専門家とのオープンコミュニティ活動を通じて、多様で柔軟な価値観と技法を学んだ。学生・教員・実務家とともに、イノベーションの激しい分野で、幅広い異業種の専門家と同時代を駆け抜けたと言える。

7. まちづくりゲームの構成と 6W2H

以上の学生・教員・実務家で構成される筆者の体験過程をヒューリスティックに解釈して、図 11 のようなまちづくりゲームの構成を考案した。uMap, F4map, 4D ジオラマを含むオンライン地図を 4D マップと定義した。若者を中心とするプレイヤーが、4D マップを介して、既成の常識的な制約に縛られず自由闊達に地域イノベーションを求めて、他のプレイヤー、住民等の人々はもとより、動物・自然物・人工物と交流して、物語を生み出す。

知・学の冒険では、前章までの PBL の学びの過程のように、持続可能なまちづくりに関する多様な意見の中から、プレイヤーが構成主義的に自の知識を構築して学び、未知の解を求める力を獲得する。

場・具の冒険は、4D ジオラマで可視化された場所を舞台に、オンラインを通じてつながる多様なサポーターと、具備すべき持続可能なまちづくりの要件を解明することだ。

共・動の冒険は、住民、関係人口、プレイヤーが共同して、4D マップと実在の地域を結びつけてオンラインとオフラインで、まちづくり活動を実践することだ。

このまちづくりゲームの特徴は、以下の 6W2H にまとめられる。

① どこで/Where: 全国 10 万のどこの集落や小学校区のコミュニティ、つまりムラ (9 万の藩制村, 14 万の

農業集落) や小学校を設けた明治 22 年の合併村のどこでも、オンラインで、国土地理院の地理院地図や基盤地図情報が使える。また、戦後の自治体が作成した大縮尺地図 (1/5000 より大きい)、空中写真がある。足りない地物は、誰でも編集に参加できる OpenStreetMap が使える。

② 何を/What: 持続可能なまちづくりを実現する。このためには温故知新が重要だ。遅くとも南北朝時代には、多数の集落が成立して集約的農業の時代になった。この地域の環境資源を活用して持続してきた知恵を、今日的なイノベーションで再活用する。

③ なぜ/Why: ウェルビーイングな地域の未来をつくるため。特に、未来を担う若者が地域の未来づくりに参加しやすく、山積する地域課題を解決するための仕事を起業するきっかけにする。

④ どのように/How to: 4D マップを用いたオンラインとオフラインのゲームを用いる。2D/3D/4D の地図は全て、現場と図上が対応するデジタルツインである。人とともに図上の地物 (樹木を含む不動)、移動物の一部をアバターと捉えて交流する。空想、承認、趣向、達成、友達、学習等の利用動機を考慮して、魅力的なゲームを組み立てる⁹⁾。

⑤ 誰が/Who: 主に高校生以上の若者を対象とする。高校生が必修化された「探求の時間」「地理総合」で簡単に 4D ジオラマがつくれる。自分達で 4D ジオラマをつくるから、ますます地元が好きになって地域に魅力を生み出そうとする。現在、より効率的、効果的、魅力的なツールの利用・開発・マニュアル整備を進めている。

⑥ いくらで/How much: 安価 (オープンソース, オープンデータ) に使える。一般的な PC があれば、無料

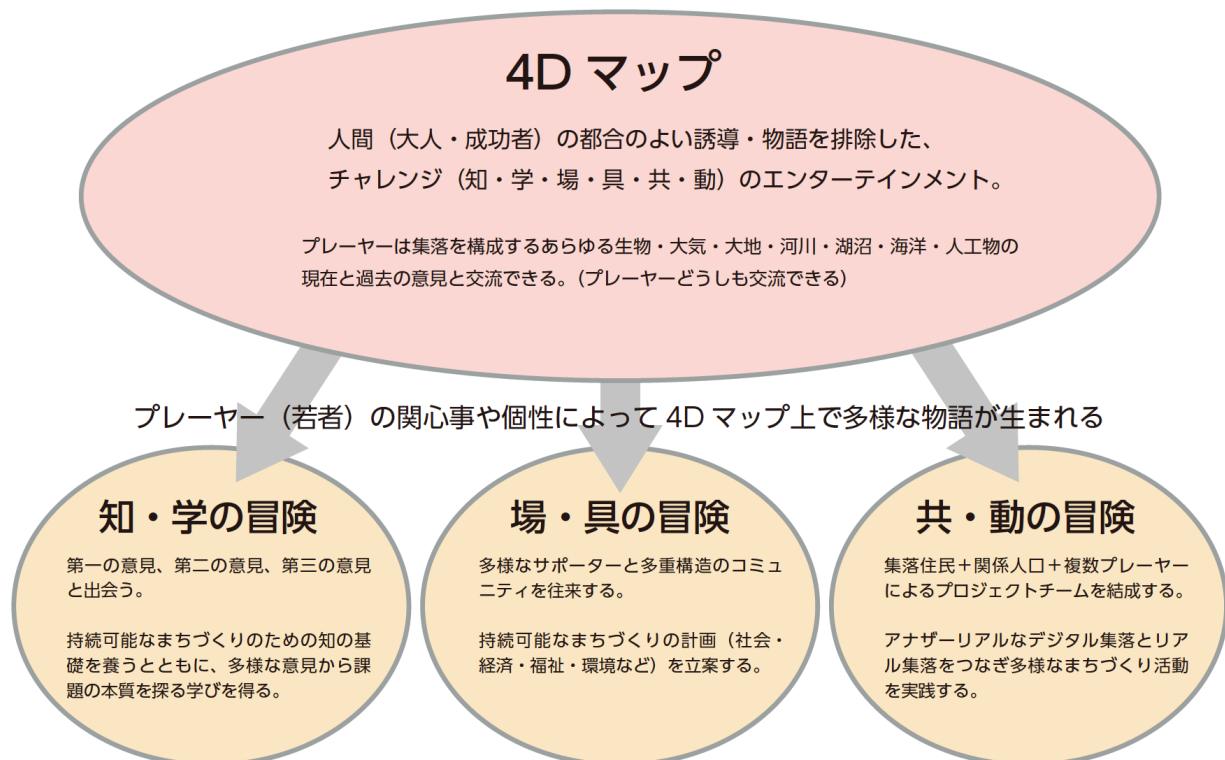


図 11 まちづくりゲームの構成

の QGIS ソフトをインストールして、無料のデータが入手できる。高校の教室にも、無料で QGIS やデータが整備できる。

- ⑦ 誰に/Whom : 小学生から高齢者まで多世代を柔軟に巻き込む。ダウンロードしたジオラマが、PC、スマホ、タブレットのブラウザ上で簡易に動かせる。大学生がタッチパネルの PC を差し出すと、高齢者がすぐに操作した例がある。
- ⑧ いつ/When : いつでも可視化した過去や未来とつながる。オンラインでいつでも、地域の関係者がつくった地産地消の身近なコンテンツが利用できて、過去や、未来の持続可能な地域の姿に接することができる。オフラインの場で、高齢者が過去の地域を、若者が ICT 操作を教え合って、現実のまちづくりにつなげていく。

