



CIEC

春季カンファレンス論文集 Vol.13

Proceedings of the CIEC Spring Conference2022

開催日：2022年3月19日（土）

オンライン開催

CIEC（コンピュータ利用教育学会）研究委員会

CONTENTS

◎発表プログラム	4
◎速報論文	
CAD/CGの基礎教育 - 立命館大学理工学部環境都市工学科を事例に -	7
立命館大学理工学部環境都市工学科 笹谷康之 敬愛大学経済学部 彌島康朗 株式会社CAD ASSIST/立命館大学理工学部 山本奈美 株式会社 F.O.B Association/立命館大学理工学部 遠藤昭彦	
小学生向けアンブラグド・プログラミング教材「ハンバーガー・ロボ」の提案 - 教員研修における試行と授業実践に向けた検討 -	13
大阪大学サイバーメディアセンター 倉橋農 大阪電気通信大学メディアコミュニケーションセンター 島袋舞子 大阪工業大学情報センター 越智徹 大阪教育大学教育学部 尾崎拓郎 豊橋創造大学経営学部 今井正文	
オンライン授業内での議論における非言語情報の影響	19
茨城大学人文社会科学部現代社会学科 戸塚芽依 茨城大学人文社会科学部現代社会学科 菅谷克行	
参加者が集い、活動を可視化するためのコミュニケーション場 - Slack を用いたバーチャルクラス空間の構築 -	25
立命館大学薬学部 近藤雪絵	
海外留学に代わる国際共修活動の実践とその評価 - ユーザーエクスペリエンス調査に基づく定量的な満足度分析の試み -	29
室蘭工業大学大学院工学研究科 小野真嗣 公立千歳科学技術大学大学院理工学研究科 曾我聡起	
◎資料	
初等中等教育における情報セキュリティ教育の動向	35
神奈川県立相原高等学校 増山一光	
インターネット上の海賊版サイトに関するパネル調査の分析 - 中学生への知財教育の実施可能性 -	39
東大寺学園中学校・高等学校 吉田拓也	
◎U-18 発表論文	
感覚情報処理障害 (SPD) があっても学びたい - 自分実験を通じての異空間同時双方向学習の効果の検証 -	46
東広島市立川上小学校 出口優人	
生徒会選挙における出口調査に関する予備的研究	48
早稲田大学高等学院 二本木葦智	
缶サットによる相互通信技術とその応用 - サブ GHz 帯を用いた通信の試行 -	50
東京学芸大学附属高等学校 川上大和・鈴木脩矢	
車内アナウンスをすべての人に	52
兵庫県立小野高等学校 永峯蒼士・前川知輝・松本直弥・峯山賢伸	
Python を用いたカモの識別	54
兵庫県立小野高等学校 石井友基・稲岡歩望・岡田聖冬・堀尾将吾・宮下恭一	
健康観察の映像監視システム開発 - 起きてるか倒れているのか -	56
玉川学園高等部 清水陵佑	

お手伝いロボットの研究 - 現代版茶運びロボットの開発 -	58
玉川学園高等部 浦田大智・齋藤ゆい	
AI を用いた筆者識別	60
大阪府立四條畷高等学校 長尾謙佑・水野智貴・小林瑞輝・丹治大和・古谷和也・宇野僚真	
CO ₂ 濃度と在室人数の同時測定システムの開発と数理モデルによる解析	62
群馬県立高崎高等学校 佐藤弘基・伊藤俊介・山本航紀・渡部翔太郎	
スマート盲導杖「みちしる兵衛」 - AI 搭載白杖による視覚障害者歩行支援 -	64
群馬県立高崎高等学校 高田悠希	
・ CIEC 研究委員会	66

プログラム

受付開始 (Zoom起動) (9:30)

開会式
開会挨拶、諸連絡 (9:50)

U-18セッション

頁

小野田 哲弥 ヨシノ 産業 1座能率 大学	<p>■U-18 (10:00~10:15) 感覚情報処理障害 (SPD) があっても学びたい - 自分実験を通じての異空間同時双方向学習の効果の検証 - 東広島市立川上小学校 出口 優人</p>	46
	<p>■U-18 (10:15~10:30) 生徒会選挙における出口調査に関する予備的研究 早稲田大学高等学院 二本木 葦智</p>	48
	<p>■U-18 (10:30~10:45) 缶サットによる相互通信技術とその応用 - サブGHz 帯を用いた通信の試行 - 東京学芸大学附属高等学校 川上 大和, 鈴木 脩矢</p>	50
	<p>■U-18 (10:45~11:00) 車内アナウンスをすべての人に 兵庫県立小野高等学校 永峯 蒼士, 前川 知輝, 松本 直弥, 峯山 賢伸</p>	52
	<p>■U-18 (11:00~11:15) Pythonを用いたカモの識別 兵庫県立小野高等学校 石井 友基, 稲岡 歩望, 岡田 聖冬, 堀尾 将吾, 宮下 恭一</p>	54

休憩 (11:15~11:25)

鳥居 セ隆 ツシ ヨシ 2山 座女 学園 大学	<p>■U-18 (11:25~11:40) 健康観察の映像監視システム開発 - 起きてるか倒れているのか - 玉川学園高等部 清水 陵佑</p>	56
	<p>■U-18 (11:40~11:55) お手伝いロボットの研究 - 現代版茶運びロボットの開発 - 玉川学園高等部 浦田 大智, 齋藤 ゆい</p>	58
	<p>■U-18 (11:55~12:10) AIを用いた筆者識別 大阪府立四條畷高等学校 長尾 謙佑, 水野 智貴, 小林 瑞輝, 丹治 大和, 古谷 和也, 宇野 僚真</p>	60
	<p>■U-18 (12:10~12:25) CO₂濃度と在室人数の同時測定システムの開発と数理モデルによる解析 群馬県立高崎高等学校 佐藤 弘基, 伊藤 俊介, 山本 航紀, 渡部 翔太郎</p>	62
	<p>■U-18 (12:25~12:40) スマート盲導杖「みちしる兵衛」 - AI搭載白杖による視覚障害者歩行支援 - 群馬県立高崎高等学校 高田 悠希</p>	64

昼休み (12:40~13:40)

一般セッション1

立 田 セ ツ シ ョ ン 3 座 長 (獨協大 学)	■速報論文 (13:40~14:00) CAD/CGの基礎教育 - 立命館大学工学部環境都市工学科を事例に - 立命館大学 工学部 環境都市工学科 笹谷 康之 敬愛大学 経済学部 彌島 康朗 株式会社CAD ASSIST/立命館大学 工学部 山本 奈美 株式会社 F.O.B Association/立命館大学 工学部 遠藤 昭彦	7
	■速報論文 (14:00~14:20) 小学生向けアンプラグド・プログラミング教材「ハンバーガー・ロボ」の提案 - 教員研修における試行と授業実践に向けた検討 - 大阪大学 サイバーメディアセンター 倉橋 農 大阪電気通信大学 メディアコミュニケーションセンター 島袋 舞子 大阪工業大学 情報センター 越智 徹 大阪教育大学 教育学部 尾崎 拓郎 豊橋創造大学 経営学部 今井 正文	13
	■速報論文 (14:20~14:40) オンライン授業内での議論における非言語情報の影響 茨城大学 人文社会科学部 現代社会学科 戸塚 芽依, 菅谷 克行	19
	■速報論文 (14:40~15:00) 参加者が集い、活動を可視化するためのコミュニケーション場 - Slackを用いたバーチャルクラス空間の構築 - 立命館大学 薬学部 近藤 雪絵	25
休憩 (15 : 00~15 : 10)		
落 合 セ ツ シ ョ ン 4 座 長 (新潟 大 学 経 営 学 部)	■速報論文 (15:10~15:30) 海外留学に代わる国際共修活動の実践とその評価 - ユーザーエクスペリエンス調査に基づく定量的な満足度分析の試み - 室蘭工業大学 大学院工学研究科 小野 真嗣 公立千歳科学技術大学 大学院理工学研究科 曾我 聡起	29
	■資料 (15:30~15:50) 初等中等教育における情報セキュリティ教育の動向 神奈川県立相原高等学校 増山 一光	35
	■資料 (15:50~16:10) インターネット上の海賊版サイトに関するパネル調査の分析 - 中学生への知財教育の実施可能性 - 東大寺学園中学校・高等学校 吉田 拓也	39
閉会式 表彰、閉会挨拶 (16:10)		

講演論文
(査読付き)

CAD/CG の基礎教育

- 立命館大学理工学部環境都市工学科を事例に -

Basic Education of CAD / CG

笹谷 康之*1・彌島 康朗*2・山本 奈美*3・遠藤 昭彦*4
Email: sasatani@se.ritsumei.ac.jp

- *1: 立命館大学 理工学部 環境都市工学科
*2: 敬愛大学 経済学部
*3: (株) CAD ASSIST/立命館大学 理工学部
*4: (株) F.O.B Association/立命館大学 理工学部

抄録

本研究では4年間のCAD/CGの統合的な基礎教育の改革が軌道に乗り、学生の学習方略が整理できたので、レイアウトデザインと3Dアニメーションを修得する先駆的な教育法を下記の5点にまとめて提起する。Google Workspace for Education Fundamentalsを活用した大規模なチームティーチングによるCAD/CG教育を、効率的に実現することができた。レディネスが不足している学生に対し、1回目にPCスキルのコツとキャリア形成を促す3D技術の将来像を明確に伝え、2回目以降PDSサイクルを使って学生が自主的に目標を管理することで、学習が効果的に進んだ。ガニエの知的技能、認知的方略、運動技能、態度の4つの学習目標の構成要素で授業内容を分類して支援することで、学習が効果的に進んだ。課題のわからない点への対応の調査から、教材を統合的に活用する知見が得られた。学生のふりかえりと次のやり方を練るテキスト記述をTIARAで分析することで、CAD/CG教育に適した6種の学習方略を抽出し、その量と変化から指導上の留意点を導くことができた。以上より、教育環境、教員/TAの伴走指導、学生の学習方略の改善志向の3点を相乗させる教育実践が重要と言える。

◎Key Words CAD, CG, 学習目標の構成要素, TIARA, 学習方略

1. はじめに

2018年度立命館大学理工学部の土木系2学科が統合した環境都市工学科で、CIM, i-Construction, 建設DXに対応する基礎としてのCAD/CG教育の「CAD演習」を開始した。元々統合前の両学科においても、方やAutoCADを用いたCAD教育と、SketchUp, Illustrator, Photoshopを用いたCAD/CG教育を行っており、両者の4ソフトをすべて使うCAD/CG教育を始めたのが経緯である。

学科定員の2/3程度の約100名が1年生秋学期に受講する「CAD演習」は、情報教室で行い、90分授業15回、2クラスで、各クラスに3名の教員と4~6名のTA

がつく大規模なチームティーチングの体制を取っている。実験実習科目でより多くの教員が担当する科目もあるが、これらは少人数のグループがローテーションするオムニバス授業であり、大規模なチームティーチングではない。4種のソフトでデータのエクスポート/インポートを繰り返し、1つの学習テーマを通貫して学ぶという意味で、「CAD演習」は筆者が経験した中で最も教える体制が組織的と言える。

「CAD演習」の獲得目標は、土木製図を読み書きできることとともに、適切なレイアウトデザインのPDFと、3Dアニメーションが作成できて、CAD/CG分野の教科書等のマニュアルを読んで独習できる水準に到達

表1 建設系のCAD人材育成のレディネスと3Dスキルの比較

	インフラ の知識	PCスキル	目的意識	3Dスキル	備考
T工業高校建設工学科 2年生(3学期)	△	○	○	×	将来的に稼業を次ぐ可能性大 定員割れで人気がない 女子が少ない
本学科1年生(秋学期)	×	×	×	×	
新入社員土木系 インターンシップ経験無	△	○	△	×	全体の7割がCADを使えない 1年生で学ぶが、継続性無し 女性は全体の1割に満たない
新入社員土木系 インターンシップ経験有	○	○	○	—	CADを使いこなしている 3Dスキルはインターンシップ先で差がある
新入社員機械系	△	○	○	○	3D-CADが使える
新入社員建築系	△	○	△	△	2年生までCADを利用(6割強) 専攻により3年生以降もCADを利用(3割) 手描き製図しかしていない(1割弱) 女性は全体の1割

することである。このために、効率的、効果的、魅力的に学修することを、学生に求めている。

筆者が携わったCAD教育での受講態度、成果物、振り返りアンケート等から、土木系の立命館大学理工学部環境都市工学科1年生、工業高校2年生、新入社員と、機械系、建築系の新入社員のCADに関するレディネス能力を比較したのが表1¹⁾である。新入社員はどれもゼネコン、行政の技術職である。

残念ながら、本学科1年生は、人気がなくて定員が充足されない工業高校の生徒と比べても、インフラの知識、PCスキル、目的意識の基礎的な3能力のレディネスが劣っている。機械系の新入社員は、大学での3D-CAD教育が進んでおり、3Dの扱いに長けている。建築系の新入社員は、設計演習を多く経験しており、手書き図面しか製図できない学生も一部いるが、一般的には複数の2D-CADを使った空間デザイン能力が優れている。これに対して、土木系の新入社員では、インターンシップ経験者以外は、CADを1年生で少し体験しただけで、実質的にほとんど使えない。土木系は、機械系や建築系に比べて、3D-CAD教育でも遅れている¹⁾。CG教育は、建築系では行われている場合が多いが、機械系と土木系ではあまり行われていない。

一方、CIM、i-Construction、建設DXに関して、急激な変革に伴う社会的なニーズが増大している。これに対して筆者は、2021年度の文部科学省のScheem-Dのピッチアクターに応募して採択され、この授業で育成する学生のその後の教育プログラムを模索中である。本研究では、4年間の「CAD演習」の改革が軌道に乗り、学生の学習方略が明確になったので、ポスターと3Dアニメーションを修得してデジタルツイン時代の教育DXに対応して、学生中心の学びを実現するための先駆的なCAD/CGの統合的な基礎教育の在り方を提起する。

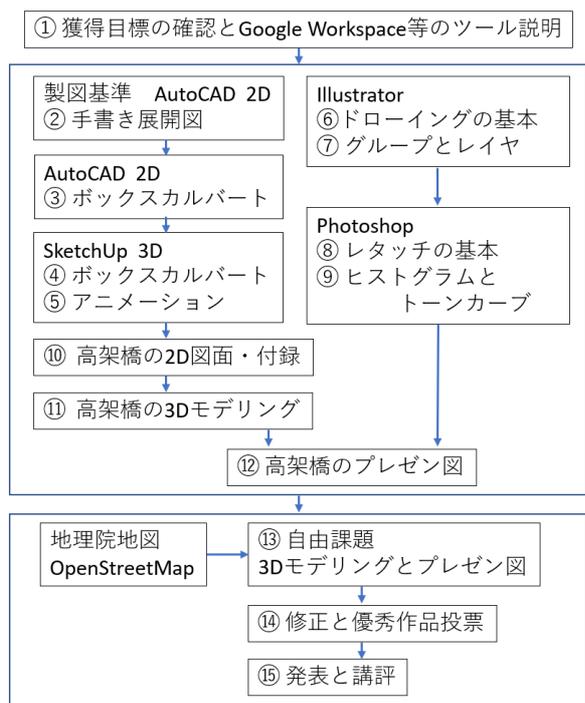


図1 授業の流れ

2. 方法

2.1 授業の流れ

授業の流れを図1に示す。1回目は、将来を見据えた目標と基本的なツールの共有、2~9回目の第1ターンは4種のソフトの基礎、10~12回目の第2ターンは高架橋を題材に、2D-CAD、3D-CAD、そのプレゼン図のCGを学ぶ。13回目は冬休みにかけて各自が選ぶインフラの3Dとプレゼン図を作成する自由課題である。2021年度第1ターンの実質受講者は100名程度である。

2.2 PCとソフト

授業は情報教室において、コロナ禍でも全面的に対面で行ってきた。2020年度のノートPC持参の推奨は、文字化けを起こしたMacに限られた。2021年度からはコロナ対応でAdobeのソフトを大学で貸与したので、全員にBYODを推奨した。

教室で使っているソフトは、AutoCAD、SketchUp Pro、Illustrator、Photoshopの4種である。学生各自のPCで使うソフトは、無料のアカデミック版が提供されているAutoCAD、機能が限定されたSketchUp Webであったが、2021年度はコロナ禍の対策のために、大学がIllustrator、Photoshopの秋学期間のライセンスのBYOD対応を保証した。よって従来は、大半の学生が自習用情報教室で課題を行っていたが、2021年度は自宅で単独で課題作成を行う学生が32%、BYODでグループ学習する学生が25%に増えた。

2.3 教科書

教科書は、2018年度当初はPhotoshop兼Illustrator、AutoCADの2冊だったが、2020年度に土木向きのSketchUpの教科書が初めて出版されたのでこれに加え、2021年度にはレイアウトデザインを加えて、参考文献に挙げた4冊^{2)~5)}になった。

レイアウトデザインの教科書を更に加えた理由は、2019-2020年度のTAのリーダー格が、かつて自身が1年生のときに旧学科でその教科書を使った経験から、常に座右に置いて学び、社会人になってからも使える大学で使った教科書の中で最も優れていると推奨したからである。



図2 各種教材教具を組合わせた学習の流れ

2.4 クラウドコンピューティングとLMS

チームティーチングを円滑に進めるために、Google Workspace for Education Fundamentals を導入し、LMS とし Google Classroom を用いている。

2021年度から Slack を用いて、教員/TA 内や、受講者全員と教員/TA との報連相に用いている。

図2に示すように、スライドと教科書を中心に、予習動画やスプレッドシートを使って教材をつくり、ソフトを操作して課題を作成して、毎回 PDF か 3D モデルと、それを自己チェックするためのドキュメントや、小テストや振り返りのフォームを提出させている。確認は、ソフト内では各ドキュメントウィンドウとパネル、成果品の PDF のデジタルと紙出力、ファイル名や拡張子のエクスプローラーの5種の手法で行わせている。

かなり過密なスケジュールではあるが、Classroom を用いることで、効率的に授業を進めている。

2.5 TA

TA は、2018年度に1クラス4名で始まったが、2020年度は春学期の情報処理科目の対面授業が困難で学生の ICT スキル修得が遅れたために、対面授業が再開した秋学期に TA6 名体制に増やした。5日後を提出期限としており、6名全員が授業中に教室に常駐するのではなく、TA は授業の6日目(次の授業の前日)に課題のチェックをする要員にもなっている。

2020年度までの院生の TA は、旧学科の授業を受講したので、4種のソフト全体を経験していない問題があった。2021年度は、4種のソフト全部を経験した学部生の TA (本学では ES と呼ぶ)を含めて1クラス6名体制にした。

3. IDに基づく2021年度の授業の改善

3.1 学生の自主的な目標管理

冒頭でも述べたようにレディネスが整っていない学生が多いから、おおむね上位 2 割の学生は現状でよしとし、初めて体験する作業に 3/4 の出席要件を満たさず離脱する下位の 2 割の学生は放置せざるを得ないが、中位 6 割の学生が適切に修得できるように指導する必要がある。3年間試行錯誤してきて徐々に改善はしてきたが、より抜本的に改善するために、2021年度からは ID (インスタクショナルデザイン) の手法を積極的に導入した。

ID は修得主義に基づき、読めばできる教材を準備して、それを使ってデモをして、最初は丁寧に足場かけをするが、徐々に足場を外して自律して学習できることを目指している。

教科書は自習用に丁寧に記されている良著であるが、各回の提出課題の目標から逆算して効率的・効果的な構成にはなっていない。よって、基本的に教科書に書いてあることは自習させ、重要な点のみ教科書と対比させて補強するとともに、教科書に書いてない提出課題作成の具体的な方法と手順を教材スライドに載せている。そして、そのスライドの手順に沿ってデモを行った。また、Classroom を用いることで、不備があったときは教材スライドを授業後でも容易に修正している。

2020年度までの授業は、演習科目にもかかわらず、教員の説明が長いときに、内職や昼寝をする学生が一定程度存在した。2021年度は、スライド教材を改良し、説明時間を短くして、授業時間内にはできるだけ操作を体験させたので、片方のクラスで1回内職をしている学生が数名発生しただけで、学生はかなり授業に集中するようになった。

2020年度のコロナ禍を契機に、動画教材を予復習に活用し始めた。2021年度は、授業動画も復習用に録画提供している。

2021年度からは、低い PC スキルを一気に高めて獲得目標に向けてやる気スイッチを入れるために、1回目の授業で時短十訓という ICT 基礎スキルと、学修十戒という修得指針と、図3の学生の自主的な目標管理を徹底した。図3のように、2回目以降はフォームに、A+~F までの5段階自己評価させて、その理由と、効果的、効率的、魅力的に学修していくために、良いことは続ける、良くないことはやめる、不足していくことは付け加えることを記入させた。不十分な課題は、改善点をコメントさせて、できるまで何回でも再提出させている。

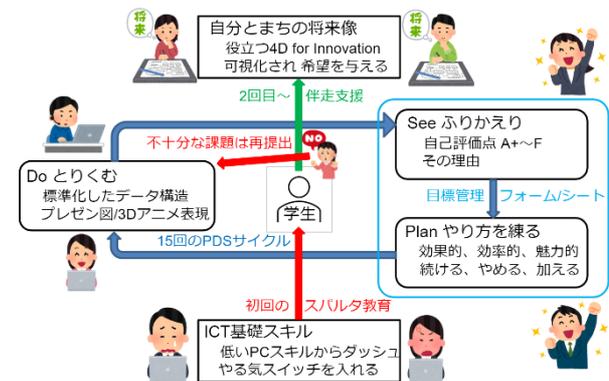


図3 学生の自主的な目標管理

時短十訓は、使うソフトやショートカットキー操作等の ICT の基礎であり、その第10項目は、操作がわからないときの以下の7つの対応手順である。

- ① 選択して右クリック
- ② 教材のスライド内とドライブ内の検索 : Ctrl+F
- ③ 教材動画閲覧
- ④ 教科書を見る : 最後のページに索引あり
- ⑤ Google 検索
- ⑥ 友達と教えあう
- ⑦ 限定公開のコメントまたは Slack に質問 : 上記の結果を踏まえて、教科書・スライドの何頁のどの記述どおりに操作を試して、どこがうまくいかなかったのかを具体的に記す

学修十戒は、以下のとおりである。

- ① ICT 基礎スキルを確実に修得する。まず、時短十訓を2回目の授業までに完全に修得する。
- ② 仕事に役立つインフラと都市のデジタルツインを将来の目標として理解する。
- ③ 対象とするインフラとその立地環境に場所愛 (トポフィリア) のこだわりを持つ。
- ④ 成果品は、データ標準化に基づいたデータ整理(デ

ータダイエット等)と、適切なレイアウトや3Dアニメーションのデザイン表現とを、両立させてつくる。

- ⑤ やみくもに作業をして時間を失わないこと。概念理解が必要な課題は、着手前に動画等で予習してからソフトを操作する。
- ⑥ 教材リスト、キーワードリスト、チェックリストを自分に適したように組み合わせ活用し、自身に最適化した学修を組み立てる。
- ⑦ メディアセンター等で、友達と教えあう（ピアラーニング）ことで、学修を定着させる。
- ⑧ Slack を用いて、クラスメートやTA とデジタルに交流することで、学修を定着させる。
- ⑨ 教員/TA/ES に安易に答えを求めない。自主的に答えにたどり着くための、自分に合った伴走を自発的に依頼せよ。
- ⑩ 写図の図面入手のために、インフラ管理者とコミュニケーションを取ることで、インフラ学習を開始する。

3.2 学習目標の構成要素に対応した授業改善

学習目標の構成要素として、ガニエは、言語情報、知的技能、認知的方略、運動技能、態度の5つの分類枠を提唱している⁶⁾。

「CAD 演習」では、ソフトを修得して使いこなすことが要求されるので、学習目標の構成要素は、単純な知識である言語情報を除く次の4つに分類される。

- ① 態度：将来仕事で使う 3D という学習目標の認識態度、予習や教科書を失念せずに持参する学習態度、自分の顔写真・風景写真・年賀状等の表現態度、インフラ管理者から図面を得る交渉の態度等、規則・モラルに基づく適切な選択行動
- ② 運動技能：タッチタイピング、ショートカットキー操作、ペンツールを使ったベジェ曲線のドローイング等、手で覚える技能
- ③ 認知的方略：ヒストグラムやトーンカーブを用いた写真のレタッチの内容説明、効果的・魅力的なレイアウトデザイン、3D アニメーションの、統合的で学び方を学び独習できる水準の方略
- ④ 知的技能：その他大半の、知識を用いたソフトの適切な操作

態度は、1回目で、将来の3D都市モデルを使った仕事像を見せて、13回目までにインフラ管理者とコンタクトを取ることを告知し、顔が暗く背景が整理されていない表現性がない写真の提出を強く戒めて再提出させた。この結果、具体的な言語表現はまだ稚拙な場合が多いにせよ、Classroom のコメントや Slack に記す言葉が丁寧になり、大幅に改善した。

運動技能は、1回目で左手小指の Ctrl キーがホームポジションであると強く指示し、それを習慣化するための各自の手法まで提案させたので、ショートカットの利用が徹底した。たとえばコピーの失敗は如実に減った。タッチタイピングは、時短効果のメリットを強調し、TA とともに学期中に自主的に修得するように指示している。

知的技能の課題は、スライドで適切に説明すれば比較的簡易な内容に関しては、半数以上の学生が該当授業回の課題でクリアできた。

多数ある知的技能の中で難しいのは、4回目の SketchUp のタグ、コンポーネント、グループと、6回目の Illustrator のレイヤ、グループであり、作成時にこれらに名前を付して、パネル内で整理することである。リアルなフォルダやファイルを見せて、そのメタファーで理解させる工夫をした。それでも、8割の学生は、何回も繰り返し修正点を指摘しなければならなかった。

テンプレートという背景画像を置き印刷時は非表示となる Illustrator の機能を使い、その上からアウトラインをなぞる操作をデモで教えたが、この機能を理解して初回提出時に使いこなした学生は2割程度にとどまった。テンプレートの機能と設定方法をスライドに適切に記入しなかったからである。そこでスライドを改良するとともに、次回の授業で今や使用頻度が少ないプラスチック製のテンプレートを使うメタファーのデモを示してフォローした。

認知的方略は、教科書に基づくレイアウトデザインの徹底や、基本的なカメラワークを踏まえた3Dアニメーションの制作、ヒストグラムやトーンカーブの操作という自身が撮影した写真を適切にレタッチする項目が該当する。いずれも制作趣旨を適切に説明できる高次の統合的能力が求められる。例年の授業で最も難しいのは、9回目の各自が撮影した写真を、3色のRGB各256階調の色空間として理解し、ヒストグラムとトーンカーブで適切に画質補正する課題である。補正の目的とそれを実現するための操作を、適切な言葉で説明することが難しい。期限内に課題が受理できたのは、2020年度までは約1割だったが、2021年度は約4割に増えた。

2021年度は、態度、運動技能、知的技能の大半は、約7割の学生が比較的順調に修得できる改善が実現したが、知的技能の一部と認知的方略を修得する授業にはまだ改善の余地が多かった。

4. 学生の学習方法

4.1 わからない課題への対応

9回目のフォームで、課題のわからない点への対応をたずねた結果が図4である。わからなければスライドや教科書を確認する学習姿勢が定着している。2020年

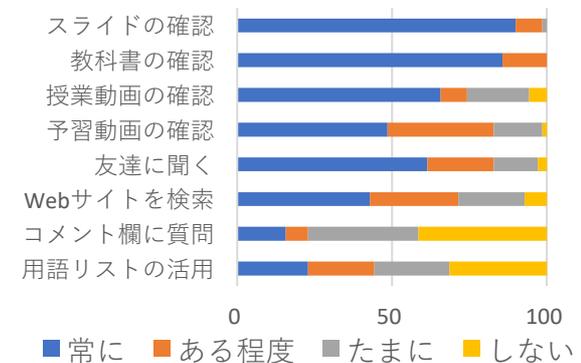


図4. わからない課題への対応

度まではこういったデータを取っていないが、実感として2021年度は大きく改善した。

自律してソフトを学習できる目標に照らすと、Webサイトを日常的に検索して調べない学生が多い点は、改善の余地がある。コメント欄への質問とは、教員/TAへのテキストでの質問である。スライドも読み返さずに目今の操作方法だけを聞く主体性のない質問が2020年度までは多かったが、学修十戒⑨と時短十訓の1つで徹底したこともあって2021年度は数回目でなくなった。スライドのわかりにくい点に具体例をあげて質問するためのセーフティネットとして機能すれば、利用が少なくてもよい。用語リストとは、図2に示した自習用のスプレッドシートと学修十戒⑥で、体系的に理解するための重要語句集である。用語リストは自習でまだ使いこなせていない状況がわかる。

この調査から今後、よりWebや用語リストの活用を推進するためにも、スライド、教科書、動画等と相互リンクするとともに、友達同士で教え合った記録を共有していくしくみづくり等の、統合的な教材活用が重要だと気づかされた。

4.2 テキスト分析に基づく学習方略

先述した図3のSeeのふりかえりとPlanの次のやり方を練るために記入したテキストを活用して、著者の一人が開発したTIARAで、学生が課題に対応するときに意識した学習方略を分析した。

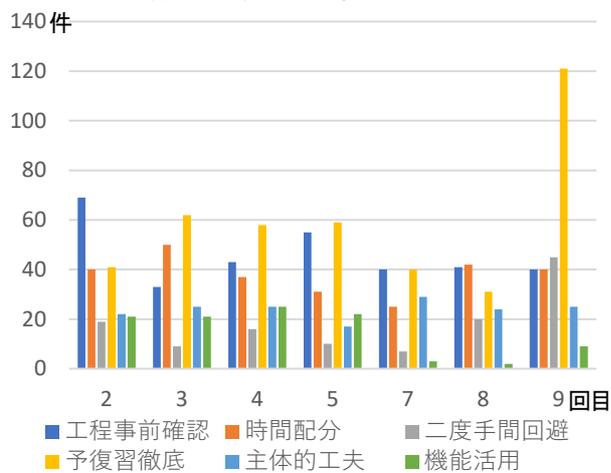


図5. 学習方略の出現度の変化

TIARAとは、教師ありの機械学習アルゴリズムのフレーズを数値化して分類できるSVM (Support Vector Machine) を用いて、テキストデータを分類するツールである⁷⁾。比較的少ない文章から、教師ありデータを作成し、意味のある適切なフレーズを抜き出して重み付けを与えることで、学生が意識する学習方略を類型化し、その変化量を捉えることができる。よってCAD/CG教育の授業方法に応じた教師ありデータを作成し、学生が課題に対応するための表2、図5の「工程事前確認」「時間配分 (スケジュール管理)」「二度手間回避 (理解して取り組み、作業中に保存・確認)」「予復習徹底」「主体的工夫 (含メモ等)」「機能活用 (ツールや他者の活用)」の6項目の学習方略を抽出した。