8. おわりに

以上のようなフィールドワークで、オープンデータ、オープンソース、オープンコミュニティを活用して多分野・多職種の専門家と交流し、対象地住民の協力を得ながら、オープンイノベーションを推進する PBL を通じて、学生は、教員・実務家と連携して、まちづくりゲーム開発の端緒としてのロゲイニング大会という実証実験を行った。この過程のヒューリスティックな知見を踏まえて、まちづくりゲームの構成を考案し、この特徴を 6W2H にまとめた。

9 か月という短い期間に、教員のみならず、学生自身が中心となって、外部のアワード等に積極的に成果を発信できた。学生は、異業種の専門家との交流を通じ、まちづくりという分野が、大学で学ぶ内容と違って、システムエンジニア寄りの技術から、多様な市民のニーズと課題意識を踏まえた活動まで幅広いことに驚いていた。また、住民と協働して共に主催者としてのロゲイニングの参加者に対応することで、当事者としての主体性を発揮し、課題解決能力を高めた。つまり学生は、実務家・地域住民との協働、異業種の専門家や参加者との交流を通じ、多様な市民ニーズや生物の資源循環を活かしたライフを中心に据えて、未来からバックキャストして学び、オープンソースを用いオープンデータを含む地産地消のオープンコミュニティ活動に貢献する本研究のビジョンを貫徹したのである。

これらの活動は、課題解決型の一般的な PBL の範囲を超えて、市民と協働するオープンサイエンスの実践を通じて、大学の学部教育を、同時代的で先進的な研究開発と連動させることができたと言える。

学生は、ロゲイニング後の授業で、ツールの効率的な操作マニュアルの作成と、今後の 4D マップの活用を提案した。

今後は、以下の 2 点を目指して活動していく。

- ① 以上の成果を生み出した、思想、ICT ツール、フィールドワーク手法を活用し、4D マップを用いたまちづくりゲームを、毛原で、さらに他地域で開発する。
- ② 「探究の時間」等で学ぶ高校生、文系を含む大学生、まちづくり関係者が簡易、安価、柔軟に地域固有のコンテンツを制作できる汎用的なしくみをつくり、各地でゲームを通じたまちづくりを楽しく学ぶ小中高

大社連携教育に展開する。

謝辞

本研究の実施に当たり、毛原の棚田ワンダービレッジプロジェクトの皆さまの協力を得たことを、感謝いたします。

参考文献

- (1) Scheem-D : <https://scheemdmext.go.jp/>, (2022 年 10 月 31 日閲覧) .
- (2) 笹谷康之, 山本奈美, 建山和由, 菱川貞義, 根岸健太 : “4D for Innovation”, 2021 PC Conference, pp.160-163 (2021) .
- (3) 笹谷康之, 山本奈美, 根岸健太, 菱川貞義, 西田隆人 : “都市のデジタルツイン教育の提案”, 2022 PC Conference, p207-210 (2022) .
- (4) 4D for innovation seminar 公開データ
<https://drive.google.com/drive/u/0/folders/1JgBXcAcPOcFM09SXWGpxaGbn4vkyJLq>
- (5) 井口貴紀 : “現代日本の大学生におけるゲームの利用と満足”, 情報通信学会誌, 31 巻, 2 号, p67-76, (2013) .

U-18
(査読無)

二つの文章に関する類似度スコア計算プログラムの比較検討 - Watson の内部処理の再現 -

岩村 陸^{*1}・岡田 浩毅^{*1}
 指導教員：吉田 賢史^{*1}・八百幸 大^{*1}
 Email: riku.iwamura@fuji.waseda.jp

*1: 早稲田大学高等学院

◎Key Words TF-IDF, cos 類似度, 類似度スコア, Watson

1. はじめに

1.1 調査動機

近年, 世界中の様々な分野において AI の活用が進んでいる。また, 一般に提供されているツールなどを利用することにより, 容易に QABot などのシステムを構築可能となっている。

QABot システムに関しては, 小菅らは, 振り返りシステムの REFLECTION-BOT を利用し, 個別指導における学習進度管理, 復習システムとして活用しており, 生徒の成績, 理解度向上の成果を報告している⁽¹⁾。

そこで, 我々は, 以前 Watson QnA Bot における質問の導入方法についての考察をおこなった⁽²⁾。その研究について, CEIC で発表を行った際に, 内部処理の検討をおこなうことで, 効率的に学習できると指摘を受けた。

そこで, 本報告では, Watson QnA Bot から得られたスコアと, 今回構築した TF-IDF や cos 類似度を用いて, 2 つの文章の類似度スコアを計算するプログラムの出力結果を比較検討する。また, Watson におけるスコアと比較することにより, Watson や他の AI 型チャットボットのブラックボックスとなっている内部処理の再現を試みる。

1.2 調査内容

我々は, Watson QnA Bot の内部処理が, 文章をベクトル化し, そのベクトルの比較をすることで, スコアを算出していると推測した。そのため, 我々は, 文章のベクトル化とそのベクトル同士の比較について調査した。

1.3 開発環境

文章のベクトル化は, Python のライブラリである scikit-learn の TF-IDF Vectorizer でおこなった。scikit-learn とは Python で機械学習をおこなう際に使用される主要なライブラリである。分かち書きに関しては, 形態素解析ツールである Janome を使用した。他の形態素解析ツールに ChaSen と MeCab があるが, Python と相性が良く, 実装が容易であったため Janome を用いた。また, ベクトルの比較は, cos 類似度を用いた。開発環境は, Python 3.11.1 である。

1.4 使用した文章データ

本報告では, 何が類似度に影響を与えているのかを

調べるため, 2 つの極端な文章を比較検討した。その際に, 中学数学の関数を題材に表 1 のような文章を用意した。これらの文章は, 比較のため Watson の調査をおこなった際の文章データと同じものを用いている。

以下, 表 1 における 2 つの文章の組み合わせを No. 1, No. 2, No. 3 と記述する。また, No.1 と No.2 は同じ文章構成であり, No.3 は違う文章構成である。文章構成によって類似度スコアに差が生じるのか検証する。

表 1. 2 次関数に話題を限定して比較した文章の例

No.	文章 A	文章 B
1	2 次関数の標準形は何ですか	標準形
2	2 次関数の一般形は何ですか	一般形
3	2 次関数が x 軸と接するときの 2 次関数の式は何ですか	x 軸と接する

2. 用語説明

2.1 TF-IDF とは

TF とは, 索引語頻度と呼ばれる局所的重み付けであり, 文書群 D_n 内の特定の文書 D_j における索引語 ω_i の出現頻度 f_{ij} で定義される。

$$TF(\omega_i, D_j) = f_{ij}$$

IDF とは, 文書頻度の逆数と呼ばれる大域的重み付けである。文書数を N , 索引語 ω_i を含む文書数を n_i とすると, scikit-learn では下式で定義される。

$$IDF(\omega_i) = \log \frac{1 + N}{1 + n_i} + 1$$

TF-IDF とは, TF と IDF の積のことであり, scikit-learn ではこれを正規化した数値が用いられる。

2.2 cos 類似度とは

cos 類似度とは, 下式のように 2 つのベクトル \vec{x}, \vec{y} がなす角 θ の cos を求めることで, その類似度を判定するものである。

$$\cos \theta = \frac{\vec{x} \cdot \vec{y}}{\|\vec{x}\| \|\vec{y}\|} = \vec{e}_x \cdot \vec{e}_y$$

3. 内部処理の検討

3.1 分かち書き

文章をベクトル化するにあたり, Janome で形態素解

析をして、単語ごとに分かち書きをおこなった。例えば、「2 次関数の標準形は何ですか」を分かち書きすると、[2, '次', 関数, 'の', 標準, 形, 'は', '何', 'です', 'か']となる。

3.2 ベクトル化

分かち書きをおこなった 2 つの文章の各要素は、同じ要素を省いて Unicode の順 (数字, ローマ字, ひらがな, カタカナ, 漢字) に並び替えられ、1 つのリストが作成される。そして、このリストと分かち書きされた各要素を比較し、それぞれの要素の出現回数を基にした、単位ベクトルが生成される。

3.3 ベクトルの類似度算出

類似度スコアは、2 つの文章ベクトルのなす角の \cos 類似度の値を求めることによって算出した。具体的には、文章を分かち書きしてリストを作成し、単語の出現回数に基づいて文章の単位ベクトルを作る。そして、2 つのベクトルのなす角から類似度を算出するという一連の作業の流れについて、No.1 を例に示す (表 2)。

3.4 TF-IDF を用いたベクトル化

前述したベクトル化の方法では、出現回数による TF のみを用いたが、IDF を併用することで、各単語の重みづけをする。一般的に助詞などは出現頻度が高いため類似度スコアに与える影響が大きい。そのため、IDF を使用することで類似度スコアに与える影響が下がるため、より精度の高い類似度判定がおこなえる。TF のみを用いた場合と、IDF も用いた場合の No.1 の類似度スコアを比較したものを表 3 に示す。

表 3 から、IDF を使用することによって、類似度スコアの下降が見られる。これは、2 つの文章のみで TF-IDF を算出すると、重要要素である名詞、動詞、形容詞の出現回数が、助詞などの出現回数を上回り、重要要素の IDF が下がるためである。そのため、TF-IDF の計算に使用する全文書を、比較する 2 つの文章ではなく、全ての文章に変更すべきであると考えられる。

加えて、TF-IDF を使用した場合の各文章同士の類似度スコアの比較を行った (表 4)。文章構成が同じ上で、共通する要素が 2 つの場合は、類似度は 0.335 になり、1 つの場合は 0.134 になる。文章構成の違いにより要素が増えたため、No.3 の類似度が他に比べて小さくなる。また、共通する要素がない場合は 0 となる。

3.5 Watson との比較

ここまでは、2 つの文章をベクトル化し、その類似度を算出した。この類似度スコアと Watson から得られたスコアを比較する。No.1 の類似度スコアを TF-IDF と \cos 類似度を用いて算出した値は 0.335 であり、Watson 用いて算出した値は 0.096 であった。Watson で得られたスコアは、TF-IDF と \cos 類似度を使用した類似度スコアよりも圧倒的に低いことが分かる。

これは、Watson の学習不足が原因であると考えられる。Watson は十分に学習をおこなわないとスコアは上昇しない。よって、2 つの文章の比較では、ケースデータが不十分であり、スコアが低かったと推測する。

表 2. No.1 の類似度計算の流れ

分かち書き	[2, '次', 関数, 'の', 標準, 形, 'は', '何', 'です', 'か'] [標準, 形]
リスト化	[2, 'か', 'です', 'の', 'は', '何', 形, 標準, '次', 関数]
単位ベクトル (第 3 位四捨五入)	\vec{e}_A [0.32, 0.32, 0.32, 0.32, 0.32, 0.32, 0.32, 0.32, 0.32, 0.32], \vec{e}_B [0, 0, 0, 0, 0, 0, 0.71, 0.71, 0, 0]
類似度スコア	0.447

表 3. No.1 の IDF の有無による類似度スコアの比較

	IDF あり	IDF なし
類似度	0.447	0.335
ベクトル (第 3 位四捨五入)	\vec{e}_A [0.32, 0.32, 0.32, 0.32, 0.32, 0.32, 0.32, 0.32, 0.32, 0.32], \vec{e}_B [0, 0, 0, 0, 0, 0, 0.71, 0.71, 0, 0]	\vec{e}_A [0.33, 0.33, 0.33, 0.33, 0.33, 0.33, 0.24, 0.24, 0.33, 0.33], \vec{e}_B [0, 0, 0, 0, 0, 0, 0.71, 0.71, 0, 0]

表 4. 各文章同士の類似度スコア (IDF あり)

	1-B	2-B	3-B
1-A	0.335	0.134	0.000
2-A	0.134	0.335	0.000
3-A	0.000	0.000	0.284

一方、TF-IDF と \cos 類似度を用いたプログラムは、Watson よりも高い類似度スコアが得られた。これは、今回構築したプログラムは、単純な文章ベクトルの比較をしており、比較した 2 つの文章に共通した単語があったためだと考えられる。

4. 考察と展望

以上の調査結果から、TF と \cos 類似度を用いた文章比較では、両文章に共通した単語があれば、ある程度高い類似度スコアが得られることが分かった。また、IDF を用いる場合は、TF-IDF を算出する際に、全ての文章を対象とする必要があるだろう。

しかし、これらの類似度スコアは、Watson のスコアとは一致しなかった。よって、Watson のスコアは、 \cos 類似度とは異なる方法で算出されていると考えられる。