2~3回目の授業間に前回の2回目の課題を終えてふりかえり、次回の3回目の課題に向けたやり方を練って回答するのを、毎週繰り返した。ただし、提出が間に合わない学生が増えたので、1週抜いて7~8回目の授業間に、6回目の課題をふりかえり7回目のやり方を練った回答へと1週ずらした。よって、6回目の学習方略は空欄になっているが、2~9回目まで第1ターン内の前後のSeeとPlanの回答はすべて活用している。

4.3 学習方略の出現度と変化

2回目は最初の図面作成で、初めての製図のルールを学んで戸惑うことがあり、学生が工程事前確認をしている。

3回目は煩雑な操作を伴うソフトであり、操作を理解するための予復習やその時間配分が重視されている。

4回目は描画操作が簡易でわかりやすい3D表現が楽しめても、タグ、コンポーネント、グループというデータ構造の理解が難しく、予復習、工程事前確認が重視されている。5回目でもまだデータ構造の理解が不足している学生が多く、4回目と同じ傾向になっている。

6回目の授業では、失敗を経験させて教訓を得る中から、プロの仕事に学生に「必ず指示した手順を守り標準化して整理することが、時短につながり、実力が向上する。優秀な職人が、常に道具を整備・整理するのと同じ。プロは無駄な動きをしない。最もミスが発生せず楽な方法 (例:整理しながら) で作業をする。プロは、修正、再利用が容易な方法をとる。他のプロにデータを渡しても、すぐに修正、再利用可能な水準を求められる。こ

表2. 学習方略の出現度

回目	テーマ	主な内容	工程事前確認	時間配分	二度手間回避	予復習徹底	主体的工夫	機能活用	計
2	手書き製図	立体の展開図	69	40	19	41	22	21	212
3	2D-CAD	平面図、正面図、側面図	33	50	9	62	25	21	200
4	3D-CAD	タグ、コンポーネント、レイヤ	43	37	16	58	25	25	204
5	3D-CAD	アニメーション (組み立て順、デモ順)	55	31	10	59	17	22	194
6	ドローイング	ベジェ曲線、レイヤ、グループ							
7	ドローイング	オブジェクト (イラスト) 作成	40	25	7	40	29	3	144
8	画像処理	画素、色、領域選択、レイアウトデザイン	41	42	20	31	24	2	160
9	画像処理	ヒストグラム、トーンカーブ、レイアウトデザイン	40	40	45	121	25	9	280
計			321	265	126	412	167	103	1394
全回分/初回分 変化率			4.7	6.6	6.6	10.0	7.6	4.9	

れにより、効率的、効果的、魅力的に制作できる。」と強調して伝えた。

6,7回目はほぼ同じ内容で、教科書に沿って操作した練習問題をA3判に貼り付けることと、4,5回目と似たデータ構造の理解が使えるので、記述の幅が小さくなっている。

8回目も教科書に沿った内容であり、適切な自身の顔写真と写した風景写真を使う準備で、時間配分に手間取った点があるが、さほど負担感はみられない。

9回目は教科書から離れ、自身で撮影した写りの悪い失敗写真を使って補正し、前後のヒストグラムとトーンカーブのパネルを切り抜いて、写真と同時にレイアウトして、更に補正の目的と操作を文章で説明する、最も難しい課題であり、予復習を強く勧めた。このため予復習が大きく上振れており、導入された予習動画教材を受け入れて活用していることがわかる。

ショートカットキー、ソフトのツール、Slack、他者等の機能活用が7回目から急減しているのは、前半での試行錯誤の中で機器の扱いや、友人、TA、教員の活用に慣れてきたと判断できる。

全体的に、取り組みの工夫として、以下の内容を自覚した記述が、回数を重ねる中で増加している。

- ① 何をすれば良いのか課題全体を確認した上で取り掛かる
- ② 早めに着手し、時間配分を考え、段取りを検討し、スケジュールを立てて取り組む
- ③ 途中経過のメモ、保存場所の確定等に加え、何度も見直し、チェックすることで二度手間を避ける
- ④ 思い込みや勘違いを避けるため、教科書や関連資料を熟読し、手順を確認した上で取り掛かる
- ⑤ 失敗を恐れず、疎まらず、自分なりに試行錯誤を繰り返すことの効果

2021年度は、以上の結果と、授業の手ごたえから、総じて指導を素直に受け入れていると判断できる。

自分なりの試行錯誤を通じて学ぶことが多いことを自覚できた学生が、一定数存在する。

記述から、ムダを避けようとし目先の作業からスピード重視でやみくもに取り組んでみたものの、かえって遅くなってしまった体験を振り返ることができて、段取りを試みる中で、スピードと効率が異なることに気づいた様子が伺えた。こういった失敗を経験させることが、成長につながると判断できる。

全回分/初回分 変化率は、初回に漠然と予想していたことに対して、課題を行う中で重要と気づいた学習方略の割合で、値が大きい予復習、主体的工夫、時間配分、二度手間回避が意識づけられたことになる。この意識づけが、どの程度行動変容を促したかの検証は、残された課題である。

5. おわりに

以上の内容は、次の5点の成果としてまとめられる。

- ① 4年間の改善の蓄積から、Google Workspace for Education Fundamentalsを活用した大規模なチームティーチングによるCAD/CG教育を、効率的に実現することができた。

- ② レディネスが不足している学生に対し、1回目にPCスキルのコツとキャリア形成を促す3D技術の将来像を明確に伝え、2回目以降PDSサイクルを使って学生が自主的に目標を管理することで、効果的に学習が進んだ。
- ③ ガニエの知的技能、認知的方略、運動技能、態度の4つの学習目標の構成要素で授業内容を分類して学習を支援することで、効果的に学習が進んだ。
- ④ 課題のわからない点への対応の調査から、教材を統合的に活用する知見が得られた。
- ⑤ 学生のふりかえりと次のやり方を練るテキスト記述をTIARAで分析することで、CAD/CG教育に適した6種の学習方略を抽出し、その量と変化から指導上の留意点を導くことができた。

以上を踏まえると、教育環境として、人数の多いチームティーチングを支える簡易で高機能なGoogle Workspace for Education Fundamentalsを他のソフトやアプリと組み合わせて使い、教員/TAが、IDの修得主義に沿って、学生にやる気スイッチを入れ、自主的に目標管理するように適切に足場かけと足場外しを行いながら、各学習目標の構成要素にみあった指導をしたこと、これに対して学生が、わからない課題を克服するための試行錯誤の対応を試み、その試みを学習方略として6分類してその変化を明らかにしたことが、研究の成果としてまとめられる。つまり、教育環境整備、教員/TAの伴走指導、学生の学習方略の改善志向の3点を相乗させる教育実践が重要と言える。そして、この教育環境整備と教員の伴走指導をTIARAで学生目線から分析することで、学生中心の学びにつながるアイデアを得た。

本研究では、2021年度に大幅に改善したことを踏まえて「CAD演習」の2~9回目の第1ターンの基礎的な演習内容を速報的に報告したが、今後は15回の授業すべての膨大なテキストデータの総合的な分析や、個人に焦点を当てたテキストと成績とを関連させた行動変化の分析等の、研究を進めていきたい。

参考文献

- (1) 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) .
- (2) 影山昭俊, コズミックエンジン: “CG リテラシー Photoshop & Illustrator”, 実教出版 (2015) .
- (3) 鈴木孝子: “はじめて学ぶ AutoCAD LT 作図操作ガイド 2021”, ソーテック社 (2020) .
- (4) 井出進一, 水野麻香: “これから始める3Dモデリング 土木技術者のためのSketchUp”, 日刊建設通信新聞社 (2020) .
- (5) 高橋佑磨, 片山なつ: “よい資料をつくるためのレイアウトのルール 伝わるデザインの基本 増補改訂3版”, 技術評論社 (初版2014, 3版2021) .
- (6) 松田岳士, 根本淳子, 鈴木克明: “大学授業改善とインストラクショナルデザイン”, pp.33-38, ミネルバ書房 (2017) .
- (7) 彌島康朗: “リフレクション分析から『学び』の質保証を探る試み—テキスト分析AIツールTIARAによる分析×GPA比較—”, 京都大学教育フォーラム発表要旨 部会32, (2020) .

(2021年12月5日 受付)

(2022年2月21日 採録)

小学生向けアンプラグド・プログラミング教材 「ハンバーガー・ロボ」の提案

- 教員研修における試行と授業実践に向けた検討 -

A Proposal of an Unplugged Programming Teaching Material: “Hamburger Bot” for
Elementary School Pupils

- Trials for Teacher Training and Discussions for Class -

倉橋 農*1・島袋 舞子*2・越智 徹*3・尾崎 拓郎*4・今井 正文*5

Email: nyelvesz@gmail.com

*1: 大阪大学 サイバーメディアセンター

*2: 大阪電気通信大学 メディアコミュニケーションセンター

*3: 大阪工業大学 情報センター

*4: 大阪教育大学 教育学部

*5: 豊橋創造大学 経営学部

抄録

筆者らは、小学生向けにプログラミング的思考を促す目的で、対話的／スクリプトの実行、順次・分岐・反復を盛り込んだアンプラグド授業「ハンバーガー・ロボ」を設計し、実践を行っている。授業内では、教師扮するロボットが、口頭または指示カードによる児童の指示を受け、絵カードでハンバーガーを完成させる。

本稿では、小学校教員に対する研修で「ハンバーガー・ロボ」を用いた授業について取り上げた際の教員の反応について報告し、小学校における実際の導入手法について検討する。アンケートの結果から、本教材の適応範囲は小学校3年生以上の児童で、特に4年生の児童に適していることが示唆された。また、導入する教科等としては、総合的な学習の時間や特別活動が実施しやすいと考えられる。

◎Key Words アンプラグド, プログラミング教育, 小学校

1. はじめに

1.1 概要

筆者らは、小学生向けにプログラミング的思考を促す目的で、対話的／スクリプトの実行、順次・分岐・反復を盛り込んだアンプラグド授業「ハンバーガー・ロボ」を設計し、実践を行っている(1-3)。授業内では、教師扮するロボットが、口頭または指示カードによる児童の指示を受け、絵カードでハンバーガーを完成させる。なお、この授業は“Switched on Computing”の「サンドイッチ・ロボ」に着想を得たものである(4)。

ロボットに対する指示とロボットの行動に仕様が存在し、単純な順次的実行からデバッグまでを、段階に応じ実際のプログラミング言語と対照しながら理解することができるよう設計した。

本稿では、「ハンバーガー・ロボ」の概要と小学校教員に対する研修で「ハンバーガー・ロボ」を扱った体験活動を報告し、小学校における実際の導入手法について検討する。

1.2 背景

2020年度より導入され小学校プログラミング教育に伴い、小学校向け実践や教材が数多く報告されている(5-8)。

小学校教育において重要なのは、プログラミング技術の涵養ではなく、プログラミング自体をモデル化し

したのパン	うへのパン
おにく	レタス
をとって	をおいて
↓ここから	↑ここまで
回	して

図1 単語カード

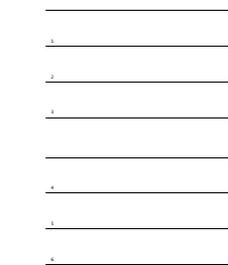


図2 スクリプトシート

て捉えるリテラシーとしてのプログラミング教育である。文部科学省の「小学校プログラミング教育の手引」では「プログラミング的思考」を「自分が意図する一連の活動を実現するために、どのような動きの組み合わせが必要であり、一つ一つの動きに対応した記号を、どのように組み合わせたらいいのか、記号の組み合わせをどのように改善していけばより意図した活動に近づくのか、といったことを論理的に考えていく力」としている(9)。「ハンバーガー・ロボ」も、体験を通じこの「プログラミング的思考」を身につけること、またリテラシーとしてのプログラミング概念の習得を目標としている。

2. ハンバーガー・ロボ

2.1 概要

本節では、教材として用いたハンバーガー・ロボについて概説する。教師扮するハンバーガー・ロボが、受講者の口頭の指示または単語カード(図1)を配したスクリプト・シート(図2)により、食材の絵カード(図3)を組み合わせて、メニュー(図4)やリクエストに応じたハンバーガーを完成させる。

このロボットに指示を与えハンバーガーを作成する過程で受講者は、厳密で曖昧性のない指示、対話モード/スクリプトによる実行、順次・反復・分岐、ブロック、要件定義や仕様の策定といった、プログラミングの重要な概念を理解可能となっている。

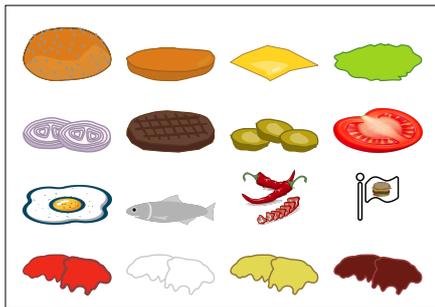


図3 食材カード

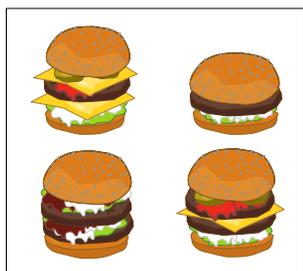


図4 メニュー

アンブラグドである他、特徴として、エラーを排せず積極的に用いることで厳密で曖昧性のない指示の必要性を理解させる意図で、エラーを隠蔽せず積極的に発すること、日本語の文法に可能な限り近づけ、スクリプトの読み下しが自然な日本語になるよう工夫していることが挙げられる。

2.2 言語

ハンバーガー言語の仕様について、簡単に述べる。この文法について受講者が明示的に意識する必要はないが、ロボットは文法に厳密に従って動作し、非文法的な指令にはエラーを出すため、文法を正確に把握している必要がある。

■語彙 単語カードを **カード** , 引数を <引数> として表し、対で利用するカードは「=」で結んでいる。

開始命令

「ハンバーガーつくろう！」

関数

<材料> **をとって**
 <材料/ソース> **をとって**
 <ソース> **をかけて**

材料

うえのパン **おにく** **トマト** ...

ソース

ケチャップ **カラシ** **マヨネーズ** ...

数

1 **2** **3** ...

■制御構造

ブロック **↓ここから** = **↑ここまで**

反復 <ブロック> <数> **回** = **して**

分岐 <条件> **なら** = <ブロック> = **して**



図5 注文

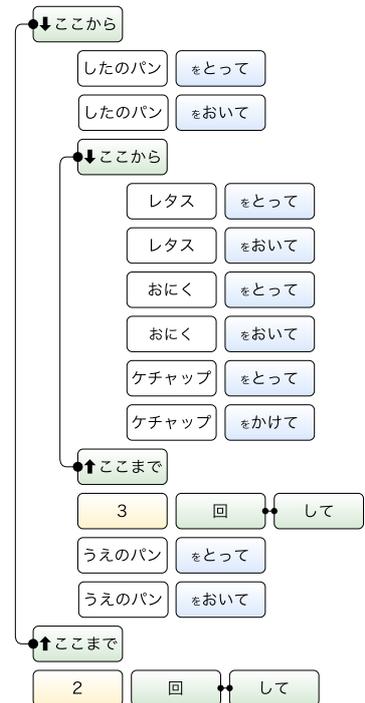


図6 スクリプト

■例 図6は、図5に示される注文「レタス・パテ・ケチャップを3重にしたハンバーガーを2つ」を作るためのスクリプトである。

2.3 動作と発話

■動作 事前に定義された文法と語彙に基づく指示にのみ従い、それ以外の指示については「すみませんワカリません」または「エラー デス」との音声出力を行い、動作を停止する。

指示は音声による対話的指示と、スクリプト・シートによるスクリプト的指示が可能である。音声による指示では一文ごとに指示を実行する。すなわち、指示に従って食材コーナーから食材絵カードを取り **(をとって)**、白板上ないし机の上に貼る **(をおいて/をかけて)** ことを

繰り返してハンバーガーを完成させる。

スクリプト・シートによる指示では、スクリプトの入力後「おいしい ハンバーガーヲ ツクリマス」と音声出力を行い、バックグラウンド、すなわち白板の後ろや机の向こう側でハンバーガーを作成し、完成したハンバーガーを提示する。

■発話 サンドイッチ・ロボの音声出力は以下の通りである。

「おいしい ハンバーガーヲ ツクリマス」

開始命令「ハンバーガーつくろう！」に応じて発する。

また、一定時間指示が与えられない場合および任意の質問に対して、ランダムに発する。

「シジ シテ クダサイ」

「スママセン ワカリマセン」の後に発する。また、一定時間指示が与えられない場合、ランダムに発する。

「スママセン ワカリマセン」

対話的実行中、指示が非文法的であった場合に発する。また、任意の質問に対して、ランダムに発する。

「エラー デス」

スクリプト実行中にエラーが生じた場合に発し、動作を停止する。

2.4 モデルとプログラミング概念の対応

表1に示すように、ハンバーガー・ロボに対する指示や実行時の動作は実際のプログラミング概念と対応づけられたモデルと考えることができる。将来的に本格的なプログラミングを行う段において、各概念の明示的な理解への寄与が期待される。また、学習するプログラミング言語での実装も効果的であろう。

表1 プログラミング概念との対応

ハンバーガー・ロボ	プログラミング概念
命令ミス	タイプミス
ロボット	実行環境
音声による指示と実行	対話モード
カードによる実行	スクリプト・モード
回=して	反復
なら=して	条件分岐
ここから=ここまで	ブロック
動詞	関数
カード	予約済みリテラル
カードの色	シンタックス・ハイライト

3. 小学校教員を対象にした研修における「ハンバーガー・ロボ」の体験と検証

3.1 実施した教員研修の概要

大阪市立 A 小学校の教員を対象にプログラミング教育に関する研修を実施した。研修では、初等中等段階におけるプログラミング教育の概要について説明した後、各教科でのプログラミング教育の実践事例についてコンピュータを使用した体験を交えて紹介した。最

後にコンピュータを使わない方法によるプログラミング

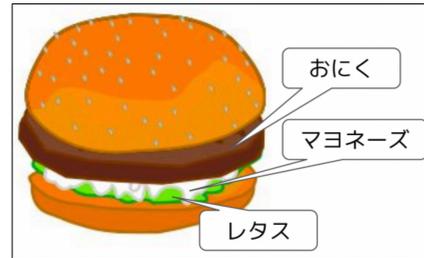


図7 全体確認で使用したハンバーガーの例



図8 全体確認で使用した注文の例

グ教育の1つとして、「ハンバーガー・ロボ」を体験してもらった。研修の最後には、本教材の評価を目的としたアンケート調査を実施した。研修に参加した教員は15名である。

表2 本教材を扱った活動の流れ

時間	内容
3分	カードを配布し、分類
5分	全体でロボットに命令する方法を確認
5分	全体でハンバーガーを作成する方法を確認
20分	グループでハンバーガーを作成
2分	活動内容の振り返り

3.2 「ハンバーガー・ロボ」の体験

本節では、コンピュータを使わない方法によるプロ

グラミング教育の1つとして、研修内での「ハンバーガー・ロボ」の体験内容について述べる。

本教材による活動は、グループ活動として実施した。グループは全部で5つあり、その内2つが2名、2つが4名、1つが3名の構成である。本教材による活動の流れを表2に示す。初めに、活動内容を説明し、活動で使用する単語カードと食材カードを各グループに1セットずつ配布し、それぞれ分類させた。単語カードは、書かれた単語を「食材」と「それ以外」に分けるように伝えた。この分類作業を通して、ロボットに伝える単語カード（命令）の種類を確認させた。

次に、全体でロボットに注文（命令）する方法を確認した。図7のハンバーガーを提示し、このハンバーガーを作るためには、どのように単語カードを並べればよいのかをグループで考えさせた。一通りできたところで、答え合わせをした。

次に、全体でハンバーガーを作成する方法を確認した。図8の注文を提示し、注文のとおりハンバーガーを作成すると、どのような順で食材カードが並ぶかをグループで考えさせた。その後、答え合わせをした。

全体での確認が終わった後は、グループでロボット

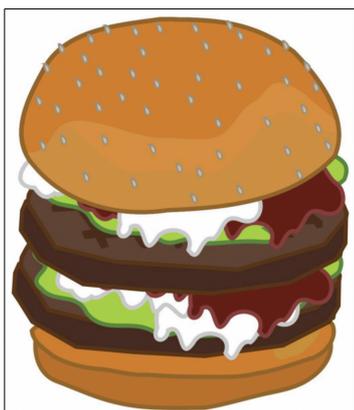


図9 グループ活動で提示したハンバーガー

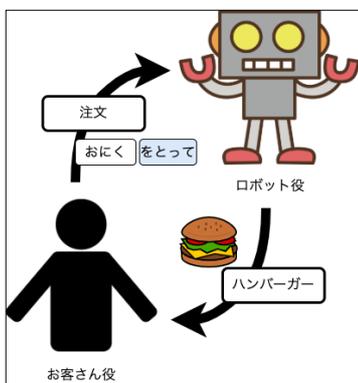


図10 注文とハンバーガーの作成

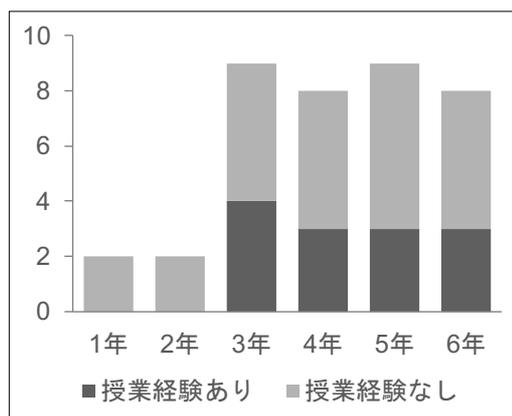


図11 本教材を活用することができる学年 (N=11, 複数回答可)

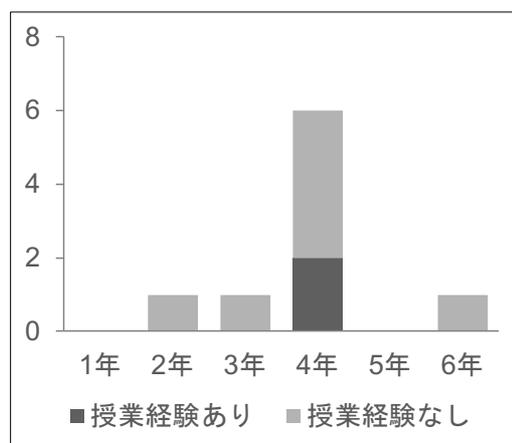


図12 本教材を活用するのに最も適した学年 (N=9)

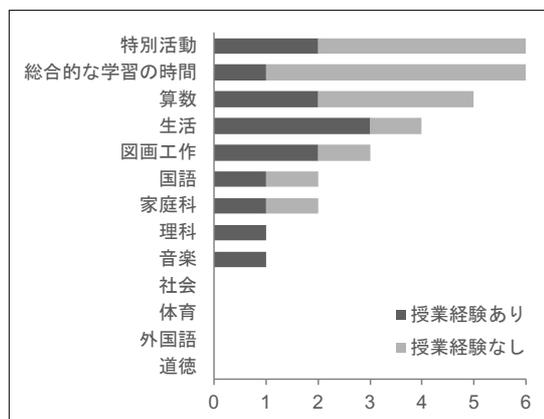


図13 本教材を活用できる教科 (N=11, 複数回答可)

に注文する内容を考えるお客さん役、お客さんから受け取った注文のとおり食材カードを並べて、ハンバーガーを作成するロボット役に分かれて活動を行った。お客さん役が注文するハンバーガーとして提示したハンバーガーを図9に示す。

まずお客さん役は、単語カードを並べて図9のハンバーガーの注文を作成する。注文を作成したら、お客さん役はロボット役に作成した注文を渡す。ロボ

ット役はお客さん役から受け取った注文のとおり食材カードを並べて、ハンバーガーを作成する。(図 10)

最後に活動内容の振り返りと本教材に関するアンケートを実施した。

3.3 小学校教員による教材の評価

「ハンバーガー・ロボ」について、小学校段階における授業での活用を検討するために、研修に参加した教員に対してアンケート調査を行った。回答人数は13名である(回答率86.7%)。回答者のプログラミングの授業経験によって差異が出る可能性があるため、分析は授業経験の有無による比較も合わせて行う。授業経験が1回以上ある教員は4名で、未経験者は7名である。授業経験が不明の2名は、分析から除いた。

まず、本教材を使ってプログラミング教育が実施可能な学年について尋ねた。全体としては、3年生と5年生が9件(81.8%)と同数で最も多く、続いて4、6年生がそれぞれ8件(72.7%)、1、2年生がそれぞれ2件(18.2%)だった。回答をプログラミングの授業経験の有無で分けた場合も、ほぼ同様の傾向が見られた(図11)。また、その中で最も適した学年を尋ねた結果を図12に示す。このとき、複数の学年を回答していた2件は集計から除いた。4年生が6件(66.7%)、2、3、6年生がそれぞれ1件(11.1%)、1年生と5年生は0件だった。回答をプログラミングの授業経験の有無で分けた場合も同様に4年生が最も多く選択されていた。

これらの結果から本教材は、小学校3年生以上で活用可能であり、特に4年生で活用することが適していることが示唆される。

次に、本教材を活用可能と思われる教科について尋ねた。(図13)全体としては、総合的な学習の時間と特別活動が6件(54.5%)と最も多かった。プログラミングの授業経験の有無で分けて比較した場合、授業経験者は「生活科」が最も多く選択されている。また、多くの教科が選択されていることから、幅広い教科で活用できると考えていることがわかる。一方で未経験者は総合的な学習の時間や特別活動を選択している場合が多く、教科内で実施するよりもプログラミングの体験として活用できると考えていることがわかる。

最後に、自身が本教材を使って授業ができそうかを尋ねた。この質問により、教材の扱いやすさを測る。質問に回答する際は、授業ができると思う度合いを1～5の5段階で回答してもらった。1、2を選択した場合は「授業はできる」、4、5を選択した場合は「授業はできない」、3を選択した場合は「どちらともいえない」と考えていると捉えた。結果を図14に示す。全体としては、授業はできる(1, 2)と感じたのは4名で、できない(4, 5)と感じたのは4名だった。また、どちらともいえない(3)と感じたのは、3名だった。プログラミングの授業経験の有無で分けた場合も、ほぼ均等に選択されている傾向がみえる。それぞれ選択した理由を図15に示す。「授業はできる(1または2)」と回答した理由では、本教材がコンピュータを使わないことによる利点を評価している。また、「どちらともいえない(3)」と回答した理由では、教材研究の必要性について指摘している。「できない(4または5)」と回答した理由で

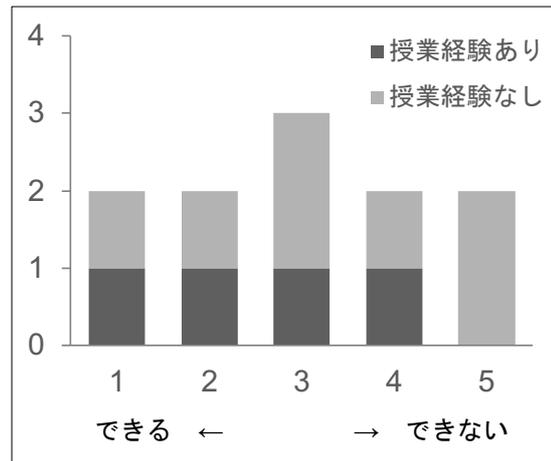


図14 本教材を使った授業 (N=11)

できる (1, 2)

- ・こういうの好きなので。
- ・アンプラグドでどこの場所でもできそうだから。
- ・比較的準備が容易で、短時間で取り組めそうだから。
- ・低学年なら簡単に取り組める。

どちらともいえない (3)

- ・学習としてやるには工夫が必要だと思った。なんのためにやるのか不明確な部分もある。
- ・困った時に教えてもらえたらできそう

できない (4, 5)

- ・使い方や指導方法を練らないと、ただ楽しいで終わってしまいそうだからです。
- ・教材を教えるだけで精一杯なので、プログラミングを使って指導する余裕がありません。
- ・まだまだ実力が及ばないです。

図15 各数値を選択した理由(自由記述)

は、教材研究の必要性と共に自身の指導力に対する不安がみられる。

4. 考察

小学校の教員に対して本教材を用いた学習活動の体験を行った後にアンケート調査を実施した。アンケートは、プログラミングの授業経験の有無による比較、分析を行ったが、大きな差異は無かった。

今回のアンケートの結果から、本教材の適応範囲は小学校3年生以上の児童で、特に4年生の児童に適していることが示唆された。また、導入する教科としては、総合的な学習の時間や特別活動が実施しやすいと考えられる。プログラミングの授業経験のある教員の中では、「生活科」が導入できる教科として最も多く回答を

集めていたが、生活科は1, 2年生に設置された教科であるため、本教材の適応範囲外となり適さない可能性が高い。

教材の扱いやすさについては、コンピュータを使わずに行える手軽さを評価している一方で、学習内容や指導方法に工夫が必要との指摘がある。また、プログラミングを指導する余裕や自信の無い教員に対しても取り組みたい、取り組めると思えるような魅力的な教材になるように工夫を行う必要があることがわかった。このことから、より多くの教員が活用できる教材にするためには、本教材の使い方や指導方法を具体的に例示したマニュアルなどを用意する等の工夫が考えられる。

5. おわりに

5.1 まとめ

本稿では、「ハンバーガー・ロボ」の概要と小学校教員に対する研修で「ハンバーガー・ロボ」を扱った体験活動を報告し、小学校における実際の導入手法について検討した。

アンケートについて、プログラミングの授業経験の有無による大きな差異は無かったことから、教員がこの教材を利用するハードルは高くないと想定される。これは教員を養成する上での大きな利点と言えよう。

5.2 今後の展望

一方で今後の課題として、教員研修・実際の授業実践を重ねること、また教員が利用しやすいようマニュアルの整備やウェブサイトにおける教材の提供が考えられる。これにより、最終的には教員が独立して授業および教員研修を行うことが可能になると考えられる。

謝辞

本研究は科研費(20K03122)の助成を受けたものである。

参考文献

- (1) 倉橋農, 越智徹, 尾崎拓郎, 島袋 舞子: “小学生向けアンプラグド・プログラミング入門授業「ハンバーガー・ロボ」の提案と実践”, 情報教育シンポジウム論文集, pp. 299-304, (2019).
- (2) 倉橋農, 越智徹, 尾崎拓郎, 島袋 舞子: “子ども向け授業にリンクした保護者・教師向けプログラミングコースの検討”, 情報処理学会研究報告, Vol.2019-CE-150, No. 9, pp. 1-5, (2019).
- (3) 倉橋農, 越智徹, 尾崎拓郎, 島袋舞子, 今井正文: “子ども向けアンプラグド・プログラミング教材「ハンバーガー・ロボ」の大学生への実践” 2020 PC Conference 論文集, pp. 189-192, (2020).
- (4) Miles Berry, “Switched on Computing Year 1” (2nd Edition), Rising Stars, (2014).
- (5) 小林祐紀, 兼宗進, 白井詩少香, 白井英成 (著, 監修, 編集): “これで大丈夫! 小学校プログラミングの授業 3+α の授業パターンを意識する [授業実践 39]”, 翔泳社, (2018).
- (6) 小林祐紀, 兼宗進, 中川一史 著・編集・監修: “小学校

プログラミング教育の研修ガイドブック”, 翔泳社, (2019).