Watson は学習を進めるほど、スコアが上昇する。そのため、十分なケースデータが得られる場合には、Watson などの AI 型チャットボットの方が正確な類似度判定がおこなえるだろう。一方、本報告のような、単純な 2 つの文章の比較をおこなう場合は、TF-IDF で単語の重みづけをおこなって、ベクトルの類似度を比較した方が、高い類似度スコアが得られるといえる。

今後の展望として、自然言語処理モデルの BERT などを用いて、文章をベクトル化することにより、より高精度な類似度判定システムの構築を試みたい。

参考文献

- (1) 小菅李音, 高木正則, 市川尚:「チャットボットと個別指導を併用した数学教育における理解困難箇所の学習支援の実践と評価」, 情報教育シンポジウム論文集, 2020, pp.31-38 (2020).
- (2) 岩村陸, 岡田浩毅:「Watson によるチャットボットの学習方法」, CIEC 春季カンファレンス論文集, 12, pp.136-137 (2021).
- (3) 北研二, 津田和彦, 獅々堀正幹:「情報検索アルゴリズム」, pp.33-45, 共立出版 (2002).
- (4) scikit-learn: <https://scikit-learn.org>, (2023 年 1 月 19 日閲覧).
- (5) janome: <https://mocabeta.github.io/janome/>, (2023 年 1 月 19 日閲覧).

高校生は1人1台端末を学習にどう活用し、 どのような効果を感じているのか

栗山真幸*¹・猪村美結*¹・堺あゆみ*¹・森田陽菜実*¹

指導教員 岡田寛子*

Email: okada2967@news.ed.jp

*1: 長崎県立長崎南高等学校

◎Key Words タブレットに対する高校生の意識, 利用時間・利用方法・効果, 授業での活用, 自学アプリ

1. はじめに

2021年7月、GIGAスクール構想の一環として長崎県の公立高校の生徒にタブレット型端末(以下、タブレット)が貸与された。導入から1年が経ち、授業や家庭学習でどのように活用されているのか、また、生徒はその効果をどのように感じているのか、本校生徒への調査を通じて明らかにしたい。なお、貸与された機種は「ARROWS Tab」で、Microsoft365とロイロノート・スクールがインストールされている。

2. アンケート調査とその結果

2022年5月24日に本校2年生にアンケート調査を行った。有効回答数は218名で、結果は以下のとおり。

2.1 授業の理解・学習しやすさ・興味関心・発表意欲

タブレットの導入で授業や学習への意識がどう変わったかを尋ねた。質問項目と結果は図1のとおり。理解しやすくなったと思う人が78%、学習のしやすさ、学習への興味関心、発表への抵抗といったアンケートの結果も前向きな回答が半数を超えた。

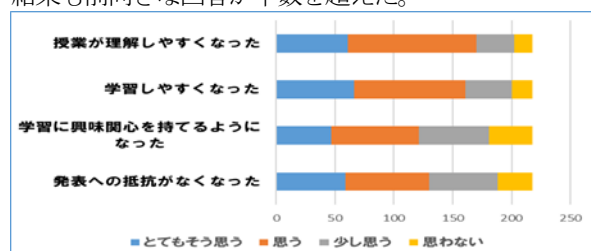


図1 タブレットで意識はどのように変化したか (N=218)

2.4 タブレットの便利な点と家庭学習のツール

タブレットを利用した授業や学習で、どのような点が便利だと感じているか複数回答で尋ねた。繰り返し授業内容などを見ることができることに便利さを感じている生徒が半数以上いた。(図2)



図2 タブレットの便利な点 (N=218)

家庭学習のツールは教科書72%、ノート71%、インターネットの検索機能が48%であった(図3)。

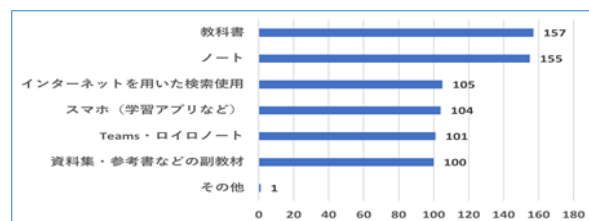


図3 家庭学習で使うツール (N=218)

2.4 家庭学習での端末利用時間

家庭学習において、タブレットやその他のインターネット端末の利用時間は平日でどれくらいかを尋ねたところ、使用時間30分未満が56%であった(図4)。

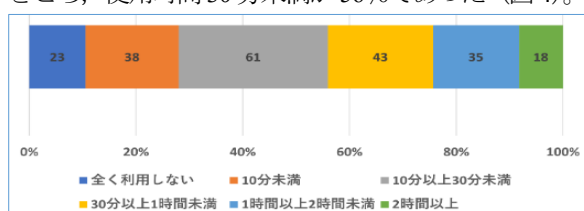


図4 家庭学習での端末の利用時間 (N=218)

なお、家庭学習時間調査(2022.6月)では1日の平均家庭学習時間は159分という結果が出ている。

2.4 家庭学習での端末利用時間

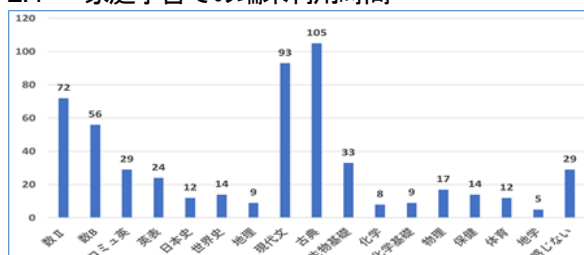


図5 タブレットの使用が効果的だと感じる科目 (N=218)

タブレットを使用することが効果的だと感じる科目を複数回答で尋ねた。トップは「古典」であった。

2.5 アンケート結果の考察

①授業や学習へのタブレットの導入を概ね前向きに捉えているが、家庭学習の使用では教科書・ノートが上回る。まだタブレットを使用していない授業が多く、当然の結果だと考える。②家庭ではタブレットで授業内容を繰り返し見て定着を図ったり、インターネットで

自ら検索した情報を学習に役立てたりしている。③効果的だと感じる科目には偏りがある。この結果を受け、授業でどのように使用されると生徒が効果的と感じるか、「古典」の授業を対象に検討することにした。

3. 効果的だと感じる科目の授業の分析

3.1 「古典」の授業形態とタブレットの使用法

私たちはM先生からタブレットを活用した「古典」の授業を受けている。授業は基本的に、問題を解いた後ロイロノートに送られるスライドを見ながら先生の解説を受ける形で進む。気になるところは画面やプリントにメモを取る。スライドには作品の基本情報、登場人物の関係、単語の意味や現代語訳、内容読解のポイントのほか文法事項は周辺の知識までまとめて記載される。