- (7) 尾崎拓郎, 西端律子: “初等教育におけるプログラミング教育に向けた導入教材の検討”, 情報コミュニケーション学会学会誌 13 (2), pp. 4-13, (2019).
- (8) 島袋 舞子 著, 兼宗 進 監修: “ドリルの王様 1,2/3,4/5, 6年の楽しいプログラミング 新学習指導要領対応”, 新興出版社啓林館, (2019).
- (9) 文部科学省: “小学校プログラミング教育の手引 (第三版) ”; https://www.mext.go.jp/a_menu/shotou/zyouhou/detail/1403162.htm, (2021年12月1日閲覧)

(2021年12月4日 受付)

(2022年2月22日 採録)

オンライン授業内での議論における非言語情報の影響

Effect of nonverbal information on online discussions

戸塚 芽依*¹・菅谷 克行*¹
Email: 1811091s@vc.ibaraki.ac.jp

*1: 茨城大学 人文社会科学部 現代社会学科

抄録

新型コロナウイルス感染症の拡大によってオンライン授業を行う大学が増えたが、人との関わりやコミュニケーションに対する不満や、グループワークや議論のやりにくさ等が課題として指摘されている。そこで本研究では、オンライン授業内におけるグループ議論の場面に注目し、非言語情報が議論にどのような影響を及ぼしているのかについて、実験を通じて明らかにすることを目的とした。特に、非言語情報の有無によって、オンライン議論に対する参加意欲や、参加者間の心理的距離などに、どのような差異が生じるのかについて考察する。分析の結果、オンライン議論中のカメラオン/カメラオフや、仮想空間内でのアバターを介した非言語情報要素によって、発言のしやすさ、議論への積極性、参加者との距離感、議論への集中度という点で、正負両面の影響が生じていることが示唆された。加えて、仮想空間内での雰囲気や音の立体感などの特徴も議論やコミュニケーションのしやすさにつながっていることが分かった。

◎Key Words オンライン授業, 議論, 非言語情報, 仮想空間, コミュニケーション

1. はじめに

昨年来、新型コロナウイルス感染症の拡大によってオンライン授業を行う大学が増えた。2020年5月時点で約9割の大学等が全面的に遠隔授業を実施し、7月時点では約6割が対面・オンラインを併用して授業を実施していた⁽¹⁾。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して不満を持つ学生が多いことが報告されている⁽²⁾。

小林⁽³⁾によると、オンライン授業中の学生の見た目について、「実物の顔が見える『実写』は、誰なのかがすぐにわかり、非言語情報が多く、そこにいるという存在感があり、先入観イメージを抱きやすい。一方、実物の顔が見えない『表示名のみ』は、非言語情報、存在感・見られている感は少なく、先入観を持たずに発言の内容に集中することができる。『キャラアバター』はその中間にあり、細かい表情や服装などの非言語情報は程よく遮断しつつも、動きが見えるのでそこにいる存在感は程よく感じられ、実物の顔は見えないので先入観を持たずに発言の内容に集中できる」と述べている。また学生にとって、どの授業シーンにおいても「表示名のみ」が一番人気であり、その理由として「見られている感を排除できる」「プライバシーを守ることができる」などが挙げられていた。

マジョリー・F・ヴァーガス⁽⁴⁾は、「ことば以外の数多くの方法が、対人コミュニケーション用の記号として使われている」、「『ことばならざることば』は人間のあらゆるコミュニケーションに寄与する」と指摘している。このように、非言語情報は人とのコミュニケーションに欠かせないものであり、それはオンライン授業の内でも特に議論を要するグループワークにおいて、

大きな影響を及ぼしていることと推測する。

そこで本研究では、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フにして顔を出さずに議論する場合、(2)ビデオ会議システム上でカメラオンにして顔を出して議論する場合、(3)仮想空間上でアバターを介して議論する場合、という3つの状況下で、非言語情報が議論にどのような影響を及ぼしているのかについて、実験を通じて明らかにすることを目的とする。特に、非言語情報の有無によって、オンライン議論に対する参加意欲、発言のしやすさ、参加者との距離感などに、どのような影響があるのかについて考察する。

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把握と、議論に影響を及ぼす要因を明らかにすることである。

(対象) 大学生 256名 (男性 147名, 女性 109名)

(期間) 2021年6月~7月

(方法) Google Formによるオンライン回答

(質問項目)

I. オンライン授業と授業中の議論の現状について

- (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に使ったアプリ（複数回答可）
- (4) オンライン授業内での議論の満足度評価（5件法）
- (5) 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）
- (6) 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）
- (7) オンライン授業の議論のなかでリアクション機能を使用した経験（択一式）
- (8) ビデオ会議・チャットツールを授業以外で使用しているか（択一式）

II. 議論に影響を及ぼす要因について

- (9) オンライン議論のやりやすさの評価（5件法）
- (10) オンライン議論の状況による差異（複数回答可）
- (11) オンライン授業内の議論は対面授業と比較して発言しやすいか（5件法）
- (12) オンライン授業内の議論は対面授業と比較して積極的に参加できたか（5件法）

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、要点を以下にまとめる。

- ・ ほとんどの学生（98%）がオンライン授業内で議論をした経験がある
- ・ オンライン授業内での議論に対する満足度は概ね高いが、不満に思っている学生（約25%）もいる
- ・ オンライン授業内での議論ではカメラオン（顔出し）をしていることはほとんどなく、8割を超える学生がカメラオンに対する抵抗感を持っている
- ・ 議論中にリアクション機能を使用する機会は少ない
- ・ 多めの人数（6名以上）によるグループでのオンライン議論については、やりにくさを感じている学生が多く、「発言するタイミングがつかめない」、「会話始めるきっかけが生み出しづらい」の回答が多い
- ・ 少なめの人数（5名以下）によるグループでのオンライン議論については、約半数の学生がやりやすいと感じている一方で、「相手の表情が分からず不安を感じる」、「発言するタイミングがつかめない」等の回答も多い
- ・ グループ人数を問わず、発言のしにくさ、非言語情報の分かりにくさ等の否定的な意見は多数ある
- ・ 資料の共有がしやすさに対しては、多くの学生がオンライン授業のメリットだと感じている
- ・ オンライン議論に対する積極性と消極性については同数であった（必ずしも対面での議論の方がいいとは言い切れない）

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顔出しをしていることはほとんどない（顔出しに抵抗感がある）こと、議論中に他者の表情が分からず不安に感じること、発言するタイミングがつかめないこと等のことが課題として明らかになった。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フにして顔を出さずに議論する場合、(2) ビデオ会議システム上でカメラオンにして顔を出して議論する場合、(3) 仮想空間上でアバターを介して議論する場合、という3つの状況下で、非言語情報が議論にどのような影響を及ぼしているのかについて、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 Zoom（カメラオフ/カメラオン）での議論と仮想空間 cluster 上でアバターを介した議論を比較し、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〉2021年9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・レコーディングした。

ビデオ会議システムを使用して、カメラオン/カメラオフの状態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、非言語情報としての表情（顔出しの有無）の役割について考察する。この実験に参加したグループを、グループA、グループCとした。

次に、ビデオ会議システムZoom上でカメラオフの状態での議論と、仮想空間 cluster 上での議論を観察し（図3）、アバターによる非言語情報の伝達や仮想空間によって議論にどのような影響があるのかを考察する。この実験に参加したグループを、グループB、グループDとした。

なお、グループ内で議論するテーマの順番が実験結果に影響を及ぼす可能性を考慮し、グループAとグループC、グループBとグループDでテーマの順番を入れ替えた（カウンターバランスを取った）。

実験は2日に分けて行い、議論終了後にはアンケートとインタビュー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
カメラオフ	テーマ1	テーマ1	テーマ2	テーマ2
カメラオン	テーマ2		テーマ1	
仮想空間		テーマ2		テーマ1

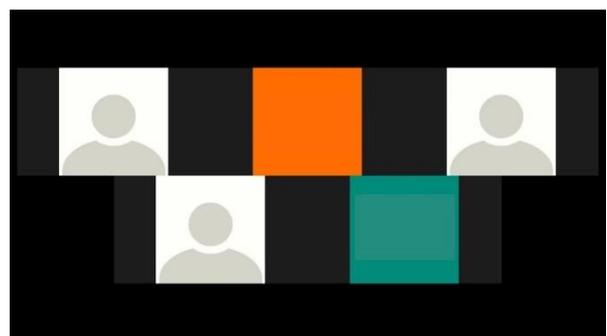


図1 Zoom上でカメラオフの状態での議論の様子

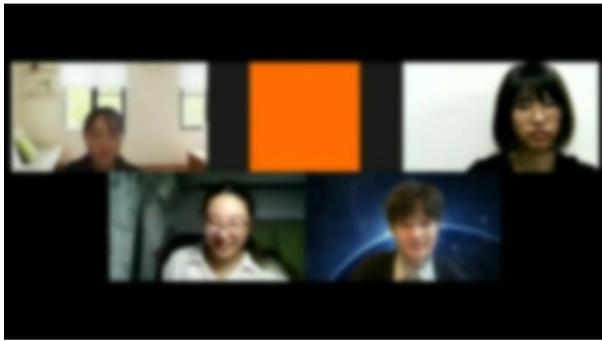


図2 Zoom上でカメラオンの状態での議論の様子

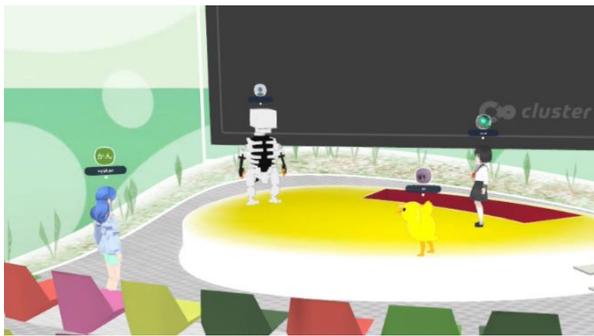


図3 仮想空間 cluster 上での議論の様子

・仮想空間について

本実験では cluster を用いて仮想空間上の議論を行った。cluster をこの実験に使用した理由は、無料で利用できること、操作説明が日本語であること、HMD がなくてもリアクション機能を使うことでコミュニケーションがとれることなどが挙げられる。仮想空間上でのアバターについても、VRoid Hub の cluster 対応アバターを利用することで、他の参加メンバーと違う、自分で選んだアバターで議論に参加することができる。

また、cluster の空間内では、どの方向から、どのくらいの距離感で音声がかんてくるのかを認知できるようになっている。これにより、アバター同士の距離がつかみやすく、声のする方向を向けばアバターがいるといったような、実空間に近い感覚で議論することが可能である。

・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、専門分野を問わず全ての学生が議論に容易に参加することができるものを選んだ。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1「オンライン授業での議論の利点と改善点について」

課題：議論終了後、利点と改善点を3つずつ回答してもらう

テーマ2「閲覧者にとって魅力的な Web ページの特徴は何か」

課題：各参加者が魅力を感じた Web ページを1つずつ紹介した後に議論してもらい、議論終了後、魅力的な Web ページの特徴を2つ回答してもらう

・議論の制限時間について

実験を開始する前に制限時間は25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。たとえ議論が続いている場合でも25分で終了とし、そこまでの議論に関して、実験後アンケート・インタビューに回答してもらうことにした。

〈実験手順〉

①実験内容の説明

参加者に対して議論するテーマの説明、条件、議論実験後にアンケートとインタビューを実施することを説明した。議論中に、リアクション機能やチャット機能を使用してよい旨を伝えた。議論のテーマに関しては、オンライン授業での議論を想定し、実験日より前に参加者にテーマ内容を伝え、テーマへの意見をあらかじめ考える時間を与えた。

仮想空間の実験を行う場合には、cluster のインストールを事前に依頼し、実験当日には、操作の確認とアバターのアップデートを行った。

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、テーマは表1で示したとおりである。制限時間25分のうち、20分経過時点で残り5分を知らせる呼びかけをした。

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

③実験後アンケート・インタビュー

25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アンケートとインタビューを行った。アンケートは質問に対して5段階評価をもらい、「実験で感じたメリットとデメリット」と「前回の実験と比較した議論のしやすさとその理由」という項目は自由回答とした。また半構造化インタビューを行い、アンケートの回答をもとに、その場で気になったことについて掘り下げていく形をとった。インタビューは全グループ Zoom を使用し、録音機能によりインタビュー記録を残した。

〈実験後アンケート・インタビュー項目〉

- (1) 発言のしやすさ (5段階評価)
- (2) 議論への積極性 (5段階評価)
- (3) 他者の発言意図が十分に理解できたか (5段階評価)
- (4) 議論の充実度 (5段階評価)
- (5) 参加者との心理的距離感 (5段階評価)
- (6) 議論への集中度 (5段階評価)

- (7) メリットとデメリットに関する意見 (自由記述)
 (8) 1回目の実験 (カメラオフ) と比較してどちらが議論しやすかったか (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/カメラオンにおける議論の比較

ここでは、ビデオ会議システム Zoom を使用して、カメラオフ、カメラオンの状態における議論の比較結果についてまとめる。

まず、議論中の反応回数から、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。カメラオフ議論とカメラオン議論における反応回数の集計結果を表2に示す。なお、反応回数とは、発言回数とリアクション回数とを合計したものである。

表2 反応回数 (発言+リアクション) の比較

条件	グループA	グループC
カメラオフ	95 回	354 回
カメラオン	108 回	389 回
オン/オフ	113.7%	109.9%

表2より、グループ毎に反応回数を比較すると、グループAは113.7%、グループCは109.9%の割合でカメラオンの方の反応数が多かったことが分かる。しかしながら、参加者ごとに反応回数を集計すると、必ずしも参加者全員がカメラオンの方が議論に対して反応が多いということではなかった。その要因を、実験後アンケート・インタビューの回答から、以下考察する。

(1) 議論中の発言のしやすさ

実験後アンケートで5段階評価として回答してもらったデータ (以後、アンケートデータと表記) を符号検定にかけた結果、条件間に有意な差は認められなかった ($p=125$)。しかし、8人中6人はカメラオンの方が発言のしやすさの評価が高かった。カメラオフ時に発言しにくさを感じた理由としては、「カメラオフだと反応が伺えないので発言しづらい」、「反応が見えないことで自分の意見に自信が持てず、不安になる」、「発言のタイミングが難しい」が挙げられた。これらの意見から、発言のしやすさには、頷きや表情など、他者からの非言語情報伝達が関わっていることが分かる。

反対にカメラオフ時に発言のしやすさを感じた理由としては、「(他者から) 見られている緊張感がないので発言しやすい」、「ネガティブな反応を気にせず自分の意見を突き通せる」などの意見が挙げられた。

(2) 議論への積極性

アンケートデータを符号検定にかけた結果、条件間に有意な差は認められなかった ($p=453$)。しかし、8人中5人はカメラオンの方が積極性の評価が高かった。その理由として、「相手の表情がわかることで積極的に話し合いに参加できた」、「見られているという意識から発言量や頷きが増えた」、「リアクションがとりやすい」といった意見が挙げられた。参加者の様子を見ることができるようになることで、反応が分からないという不安要素がなくなり、議論に積極的になるようだ。

また自分の様子が見られていることで、議論への意欲があることや他者の意見に対するリアクションを表現するようになり、カメラオフの議論よりも積極的に参加していた。

一方で「反応が見えることで今自分が話さなくても話が進むかと安心して発言が少なくなった」という意見があった。グループCのカメラオンの議論を観察していると、言葉に出さず、頷きや笑顔でリアクションを取っている場面が多くみられた。このような点が、反応回数が減少した一要因なのではないかと考える。

(3) 他者の発言意図が十分に理解できたか

アンケートデータを符号検定にかけてみた結果、条件間に有意な差は認められなかった ($p=25$)。この結果から、非言語情報の有無は、他者の発言意図に対する理解度に影響を及ぼしていないと考える。

(4) 議論の充実度

アンケートデータを符号検定にかけた結果、条件間に有意な差は認められなかった ($p=1$)。8人中3人がカメラオフのほうで充実していたと回答し、3人がカメラオンの方が充実していたと回答し、残り2人はどちらも変わらないと回答した。カメラオフの議論については、「表情が見えない状態だと意見に対する反応が読みにくいいため、参加者からの発言がないと深い議論になりにくい」という意見があった。

(5) 参加者との心理的距離感

アンケートデータを符号検定にかけた結果、条件間に有意な差は認められた (両側検定: $p=031$)。8人中6人がカメラオンの方が参加者との距離が近くなると回答した。カメラオンの方が参加者との距離が近く感じた理由として、「相手の表情が見えることで近く感じられる」「声だけよりは親しい感じで話せる」という回答が得られた。

(6) 議論への集中度

アンケートデータを符号検定にかけた結果、条件間に有意な差は認められなかった ($p=1$)。2人がカメラオフのほうで集中していたと回答し、3人がカメラオンの方が集中していたと回答し、残り3人はどちらも変わらないと回答した。

カメラオフの議論の方が集中しやすい理由として、顔出しの議論だと「zoomの画面を気にする必要が出てくるため、気にしなくて良いカメラオフのほうで集中できた」、「何かを見ながら議論するようなものに関して、その姿を見られるのが恥ずかしかったり気になったりするので集中しづらい」という意見があった。反対にカメラオンの議論の方が集中しやすい理由としては、「見られていることで緊張感があるため、集中していた」という意見があった。

(7) メリットとデメリットに関する意見

・カメラオンにすることに対する抵抗感や気疲れ

カメラオンにすることで「自分の顔が嫌でも見えてしまうため恥ずかしい」、「他のコンテンツを見ているときにうつっている自分の顔が気になる」、「プライバシーが公開される可能性がある」、「身支度をしなければならぬ」など、見られることに対する抵抗感や、「自分の意見を言った後の相手の表情がわかるため、自然

と顔色をうかがってしまい疲れる」という、気疲れを訴える意見もあった。オンライン会議システムでカメラオンにした場合、対面よりも一人一人の顔がスクリーン上でよく見えるため、相手から見られている感覚や、相手の反応が見えすぎてしまう感覚が、抵抗感や疲労感につながっている可能性があることを示唆している。

・非言語情報の役割

カメラオンで議論するメリットとして、「相手の表情や反応が分かる」という意見が一番多かった。「ある程度の感情や雰囲気伝わり、議論がしやすい」、「参加者の顔が見れないと、雰囲気が汲み取れないため沈黙の時間がありそれに耐えきれない」、「頷いてくれるなど反応があるので不安になりづらい」という意見があるように、非言語情報によって議論の雰囲気を感知取ったり、感情や態度を読み取ったりすることで、安心感を得ることができるようだ。また、非言語情報を発信することによって、「同意や話を聞いている感をすぐに出せ、参加している感じがする」、「意見に対して相槌などで共感していることを伝えることができる」など、議論へ参加している意識や態度を強くしている。

3.3.2 ビデオ会議システム上のカメラオフと仮想空間上の議論における比較

ここでは、ビデオ会議システム Zoom を使用したカメラオフ状態と仮想空間 cluster 上における議論の比較結果についてまとめる。特に、アバターを介した非言語情報の伝達や仮想空間の特徴によって、議論のしやすさにどのような影響があるのかを考察する。

まず、議論中の反応回数から、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。カメラオフ議論と仮想空間上での議論における反応回数の集計結果を表3に示す。

表3 反応回数（発言＋リアクション）の比較

条件	グループB	グループD
カメラオフ	105回	120回
仮想空間	121回	100回
仮想空間/オフ	115.2%	83.3%

表3より、グループ毎に反応回数を比較すると、グループBは115.2%、グループDは83.3%の割合となり、グループによって増減が異なる結果となった。結果が分かれた理由の1つとしてリアクション機能の使用数の違いが考えられる。グループBはカメラオフ議論の時に1回、仮想空間の時に77回リアクション機能を使用していたが、グループDはカメラオフの議論の時には使用せず、仮想空間の時に12回使用したという結果であり、リアクション機能の使用の差が大きかった。

実験後アンケート・インタビューの回答について、以下考察する。

(1) 発言のしやすさ

アンケートデータを符号検定にかけた結果、条件間に有意な差が認められた(両側検定： $p=0.031$)。8人中6人が仮想空間での議論の方が発言のしやすさの評価が

高かった。その理由として、「アバターに話しかけるように話すことができるので、カメラオフの議論より相手を意識して話すことが出来た」、「人に向かって話すという感覚がある」、「アバターに見られていることで話を聞いてもらっている感じがする」といった、アバターに関する意見が多く上げられた。アバターが空間内にいることによって、カメラオフの議論と比べて、聞き手の存在感を認識しやすくなり、それが話しやすさにつながっていることと考えられる。カメラオンのときのようなリアルな表情やしぐさはわからなくても、アバターが自分の方を向いているという動作だけで、話しやすさは変化するようだ。

(2) 議論への積極性

アンケートデータを符号検定にかけた結果、条件間に有意な差が認められた(両側検定： $p=0.031$)。8人中6人が仮想空間での議論の方が積極性の評価が高かった。カメラオンの方が積極的に議論に参加できた理由として、「アバターの使用やリアクション機能によって、SNS cluster では少しくだけた雰囲気で話を進めることができる」、「少しカジュアルな雰囲気で会議できた」、「アバターを使っていることのワクワク感があつた」など、仮想空間という普段使用することがない空間での議論に楽しさを感じ、議論に積極的になったという意見が多く得られた。またカメラオフの議論よりも「リアクションを使用しようという意識があつた」、「気軽に参加できた」といった意見もあり、議論へ参加することの気楽さや楽しさなども影響を及ぼしていることが示唆された。

(3) 他者の発言意図が十分に理解できたか

アンケートデータを符号検定にかけた結果、条件間に有意な差が認められなかった($p=0.688$)。この結果から、カメラオフと仮想空間の比較においても、非言語情報の有無は、他者の発言意図に対する理解度に影響を及ぼしていないと考えられる。

(4) 議論の充実度

アンケートデータを符号検定にかけた結果、条件間の差に有意傾向が見られた(両側検定： $p=0.063$)。カメラオフの議論では「全員が平等に話せていたから充実していたと思う」という意見があり、仮想空間の議論では「意見を聞いた時にレスポンスがはやかった」、「議論に参加する回数が増えた感じがしたから充実していた」があつた。その一方で、「議論の内容が深くまで話せたかはわからない」という意見もあつた。

これらのことから、議論に全員が参加できていたり反応の回数が増えていたりしたことで、議論の充実を感じた参加者と議論の内容の深さで充実度の変化を感じなかった参加者がいたことが分かった。

(5) 参加者との心理的距離感

アンケートデータを符号検定にかけた結果、条件間に有意な差が認められた(両側検定： $p=0.016$)。

仮想空間の方が参加者との距離が近く感じた理由として、「リアクション機能がわかりやすく親近感がある」、「顔は見えていないけれど相手の存在を近くに感じた」、「立体感があることで相手の居場所を把握でき、距離を近くに感じる事ができた」という回答が得ら

れた。カメラオンのように現実の表情や反応が見えない状態でも、リアクション機能の使用やアバター同士の距離感といった非言語情報の伝達によって距離感は近く感じるようだ。これらのことから、非言語情報や空間的な広がりがあることで参加者同士の距離感は近くなることが分かった。

(6) 議論への集中度

アンケートデータを符号検定にかけた結果、条件間に有意な差が認められなかった($p=0.219$)。

仮想空間の方が集中できた理由としては、「アプリの操作にのめりこんでいた」、「議論中の参加者とのコミュニケーションに集中した」といった意見があげられた。これらは、リアクション機能の使用やアバターの向きを変えるとといった、参加者とのコミュニケーションをとるための操作に集中していたということを意味している。そのため、参加者は非言語情報を伝達することができる仮想空間の方が集中できていたと言えよう。しかしながら、これらの操作を意識するために、議論内容への集中度が下がってしまったという参加者も見られた。インタビューにおいても「議論の内容が深まったかは分からない」という意見があったのは、議論内容に対する集中度が下がっていたことが関連していると考えられる。

(7) メリットとデメリットに関する意見

・顔をみせないことによるリラックス感

カメラオフ・仮想空間での議論のメリットとして、「(顔を)見られていないことでリラックスして参加できる」、「顔が出てないから恥ずかしくない」、「相手の表情や自分がどう見られているかなど、視覚情報を気にせず気軽に話せる」といった意見があげられた。顔を見られることが苦手な人にとって、顔をみせない議論はリラックスできるようだ。また、「カメラオンだったら顔を上げて話さないと説得力が生まれませんが、カメラオフならノートを見ながら話しても(相手には)分からない」、「ほかのウィンドウを見ているもそっぽを向いていると思われぬ」といった、議論中の視線に関する意見もあげられた。

・非言語情報とリアクション機能の使用

カメラオフの議論に対して、非言語情報がないことによって議論中に不安を感じるという意見があげられた。仮想空間の議論に対しては「リアクションが大きいのでわかりやすい」、「リアクション機能は存在感があって会話の区切りになり、聞いてくれている感がある」などリアクション機能を使用した非言語情報の伝達についての意見があった。Zoomのリアクション機能は存在感が小さく、リアクションされても気づきにくいことがあるが、clusterのリアクション機能は音が鳴る機能がついていたり、アバターの頭上に大きく表示されたりすることからよく使用されていた。

・仮想空間の広がり

仮想空間で議論することで、ビデオ会議システム上の議論とは大きく異なる点が3つあげられた。1つ目は音の立体感である。「イヤホンの左右で聞こえる音が異なることで、参加者が同時に話しても聞きやすかった」、「アバターのいる方向から声が聞こえて、参加者がそ

こにいる感覚があった」という意見があった。ビデオ会議システムでは、同時に発言をすると聞き取りにくく、カメラオフの状態ではだれが話しているのかが分かりにくい状態にあるため、音が立体的に聞こえることで議論のしにくさが改善されると考えた。

2つ目は仮想空間内の雰囲気である。「周囲の背景やアバターが可愛いのでリラックスできた」、「ゲームのような感覚があった」、「おしゃべりしているような楽しい雰囲気」といった仮想空間ならではの柔らかい空気感を感じた参加者が多かった。これらが議論の積極性につながった参加者も多く、仮想空間ならではの特徴だと考える。

3つ目は臨場感である。アバターが隣にいることや非言語情報が伝達されることで、「話し合っている感じがした」、「人と実際に話しているように感じられる」など、よりリアル空間に近い感覚で議論ができていたようだ。このような仮想空間の広がりや、議論に大きな影響を及ぼしていると言えよう。

・慣れない環境で議論することの難しさ

仮想空間で議論することのデメリットとして、情報環境に関する問題点があげられていた。「パソコンに負荷がかかってトラブルが発生する」、「不具合が起りやすいため、実用性を考えるとZoomの方が使いやすい」、「慣れないと操作が難しい」など、慣れない環境で議論することの難しさや、通信やパソコンのスペックによって議論がスムーズに行われぬ可能性があることに対する指摘である。

4. おわりに

本研究では、オンライン議論中のカメラオン/カメラオフや、仮想空間内でのアバターを介した非言語情報要素によって、発言のしやすさ、議論への積極性、参加者との距離感、議論への集中度という点で、正負両面の影響が生じていることが明らかとなった。加えて、仮想空間内での雰囲気や音の立体感などの特徴も議論やコミュニケーションのしやすさにつながっていることが分かった。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(2021年12月1日閲覧)
- (2) 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_kouhou01-000004520_1.pdf(2021年12月1日閲覧)
- (3) 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", デジタルハリウッド大学研究紀 DHU JOURNAL, Vol.07, p.78-81 (2020)
- (4) マジョリー・F・ヴァーガス[石丸正(訳)]: "非言語コミュニケーション", 新潮社(1987)

(2021年12月5日 受付)

(2022年1月11日 採録)

参加者が集い、活動を可視化するためのコミュニケーション場 - Slack を用いたバーチャルクラス空間の構築 -

Creating a communication field for participants to gather and visualize their activities

近藤 雪絵*1

Email: kondoyu@fc.ritsumei.ac.jp

*1: 立命館大学 薬学部

抄録

本稿では A 大学で 2021 年度前期に開講された「ビジネス英語 I」において、オンラインでの同時双方向型授業を行うにあたり、コミュニケーション場をいかに構築したかを報告する。Slack を授業の連絡、授業内アクティビティ、議事録、課題等と関連付けて利用した結果、参加者が集い、ディスカッションを行う場が生み出され、さらに授業の活動を整理した状態で可視化することが可能となった。活動の記録を一元化し、さらなるコミュニケーションを生み出すことは、オンライン授業にのみならず、対面授業やハイブリッド型授業においても有効であり、ポストコロナにおいて授業を全て対面で行うようになっても継続して探求すべき点であると言える。