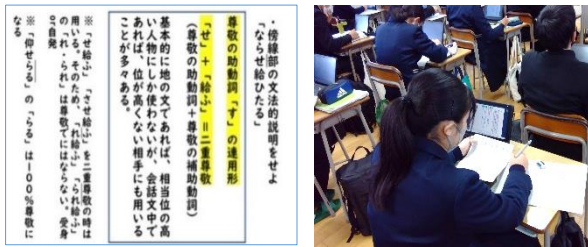


図6 古典のスライド例(左)とM先生の授業風景(右)

3.2 授業でタブレットが効果的と感じる点

上記授業で生徒が効果的と感じている点を検討した。①解説書や辞書を見なくてもタブレットだけで十分な情報が得られる。②重要な部分はマーカーが引かれたりして見やすい。③授業の復習やテスト前の試験勉強の時など何度も自分の好きな時に見返して勉強できる。④先生は板書する時間が省け生徒はノートに書き取ること集中しなくてもよくなり話し合う時間が増えた。

3.3 授業する先生へのインタビュー

結果をM先生に報告し、考えを伺った。先生の意図は「生徒が復習しやすい」「生徒が板書を書き取る時間を減らす」ことにあり、今は生徒の理解度向上に手応えを感じている。デメリットは、生徒がタブレットに注目するので表情を伺いにくくなったこと、また書く作業が減り生徒自身が学習の痕跡を把握しにくくなっている印象を受けることである。今後は、教材ごとの解説動画を作り、文法事項の説明スライドを体系的に整理し受験勉強にも使えるようにしたいと述べられた。

3.4 授業分析についての考察

「古典」の授業でのタブレットの使い方は前述3.2の高校生の「タブレットの便利に感じる点」をうまく生かしていることや、タブレットにはコミュニケーションや記憶の面でデメリットもあることがわかった。これらのことは他の先生方とも共有したいと考える。また、高校生はYouTubeで解説動画を検索して試験対策などをすることがあるが、先生が目指しているタブレットの使い方はそういった生徒の実態と合致していることがわかった。生徒の学習の利便性が高まることが期待される一方、先生の資料作成の負担増加が心配された。

4. 小テストの得点と学習方法の関係

4.1 研究目的と方法

自学アプリを使った学習は知識の定着に効果があるのだろうか。もし効果があれば先生の負担を減らしながら効果的な学習ができる。文系2学級を対象に古語単語の学習方法と小テストの結果の関係を分析した。

4.2 小テストの結果

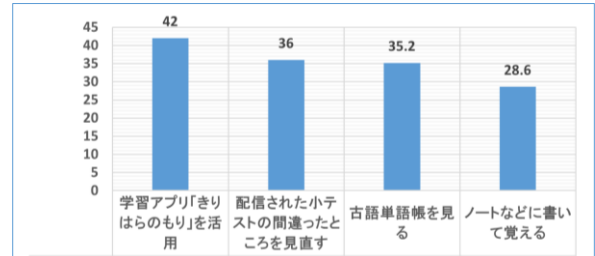


図7 古語単語の学習方法と小テストの得点平均(N=50)

古語単語帳を見て覚える人(39人)は35.2点で、過去にタブレットへ配信された小テストを見直した人(5人)は36点とあまり差はなかった。古語単語帳と連動した自学アプリ「きりはらのもり」を活用した人(4人)は42点、書いて覚える人(5人)は28.6点と大きな差が生まれた。ただ、タブレットへのアプリのインストールは規制されており、活用している人はスマートフォンに入れて使っている状況にある。一方で、アンケートでは9割がタブレットへのインストールを希望していた。

4.3 結果の考察

「きりはらのもり」を活用して学習をしていると回答した人の得点平均が最も高かった。アプリには単語帳機能と確認テスト機能があり、活用している生徒は紙の古語単語帳を活用している生徒に比べ、より効果的な学習法を実践しているのではないかと推測された。

5. おわりに

小テストは調査数が少なく、学習意欲が高い生徒がアプリを使用しているだけで、この結果が必ずしもアプリの効果を証明しないとも考えた。そこで、9割の生徒が希望する結果を学校に報告しインストールを願い出たところ、了承された。今後は、短時間で見流す学習法^{*1}や間違っただけを再度覚え直していく個別最適化の学習法を実践し、結果を検証していきたい。

謝辞

研究の方向性に助言を頂いた長崎大学教育学部の榎景子准教授、データの分析に助言を頂いた長崎大学教職大学院の平石直樹院生に深く感謝の意を表したい。

参考文献

- (1) 寺澤孝文・益岡都萌・山本康裕・山際あゆみ・田邊章洋・津田真吾・山上保・津田征治・真尾司・清水公明:「潜在記憶とビッグデータで変わる英語学習法—教育DXに向けて研究者は何をすべきか—」『Computer&Education Vol.53』pp.43-51(2022)

片頭痛警告システム “Migraine Warning System” の開発

藤原 豪弓*1

指導教員：徳竹 圭太郎*1・佐久間 大*2

Email: tj17027uvd@toyo-ushiku.jp

*1: 東洋大学附属牛久高等学校

*2: 株式会社 Libry

◎Key Words システム開発, 片頭痛, Google App Script

1. はじめに

Sakai (1997) の調査によると、現在日本の人口の約 8.4%が片頭痛を抱えており、その内約 74%が「片頭痛により私生活に支障をきたしている」と回答している⁽¹⁾。また、日本人の「痛み」実態調査 (2011) では、片頭痛患者の内、約 25.5%が「日常的に片頭痛を我慢している」と回答している⁽²⁾。

片頭痛が発生する要因は寝不足、疲労など、自身の行動改善によって防げるものと、天候や気圧などのように、自身では防げないものがある。片頭痛への対処法としては、アイスパックなどで冷やす、カフェインを飲むといった方法が挙げられるが、事前に片頭痛の発生を予測して対策を準備しておくことは困難である。

また、中学生高校生などの学生は授業中の学習行動が阻害される可能性が考えられるが、片頭痛に対しては「我慢をする」という対処を取る患者が多いため、状況を把握していない教師側からは素行が悪いと評価される可能性がある。

こうした状況を改善するためには、片頭痛が発生する可能性をユーザーにフィードバックするとともに、それらの情報を学校の教員や職場の上長が把握できるシステムの構築が必要であると考えられる。

2. 片頭痛の発生要因の整理

2.1 天候の影響

Kelman,L (2007) は片頭痛が起きる要因について明らかにしており、ホルモンバランス、天候、ストレス、飲酒、喫煙などの要素を挙げている。このうち、本研究ではユーザーに負担をかけずに取得できる情報として、天候による片頭痛の発生予測を行うこととした⁽³⁾。

2.2 天候の影響

Cioffi,I (2017) は、片頭痛患者 20 名を対象とした調査において、(1) 気温、(2) 気圧、(3) 翌日の気圧との差、(4) 湿度の 4 点が片頭痛の発生に影響を与えていることを明らかにしている⁽⁴⁾。

3. 研究の目的

本研究では、片頭痛患者本人が適切な対応を片頭取れるようになるとともに、教師や職場の上長が片頭痛患者の状況を把握できるようになることを目的とする。

これを実現するため、以下に示す要件に基づいて、片頭痛警告システム「Migraine Warning System」の開発を行う。

<要件>

- (1) 自身ではコントロール不可能な天候変化による片頭痛を予測する。
- (2) 片頭痛の発生予測をユーザーに毎朝フィードバック出来る通知機能を実装する。
- (3) サーバーの運用コストなどを抑えるため、Google Workspace の機能を基軸としてサーバーレスな web アプリの実装を行う。

4. システムの概要

4.1 プラットフォームの選定

本研究では、サーバーの運用コストなどを抑え、学校や職場の環境に依存しないシステムの開発を目指した。そのため、多くの学校現場及び企業に導入されている Google Workspace の機能を基軸として、使用機器に依存しない web アプリケーションとしての実装を行った。本研究で開発したシステムの概観を図 1 に示す。

4.2 天候データの取得

天気予報サイトである「お天気ナビゲーター⁽⁵⁾」から、(1) 当日の気温、(2) 当日の気圧、(3) 翌日の気圧予想、(4) 当日の湿度の 4 点について Google App Script を用いてスクレイピングを行って値を取得した。

取得した値はデータベースとして設計した Google Spread Sheet に出力した。データベースには、スクレイピングで取得した当日の天候と翌日の天候予測の他、ユーザーデータとして氏名、メールアドレスを蓄積している。

4.3 片頭痛の発生予測

データベースに転記された天候データを基に、片頭痛の発生予測を行った。片頭痛が発生する天候の条件について述べられている、Okuma,H. et al (2015) ⁽⁶⁾、Mukamal,L. et al (2009) ⁽⁷⁾ らの先行研究を基に閾値を設定し、閾値を超えた天候条件の数によって片頭痛の発生予測をレベル 0 からレベル 4 の 5 段階で分類した。当日の発生予測レベルは、データベースに登録されたメールアドレスに対して当日の朝に送付される。これ

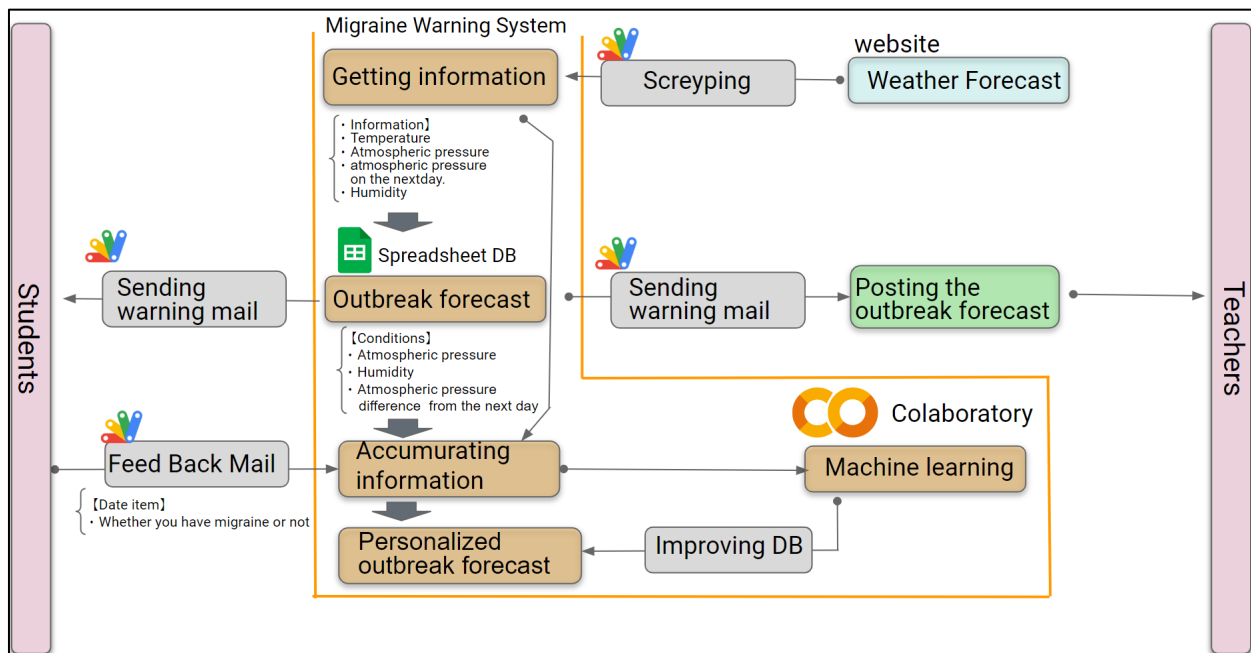


図1 片頭痛警告システムの概観

により、ユーザーは片頭痛が発生する可能性を考慮して行動することが出来るようになる。実際にユーザーに送付されたメールの例を図2に示す。

4.4 発生予測の個別最適化

ユーザー毎の発生条件を明らかにするため、Google Forms を用いてフィードバックアンケートを実装した。当日の 22:00 にアンケートリンクを送付し、片頭痛が発生したかどうかを評価してもらうことで、ユーザー個人の発生条件を Google Colaboratory による機械学習を用いて明らかにすることを目指した。

しかしながら、本研究で開発したシステムのテストユーザーは3名であり、期間は2週間で実施したため、十分な精度の予測を行うことは出来なかった。

4.5 片頭痛の発生予測の公開

当日の片頭痛の発生予測及び、片頭痛患者の一覧を学校現場の教師や、職場の上長が確認出来るように、当日の天候データと片頭痛の発生予測レベル、片頭痛患者の氏名をデータベースとは別の Google Spread Sheet に転記し、情報を共有した。