◎Key Words コミュニケーション場, クラス空間, Slack, Zoom, オンライン授業

1. はじめに

COVID-19 の感染拡大に伴いオンライン授業を余儀なくされた 2020 年を経て、2021 年度の授業形態はオンライン・同時双方向型、オンライン・オンデマンド型、対面型、対面・オンラインのハイブリッド型など、選択肢が多岐に渡った。また、時時刻刻と変わる状況の中、予定していた授業形態の変更を迫られる例も見られた。本報告の実践を行った A 大学では、2021 年度の 4 月末の段階で、全ての講義科目がオンライン授業（オンデマンドまたはオンライン同時双方向型）に切り替えられた。また、6 月末からは対面の講義が再開されたが、時間を短縮すること、時限や受講人数によっては対面授業を行わない等の方針が打ち出され、同大学内でも授業により形態が異なる事例が見られた。このような混乱の中、授業の中でコミュニケーションを行いながら信頼を構築し、協同学習を行うことで自己を成長させることを期待する科目では、学生が集いコミュニケーションを行うクラス空間を保つことが重要となる。Zoom 等のオンライン会議ツールを用いたライブ配信を行えば、学生間のコミュニケーションやフィードバックの時間を確保することが可能となるが、オンライン同時双方向型授業は必ずしもライブ配信にとどまるものではない。谷口 (2021) は「コミュニケーション場」を「自律的なコミュニケーション主体である人々が何らかの集まり、議論、討議、話し合いを行う場」(p.3) ①と定義しているが、教室という学生同士がつながる空間が利用できない状況において、そのコミュニケーション場をどこにどのように創り出すかは重要である。本稿では、A 大学で 2021 年度前期に開講された「ビジネス英語 I」においてオンラインでの同時双方向型授業を行うにあたり、授業の参加者が集い、コミュニケーションや議論を行い、さらにそれらの活動を可視化するためのコミュニケーション場をいかに構築したかを報告し、ポストコロナにおける新たな授業形態に対応するため

の提案を行う。

2. ビジネス英語 I (Advanced self-promotion) : 2021 年度の到達目標と実施状況

ビジネス英語 I は Advanced self-promotion と副題が定められ、グローバルな視点での発信を見据え、セルフ・プロモーションを行う力や関心領域における自身の知見を英語で発信する力を養う 3 年生向けの選択科目であった。表 1 にシラバスに記載された到達目標を記す。

表 1 ビジネス英語 I 到達目標

1.	専門分野のプロフェッショナルに向けて英語で口頭でのセルフプロモーションが行える。
2.	英語のレジュメ (CV) を作成することができる。
3.	専門領域の知見や研究成果を英語で発信できる。

2021 年度のビジネス英語 I は授業の全てをオンライン同時双方向型で行った。表 2 に授業計画を示す。受講生は 12 名で、担当教員は英語教員 1 名 (本稿の執筆者) であった。

表 2 ビジネス英語 I 授業計画

週	テーマ
第 1 週	オリエンテーション
第 2 週	関心領域での発信
第 3 週	自分の経歴やスキルの振り返り
第 4 週	自分の経歴やスキルのまとめ
第 5 週	英語の 30 秒アピール: 方法
第 6 週	英語の 30 秒アピール: 実践
第 7 週	英語の CV 作成: 方法
第 8 週	英語の CV 作成: 実践
第 9 週	インタビュー: 方法

第10週	インタビュー：実践
第11週	成果の発信：方法
第12週	成果の発信：実践（前半）
第13週	成果の発信：実践（後半）
第14週	成果の発信：フィードバック
第15週	総括：まとめと振り返り

3. 授業の構成とツールの活用

1回の授業は、主にビジネス・チャット・ツールである Slack 上でディスカッションを行う Activity Time と、Zoom 上でワークショップ、発表、ディスカッションを行う Zoom Time で構成された。

3.1 Slack（ビジネス・チャット・ツール）

本実践では Slack を学生が集い、コミュニケーション、ディスカッションを行い、授業内の活動を可視化するコミュニケーション場と位置づけた。学生は学期開始時に教員が設定した専用のワークスペースに参加した。その後、教員は毎週授業用のチャンネルを作成し、授業の事前に授業計画と指示を投稿した。

授業前半の30分を Slack 上での Activity Time とした。学生は授業時間になるとその授業回のチャンネルに挨拶を投稿し、リアルタイムでの参加を他者に示した上で、事前に投稿された計画と指示に従い活動を行った。活動は最初の数週間は教員から指示や質問を書き込み、学生がそれに回答を行うことを中心としたが、週が進み慣れて来た時点で学生同士がトピックを投稿し、ディスカッションを行うようになった。典型的な投稿例としては、リーダー役の学生と教員がそれぞれ3つのトピックを投稿し、他の学生は各トピックに1回以上の投稿を行った。ディスカッションの活性化を図るため、他者の投稿を読んだ際にリアクションあるいは返信を行うことを推奨した。

Activity Time が終わると Zoom にコミュニケーションの場を移動し、Zoom Time の終了後には、教員が Slack 上にその週の課題に関する指示を投稿した。これもち、その日の授業は終了するが、学生は授業や課題に関する質問が生じれば、授業外の時間にも適宜 Slack のチャンネルに投稿を行った。

3.2 Zoom（オンライン会議ツール）

授業中盤から後半を Zoom Time とし、Activity Time のディスカッションに基づいたレビューや、表2に記載した「英語の30秒アピール」や「英語のCVの作成」といった実践的なワークショップを行った。Zoom Time 中のメモ等は Zoom のチャットではなく Slack のチャンネルに教員または学生が投稿することで、授業の記録を一元管理した。

3.3 学内LMS（コース・ツール）

授業の連絡や活動の記録は基本的に Slack 上で行ったが、これは大学が提供するツールではなかったため、情報は学内LMSにも掲載した。また、学生は正式な課題の提出を学内LMS上で行った。

4. 授業第15週終了後のアンケート結果

Slack と Zoom を組み合わせたクラス設計に対する学生の意識を調査するため、第15週目の授業後にアンケートを実施した。回答は Google フォームを用いて匿名で収集され、学生8名が回答した。

4.1 授業のオンライン実施の効果

「この授業をオンラインで受講することは効果的だと思いませんか？」に対して学生は5段階（5が最高、1が最低）で評価した。6名が「5. とても効果的であった」、2名が「4. どちらかと言えば効果的であった」と評価した。

4.2 授業の構成（Activity Time と Zoom Time）の効果

「この授業の Activity Time と Zoom Time に分けた構成は効果的だと思いませんか？」に対して、学生は「全て Activity Time の方が効果的だろう」「Activity Time と Zoom Time の組み合わせが効果的だった」「全て Zoom Time の方が効果的だろう」の3つから選択した。8名全員が「Activity Time と Zoom Time の組み合わせが効果的だった」と回答した。

4.3 Activity と Zoom の時間の割合の効果

「この授業は主に Activity Time と Zoom Time に分かれていました。毎回多少の時間の前後はありましたが、最初の30分が Activity Time である授業を想定し、その配分はどのように感じましたか？」に学生は5段階（5が最高、1が最低）で評価した。8名全員が「5. 配分はちょうど良かった」と評価した。

4.4 Slack の利用の効果

「この授業の Activity Time で Slack を用いることは効果的でしたか？それとも学内LMS等を使用したいと思いませんか？」に対して、学生は「Slack は効果的であった」「学内LMS/Microsoft Teams/LINE を使いたかった」という選択肢から回答した。8名全員が「Slack は効果的であった」と評価した。

4.5 Slack の利用がなぜ効果的だと感じたか

「この授業の Activity Time で Slack を用いることは効果的でしたか？」に「効果的であった」と回答した理由を、学生は自由に記述した。その結果を機能ごとに表3まとめる。

表3 Slack の利用が効果的だと感じた理由

機能	回答のまとめ *括弧内の数字は回答数を示す。
返信・リアクション	返信・リアクションを送れる (4) スタンプでリアクションできる (2) すぐに返信できる (1) 投稿にスレッドで返信できる(1) 投稿が返信で埋もれない (1)
チャンネル	常に誰が入っているのかを確認することができる (1)

その他	授業回毎にチャンネルがあるので、見返しやすい (1) ビジネスでよく使われる (1) 今後役立つ (1) 活動的なツール (1)
-----	---

4.6 授業を受講して良かった点

「この授業を受講して、特に良かった点を教えて下さい」に対する回答から、授業の内容ではなく特に Slack と Zoom の活用に関わる回答のみを抜粋し、表 4 にまとめる。

表 4 授業を受講して良かった点

1. ZOOM は双方向であっても授業を受けている実感が湧かないことが多いのですが、先生が一人一人にともしっかりコミュニケーションを取ってくれたので、授業に参加している様な感覚でした。
2. パソコンを使った能力を高めることができた。
3. Slack やビジネスで使用されるアプリなど、新しい形態になれることができた。

4.7 授業を受講して改善すべきだと思った点

「この授業を受講して、特に改善すべきだと思った点を教えてください」に対する回答から、授業の内容ではなく特に Slack と Zoom の活用に関わる回答のみを抜粋し、表 5 にまとめる。

表 5 授業を受講して改善すべきだと思った点

1. Activity Time が足りない時にも対応していただいたのがすごくやり易かったです。
2. Activity Time をもう少し長くしてほしいです。

5. 考察

アンケート結果から、学生はこの授業をオンラインで受講すること、1 回の授業が Activity Time と Zoom Time で構成されていること、Activity Time を 30 分 (全体の 3 分の 1) とすること、Slack を利用することをポジティブに評価したことがわかった。Slack については投稿や返信が即座に行え、またそれにリアクションを送れることが好評であった。実際、図 1 に見られるように、学生は互いの投稿に様々なリアクションスタンプが送り合い、これが学生にとっては嬉しいリアクションであったと考えられる。



図 1 Slack でのスタンプによるリアクション

投稿に新たな投稿として返信するのではなく、スレッド形式で返信できる点も好評であった。図 2 に見られるように、あるトピックや問いに対する返信がスレッド可されることで、重要な投稿が他の投稿の中に埋もれることなく、整理された状態で記録された。また、情報は Activity Time の活動だけでなく、授業計画、Zoom Time のメモ、課題の提示等が授業毎にチャンネル毎にまとめられたため、学生・教員の双方にとって、毎回の授業の活動が可視化され、見直しに有益であったと考えられる。



図 2 Slack でのスレッド方式による返信

Activity Time と Zoom Time の時間配分については、アンケートでは全員がちょうど良い時間配分であると回答したが、改善点に関する自由記述の中に Activity Time をもう少し長くしてほしいとの意見があった。実際、Activity Time を 30 分と設定していても、授業中の進行を見て延長をすることが何度かあった。Activity Time はテキストによるディスカッションがメインであったが、30 分以上この活動を行うことを学生は有益だと捉えたと考えられる。

Slack の活用に対するその他の意見として「ビジネスで使われる」「今後役立つ」があり、Slack を授業のためだけのものではなく、今後も発展的に活用できるものだとして捉えていることがわかった。この点は学内 LMS と大きく異なる点である。学内 LMS は学生の間だけ利用する、大学から提供されたツールであるが、学生の学びが科目を履修した後に発展することは望ましく、学生が今後も自ら利用していけるツールを活用することは履修後の学びの継続に有益であろう。

Slack の活用に対する「誰が入っているかを確認することができる」という意見はアクティブなコミュニケーションを行う場創りという点において重要な観点であり、Slack が「コミュニケーション場」「クラス空間」として機能していたことを示唆する。Zoom もそのような空間・場として機能しうるが、Zoom を誰かが開始しない限りはその空間でコミュニケーションを行うことはできない。一方で Slack の場合、学生自身がいつでも

訪れ、投稿を行ったり、授業の記録を参照したりすることが可能である。Zoom のチャットはセッション終了後にはリセットされるが、Slack のチャットは削除しない限りはいつでも参照することが可能である。学内 LMS においても、授業の記録を残すことは可能であるが、そこにコミュニケーションを発生させることは容易ではない。Slack 等のビジネス・チャットをクラスの活動と組み合わせて用いることは、参加者が集い、活動を可視化した上で、コミュニケーションを促す場を創り出すことを可能とする。

6. まとめ

「ビジネス英語 I」は全 15 回の授業を全てオンライン同時双方向型で行い、各授業回に対して Slack のワークスペースを構築した。また、授業毎に Slack のチャンネルを作成し、その中に今回授業計画の連絡、授業活動としてのディスカッション、Zoom Time の議事録、課題の連絡を行った。参加者が集い、活動を可視化するためのコミュニケーション場を構築するためには、どのツールを活用するかということだけではなく、コミュニケーションが行われるクラス空間やコミュニケーションのスタイルをどのように設計するかが重要なポイントとなる。活動の記録を一元化し、さらなるコミュニケーションを生み出すことは、オンライン授業にのみならず、対面授業やハイブリッド型授業においても有効であり、ポストコロナにおいて授業を全て対面で行うようになって、継続して探求すべき点であると言えよう。

参考文献

- (1) 谷口忠大, 石川竜一郎 編: “コミュニケーション場のメカニズム”, 慶應義塾大学出版会 (2021) .

(2021 年 12 月 5 日 受付)

(2022 年 1 月 12 日 採録)

海外留学に代わる国際共修活動の実践とその評価

- ユーザーエクスペリエンス調査に基づく定量的な満足度分析の試み -

Alternative Intercultural Activities during the COVID-19 Pandemic without Going Abroad: A Pilot Study of Satisfaction Survey Based on User Experience Research

小野 真嗣^{*1,2}・曾我 聡起^{*2}
Email: onomasa@mmm.muroran-it.ac.jp

*1: 室蘭工業大学 大学院工学研究科
*2: 公立千歳科学技術大学 大学院理工学研究科

抄録

本稿では、海外留学が叶わないコロナ禍において、日本国内、とりわけ学生の日常的な生活基盤となる自大学周辺における留学疑似体験としての「地域内留学」について実践事例を報告する。コロナ禍 1 年目の昨年度に普及した Zoom によるオンライン国際交流に加え、コロナ禍 2 年目では代替活動も多様化し、対人交流の必要性から感染対策を講じた上でのオンサイト国際共修を実施した。その活動の様子を収録して編集した動画を YouTube に保存し、非同期によるコミュニケーションの創出も試みた。一方、Oculus Quest 2 を用いた仮想空間上の対面交流 (VR 英会話) も試行実践を始めた。これらの活動について、参加学生に対し、ユーザーエクスペリエンス調査に基づく定量的な満足度分析を行った。結果として、日本国外への海外渡航と比較し、本来の留学とは活動内容は異なるものの、在籍外国人留学生の活用による国際共修や学術協定校とのオンライン交流を通じた交際交流は、学生に一定の満足度を与えていることが確認された。

◎Key Words 地域内留学, オンライン交流, 外国人留学生, 満足度, 仮想空間 (VR)

1. はじめに

コロナ禍 2 年目に入り、大学等が主催する引率付きの国外渡航型の海外研修が完全に断たれた状態の中で、海外大学とのオンライン交流により協定関係を維持しつつ、学生個々の対面性のある国際活動を担保するため、筆頭著者は不要不急の外出制限に抵触しないよう、居住する地域圏内で完結するオンサイト地域内留学を創出した。本稿ではその試行実践を報告する。

オンライン交流の形態として、同期接続では Zoom を、非同期接続では YouTube を、そしてオンライン上の対面性確保のため仮想空間上の対面交流では VR 機器 (Oculus Quest 2) を使用した。これら一連のオンラインおよびオンサイトの併用による海外留学に代わる暫定的な活動に対する評価として、参加学生の満足度について測定を行った。ユーザーエクスペリエンス調査 (UX 調査) に基づいたシステムユーザビリティスケール (SUS) 測定を準用し、考察結果を述べることにする。

2. 社会情勢と先行研究

2.1 コロナ禍による影響

2020 年度初頭より世界的に新型コロナウイルス感染が蔓延したことに伴い、学校や企業の活動のみならず、市民生活においても外出自粛が求められることが常態化した。移動も不要不急の場合を除き、大都市圏との往来にも自粛要請が加えられ、海外への出国についても外務省による感染症危険性レベルの 2 や 3 の発令により、渡航そのものもほぼ不可能となった。

2021 年 6 月に入って、文部科学省や日本学生支援機構 (JASSO) より、上述の感染症危険性レベルが 2 や 3 の

場合でも奨学金支給が一部再開され、長期の海外渡航に限って容認されつつある状況となったが、依然としてコロナ禍以前のような自由な海外との往来は不可能であり、留学を希望する者の大多数は海外渡航を諦めざるを得ない過酷な状況に置かれている。

一方、コロナ禍 2 年目ともなれば、大学をはじめ教育機関における従来の「海外研修」も様態を変えつつ多様な代替活動を展開し始めている。現在、自宅留学とも言えるオンライン機器の活用を通じた COIL 型教育が隆盛を見せており、インターネット環境を介してパソコン画面から Zoom 等を利用し、直接海外の人々との対話が可能となった。一見、海外渡航に置き換わる要素を持ちうるこのオンライン国際交流には、取組への入りやすさがあり、コストも抑えられることから急速に普及する雰囲気も当初は感じられた。しかし、パソコン越しの対話は海外研修にとって代わるものとはならない側面も経験的に得られてきたことから、現在においても完全に置き換えるには至っていない。背景には、ハンズオンの実体験型研修のニーズがより一層強く求められていることがある。

2.2 留学プログラムの評価と改善の動き

昨今、海外留学のプログラムや学習活動面において客観的評価が求められるつつある。西谷(2019)は BEVI-j を考案し、留学プログラムの質保証やそのプログラムを通じた学習効果の客観的測定について説いている。これは 185 もの質問項目に渡って、4 段階尺度による定量評価と、記述式質問による定性評価から構成されている。同じ人間が同じ留学を複数回行うことはほぼ考えられず、個人の成長やプログラムの改善を測定する

点は容易ではない。実施時期や対象者が異なる条件下で同事業の留学プログラムを、提供内容や学習効果の面から質的量的に測定できる BEVI は非常に有用であるが、一方で、費用や回答作業といった学生側負担の他、それを実施する教員側負担などの多様に懸念される点も残されており、実際のところは BEVI の急速な普及はまだ見られない。

しかしながら、各質問項目については、後述の人間中心設計(HCD)によるユーザーエクスペリエンス(UX)調査にも類似する部分も見られる。負担が軽減される新たな簡易型の評価測定法は必要性が高く、BEVIはその基本設計として参考になる。

2.3 留学プログラムの参加学生の満足度測定

黒須(2010)は、学習経験(LX)と学生満足度の測定において、ユーザーエクスペリエンス(UX)の概念に基づいて行う点を論じている。機器やシステム的设计における HCD の枠組みは、教育におけるインストラクショナルデザイン(ID)の枠組みと類似していると述べており、使いやすさ、有用さ、使い勝手、可用性、使用性、便利さといった多様な表現をユーザビリティという表現に統一して論じている。UX 調査におけるユーザビリティとは JISZ8521 の定義に従うと有効さ(effectiveness)、効率率(eficiency)、満足度(satisfaction)の3点となり、UX 調査を教育分野へ応用し、学生の学習経験と学生満足度の測定について黒須は示唆を与えている。具体的には、構成員(対象学生)の10%あるいは10人以上の人達に対する質問紙調査により、全体的メリット、システム配備のやり方、技術的な特徴、業務支援のあり方、コミュニケーション支援などについて、定量的・定性的に測り、学生の満足度を求める意義を論じている。

定量的な UX 調査として、その一つにシステムユーザビリティスケール(SUS)がある。Boag(2019)は、ユーザーに対し一連の質問を投げかけ、それに同意するかを問う単純なアンケートとして構成され、肯定的質問と否定的質問を交互に繰り返し、尺度1の strongly disagree(強く同意しない)から尺度5の strongly agree(強く同意する)に定め、10個の質問項目を通じ、最終的に100点を基準とした最終スコアを得る方法と述べている。肯定的質問は得られた数値から1を減じ、否定的質問には基準値5より得られた数値を減じて求め、総数に2.5を乗じて SUS の数値を得て、68を基準にユーザビリティの良し悪しを定量的に測定できると述べている。

本稿では BEVI を参考に、SUS による定量的測定により、留学プログラムを1つのパッケージ化されたシステムと捉えて、学生の満足度調査を試みる。分析結果は後節で述べる。

3. コンピュータ利用の海外留学代替活動

本節では、コロナ禍における海外留学の代替として暫定的に実施した、在籍外国人留学生や海外協定校との国際共修活動について、実践例を述べる。

3.1 Zoomによる海外協定校とのオンライン国際交流

コロナ前の夏季休業および春季休業中に定期的に渡航していたオーストラリアのロイヤルメルボルン工科大学(RMIT)やモンゴルの工業技術大学(IET)への対面研修をオンラインに載せ替えて実施している。総時数としては表1に示す通り、およそ1260分、つまり21時間分のオンライン交流時間を確保して実施した。

交流内容としては、RMIT との交流では、正課の日本語授業へ訪問し、TAとして日本語の語学支援員の役割を担って対話相手を務めたり、新語を用いたビンゴゲームなど言語アクティビティの相手役を担う形が中心である。IET との交流では、課外活動の中で行われており、自由なトークテーマを設定した上で、将来の留学や就職、海外勤務などについて、日英語を駆使して対話を通じて行われた。いずれもブレイクアウトルームを用いて少人数化し、発言機会の確保に配慮した。図1と2は各オンライン交流の様子を示したものである。

表1 海外協定校との交流実施日と時間

大学	時期	実施日	時間	人数
RMIT	1期	5/17, 5/18, 5/19	45分 x 10回	16人
RMIT	2期	10/11, 10/12, 10/13	45分 x 8回	19人
IET	前期	5/13, 5/20, 6/10, 6/24, 7/8	90分/回	17人



図1 RMIT との交流の様子



図2 IET との交流の様子

3.2 オンライン地域内留学の実践と記録映像のYouTube共有

渡航を伴う海外研修は、出国から帰国に至るまで、継続的な外国文化への漬け込み状態があり、その移動だけでも十分な異文化接触といった見返りがあるものの、地域内代替活動ではそれが担保できないことは明らかである。また、事前研修についてはオンラインで代用しつつも、地域内留学の相手先訪問が実現されるまでは、

各遠隔接続が散発的・局所的に行われ、交流接触は一時的であり、総時数としての確保があっても小時間の接触機会の蓄積でしかないことは否めない。一方で、本学内でも新型コロナウイルス感染予防の厳しい制約もあり、学生間同士でも自由な接触が困難であり、日常的に一定の活動を伴うオンライン接触の可能性についても検討する必要があった。

そこで、コロナ禍のニューノーマルな国際交流として YouTube による自作動画の共有化に活路を求め、相互批評を通じた非同期型の新たなオンラインコミュニケーションを実践した。本学内における日本人学生と外国人留学生の交流機会の創出と、その交流について動画撮影を試み、必要な編集を施した上で、オンライン上でコミュニケーションを創出する工夫を行った。地域内ではあるが、大人数での接触はできないため、規模を最小限とし、大規模交流はオンラインで行うという住み分けを意図して実施したものである。表 2 はその動画撮影による地域内国際交流についてまとめたものであり、表 3 と 4 は、その動画の一部を示したものである。

表 2 動画撮影に向けた対面活動実施日と時間帯

活動場所	時期	実施日・時間帯	映像時間
市内観光地	1期	8/12 13:00-17:00	2分20秒
大学構内	2期	8/27 13:00-17:00	13分53秒
大学近郊	3期	9/15 07:30-19:30	未制作
		9/16 08:30-19:30	未制作
市外遠方	4期	10/16 07:00-20:30	未制作
		10/17 08:30-15:30	未制作

参加人員：日本人学生4名、外国人留学生3名



図 3 市内観光地における留学生との散策動画



図 4 本学研究施設における留学生との対談動画

3.3 VR 機器を用いたバーチャル留学の試行

コロナ禍となり従前の教室における言語活動や海外留学に代わり、Zoom によるオンライン国際交流活動に加え、YouTube を用いたオンサイト地域内交流の活動動画の共有など、ソーシャルディスタンスを保った活動を述べたが、これらの他、バーチャルリアリティ(VR)による仮想空間上のコミュニケーション活動についても試行的に実施した。海外留学の穴埋め的な活動であるが、VR 機器を用いた仮想空間上の英会話(以下、VR 英会話)について紹介する。VR 英会話は現状では機器への習熟の課題もあり、自己紹介などの会話に絞られており、今後のテーマ設定が期待される。

VR 英会話の試行実践環境は表 3 にまとめ、図 5、6 により VR 環境内のバーチャル交流の様子を示す。

表 3 VR 英会話の試行実践環境

使用機材	Oculus Quest 2 (アプリ: bigscreen)
使用教室	本学国際交流センターN202 室
本学関係者	3名(内、外国人留学生2名)
接続関係者	国内日本人学生複数名(private room) 不特定外国人複数名(public room)
実施時期	5月(1回)、11月(6回:週3回定期開催)



図 5 VR 英会話の試行実践中の様子(教室内)



図 6 VR 環境内の交流の様子

VR 英会話に用いた機材は Facebook が提供する Oculus Quest2 であり、その機材に bigscreen というアプリをインストールして実施した。ヘッドセットを頭部に付け、両手にコントローラを持ち、仮想空間内で自身のアバターを動かして活動する。自画像を撮影する selfie の他、自由に描けるペン類、映画鑑賞用のポップコーンとドリンクなど、仮想空間上のアイテムも充実している。図 5 は操作している様子を示し、図 6 はその空間内での活動として自画像を撮影している様子である。

4. ユーザーエクスペリエンス調査に基づく満足度分析の試み

ユーザーエクスペリエンス(UX)は、サービスを使う前、使っている時、使った後に起きるユーザーの知覚や反応のことであり、その点について調査することを指す。本節ではUX調査として、プログラム参加者をユーザーとして捉え、また活動プログラムをシステムとして捉えた上で、前節までに紹介した疑似留学体験のオンライン地域内留学の活動に対し、その満足度調査を試みた。VR英会話は活動早初期であり、本稿では評価対象から除外し、活動例紹介に留めた。2.3節で述べたSUSによる質問形式と各評価項目、およびそれに対する回答者からの平均点をその項目の得点(スコア)とし、表4,5,6に示す。

表4 オンライン対面活動への評価(5段階尺度)

質問項目	分類	得点
1.このオンライン地域内留学プログラムは後輩にも勧めたいと思う	肯定	4.5
2.地域内留学プログラムは「留学」として考えれば無意味だった	否定	1.5
3.地域内留学プログラムは参加しやすいと感じた	肯定	4.5
4.この地域内留学プログラムで学修活動を行うには、英語話者のサポートが必要だと思う	否定	4.0
5.この地域内留学プログラムのさまざまな活動は上手く凝縮されまとまっていると思う	肯定	4.5
6.この地域内留学プログラムには本来の趣旨との矛盾がとて多と感じた	否定	2.0
7.この地域内留学プログラムはほとんどの人が良い異文化交流体験を行えるようになる活動だと思う	肯定	4.5
8.この地域内留学プログラムに参加するがとて面倒だと感じた	否定	1.2
9.自信を持って地域内留学プログラムに臨み外国語コミュニケーションを図ることができるようになった	肯定	4.2
10.この地域内留学プログラムをさらに充実感ある参加とするためには事前に十分な英語力が必要だと思う	否定	3.0

表4のオンライン対面活動に対する評価について述べる。2.5節で示したように、100点法により算出したスコアは75.00となり、SUSの一般的な平均値とされる68を上回る結果となった。Boag(2019)にもある通り、スコア80を超えると非常に優れているシステムであると言われる中、今回の参加学生よりスコア75を得られたことは満足度高かったと言える。一方、表5のYouTubeを用いた動画共有による非同期型の活動においては、最終スコアが67.25となり、SUSの一般的な平均値を若干下回るものの、一定の満足度が得られたと言える。

表5 YouTubeを通じた非同期活動への評価(5段階尺度)

質問項目	分類	得点
1.このYouTubeを介した非同期型オンラインプログラムは後輩にも視聴を促したいと思う	肯定	3.8
2.非同期型オンラインプログラムは間接的なコミュニケーション活動の創出として考えれば無意味だと思う	否定	1.5
3.非同期型オンラインプログラムの視聴者側は参加しやすいと感じる	肯定	4.2
4.非同期型オンラインプログラムでの対面活動や動画作成の過程では、英語話者や動画作成のサポートが必要だと思う	否定	4.0
5.非同期型オンラインプログラムの一連の活動は上手く凝縮されまとまっていると思う	肯定	4.0
6.非同期型オンラインプログラムには本来の趣旨との矛盾がとて多と感じた	否定	2.5
7.非同期型オンラインプログラムは参加体験者として、良い異文化交流体験を行えるようになる活動だと思う	肯定	4.2
8.非同期型オンラインプログラムに参加したがとて面倒だと感じた	否定	1.5
9.非同期型オンラインプログラムの動画を視聴すると、その後異文化交流を図るきっかけになると思う	肯定	4.2
10.非同期型オンラインプログラムをさらに充実感ある参加とするためには事前に十分なコミュニケーション力が必要だと思う	否定	4.0

個別に見ると、海外留学への参加学生の傾向と同様に、今回のオンライン地域内留学に参加した学生も、もともと有する英語力に対して自信がなく、自身の学習の必要性や他からサポートを求める姿勢が表4の項目4より判断できる。海外留学の中でも語学留学を目指す者は、英語力の上達が主たる目的であるので、その点が突出した結果となるのは致し方ないと思われる。一方、YouTubeによる非同期的なコミュニケーション創出については、68を若干下回ったため、改善が必要であると判断できる。特に表5の項目6で、本来の活動趣旨との矛盾について他の否定的質問に比べてスコアが高めである点から判断できる。留学本来の留学そのものが対面性に基ついた活動であり、ソーシャルディスタンスという社会事情があるにせよ、YouTubeのような非同期性の時間がずれることとなるコミュニケーションには、それほど満足度が得られている訳ではないと解釈でき、項目1の後輩への視聴を促す点について、肯定的質問でも他と比べて3.8と低めであることから判断できる。非同期性は、地域内留学に参加した当事者には直接的なフィードバックが薄れ、視聴者となる後発グループに直接的な情報が届くことになるためと考えられる。しかしながら、YouTubeによる非同期型のコミ

コミュニケーションは、学生には面倒臭さ(項目 8)といった点は 1.5 と低いスコアであり、その後の異文化交流への発展性(項目 9)については 4.2 と高めのスコアであるため、活動に対する一定の理解は得られたのではないかと判断できる。

最後に、参加学生に対して、SUS を用いずに単純比較として、それぞれの疑似留学体験と本来あるべき理想の海外留学との比較について、10 段階尺度による満足点を尋ねた。それを表 6 に示す。

表 6 プログラムごとの印象評価 (10 段階尺度)

評価項目	得点
海外留学 (想定としての期待度)	8.0
地域内留学 (9.10 月/語学上達の満足度)	7.0
地域内留学 (9.10 月/異文化体験の満足度)	8.2
協定校[RMIT]Zoom オンライン交流 (英語圏の同期接続/交流の満足度)	8.0
協定校[IET]Zoom オンライン交流 (非英語圏の同期接続/交流の満足度)	7.8
YouTube 動画共有オンライン交流 (非同期接続/対面交流の満足度)	7.0
YouTube 動画共有オンライン交流 (非同期接続/視聴者との交流拡大や創出の満足度)	7.2

3.1 節で述べた国際共修活動は、あくまで暫定的な海外留学に対する代替活動であり、その時点で体験していない海外留学に求める期待度は 8.0 であり、地域内留学の語学上達の 7.0 に比べて高い。そのため、地域内留学における語学上達の満足度は、仮にそれが英語縛り、いわゆるオールイングリッシュの活動であっても、英語運用の機会が得られたのみで、英語学習には十分につながったものではないという判断を参加学生はしたものと考えられる。しかしながら、異文化体験としての満足度では、海外留学の期待度 8.0 を超え、8.2 と上回るスコアを記録し、自大学に在籍する外国人留学生との交流は、海外留学と同等以上の良い異文化体験と感じたことがわかる。また、Zoom を用いた同期接続による海外協定校とのオンライン交流も、それぞれ 8.0 や 7.8 を記録し、オンサイト共修である地域内留学の 8.2 とほぼ同等であると言える。英語圏大学との交流の方が、非英語圏大学との交流に比べ、満足度に若干の良さが見られるが、パソコンを利用したオンライン交流の満足度としてはオンサイト地域内留学とほぼ同等と言ってよいだろう。一方、オンサイトで活動した内容を YouTube を通じて非同期のコミュニケーション活動とする点については、7.0 や 7.2 というスコアであり、他に比べ若干の見劣りがあったようである。今後は、コロナ禍における国際交流活動を維持する上で、調整・改善をしていくべき点として捉えている。

5. おわりに

本稿では、海外留学に代わるコロナ禍の代替活動として、オンライン国際交流とオンサイト国際共修の活動を組み合わせた地域内留学について報告した。Zoom、

YouTube、VR 機器の普及により、語学や異文化理解の活動についてもコンピュータ利用が進み、その恩恵を大いに受けることとなった。また、その恩恵により、海外留学とそれほど遜色のない活動が提供できる点も示すことができた。

本投稿の時点においては、緊急事態宣言は全国的に発令されておらず、特別措置も解除され、コロナ感染者数も極めて落ち着いた状況であるが、本稿で紹介している留学疑似体験としての代替活動は、まさに緊急事態宣言中で様々な制約の中で実施したものである。そのため、一過性の活動である可能性も高い。2021 年 12 月より日豪間では travel bubble が始まり、隔離措置無しのアオーストラリア渡航も始まる予定が、新たなコロナ変異種であるオミクロン株の出現により、各国で入国制限を再度始めている状況でもある。また海外渡航のリスクは大きく、しばらくは国内で完結する地域内留学の需要はあるものと考えており、今後も継続的な教育実践に精進したい。

謝辞

本研究の一部は JSPS 科研費 21K00778 の助成の他、北海道大学情報基盤センター萌芽的共同研究助成を受けたものです。ここに謝意を表します。

注

1) 例えば Boag はウェブサイト全体のユーザビリティを測定することを例に、次のような 10 項目からなる質問項目を紹介している。

- ・この Web サイトを頻繁に使用したいと思う
- ・Web サイトは不必要に複雑だった
- ・Web サイトが使いやすいと感じた
- ・この Web サイトを利用するには、技術者のサポートが必要だと思う
- ・この Web サイトのさまざまな機能は上手くまとまっていると思う
- ・この Web サイトには矛盾がとても多いと感じた
- ・ほとんどの人がすぐ使いこなせるようになる Web サイトだと思う
- ・この Web サイトは使うのがとても面倒だと感じる
- ・自信を持って Web サイトを操作できた
- ・この Web サイトを使いこなすには事前にたくさんの知識が必要だと思う

上記のように肯定的質問と否定的質問を交互に配置した上で、各質問に対し 5 段階尺度を用いて、1 の強く同意しない (strongly disagree) から、5 の強く同意する (strongly agree) を設定し SUS の測定例を紹介している。

参考文献

- (1) 小野 真嗣：「モンゴル協定校との学術交流に関する活動報告」, 室蘭工業大学紀要, (70), pp.19-31. (2021).
- (2) 小野 真嗣, クラウゼ小野 マルギット, 栗山 昌樹, タケディヴィッド：「道内理工系三機関合同による異文化交流を通じた国際共修授業の実践」, 室蘭工業大学紀要, (68), pp.63-67. (2019).
- (3) 黒須 正明：「ユーザーエクスペリエンスと満足度—学生満足度の概念と測定法の整備に向けて—」, 放送大学研究年報, (28), pp.71-83. (2010).
- (4) TAQUET, D., OLEXA, R. : “Virtual Reality for Second

- Language Acquisition and Cross-Cultural Communication: Setup and First Results”, 日本第二言語習得学会第21回国際年次大会発表プログラム発表要旨, p.20. (2021).
- (5) 西谷 元: 「BEVI-j を用いた留学・学習効果の測定—留学プログラムの質保証・PDCA—」, 広島大学国際シンポジウム「海外留学の客観的測定」講演資料. (2019).
- (6) BOAG, P.: 「ユーザビリティの評価は何をどう計測すればいい?」, Retrieved from: <https://uxmilk.jp/83709> (2021.11.25 閲覧).
- (7) 松園 美帆, 草野 孔希.: 「はじめての UX 調査ユーザーとともに価値あるサービスを作り続けるために—」, 翔泳社 (2021).

(2021年12月5日 受付)

(2022年2月6日 採録)

初等中等教育における情報セキュリティ教育の動向

Trends in information security education in primary and secondary education

増山 一光*1

Email: kazu-masuyama@pen-kanagawa.ed.jp

*1: 神奈川県立相原高等学校

抄録

これまで初等中等教育において、情報モラル教育に含める形で情報セキュリティ教育が実践されてきた。近年では、新型コロナウイルス感染症の拡大に伴うオンライン授業の実施、GIGA スクール構想による1人1台パソコンの実現等によって児童・生徒のICT環境は大きく変化している。これにより、学校生活でのICTの利用が拡大するとともに、日常生活での利用が一般的になってきており、この状況に対応するには、これまでの情報セキュリティ教育では難しい側面が生じてきている。一方では、欧米諸国で盛んに研究が行われているデジタル・シティズンシップ教育や、アメリカのK-12コンピュータサイエンスフレームワークにおいて情報セキュリティ教育が実践されている。そこで、本稿ではあらためて初等中等教育で行われる情報セキュリティ教育を示し、これに対してデジタル・シティズンシップ教育とK-12コンピュータサイエンスフレームワークにおける情報セキュリティ教育の動向から比較を行い、今後の初等中等教育で行われるべき情報セキュリティ教育の検討をした。

◎Key Words 情報セキュリティ教育, 学習指導要領, デジタル・シティズンシップ教育, K-12 コンピュータサイエンスフレームワーク

1. はじめに

新型コロナウイルス感染症の拡大は、教育現場におけるICT利用を促進させるものとなった。具体的には、オンライン授業に伴う児童・生徒の家庭での学習を目的としたICT機器の利用、GIGA スクール構想の前倒し実施による小学生・中学生の1人1台パソコンの実現などがある。これにより、児童・生徒の生活の中でICT利用時間の拡大がもたらされることとなり、あらためて情報セキュリティ教育の重要性が高まってきている。しかし、これまでの情報セキュリティ教育は現状に対応できない面も散見される。

そこで、本稿では学習指導要領にみる情報セキュリティ教育を概観するとともに、欧米で実践されているデジタル・シティズンシップ教育や、アメリカのK-12コンピュータサイエンスフレームワークにおける情報セキュリティ教育との比較を通じて、今後の初等中等教育で行われるべき情報セキュリティ教育に対する検討をすることを目的とする。

2. 学習指導要領での情報セキュリティ教育

学習指導要領における情報セキュリティ教育は、情報モラル教育の一環として行われてきている。情報モラルとは学習指導要領によると、「情報社会で適正な活動を行うための基になる考え方と態度」と定義されている。この定義は1999年公示の高等学校学習指導要領解説情報編¹⁾で示されたのが最初である。さらに、2007年に文部科学省委託事業として「情報モラル」指導実践キックオフガイド²⁾において、情報モラルの構成が明示され、あわせて情報セキュリティ教育の内容も示された。基本的には、現在もこれに基づいて情報セキュリティ教育が展開されており、その大目標は表1の通りである。

表1 情報セキュリティの大目標

対象	大目標
小学校 中学年～高学年	生活の中で必要となる情報セキュリティの基本を知る
中学校・高等学校	情報セキュリティに関する基礎的・基本的な知識を身につける
小学校 高学年	情報セキュリティの確保のために、対策・対応がとれる
中学校・高等学校	情報セキュリティの確保のために、対策・対応がとれる

小学校学習指導要領³⁾では、学習の基礎となる資質・能力として言語能力、情報活用能力（情報モラルを含む）、問題発見・解決能力等を育成すると示されている。このなかで、情報活用能力（情報モラルを含む）では、情報モラルの育成に力点が置かれているが、あわせてプログラミング的思考や情報セキュリティなどの資質・能力の育成も含まれている。

特に情報セキュリティについては、学校生活全般を通じて児童が安心して情報手段を活用できるよう、情報機器にフィルタリング機能の措置を講じたり、個人情報漏えい等の情報セキュリティ事故が生じることのないよう、学校において取り得る対策を十全に講じたりすることなどが必要であると指摘している。

特別な教科である道徳科では、道徳的価値の理解を基に自己を見つめる時間であると位置づけ情報モラルについては扱っているが、情報セキュリティ関わる危機回避の方法やその際の行動の具体的なスキルの習得などを行うことにその主眼を置かないとしている。

なお、情報環境の整備については、「児童を守る」と

いう視点が重要であり、様々な情報に接し、自らも生み出し、共有していくことが求められる社会の中で、安心・安全に情報の利活用を行うことができる情報セキュリティの確立や、情報モラルを含めた情報活用能力を身に付けていくことが必要であるとしている。

中学校学習指導要領⁹⁾では、情報セキュリティ教育に関わる内容は基本的に小学校学習指導要領の内容とほぼ同等であるが、発達段階に応じて各教科等における「主体的・対話的な学び」につなげる内容となっている。

その中で、情報セキュリティ教育の中心を担っているのが、技術・家庭の技術分野のD 情報の技術である。内容としては、情報セキュリティ等に関わる基礎的な技術の仕組み及び情報モラルの必要性について理解することが示されている。さらに、著作権を含めた知的財産権、発信した情報に対する責任、及び社会におけるサイバーセキュリティが重要であることについても扱うことになっており、情報セキュリティに関する網羅的な学習を可能としている。

高等学校学習指導要領⁹⁾では、小中学校と同様に情報活用能力の育成に情報セキュリティに関する資質や能力が含まれている。

特徴的なこととしては、2022年度より情報Ⅰの実施である。情報Ⅰはプログラム教育や共通テストに組み込まれるなど注目されているが、情報セキュリティについても明確に取り扱われている。具体的には情報社会の問題解決という項目で扱われている。ここで身に付ける知識や技能として、情報に関する法規や制度、情報セキュリティの重要性、情報社会における個人の責任及び情報モラルについて理解することとなっている。さらに、情報Ⅰの上位科目である情報Ⅱ（2023年度以降、実施）では、情報システムとプログラミングという項目において、情報システムにおける、情報の流れや処理の仕組み、情報セキュリティを確保する方法や技術について理解することとなっている。

また、情報の専門学科で開設される科目として「情報セキュリティ」が新設される。この科目は、情報セキュリティの確保に必要な資質や能力を育成するための専門的な科目となっている。

3. デジタル・シティズンシップ教育での情報セキュリティ教育

デジタル・シティズンシップ教育は欧米諸国で盛んに研究されている。アメリカでは、その概念がISTE (International Society for Technology Education) によって学校に普及していった。ISTEでは1998年にNETS (National Education Technology Standards) を策定した。

このなかには生徒向けのNETS-Sがあり、2007年と2016年に改訂され、2007年にデジタル・シティズンシップの概念が示されている。2016年版であるISTE Standards for Student⁶⁾は、表2の7つの要素から構成されている。

表2の中で、2に示されているデジタル・シティズンシップとは、「生徒は相互につながったデジタル世界で生活、学習、働く権利と責任、機会を認識し、安全で合法的倫理的な方法で行動して模範となる」となってい

る。その具体的な内容は、表3の通りである。

表2 ISTE Standards for Student (2016年)

構成要素	
1	エンパワーされた学習者
2	デジタル・シティズンシップ
3	知識の構成者
4	革新的デザイナー
5	コンピューショナル思考
6	創造的コミュニケーター
7	グローバル・コラボレーター

表3 デジタル・シティズンシップ

具体的な内容	
2a	生徒は自らのデジタル・アイデンティティと評判を構築・管理し、デジタル世界における行動の永続性を自覚する。
2b	生徒はオンラインでの社会的相互交流を含んだテクノロジーを利用もしくはネット端末を利用する場合は、ポジティブで安全、合法的で倫理的な行為に携わる。
2c	生徒は知的財産を使用・共有する権利と義務への理解と尊重を態度で示す。
2d	生徒はデジタル・プライバシーとセキュリティを維持するために個人のデータを管理するとともに、オンライン・ナビゲーションの追跡に利用されるデータ収集技術を意識する。

なお、表3の2dにおいて、情報セキュリティに関する内容が表示されている。ここで注目すべきは、禁止すべきことや危険を示すことをせず、生徒に対して能動的に取り組むべきことを明示している。これは、情報セキュリティへの対応能力を情報リテラシー能力の1つとしてとらえていることがわかる。

また、デジタル・シティズンシップを学校現場で実践するために、これを9つの要素にまとめたものが『学校におけるデジタル・シティズンシップ(第3版)』のである。そのなかで9つ目に情報セキュリティを取り上げており、具体的な内容として次のように示されている。それは、秘密にすべき情報が電子的に保管されるようになればなるほど、それに応じて情報を守るための強固な方策を展開させる必要がある。少なくとも生徒はデータを守る方法を学ぶ必要があると示されている。例えばウイルス対策ソフトやファイアウォールの利用やバックアップをとること、そして安全なウェブサイトを確認することなどがある。

4. K-12 コンピュータサイエンスフレームワークでの情報セキュリティ教育

K-12 コンピュータサイエンスフレームワーク⁸⁾は、アメリカの州や地区等を対象にしてコンピュータサイエンスを教育するための標準カリキュラムとカリキュ

ラム開発に関わる情報により、コンピュータサイエンスを教えるプロセスを提供するために2017年に策定された。

このフレームワークには、K-12に該当する児童・生徒が知っておくこととしてコンピュータサイエンスの主要領域としてのコアコンセプトと、コンピュータサイエンスとの関わりを深めるためにすべきことを、コンピューショナルシンキングをベースとしたコアプラクティスとして定めている。これらを通じてコンピュータサイエンスの大枠を示している。また、コアコンセプト内には具体化するための内容としてのサブコンセプト設定されており、さらに様々なコンセプトにまたがるテーマとして横断的コンセプトが設定されている。これらの詳細な内容は次のとおりである。

表4 コアコンセプトとサブコンセプト

コアコンセプト	サブコンセプト
コンピューティングシステム	デバイス ハードウェアとソフトウェア トラブルシューティング
ネットワークとインターネット	ネットワーク通信と組織 サイバーセキュリティ
データと分析	収集 保存 ビジュアライゼーションと変換 推論とモデル
アルゴリズムとプログラミング	アルゴリズム 変数 制御構造 モジュール性 プログラム開発
コンピューティングの影響	文化 社会的相互作用 安全、法律、倫理

表5 横断的コンセプト

内容
抽象化
システムの関係性
人間とコンピュータとのインタラクション
プライバシーとセキュリティ
コミュニケーションと協調

表6 コアプラクティス

内容
包括的なコンピューティング文化の育成
コンピューティングについてのコラボレーション
コンピューショナルな問題の認識と定義
抽象性の抽出と利用
コンピュータ上の成果物の作成
コンピュータ上の成果物のテストと改善
コンピューティングについてのコミュニケーション

コアコンセプトを具現化するサブコンセプトに、情報セキュリティ教育に関わる項目があるので、これらについてみることにする。

まず、コアコンセプトであるネットワークとインターネットでは、ネットワークや通信システムがスピーディーで安全な通信を提供することでコンピューティングの世界においてより多くの接続をすることで革新を促すと示されている。このサブコンセプトにはサイバーセキュリティがある。概要としては、ネットワーク間で安全に情報を送信するには適切な保護が必要であるため、低学年では自分の個人情報を保護する方法を学習し、学年が進行するにつれて、ネットワークを介して送信される情報を保護するための高度な方法を学習するとなっている。

次に、コアコンセプトのコンピューティングの影響についてみることにする。これは、コンピューティングがプラス面やマイナスの面で世界の多くの側面に影響を与えることとなり、具体的には個人やコミュニティが行動や文化的、社会的な相互作用によってコンピューティングに影響を与え、一方ではコンピューティングが新しい文化的実践に影響を与えることになる。こうしたことから、デジタル世界の社会的な意義を理解する必要があるとしている。

コアコンセプトとしてのコンピューティングの影響のサブコンセプトには、安全、法律、倫理が含まれている。これは、コンピューティングデバイスを使用する際の法的および倫理的な考慮が個人の安全とセキュリティに関わる行動に影響すると指摘しており、低学年ではデジタル・シティズンシップの基礎とデジタルメディア適切な使用方法を学び、学年の進行に応じて法的および倫理的な問題を学ぶとしている。

K-12 コンピュータサイエンスフレームワークにおける情報セキュリティ教育は、サブコンセプトのサイバーセキュリティと安全、法律、倫理を中心として扱いつつ、コンセプト全体を通じてプライバシーとセキュリティを扱っている。そして、コアプラクティスを用いてコンピューショナルシンキングをベースにした学びの実践につなげている。

さらに、特徴的な点としてはコアコンセプトのコンピューティングの影響におけるサブコンセプトとして文化と社会的相互作用を取り上げていることである。これにより、公正な視点から社会への影響を学びつつ、コンピューティングを通じた自らのキャリアとの関連性を知ることができる。

5. 考察

ここでは、これまでみてきた学習指導要領、デジタル・シティズンシップ教育、K-12 コンピュータサイエンスフレームワークによる初等中等教育における情報セキュリティ教育を比較・検討を通じてこれからの情報セキュリティ教育について考察する。

情報セキュリティ教育として取り扱っている内容の範囲については、学習指導要領では専門教科「情報」における「情報セキュリティ」という専門的な科目が設置されていることから、デジタル・シティズンシップ教育

やK-12 コンピュータサイエンスフレームワークよりもかなり高度な内容まで取り扱われる。

それぞれの教育内容の特徴については、共通して重視されている内容として個人情報やプライバシーの保護がある。このような取り扱いをされる背景には、情報社会で生活するうえで必要不可欠な内容であり、これらの保護をしなければ情報社会の恩恵を受けることもできないからである。具体的な内容をみると、学習指導要領では特別の教科である道徳での指摘を含めて SNSでのプライバシー情報保護や個人情報の流出など具体的な事項を取り上げている。

一方で、デジタル・シティズンシップ教育では少なくともデータを守る方法を学ぶとし、K-12 コンピュータサイエンスフレームワークではサイバーセキュリティのなかで自分の個人情報を保護する方法を学ぶとされている。

このような相違は、学習指導要領において各教科指導において生活指導の視点が含まれ、学習と指導の一体化が図られていることが影響している。さらに、学習指導要領では情報セキュリティ教育の基礎として情報モラル教育がある。情報モラルは心を磨く領域と知恵を磨く領域によって構成され、情報セキュリティ教育は知識を磨く領域に含まれており心を磨く領域との相互関係によって教育活動をするようになっていく。

また、デジタル・シティズンシップ教育やK-12 コンピュータサイエンスフレームワークでは、他の分野の学習でも同様であるが、情報セキュリティの学習において社会とのかかわりを重視している。

デジタル・シティズンシップ教育では、デジタル・アイデンティティと評判を構築・管理し、デジタル世界における行動の持続性を自覚すると示されており、これは自らの行いを管理しつつ自身の情報セキュリティを確立してデジタル世界との関わりを持つことを意味している。

K-12 コンピュータサイエンスフレームワークでは、前述の通り、コアコンセプトの中でコンピュータの影響というものがあり、情報セキュリティにおいてもその社会的影響について理解させようとしている。しかし、社会的影響をマイナスの側面から見るのではなく、人々をつないだり、アイデアの表現、キャリアへの影響というプラスの側面から学習をサポートしようとしている。

このように学習指導要領における情報セキュリティ教育は情報社会から児童・生徒を守るという視点により情報社会から個人に向けたものが中心として構成されており、デジタル・シティズンシップ教育やK-12 コンピュータサイエンスフレームワークでは情報社会で活躍するという視点により個人から情報社会に向けた情報セキュリティ教育になっているのである。

現状の生徒・児童の ICT の利用状況から考えると、かつてのように ICT を利用することが特別のことではなく、日常の活動となっており今後も生活における ICT 利用の割合は増加すると思われる。かつての情報セキュリティ教育のように情報社会に対する一元的な見方に基づくものではなく、児童・生徒が主体的に情報社会

をつくりあげることが主眼に置いた情報セキュリティ教育への転換が必要である。

このことは、情報セキュリティが ISO/IEC 27001 で「情報の機密性、完全性及び可用性を維持すること。さらに、真正性、責任追跡性、否認防止及び信頼性のような特性を維持することを含めてもよい」と定義されているので、児童・生徒が情報セキュリティを確立することで、情報社会で活躍できる機会を得られるような教育活動が可能であることを示している。

以上のことから、情報セキュリティに関する資質や能力を情報リテラシーの1つと捉えて、情報社会で十分にそれらが発揮されなければならない。そのため、児童・生徒が情報社会に参画している一員として、発達段階に応じて情報セキュリティに関わる知識と技術を身に付けつつ、自身や組織の情報セキュリティを確保するために、法的・倫理的に正しい行動を自律的にとれるようになることを学び、そうした資質を育成する情報セキュリティ教育の実践が求められているのである。

6. おわりに

本稿では、情報セキュリティ教育の動向について学習指導要領、デジタル・シティズンシップ教育、K-12 コンピュータサイエンスフレームワークについてみたうえで、新型コロナウイルス感染症の拡大とともに始まった本格的な児童・生徒の教育現場での ICT 利用に対応した情報セキュリティ教育の在り方について検討した。

今後は、児童・生徒の ICT 利用を考慮しながら、あらたな情報セキュリティ教育に対する研究及び教育実践をする。

謝辞

本研究は、JSPS 科研費 JP20H00756 の助成を受けたものです。

参考文献

- (1) 文部科学省：“高等学校学習指導要領解説 情報編”，開隆堂（2000）
- (2) 日本教育情報化振興会：<https://www.japet.or.jp/wp-content/uploads/2021/06/moral-guidebook.pdf>（参照日 2021.11.28）。
- (3) 文部科学省：https://www.mext.go.jp/content/1413522_001.pdf（参照日 2021.11.28）。
- (4) 文部科学省：https://www.mext.go.jp/content/1413522_002.pdf（参照日 2021.11.28）。
- (5) 文部科学省：https://www.mext.go.jp/content/1384661_6_1_3.pdf（参照日 2021.11.28）。
- (6) ISTE：<https://www.iste.org/standards/iste-standards-for-students>（参照日 2021.11.28）。
- (7) Mike Ribble:” Digital Citizenship in Schools: Nine Elements All Students”, International Society for Technology in Education (2015).
- (8) K-12 Computer Science Framework Steering Committee: <https://k12cs.org/>（参照日 2021.11.28）。

(2021年12月4日 受付)

(2022年2月6日 採録)

インターネット上の海賊版サイトに関するパネル調査の分析 - 中学生への知財教育の実施可能性 -

Analysis of Panel Survey about Piracy Websites: The Feasibility of Teaching Intellectual property in a Junior High School

吉田 拓也*¹

Email*¹: yoshida.takuya@tdj.ac.jp

*1: 東大寺学園中学校・高等学校

抄録

インターネット上の海賊版サイトに関して、アクセス数や被害額が年々増大している。この問題に対し、内閣府知的財産戦略本部でも対策が発表されているが、学校現場においても教員による対象生徒への知的財産に関する正しい知識や見方等を考えさせる教育活動が急務である。ただ、先行文献をみると中学生にあたる実態データが不足しているため、対象生徒の現状や課題等が見えにくいものになっている。そこで、海賊版サイトに対する中学生の認識および利用状況等の実態を明らかにするため、3年間にわたり縦断的な調査を行った。結果では、「認知・認識」、「体験」、「法の理解」の3要素について、対象生徒の変容を示すことができた。また、特定の海賊版サイトに対するブロッキング問題やTPP11協定発効に伴う著作権改正の問題を取り上げた教育を行うことが、海賊版サイトに関する認知度や違法性の認識に貢献したことがわかった。

◎Key Words 海賊版サイト, 中学生, 知的財産, 技術・家庭科技術分野, パネル調査

1. はじめに

2018年4月、知的財産戦略本部・犯罪対策閣僚会議において、作者に無断で漫画やアニメを掲載するインターネット上の海賊版サイト(以下、海賊版サイト)についてわが国の首相によって、「我が国のコンテンツ産業の明日を閉ざす事態となりかねない」と被害に対する懸念が直接示された。その後も、被害について、リーチサイト問題等が表面化し、被害額は摘発までの1年間で約731億円と推計され⁽¹⁾、出版社等が受けた被害額が3000億円を超えるとして、海賊版サイトへ通信を遮断する「ブロッキング」を求める声があげられた⁽²⁾。さらに、久保ら⁽³⁾によると、海賊版サイトへの総アクセス数について、2018年3月までは月間約5億から6億件のアクセスだったものの、前述の2018年4月以降も月間約3.4億件のアクセスが、なおも続いていると指摘されており、もはや海賊版サイトに関する問題は現代社会において、緊急性の高い、解決が迫られる問題の一つといえる。

この問題の対策として、2019年7月には内閣府知的財産戦略本部が、海賊版サイトに対する12の対策を発表し⁽⁴⁾、総務省、経済産業省、文化庁等が横断的にその対応に取り組んでいる。2020年6月には、海賊版サイトへの対策を強化する「著作権法及びプログラムの著作物に係る登録の特例に関する法律の一部を改正する法律(以下、改正著作権法)」が成立し、改正前は対象が音楽や映像のみであったものが、改正著作権法では漫画や雑誌、学術論文、新聞等に対してもダウンロードが規制されることになった。これにより、前述した海賊版サイトへ利用者を誘導する「リーチサイト」の運営についても規制されることになり、海賊版サイトに対して

法律による効果が期待される。その一方で、海賊版サイトの対策には、前述した横断的な取り組み⁽⁴⁾が関係諸機関によって今後、継続されることが求められる。

2019年6月における海賊版サイトへのアクセス抑止方策のために行われた総務省の調査報告⁽⁵⁾によると、15歳から19歳においてインターネット上で漫画を閲覧するために、「海賊版サイトへアクセスしたことがある」と回答した人は57.5%と報告され、さらに海賊版サイトでの閲覧経験については20歳から29歳に増加のピークを迎えるとされている。これは、学校現場における対策前の共通認識として看過できない現状だということがわかる。

さらに青少年が安全に安心してインターネットを利用できる環境の整備を推進するために実施された、内閣府による調査⁽⁶⁾では、インターネットの利用は、年齢が上がるるとともに利用率も高くなる傾向がみられる。特に、2019年度に青少年(満10歳から満17歳)が、平日1日あたりにインターネットを趣味や娯楽に活用する時間は、平均119.5分(2018年度105.6分)と報告されており、前年度と比較しても増加傾向にある。この現状は、前述の海賊版サイトによる被害状況⁽¹⁾やアクセス抑止方策に関する調査結果⁽⁵⁾を加味して考えると、内閣府知的財産戦略本部の対策⁽⁴⁾以外にも、学校現場における教員による対象生徒への知的財産について正しい知識や見方、考え方を持たせる機会の創出を含めた教育活動が急務だといえる。

一方で、齋藤と赤堀⁽⁷⁾がインターネットを適切に活用する能力を育成するために15歳を対象に行った3ヶ年の縦断的調査のデータでは、インターネットを適切に活用する能力は上昇傾向にあると評価でき、啓発教育

政策の効果が報告されている。これは通常授業において、インターネットを適切に活用する能力を習得するための教育機会の整備が進み、学校での啓発教育が、インターネットリテラシーを身につけさせるために寄与しているという結果が明らかにされている。

筆者らによる取り組み⁸⁾でも、海賊版サイト問題に対して、高校生へ知財創造教育を基にした知的財産学習モデルを用いた情報科の授業や教材について、実施可能性や知財創造教育としての教育効果を有する可能性を報告している。

ただし、これらは、高校生を対象にしたインターネットを適切に活用する能力の育成や海賊版サイトに関する知的財産の教育効果の可能性を示すものであり、中学生については言及されていない。総務省の調査⁶⁾でも、中学生にあたる14歳以下に触れられていなかったり、内閣府の調査⁶⁾では、満10歳から満17歳がまとめて数値化されているため、校種の現状や課題等が見えにくいものになっている。そのため、経年的に中学生を対象にした海賊版サイトへの認識および利用状況等の傾向を調査することは、有用なデータとなることが期待できる。