5. まとめと今後の課題

本研究では、片頭痛警告システム「Migraine Warning System」の設計と開発を行った。システムの機能として天候データから発生予測を行い、ユーザー

に片頭痛の発生予測をレベル別に送付することが出来た。

今後の課題としては、発生予測の個別最適化の精度の向上を目指すことが挙げられる。

6. 参考文献

- (1) Sakai F, Igarashi H: "Prevalence of migraine in Japan", a nationwide survey. *Cephalalgia* 17 (1), 15-22, (1997).
- (2) 日本人の「痛み」実態調査 :https://www.daiichisankyo-hc.co.jp/site_loxonins/understand/research.html (2022年3月12日閲覧)
- (3) Kelman, L: "The triggers or precipitants of the acute Migraine attack", *Cephalalgia*, 27, 394-402, (2007).
- (4) Cioffi, I: "Effect of weather on temporal pain patterns in patients with temporomandibular disorders and migraine". *J Oral Rehabil*, 44, 333-339, (2017).
- (5) お天気ナビゲーター :<https://s.n-kishou.co.jp/w/> (2022年3月12日閲覧)
- (6) Okuma, H., Okuma, Y. & Kitagawa, Y: "Examination of fluctuations in atmospheric pressure related to migraine". *Springerplus* 4, 790, (2015).
- (7) Mukamal, K. J., Wellenius, G. A., Suh, H. H. & Mittleman, M. A: "Weather and air pollution as triggers of severe headaches". *Neurology* 72, 922-927, (2009).

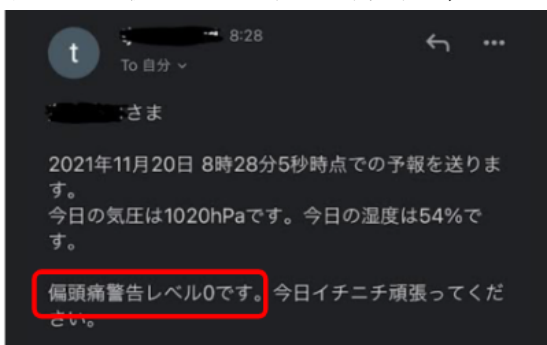


図2 ユーザーに送信された予測メール

HMD の利用経験の有無が VR 酔いに与える影響

宮尾 旺佑^{*1}・松井 桃太^{*1}・堀 蒼天^{*1}・吉原 正太郎^{*1}指導教員：櫻村 陽子^{*1}・高橋 大輔^{*1}

Email:Daisuke_Takahashi@education.ed.jp

*1：東京都立科学技術高等学校

◎KeyWords Virtual Reality, VR 酔い, Simulator Sickness, 動揺病

1. はじめに

現在 VR はゲームや観光等の娯楽目的だけでなく AED の練習や盲導犬体験など幅広い分野で活用されている。さらに2024年にはAR/VRのハードウェア出荷台数が2100万台を超えると予測されており¹⁾、更なる利用機会の増加が見込まれている。VR 使用時に懸念される点として、VR 酔いという症状の存在がある。これは不快感や吐き気を生じさせる乗り物酔いに似た症状であり VR の利用意欲を妨げる重大な課題となっている。VR 酔いを軽減する手法はすでに複数提案されているが²⁾2022年11月現在ではソフトウェアに依存することが多い状況にある。

そこで、ソフトウェアに依存せずにユーザーの VR 酔いを軽減するトレーニングソフトを開発する。過去の研究では、その予備調査として HMD の利用経験の有無が VR 酔いに与える影響を測定、分析してきた。特に、SSQ のスコアが、体験回数により変化することに注目した。

本研究では、SSQ のスコアと被験者が酔いやすい乗り物の関係、SSQ のスコアと被験者の酔いやすさの関係に注目して分析を行った。

2. 実験条件

2.1 被験者

VR 酔いの感受性は年齢や性別、体調により変化することが分かっている³⁾。また HMD の利用経験の有無で対照実験を行うため HMD を利用したことがない16-17歳の実験当日体調がすぐれている健康な男性8名、女性4名を対象とした。なお、被験者は事前に VR 酔いが起こる可能性があることに関する注意事項に関して説明され、同意書に同意している。東京都立科学技術高等学校には倫理委員会が存在しなかったため、教員の承諾を得たうえで実験を行った。

2.2 場所

全ての実験は、東京都立科学技術高等学校の情報技術室で行った。また室温は先行研究⁴⁾に基づき25度前後になるように調節している。なお、周囲の騒音などの条件下を等しくするため、時間帯も15時から16時誤差30分に限定して実験を行っている。

2.3 機材

HMD は MetaQuest2、パルスオキシメーターは

MD300CN350 を使用した。また温度センサーは DS18B20 と Raspberry3 を使用して作成したものを使用した。

3. 実験

3.1 手順

実験は開始日を VR 体験1日目、その4日後を VR 体験2日目として2日間に分けて行った。VR 体験両日では VR 体験1回目、休憩、VR 体験2回目、休憩の順に行った。VR 体験では被験者に HMD を着用させ、VR 空間を体験させた。VR 空間はベクションにより酔いやすくするために、レンガテクスチャの迷路を作成、使用した。体験中はパルスオキシメーターを使用し心拍数を記録、温度センサーを使用し鼻部皮膚温度を測定した。また被験者が酔い始めた時刻と、酔いに慣れた時刻を記録した。休憩ではアンケートに回答してもらい、VR 体験中の酔いがまだ続いていた場合は酔いに慣れた時刻を記録した。

3.2 アンケート

実験で使用したアンケートでは Simulator Sickness Questioner (SSQ)⁵⁾と VR の臨場感、酔いを起こす乗り物について質問した。VR の臨場感は現実とほぼ同じ、現実に近い、現実と遠い、現実とは程遠いの4段階とした。酔いを起こす乗り物酔いは車、船、ジェットコースター、電車、ない、その他から複数回答可とした。SSQ とは16設問4段階のアンケートで吐き気 (nausea)、眼球運動 (oculomotor)、ふらつき (disorientation)、合計スコア (total score) の4つのスコアを求め酔いの程度を数値化できるアンケートである。本研究で使用した SSQ を日本語訳したものを表1に示す。

表1 SSQの項目

1	全般的に気分が悪い	9	注意集中が困難である
2	疲労感がある	10	頭が重い
3	頭痛がする	11	視界がぼやける
4	目の疲れを感じる	12	ふらつく (目を開けた状態)
5	目の焦点が合わせにくい	13	ふらつく (目を閉じた状態)
6	唾液がよく出る	14	回転しているようなめまいがする
7	冷や汗が出る	15	胃が重い、胃が苦しい
8	吐き気がする	16	ゲップが出る