そこで、本稿では、中学生の海賊版サイトに関する実態調査として、縦断的な調査(3年間)によって特徴や傾向等を明らかにするとともに、技術・家庭科技術分野(以下、技術科)の授業で実施した知的財産に関する授業内容との関連についても検討したい。

2. 方法

2.1 対象校および対象者

2018年に大阪府内S中学校への入学生を対象に、毎年、8月から9月にかけて一度、2018年度から2020年度の期間に合計3回のパネル調査を実施し、初回の1年次では知的財産に関する授業を受ける前に実施した。対象生徒は50名(男19女31)であり、3年間在籍に変更はなかった。なお、この期間に前述した海賊版サイトに対する12の対策⁴⁾の一つとして、文化庁より2018年10月に海賊版に関する普及啓発ポスターが配布され、実施校でも職員室前に掲示された。

2.2 授業内容

S中学校では、3ヵ年で技術科の授業を2.5単位で行っている。主な授業内容および履修単位等は、表1のとおりである。知的財産に関連する学習項目については、筆者らが提案した学習レディネス調査等から教育目標⁹⁾¹⁰⁾を抽出して、S中学校で独自に授業計画を設定している。授業計画の策定には、まずは知財制度の知識を習得させてから、知的財産を実感させる実習を伴うように計画しているため、1年次では知識習得が主となる傾向がある。なお、さまざまな学習内容の中で、知的財産に関する見方や考え方に対する要素を取り入れているが、その時間のすべてに対して知的財産に関する学習を充てているわけではない。

学習の特徴として、1年次から3年次までものづくりの実習をとおして、自他の制作物に対してその工夫や取り組みの過程を考えることで、自らの見方、考え方を

表1 S中学校における授業内容および履修について

履修	授業内容(関連する知的財産)	履修月
1年 (1単位)	GIFアニメーション制作(著作権)	10月
	プログラミング実習(著作権)	1月
	水耕栽培(育成者権)	11月
	情報モラルと知的財産(全般)	2月
2年 (1単位)	製図実習やおはしづくり(ものづくり)	5,6月
	ブックエンド制作(アイデア考案)	9-11月
3年 (0.5単位)	エネルギー変換を活かしたロボット制作発明	10, 11月
	エネルギー変換技術に関するレポート(特許権)	11, 12月

振り返るようにしている。また、表1にも示す知的財産は、基本知識だけでなく、尊重する態度や行動、倫理観を学ぶことも包含するように配慮している。

1年次では、教科書に沿って知的財産について学ぶことに加えて、2018年度に各メディアに注目された特定の海賊版サイトがブロックされた問題¹⁾²⁾や環太平洋パートナーシップに関する包括的及び先進的な協定(TPP11 協定)により著作権法が改正されたトピックスについて、2018年10月および2019年2月に取り上げた。さらに、GIFアニメーション制作やプログラミングの実習において、アニメーションやゲーム自体が著作物であることに加えて、それを制作する人や企業に著作権があることを学習した。そして、世の中にはインターネット上に海賊版サイトとして権利者の承諾なしに漫画やアニメ等のコンテンツがアップロードされていることや、海外では海賊版として日本のゲームソフトが違法コピーされて販売されている問題についても学習した。

2年次では、ブックエンド制作において、市販のデザインを参考にするときは知的財産権を尊重することが大切だと学んだり、さらに社会では発展的に設計分野で3DCADが使われていたり、製造分野では3Dプリンタが活用されて製品が作られたりする好事例をとおして知的財産権を尊重することを学んだ。

3年次では、ワンモーターで構成される2脚歩行ロボットの製作実習に連動して、私たちの生活の中で、実際にエネルギー変換を利用している好事例を挙げて、特許を取得している状況を知ったり、レポート課題をとおして社会への貢献とつながるような新たなエネルギー変換となるようなしくみを考えた。

2.3 調査方法および分析方法

本研究では、パネル調査として記名式で同一の調査対象に一定の間隔をおいて同じ質問を行い、母数に対する割合や回答の変化を調査した。

総務省の先行調査報告⁶⁾では、統計的な調査データのほかに、海賊版サイト抑止に向けた提言がなされ、ここでは「海賊版の現状について関係者の共通認識が必要」とされ、つまり、これは対象生徒へ海賊版サイトの存在の認識および違法性等への意識状況を、正確に知ることによって対策を進めていくことができると示されている。対象生徒には、海賊版サイトの定義について、具体的なサイト名は出さずにインターネット上

で、同一のサイトが継続的に著作者に無断で漫画やアニメを掲載するサイトのことでありと説明した。なお、YouTube等の動画投稿サイトにおいて、同一人物によって、継続的に著作権を侵害していると思しき事例もあるが、本調査においては、それらを含めず独自にWebサイトを構築しているものが対象であるとした。また、質問紙では「認知・認識」、「体験」、「法の理解」の3要素を考え、合計5項目の質問項目を作成し、対象生徒へ質問紙調査を実施した。

具体的な質問項目について、「認知、認識」では、海賊版サイトという言葉の意味やインターネット上に実在する海賊版サイトを知っているかというものを設定し、「体験」では、対象生徒が過去および現在の体験についてその利用の有無を問う項目を設定した。「法の理解」については、海賊版サイト自体の違法性の認識への有無について問う項目を設定した。

調査対象者には、あらかじめ調査の目的や内容、記名式により個人が特定されることや得られたデータの取り扱いや公表の仕方、回答内容が成績や評価に影響しないことを説明した後、同意が得られた者から回答を求めた。実施した2018年度から2020年度の調査結果について、標本間には時間的な対応があるため、まずすべての質問項目の結果についてコクランのQ検定を行った。その上で調査間において、肯定的な回答における人数比に有意差が認められた質問項目を取り上げて、多重性の問題を避けるため、ボンフェローニの補正を行なった。データ処理には、統計ソフト(Mac統計解析Ver.3.0, 株式会社エスミ製)を使用し、統計的有意水準は5%に設定してすべての統計処理を行った。

3. 結果

本研究の調査の回収数や回収率は、対象生徒48名(回収率96.0%)であり、そのすべてが有効回答であった。その結果は表2, 3の通りである。なお、海賊版サイトについて対象生徒へ定義の説明したものの、理解しきれていない対象生徒が含まれている可能性も想定しておく必要がある。

3.1 度数の推移について

対象生徒への質問項目(表2)について、「海賊版サイトという言葉を知っていますか」では、3年にわたる調査間で2018年度に否定的な回答が過半数を占めていたものの、2019年度および2020年度には肯定的な回答が過半数を超える変化を示した。

「実際の海賊版サイトを知っていますか」では、3年にわたる調査間で否定的な回答が徐々に減少していることが読み取れた。2018年度には否定的な回答が過半数を占めていたものの、2019年度および2020年度には過半数を肯定的な回答が占めた。

「今までに海賊版サイトを利用したことがありますか」および「現在、海賊版サイトを利用していますか」では、3年にわたる調査間で肯定的および否定的な回答も、大きな変化がみられなかった。3年にわたって前者では否定的な回答が81.3%以上を占め、後者では87.5%以上を占めた。

「海賊版サイトは違法だと思いますか」では、3年にわたる調査間で2018年度の肯定的な回答が2019年度および2020年度には大きく増加していることがわかった。2018年度では否定的な回答が、肯定的な回答を上回っていたものの、その後は逆転した状況が続いており、2019年度および2020年度には79.2%以上の肯定的な回答がみられた。

3.2 コクランのQ検定について

表2では、「海賊版サイトという言葉を知っていますか」、「実際の海賊版サイトを知っていますか」および「海賊版サイトは違法だと思いますか」について、3年にわたる調査間において肯定的な回答における人数比には、有意差が認められた。

一方で、「今までに海賊版サイトを利用したことがありますか」および「現在、海賊版サイトを利用していますか」においては、3年にわたる調査間において肯定的な回答における人数比に、有意差が認められなかった。

3.3 ボンフェローニの補正について

対象生徒への質問項目(表2)でコクランのQ検定で肯定的な回答における人数比に有意差が認められた質問項目は3つあり、表3では、「海賊版サイトという言葉を知っていますか」、「実際の海賊版サイトを知っていますか」および「海賊版サイトは違法だと思いますか」について、肯定的な回答の人数を比較した結果、2018年度と2019年度および2020年度に対して有意差が認められ、2019年度と2020年度の調査結果には有意差が認められないことがわかった。

4. 考察

まず、2018年度の質問紙調査の実施時期は、知的財産に関連する授業を実施する前に行っているものである。また、本調査では記名式での実施のため、正確に回答する対象生徒の割合は実態より低くなる可能性が含まれる。その上で、調査初年となる2018年度の各質問紙調査における回答の割合から対象生徒の特徴について考えてみる。

「海賊版サイトという言葉を知っていますか」では、68.8%の対象生徒が否定的な回答を示すとともに、「実際の海賊版サイトを知っていますか」では、72.9%、「今までに海賊版サイトを利用したことがありますか」では、85.4%、「現在、海賊版サイトを利用していますか」では、87.5%の対象生徒が否定的な回答をしている。このことから、海賊版サイトという言葉自体やWebサイトの存在およびその利用については、未知の状態であったり操作においても未経験であることがうかがえる。また、小学校時代にこれらに関する教育を受けたことも、うかがいにくい状態でもある。一方、「海賊版サイトは違法だと思いますか」では、肯定的な回答が43.8%、否定的な回答が56.3%となっている。海賊版サイトという言葉を知っている31.3%の対象生徒が、違法サイトである認識を持っている可能性があるものの、他の対象生徒については、不確かな知識であったり、言

表2 中学生への質問項目における度数ならびにコクランのQ検定の結果(n=48)

質問項目	2018年度	2019年度	2020年度	検定 統計量	コクランのQ検定		判定
					自由度	p値	
海賊版サイトという言葉を知っていますか。				30.700	2	<.001	**
肯定的な回答	15	33	32				
否定的な回答	33	15	16				
実際の海賊版サイトを知っていますか。				29.810	2	<.001	**
肯定的な回答	13	29	32				
否定的な回答	35	19	16				
今までに海賊版サイトを利用したことがありますか。				3.500	2	.174	n. s.
肯定的な回答	7	6	9				
否定的な回答	41	42	39				
現在、海賊版サイトを利用していますか。				4.000	2	.135	n. s.
肯定的な回答	6	4	4				
否定的な回答	42	44	44				
海賊版サイトは違法だと思いますか。				34.421	2	<.001	**
肯定的な回答	21	40	38				
否定的な回答	27	8	10				

n. s. : p値 \geq 0.05, * : p値<0.05, ** : p値<0.01

表3 ボンフェローニの補正の結果

質問項目			差	統計量	p値	判定
海賊版サイトという言葉を知っていますか。	2018年度	2019年度	-0.375	3.900	.000	**
	2018年度	2020年度	-0.354	3.683	.001	**
	2019年度	2020年度	0.021	0.217	1.000	n. s.
実際の海賊版サイトを知っていますか。	2018年度	2019年度	-0.333	3.448	.002	**
	2018年度	2020年度	-0.396	4.095	.000	**
	2019年度	2020年度	-0.063	0.647	1.000	n. s.
海賊版サイトは違法だと思いますか。	2018年度	2019年度	-0.396	4.482	.000	**
	2018年度	2020年度	-0.354	4.010	.000	**
	2019年度	2020年度	0.0417	0.472	1.000	n. s.

n. s. : p値 \geq 0.05, * : p値<0.05, ** : p値<0.01

葉からくるイメージで回答している可能性も考えられる。これらの傾向について、先行文献⁶⁾における調査報告と比較すると、対象生徒の年齢(中学1年12から13歳)が低いという状況はあるものの、海賊版サイトに関する認知、認識や体験等の低い対象生徒の集団であることが考えられる。

次に、質問紙調査での「認知・認識」、「体験」、「法の理解」の3要素について、経年変化を考察する。

4.1 認知、認識について

「海賊版サイトという言葉を知っていますか」という質問については、対象生徒には2018年度と2019年度および2020年度への有意な増加傾向がみられた。この増加は、肯定的な回答の度数を見ると31.3%から66.0%と著しく大きな増加と考えられる。先行文献⁶⁾においても、インターネット上で漫画が掲載されたサイトにアクセスして、漫画を閲覧したことがあるか(正規版サイト、海賊版サイトを問わない)という質問に15歳から19歳では66.7%が閲覧したことがあると回答していることから一般的にもインターネットをおとした漫画の閲覧利用が広がっている現状において、

海賊版サイトへの認知が広がる原因の一つであることが予想できる。

また「実際の海賊版サイトを知っていますか」という質問においても、対象生徒には2018年度と2019年度および2020年度では有意な増加傾向がみられる。2018年度の肯定的な回答の度数が27.1%となっており、前述した海賊版サイトという言葉の認識の肯定的な回答と比較すると、増加傾向は類似している。つまり、2018年度から2019年度における対象生徒の認識の変容が大きなものとも言える。これは、2018年度に行った授業内容に対して、対象生徒が海賊版について広く認知、認識するようになって、2018年度から2019年度および2020年度に有意に増加した影響があると推測できる。

このことから、2018年度の1年次で行なった技術科における海賊版サイトに対する学習内容に効果があったことが窺える。これは、2018年度に話題と特定の海賊版サイトに対するブロッキング問題やTPP11協定発効に伴う著作権改正の問題を取り上げた教育を行うことが、海賊版サイトに関する認知度や違法性の認識に貢献したともいえる。ただ、同年は前述の海賊版サイトに関する社会的な問題が明らかになった年でもあつ

たため、調査結果については、その影響を受けた可能性も否定できない。また、学習時期については現実の教育場面におけるパネル調査であり、2年次および3年次で学習した場合との比較することはできないため、1年次が望ましいという見解には至ることができず、これは本研究の限界であるともいえる。

4.2 体験について

「今までに海賊版サイトを利用したことがありますか」および「現在、海賊版サイトを利用していますか」という質問では、対象生徒において経年的に有意な差はみられない。先行文献⁵⁾のインターネット上で漫画を閲覧するために、15歳から19歳において「海賊版サイトへアクセスしたことがある」と回答した人は57.5%と半数以上の人アクセスしたことがあると回答したが、本校の調査における利用経験の結果では、14.6%から18.8%と低い数値が示されたことは、本校の技術科授業での教育効果が表出している可能性があるとも考えられる。

技術科の授業では、1年次にGIFアニメーション制作実習で、アニメーションは著作物であることに加えて、世の中には海賊版と称されるインターネット上に違法サイトについて、他人の著作物を権利者の承諾なしにアップロードされている問題があることを学んだり、著作権を侵害している海賊版サイトに対して、どのように対応すべきか、または安易な行動がどのようなことを助長するのかについて考える取り組みも行っている。2年次および3年次でも実習をとおして知的財産を学ぶ機会を用意していることで、対象生徒によって一過性の指導ではないことが、海賊版サイトの利用者を増加させないことに繋がっていることが推測できる。

一方で、「現在、海賊版サイトを利用していますか」という質問項目での肯定的な回答をした対象生徒に対して、減少させることには影響できていないこともわかる。3年次では8.3%の対象生徒が利用していることも受け止め、改めて知的財産に関する教育の教材について検討すべき課題と捉える必要があるかもしれない。

4.3 法的な問題

「海賊版サイトは違法だと思いますか」という質問において、対象生徒には2018年度から2019年度および2020年度について有意な増加傾向がみられた。この増加は2018年度43.8%から2019年度83.3%と著しい増加であり、大きな増加と考えられる。さらに、1年次での回答において、否定的な回答が肯定的な回答を上回っていることについて、質問紙調査の実施後に対象生徒から複数の質問を受けたことから、海賊版サイトを運営しているものと閲覧者の立場を混同した可能性が予測され、2年次から肯定的な回答者が増加に転じていることは1年次の学習において正しい認識を持つことができたと考えられる。

技術科の授業では、GIFアニメーション制作やプログラミング実習を行う中で、自らが制作して創り出すことにおけるアイデア創出の悩みや苦労を実感することを体験している。また、水耕栽培をとおして身近なところに多くの育成者権が存在し、おいしい果物、鮮やかな色彩の花、耐寒性や耐病性に優れた米、健康成分をさらに増したお茶等がその例であることを学び、生産者は、生物の種類や品種等に合わせて適した技術を選び、工夫し利用していることを学んだ。2年次には、木材を使ったものづくりをとおして自らのアイデアを形にする体験や3年次にはエネルギー変換を活かしたロボット製作やレポート制作をとおして、社会が人々の創造的な活動によって豊かになっていることが実感できる機会を設けている。これらについて、対象生徒に対するインタビューや自由記述を記入させたりすることで対象生徒の考えや所感を知ることができたものの、本研究の調査ではその機会を設けることができなかったため、今後の課題といえる。また、本研究の結果は、2018年度に1年生であった生徒に対する教育および調査に限った結果であることも追記しておきたい。

5. おわりに

2018年から2020年の3年間にわたった、大阪府S中学校の入学生を対象にした海賊版サイトに関するパネル調査および知的財産に関する授業を無事に終えることができた。その結果、先行調査で明らかにされているデータよりも詳細なデータとして、中学校の海賊版サイトについて「認知、認識」「体験」「法の理解」項目で対象生徒の変容を示すことができた。

さらに、2018年度に話題と特定の海賊版サイトに対するブロッキング問題やTPP11協定発効に伴う著作権改正の問題を取り上げた教育を行うことが、海賊版サイトに関する認知度や違法性の認識に貢献したといえる。ただ、本調査の最終年度となる3年次における3要素をみると、必ずしも技術科授業の教育効果が出た結果であるとは言い切れない。海賊版サイトが違法とわかっているけれど、利用しているという対象生徒層に対して、効果的な指導の時期や教材は引き続き、検討すべき事項であると感じる。その一方で、海賊版サイトの存在は認識しているが、自分は利用しないという生徒が多数いることもわかるデータともいえる。

今後は、縦断的調査の質問形式等を増やす等をして対象生徒の実態をより深く調査して、効果的な知的財産に関する教育についてさらに検討を深めていきたい。

参考文献

- (1) 一般社団法人コンテンツ海外流通促進機構：「海賊版サイトによる被害の現状とCODAの対策」, https://www.kantei.go.jp/jp/singi/titeki2/tyousakai/kensho_hyoka_kikaku/2019/contents/dai4/siryou7.pdf (2022年1月22日閲覧)。
- (2) 知的財産戦略本部・犯罪対策閣僚会議：「インターネット上の海賊版サイトに対する緊急対策」, <https://www.k>

- antei.go.jp/jp/singi/titeki2/180413/siryoul.pdf(2022年1月22日閲覧).
- (3) 久保雅一, 安田和史, 鈴木香織:” サイトブロッキングの現在地”, 日本知財学会誌, 第16巻, 第3号, pp.4-13(2020).
 - (4) 内閣府知的財産戦略推進事務局:” インターネット上の海賊版サイト対策について”, https://www.kantei.go.jp/jp/singi/titeki2/tyousakai/kensho_hyoka_kikaku/2020/dai1/siryoul.pdf(2022年1月22日閲覧).
 - (5) 総務省:” インターネット上の海賊版サイトへのアクセス抑止方策に関する調査結果”, https://www.soumu.go.jp/main_content/000624392.pdf(2022年1月22日閲覧).
 - (6) 内閣府:” 平成30年度 青少年のインターネット利用環境実態調査”, <https://www8.cao.go.jp/youth/youth-harm/chousa/h30/net-jittai/pdf/sokuhou.pdf>(2022年1月22日閲覧).
 - (7) 齋藤長行, 赤堀侃司:” インターネットを適切に活用する能力を育成するための啓発教育政策の進展の評価”, 情報通信学会誌, 34巻, 3号, pp.13-23(2016).
 - (8) 吉田拓也, 中井聖:” インターネット上の海賊版サイトに関する授業の知財創造教育としての実施可能性”, コンピュータ&エデュケーション, Vol.48, pp.94-97(2020).
 - (9) 三重大学:” 初等・中等教育における知財教育手法の研究報告書”, pp123-127(2007).
 - (10) 吉田拓也, 荒木貴之:” 情報社会における大学教員養成コースでの知財教育の学習レディネス調査に関する考察”, CIEC 春季カンファレンス論文集, Vol.11, pp69-74(2020).

(2021年11月29日 受付)

(2022年2月15日 採録)

U-18 論文

3. オンライン授業の提案

3.1 理想の教室

感覚が過敏で疲れやすく、みんなと一緒に授業を受けられない人が安心して学べる教室があれば良いと考えた。東大 LEARN in 広島に参加し、広島県教育委員会個別最適な学び担当が行なっている、学校との繋がりを途切れないようにするため、校内に居場所作りとして校内適応指導教室が設置されたことを知った。また、交流級の授業をオンラインで繋ぎ保健室やウッドデッキで授業に参加している事例を、東京学芸大学附属小金井小学校の佐藤先生に伺うことができた。同様の取り組みは支援級でも実現できると考えた。

3.2 実現するための方法

広島大学の氏間先生に相談し、パソコン・外部カメラ・iPhone・iPad・学校用iPadを用いて異空間同時双方向の授業形態を7パターン設定して実験を行った。その結果、学校用iPadとiPadの組み合わせが、操作性、学校の環境への適応性の点で最も実用的であった。さらに氏間先生から図2のようにKubi⁽¹⁾（NTTドコモから無償提供）を用いてデモ実施の誘いがあった。



図2 Kubiを用いたデモ実施の様子

3.3 配慮の申し出

夏休み明け、学校で勉強できるようにレポート『私が考えるみんなが学べる理想の学校とは～交流級と支援級をオンラインで繋ぐ方法～』を作成した。校長先生に提出し、オンライン授業の許可を願い出た。

まずはオンライン授業の許可をいただいた。その後、Kubi使用の許可をいただき、Kubiの使用にあたり担任の先生からクラスみんなに説明していただき協力を得ることができた。

3.4 実際に試してみても気がついたこと

静かな環境で受講することで聞き取りやすくなり、SPDの量的・質的影響が抑えられた状況で授業を聞くことができた。

実施当初、撮影に用いた学校用iPadは一方のみの撮影になり、黒板のすぐ前だと近すぎる。後ろだと見えない。黒板全体を写せる左前の窓際に置いたが、文字が小さくなり読みづらかった。KubiにiPadを接続し、先生の机の横に設置することで、それらの問題をクリアした。Kubiは遠隔操作でカメラを上下左右に動かせ、自分の意思で見たいところを写すことができた。授業前にKubiを設置・接続の必要があり、先生方に協力していただけたようKubi設置・接続の説明書を作成した。

授業中に先生の指示が一度で聞き取れない場合、今までは友達にすぐ聞くことができていたが、オンラインの場合、それができない。そのため、先生が音声やチ

ャット機能を用いて、こちらの様子を気にかけてくれ、他の受講者と同様に接していただいた。

3.5 活動への参加状態の変化や記録

昼休みや掃除時間は様々な音で頭痛が起きていた。昼休み前に帰宅し、5・6時間目を自宅からオンラインで参加することにより、SPDのトリガーとなる音は回避できるので安心して登校できるようになった。

常に刺激を受けた状態から、刺激を減らすことで、過興奮で休むことがなくなった。また、感覚が鋭敏になる回数も減り、めまいが起こらなくなった。

短時間で音量の変化の幅が大きく、その頻度及び回数が多い授業は、スピーカーの音量を下げるため、全ての内容を理解することが難しかった。その他の教科は聞き取りやすくなったが、対面で授業を受ける方が分かりやすかった。私の場合、音楽での効果が大きかった。

今まで音が大きく、参加できなかった学校行事も自宅からの参加を認めていただいた。その感想を図3のようにレポートにまとめることで評価していただいた。

その結果、限界まで我慢することが減り、授業に集中して参加することが可能になった。



図3 運動会マスゲームのレポート

4. 考察

症状が減り学校生活が過ごしやすくなった。環境を最適化することで授業に集中できるようになり学校を休む回数が少なくなった。この方法が不登校の子が学校と繋がりを有する方法になれば良いと考える。

実際に同じSPDで学校を休んでいる妹も学校との関わりを持って孤独にならず勉強ができています。いずれ学校に戻るきっかけになるだろう。

5. おわりに

様々な原因が理由で、学校で学ぶことができない人達は沢山いる。この事例を紹介することで、学びたくても、学校で学びにくい人が孤独にならずに、異空間ではあるが共に学べる方法があることを伝えたい。今後もSNSや本論文のような機会を通じて私の活動を発信していくことで、SPDのある人々の理解や啓発、学習の機会の確保などの役に立ちたい。

この論文ならびにオンライン実験は大学・小学校・教育委員会や病院の先生方の働きかけのもと、さらにKubiを提供して下さったNTTドコモ様の協力のもとまとめることができた。

参考文献

- (1) PRiNCETON: <https://www.princeton.co.jp>, (2021年8月20日閲覧).

生徒会選挙における出口調査に関する予備的研究

二本木 葦智^{*1}

指導教員：斎藤 翔一郎^{*1}

Email: ssaito@waseda.jp

*1: 早稲田大学高等学院

◎Key Words 出口調査, 選挙, 主権者教育, ICT 機器

1. はじめに

2011年3月11日、東日本大震災が発生した。その当時、首相や官房長官を始めとした政治家らが、刻々と変わる災害の対応に追われている様子をニュースで見たことが、筆者が政治的な事象に初めて興味を持った体験であった。それ以来筆者は政治に関心を持ち、積極的にニュースや国会中継を見たり、両親について行って投票所内を見学したりなど、政治に触れる機会を持つべく行動をしてきた。

そのような中で、高校に進学したのち、中央幹事会(生徒会)の役員選挙があった。一般的に、国政選挙や首長選挙では、「出口調査」というものがある。出口調査とは、「公職選挙の当日、投票所の出口で調査員が投票を終えた人にどの候補者に、またはどの政党に投票したかを聞く調査。新聞社やテレビ局が行い、開票直後に当選予想を出す資料にする」⁽¹⁾とあり、新聞やテレビ等のメディアでは選挙のたびに行われるものである。その「出口調査」について、高校の生徒会選挙で実際に行った上で、その手法や広報活動についてICTを取り入れ、高校生についても政治をより身近なものに感じてもらうことを目的とした。

本研究では、今後より本格的な出口調査を実現するための予備的研究として実施した内容について報告する。

2. 調査について

2.1 方法と人数

本校では全校生徒(選挙権を持つ生徒)が約1440人いる。全員に尋ねて回るのは放課後という短い時間の中では難しい。したがって投票日(投票は4限のロングホームルームで行われる)の6限終了後の15時ごろから、下校時刻である17時まで100人程度に調査を行うことを想定した。しかし、部活中の者や既に下校した者なども多く、全校生徒のうち約5%にあたる71人に投票先を尋ねることとなった。

2.2 結果

今回の選挙戦では生徒会長にあたる「幹事長」、副生徒会長にあたる「副幹事長」の枠にそれぞれ2人の立候補があり、この二役が当落を決める選挙となった。そのため、今回はその二役の投票動向について尋ねて回った。個人情報保護の観点から、幹事長に当選した者を候補者A、落選した者を候補者B、副幹事長に当選した者

を候補者X、落選した者を候補者Yとして以降述べていく。幹事長選挙では71人の調査対象のうち候補者Aは39人の票を獲得し約54.9%、候補者Bは32人の票を獲得し約45.1%の得票率を得た(表1)。

また副幹事長選挙では71人の調査対象のうち候補者Xは40人の得票で約56.3%、候補者Yは31人の得票で約43.7%の得票率を得るという予想になった(表1)。

筆者自身が1年生と言うこともあり、2,3年生にも満遍なく調査をしたつもりであったが、1年生の候補である候補者Yにとっては勝敗の結果こそ変わらなかったものの実際の得票割合よりも高い割合を取ったという調査結果となった。

このことから、属性や所属などによってデータに偏りができることを実感した。実際の出口調査では、「質問内容は、「性別」、「年齢」、「投票先」、「支持する政党」からなる基本質問⁽²⁾とあるように、多少の対象人数の増減(差)は織り込んだ上で、実際の国政選挙で行われる出口調査のように年齢(学校においては学年)など属性をより詳細に尋ねる質問項目数を複数設ける必要があると考えられた。これにより、より精度の高い選挙結果予測が可能になると考えられる。

表1 候補者の得票

候補者	出口得票	出口得票 (%)	実得票数	実得票数 (%)
候補者 A	39	54.9	683	51.8
候補者 B	32	45.1	636	48.2
候補者 X	40	56.3	795	60.1
候補者 Y	31	43.7	519	39.2

3. 出口調査の情報機器の活用へむけて

3.1 広報活動への活用

今回の調査によって得られた結果、また正式な開票結果は、パソコンのソフトウェアを使い実際の選挙の際にテレビで放映される表を真似て作りまとめた。背景画像はWEB上のフリー素材を用いたものである(図1)。



図1 選挙結果表

そして、そのまとめた物をより多くの生徒に提示し、幹事会選挙、さらには実際の選挙に興味を持ってもらうために、生徒担当教務主任の先生に協力をしていただき、その図を校内に多数設置されている広報用ディスプレイに映してもらったことになった。(図2。なお、生徒氏名、役職欄は個人情報保護のため加工している。)



図2 ディスプレイ上での結果公表

3.2 効率化への活用

今回の出口調査はスマートフォン (iPhone) のメモ帳機能で候補者名簿を作り、その名前の横に投票した人数を書き、新たに投票した人がいたらその数字を書き換えるという、操作ミスが起きやすい方法となっていた。しかし、いざ出口調査を行ってみると、ICT 機器などを効率的に利用することによって、様々な改善が可能であると考えられる。特に今回のような調査では、実際の新聞社などの報道機関が使っているようにタブレットを用いることで効率化、さらにはその調査から様々なデータを取ることができると考えた。その点は次回の幹事会選挙の際に改善したい。

3.3 支援アプリの作成

前項でタブレットを使用することによる効率化と言うことを述べたが、そのタブレットのソフトウェアについて独自に開発できるのではないかと考えた。まず、標本となる個人の選び方 (決定方法) も含め、機能に入りたい。

「新聞社を実施主体とする日本の世論調査では、基本的に「無作為抽出法 (random sampling)」が採用されて

きた。」(松本, 2003) とあるので、乱数を発行するシステムを構築したいと考える。また各候補の名簿を、アプリケーション内でその時々に合わせて作成できるようにした上で、画面をタップすることで票数が加算されるようなプログラムを組む、若しくは実際の出口調査では、「回答データの入力に簡略化されており、13桁 (追加質問が3問の場合) の数字を入力するだけとなっている。」⁽²⁾ とあるように、実際に新聞社がやっているようにアンケート項目を番号化 (符号化) した上で、データを数字にして、アプリ内で各候補の得票数や対象者の所属ごとの投票動向のデータなどを数タップで作成できるようにする。そしてその集めたデータから数学の標本調査などで扱われる信頼度、区間などを自動で計算し、当選確実がより速く出せるようなアプリ開発をしたいと考えている。

4. 高校で本調査をする意義について

今回の調査では多くの方に支援をしていただいた。中でも調査対象となってもらった生徒にとっては、このような出口調査の体験は記憶に残ったものだと思う。そしてその記憶が重要なものになると考えられる。普段通っている学校で行われた選挙で調査を受けたという体験が、実際の政治に対する選挙、さらには政治そのものに対して興味を持ってもらい、数年後の選挙の時にその経験から得た興味をいかしてもらって投票率の向上や、より良い「投票」をするというような政治に対する当事者意識を育むことができると考えられ、主権者教育へと今回の調査を繋げていける可能性が示唆される。

5. おわりに

今回の調査を通して、筆者としても新たな気づきがあるものであったと考えている。これまで国政選挙の際に行われる出口調査は著者にとって未知のものであり、半信半疑と感じる面があったのだが、今回のように投票先を無作為に聞いて回ることで実際の結果に本当に近づけることができるのだということを実感した。そして投票の精度を高めるため、統計学への関心を高めることができた。この今回の予備的研究を通じて、一段階進んだ ICT による予測精度の向上や、高校生が政治への関心を高められるような活動へと関わっていったら良いと思う。

謝辞

本研究において回答者となってもらった生徒の方々、また校内掲示のための許可、作業をしていただいた教職員の方々にはこの場をお借りして深く感謝の意を表します。

参考文献

- (1) 松本正生「世論調査」のゆくえ 中央公論新社 2003.
- (2) 福田昌史「出口調査の方法と課題」行動計量学 35(1), 2008 pp. 59-71.

缶サットによる相互通信技術とその応用

- サブ GHz 帯を用いた通信の試行 -

川上大和*1・鈴木脩矢*1

指導教員：永井愛子*1

Email: g20n67143@gakugei-hs.info

*1: 東京学芸大学附属高等学校

◎Key Words 缶サット, サブ GHz 帯, モデルロケット, 通信

1. はじめに

近年、衛星技術の応用を目的として、缶サットの運用が多く行われている。実験に用いられる缶サットの多くは空中でデータを取得し、着地後にそのデータを収集するという形式である。しかし、衛星に応用する際には多くの問題が予期されるため、相互通信により臨機応変に対応する必要がある。缶サットによる相互通信技術を行った先行研究は複数存在するが、そのほとんどは 2.4GHz 帯を用いたものである。そこで我々は、長距離でもより安定して通信を行える、サブ GHz 帯を用いたリアルタイムでの情報通信技術により、より実践的な缶サットの開発を試みた。しかし、我々が今回行うことができた実験は缶サットからの一方的な通信のみであった。この実験により、機体の安定性と通信方法の改善が必要であるとわかった。これの改善と相互通信のための改良を行うことが、今後の我々の課題となった。

2. 実験方法

2.1 打ち上げ方法

我々は缶サットを空中に打ち上げるにあたり、モデルロケットに缶サットを搭載する方法をとった。モデルロケットの打ち上げにあたり日本モデルロケット協会に赴き、ライセンスを取得した。

2.2 モデルロケットについて

予算内で開放機構の作成するために、放出薬により缶サットが飛び出すように機体に穴を開け、極めて簡易的な仕組みの横開放機構を作成した。その上で、モデルロケットの製作にあたり、我々が留意した点として、1 つ目に重心があげられる。我々が作成した第 1 機では、重心が後端から僅か 10cm に位置していた。安定した飛行にはロケットの重心は圧力中心よりもロケットの直径の長さ程度前方にある必要がある。我々は後方に缶サットを搭載するため、後方に重心がよってしまうことを問題点として、フィン形状を後方に飛び出した形にすることで圧力中心を後方に引き下げ、ショックコードに由来より約 15g 重い素材を用いた。その結果重心を機体の中央から 5cm ほど後方になるまで引き上げることに成功した。2 つ目に、フィンの形状である。1 つ目の条件の下で一度打ち上げ実験を行ったものの、一瞬で落下して失敗

に終わった。その結果から我々は、フィンが大きすぎたために、空気抵抗が大きかったことと、圧力中心が後方に寄りすぎたことを原因として考え、フィンのサイズを従来の 5 分の 3 に縮小した。下図において、最初に打ち上げ実験を行った時の機体が左図であり、それにより改善された機体が右である。また、改善後の機体の全長は 72cm、機体の直径は 8.0cm であった。



左：図 1 最初の打ち上げ実験時の機体

右：図 2 改善後の機体

2.3 缶サットについて

缶サットのメインの基板にはソニーが開発、製造を行っているマイコンである Spresense を利用した。Spresense は小型かつ軽量で、低消費電力のため小さなリチウムポリマーバッテリーでも動作する。そして、Arduino IDE でプログラムが書けるため開発も容易である。また、サブ GHz 波対応の通信モジュールとして、Rohm 株式会社製の Wi-SUN Add-on ボード (SPRESENSE-WiSUN-EVK -701) が販売されており今回はこのモジュールを利用することで、独自の基板の作成やはんだ付けをすることなく缶サットの基板を作成することに成功した。センサーには同じく Rohm 株式会社製の SPRESENSE-SENSOR-EVK-701 を利用している。また、バッテリーには 3.7V, 820mAh のリチウムポリマー電池を利用した。

2.4 通信について

通信には缶サットとは別にもう一台 Spresense と Wi-SUN Add-on ボードを用意し、缶サットと通信を行った。缶サット側ではセンサーから取得したデータを地上にある Spresense に送信し、地上側では受け取ったデータを処理し、パソコンに対して有線のシリアル通信でデータを送信している。通信に用いたプログラムは Arduino IDE を用いて、缶サット側と地上側を別々に

作成した。周波数帯は922.9MHzを利用し、20mW出力モードにて通信を行っている。また、地上側を親機(PANコーディネータ)モード、缶サット側を子機(エンドデバイス)モードにしてUDP通信によってセンサーの値を送受信している。

3. 実験概要

実験場所: 世田谷区内の多摩川河川敷

実験日時: 2022年1月26日17時5分

実験時の天候: 晴れ, 湿度: 82%, 風速: 2m/s, 風向: 東

4. 実験結果

4.1 ロケットの打ち上げ結果

3回行った実験のうち、1回目は打ち上げ直後機体が大きく傾き、一瞬で地面に衝突してしまい、正確にデータの取得ができなかった。2回目は1回目よりは安定していたものの、不安定な軌道を描き十分な高度が得られなかったが、データの取得自体は正確に行うことができた。3回目は最も安定した打ち上げに成功したが、通信機器と接続してデータを記録していたPCの充電が切れてしまい、データの取得ができなかった。

4.2 缶サットとの通信結果

2回目に行った実験において、缶サットとの通信は正常に行われた。取得されたデータについても、ロケットの打ち上げの結果に対して正常な値を示しているといえる。通信によって得られたデータは以下に図として示す。

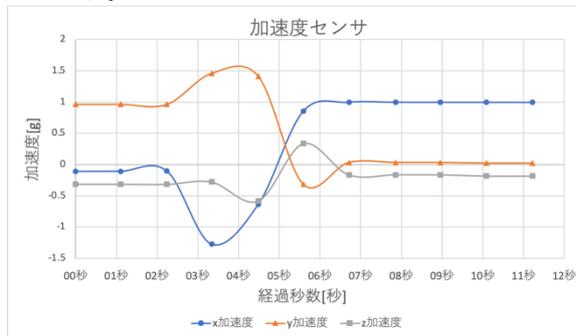


図3 通信によって得られた加速度センサの値

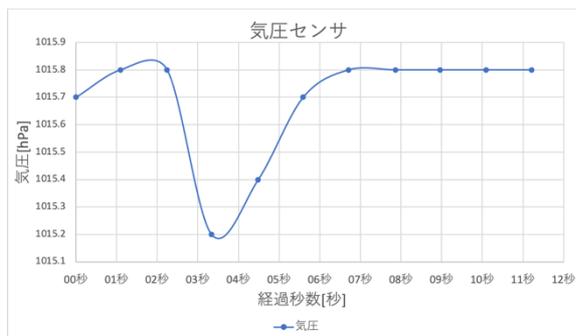


図4 通信によって得られた気圧センサの値

なお、図中の経過時間はロケットの打ち上げからの経過時間ではなく、通信内容をリセットした時間からの経過時間となっている。

5. 考察

5.1 ロケットの打ち上げ結果に関して

想定していた通りの安定した機体の打ち上げができなかった原因として、まず、機体の空力性能が十分でなかった可能性がある。我々の作成した開放機構は元々開放している状態の機体から放出薬によって缶サットを分離するというものであった。そのため、機体に開いた穴が空力性能を大きく落とし機体の安定性を損わせたと考えられる。またロケットの全長が十分でなかった可能性がある。(日本モデルロケット協会, 2021)によると、ロケットの全長はその直径の10倍以上である必要があるが、今回用いた機体は直径8.0cmに対して全長は72cmで、これを満たしていなかった。以上より、我々の改善の余地として、全長を長くすること、開放機構をより高度で空力性能に支障を来さないものに改善するか、あるいは開放機構を予算的に諦め、缶サットを機体に収納したままデータ通信を行うことの2点があげられる。

5.2 通信結果の考察

通信を正常に行うことができた。図1よりY方向の加速度がロケットの発射によりバランスを崩して方向が変わってしまうまでは増加していることがわかる。また、図2より高度の上昇によって気圧が低くなっていることがわかる。しかし、缶サットとしてデータの分析を行うにはデータの通信の頻度が低く、今回は一秒に一回にした通信頻度をさらに短くするべきであるという課題も残る結果となった。

6. おわりに

今回の研究においては、相互通信技術を行うに至らなかった。その最大の原因は、実験回数が極めて少なかったことである。実験に至るまでに膨大な準備が必要であり、実験回数を重ねるために必要な十分な時間が得られなかった。しかし、今回の実験によって得られた課題を元に再度改善を行い、実験を重ねることで機体面・通信面の双方において安定性を得られると推測できる。今回の飛行中は缶サット側から地上側への一方的な通信となってしまっているが、このモジュールでは相互通信が可能であるため、今後、地上側から指令を出して缶サット側でミッションを行うという実験をすることでより多様な缶サットの作成が可能になると考えている。

参考文献

- (1)株式会社アイ・エス・ビー: “Wi-SUN Enhanced HAN plus B-route Dual stack J11 UART IF仕様書”, 1-190, 株式会社アイ・エス・ビー (2019).
- (2)ローム株式会社 オプトモジュール生産本部 フォトニクス製造部 “SPRESENSE-WISUN-EVK-701 サンプルソフトウェア動作説明書”, 1-9, ローム株式会社 (2019).
- (3)大学宇宙工学コンソーシアム: CanSat: “超小型模擬人工衛星”, pp.1-240, オーム社, (2014).
- (4)https://www.ja-r.net/20210213_fly_a_rocket%20.pdf, (2022年1月26日最終閲覧)

車内アナウンスをすべての人に

永峯 蒼士*1・前川 知輝*1・松本 直弥*1・峯山 賢伸*1

指導教員：安好 翔平*1

Email: kaibaratandf@yahoo.co.jp

*1: 兵庫県立小野高等学校

◎Key Words 音声認識, フーリエ変換, 雑音除去, 文字起こし, Python

1. はじめに

電車内での緊急時の案内は、音声アナウンスで知らされることが多い。聴覚に障害を持つ方の多くは、その内容を正確に聞き取れないという。この研究の目的は、車内アナウンスを文字起こしし、そういった方々にアナウンスの内容を理解してもらうことである。また、本論文の目的は、その研究に関し報告することである。その研究のために、スペクトラル除去とフーリエ変換という 2 種類の方法でアナウンスを正確に音声認識できるか試行した。その際、電車のアナウンスに比べて比較的雑音の少ないバスのアナウンスでまずは実験を行った。その結果、フーリエ変換を用いた実験で元のアナウンスに最も近い音声認識ができた。結論は今回使用したアナウンス音声においてフーリエ変換を用いることで精度の良い音声認識ができるということである。

2. 実験方法

- ① ボイスレコーダーでバスの車内アナウンスと、アナウンスが流れていない車内の音声（今後ノイズのみの音声と呼ぶ）との 2 つの音声を録音した。
- ② Google Collaboratory で Python を用い、以下の操作を行った。
 - (I) 編集なしのアナウンスを認識させた。
 - (II) 編集なしのアナウンスとノイズのみとの音声を短時間フーリエ変換を用いてスペクトログラム表示した。(図 1, 図 2)
 - (III) 2 つのスペクトログラム表示を比較し、ノイズと思われる周波数帯の音を切り取った。(図 3)
 - (IV) (III) で作った音声を認識させた。
- ③ (II) ~ (IV) を切り取る周波数帯を変えながら繰り返し行った。

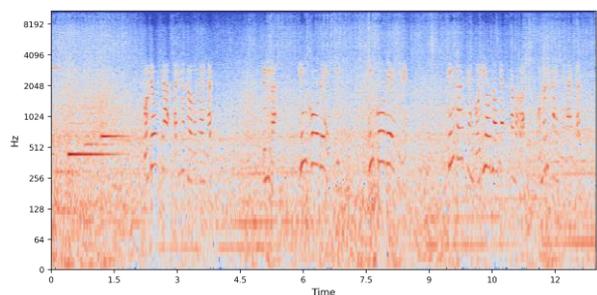


図 1 編集なしの音声のスペクトログラム表示

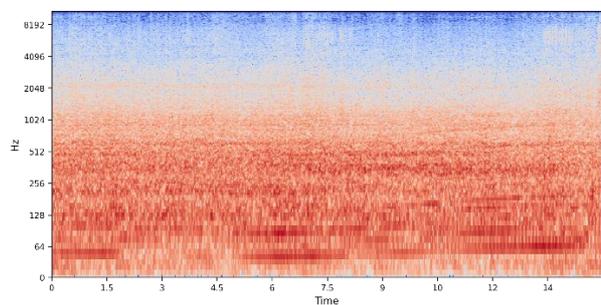


図 2 ノイズのみの音声

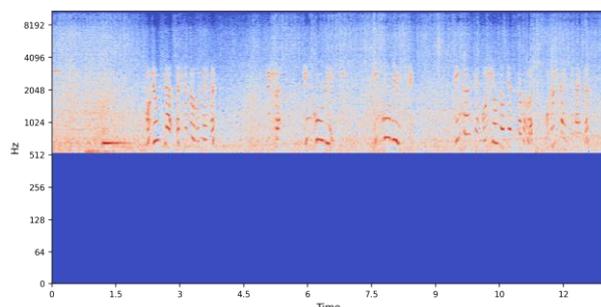


図 3 編集後の音声

3. 実験結果

文字起こしした文章は以下の通りになった。

実際のアナウンス

「ご乗車ありがとうございます。次は新神戸駅 新神戸駅です。新幹線ご利用のお客様はお乗り換え願います。」

編集前

「乗車ありがとうございます。変更でき エンコード 駅で新幹線をご利用のお客様はお乗り換えです。」

編集後

「乗車ありがとうございます。次は新神戸 新神戸新幹線をご利用のお客様がご理解願います。」

4. 考察

(3)にみられるように編集を加えることで音声認識の精度が向上した。本実験では512Hz未満の周波数帯の音声を切り取った際に最も正確に文字起こしをすることができた。しかし、ノイズをすべて取り切れているわけでもなく、アナウンスの音声も切り取っている可能性もあると考えた。

5. 今後の展望

フーリエ変換を用いて得られた2つのスペクトログラムで、低周波数帯に規則的で振幅の大きいノイズ音(下図の黒で囲った部分)が共通して見られた(図4で示した部分)ので、この箇所を取り除くことを考える。スペクトログラムの目的の位置を切り取り、画像認識をかけ、2つのスペクトログラムで画像的な相関が強い箇所を特定し、それらのスペクトログラムを重ね合わせ、一致する部分を削除することでノイズを除去する。

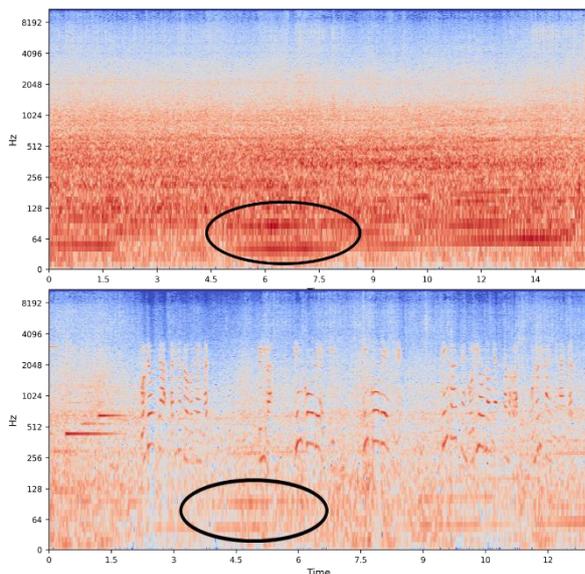


図4 図1と図2を比較したもの

6. 謝辞

- 1 株式会社ブレイン 初田真幸様
- 2 九州工業大学 中藤良久教授 張力峰教授

参考文献

- (1) AI SHIFT
<https://www.ai-shift.co.jp/techblog/1305>
 (2021年8月4日閲覧)
- (2) じよるブログ
<https://jorublog.site/python-voice-analysis/>
 (2022年1月14日閲覧)

Python を用いたカモの識別

石井 友基*1・稲岡 歩望*1・岡田 聖冬*1・堀尾 将吾*1・宮下 恭一*1
 指導教員 安好 翔平*1
 Email: kaibaratandf@yahoo.co.jp

*1: 兵庫県立小野高等学校

◎Key Words カモ, Python, CVAT, YOLOv5

1. はじめに

私たちは、毎年行われているカモの個体数調査が目視で行われていることを知り、それを AI によって自動で行えるようにすることを目的とした。

2. 実施方法

以下の方法でカモの検出を行った。

1. カモの画像を集める。
2. CVAT(Computer Vision Annotation Tool)を用いて、集めた画像から教師データを作成する。
3. YOLOv5 から引用したコードを用いて学習を行い、その結果を表示する。
4. 1～3の作業を繰り返す。

3. 成果

3.1 カモの検出

図1,図2の結果は、予備実験として、カモの種類にこだわらず、学習を行ったものである。

図1ではAのカモのようにカモとして検出されていないカモがいた。また、Bのように、カモ以外の場所を検出してしまっているものもある。この段階では学習回数が不足しているため、誤認識が多くあると考えた。

図2ではカモ以外の検出がなくなり、検出されていないカモの数も減少した。しかし、依然として、検出が重なっているカモや、検出されていないカモがいる。

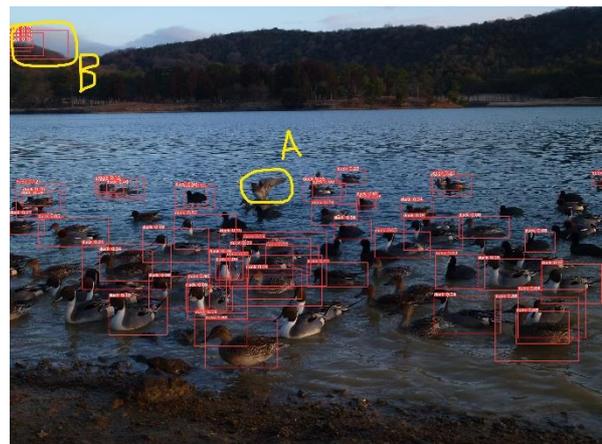


図1 学習 1000 回程度



図2 学習 3000 回程度

3.2 種類ごとの検出



図3 カモの種類ごとに教師データを作り種類別学習を行った結果表示された画像(アカハジロ)

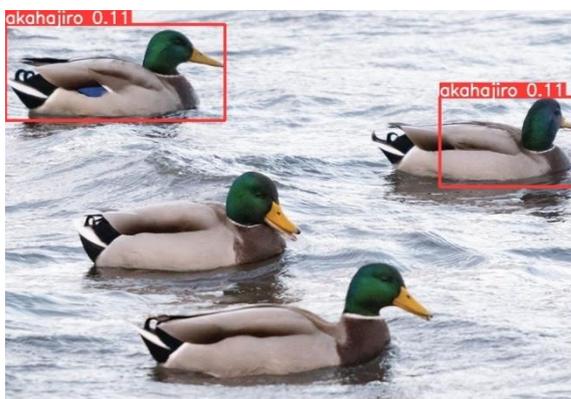


図4 違う種類のカモを検出した画像



図5 検出がされなかった画像

教師データとして、以下の 16 種類のカモの学習を行った:アカハジロ,オカヨシガモ,オシドリ,オナガガモ,カルガモ,カワアイサ,キンクロハジロ,コガモ,コハクチョウ,トモエガモ,ハシビロガモ,ヒドリガモ,ホシハジロ,マガモ,ミコアイサ,ヨシガモ

これらのカモは、私たちの住む地域に特に飛来するカモである。

図3ではアカハジロをうまく検出することが出来た。

図4のアカハジロ以外の場合は、違う種類のカモであるにもかかわらずアカハジロとして検出された。

図5のようにそもそも検出がされない画像もあった。

私たちは、これらの誤認識や検出されないことの原因を教師データの不足によるものだと考えている。

4. おわりに

これまでの研究でカモを検出することは、学習回数を増やすことによって可能になった。今後は、カモを種類ごとに検出することを目標にする。これまでの活動で種類の検出が不十分である原因は、教師データの不足が考えられる。そのため、教師データを増やし、学習回数を増やす。

謝辞

本研究の一部は株式会社 BRAIN 助成によるものである。

参考文献

- (1) github
<https://github.com/ultralytics/yolov5>
 (2021年8月6日 閲覧)
- (2) github
<https://github.com/openvinotoolkit/cvat>
 (2021年8月6日 閲覧)

健康観察の映像監視システム開発

- 起きてるか倒れているのか -

清水陵佑^{*1}指導教員：田原 剛二郎^{*1}

Email: 09a1007@s.chatnet.jp

*1: 玉川学園高等部

©Key Words Python, OpenCV, Open Pose, 変動係数, 人認識

1. はじめに

今や人認識プログラムはありふれた技術ではあるが、その使用目的は未だはっきりとしていない。テレビなどでは犯罪防止の監視カメラや自動車の緊急停止など、ありふれたアイデアしか出ていない現状で、何か新しい着眼点はないかと探し、考案したのが本論文のテーマである「健康状態の監視」だ。本研究では緊急事態を想定し、庭仕事をしている人が熱中症で倒れた場合それを検知するプログラムを作成する。

本研究では、どのような環境であっても最低限度の結果が出せるように軽量化を目指している。既に人を認識する方法は数多くあるが、より確実で、より高速な方法を目指しつつ、本研究の最終目的である健康状態の観察に応用していく。

本研究で使用する言語はすべて python に限定する。これは python による AI 開発の事例の多さと、開発者の個人的な好奇心に由来する。もともと興味はあったが、なかなか機会がなかったためこの機会に初めて Python を使ってみたかった。

2. 開発環境

2.1 動作環境

表1 動作環境

項目	説明
CPU	Intel(R) Core(TM) i3-7020U CPU
実装RAM	8.00 GB
OS	Windows 10 Home
プログラム開発アプリ	Visual Studio Code(1.16.0)
プログラミング言語	Python 3.9.6

2.2 Python 環境の構築方法

1. PC に Visual Studio Code をインストールする。
2. Python3.9.6 の仮想環境を公式の手順に則って構築する。
3. Visual Studio Code に python のプログラミング環境をインストールする。
4. ターミナルを用いてライブラリをインストールする

2.3 使用したライブラリ

表2 使用したライブラリ

ライブラリ	説明
numpy	効率的な数値計算を行うための数学関数ライブラリ。特殊な数値を計算するため。
OpenCV	様々なものを高速に認識することができるライブラリ。スペックがそこまで必要ではないため人気。
Scipy	Numpy と似ているがより科学的な計算が可能なライブラリ。変動係数を求めるため
openpose	姿勢認識が行える AI。精度もよく人気。

3. 実験

3.1 OpenCV と Openpose の実装と検証

今回、パソコンが画面内にいる人を認識して、異常がないかを確認することを目指している。これにはまず、カメラの映像を取得し、その映像から人を認識する必要がある。今回私は OpenCV で提供しているカスケード分類器 (HOG+SVM) を利用した。

しかし、カスケード分類機だけでは精度が悪いので Openpose も併用する

3.2 人が動いているか認識

人が人の健康状態を確認する方法はいくつかある。体温、息遣い、その人自身の体調報告など様々だが、カメラを用いた状態確認の手段として有力なのはその人の体勢である。人は体調不良を感じた時、脱力し体を安静にする必要がある。その状態を検知できれば健康状態の確認ができたといえるだろう。

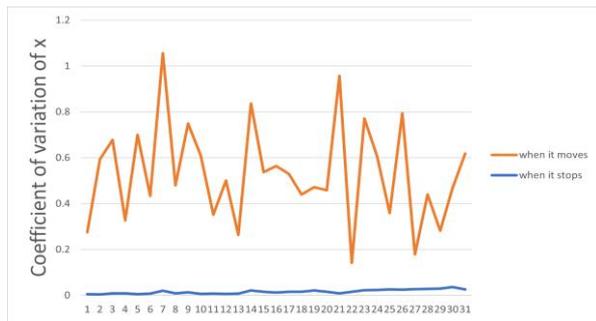


図1 動いている人と動いていない人の変動係数

図1はカスケード分類器によってリアルタイムで入手した認識された人の座標が一定時間でどれほど移動したのかをデータ化している。

図1が示す通り動いているときと動いていないときの差が明白である。

3.3 人が倒れているかを認識

実験には成功したがこれだけでは人が動いていないとわかっただけで、座ったり立ち止まっているかもしれない。その人が倒れたかどうかを判断できない。カスケード分類器が人を検知できなかった場合にも対処する必要があるだろう。

そこでOpenPoseを用いて倒れているかを認識できるか試みた。

```
3[255, 255, 0]
-108.01322094325793
出力されたデータ
```

出力されたデータとプログラムを照らし合わせると[]の中はRGB値であると推測できる。図5から胴体の線の色は黄色、つまり[255, 255, 0]に近い値であると推測できる。出力されたデータの中で3番がそれに該当するためその下に付随する値が線の角度である。図8でから出力された3つ目の結果が0度に近い値であったため右にまっすぐ向いた状態が0度であると推測できる。同様に図9から出力された3つ目の結果は180度に近い値であった。これらの情報から推察できるのは右にまっすぐの状態を0度とし、そこから反時計回りに回転していくとマイナスに、時計回りに回転していくとプラスになって左にまっすぐ向いた状態になると180度になると思われる。また、この黄色い線は胴体の中心をまっすぐ通るように描画される線ではない。それらを踏まえたうえで人が倒れた場合に倒れたと判断すべき黄色い線の角度はとりあえず120~180度と-50~10度と定める。

4. おわりに

上記の二つの実験を用いて人体認識の欠点である精度の悪さ、姿勢認識の欠点である検出速度の遅さ、両方の欠点を互いに補い合うハイブリットな二段階検出機構になった。

本研究で、カメラを用いた人の健康観察、人が倒れたかの判断ができるようになった。まず最初にOpenCVを用いた人認識に始まり、異常がある可能性がある場合はOpenPoseを使用する二段構えにより、良い精度で人が倒れたか検知できる。

今後の課題として挙げられるのはまず精度の向上だ。どうにかして高いFPSを保ちたかったためOpenCVのカスケード分類器を使ったがさすがに精度が悪すぎると思うこともしばしばあった。もともと歩行者を検知するためのものであるため仕方ないのかもしれないが、もう少しFPSを犠牲にしてもよかったと思う。

二つ目としてはラズベリーパイでシステムを小型化して持ち運べるようにすることだ。実はこのプログラムが高速化を目指していたのは、実際に使うとしたらラズベリーパイが初心者にも始めやすいと思ったからだ。第一章でも述べている通り、このプログラムは庭などのある程度の広さを持った場所を想定している。特に家の外などはpcなどが設置しにくく、これだけのためにノートpcを購入するのもばかばかしいのでモバイルバッテリーなどで運用できて安いラズベリーパイが最終目標だった。しかし、実際に実装しようと試みたところOpenCVとラズベリーパイの相性が悪く、エラーを吐き出し続けた。今後もアップデートを待ちつつ、日々研究に邁進したいものである。

謝辞

本研究は多くの先輩方や教員の助けの元行われている。

参考文献

- (1) OpenCV ライブラリ [github](https://github.com/opencv/opencvpp)
<https://github.com/opencv/opencvpp>.27-38 (2018).
- (2) OpenCV チュートリアル
https://docs.opencv.org/master/d6/d00/tutorial_py_root.html
- (3) Real-time-face-detection-OpenCV-Haar-
<https://github.com/CristinaMano/Real-time-face-detection-OpenCV-Haar->
- (4) OpenPose ライブラリ [github](https://github.com)
<https://github.com/CMU-Perceptual-Computing-Lab/openpose>
eCIEC: <https://www.ciec.or.jp/>, (2020年10月15日閲覧).