4. 結果

4.1 これまでの結果

実験の結果を図1に示す。我々のこれまでの研究では各SSQスコアのVR体験1日目とVR体験2日目の差についてWilcoxonの符号順位検定を行い吐き気と合計スコアに関して有意差が認められたためHMDの利用経験をつむことでVR酔いの主な症状である吐き気の程度が低下することが分かっている⁶⁾。その結果を表2に示す。

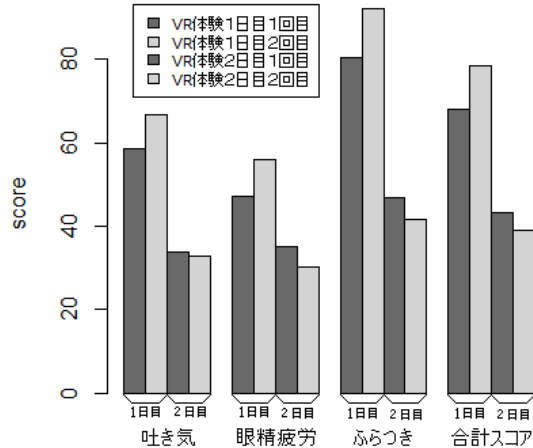


図1 SSQの平均スコア[®]

表2 SSQスコアのWilcoxonの符号順位検定の結果[®]

	吐き気	眼精疲労	ふらつき	合計スコア
1回目	V=63, p=0.005	V=45, p=0.078	V=49, p=0.023	V=67, p=0.026
2回目	V=28, p=0.016	V=49.5, p=0.021	V=20, p=0.063	V=53.5, p=0.005

有意水準はp<0.05とした

4.2 今回の結果1

各SSQスコアのVR体験1日目とVR体験2日目の差と乗り物酔いのしやすさの関係について明らかにするため、各SSQスコアのVR体験1日目とVR体験2日目の差と酔いを起こす乗り物の個数についてSpearmanの順位相関係数を求めた。その結果を表3に示す。

表3 SSQスコアの差と乗り物酔いのしやすさのSpearmanの順位相関係数

吐き気	眼精疲労	ふらつき	合計スコア
0.63	0.33	0.45	0.34

4.3 今回の結果2

VR体験1日目1回目の各SSQスコアと乗り物酔いのしやすさの関係について明らかにするため、VR体験1日目1回目の各SSQスコアと酔いを起こす乗り物の個数についてSpearmanの順位相関係数を求めた。その結果を表4に示す。

表4 VR体験1日目1回目のSSQスコアと乗り物酔いのしやすさのSpearmanの順位相関係数

吐き気	眼精疲労	ふらつき	合計スコア
0.67	0.76	0.80	0.77

5. 考察

我々のこれまでの研究よりVR体験1日目からVR体験2日目では吐き気についてSSQスコアが低下することが分かっている⁶⁾。そこで今回の結果1より吐き気について乗り物酔いしやすいほど大きくSSQスコアが低下する可能性が見られた。これは乗り物酔いしやすいほど大きくVR酔いに慣れることを意味する。またその他のSSQ項目に関して相関関係はみられなかった。

今回の結果2より各SSQスコアに関して乗り物酔いしやすいほどSSQスコアが高くなる可能性が示唆された。これは乗り物酔いしやすいほどVR酔いしやすいことを意味する。

本研究結果より酔いやすい人でも短期的なVR体験で酔いを軽減させる可能性が示唆された。これより今後作成するユーザーのVR酔いを軽減するトレーニングソフトはVR酔いしやすい人ほど効果を実感しやすい可能性が高い。

6. おわりに

本研究ではVRを初めて利用する際は特にVR酔いが顕著に現れることが示唆された。また、乗り物酔いとVR酔いには一定の関係性があることも示唆された。これらの結果は、短期的なVR体験によってVR酔いを克服できる可能性を示している。

このことから、VR酔いが軽減されたことを実感できるようなトレーニングソフトを開発することが、VR酔いに起因する利用意欲の低下を防ぐことに繋がると考えられる。

今後はトレーニングソフトを作成するため様々な条件のVR空間を作成し、体験時間を変えていくことで負担なくVR酔いに慣れることができる条件を探っていく。

7. 参考文献

- (1)情報通信白書令和4年度版データ集:<https://www.soumu.go.jp/johotsusintokei/whitepaper/ja/r04/image/d03r1180.png>, (2023年01月06日閲覧)。
- (2)Columbia University in the City of New York:<https://www.engineering.columbia.edu/news/fighting-virtual-reality-sickness>(2022年11月01日閲覧)。
- (3)中川千鶴, 大須賀美恵子: 「VR酔い研究および関連分野における研究の現状」, 日本バーチャルリアリティ学会論文誌, 3巻, 2号, 1998, pp.31-39.
- (4)安福寛貴, 寺田努, 塚本昌彦: 「ストレス計測のための鼻部皮膚温度計測デバイス」, 情報処理学会インタラクシオン2015論文集, 2015, pp.560-562.
- (5)Robert S. Kennedy, Norman E. Lane, Kevin S. Berbaum, Michael G. Lilienthal: "Simulator Sickness Questionnaire: An Enhanced Method for Quantifying Simulator Sickness", The International Journal of Aviation Psychology, Volume 3, Issue 3, 1993, pp.203-220.
- (6)宮尾旺佑, 松井桃太, 堀蒼天, 吉原正太郎: 「HMDの利用日数がVR酔いに与える影響」, 第5回中高生情報学研究コンテスト, (2023年03月04日)。

CIEC 研究委員会

委員長：布施 雅彦（福島工業高等専門学校）

副委員長：鈴木 大助（北陸大学）

委員：

大岩 幸太郎（大分大学）

鳥居 隆司（椋山女学園大学）

落合 純（新潟経営大学）

三浦 靖一郎（徳山工業高等専門学校）

白土 由佳（文教大学）

森 夏節（酪農学園大学）

菅谷 克行（茨城大学）

吉田 賢史（早稲田大学高等学院）

筒井 洋一（筒井ラーニング Lab 合同会社） 李 凱（獨協大学）

CIEC 春季カンファレンス論文集 Vol.14 Proceedings of the CIEC Spring Conference 2023

編集：CIEC 春季カンファレンス論文集編集委員会

発行：CIEC 研究委員会

〒166-8532 東京都杉並区和田 3-30-22 大学生協会館内 一般社団法人 CIEC 事務局

電話 03-5307-1195 FAX 03-5307-1180

出版年月日：2023 年 3 月 11 日

※この論文誌に掲載された著作物の複写，転載，翻訳などの許諾につきましては，CIEC のホームページ <https://www.ciec.or.jp/activity/regulation/copyright.html> 「著作権に関する規定」に準じます。