お手伝いロボットの研究

- 現代版茶運びロボットの開発 -

浦田 大智*1・齋藤 ゆい*1

指導教員：田原剛二郎 *1

Email:18c2521@s.chatnet.jp

*1：玉川学園高等部

◎Key Words 画像認識, ロボットアーム, huskylens, AI カメラ, 教育版レゴ

1. はじめに

私たちは人の助けになるようなお手伝いロボットを作りたいと考えている。今回はその例として少し離れた場所にある飲み物を取るロボットの研究をした。

これを実現させるためには、物体の認識が必要になる。今回はAI搭載学習型のカメラの画像認識を使った。

現在の主な研究内容は、画像認識の精度測定と、精度を向上させるための実験。

将来は、お茶だけでなく異なる形や色をした物体も運べるよう車体やプログラムの改良をかさねていきたい。

2. 画像認識の実験

物体（お茶）をカメラ画像から認識し、取りに行けるようなロボットを製作したいので、次は、カメラを使用した物体認識について研究した。

使用したカメラはHUSKYLENS という AI で自動学習できる多機能カメラ。

2-1 対象物までの距離はどのくらいなら物体認識できるのか

【目的】

形状で認識するモードを使った場合、どの程度の距離なら認識できるのかを調べる。

【実験方法】

モード→object recognition 学習量→1回
カメラ→高さ 5.5cm から水平に対象物に向ける。
対象物→コカ・コーラ社の「綾鷹」525mL ボトル。
人や物が映り込む環境で実験を行った。

【成功とみなす結果】 青い枠が出た時



図1 認識に成功したときの画像

青い枠が漸続的に出ていた場合は「ちらつきあり」

【結果】

距離 cm	30	40	50	60	70
結果	○	○	△	△	✕

【考察】

1 回の学習でどのくらいの距離まで認識できるかを測定したところ 60cm までしか認識ができなかった。

物体を形状で認識するためには、ある程度大きく映っている必要があることが分かった。より遠いところにある物体を認識できるようにするため学習回数を増やすなどして研究を進めたい。

また、カメラのモードを「collar recognition」にしての画像認識も行ってみよう。

2-2 色で物体を認識して対象物を探す実験

【目的】

色で対象物の認識を行った場合、どの程度離れていても認識できるか調べる。

【実験方法】 以下以外は 2.1 の実験と同じ

カメラ→12 cmの高さから水平に対象物に向ける。

モード→「collar recognition」色を認識して判別する方法

【成功とみなす結果】

2.1 と同様に青い枠が出た時断続的に出ていた場合「ちらつきあり」とする。

【結果】

距離 cm	30~260cm	280~290cm	300cm
結果	○	△	✕

【考察】

今回色を記憶し、同じ色のもを見つけるようにした場合、形状認識よりもはるかに遠い距離でも認識に成功した。しかし、似た色の物体がある場合誤認識してしまうこともあった。そこで、色を記憶する際に、いろいろな方向から撮影し、学習回数を増やしてみたところ、次の図のように、1 回の学習では、図 2 のように青い背景の前にある青色の箱を認識できなかったが、学習量を増やすと図 3 のように、青い背景と区別して、濃い青色の箱だけを認識に成功した。学習量を増やすと色の認識精度を上げられることが分かった。



図2 学習 1 回の時



図3 複数回学習した時

3. タグを使用した物体認識の実験

このカメラには、タグを認識する機能がある。部屋の中にあるいろいろなものを区別して取れるようにするには、対象物にタグを貼っておけばよい。そのためタグを使用した場合、どのくらい離れた位置でも認識できるのかを調べた

3-1 タグを使った距離では、どのくらい離れた物体を発見できるか

【目的】

これまでの色を認識するモードでは、緑茶の種類などの識別が難しくなってしまうのでタグを使うことで見分けることができるようになると思いこの実験をした。

【タグについての説明】

今回使うタグ→正方形で各辺が 2,25cm これは huskylens の公式サイトに載っており全 35 種類ある

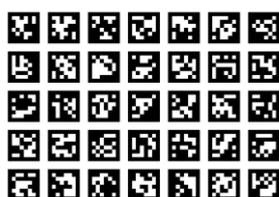


図4 タグ

【実験方法】

使ったタグ→上の写真の左上のタグモード→「tag recognition」

カメラ→高さ 12cm から水平に対象物に向ける。

学習量は 1 回

【成功とみなす結果】 青い枠がでてきた時



図5 タグを認識できた時

もし、青い枠がずっとターゲットを見つけているわけではなく断続的に見つけていた場合、「ちらつきあり」とする。

【結果】

距離	10	20	30	40	50
結果	○	○	△	△	✕

【考察】

今回タグを認識するモードを使ってどのくらいの距離まで認識できるのかを調べた。50cm になると全く認識しなくなるというとても短い結果となった。この理由として考えられるのはタグが小さすぎて判別できないこと、印刷した紙媒体を見せているので 35 種類全てのタグに反応してしまっているということがあげられる。このことから次はタグを大きく、一種類のみにすることで認識できる距離を長くしようと思った

3-2 タグを大きくすると、どのくらい離れた物体を発見できるか

【目的】

タグを大きく 1 つのみにすることによってどのくらいまで離れた物体を発見できるかを実験した。

【結果】

距離 cm	30	40	50	70	90	110	120	130	140	150	160	170
結果	○	○	○	○	△	△	△	△	△	△	△	✕

【考察】

今回タグを認識するモードを使ってどのくらいの距離まで認識できるのかを調べた。すると前のタグでの実験では、50cm で止まってしまったが今回は認識できる距離を長くすることができた。

【展望】

認識の手段として使える位の距離が出たので、今度はこれを使い、複数の物体を見分けて持ってこられるよう改良していきたい。

4. まとめ

カメラを使用して物体を認識し、つかんで持つことに成功した。物体の色で認識する方法が最も遠い場所でも発見できた。しかしこれでは種類を分けてものを認識することはできない。タグを物体に貼っておくことが有効だと思われるが、遠い場合認識しにくかった。タグをできるだけ大きくすることである程度離れていても認識できたが、今後は色で発見して近づいた後、タグで細かく種類の認識ができるように改良していきたい。

参考文献

- (1)サヌキテックネット <https://sanuki-tech.net>(2021年10月21日)。
 (2)DFROBOT
https://wiki.dfrobot.com/HUSKYLENS_V1.0_SKU_SEN0305_SEN0336 (2021年10月21日閲覧)。

AI を用いた筆者識別

長尾 謙佑*¹ 水野 智貴*¹ 小林 瑞樹*¹ 丹治 大和*¹ 古谷 和也*¹ 宇野 僚真*¹

指導教員：秋吉 雄介*¹

Email: ken16ken0621@gmail.com

*1: 大阪府立四条畷高等学校

◎Key Words 機械学習, AI, ニューラルネットワーク, 筆跡鑑定, Python

1. はじめに

現在、機械学習は画像認識やデータ解析などの多くの分野で活用されている。機械学習とはAIの分野の一つで、コンピュータに大量のデータを学習させて、物事の判別や予測をする技術である。そこで私たちは筆跡鑑定に着目した。筆跡鑑定は、専門家が犯罪捜査やクレジットカードの利用伝票へのサインなどで個人認証の一種として用いられる。現在の筆跡鑑定は、鑑定人によって行われている。しかし鑑定人による筆跡鑑定には、大きく分けて二つの問題がある。一つ目は、鑑定人の技術や経験などの実力に依存しているため、客観性に欠けている点である。二つ目は、鑑定するのにおいて同一文字、同一書体、また現物を必要とし、なるべくきれいな状態で対照できる書類が必要だという点である。ただし、筆跡というのは同じ筆者が書いたとしても様々な条件で変化するので対照できるほどの有効性があるのかというものは依然多くの疑問が残っている。

2. AI を用いた筆跡鑑定

2.1 調査・実験で何を明らかにしたいのか

複数種類の文字を含む筆跡データを学習に用いることで普遍的に表れる筆跡の個性を学習することが可能か調べる。

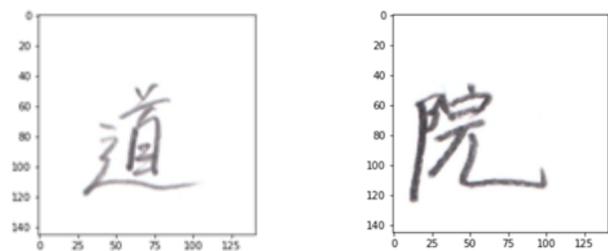
2.2 上記の目的に到達するための方法とその理由

4人の筆者を対象とし、平仮名全てとランダムに選んだ常用漢字の合わせて200種類を1種類につき5回ずつ、計1000個の筆跡を4人分収集し、学習用データとして用いる。さらに、学習用データに使用していない20種類の常用漢字を1種類につき5回ずつ、計100個の筆跡を4人分収集し、テスト用データとして用いる。

プログラムは独自に開発したものを使用した。開発環境はJupyter Lab、使用したプログラミング言語はPythonである。筆者識別は画像認識に分類されるため、この分野で多く使用される畳み込みニューラルネットワークという機械学習モデルをプログラムに用いる。

2.3 研究対象・試料

一人当たり1000個の筆跡を学習用データ、100個の筆跡をテスト用データとして4人分収集した。筆跡データのサンプルを以下に示す。



画像1.学習に使用した筆記データ

2.4 調査・実験の手順

上記のように筆跡を収集する。学習用データを作成したプログラムに読み込ませ、学習させる。学習回数は10回とする。その後、テスト用データを用いて識別率を調べる。今回は全体の識別率と筆者別の識別率の2つを調べた。

2.5 研究結果

表1 全体と筆者別の識別率 [%]

全体	筆者A	筆者B	筆者C	筆者D
69.8	60.0	82.7	81.3	51.8

全体の精度は69.8%であった。また、筆者別の識別率では、最低のもので51.8%、最高のもので82.7%と大きく差が出た結果となった。

2.6 結果に含まれる事実

全体の精度である69.8%は、実際の筆跡鑑定で用いることを考えれば不十分な結果である。

しかし、本実験ではAIが筆跡を書いた筆者を4人の中から1人選ぶというものであるため、無作為に選んだ場合は精度がおおよそ25%になるはずである。よってこの結果からある程度は筆跡に含まれる個人の特徴を

学習できていると考えられる。

また、筆者によって精度が大きく異なっていたため筆跡に現れる個人の特徴の程度には差があると考えられる。

2.7 次の研究につなげる問い

筆跡のどのような場所に筆者の個性が現れやすいのか。また、個性が現れやすい文字は何か。

3. おわりに

我々が調べた限りの先行研究では、本研究のように学習データとテスト用データに異なる種類の文字を使用した識別を行った研究は我々が行ったものが初めてだと考える。結果として筆跡の特徴を読み取ることに成功したため、AIを筆跡鑑定に用いる際の新たな学習方法に繋がるのではないかと考える。今後、より高い識別率を得るために学習データを今回の1000字から5000字に増やすことや、文字の種類をアルファベットなども含めて多くし再度実験を行うことを考えている。また、筆記者を増やした場合の識別率の変化を調べる。

謝辞

この研究を行うにあたって、多くの先生方に支えていただきました。心より感謝申し上げます。

参考文献

- (1) 高橋 真奈茄 小出 洋「機械学習を用いたパターン認識による筆者識別」
https://jglobal.jst.go.jp/en/detail?JGLOBAL_ID=201602275042356610, (2022, 01, 11)
- (2) 関 洋子「ニューラルネットワークによる筆跡の分類」
https://www.jstage.jst.go.jp/article/pamjaep/61/0/61_341/_pdf
(2022, 01, 11)

CO₂濃度と在室人数の同時測定システムの開発と

数理モデルによる解析

佐藤 弘基*¹・伊藤 俊介*¹・山本 航紀*¹・渡部 翔太郎*¹

指導教員：岡田 直之*¹

takasaki-20201403@edu-g.gsn.ed.jp

*1：群馬県立高崎高等学校

◎Key Words Raspberry Pi, 物体検出, AI, YOLO, CO₂, 二酸化炭素, 数理モデル, ザイデル

1. はじめに

新型コロナウイルス感染症対策として「換気」の重要性が指摘されている。本研究では学校生活における教室での換気をうながしたり、CO₂濃度と在室人数との関係を調べたりする目的で、小型コンピュータ「Raspberry Pi」を用いて、局所的な環境データ(CO₂センサーおよび温度・湿度センサーで測定)と在室人数(カメラと物体検出AIで測定)を同時にモニタリングできるシステムを開発した。

このシステムを実際に校内で稼働させ、授業中や自習室におけるデータを収集し、室内CO₂濃度の数理モデル「ザイデルの式」による解析を行った。その結果、測定した室内人数をもとに「ザイデルの式」で計算したCO₂濃度の理論曲線と、CO₂センサーで測定した実験データは良く一致することがわかった。在室人数が一定である場合の「ザイデルの式」を用いた解析例⁽¹⁾(2)はあるが、自習室のように在室人数が刻々と変化する環境において「ザイデルの式」を用いた解析例は見当たらず、新規性があると考えられる。また、この結果は、現在時刻までのCO₂濃度のデータを用いて、ザイデルの式で計算を行えば、数時間後のCO₂濃度をリアルタイムで予測することが可能になることを意味する。本研究ではこのCO₂濃度の数時間後の予測値を計算し、表示するシステムの開発にも成功した。

2. システム開発

開発したシステムと稼働時の様子を図1に示す。「Raspberry Pi 3B+」にNDIR方式のCO₂センサー「MH-Z19C」と環境センサー「BME280」を接続し、CO₂濃度(ppm)と温度(°C)および湿度(%)を測定できるようにした。また、カメラ(1080P_5M_OV5647)と物体検出AI「TinyYOLOv3」を用いて、カメラで撮影した写真に映った人数をカウントできるシステムを構築した。カメラには魚眼レンズを取り付け、広角で人物を捉えられるように工夫した。これらは「Raspberry Pi 3B+」にインストールされた「Node-RED」により動作する。測定データをcsvファイルで書き出せるようにしており、表計算ソフト(Excelなど)でグラフ化したり、分析したりできるようになっている。また、換気のタイミングを音声やLINEによる通知で知らせたり、ソリッドステートリレーと組み合わせることにより自動で換気扇を回したりすることが可能である。さらにユーザーインターフェイスも開発し、同じWi-Fiに接続しているデバイスのブラウザからいつでも

現在の情報をリアルタイムで確認することができる。外装については、本校の校章をデザインに取り入れ、「Fusion360」でモデリングを行い、3Dプリンター「FLASHFORGE Inventer」で印刷した。



図1 開発したシステムと稼働時の様子

3. 数理モデルによる解析

3.1 方法

測定は(1)授業中(5校時:物理講義室)、(2)自習室(日中)、(3)自習室(夕方～午前中)で行った。開発したシステムを人々から十分離れた場所に高さ1m程度の場所に設置して、CO₂濃度と在室人数を記録した。また、測定したCO₂濃度の曲線と室内CO₂濃度の数理モデルである「ザイデルの式」による理論曲線とのフィッティングを行った。図2にザイデルの式を示す。フィッティングは、外気のCO₂濃度C₀=400ppm、部屋の容積V=300m³として、現在時刻のCO₂排出量Mは1人あたりのCO₂排出量L=0.013 m³/h(JIS A1406の安静時～軽作業時のCO₂排出量⁽³⁾)に、1つ前の時刻の在室人数を掛けることにより算出した。部屋の換気量Qをフィッティングパラメータ(換気量は時間で一定と仮定)とし、測定した曲線に最も合うようにトライアンドエラーでフィッティングを行った。

ザイデルの式 (室内CO₂濃度のモデル)

$$\Delta CV = C_0 Q \Delta t + M \Delta t - C Q \Delta t$$

CO₂の変化量 外から入った量 人が出した量 外に出て行った量

C [ppm]: 現在のCO ₂ 濃度	V [m ³]: 部屋の容積
C ₀ [ppm]: 外気のCO ₂ 濃度	Q [m ³ /h]: 部屋の換気量
M [m ³ /h]: 1人のCO ₂ 排出量 L × 在室人数 N	Δt [h]: 時間

$$\rightarrow C_n = C_{n-1} + \Delta C$$

現在のCO₂濃度 前の時刻のCO₂濃度 変化量

C₀=400ppm V=300m³ L=0.013m³/h
 在室人数Nを物体検出AIで測定
 部屋の換気量Qを変化させて、測定したCO₂濃度の曲線に最も一致するようにフィッティング

図2 ザイデルの式

3.2 結果

測定結果とフィッティングを図3に示す。(1)~(3)の全てで、測定値とモデル計算が良くフィットしていることがわかる(在室人数は前後5分間の移動平均で表示)。換気量Qを部屋の容積V=300m³で割ることで、1時間あたりの換気回数を求められる。その結果、授業中(物理講義室)では4.5回/h、自習室は0.8回/hだとわかった。CO₂濃度は一般的に1000ppm以下にすることが望ましいと言われている⁽⁴⁾が、自習室で1000ppmを大幅に超えていることがわかる。授業中では先生の管理が行き届き、換気量が確保されているのに対して、自習室では夏場で冷房が稼働しており、先生不在のオートロックでの管理のため、換気量の調整がうまくいっていない可能性がある。

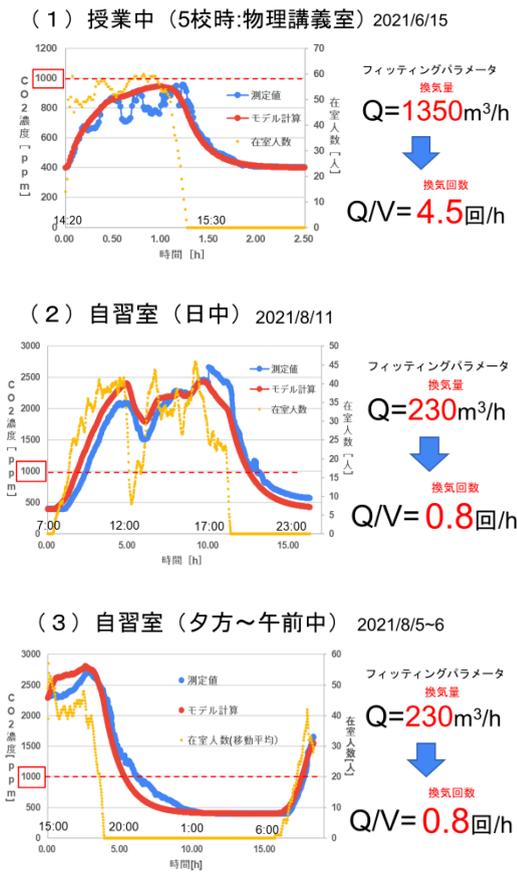


図3 測定結果とフィッティング

3.3 考察

物体検出AIで測定した室内人数を用いてザイデルの式で計算した結果は、十分な精度で測定したCO₂濃度と一致することがわかった。そこで、現在時刻までの

CO₂濃度と在室人数の測定データを用いてフィッティングを行い、換気量Qの値を随時更新しながら、ザイデルの式に基づいて計算を行えば、数時間後のCO₂濃度の予測が可能になると考えた。本研究では言語pythonを用いて、この予測プログラムを開発し、Raspberry Piに組み込むことに成功した。開発したシステムによるCO₂濃度の予測結果を図4に示す。現在時刻よりも左側が測定データ、右側がザイデルの式を用いて予測したCO₂濃度である。

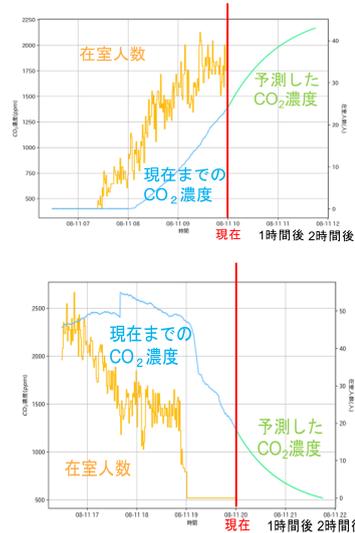


図4 システムによるCO₂濃度の予測結果

4. おわりに

在室人数が刻々と変化する場合においてもザイデルの式で計算したCO₂濃度の理論曲線と、CO₂センサーで測定した実験データは良く一致することがわかった。また、この結果を応用し、リアルタイムで数時間後のCO₂濃度を予測するプログラムの開発にも成功した。これによって従来のCO₂モニターでは不可能だった予測値に基づいて、事前に警告を出すということが可能になり、効率的な換気を促すことができると考えられる。今後は、換気に対する効果を検証する実証実験や冷房稼働時の温度変化も考慮した換気タイミングの最適化に関する研究も行っていきたい。

5. 参考文献

- (1) 沢田裕二「外気の二酸化炭素濃度の実測に基づく必要外気量と外気負荷に関する検討」空気調和・衛生工学会大会学術講演論文集-109-第5巻 (2016)
- (2) 守谷元一「知的環境構築のための測定システムを利用した二酸化炭素濃度予測モデルの評価」情報処理学会論文誌 Vol.62 No.2 727-736 (2021)
- (3) 田島昌樹「換気測定のための在室者の二酸化炭素呼出量の推定」日本建築学会環境系論文集81巻728号885-892(2016)
- (4) 「冬場における換気の悪い密閉空間を改善するための換気の方法」厚生労働省(2020)

スマート盲導杖「みちしる兵衛」 - AI 搭載白杖による視覚障害者歩行支援 -

高田 悠希^{*1}指導教員：岡田 直之^{*1}

Email: takasaki-20211619@edu-g.gsn.ed.jp

*1: 群馬県立高崎高等学校

◎Key Words AI、深層学習、画像認識、視覚障害者、白杖

1. はじめに

1.1 研究背景

視覚障害者が駅のホームから転落あるいは列車に接触したり、街中でも音響信号の不具合によって横断歩道に気づくことができずに交通事故で死亡したりといった重大事故が後を絶たない⁽¹⁾。一般に視覚障害者の歩行支援として盲導犬や白杖が広く知られている。しかしながら盲導犬にはその育成コスト高(300万円/匹)や、生き物であるが故の導入後の世話の問題などが存在し、国内の視覚障害者数38万人に対してユーザー数は僅か1031人に留まる⁽²⁾。白杖は広く普及しているものの、杖と接触しなくては感知できないため前記のような事故を避けることができない。近年では電子白杖と呼ばれる測距センサを取り付けた白杖⁽³⁾や、ホームや横断歩道に埋め込んだRFIDを検知する機能を搭載した白杖⁽⁴⁾も考案されているが、前者は使用環境の外乱に弱く、後者は周囲環境の整備が必要であることからいずれも本格的な普及には至っていない。

1.2 研究目的・意義

いま現在も視覚障害者は危険に晒されており、社会実装可能なソリューションを提案することは急務と言える。しかし広く歩行支援のツールを普及させるには、周囲環境に手を加えることなく導入でき、かつ外乱に強く安価であることが必須条件となる。さらに視覚障害者の方々へのヒアリングから、外出の際に白杖以外のものを追加で準備することは彼らにとってハードルが高いことも判った。そこで近年小型化が進み、安価に扱えるようになったカメラと小型コンピュータを白杖に取り付け、取得した画像を深層学習(ディープラーニング)に基づくAIで解析することで歩行中の危険から護るという手法を考案した。本研究では画像処理AIの開発のみに留まらず、実際に白杖に機器を取り付けた試作機を開発し、実用レベルに耐えうるか検証を行った。

2. AI 搭載白杖の開発

センサに加えてカメラと画像認識AIを搭載した白杖、「スマート盲導杖 みちしる兵衛」(以下「みちしる兵衛」)を開発した。図1に模式図と概念図を示す。

歩行者や自動車など動体を検出する物体検出AIと、線路や横断歩道など事前学習させた静止物を検出する画像認識AIを平行して動作させる。後者の横断歩道や線路を画像のみで検出可能なAIは先行事例が無く、本研究で初めて採用する手法のため独自の機械学習モデルの開発から行った。既成の機械学習モデルによる動体検出のイメージ図を図2に、独自の機械学習モデルによる画像認識のイメージ図を図3に示す。

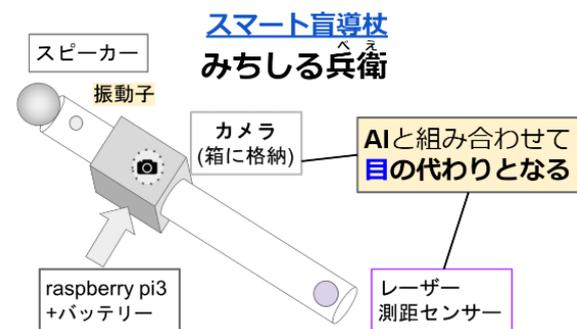


図1 「みちしる兵衛」の模式図

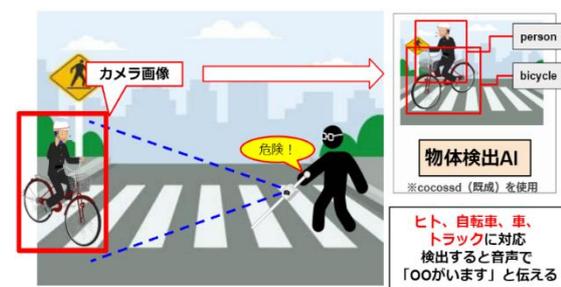


図2 既成の機械学習モデルによる動体検出

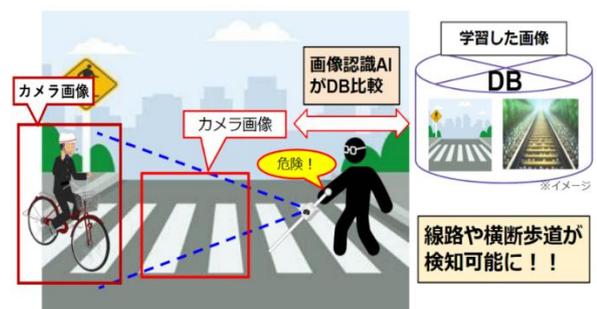


図3 独自の機械学習モデルによる画像認識

3-1. アルゴリズムの開発

画像を処理する2種のAIは両者とも深層学習（ディープラーニング）のアルゴリズムを用いている。動体検出を行う物体検出AIは既成の画像認識AIである「coco-ssd」を採用し、リアルタイムで送られてくる白杖搭載のカメラ画像内に、歩行者、自転車、自動車、トラックなどの危険物が存在しないか常時検出サイクルを回している。

静止物を検出する画像認識AIは、「Teachable Machine」で画像を学習させて独自の機械学習モデルを作成し、カメラ取得画像と比較する自作AIである。このAIには通常の歩道、線路、横断歩道という3状況の画像を数千枚学習させており、現在のカメラ画像と比較し、今が3状況のどれに当たるか、同様に常時検出サイクルを回している。そして危険な動体、あるいは横断歩道や線路といった目的となる静止物を検出した際には覚えこませた音声や振動で使用者に即通知するようプログラミングされている。

3-2. ハードウェアの開発

図4に試作機外観を示す。上記プログラムを演算する小型コンピュータ「Raspberry Pi 3B+」と画像を取得するカメラ、バッテリーを一つのボックスにまとめ白杖の手元に近い場所に配置し、杖の柄の部分には危険を通知するための振動子とスピーカーを設けた。



図4 試作機外観

さらに杖先端部付近にはレーザー測距センサーを設け、カメラの画角から外れて接近してくる物体に対しても検出可能とした。試作品ではあるが、材料コストは2万円以下と目的であった、「低コストかつ白杖1本で全ての機能を実装する」を実現している。

3-3. 街の中での試行

図5に動作検証風景を示す。南高崎駅(ホームドアなどがない無人駅)周辺にて上記の機能が正常に働くか実際に試行を行い、結果を動画に撮影した。



図5 動作検証風景

4. 試用結果・考察

南高崎駅周辺の試行では、横断歩道や線路などの認識について高精度で検出できることを実証できた。今まで不可能であった横断歩道や線路の検出が成功したのは大きな成果といえる。一方、歩行者の検出速度やセンサ精度については2つの課題が見られた。まず1つ目は搭載した小型コンピュータの発熱量に対して冷却能力が不十分であったため熱暴走による誤動作が発生した。またこのコンピュータの演算能力が2つのAIを平行動作させるのに不十分であったため、どちらか一方の機能では安定して動作できていたものの平行動作させると挙動が不安定となる現象が確認された。白杖は視覚障害者の方々にとって命を預ける大変重要な道具であり、安定性と検出精度は必須の保証性能であるため更なる改良が必要である。

さらに、群馬県視覚障害者福祉協会様に協力を仰ぎ、実際の視覚障害者の方(全盲)に「みちしる兵衛」を使って頂き、インタビューを行った。そこでは本白杖独自の機能である横断歩道や線路の検出について特に高く評価していただいた上で、センサーなどの検出の確実性については改良の余地があるご指摘を受けた。

5. おわりに

本研究では一部安定性に欠けるという課題が見られたものの、カメラ画像を比較処理するAIを開発し、実際に安価でコンパクトな電子白杖が作成可能であることを示せた点について大きな意義があったと考える。特に「みちしる兵衛」が初の実現例である、白杖単体での横断歩道・線路の検出機能については実際の視覚障害者の方からも高い評価をいただき有用性が認められた。この技術は階段や点字ブロックの認識機能などにも拡張可能であり、その応用性は非常に高いと言える。

今後は今回発見された安定性に関する課題を改善するとともに、さらなる機能拡充と精度の向上を行い真の社会実装を目指し研究を続けていきたい。

参考文献

- (1)国土交通省「(参考資料) 駅ホームからの転落に関する状況」<https://www.mlit.go.jp/tetudo/content/001378759.pdf>
- (2)関西盲導犬協会「盲導犬の普及と活躍」<https://kansai-guidedog.jp/knowledge/activity/index.html> (2013) 2022 1/6 閲覧
- (3) We Walk 社「We walk Smart Cane」(WeWALK | Smart Cane for Visually Impaired and Blind People …)2022 1/28 閲覧
- (4)京セラ「視覚障がい者歩行支援システム」<https://kansai-guidedog.jp/knowledge/activity/index.html> 2021 12/18 閲覧

CIEC 研究委員会

委員長：菅谷 克行（茨城大学）

副委員長：布施 雅彦（福島工業高等専門学校）

委員：

大岩 幸太郎（大分大学）

立田 ルミ（獨協大学）

落合 純（新潟経営大学）

鳥居 隆司（椛山女学園大学）

小野田 哲弥（産業能率大学）

三浦 靖一郎（徳山工業高等専門学校）

鈴木 大助（北陸大学）

森 夏節（酪農学園大学）

橘 孝博（早稲田大学高等学院）

李 凱（獨協大学）

CIEC 春季カンファレンス論文集 Vol.13 Proceedings of the CIEC Spring Conference 2022

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：2022年3月19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。